



维修手册

G4 MkIII R14

文件编号:	ZSM1038081-cn	版本号:	1
签发部门:	E W TE R&D PE DOC	机密等级:	限制级
批准号:	92873	语言:	英语/美式英语/原始语言
修订日期:	2014-05-27	适用法律:	具体国家的适用法律

版权

© 西门子风力发电公司版权所有。保留所有权利。

免责声明与使用条件

在法律允许的范围内，西门子风力发电公司及其在西门子集团（以下简称“西门子”）的任何关联公司对本文件或其部分内容的使用造成的后果均不提供任何明示或暗示的保证。

对于所有的损失、损害或性能不佳风险，不论其导致原因如何包括疏忽所致，均由用户承担责任。对于因使用本文件、不当使用本文件、使用本文件中或来源于本文件中的数据，或使用本文件随附的任何文档或其他资料而造成的任何一般、特殊、意外或间接的损害，西门子将不承担任何赔偿责任。

本文件在发布之前已接受过广泛的技术审批。西门子会定期审查本文件，并就发现的后续问题做出适当修正。尽管西门子尽可能努力保证本文件中信息的准确性并随时更新，但不会对其中包含的信息或数据的准确性、可靠性、及时性或其他特征作出任何保证或声明。

本文件的知识产权归西门子所有。

西门子保留随时更新本文件的权利，恕不另行通知。

商标

本文提及的所有商标均归各自所有者所有。

目录

1 Turbine safety instructions.....	1-1
2 Technical data.....	2-1
3 Inspection and maintenance program.....	3-1
4 Bolt tightening.....	4-1
5 Lubrication.....	5-1
6 Controller and electrical installations.....	6-1
7 Tower.....	7-1
8 Nacelle.....	8-1
9 Yaw system.....	9-1
10 Drive train.....	10-1
11 Brakes and hydraulic system in nacelle.....	11-1
12 Pitch and hydraulic system in hub.....	12-1
13 Cooling system.....	13-1
14 Blades.....	14-1
15 Diagrams.....	15-1

1 风力发电机安全须知

1.1 基本的健康与安全规则	1-3
1.1.1 缩写词	1-3
1.1.2 前言和修订	1-4
1.1.3 关于进入风力发电机的一般要求	1-5
1.1.4 纪律规则	1-7
1.1.5 福利设施	1-7
1.1.6 环境	1-8
1.1.7 消防措施	1-9
1.1.8 车辆	1-11
1.1.9 通信	1-13
1.1.10 天气预报	1-14
1.1.11 雷暴	1-15
1.1.12 极端风	1-17
1.1.13 安装和主要组件更换过程中的风力	1-17
1.1.14 维修过程中的风力	1-18
1.1.15 风力	1-20
1.1.16 在风力发电机中工作时的着装	1-21
1.1.17 高温作业	1-22
1.1.18 低温作业	1-23
1.1.19 在风力发电机中作业	1-24
1.1.20 海上作业	1-29
1.1.21 独自作业	1-33
1.1.22 高空作业	1-35
1.1.23 挖掘与密闭空间	1-37
1.1.24 起重机作业	1-38
1.1.25 热作业	1-41
1.1.26 电气工作	1-42
1.1.27 与化学品有关的工作	1-45
1.1.28 紧急疏散	1-47
1.1.29 一般应急程序	1-50
1.1.30 机舱疏散	1-50
1.1.31 风力发电机起火	1-51
1.1.32 意外事故和疾病	1-51
1.1.33 环境事故	1-52
1.1.34 人员落水	1-52
1.1.35 电气事故	1-52
1.1.36 超速	1-53
1.1.37 体温过低	1-53
1.1.38 直升机撤离	1-53
1.1.39 标准 SAR 直升机救援准备	1-54
1.1.40 DD 技术 – 永磁体	1-55
1.2 风力发电机安全须知	1-56
1.2.1 安全	1-56
1.2.2 在风力发电机中工作时应遵守的基本安全规则	1-56
1.2.3 锁定本地/遥控换向开关	1-56
1.2.4 环境考虑	1-56
1.2.5 安装现场的货物交付	1-57
1.3 机械安全	1-58
1.3.1 操作机舱的舱门	1-58
1.3.2 无电力条件下操作机舱的舱门	1-59
1.3.3 接合桨距锁定装置	1-60
1.3.4 接合高速风轮锁定装置	1-61
1.3.5 低速风轮锁定装置	1-62
1.3.6 操作低速风轮锁定装置	1-63
1.3.7 接合偏航锁定装置, 系统 1 (安装)	1-65
1.3.8 接合偏航锁定装置, 系统 2 (安装)	1-67
1.3.9 操作盘车装置	1-69
1.3.10 检修阀 (252)	1-70
1.3.11 机舱中的紧急停止按钮	1-71

1.3.12 偏航部分中的紧急停止按钮.....	1-73
1.3.13 控制器上的紧急停止按钮	1-73
1.3.14 轮毂中安全阀的位置	1-74
1.3.15 690V 电压开关的位置	1-75
1.4 如何断电.....	1-77
1.5 使用维护用起重机时的安全注意事项.....	1-78

1.1 基本的健康与安全规则

1.1.1 缩写词

缩写词			
AED	自动体外除颤器	M/s	米/秒
AM	美洲	MSDS	材料安全数据表
APB	工作场所安全指令（物质与材料使用的行政指令）	O&M	操作与维护
COSHH	危害健康物质控制	PLB	个人定位信标
CSTA	临界安全超时公告	POI	隔离点
CTV	船员转移船	POV	验证点
DD	直接驱动	PPE	个人防护装备
DOC	文件	PRO	程序
EEC	欧洲经济共同体	PWT	风力项目技术员
E S SR WP	能源服务 可再生资源服务 风电	RA	风险评估
E W	风能	SA	安全警告
EHS	环境、健康与安全	SAR	搜索与营救
ERP	应急响应计划	SAW	安全意识
GWO	全球风能组织	SCADA	数据采集与监控系统
HR	人力资源	SCB	安全卡册
HV	高电压	SOLAS	海上生命安全
INS	指令	SPRAT	专业绳索技术员协会
IR@S	西门子事故报告	SWL	安全工作负载
KRIMA	危机管理	SWP	西门子风力发电公司（E W 与 E S SR WP 结合）
Km/h	千米/小时	TP	过渡件
LSP	本地特定程序	UPS	不间断电源
MOB		WTG	风力发电机

1.1.2 前言和修订

设定这套规则的目的是作为现有说明书和手册的参考与补充。

西门子的所有员工与分包商，以及其他进入西门子风力发电机和西门子承担整体法律责任的场地或在其中工作的人员必须遵守下述的安全规则，包括由西门子实施管理并在其指导与监督下执行的工作。

本“基本的健康与安全规则”是技术说明书（装配指令、维修手册、作业指导书等等）的补充资料。必须始终遵守技术说明书的规定，但不能违反“基本的健康与安全规则”。

风力发电机的图片和图纸只是示例。不同的风力发电机类型可能有所不同。

这套规则是西门子员工和分包商在执行风力任务时必须遵守的最低安全要求。具体国家的法规要求请参见特定场地 EHS 计划。

任何执行工作任务的个人如果怀疑程序有误或感觉工作环境不安全都有义务停止工作。

1.1.3 关于进入风力发电机的一般要求

进入风力发电机必须获得现场管理者的授权。

当你的上方正在施工（在不同平面上作业）时，在攀爬过程中必须始终佩戴配备扣式帽带的安全帽。

请始终穿戴西门子认可的个人防护装备 (PPE)，这些装备应符合 PRO

13838 个人防护装备程序和当地特定规则的规定。

当存在坠落危险可能造成伤害时，必须使用安全带和相关的防坠落装置。

只要安装有防坠落系统的场所，都必须使用。

关于高空作业的一般规定，请参见 PRO 15833 *高空作业、高空救援与 WTG 中的访问者*。

乘坐风力发电机的升降机时请系好安全带，应按照供应商的要求进行连接。

安全设备必须根据当地法规或至少每 12 个月一次定期进行检修和认证。

撤离设备

大多数风力发电机中的撤离设备都永久性安装在机舱中。如果进入风力发电机的人员受过培训会使用这些设备，则在进入过程中不需要携带额外的设备。但是，必须携带 PRO 15833 *高空作业、高空救援与 WTG 中的访问者*中规定的救援设备并符合救援后备要求。

如果撤离设备没有永久性安装在机舱中，或进入人员不熟悉已安装设备类型的使用，则进入人员必须携带一套使用熟练且获得认可的撤离设备。进入机舱后必须立即将撤离设备带入机舱内。

访问者

根据 PRO 15833 *高空作业、高空救援与 WTG 中的访问者*附录6（风力发电机中的访问者），未根据 PRO 15833 *高空作业、高空救援与 WTG 中的访问者*附录2（进入西门子场地的安全培训）的要求接受基本安全培训的进入风力发电机的个人定义为访问者，其必须遵守 PRO 15833 *高空作业、高空救援与 WTG 中的访问者*附录 6A-C 的进入要求。

访问者只有获得西门子任命的主管或现场经理的许可后方可进入风力发电机。

在接受访问者进入风力发电机之前，必须审核并遵守

PRO 15833 *高空作业、高空救援与 WTG 中的访问者*尤其是附录 6A-6C 的要求。

培训和安全须知

在进入任何风力发电机之前，必须遵守停止工作程序中所有相关的安全限制要求 (SW, SA, SAW 和 CSTA)。

技术培训要求请参见下列文档中的描述：INS 12.17 *技术与安全培训结构*，PRO 12.18 *风电技术员能力框架 – 维修业务 (ES SR WP)*，PRO 12.19 *SWP 风电项目技术员能力框架*和 PRO 12.20 *分包商技术员能力框架*（分包商）。

只有接受适当指导和现场介绍的人员才被允许进入西门子风力发电机现场或在其中工作。

在风力发电机中工作的整体的基本安全培训要求如下：

陆上（一般要求）：

- 技术安全

- GWO 人工操作
- GWO 急救
- GWO 高空作业
- 用电安全意识
- GWO 防火意识
- 健康证明

海上（附加要求）：

- 同陆上风力发电机要求
- GWO 海上救生

GWO-认可的培训有效期请参见 PRO 15833 高空作业、高空救援与 WTG 中的访问者附录2的要求。

上述培训的有效期限标注在培训证书上，在获得许可进入工作场所之前必须进行验证。如果培训证书超过有效期，则该证明将是无效的。

豁免

对于培训有效性的豁免必须根据 INS 12.17 技术与安全培训结构第 3.3 部分的要求获得批准。

酒精、毒品和药物

西门子对酒精、毒品和其他违禁药物采取绝对零容忍政策。
但处方药的使用除外。处方药的使用必须获得现场经理的批准。

枪械

西门子风力发电机现场或其他责任区域不允许出现任何类型的枪械。
如果需要枪械保卫安全，则可根据豁免程序（PRO 14.36 豁免申请）在适当的管理下持有枪械。
持有与场地潜在安全相关的枪械必须获得特殊许可/获得西门子高层以及有关国家的责任实体的豁免与评估。

禁止吸烟	
	遵守特定场地的吸烟规定，确保完全熄灭烟头并丢弃于指定的废物容器内。 西门子拥有或租赁的建筑和车辆内不允许吸烟。
防火	
	指定工作区之外的现场不允许有明火。

离开现场

当离开风力发电机现场时，请根据特定场地的要求告知现场管理者。

1.1.4 纪律规则

酒精、毒品和吸烟

西门子保留根据当地法规对酒精、毒品和其他违禁药物进行测试的权利。

处罚

如果违反西门子的要求和当地法规，将根据当地 HR 程序进行纪律处罚。

生产经理负责处罚管理。

1.1.5 福利设施

总体要求

西门子对福利设施的总体要求是必须符合 EU 理事会指令 92/57/EEC（1992年6月24日）的要求。

水

必须提供瓶装饮用水。

洗手间

必须提供适当的卫生设施。

一般情况下，是指根据入场培训和特定场地 EHS 计划而提供的特定场地设施。

对于小规模矗立的风力发电机群或明显在场地区域之外单独布置的风力发电机，必须为在其中工作的工人提供通往附近公共厕所的方向指示，并允许使用服务车/公司汽车进行交通运输。

洗手

必须提供清洗和洗手设施。

1.1.6 环境

当地条件

相关人员必须始终关注有关周边区域的任何特殊的地方环境约束（例如野生动物、动物群和天气）。
如果存在这样的环境约束，则应在入场培训中说明，并在特定场地 EHS 计划和特定场地应急响应计划中进行描述。

历史古迹

有关历史古迹的问题必须在特定场地 EHS 计划中予以描述，并在入场培训中说明。

废物处置

下列旗帜表示对于该主题这些国家有不同的或附加的规定。			
			

所有废物都必须收集在充分标识的垃圾箱或容器内，并确保有适当的泄漏防护以避免污染土壤、地下水、地表水或空气。
只有经当地法规批准的废物管理公司才能处置现场生产的废物。
如果当地没有关于废物管理公司的法规要求，则废物管理公司应至少获得 PRO 03.01 供应商资质管理或当地供应商实体鉴定过程的批准。
废物应根据现场废物处置计划进行分类或至少分为四类：

- 易燃废物
- 生活垃圾
- 危险废物
- 特殊废物（例如机油、电池、喷雾器、化学品）。禁止燃烧废物或其他物质。

不允许将废物堆积在风力发电机中，必须根据特定场地要求将废物运输到现场废物存放区。这必须在每个工作日结束时完成。

注意：未经允许禁止将废物运输至跨越国界。

污染

禁止污染空气、陆地和水域。如果发生意外，请参见“应急程序”。

泄漏

所有泄漏物都必须根据当地具体的泄漏控制计划进行围堵和收集，并报告给主管/现场经理以便立即采取补救措施。
请参见“应急程序/泄漏”。
意外事件必须在 24 小时内在 KRIMA EHS 中进行报告，重大事件必须在 2 小时内在 IR@S 中报告。

1.1.7 消防措施

管理

高标准的管理是主要的防火措施之一！

尽可能保证工作场所和其他设施中没有易燃材料。

明火的使用	
	指定工作区之外的现场不允许有明火。

必须防止整个场地包括风力发电机、变压器和其它风力相关结构，以及现场建筑物、办公室、仓库和休息区出现火源。

禁止吸烟	
	遵守特定场地的吸烟规定，确保完全熄灭烟头并丢弃于指定的废物容器内。 西门子拥有或租赁的建筑和车辆内不允许吸烟。

取暖、照明和烹饪

不要使用未经许可的取暖、照明和烹饪设施。

易燃/可燃材料

不要将衣物或易燃物品/物质放置在加热器和高功率泛光灯上及其附近。

不允许堆积易燃材料或废物。使用贴有标签且经认可的特定类型废物使用的容器。

热作业

下列旗帜表示对于该主题这些国家有不同的或附加的规定。	
	

所有焊接工作或焊灯的使用、磨削工作以及其他会产生高温的操作都必须根据 **PRO 05.22 作业许可** 的要求获得生产经理的书面授权。

一旦开始热作业，必须采取预防措施以及所有适当的消防措施。

当执行有火灾风险的工作时必须使用灭火毯，并确保可采取适当的灭火手段。详情请参见[热作业](#)部分（第 1-41 页）。

车辆

不要将车辆停在干燥植被上。请将车辆停放在道路、指定停车区和硬地面上。

灭火器	
	灭火器必须适用于该区域的火灾隐患。（CO2 灭火器推荐用于WTG、SCADA 室和电力设备储存室） 熟知现场灭火器的存放位置和使用。 研究当地具体的应急程序 - 特定场地应急响应计划。请参见“一般应急程序/火灾”。

1.1.8 车辆

现场进出道路

越野驾驶只有在特殊情况下由管理层批准方可通行。根据特定场地规定，所有现场交通只能在指定的进出道路上通行，请参见“入场培训”。

速度

风力发电机现场的最高车速不得超过 30 km/h (20 mph)，特定场地可能要求车速更低。

必须遵守当地法规和条件，请参见“入场培训”。

加燃料和维修

建立一个指定的加燃料和维修区。

所有燃料驱动的车辆和机器必须采用适当的燃料分配装置添加燃料。

当配给燃料时，不要离开车辆或机器，或将泵柄设置到自动状态。

所有的燃料和/或燃油泄漏必须立即清理，并报告给主管/现场经理以便立即采取补救措施。

只有在紧急情况下才允许在现场对车辆进行维修和换油。

在紧急维修中更换的所有零部件或使用的机油必须封装、贴标签并妥善处置。

急救设备	
	急救包（敷料、保温毯、绷带等等）

所有西门子车辆（自己拥有、租用或租赁）都必须配备急救设备，并不断补充。

这是现场经理/生产经理的责任。

火灾风险/灭火器	
	干粉灭火器 (4 - 6 kg) 二氧化碳灭火器 灭火毯

所有西门子车辆（自己拥有、租用或租赁）都必须配备经过认证的灭火器。

这是现场经理/生产经理的责任。

特殊用途车辆

特殊用途车辆和超宽或超高车辆的驾驶员只有获得主管/现场经理的事先同意并接受所需的培训/资格认证才能将车辆驾驶到风力发电机现场。现场管理者将告知驾驶员适宜的驾驶线路和可能的现场风险。

如有必要，主管/现场经理必须安排辅助车辆。

停车



西门子赞同倒车或免下车停车政策。车辆必须始终停放在指定的停车区。

布置现场时必须建立指定的停车区，临时现场也应考虑建立指定的停车区。

注意：始终确保停泊的车辆不要阻挡应急通道/出口点！

装货与卸货

建议在风力发电机/使用材料的场所附近装载和卸载材料。停泊车辆必须始终与风力发电机保持安全距离（1/5 的塔架高度）。

检修

车辆必须适当进行维护，轮胎必须符合使用目的。

定期对车辆进行安全检查，并做记录（建议每周一次）。

1.1.9 通信

通信	
	在风力发电机中工作时，有效和可靠的通信至关重要。

手机和无线电

当规划工作任务时，技术人员必须准备一个主要工具和一套备用工具来启动应急调度，以根据当地的应急响应计划 (ERP)- EHS 计划中的附录 4 - 来建立联系。

在没有“特定场地 ERP”的风力发电机（单机和小规模无人 WTG 群）中，必须有可用的工具可连接当地的应急调度中心。这些工具包括但不限于：

- 固定电话
- 手机
- 卫星电话
- “采用三人团队来便利通信服务/指导功能”

运营经理和生产经理负责提供有效的通信线路。任何工作部分的主管技术员负责确保通信线路在所有工作情况下都可运行。

如果应急响应备份的通信线路损坏，主管技术员有责任停止工作。

如果主要的通信工具损坏，但替代的应急响应备份通信工具仍然有效，主管技术员可以基于任务风险评估和现场管理咨询来决定继续执行工作任务。

发生意外事故/事件后：通过 KRIMA 报告给生产管理部门，考虑 INS

21629 危机管理与业务连续性附录5 – 最低通信流量。

无线电

在 WTG 中技术员之间以及在现场的 WTG 之间必须始终可进行无线电通信。

在配备服务设施的场地，从单个风力发电机到现场办公室必须可进行无线电通信（海上：从风力发电机到服务/安全船）。

手机

手机仅作为无线电的备用通信工具，但不能替代无线电通信。

风力发电机中应至少有一部手机，并且必须能够连接应急调度/现场办公室/服务船。

如果由于任何原因风力发电机中无手机信号覆盖，则必须提供一个替代的独立通信系统作为备用通信工具。

这两种通信工具都必须便于应急响应通信。

IP 电话

一些风力发电机可能配备 IP 电话。

具体信息请参见特定场地 EHS 计划、入场培训和风力发电机安全卡册。

卫星电话

一些场地可能配备卫星电话。

具体信息请参见特定场地 EHS 计划、入场培训和特定场地应急计划。

海上

任何用作现场服务/安全船的船只必须配备连接陆上操作控制的设备以及连接当地 SAR 相关当局的设备。

1.1.10 天气预报

在 WTG 中开始工作之前，监视随时更新的天气预报，并在执行工作任务的过程中持续关注天气变化。

现场经理/主管/主管技术员负责评估在预期的天气条件下能否安全地开展工作。天气预报是实施最终的 WTG 工作规划的基本要素：

进入或在 WTG 中工作可能受到极端天气条件的影响，这些包括但不限于：

- 雷暴
- 狂风
- WTG 中落下冰/雪的风险
- 极端温度 (热/冷)
- 日晒
- 海况

影响进入风力发电机的天气条件不止上述几项，必须考虑特定场地相关的天气条件。

在现场施工/执行 O&M 活动之前，天气预报提供商必须获得一致认同。如果由于任何原因，在工作任务规划中不同的利益相关者采用不同的天气预报提供商，则必须采取保守方法，采用最严格的天气预报作为规划因素。有关利益相关者必须一致同意根据一个特定的天气预报采取行动。

1.1.11 雷暴

尽管风力发电机配备了防雷措施，但在发生雷暴时，仍然存在很大的雷击风险。此时，所有人员均不得进入风力发电机的机舱、轮毂和叶片中。当机舱关闭时，它本身可以防雷击，但不建议在发生雷暴时将其作为安全区域。在规划风力发电机的工作时，必须总是咨询天气预报，并特别关注雷暴风险。鉴于雷暴可能会意外和迅速发生，在工作过程中应提高安全意识。

如果雷暴来临，必须立即离开风力发电机。在离开之前，记住关闭机舱中的所有门/舱门和开口。如果时间紧迫来不及离开风力发电机，则启动备用方案撤退到风力发电机中指定的安全区域。

当雷暴来临/来袭时（可以看见闪电，但听不到雷声），如果正在 **WTG** 中执行工作：

- 风暴可能离风力发电机约 **10-30 km** 远。只要评估风暴还未临近就可以离开风力发电机。

当觉得雷暴就在 **WTG** 附近时（可以听到雷声），如果正在 **WTG** 中执行工作：

- 风暴可能离风力发电机约 **0-15 km** 远。
- 这时不可能有时间离开 **WTG**，必须立即进入安全卡册上指定的一个安全区域（偏航部分下方的平台和地平面上 – 但不要在电气柜的前面）。坐在或站在平台中央，不要触摸塔壁。告知生产经理你的行动。

在设计有木制平台的风力发电机中，必须考虑到木制平台最多只能负载 **3** 个人/其他平台负载可达 **G4**：最多 **6** 个人/**D6**：最多 **8** 个人。

陆上：汽车可作为防雷击的安全区域。海上：根据转移船中的说明采取行动。

如果雷暴临近无法安全离开风力发电机，请留在塔架中一个指定的安全区域（参见下述图例）。

当重新进入风力发电机时，注意叶片上可能发出“噼啪声”，这表明它们仍然带有静电，此时不要在叶片上工作，直到其完全放电。风力发电机的其他部分是接地的，不可能带电。

如果风力发电机在运转过程中发生雷击，风力发电机将继续正常地运转。如果风力发电机处于维修模式和正在安装之中，雷击后应目视检查叶片是否发生损坏。如果检查到损坏，请联系西门子风电服务部门进行进一步的处理。

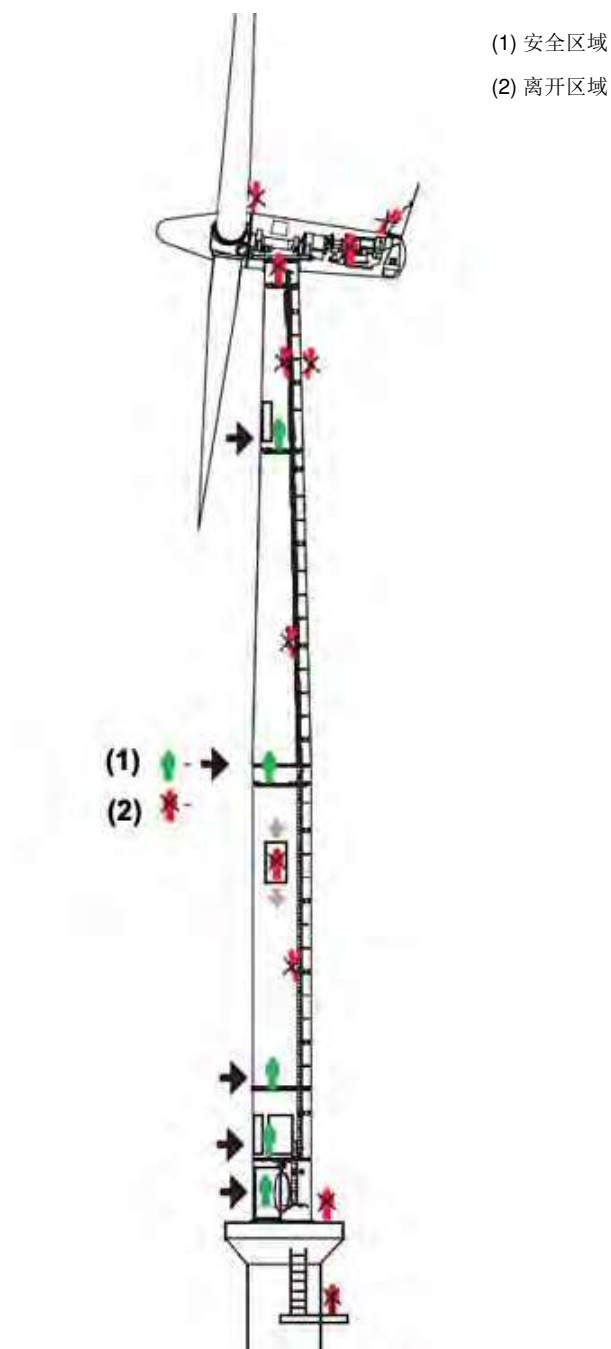


图 1.1.11.1 风力发电机中的安全区域

注意：上述图例中所示的塔架安全区域仅作参考，因为不同的塔架配置可能会有所不同。

所有塔架平台都是接地的，一般分类为安全区域。尽可能远离电气柜站立，千万不要站在电气柜的前面。关闭电气柜的门。

如有可能，选择没有电气柜的平台。不要触摸塔架、爬梯和电气组件。

海上雷暴

如果发生雷暴，服务船不要靠近风力发电机。

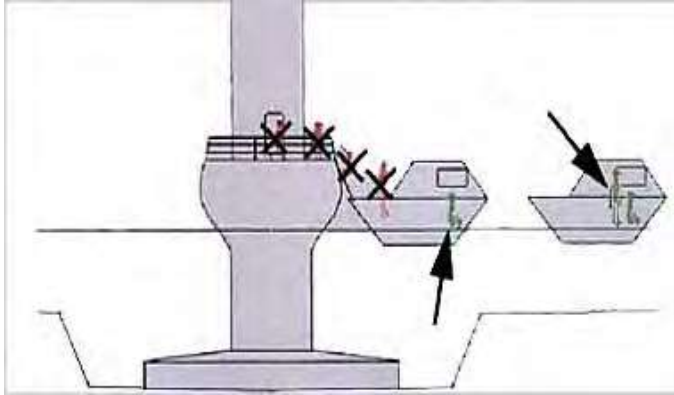
当雷暴正在形成/来临时（可以看见闪电，但听不到雷声），如果身处风力发电机中：

- 呼叫服务船，离开 WTG。遵循船长的指示。

- 如果 TP/风力发电机基础处没有服务船，留在塔架底部 – 不要触摸塔壁。
- 任何情况下都不要跳入水中。

当雷暴临近时（可以听到雷声），如果身处风力发电机中：

- 遵循陆上程序，撤退到 WTG 中的安全区域。告知服务船你采取的行动。



1.1.12 极端风

在风暴、飓风和极端风天气条件下，一般会限制进入风力发电机和现场区域，在不利环境条件下可能会禁止进入。

1.1.13 安装和主要组件更换过程中的风力

在使用外部起重机进行起重作业时，起重监察员和起重机操作员必须共同估计每个起重顺序，评估其安全性。必须随时咨询起重计划以验证风力限制。

1.1.14 维修过程中的风力

下列旗帜表示对于该主题这些国家有不同的或附加的规定。	
	

如果可能，在设计时始终记住在舱门（当打开时）安装锁定系统。

根据单个风力发电机的测量系统测得的结果监视和评估风速。使用过去 10 分钟内（600秒）测得的平均风速进行评估。

阵风可能影响安全性。如果评估阵风可能极大地影响安全性，必须立即停止工作。

如果风越刮越大，重新评估风力的影响。

在起风的情况下，根据下列要求限制工作内容：在最严重的情况下，停止工作，离开风力发电机。

在功率为 300 - 600 kW 的风力发电机上工作的风速限制	
对于小型风力发电机，在维修过程中通常需要打开舱门。对于这类型风力发电机，下述条件适用：	
风速达 12 米/秒 (23 海里/小时) / (10 分钟)	没有限制。
风速在 12 米/秒 (23 海里/小时) / (10 分钟) 以上	不要在风轮外面工作。
风速在 18 米/秒 (35 海里/小时) / (10 分钟) 以上	不要在机舱中工作。
风速在 24 米/秒 (46 海里/小时) / (10 分钟) 以上	停止工作，离开风力发电机。

在 1 - 2.3 MW CS, G2, D3 和 G4 上工作的风速限制	
在大型风力发电机中，可能需要在关闭舱门的条件下执行特定类型的故障检修和维修工作（一般是电气或液压系统的故障检修和维修）。对于这类型风力发电机，下述条件适用：	
风速达 12 米/秒 (23 海里/小时) / (10 分钟)	没有限制。
风速在 12 米/秒 (23 海里/小时) / (10 分钟) 以上	不要在机舱和风轮外面工作（这包括绳索使用和基于 RollGlis 的工作，但不包括使用机舱起重机）。 注意：当风速介于 12 至 18 米/秒（10分钟内的平均值）时适用于 G2 和 G4（二者的所有变异体）：当 HS 风轮锁定装置接合时，机舱必须偏航到远离风向 90 度的方向。如果 HS 锁定装置需要接合，在接合之前，将机舱偏航到远离风向 90 度的方向。当 HS 锁定装置接合后，必须持续观察风向以确保机舱位于偏离风向 90 度的位置（公差 +/-30 度）。盘车装置的接合必须遵守相同的程序。
风速在 18 米/秒 (35 海里/小时) / (10 分钟) 以上	关闭舱门在机舱中进行维修和故障检修工作是可以的（但不能使用机舱起重机进行起重工作）。 这种天气条件下不允许打开舱门。（在紧急情况下打开舱门以便于直升机救援是可以的） 不允许使用盘车装置转动风轮和插入风轮锁定装置和偏航锁定装置。 不要在轮毂中工作。
风速在 24 米/秒 (46 海里/小时) / (10 分钟) 以上	风力发电机停止工作。停止工作，离开风力发电机。

在 D6 上工作的风速限制	
风速达 12 米/秒 (23 海里/小时) / (10 分钟)	没有限制。
风速在 12 米/秒 (23 海里/小时) / (10 分钟) 以上	不要在机舱和风轮外面工作（这包括绳索使用和基于 RollGlis 的工作，但不包括使用机舱起重机）。
风速在 18 米/秒 (35 海里/小时) / (10 分钟) 以上	不允许转动风轮和插入风轮锁定装置。不允许使用机械偏航锁定装置锁定偏航系统。 不允许在轮毂中工作。
风速在 24 米/秒 (46 海里/小时) / (10 分钟) 以上	风力发电机停止工作。停止工作，离开风力发电机。

1.1.15 风力

表 1.1.15.1 蒲福风级

风速和近似浪高蒲福风级						
蒲福风级	描述项目		风速		浪高 (m)	
	风	浪	海里/小时	米/秒	可能	最高
0	平静	-	< 1	0 - 0.2	-	-
1	软风	涟漪	1 - 3	0.3 - 1.5	0.1	0.1
2	轻风	小微波	4 - 6	1.6 - 3.3	0.2	0.3
3	微风	大微波	7 - 10	3.4 - 5.4	0.6	1.0
4	和风	小浪	11 - 16	5.5 - 7.9	1.0	1.5
5	清风	中浪	17 - 21	8.0 - 10.7	2.0	2.5
6	强风	大浪	22 - 27	10.8 - 13.8	3.0	4.0
7	疾风	大浪	28 - 33	13.9 - 17.1	4.0	5.5
8	烈风	巨浪	34 - 40	17.2 - 20.7	6.0	7.5
9	风暴	狂浪	41 - 47	20.8 - 24.4	7.0	10.0
10	强烈风暴	狂涛	48 - 55	24.5 - 28.4	9.0	12.5
11	飓风	怒涛	56 - 63	28.5 - 32.6	11.5	16.0
12	飓风	怒涛	64 - 71	32.7 - 36.9	14.0	> 16.0
13	飓风	怒涛	72 - 80	37.0 - 41.4	> 14.0	> 16.0
14	飓风	怒涛	81 - 89	41.5 - 46.1	> 14.0	> 16.0
15	飓风	怒涛	90 - 99	46.2 - 50.9	> 14.0	> 16.0
16	飓风	怒涛	100 - 109	51.0 - 56.0	> 14.0	> 16.0
17	飓风	怒涛	110 - 118	56.1 - 61.2	> 14.0	> 16.0

1.1.16 在风力发电机中工作时的着装

下列旗帜表示对于该主题这些国家有不同的或附加的规定。



高空作业时，实际的天气情况和风况可能与地面大不相同，风寒因子将大得多。

在攀爬风力发电机之前，确保穿着或携带正确的防护服，考虑温度、风和冰雹等天气因素。

建议着长袖衫，并强制性穿着长裤和封闭及踝安全鞋。

雇主提供经认可的全套工作服和 PPE。

温度 °C / °F				25/77	20/68	15/59	10/50	5/41	0/32	-5/23	-10/14	-15/5	-20/-4	-25/-13	-30/-22	-35/-31	-40/-40	-45/-49
风速																		
km/s	m/s	km/h	Mph															
0	0	0	0	25/77	20/68	15/59	10/50	5/41	0/32	-5/23	-10/14	-15/5	-20/-4	-25/-13	-30/-22	-35/-31	-40/-40	-45/-49
7	2	4	4	25/77	20/68	15/59	9/50	5/41	-1/30	-6/21	-11/12	-16/-3	-21/-6	-26/-15	-31/-24	-36/-33	-41/-42	-46/-51
14	4	8	9	23/73	17/63	12/54	5/41	0/32	6/21	-12/10	-18/0	-24/-11	-30/-22	-36/-33	-42/-44	-48/-54	-54/-65	-60/-78
22	6	12	13	23/73	16/51	10/50	3/37	-3/27	-10/14	-16/3	-23/-9	-29/-20	-36/-33	-42/-44	-49/-56	-55/-67	-62/-80	-69/-90
29	8	16	18	22/72	15/59	8/46	1/34	-6/21	-13/9	-19/-2	-26/-15	-33/-27	-40/-40	-47/-53	-54/-65	-61/-68	-68/-90	-75/-103
36	10	19	22	21/70	14/57	7/45	0/32	-7/19	-15/5	-22/-8	-29/-20	-36/-33	-43/-45	-50/-58	-58/-72	-65/-85	-72/-98	-79/-110
43	12	23	27		14/57	6/	-1/30	-9/16	-16/3	-23/-9	-31/-24	-38/-36	-46/-51	-53/-63	-61/-78	-68/-90	-75/-103	-83/-117
50	14	27	31		13/55	6/	-3/28	-10/14	-17/1	-25/-13	-32/-26	-40/-40	-47/-53	-56/-67	-63/-81	-70/-94	-78/-108	-86/-121
58	16	31	36			6/	-3/27	-10/14	-18/0	-26/-15	-33/-27	-41/-44	-49/-56	-57/-71	-64/-84	-72/-98	-80/-112	-87/-125
65	18	35	40					-11/12	-19/-2	-26/-15	-34/-29	-42/-44	-50/-58	-58/-72	-65/-85	-73/-99	-81/-114	-89/-128
72	20	39	45							-2/-17	-35/-31	-43/-45	-50/-58	-59/-74	-68/-87	-74/-101	-82/-116	-90/-130
79	22	43	49										-51/-60	-59/-74	-67/-88	-75/-103	-83/-117	

可以工作

休息

长时间休息，考虑安全

停止工作

图 1.1.16.1 风寒指数

1.1.17 高温作业

温暖潮湿的天气会影响身体状况。高温高湿环境下身体更容易脱水，引发低血糖和矿物质如盐分的流失。

避免饮用苏打水或含咖啡因的饮料，并确保喝大量的水。建议每 20 分钟饮用 250 毫升/8 盎司水。少量多餐，饮用大量的水，避免高脂肪食物。在极端条件下，考虑补充电解质。

如果可能，在阴凉处休息，并调整工作/休息比例。记住，“繁重的工作”（更换变速箱和主轴）比“简单的工作”（会议、调整和设备测量）需要更大的休息/工作比例。

如果感到疲惫，请休息更长的时间，并考虑停止工作。对于不习惯/适应炎热气候的个人，在调整他们的工作/休息比例时必须采取额外的预防措施。习惯/适应炎热环境可能需要几天甚至几周的时间。

请记住，穿着防护服（Tyvek 或“油漆服”）会增加身体的压力，对于不习惯/适应炎热气候的个人，在允许他们穿着防护服之前应采取额外的预防措施。

感觉不舒服时不要尝试攀爬风力发电机。

请参见 PRO 05.59 热应激管理程序和随附文档了解更多详情。

作为指南，在评估温度和湿度的综合影响时，请采用下面的矩阵表以及一个可以测量二者的工具。请始终记住，温度和湿度的影响是针对个人而言的。上述这些内容仅作参考，个人在评估自身和其他人的实际热应激风险时应自行斟酌。

日晒

长时间暴露于极端强烈阳光下（个人条件）可能造成晒伤和中暑。

所以，应穿着长袖衫和长裤保护身体避免极端强烈阳光的照射。使用高系数防晒霜，佩戴太阳镜保护眼睛。佩戴帽子/头盔保护头部避免太阳照射。

表 1.1.17.1 热指数（体感温度）

	相对湿度 (%)													
空气温度	°C/°F	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
	43/110	58/136												
	42/108	54/130	56/137											
	41/106	51/124	54/130	58/137										
	40/104	48/119	51/124	55/133	58/137									
	39/102	46/114	48/119	51/124	54/130	58/137								
	38/100	43/109	46/114	48/118	51/124	54/129	58/136							
	37/98	41/105	43/109	45/113	47/117	50/123	53/128	57/134						
	35/96	38/101	40/104	42/108	44/112	47/116	49/121	52/126	55/132					
	34/94	36/97	38/100	39/103	41/105	43/110	46/114	48/119	51/124	54/129	57/135			
	33/92	34/94	35/96	37/99	38/101	41/105	42/108	44/112	47/116	49/121	52/126	55/131		
	32/90	33/91	34/94	35/95	36/97	38/100	39/103	41/106	43/109	45/113	47/117	50/122	53/127	56/132
	31/88	31/88	32/89	33/91	34/93	35/95	37/98	38/100	39/103	41/106	43/110	45/113	47/117	49/121
	30/86	29/85	30/87	31/88	32/89	33/91	34/93	35/95	36/97	38/100	39/102	41/105	42/108	44/112
	29/84	28/83	29/84	29/85	30/86	31/88	32/89	32/90	33/92	34/94	36/96	37/98	38/100	39/103
	28/82	27/81	28/82	28/83	29/84	29/84	28/85	30/86	31/88	32/89	32/90	33/91	34/93	35/95
	27/80	27/80	27/80	27/81	28/82	28/82	28/82	29/83	29/84	29/84	29/85	30/86	30/86	30/87

	热指数 (°C/°F)	风险等级	保护措施
	低于 33/91	低（小心）	基本的热安全规划
	33/91 至 39/103	中等	实施预防措施和提高安全意识
	39/103 至 46/115	高	计划额外的预防措施保护工人
	大于 46/115	非常高至极端	启动更积极的预防措施

1.1.18 低温作业

寒冷的天气可能影响身体状况，造成疲惫、冻伤甚至是体温过低。避免过度出汗，并穿着多层衣服。

定时在庇护所或取暖处休息。喝热饮，多饮食。如果感到疲惫，请休息更长的时间，并考虑停止工作。

注意手指和脚可能感到麻木，甚至失去控制四肢如手指和脚趾的能力。

感觉不舒服时不要尝试攀爬风力发电机。

冰和大雪

在天气寒冷和大雪纷飞时，叶片或机舱上可能会落下冰块或大簇的积雪，尤其是风力发电机因天气寒冷已经停用的时候。

评估天气条件，如果估计存在结冰风险，请在一个安全距离处 (> 300 m) 远程关闭风力发电机。站在安全距离处（1/5 的塔架高度）使用双筒望远镜（建议放大倍数 > 10x50）观察风力发电机的结冰情况。如果有落下积雪或冰块的风险，请不要靠近风力发电机。

如果风力发电机在有结冰风险的天气条件下已被停止运转，则在一个安全距离处 (> 300 m) 重新远程启动风力发电机。

如果在有结冰风险、叶片上可能聚集冰块的天气条件下，需要在机舱中执行工作时，请关闭舱门。

办公楼、集装箱和其他高大设备如起重机等也存在结冰落下冰块的风险。

结冰也会造成道路滑溜，使行人和车辆有滑倒的危险。在这种天气条件下，建议在道路上铺上碎石并用铁铲铲除冰块以缓解滑倒风险。

现场管理者/生产经理有责进行适当的风险分析和施加安全屏障，确保在寒冷的天气状况下保护人员安全。

1.1.19 在风力发电机中作业

下列旗帜表示对于该主题这些国家有不同的或附加的规定。		
		

操作安全一般要求

只有在技术员的陪伴下才能进入风力发电机，并且该技术员必须具有能够控制当前类型风力发电机并确保安全的专业技术能力。这些能力包括：

技术和安全培训要求：

- 在 E W 中是指：“技术员能力”（PRO 12.19 SWP 风电项目技术员能力框架）
 - 在 E S SR WP 中是指：PRO 12.18 SWP 风电维护技术员能力框架
- 对于分包商：PRO 12.20 分包商技术员能力框架)

或者：

根据执行的任务通过特定任务工作许可 (TSWA) 来控制并确保风力发电机的安全：

- 风能程序：PRO 24845 具体工作任务批准
- E S SR WP 和 E W, E W 工艺箱具体工作任务批准

当在风力发电机中工作时，必须查阅特定类型风力发电机相关的技术手册和说明书。检查作业指导书 (ZWI) 和 风险评估 (RA) 中是否包含了工作相关的内容或是否有其他安全资料。确保在开始工作之前查阅相关的安全资料。

风力发电机中避免穿着宽松的衣服，禁止穿着袖子宽松的连帽衣服。

在紧急疏散情况下，为了方便救援，这些工作区应携带安全带：

- 具体平台
- 偏航部分
- 机舱
- 轮毂
- 叶片中

无论何时，当存在坠落风险可能造成伤害时，必须考虑采取适当的预防措施以保护个人安全。

无论何时，当安装了防坠落系统时，必须用于预防可能的坠落风险。

配备木制平台的塔架：许多旧塔架设计的都是木制平台，平均间隔 6m。在这些平台之间进出采用的是 6m 长的爬梯，并没有安装防坠落系统。在这些 WTGs 中进出应符合运营地区的当地法规要求。

两人团队

一般情况下，任务都是由至少两人组成的团队来执行。只有在特殊和非常受限制的条件下才允许独自作业。详情请参见[独自作业](#)部分（第 1-33 页）。

如果团队成员必须彼此隔离，那么简单地，他们必须保持通信以确保彼此的安全。保持听力所及距离，或使用对讲机或移动电话保持通信。如果两名成员相距太远超过听力所及范围，必须使用对讲机或移动电话保持通信。始终携带充满电的电池。

如果团队成员彼此分开作业而其中一名成员需要休息，则两名成员都必须停止工作。

在任何情况下，任何一名团队成员在未通知另一名成员的前提下，都不得停止工作或离开风力发电机。

与远程控制断开连接

在攀爬到动力装置水平面上之前，将塔架地平面上风力发电机的远程控制开关定位并锁定在“本地控制”位置。

如果风力发电机连接到一个中央监控系统（例如 SCADA），则必须告知操作者停止风力发电机。

该计算机控制系统并**不是**自动防故障的。将风力发电机设置到本地控制模式并不意味着风力发电能源是受控的，也就是说，不能认为此种条件下风力发电机是安全的且处于断电状态。

在开始工作之前，关于所有通电系统的识别、断开、断电以及锁定请参考[电气工作](#)（第1-42页）中描述的断电、注销/退出程序。

攀爬塔架



考虑适当的天气条件和天气预报。详情请参见[天气预报](#)部分（第 1-14 页）。

打开塔灯。

当停止（和开启）风力发电机时请佩戴听力保护装置。

攀爬风力发电机之前，请将风力发电机控制开关定位并锁定在“本地控制”位置，并使风力发电机停止运转。如有必要，例如在故障检修过程中，可以通过手持终端从机舱启动风力发电机。当风力发电机在运转时，不允许通过爬梯和升降机在机舱和主要控制平台之间攀爬。

在停止风力发电机之前，监听和查看异常情况并检查显示器上显示的状态。

然后，按下“停止”按钮使风力发电机停止运转。*切勿通过断开总开关或通过触动紧急停机按钮来停止风力发电机。*

研究风力发电机的工作日志来识别上一次访问之后风力发电机可能存在的异常状况。

查阅风力发电机的“安全卡册”研究具体类型风力发电机的安全规范，携带卡册上标注而风力发电机中没有的安全设备。

检查通信

确保攀爬塔架时双手可自由活动。

可以在经认可的封闭运输包内携带少量负载，运输包可以固定在安全带上或通过一条呈对角地绑于身上的背带挂在肩上。

大物件和重量大于 5 kg 的负载必须置于经认可的封闭提升袋内采用维护用起重机（小风力发电机采用绳索）进行提升。

由于小型物件有可能从上面落下，因此在攀爬风力发电机时必须强制性佩戴有下巴带的头盔。

在配备长爬梯的塔架内，必须等到第一个攀爬的人看不见以后，第二个人才能开始攀爬。

平台上的最大重量必须均匀分布：

- 木制平台可承重 300 kg 或最多三个人。
- 钢制平台可承重 1,000 kg 或最多六个人。
- D6 风力发电机上的平台可承重 2,000 kg 或最多八个人。

缓慢攀爬。如有必要，可在平台上稍作休息。

进入和在机舱以及轮毂中工作



机舱中可以容纳的最多人数：

- 所有小于D6型的发动机机舱最多可容纳六个人
- 所有大于或等于D6型的发动机机舱最多可容纳八个人

记住，如果可能，在机舱的舱门（当打开时）安装窗扇停留锁（参见具体维修手册中的操作说明）。

关注风力状况。请参见下述有关风力的主题：

- [天气预报](#) (第 1-14 页)
- [雷暴](#) (第 1-15 页)
- [极端风](#) (第 1-17 页)
- [安装和主要组件更换过程中的风力](#) (第 1-17 页)
- [维修过程中的风力](#) (第 1-18 页)
- [风力](#) (第 1-20 页)

在风轮、叶片、轮毂、液压系统或驱动系统中开始工作之前，使用风轮锁定装置锁定风轮（查阅具体类型风力发电机的风力限制和对于风轮锁定装置的操作要求）。（参见具体维修手册中的操作说明）。

注意轮毂中的氮气加压蓄能器。进入轮毂之前参考本地风险评估。

在一些场地，在机舱中工作时需要佩戴安全带。详细要求请参见特定场地 EHS 计划中的描述 – 对于西门子的一般要求请参见 PRO 15833 高空作业、高空救援与 WTG 中的访问者，附录 4-4B 机舱中 PPE 的使用。

当存在坠落危险可能造成伤害时，必须使用安全带和相关的防坠落装置。

当在风力发电机外面或偏航系统中工作时，应始终使用偏航锁定装置和风轮锁定装置。（参见“手册和作业指导书”）。

限制进入/现场标志



无论何时，当打开舱门作业或在风力发电机外面作业时，或取下机舱罩在机舱中执行大量的维修工作时，都有高空坠物的风险。因此，塔架周围的区域必须用标杆或标志做好标记，并在一定半径范围（1/5 的塔架高度）内用绳索隔开（例如：80 m 塔高 / 5 = 16 m）。

用标志清楚地标记这些区域，主要是进出道路，并且标志应配以下述文字：

工作区！

风力发电机正在高空作业中！

未经许可不得进入！

必须佩戴安全帽！

旋转和运动部件

只有在绝对必要且所有能源已经被识别、断电和适当锁定的情况下，才能移除旋转和运动部件的外罩。在给设备重新通电之前，重新安装已移除的外罩。

一些工作任务可能不需要锁定旋转部件。对于这些任务，必须遵守西门子认可的作业指导术中详述的安全工作要求。尤其是关于后勤管理以及缠结、推挤和切割风险的评估。

如有可能，根据潜在的坠落风险估计，取下安全带。

使工具、抹布、衣服、头发、手套和身体远离旋转部件以及手动转动风轮时可能运动的任何部件。

完成风力发电机中的工作之后

确保离开风力发电机之前清洁 WTG，并移除或固定所有松动物件。仔细检查，清除旋转设备中的所有松动物件，包括但不限于轮毂。离开轮毂之前关闭叶片盖板，确保关闭轮毂并安全固定。

所有废料必须根据当地法规进行清除和处置。

清除机舱、爬梯和安全设备中的油、油脂和其他污物。

确保所有的旋转和运动部件外罩固定到位。如果这不可能实现，必须在塔架的入口处张贴标志说明风力发电机尚未完全安装好。如果风力发电机尚未完全安装好，则必须将这种情况输入到风力发电机日志中，并报告给运营管理者。

关闭和锁定机舱舱门。（仔细复查是否正确锁定）。记住在爬下塔架之前移除偏航锁定装置和风轮锁定装置。

在爬下塔架之前确保所有工具和部件都已妥善处理。

在风力发电机日志中输入进入的日期、时间和目的以及个人 ID。

	如适用，重新启动风力发电机。（必须佩戴听力保护装置）
---	----------------------------

重新设置到远程控制模式，并通知操作控制中心。

离开风力发电机之前，关闭塔架上的灯并锁好门。

1.1.20 海上作业

预防措施

运营管理者必须规划所有的工作任务，包括但不限于例如救生工具包“过夜设备”和救援设备,救援设备在任何情况下都能反应滞留在风轮上的人数。

				
保暖救生服		个人定位信标		

当在海上作业时，必须特别关注培训与 PPE 要求中关于面临危险时的内容：

- 坠海风险
- 疏散条件
- 天气条件
- 海况
- 冰
- 高空坠物
- 转移工具

海上协调员将根据法规和特定场地要求，具体说明海上作业的程序，并协调海上作业与船长之间的工作。

当规划和执行海上工作时，必须特别注意覆盖工作以及交通运输范围内的天气预报。天气预报有助于确保在天气状况恶化到危及人员安全之前，相关人员可以及时从 WTG 中撤离。

当进入海上 WTG 时，TP/风力发电机基础上的船只可能造成其结冰而下沉。在这种情况下，为了最大的安全考虑，在 TP “对接”过程中应远距离观察并留在室内（一般情况下，请参见“寒冷/结冰天气下作业的预防措施”）。

在尝试进入 WTG 以便转移之前 – 请总是通知可能已经在 WTG 上的人员。

进入海上风力发电机的培训要求

必须根据 PRO 15833 高空作业、高空救援与 WTG 中的访问者附录2进行必要的基本安全培训。请参见[关于进入风力发电机的一般要求](#)（第 1-5 页）。

船长

船长必须根据特定 WTG 的条件考虑航行和转移是否安全。

任何时候都必须遵守船长的指示。船长应对船只的操作和输运承担所有责任。

在船只和 TP 基础之间的转移

必须根据 INS 05.13 中的说明进行转移：[海上转移](#)

当攀爬 TP 爬梯时必须使用防坠落系统。

当转移操作被评估为不安全时应停止操作。当从 TP 上转移被评估为不安全时，相关人员必须留在 WTG 上直到转移条件被评估为安全方可进行转移。

能见度减弱时的转移

转移一般计划在白天和能见度良好时进行。

当需要在能见度下降时如有雾或下大雨和日落前后进行转移时，必须满足下述要求：

- 船只必须有充足的照明条件。
- 当从 TP 转移到船只上时，被转移者必须在爬下爬梯之前能够看见船只。
- 必须能够看见爬梯和防坠落系统是否完好无损（安全“平台”的最低要求）。

在任何情况下，都应由被转移者自己判断是否安全，能否转移。

在距离码头边不到 1 米的岸边作业

- 切勿独自作业
- 始终穿着救生衣
- RA 决定是否使用保暖救生服

在船只和码头之间转移

根据海上要求建立安全通道：

- 不需要救生衣和保暖救生服

根据海上要求未建立安全通道：

- 需要救生衣

在船只上

CTV /室内：

- 不需要救生衣和保暖救生服 / 参考船只规范。

CTV / 在船只甲板上，船只不在码头：

- 总是与同事相伴，遵守 RA 和船只规范的要求。

在海上船只之间的转移

水温大于或等于 12°C 条件下的最低要求：

- 救生衣 + PLB
- RA 决定是否使用保暖救生服

水温低于 12°C 条件下的要求：

- 保暖救生服
- 救生衣 + PLB

在船只和过渡件之间的转移

水温高于 12°C 条件下的要求：

- 高空作业需要 PPE
- 救生衣 + PLB
- RA 决定是否使用保暖救生服

水温低于 12°C 条件下的要求：

- 高空作业需要 PPE
- 救生衣 + PLB
- 保暖救生服

船员探测器

所有服务船上必须安装一个可以追踪在用 PLB 特征频率的船员探测器。

海上救援

人员落水 (MOB) 必须纳入到船舶应急程序中，且应定期（至少每年一次）演练和测试。

海上用安全设备

海上用安全设备必须经 SOLAS 和 SWP 批准，且应纳入到 SWP “全范围安全设备”中，并符合 PRO 13838 个人防护装备程序的要求。

“滞留在风力发电机”上的应急准备

如果滞留在 TP 上，救生设备（“过夜设备”）的具体要求和位置可以在风力发电机安全卡册、入场培训以及特定场地应急程序中找到，这取决于客户的安排。

海上起重机作业

机舱维护用起重机未批准用作海上起重作业，不能用于从船上进行动态升降。TP 上的起重机作业必须符合供应商的产品规范和特定场地的要求。一般来说，海上起重机的操作必须考虑相关的海况，在海况 >2（参见蒲福风级）的情况下起重机的起重能力会下降。

风速和近似浪高蒲福风级						
蒲福风级	描述项目		风速		浪高	
	风	浪	海里/小时	米/秒	可能	最高
0	平静	-	<1	0 - 0.2	-	-
1	软风	涟漪	1 - 3	0.3 - 1.5	0.1	0.1
2	轻风	小微波	4 - 6	1.6 - 3.3	0.2	0.3
3	微风	大微波	7 - 10	3.4 - 5.4	0.6	1.0
4	和风	小浪	11 - 16	5.5 - 7.9	1.0	1.5
5	清风	中浪	17 - 21	8.0 - 10.7	2.0	2.5
6	强风	大浪	22 - 27	10.8 - 13.8	3.0	4.0
7	疾风	大浪	28 - 33	13.9 - 17.1	4.0	5.5
8	大风	巨浪	34 - 40	17.2 - 20.7	6.0	7.5
9	烈风	狂浪	41 - 47	20.8 - 24.4	7.0	10.0
10	风暴	狂涛	48 - 55	24.5 - 28.4	9.0	12.5
11	强烈风暴	怒涛	56 - 63	28.5 - 32.6	11.5	16.0
12	飓风	怒涛	64 - 71	32.7 - 36.9	14.0	>16.0

风速和近似浪高蒲福风级						
13	飓风	怒涛	72 - 80	37.0 - 41.4	>14.0	>16.0
14	飓风	怒涛	81 - 89	41.5 - 46.1	>14.0	>16.0
15	飓风	怒涛	90 - 99	46.2 - 50.9	>14.0	>16.0
16	飓风	怒涛	100 - 109	51.0 - 56.0	>14.0	>16.0
17	飓风	怒涛	110 - 118	56.1 - 61.2	>14.0	>16.0

天气条件

在执行任何海上工作之前，必须基于更新的覆盖预期工作时段的气象预报来评估作业位置的天气条件。船长和海上协调员有责任持续更新工作时段的气象预报。

日晒

请记住海上日晒的影响可能成倍于陆上日晒，请考虑适当的防护措施。

海上雷暴

当预测雷暴来临时技术员正好在风力发电机上，船长必须评估技术员能否安全撤离或必须撤退到风力发电机的安全区域。所作的任何决定都必须与风力发电机上的人员沟通并得到其认可。

有关程序和安全区域的更多详情，请参见雷暴部分（第1-15页）。

海况

船主有责任评估给定位置的海况（浪高、波形和波流）。船长必须基于当前的环境条件来评估船只的能力和自己的经验，据此确定能否在安全条件下进行转移。

高空坠物

在海上风力发电机上，当打开机舱罩作业时，在 TP 上的所有来往人员都必须佩戴安全帽。当在船只甲板上且船只距离风力发电机不到 1/5 的轮毂高度时，必须佩戴安全帽。

特殊安全规则

根据具体位置和客户要求，不同的海上风力发电机可能有特殊的安全规则。这些特殊安全规则将在特定场地 EHS 计划中进行描述，并在入场培训时予以说明。

1.1.21 独自作业

只能在特殊条件下执行简单任务

下列旗帜表示对于该主题这些国家有不同的或附加的规定。	
	
	

一般情况下是不允许独自作业的，工作任务应总是由至少两人组成的团队来完成。在规划工作任务时应避免或尽量不要隔离团队成员。例如在看见或听不见的范围彼此独立作业。

如果团队成员需要彼此独立作业，那么简单地，他们必须保持通信以确保彼此的安全（例如使用手机或无线电）。

然而，在特殊和非常有限的条件下，可以根据生产经理批准的特定风险评估（**PRO 1866 制定风险评估**），独自执行简单的工作任务。

这些工作任务可能不包括：

- 电气工作
- 热作业
- 涉及电动工具的工作
- 起重作业
- 繁重的体力工作
- 与化学品有关的工作
- 海上作业
- 高空作业

只有具备资质的人员才能独立执行工作任务。

独立执行工作任务需要获得生产经理的作业许可（参见 **PRO 05.22 作业许可**），并书面任命一位联系人。

应急程序

应急程序、通信工具以及联系间隔时间必须获得一致同意并进行测试。应根据工作任务有关的风险确定通信之间的时间间隔，但不应超过 **15 分钟**。

如果联系人未按约定收到独自作业人员的通信，则联系人必须：

1. 联系独自作业的人员。
2. 如果联系不到独自作业的人员，根据认可的应急程序继续找寻可能发生的工作事件/事故。

在 WTG 中，独自工作仅限于可以在地平面执行的重置程序。

开始工作之前

确保通信工具正常工作。详情请参见[通信](#)部分（第 1-13 页）。约定任务的持续时间。

简要说明约定的应急程序。

工作过程中

达到工作位置后建立联系。

根据约定的时间间隔取得联系。涉事双方必须在**日志**中记录已取得联系。

联系人必须在 **15** 分钟内响应独自作业人员发出的通信，以在紧急情况下予以援助。

1.1.22 高空作业

规划



使用防坠落系统进入风力发电机的个人允许携带的最大重量包括设备在内为 136 千克（300 磅）。

高空作业存在坠落风险，出于健康安全考虑，怀孕员工不得从事高空作业。

规划任务时应高度谨慎，估计所需的工具和材料体积。

检查作业指导书 (ZWI) 和 风险评估 (RA) 中是否包含了工作相关的内容或是否有其他安全资料。确保在开始工作之前查阅相关的安全资料。

确保所有参与者都持有有效的 “GWO 基本攀爬与救援” 培训证书，所有 PPE 都经过检查并适合使用。

无论何时，当存在坠落风险可能造成伤害时，必须考虑采取适当的防坠落预防措施以保护个人安全。

无论何时，当安装了防坠落系统时，必须用于预防可能的坠落风险。

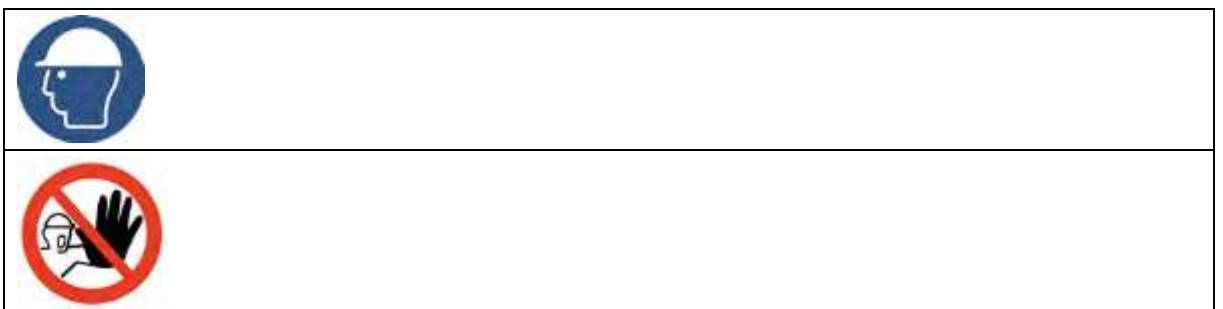
如果发现已安装的防坠落设备有缺陷，可以进入到设备中使用备用坠落防护措施并基于特定的风险评估修理/更换已损坏的防坠落设备，例如双系索攀爬。双系索攀爬不能作为进入风力发电机或风力发电机基础的一般手段。

配备木制平台的塔架：许多旧塔架设计的都是木制平台，平均间隔 6m。在这些平台之间进出采用的是 6m 长的爬梯，并没有安装防坠落系统。在这些 WTGs 中进出应符合运营地区的当地法规要求。

确保根据 PRO 15833 高空作业、高空救援与 WTG 中的访问者的要求执行工作任务,并考虑下列主题：

- 安全培训
- 救援设备 (例如 Milan hub A-024)
- SWP 救援工具包
- 叶片救援工具包
- 救援准备

高空坠物



无论任何，当存在高空坠物的风险时,必须采用设计用于携带负载/工具的适当系绳（工具带）束缚住工具和其他松动物件。系绳必须固定到安全带上或 **WTG** 的适当部分，以防止物体坠落。打开机舱罩在机舱中工作以及在塔架内外工作时，应采用这一防护措施。

应避免在不同平面上作业，所有工作的规划都应遵守这一要求。如果这不符合实际情况，则必须特别考虑高空坠物的风险，例如（但不限于）使用安全网或建立安全区域。

当在不同平面上作业时，必须建立一个安全区域，该安全区域的半径应至少是工作高度的 **1/5**。

无论何时当执行高空作业时，必须佩带西门子批准的安全帽。

在塔架、机舱和叶片外面作业



在风速较高时不能打开机舱罩。请参见“天气”部分。

当风力发电机在运转时，只允许执行检查任务，不能进行实际工作。请参见“天气”部分关于最大风速的具体信息。

当在塔架、机舱外面或叶片上面作业时，所有工具都必须依据前述部分的要求安全束缚住。在风力发电机外面工作时必须始终应用偏航锁定装置和风轮锁定装置，除非作业指导书中另有说明。

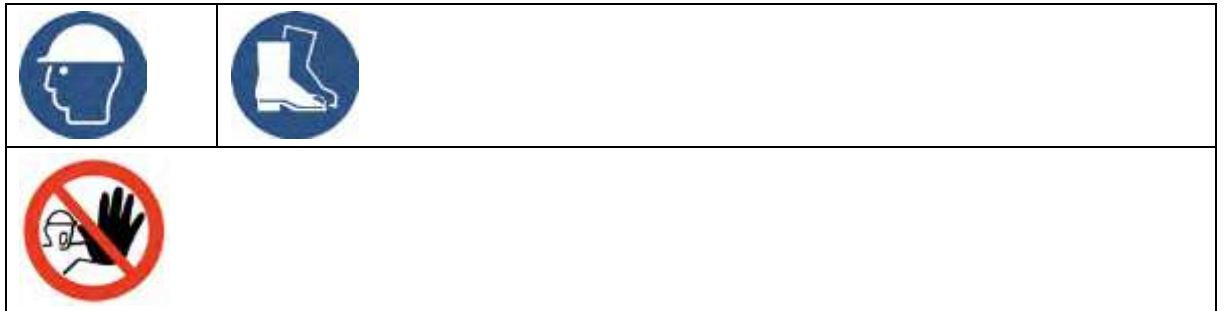
当在陆上 **WTG** 的外面作业时，应在该 **WTG** 四周建立一个安全边界，边界的最小半径应为塔架高度的 **1/5**。张贴的标志应醒目，以警告行人有高空坠物的风险。对于海上高空作业，风力发电机的 **TP** 平台应在边界以外。

绳索使用技术

一些工作需要采用绳索使用技术。这种工作尤其需要经过培训和获得认证的绳索使用技术员（**SWP** 和 **SPRAT**）。绳索使用工作必须遵守特殊安全规则，并采用针对该类型工作的专用方法。

1.1.23 挖掘与密闭空间

挖掘



在执行任何挖掘工作之前，必须通知主管/现场经理，以便于与周围正在执行的工作进行协调。

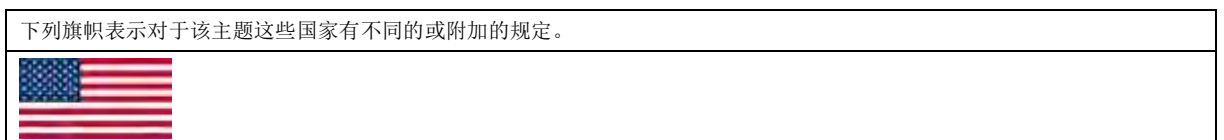
挖掘之前必须识别地下的隐蔽设施。

如果在地下电缆附近进行挖掘必须申请作业许可。并在挖掘场地周围放置清晰可见的路障和警示标志。

特别标注车辆或设备进入挖掘场地边缘可能发生的危险。四周的斜坡或支撑件应深于 1.5m 以防止塌方。

雨水和/或洪水或其他增加危害的偶发事件后应对挖掘场地进行仔细检查。

密闭空间



在欧洲，正常运转条件下的西门子风力发电机场地没有区域分类为密闭空间。但风力发电机中的特定区域被分类为限制活动区域（等价于美国的“密闭空间”）：

- 叶片
- 轮毂
- 偏航部分
- 地面段下方
- 发电机外面的机舱中 (DD 风力发电机)

注意：根据执行工作的性质，上述的任何区域都可以分类为密闭空间（等价于美国的“需要获得许可的密闭空间”）。（总是咨询具体国家的法规）。

海上基础中设计有地下室的风力发电机其基础中可能存在密闭空间（等价于美国的“需要获得许可的密闭空间”）。

1.1.24 起重机作业

规划



下列旗帜表示对于该主题这些国家有不同的或附加的规定。	
	

只要有可能，应尽量使用机械设备进行起重工作，避免手动操作。

起重操作必须符合 **DOC 14.38 SWP 起重作业标准**的要求，并区分简单起重工作（使用风力发电机或风力发电机基础上固定的维护用起重机）和复杂起重工作（使用外部起重机升降大型物件）。

当使用机舱或风力发电机基础上的起重机时，所有负载都必须装在经认可的封闭提升袋内或适当的索具上，由有资质人员执行升降操作。

在采用起重机、升降机或其他机械设备执行起重操作之前，确保起重设备已获得认证并在检验期内。

只有经验丰富的有资质人员才能执行主要部件的起重工作。

除了起重作业人员，其他人不得进入起重作业区域。

起重计划

复杂的起重作业必须根据批准的起重计划执行。起重作业必须由有资质人员规划，由任命的起重监察员监督。

起重监察员



起重监察员负责与起重机操作员协调起重操作，并能够在所有起重步骤中向起重机操作员明确地传达信号。

起重监察员负责确保根据 **DOC 14.38 SWP 起重作业标准**和当地法规的要求执行起重工作，并保证所有参与起重作业的人员都了解起重计划。

起重监察员必须穿着彩色背心和/或安全帽以示区别。

起重监察员负责确保起重区域标示清楚，并清除任何未经授权的人员。

通信

所有参与起重作业的人员之间必须建立和保持良好的通信。使用国际认可的起重机信号，除非另有约定。

信号员可能被地形或负载遮蔽，手势信号可能因长距离或不利的天气条件而模糊不清难以辨认。因此，参与起重作业的人员在操作过程中必须使用对讲机或手机进行通信。在开始起重作业之前，确保电池充满电。

获得认证的起重设备

只能使用获得认证和经批准的起重设备。不要使用自制的起重装置。起重机、维护用起重机、吊车以及所有的起重装置都必须在其明显的部位张贴它们的证书、

安全工作负载 (SWL)、最近检验日期、检验人和下次检验的日期。

仅使用获得认证和清楚标记的起重设备是设备使用者的责任。

吊车、起重机和类似起重设备的证书和用户手册必须放置在设备可随时查阅的地方。

起重过程中的安全性



只使用起重设备执行设备说明书中描述的工作任务。不允许在悬挂负载下站立或行走。

如果需要在悬挂负载下作业，必须支撑住悬挂负载。

对于海上起重作业，根据海况，起重设备原来规定的升降规格必须相应的减少。

起重工具

对于没有配备维护用起重机的风力发电机：

可以根据具体的作业指导书和风险评估使用替代工具。

如果维护用起重机或内部升降机不能合理、切实可行的在塔架内升降工具，可以根据具体的作业指导书和风险评估使用替代工具。

用于升降负载的替代工具必须总是配备一个制动装置，当操作人员放开绳索时该制动装置可以控制绳索。

操作移动式起重机和机械的证书

起重机和升降机的操作员必须持有经认可的有效操作证书。

索具

只有有资质人员才能使用索具。索具装配工需要获得认证且负责确定起重设备的重量、重心和适用性。

在使用起重设备之前对其进行目视检查。不要使用有缺陷的设备或超过检验期的设备。

标记有缺陷的设备：“请勿使用”，确保适当隔离。

风力

在起重作业过程中，必须特别注意下述文档中关于风速的限制：

- 起重计划

- 作业指导书
- 安装手册

如果根据气象监测可以安全地执行起重工作，由起重监察员决定与起重机操作员合作。

必须总是考虑突发狂风的风险。

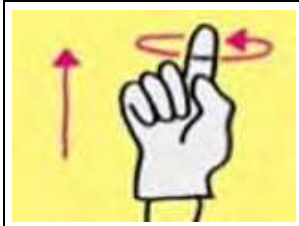
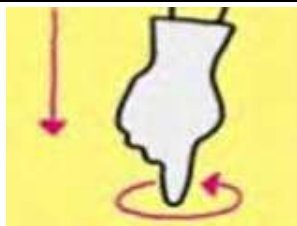
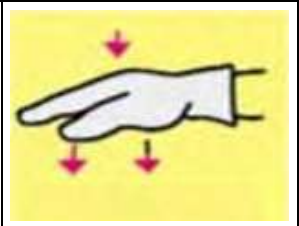
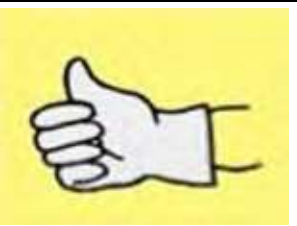
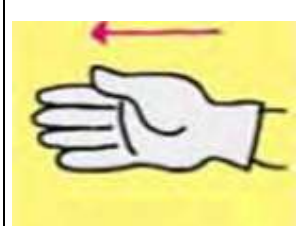
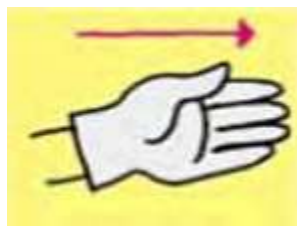
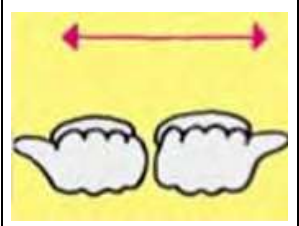
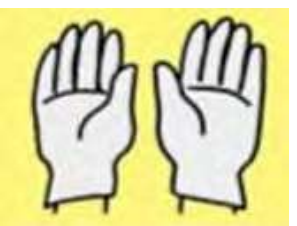
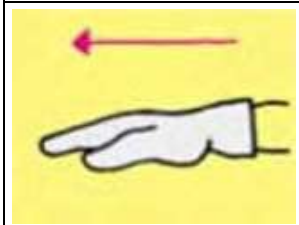
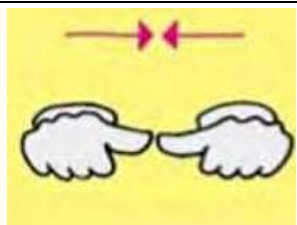
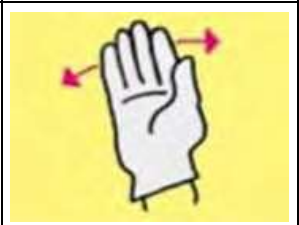
在使用机舱维护用起重机、获得认证的封闭提升袋或其他适当的索具负载进行简单的起重工作时，必须基于机舱方位以及负载的性质和稳定性评估以及风速与风向。

起重机信号

下列图片显示了国际认可和通常使用的起重机控制信号。

只有指定人员才能向起重机操作员发送信号和作出指导。

表 1.1.24.1 起重机操作手势信号

			
升起	下降	下降 – 短距离使用	上升/升起吊杆
			
左摆	右摆	外伸	迅速停止
			
在此方向移动负载	回缩	信号不清楚	在长距离使用 "lollipop"

1.1.25 热作业

下列旗帜表示对于该主题这些国家有不同的或附加的规定。



所有焊接、燃烧、火焰切割、金属研磨、热收缩或其他可能导致产生高温的作业，都必须根据 **PRO 05.22 作业许可**的要求事先获得生产经理或指定人员的书面许可。

现场经理或工作任务主管必须使用 **PRO 05.22 附录 3 作业许可**日志将所有的作业许可输入到日志中。

灭火器：



总是根据工作范围/作业许可携带适当类型和数量的灭火设备。

在开始工作之前，检查确保四周没有易燃材料，所有的滴油盘中都没有油、油脂和纸张等物品。不能移除的可燃物质必须保护起来。

采取一切预防措施防止火灾！用灭火毯将热作业的四周区域充分覆盖，以防止火花损坏设施或引发火灾。

最低 PPE 要求：



穿着合适的安全靴



佩戴安全帽



佩戴防护镜



佩戴合适的手套

穿着长裤

穿着长袖上装

告知主管/现场经理正在执行有火灾风险的工作，以便于与现场的其他工作进行协调。

为了避免火灾危险，风力发电机中的所有服务访问，不管其目的如何，必须携带清洁布和空箱等，并将它们带回到服务楼或废物容器中。

1.1.26 电气工作

这套规则是西门子员工和分包商在西门子 WTG 中执行任务时必须遵守的最低安全要求。具体国家的法规要求请参见特定场地 EHS 计划。

下列旗帜表示对于该主题这些国家有不同的或附加的规定。			
			

电气工作是指在电气装置上或附近执行的工作。这涉及两种情况：

- 高电压装置 (电压高于 1,000 VAC 或 1,500 VDC)
- 低电压装置 (电压低于或等于 1,000 VAC 或 1,500 VDC)

注意：1,000 VAC 是一个相间值。1,500 VDC 是正负极之差。这套规则覆盖西门子风力发电机中的所有电气工作，是必须遵守的最低用电安全要求。

具体国家的法规要求请参见本地特定程序 (LSP)。

一般规则

角色与职责

在 WTG 电气系统和组件上工作的人员必须经过适当培训且予以监督，并必须持有相关的有效证书：

- 高压和低压用电一般安全意识.
- 技术与安全培训
- 零能量工具包培训

注意：高压工作需要接受额外的培训并获得认证。

当执行电气工作时，必须选择能够为当前工作及其安全承担全部责任的指定人员（根据 PRO 12.18 风电技术员能力框架 – 维修业务，PRO 12.19 SWP 风电项目技术员能力框架，和 PRO 12.20 SWP 风电项目分包商技术员能力框架）或获得特定任务工作许可 (TSWA) 的人员。

被指导人员必须在获得授权/技术熟练的人员监督下执行电气工作。

零能量状态和带电作业

所有系统在证明其处于零能量状态之前,都必须视为是带电的。

零能量状态意味着系统或其任何组件均未带电，因此，在其中作业是安全的。

设备断电必须遵循**零能量验证程序**：能量隔离过程：

- 任命有资质人员 (书面)
- 有资质人员接受任命 (书面)
- 计划能量隔离
- 识别工作区
- 识别隔离点 (POI)
- 识别验证点 (POV) 并选择验证方法

- 记录 POI 和 POV 的锁定点
- 设备断电（书面验证过程）
- 锁定和标记 POIs
- 验证零能量状态（测试处于零能量和锁定状态的功能，检测相关值等）
- 执行任务
- 释放设备以备运行
- 移除 POIs 上的标记和锁定装置
- 给设备通电

零能量状态必须获得主管工作的指定人员的认可。西门子风力发电公司不允许在带电系统或组件上或可能接触到裸露带电部分的地方作业。

只有对于下述特定任务并在符合 **PRO 05.22 作业许可**的条件下，西门子风力发电公司才允许带电作业：

- 电压测试、电流测量、放电
- 错误检测
- 更换和处理 UPS 电池

风险评估

电气工作必须进行规划，并执行风险评估。计划执行零能量验证程序需要识别：

- 工作区
- 隔离点
- 验证零能量状态的测量点

必须格外小心防止物体掉落至工作区下方的区域或工作区附近的带电电路。

当给电气系统重新通电时，必须关闭所有的电气柜门，正确安装检修门，并与电气柜保持适当距离。

低电压

最低 PPE 要求：			
			
穿着合适的安全靴	佩戴合适的防护手套	佩戴安全带	佩戴防护镜

当在风力发电机上执行带电工作时，零能量工具包中的工具和 PPE 必须满足最低的安全要求。

西门子员工只允许使用西门子批准和提供的设备与工具，并且经过适当的设备与工具使用培训。

分包商必须使用同等工具与设备，并具备使用能力。

低电压装置的零能量验证程序必须总是遵守下述规定：

- 1. 断开电源。关闭电源或拔下电源上的插头。
- 2. 上锁/挂牌。确保锁定装置和标签清晰可见。
- 3. 检测仪器。在已知带电源上进行一次热测量检测仪器功能。
- 4. 验证零能量状态。在断开电源的设备上测量证明其不带电。
- 5. 重新检测仪器。在已知带电电源上进行一次热测量重新检测仪器功能。

高电压系统

电力	未经许可，不得进入！
	

最低 PPE 要求：			
			
佩戴安全带	佩戴安全帽	穿着绝缘安全靴	佩戴防护镜

西门子 E W 和 E S SR WP 员工不从事高电压作业 – 这类工作由分包商承担。有关高电压系统的特殊培训包括：

- 电缆工程
- 转换
- 调试
- 故障检修
- 维修

1.1.27 与化学品有关的工作

危害

WTG工作涉及处理大量的化学产品（油、油脂、清洁剂、润滑剂、胶黏剂等等）。一些产品可能会对健康和环境造成危害。

材料安全数据表

警告		
		
强制性措施		
		

每个化学品都必须提供 **MSDS**。它们包含有关使用该产品的具体危害信息。并提供有关急救、仓储、搬运、处置和所需的个人防护装备的信息。

MSDS必须精心编制和更新，并放置在产品储存或处理地点附近以便查阅。特定场地 **EHS** 计划中概述了在现场/运行中如何管理化学品。

MSDS 必须采用相关国家使用者能够理解的本地语言。

可以通过在线式 **MSDS** 获取 **MSDS** 。

除了 **MSDS**，一些国家还需要“化学品风险评估”（例如，但不限于：**APB** (丹麦) 和 **COSHH** (英国)）。请总是遵守具体的当地法规。

预防措施

应急准备	
	

查阅 **MSDS** 确定该产品是否有害健康，在管理该产品时需要注意哪些要求。

注意：对于大多数化学品的危害影响，标准工作手套并不能提供充足的防护 – 请参考 **PPE** 规格。

储存和使用化学品的地方必须配备急救设备和洗眼设施。

储存

遵守产品 **MSDS** 中描述的储存要求。

始终在获得批准且适当标记的容器中储存化学品（包括倾析任务）。

始终在通风良好且有适当泄漏围堵措施的地方存放化学品。

始终在使用和储存化学品的地方配备泄漏收集工具（泄漏工具包）。

储存化学品时始终注意防火。

处置

化学残留物、抹布和沾染油或油脂的衣物必须作为危险废物处置。

1.1.28 紧急疏散

现场紧急情况

所有的载人设施和服务现场必须始终准备一套特定场地应急响应计划 (ERP)。对于载人设施，E W 有责任准备和管理该计划。在 O&M 活动中，设施和现场 ERP 的准备与管理是场地所有者（客户）的责任。ERP 是 EHS 计划中的附录4。

对于风力发电机中的所有 O&M 活动，风力发电机的安全卡册 (SCB) 可作为风力发电机的应急响应计划。对于 2007 年以后安装的所有风力发电机，SCB 必须放置在地平面和机舱中。

对于 2007 年之前安装的风力发电机：如果旧型号风力发电机没有编制安全卡册，则一般的应急程序适用（参见一般[应急程序](#)部分）（第 1-50 页）。

在现场必须可随时查阅 ERP 副本。

ERP 将说明如何获得应急援助，并提供一份紧急联系电话清单，包括消防部门、警察局、医护人员、现场经理、主管、所有者和其他相关人员的联系方式。

ERP 将说明现场位置的方向、相关的集合地点以及通往最近的医疗设施和创伤中心的路线。

ERP 将包括下列紧急事件的响应措施：

- 火灾
- 人员受伤
- 泄漏
- 破坏
- 紧急通信
- 任何特定场地的应急准备（如地震，龙卷风，洪水等）

ERP 应纳入到入场培训中，并定期进行测试/演练且做记录（至少每年一次）。

应急培训和准备

进入和在 WTG 工作必须符合 PRO 15833 *高空作业、高空救援与 WTG 中的访问者*的附录 5 *救援设备*、附录 2 *进入西门子场地的安全培训*、附录 3 *救援准备*的要求。

根据 PRO 15833 *高空作业 - 高空救援 - WTG 中的访问者*以及 ERP 的要求，现场必须配备可用的救援设备。

PRO 15833 *高空作业、高空救援与 WTG 中的访问者*规定了进入救援区 1-4 的培训和救援准备要求。对于具体情况，当计划进入 WTG 或在其中工作时，应总是查阅该 PRO。

当进入 WTG 时，相关个人有责任了解西门子提供的最新应急程序。

当进入 WTG 时，必须保证有可用的联系紧急援助的工具和联系方式。

WTG 中的应急响应设备

当在 WTG 中工作时，必须总是配备撤离设备、合适的灭火器、急救设备和洗眼设施。如果 WTG 中没有永久性安全这些设施，则必须在进入 WTG 时自行携带。

“西门子急救包”（包括 AED）：

无论何时，当个人进入 WTG 时，所有 WTG 中都必须配备西门子急救包。如果 WTG 中不止一个工作站，则必须在大多数人员工作的地方布置 SWP 急救包（参见 PRO 15833 高空作业 - 高空救援 - WTG 中的访问者，附录3）。

如果进入 WTG 中的个人未经培训不会使用 WTG 中的撤离设备，则在进入时必须携带其会使用的设备类型（访问者不适用）。

风力发电机的安全卡册必须列明 WTG 中应急设备的类型和位置。

根据 WTG 的型号、所在安装国家和客户偏好，WTG 中应急响应设备的类型、数量和位置可能会所有不同。

必须配备下列类型的设备：

灭火设备	
	干粉灭火器 (4 - 6 kg) 二氧化碳灭火器 灭火毯
急救设备	
	急救包（敷料、保温毯、绷带等等）
	洗眼设施
撤离和救援设备	参见救援设备（海上风力发电机）
- 应急设备类型 AG 10 （仅下降用） - 应急设备类型 Milan hub A024 （救援/上升和下降） - 应急设备类型 Milan hub A020 （仅下降用） - 应急设备类型 Milan hub RG 10 （仅下降用） - 应急设备类型 Milan hub RG 10 A （救援/上升和下降） - 应急设备类型 RollGliss （救援/上升和下降）	- 救生圈和投掷线。 - 船拖钩 - 滞留在 WTG 上的人员用的应急设备和食物。

担架

一些风力发电机配备脊柱板用于搬运伤亡人员。只有经过高级救援培训的人员才能使用担架。

重要提示：为了确保在紧急事件中采取正确有效的行动，相关人员应熟悉使用具体 WTG 中的应急响应设备和救援设备。

应急灯

WTG 中配备电池 (UPS) 驱动的应急灯，用于在断电的情况下进行照明。

应急灯的电池容量足够在断电情况下使用一个小时。电池通过内置充电器自动充电。

建议在 WTG 中工作时始终携带额外的照明源（例如手电筒或头灯）。

紧急开启舱门

风力发电机在断电的情况下，机舱顶部的舱门不能自动操作。

如果在断电的情况下，舱门关闭且发生紧急情况，使用机舱中标记的应急舱门（在风力发电机安全卡册中有说明）。或者，使用塔架的疏散/紧急出口处的爬梯。

在一些 G2 和 所有 G4 类型的风力发电机中，舱门没有电力也可操作。这些舱门配备手动泵可提供所需的压力开启舱门。

风力发电机中的救援与疏散

高空作业时必须总是携带救援设备。救援设备可以通过维护用起重机、绳索提升，或钩在全身型安全带上进行携带。如果 WTG 配备升降机，可以通过升降机携带。

在一些紧急情况下，例如火灾，可能需要从塔架的外部疏散 WTG 中的人员。

对于海上 WTGs，当从塔架外部疏散时存在坠海的风险。如果发生这样的意外事件，解开撤离设备，游到风力发电机基础上并留在原地，直到救援船到达。

如果受伤，可能需要在救援区 1 - 4 处实施救援。除了在救援区 1，其他救援区应符合 PRO 15833 高空作业、高空救援与 WTG 中的访问者中关于培训、设备和救援准备的要求。

注意： Milan Hub A-024 必须在 30 分钟内作出响应才可进入救援区1！

如果天气条件不利于撤离风力发电机，则相关人员必须视具体情况撤退到 WTG 中的安全区域。在大多数情况下，安全区域是塔架地平面。联系现场经理（海上风力发电机还需联系船长）并遵守下述指示。

救援培训和设备一般设计用于向下疏散和救援，但特殊的“海上救援”培训和 Milan A-029 将有利于向上救援。

如果发生严重的人员伤亡，将根据伤亡性质、伤亡恶化情况或 WTG 的远程位置，启动直升机救援。

如果机舱是安全的，它将是最佳的直升机救援/疏散位置（WTG 在海上唯一的疏散位置）。

1.1.29 一般应急程序

程序:

- 1 评估情况, 如有可能, 阻止意外事故的发生! (如果经过评估, 阻止意外事故是不可能的, 那么采取替代措施: 发出警报, 疏散所有人员)。
- 2 实施救生急救。
- 3 寻求援助 (在哪里? 发生什么事情? 联系方式? 有多少人? 采取什么措施? 谁?)
- 4 实施普通急救。
- 5 重新评估情况, 更新信息。
- 6 检查人员伤亡。
- 7 在现场入口处或主要道路旁安排一位人员引导急救人员进入 WTG, 或在 WTG 的地平面/基础处安排一位人员进行引导并辅助实施应急备案。当紧迫危险解除后, 联系上级领导报告急救情况和现场救援组织的直接详情:
 - 7.1 生产经理/现场经理/现场主管
 - 7.2 现场西门子 EHS 人员
 - 7.3 参与紧急事件的公司 EHS 代表。

1.1.30 机舱疏散

程序:

- 1 评估情况。
- 2 发出警报 – 根据评估 – 本地应急服务部门。.
- 3 如果向下的塔架通道可以使用, 通过爬梯疏散。(切勿使用升降机!)
- 4 如果塔架通道被阻塞:
 - 4.1 向风力发电机顶部移动, 并评估该位置是否安全。
 - 4.2 与救援人员保持联系。
- 5 如有可能, 打开舱门确保新鲜空气进入。
- 6 如果可以从机舱疏散, 选择最安全的出口。
- 7 确保使用救援设备。
- 8 通读疏散程序, 确保每个人都知道怎么做。
- 9 寻找合适的固定点, 并准备好设备。
- 10 如有可能从风力发电机疏散。
- 11 通知上级领导。

1.1.31 风力发电机起火



小火灾：评估并尝试用灭火器控制火情。如果失败：**疏散人员。程序：**

- 1 发出警报 – 应急服务部门。
- 2 营救风力发电机中的人员。
- 3 尽量避免吸入烟雾和热气，利用灭火器帮助逃生。.
- 4 集中人员 – 计算人数 – 评估是否需要急救。
- 5 当人员疏散后，如果安全请停止风力发电机，如有可能，考虑远程停止。
- 6 当从风力发电机中出来后，远离烟雾（站在逆风位置），等待救援。
- 7 通知上级领导。

注意：海上：除非绝对必要，请不要跳入海水中。

1.1.32 意外事故和疾病



程序：

- 1 阻止意外事故/停止机器。
- 2 评估情况 – 危险，伤亡情况。
- 3 发出警报 – 应急服务部门。
- 4 实施急救。
- 5 对于化学品事故，请遵守材料安全数据表 (MSDS) 中的说明。
- 6 协助救援人员。
- 7 通知上级领导。
- 8 考虑设置进入限制。
- 9 离开机器和设备。不要进行清洁或整理。
- 10 做记录，拍照片，为后续的事故调查记录细节。
- 11 协助做事故报告。

1.1.33 环境事故



程序:

- 1 如有可能, 降低事故影响。
- 2 检查濒危人员, 如可能进行疏散, 并实施急救。
- 3 封锁现场防止人员进入受伤。
- 4 发出警报 – 应急服务部门。
- 5 通知上级领导。
- 6 继续降低事故的影响 – 遵守材料数据安全表 (MSDS) 和危害健康物质控制 (COSHH) 中的说明。
- 7 协助救援人员。

1.1.34 人员落水



程序:

- 1 大喊“人员落水”。.
- 2 向人员落水点抛掷一个悬浮救生设备。
- 3 向船员发出警报 – 应急服务部门 (如果发生在船上, 由船员接管)。
- 4 尝试营救落水人员 – 如可能, 将该人员从水中救出。
- 5 实施急救。
- 6 通知上级领导。
- 7 协助救援人员。

1.1.35 电气事故



程序:

- 1 断开电路。在断开电路之前, 不要触摸触电人员。
- 2 实施救生急救。
- 3 发出警报 – 应急服务部门。
- 4 继续急救。
- 5 通知上级领导。
- 6 触电人员必须接受医生检查。.
- 7 如有必要, 遵照医嘱, 安排触电人员留院观察 24 小时。

1.1.36 超速

程序：

- 1 疏散风力发电机中的人员。
 - 1.1 尽快疏散。
 - 1.2 尽可能远离风力发电机。
 - 1.3 集中人员，计算人数。
- 2 用电话或手机呼叫应急服务部门。
- 3 通知上级领导。

注意：海上：除非绝对必要，请不要跳入海水中。

1.1.37 体温过低



程序：

- 1 将体温过低人员水平放置。
- 2 实施救生急救。

必须给寒冷和无反应的个人实施复苏术。
- 3 发出警报 – 本地应急服务部门。
- 4 缓慢给体温过低人员加热。
 - 4.1 脱掉湿衣服。
 - 4.2 给体温过低人员裹上毯子或类似保暖措施（例如铝制保温毯）。
 - 4.3 如有可能，用身体温暖体温过低人员。
 - 4.4 如有可能，将体温过低人员放置在温暖的空间内。
- 5 如有可能，将体温过低人员的手脚与身体分开并裹上毯子。切勿将手脚放在热水中。
- 6 等待并协助救援人员。

重要提示：温过低人员必须立即就医。

1.1.38 直升机撤离

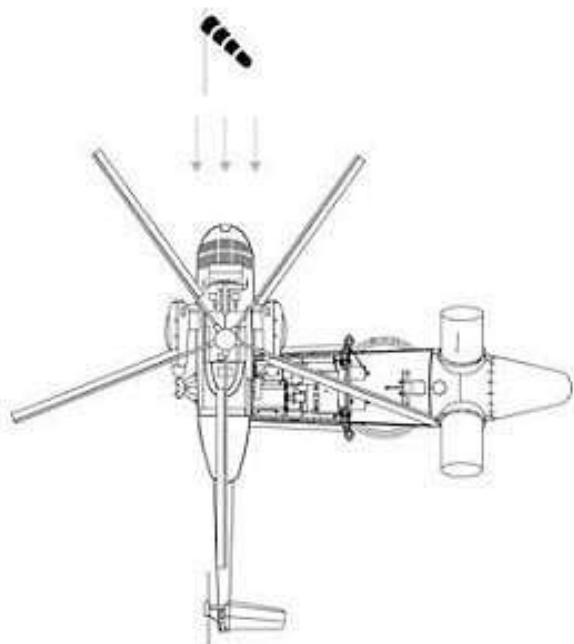
程序：

- 1 请求直升机救援。本地救援服务部门决定是否需要直升机救援。
- 2 当联系救援服务部门时，沟通并通过风力发电机的[标准 SAR 直升机救援准备](#)程序（第 1-54 页），如有可能在救援人员达到之前请相关人员简要介绍该程序。提供无线电联系方式和疑似伤员的详情。
- 3 执行程序。
- 4 如有可能通过无线电或电话与直升机建立通信。

1.1.39 标准 SAR 直升机救援准备

程序:

- 1 旋转风力发电机使其与风向成 90° 角，固定偏航锁定装置。



注意: 该图例是应急直升机实施所有搜索与救援 (SAR) 活动的基本原则。不论风力发电机是什么类型，标准 SAR 直升机救援准备程序是一样的。

- 2 固定叶片，其中一个叶片垂直向下 – 固定风轮锁定装置。
- 3 打开舱门，并用**舱门锁定装置固定** (如果可能)。

注意: 当直升机达到风力发电机正上方时，机舱中会产生有一股很强的下降气流。因此，在救援过程中所有人员必须佩戴安全带并用系索固定。必须佩戴安全帽并用下巴托系紧。如果可能必须佩戴护耳器。

谨防静电，切勿触摸直升机的吊车，直到其接触风力发电机甲板并且放电。

- 4 当挂上吊钩且准备就绪时，向直升机发出一个明确的手势信号。



(大多数情况下，一名救援人员/绞车手将从直升机中下到风力发电机中帮助救援。)

1.1.40 DD 技术 – 永磁体

直接驱动技术在发电机中使用了超强永磁体。发电机的设计限制了仅在发电机内部的磁间隙产生磁力。这适用于运转模式和停止模式。

发电机中的磁体不会在发电机外部或发电机内部正常服务的地方增加磁场。

该磁体在磁场中是不可维修的，所以不可搬运或采取维修预防措施。当在发电机上/中工作时或对其进行检查时，必须遵守下述的预防措施：

- 当在与发电机直接连接的电路上执行电气隔离时，必须使用风轮锁定装置以防止空转模式下发电机产生并传输动力。这样的电气隔离工作只能由有资质的人员执行。

D3:

- 在发电机中工作时必须使用风轮锁定装置并隔离发电机中的所有电源。
- 机舱顶只能同时站两个人。

1.2 风力发电机安全须知

1.2.1 安全

必须始终遵守关于维修和安装工作的一般安全须知，请参见 *SI545781 基本的健康与安全规则*。

1.2.2 在风力发电机中工作时应遵守的基本安全规则

当在风力发电机中工作时，必须**始终**遵守一些基本的安全规则！

- 当进入风力发电机时，必须将远程/本地开关设置到“本地”控制位置，并采用适当的锁定装置锁定开关。
- 当通过直升机进入风力发电机时，通过“提升区”舱门进入机舱，将 A3 柜上的远程/本地开关设置到“本地”控制位置，并采用适当的锁定装置锁定开关
- 当停留在正在运转的风力发电机中时，一定要佩戴听力保护装置。
- 从外部锁定塔架的门（挂锁）。
- 在攀爬之前，请按下“手动停止”。
- 激活检修阀 (252)。
- 通过 **Menu 24** 运转风力发电机。
- 只有停用检修阀 (252)，风力发电机才能重新启动。
- 当进入或在轮毂中和风轮上工作时，请接合风轮锁定装置。
- 当在偏航系统上工作时，请接合偏航锁定装置。
- 当使用外部（大型起重机）起重机时，请同时接合风轮锁定装置和偏航锁定装置。
- 当在轮毂中工作时，如果阀门 (108) 未设置到“检修”位置或电网出现故障，可能发生与旋转机械有关的风险，被圈套到其中；在这种情况下，请确保**始终**站在检查板上；在执行需要叶片变桨的任务时这一点尤为重要。
- 在离开风力发电机之前，取下锁定装置，将远程/本地开关设置到“远程”控制位置。
- 在通过直升机离开风力发电机之前，取下锁定装置，将 A3 柜上的远程/本地开关设置到“远程”控制位置。

1.2.3 锁定本地/遥控换向开关

一些场地有锁定要求。

程序：

- 1 维修技术员必须带一个挂锁，用于锁定本地/遥控换向开关。

1.2.4 环境考虑

在处置废物之前，阅读环境管理手册中的下述说明。

程序：

- 1 垃圾分类 – 服务车和外部储存。
- 2 风力发电机安装过程中的垃圾分类与处置。
- 3 塔架安装过程中的垃圾分类与处置。

1.2.5 安装现场的货物交付

- 机舱固定在一个运输架上。
- 塔架分两个或三个部分交付，在安装现场进行组装。
- 爬梯、门和平台被固定。发电机电缆牢固地安装在塔架上或缠绕在卷轴上在现场交付。
- 当在安装现场定位塔架时，换向开关盒的支架应位于塔架底部。
- 轮毂在交付时已完全固定。
- 叶片单独交付，在安装现场固定在轮毂上。
- 控制器交付时固定在塔架上。
- 螺栓、垫圈、风向标/风速计放置在箱子内成套交付。

1.3 机械安全

1.3.1 操作机舱的舱门

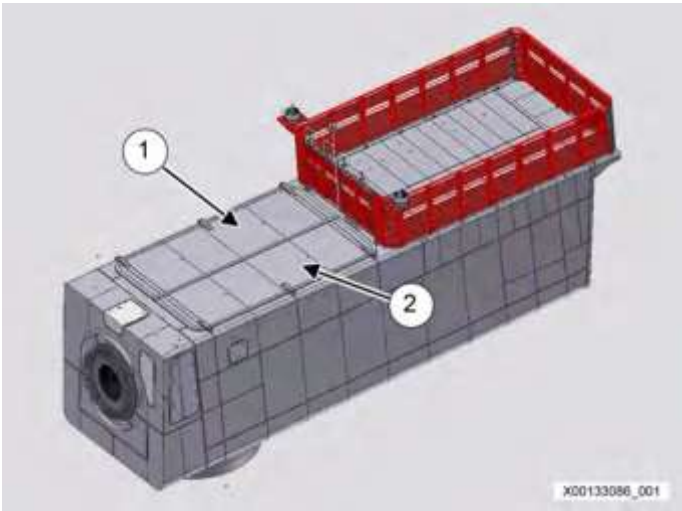
机舱的舱门通过四个液压缸进行操作。舱门 1 和 2 位于机舱的前部。

注意：打开机舱允许的最大风速是 18 m/s （10 分钟的平均风速），请参见[维修过程中的风力](#)部分（第 1-18 页）。



- (1) 舱门选择开关
- (2) 舱门打开/关闭开关
- (3) 起重机操作开关液压泵
- (4) 本地/远程控制开关

小心：确保运转之前所有人都远离舱门。

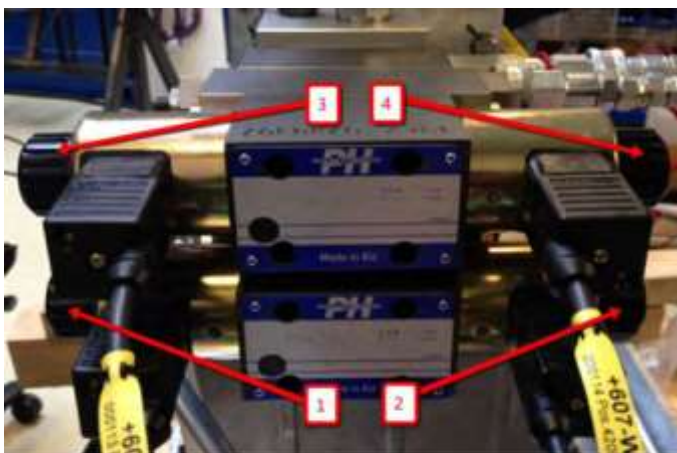


- (1) 舱门 1
- (2) 舱门 2

按舱门 (1) 和 (2) 的顺序打开舱门。按舱门 (2) 和 (1) 的顺序关闭舱门。

1.3.2 无电力条件下操作机舱的舱门

舱门可手动操作。按下阀门上的操作件（见下图），操作手动泵。



- (1) 阀门 (410 a) – 舱门 1 打开
- (2) 阀门 (410 b) - 舱门 1 关闭
- (3) 阀门 (420 a) - 舱门 2 打开
- (4) 阀门 (420 b) - 舱门 2 关闭

X00132785_001



- (1) 操作杆
- (2) 液压手动泵

小心： 确保运转之前所有人都远离舱门。

1.3.3 接合桨距锁定装置

机械桨距锁定装置用于在从事叶片有关的工作时提供额外的安全保护。机械桨距锁定装置必须用挂锁锁定。



液压桨距锁定装置

程序:

- 1 拧开两个螺栓。
- 2 将机械桨距锁定装置旋转 180° 角。
- 3 安装并拧紧两个螺栓。



机械桨距锁定装置 – 被锁定



机械桨距锁定装置 – 未锁定

1.3.4 接合高速风轮锁定装置

开始前：确保：

- 10 分钟的平均风速不超过 18 m/s，最高风速不超过 25 m/s。
- 遵守风力发电机安全须知章节中[维修过程中的风力](#)部分（第1-18页）的所有规定。

在轮毂中或传动系统上开始工作之前，必须接合高速风轮的锁定装置。

在传动系统上工作或进入轮毂之前，请填写检查表 *ZCH1031600 在传动系统上/轮毂中工作的安全性*。

程序：

- 1 如果风速介于 12 m/s 和 18 m/s 之间，将机舱偏航到远离风向 90° 的方向。持续观察风向以确保机舱位于偏离风向 $90^\circ \pm 30^\circ$ 的位置。
- 2 接合盘车装置，请参见[操作盘车装置](#)部分（第1-69页）。
- 3 在手持终端中，进入[菜单24\(Menu 24\)](#)，释放制动器。
- 4 通过使用盘车装置转动风轮，直到高速风轮锁定装置可以接合。



速风轮锁定装置处于未锁定位置

- 5 通过向变速箱推动臂杆接合高速风轮锁定装置。可能需要按下并旋转盘车装置上的手轮转动驱动链，直到高速风轮锁定装置接合。



- 6 在手持终端中，进入**菜单24（Menu 24）**，设置制动器。
- 7 拧紧锁紧螺栓。
- 8 用挂锁固定高速风轮锁定装置。



高速风轮锁定装置处于锁定位置

1.3.5 低速风轮锁定装置

- 当修理变速箱、主轴、制动器或不可能使用高速风轮锁定装置的时候，仅使用低速风轮锁定装置。
- 使用低速风轮锁定装置的目的是锁定风轮，即使是变速箱或制动盘被卸除的时候。
- 两个安装在主轴承箱底部的重型钢轴可以插入。

重要提示：

使用低速风轮锁定装置的最大风速限制：10 分钟的平均风速不超过 18 m/s，最高风速不超过 25 m/s，请参见[维修过程中的风力部分](#)（第1-18页）。

确保两个低速风轮锁定装置（每侧各一个）在使用时同时激活。

1.3.6 操作低速风轮锁定装置

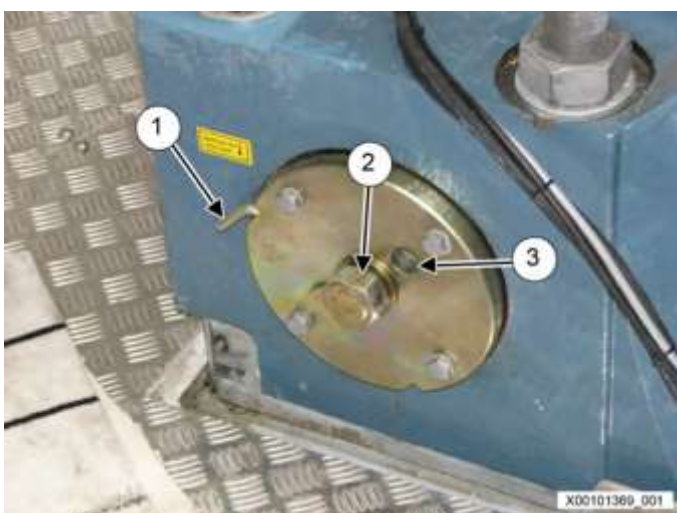


低速轴上的两个风轮锁定装置分别位于轴的两侧。



低速风轮锁定装置未接合：

- (1) 安全锁被略微拉出
- (2) 螺纹轴被旋入
- (3) 指示杆



低速风轮锁定装置接合：

- (1) 安全锁接合
- (2) 螺纹轴位于底部
- (3) 指示杆

通过使用盘车装置转动风轮，直到低速风轮锁定装置可以接合，请参见[操作盘车装置](#)部分（第1-69页）。

在轴承盖和主轴承之间进行观察，当法兰上的孔达位于低速风轮的锁定位置时。

停止盘车装置。

取下两侧的风轮锁定装置开口销，转动螺纹轴直到指示杆全部固定到位。
插入安全锁销。

1.3.7 接合偏航锁定装置，系统 1 (安装)

开始前：系统 1 的最大风速限制：15 m/s。

风轮必须空转或停止。

安装、维修或更换偏航系统的制动盘或制动钳时使用系统 1。

在两个偏航电机的顶部有一个通过负电激活的制动器。当该制动器上没有电力时系统被激活。

程序：

- 1 将开关切换到 “OFF”（关闭）”位置。



(1) 开关位于 A18。

- 2 用挂锁锁定开关。



- 3 偏航风力发电机，对准偏航锁定装置
- 4 关闭 A18 柜上的开关 (700.Q1)。

5 旋转轴，固定偏航锁定装置



(1) 偏航小齿轮外罩

6 沿偏航小齿轮安装外罩。



(1) 偏航锁定装置

1.3.8 接合偏航锁定装置, 系统 2 (安装)

开始前: 系统 2 的最大风速限制: 25 m/s。

风轮必须空转或停止。

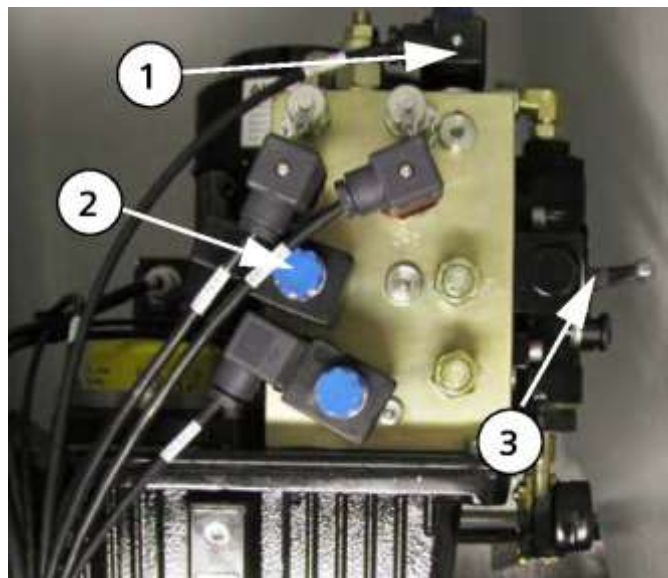
当在内部维修或更换偏航齿轮时必须使用系统 2。制动盘上有八个制动钳。当制动钳上的压力达到 180 bar 时系统被激活。

程序:

- 1 将开关切换到 “OFF”（关闭）”位置。
- 2 用挂锁锁定开关。



- 3 为了确保偏航制动器保持设置, 拔出阀门 (330) 和 (332) 以及偏航制动器液压站上的电源插头。不要打开旋阀 (336)。

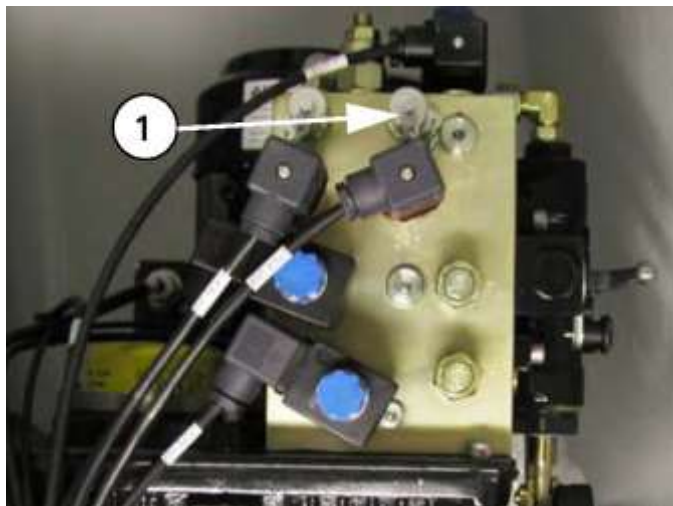


(1) 阀门 (332)

(2) 阀门(330)

(3) 旋阀 (336)

- 4 开始工作之前，在测试嘴 (342) 上测量偏航制动器的压力是否达到 180 bar。



(1) 测试嘴 (342)

1.3.9 操作盘车装置

开始前：确保：

- 10 分钟的平均风速不超过 18 m/s，最高风速不超过 25 m/s。
- 遵守风力发电机安全须知章节中[维修过程中的风力](#)部分（第1-18页）的所有规定。

不要在盘车装置接合时操作风力发电机。



- (1) 锁紧螺栓
- (2) 锁紧螺栓下方
- (3) 操作开关
- (4) 电缆及插头
- (5) 手轮

需要一个 46 mm 两用扳手用于调节枢轴螺栓或定位锁紧螺栓。

程序：

- 1 如果风速介于 12 m/s 和 18 m/s 之间，将机舱偏航到远离风向 90° 的方向。持续观察风向以确保机舱位于偏离风向 $90^\circ \pm 30^\circ$ 的位置。
- 2 从上部螺栓孔中取出锁紧螺栓。
- 3 推动盘车装置使其与齿轮接触。使用手轮进行调节直到电机完全接合（向下推动手轮）。
- 4 将锁紧螺栓插入到下部螺栓孔中。



- 5 用两用扳手拧紧锁紧螺栓。
- 6 将电缆插头连接到电源上。

7 使用操作开关或手轮顺时针或逆时针旋转驱动链。

1.3.10 检修阀 (252)



检修阀 (252)
开始维修工作之前，将检修阀 (252) 从“运行”位置切换到“检修”位置。

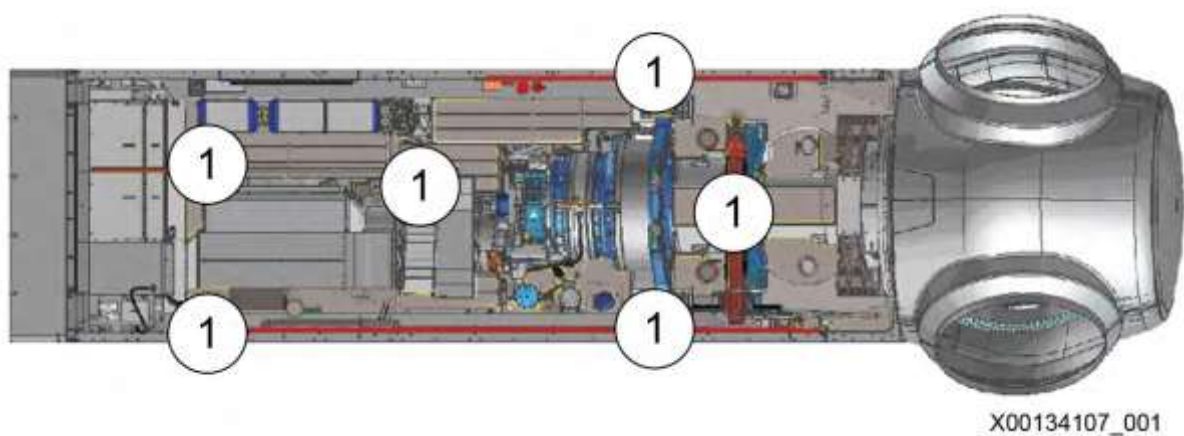


检修阀 (252) 位于“运行”位置。
(安全制动器未接合)。



检修阀 (252) 位于“检修”位置。
(安全制动器接合)。

1.3.11 机舱中的紧急停止按钮



(1) 机舱中的紧急停止按钮的位置



机舱左侧的紧急停止电线



机舱右侧的紧急停止电线



机舱右侧的紧急停止电线



安装在发电机中的紧急停止按钮



安装在主轴承上的紧急停止按钮

1.3.12 偏航部分中的紧急停止按钮



紧急停止按钮

1.3.13 控制器上的紧急停止按钮

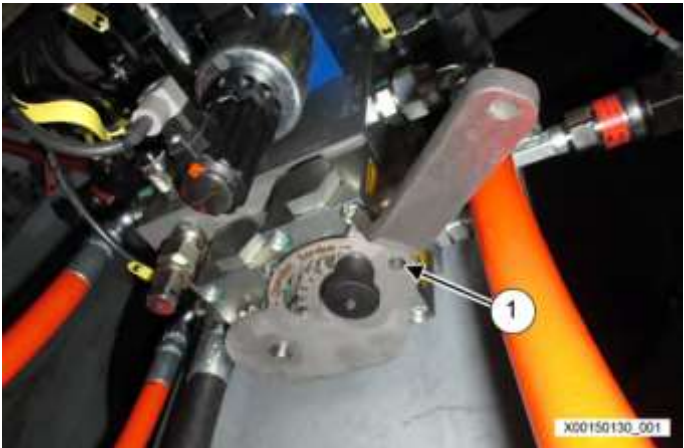


A21 柜上的紧急停止按钮

1.3.14 轮毂中安全阀的位置



安全阀位于检查板下的阀体上。每个叶片一个安全阀。



安全阀位于“检修”位置
(1) 锁定设备的位置



安全阀位于“运行”位置

1.3.15 690V 电压开关的位置



机舱用 690V 电源开关（A12 中的主断路器）



机舱用 690V 电源开关（A12 中的主断路器）



A3 柜上偏航电机用的 690V 电源开关



A18 柜上偏航电机用的 690V 电源开关



偏航电机用 690V 电源开关，已被锁定

1.4 如何断电

个人防护装备要求

个人防护装备应符合基本的健康与安全规则，SI545781，第 25 部分 - 电气工作的要求。

所需的工具与设备

- 来自“零能量验证”(ZEV)工具包的电压测试仪或其他经批准的适当测量设备。
- 断路器锁定装置
- 挂锁
- 绝缘电工手套



零能量验证工具包包括：

- 电池校准仪
- 电压测试仪
- 绝缘电工手套
- 便携包

隔离点

根据在其中工作的单个风力发电机随附的电路图隔离面板上的电能。确保所参考的电路图是最新版本，并遵守当地有关电气工作的要求。

1. 断开电源连接

根据电路图找到需要断开连接的断路器并关闭它们。

2. 上锁和挂牌

锁定断路器并挂上标牌，用标牌和挂锁来设置防护。

3. 检测仪器

采用 ZEV 工具包中的测试仪检测测量设备，验证测量设备的工作状态。如果 ZEV 工具包不可用，在已知电压源例如壁式插座上测试。

4. 验证零能量状态

根据电路图找到零能量测量位置的端子。通过测量端子验证零能量状态。

5. 重新检测仪器

采用 ZEV 工具包中的测试仪检测测量设备，验证测量设备的工作状态。如果 ZEV 工具包不可用，在已知电压源例如壁式插座上测试。

执行工作

现在可以根据检查表、手册或说明书中的指示执行工作。

重新连接顺序

重新连接电路，需要移除锁定装置，打开断路器重新手动连接。但这不涉及主断路器，主断路器通过风力发电机控制器远程重新连接。确保在重新通电之前，所有的工具和碎屑已被清理，系统重新恢复到正常的运转状态。

1.5 使用维护用起重机时的安全注意事项

必须始终遵守关于使用维护用起重机的一般安全须知，请参见 *ZWI1037447 使用维护用起重机时的安全注意事项*。

2 技术资料

2.1 简介	2-2
2.2 技术说明	2-3
2.3 安全系统	2-5
2.4 机舱组件	2-6
2.5 技术规格	2-8
2.6 重量清单，陆上风力发电机.....	2-10
2.7 重量清单，海上风力发电机.....	2-12

2.1 简介

安全

必须始终遵守关于维修和安装工作的一般安全须知，请参见 **SI545781 基本的健康与安全规则**。

环境考虑

保护环境。根据环保手册中的指导原则将所有垃圾进行分类：

- 垃圾分类 – 服务车和外部储存
- 风力发电机安装过程中的垃圾分类与清理
- 塔架组装过程中的垃圾分类与清理

风力发电机基础

灌浆与基础：如果发现裂纹或其他损坏，请联系服务部门。

关于本维修手册

本维修手册适用于 **G4 MkIII R14** 风力发电机。编制本手册的目的是：

- 当运转风力发电机、攀爬塔架和在机舱或轮毂工作时，确保风力发电机中及周围区域的高度安全。
- 当维修风力发电机或执行预防性维护时，确保高度安全。
- 提供有关维修和维护程序的任何变更/更新信息。

当收到本维修手册的更新副本时，所有之前的版本均失效。**检查与维护计划**章节包括一个适用于风力发电机的检查与维护计划。

扭矩设置和润滑说明没有在每个章节中给出。这些信息在独立章节中列出：

- 螺栓拧紧扭矩在**螺栓紧固**章节中列出。
- 润滑说明在**润滑**章节中列出。

2.2 技术说明

以下是对 G4 MKIII R14 风力发电机的主要部件的简要技术说明。

风轮

G4 MKIII R14 风力发电机风轮采用三叶片悬臂式设计，迎逆风安装在塔架上。通过**变桨调节来控制能量输出**。风轮的转速可变，并提供最佳化的空气动力学效率。

叶片

B58/B63 叶片采用西门子专有的 **IntegralBlade®** 制造工艺由玻璃纤维增强环氧树脂制成。该工艺**制造出整片叶片**，消除了拼接叶片中胶水接合点中存在的薄弱点。叶片安装在变桨轴承上，可与水平面成 **90°** 关闭。每个叶片都有独立的变桨机构，在任何操作条件下都能使叶片处于顺桨位置。叶片可变桨以允许风力发电机在整个工作范围内最优化能量输出，叶片在风力发电机停止过程中呈顺桨布置以最小化风力载荷。

风轮轮毂

风轮轮毂采用球墨铸铁浇铸，并通过法兰连接安装在主轴上。轮毂足够大，可提供舒适的工作环境以便两名维修技术员从结构内部对叶根和变桨轴承实施维护工作。

主轴和轴承

主轴采用合金钢锻造而成，内部中空以利于向叶片变桨系统**传输能量和信号**。主轴由两个自调节双球形滚珠轴承支撑，轴承缩进在主轴上。轴承采用油脂润滑。

变速箱

变速箱采用定制**三级行星-斜齿式**设计。

前两个高扭矩级采用行星斜齿轮式设计。高速级采用标准斜齿轮式设计。高速轴可提供补偿，以允许向变桨系统传递能量和控制信号。这是一个轴装式变速箱，主轴转矩通过一个收缩盘连接件传递给变速箱。变速箱采用一个弹性橡胶衬套支撑在机舱上。它配备一个油调节系统。所有轴承都采用**通过一个大的在线式过滤器直接供给的油进行润滑，并通过一个离线式过滤装置进行清洁**。变速箱还配备传感器用于监测温度、油压和振动水平。

发电机

这是一个完全封闭的异步发电机。它有一个没有滑环的鼠笼式转子。发电机转子结构和定子绕组的设计使其在部分荷载时也具有较高的效率。发电机采用热保护开关和模拟温度测量传感器进行保护，并配备一个独立的自动温度调节通风控制装置。空气在发电机内部再循环。热量通过空 - 空热交换器传输，从环境空气中隔离发电机内部环境。

机械制动器

机械制动器安装在变速箱的高速轴上，有两个液压制动钳。

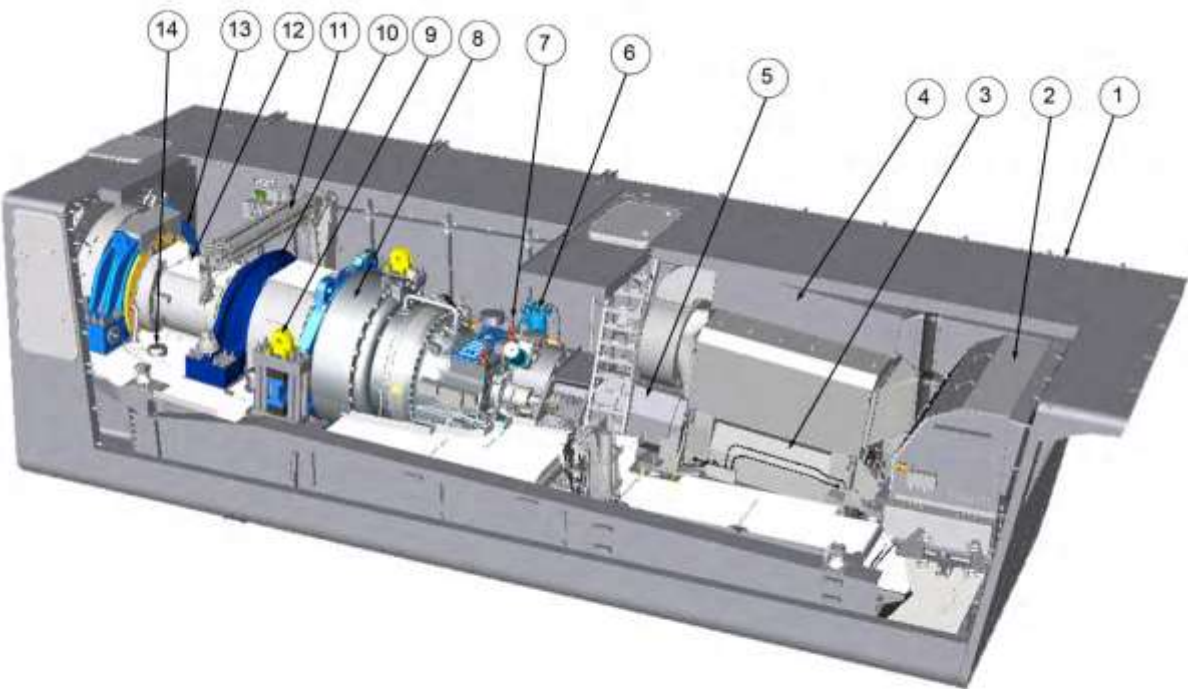
偏航系统	偏航轴承是一个内部啮合滚珠轴承，配备一个液压盘式制动器。偏航系统通过六个行星齿轮电机驱动，每个电机安装在一个四级行星齿轮上，偏航小齿轮安装在齿条上。当风力发电机没有偏航时，Svendborg 正压制动器固定在偏航系统上。其他偏航齿轮制动器（负压制动器）用于在没有电力或液压的情况下固定机舱。偏航齿轮制动器固定在六个偏航电机的其中两个上，置于右侧和左侧的中间，放置在两个电机的顶部。
Tower	G4 MkIII R14 风力发电机安装在一个锥形管状钢制塔架上。塔架有内部阶梯，可直接通往偏航系统和机舱。塔架还配备平台和内部电气照明。
控制器	风力发电机控制器是基于微处理器的工业控制器。控制器配备开关柜和保护装置。它是自诊断式的，拥有显示器和键盘以便于读出状态和调整设置。NetConverter®电源转换系统允许发电机以可变速度、频率和电压运转，同时以恒定频率和电压向中压变压器提供电能。该电源转换系统采用模块式装置，便于维护和水冷。
SCADA	G4 MkIII R14 风力发电机配备西门子 WebWPS SCADA 系统。该系统通过一个标准互联网浏览器提供远程控制、各种状态视图和有用的报告。状态视图提供有关的电气和机械数据、运行及故障状态、气象数据和电网站数据。
风力发电机监控	除了西门子 WebWPS SCADA 系统，G4 MkIII R14 风力发电机还配备特有的西门子 TCM 状态监控系统。该系统监控主要组件的振动水平，将实际的振动频谱与一组已建立的参考谱进行比较。通过标准网页浏览器可执行结果审查、详细分析和程序改编。
工作模式	风力发电机自动运转。当平均风速达到 3–5 m/s 时，风力发电机自动开始运转。当风速达到约 11 m/s 时，根据功率曲线的不同风能生成的电力也不同。当风速达到 11–12 m/s 以上时，风力发电机变桨以维持额定输出。风力发电机具有高风速穿越 (HWRT) 功能，可在风速达到 23 m/s 以上时减少功率和速度。当风速达到 32 m/s 以上时它们停机。在停机状态，风力发电机风轮转速很低，叶片变桨到停止位置。当风暴过后风速减少时，风力发电机将自动重新启动。当平均风速下降到重新启动风速以下时风力发电机重启。

2.3 安全系统

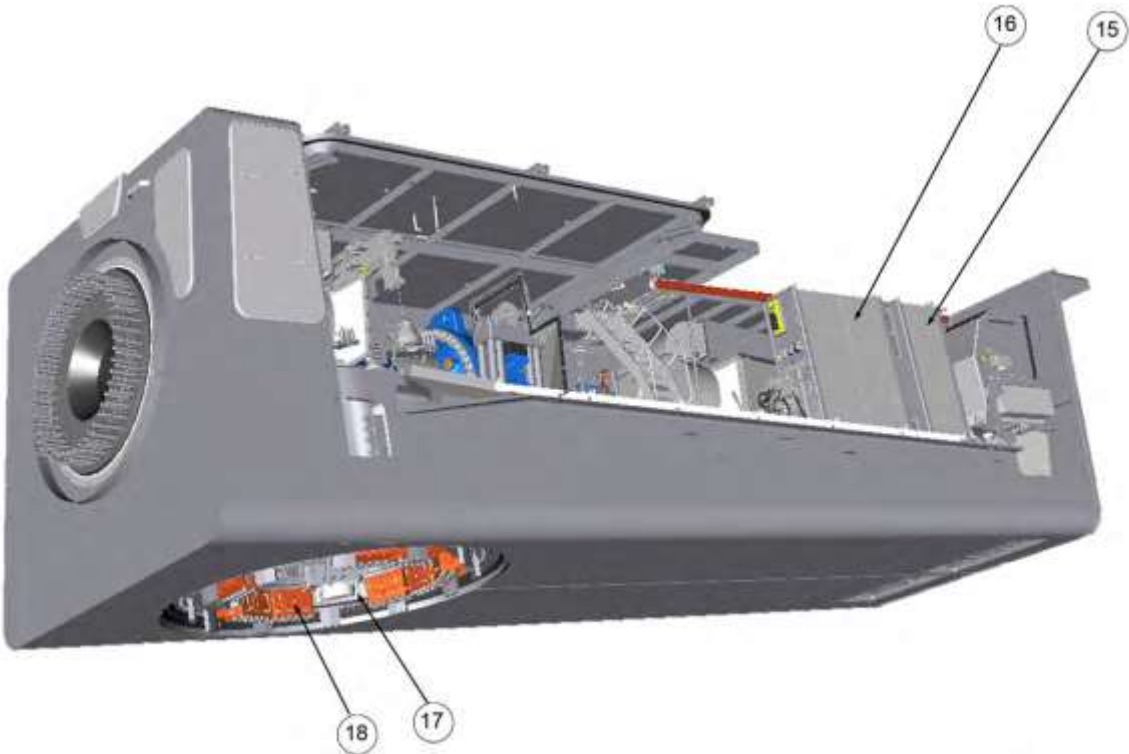
风力发电机包括四大安全系统：

1. 过度超速保护系统，包括高速离心释放装置 (HCU) 和/或最新的西门子风轮转速保护装置 (SRSG)。如果系统检测到超速，风力发电机将被安全变桨到停止位置。SRSG 被自动监控，且需要维护。关于 HCU 的维修说明，请参见[检查高速轴上的高速离心释放装置 \(HCU\)](#)（第6-54页）。
2. 过度振动保护系统，包括一个 TCM DAM XY 传感器和/或一个安全冲击检测 (SSD) 传感器。如果系统检测到过度振动或冲击，风力发电机将被安全变桨到停止位置。过度振动保护系统的维修见下列文件描述：
 - [测试偏航部分中的 TCM DAM-XY 传感器](#)（第6-52页）
 - [测试偏航部分中的安全冲击检测 \(SSD\) 传感器](#)（第6-51页）
3. 紧急停止系统，包括塔架底部、偏航部分和机舱中的紧急停止按钮（包括一些风力发电机中的紧急停止电线）。如果任何一个紧急停止按钮被激活，风力发电机叶片将被变桨至停止位置，此时变桨功能安全，液压制动器启动，所有的电机停止，主断路器打开（从电网上断开®和发电机连接），风力发电机停止运转。紧急停止系统的维修请参见[紧急停止系统的检查与测试](#)（第6-50页）中的描述。
4. 过度偏航线缆抗扭绞保护系统，包括一个线缆扭绞传感器。如果系统检测到已达到偏航限值，偏航电机将停止。维修说明请参见[塔架顶部线缆扭绞开关的检查与测试](#)（第6-53页）。

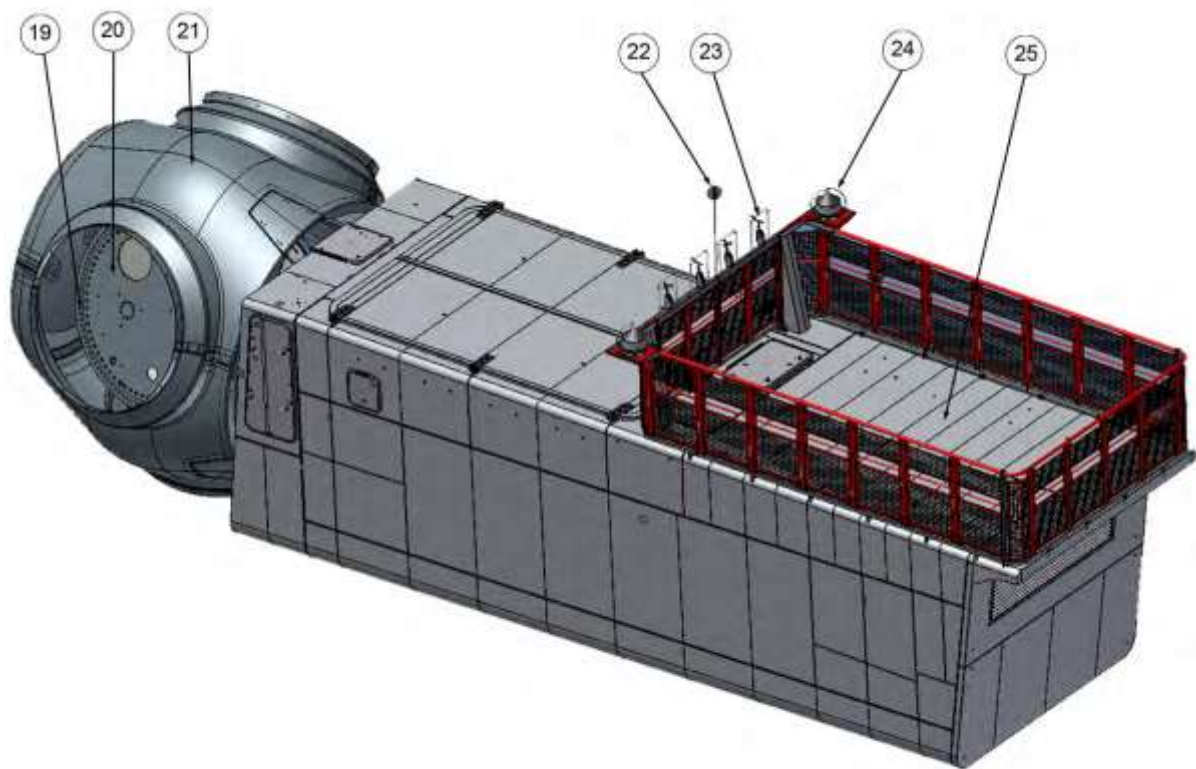
2.4 机舱组件



X00133183_001



X00138326_001



X00138308_001

位置	描述	位置	描述	位置	描述
1	机舱罩	10	轴承箱尾侧	19	叶片轴承
2	冷却装置	11	维护用起重机	20	轮毂
3	发电机	12	主轴	21	毂盖
4	发电机冷却装置	13	前部轴承箱	22	瞄准点标记
5	联轴器	14	偏航齿轮电机	23	气象传感器
6	滤油器	15	偏航变流器 (A18)	24	航空警示灯
7	制动器	16	控制面板 (A3)	25	直升机升降平台
8	变速箱	17	偏航轴承		
9	齿轮支架	18	偏航制动器		

2.5 技术规格

G4 MkIII R14		
风轮	类型	三叶，水平轴
	位置	逆风
	直径	SWT-3.6-107: 107 m SWT-3.6 和 SWT-4.0-120: 120 m SWT-4.0-130: 130 m
	扫风面积	SWT-3.6-107: 9,000 m2 SWT-3.6 和 SWT-4.0-120: 11,300 m2 SWT-4.0-130: 13,273 m2
	速度范围	5-14 rpm
	功率调节	可变速度，变桨
	风轮倾角	6°
叶片	类型	SWT-3.6-107: B52 SWT-3.6 和 SWT-4.0-120: B58 SWT-4.0-130: B63
	叶片长度	SWT-3.6-107: 52 m SWT-3.6 和 SWT-4.0-120: 58.5 m SWT-4.0-130: 63.5 m
	根弦	4.2 m
	气动型	B52: NACA 63.xxx, FFAxxx B58: NACA 63.xxx, FFAxxx B63: 西门子专用空气箔
	材料	GRE
	表面光泽度	半无光， < 30 / ISO2813
	表面颜色	浅灰色， RAL 7035
空气动力制动器	类型	全翼展变桨
	激活	主动式，液压
负载配套件	轮毂	球墨铸铁
	主轴承	球面滚子轴承
	主轴	合金钢
	机舱底座	铸铁
传动系统	联轴器，轮毂/轴	法兰
	联轴器，轴/变速箱	收缩盘
	变速箱类型	三级行星/斜齿式
	减速比	1:119
	变速箱润滑	强制润滑
	油容量	约 750 l
	变速箱冷却	独立的油冷却器
	变速箱设计	PZAB 3546
	变速箱制造商	Winergy AG

G4 MkIII R14		
机械制动器	车钩/发电机	双弹性联轴器
	类型	液压盘式制动器
	位置	高速轴上
	No. 制动钳数量	2
发电机	类型	异步
	标称功率	SWT-3.6: 3,600 kW SWT-4.0: 4,000 kW
	同步转速	600/1,800 RPM
	保护等级	IP54
	冷却装置	集成热交换器
	绝缘等级	F
机舱罩	类型	完全封闭
	材料	钢/铝
	表面光泽度	半光泽, 30-50, ISO2813
	表面颜色	浅灰色, RAL 7035
偏航系统	类型	主动式
	偏航轴承	内部啮合滚珠轴承
	偏航驱动	六个齿轮电机
	偏航制动器	主动式摩擦制动器
控制器	类型	微处理器
	SCADA 系统	Web WPS
	控制器设计	WTC 3.0
塔架	类型	筒式和/或锥形管
	轮毂高度	90 m 或视具体场地而定
	锈蚀防护	喷漆
	表面光泽度	半光泽 30-50, ISO 2813
	表面颜色	浅灰色, RAL 7035
工作数据	切入风速	3-5 m/s
	标称功率	SWT-3.6: 12-13 m/s SWT-4.0: 11-12 m/s
	切出风速	HWRT
	3 秒阵风最大风速	70 m/s (IEC版本)

2.6 重量清单，陆上风力发电机

所有重量均为近似值。

G4 MkIII R14		
机舱	总重量	141,000 kg ± 1,500 kg
	机舱罩上部 + 直升机升降平台（一体成型）	3,050 kg
风轮	轮毂与叶片 B52 的总重量	97,500 kg
	轮毂与叶片 B58 的总重量	103,500 kg
	轮毂与叶片 B63 的总重量	104,100 kg
	叶片 B52（一个叶片/三个叶片）	17,200 kg/51,600 kg
	叶片 B58（一个叶片/三个叶片）	18,000 kg/54,000 kg
	叶片 B63（一个叶片/三个叶片）	18,200 kg/54,600 kg
	叶片螺栓（三个叶片）	1,400 kg
	主法兰螺栓	525 kg
	叶片轴承	3,850 kg
	发电机总成总重量	11,500 kg
其他部件	发电机	10,500 kg
	齿轮总成总重量	61,500 kg
	主轴与轴承	28,500 kg
	齿轮与圆盘和卡钳	33,000 kg
	制动钳与一个背板	240 kg
	制动钳与两个背板	330 kg
	齿式制动盘	160 kg
	联轴器	140 kg
	后部总重量（冷却装置）	1,700 kg
	油冷却器（齿轮）	400 kg
	液压油冷却器	20 kg
	在线式过滤芯	160 kg
	离线式过滤芯	50 kg
	油泵/电机	55 kg
	偏航电机/整套齿轮	600 kg
	偏航制动钳	160 kg
	变桨汽缸包括传感器	120 kg
	活塞式蓄能器	100 kg
	A3 包括支架	600 kg
	塔架内的主要电缆	3,250 kg

G4 MkIII R14		
	偏航电缆回路包括电缆夹和垫片	1,250 kg
	变桨和高速制动器液压站（油槽无油）	450 kg
	变桨和高速制动器液压站的电机/泵组（一个大组）	75 kg
	变桨和高速制动器液压站的电机/泵组（一个小组，用于风轮锁定装置）	15 kg
	歧管总成	250 kg
	手动泵	5 kg
	齿轮油通风冷却器包括支架和电机	90 kg
	齿轮油通风冷却器的电机	55 kg
	偏航制动器液压站	130 kg
	舱门液压站	125 kg
	叶片阀体	200 kg
	A17 柜	175 kg
	A28 柜	282 kg
	变流器水冷却器	155 kg
	变流器和变压器包括电机的通风机	340 kg
	发电机通风机包括加固件和电机	360 kg
	发电机通风机的电机	100 kg
变压器装置	变压器装置包括变压器框架	13,000 kg
	变压器装置	7,200 kg
塔架 塔架的重量取决于轮毂高度，不同项目有所不同。此处指示的重量仅作为示例。	塔架总重量	405,000 kg
	底部	100,000 kg
	中间部分 I	71,000 kg
	中间部分 II	73,000 kg
	中间部分 III	85,000 kg
	顶部	76,000 kg
动力装置	动力装置包括支架	4,450 kg
	变频器 A12	4,500 kg
	控制器/WPS	800 kg

2.7 重量清单，海上风力发电机

所有重量均为近似值。

G4 MkIII R14		
机舱	机舱	141,000 kg ± 1,500 kg
	海上运输框架	13,500 kg
	机舱总重量	154,500 kg
	机舱罩上部 + 直升机升降平台（一体成型）	3,050 kg
叶片	叶片 B52（一个叶片）	17,200 kg
	叶片 B52（三个叶片） 总重量	51,600 kg
	叶片 B58（一个叶片）	18,000 kg
	叶片 B58（三个叶片） 总重量	54,000 kg
	叶片 B63（一个叶片）	18,200 kg
	叶片 B63（三个叶片） 总重量	54,600 kg
	叶片轴承	3,850 kg
风轮	轮毂	44,500 kg
	轮毂包括框架，无叶片	49,500 kg
	轮毂与叶片 B52 的总重量 （无框架）	97,500 kg
	轮毂与叶片 B58 的总重量 （无框架）	103,500 kg
	轮毂与叶片 B63 的总重量 （无框架）	104,100 kg
	叶片螺栓（三个叶片）	1,400 kg
	轮毂螺栓	525 kg
其他部件	发电机总成总重量	11,500 kg
	发电机	10,500 kg
	齿轮总成总重量	61,500 kg
	主轴与轴承	28,500 kg
	齿轮与圆盘和卡钳	33,000 kg
	制动钳与一个背板	240 kg
	制动钳与两个背板	330 kg
	齿式制动盘	160 kg
	联轴器	140 kg
	后部总重量（冷却装置）	1,700 kg
	油冷却器（齿轮）	400 kg
	液压油冷却器	20 kg
	在线式过滤芯	160 kg

G4 MkIII R14		
	离线式过滤芯	50 kg
	油泵/电机	55 kg
	偏航电机/整套齿轮	600 kg
	偏航制动钳	160 kg
	变桨汽缸包括传感器	120 kg
	活塞式蓄能器	100 kg
	A3 包括支架	600 kg
	塔架内的主要电缆	3,250 kg
	偏航电缆回路包括电缆夹和垫片	1,250 kg
	桨距和高速制动器液压站（油槽无油）	450 kg
	变桨和高速制动器液压站的电机/泵组（一个大组）	75 kg
	变桨和高速制动器液压站的电机/泵组（一个小组，用于风轮锁定装置）	15 kg
	歧管总成	250 kg
	手动泵	5 kg
	齿轮油通风冷却器包括支架和电机	90 kg
	齿轮油通风冷却器的电机	55 kg
	偏航制动器液压站	130 kg
	舱门液压站	125 kg
	叶片阀体	200 kg
	A17 柜	175 kg
	A28 柜	282 kg
	变流器水冷却器	155 kg
	变流器和变压器包括电机的通风机	340 kg
	发电机通风机包括加固件和电机	360 kg
	发电机通风机的电机	100 kg
变压器装置	变压器装置包括变压器框架	13,000 kg
	变压器装置	7,200 kg
塔架	塔架总重量	195,000 kg
	底部	54,000 kg

G4 MkIII R14		
塔架的重量取决于轮毂高度，不同项目有所不同。此处指示的重量仅作为示例。	中间部分	64,000 kg
	顶部	76,000 kg
动力装置	动力装置包括支架	4,450 kg
	变频器 A12	4,500 kg
	控制器/WPS	800 kg

3 检查与维护计划

3.1 维修周期定义	3-2
3.2 500 个小时维修用检查表	3-2
3.3 12 个月维修用检查表	3-2
3.4 每年一次维修用检查表	3-3
3.5 5-10-15 年维修用检查表	3-3
3.6 维修测试运行	3-3
3.7 固定在风力发电机上的安全设备和起重设备的检查	3-4
3.7.1 对固定在风力发电机上的安全设备和起重设备执行检查	3-4
3.7.2 有资质人员	3-4
3.7.3 检查表和作业指导书	3-4
3.7.4 测量	3-4
3.7.5 安全与环境	3-4
3.7.6 法定检查	3-4
3.8 无电力停机风力发电机的处理	3-5

3.1 维修周期定义

500 个小时维护:

模块	执行维修的最早时间（小时）	执行维修的最晚时间（小时）	备注
维修和螺栓	250	2000	从发电机连接到电网上开始计算时间。

12个月、每年一次、5-10-15 年维护:

模块	执行维修的最早时间	执行维修的最晚时间
维修和螺栓	前一个模块后 3 个月	前一个模块后 13 个月

根据每个维修周期确定的特定检查表对风力发电机进行维修。

根据下列的维修周期，大多数风力发电机的服务寿命是 20 年。

维修年度		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
检查表																				
500 个小时	x																			
12 个月		x																		
每年一次			x	x	x		x	x	x	x		x	x	x	x		x	x	x	x
5-10-15 年						x					x					x				

3.2 500 个小时维修用检查表

风力发电机首次运行 500 个小时后，采用下面的检查表对风力发电机进行检查和维护。

检查表标题	检查表编号
维修和螺栓检查模块 - 500 个小时维修周期	ZCH1039473

注意：检查工作区的风力发电机文档，找到相关的维修检查表，或从经常联系的西门子风力发电公司的人员处获得相关的维修检查表。

3.3 12 个月维修用检查表

风力发电机首次运行 12 个月，采用下面的检查表对风力发电机进行检查和维护。

检查表标题	检查表编号
维修和螺栓检查模块 - 12 个月维修周期	ZCH1039474

注意：检查工作区的风力发电机文档，找到相关的维修检查表，或从经常联系的西门子风力发电公司的人员处获得相关的维修检查表。

3.4 每年一次维修用检查表

从风力发电机开始运转后的第二年起，每年都采用下面的检查表对风力发电机进行检查和维护。

检查表标题	检查表编号
维修和螺栓检查模块 - 每年一次维修周期	ZCH1039475

注意：检查工作区的风力发电机文档，找到相关的维修检查表，或从经常联系的西门子风力发电公司的人员处获得相关的维修检查表。

3.5 5-10-15 年维修用检查表

风力发电机开始运转后，每五年一次采用下面的检查表对风力发电机进行检查和维护。

检查表标题	检查表编号
维修和螺栓检查模块 - 5-10-15 年维修周期	ZCH1039476

注意：当使用 5-10-15 年维修文件时，不用使用每年一次维修的文件。

注意：检查工作区的风力发电机文档，找到相关的维修检查表，或从经常联系的西门子风力发电公司的人员处获得相关的维修检查表。

3.6 维修测试运行

在风力发电机中每个工作日结束时，执行一次维修测试运行。每次进入机舱时，如果可能且安全，必须执行一次测试运行。在执行维修测试运行的同时，可以清理、打包工具或执行其他简单的任务。

在执行测试运行之前：	
	警告 • 确保所有外罩和相关舱门都已安全固定/关闭。 • 确保机舱中的所有人员都知道正在执行测试。 • 使用合适的 PPE 和听力保护装置。

程序：

- 1 将检修阀 (252) 设置到“运行”位置。
- 2 启动风力发电机。
- 3 根据风力条件，让风力发电机满负荷运转，同时看、听和感觉，观察异常情况。
- 4 下去之前，让风力发电机停止运转。
- 5 在最后一个人下去之前，必须对观察结果进行纠正和/或报告给现场管理者。

3.7 固定在风力发电机上的安全设备和起重设备的检查

3.7.1 对固定在风力发电机上的安全设备和起重设备执行检查

检查固定在风力发电机上的安全设备 (TMSE) 和起重设备所用的作业指导书和检查表可在工作区的内部风力发电机文档 (IWTD) 的“TMSE”和“起重设备”文件夹中找到。应在第 12 个月、每年一次和 5 年维修的时候对风力发电机执行所有适用的检查。

3.7.2 有资质人员

有资质人员必须成功完成执行具体检查任务所需的培训。相关信息可以参见 **Workspace > IWTD > Service** (工作区 > IWTD > 维修) 项下的“TMSE”或“起重设备”文件夹中的“TMSE 和起重设备概述”文件。有资质人员必须能够证明其具有执行特定任务的资格。如果怀疑自己不能执行法定检查, 请联系现场负责人。

3.7.3 检查表和作业指导书

所有检查表和作业指导书均由相应的制造商提供和批准。它们是针对具体组件的, 因此对于安装了该组件的所有风力发电机都有效。执行检查任务的人员有责任使用最新版本的 ZWI 和 ZCH, ZWI 和 ZCH 可在 IWTD 中找到。作业指导书中规定了需要的扭矩设置。如果作业指导书中没有规定扭矩设置, 则使用本维修手册中 **螺栓紧固** 章节中的通用扭矩设置。本手册提供的图片和图纸只是示例。不同的风力发电机类型可能有所不同。风力发电机中安全设备的位置取决于风力发电机的类型。安全设备的具体位置请参见安全卡册。

检查表必须由执行检查任务的技术员填写和签名, 并采用记号笔书写标签。检查表填写完后, 将其递交给现场负责人。如果发现任何组件的检查出现问题, 必须通知负责检查的技术员采取进一步的措施。

现场负责人必须根据现场指导 (FORM 09.23 陆上 和 FORM 09.24 海上) 的要求在风力发电机的有效使用期限内将检查表放置在现场的安全位置。

已署名的检查表必须保留一份电子档或一份复印件。

3.7.4 测量

所有测量均在 SI 中给出。

3.7.5 安全与环境

须始终遵守关于维修和安装工作的一般安全与环境须知, 请参见 **SI545781 在西门子风力发电机中工作的技术员必须遵守的基本健康与安全规则**。

3.7.6 法定检查

TMSE 和起重设备检查并不总是符合当地法规的要求。

在大多数情况下, TMSE 和起重设备检查可用于替代法定检查或减少法定检查的范围, 但这取决于当地法规的要求和区域限制。当需要遵循当地法规要求时, 地区 EHS 可提供指导。

3.8 无电力停机风力发电机的处理

请参考 **Workspace > IWTD > Service**（工作区 > IWTD > 维修）项下的下列文件。

ZWI:

- ZWI1034214 无电力停机风力发电机的处理

ZCH:

- ZCH1034884 电网断电 12 个月的处理程序
- ZCH1034883 电网断电 6 个月的处理程序
- ZCH1034791 KK 柜停止
- ZCH1034788 停机期间的准备工作
- ZCH1034790 准备开机
- ZCH1034789 停机期间的维修周期

4 螺栓紧固

4.1 螺栓紧固一般原则	4-3
4.1.1 螺栓紧固概述	4-3
4.1.2 螺栓类型	4-4
4.1.3 螺栓定义	4-5
4.1.4 主要组件的更换	4-7
4.1.5 双极螺栓紧固	4-8
4.1.6 螺栓润滑	4-9
4.1.7 基础螺栓润滑程序	4-11
4.1.8 螺栓检查程序	4-11
4.1.9 获得批准的紧固工具	4-12
4.1.10 使用液压紧固工具	4-13
4.1.11 螺栓紧固 - 标准值	4-13
4.2 轮毂中的螺栓紧固 - 特定值	4-14
4.2.1 H10 叶片 - 叶片轴承	4-14
4.2.2 H20 叶片轴承 - 轮毂	4-14
4.2.3 H23 后部变桨汽缸支架 - 轮毂	4-14
4.2.4 H24 前部变桨汽缸支架 - 加强板 B	4-15
4.2.5 H31 毂盖法兰上的蓄能器桥形支架 - 橡胶固定支架/橡胶固定中心支架	4-15
4.2.6 H32 橡胶固定支架 - 橡胶固定中心支架	4-15
4.2.7 H33 梁元蓄能器模块 - 橡胶总成的底板	4-16
4.2.8 H34 梁元蓄能器模块 - 蓄能器基架	4-16
4.2.9 H35 梁元蓄能器模块 - 平台和软管架支架	4-16
4.2.10 H36 平台和软管架支架 - 蓄能器盖板	4-17
4.2.11 H37 蓄能器基架 - 柱螺栓 (U-螺栓)	4-17
4.2.12 H38 梁元蓄能器模块 - 主法兰上的蓄能器支架	4-17
4.2.13 H39 主法兰上的蓄能器支架 - 轮毂	4-18
4.2.14 H62 A6 框架 - 螺栓压力分配块	4-18
4.2.15 H63 A6 - A6 框架	4-18
4.3 机舱中的螺栓紧固 - 特定值	4-19
4.3.1 N10 轮毂 - 主轴	4-19
4.3.2 N20 主轴承箱 (风轮侧) - 基架	4-19
4.3.3 N21 主轴承箱 (风轮侧) - 轴承盖	4-19
4.3.4 N23 主轴承箱 (齿轮侧) - 基架	4-20
4.3.5 N24 主轴承箱 (齿轮侧) - 轴承盖 (前部)	4-20
4.3.6 N25 主轴承箱 (齿轮侧) - 轴承盖 (后部)	4-20
4.3.7 N30 变速箱支架 - 基架	4-21
4.3.8 N31 收缩盘 - 低速	4-21
4.3.9 N40 制动钳板 - 变速箱	4-21
4.3.10 N41 制动钳 - 制动钳板	4-22
4.3.11 N50 收缩盘 - 高速	4-22
4.3.12 N51 联轴器 - 变速箱电动机	4-22
4.3.13 N53 HCU	4-23
4.3.14 N60 基架 - 支撑条 (前部)	4-23
4.3.15 N61 基架 - 支撑条 (后部)	4-23
4.3.16 N62 横杆 2 - 支撑条	4-24
4.3.17 N63 横杆 3 - 支撑条	4-24
4.3.18 N64 揽风绳埋头螺母	4-24
4.3.19 N65 揽风绳板 - 横杆 / 支撑条	4-25
4.3.20 N66 揽风绳板 - 支撑条	4-25
4.4 偏航部分中的螺栓紧固 - 特定值	4-26
4.4.1 Y10 偏航轴承 - 基架	4-26
4.4.2 Y11 偏航制动钳 - 基架	4-26
4.4.3 Y12 偏航齿轮 - 基架	4-26
4.5 螺栓紧固, 发电机 - 特定值	4-27
4.5.1 G10 发电机 - 发电机吊挂	4-27
4.5.2 G20 发电机吊挂 - 横杆	4-27
4.6 螺栓紧固, 机舱罩 - 特定值	4-28
4.6.1 C10 基架 - 机舱罩吊挂 (前部)	4-28
4.6.2 C11 支撑条 - 机舱罩吊挂 (后部)	4-28

4.6.3 C12 机舱罩吊挂 – 机舱罩支架.....	4-28
4.6.4 C13 机舱罩吊挂 – 机舱罩支架（中部）	4-29
4.6.5 C14 机舱罩支架 – 机舱罩.....	4-29
4.6.6 C15 直升机升降栏杆	4-29
4.7 塔架中的螺栓紧固 – 特定值.....	4-30
4.7.1 T10 塔架顶部法兰 – 偏航轴承	4-30
4.7.2 T20 塔架 – 塔架 (L-法兰).....	4-30
4.7.3 T25 塔架 – 过渡件 (L-法兰) (可选).....	4-30
4.7.4 T30 底部法兰 – 基础 (T-法兰) (可选)	4-31
4.7.5 T50 塔架减震器.....	4-31
4.7.6 T60 平台	4-31
4.7.7 T62 电缆夹具	4-32
4.8 配件和电气组件的扭矩值.....	4-33
4.8.1 液压配件的扭矩.....	4-33
4.8.2 配件的扭矩, BSP.....	4-34
4.8.3 配件的扭矩, O 形锁	4-35
4.8.4 配件的扭矩, JIC 管接头	4-36
4.8.5 螺栓的扭矩.....	4-37
4.8.6 控制器中的扭矩.....	4-38
4.8.7 ABB 变流器中的紧固扭矩.....	4-39

4.1 螺栓紧固一般原则

4.1.1 螺栓紧固概述

风力发电机中的螺栓均规定了特定的拧紧值。拧得过紧，螺栓可能在紧固或风力发电机运转过程中断裂。拧得过松，螺栓可能在风力发电机运转过程中松动。如果遵守本章中描述的程序，那么操作工具将是安全的，螺栓将在风力发电机的整个使用期限内保持有效。如果不遵守本章中描述的程序，可能造成人员严重受伤，螺栓可能在紧固或风力发电机运转过程中断裂。

4.1.2 螺栓类型

表 4.1.2.1 螺栓规格表

类型		ISO			HV	不锈钢	
性能等级		8.8	10.9	12.9	10.9	70	80
标记	螺栓	8.8	10.9	12.9	10.9	70	80
	螺母	8	10	12	10	70	80
	垫圈	无标记			HV		
标准	螺栓	ISO 4014			EN14399-4		
		ISO 4017					
	螺母	ISO 4032			EN14399-4		
	垫圈	ISO 7090			EN14399-6		
对边宽度	普通				较大	普通	
润滑	是的，润滑摩擦表面				不用，但如果 HV 螺栓松动，在紧固之前必须用 Never-Seez 重新润滑。	是的，润滑摩擦表面	
螺纹锁固剂	参见作业指导书中的规定				不用	参见作业指导书中的规定	
组装	8.8: 在摩擦表面使用垫圈 10.9: 总是使用 2 个垫圈。螺母标记可见。				总是使用 2 个垫圈。 将垫圈的倒角侧面向螺栓头/螺母。螺母标记可见。	总是使用 2 个垫圈。螺母标记可见。	
再使用	可以，但需要重新润滑。				可以，但需要重新润滑。	可以，但需要重新润滑。	

性能等级 普通钢螺栓的性能等级是 8.8/10.9/12.9，它描述的是螺栓的强度。8.8 表示最低强度，12.9 表示最高强度。不锈钢螺栓的性能等级是 70/80。70 表示最低强度，80 表示最高强度。

标记 性能等级印制在螺栓头和螺母上。大多数螺栓还标记了制造商和批号信息。螺栓头上可以发现下列信息：8.8 - 性能等级 8.8 10.9 - 性能等级 10.9 HV – 表示 HV 型 A2-70 – 不锈钢等级 A2 - 性能等级 70 A2-80 - 不锈钢等级 A2 - 性能等级 80 A4-70 - 不锈钢等级 A4 (耐酸) - 性能等级 70 A4-80 - 不锈钢等级 A4 (耐酸) - 性能等级 80 。螺母上可以发现下列信息：8 - 性能等级 8 10 - 性能等级 10 HV – 表示 HV 型 A2-70 – 不锈钢等级 A2 - 性能等级 70 A2-80 - 不锈钢等级 A2 - 性能等级 80 A4-70 - 不锈钢等级 A4 (耐酸) - 性能等级 70 A4-80 - 不锈钢等级 A4 (耐酸) - 性能等级 80 。

垫圈上可以发现下列信息，HV – 表示制造商识别的 HV 型垫圈。

标准 单个螺栓类型适用的相关标准，请参见“螺栓规格表”。

对边宽度 ISO 螺栓和螺母有标准的对边宽度。HV 螺栓和螺母有较大的对边宽度。HV 螺栓总是使用 HV 螺母和垫圈。HV 螺母的预润滑请参见 *润滑* 章节。不要混合使用 HV 和 ISO 产品。

4.1.3 螺栓定义

螺栓连接

紧固

两个或多个部件通过螺栓连接紧固在一起。

术语紧固是指使用扭矩和张紧工具。紧固是指应用工具适当调节螺栓或螺母上的压力或设置。当执行紧固程序时，注意观察螺栓和螺母之间的相对运动，这一点非常重要。如果螺栓固定在一个螺纹孔中，必须注意观察螺栓头和螺栓头下的表面之间的运动。如果观察到相对运动，拧松螺栓，重新紧固整个连接件。

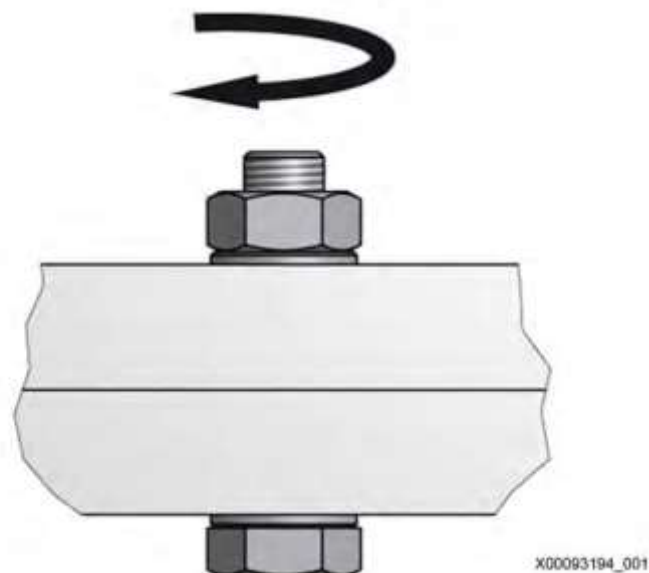


图 4.1.3.1 用扭矩工具紧固 (Nm)

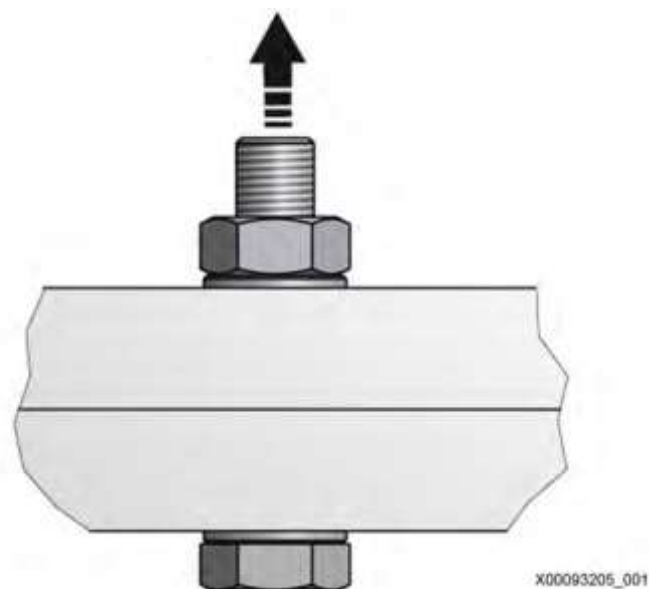


图 4.1.3.2 用张紧工具紧固 (Nm)

松动螺栓

如果执行紧固程序螺母可以相对螺栓旋转，则螺栓是松动的。当螺栓固定在一个螺纹孔中时，如果执行紧固程序螺栓头可以旋转，则螺栓是松动的。如果连接件中的螺栓松动，必须重新紧固整个连接件。

螺母螺柱

从螺母到螺栓末端的长度。当拧紧时，螺母螺柱必须至少是 $1 \times P$ ，其中 P 是螺距。

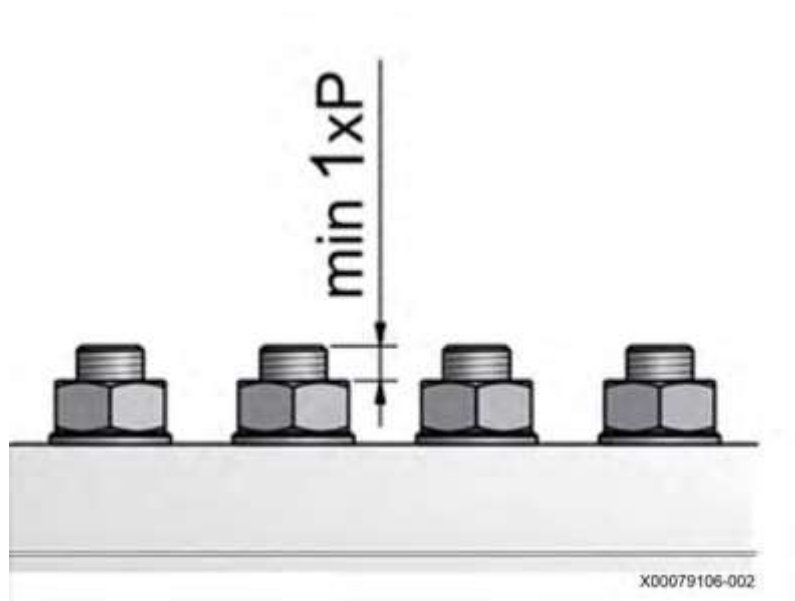


图 4.1.3.3 螺母螺柱

拧紧时的螺母螺柱 = 至少 $1 \times P$ ，其中 P 是螺距

扭矩工具

经过校准可以应用扭矩紧固螺栓的工具。扭矩工具可以是手动操作的扭矩扳手或液压驱动的扭矩扳手。

张紧工具

经过校准可以应用力紧固螺栓的工具。请参见 AI- WI 544243。

张紧时的旋合长度：旋合长度是螺纹、螺栓和衬套各自啮合在张紧工具中的长度。

当使用张紧工具时，张紧工具和螺栓之间的旋合长度必须至少是螺栓直径的 0.8 倍。旋合长度测量：让张紧工具的衬套停留在螺栓上，测量张紧工具的底边与螺栓紧固表面之间的距离即为旋合长度。

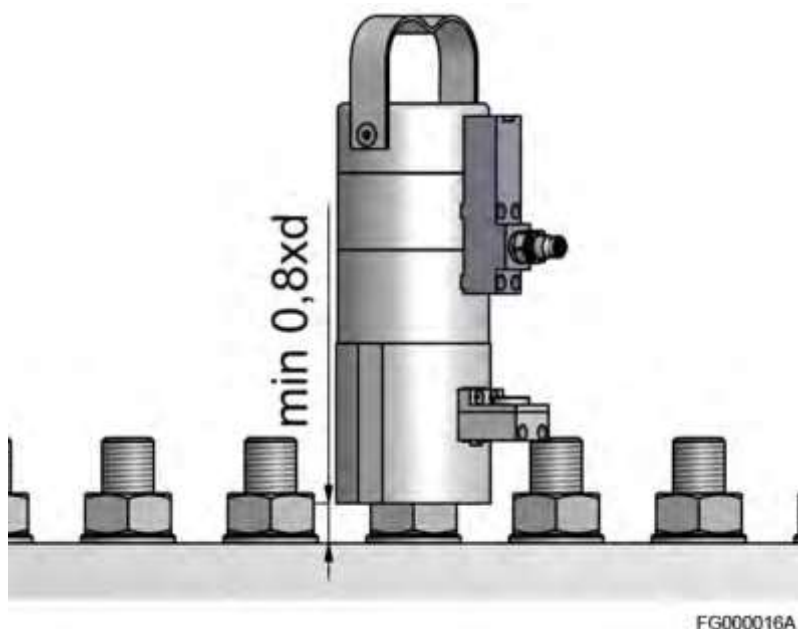


图 4.1.3.4 张紧工具

张紧时的旋合长度 = 螺栓直径的 0.8 倍

4.1.4 主要组件的更换

主要组件更换后或如果连接件中的所有螺栓均松动后，必须像初次组装时一样紧固该连接件中的所有螺栓。

运转 500 个小时后，在主要组件更换后，必须根据 500 个小时维修用检查表对该组件进行维修。

因此，该组件遵守标准维修周期的要求，与风力发电机的其他部分相适应。

4.1.5 双极螺栓紧固

一些螺栓连接件在初次组装时采用双极螺栓紧固。这可最大程度地减少再次紧固螺栓连接件的需要。如果初次组装时进行双极紧固的螺栓或整个螺栓连接件松动，则再次紧固时也必须进行双极紧固。如果螺栓连接件采用双极螺栓紧固，紧固值请参见*螺栓紧固 – 特定值*章节。

双极螺栓紧固方法如下：

- 1. 用手指或动力工具使用最大不超过 50% 的最终扭矩将所有螺栓固定在连接件中。
- 2. 用 75% 的最终扭矩紧固所有螺栓。对于所有圆形螺栓连接件，如有可能，交叉紧固。允许存在 ± 10% 的偏差。
- 3. 用 100% 的最终扭矩紧固所有螺栓。对于所有圆形螺栓连接件，如有可能，交叉紧固。扭矩偏差参见 SWP 校准部门的定义。步骤 2 和 3 之间不需要等待时间。

当使用张紧工具进行双极螺栓紧固时，第一次施加的力不需要减少到 75%，两次都施加 100% 的力。标准扭矩值和相应的 75% 的扭矩值请参见下表。

表 4.1.5.1 标准扭矩值和相应的 75% 的扭矩值

螺栓类型	热浸锌螺栓				不锈钢螺栓，安装在铝制材料上的螺栓	
	8.8		10.9		所有性能等级	
性能等级						
尺寸	100% 扭矩 (Nm)	75% 扭矩 (Nm)	100% 扭矩 (Nm)	75% 扭矩 (Nm)	100% 扭矩 (Nm)	75% 扭矩 (Nm)
M6	9	-	13	-	6	5
M8	21	16	30	23	14	11
M10	42	32	60	45	29	22
M12	75	56	100	75	52	39
M16	175	131	250	188	125	94
M20	350	263	450	338	250	188
M24	600	450	800	600	425	319
M30	1150	863	1650	1238	800	600
M33	1550	1163	2200	1650	-	-
M36	2000	1500	2800	2100	-	-
M42	3200	2400	4500	3375	-	-
M48	4700	3525	6500	4875	-	-
M56	-	-	10000	7500	-	-
M64	-	-	15000	11250	-	-

4.1.6 螺栓润滑

润滑螺栓的目的是使连接件中的所有螺栓都获得高度一致的预紧力。均匀一致地润滑连接件中的所有螺栓非常重要。

对于润滑剂的安全处理和防护装备的正确选择，请参见 **5.1 润滑规则**。对于粗制螺栓如基础螺栓，润滑还可作为一种防腐保护。

所有基础螺栓每年都必须用 **Never-Seez** 进行润滑。如果发现螺栓被腐蚀，用钢丝刷清除腐蚀部分，然后再使用新的 **Never-Seez**。

如果螺母被严重腐蚀，必须进行更换并润滑。检查是否所有螺母都固定到位。如果有遗失请更换。

不同类型的螺栓必须按下述方式进行润滑：

- 热浸锌螺栓用 **Never-Seez** 润滑。
- 不锈钢螺栓用 **Anti-Bloc** 润滑。
- 紧固在铝制材料中的螺栓用油润滑。
- HV 螺栓的螺母已被预润滑，不必再润滑。但如果 HV 螺栓松动，在紧固之前必须用 **Never-Seez** 重新润滑。

必须润滑螺栓的螺纹和运动部分下面。作为一项规则，螺栓组件必须通过转动螺母来紧固，因此，螺母下面也需要润滑。

必须使用油脂类润滑剂如 **Never-Seez** 和 **Anti-Bloc**，用刷子均匀涂抹一层，必须确保覆盖整个摩擦表面。



(1) 螺纹上

(2) 螺母下面

图 4.1.6.1 热浸锌螺栓和螺母 (tZn)

润滑热浸锌螺栓的螺纹和螺母下面。

如果螺栓固定在螺纹孔中或如果紧固在螺母上是不可能的，则必须紧固在螺栓头上，螺栓头下面也必须润滑。



(1) 螺栓头下面

(2) 螺纹上

图 4.1.6.2 热浸锌螺栓 (tZn)

润滑热浸锌螺栓的螺纹和螺栓头下面。

螺纹锁固剂

有时候，螺栓在组装前会使用螺纹锁固剂（例如 Loctite 或 Holdtite）。螺纹锁固剂通常只在生产中使用。如果使用螺纹锁固剂，则不允许使用润滑剂。

组装

螺栓和螺母的性能等级匹配：8.8 级螺栓匹配 8 级螺母，10.9 级螺栓匹配 10 级螺母，HV 螺栓、螺母和垫圈必须来自同一个制造商。制造商名称必须清楚地标记在 HV 螺栓、螺母和垫圈上。不允许在螺栓上安装来自不同制造商的螺母或垫圈。HV 垫圈的一侧有倒角。垫圈的倒角侧必须面对螺栓头和螺母。对于性能等级不低于 10.9 的 M22 或更大的浸锌螺栓，必须使用 HV 垫圈。

再使用

如果用扭矩工具紧固的螺栓发生松动，在对其螺纹和运动部分下面重新润滑后，可再进行紧固。

如果 HV 螺栓松动，在紧固之前必须用 Never-Seez 重新润滑。

螺栓、螺母和垫圈有可见损伤后，必须予以丢弃，重新更换新件。

防松螺母

如果热浸锌螺栓 (tZn) 用防松螺母固定，它必须作为热浸锌螺栓 (tZn) 进行紧固，并用 Never-Seez 进行润滑。

螺栓拧接工具

螺栓拧接工具用于使螺栓直径和握固长度之间实现合适的比例。螺栓拧接工具必须置于螺栓头下的垫圈下面。

4.1.7 基础螺栓润滑程序

所有基础螺栓和螺母每年都必须用 **Never-Seez** 进行润滑。

对于润滑剂的安全处理和防护装备的正确选择，请参见 [5.1 润滑规则](#)。

程序：

- 1 检查基础螺栓和螺母是否被腐蚀。
(如果被腐蚀，必须用钢丝刷清除腐蚀部分，再使用 **Never-Seez**。)
- 2 检查基础螺栓和螺母的腐蚀是否导致其强度大大降低。
(如基础螺栓或螺母被严重腐蚀，则必须更换新的螺栓和螺母并进行润滑。)
- 3 检查螺栓上的所有橡胶帽是否都固定到位。.

4.1.8 螺栓检查程序

维修方案规定了不同的维修程序，具体取决于所执行的维修内容。本维修程序包括下列内容：

紧固所有螺栓

连接件中的所有螺栓都必须紧固。请参见[使用液压紧固工具](#)部分（第4-13页）。

紧固每第 X 个螺栓

紧固每第三个螺栓。紧固指定的螺栓。如果连接件中的一个螺栓松动，则其中的所有螺栓都必须再次紧固。请参见[使用液压紧固工具](#)部分（第4-13页）。

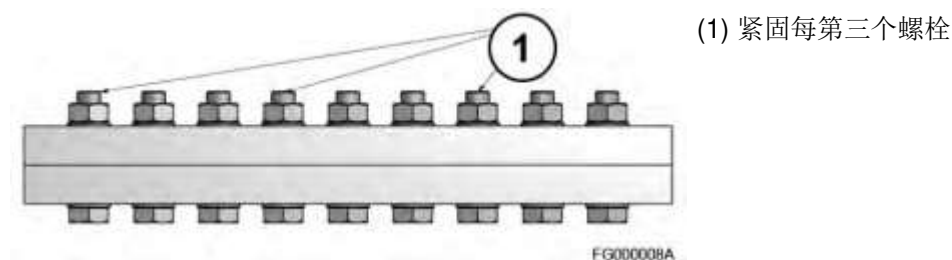


图 4.1.8.1 紧固顺序示例

目视检查

根据检查表中定义的螺栓编号执行目视检查，确保螺栓没有断裂。



图 4.1.8.2 目视检查

4.1.9 获得批准的紧固工具

只有有校准标签的工具才能被批准使用。



校准标签示例

不得使用没有校准标签的工具。

必须使用相同品牌的泵和紧固工具。例如，Hytorc 泵不能与 Plarad 紧固工具一起使用。即使组件被单个批准并有校准标签，这一点也同样适用。

紧固工具和液压泵的校准

扭矩工具和泵必须根据校准部门的规定进行校准。通常每六个月需要校准一次。设备标记有校准到期日，在使之前必须检查该日期是否过期。如果校准日期已过或校准标签丢失，不要使用该设备。

张紧工具必须在达到最大工作循环次数之前进行校准。根据张紧工具的不同，最大工作循环次数从 2000 – 8000 次不等，显示在工具的计数器上。使用设备前，检查计数器是否正常工作，显示数字是否低于最大工作循环次数。

检验工具上的软管

根据校准部门的规定，液压软管必须至少每隔六个月检验一次。设备标记有检验到期日，在使用前必须检查该日期是否已过期。如果检验日期已过或检验标签丢失，不要使用该设备。

4.1.10 使用液压紧固工具

下列步骤仅供参考。欲了解更详细的解释，请参阅有关该主题的相关作业指导书。

程序：

- 1 找到特定紧固值表中指示的连接件。
如果有疑问，检查连接件的 ID 编号和图形。
- 2 找到风力发电机中螺栓的尺寸、类型和性能等级，检查是否与表中的相同。
- 3 找到工具的张力值或扭矩值，决定使用哪种工具。
- 4 到工具的校准证书，检查工具的 ID 是否匹配。
- 5 检查压力，调节液压泵。.
- 6 紧固螺栓。
- 7 定期检查整个紧固过程，确定压力是否正确。

4.1.11 螺栓紧固 – 标准值

当使用扭矩工具紧固螺栓时，使用下列的扭矩值。在特殊情况下，必须使用其他值。这些值在“螺栓紧固 – 特定值”中有规定。

表 4.1.11.1 螺栓紧固 – 标准值

螺栓类型	热浸锌螺栓		不锈钢螺栓，安装在铝制材料上的螺栓	对边宽度	
性能等级	8.8	10.9	所有性能等级	普通	较大
尺寸	Nm	Nm	Nm	mm	mm
M4	2.6	3.7	1.8	7	-
M5	5	7	3	8	-
M6	9	13	6	10	-
M8	21	30	14	13	-
M10	42	60	29	16/17	-
M12	75	100	52	18/19	-
M16	175	250	125	24	27
M20	350	450	250	30	32
M24	600	800	425	36	41
M30	1150	1650	800	46	50
M33	1550	2200		50	
M36	2000	2800		55	60
M42	3200	4500		65	70
M48	4700	6500		75	80
M56	-	10000	-	85	90
M64	-	15000	-	95	100

张紧：当使用张紧工具进行紧固时，必须使用 **螺栓紧固 – 特定值** 中规定的紧固值。

4.2 轮毂中的螺栓紧固 – 特定值

4.2.1 H10 叶片 – 叶片轴承

检查表中包含连接件 ID 的相关信息。

	螺栓类型	性能等级	扭矩	张力	对边宽度	双极螺栓紧固
			Nm	kN	mm	
	M36	10.9		480	55	

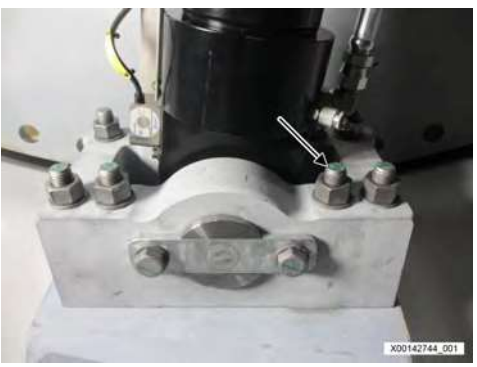
4.2.2 H20 叶片轴承 - 轮毂

检查表中包含连接件 ID 的相关信息。

	螺栓类型	性能等级	扭矩	张力	对边宽度	双极螺栓紧固
			Nm	kN	mm	
	M42	10.9	4500		65	X

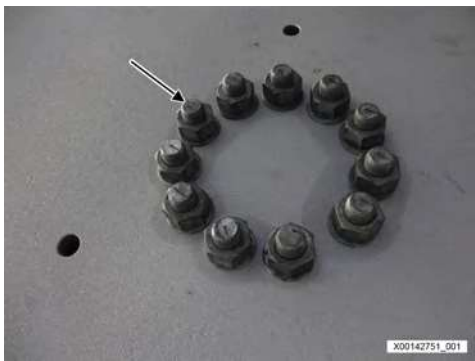
4.2.3 H23 后部变桨汽缸支架 - 轮毂

检查表中包含连接件 ID 的相关信息。

	螺栓类型	性能等级	扭矩	张力	对边宽度	双极螺栓紧固
			Nm	kN	mm	
	M24	10.9	800		36	X

4.2.4 H24 前部变桨汽缸支架 – 加强板 B

检查表中包含连接件 ID 的相关信息。

	螺栓类型	性能等级	扭矩	张力	对边宽度	双极螺栓紧固
			Nm	kN	mm	
	M30	10.9	1650		46	X

4.2.5 H31 轭盖法兰上的蓄能器桥形支架 – 橡胶固定支架/橡胶固定中心支架

检查表中包含连接件 ID 的相关信息。

	螺栓类型	性能等级	扭矩	张力	对边宽度	双极螺栓紧固
			Nm	kN	mm	
	M20	10.9	450		30	X

4.2.6 H32 橡胶固定支架 - 橡胶固定中心支架

检查表中包含连接件 ID 的相关信息。

	螺栓类型	性能等级	扭矩	张力	对边宽度	双极螺栓紧固
			Nm	kN	mm	
	M16	10.9	250		24	X

4.2.7 H33 梁元蓄能器模块 – 橡胶总成的底板

检查表中包含连接件 ID 的相关信息。

	螺栓类型	性能等级	扭矩	张力	对边宽度	双极螺栓紧固
			Nm	kN	mm	
	M16	8.8	175		24	X

4.2.8 H34 梁元蓄能器模块 – 蓄能器基架

检查表中包含连接件 ID 的相关信息。

	螺栓类型	性能等级	扭矩	张力	对边宽度	双极螺栓紧固
			Nm	kN	mm	
	M16	8.8	175		24	X

4.2.9 H35 梁元蓄能器模块 - 平台和软管架支架

检查表中包含连接件 ID 的相关信息。

	螺栓类型	性能等级	扭矩	张力	对边宽度	双极螺栓紧固
			Nm	kN	mm	
	M16	8.8	175		24	X

4.2.10 H36平台和软管架支架- 蓄能器盖板

检查表中包含连接件 ID 的相关信息。

	螺栓类型	性能等级	扭矩	张力	对边宽度	双极螺栓紧固
			Nm	kN	mm	
	M12	8.8	75		18	X

4.2.11 H37 蓄能器基架 - 柱螺栓 (U-螺栓)

检查表中包含连接件 ID 的相关信息。

	螺栓类型	性能等级	扭矩	张力	对边宽度	双极螺栓紧固
			Nm	kN	mm	
	M12	8.8	75		18	X

4.2.12 H38 梁元蓄能器模块 – 主法兰上的蓄能器支架

检查表中包含连接件 ID 的相关信息。

	螺栓类型	性能等级	扭矩	张力	对边宽度	双极螺栓紧固
			Nm	kN	mm	
	M20	10.9	450		30	X

4.2.13 H39 主法兰上的蓄能器支架 - 轮毂

检查表中包含连接件 ID 的相关信息。

	螺栓类型	性能等级	扭矩	张力	对边宽度	双极螺栓紧固
			Nm	kN	mm	
	M20	10.9	450		30	X

4.2.14 H62 A6框架 – 螺栓压力分配块

检查表中包含连接件 ID 的相关信息。

	螺栓类型	性能等级	扭矩	张力	对边宽度	双极螺栓紧固
			Nm	kN	mm	
	M16	8.8	175		24	X

4.2.15 H63 A6 - A6框架

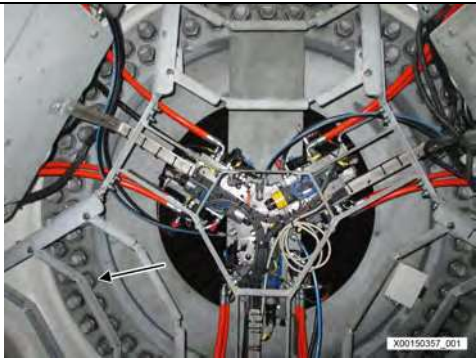
检查表中包含连接件 ID 的相关信息。

	螺栓类型	性能等级	扭矩	张力	对边宽度	双极螺栓紧固
			Nm	kN	mm	
	M12	8.8	75		18	X

4.3 机舱中的螺栓紧固 – 特定值

4.3.1 N10 轮毂 – 主轴

检查表中包含连接件 ID 的相关信息。

	螺栓类型	性能等级	扭矩	张力	对边宽度	双极螺栓紧固
			Nm	kN	mm	
	M42	10.9	4500		65	

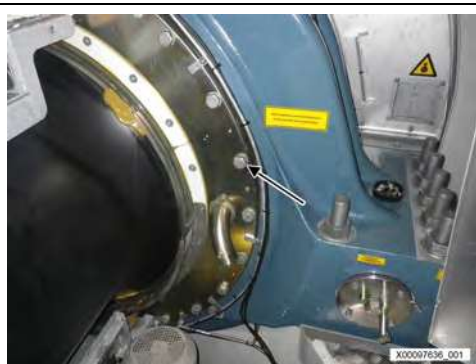
4.3.2 N20 主轴承箱 (风轮侧) – 基架

检查表中包含连接件 ID 的相关信息。

	螺栓类型	性能等级	扭矩	张力	对边宽度	双极螺栓紧固
			Nm	kN	mm	
	M48	10.9		1260	75	X

4.3.3 N21 主轴承箱 (风轮侧) – 轴承盖

检查表中包含连接件 ID 的相关信息。

	螺栓类型	性能等级	扭矩	张力	对边宽度	双极螺栓紧固
			Nm	kN	mm	
	M24	8.8	600		36	

4.3.4 N23 主轴承箱 (齿轮侧) – 基架

检查表中包含连接件 ID 的相关信息。

	螺栓类型	性能等级	扭矩	张力	对边宽度	双极螺栓紧固
			Nm	kN	mm	
	M42	10.9		960	65	X

4.3.5 N24 主轴承箱 (齿轮侧) – 轴承盖（前部）

检查表中包含连接件 ID 的相关信息。

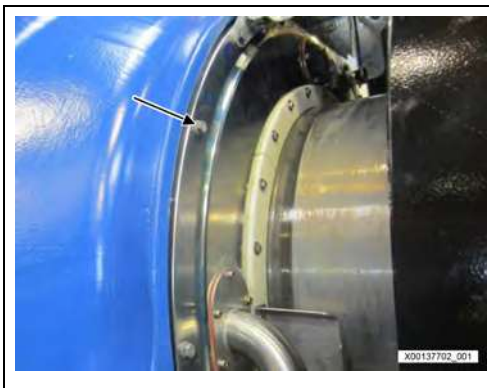
接合高速风轮锁定装置，参见接合高速风轮锁定装置（第1-61页）部分，并填写检查表 *ZCH1031600* 在传动系统/轮毂中工作的安全性。

	螺栓类型	性能等级	扭矩	张力	对边宽度	双极螺栓紧固
			Nm	kN	mm	
	M24	8.8	600		36	

4.3.6 N25 主轴承箱 (齿轮侧) – 轴承盖（后部）

检查表中包含连接件 ID 的相关信息。

接合高速风轮锁定装置，参见接合高速风轮锁定装置（第1-61页）部分，并填写检查表 *ZCH1031600* 在传动系统/轮毂中工作的安全性。

	螺栓类型	性能等级	扭矩	张力	对边宽度	双极螺栓紧固
			Nm	kN	mm	
	M12	8.8	75		18	

4.3.7 N30 变速箱支架- 基架

检查表中包含连接件 ID 的相关信息。

	螺栓类型	性能等级	扭矩	张力	对边宽度	双极螺栓紧固
			Nm	kN	mm	
	M42	10.9		960	65	X

4.3.8 N31 收缩盘 – 低速

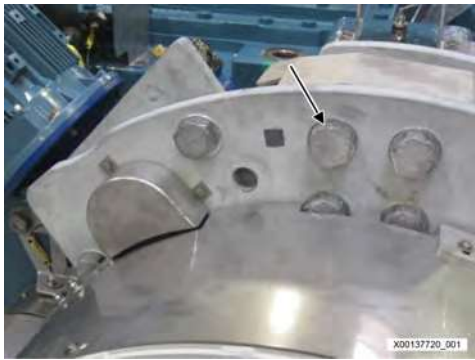
检查表中包含连接件 ID 的相关信息。

接合高速风轮锁定装置，参见接合高速风轮锁定装置（第1-61页）部分，并填写检查表 *ZCH1031600* 在传动系统/轮毂中工作的安全性。

	螺栓类型	性能等级	扭矩	张力	对边宽度	双极螺栓紧固
			Nm	kN	mm	
	M36	12.9	3100		55	

4.3.9 N40 制动钳板 –变速箱

检查表中包含连接件 ID 的相关信息。

	螺栓类型	性能等级	扭矩	张力	对边宽度	双极螺栓紧固
			Nm	kN	mm	
	M30	8.8	1150		46	X

4.3.10 N41 制动钳 - 制动钳板

检查表中包含连接件 ID 的相关信息。

	螺栓类型	性能等级	扭矩	张力	对边宽度	双极螺栓紧固
			Nm	kN	mm	
	M36	10.9	2800		55	

4.3.11 N50 收缩盘 – 高速

检查表中包含连接件 ID 的相关信息。

接合高速风轮锁定装置，参见接合高速风轮锁定装置（第1-61页）部分，并填写检查表 *ZCH1031600* 在传动系统/轮毂中工作的安全性。

	螺栓类型	性能等级	扭矩	张力	对边宽度	双极螺栓紧固
			Nm	kN	mm	
	M30	10.9	1650		46	

4.3.12 N51 联轴器 – 变速箱电动机

检查表中包含连接件 ID 的相关信息。

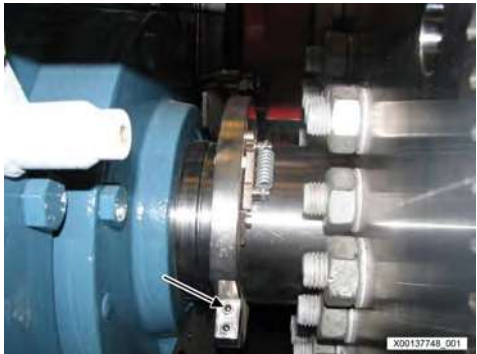
接合高速风轮锁定装置，参见接合高速风轮锁定装置（第1-61页）部分，并填写检查表 *ZCH1031600* 在传动系统/轮毂中工作的安全性。

	螺栓类型	性能等级	扭矩	张力	对边宽度	双极螺栓紧固
			Nm	kN	mm	
	M27	10.9	1070		41	

4.3.13 N53 HCU

检查表中包含连接件 ID 的相关信息。

接合高速风轮锁定装置，参见接合高速风轮锁定装置（第1-61页）部分，并填写检查表 *ZCH1031600* 在传动系统/轮毂中工作的安全性。

	螺栓类型	性能等级	扭矩	张力	对边宽度	双极螺栓紧固
			Nm	kN	mm	
	M8	不锈钢	14		Allen 6	

4.3.14 N60 基架 - 支撑条 (前部)

检查表中包含连接件 ID 的相关信息。

	螺栓类型	性能等级	扭矩	张力	对边宽度	双极螺栓紧固
			Nm	kN	mm	
	M36	10.9	2800		55	

4.3.15 N61 基架 - 支撑条 (后部)

检查表中包含连接件 ID 的相关信息。

	螺栓类型	性能等级	扭矩	张力	对边宽度	双极螺栓紧固
			Nm	kN	mm	
	M36	10.9	2800		55	

4.3.16 N62 横杆 2 - 支撑条

检查表中包含连接件 ID 的相关信息。

	螺栓类型	性能等级	扭矩	张力	对边宽度	双极螺栓紧固
			Nm	kN	mm	
	M24	10.9	800		36	

4.3.17 N63 横杆 3 - 支撑条

检查表中包含连接件 ID 的相关信息。

	螺栓类型	性能等级	扭矩	张力	对边宽度	双极螺栓紧固
			Nm	kN	mm	
	M24	10.9	800		36	

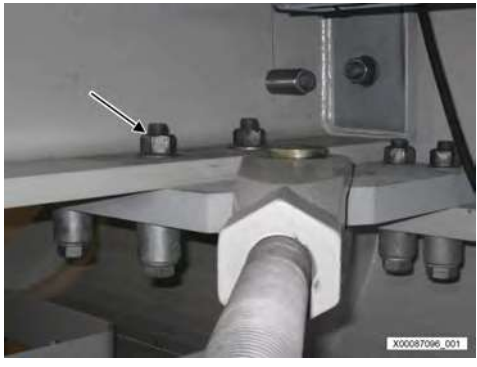
4.3.18 N64 揽风绳埋头螺母

检查表中包含连接件 ID 的相关信息。

	螺栓类型	性能等级	扭矩	张力	对边宽度	双极螺栓紧固
			Nm	kN	mm	
	M48	8.8	2000		75	

4.3.19 N65 揽风绳板 – 横杆 / 支撑条

检查表中包含连接件 ID 的相关信息。

	螺栓类型	性能等级	扭矩	张力	对边宽度	双板螺栓紧固
			Nm	kN	mm	
	M30	10.9	1650		46	

4.3.20 N66 揽风绳板 – 支撑条

检查表中包含连接件 ID 的相关信息。

	螺栓类型	性能等级	扭矩	张力	对边宽度	双板螺栓紧固
			Nm	kN	mm	
	M30	10.9	1650		46	

4.4 偏航部分中的螺栓紧固 – 特定值

4.4.1 Y10 偏航轴承 – 基架

检查表中包含连接件 ID 的相关信息。

	螺栓类型	性能等级	扭矩	张力	对边宽度	双极螺栓紧固
			Nm	kN	mm	
	M30	10.9	1400		46	X

4.4.2 Y11 偏航制动钳 - 基架

检查表中包含连接件 ID 的相关信息。

	螺栓类型	性能等级	扭矩	张力	对边宽度	双极螺栓紧固
			Nm	kN	mm	
	M36	10.9	2600		55	X

4.4.3 Y12 偏航齿轮 - 基架

检查表中包含连接件 ID 的相关信息。

	螺栓类型	性能等级	扭矩	张力	对边宽度	双极螺栓紧固
			Nm	kN	mm	
	M20	10.9	450		30	X

4.5 螺栓紧固，发电机 – 特定值

4.5.1 G10 发电机 - 发电机吊挂

检查表中包含连接件 ID 的相关信息。

	螺栓类型	性能等级	扭矩	张力	对边宽度	双极螺栓紧固
			Nm	kN	mm	
	M30	10.9	600		46	

4.5.2 G20 发电机吊挂 – 横杆

检查表中包含连接件 ID 的相关信息。

	螺栓类型	性能等级	扭矩	张力	对边宽度	双极螺栓紧固
			Nm	kN	mm	
	M20	8.8	175		30	

4.6 螺栓紧固，机舱罩 – 特定值

4.6.1 C10 基架 – 机舱罩吊挂 (前部)

检查表中包含连接件 ID 的相关信息。

	螺栓类型	性能等级	扭矩	张力	对边宽度	双极螺栓紧固
			Nm	kN	mm	
	M16	10.9	250		24	

4.6.2 C11 支撑条 – 机舱罩吊挂 (后部)

检查表中包含连接件 ID 的相关信息。

	螺栓类型	性能等级	扭矩	张力	对边宽度	双极螺栓紧固
			Nm	kN	mm	
	M20	10.9	450		30	

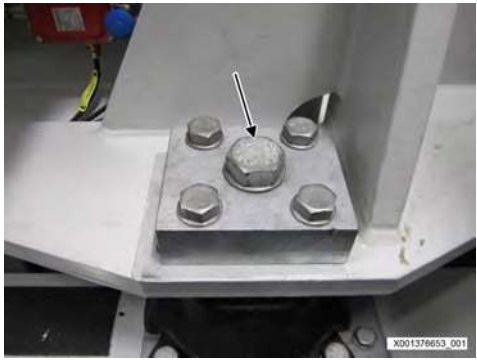
4.6.3 C12 机舱罩吊挂 – 机舱罩支架

检查表中包含连接件 ID 的相关信息。

	螺栓类型	性能等级	扭矩	张力	对边宽度	双极螺栓紧固
			Nm	kN	mm	
	M20	10.9	450		30	

4.6.4 C13 机舱罩吊挂 – 机舱罩支架（中部）

检查表中包含连接件 ID 的相关信息。

	螺栓类型	性能等级	扭矩	张力	对边宽度	双极螺栓紧固
			Nm	kN	mm	
	M30	10.9	1650		46	

4.6.5 C14 机舱罩支架 – 机舱罩

检查表中包含连接件 ID 的相关信息。

	螺栓类型	性能等级	扭矩	张力	对边宽度	双极螺栓紧固
			Nm	kN	mm	
	M20	8.8	350		30	

4.6.6 C15 直升机升降栏杆

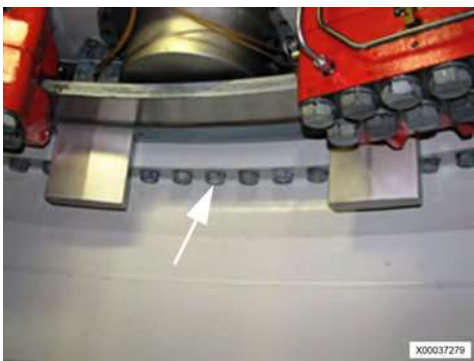
检查表中包含连接件 ID 的相关信息。

	螺栓类型	性能等级	扭矩	张力	对边宽度	双极螺栓紧固
			Nm	kN	mm	
	M16	不锈钢	125		24	

4.7 塔架中的螺栓紧固 – 特定值

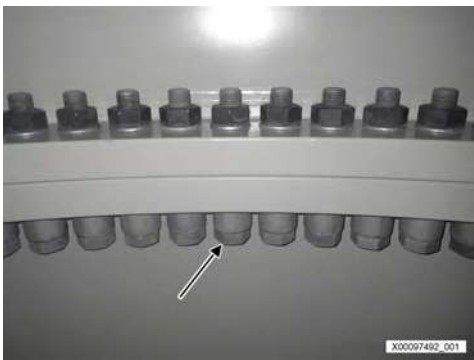
4.7.1 T10 塔架顶部法兰 – 偏航轴承

检查表中包含连接件 ID 的相关信息。

	螺栓类型	性能等级	扭矩	张力	对边宽度	双极螺栓紧固
			Nm	kN	mm	
	螺 栓 : M30	10.9	1500		46	
	柱 螺 栓 : M30	10.9	1650		46	

4.7.2 T20 塔架 – 塔架 (L-法兰)

检查表中包含连接件 ID 的相关信息。

	螺栓类型	性能等级	扭矩	张力	对边宽度	双极螺栓紧固
			Nm	kN	mm	
	M42	10.9	4500		70	
	M48	10.9	6500		80	

4.7.3 T25 塔架 – 过渡件 (L-法兰) (可选)

检查表中包含连接件 ID 的相关信息。

	螺栓类型	性能等级	扭矩	张力	对边宽度	双极螺栓紧固
			Nm	kN	mm	
	M42	10.9	4500		70	
	M48	10.9	6500		80	

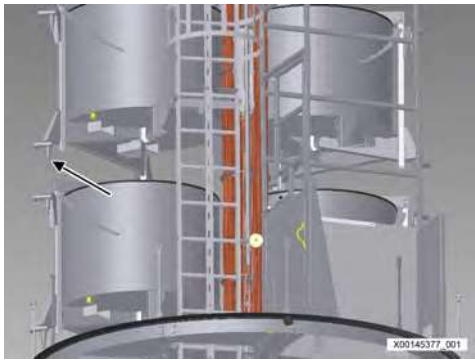
4.7.4 T30 底部法兰 – 基础 (T-法兰) (可选)

检查表中包含连接件 ID 的相关信息。

	螺栓类型	性能等级	扭矩	张力	对边宽度	双极螺栓紧固
			Nm	kN	mm	
	M42	8.8		400	65	
	M48	8.8		630	75	

4.7.5 T50 塔架减震器

检查表中包含连接件 ID 的相关信息。

	螺栓类型	性能等级	扭矩	张力	对边宽度	双极螺栓紧固
			Nm	kN	mm	
	M20	8.8	350		30	

4.7.6 T60 平台

检查表中包含连接件 ID 的相关信息。

	螺栓类型	性能等级	扭矩	张力	对边宽度	双极螺栓紧固
			Nm	kN	mm	
	M16	8.8	175		24	

4.7.7 T62 电缆夹具

检查表中包含连接件 ID 的相关信息。

	螺栓类型	性能等级	扭矩	张力	对边宽度	双极螺栓紧固
			Nm	kN	mm	
	M10	不锈钢	30		16	

4.8 配件和电气组件的扭矩值

4.8.1 液压配件的扭矩

根据具体规格润滑和扭紧液压配件。

处理齿轮/液压油时确保使用必要的安全设备。避免污物进入液压组件和变速箱轴承中。

注意			
穿戴个人防护装备			
			

保持工作区域清洁，避免污物进入配件中。当软管和配件不使用时，将它们塞住。

齿轮油法兰、配件和冷却器的扭矩：

齿轮油法兰 – 冷却器 (铝)	齿轮油法兰 (钢)	水冷却器夹
Nm	Nm	Nm
65	75	20

阀门的扭矩：

位置	G4 MkIII R14	
	对边宽度 [mm]	Nm
103	32	60
109	38	115
116	32	60
119	38	115
120	27	50
123	22	50
104	32	82
110	32	82
102	Unbraco 5 mm	15.5
130	Unbraco M5	6

注意：始终用系统中使用的相同类型的油润滑配件（润滑螺纹、锥形/轴承表面和管接螺母）。

4.8.2 配件的扭矩, BSP

注意：在组装配件之前，总是用配件中流过的相同类型的油清洁和润滑它们。润滑螺纹、锥/接触面和管接头。



(1) BSP 螺纹

阀体中 RG/BSP 配件的扭矩			
配件螺纹尺寸, RG/BSP	螺纹外径	钢制配件的紧固扭矩	铝制配件的紧固扭矩
英寸	mm	Nm	Nm
1/8	9.7	18	14.4
1/4	13.1	35	28
3/8	16.6	70	56
1/2	20.9	90	72
3/4	26.4	180	144
1	33.2	310	248
1 1/4	41.9	450	360
1 1/2	47.8	540	432
2	59.6	680	500

阀体中 RG/BSP VSTI 插塞的扭矩			
配件螺纹尺寸, RG/BSP	螺纹外径	钢制配件的紧固扭矩	铝制配件的紧固扭矩
英寸	mm	Nm	Nm
1/8	9.7	13	13
1/4	13.1	30	28
3/8	16.6	60	56
1/2	20.9	80	72
3/4	26.4	140	140

软管和配件上的 BSP 管接头的扭矩			
配件螺纹尺寸, BSP	螺纹外径	管接头的对边宽度	铝制配件的紧固扭矩
英寸	mm	mm	Nm
1/4	13.1	19	25
3/8	16.6	22	50
1/2	20.9	27	70
3/4	26.4	32	110

软管和配件上的 BSP 管接头的扭矩			
配件螺纹尺寸, BSP	螺纹外径	管接头的对边宽度	铝制配件的紧固扭矩
英寸	mm	mm	Nm
1	33.2	41	140
1 1/4	41.9	50	200
1 1/2	48	57	300

4.8.3 配件的扭矩，O 形锁

注意：在组装配件之前，总是用配件中流过的相同类型的油清洁和润滑它们。润滑螺纹、锥/接触面和管接头。



(1) O 形锁

软管、配件和管件的 O 形锁接头的扭矩			
螺纹尺寸	螺纹外径	管接头的对边宽度	紧固扭矩
英寸	mm	mm	Nm
9/16 UNF	14.3	17	20
11/16 UNF	17.5	22	50
13/16 UNF	20.7	24	65
1 UNF	25.4	30	80
1 3/16 UNF	30.2	36	115
1 7/16 UNF	36.6	41	170
1 11/16 UNF	42.7	50	250
2 UNF	50.8	60	300

4.8.4 配件的扭矩，JIC 管接头

在组装配件之前，总是用配件中流过的相同类型的油清洁和润滑它们。润滑螺纹、锥/接触面和管接头。



(1) JIC 管接头

图 4.8.4.1 JIC 管接头的紧固扭矩

软管、配件和管件的 JIC 管接头的扭矩			
螺纹尺寸	螺纹外径	管接头的对边宽度	紧固扭矩
英寸	mm	mm	Nm
7/16 JIC	11.1	14 - 17	25
9/16 JIC	14.3	19	35
3/4 JIC	19	22 - 24	55
7/8 JIC	22.2	25.4 - 27	75
1 1/16 JIC	27	32	110
1 5/16 JIC	33.3	38 - 41	175
1 7/8 JIC	47.6	55 - 60	340
2 1/4 JIC	57.1	65	380
2 1/2 JIC	63.5	75	450

不锈钢 JIC 管接头的扭矩			
螺纹尺寸	螺纹外径	管接头的对边宽度	紧固扭矩
英寸	mm	mm	Nm
3/4 JIC	19	22 - 24	60
7/8 JIC	22.2	25.4 - 27	100
1 1/16 JIC	27	32	150

4.8.5 螺栓的扭矩

阀体中螺栓（公制螺纹）的扭矩		
螺栓	钢制配件的紧固扭矩	铝制配件的紧固扭矩
8.8 和不锈钢	Nm	Nm
M4	2.9	2.3
M5	5.7	4.6
M6	9.8	7.8
M8	21	19
M10	42	38
M12	75	65
M14	100	100
M16	175	158

4.8.6 控制器中的扭矩

重要提示：当在风里发电机中工作时，请遵守 *基本的健康与安全规则*。

拉力测试

1. 拉动单根电线，检查其是否适当固定。
2. 避免过度拧紧端子螺丝。
3. 目视检查螺栓、电缆接线头和母线是否发生青变。
4. 下列扭矩适用，除非作业指导书中另有规定。

组件	螺纹	扭矩 Nm	传递 Nm
螺栓	M5	5	
螺栓/绝缘体	M6	8	
螺栓/绝缘体	M8	15	
螺栓/绝缘体	M10	32	
螺栓/绝缘体	M12	56	
螺栓	M14	86	
螺栓	M16	129	
绝缘体	M16	80	
安装板螺栓 - Eldon / Häva	M8	12	
立方形母线螺母	M10	40	
立方形母线固定器 - 螺栓	M8	20	
KG18 (铝制端子))	M10	40	
螺栓/螺栓端子 95 mm²	M10	15	
螺栓 / 螺栓 - 150 / 185 / 240 mm²	M12	20	
晶闸管 SKKT 161	M8	10	
晶闸管 SKKT 213	M8	10	
晶闸管 TT 170	M8	12	
晶闸管 SKKT 132 / 162	M6	5	
ABB SACE S3H 160 (接合板)	M8	9	
ABB SACE S4N 250 (接合板)	M8	9	
ABB SACE S5N 400 (接合板)	M10	18	6
ABB SACE S3N 630/800 (接合板)	M6	6	6
ABB SACE S7S1250/1600 (接合板)	M10	32	6
ABB SACE S7S 1250/1600 (接合板)	M12	56	6
变阻器 V15	M6	4	6
变阻器 DEHNGUARD	M6	7	
熔断器座 OFAX	M5	5	
ABB A300 - 30 接触器	M10	18	
ABB EH370 - 接地端子	M10	18	
ABB EH550 - 接地端子	M10	18	
ABB EH 1200 - 接地端子	M10	18	
ABB A9, A12 A26 接触器	M3.5	1	
ABB A26 接触器	M5	2.8	

组件	螺纹	扭矩 Nm	传递 Nm
ABB A30, A40 接触器	M8	4	
ABB A45 - A75 接触器	M8	6	
ABB A95, A110 接触器	M10	18	
Ferraz - Shawmut 熔断器座 2 P (J211056)	集成螺丝 – 不适用	2.5	
Ferraz - Shawmut 熔断器座 3 P (Z216682)	集成螺丝 – 不适用	2.5	
Schneider Compact NS100	M6	10	

电子连接件的扭矩设置放置在变频器中。

4.8.7 ABB 变流器中的紧固扭矩

组件	螺纹	扭矩 Nm	扭矩 lbf·ft
Bolt	M5	3.5	2.6
Bolt	M6	9	6.6
Bolt	M8	20	14.8
Bolt	M10	40	29.5
Bolt	M12	70	52
Bolt	M16	180	133

5 润滑

5.1 使用润滑剂的安全规则	5-2
5.2 润滑规则	5-2
5.3 抽取齿轮油样本，时间期限定义	5-3
5.4 抽取齿轮油样本	5-4
5.5 更换变速箱用油	5-10
5.6 更换偏航制动器泵站的液压油	5-11
5.7 抽取变桨和高速制动器泵站的液压油样本，时间期限定义	5-11
5.8 抽取变桨和高速制动器泵站的液压油样本	5-12
5.9 更换轮毂中以及变桨和高速制动器泵站的液压油	5-18
5.10 从主轴承中抽取润滑脂样本	5-19
5.11 流体耗材	5-24
5.11.1 更换主齿轮中的润滑剂	5-24
5.11.2 重新给主轴承加注润滑剂	5-25
5.11.3 重新给偏航轴承的滚珠加注润滑剂	5-25
5.11.4 重新给偏航轴承内环和偏航小齿轮的齿加注润滑剂	5-25
5.11.5 更换偏航齿轮中的润滑剂	5-26
5.11.6 重新给发电机轴承加注润滑剂	5-26
5.11.7 重新给叶片轴承加注润滑剂	5-26
5.11.8 润滑变桨泵中的轴承	5-27
5.11.9 更换舱门泵站中的液压油	5-27
5.11.10 更换偏航制动器泵站中的液压油	5-27
5.11.11 更换变桨系统和高速制动器泵站中的液压油	5-28
5.11.12 更换变频器的防冻液	5-28
5.12 过滤耗材	5-29
5.12.1 更换齿轮油的在线式滤油器	5-29
5.12.2 更换齿轮油的离线式滤油器	5-29
5.12.3 更换齿轮油的空气过滤器	5-29
5.12.4 更换偏航制动器泵站中的回流过滤器	5-29
5.12.5 更换偏航制动器泵站中的空气过滤器	5-30
5.12.6 更换舱门泵站中的回流过滤器	5-30
5.12.7 更换舱门泵站中的空气过滤器	5-30
5.12.8 更换变桨和高速制动器泵站中的回流过滤器	5-30
5.12.9 更换变桨和高速制动器泵站中的压力式过滤器	5-31
5.12.10 更换变桨和高速制动器泵站中的空气过滤器	5-31

5.1 使用润滑剂的安全规则

必须始终遵守关于维修和安装工作的一般安全须知，请参见 *SI545781 基本的健康与安全规则*。
在传动系统上工作或进入轮毂之前，请填写检查表 *ZCH1031600 在传动系统上/轮毂中工作的安全性*。

警告	
	在进入轮毂之前,确保高速风轮锁定装置已接合. 在传动系统上工作时,必须接合高速风轮锁定装置。 液压站上的检修阀 (252) 必须设置到“检修”位置。

警告	
	齿轮油：小心伤害眼睛！ 当在齿轮油系统上工作时,请佩戴防护镜。。

警告	
	齿轮油：小心刺激皮肤！ 当在齿轮油系统上工作时,请佩戴手套。

警告	
	液压油：小心伤害眼睛！ 当在液压系统上工作时,请佩戴防护镜。

警告	
	液压油：小心刺激皮肤！ 当在液压系统上工作时,请佩戴手套。

5.2 润滑规则

请遵守润滑规程，这非常重要。

- 小心不要让污物进入润滑剂中。
- 使用前用正确的油脂类型冲洗“易用型油脂泵”和软管。
- 不要使用油脂枪打出的第一枪油脂。
- 处理润滑剂时，根据适用的材料安全数据佩戴防护手套。
- 润滑剂含有的溶剂可能会刺激皮肤或诱发皮疹。
- 始终回收抹布、空包装等，并妥善处理。保持环境清洁。
- 对于主轴承：总是使用易用型油脂泵。清洁密封处压出的多余油脂。
- 对于叶片轴承：液压油不能进入叶片轴承。如果轮毂中的液压油发生泄漏，请根据[轮毂中适量漏油](#)（第12-4页）和[轮毂中严重漏油](#)（第12-5页）部分的指示采取预防措施。

5.3 抽取齿轮油样本，时间期限定义

运行 500 个小时后的维修

抽取齿轮油样本进行分析。如果分析结果显示需要更换齿轮油，则尽快更换。

当更换变速箱时，**对其执行一次运行 500 个小时后的维修检查。**

每年维修

抽取齿轮油样本进行分析。如果分析结果显示需要更换齿轮油，则尽快更换。

如果不分析齿轮油的质量，则必须每两年更换一次。

如有必要，随时抽取齿轮油样本进行分析（例如，发现超速或异常噪声）。

每 5 年维修一次

必须更换齿轮油。

5.4 抽取齿轮油样本

取样程序必须由两个人协作完成。

尽可能在干净的环境下抽取齿轮油样本进行分析，这非常重要。齿轮油样本中不能含有大量外来污物以免严重干扰测试结果。

如果刮风或下雨，请关闭机舱舱门和门。

佩戴无粉乙烯基手套。乙烯基手套必须是新的，且不能采用棉绒材质的包装，必须采用干净的塑料袋或类似包装材料进行包装。不要使用任何其他类型的手套，因为纺织或皮革手套中的散纤维会污染齿轮油样本。

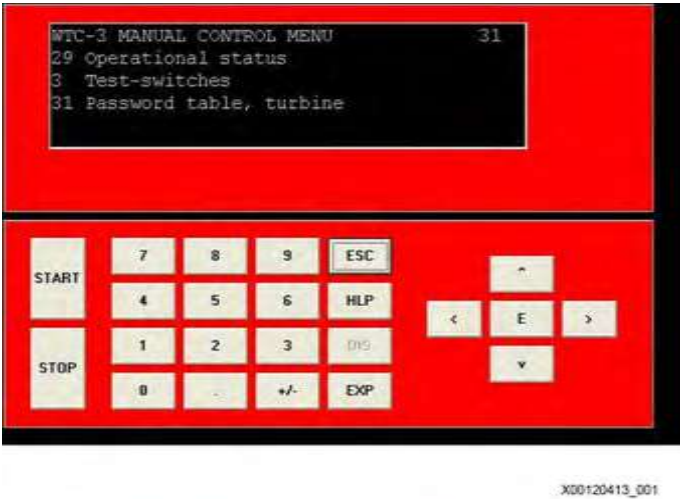
注意：所有油样本必须在 14 天内返回到取样区域。

程序：

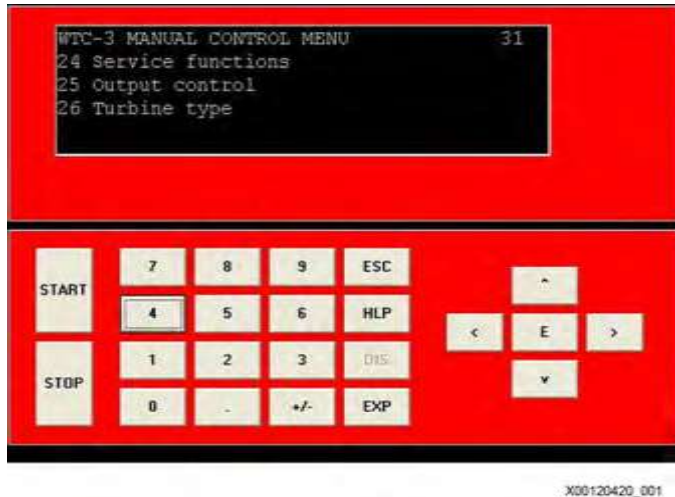
- 1 将检修阀 (252) 设置到“检修”位置，用挂锁固定，并挂上“切勿启动”（Do-not-start）标志（上锁/挂牌）。



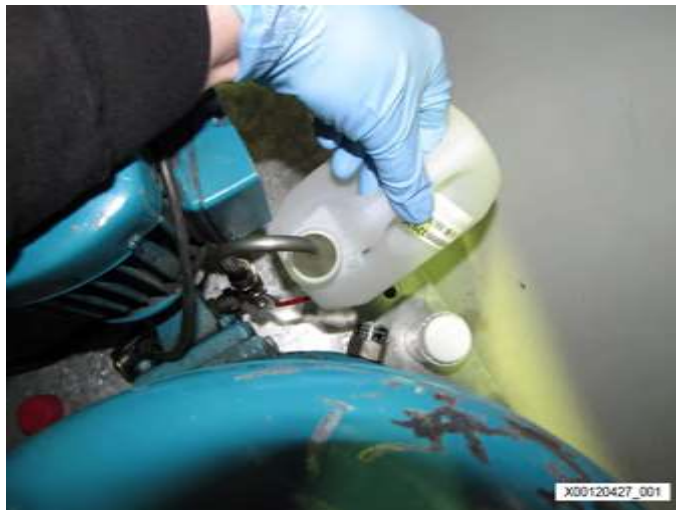
- 2 进入菜单 30 > 测试开关 9（MENU 30 > test switch 9），激活测试开关（从1切换到0）。现在可以启动和停止在线式泵和离线式泵。



- 3 进入 菜单 25 > 屏幕 3 (MENU 25 > screen 3)，激活输出 (IO2, 3 (低速)) 启动在线式泵。
按下 "." 可启动和停止在线式泵。



- 4 让在线式泵运转 10 分钟。
- 5 将干净的抹布置于离线式过滤器阀门下方吸取溢出的齿轮油。
- 6 将一个空塑料罐置于离线式过滤器阀门下方，同时保持在线式泵运转。



- 7 塑料罐中接满约两升齿轮油，在这个过程中，打开和关闭离线式过滤器阀门几次，松动并冲走阀门中的污物。然后，再接一升齿轮油，在这个过程中不需要打开和关闭离线式过滤器阀门，保持齿轮油流出，直到样本采集完毕。
- 8 仅在使用前打开取样瓶，切勿污染它。取样时，将取样瓶的瓶盖置于干净的地方。

- 9 接满取样瓶，在此过程中不要中断齿轮油从离线式过滤器阀门中流出。即在取样过程中阀门不能关闭。喷嘴边缘不能接触取样瓶或齿轮油。



- 10 取样瓶接满后，将其从喷嘴上取下，并关闭离线式过滤器阀门。
- 11 立即关闭取样瓶防止污染。
- 12 填写取样瓶的随附标签，然后再抽取更多样本。

SIEMENS		选择油样本类型			
		齿轮油	主轴承油 ☐	发电机油 ☐	液压油 ☐
取样部位名称				样本编号	
风力发电机编号		流体全称			
总共运转时间			上一次更换的时间		
组件编号			制造商		
液压油样本来自		偏航系统 ☐	HS-制动器 ☐	HS-变桨系统 ☐	轮毂 ☐
取样日期		维修 ☐	特殊 ☐	操作者姓名缩写	
备注					X00107189_001

- 12.1 选择油样本类型：勾选齿轮油。
- 12.2 取样部位名称：在风力发电机组上取样的部位名称。
- 12.3 样本编号：打印在标签上。

12.4 风力发电机编号：在风力发电机的号牌上。



风力发电机编号：号牌位于机舱顶盖上的左手侧。

12.5 流体全称：在齿轮的玻璃油位表的油标签上可以找到。



油标签位于齿轮的玻璃油位表旁边。

12.6 总共运转时间：参见手持终端。

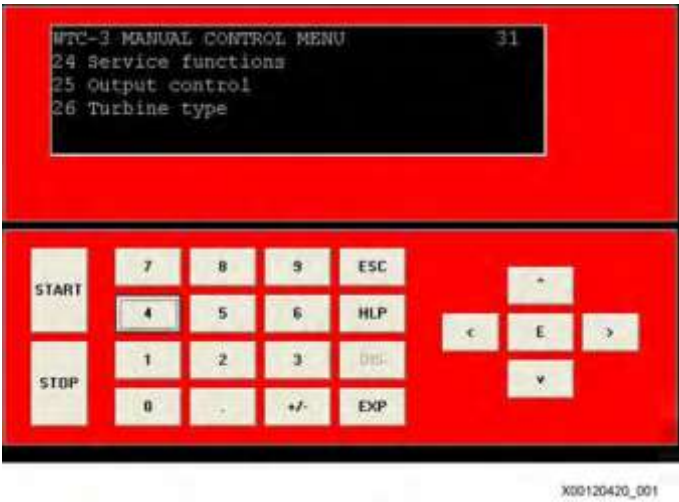
12.7 上一次更换的时间：在油标签上可以找到。

12.8 组件编号：齿轮的序列号。

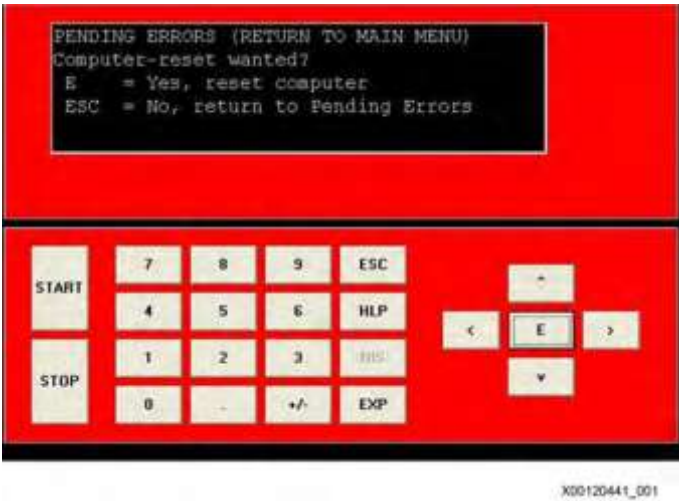


序列号位于 Winergy 齿轮的型号牌上。

- 12.9 制造商：在油标签上可以找到。
 - 12.10 液压油样本来自：不用于齿轮油样本（仅在抽取液压油样本时需要填写）。
 - 12.11 取样日期：抽取样本的日期。
 - 12.12 维修：如果油样本是在维修时抽取的，请勾选此项。
 - 12.13 特殊：如果油样本不是在维修时抽取的，请勾选此项。
 - 12.14 操作者姓名缩写：抽取油样本的人员的姓名首字母缩写。
 - 12.15 备注：填写该任务的维修单号。
- 13 将标签贴在取样瓶上。
- 14 进入**菜单 25 > 屏幕 3（MENU 25 > screen 3）**，按下"."关闭在线式泵。



- 15 按下“E”重新启动计算机。



- 16 将检修阀 (252) 设置到“运行”位置，取下挂锁和切勿启动（Do-not-start）标志。.



- 17 根据当地法规丢弃和处置冲洗阀门的齿轮油。

5.5 更换变速箱用油

程序:

- 1 抽取齿轮油样本。
- 2 清空离线式过滤器中的油，并更换元件。
- 3 从变速箱上取下在线式回油软管，再插入一个 20 升的容器（不要手动举起 20 升油），泵出变速箱中使用过的油。
- 4 启动低速在线式泵。
- 5 当泵开始吸入空气时停止在线式泵。
- 6 取下变速箱的排放塞，排出变速箱中残留的油。
- 7 拧开在线式过滤器一侧的排放螺钉，排出过滤器中的油。
- 8 如果过滤器底部有排放螺钉，那么过滤器中残留的油（约 15l）只能通过此处排出。用钻井泵排出油。
注意：不要放任何东西到过滤器中来排出残留的油。
- 9 更换在线式过滤器元件，参见 [驱动链](#) 章节中描述的程序。
- 10 估计过滤器磁体中的碎屑量，参见 [驱动链](#) 章节中描述的程序。
- 11 如果需要，更换惰行泵，参见 [驱动链](#) 章节中描述的程序。
- 12 如果需要，更换齿轮油软管，参见 [驱动链](#) 章节中描述的程序。
- 13 从变速箱盖上取下螺栓，并通过手柄抬起盖，然后向变速箱中加油。
- 14 取下冷却器上旁通阀的阀塞。
- 15 将变速箱上压力润滑装置的在线式软管插入到一个 20 升的容器上。
- 16 启动低速在线式泵，泵出 60 升油到废物容器中。（这样可以排出软管和冷却器中使用过的油。）
- 17 激活在线式泵，使其低速运行至少五分钟，同时将回油软管向下指向变速箱中的自由空气。
- 18 将压力润滑装置安装到变速箱上。
- 19 安装冷却器上旁通阀的阀塞。
- 20 激活离线式泵，使其运行至少 10 分钟，给系统排气。
- 21 变速箱和泵停止至少 10 分钟后，检查油位。
- 22 一旦风力发电机正常运转一个小时后，抽取另一个齿轮油样本。

5.6 更换偏航制动器泵站的液压油

注意：

当更换液压油时，确保所有的油都被更换。

在加注液压油之前，必须采用一个3-微米高效过滤器对其进行过滤。

西门子风力发电公司用塑料容器交付的油都已经预过滤了。

程序：

- 1 接合偏航锁定装置，请参见[接合偏航锁定装置，系统2](#)（第1-67页）部分。
- 2 打开液压槽的泄油阀，排出一半的油。
- 3 将阀门 (336) 旋转到“检修”位置。
- 4 激活阀门 (330)（释放制动器）直到阀门 (345) 的压力下降至 2 bar，然后清空所有的蓄电池。
- 5 排出偏航泵站中的所有油。
- 6 更换空气过滤器 (354) 和滤油器 (304)。
- 7 卸下端口 T 处的软管。
- 8 重新注入新的液压油（参见润滑章节）。
- 9 激活制动器三次给制动钳排气。
- 10 重新安装端口 T 处的软管。
- 11 检查油位，如有必要，继续加满。

5.7 抽取变桨和高速制动器泵站的液压油样本，时间期限定义

根据下述的时间期限抽取油样本，以此来监控液压油和液压系统的运行状态。

每年维修

每年抽取一次油样本。

抽取液压油样本进行分析。如果分析结果显示需要更换液压油，则尽快更换。

根据液压系统的情况需要，随时抽取液压油样本进行分析。

每 5 年维修一次

必须更换液压油。

5.8 抽取变桨和高速制动器泵站的液压油样本

开始前： 取样程序必须由两个人协作完成。

尽可能在干净的环境下抽取液压油样本进行分析，这非常重要。液压油样本中不能含有大量外来污物以免严重干扰测试结果。

如果刮风或下雨，请关闭机舱舱门和门。

佩戴无粉乙烯基手套。乙烯基手套必须是新的，且不能采用棉绒材质的包装，必须采用干净的塑料袋或类似包装材料进行包装。不要使用任何其他类型的手套，因为纺织或皮革手套中的散纤维会污染液压油样本。

仅抽取一个样本。

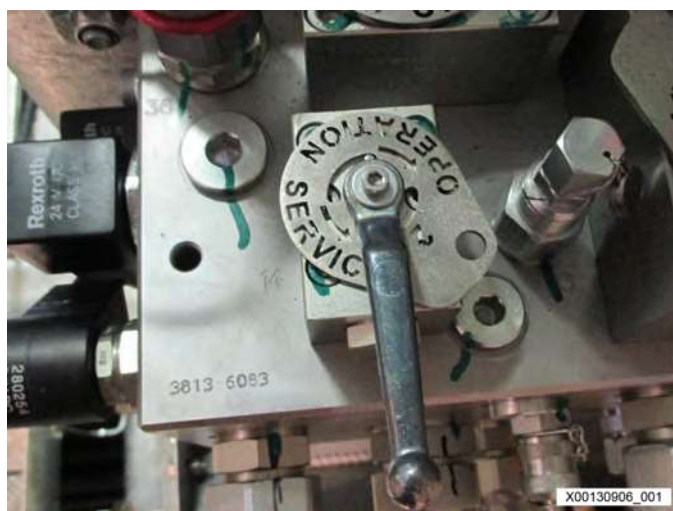
注意： 所有油样本必须在 14 天内返回到取样区域。

程序：

- 1 将检修阀 (252) 设置到“检修”位置，用挂锁固定，并挂上“切勿启动”（Do-not-start）标志（上锁/挂牌）。



- 2 将球阀 (14) 设置到“检修”位置。



- 3 将测试油阀上的流量调节螺钉设置到“0”位置。



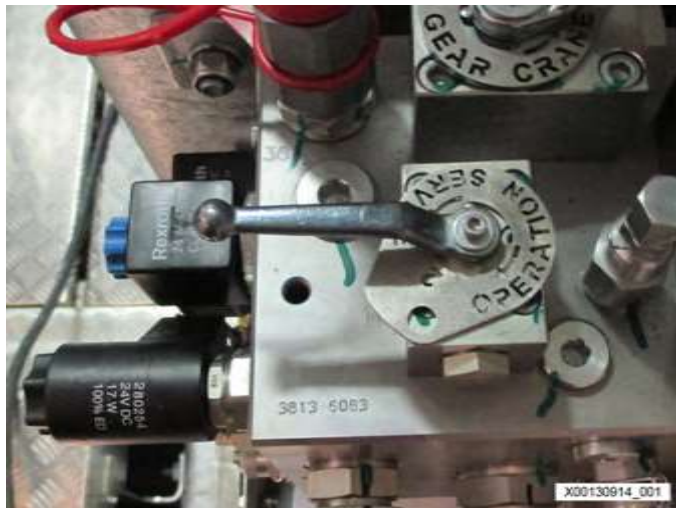
- 4 将测试油阀安装在测试嘴 (18) 上。



- 5 进入菜单 24 (MENU 24) 启动液压泵。



- 6 将球阀 (14) 设置到“运行”位置。



- 7 将软管向下连接到一个空罐中，打开测试油阀上的流量调节螺钉，直到达到所需的流量。
- 8 接大约半升液压油冲洗罐子，然后继续收集液压油。
- 9 仅在使用前打开取样瓶，切勿污染它。取样时，将取样瓶的瓶盖置于干净的地方。
- 10 接满取样瓶，在此过程中不要中断液压油从测试油阀中流出。即在取样过程中阀门不能关闭。软管外侧不能接触取样瓶或液压油。



- 11 取样瓶接满后，将其从软管上取下，再关闭测试油阀上的调节螺钉。
- 12 进入菜单 24 (MENU 24) 关闭液压泵。
- 13 立即关闭取样瓶防止污染。

14 填写取样瓶的随附标签，然后再抽取更多样本。

SIEMENS		选择油样本类型							
齿轮油		主轴承油 ☐		发电机油 ☐		液压油 ☐			
取样部位名称					样本编号				
风力发电机编号			流体全称						
总共运转时间			上一次更换的时间						
组件编号			制造商						
液压油样本来自		偏航系统 ☐		HS-制动器 ☐		HS-变桨系统 ☐		轮毂 ☐	
取样日期			维修 ☐		特殊 ☐		操作者姓名缩写		
备注								X00107189_001	

- 14.1 选择油样本类型：勾选液压油。
- 14.2 取样部位名称：在风力发电机组上取样的部位名称。
- 14.3 样本编号：打印在标签上。
- 14.4 风力发电机编号：在风力发电机的号牌上。



风力发电机编号：号牌位于机舱顶盖上的左手侧。

14.5 流体全称：在泵站的油标签上可以找到。



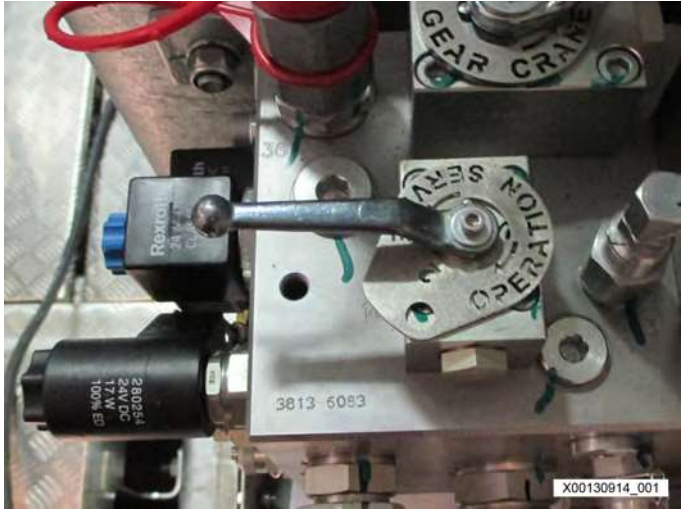
油标签位于泵站的泵体或泵槽上。

- 14.6 总共运转时间：参见手持终端。
- 14.7 上一次更换的时间：当抽取液压油样本时不用填写此项。
- 14.8 组件编号 泵站的序列号，在泵站或变桨汽缸上。



- 14.9 制造商：在油标签上可以找到。
 - 14.10 液压油样本来自：在方框中勾选抽取液压油的位置。
 - 14.11 取样日期：抽取样本的日期。
 - 14.12 维修：如果油样本是在计划的维修中抽取的，请勾选此项。
 - 14.13 特殊：如果油样本不是在计划的维修中抽取的，请勾选此项。
 - 14.14 操作者姓名缩写：抽取油样本的人员的姓名首字母缩写。
 - 14.15 备注：填写该任务的维修单号。
- 15 将标签贴在取样瓶上。

- 16 将球阀 (14) 设置到“检修”位置，取下测试油阀，再将球阀 (14) 设置到“运行”位置。



- 17 将检修阀 (252) 设置到“运行”位置，取下挂锁和切勿启动（Do-not-start）标志。.



- 18 根据当地法规丢弃和处置冲洗阀门的液压油。

5.9 更换轮毂中以及变桨和高速制动器泵站的液压油

当更换液压油时，确保所有的油都被更换。

在加注液压油之前，必须采用一个3-微米高效过滤器对其进行过滤。

西门子风力发电公司用塑料容器交付的油都已经预过滤了。

程序：

- 1 将所有三个叶片变桨到停止位置，使风力发电机停止运转，然后安装风轮锁定装置和所有三个桨距锁定装置。
- 2 取下所有三个叶片上阀门 (103)、(116) 和 (120) 的阀塞。
- 3 将球阀 (27) 旋转到“检修”位置。
- 4 打开液压槽的泄油阀，排出一半的油。
- 5 将所有三个叶片上的球阀 (117) 旋转到“检修”位置，清空所有三个蓄电池。每清空一个蓄电池后，都要检查油槽中的油位。如果油槽中有油，排出油至最低标记位置。
- 6 取下变桨泵站上的液位传感器，但塞上插塞。将浮标放置在不会导致发生传感器错误的位置。
- 7 排出变桨泵站中的所有油。
- 8 更换各种过滤器。
- 9 将所有三个叶片上的球阀 (117) 旋回到“运行”位置。
- 10 取下连接旋转接头和管道的回油软管，变桨泵站连接在此管道上。
- 11 通过回油软管重新注入新的液压油（参见润滑章节）。
- 12 安装阀门 (103)、(116) 和 (120) 的阀塞。
- 13 在**菜单 24 (MENU 24)** 中将一个叶片的桨距角设置到 5°，使其变桨到运转位置。通过这种方式，气缸中的液压油被排出到已移除的回油软管中。
- 14 将该叶片重新变桨到停止位置。对其余两个叶片执行同样的程序。
- 15 当所有三个气缸已变桨到运转位置并重新回到停止位置后，将回油软管重新安装到管道上。
- 16 检查轮毂中所有三个蓄电池的压力，然后取下桨距锁定装置。
- 17 检查变桨泵站的油位是否介于观察镜的最低标记和最高标记之间。
- 18 重新安装油槽的液位传感器。
- 19 激活制动器三次给制动钳排气。

5.10 从主轴承中抽取润滑脂样本

注意：所有润滑脂样本必须在 14 天内返回到取样区域。

程序：

- 1 接合高速风轮锁定装置，参见接合高速风轮锁定装置（第1-61页）部分，并填写检查表 *ZCH1031600 在传动系统/轮毂中工作的安全性*。



前轴承
后轴承

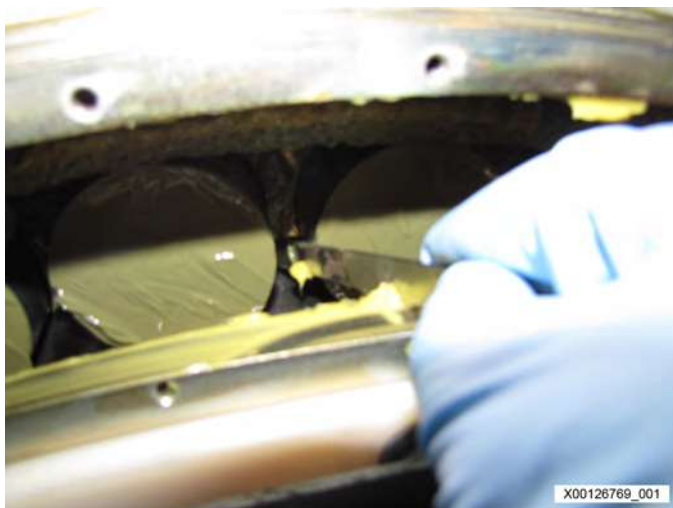
- 2 取下轴承箱尾侧和变速箱之间的保护罩。
- 3 仅在使用前打开润滑脂测试管，切勿污染它。取样时，将润滑脂测试管的瓶盖置于干净的地方。
- 4 选项1：通过检查孔抽取润滑脂样本。



前轴承盖上的小盖。

- 4.1 取下前轴承盖上的小盖。

- 4.2 使用一个干净的测隙规采集主轴承滚子之间的润滑脂样本。完全装满润滑脂测试管。



- 4.3 重新安装前轴承盖上的小盖。

- 5 选项2: 如果通过检查孔采集的润滑脂量不能装满润滑脂测试管, 则可通过润滑脂逃逸孔抽取润滑脂样本。

- 5.1 打开润滑脂逃逸最多一侧的润滑脂逃逸孔。

- 5.2 使用一个干净的测隙规采集主轴承滚子之间的润滑脂样本。完全装满润滑脂测试管。



- 5.3 重新安装润滑脂逃逸孔。

- 6 选项3: 通过底部检查孔抽取润滑脂样本。

- 6.1 取下滴油盘。

- 6.2 取下底部检查孔的盖。

- 6.3 使用一个干净的测隙规采集主轴承滚子之间的润滑脂样本。完全装满润滑脂测试管。



- 6.4 重新安装底部检查孔的盖。

- 6.5 重新安装滴油盘。

- 7 立即关闭润滑脂测试管防止污染。



8 填写润滑脂样本的随附标签，然后再抽取更多样本。

SIEMENS		润滑脂	
取样部位名称		样本编号	
风力发电机编号		流体全称	
总共运转时间		上一次更换的时间	
润滑脂来自	叶片 ☐	主轴承 ☐	发电机 ☐ 偏航 ☐
分位置	A ☐	风轮侧前部 ☐	传动端 ☐ 轴承 ☐ 无传动端 ☐ 轮齿 ☐
	B ☐	风轮侧后部 ☐	
	C ☐	是否为双轴承风机 ☐	
		变速箱侧前部 ☐	
取样日期		维修 ☐ 特殊 ☐	操作者姓名缩写
备注		X00126759_001	

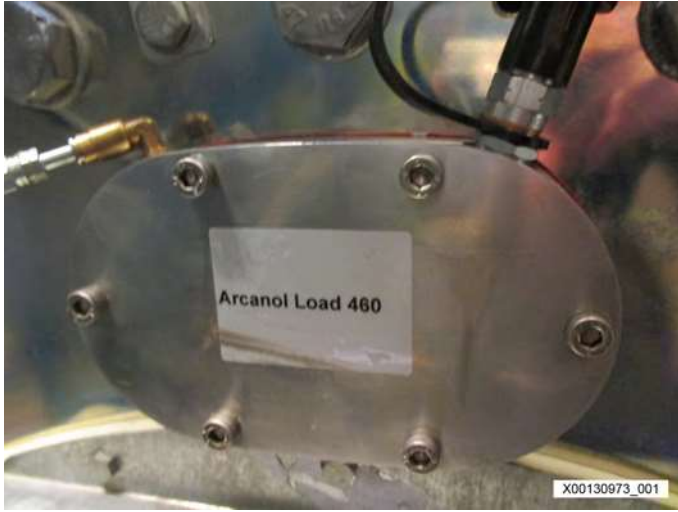
- 8.1 取样部位名称：在风力发电机组上取样的部位名称。
- 8.2 样本编号：打印在标签上。
- 8.3 风力发电机编号：在风力发电机的号牌上。

风力发电机编号：号牌位于机舱顶盖上的左手侧。



8.4 润滑脂全称：在主轴承箱上的润滑脂标签上可以找到。

润滑脂标签位于主轴承箱上

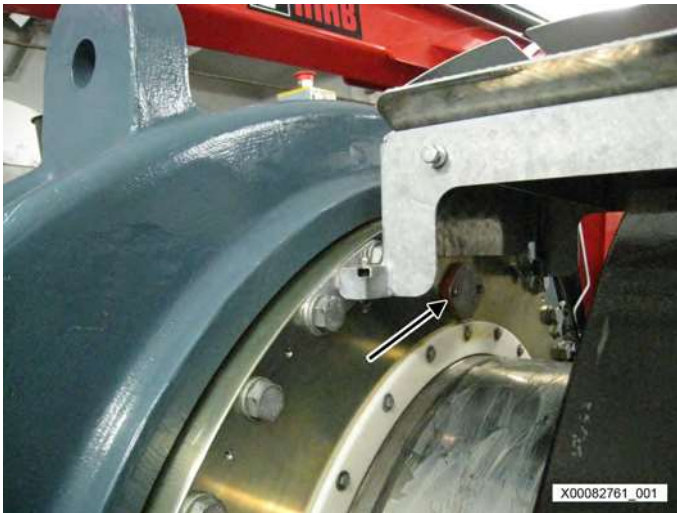


- 8.5 总共运转时间：参见手持终端。
- 8.6 上一次更换的时间：不必填写。
- 8.7 润滑脂来自：勾选主轴承。
- 8.8 分位置：勾选风轮侧后部和变速箱侧后部。
- 8.9 取样日期：：抽取样本的日期。
- 8.10 维修：如果润滑脂样本是在维修时抽取的，请勾选此项。
- 8.11 特殊：如果润滑脂样本不是在维修时抽取的，请勾选此项。
- 8.12 操作者姓名缩写：抽取润滑脂样本的人员的姓名首字母缩写。
- 8.13 备注：填写该任务的维修单号。

9 将标签贴在润滑脂样本测试管上。



10 对后轴承重复同样的程序。



后轴承盖上的小盖。

- 11 重新安装轴承箱尾侧和变速箱之间的保护罩。
- 12 取下高速风轮锁定装置。

5.11 流体耗材

5.11.1 更换主齿轮中的润滑剂

重要提示：仅使用下面指定的润滑剂。

主齿轮	
交付的润滑剂	Castrol Optigear Synthetic X VG 320
第一次更换间隔时间	运转 500 个小时后抽取齿轮油样本进行分析。根据分析结果采取进一步的行动。
定期更换间隔时间	- 每年一次抽取齿轮油样本进行分析。根据分析结果采取进一步的行动。 - 如果不分析齿轮油的质量，则必须每两年更换一次。 - 齿轮油必须每五年更换一次。
润滑剂	Castrol Optigear Synthetic X VG 320
数量	- 主齿轮：约 450 升。 - 系统总共：约 700 升。
备注	- 润滑的目的是为了防止金属表面之间互相直接接触。接触表面之间必须产生一层油膜。润滑油还可以作为导热体，传递出金属表面的热量。 - 油位低于主轴密封件。这些密封件是迷宫式密封件，类似于变速箱中使用的其他密封件。齿轮采用压力润滑。 - 变速箱没有得到适当润滑的第一个迹象是它变得很热。这可能是润滑油太少、太多或质量太差造成的。 - 为了维持足够的润滑，请遵守下列几点，这很重要： - 油位必须正确，即油位应位于玻璃油位表中的标记处 - 重要提示：风力发电机停止运转 15 分钟之后检查油位，便于润滑油回流到油槽中。 - 润滑油的质量，即润滑的能力，必须是最佳的。定期取样分析，控制润滑油的质量。

5.11.2 重新给主轴承加注润滑剂

重要提示：仅使用下面指定的润滑剂。

主轴承，带中央润滑系统	
交付的润滑剂	FAG Load 460
第一次更换间隔时间	运行一年以后 重要提示：所有样本必须在 14 天内返回到取样区域。
定期更换间隔时间	- 每年 - 每年一次抽取主轴承的润滑脂样本 重要提示：所有样本必须在 14 天内返回到取样区域。
润滑剂	FAG Load 460
数量	约 21 kg
备注	- 始终先润滑主轴承，再使用迷宫式密封件。 - 清空滑脂盘。 - 通过润滑装置底部的快速接头向容器中添加润滑脂。 - 不要从润滑装置顶部添加润滑脂，有引入污物的风险。 - 当加入新的润滑脂时必须使用易用型油脂泵。

5.11.3 重新给偏航轴承的滚珠加注润滑剂

重要提示：仅使用下面指定的润滑剂。

偏航轴承的滚珠	
润滑点	偏航轴承，带中央润滑系统
交付的润滑剂	Shell Rhodina BBZ
第一次更换间隔时间	运行一年以后
定期更换间隔时间	每年
润滑剂	Shell Rhodina BBZ
数量	约 1.6 kg
备注	- 检查确认系统没有过量使用润滑脂！ - 当加入新的润滑脂时必须使用易用型油脂泵。

5.11.4 重新给偏航轴承内环和偏航小齿轮的齿加注润滑剂

重要提示：仅使用下面指定的润滑剂。

偏航轴承内齿环和偏航小齿轮	
润滑点	偏航轴承内环上的齿和偏航小齿轮，带中央润滑系统
交付的润滑剂	OPTIMOL OPTIPIT
第一次更换间隔时间	运行一年以后
定期更换间隔时间	每年
润滑剂	OPTIMOL OPTIPIT
数量	约 2.7 kg
备注	- 检查确认系统没有过量使用润滑脂！ - 当加入新的润滑脂时必须使用易用型油脂泵。 小心：不要添加过多的润滑脂。

5.11.5 更换偏航齿轮中的润滑剂

重要提示：仅使用下面指定的润滑剂。

偏航齿轮	
润滑点	• 偏航齿轮
交付的润滑剂	• Castrol Optigear Synthetic X VG 320
第一次更换间隔时间	• 运行五年后必须更换润滑油。
定期更换间隔时间	• 润滑油必须每五年更换一次。
润滑剂	• Castrol Optigear Synthetic X VG 320
数量	• 每个偏航齿轮约 13.4 升
备注	• 更换偏航齿轮润滑油后，检查油位是否正确（位于玻璃油位表的最低和最高油位刻度之间）。 • 每次维修时都要检查油位。

5.11.6 重新给发电机轴承加注润滑剂

重要提示：仅使用下面指定的润滑剂。

发电机轴承	
润滑点	• 发电机轴承，带中央润滑系统
交付的润滑剂	• KLÜBER PLEX BEM 41-132
第一次更换间隔时间	• 运行一年以后
定期更换间隔时间	• 每年
润滑剂	• KLÜBER PLEX BEM 41-132
数量	• 约 3.9 kg
备注	• 清除排放管中的多余润滑脂。 • 清除发电机（前部和后部）下面的多余润滑脂。 • 监听轴承中是否有异常噪声。 • 清除发电机排放管和机舱中溢出的润滑脂。 • 当加入新的润滑脂时必须使用易用型油脂泵。 小心：不要添加过多的润滑脂。

5.11.7 重新给叶片轴承加注润滑剂

重要提示：仅使用下面指定的润滑剂。

叶片轴承	
润滑点	• 叶片轴承，带中央润滑系统
交付的润滑剂	• Shell Rhodina BBZ
第一次更换间隔时间	• 运行一年以后
定期更换间隔时间	• 每年
润滑剂	• Shell Rhodina BBZ
数量	• 约 12.1 kg
备注	• 检查叶片轴承中的密封件是否有裂纹和污物。 • 当加入新的润滑脂时必须使用易用型油脂泵。 • 目视检查中央润滑系统中的所有软管、配件、分配快和泵设备是否有泄漏（叶片A、B 和C）。 小心：不要添加过多的润滑脂。最大添加油位参见泵上的标签所示。从动板必须位于此油位之下。

5.11.8 润滑变桨泵中的轴承

重要提示：仅使用下面指定的润滑剂。

变桨泵轴承	
润滑点	变桨泵轴承
交付的润滑剂	• Kluber BEM41-132
第一次更换间隔时间	• 运行一年以后
定期更换间隔时间	• 每年
润滑剂	• Kluber BEM41-132
数量	• 每个轴承 20 克润滑脂
备注	

5.11.9 更换舱门泵站中的液压油

重要提示：仅使用下面指定的润滑剂。

舱门泵站	
交付的润滑剂	• MOBIL DTE 13 M / Castrol Hyspin AWH-M 32
第一次更换间隔时间	• 不应更换液压油
定期更换间隔时间	• 不应更换液压油
润滑剂	• MOBIL DTE 13 M / Castrol Hyspin AWH-M 32
数量	• 约 11 升。
备注	• MOBIL DTE 13 M 和 Castrol Hyspin AWH-M 32 混合

5.11.10 更换偏航制动器泵站中的液压油

重要提示：仅使用下面指定的润滑剂。

偏航制动器泵站	
润滑点	• 偏航制动器泵站
交付的润滑剂	• MOBIL DTE 13 M / Castrol Hyspin AWH-M 32
第一次更换间隔时间	• 运行两年后更换液压油
定期更换间隔时间	• 液压油必须每两年更换一次。
润滑剂	• MOBIL DTE 13 M / Castrol Hyspin AWH-M 32
数量	• 约 16 升。
备注	• MOBIL DTE 13 M 和 Castrol Hyspin AWH-M 32 混合 注意：更换偏航制动器泵站中的液压油时，必须给偏航制动钳排气。激活偏航制动器三次即可排气。

5.11.11 更换变桨系统和高速制动器泵站中的液压油

重要提示：仅使用下面指定的润滑剂。

变桨系统和高速制动器泵站	
润滑点	• 变桨系统和高速制动器泵站
交付的润滑剂	• MOBIL DTE 13M / Castrol Hyspin AWH-M 32
第一次更换间隔时间	• 运行五年后更换液压油
定期更换间隔时间	• 齿轮油必须每五年更换一次。
润滑剂	• MOBIL DTE 13M / Castrol Hyspin AWH-M 32
数量	• 约 400 升。
备注	• MOBIL DTE 13 M 和 Castrol Hyspin AWH-M 32 混合 • 每年抽取液压油样本

5.11.12 更换变频器的防冻液

重要提示：仅使用下面指定的防冻液。

变频器的防冻液	
交付的防冻液	• 防冻液：BASF Glysantin G30
第一次更换间隔时间	• 运行七年后更换
定期更换间隔时间	• 运行七年后更换
防冻液	• 防冻液：BASF Glysantin G30
数量	• 动力装置：约 120 升。
备注	• 混合比例：一份纯防冻液加两份自来水 • 北极区域的混合比例：一份纯防冻液加一份自来水

5.12 过滤耗材

5.12.1 更换齿轮油的在线式滤油器

重要提示：仅使用下面指定的过滤器。

齿轮油过滤器	
交付的过滤器	• 在线式滤油器
第一次更换间隔时间	• 在线式滤油器 (FA3500)：运行 500 个小时后更换元件。
定期更换间隔时间	• 每年更换过滤芯。
过滤器	• 在线式滤油器
数量	• 在线式滤油器的一个过滤芯 (FA3500)。
备注	• 在检查表中注明在线式滤油器的磁体被污染的程度。

5.12.2 更换齿轮油的离线式滤油器

重要提示：仅使用下面指定的过滤器。

齿轮油过滤器	
交付的过滤器	• 离线式滤油器
第一次更换间隔时间	• 离线式滤油器 (CC Jensen)：运行一年后更换元件。
定期更换间隔时间	• 每年更换过滤芯。
过滤器	• 离线式滤油器
数量	• 离线式滤油器的两个过滤芯 (CC Jensen)。
备注	

5.12.3 更换齿轮油的空气过滤器

重要提示：仅使用下面指定的过滤器。

齿轮油过滤器	
交付的过滤器	• 空气过滤器
第一次更换间隔时间	• 空气过滤器：运行一年后更换元件。
定期更换间隔时间	• 每年更换过滤芯。
过滤器	• 空气过滤器
数量	• 空气过滤器的一个过滤芯。
备注	

5.12.4 更换偏航制动器泵站中的回流过滤器

重要提示：仅使用下面指定的过滤器。

偏航制动器泵站中的回流过滤器	
交付的过滤器	• 回流过滤器
第一次更换间隔时间	• 回流过滤器 5 μm (c)：运行一年后更换元件。
定期更换间隔时间	• 每年更换过滤芯。
过滤器	• 回流过滤器
数量	• 回流过滤器的一个过滤芯 5 μm (c)。
备注	

5.12.5 更换偏航制动器泵站中的空气过滤器

重要提示：仅使用下面指定的过滤器。

偏航制动器泵站中的空气过滤器	
交付的过滤器	• 空气过滤器
第一次更换间隔时间	• 空气过滤器 (3 µm): 运行一年后更换元件。
定期更换间隔时间	• 每年更换过滤芯。
过滤器	• 空气过滤器
数量	• 空气过滤器的一个过滤芯 (3 µm)。
备注	

5.12.6 更换舱门泵站中的回流过滤器

重要提示：仅使用下面指定的过滤器。

舱门泵站中的回流过滤器	
交付的过滤器	• 回流过滤器
第一次更换间隔时间	• 回流过滤器 15 µm (c): 不应更换元件。
定期更换间隔时间	
过滤器	• 回流过滤器
数量	• 回流过滤器的一个过滤芯 15 µm (c)。
备注	

5.12.7 更换舱门泵站中的空气过滤器

重要提示：仅使用下面指定的过滤器。

舱门泵站中的空气过滤器	
交付的过滤器	• 空气过滤器
第一次更换间隔时间	• 空气过滤器 (10 µm): 不应更换元件。
定期更换间隔时间	
过滤器	• 空气过滤器
数量	• 空气过滤器的一个过滤芯 (10 µm)。
备注	

5.12.8 更换变桨和高速制动器泵站中的回流过滤器

重要提示：仅使用下面指定的过滤器。

变桨和高速制动器泵站中的回流过滤器	
交付的过滤器	• 回流过滤器
第一次更换间隔时间	• 回流过滤器 5 µm (c): 运行一年后更换元件。
定期更换间隔时间	• 每年更换过滤芯。
过滤器	• 回流过滤器
数量	• 回流过滤器的一个过滤芯 5 µm (c)。
备注	

5.12.9 更换变桨和高速制动器泵站中的压力式过滤器

重要提示：仅使用下面指定的过滤器。

变桨和高速制动器泵站中的压力式过滤器	
交付的过滤器	• 压力式过滤器
第一次更换间隔时间	• 压力式过滤器 (25 µm)：运行一年后更换元件。
定期更换间隔时间	• 每年更换滤芯。
过滤器	• 压力式过滤器
数量	• 压力式过滤器的一个滤芯(25 µm).
备注	

5.12.10 更换变桨和高速制动器泵站中的空气过滤器

重要提示：仅使用下面指定的过滤器。

变桨和高速制动器泵站中的空气过滤器	
交付的过滤器	• 空气过滤器
第一次更换间隔时间	• 空气过滤器 (3 µm)：运行一年后更换元件。
定期更换间隔时间	• 每年更换滤芯。
过滤器	• 空气过滤器
数量	• 空气过滤器的一个滤芯 (3 µm).
备注	

6 控制器和电气装置

6.1 从事与控制器和电气装置有关的工作时应遵守的安全规则	6-2
6.2 风力发电机中的电气柜	6-3
6.3 电气装置的维修与保养	6-4
6.3.1 A12 中主断路器的检查与保养	6-4
6.3.2 检查 A12 中的变阻器和熔断器	6-22
6.3.3 更换 A21 中的 UPS 电池	6-24
6.3.4 检查 A3、A6、A18 和 A21 中的恒温器和传感器	6-35
6.3.5 检查 A28 中的恒温器和传感器	6-37
6.3.6 测试 A3 和 A21 中的剩余电流装置 (RCD) 和应急照明设备	6-39
6.3.7 更换滑环	6-40
6.4 电缆的维修与保养	6-47
6.4.1 检查发电机接线盒中的发电机电缆	6-47
6.4.2 检查 A12 中的主电源连接	6-48
6.4.3 检查塔架节点处的铝电缆组件是否损坏	6-48
6.4.4 检查动力装置的接地电缆	6-49
6.4.5 检查偏航部分中的电缆	6-49
6.5 安全系统的维修与保养	6-50
6.5.1 检查和测试紧急停止按钮	6-50
6.5.2 测试偏航部分中的安全冲击检测 (SSD) 传感器	6-51
6.5.3 测试偏航部分中的 TCM DAM-XY 传感器	6-52
6.5.4 检查和测试塔架顶部的电缆旋钮开关	6-53
6.5.5 检查高速轴上的高速离心释放装置 (HCU)	6-54
6.6 过滤器与风扇的维修与保养	6-56
6.6.1 更换控制柜 A3、A6、A18、A21 和 A28 中的过滤器	6-56
6.6.2 更换变流器柜 A12 中的进气过滤器	6-57
6.6.3 更换 A12 中变流器模块的冷却风扇	6-59
6.6.4 更换 A12 中进线柜的冷却风扇	6-61
6.6.5 更换 A12 中辅助控制柜的冷却风扇	6-64
6.6.6 更换 A12 中 LCL 过滤器柜的上部冷却风扇	6-65
6.6.7 更换 A12 中 LCL 过滤器柜的下部冷却风扇	6-66
6.7 保护系统的维修与保养	6-69
6.7.1 检查避雷装置的等电位连接	6-69
6.7.2 检查避雷系统的碳刷	6-71
6.7.3 检查偏航轴承的碳刷	6-73
6.7.4 检查 A21 中 Jomitek 雷电探测器的电池	6-74
6.7.5 更换 A21 中 Jomitek 雷电探测器的电池	6-75
6.7.6 测试烟雾探测器	6-76
6.7.7 重置最高和最低温度	6-79
6.7.8 更换 A12 中 BCU 的实时时钟电池	6-80
6.7.9 检查风向标和风速计	6-82
6.7.10 测试风向标和风速计上的加热元件	6-83
6.7.11 检查薄暮开关	6-83
6.7.12 检查航空障碍警示灯 (可选)	6-84
6.7.13 检查能见度仪 (可选)	6-84

6.1 从事与控制器和电气装置有关的工作时应遵守的安全规则

安全

必须始终遵守关于维修和安装工作的一般安全须知，请参见 *SI545781 基本的健康与安全规则*。

当在风力发电机中从事与电气装置有关的工作时，必须遵守 *风力发电机安全须知* 章节中规定的断电程序，以避免触电。

重要提示： 开关板的断电程序请参见风力发电机的控制器电路图。

用电安全意识培训

所有执行电气隔离工作的人员必须至少具有维护 (MT) 能力或同等资质（7 级），并接受最新的用电安全意识培训。

如果检测器放置在未绝缘带电部件附近，则工作区必须断电。具体的隔离程序请参见 *在西门子风力发电机中工作的技术员应遵守的基本的健康与安全规则* 以及当地的相关规定。

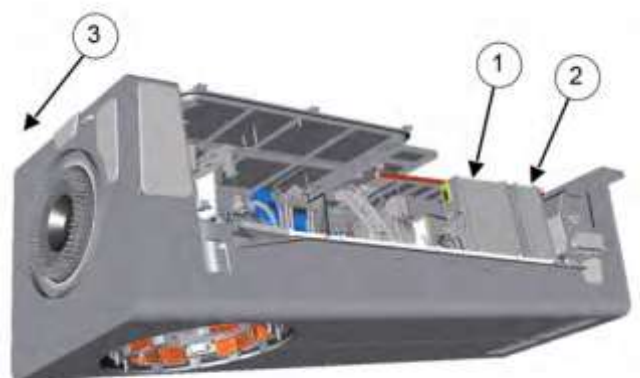
可以先拆卸安装在防护等级为 IP2X（手指安全型）的电气柜中的烟雾探测器，然后在不执行电气隔离时再重新安装（电气柜中不允许使用任何工具）。

重要提示： 移除防护等级为 IP2X 的电气柜中的任何盖子都有可能造成封装等级大大下降，因此需要执行电气隔离程序。

6.2 风力发电机中的电气柜

关于电气和控制系统的详细信息，请参考单个风力发电机随附的电路图。

确保所参考的电路图是最新版本，并遵守当地有关电气工作的要求。

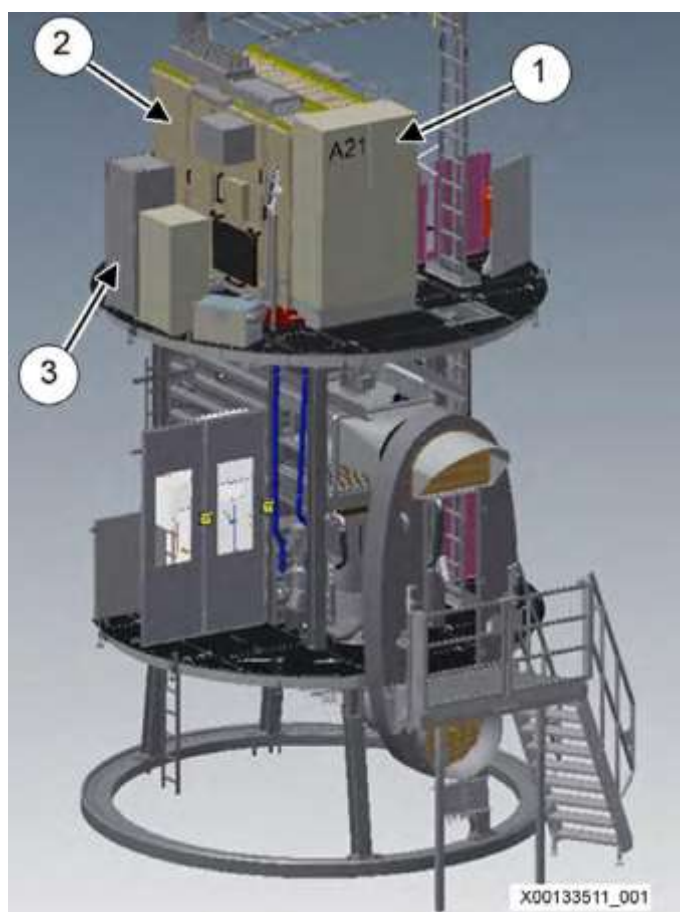


X00138347_001

(1) A3 风力发电机计算机和继电器柜

(2) A18 偏航变流器

(3) A6 轮毂控制器



X00133511_001

(1) A21 主开关板和控制器

(2) A12 变频器

(3) A28 冷却扇变频器

风力发电机中的所有电气柜都贴有标签，说明其名称。

6.3 电气装置的维修与保养

6.3.1 A12 中主断路器的检查与保养

警告小心	
	– 带电作业 根据带电作业法规和当地指令确保工作区的安全 (LOTO/AWP)。 如果工作区已被证明断电，则不再属于带电作业。

程序:

- 1 遵守断电程序，参见[如何断电](#)（第 1-77 页）部分，给含有主断路器的 A12 断电。
- 2 遵守断电程序，参见[如何断电](#)（第 1-77 页）部分，给开关柜断电。
只有具有适当资格的人才能执行该步骤。
- 3 参阅电路图，断开 A12 中的 UPS 电源 (24V)。



- 4 移除主断路器前面的盖子。



主断路器前面的盖子

- 5 将钥匙插入主断路器中，推下开关。



- (1) 钥匙
(2) 开关

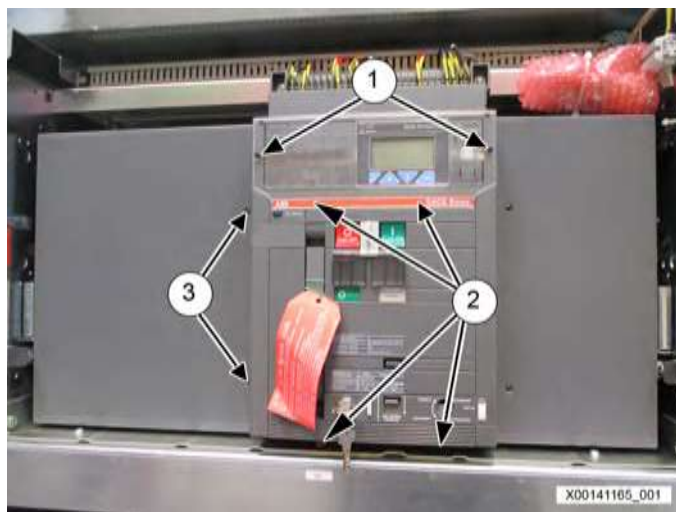
- 6 插入把手，一直逆时针转动直到其不能转动为止。



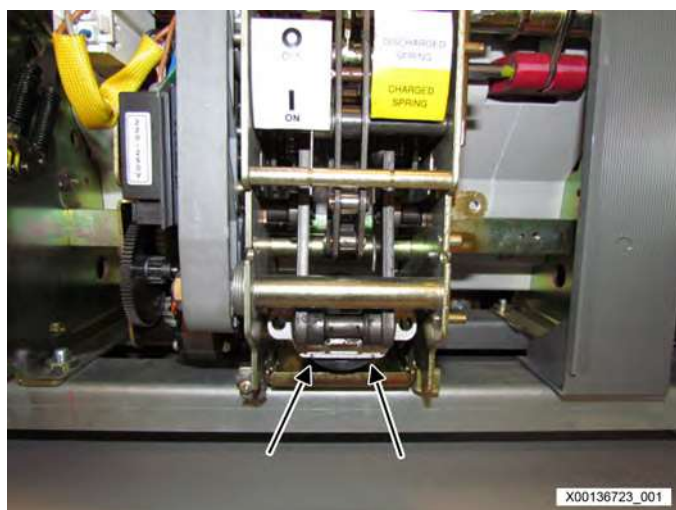
- 7 拉出主断路器至固定挡块处。



- 8 取下标有 (1) 的两个螺钉，然后小心取出 PR122 的前盖。取下标有 (2) 的四个螺钉，然后小心取出主断路器的前盖。有两个螺钉位于 PR122 盖子的下方。取下标有 (3) 的螺钉，然后取出左手侧的盖子。



- 9 释放合闸弹簧。操作时不要直接站在主断路器的前面。请保持手指和工具远离主断路器，直到弹簧被释放。



- 10 按下 YU 线圈上的按钮，确保弹簧被释放。当线圈被激活时，按下“1”（打开）按钮。一旦主断路器切断，通过按下“0”（关闭）按钮释放主断路器。



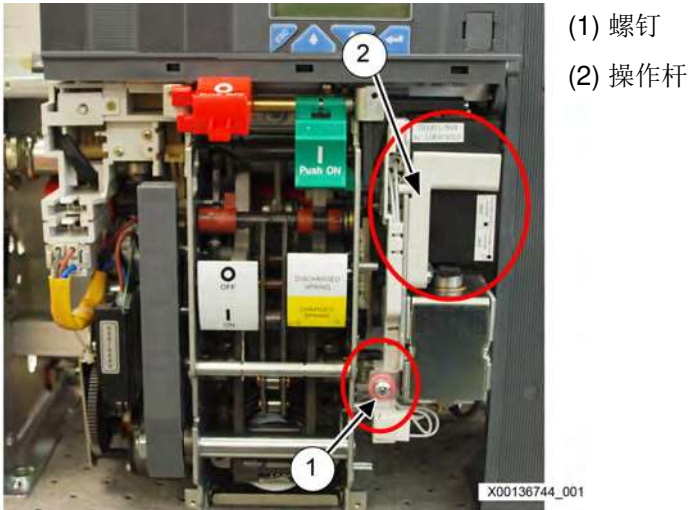
- 11 将一个标尺放置在与弹簧壳体框架齐平的位置，然后用卡尺（单位mm）测量弹簧壳体中的间隙。测量标尺和下壳体之间的距离。测量值应为 4.5 - 5 mm。记录该值。测量壳体右手侧和左手侧中的间隙。



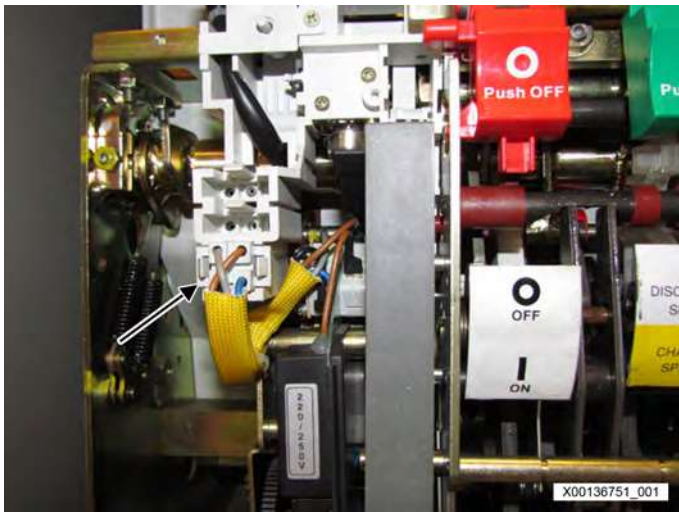
- 当壳体框架在下壳体前面时，测量值为正值。
- 当壳体框架与下壳体齐平时，测量值为 0。
- 当壳体框架在下壳体后面时，测量值为负值。

结果：如果测量值为 0 mm 或负值，记录该值并联系技术支持人员。

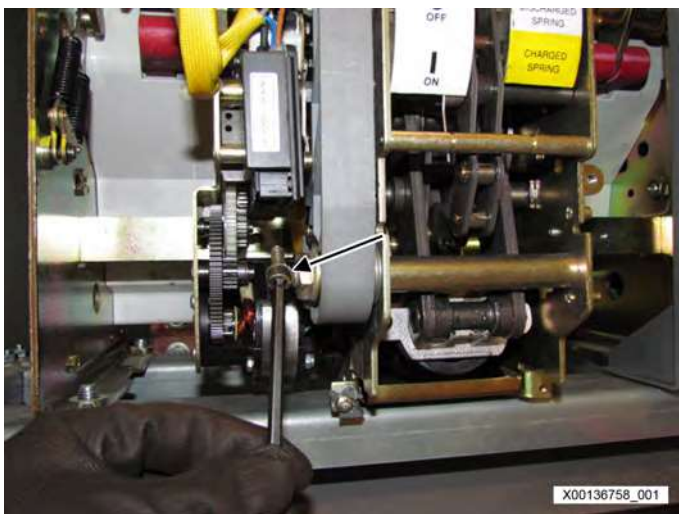
- 12 取下固定线圈的螺钉，拆除右手侧的线圈。不要掉落该螺钉。拉下操作杆，轻轻拉出线圈。



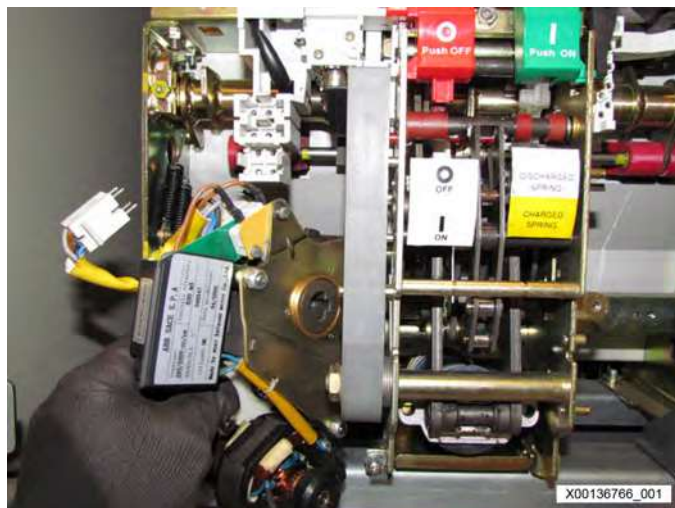
- 13 拆下电机插座。



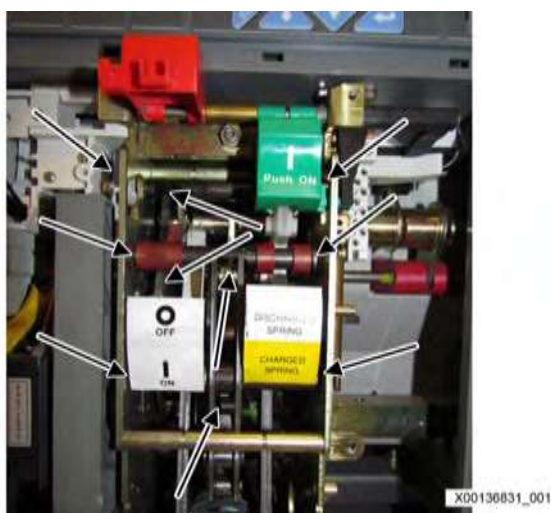
- 14 取出六角螺栓，然后拆下主断路器左手侧的电机。不要掉落垫圈和螺栓。



- 15 将电机移动到左侧，然后拉出。

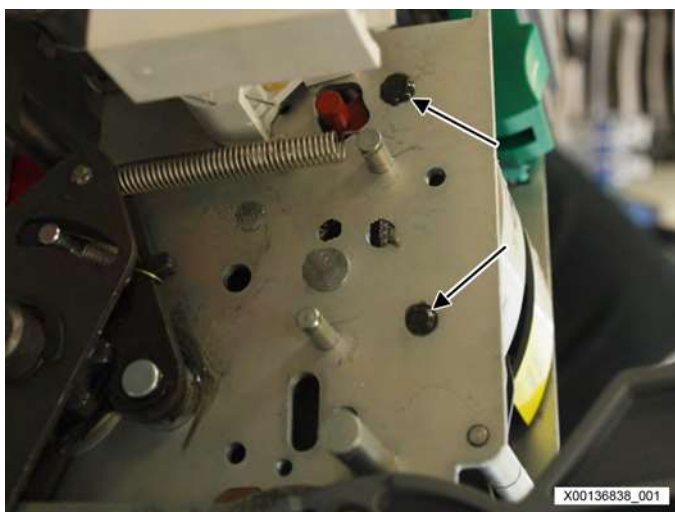


- 16 小心提起“0”（OFF）开关。清洁指示点。用刷子清除旧的油脂和污物。用清洁剂清洁所有显示部件。

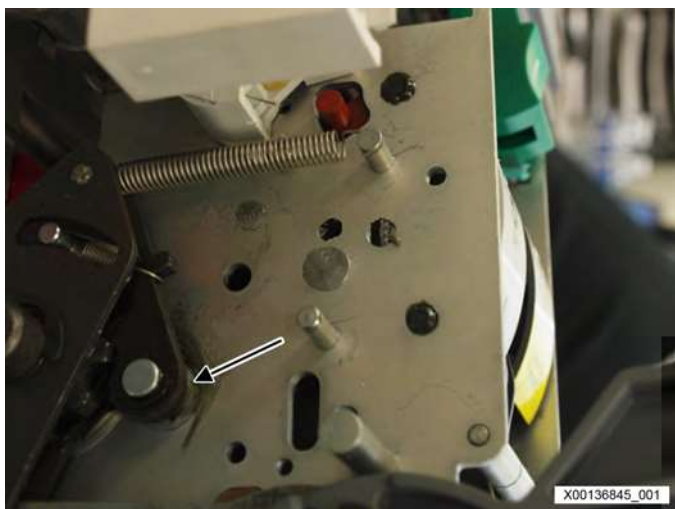


结果：当轴和钩可自由移动时说明清洁已足够。检查钩是否可立即复位。

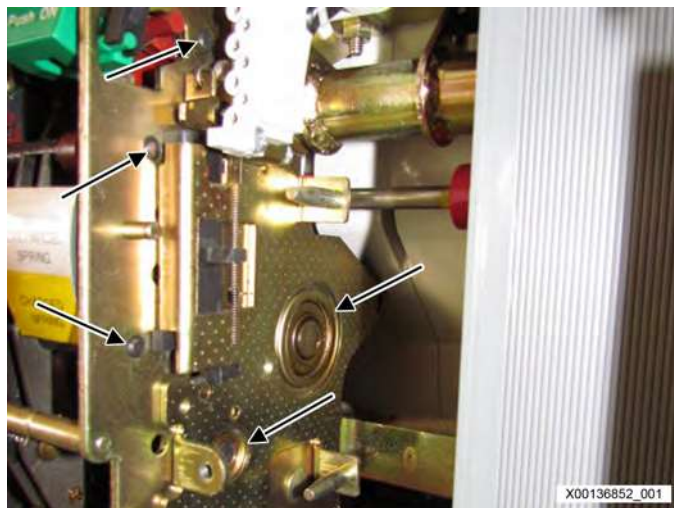
- 17 清洁弹簧壳体内外所有指示点。清洁后，滴两滴油。清理多余的油。在清洁和应用油的同时，操作所有的运动部件。使用 EXXON Mobil SHC 524 或同等类型的油。



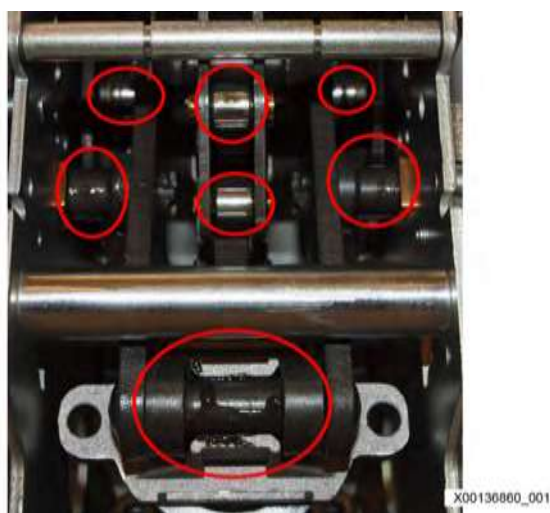
- 18 用刷子清洁所有指示点。清洁完毕后，用刷子涂抹润滑脂。在清洁和应用润滑脂的同时，操作所有的运动部件。使用 EXXON Mobil Mobilgrease 28 或同等类型的润滑脂。



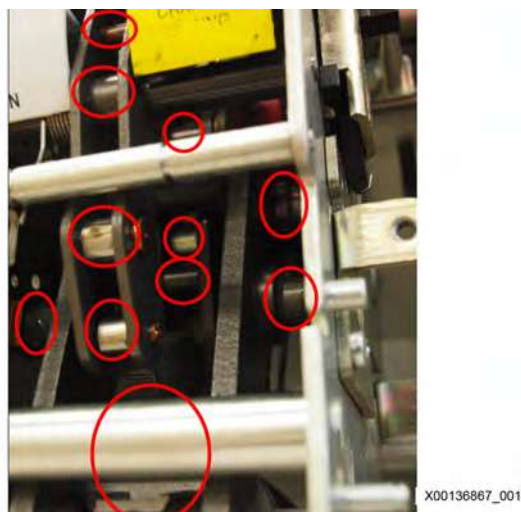
- 19 清洁所有的指示点，然后滴两滴油。清理多余的油。



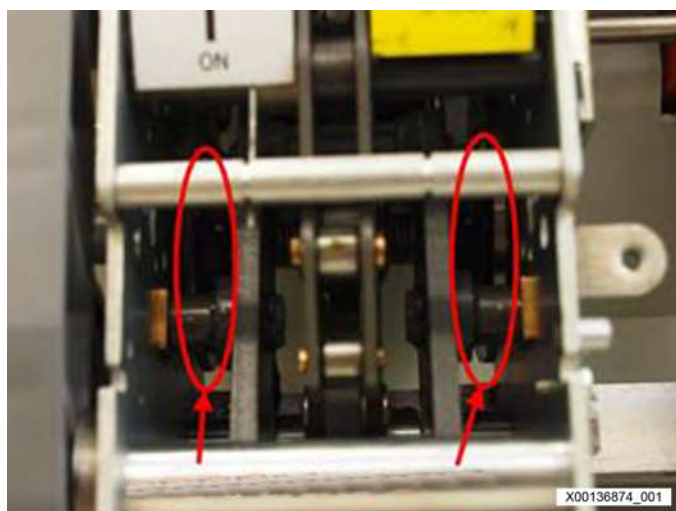
- 20 用刷子清洁所有指示点。清洁完毕后，用刷子涂抹润滑脂。在清洁和应用润滑脂的同时，操作所有的运动部件。使用 EXXON Mobil Mobilgrease 28 或同等类型的润滑脂。



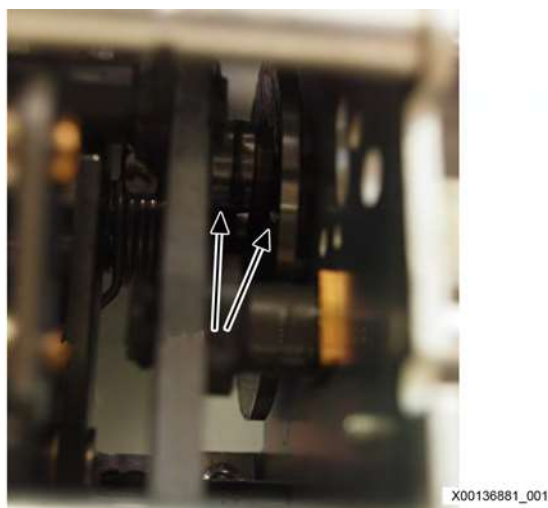
- 21 用刷子清洁所有指示点。清洁完毕后，用刷子涂抹润滑脂。在清洁和应用润滑脂的同时，操作所有的运动部件。使用 EXXON Mobil Mobilgrease28 或同等类型的润滑脂。



- 22 用刷子清洁所有指示点。清洁完毕后，用刷子涂抹润滑脂。在清洁和应用润滑脂的同时，操作所有的运动部件。使用 EXXON Mobil Mobilgrease 28 或同等类型的润滑脂。



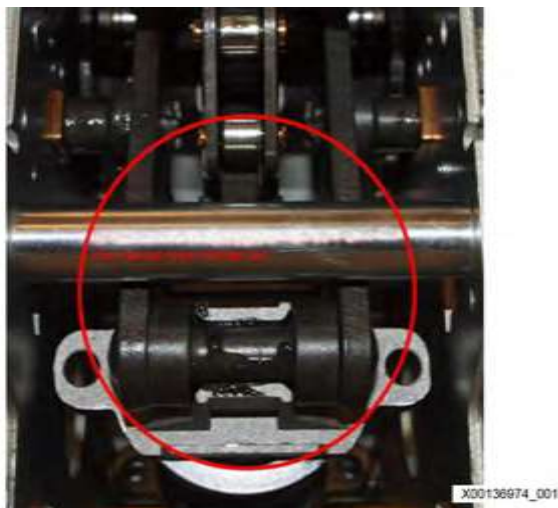
- 23 用刷子清洁所有指示点。清洁完毕后，用刷子涂抹润滑脂。在清洁和应用润滑脂的同时，操作所有的运动部件。使用 EXXON Mobil Mobilgrease 28 或同等类型的润滑脂。



- 24 用刷子清洁所有指示点。清洁完毕后，用刷子涂抹润滑脂。在清洁和应用润滑脂的同时，操作所有的运动部件。使用 EXXON Mobil Mobilgrease 28 或同等类型的润滑脂。



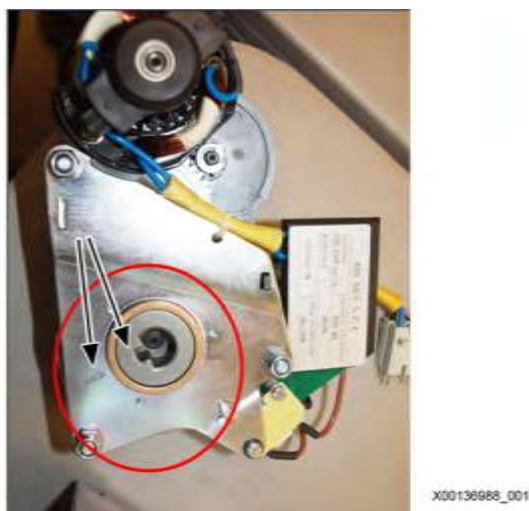
- 25 请保持手指和工具远离主断路器，直到弹簧被释放。

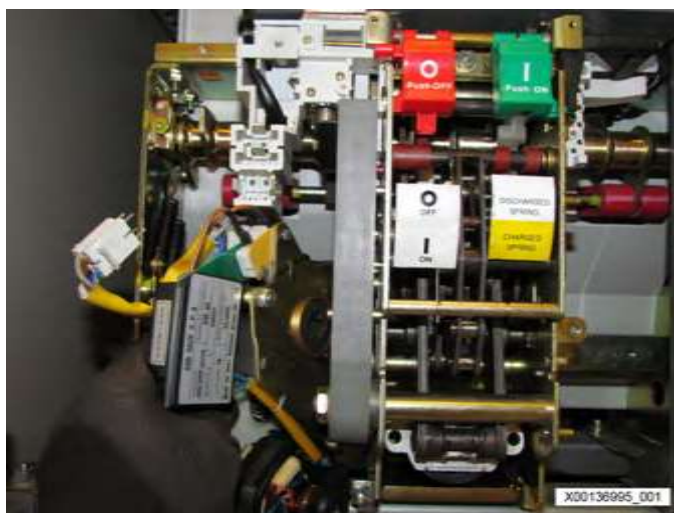


- 26 使用手动加载杆给弹簧加载，操作主断路器。通过操作 "I" (打开) 开关和 "0" (关闭) 开关，激活和解除激活主断路器四次。

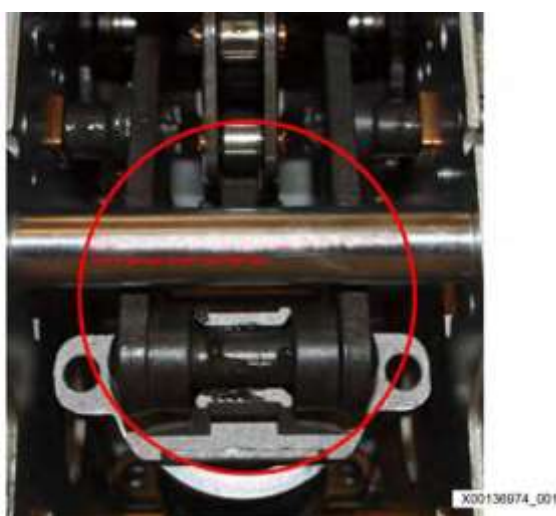


- 27 重新安装主断路器中的“电机总成”。支架上的箭头必须指向轴孔槽。安装垫圈和六角螺栓，扭矩 9 Nm。





- 28 操作时不要直接站在主断路器的前面。请保持手指和工具远离主断路器，直到弹簧被释放。



- 29 通过手动加载弹簧，对跳闸装置进行测试。



- 30 推动 "I" (打开) 开关，关闭主断路器。



- 31 将电池插回到 PR122 中。



- 32 按下 PR122 上的 "ESC" 键。



- 33 向下滚动至 **TEST**（测试）项，按下 **ENTER**（进入）键。



- 34 输入密码 0001。使用向上和向下按钮选择数字，选定每个数字后按下 **ENTER**（进入）键。



- 35 向下滚动至 **Trip Test**（跳闸测试）项。按住测试按钮，然后按下 **ENTER**（进入）键。断路器必须立即跳闸。



结果: 如果主断路器没有立即跳闸, 在继续工作之前应请求技术支持。

36 按下“跳闸复位”按钮。



37 使用手动加载杆给弹簧加载, 操作主断路器。通过操作 "I" (打开) 开关和 "0" (关闭) 开关, 激活和解除激活主断路器。



38 重新安装主断路器中的“线圈总成”。



- 39 重新安装“线圈总成”中的螺钉。



- 40 重新安装左手侧的盖子。重新安装主断路器的前盖。重新安装 PR122 的前盖 断路器必须打开，弹簧必须被释放。



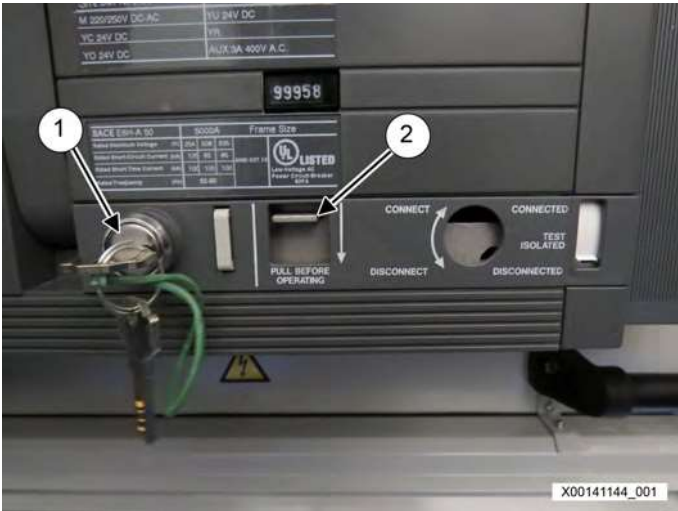
- 41 将主断路器推回原位。



42 插入把手，一直顺时针转动直到主断路器被锁定。



43 推上开关，取下钥匙。



- (1) 钥匙
- (2) 开关

44 重新安装主断路器前面的盖子。



主断路器前面的盖子

- 45 重新连接 UPS 电源 (24V)。



- 46 重新连接开关柜。
只有具有适当资格的人才能执行该步骤。
- 47 重新连接 A12。

6.3.2 检查 A12 中的变阻器和熔断器

警告小心	
	— 带电作业 根据带电作业法规和当地指令确保工作区的安全 (LOTO/AWP)。 如果工作区已被证明断电，则不再属于带电作业。

程序:

- 1 遵守断电程序，参见[如何断电](#)（第 1-77 页）部分，给 A12 断电。
- 2 拆下变阻器前面的 50 A 熔断器，采用测试仪/蜂鸣器（电阻表）进行检查。
 - 2.1 检查变阻器的正方形是否是绿色。如果是红色，说明变阻器已被雷击中。
 - 2.2 用测试仪/蜂鸣器检查熔断器 (50 A)。



变阻器的熔断器



熔断器被拆除



变阻器



检查熔断器

6.3.3 更换 A21 中的 UPS 电池

警告小心	
	– 带电作业 根据带电作业法规和当地指令确保工作区的安全 (LOTO/AWP)。 如果工作区已被证明断电，则不再属于带电作业。

程序:

- 1 断开 A21、UPS 和 UPS 电池连接。
 - 1.1 遵守断电程序，参见[如何断电](#)（第 1-77 页）部分，给含有 UPS 系统的 A12 断电。小心：带电作业。
 - 1.2 关闭 UPS。小心：带电作业。



Liepert UPS，带 EnerSys™ Genesis Purelead 电池

- 1.3 参阅电路图，断开 UPS 连接。锁定适用的断路器，挂上标签说明。小心：带电作业。



- 1.4 参阅电路图，断开 UPS 的 230V 电源。锁定适用的断路器。小心：带电作业。



- 1.5 关闭 UPS 下方的 UPS 电池开关。小心：带电作业。

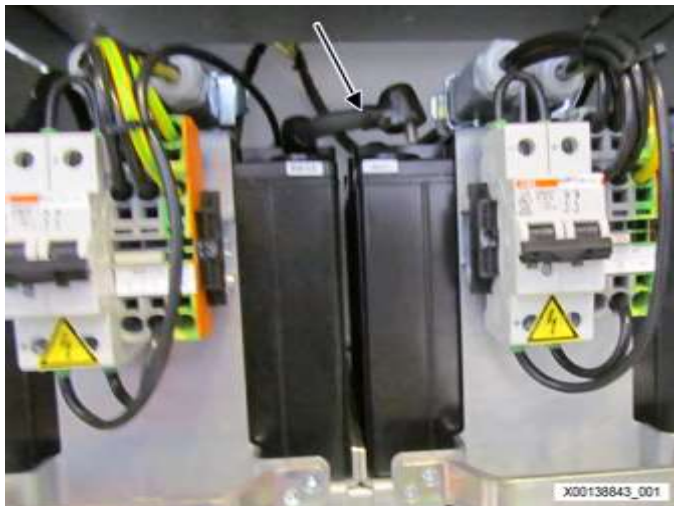


- 2 拆下 UPS 一号电池。

- 2.1 松开 UPS 电池前板上的两个螺钉。小心：带电作业。



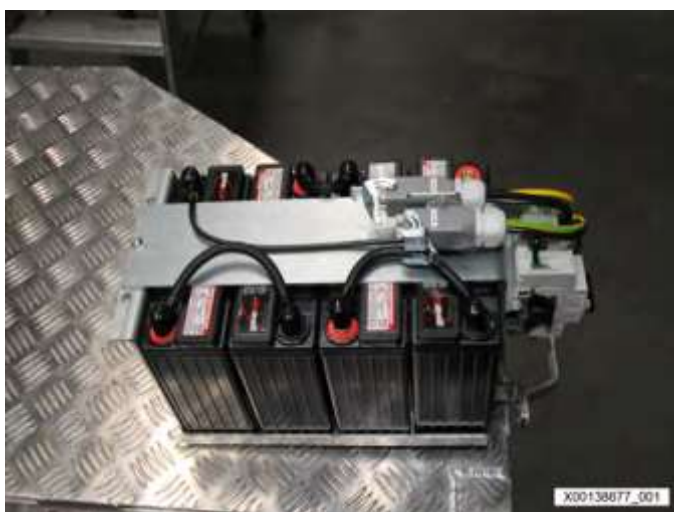
- 2.2 松开并拆除两个 UPS 电池之间的连接。小心：带电作业。



- 2.3 略微拉出 UPS 电池架，拆下 UPS 电池的插座。小心：带电作业。



- 2.4 完全拉出 UPS 电池。小心：带电作业。

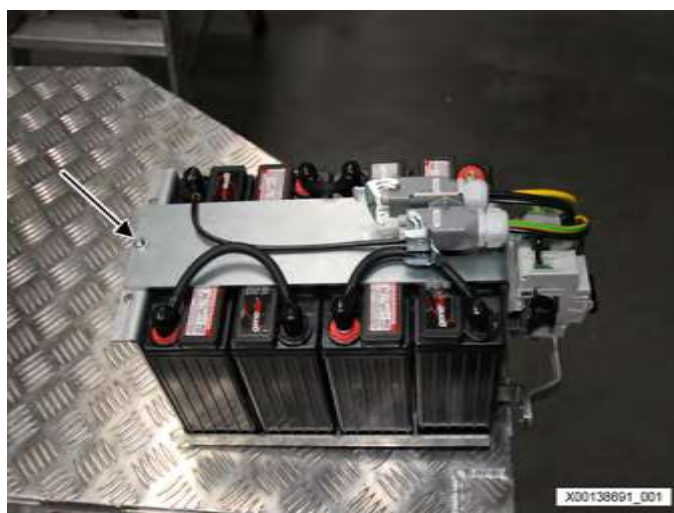


3 更换 UPS 一号电池。

3.1 松开开关支架 UPS 电池架底部的螺钉。小心：带电作业。



3.2 松开开关支架 UPS 电池架顶部的螺钉。小心：带电作业。



3.3 松开和拆除连接。小心：带电作业。



3.4 拆下开关支架。小心：带电作业。



3.5 注意如何连接，然后松开并拆除连接。



3.6 用新电池更换旧电池。小心：带电作业。

3.7 如前所述进行连接。小心：带电作业。



3.8 采用新电池顶部上规定的扭矩值实施连接。小心：带电作业。

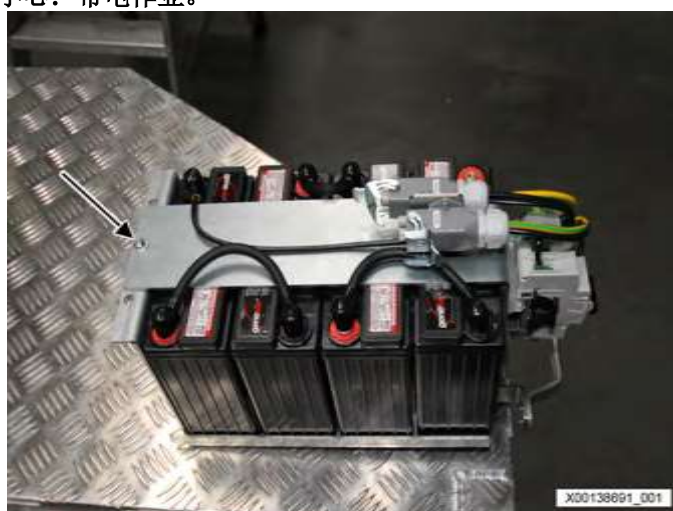


3.9 重新安装开关支架，和开关支架 UPS 电池架底部的螺钉并拧紧。小心：带电作业。



3.10 重新安装开关支架 UPS 电池架顶部的螺钉并拧紧。

小心：带电作业。

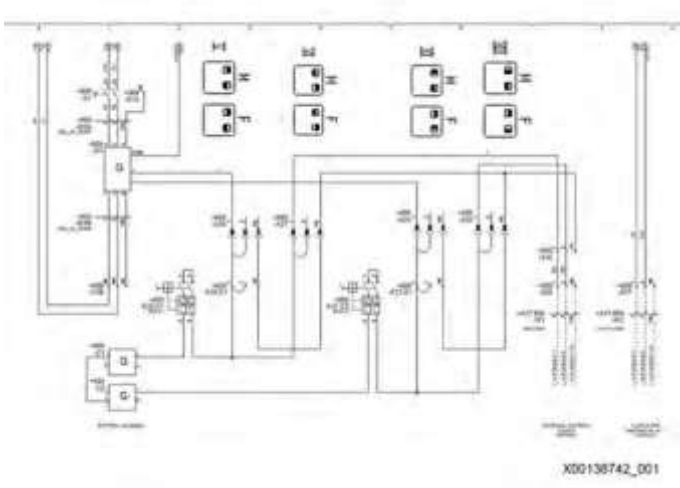


3.11 采用新电池顶部上规定的扭矩值实施连接。小心：带电作业。

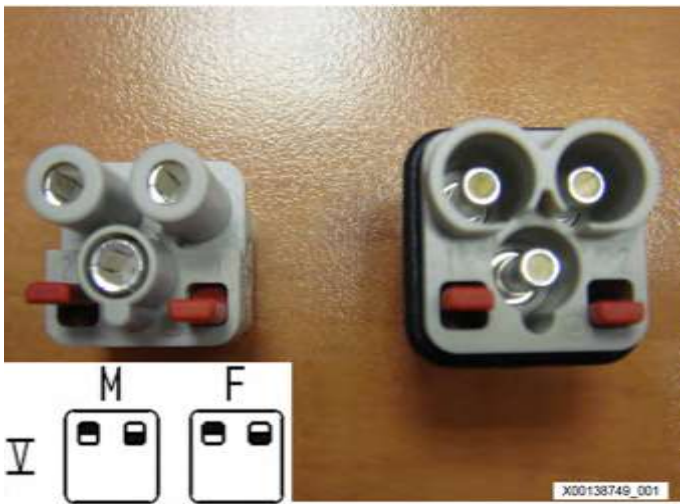


4 准备 UPS 系统的插座。

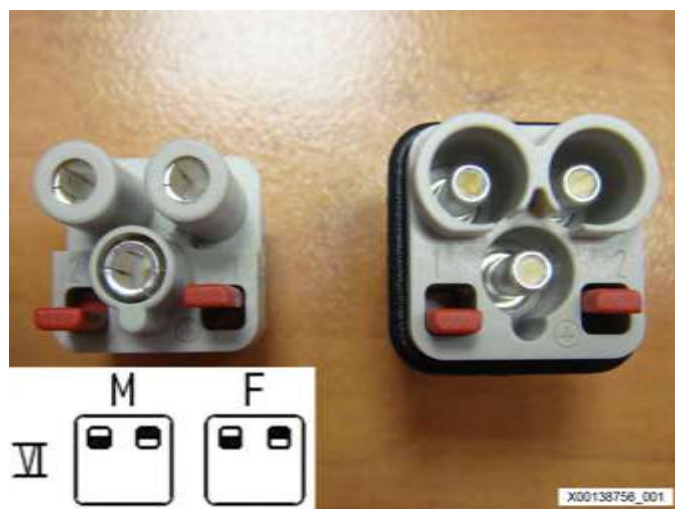
4.1 安装插座的安全销之前，参见概述确保插座是分开的。新电池中配备了安全销。



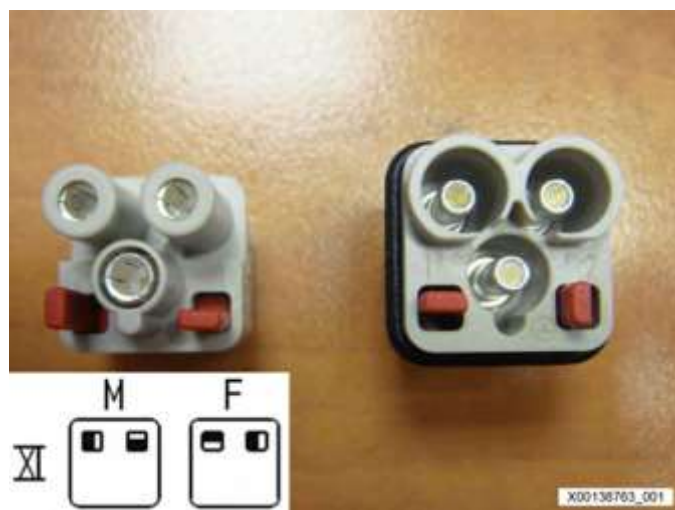
4.2 安装插座的安全销，如图所示。



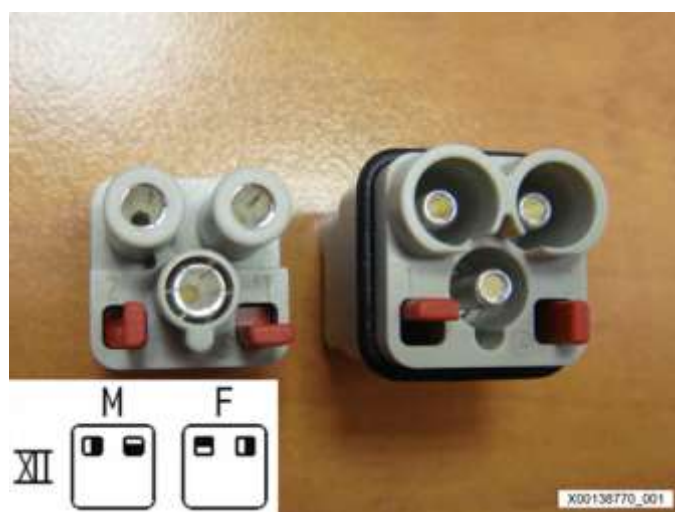
4.3 安装插座的安全销，如图所示。



4.4 安装插座的安全销，如图所示。



4.5 安装插座的安全销，如图所示。

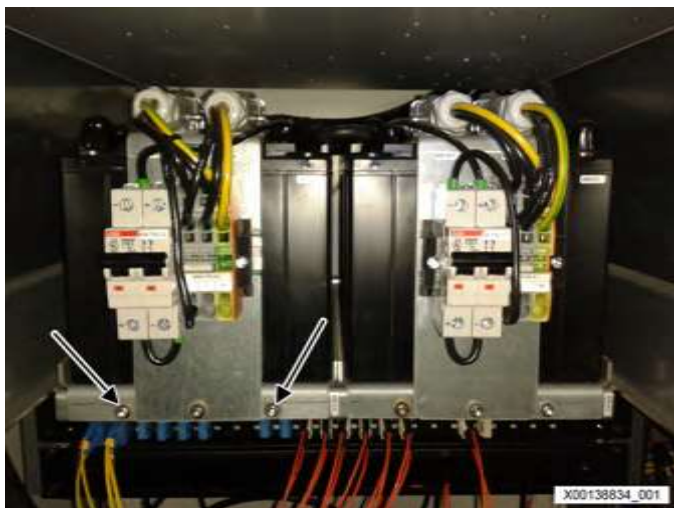


5 重新安装 UPS 一号电池。

5.1 在电气柜中放置 UPS 电池架，推动到位，然后重新安装 UPS 电池的插座。小心：带电作业。

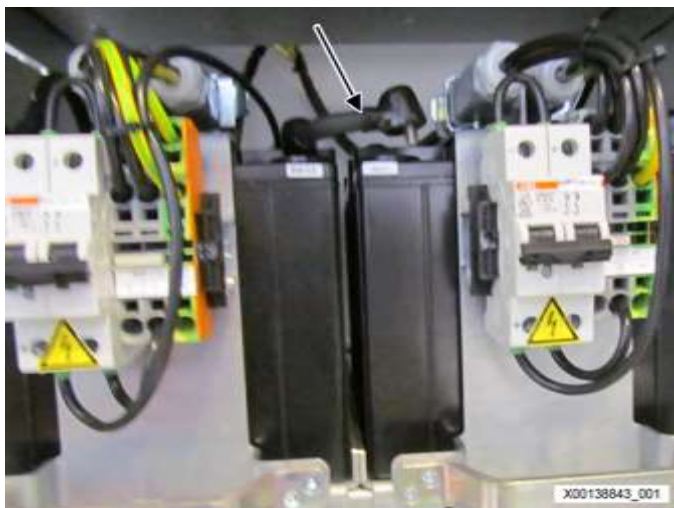


5.2 重新安装 UPS 电池架前板上的两个螺钉。小心：带电作业。



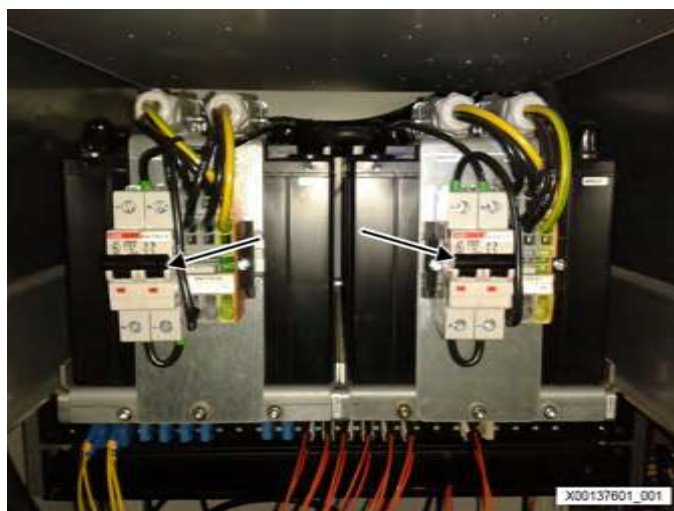
6 按相同程序拆除和更换 UPS 二号电池。小心：带电作业。

- 7 根据新电池顶部上规定的扭矩值连接两个电池。小心：带电作业。



- 8 重新连接 UPS 电源。

- 8.1 打开 UPS 下方的 UPS 电池开关。小心：带电作业。



- 8.2 取下锁定装置，重新连接 UPS 的 230V 电源。小心：带电作业。



- 8.3 取下锁定装置和标签，重新连接 UPS。小心：带电作业。



- 8.4 打开 UPS。小心：带电作业。

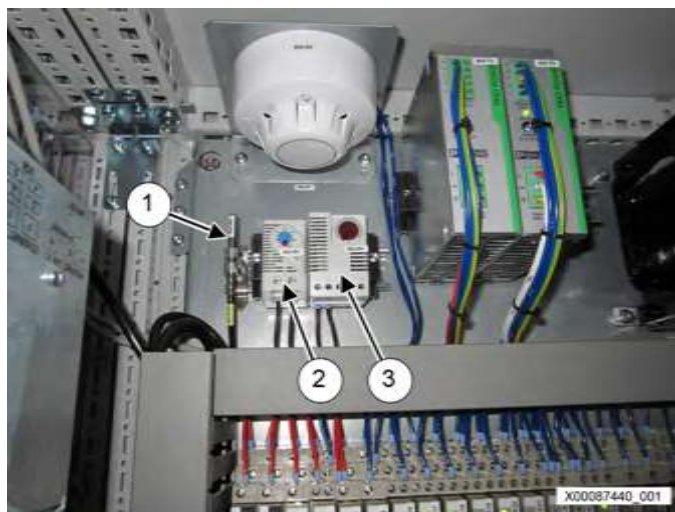


- 9 更换 UPS 电池后，测试单个部件的连接/相互连接。
小心：带电作业。
- 10 将旧 UPS 电池返回到现场储存区。

6.3.4 检查A3、A6、A18 和 A21 中的恒温器和传感器

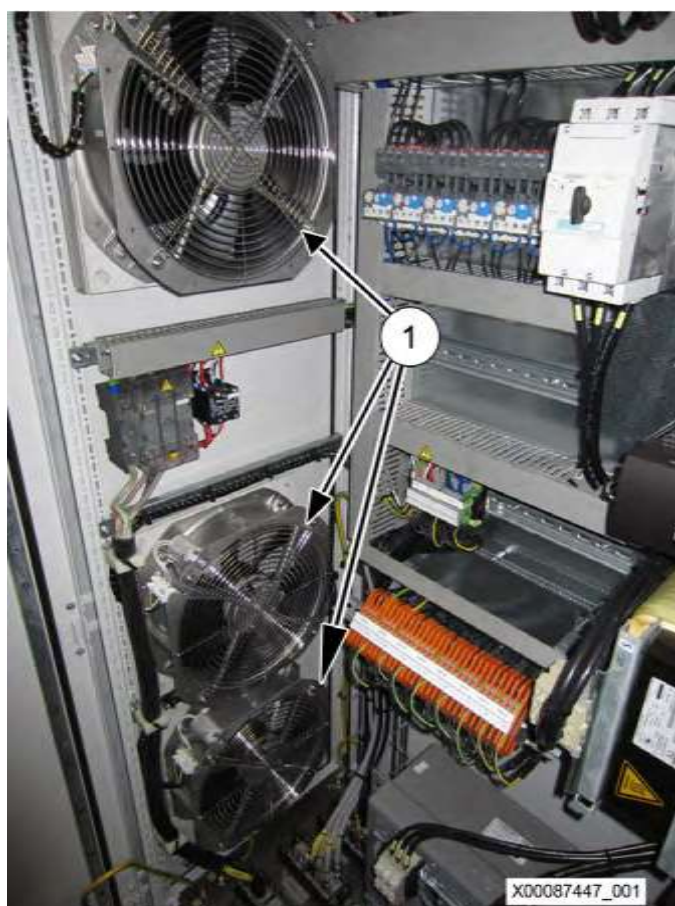
程序:

- 1 将蓝色恒温器调到零位置。



- (1) 传感器
- (2) 冷却式恒温器
- (3) 加热式恒温器

- 2 检查冷却风扇是否启动。



- (1) 控制柜中的冷却风扇

- 3 将蓝色恒温器调回到红色标记处。
- 4 将红色恒温器调到零位置。

- 5 用手触摸加热元件检查元件是否开始加热。



控制柜中的加热元件



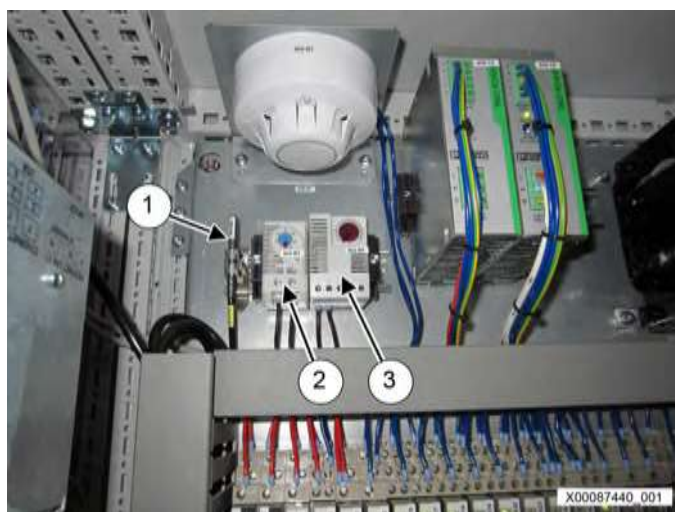
控制柜中的加热元件

- 6 将红色恒温器调回到红色标记处。

6.3.5 检查 A28 中的恒温器和传感器

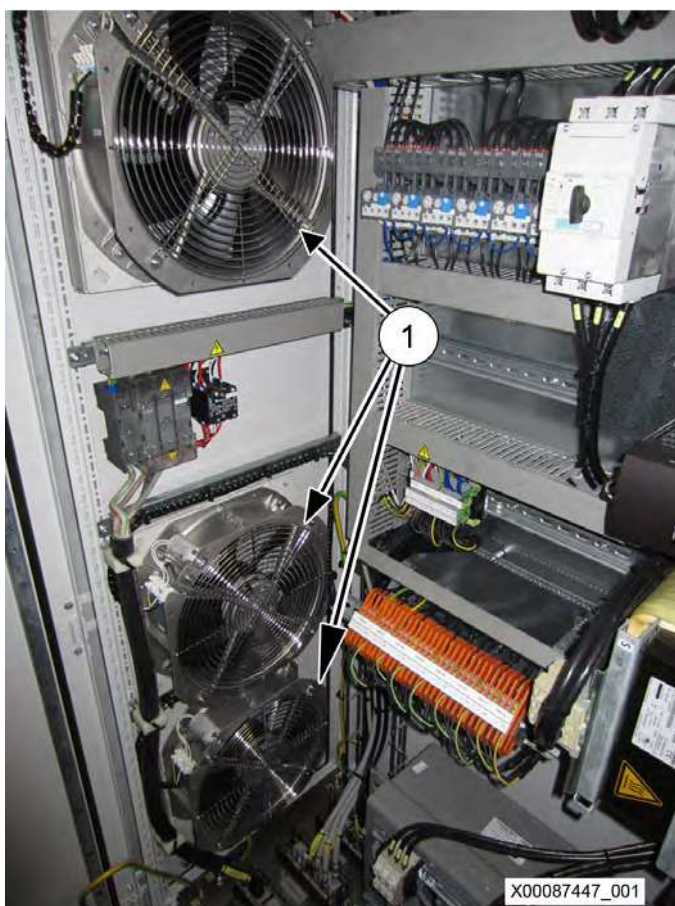
程序:

- 1 在手持终端中, 进入**菜单24>屏幕27 (Menu 24 > screen 27)**, 将 A28 连接到电源上。
- 2 将蓝色恒温器调到零位置。



- (1) 传感器
- (2) 冷却式恒温器
- (3) 加热式恒温器

- 3 检查冷却风扇是否启动。



- (1) 控制柜中的冷却风扇

- 4 将蓝色恒温器调回到红色标记处。
- 5 将红色恒温器调到零位置。

- 6 用手触摸加热元件检查元件是否开始加热。



控制柜中的加热元件



控制柜中的加热元件

- 7 将红色恒温器调回到红色标记处。
- 8 在手持终端中，进入**菜单24>屏幕27**（**Menu 24 > screen 27**），断开 A28 的电源。

6.3.6 测试 A3 和 A21 中的剩余电流装置 (RCD) 和应急照明设备程序:

- 1 按下 RCD 测试按钮。
- 2 检查 RCD 继电器是否断开。
- 3 检查应急照明灯是否能照明至少 15 分钟。
- 4 如果应急照明灯没有保持照明至少 15 分钟，则进行更换。
- 5 重新连接 RCD。



A3 中的一个 RCD



A21 中的五个 RCD

6.3.7 更换滑环

- 停止风力发电机。
- 接合高速风轮锁定装置。参见接合高速风轮锁定装置（第 1-61 页）部分，并填写检查表 *ZCH1031600 在传动系统/轮毂中工作的安全性*。
- 遵守断电程序，参见[如何断电](#)（第 1-77 页）部分，给 A501 接线盒断电。

警告小心	
	— 带电作业 根据带电作业法规和当地指令确保工作区的安全 (LOTO/AWP)。 如果工作区已被证明断电，则不再属于带电作业。



滑环

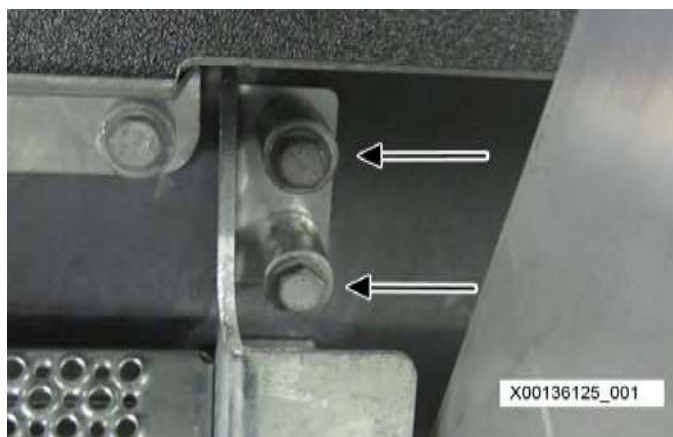
滑环在轮毂（旋转）中的控制柜和机舱中的非旋转部分之间传输功率和数据。

程序:

- 1 取下五个螺栓，然后取出滑环上方的两级板。



两级板左侧的三个螺栓



两级板右侧的两个螺栓

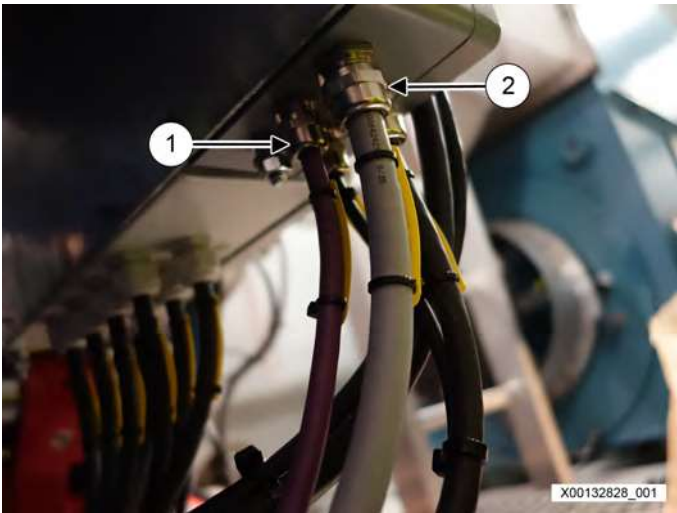
- 2 取下 A501 接线盒的盖子。使用零能量验证工具包中的万用表/电压表测试和验证接线盒是否已经断电。



A501 接线盒

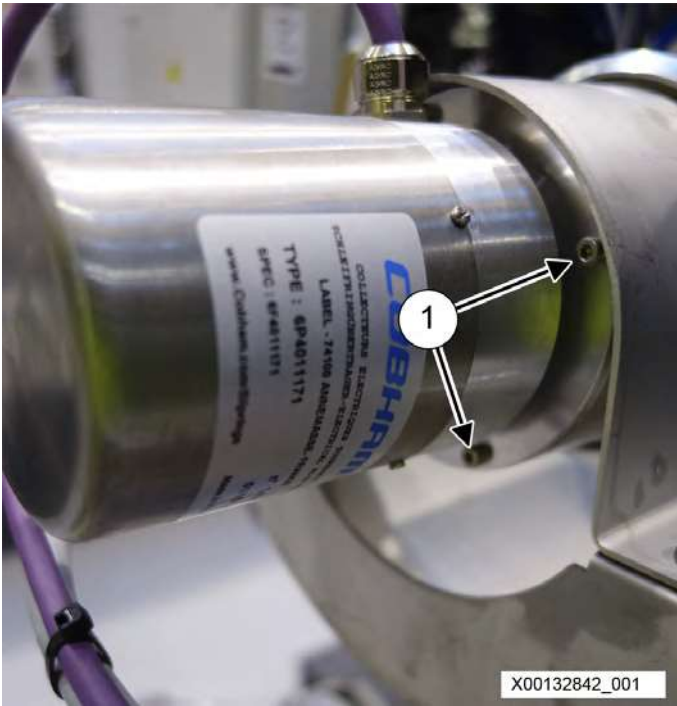


- 3 断开端子 X1 和 X2 上浅灰色 A501-509.W1 电缆和紫色 A501-610.W1 电缆的电线连接。从接线盒上拧下电缆。



- (1) 紫色 A501-610.W1 信号电缆
(2) 浅灰色 A501-509.W1 信号电缆

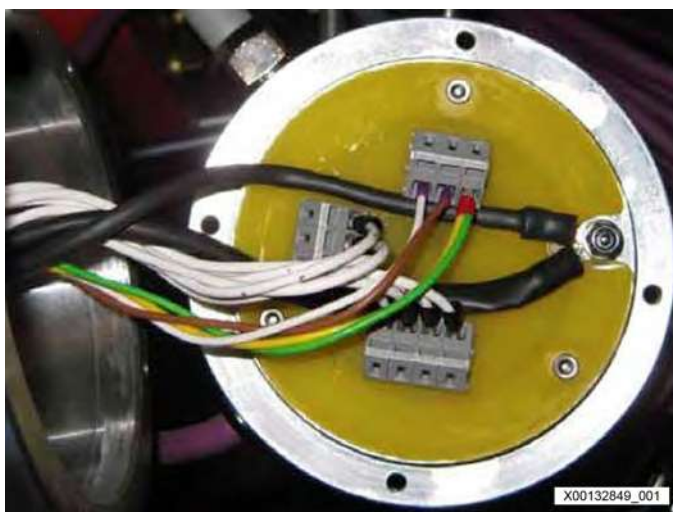
- 4 夹住固定接线盒和滑环之间的浅灰色和紫色电缆的束线带。
5 取下固定滑环到滑环垫片上的四个螺钉。



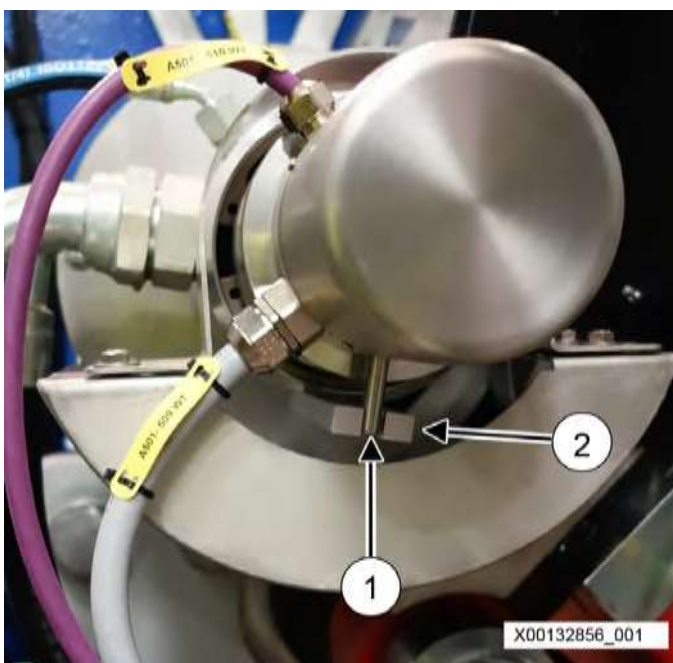
- (1) 固定滑环到滑环垫片上的螺钉

- 6 取下滑环，从端子上断开电线连接。
7 连接更换滑环端子上的电线。
7.1 将两个黑色电缆连接到接地端子上。
7.2 连接电缆 A5-509.W1：将电线 1-6 连接到相应的端子 1-6 上。

- 7.3 连接电缆 A5-610.W1: 白色电线连接到端子 8 上, 棕色电线连接到端子 9 上, 黄色/绿色电线连接到端子 10 上。



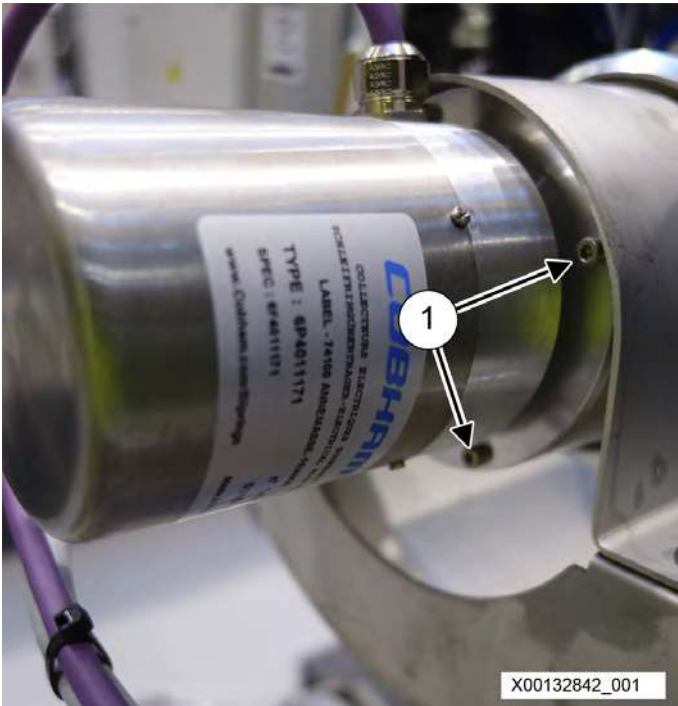
- 8 安装新的滑环到滑环垫片上。确保滑环上的锁定臂滑到锁定臂支架中。



(1) 锁定臂

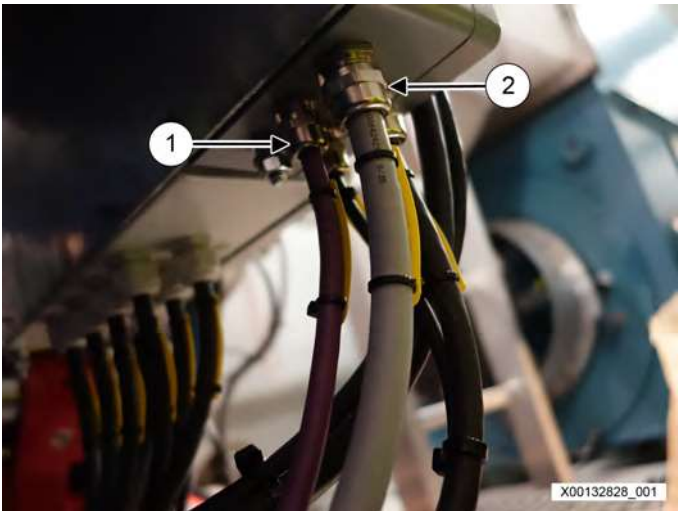
(2) 锁定臂支架 (安装在旋转接头中)

- 9 安装四个螺钉，将新滑环固定到滑环垫片上。采用螺栓紧固 – 标准值（第 4 – 13 页）中规定的扭矩值。



(1) 固定滑环到滑环垫片上的螺钉

- 10 将紫色 A501-610.W1 和浅灰色 A501-509.W1 信号电缆连接到 A501 接线盒上。



(1) 紫色信号电缆
(2) 灰色信号电缆

- 11 将浅灰色 A501-509.W1 电缆和紫色 A501-610.W1 电缆的电线连接到端子 X1 和 X2 上。

表 6.3.7.1 端子 X1 连接

电缆编号/颜色	电线编号/颜色	端子编号
A501-509.W1,浅灰色滑环电缆	1	1
	2	2
	3	3
	4	4

电缆编号/颜色	电线编号/颜色	端子编号
	5	5
	6	6
	黄色/绿色	接地

表 6.3.7.2 端子 X2 连接

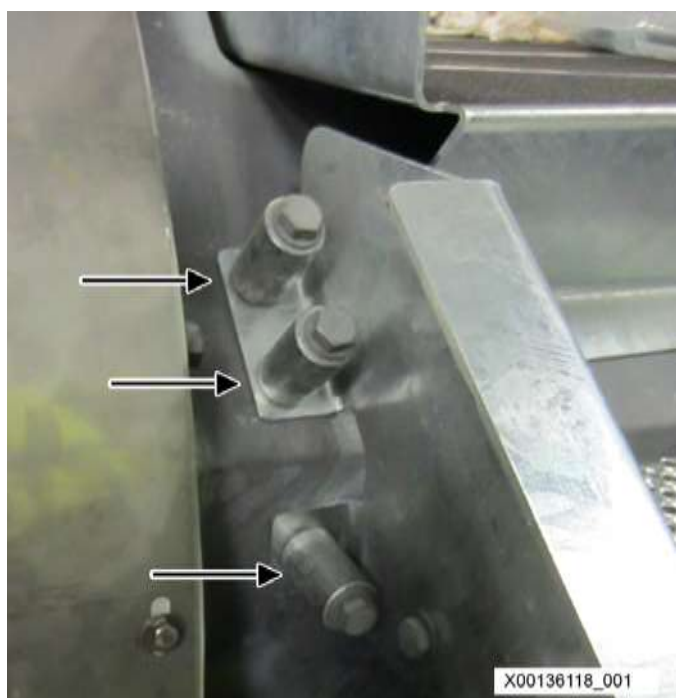
电缆编号/颜色	电线编号/颜色	端子编号
A501-610.W1,紫色滑环电缆	1/白色	1
	2/棕色	2
	3/绿色	3
	4/黄色	4



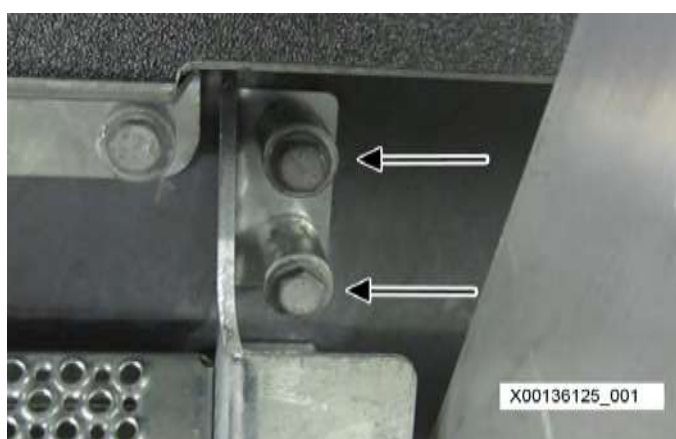
- 12 关闭和固定 A501 接线盒盖。
- 13 固定到液压管上，并用束线带夹住从滑环到接线盒的电缆。



- 14 重新安装滑环上的两级板，并用五个螺栓固定。采用[螺栓紧固 – 标准值](#)（第 4-13 页）部分中规定的扭矩值。



两级板左侧的三个螺栓



两级板右侧的两个螺栓

6.4 电缆的维修与保养

6.4.1 检查发电机接线盒中的发电机电缆

警告小心	
	– 带电作业 根据带电作业法规和当地指令确保工作区的安全 (LOTO/AWP)。 如果工作区已被证明断电，则不再属于带电作业。

程序：

- 1 遵守断电程序，参见[如何断电](#)（第 1-77 页）部分。
- 2 目视检查发电机接线盒中的发电机电缆是否变色和过热。
- 3 目视检查端子螺钉。
- 4 目视检查发电机电缆上的所有电缆端是否正确卷曲。即，没有过热现象，如金属或黑色沉积物上出现灰色或蓝色。



6.4.2 检查 A12 中的主电源连接

警告小心	
	— 带电作业 根据带电作业法规和当地指令确保工作区的安全 (LOTO/AWP)。 如果工作区已被证明断电，则不再属于带电作业。

程序：

- 1 遵守断电程序，参见[如何断电](#)（第 1-77 页）部分。
- 2 目视检查铝电缆是否变色。如果发现电缆有可见变色，注明并报告给西门子风力发电公司的服务部门以采取进一步的行动。



6.4.3 检查塔架节点处的铝电缆组件是否损坏

程序：

- 1 检查橡胶辊套是否损坏。
- 2 检查风力发电机中铝电缆之间的所有组件的电缆梯架是否存在严重伤口。电缆绝缘中不允许存在伤口，电缆梯架的所有侧面不允许存在磨损。如果发现电缆有可见伤口，注明并报告给西门子风力发电公司的服务部门以采取进一步的行动。如有可能，拍摄损伤部位的照片。

严重伤口是指：绝缘材料被损伤，存在“开口”。
- 3 检查风力发电机中铝电缆之间的所有组件是否存在显著痕迹。电缆绝缘中不允许存在痕迹。如果发现电缆有可见痕迹，注明并报告给西门子风力发电公司的服务部门以采取进一步的行动。如有可能，拍摄损伤部位的照片。

显著痕迹是指：绝缘表面的“特征”已发生变化，好像已经暴露在热量之中。

6.4.4 检查动力装置的接地电缆

程序：

- 1 握紧每一根接地电缆，来回扭动，确保其正确紧固。
- 2 如果接地电缆松动，检查是否存在毛刺或类似破坏连接的痕迹。
- 3 如果怀疑连接已经松动，拆除接地连接，清理表面确保电气连接正确。



塔架和动力装置之间的接地电缆

6.4.5 检查偏航部分中的电缆

程序：

- 1 检查偏航电缆回路中的电缆是否磨损。
- 2 检查电缆接头上的橡胶辊套是否损坏。
- 3 检查偏航部分中铝电缆之间的所有组件是否存在严重伤口。电缆绝缘中不允许存在伤口。如果发现电缆有可见伤口，注明并报告给西门子风力发电公司的服务部门以采取进一步的行动。如有可能，拍摄损伤部位的照片。
- 4 检查偏航部分中铝电缆之间的所有组件是否存在显著痕迹。电缆绝缘中不允许存在痕迹。如果发现电缆有可见痕迹，注明并报告给西门子风力发电公司的服务部门以采取进一步的行动。如有可能，拍摄损伤部位的照片。

严重伤口是指：绝缘材料被损伤，存在“开口”。

显著痕迹是指：绝缘表面的“特征”已发生变化，好像已经暴露在热量之中。

6.5 安全系统的维修与保养

6.5.1 检查和测试紧急停止按钮

紧急停止按钮请参见[机舱中的紧急停止按钮](#)（第 1-71 页）、[偏航部分中的紧急停止按钮](#)（第 1-73 页）和[控制器上的紧急停止按钮](#)（第 1-73 页）等部分的说明。

程序：

- 1 测试紧急停止系统是否连接到安全变桨功能上。
 - 1.1 在手持终端中，进入**菜单24>屏幕6（Menu 24 > screen 6）**，将一个叶片变桨到 60°。
 - 1.2 按下任何一个紧急停止按钮。
结果：叶片变桨到停止位置。
 - 1.3 在手持终端中将错误复位。
- 2 检查和测试两根紧急停止电线，分别位于机舱的一侧。
 - 2.1 检查电线是否完好、未松动，每端都牢固固定。
 - 2.2 检查紧急停止电线盒和蓝色复位按钮是否安全固定在机舱壁上，所有信号电缆是否安全固定。



机舱右侧的紧急停止电线

- 2.3 检查电线包皮是否完好，没有磨损或破裂。尤其要检查穿过机舱罩框架中的孔的电线部分及其电线末端。
 - 2.4 拉动电线激活紧急停止功能。
 - 2.5 检查手持终端中是否显示警报。
 - 2.6 按下紧急停止电线一端的蓝色按钮，在手持终端中将警报复位。
- 3 检查和测试风力发电机中的每一个紧急停止按钮。
 - 3.1 目视检查紧急停止按钮是否有任何磨损、损坏或功能下降的迹象。
 - 3.2 激活紧急停止按钮。
 - 3.3 检查手持终端中是否显示警报。
 - 3.4 按下紧急停止电线一端的蓝色按钮，在手持终端中将警报复位。

- 记录维修检查表上所示组件或功能的任何功能下降、磨损或损坏迹象。确保在获得现场经理和西门子风力发电公司的同意后，立即修理或更换已磨损或损坏的组件。

6.5.2 测试偏航部分中的安全冲击检测 (SSD) 传感器

程序：

- 在手持终端中，进入**菜单24>屏幕6 (Menu 24 > screen 6)**，将一个叶片变桨到 60°。
- 按下 SSD 传感器后端的测试按钮，启动自测试。



安全冲击检测 (SSD) 传感器



(1) SSD 测试按钮

结果：紧急变桨系统被激活，叶片变桨到停止位置。

- 检查手持终端中是否显示警报，并重新复位该警报。
- 在维修检查表上记录任何功能下降、磨损或损坏迹象。确保在获得现场经理和西门子风力发电公司的同意后，采取必要的纠正措施。

6.5.3 测试偏航部分中的 TCM DAM-XY 传感器

程序:

- 1 确保保护旋转部件的所有外罩都安全固定。
- 2 将检修阀 (252) 设置到“运行”位置。



- 3 接合高速风轮锁定装置。参见接合高速风轮锁定装置（第1-61页）部分，并填写检查表 *ZCH1031600 在传动系统/轮毂中工作的安全性*。
- 4 分离 TCM DAM-XY 传感器。



TCM DAM-XY 传感器

- 5 在高速风轮锁定装置接合的条件下启动风力发电机，直到叶片处于运转位置，制动器被释放。
- 6 沿 50mm 距离摇动 TCM DAM-XY 传感器，频率约为每秒 2 个周期（2 赫兹），以激活传感器。约 30 秒后，继电器点击，控制器寄存器记录一个错误。
- 7 使用手持终端停止风力发电机。
- 8 在手持终端中将错误复位。
- 9 润滑 TCM DAM-XY 传感器的底面，并重新安装。

- 10 将检修阀 (252) 设置到“检修”位置，用挂锁固定，并挂上“切勿启动”（Do-not-start）标志（上锁/挂牌）。



6.5.4 检查和测试塔架顶部的电缆旋钮开关

程序：

- 1 目视检查电缆旋钮开关和钢丝是否正确安装。



(1) 电缆旋钮开关，配重块连接在钢丝上

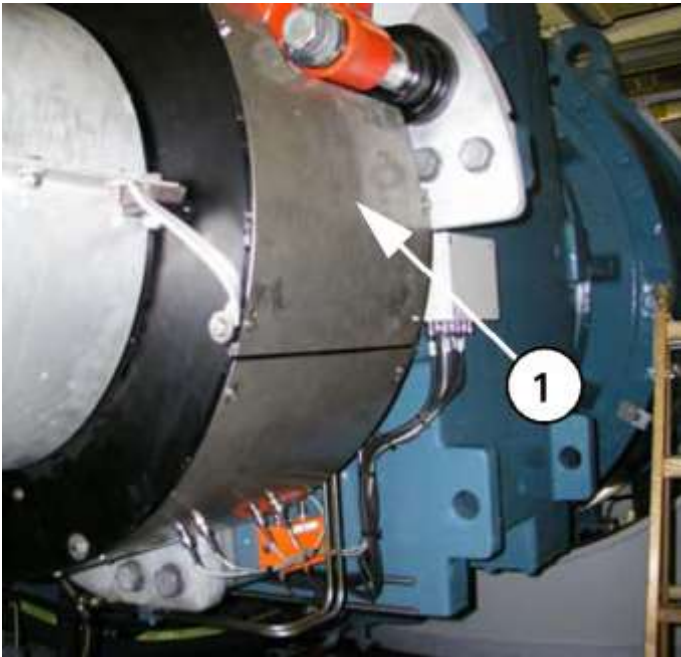
- 2 检查开关眼和开关线是否磨损，如有必要进行更换。
- 3 在手持终端中，进入**菜单24>屏幕6**（Menu 24 > screen 6），将一个叶片变桨到 60°。
- 4 使风力发电机偏航，手动激活电缆绞接点（不需要偏航3转）。
结果：偏航电机停止，叶片变桨到停止位置。
- 5 检查手持终端中是否显示警报，并重新复位该警报。
- 6 在维修检查表上记录任何功能下降、磨损或损坏迹象。确保在获得现场经理和西门子风力发电公司的同意后，采取必要的纠正措施。

6.5.5 检查高速轴上的高速离心释放装置 (HCU)

警告小心	
	– 带电作业 根据带电作业法规和当地指令确保工作区的安全 (LOTO/AWP)。 如果工作区已被证明断电，则不再属于带电作业。

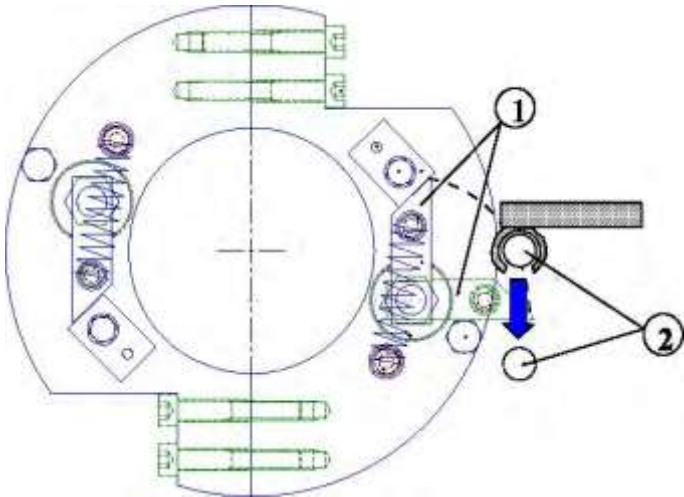
程序:

- 1 拆除 HCU 四周的外罩。



(1) HCU 四周的外罩

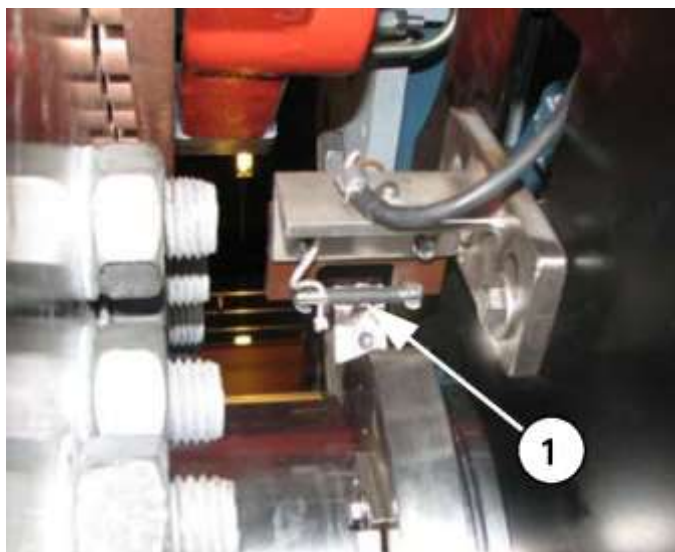
- 2 检查 HCU 是否存在任何磨损或损坏迹象如腐蚀。
- 3 使用可调扳手检查配重杆是否可以不受阻力限制自由移动。



(1) 配重杆
(2) HCU 销

- 4 检查熔断器是否安全固定在熔断器座中。
- 5 检查 HCU 的亚伦螺栓是否适当紧固。
- 6 接合高速风轮锁定装置，参见接合高速风轮锁定装置（第1-61页）部分，并填写检查表 *ZCH1031600 在传动系统/轮毂中工作的安全性*。

- 7 启动风力发电机。
- 8 当叶片变桨到 30° 时，取出 HCU 销。



(1) HCU 销

结果：叶片变桨到停止位置，手持终端中显示警报。

- 9 在手持终端中将警报复位。
- 10 重新安装 HCU 四周的外罩。

6.6 过滤器与风扇的维修与保养

6.6.1 更换控制柜 A3、A6、A18、A21 和 A28 中的过滤器

程序:

- 1 更换所有过滤器。
- 2 如果组件变脏，则进行清洁。



控制柜中的过滤器

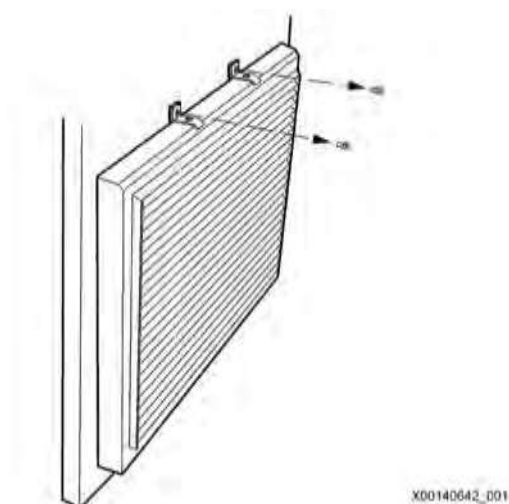
6.6.2 更换变流器柜 A12 中的进气过滤器

程序:

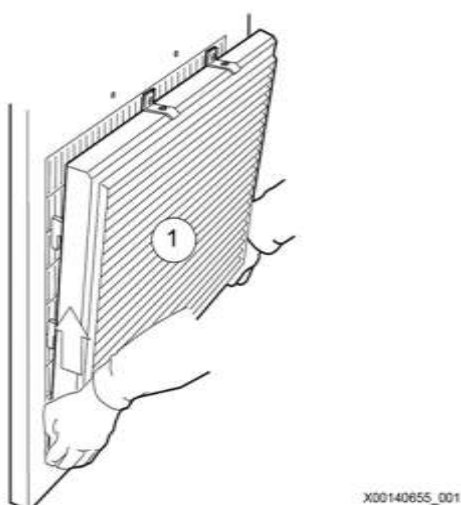
- 1 拆除格栅顶部的紧固件。



进气过滤器

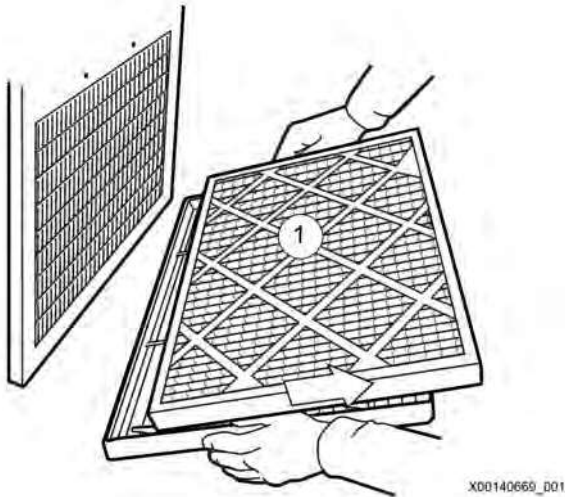


- 2 抬起格栅，从门中拉出。



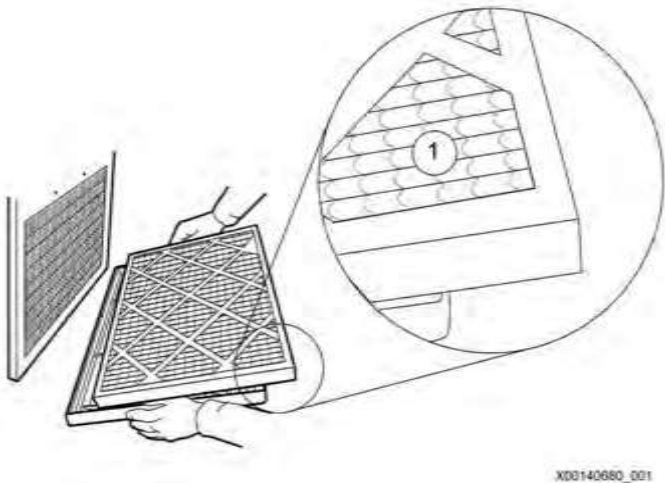
(1) 格栅

3 取出空气过滤器孔垫。



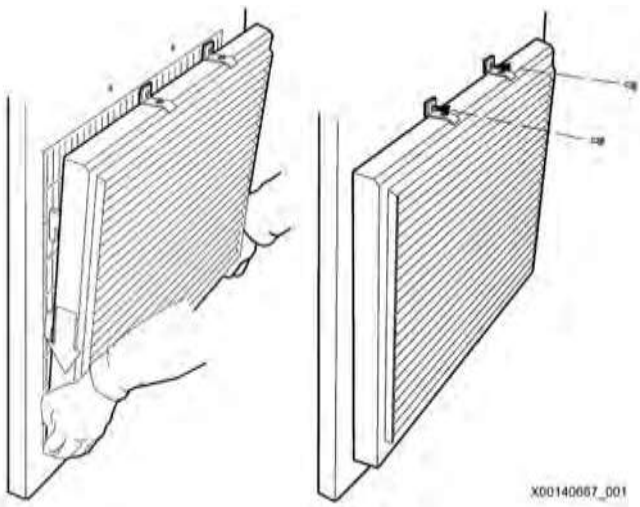
(1) 空气过滤器孔垫

4 在格栅中放置新的过滤器孔垫。金属丝一侧必须面对门。



(1) 金属丝侧

5 按相反顺序重新安装格栅。



6.6.3 更换 A12 中变流器模块的冷却风扇

警告小心	
	– 带电作业 根据带电作业法规和当地指令确保工作区的安全 (LOTO/AWP)。 如果工作区已被证明断电，则不再属于带电作业。

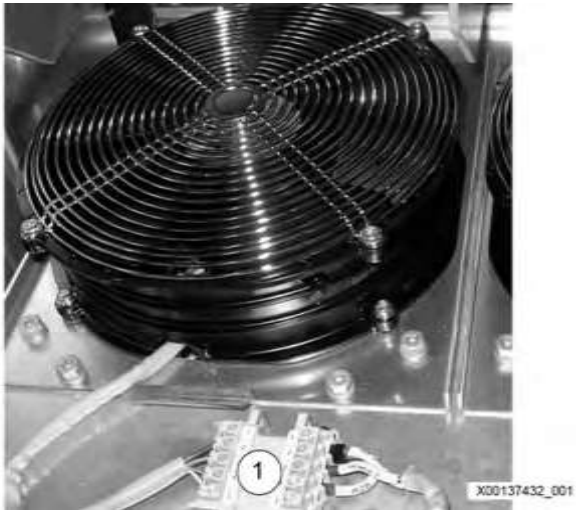
程序：

- 1 遵守断电程序，参见[如何断电](#)（第 1-77 页）部分。
- 2 打开变流器模块柜的门，拆下风扇前面的护罩。



冷却风扇前面的护罩

- 3 拔下风扇的电线插头。



(1) 电线插头

- 4 取下风扇支架的紧固螺钉。



(1) 紧固螺钉

- 5 抬起风扇装置。
- 6 取下风扇格栅的紧固螺钉，拆下格栅。
- 7 松开风扇的紧固螺钉，从支撑板上拆下风扇。
- 8 按相反顺序安装新风扇。检查空气的流动方向是否正确（指示方向的箭头标在风扇的一侧）。先安装风扇格栅，然后将风扇吊装到机柜中。
- 9 对其他冷却风扇执行相同的程序。
- 10 重新安装护罩，关闭变流器模块柜的门。

6.6.4 更换 A12 中进线柜的冷却风扇

警告小心	
	– 带电作业 根据带电作业法规和当地指令确保工作区的安全 (LOTO/AWP)。 如果工作区已被证明断电，则不再属于带电作业。

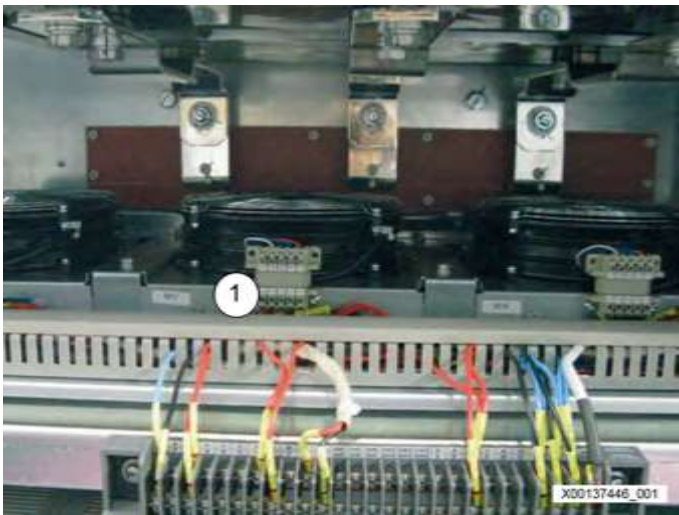
程序：

- 1 遵守断电程序，参见[如何断电](#)（第 1-77 页）部分。
- 2 拆下前门和风扇前面的护罩。



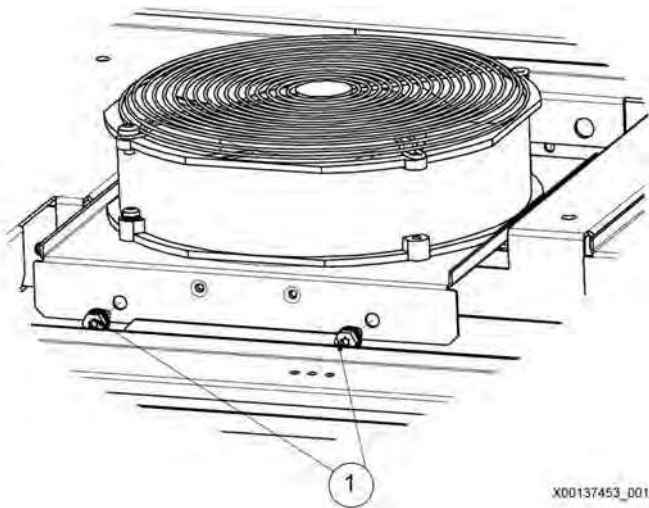
冷却风扇前面的护罩

- 3 拔下风扇的电线插头。



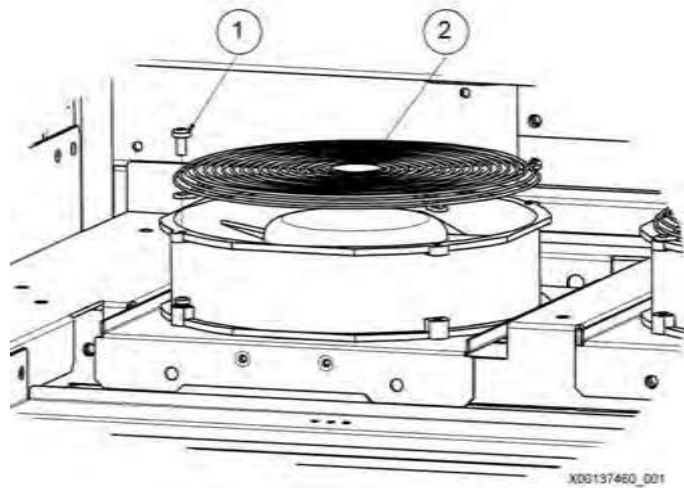
(1) 电线插头

4 取下紧固螺钉，拉出风扇座。



(1) 紧固螺钉

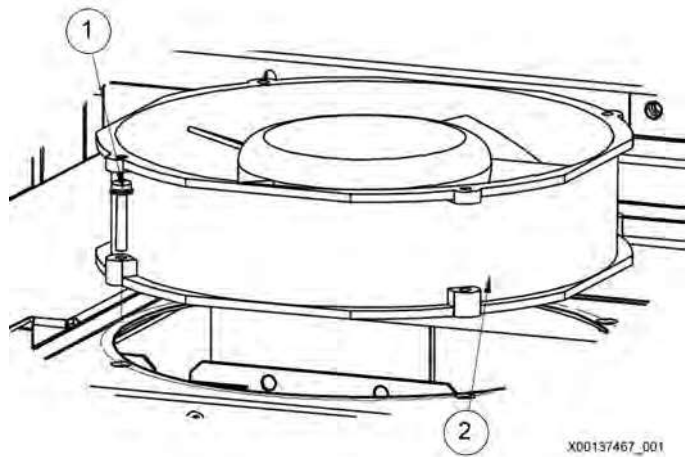
5 取下风扇格栅的紧固螺钉，拆下风扇格栅。



(1) 紧固螺钉

(2) 风扇格栅

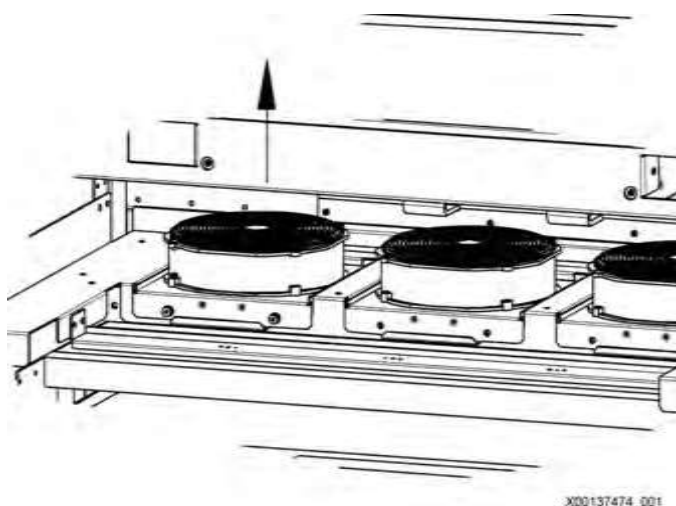
6 取下风扇的紧固螺钉。



(1) 紧固螺钉

(2) 指示空气流动方向的箭头

- 7 按相反顺序安装新风扇。检查空气的流动方向是否正确（指示方向的箭头标在风扇的一侧）。



空气流动方向

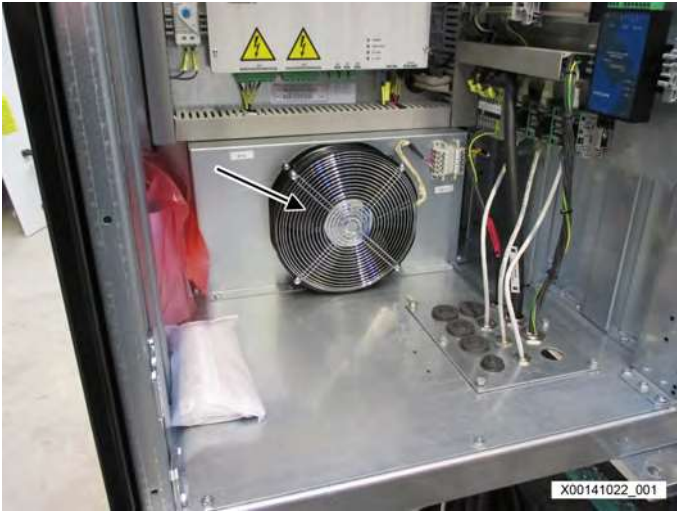
- 8 对其他冷却风扇执行相同的程序。
- 9 重新安装护罩和前门。

6.6.5 更换 A12 中辅助控制柜的冷却风扇

警告小心	
	– 带电作业 根据带电作业法规和当地指令确保工作区的安全 (LOTO/AWP)。 如果工作区已被证明断电，则不再属于带电作业。

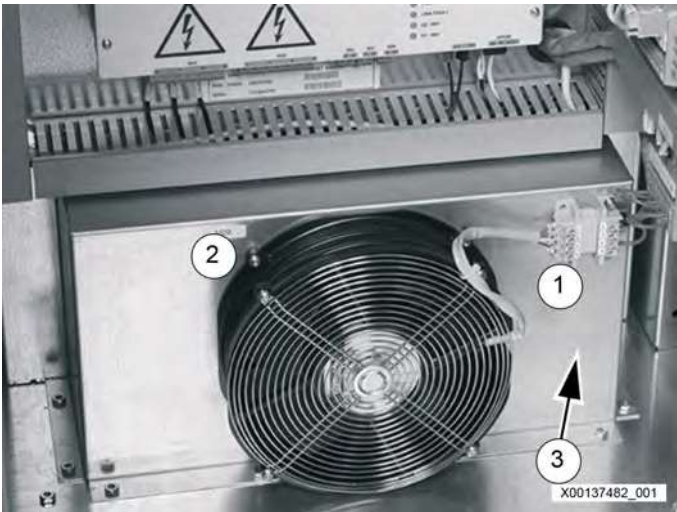
程序:

- 1 遵守断电程序，参见[如何断电](#)（第 1-77 页）部分。
- 2 打开辅助控制柜的门



冷却风扇

- 3 拔下风扇的电线插头，取下紧固螺钉。



- (1) 电线插头
- (2) 紧固螺钉
- (3) 空气流动方向

- 4 拉出风扇。
- 5 按相反顺序安装新风扇。检查空气的流动方向是否正确（指示方向的箭头标在风扇的一侧）。空气的流动方向必须朝向辅助控制柜。
- 6 关闭辅助控制柜的门。

6.6.6 更换 A12 中LCL 过滤器柜的上部冷却风扇

警告小心	
	– 带电作业 根据带电作业法规和当地指令确保工作区的安全 (LOTO/AWP)。 如果工作区已被证明断电，则不再属于带电作业。

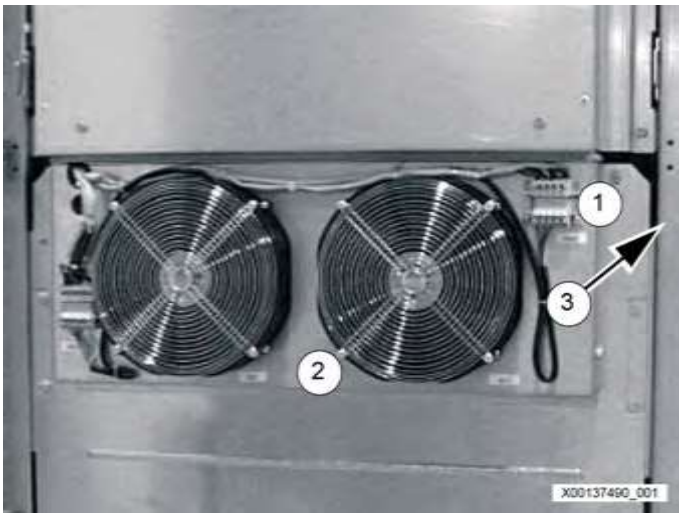
程序：

- 1 遵守断电程序，参见[如何断电](#)（第 1-77 页）部分。
- 2 拆下 LCL 过滤器柜的前门。LCL 过滤器柜的上部冷却风扇安装在金属板上。



上部冷却风扇

- 3 拔下风扇的电线插头，取下紧固螺钉。



- (1) 电线插头
- (2) 紧固螺钉
- (3) 空气流动方向

- 4 拉出风扇。
- 5 按相反顺序安装新风扇。检查空气的流动方向是否正确（指示方向的箭头标在风扇的一侧）。空气的流动方向必须朝向 LCL 过滤器柜。
- 6 对其他冷却风扇执行相同的程序。
- 7 重新安装前门。

6.6.7 更换 A12 中LCL 过滤器柜的下部冷却风扇

警告小心	
	– 带电作业 根据带电作业法规和当地指令确保工作区的安全 (LOTO/AWP)。 如果工作区已被证明断电，则不再属于带电作业。

程序:

- 1 遵守断电程序，参见[如何断电](#)（第 1-77 页）部分。
- 2 拆下 LCL 过滤器柜的门。LCL 过滤器柜的下部有三个冷却风扇。

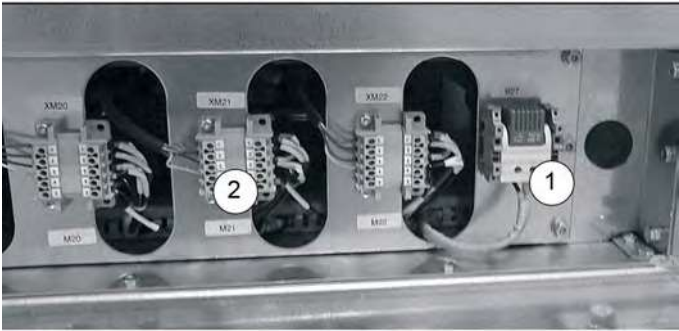


风扇座及冷却风扇

X00141029_001

- 3 拔下风扇的电线插头，拆下恒温器。

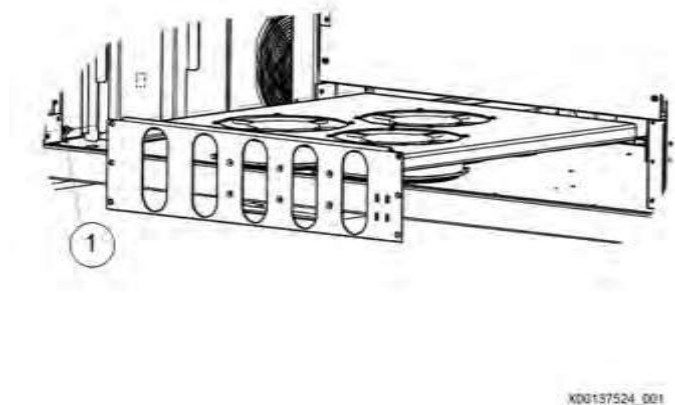
- (1) 电线插头
- (2) 恒温器



X00137517_001

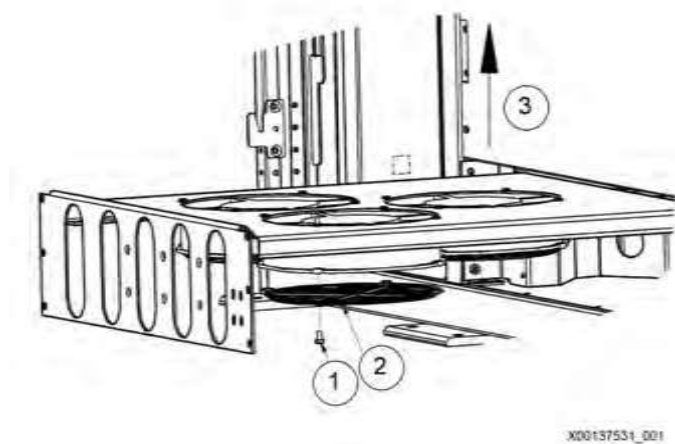
- 4 取下紧固螺钉，拉出风扇座。

(1) 紧固螺钉



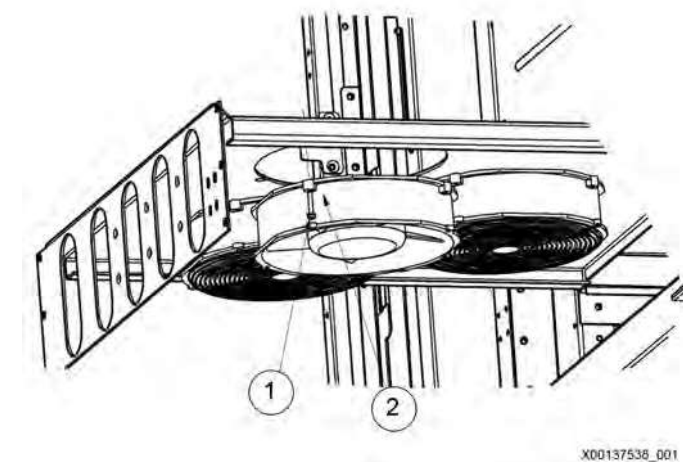
- 5 取下紧固螺钉，拆下风扇格栅。

(1) 紧固螺钉
(2) 风扇格栅
(3) 空气流动方向



- 6 取下风扇的紧固螺钉。

(1) 紧固螺钉
(2) 指示空气流动方向的箭头



- 7 按相反顺序安装新风扇。检查空气的流动方向是否正确（指示方向的箭头标在风扇的一侧）。空气流动方向必须朝上。



(1) 指示空气流动方向的箭头

- 8 对其他冷却风扇执行相同的程序。
- 9 重新安装门。

6.7 保护系统的维修与保养

6.7.1 检查避雷装置的等电位连接

程序:

- 1 检查机舱尾侧的等电位连接是否完好无损。



机舱尾侧的避雷装置

- 2 检查机舱和舱门之间的等电位连接是否完好无损。



机舱和舱门之间的避雷装置

3 检查发电机避雷装置的等电位连接是否完好无损。



发电机的避雷装置

6.7.2 检查避雷系统的碳刷

程序:

- 1 接合高速风轮锁定装置，参见接合高速风轮锁定装置（第1-61页）部分，并填写检查表 *ZCH1031600 在传动系统/轮毂中工作的安全性*。
- 2 抬起碳刷，检查它们是否能正确移动，是否能在接触表面完全自由移动。碳刷必须易于移动，且具有 0.5 mm 的间隙。如果碳刷不能自由移动、被卡住，必须用砂纸清洁碳刷及其碳刷架，直到具有适当的间隙。不要使用金刚砂。
- 3 检查碳刷的长度。

如果碳刷被磨损，长度不足 25mm，则必须更换碳刷。

- 4 检查和调整所有的碳刷与火花避雷器。

如果弹簧退缩不均匀或挂在碳刷架的边缘，则须更换碳刷。

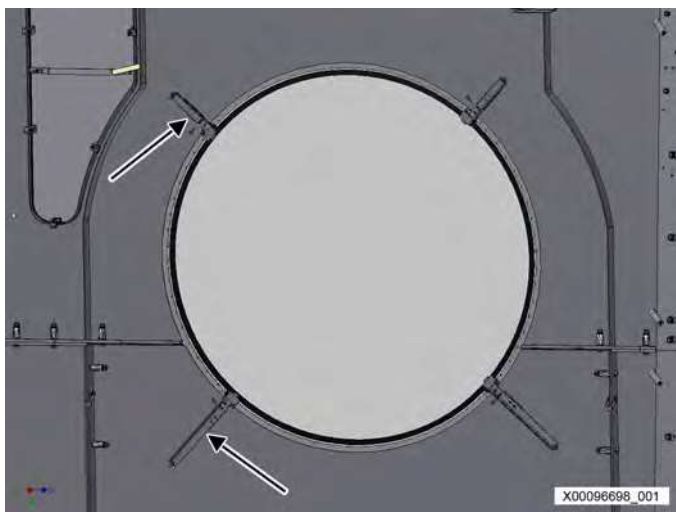
碳刷架必须调节到距离接触表面 $3\text{ mm} \pm 1\text{ mm}$ 。



机舱底座和塔架之间的碳刷



叶片和轮毂之间的碳刷



机舱罩和主轴之间的碳刷（四个碳刷）



机舱罩和主轴之间的碳刷前面的外罩。



机舱罩和主轴之间的碳刷（四个碳刷）



主轴承尾侧的碳刷

6.7.3 检查偏航轴承的碳刷

程序:

- 1 检查碳刷是否为偏航轴承和塔架法兰之间提供了接触条件。
- 2 如有必要，调整碳刷使其轻微接触。

如果碳刷因为磨损不能适当进行调整，则进行更换。



塔架和机舱之间的碳刷

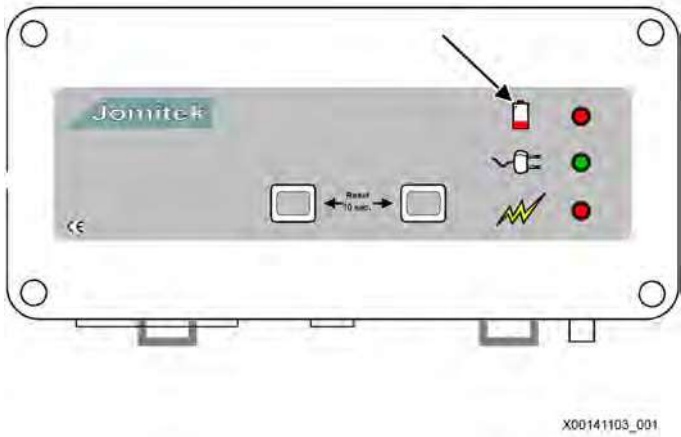
6.7.4 检查 A21 中 Jomitek 雷电探测器的电池

警告小心	
	– 带电作业 根据带电作业法规和当地指令确保工作区的安全 (LOTO/AWP)。 如果工作区已被证明断电，则不再属于带电作业。

程序:

- 1 遵守断电程序，参见[如何断电](#)（第 1-77 页）部分。
- 2 检查电池状态。

电池状态指示器



- 3 如有必要，更换电池，参见[更换 A21 中 Jomitek 雷电探测器的电池](#)（第 6-75）部分。

6.7.5 更换 A21 中 Jomitek 雷电探测器的电池

警告小心	
	– 带电作业 根据带电作业法规和当地指令确保工作区的安全 (LOTO/AWP)。 如果工作区已被证明断电，则不再属于带电作业。

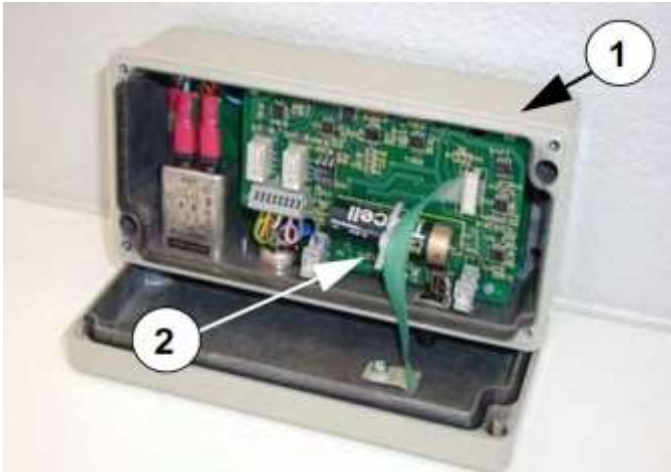
程序：

- 1 遵守断电程序，参见[如何断电](#)（第 1-77 页）部分。
- 2 参阅电路图，断开电源。
- 3 拆下雷电探测器的盖子



Jomitek 雷电探测器

- 4 更换电池。



(1) Jomitek 雷电探测器
(2) 电池

- 5 重新安装盖子。
- 6 重新连接电源。
- 7 根据当地规定或适用法律处置旧电池。

6.7.6 测试烟雾探测器

开始前：遵守断电程序，必要时参见[如何断电](#)（第 1-77 页）部分。

	烟雾探测器位置	断电
	A12 主断路器	是
	A12 LCL 过滤器柜	是
	A21 主开关板和控制器	不用
	A3 继电器柜	不用
	A3 CPU 柜	不用

	烟雾探测器位置	断电
	A18 柜	不用
	A28 柜	不用
	机舱	不用
	偏航部分	不用
	外部，PU 等级	不用
	外部，TU 等级（可选）	不用
	外部，TP 等级（可选）	不用

程序:

- 1 使用发烟笔产生烟雾激活烟雾探测器（LED灯亮）。

注意：蒸气无毒，气味香甜。



- 1.1 通过底部电池盖向发烟笔中装入六个 AA 电池。
- 1.2 将发烟笔侧放，拆下“填充”插塞。将流体瓶的长嘴插入到罐中。然后在流体中挤压。
- 1.3 向上拉触发器的锁定装置。轻轻按下触发器直到 LED 灯亮，这表示烟雾发生器的电源接通。握住触发器六至九秒钟使蒸气发生器变热。然后慢慢挤压触发器产生蒸气。

- 1.4 在存放发烟笔之前，总是使用长嘴吸尽“清空”和“填充”罐中的流体，拉下触发锁定装置，使触发器不能意外激活。



- 2 确保手持终端中显示错误信息。
- 3 从基础上拆下烟雾探测器将其复位，重新安装之前确保烟雾探测器中没有残留的烟雾。
- 4 使用手持终端将警报复位。

6.7.7 重置最高和最低温度

每年以及温度传感器执行过任务后都要在手持终端中重置最高和最低温度。

程序：

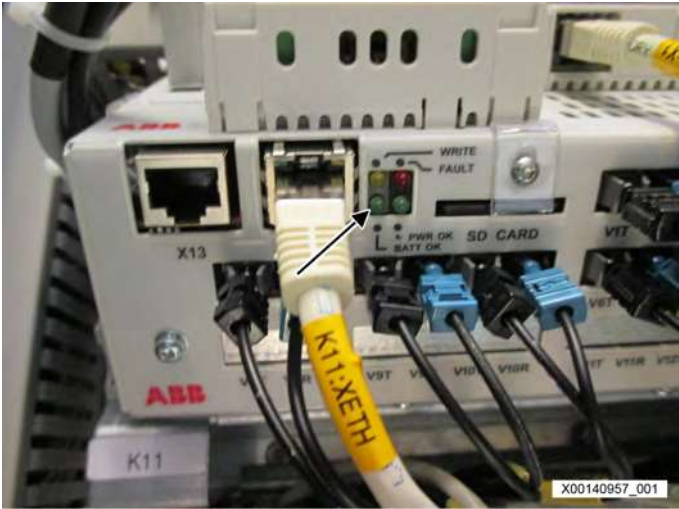
- 1 在手持终端中进入**菜单7（MENU 7）**。
- 2 按下向右的“箭头”。
- 3 按下 "." 进行重置。

6.7.8 更换 A12 中 BCU 的实时时钟电池

警告小心	
	— 带电作业 根据带电作业法规和当地指令确保工作区的安全 (LOTO/AWP)。 如果工作区已被证明断电，则不再属于带电作业。

程序:

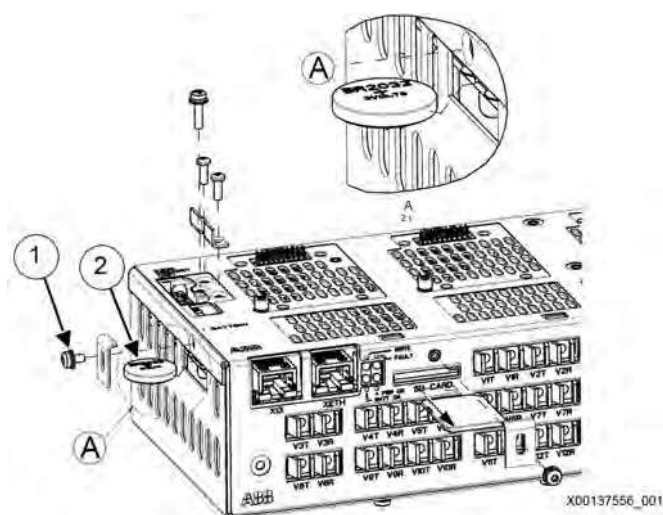
- 1 遵守断电程序，参见[如何断电](#)（第 1-77 页）部分，给含有 BCU 的 A12 断电。
- 2 检查当控制单元通电时，BAT LED 是否不亮。



- 3 参阅电路图，断开 UPS 电源 (24V)。



- 4 取下紧固螺钉，取出电池。

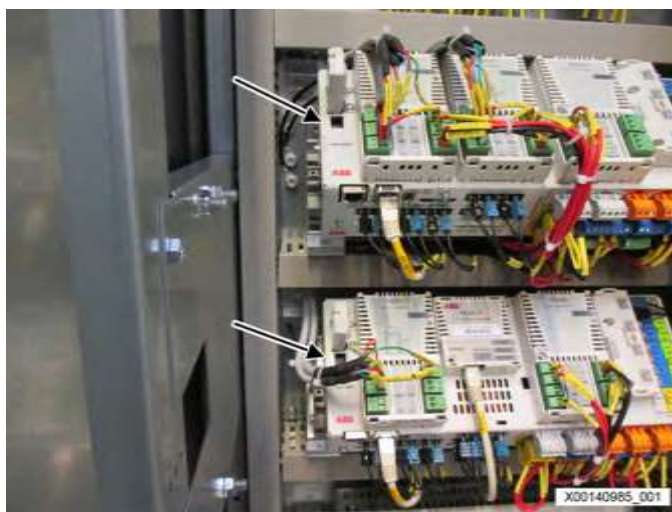


(1) 紧固螺钉

(2) 电池

- 5 插入新电池，型号 BR2032，紧固螺钉。

- 6 对其他 BCU 执行相同的程序。



两个 BCU 装置

- 7 使用 ABB 手持面板，进入菜单>设置>日期和时间（MENU > Settings > Date & time），设置实时时钟 (RTC)。

- 8 重新连接 UPS 电源 (24V)。



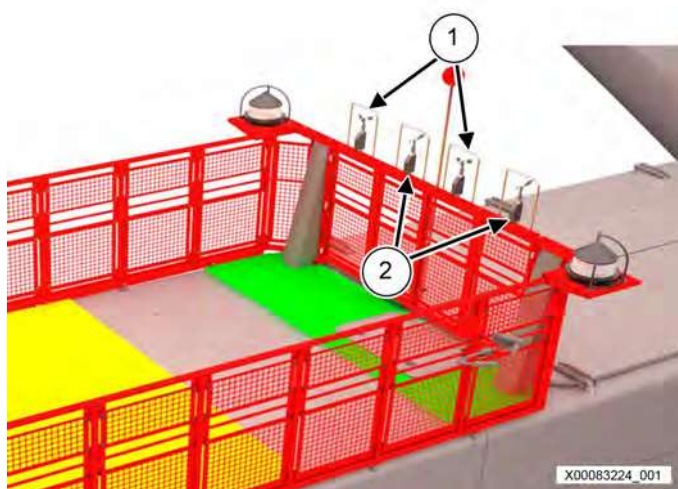
- 9 重新连接 A12。

- 10 根据当地规定或适用法律处置旧电池。

6.7.9 检查风向标和风速计

程序:

- 1 检查风向标和风速计是否正确安装。
- 2 检查风速计上的转杯是否正确放置并完好无损。



- (1) 风向标
(2) 风速计

6.7.10 测试风向标和风速计上的加热元件

一些风力发电机的风向标和风速计上安装有可选加热元件。

程序：

- 1 在手持终端中，进入**菜单2>屏幕5（MENU 2 > Screen 5）**激活加热元件。
- 2 直接在风向标和风速计上喷洒冷却喷雾。
- 3 检查加热元件是否加热。

小心：加热元件变得非常热。



6.7.11 检查薄暮开关

程序：

- 1 用手握住传感器外的小管，测试传感器。
结果：航空障碍警示灯必须激活。

6.7.12 检查航空障碍警示灯（可选）

航空障碍警示灯的 230 VAC 电源连接在一个中央 UPS 备用设备上。如果风力发电机没有连接到电网上，UPS 设备可以为航空障碍警示灯供电一个小时。

程序：

- 1 检查警示灯错误信息。
 - 1.1 如果航空障碍警示灯发生错误、灯泡不亮或通信错误，警示灯会显示错误信息。
- 2 检查维护信息。
 - 2.1 警告显示必须尽快更换灯泡。
- 3 检查 GPS 信息。
 - 3.1 信息显示没有卫星通信。不同灯之间的同步受到影响。当通信系统重新工作后信息自动复位。
- 4 检查后：检查航空障碍警示灯是否在装置上是否安放平稳。



(1) 航空障碍警示灯

6.7.13 检查能见度仪 (可选)

该测试只能在能见度良好的条件下执行，这意味着灯以低强度进行照明，SCADA 运行。

程序：

- 1 在能见度仪的两个管之间放置一个朦胧的塑料片。
- 2 检查灯开关是否增加到高强度。

7 塔架

7.1 检查基础螺母（陆上风力发电机可选）7-2

7.2 检查塔架门框的焊缝7-2

7.3 检查塔架门.....7-3

7.4 检查塔架的腐蚀迹象7-5

7.5 检查塔架中的除湿器7-6

7.6 检查塔架减震器7-8

7.7 检查平台中的自动关闭舱门.....7-9

7.8 检查平台中的自动关闭闸门.....7-9

7.1 检查基础螺母（陆上风力发电机可选）

程序：

- 1 目视检查基础螺母是否有裂纹。
- 2 手动检查螺母是否紧固在螺栓上。如果螺母松动，必须重新紧固或更换。

警告	
	螺母必须拧紧在螺栓上。切勿使用锤子捶打螺母。

7.2 检查塔架门框的焊缝

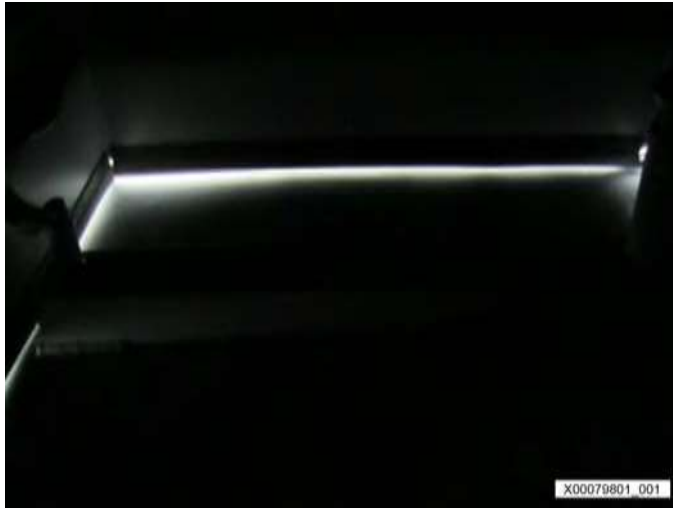
程序：

- 1 全面目视检查塔架门框周围的所有焊缝。在这些部位中，涂层和焊缝中绝对不允许存在裂纹。涂层中有裂纹表示基底材料中有裂纹。
 - 1.1 仔细清洁所有表面，确保上面没有油脂和松动的油漆颗粒等。
 - 1.2 打开灯检查，确保充分的检查条件。
 - 1.3 检查整个长度的焊缝（因为焊缝只能目视检查）。
 - 1.4 如果发现裂纹，联系西门子风力发电公司的服务部门。

7.3 检查塔架门

程序：

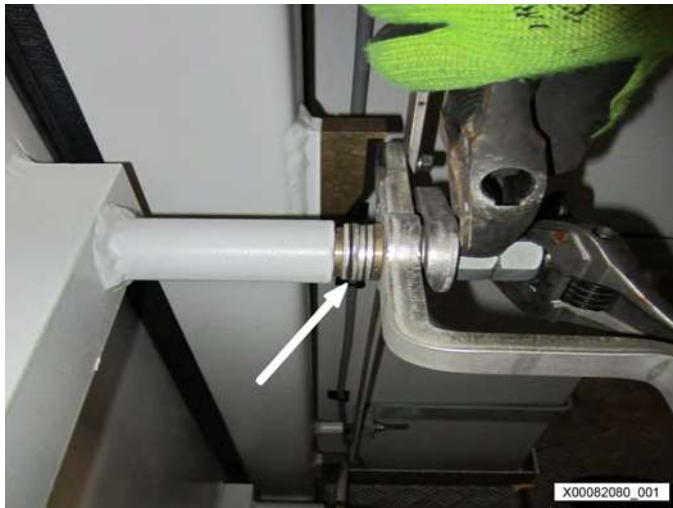
- 1 检查门锁定机构，门是否正确关闭以防止空气、灰尘和水进入。
- 2 检查是否可以轻松地关闭和操纵门。
如果存在高摩擦力，找出问题所在。例如：门把手的问题。
 - 2.1 拆下门把手。
 - 2.2 用刀挫或用砂纸打磨气缸轴使门把手运动更顺畅。
 - 2.3 用润滑脂润滑，然后重新安装。
- 3 当在塔架内部时，关闭门。关闭灯，检查是否有光线进入。



门未适当关闭的示例

如果有光线进入：

- 3.1 调整垫圈数量，紧固门螺栓。



- 4 当在塔架内部时，在塔架门以下，关闭灯，检查是否有光线进入。
检查进入钢板的冷却软管是否已适当密封。



- 5 检查门周围的泡沫密封件。
如果角落处密封不良或密封件损坏，则修理泡沫密封件。

正确泡沫密封件的示例



如果门框底部的泡沫密封件已经损坏：

- 5.1 修理泡沫密封件。

- 6 关闭灯，检查是否有光线进入，检查弹性管中是否存在孔或泄露点。



弹性管

7.4 检查塔架的腐蚀迹象

程序：

- 1 目视检查塔架的腐蚀迹象。涂层中有裂纹表示基底材料中有裂纹。
 - 1.1 如果发现腐蚀迹象，联系西门子风力发电公司的服务部门。
 - 1.2 修理程序，参见 *ZWI1031806: 补漆 – 一般程序*。

7.5 检查塔架中的除湿器

程序:

1 检查除湿器 – 年检

1.1 当上下调节测湿计时，测试除湿器是否启动和关闭。

1.2 将测湿计设置到 40%。

1.3 用手握住湿空气出气管（小直径软管），检查热空气是否流出。



(1) 测湿计 (40%)

(2) 除湿器

(3) 干空气出气管



湿空气出气管

2 检查除湿器中的转子 – 年检

2.1 检查除湿器是否运行（风扇吹动）。

- 2.2 断开干空气出气管连接（大直径软管）。
 - 2.3 使用手电筒直接查看干空气出气管左侧，验证转子转动速度是否非常缓慢。
 - 2.4 重新连接干空气出气管。
- 3 更换除湿器的过滤器 – 每年一次。



过滤器盖

- 3.1 当安装新过滤器时，过滤器上的箭头必须指向除湿器。
- 4 检查除湿器软管 – 每五年一次
- 4.1 目视检查软管线路是否短而呈直线。如有必要，调整/剪切软管线路改善空气流通。
 - 4.2 如果湿空气软管上有一个低点，检查是否钻出了一个直径为 4 mm 的孔。如果没有，就钻出。
 - 4.3 确保束线带没有束缚干空气软管使其变窄而阻碍空气流通。
 - 4.4 如有必要，更换软管。

7.6 检查塔架减震器

程序:

- 1 目视检查塔架减震器是否有磨损、撕裂和腐蚀的迹象。
- 2 目视检查每个塔架减震器上的观察镜是否有液体。如果观察镜上有液体，联系西门子风力发电公司的服务部门。



(1) 塔架减震器 (四个减震器)

(2) 观察镜

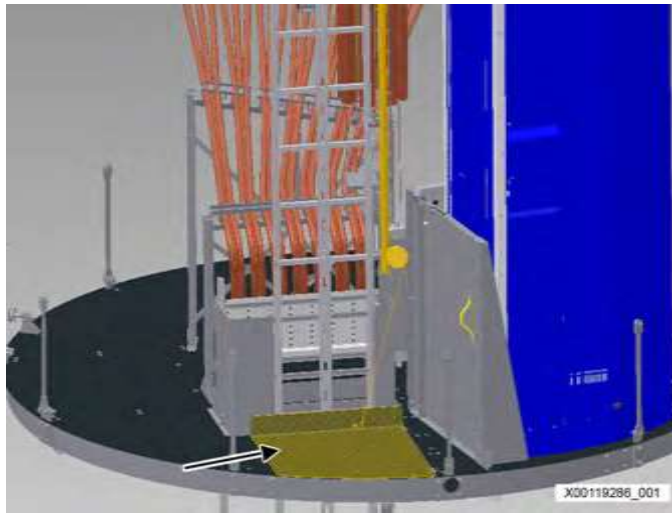


观察镜

7.7 检查平台中的自动关闭舱门

程序:

- 1 当释放舱门上的固定装置时, 检查自动关闭舱门是否立即关闭。



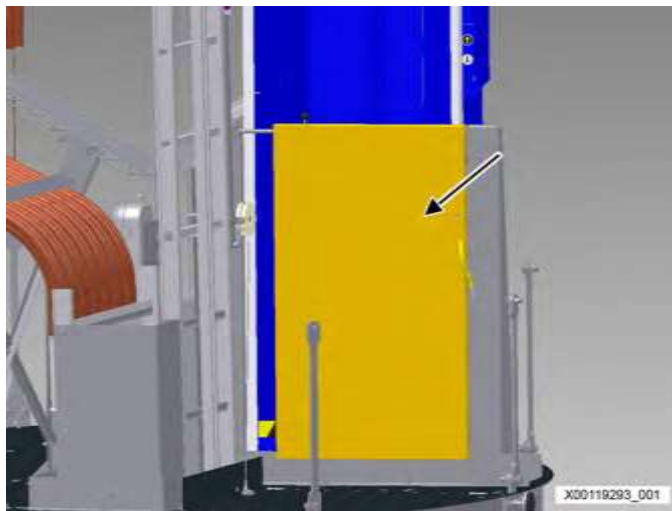
自动关闭舱门

- 2 对平台中的每个自动关闭舱门执行相同的程序。

7.8 检查平台中的自动关闭闸门

程序:

- 1 当释放闸门上的固定装置时, 检查自动关闭闸门是否立即关闭。



自动关闭闸门

- 2 对平台中的每个自动关闭闸门执行相同的程序。

8 机舱

8.1 检查机舱中的除湿器.....8-2

8.1 检查机舱中的除湿器

程序:

- 1 检查除湿器 – 年检
 - 1.1 当上下调节测湿计时，测试除湿器是否启动和关闭。
 - 1.2 将测湿计设置到 40%。
 - 1.3 用手握住湿空气出气管，检查热空气是否流出。



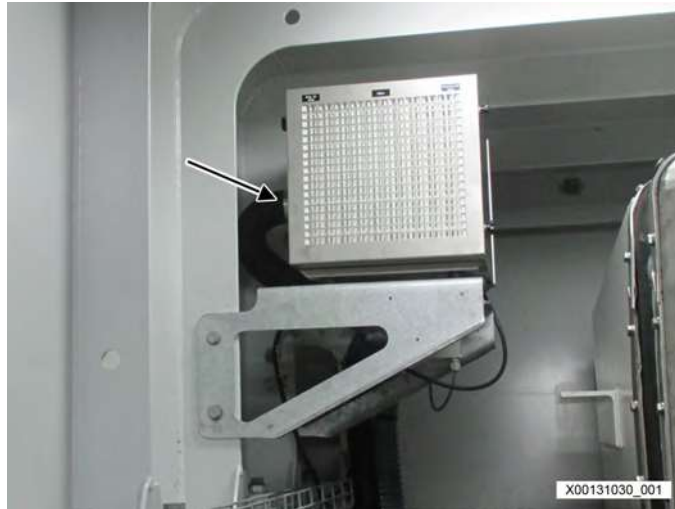
除湿器



测湿计

- 2 更换空气过滤器。
- 3 检查除湿器中的转子 – 年检
 - 3.1 检查除湿器是否运行（风扇吹动）。

3.2 断开湿空气出气管的连接。



湿空气出气管连接

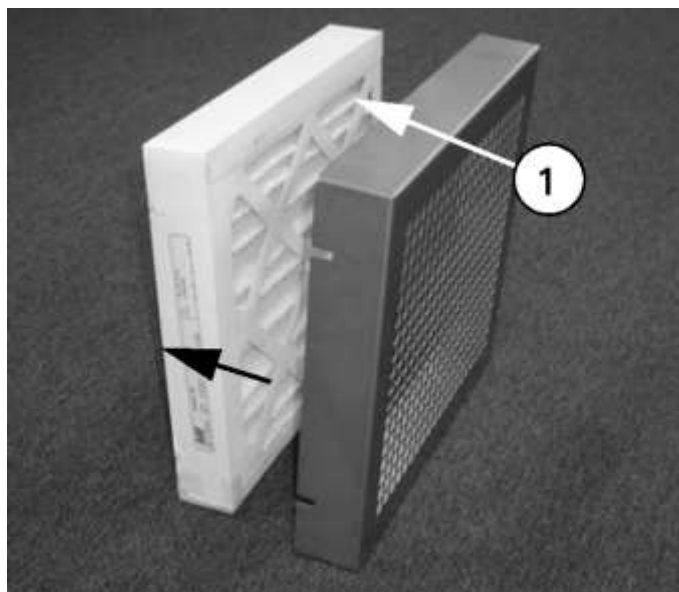
3.3 使用手电筒直接查看湿空气出气管左侧，验证转子转动速度是否非常缓慢。



转子

3.4 重新连接湿空气出气管。

4 更换除湿器的过滤器 – 每年一次。



(1) 过滤器

4.1 当安装新过滤器时，过滤器上的箭头必须指向除湿器。

5 检查除湿器软管 – 每五年一次。

5.1 目视检查软管线路是否短而呈直线。如有必要，调整/剪切软管线路改善空气流通。

5.2 如果湿空气软管上有一个低点，检查是否钻出了一个直径为 4 mm 的孔。如果没有，就钻出。

5.3 确保束线带没有束缚干空气软管使其变窄而阻碍空气流通。

5.4 如有必要，更换软管。

9 偏航系统

9.1 在偏航部分中工作的安全注意事项.....9-2

9.2 偏航系统的维修与保养.....9-3

9.2.1 检查和调整带有制动器的偏航电机.....9-3

9.2.2 检查偏航齿轮油油位9-8

9.2.3 更换偏航齿轮油9-9

9.2.4 检查偏航制动器是否泄漏9-12

9.2.5 检查偏航制动衬块是否磨损9-13

9.2.6 检查偏航小齿轮和偏航轴承内齿环的润滑和磨损情况9-14

9.2.7 检查偏航部分的中央润滑系统.....9-15

9.2.8 重新给偏航部分的中央润滑系统加注润滑剂.....9-16

9.2.9 检查偏航位置系统.....9-18

9.2.10 调整偏航位置指示器9-19

9.1 在偏航部分中工作的安全注意事项

必须始终遵守关于维修和安装工作的一般安全须知，请参见 *SI545781 基本的健康与安全规则*。

警告	
	塔架/偏航系统 缠结危险 当执行下述工作任务时应使用手动偏航锁定装置： • 当在偏航爪、偏航齿或偏航电机制动器上作业时。 • 当在风力发电机外部执行修理工作时。 • 当在风力发电机附近使用外部起重机时。

9.2 偏航系统的维修与保养

9.2.1 检查和调整带有制动器的偏航电机

程序：

- 1 取下三个十字头螺钉，取出电机盖。



电机盖及三个十字头螺钉

两个带有制动器的偏航电机的电机盖高度与其他电机盖高度不同

- 2 从贯穿轴上取出密封圈。



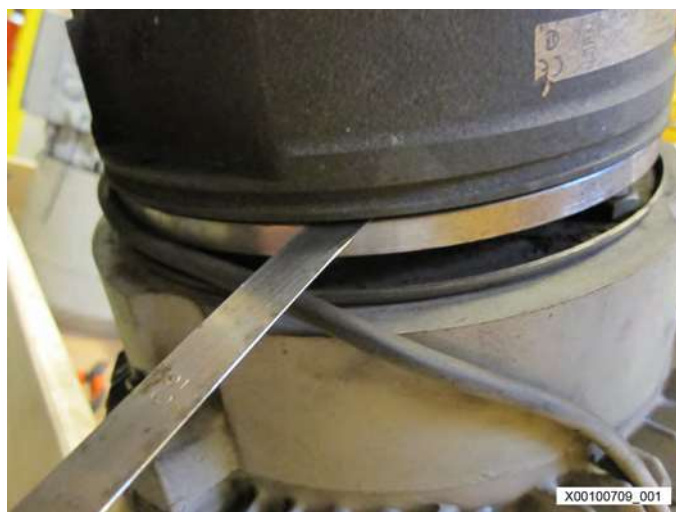
- 3 取出风扇。



- 4 风扇连接在轴上的键槽中。小心不要松动键。
- 5 用游标卡尺或钢尺测量制动器转子的厚度。如果制动器转子的厚度不足 8 mm，则必须更换制动器。



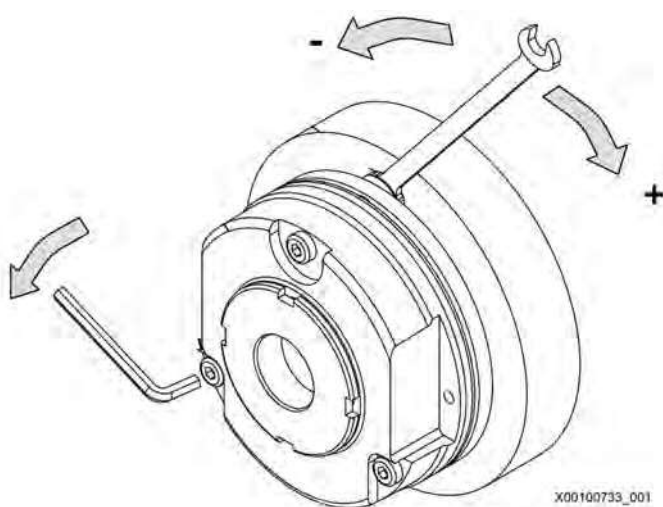
- 6 用测隙规测量气隙。测量三个点。气隙必须为 0.25 - 0.4 mm。如果气隙大于 0.55 mm，必须更换制动器。



- 6.1 松开三个六角螺钉。



- 6.2 使用 15 mm 扳手将螺纹套筒拧到定子上以调整气隙。逆时针转动 1/6 圈，将气隙减少约 0.15 mm。



- 7 使用两个扳手抬起偏航电机制动器将其松开。



- 8 使用专用工具测量摩擦扭矩。摩擦扭矩必须为 $60 \text{ Nm} + 20 / 0 \text{ Nm}$ 。Nm.



专用工具，编号 572099

- 9 如果摩擦扭矩低于 60 Nm，则调整制动器。如有必要，使用钩形扳手稳住调整板。

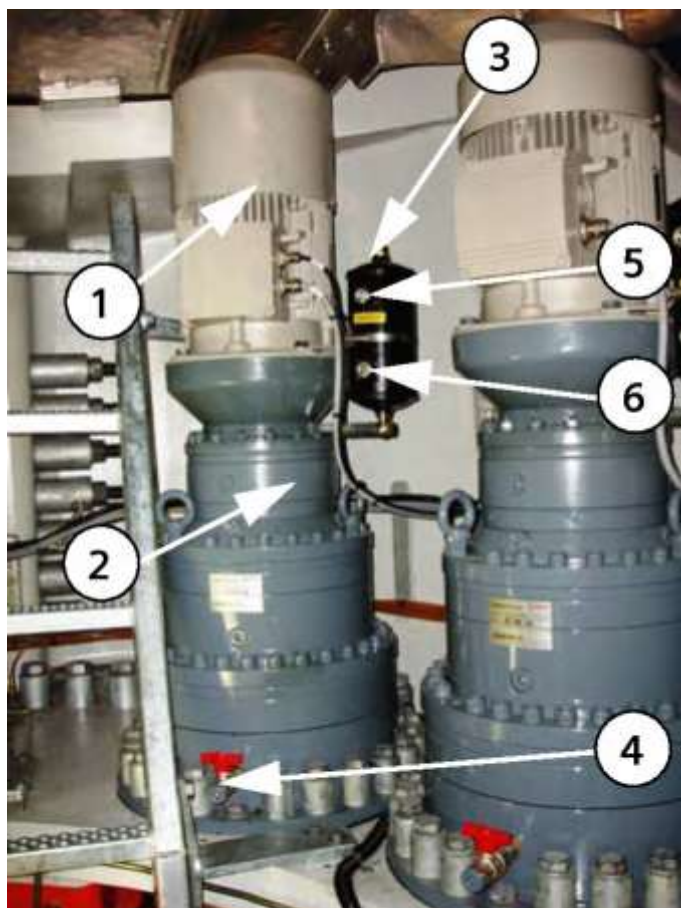


- 10 重新安装风扇，检查键是否适当放置。
- 11 重新安装贯穿轴上的密封圈。
- 12 重新安装电机盖，紧固三个十字头螺钉。
- 13 对另一个带有制动器的偏航电机执行相同的程序。

9.2.2 检查偏航齿轮油油位

程序:

- 1 检查油位表中的油位。油位必须位于上下观察镜之间。
- 2 如果底部观察镜中的油未满，则添加齿轮油直到顶部观察镜中可以看到油。
- 3 当添加齿轮油时，将一个软管从加压式贮油器上连接到泄油阀上。油型号 - 参见[更换偏航齿轮中的润滑剂](#)（第 5-26 页）部分。



- (1) 电机
- (2) 偏航齿轮
- (3) 放气阀
- (4) 泄油阀和注油阀
- (5) 最高油位
- (6) 最低油位

9.2.3 更换偏航齿轮油

警告	
	齿轮油：小心伤害眼睛！ 当在齿轮油系统上工作时,请佩戴防护镜。
警告	
	齿轮油：小心刺激皮肤！ 当在齿轮油系统上工作时,请佩戴手套。

对于正确的油型号，请参见[更换偏航齿轮中的润滑剂](#)（第 5-26 页）部分。

程序：

- 1 将检修阀 (252) 设置到“检修”位置，用挂锁固定，并挂上“切勿启动”（Do-not-start）标志（上锁/挂牌）。



- 2 取下贮油器顶部的放气塞。



放气塞

- 3 取下排放旋阀上的孔塞。



孔塞

- 4 在排放旋阀上安装快速接头。



快速接头

- 5 将软管从电钻泵上连接到快速接头上。



- 6 打开排放旋阀。
- 7 将偏航齿轮中的齿轮油排放到一个空罐中。当空气被吸入到贮油器的顶部时，说明偏航齿轮中的齿轮油已经排空。

- 8 关闭排放旋阀。
- 9 断开电钻泵和快速接头之间的软管连接，在重新注油之前，用新的齿轮油冲洗电钻泵和软管。
- 10 重新将软管从电钻泵上连接到快速接头上。
- 11 重新布置电钻泵上连接的软管，使其从之前的加压状态变成现在的抽吸状态。



- 12 打开排放旋阀。
- 13 向偏航齿轮中泵入油，同时注意观察镜中的油位。
- 14 当顶部观察镜中可以看到油时停止注油。
- 15 关闭排放旋阀。
- 16 从快速接头上取下软管。
- 17 从排放旋阀上取下快速接头。
- 18 在排放旋阀上安装孔塞，但不要拧紧。这样，在拧紧孔塞时排放旋阀中不会有压力。
- 19 打开排放旋阀。
- 20 紧固排放旋阀上的孔塞。
- 21 安装贮油器顶部的放气塞。



放气塞

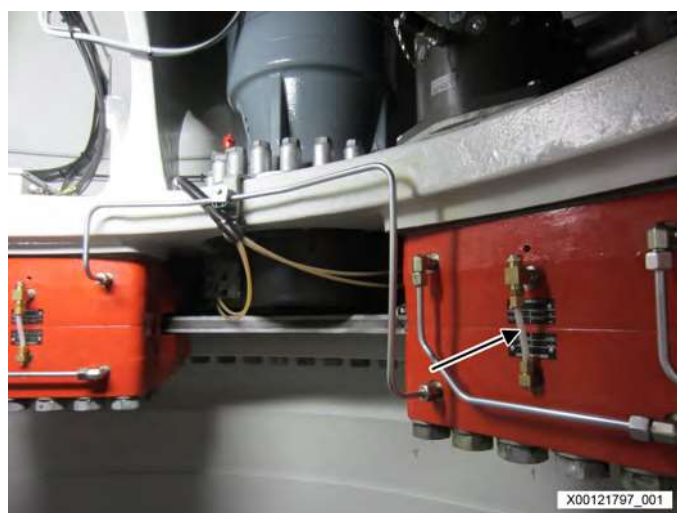
- 22 将检修阀 (252) 设置到“运行”位置，取下挂锁和切勿启动（Do-not-start）标志。.



9.2.4 检查偏航制动器是否泄漏

程序:

- 1 检查泄漏软管中是否有油，从而观察偏航制动器的液压系统是否泄漏。



泄漏软管

9.2.5 检查偏航制动衬块是否磨损

程序:

- 1 检查偏航制动器中的指示销。当制动器中的指示销达到边缘时，制动衬块被磨损约 5mm。制动衬块磨损 7 mm 是允许的。



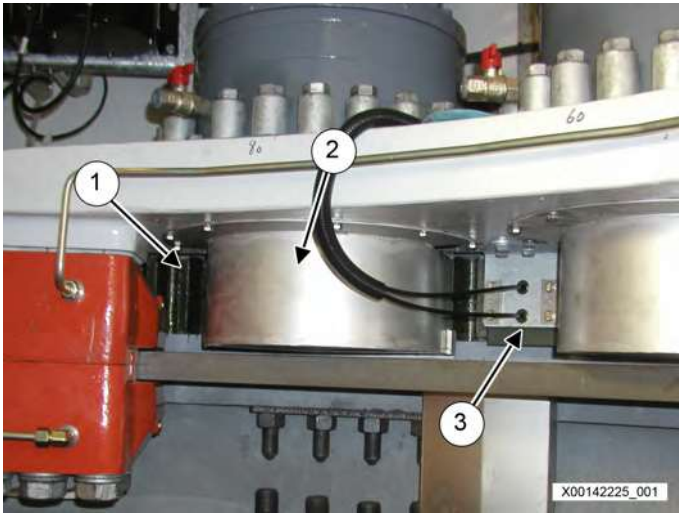
(1) 指示销

- 2 对每一个制动衬块执行相同的程序。

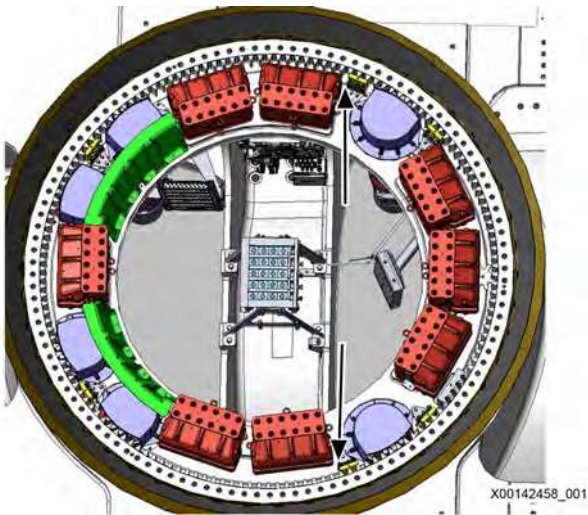
9.2.6 检查偏航小齿轮和偏航轴承内齿环的润滑和磨损情况

程序:

- 1 在不拆卸任何盖子、润滑脂垫和不偏航的条件下，目视抽检偏航小齿轮和偏航轴承内齿环的润滑、磨损和撕裂情况。在两个后部偏航齿轮电机处抽检，在此处可以进行目视检查。

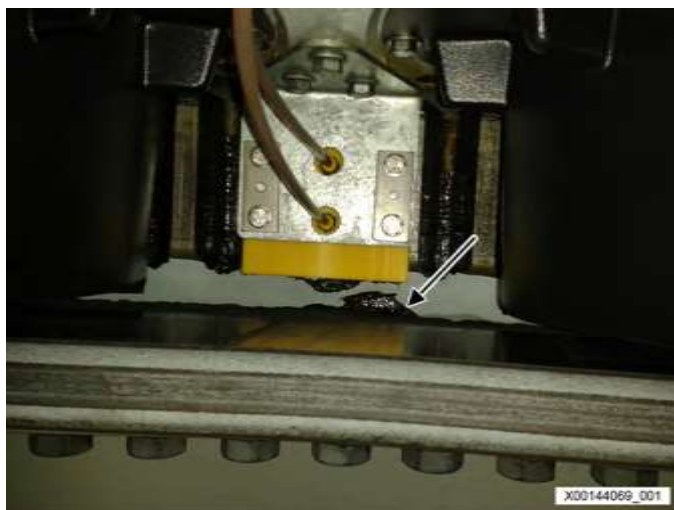


- (1) 可以目视检查的位置
- (2) 偏航小齿轮外罩
- (3) 润滑脂垫



两个后部偏航齿轮电机的检查点

- 2 在不拆卸任何盖子和润滑脂垫的条件下，清除多余润滑脂。



多余润滑脂

9.2.7 检查偏航部分的中央润滑系统

程序：

- 1 目视检查泵、分配块和进口处的连接件是否漏油。
- 2 使用手持终端进入**菜单24>屏幕 15 和 17 (MENU 24 > Screens 15 and 17)** 启动润滑系统。
- 3 按下“.”启动。
- 4 读取手持终端上的“润滑脂总量”，确保润滑系统运行时该读数在上升。
- 5 按下“.”停止。
- 6 取下润滑系统中的插座，检查“低油位传感器”，在插座中的插销 1 和 3 之间插入一个跨接线。手持终端上将显示故障指示。



中央润滑系统

(1) OPTIMOL OPTIPIT 贮存器（用于偏航轴承内齿环和偏航小齿轮）

(2) Rhodina BBZ 贮存器（用于偏航轴承的滚珠）

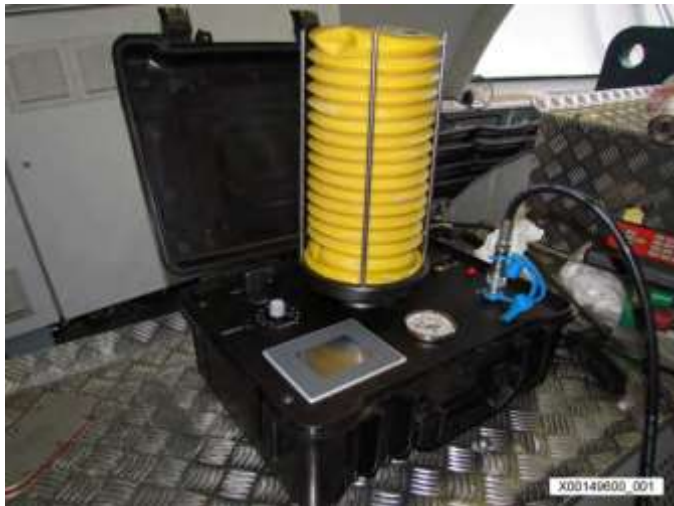
9.2.8 重新给偏航部分的中央润滑系统加注润滑剂

程序:

- 1 用易用型油脂泵给贮存器加满润滑脂。润滑脂的量和型号参见[重新给偏航轴承的滚珠加注润滑剂](#)（第 5-25 页）部分和[重新给偏航轴承内环和偏航小齿轮的齿加注润滑剂](#)（第 5-25 页）部分。润滑脂的温度不能太低，因为温度太低不利于搅拌器排出润滑脂中的空气。具体温度取决于润滑脂的型号。润滑脂中不允许存在污物和杂质，因为这样会导致泵元件出现运行故障。



- (1) 加油阀
- (2) OPTIMOL OPTIPIT 贮存器（用于偏航轴承内齿环和偏航小齿轮）
- (3) Rhodina BBZ 贮存器（用于偏航轴承的滚珠）



易用型油脂泵

- 1.1 将润滑脂盒的底部安装在油脂泵的注油座上。
 - 1.2 检验标签上的润滑脂型号。
 - 1.3 在注油座上安装润滑脂盒并拧紧。
 - 1.4 将软管连接到注油泵上。
 - 1.5 点击 F3 重置油脂泵。
 - 1.6 点击 F4 启动油脂泵。确保显示器上的润滑脂量在增加。
- 如果显示器上的润滑脂量没有增加，对润滑脂盒的顶部施加一点压力。

- 1.7 通过泵箱底部的阀门给系统排气。记住在放气管下方放置一块抹布。
- 1.8 泵出一些润滑脂，确保泵和软管中没有残留的旧润滑脂。
- 1.9 将软管连接到润滑脂贮存器的快速接头上。



- 1.10 泵入 6 或 12 kg 润滑脂到贮存器中（两个贮存器的量）。为了清空润滑脂盒，轻击润滑脂盒顶部的折叠处。不要添加过多的润滑脂。
 - 1.11 点击 F4 停止油脂泵。
 - 1.12 从润滑脂贮存器上断开软管连接。
 - 1.13
- 2 清洁溢出的润滑脂。

9.2.9 检查偏航位置系统

程序:

- 1 在手持终端**菜单24>屏幕5 (MENU 24 > screen 5)**中读取偏航位置。
- 2 用指南针测量机舱位置。
- 3 比较两个位置。当风力发电机的轂盖指向北方时，偏航位置指示器在手持终端中**菜单24>屏幕5 (MENU 24 > screen 5)**的读数必须是 0°。如果不是，根据[调整偏航位置指示器](#) (第 9-19 页) 部分的描述调整偏航位置指示器。
- 4 检查电缆是否没有过度扭绞。
- 5 检查偏航位置指示器是否安全紧固。



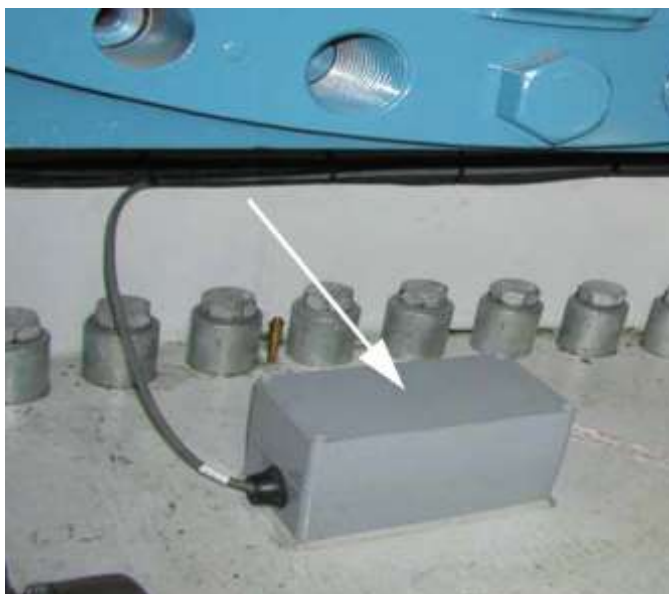
偏航位置指示器

- 6 取下盖子，确保尼龙齿轮适当啮合（连接）。
- 7 重新安装盖子。
- 8 将风力发电机偏航使电缆垂直悬挂，从而使其完全解缆。

9.2.10 调整偏航位置指示器

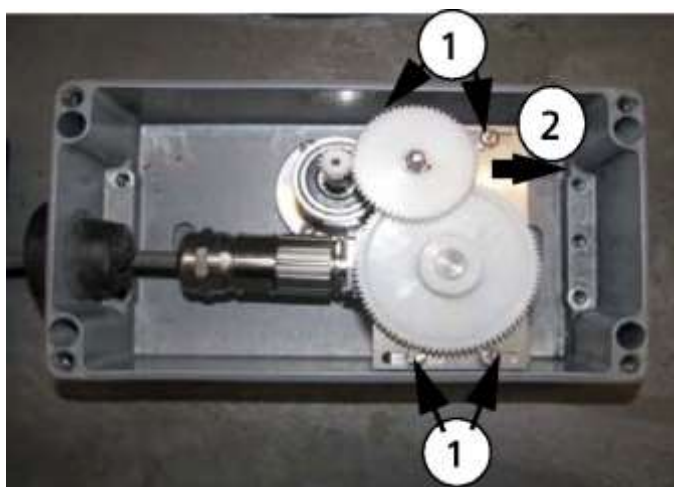
程序:

- 1 使用指南针找到“N”方向，将机舱偏航指向北方。电缆必须尽可能垂直悬挂，最多只能扭转半圈。



偏航位置指示器

- 2 取下偏航位置指示器的盖子。
- 3 松开四个螺钉。

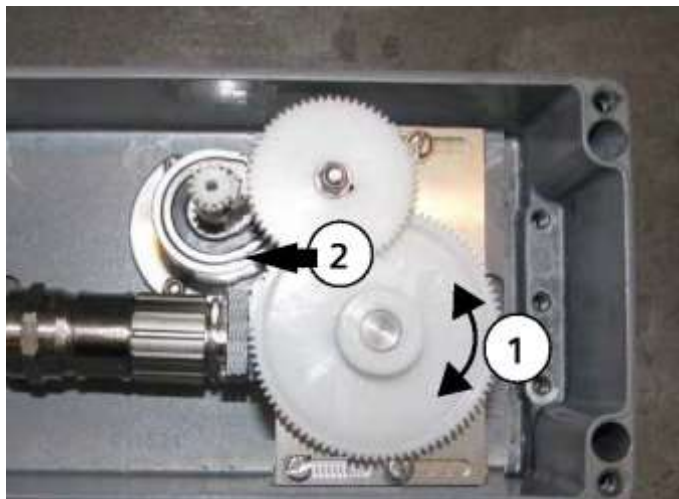


(1) 四个螺钉

(2) 推动方向

- 4 推开固定两个大齿轮的板，使其远离小齿轮。
- 5 向右或左转动大齿轮。偏航位置指示器必须等于 0° ，R（电缆扭转圈数）应介于 0 和 0.5 之间。在手持终端中进入**菜单24>屏幕5（MENU 24 > screen 5）**，找到偏航位置指示器的方向。

- 6 将大齿轮推回到靠近小齿轮的位置，不要太紧，然后紧固四个螺钉。



- (1) 大齿轮
(2) 推动方向

- 7 重新安装盖子。

10 驱动链

10.1	在驱动链上工作的安全规则	2
10.2	主轴承	3
10.2.1	检查主轴承中的润滑脂量	3
10.2.2	清空润滑脂逃逸收集容器	5
10.2.3	检查主轴承上的中央润滑系统	6
10.2.4	重新给主轴承的润滑系统加注润滑剂	7
10.3	主齿轮	10
10.3.1	检查变速箱	10
10.3.2	检查变速箱中的加热元件	14
10.3.3	检查变速箱中的油位	15
10.3.4	给变速箱加注齿轮油	17
10.3.5	检查变速箱油压的压力传感器	18
10.3.6	更换惰行泵	19
10.3.7	检查变速箱吊挂	22
10.4	过滤器和泵系统	23
10.4.1	更换在线式过滤芯	23
10.4.2	估计过滤器磁体上的碎屑量	29
10.4.3	更换变速箱的空气过滤器	30
10.4.4	清洁在线式过滤器放气用的球阀过滤器	31
10.4.5	清洁离线式过滤器放气用的球阀过滤器	32
10.4.6	更换离线式过滤芯	33
10.4.7	检查齿轮油软管	35
10.4.8	更换齿轮油软管	36
10.5	发电机	53
10.5.1	检查发电机中的加热元件	53
10.5.2	检查发电机轴承的润滑系统	54
10.5.3	重新给发电机轴承的中央润滑系统加注润滑剂	55
10.5.4	清空润滑脂滴油容器	57
10.5.5	更换发电机轴承上的碳刷并清洁滑环	58
10.5.6	测量 D 端的电阻	59
10.5.7	测量 D 端的轴承绝缘	60
10.6	用夹具激光器对齐和调整发电机	61
10.6.1	对齐和调整发电机应遵守的安全规则	61
10.6.2	图标释义	62
10.6.3	测量距离	63
10.6.4	注册补偿值	66
10.6.5	安装激光头	72
10.6.6	开启夹具激光器和输入值	74
10.6.7	测量发电机对齐	82
10.6.8	根据测量值调整发电机的高度	87

10.1 在驱动链上工作的安全规则

必须始终遵守关于维修和安装工作的一般安全须知，请参见 *SI545781 基本的健康与安全规则*。
在传动系统上工作或进入轮毂之前，请填写检查表 *ZCH1031600 在传动系统上/轮毂中工作的安全性*。

警告	
	在进入轮毂之前,确保高速风轮锁定装置已接合. 在传动系统上工作时,必须接合高速风轮锁定装置. 液压站上的检修阀 (252) 必须设置到”检修”位置.。
警告	
	齿轮油：小心伤害眼睛！ 当在齿轮油系统上工作时,请佩戴防护镜.。
警告	
	齿轮油：小心刺激皮肤！ 当在齿轮油系统上工作时,请佩戴手套。

10.2 主轴承

10.2.1 检查主轴承中的润滑脂量

程序:

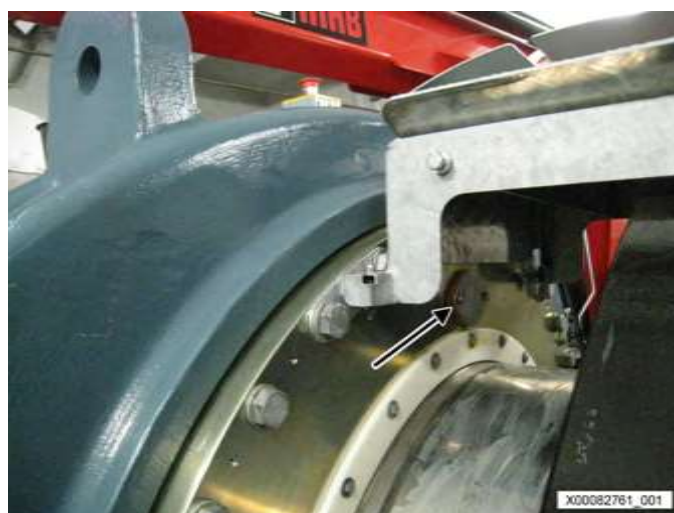
- 1 停止风力发电机。
- 2 接合高速风轮锁定装置，参见接合高速风轮锁定装置（第1-61页）部分，并填写检查表 *ZCH1031600 在传动系统/轮毂中工作的安全性*。
- 3 取下后轴承上顶部主轴的盖板。



(1) 前轴承

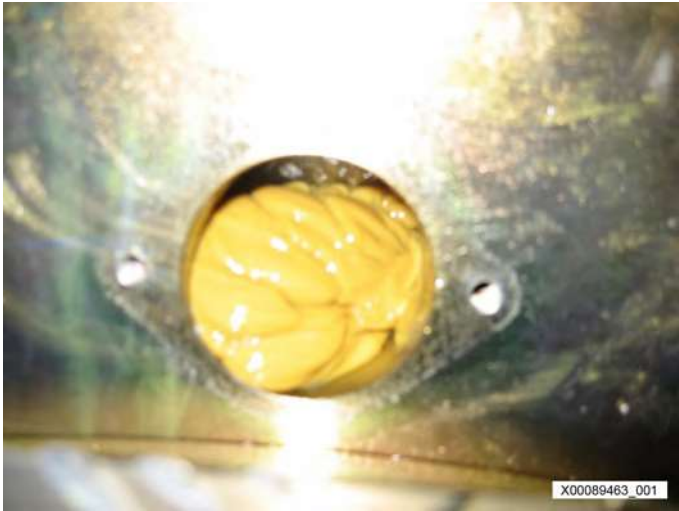
(2) 后轴承

- 4 取下后轴承盖上的小盖。



后轴承盖上的小盖。

5 去除堆积在盖子后面的润滑脂塞。



检查孔

6 评估润滑脂的加注量（滚珠在润滑脂塞的后面），并注意检查表中标明的润滑脂量。
作为最低要求，必须有少量润滑脂滚动到滚珠的前面。如果润滑脂量不适当，通知西门子风力发电公司的服务部门。

主轴承中的润滑脂加注量			
1 级加注量：润滑脂量太少。滚珠前面没有润滑脂。	1 级加注量：润滑脂量太少。滚珠前面没有润滑脂。	2 级加注量：滚珠前面的润滑脂量为 Ø5 - Ø15 mm。	2 级加注量：滚珠前面的润滑脂量为 Ø5 - Ø15 mm。
3 级加注量：滚珠上的润滑脂清晰可见。	3 级加注量：滚珠上的润滑脂清晰可见。	4 级加注量	
5 级加注量	5 级加注量	6 级加注量：轴承完全被润滑脂包裹。	6 级加注量：轴承完全被润滑脂包裹。

7 重新安装后轴承盖上的小盖。

8 对前轴承执行相同的程序。



前轴承盖上的小盖。

10.2.2 清空润滑脂逃逸收集容器

程序:

1 清空润滑脂逃逸收集容器（四个容器）。



润滑脂逃逸收集容器（四个容器）



润滑脂逃逸收集容器（四个容器）

10.2.3 检查主轴承上的中央润滑系统

程序:

- 1 目视检查泵、分配块和进口处的连接件点是否漏油。



主轴承的中央润滑系统

- 2 启动润滑装置。
 - 2.1 使用手持终端进入**菜单24>屏幕14 (MENU 24 > screen 14)**。
 - 2.2 按下 "." 启动润滑装置。
 - 2.3 按下 "." 停止润滑装置。
 - 2.4 读取“润滑脂总量”，确保润滑装置运行时该读数在上升。
 - 2.5 取下润滑装置中的插座，在插销 1 和 3 之间放置一个跨接线，检查“低油位传感器”。手持终端中会显示故障指示。故障指示显示在手持终端上可能需要十分钟的时间。
 - 2.6 在手持终端中，进入**菜单24>屏幕18 (MENU 24 > screen 18)**，重置脉冲计数器。

10.2.4 重新给主轴承的润滑系统加注润滑剂

程序：

- 1 检查润滑脂型号是否正确。润滑脂的量和型号参见[更换主齿轮中的润滑剂](#)（第 5-24 页）部分。润滑脂的温度不能太低，因为温度太低不利于搅拌器排出润滑脂中的空气。具体温度取决于润滑脂的型号。润滑脂中不允许存在污物和杂质，因为这样会导致泵元件出现运行故障。



易用型油脂泵

- 1.1 将润滑脂盒的底部安装在油脂泵的注油座上。
- 1.2 检验标签上的润滑脂型号。
- 1.3 在注油座上安装润滑脂盒并拧紧。
- 1.4 将软管连接到注油泵上。
- 1.5 点击 F3 重置油脂泵。
- 1.6 点击 F4 启动油脂泵。确保显示器上的润滑脂量在增加。

如果显示器上的润滑脂量没有增加，对润滑脂盒的顶部施加一点压力。

- 1.7 通过泵箱底部的阀门给系统排气。记住在放气管下方放置一块抹布。
- 1.8 泵出一些润滑脂，确保泵和软管中没有残留的旧润滑脂。

- 1.9 将软管连接到润滑脂贮存器的快速接头上。



- 1.10 加满润滑脂贮存器。为了清空润滑脂盒，轻击润滑脂盒顶部的折叠处。不要添加过多的润滑脂。



主轴承的中央润滑系统

- 1.11 轻轻抬起润滑装置的盖子。在加注润滑脂的过程中，留意观察止推板。



(1) 润滑装置的盖子

1.12 当止推板距离顶部约 5cm 时，停止加注润滑脂。

注意：不要添加过多的润滑脂！



止推板距离顶部约 5cm

1.13 点击 F4 停止油脂泵。

1.14 从润滑脂贮存器上断开软管连接。

1.15

2 清洁溢出的润滑脂。

3 清空和清洁两个轴承的滴油板。



位于偏航部分的前轴承的滴油板

10.3 主齿轮

10.3.1 检查变速箱

程序:

- 1 检查变速箱之前的准备工作。
 - 1.1 将风力发电机偏航，使其远离风向 90°。
 - 1.2 推动盘车装置使其啮合，参见[操作盘车装置](#)（第1-69页）部分。
 - 1.3 接合高速风轮锁定装置，参见接合高速风轮锁定装置（第1-61页）部分，并填写检查表 *ZCH1031600 在传动系统/轮毂中工作的安全性*。



高速风轮锁定装置 -
被锁定

- 1.4 将变速箱上的检修门和四周擦干净。确保在移除检修门时没有灰尘、污物或油漆颗粒进入变速箱。

小心：当移除检修门时与其保持距离，避免吸入烟尘。



检修门

- 1.5 检查口袋中的物件，防止其掉落到变速箱中。
- 1.6 将工具放置在安全的地方，防止其掉落到变速箱中。如有必要，将工具系在绳子上，然后挂在手腕上，避免其掉落到变速箱中。

- 2 检查变速箱外部。
 - 2.1 目视检查变速箱外部是否清洁、有泄漏迹象、油漆状况和可能存在的裂纹。
 - 2.2 目视检查变速箱四周是否漏油。灰尘堆积可能是漏油的迹象。
 - 2.3 目视检查低速轴和高速轴是否有漏油的迹象。
 - 2.4 用干净的抹布擦拭法兰、连接件和其他可能漏油的地方，检查抹布上是否有油。
 - 2.5 修补油漆。如果无法修补，记录损坏的地方，并报告给西门子风力发电公司的服务部门。
- 3 检查变速箱内部之前的准备工作。
 - 3.1 确保当打开检修门时没有水会滴进变速箱。
 - 3.2 拆下检修门，将所有螺栓收集起来放置在安全的地方，防止其掉落到变速箱中。



检修门

- 4 检查变速箱内部。
 - 4.1 目视检查整个变速箱内部是否清洁、有杂物漂浮，平面上是否有黑色物质沉积。



平面上有黑色物质沉积的示例

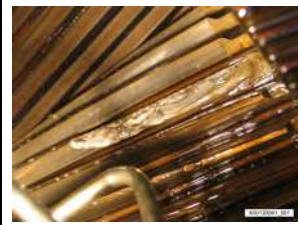
- 4.2 如有可能，目视检查轴承外表面是否损坏、腐烂。
- 4.3 目视检查高速小齿轮和中间 (IMS) 轮是否磨损、撕裂和损坏。拍摄数码照片进行记录。



- (1) 高速小齿轮
- (2) 中间 (IMS) 轮
- (3) 油管

- 4.4 目视检查油管是否安全紧固。
- 4.5 安装检查盖。
- 4.6 取下高速风轮锁定装置。
- 4.7 采用盘车装置分步旋转齿轮。
- 4.8 接合高速风轮锁定装置，参见接合高速风轮锁定装置（第1-61页）部分，并填写检查表 *ZCH1031600 在传动系统/轮毂中工作的安全性*。
- 4.9 拆下检查盖。
- 4.10 重复 4.1 至 4.9 点，直到高速小齿轮和中间 (IMS) 轮的整个表面检查完毕。
- 5 重新安装检修门，扭紧螺栓，参见螺栓紧固 – 标准值（第 4-13 页）部分。
- 6 取下高速风轮锁定装置。
- 7 推动盘车装置使其解开啮合，参见[操作盘车装置](#)（第1-69页）部分。
- 8 填写检查表 *CH547352*。
- 9 将检查表和数码照片发送给运营经理和service.engineering.wptgl.energy@siemens.com。

示例：

			
新齿	微点蚀	宏观点蚀	剥落
			
边缘接触	顶部至根部干扰	划伤	裂纹和断裂
			
裂纹和断裂	停滞痕迹	压痕	腐蚀

图片来源：GEARTECH。西门子感谢 GEARTECH 提供图片。

10.3.2 检查变速箱中的加热元件

程序：

- 1 进入菜单**30 > 测试开关 (MENU 30 > Test switches)**。
- 2 按下 5。
- 3 按下 ESC。
- 4 进入菜单**25 > 输出控制 (MENU 25 > Output control)**。
- 5 在控制器文档中找到齿轮油加热输出。
- 6 使用箭头键找到所需的输出。
- 7 按下 “.” 激活输出。
- 8 用钳形表在 **A3** 中测量。

每个加热元件的电流必须是 $1.2\text{ A} \pm 0.2\text{ A}$ 。一组三个加热元件的电流必须是 2.01 A 。



钳形表

- 9 测试完毕后，在菜单**3 (MENU 3.)**中重置计算机。

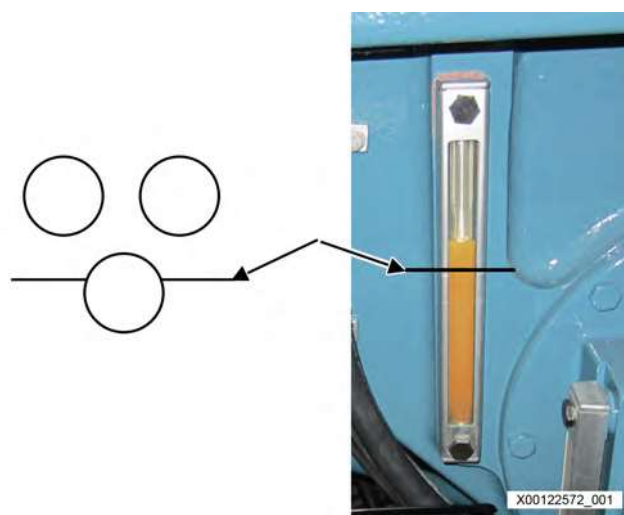


变速箱后部的加热元件

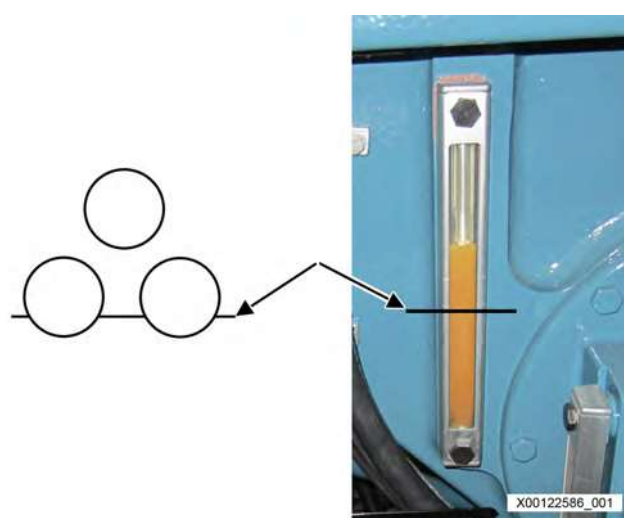
10.3.3 检查变速箱中的油位

程序:

- 1 给离线式过滤器排气。
- 2 检查在线式泵在最近 24 小时内是否运行了五分钟。
- 3 停止并制动风力发电机。
- 4 接合高速风轮锁定装置，参见接合高速风轮锁定装置（第1-61页）部分，并填写检查表 *ZCH1031600 在传动系统/轮毂中工作的安全性*。
- 5 让变速箱停止 15 分钟，使所有的内部齿轮油都回到油槽中。当检查变速箱中的油位时风力发电机不能运转。
- 6 检查油位，选项 1。这是最准确的方法，但耗时。
 - 6.1 推动盘车装置使其啮合，参见操作盘车装置（第1-69页）部分。
 - 6.2 使用盘车装置旋转齿轮，直到转子至少旋转半圈。在旋转过程中，注意齿轮油油位的变化。实际和准确的齿轮油油位应介于最小读数和最大读数之间。确定平均油位。



最高油位（一个行星齿轮几乎完全位于油位以下）



最低油位（两个行星齿轮部分被浸没）

- 7 检查油位，选项 2。这个方法不如选项 1 准确，但更简单省时。

- 7.1 观察玻璃油位表中的齿轮油油位。



玻璃油位表，带标记

- 8 估计齿轮油油位。

- 8.1 齿轮油位于上下标记之间：可接受

- 8.2 如果齿轮油油位位于上标记之上，变速箱可能漏油。通过离线式过滤器阀门将多余的润滑油收集到一个塑料罐中。

- 8.3 如果齿轮油油位位于下标记之下，则加注齿轮油，参见[给变速箱加注齿轮油](#)（第 10-17 页）部分。

- 8.4 如果玻璃油位表中可以看见齿轮油，但油位在下标记之下，变速箱最多只能运行五天。五天之内必须给变速箱注油。

- 8.5 如果玻璃油位表中看不见齿轮油，变速箱必须停止运行。只能空转。

- 9 检查所有的连接处是否漏油。

- 10 检查玻璃油位表中的油是否干净、没有任何泡沫。

- 11 如果有泡沫，联系西门子风力发电公司的服务部门。

- 12 取下高速风轮锁定装置。

10.3.4 给变速箱加注齿轮油

程序:

- 1 拆下检修门。
 - 1.1 接合高速风轮锁定装置，参见接合高速风轮锁定装置（第1-61页）部分，并填写检查表 *ZCH1031600 在传动系统/轮毂中工作的安全性*。



高速风轮锁定装置 -
被锁定

- 1.2 将变速箱上的检修门和四周擦干净。确保在移除检修门时没有灰尘、污物或油漆颗粒进入变速箱。



检修门

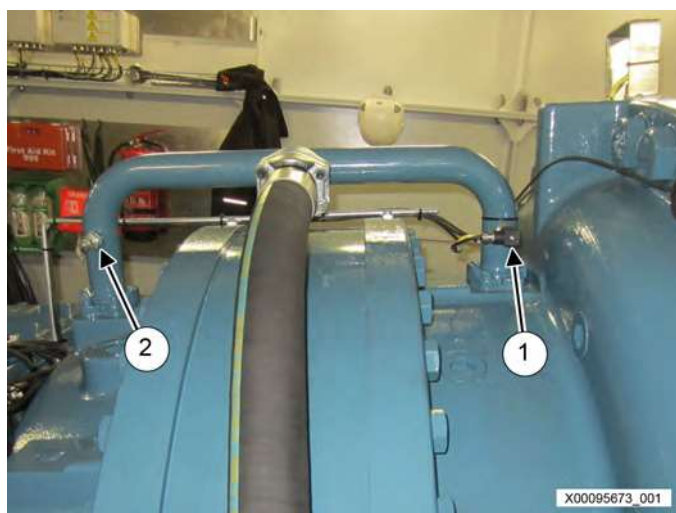
- 1.3 检查口袋中的物件，防止其掉落到变速箱中。
 - 1.4 将工具放置在安全的地方，防止其掉落到变速箱中。如有必要，将工具系在绳子上，然后挂在手腕上，避免其掉落到变速箱中。
 - 1.5 确保当打开检修门时没有水会滴进变速箱。
 - 1.6 拆下检修门，将所有螺栓收集起来放置在安全的地方，防止其掉落到变速箱中。
- 2 检查油罐是否完全干净。
- 3 打开油罐，取下盖子的密封圈，将盖子和密封圈放置在安全的地方，防止其掉落到变速箱中。
- 4 将齿轮油倾倒在变速箱中。

- 5 启动在线式泵，参见[抽取齿轮油样本](#)（第 5-4 页）第 2-3 点，让在线式泵运转至少五分钟。
- 6 停止运转 10 分钟后，评估油位。
- 7 根据需要加注齿轮油，直到油位达到玻璃油位表的上标记处。
- 8 重新安装检修门，扭紧螺栓，参见[螺栓紧固 – 标准值](#)（第 4-13 页）部分。
- 9 取下高速风轮锁定装置。

10.3.5 检查变速箱油压的压力传感器

程序：

- 1 在测试嘴上安装压力计。
- 2 启动齿轮油泵。
- 3 读取压力值。
- 4 检查手持终端中[菜单2 > 屏幕 9 \(MENU 2 > screen 9\)](#)显示的压力值，确保其与压力计的读数相同。
- 5 停止齿轮油泵。



(1) 齿轮箱用油的压力传感器

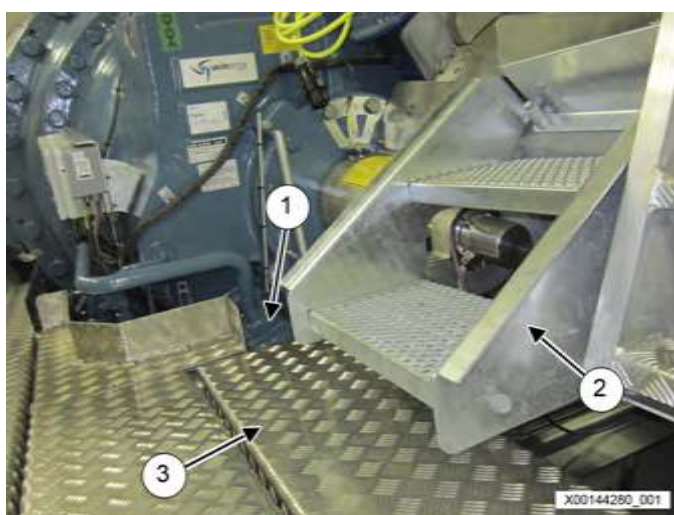
(2) 测试嘴

10.3.6 更换惰行泵

惰行泵的更换程序与变速箱用油的更换程序（变速箱排尽油以后）相同，参见[更换变速箱用油](#)（第 5-10 页）部分。

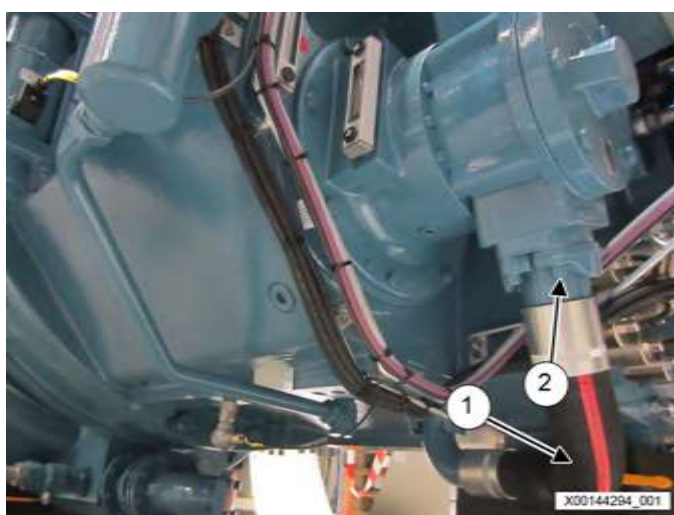
程序：

- 1 接合高速风轮锁定装置，参见接合高速风轮锁定装置（第1-61页）部分，并填写检查表 *ZCH1031600 在传动系统/轮毂中工作的安全性*。
- 2 检查油位，如有必要，将油排尽。
- 3 拆下惰行泵上方的两级板和地板。



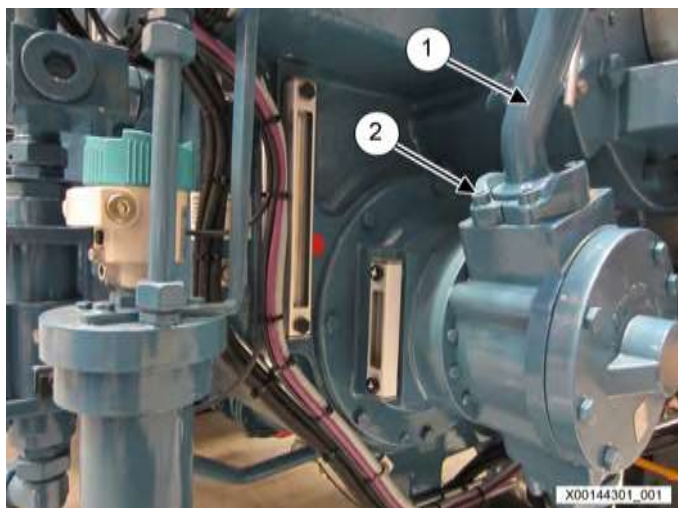
- (1) 惰行泵
- (2) 两级板
- (3) 地板

- 4 将一个容器置于连接件下方，收集残留的齿轮油。
- 5 拆下软管接头，将泵和软管的孔塞上。



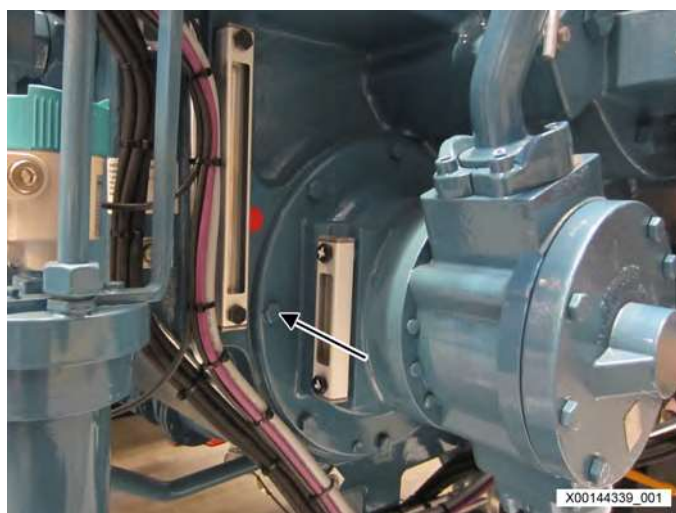
- (1) 软管
- (2) 软管接头

- 6 拆下管道接头，将泵和管道的孔塞上。



- (1) 管道
(2) 管道接头

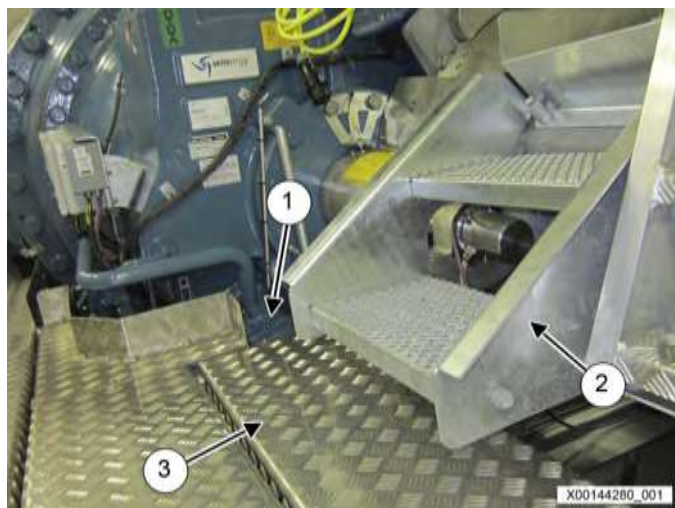
- 7 拧开泵法兰中的螺栓。



泵法兰中的螺栓

- 8 沿轴向方向移动泵设备直到其可以自由移动，然后拆下。
9 从总成中拆下泵设备。
10 在总成上安装新的泵设备。
11 沿轴向方向移动插入新的泵设备。小心使齿正确吻合。
12 根据[螺栓紧固 – 标准值](#)（第 4- 13 页）部分，扭紧螺栓。
13 取下插塞，重新安装管道接头。
14 取下插塞，重新安装软管接头。

- 15 重新安装惰行泵上方的两级板和地板。



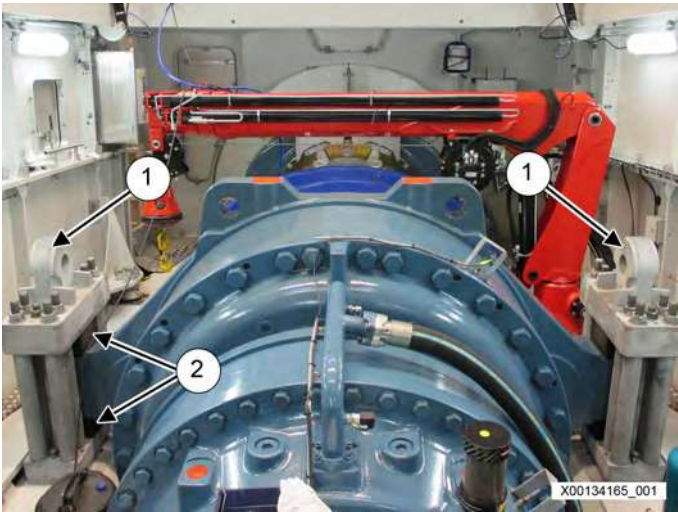
- (1) 惰行泵
(2) 两级板
(3) 地板

- 16 取下高速风轮锁定装置。

10.3.7 检查变速箱吊挂

程序:

- 1 目视检查橡胶衬套是否有严重裂纹和膨胀。如果发现损坏，联系西门子风力发电公司的服务部门。



(1) 变速箱吊挂
(2) 橡胶衬套

橡胶衬套的疲劳损伤示例	
 开始出现典型的疲劳损伤（单一气泡开始缓慢破裂）。	 疲劳损伤恶化（出现更多气泡，小裂纹，橡胶碎屑）。
 典型的严重疲劳损伤（四周出现许多气泡，裂纹达几毫米深，有橡胶碎屑）。	 典型的极值负载损伤（出现大橡胶“舌”）。

10.4 过滤器和泵系统

10.4.1 更换在线式过滤芯



在线式过滤器

程序:

- 1 进入**菜单30 (Menu 30)**，按下 9 激活 Dahl 测试 – 当标志值为零时该标志被激活。
- 2 按下 ESC。
- 3 在控制器文档中查找低速运转时齿轮油泵的输出。
- 4 关闭变速箱上的阀门。



变速箱上的阀门

- 5 关闭过滤器放气阀。



(1) 过滤器放气阀

- 6 进入**菜单25 > 输出控制 (MENU 25 > Output control)**，使用箭头键选择齿轮油泵在低速运转下的输出以启动泵。
- 7 启动泵：在手持终端中，进入**菜单25 > 输出控制 (MENU 25 > Output control)**。
- 8 按下“.”激活输出。
- 9 泵启动后立即取下泵上的螺钉。

注意：泵启动后几秒钟放气孔中将流出约半升油。这将会停止，但应收集流出的油。



泵上的螺钉

- 10 运转泵，直到回油软管中听到冒泡声。现在过滤器中已经排尽油并充满空气。

- 11 当油泵运转时，安装油泵上的螺钉。
- 12 螺钉安装完毕后，立即停止油泵。
- 13 拆下盖子。

注意：小心，不要让污物和杂质进入系统中。



盖子

- 14 在过滤器的吊眼上安装起重机吊钩。



起重机吊钩

- 15 使用维护用起重机小心吊出过滤芯，吊出过程中允许油滴下。
- 16 取下过滤芯底部的螺母，拆卸过滤芯。

注意：从过滤器外壳边缘中取出过滤芯后，再拆卸过滤芯。确保没有部件掉落到过滤器外壳中。



过滤芯底部的螺母

- 17 取出旧的过滤芯，将其放置在一个袋子中。



旧过滤芯

- 18 估计过滤器磁体上的碎屑量，参见[估计过滤器磁体上的碎屑量](#)（第 10-29 页）部分，在检查表中记录污染的程度。拍摄磁体的数码照片，连同齿轮检查表一起发送给运营经理和 service.engineering.wptgl.energy@siemens.com。
- 19 清洁过滤器的磁体。



- 20 在新滤芯中安装干净的磁体，安装新过滤器，紧固过滤芯底部的螺母。



过滤芯底部的螺母

- 21 小心在过滤器外壳中放置新滤芯。



新滤芯

- 22 组装过滤器外壳，交叉旋紧螺栓至 400 Nm。



- 23 打开变速箱上的阀门和过滤器放气阀。

- 24 检查是否漏油。

- 25 检查密封是否完好。
- 26 过滤器更换完毕后，在**菜单 3 (Menu 3)** 中重置计算机。

10.4.2 估计过滤器磁体上的碎屑量

程序:

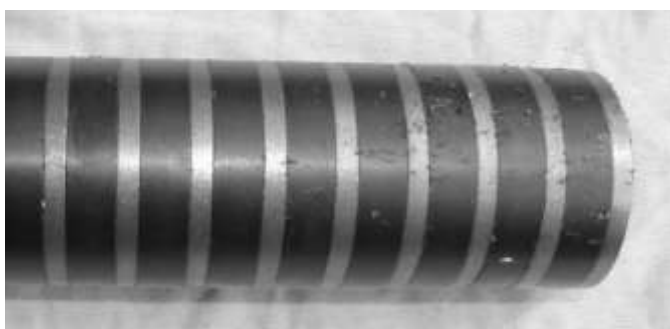
- 1 当更换过滤器时，估计过滤器磁体上的碎屑量。



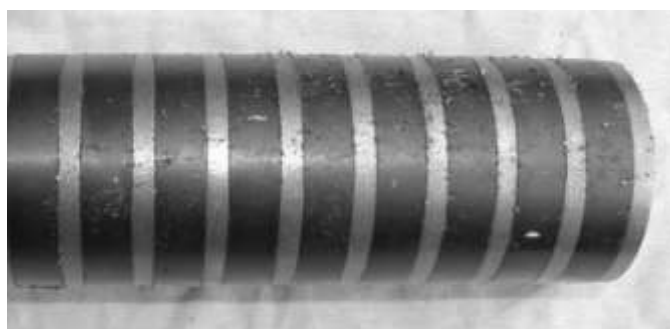
- 2 在检查表中记录与磁体上碎屑量相应的数字。
- 3 如果磁体的污染程度估计达到 (5) 级，取一个碎屑样本。将其放到一个油样本瓶中，与油样本一起送检分析。



(1) 非常干净



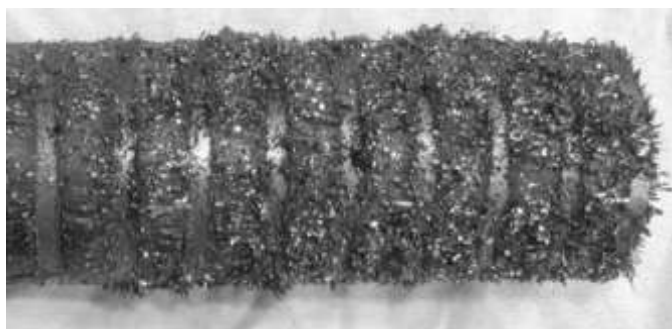
(2) 轻度污染



(3) 中度污染



(4) 重度污染



(5) 非常严重的污染

10.4.3 更换变速箱的空气过滤器

程序:

- 1 拧下过滤器外壳的盖子。
- 2 更换过滤器内衬。
- 3 将盖子再次拧紧到过滤器外壳上。



变速箱的空气过滤器

10.4.4 清洁在线式过滤器放气用的球阀过滤器 程序：

- 1 清洁球阀过滤器。



(1) 安装在变速箱中的球阀过滤器

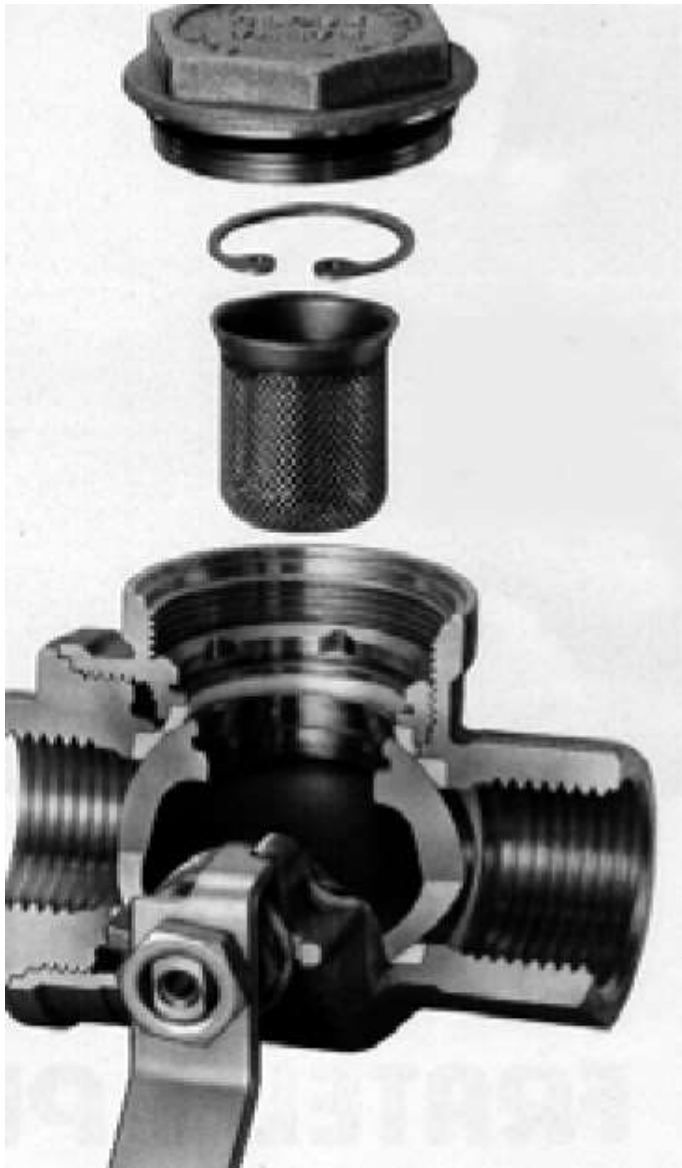
10.4.5 清洁离线式过滤器放气用的球阀过滤器

程序:

- 1 清洁球阀过滤器。



安装在离线式过滤器上的球阀过滤器



球阀过滤的分离

10.4.6 更换离线式过滤芯

在线式过滤芯更换之后，立即更换离线式过滤芯，离线式过滤器会排出部分油。



- (1) 离线式过滤器 (2) 放气螺钉 (3) 泄油阀
- (4) 离线式过滤器和在线式过滤器之间的阀门
- (5) 油品取样阀
- (C.C. Jensen 过滤器)

注意：更换过滤芯之前，必须排出过滤器外壳中的油。

程序：

- 1 关闭离线式过滤器和在线式过滤器之间的阀门。
- 2 通过泄油阀排出最后的油。
- 3 取下顶部螺母。



- 4 小心取下过滤器盖。
- 5 松开翼形螺母，取下弹簧和弹簧导杆。

- 6 取下过滤芯，将其放置在一个袋子中。



- 7 更换密封件后，安装新的过滤芯。



- 8 在将弹簧导杆和弹簧压入到位之前，检查 O 形圈是否正确放置在凹槽中。紧固螺母，直到其接触弹簧导杆顶部，然后再拧八圈。



9 安装过滤器盖。



10 紧固顶部螺母。



- 11 打开离线式过滤器和在线式过滤器之间的阀门，启动在线式泵，参见[抽取齿轮油样本](#)（第 5-4 页）中的第 2-3 点，给过滤器排气，让在线式泵运转至少 15 分钟。
- 12 检查过滤器是否漏油及其压力。如果油是冷的，压力介于红色范围中即可。
- 13 拧松并取出放气螺钉，让泵运行，直到油流出。
- 14 将放气螺钉拧回原位。
- 15 检查变速箱中的油位，参见[检查变速箱中的油位](#)（第 10-15 页）部分。

10.4.7 检查齿轮油软管

程序：

- 1 检查齿轮油软管是否因与其他软管/部件摩擦而损坏。
- 2 目视检查齿轮油软管是否有裂纹和损坏。

10.4.8 更换齿轮油软管

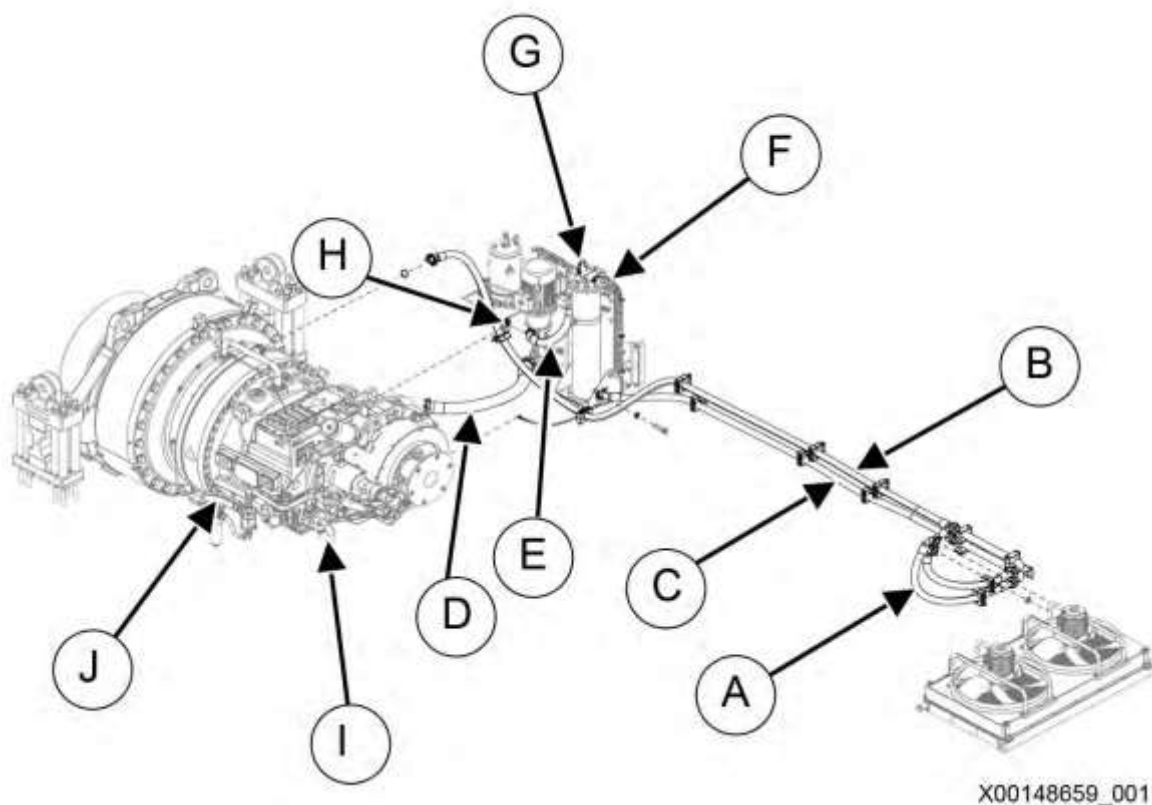


图 10.4.8.1 软管分布

图中显示的编号对应于程序中提及的编号。

程序：

- 1 排出软管中的油。
 - 1.1 进入**菜单30 (Menu 30)**，按下 9 激活 Dahl 测试 – 当标志值为零时该标志被激活。
 - 1.2 按下 ESC。
 - 1.3 在控制器文档中查找低速运转时齿轮油泵的输出。

1.4 关闭变速箱上的阀门。



变速箱上的阀门

1.5 关闭过滤器放气阀。



(1) 过滤器放气阀

- 1.6 进入**菜单25 > 输出控制 (MENU 25 > Output control)**，使用箭头键选择齿轮油泵在低速运转下的输出以启动泵。
- 1.7 启动泵：在手持终端中，进入**菜单25 > 输出控制 (MENU 25 > Output control)**。
- 1.8 按下“.”激活输出。

- 1.9 泵启动后立即取下泵上的螺钉。

注意：泵启动后几秒钟放气孔中将流出约半升油。这将会停止，但应收集流出的油。



泵上的螺钉

- 1.10 运转泵，直到回油软管中听到冒泡声。现在过滤器中已经排尽油并充满空气。

注意：尽可能减少泵吸气的的时间。

- 1.11 当油泵运转时，安装油泵上的螺钉。
1.12 螺钉安装完毕后，立即停止油泵。

2 更换软管 A。

将碎布放在软管接头的下方，避免油溢出，用干净的盲塞塞住所有开口。

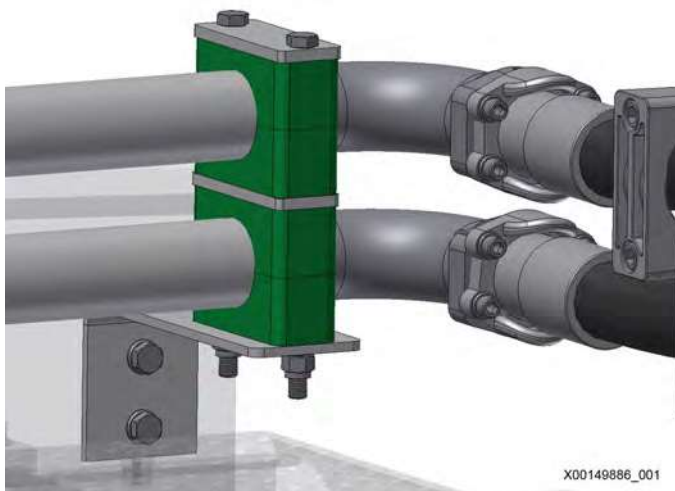
2.1 从油冷却器上拆下上输油软管。



2.2 从油冷却器上拆下下输油软管。

2.3 从管道上拆下上输油软管。

2.4 从管道上拆下下输油软管。



2.5 松开软管支架。

2.6 取下旧软管。

2.7 取下盲塞之前，在连接点之间运行新软管。

- 2.8 安装新软管之前，在垫圈上使用齿轮油。



- 2.9 在连接之前，确保输油软管的开口和连接点是干净的。
- 2.10 在拧紧螺钉之前，确保垫圈正确放置。
- 2.11 扭紧螺钉，参见[螺栓紧固 – 标准值](#)（第 4-13 页）部分。
- 2.12 扭紧软管支架中的螺栓，参见[螺栓紧固 – 标准值](#)（第 4-13 页）部分。
- 2.13 确保软管不要彼此触碰。如有必要，在扭紧配件和/或支架之前调整软管位置。

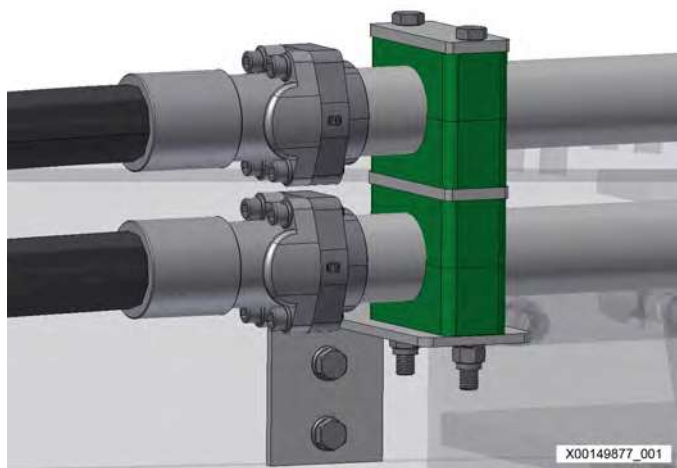
3 更换软管 B。

将碎布放在软管接头的下方，避免油溢出，用干净的盲塞塞住所有开口。

- 3.1 拆下变速箱顶部的输油软管。



3.2 从管道上拆下输油软管。



3.3 松开软管支架。

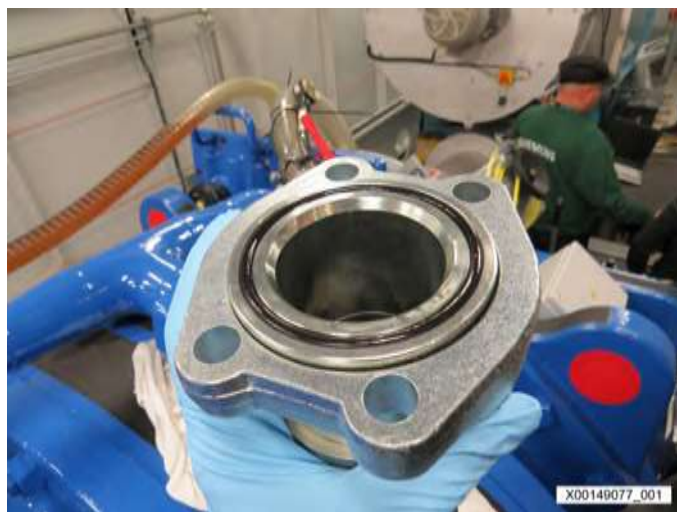
3.4 取下旧软管。

3.5 取下盲塞之前，将新软管贯穿在两个连接点之间，以备连接。

3.6 在连接之前，确保输油软管的开口和连接点是干净的。

3.7 安装新软管之前，在垫圈上使用齿轮油。

3.8 在拧紧螺钉之前，确保垫圈正确放置。



3.9 扭紧螺钉，参见[螺栓紧固 – 标准值](#)（第 4-13 页）部分。

3.10 扭紧软管支架中的螺栓，参见[螺栓紧固 – 标准值](#)（第 4-13 页）部分。

3.11 确保软管没有触碰任何其他部件。如有必要，在扭紧配件和/或支架之前调整软管位置。

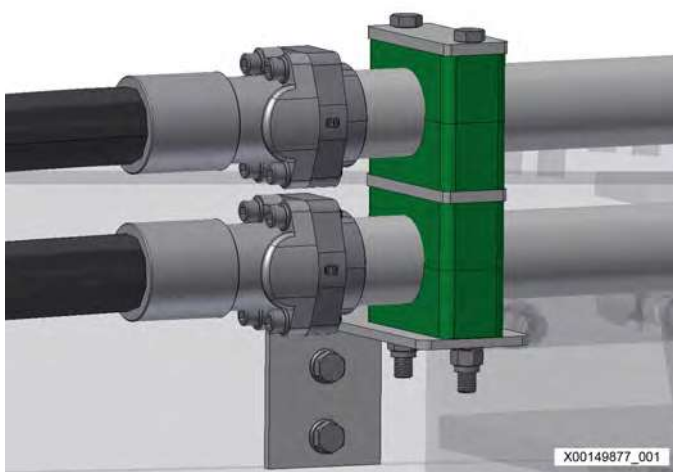
4 更换软管 C。

将碎布放在软管接头的下方，避免油溢出，用干净的盲塞塞住所有开口。

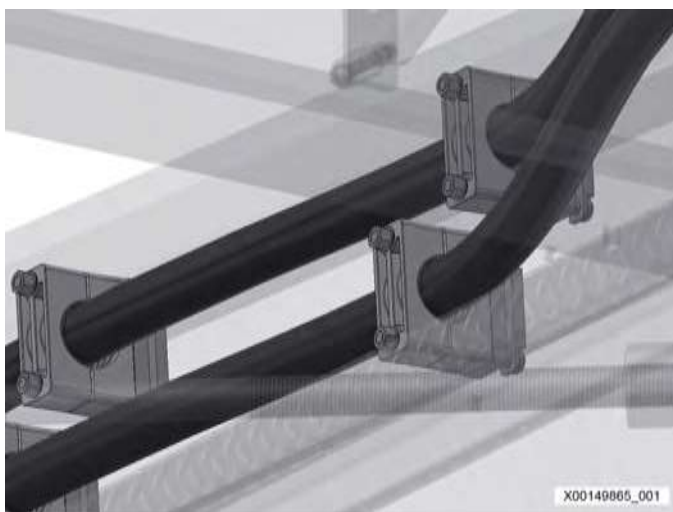
4.1 从在线式泵上拆下输油软管。



4.2 从管道上拆下输油软管。



4.3 松开软管支架。

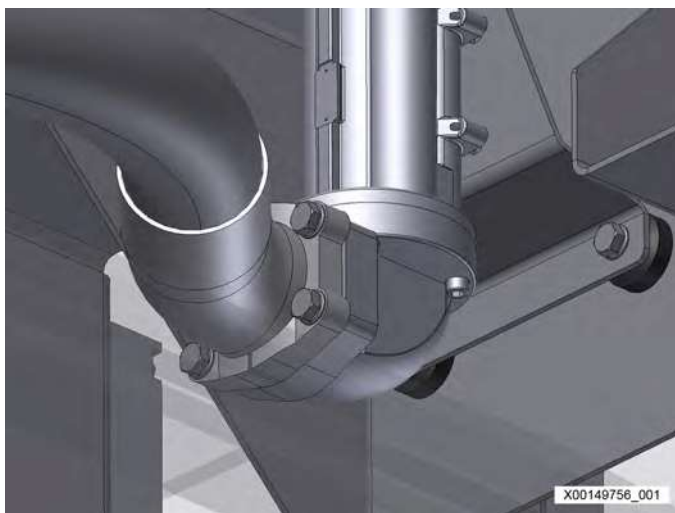


- 4.4 取下旧软管。
- 4.5 取下盲塞之前，将新软管贯穿在两个连接点之间，以备连接。
- 4.6 在连接之前，确保输油软管的开口和连接点是干净的。
- 4.7 安装新软管之前，在垫圈上使用齿轮油。
- 4.8 在拧紧螺钉之前，确保垫圈正确放置。
- 4.9 扭紧螺钉，参见[螺栓紧固 – 标准值](#)（第 4-13 页）部分。
- 4.10 扭紧软管支架中的螺栓，参见[螺栓紧固 – 标准值](#)（第 4-13 页）部分。
- 4.11 确保软管没有触碰任何其他部件。如有必要，在扭紧配件和/或支架之前调整软管位置。

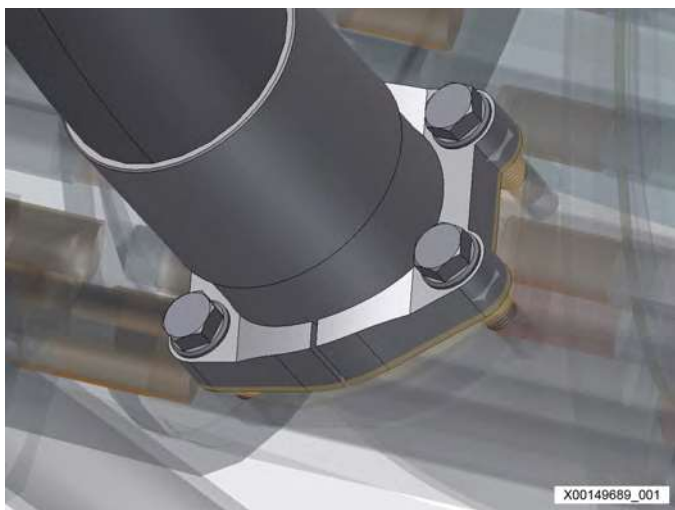
5 更换软管 D。

将碎布放在软管接头的下方，避免油溢出，用干净的盲塞塞住所有开口。

- 5.1 从油泵上拆下输油软管。



- 5.2 从变速箱上拆下输油软管。



- 5.3 取下旧软管。
- 5.4 取下盲塞之前，将新软管贯穿在两个连接点之间，以备连接。

- 5.5 在连接之前，确保输油软管的开口和连接点是干净的。
- 5.6 安装新软管之前，在垫圈上使用齿轮油。
- 5.7 在拧紧螺钉之前，确保垫圈正确放置。
- 5.8 扭紧螺钉，参见[螺栓紧固 – 标准值](#)（第 4-13 页）部分。
- 5.9 确保软管没有触碰任何其他部件。如有必要，在扭紧配件之前调整软管位置。

6 更换软管 E。

将碎布放在软管接头的下方，避免油溢出，用干净的盲塞塞住所有开口。

- 6.1 从在线式泵上拆下输油软管。



- 6.2 从油泵上拆下输油软管。



- 6.3 取下旧软管。
- 6.4 取下盲塞之前，将新软管贯穿在两个连接点之间，以备连接。
- 6.5 在连接之前，确保输油软管的开口和连接点是干净的。
- 6.6 安装新软管之前，在垫圈上使用齿轮油。
- 6.7 在拧紧螺钉之前，确保垫圈正确放置。

6.8 扭紧螺钉，参见[螺栓紧固 – 标准值](#)（第 4-13 页）部分。

6.9 确保软管没有触碰任何其他部件。如有必要，在扭紧配件之前调整软管位置。

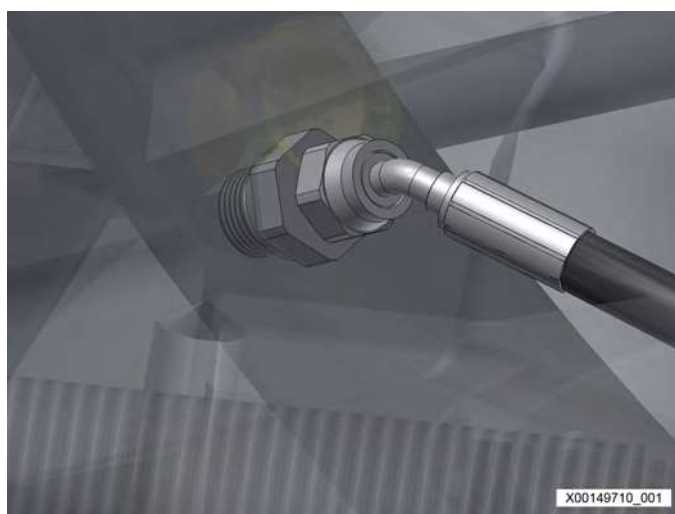
7 更换软管 F。

将碎布放在软管接头的下方，避免油溢出，用干净的盲塞塞住所有开口。

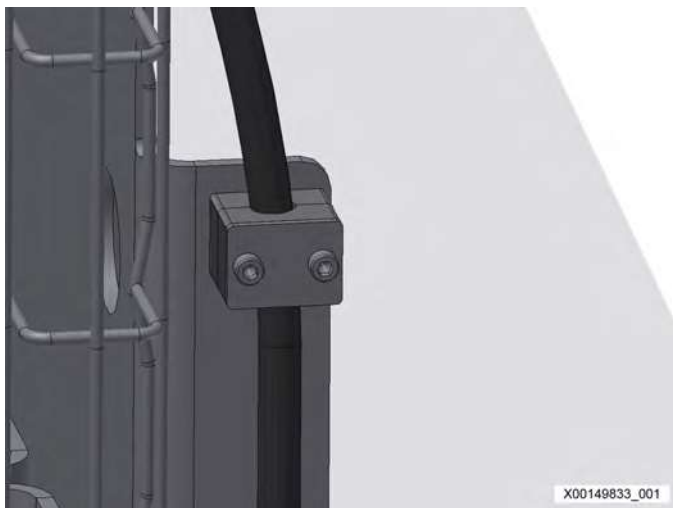
7.1 从在线式泵上拆下输油软管。



7.2 关闭球阀，从变速箱上拆下输油软管。



7.3 松开软管支架。



7.4 取下旧软管。

7.5 取下盲塞之前，将新软管贯穿在两个连接点之间，以备连接。

7.6 在连接之前，确保输油软管的开口和连接点是干净的。

7.7 安装新软管之前，在垫圈上使用齿轮油。

7.8 在拧紧螺钉之前，确保垫圈正确放置。

7.9 扭紧螺钉，参见[螺栓紧固 – 标准值](#)（第 4-13 页）部分。7.10 扭紧软管支架中的螺栓，参见[螺栓紧固 – 标准值](#)（第 4-13 页）部分。

7.11 确保软管没有触碰任何其他部件。如有必要，在扭紧配件和/或支架之前调整软管位置。

8 更换软管 G。

将碎布放在软管接头的下方，避免油溢出，用干净的盲塞塞住所有开口。

8.1 从在线式过滤器上拆下输油软管。



- 8.2 从离线式过滤器上拆下输油软管。

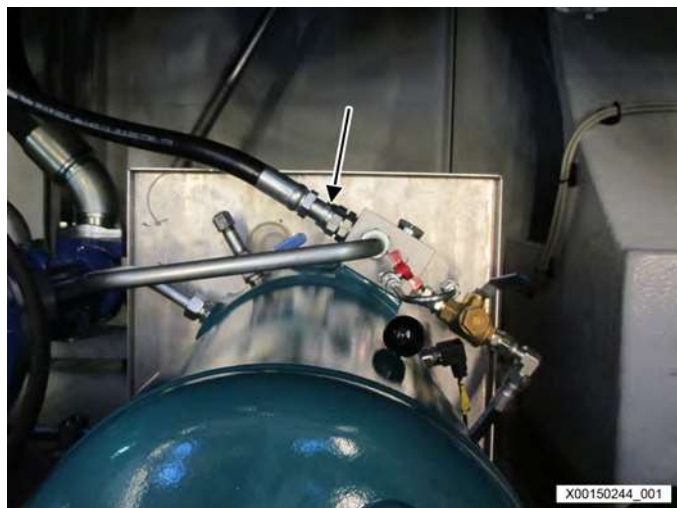


- 8.3 松开软管支架。
- 8.4 取下旧软管。
- 8.5 取下盲塞之前，将新软管贯穿在两个连接点之间，以备连接。
- 8.6 在连接之前，确保输油软管的开口和连接点是干净的。
- 8.7 安装新软管之前，在垫圈上使用齿轮油。
- 8.8 在拧紧螺钉之前，确保垫圈正确放置。
- 8.9 扭紧螺钉，参见[螺栓紧固 – 标准值](#)（第 4-13 页）部分。
- 8.10 扭紧软管支架中的螺栓，参见[螺栓紧固 – 标准值](#)（第 4-13 页）部分。
- 8.11 确保软管没有触碰任何其他部件。如有必要，在扭紧配件和/或支架之前调整软管位置。

9 更换软管 H。

将碎布放在软管接头的下方，避免油溢出，用干净的盲塞塞住所有开口。

- 9.1 从离线式过滤器上拆下输油软管。



9.2 从变速箱上拆下输油软管。



9.3 取下旧软管。

9.4 取下盲塞之前，将新软管贯穿在两个连接点之间，以备连接。

9.5 在连接之前，确保输油软管的开口和连接点是干净的。

9.6 安装新软管之前，在垫圈上使用齿轮油。

9.7 在拧紧螺钉之前，确保垫圈正确放置。

9.8 扭紧螺钉，参见[螺栓紧固 – 标准值](#)（第 4-13 页）部分。

9.9 确保软管没有触碰任何其他部件。如有必要，在扭紧配件之前调整软管位置。

10 从变速箱中排出油冲洗齿轮油软管

10.1 从变速箱上断开回油软管连接，塞上变速箱上的开口。



变速箱上的回油软管

10.2 检查球形塞阀是否关闭，连接一个外部排放管到变速箱上的回油软管上。

10.3 放置一个塑料罐，将外部排放管插入到塑料罐中。

10.4 打开外部排放管上的球形塞阀。

10.5 在手持终端中，进入**菜单25（Menu 25）**，按下“.”，以低速启动在线式泵。

10.6 当空气从外部排放管中排出时，在**菜单25 (Menu 25)**中停止在线式泵。关闭球形塞阀。

注意：尽可能减少泵吸气的的时间。

10.7 将一个排放软管连接到斜齿级上。

10.8 打开球形塞阀。

10.9 排出油。

10.10 关闭球形塞阀。

10.11 将一个排放软管连接到行星级上。

10.12 打开球形塞阀。

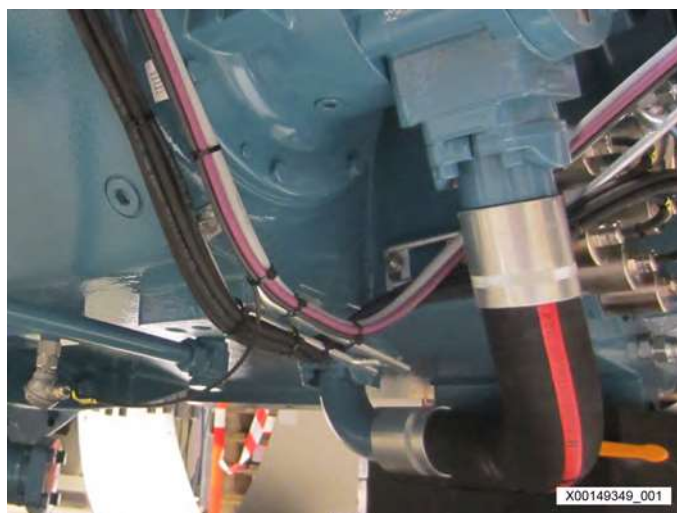
10.13 排出油。

10.14 关闭球形塞阀。

11 更换软管 I。

将碎布放在软管接头的下方，避免油溢出，用干净的盲塞塞住所有开口。

11.1 从惰行泵上拆下输油软管。



11.2 从管道上拆下输油软管。

11.3 取下旧软管。

11.4 取下盲塞之前，将新软管贯穿在两个连接点之间，以备连接。

11.5 在连接之前，确保输油软管的开口和连接点是干净的。

11.6 安装新软管之前，在垫圈上使用齿轮油。

11.7 在拧紧螺钉之前，确保垫圈正确放置。

11.8 扭紧螺钉，参见**螺栓紧固 – 标准值**（第 4-13 页）部分。

11.9 确保软管没有触碰任何其他部件。如有必要，在扭紧配件之前调整软管位置。

12 更换软管 J。

将碎布放在软管接头的下方，避免油溢出，用干净的盲塞塞住所有开口。

12.1 从阀门上拆下输油软管。



12.2 从管道上拆下输油软管。

12.3 松开软管支架。

12.4 取下旧软管。

12.5 取下盲塞之前，将新软管贯穿在两个连接点之间，以备连接。

12.6 在连接之前，确保输油软管的开口和连接点是干净的。

12.7 安装新软管之前，在垫圈上使用齿轮油。

12.8 在拧紧螺钉之前，确保垫圈正确放置。

12.9 扭紧配件，参见[螺栓紧固 – 标准值](#)（第 4-13 页）部分。

12.10 扭紧软管支架中的螺栓，参见[螺栓紧固 – 标准值](#)（第 4-13 页）部分。

12.11 确保软管没有触碰任何其他部件。如有必要，在扭紧配件之前调整软管位置。

13 如果需要，更换惰行泵，参见[更换惰行泵](#)（第 10-19 页）部分。

14 用新油冲洗变速箱。

14.1 在变速箱上的回油软管接头处安装一个快速接头便于注油，连接注油软管。



变速箱上的回油软管

14.2 加注 200 升齿轮油冲洗变速箱。

14.3 打开固定在回油软管上的外部排放管上的球形塞阀。

14.4 在手持终端中，进入**菜单25 (Menu 25)**，按下 ".", 以低速启动在线式泵。

14.5 当空气从外部排放管中排出时，在**菜单25 (Menu 25)**中停止在线式泵。关闭球形塞阀。

注意：尽可能减少泵吸气的的时间。

14.6 重新安装变速箱上的回油软管。

15 如果需要，更换在线式过滤器，参见[更换在线式过滤芯](#)（第 10-23 页）部分。

16 如果需要，更换离线式过滤器，参见[更换离线式过滤芯](#)（第 10-33 页）部分。

17 重新给变速箱加注新油。

17.1 拆下变速箱上的空气过滤器外壳，安装注油装置。

17.2 在注油装置上安装一个快速接头便于注油，连接注油软管。

17.3 添加齿轮油，直到观察镜中的油位达到最低水平。

17.4 在手持终端中，进入**菜单25 (Menu 25)**，按下 ".", 以低速启动在线式泵。

17.5 在手持终端中，进入**菜单25 (Menu 25)**，按下 ".", 触动油冷却系统的旁通阀 30 秒钟。

17.6 松开放气螺钉，给离线式过滤器排气。排气几次，直到空气全部排出。

17.7 10 分钟后，在**菜单25 (Menu 25)**中按下 ".", 停止在线式泵。

17.8 等待 10 分钟，在观察镜中检查油位。如有必要，加注齿轮油，直到达到最高油位。

18 拆下注油装置，将空气过滤器外壳重新安装在变速箱上。更换空气过滤器，参见[更换变速箱的空气过滤器](#)（第 10-30 页）部分。

19 在手持终端中，进入**菜单30 (Menu 30)**，触动测试开关，将其设置到标准运行状态。

- 20 齿轮油更换完毕后，检查所有的连接件是否漏油。

10.5 发电机

10.5.1 检查发电机中的加热元件

检查时，风力发电机必须通电，但发电机必须断电。加热元件连接在 A3 控制器中的端子排中。

程序：

- 1 在菜单19（MENU 19）中，更改参数 UP2200 至最大值。
- 2 用钳形表测量控制器中端子上的一個電纜的電流，以此來測量加熱元件的電流。電流必須為 $4.5 \text{ A} \pm 0.3 \text{ A}$ 。

（參見控制器的電路圖。）

- 3 測試完畢後，在菜單19（MENU 19）中將參數 UP2200 重置至默認值。



钳形表

10.5.2 检查发电机轴承的润滑系统

发电机轴承通过中央润滑系统进行润滑。润滑剂型号参见[重新给发电机轴承加注润滑剂](#)（第 5-26 页）部分。

程序:

- 1 目视检查泵、分配块和进口处的连接件是否漏油。



发电机轴承的中央润滑系统

- 2 启动润滑装置。
 - 2.1 使用手持终端进入**菜单24>屏幕16 (MENU 24 > screen 16)**。
 - 2.2 按下 "." 启动润滑装置。
 - 2.3 按下 "." 停止润滑装置。
 - 2.4 读取润滑脂总量，确保润滑装置运行时该读数在上升。
 - 2.5 取下润滑系统中的插座，检查“低油位传感器”。等待手持终端产生错误信息（错误信息显示在手持终端上需要 10 分钟的时间）。
 - 2.6 在手持终端中，进入**菜单24>屏幕18 (MENU 24 > screen 18)**，重置脉冲计数器。

10.5.3 重新给发电机轴承的中央润滑系统加注润滑剂

重要提示:

润滑脂中不允许存在污物和杂质，因为这样会导致泵元件出现运行故障。

润滑脂的温度不能太低，因为温度太低不利于排出润滑脂中的空气。具体温度取决于润滑脂的型号。

润滑脂的量和型号参见[重新给发电机轴承加注润滑剂](#)（第 5-26 页）部分。



易用型油脂泵

程序:

- 1 将润滑脂盒的底部安装在油脂泵的注油座上。
- 2 检验标签上的润滑脂型号。
- 3 在注油座上安装润滑脂盒并拧紧。
- 4 将软管连接到注油泵上。
- 5 点击 **F3** 重置油脂泵。
- 6 点击 **F4** 启动油脂泵。确保显示器上的润滑脂量在增加。
如果显示器上的润滑脂量没有增加，对润滑脂盒的顶部施加一点压力。
- 7 通过泵箱底部的阀门给系统排气。记住在放气管下方放置一块抹布。
- 8 泵出一些润滑脂，确保泵和软管中没有残留的旧润滑脂。

- 9 将软管连接到润滑脂贮存器的快速接头上。



快速接头

- 10 加满润滑脂贮存器。为了清空润滑脂盒，轻击润滑脂盒顶部的折叠处。不要添加过多的润滑脂。
- 11 点击 **F4** 停止油脂泵。
- 12 从润滑脂贮存器上断开软管连接。
- 13 清洁溢出的润滑脂。

10.5.4 清空润滑脂滴油容器

程序:

- 1 清空发电机前部的润滑脂滴油容器。
- 2 清洁润滑脂排放管道。



电机前部的润滑脂滴油容器

- 3 清空发电机后部的润滑脂滴油容器。
- 4 清洁润滑脂排放管道。



电机后部的润滑脂滴油容器

10.5.5 更换发电机轴承上的碳刷并清洁滑环

程序:

- 1 接合高速风轮锁定装置，参见[接合高速风轮锁定装置](#)（第1-61页）部分，并填写检查表 *ZCH1031600 在传动系统/轮毂中工作的安全性*。
- 2 更换发电机轴承 D 端的碳刷。



碳刷

- 3 清洁 D 端上转子的滑环。

注意：仅使用干净的抹布清洁，不要使用清洁剂。

10.5.6 测量 D 端的电阻

用已安装的碳刷测量 D 端的电阻（电阻测试）。

程序：

- 1 用已校准的工具测量电阻。将一个测试探头置于滑环上，一个置于接地框架上。电阻必须低于 1 Ohm。
- 2 在检查表中记录电阻读数。



安装的碳刷



接地框架上的测量点（接触一个没有涂层的点）。

10.5.7 测量 D 端的轴承绝缘

用已安装的碳刷测量 D 端的轴承绝缘（电阻测试）。

程序：

- 1 从碳刷架上取下碳刷，将其置于碳刷架顶部，不要与其他部件接触。
- 2 用已校准的工具测量电阻，工具的测量能力最大为 1,000 V DC。
将一个测试探头置于滑环上，一个置于接地框架上。测量电阻 1 分钟。读数必须高于 1 GΩ。
- 3 在检查表中记录绝缘读数。



碳刷



接地框架上的测量点（接触一个没有涂层的点）。

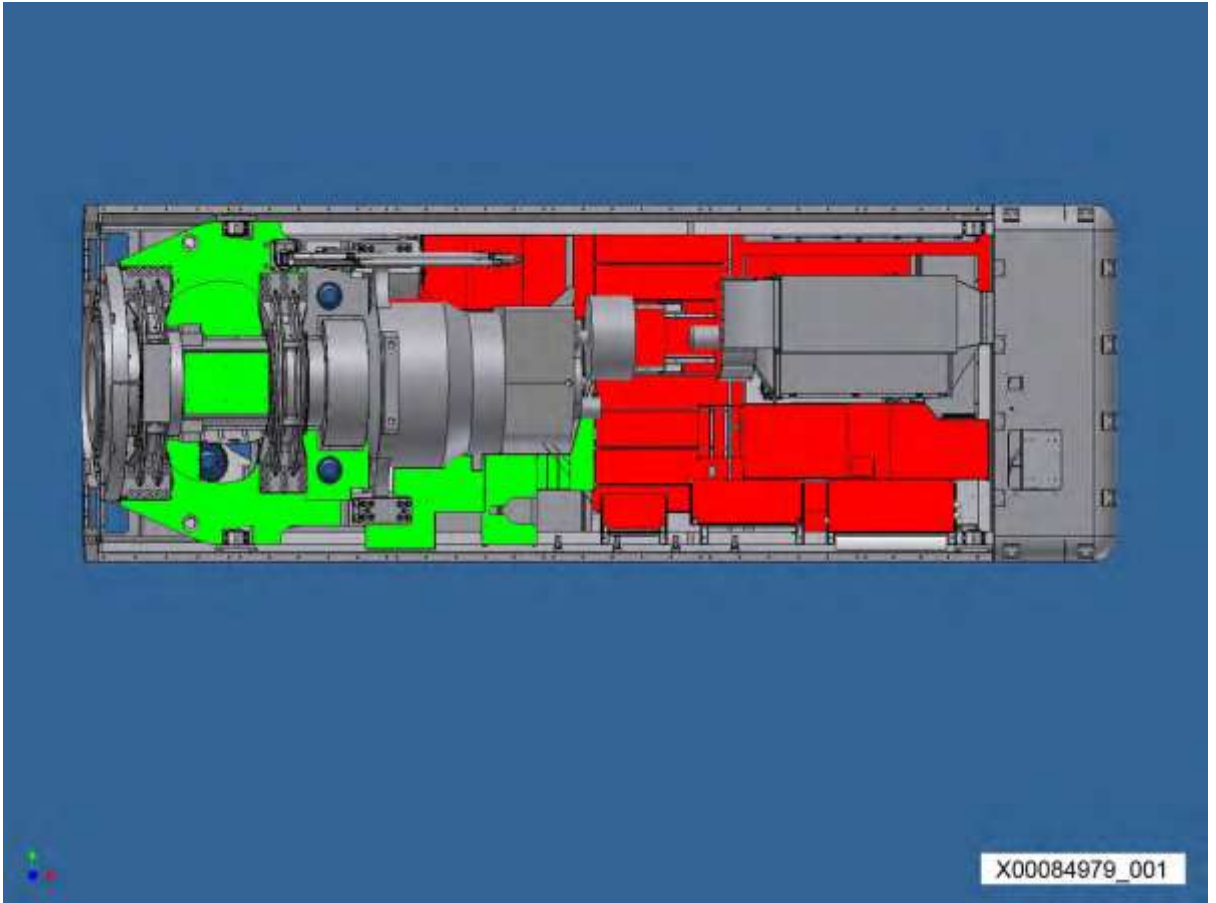
注意：必须从碳刷架上移除碳刷

10.6 用夹具激光器对齐和调整发电机

10.6.1 对齐和调整发电机应遵守的安全规则

警告	
	在传动系统上工作时,必须接合高速风轮锁定装置.。 液压站上的检修阀 (252) 必须设置到“检修”位置.。

在传动系统上工作或进入轮毂之前，请填写检查表 *ZCH1031600 在传动系统上/轮毂中工作的安全性*。



重要提示:

图示的绿色区域 = 在激光头转动过程中可以停留在此处。

图示的红色区域 = 在激光头转动过程中禁止停留在此处。

在对齐过程中使用盘车装置转动激光头。转动过程中任何人都不得停留在红色区域。

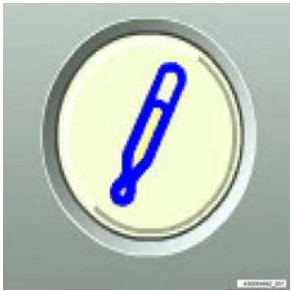
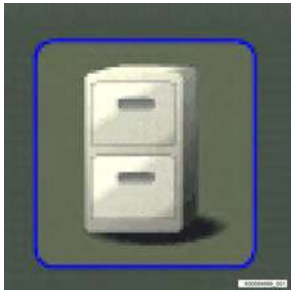
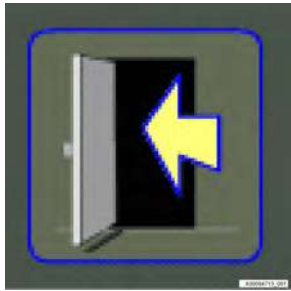
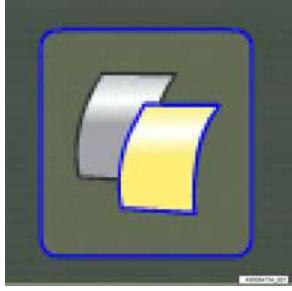
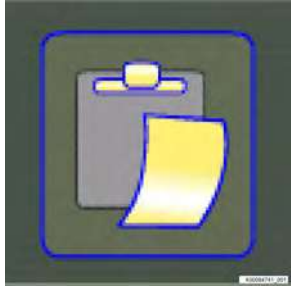
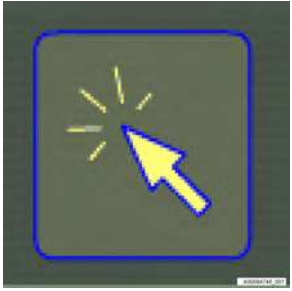
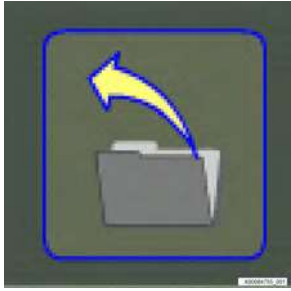
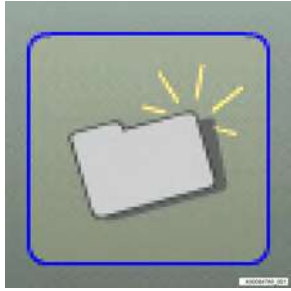
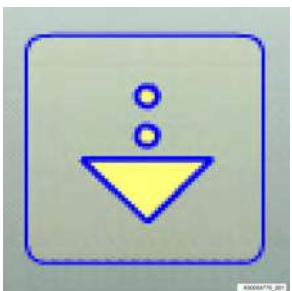
在开始转动激光头之前，操作盘车装置的人员有责任通知机舱中的每一个人即将转动激光头，并检查红色区域中是否有人。

如果有人进入红色区域，必须立即停止转动激光头，并接合高速风轮锁定装置。

用夹具激光器对齐和调整发电机允许的最大风速是 12 m/s。

重要提示: 在对齐过程中不要穿着宽松的衣服或安全带。

10.6.2 图标释义

			
设置或检查补偿值	访问文件目录	启动对齐	退出当前菜单
			
选择所选文件	剪切所选文件，并在原始位置不留副本	复制所选文件，并在原始位置留一个副本	粘贴剪切或复制文件到当前文件夹
			
同时选择几个文件	打开文件	更改文件名	创建新文件夹
			
向下滚动文件列表	向上滚动文件列表		

10.6.3 测量距离

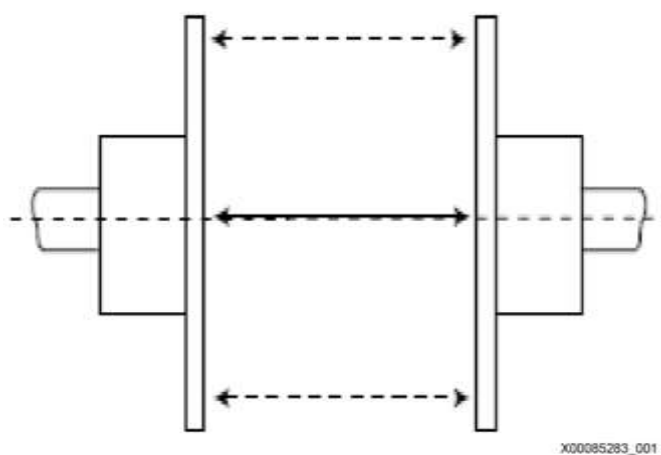
程序:

- 1 拆下联轴器上方的平台。

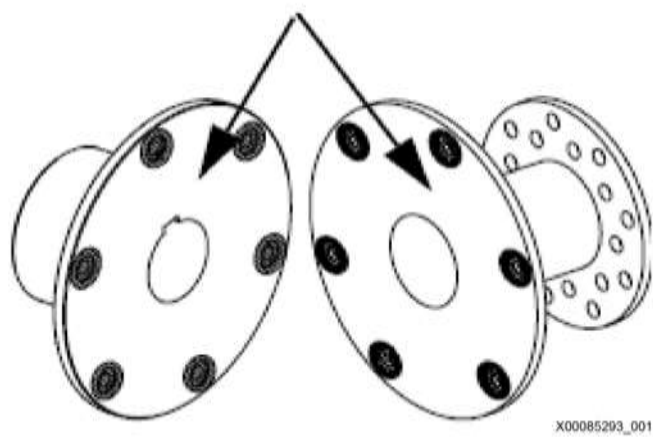


平台

- 2 从顶部和底部测量联轴器法兰之间的距离 = $1251 \pm 0.5 \text{ mm}$ 。



注意：法兰面之间的内部测量



- 2.1 如果距离超过公差范围，调整发电机，参见[根据测量值调整发电机的高度](#)（第 10-87 页）部分。
- 3 如果没有标准的测量方案可用，则测量下述距离。
- 测量值 A:** 夹具激光头的两个中间螺柱之间的距离。



测量值 A

- 局部测量值 B1:** 从激光头的双头螺栓的中心到 发电机的端板 + 15 mm（端板的厚度）。



局部测量值 B1

局部测量值 **B1**

局部测量值 **B2 = 288 mm**。从发电机端板到发电机前吊挂上的螺栓的中心。

局部测量值 **B2**

测量值 **B**: $B = B1 - B2$ 。

测量值 **C = 2736 mm**: 从发电机前吊挂上的螺栓的中心到发电机后吊挂上的螺栓的中心。

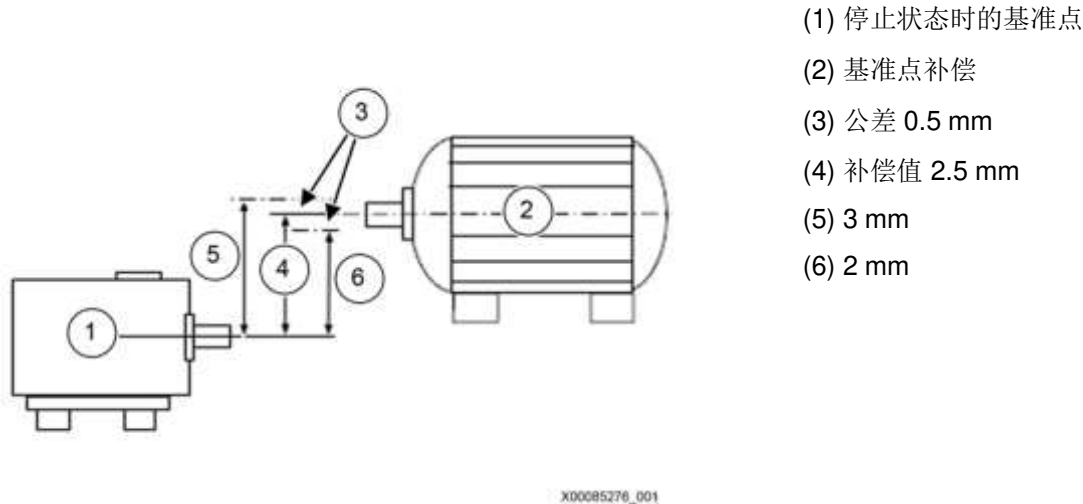
测量值 **C**

10.6.4 注册补偿值

当风力发电机运转时，变速箱相对于发电机移动。对齐操作应确保变速箱和发电机在运行过程中彼此保持适当的位置。对齐应在停止状态下执行，夹具激光器应在允许的公差范围内运行。因此，必须为相对位移制定一个基准点容差。对于涉及的风力发电机类型，根据变速箱从停止状态到运行状态的位置偏移，相应的添加一个补偿值。

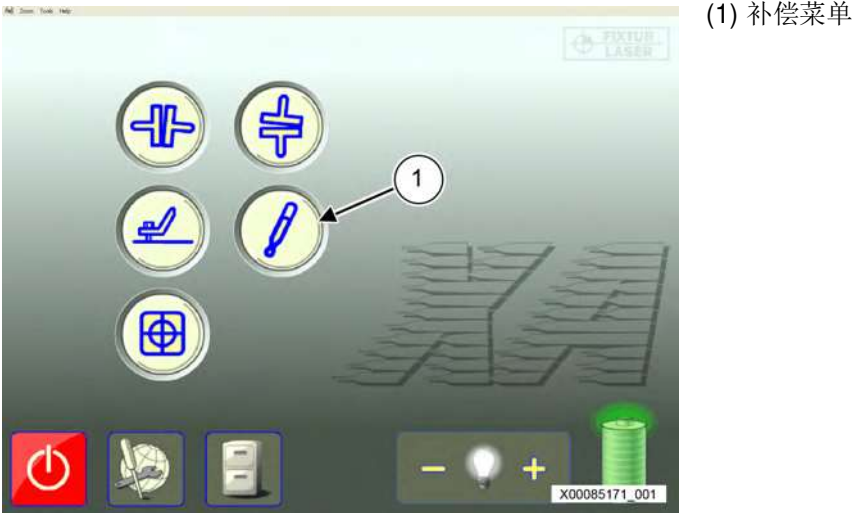
公差 = 在对齐测量中基准点两侧测得的距离差值。

补偿值 = 相对于停止状态，运行状态中基准点需要位移的距离（以确保位于中间位置）。记住制定公差范围。例如，在 3.6 MW 风力发电机中，发电机必须在基准点上方 2-3 mm，公差为 ± 0.5 mm。这意味着补偿值为 +2.5 mm，公差范围 ± 0.5 mm。

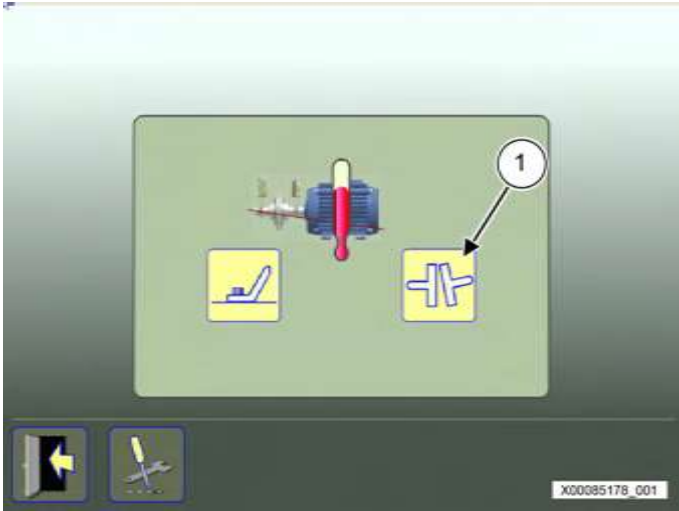


程序：

- 1 进入补偿菜单。

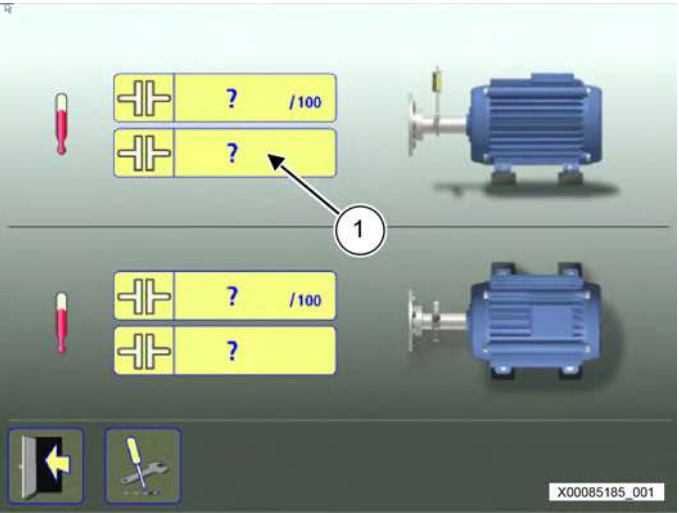


2 点击“联轴器”。

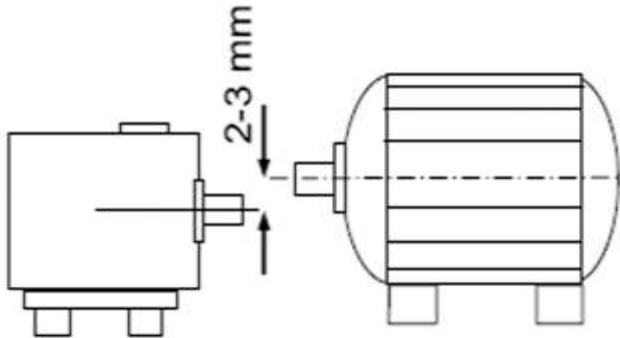


(1) 联轴器

3 输入垂直平行偏差。（发电机相对于变速箱的高度。）



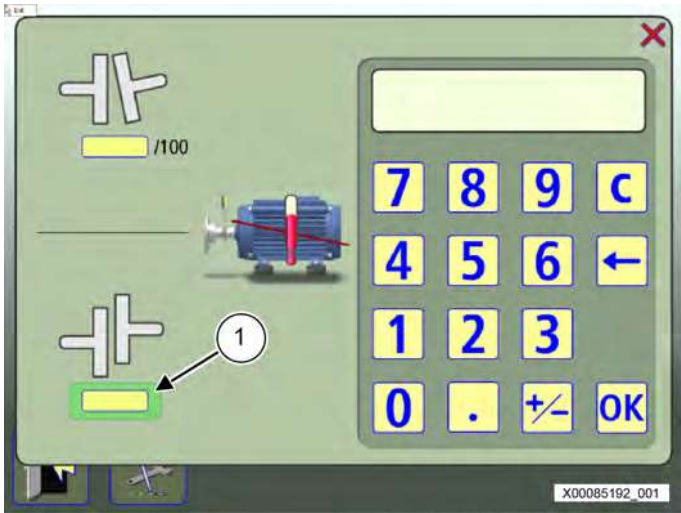
(1) 进入值字段



垂直平行偏差：在最新版本的维修手册中查阅补偿值差异。

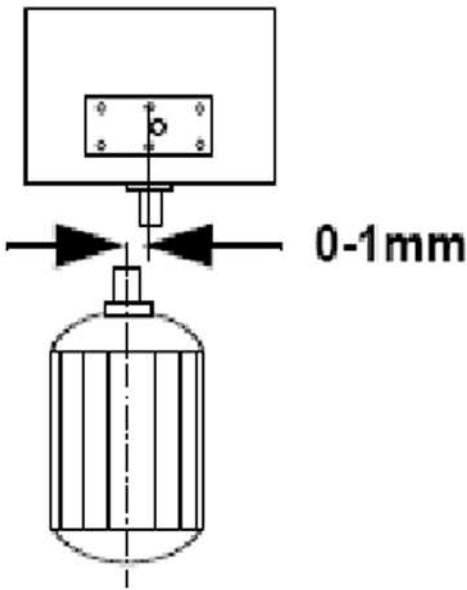
X00085262_001

4 仅输入偏差的平行部分。



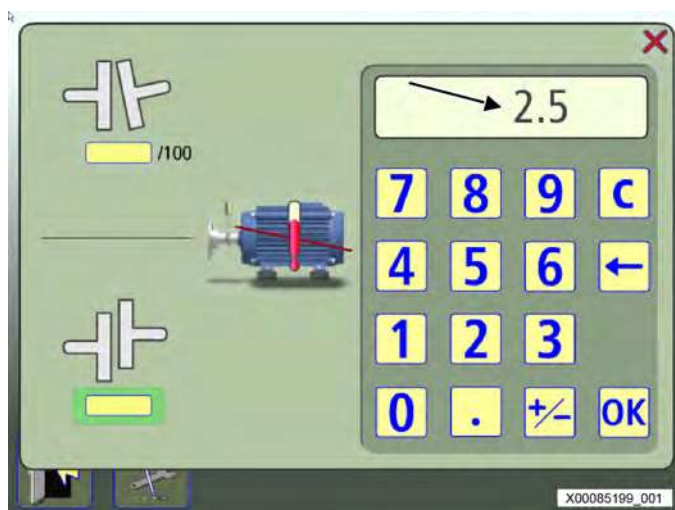
(1) 值字段

水平平行偏差：在最新版本的维修手册中查阅补偿值差异。

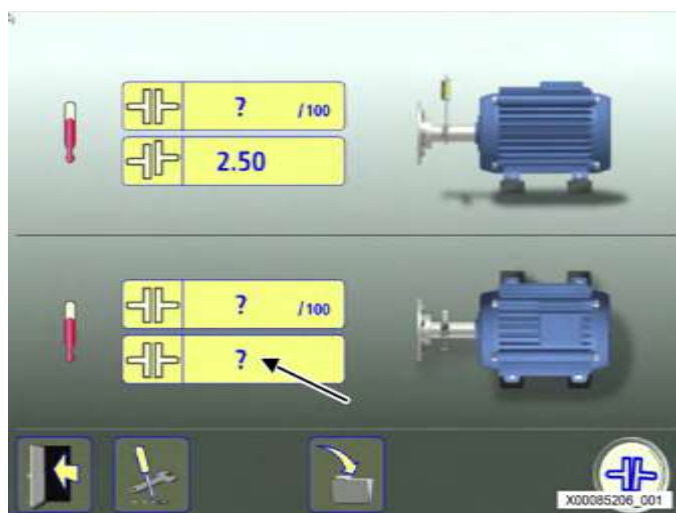


X00085269_001

- 5 在 3.6 MW 风力发电机中，输入 2.5 mm 作为垂直平行偏差的补偿值（参见维修手册）。点击“OK”确认。

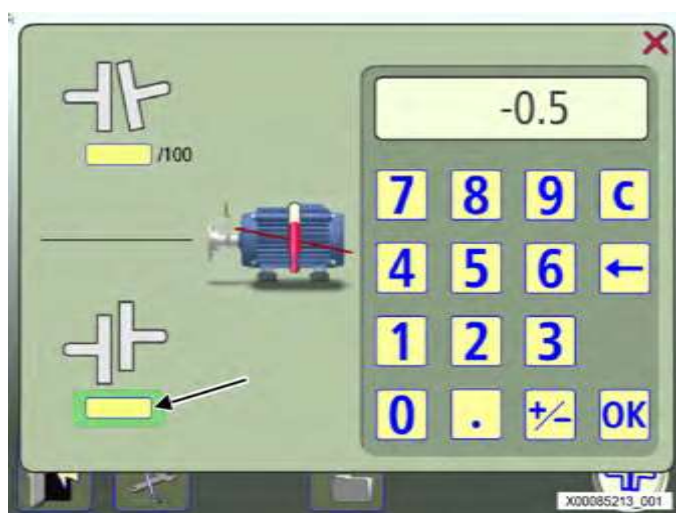


- 6 输入水平平行偏差。（发电机侧面相对于变速箱侧面的距离。）



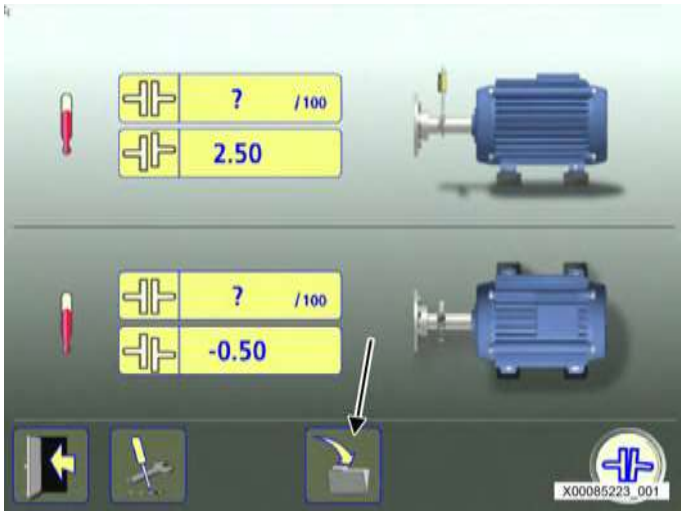
进入值字段

- 7 仅输入偏差的平行部分。在 3.6 MW 风力发电机中，输入 -0.5 mm 作为水平平行偏差的补偿值（参见维修手册）。点击“OK”确认。



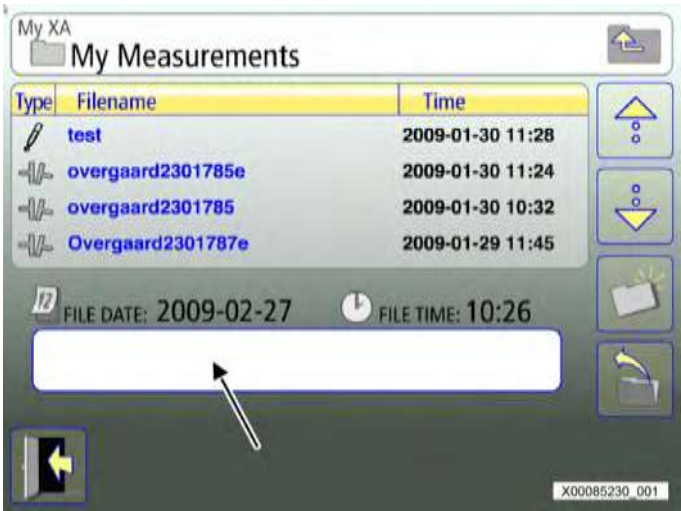
值字段

- 8 保存设置为补偿文件。

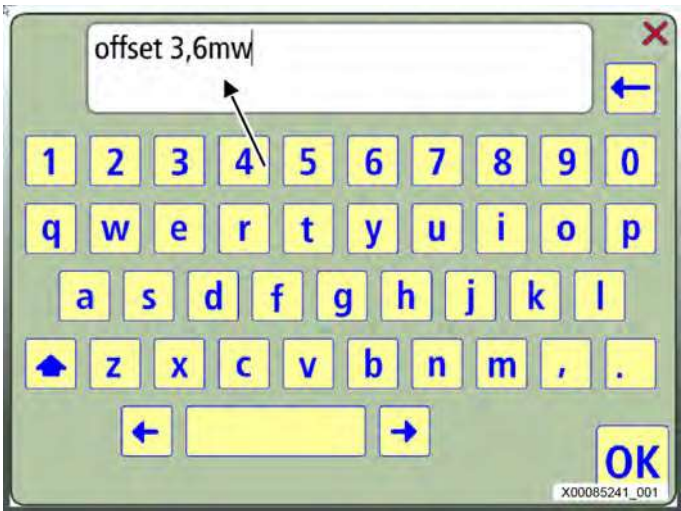


保存

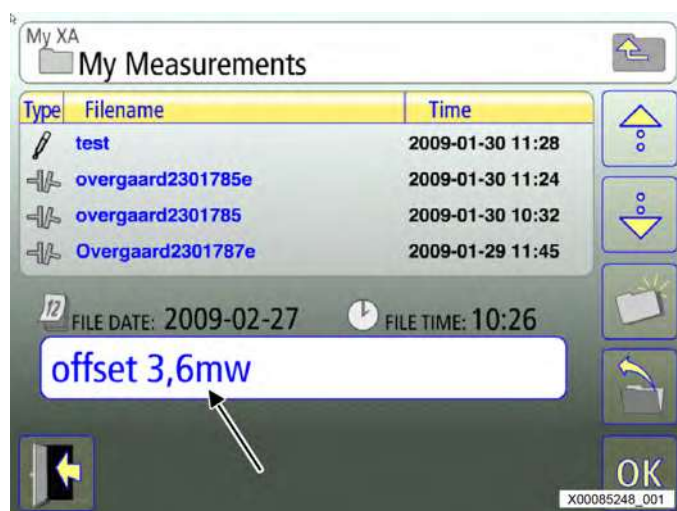
- 9 在空白字段输入文件名。



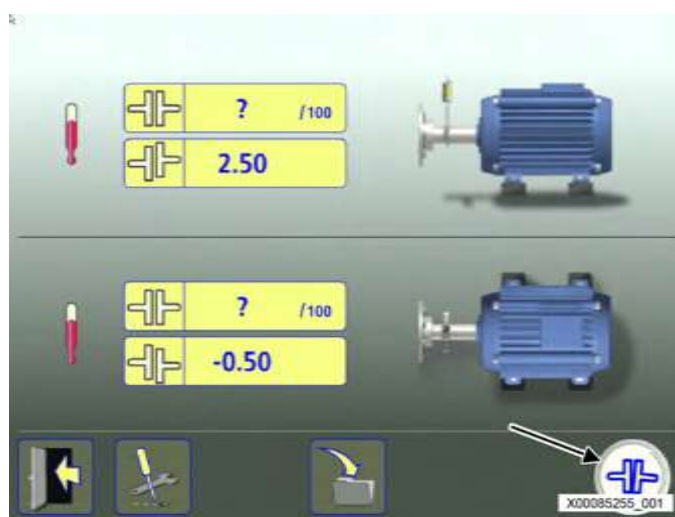
- 10 为文件命名一个易于识别的名字，以便于以后查找，例如“补偿值，3.6mw”。



- 11 检查文本，点击“OK”。该文件将保存在“My measurements（我的测量）”文件夹中。



- 12 文件保存后，点击“联轴器”启动对齐过程。



联轴器

10.6.5 安装激光头

程序:

- 1 为了尽可能确保测量准确，轮毂每次必须位于相同的位置。转动风轮直到**叶片 B** 向下，接合高速风轮锁定装置，参见[接合高速风轮锁定装置](#)（第1-61页）部分，并填写检查表 **ZCH1031600**
在传动系统/轮毂中工作的安全性。



高速风轮锁定装置处于锁定位置

- 2 在 12 点钟的位置安装激光头，即在联轴器每一端的法兰顶部，直接彼此相对。
确保在法兰转动过程中激光头不会触碰风轮发电机的其他部件。

注意：有一个夹具激光头和一个可移动的激光头。

- 2.1 清洁制动盘，确保磁体不会移动。在变速箱侧安装“固定”激光头，磁体安装在制动盘中。



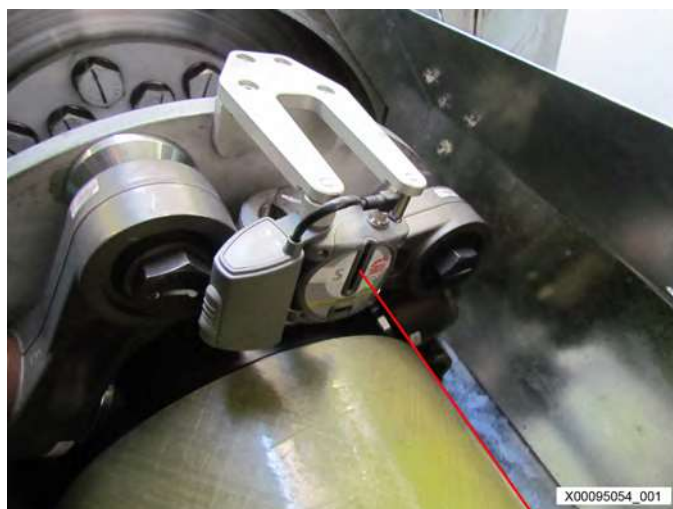
夹具激光头：变速箱侧，在激光头的正面标有字母“S”。

- 2.2 清洁发电机法兰，确保磁体不会移动。在发电机侧安装“可移动”激光头，磁体安装在发电机法兰中。



可移动激光头：发电机侧，在激光头的正面标有字母“M”。

- 2.3 调整两个激光头，直到红线碰到激光头的亮区。首先调整 S 头，使红线碰到 M 头。然后反向调整。



10.6.6 开启夹具激光器和输入值

程序:

- 1 为了尽可能确保测量准确，轮毂每次必须位于相同的位置。转动风轮直到**叶片 B** 向下，接合高速风轮锁定装置，参见[接合高速风轮锁定装置](#)（第1-61页）部分，并填写检查表 **ZCH1031600** 在传动系统/轮毂中工作的安全性。

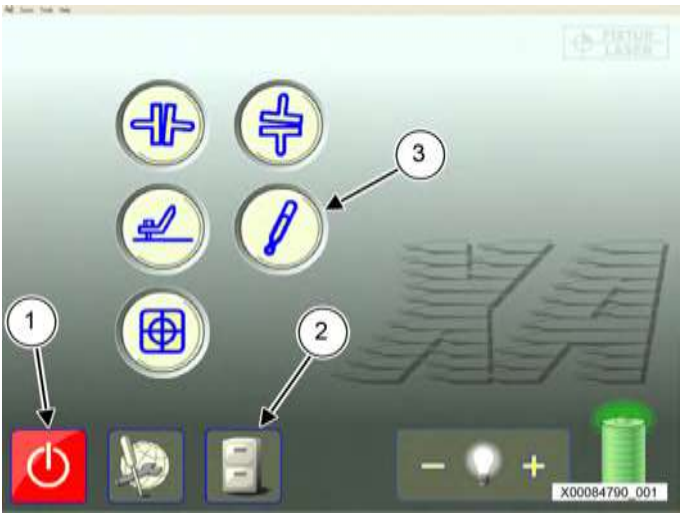


高速风轮锁定装置处于锁定位置

- 2 对齐发电机之前，将风力发电机偏航直到风轮处于顺风位置。
- 3 开启夹具激光器，输入测量值。

注意：只有补偿值作为文件保存后该对齐方法才可用。

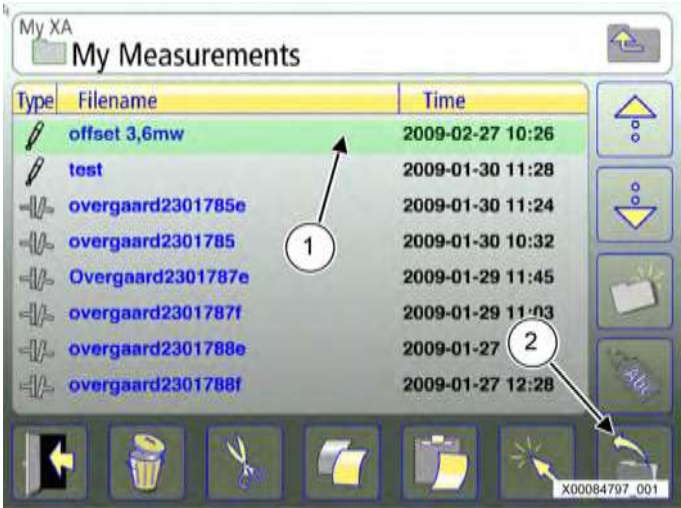
- 3.1 点击“文件”进入补偿文件。
- 3.2 点击“补偿”检查或创建补偿设置。



- (1) 开关
- (2) 文件搜寻
- (3) 检查或创建补偿设置

- 3.3 选择补偿文件 – 它必须变成绿色。

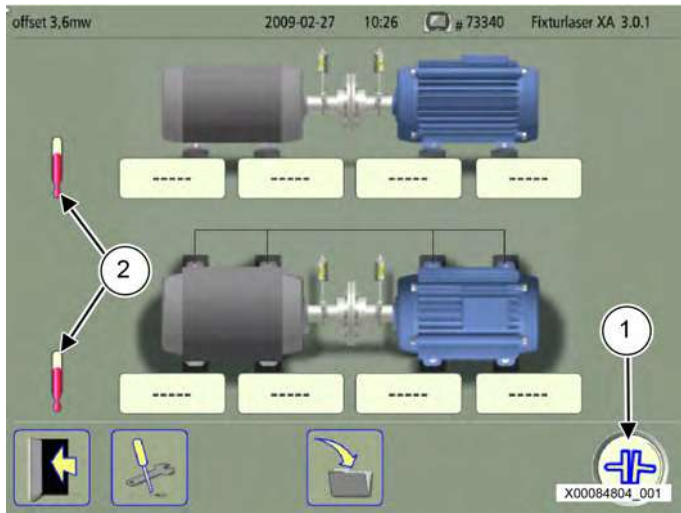
3.4 点击文件夹打开补偿文件。



- (1) 补偿文件
(2) 打开文件

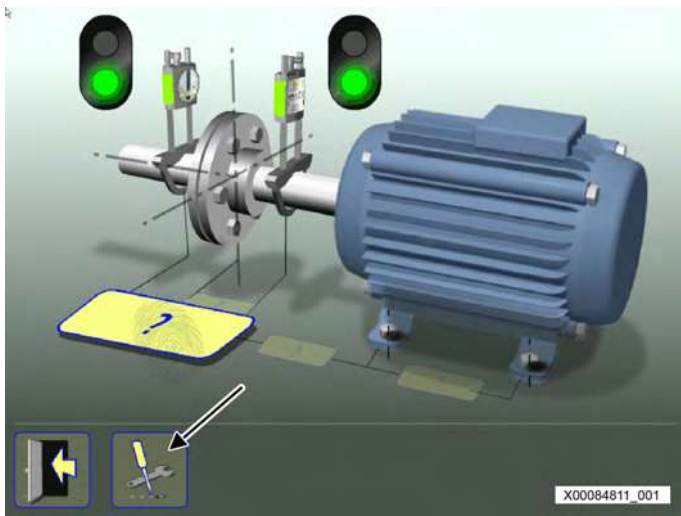
重要提示： 等待直到下一个屏幕出现。

3.5 点击“联轴器”启动对齐过程。



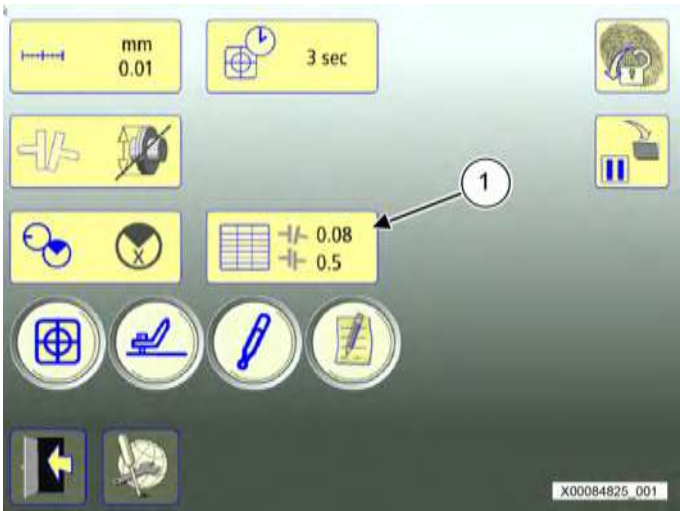
- (1) 联轴器
(2) 该图标表示正在补偿对齐

3.6 点击“工具”，检查设置中是否正确设置了公差和对齐方法。



工具

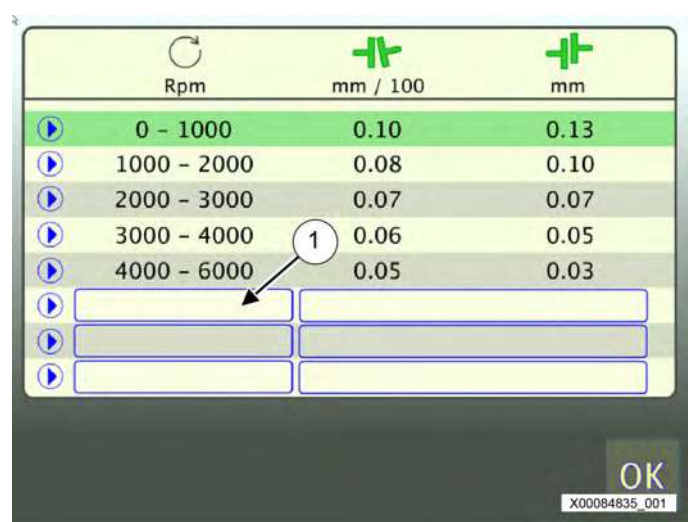
3.7 点击“公差”设置公差。



(1) 公差

注意：如果公差已经设置为如图所示的 0.08 和 0.5，则不要更改公差。

3.8 点击第一个空列，命名自己的公差。



(1) 第一个空列

前五个设置是出厂设置

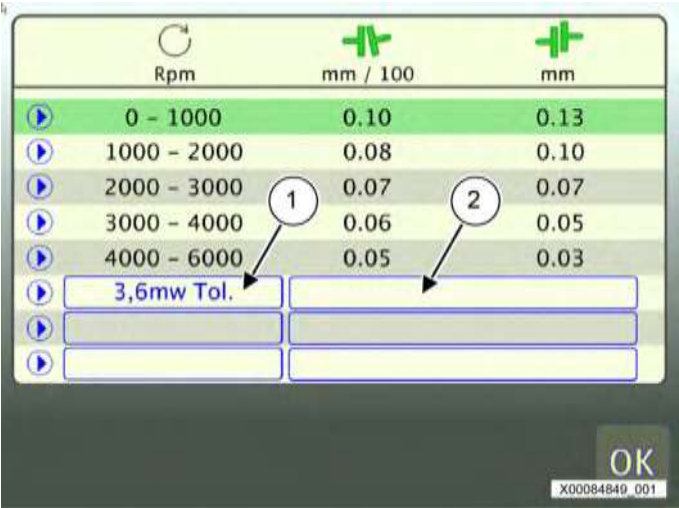
3.9 为公差定义一个描述性名称，例如“3.6mw tol.”，然后点击“OK”确认。”



描述性名称

3.10 检查在之前图片中书写的文本是否显示在第一列中。

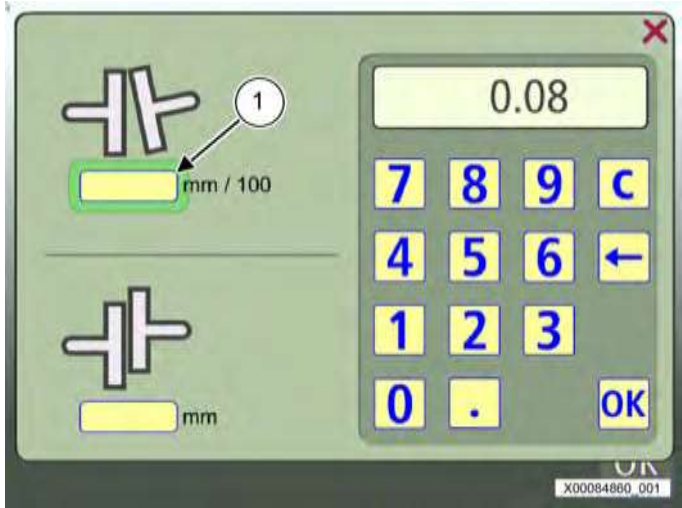
3.11 点击第二个空列，输入公差。



Rpm	mm / 100	mm
0 - 1000	0.10	0.13
1000 - 2000	0.08	0.10
2000 - 3000	0.07	0.07
3000 - 4000	0.06	0.05
4000 - 6000	0.05	0.03
3,6mw Tol.		

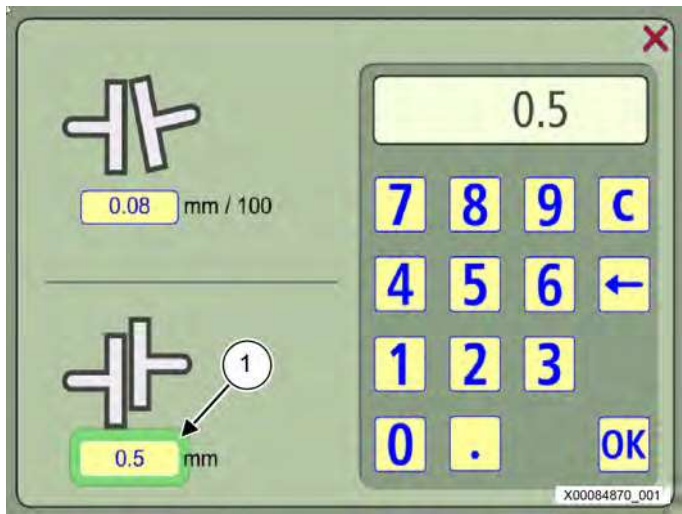
- (1) 检查文本
- (2) 第二个空列

3.12 在“Angular deviation (角度偏差)”中输入值 0.08。



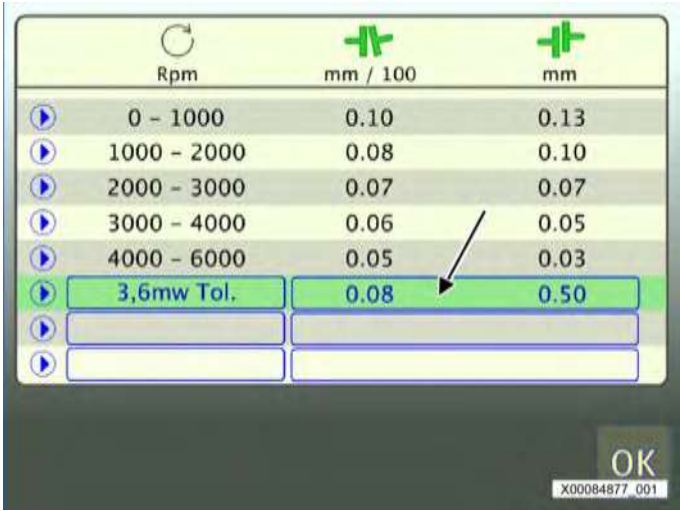
- (1) 角度偏差，即联轴器允许的最大弯曲度。

3.13 在“Parallel displacement (平行位移)”中输入值 0.5。



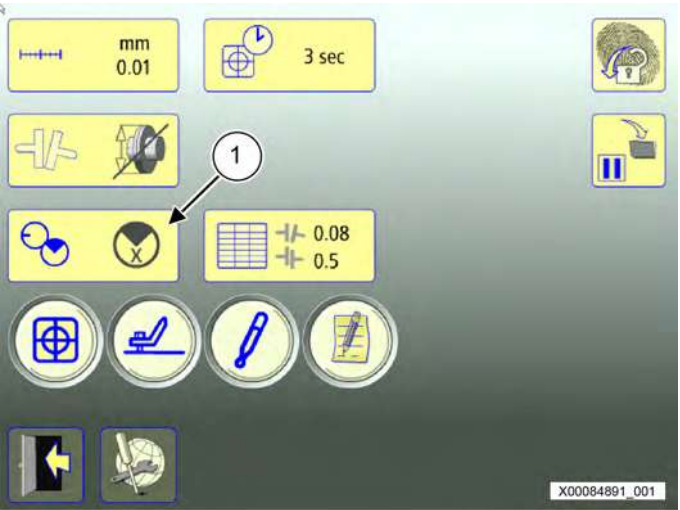
- (1) 平行位移，即发电机和联轴器之间允许的最大高度和横向偏差。

3.14 再次选择该行，使其变成绿色，然后点击“OK”。



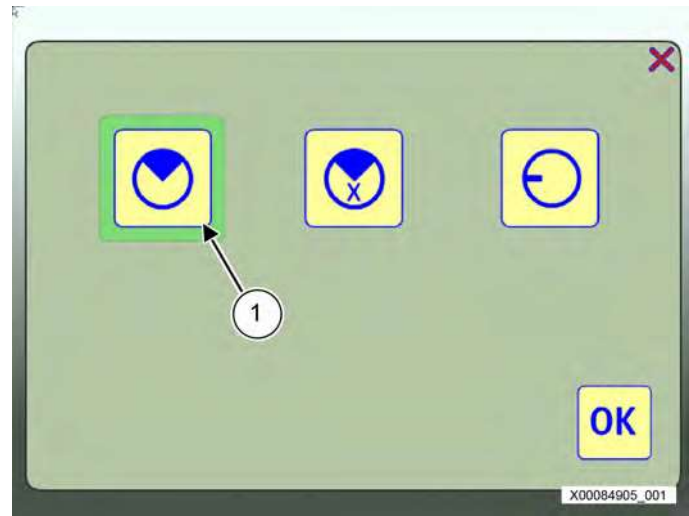
角度偏差设定为 0.08，平行位移设定为 0.5，该行已变成绿色。

3.15 进入对齐方法。



(1) 对齐方法

3.16 选择三角方法。

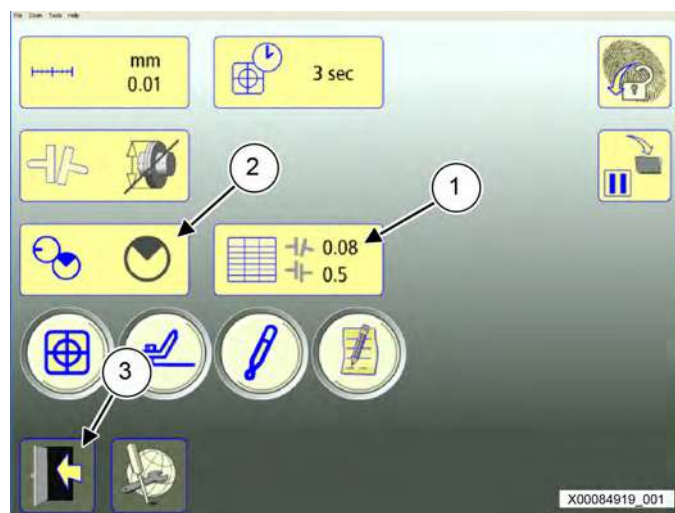


(1) 三角方法

3.17 检查所选择的公差是否显示在公差字段中。

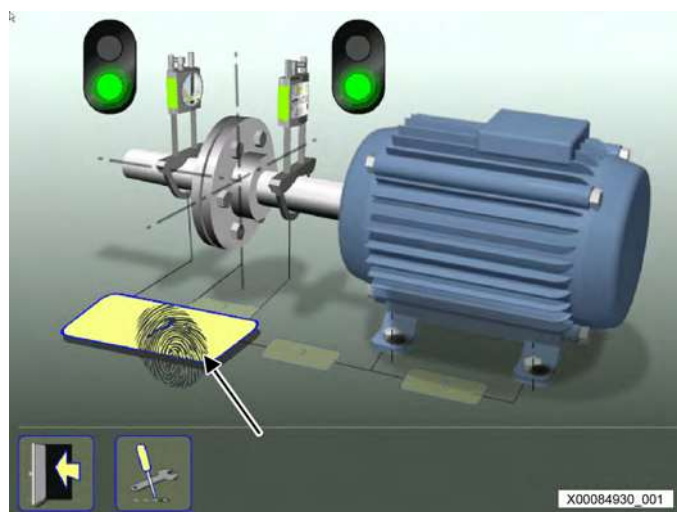
3.18 检查所选择的对齐方法是否显示在方法字段中。

3.19 点击“退出”图标返回，启动对齐过程。



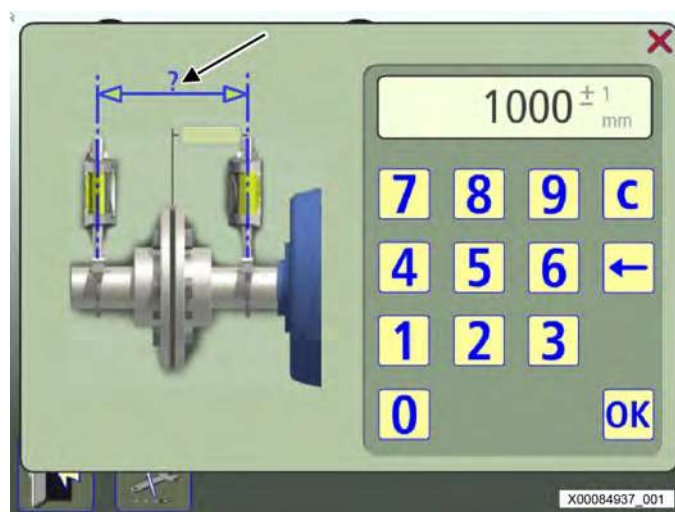
- (1) 公差
- (2) 对齐方法
- (3) 退出

3.20 点击指纹。计算机现在要求输入测量值以启动对齐过程。



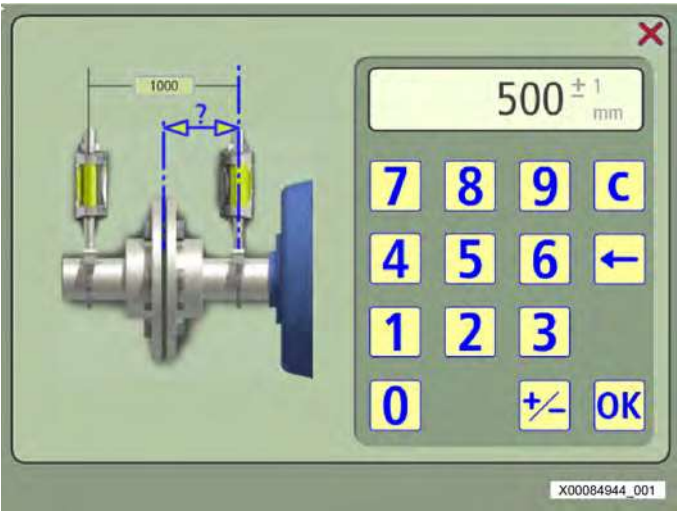
指纹

3.21 输入测量值 **A**，然后点击“OK”。



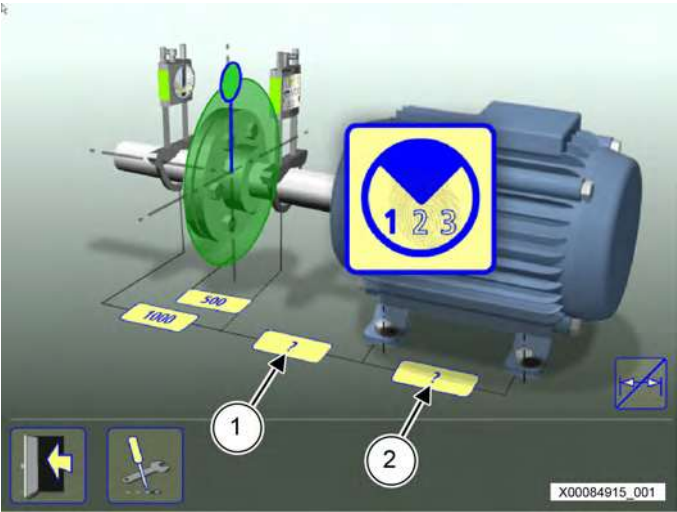
测量值 **A**

3.22 计算机现在将测量值 **A** 除以 2. 然后点击“OK”。



A/2

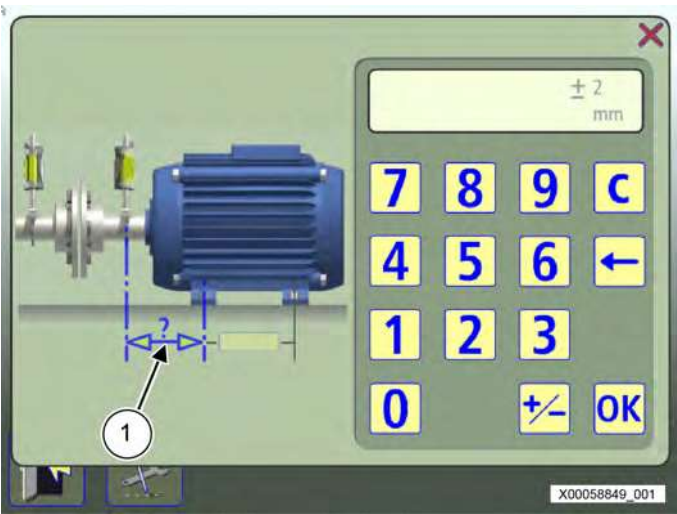
计算机指示已准备就绪。但是仍然有两个问号。



(1) 测量值 **B**

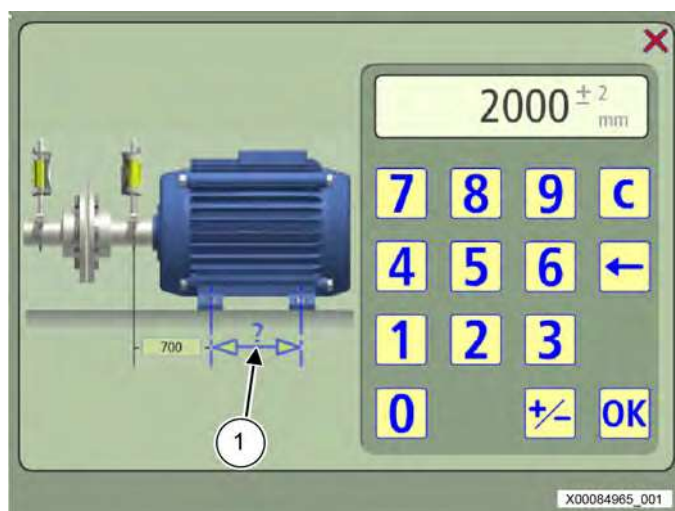
(2) 测量值 **C**

3.23 输入测量值 **B**, 然后点击“OK”。



(1) 测量值 **B**

3.24 输入测量值 **C**，然后点击“OK”。

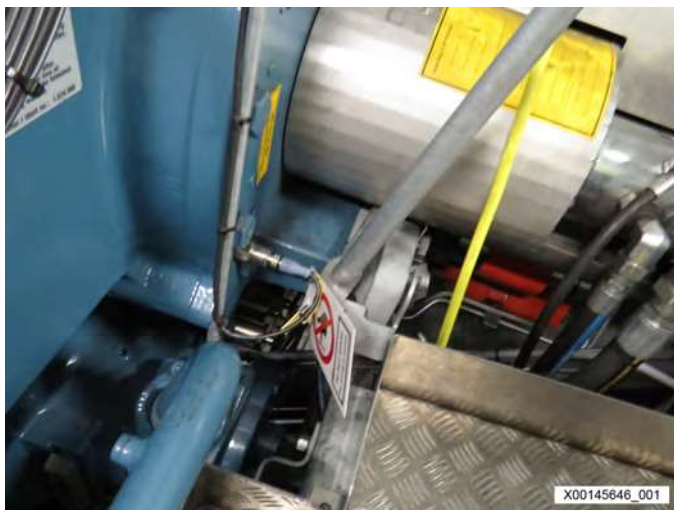


(1) 测量值 **C**

10.6.7 测量发电机对齐

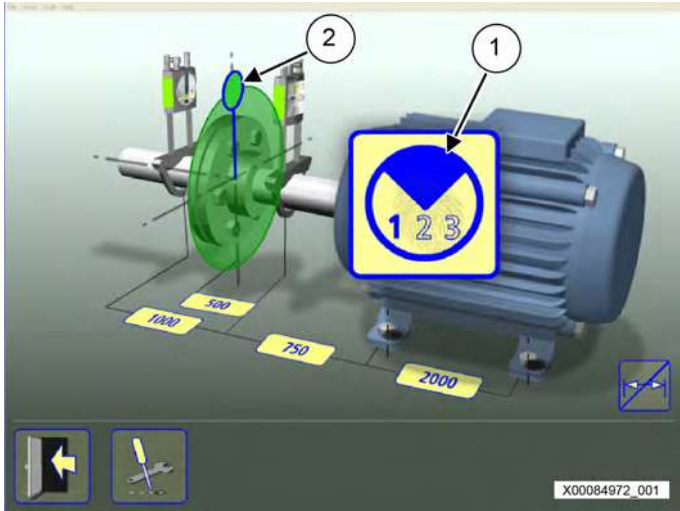
程序:

- 1 对齐发电机之前，将风力发电机偏航直到风轮处于顺风位置。
- 2 为了尽可能确保测量准确，轮毂每次必须位于相同的位置。转动风轮直到**叶片 B** 向下，接合高速风轮锁定装置，参见[接合高速风轮锁定装置](#)（第1-61页）部分，并填写检查表 **ZCH1031600** 在传动系统/轮毂中工作的安全性。



高速风轮锁定装置处于锁定位置

3 进行第一次测量。



- (1) 点击此处进行测量
- (2) 激光位置

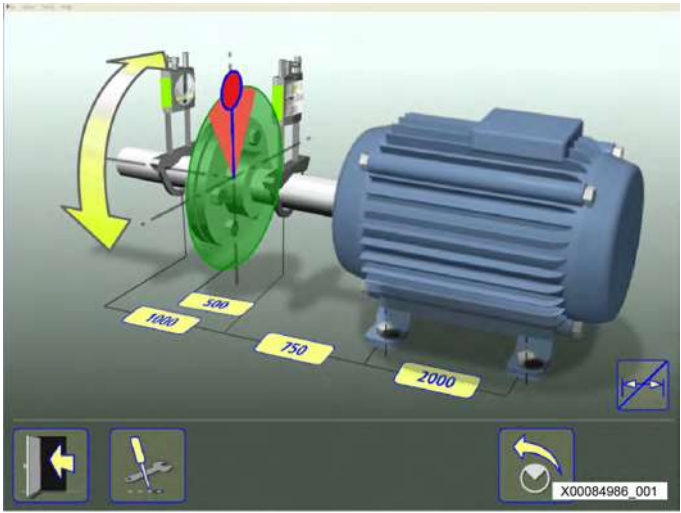
3.1 转动前取下高速风轮锁定装置。



高速风轮锁定装置处于未锁定位置

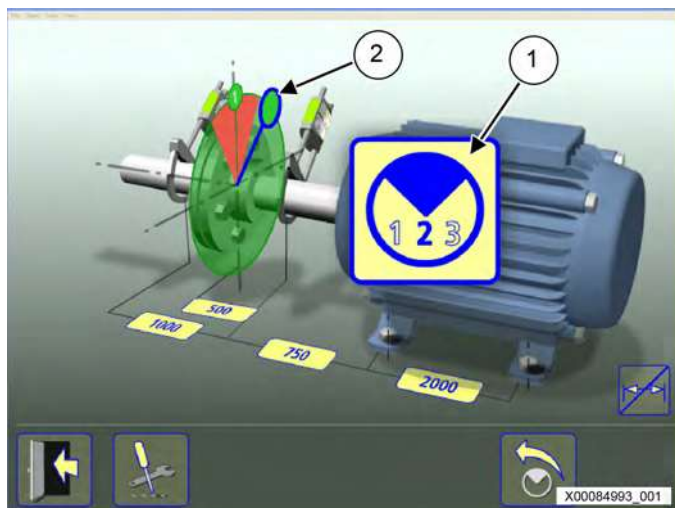
3.2 在红色区域外转动激光进行下一次测量。

注意：每次测量时，转动激光头到 9 点钟和 3 点钟的位置。



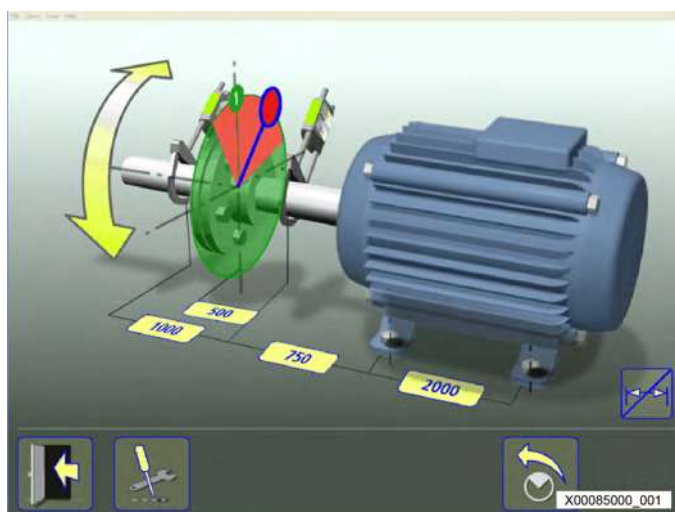
转动激光

4 进行第二次测量。



(1) 点击此处进行测量

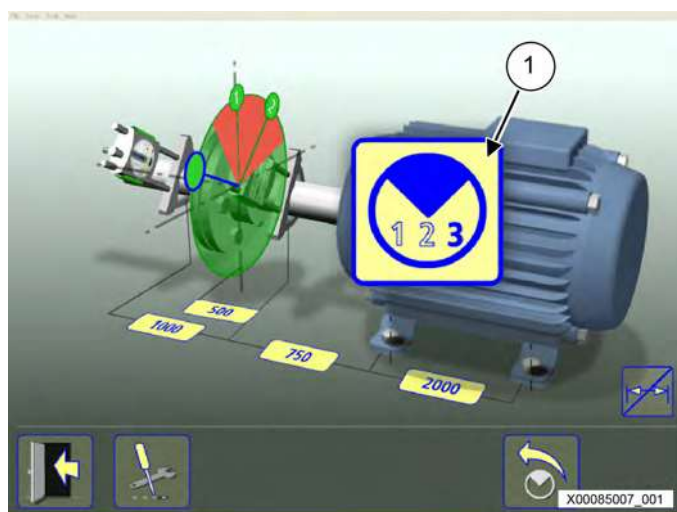
(2) 当传感器在红色区域外时，它变成绿色。



每进行一次测量后，红色区域变得更大。

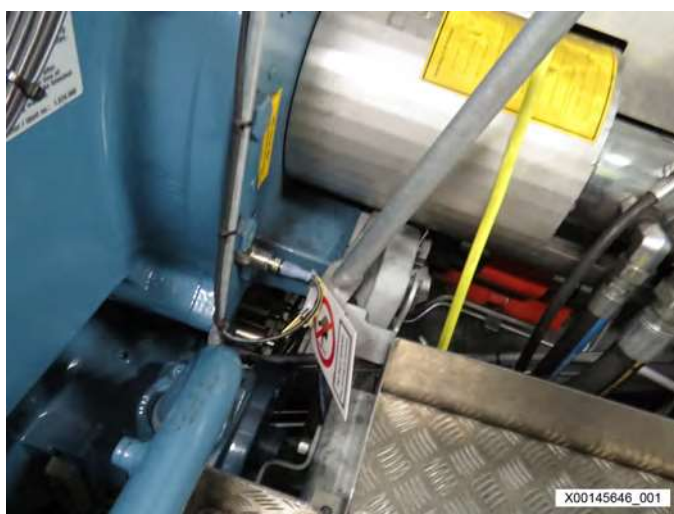
5 在相反方向转动，进行第三次测量。

6 进行第三次测量。当最后一次测量开始时，计算机将自动切换显示对齐视图。



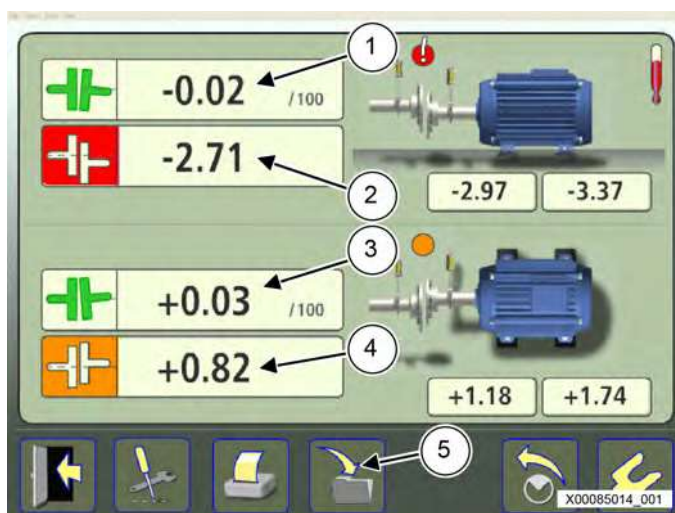
(1) 点击此处进行测量

- 7 接合高速风轮锁定装置，参见[接合高速风轮锁定装置](#)（第1-61页）部分，并填写检查表 ZCH1031600 在传动系统/轮毂中工作的安全性。hub..



高速风轮锁定装置处于锁定位置

- 8 在“My measurements（我的测量）”文件夹中保存图像（测量值必须记录在检查表中）。

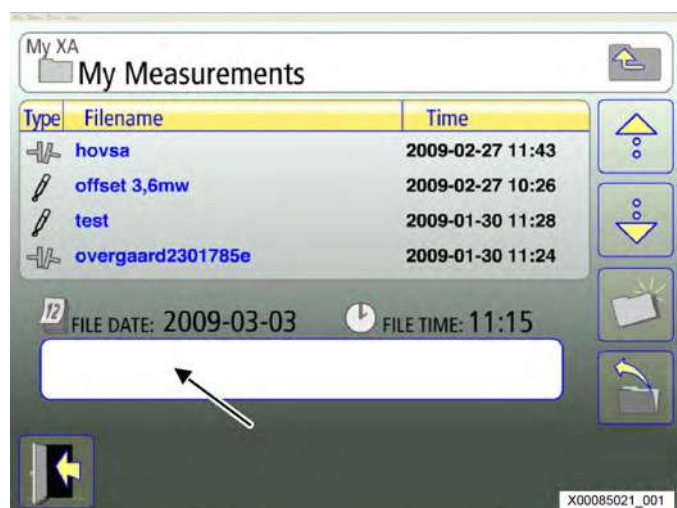


发电机相对于变速箱的位置

- (1) 垂直角度偏差
(2) 垂直平行偏差
(3) 水平角度偏差(4) 水平平行偏差(5) 保存

- 9 保存测量值。

- 9.1 点击空白行，输入文件名。



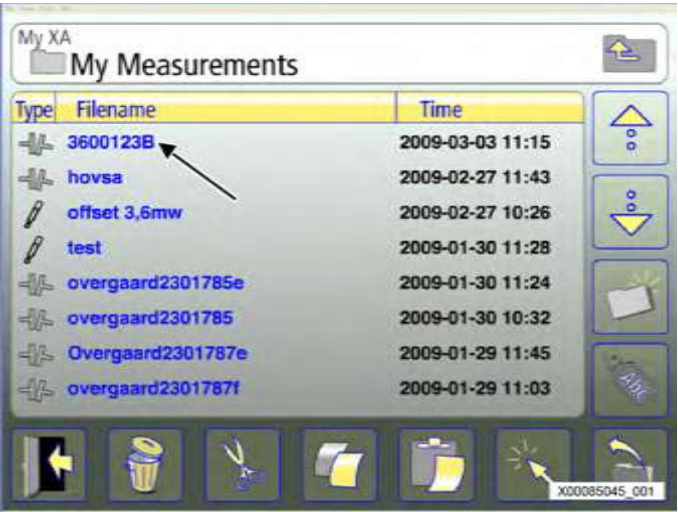
空白行

9.2 输入风力发电机编号并加上字母 **B**。



注意：在文件名中写入正确的风力发电机编号至关重要。风力发电机编号可以在风力发电机的手持终端中菜单 14 中找到。输入编号后，再在后面加上一个字母 **B** 表示“之前”（即在对齐之前的测量值）。然后点击“OK”。

9.3 检查风力发电机编号是否正确，然后点击“OK”。



文件现在保存在“**My measurements**（我的测量）”文件夹中，数据来自对齐过程，风力发电机编号显示在文件名中。

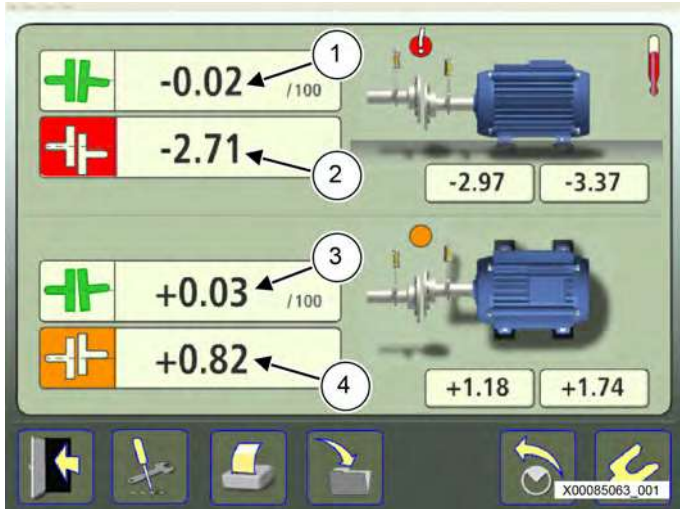
10.6.8 根据测量值调整发电机的高度

程序：

1 根据测量值调整发电机的高度。

1.1 开始调整发电机的高度（垂直平行偏差），因为当发电机提升时它会侧向移动。

注意：注意联轴器图标，它们指示发电机的移动状态。在这种情况下，发电机必须向上向左移动。



- (1) 垂直角度偏差。OK，它在 0.08 mm 的公差范围内。
- (2) 垂直平行偏差。在前后端插入垫片抬高 3 mm，使其在 0.5 mm 的公差范围内。
- (3) 水平角度偏差。OK，它在 0.08 mm 的公差范围内。
- (4) 水平平行偏差。发电机的前端和后端必须分别向风力发电机的左手侧移动 1 mm 和 1.5 mm，使其在 0.5 mm 的公差范围内。

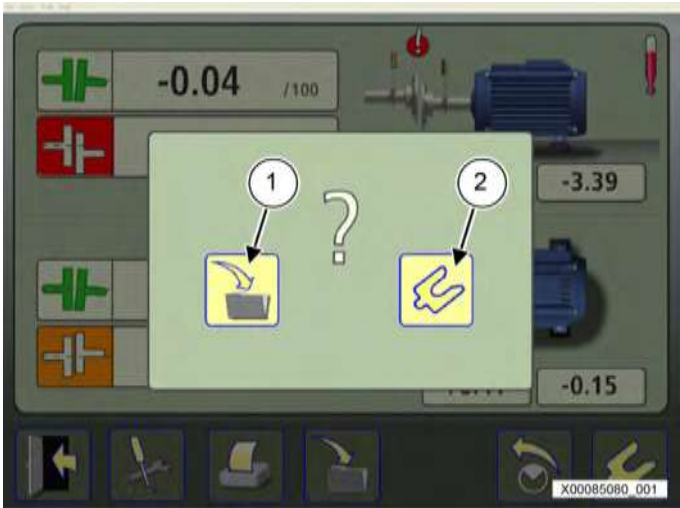
激光器现在显示它必须移动多少。点击垫片图标查看实际值。



垫片

1.2 保存对齐之前的数据。

1.3 点击垫片图标查看实际值，同时执行对齐过程。

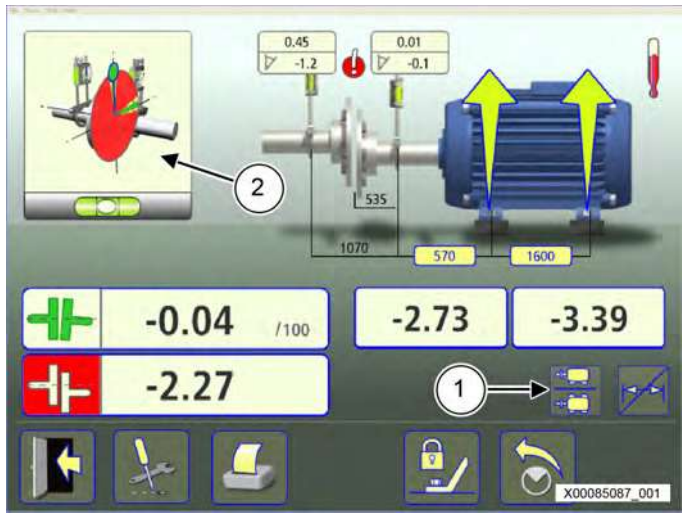


- (1) 保存
- (2) 垫片

1.4 检查激光器是否在 12 点钟的位置。

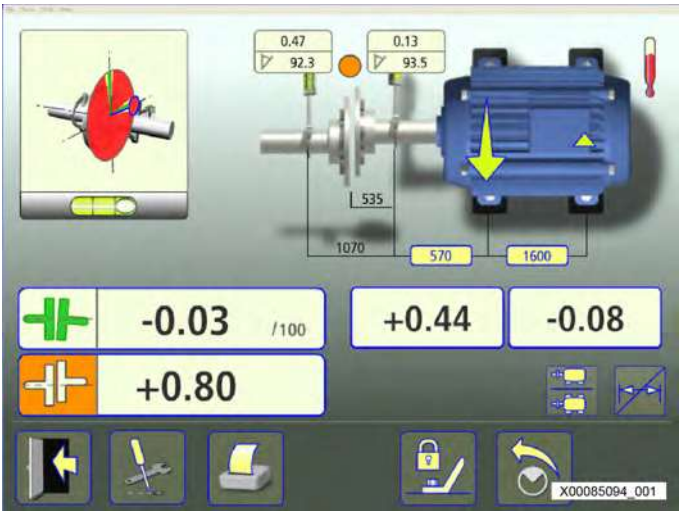
现在通过监测发电机应该上升/下降多少来添加/移除发电机下面的垫片。图形显示发电机是否应该上升或下降。

1.5 当激光器在转动使系统不能自动切换时，点击下述图标在水平（水平偏差）和垂直（垂直偏差）对齐之间进行切换。



- (1) 在水平（水平偏差）和垂直（垂直偏差）对齐之间切换
- (2) 图标表示对齐操作的类型，水平或垂直。图示的例子是垂直对齐。

- 1.6 当高度在公差范围内时，将激光器转动到 3 点钟的位置，检查系统是否自动切换到水平对齐操作。图形显示发电机前端和后端移动的方向。



- 1.7 当发电机在公差范围内时，执行一次对齐检查。

- 2 在加垫片时，使用液压活塞提升发电机。



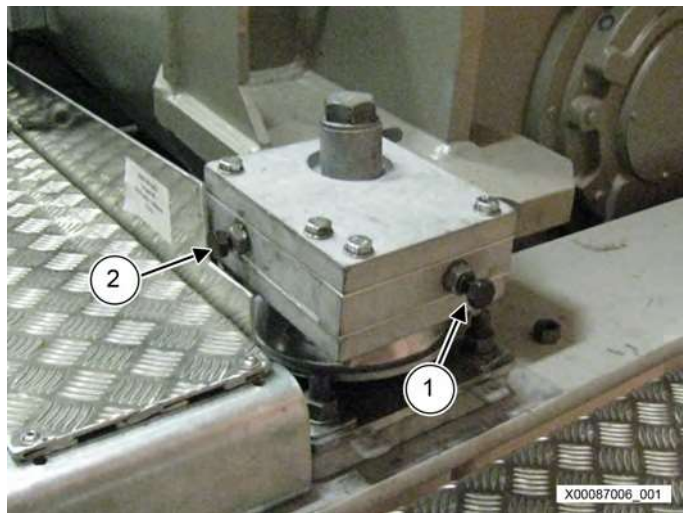
液压活塞

- 2.1 可以转动液压活塞的底部来提升发电机的左侧或右侧。



液压活塞

2.2 调整之前，松开发电机对侧的调节螺钉。



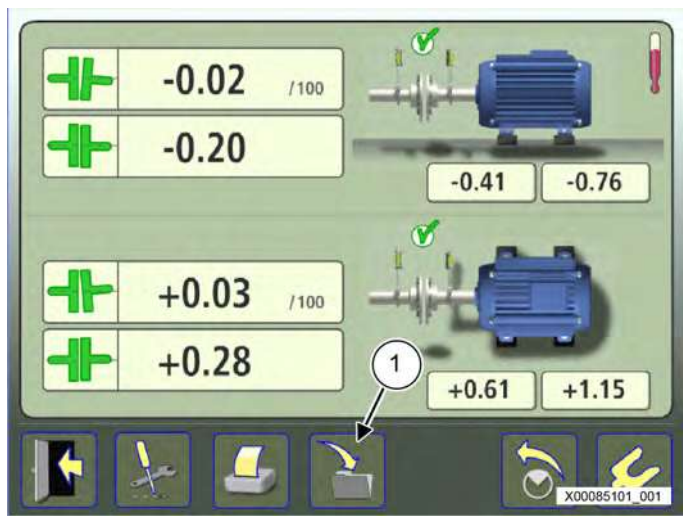
(1) 调节螺钉，用于向前和向后调节

(2) 调节螺钉，用于横向调节

注意：在每次调整/加垫片之后，需要再次对齐发电机，因为每次被提升后发电机都会移动一点。

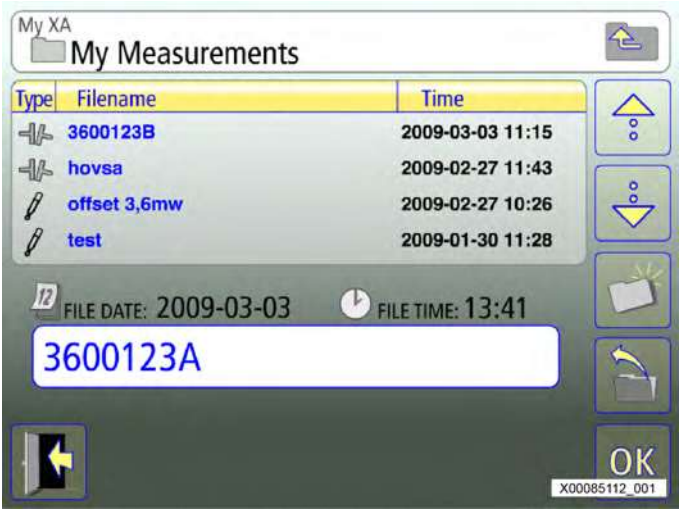
3 将结果记录在检查表中,检查是否所有结果都显示在绿色字段中。

3.1 将文件保存在“My measurements（我的测量）”文件夹中。文件名为风力发电机编号，并在后面加上一个字母 **A** 表示“之后”。



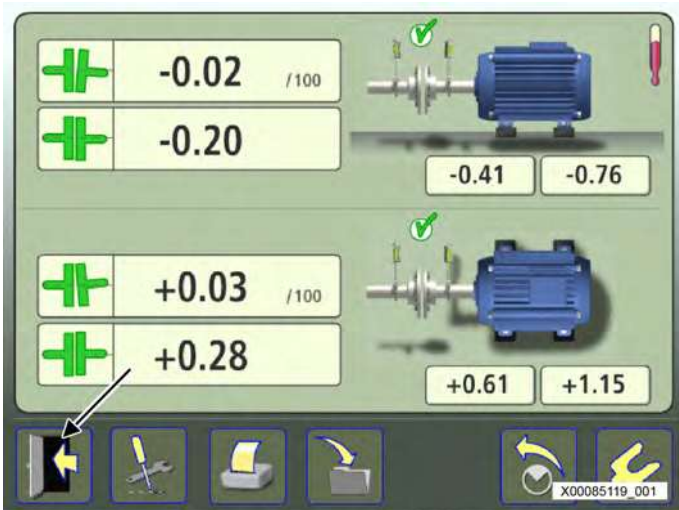
(1) 保存

3.2 检查风力发电机编号是否正确，然后点击“OK”。



3.3 等待直到计算机返回到对齐过程。两个文件现在都保存在计算机中。

3.4 退出菜单。退出所有菜单，返回到主菜单。

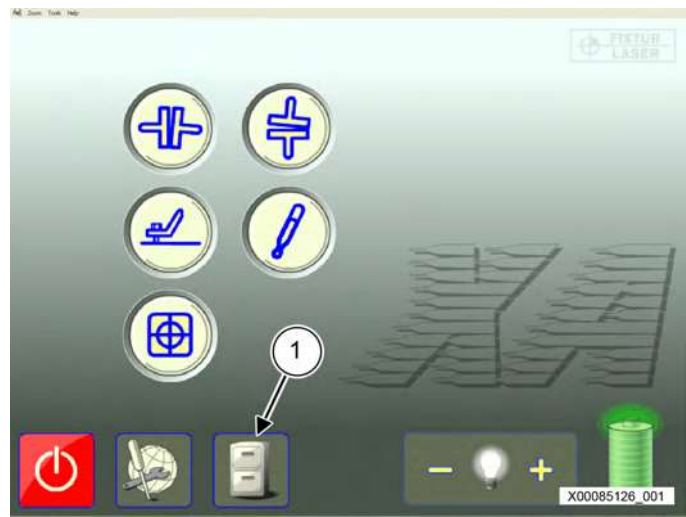


退出

4 将测量值保存到记忆棒中并带到现场办公室。

4.1 将记忆棒连接到对齐用计算机上。检查记忆棒的绿色二极管是否闪烁，绿色二极管闪烁表示记忆棒已正确连接到电脑上。

4.2 点击“文件”。

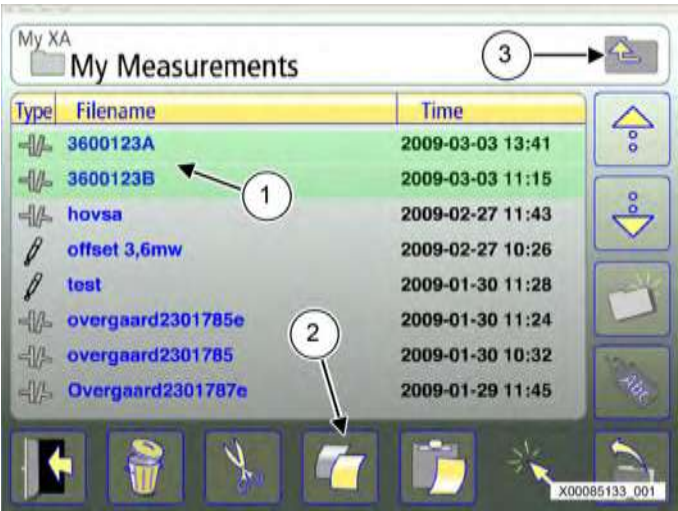


(1) 文件

4.3 对齐过程中选择两个测量 A + B（点击箭头图标同时选择多个文件）。

4.4 点击复制图标。

4.5 点击返回图标。



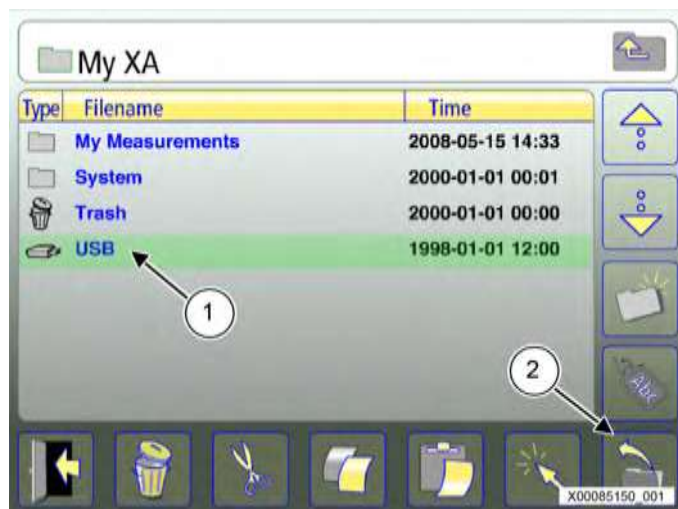
(1) 所选文件

(2) 复制

(3) 返回

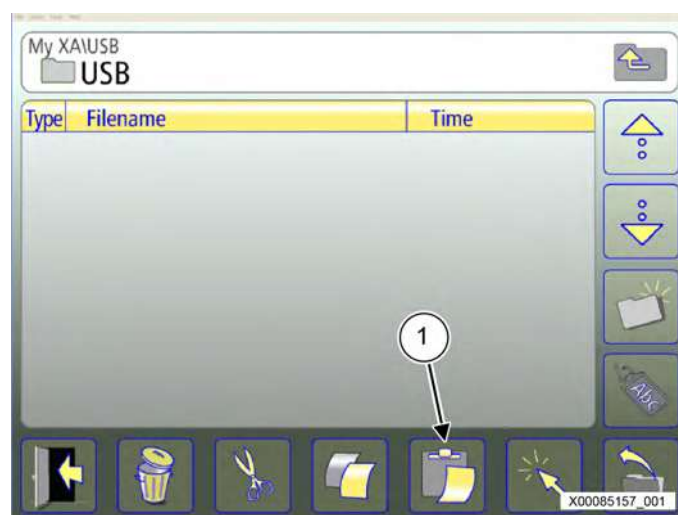
4.6 选择 USB – 该行必须变绿。

4.7 然后点击文件夹打开记忆棒。



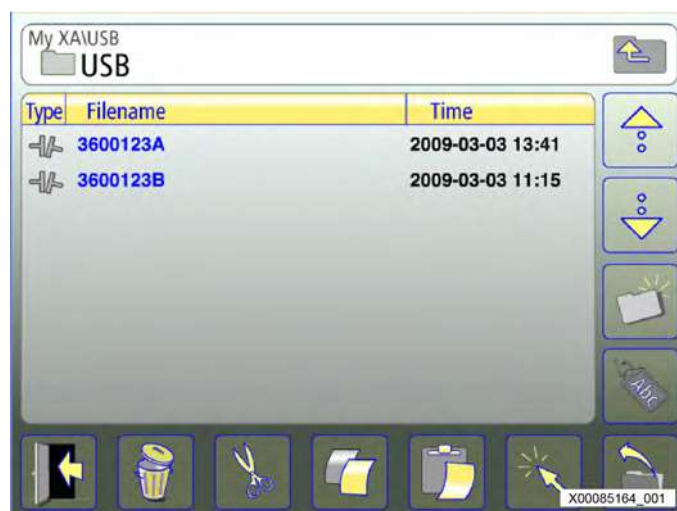
- (1) 绿色行
(2) 打开文件

4.8 点击“粘贴”，将文件转移到记忆棒中。



- (1) 粘贴

4.9 当两个文件都转移到记忆棒中后，返回主菜单，关闭工具。



4.10 将文件发送到工程服务部门 service.engineering.wpgtl.energy@siemens.com。

11 机舱中的制动器和液压系统

- 11.1 在机舱中从事与制动器和液压系统有关的工作时应遵守的安全规则11-2
 - 11.1.1 液压作业时的安全注意事项 11-2
 - 11.1.2 一般维修程序 11-2
- 11.2 变桨和高速制动器的液压站11-3
 - 11.2.1 检查压力传感器 (218)..... 11-3
 - 11.2.2 检查制动阀 (253)..... 11-4
 - 11.2.3 测试阀门 (254) 11-5
 - 11.2.4 检查压力传感器 (228)..... 11-5
 - 11.2.5 测试泄压阀 (210) 11-6
 - 11.2.6 测试制动阀 (215) 11-6
 - 11.2.7 测试制动阀 (216) 11-6
 - 11.2.8 检查阀门 (211) 11-7
 - 11.2.9 检查油槽中的液压油油位..... 11-7
 - 11.2.10 检查油位传感器 (21)..... 11-8
 - 11.2.11 测试压力传感器(17)..... 11-8
 - 11.2.12 测试泄压阀 (10)..... 11-9
 - 11.2.13 测试阀门 (25) 11-9
 - 11.2.14 测试阀门 (28) 和 (34) 11-9
 - 11.2.15 更换压力式过滤器 (11) 的过滤芯 11-10
 - 11.2.16 更换回流过滤器 (30) 的过滤芯 11-11
 - 11.2.17 更换空气过滤器 (20)..... 11-12
 - 11.2.18 测试蓄能器 (70) 的预压力..... 11-13
 - 11.2.19 测试蓄能器 (220) 的预压力..... 11-15
 - 11.2.20 测试蓄能器 (230) 的预压力..... 11-17
 - 11.2.21 润滑泵站电机中的轴承 11-18
- 11.3 高速制动器11-19
 - 11.3.1 检查制动衬片 11-19
 - 11.3.2 检查制动衬块和制动盘之间的间隙..... 11-20
 - 11.3.3 检查制动钳上的活塞密封件是否漏油 11-21
 - 11.3.4 控制制动盘 11-21
- 11.4 偏航制动器液压站.....11-22
 - 11.4.1 检查液压油油位 11-22
 - 11.4.2 重新加注液压油 11-23
 - 11.4.3 测试油位传感器 (352) 和 (353) 11-25
 - 11.4.4 测试蓄能器 (315) 的预压力..... 11-26
 - 11.4.5 更换回流阀 (304)..... 11-27
 - 11.4.6 更换空气过滤器 (354) 的过滤芯 11-28
 - 11.4.7 测试泄压阀 (310)..... 11-28
 - 11.4.8 测试压力传感器 (312)..... 11-28
 - 11.4.9 测试压力传感器 (345)..... 11-28
 - 11.4.10 测试阀门 (330)、(332) 和 (335)..... 11-29
 - 11.4.11 测试阀门 (303) 11-29
- 11.5 检查舱门液压站的油位.....11-30
- 11.6 蓄能器预压力测量校正表11-32

11.1 在机舱中从事与制动器和液压系统有关的工作时应遵守的安全规则

11.1.1 液压作业时的安全注意事项

必须始终遵守关于维修和安装工作的一般安全须知，请参见
SI545781 基本的健康与安全规则。

警告	
	液压油：小心伤害眼睛！ 当在液压系统上工作时,请佩戴防护镜。
警告	
	液压油：小心刺激皮肤！ 当在液压系统上工作时,请佩戴手套。

在执行一些维修程序和修理液压系统时，制动系统是停止运转的。因此，必须用轮毂上的低速风轮锁定装置和高速轴上的制动盘锁紧螺栓锁定风轮。

11.1.2 一般维修程序

括号内的数字表示部件在液压系统图中的位置编号和在风力发电机中设备上的编号。所有压力值均显示在液压图中。

程序：

- 1 每次维修时，检查油位和是否漏油。如果漏油，在修理故障后彻底清洁漏油现场。
- 2 在断开任何阀门和旋转接头等连接件之前，彻底清洁缺陷部件与系统的连接点。
- 3 处理液压系统时要格外小心，不要让任何污物进入系统。
- 4 对制动器和液压系统的维修工作执行完毕后,在风力发电机进入自动运转之前,必须对制动系统执行全面的测试。

11.2 变桨和高速制动器的液压站

11.2.1 检查压力传感器 (218)

该压力传感器监控蓄能器 (220) 中的压力。

程序：

- 1 接合高速风轮锁定装置，参见[接合高速风轮锁定装置](#)（第1-61页）部分，并填写检查表 *ZCH1031600 在传动系统/轮毂中工作的安全性*。
- 2 在测试嘴 (212) 上安装压力计。
- 3 比较压力计上显示的压力值和手持终端中**菜单2 > 屏幕7 (Menu 2 > screen 7)**上显示的压力读数 (± 2 bar)。

11.2.2 检查制动阀 (253)

程序:

- 1 手动停止风力发电机 (1001)。
- 2 接合高速风轮锁定装置，参见 [接合高速风轮锁定装置](#)（第1-61页）部分，并填写检查表 *ZCH1031600 在传动系统/轮毂中工作的安全性*。
- 3 将检修阀 (252) 设置到“运行”位置。



- 4 在测试嘴 (248) 上安装压力计。
- 5 检查系统上的制动压力是否足够和稳定 (60 - 65 bar)。
- 6 按下启动按钮，检查风力发电机是否松开制动器，压力表的读数是否为 0 bar。
- 7 按下停止按钮。
- 8 将检修阀 (252) 设置到“检修”位置，用挂锁固定，并挂上“切勿启动”（Do-not-start）标志（上锁/挂牌）。



- 9 取下高速风轮锁定装置。

11.2.3 测试阀门 (254)

程序:

- 1 接合高速风轮锁定装置, 参见[接合高速风轮锁定装置](#) (第1-61页) 部分, 并填写检查表 *ZCH1031600 在传动系统/轮毂中工作的安全性*。
- 2 将检修阀 (252) 设置到“检修”位置, 用挂锁固定, 并挂上“切勿启动” (Do-not-start) 标志 (上锁/挂牌)。



- 3 在测试嘴 (248) 上安装压力计。
- 4 在手持终端中, 进入**菜单24 (Menu 24)** 设置制动器。
- 5 检查系统上的制动压力是否足够和稳定 (60 - 65 bar)。
- 6 在手持终端中, 进入**菜单24 (Menu 24)** 松开制动器。
- 7 检查制动器是否已经松开, 压力计读数是否为 0 bar。
- 8 在手持终端中, 进入**菜单24 (Menu 24)** 设置制动器。
- 9 取下高速风轮锁定装置。

11.2.4 检查压力传感器 (228)

该压力传感器监控制动钳中的压力。

程序:

- 1 接合高速风轮锁定装置, 参见[接合高速风轮锁定装置](#) (第1-61页) 部分, 并填写检查表 *ZCH1031600 在传动系统/轮毂中工作的安全性*。
- 2 在测试嘴 (227) 上安装压力计。
- 3 激活制动器。
- 4 比较压力计上显示的压力值和手持终端中**菜单2 > 屏幕8 (Menu 2 > screen 8)** 上显示的压力读数 (± 2 bar)。
- 5 取下高速风轮锁定装置。

11.2.5 测试泄压阀 (210)

程序:

- 1 接合高速风轮锁定装置，参见[接合高速风轮锁定装置](#)（第1-61页）部分，并填写检查表 *ZCH1031600 在传动系统/轮毂中工作的安全性*。
- 2 在测试嘴 (212) 上安装压力计。
- 3 取下压力传感器 (218) 上的插塞。
结果: 压力增加直到泄压阀 (210) 打开 ($90 \text{ bar} \pm 2 \text{ bar}$)，保持压力恒定即使泵在运转。
- 4 当压力恒定时读取压力值。
- 5 如果压力读数与液压图中规定的压力值不匹配，则更换泄压阀 (210)。不允许调整阀门。
- 6 重新安装压力传感器 (218) 上的插塞。
- 7 取下高速风轮锁定装置。

11.2.6 测试制动阀 (215)

程序:

- 1 接合高速风轮锁定装置，参见[接合高速风轮锁定装置](#)（第1-61页）部分，并填写检查表 *ZCH1031600 在传动系统/轮毂中工作的安全性*。
- 2 在测试嘴 (227) 上安装压力计。
- 3 在**菜单24 (Menu 24)**中松开制动器（压力计读数 = 0 bar）。
- 4 取下电磁阀 (215) 上的阀塞。
- 5 检查压力是否增加。
- 6 重新安装电磁阀 (215) 上的阀塞。
- 7 检查压力值是否立即下降到 0 bar。
- 8 取下高速风轮锁定装置。

11.2.7 测试制动阀 (216)

程序:

- 1 接合高速风轮锁定装置，参见[接合高速风轮锁定装置](#)（第1-61页）部分。
- 2 在测试嘴 (227) 上安装压力计。
- 3 在**菜单24 (Menu 24)**中松开制动器（压力计读数 = 0 bar）。
- 4 取下电磁阀 (216) 上的阀塞。
- 5 检查压力是否增加。
- 6 重新安装电磁阀 (216) 上的阀塞。
- 7 检查压力值是否立即下降到 0 bar。
- 8 取下高速风轮锁定装置。

11.2.8 检查阀门 (211)

程序:

- 1 接合高速风轮锁定装置，参见[接合高速风轮锁定装置](#)（第1-61页）部分，并填写检查表 *ZCH1031600 在传动系统/轮毂中工作的安全性*。
- 2 在测试嘴 (227) 上安装压力计。
- 3 在**菜单24（Menu 24）**中松开制动器（压力计读数 = 0 bar）。
- 4 将检修阀 (252) 设置到“检修”位置，用挂锁固定，并挂上“切勿启动”（Do-not-start）标志（上锁/挂牌）。



- 5 取下阀门 (211) 上的阀塞。
- 6 检查压力增加是否需要 6 – 10 秒的时间。
- 7 重新安装阀门 (211) 上的阀塞。
- 8 取下高速风轮锁定装置。

11.2.9 检查油槽中的液压油油位

程序:

- 1 当风力发电机停止后（正常停止），检查油位以及轮毂系统中的油是否加满。
- 2 通过观察镜 (22) 读取液压油油位。

结果: 油位必须位于最低标记和最高标记之间。

- 3 如有必要，注满油。

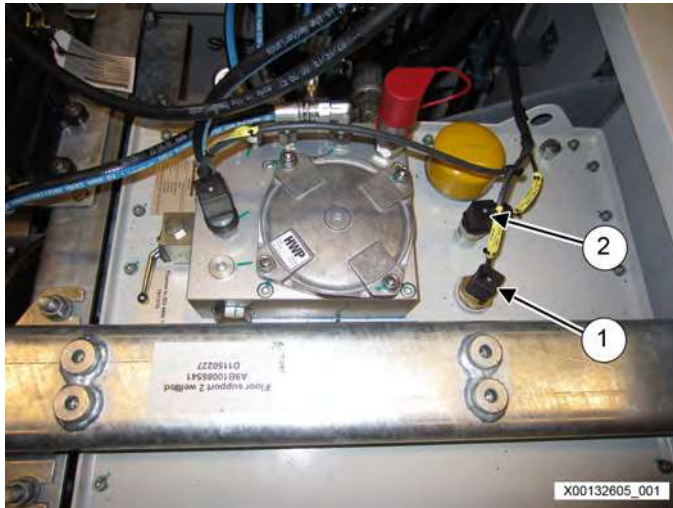
11.2.10 检查油位传感器 (21)

程序:

- 1 断开油位传感器的插头。
- 2 取下油位传感器。
- 3 将插头连接到已取下的油位传感器上。

结果: 当油位传感器浮标位于底部时, 手持终端上出现一个错误信息。

- 4 将油位传感器浮标位置于顶部, 在手持终端中将错误复位。
- 5 安装油位传感器, 将插头连接到油位传感器上。



(1) 油位传感器 (21)

(2) 热传感器 (24)

11.2.11 测试压力传感器(17)

开始前: 为了避免损坏旋转接头, 运行过程中泵站上的阀门 (27) 必须位于“运行”位置。

为了使系统建立压力, 阀门 (14) 必须位于“运行”位置。

程序:

- 1 接合高速风轮锁定装置, 参见[接合高速风轮锁定装置](#) (第1-61页) 部分, 并填写检查表 *ZCH1031600 在传动系统/轮毂中工作的安全性*。

- 2 在测试嘴 (18) 上安装压力计。

- 3 取下阀门 (201) 上的阀塞。

- 4 在手持终端中, 在**菜单24 (Menu 24)** 中启动泵。

- 5 当旁通阀 (25) 关闭时读取压力计上的压力值。

结果: 压力必须是 $240 \text{ bar} \pm 2 \text{ bar}$ 。

- 6 当旁通阀 (25) 打开时读取压力计上的压力值。

结果: 压力必须是 $255 \text{ bar} \pm 2 \text{ bar}$ 。

- 7 比较压力计上显示的压力值和手持终端中**菜单24 > 屏幕10 (Menu 24 > screen 10)** 上显示的的压力读数

- 8 将阀塞连接到阀门 (201) 上。

11.2.12 测试泄压阀 (10)

程序:

- 1 将阀门 (31) 设置到“检修”位置。
- 2 将阀门 (14) 设置到“检修”位置释放液压。
- 3 取下阀门 (201) 上的阀塞。
- 4 将阀门 (31) 设置到“运行”位置。
- 5 在测试嘴 (32) 上安装压力计。
- 6 在手持终端中，在**菜单24 (Menu 24)**中启动泵。如果压力变得很高，准备打开阀门 (14)。
- 7 取下压力传感器 (17) 上的插塞。
- 8 当压力恒定时 ($280 \text{ bar} \pm 5 \text{ bar}$)，读取压力表上的压力值，即使泵在运行。测量值为泄压阀 (10) 的开启压力加上流动阻力。
- 9 如有必要，将泄压阀 (10) 的压力调整为液压图中规定的压力。
- 10 停止泵。
- 11 将阀门 (14) 设置到“检修”位置释放液压。
- 12 将阀门 (14) 设置到“运行”位置。
- 13 将阀塞连接到阀门 (201) 上。
- 14 打开阀门 (31)，测试完毕之后将插塞连接到压力传感器 (17) 上。

11.2.13 测试阀门 (25)

程序:

- 1 将阀门 (31) 设置到“检修”位置。
- 2 取下阀门 (201) 上的阀塞。
- 3 将阀门 (14) 设置到“检修”位置释放液压。
- 4 将阀门 (14) 设置到“运行”位置。
- 5 在测试嘴 (32) 上安装压力计。
- 6 取下阀门 (25) 上的阀塞。
- 7 在手持终端中，在**菜单24 > 屏幕10. (Menu 24 > screen 10.)**中启动泵。
- 8 读取压力计上的压力值，检查压力是否没有增加，即使泵在运行。
- 9 安装阀门 (25) 上的阀塞，检查压力是否在增加。
- 10 在手持终端中，在**菜单24 > 屏幕10. (Menu 24 > screen 10.)**中停止泵。
- 11 将阀塞连接到阀门 (201) 上。
- 12 将阀门 (31) 设置到“运行”位置。

11.2.14 测试阀门 (28) 和 (34)

程序:

- 1 将球阀 (35) 旋转到“起重机”位置。
- 2 启动泵，开关位于运行起重机的电气箱上。
- 3 检查起重机是否运行。

11.2.15 更换压力式过滤器 (11) 的过滤芯

程序:

- 1 从 A3 柜关闭 609.Q1。
- 2 将阀门 (14) 设置到“检修”位置释放液压。
- 3 在测试嘴 (18) 上安装压力计，检查系统是否减压 (0 bar)。
- 4 拆下滤杯，取出过滤芯。



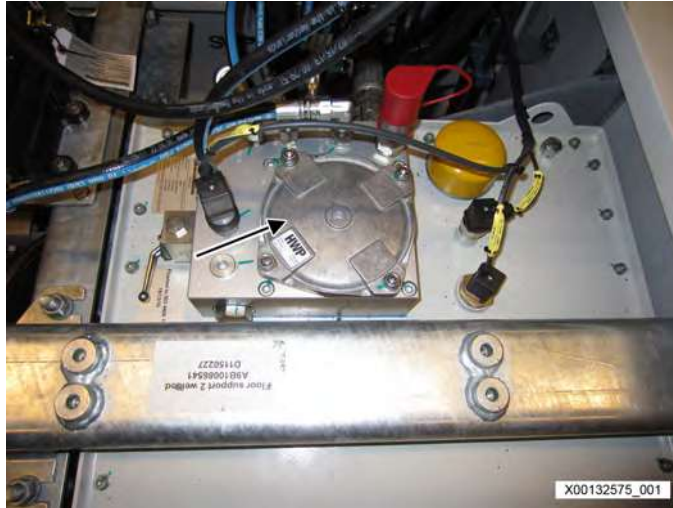
过滤芯的滤杯

- 5 清空滤杯中的油，用一块干净的抹布清洁滤杯内部。
- 6 在滤杯中放置一个新过滤芯。过滤器类型参见[更换变桨和高速制动器泵站中的压力式过滤器](#)（第 5-31 页）部分。
- 7 将滤杯小心推到 O 形圈中。不要挤压 O 形圈。
- 8 用手将滤杯拧紧到过滤器外壳上。
- 9 扭矩 $30 \pm 10 \text{ Nm}$ 。
- 10 从 A3 柜打开 609.Q1。
- 11 将阀门 (14) 设置到“运行”位置。
- 12 启动泵，检查是否漏油。
- 13 检查油位。

11.2.16 更换回流过滤器 (30) 的过滤芯

程序:

- 1 从 A3 柜关闭 609.Q1。
- 2 将阀门 (14) 设置到“检修”位置释放液压。
- 3 松开并小心拆下盖子。抬起并稳住过滤器，让油滴到油槽中。



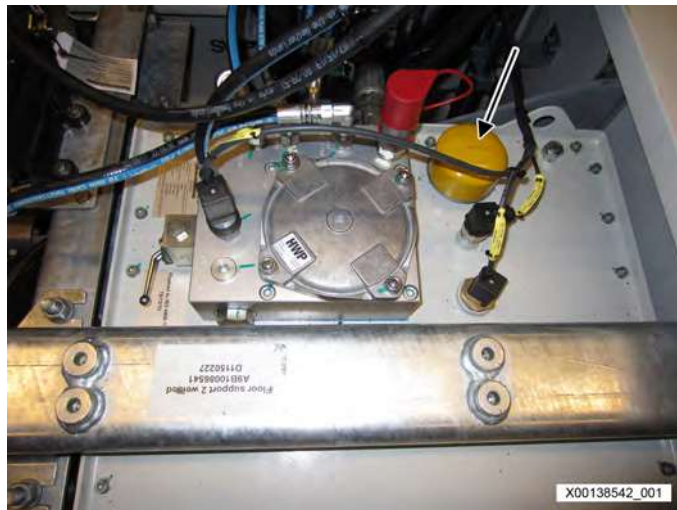
回流过滤器 (30)

- 4 更换过滤器。过滤器类型参见[更换变桨和高速制动器泵站中的回流过滤器](#)（第 5-30 页）部分。
- 5 将过滤器安装到过滤器外壳中，再安装盖子，拧紧 4 个螺母的扭矩为 30 Nm。
- 6 将阀门 (14) 设置到“运行”位置。
- 7 从 A3 柜打开 609.Q1。

11.2.17 更换空气过滤器 (20)

程序:

- 1 从 A3 柜关闭 609.Q1。
- 2 松开过滤器的螺钉。



空气过滤器 (20)

- 3 更换过滤芯。过滤器类型参见[更换变桨和高速制动器泵站中的空气过滤器](#)（第 5-31 页）部分。
- 4 安装过滤器，仅用手紧固。不要使用任何工具。
- 5 从 A3 柜打开 609.Q1。

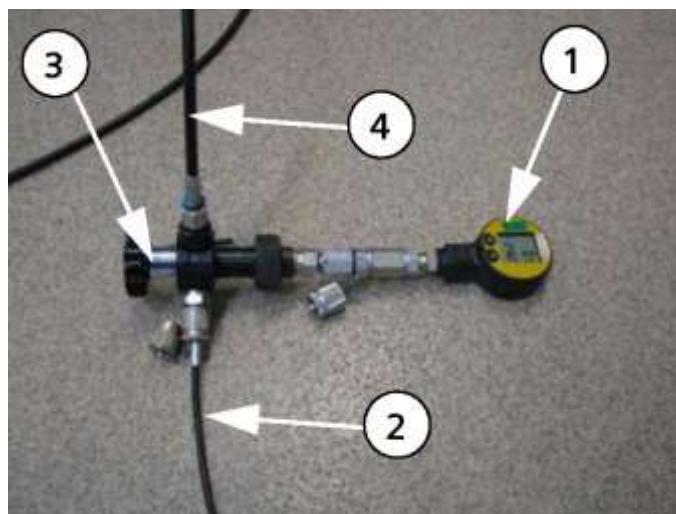
11.2.18 测试蓄能器 (70) 的预压力



蓄能器 (70)

程序:

- 1 接合高速风轮锁定装置，参见[接合高速风轮锁定装置](#)（第1-61页）部分，并填写检查表 *ZCH1031600 在传动系统/轮毂中工作的安全性*。
- 2 从 A3 柜关闭 609.Q1。
- 3 将阀门 (14) 设置到“检修”位置。
- 4 在测试嘴 (18) 上安装压力计，检查系统是否减压 (0 bar)。
- 5 等待5分钟，让蓄能器中的气体与蓄能器外壳的温度变得一样。
- 6 测量蓄能器外壳的温度，根据[蓄能器预压力测量校正表](#)（第11-32 页）校正蓄能器的预压力。
- 7 拆下蓄能器中的堵塞器。
- 8 使用普通的测试软管在蓄能器上安装压力计，证实 20°C 时氮气压力为 $180 \text{ bar} \pm 5 \text{ bar}$ 。
- 9 如果 20°C 时校正后的预压力介于 125 bar 和 175 bar 之间，则使用 Olaer 预载装置给蓄能器加注氮气，参见[重新给蓄能器加注氮气](#)（第 12-14 页）部分。
- 10 如果压力低于最低值（20°C 时为 125 bar），则更换蓄能器。



- (1) 压力计
- (2) 测试软管
- (3) Olaer 预载装置
- (4) 氮气瓶上的软管



另一种使用 Olaer 预载装置的方法

11.2.19 测试蓄能器 (220) 的预压力



蓄能器 (220)

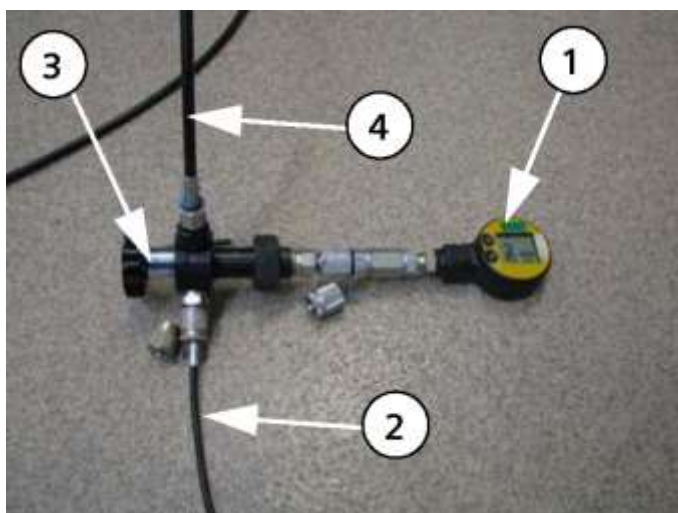
程序:

- 1 接合高速风轮锁定装置。参见[接合高速风轮锁定装置](#)（第1-61页）部分，并填写检查表 *ZCH1031600 在传动系统/轮毂中工作的安全性*。
- 2 从 A3 柜关闭 609.Q1。
- 3 将阀门 (14) 设置到“检修”位置。
- 4 拔下阀门 (215)和 (216) 阀塞。
- 5 将检修阀 (252) 设置到“检修”位置，用挂锁固定，并挂上“切勿启动”（Do-not-start）标志（上锁/挂牌）。



- 6 在**菜单24（Menu 24）**中释放制动器。
结果: 阀门 (253) 和 (254) 打开。
- 7 在测试嘴 (212) 上安装压力计，检查系统是否减压 (0 bar)。
- 8 等待5分钟，让蓄能器中的气体与蓄能器外壳的温度变得一样。
- 9 测量蓄能器外壳的温度，根据[蓄能器预压力测量校正表](#)（第11-32 页）校正蓄能器的预压力。
- 10 拆下蓄能器中的堵塞器。

- 11 使用普通的测试软管在蓄能器上安装压力计，证实 20°C 时氮气压力为 50 bar $\pm$ 2 bar。
- 12 如果 20°C 时校正后的预压力介于 35 bar 和 45 bar 之间，则使用 Olaer 预载装置给蓄能器加注氮气，参见[重新给蓄能器加注氮气](#)（第 12-14 页）部分。
- 13 如果压力低于最低值（20°C 时为 35 bar），则更换蓄能器。



- (1) 压力计
- (2) 测试软管
- (3) Olaer 预载装置
- (4) 氮气瓶上的软管



另一种使用 Olaer 预载装置的方法

- 14 重新安装阀门 (215)和 (216) 的阀塞。
- 15 将阀门 (14) 设置到“运行”位置。
- 16 取下高速风轮锁定装置。

11.2.20 测试蓄能器 (230) 的预压力

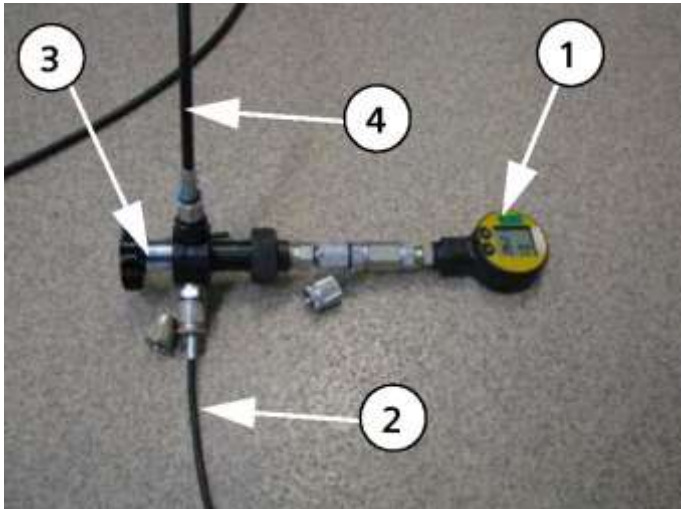


蓄能器 (230)

程序:

- 1 接合高速风轮锁定装置。参见[接合高速风轮锁定装置](#)（第1-61页）部分，并填写检查表 *ZCH1031600 在传动系统/轮毂中工作的安全性*。
- 2 从 A3 柜关闭 609.Q1。
- 3 打开阀门 (14)。
- 4 保持阀门 (253) 和 (254) 开启直到压力被释放。
- 5 在测试嘴 (227) 上安装压力计，检查系统是否减压 (0 bar)。
- 6 等待5分钟，让蓄能器中的气体与蓄能器外壳的温度变得一样。
- 7 测量蓄能器外壳的温度，根据[蓄能器预压力测量校正表](#)（第11-32 页）校正蓄能器的预压力。
- 8 拆下蓄能器中的堵塞器。
- 9 使用普通的测试软管在蓄能器上安装压力计，证实 20°C 时氮气压力为 20 bar $\pm$ 1 bar。
- 10 如果 20°C 时校正后的预压力介于 14 bar 和 19 bar 之间，则使用 Olaer 预载装置给蓄能器加注氮气，参见[重新给蓄能器加注氮气](#)（第 12-14 页）部分。

11 如果压力低于最低值（20°C 时为 14 bar），则更换蓄能器。



- (1) 压力计
- (2) 测试软管
- (3) Olaer 预载装置
- (4) 氮气瓶上的软管



另一种使用 Olaer 预载装置的方法

11.2.21 润滑泵站电机中的轴承

程序:

- 1 润滑电机中的每个轴承。润滑剂类型和数量，参见[润滑变桨泵中的轴承](#)（第 5-27 页）部分。



润滑点

11.3 高速制动器

11.3.1 检查制动衬片

程序：

- 1 测量制动衬片+背板的厚度。
- 2 如果厚度等于或小于 27 mm，更换制动衬块，参见 *制动器的安装和维护手册*。

11.3.2 检查制动衬块和制动盘之间的气隙

在制动衬块中添加垫片前后必须检查气隙。

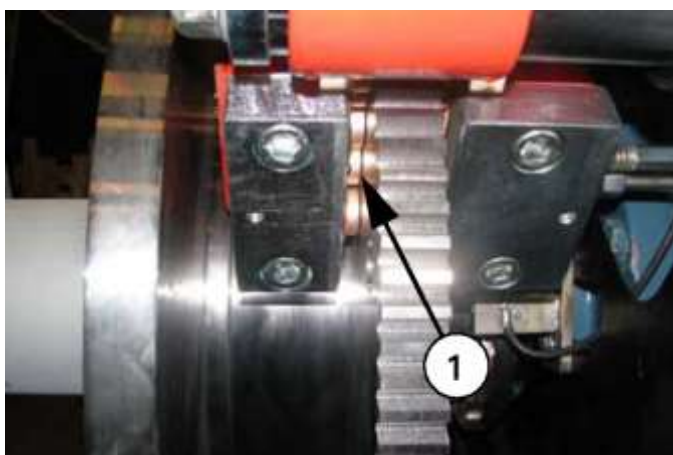
程序:

- 1 接合高速风轮锁定装置，参见[接合高速风轮锁定装置](#)（第1-61页）部分，并填写检查表 *ZCH1031600 在传动系统/轮毂中工作的安全性*。
- 2 取下盖板。



(1) 盖板

- 3 目视检查制动盘与制动盘两侧的制动衬块之间的气隙，并监听是否有噪声。



(1) 气隙

- 4 如果必要，调整定位螺钉，减小制动盘和制动衬块之间的气隙。制动盘每侧的距离必须是 1–1.5 mm。参见 *制动器的安装和维护手册*。



(1) 定位螺钉

- 5 如果制动盘在制动衬片上磨损，通过调整定位螺钉来调节制动钳的移动范围，参见 *制动器的安装和维护手册*。
- 6 重新安装盖板。
- 7 取下高速风轮锁定装置。

11.3.3 检查制动钳上的活塞密封件是否漏油

程序：

- 1 检查下排放口是否有油流出。一个塑料软管将下排放口连接到滴油盘上。
- 2 如果发现漏油，则更换密封件，参见 *制动器的安装和维护手册*。

11.3.4 控制制动盘

程序：

- 1 每次 HCU 被激活后，检查制动盘是否有裂纹和变色迹象。

11.4 偏航制动器液压站

11.4.1 检查液压油油位

程序:

- 1 当风力发电机偏航时，检查油位是否位于观察镜的上标记处。



(1) 油位观察镜

11.4.2 重新加注液压油

程序:

- 1 停止风力发电机。
- 2 将检修阀 (252) 设置到“检修”位置，用挂锁固定，并挂上“切勿启动”（Do-not-start）标志（上锁/挂牌）。



- 3 拆下油位传感器。



油位传感器

- 4 重新加注新油。
- 5 当系统没有压力时，检查油位，参见[检查液压油油位](#)（第 11-22 页）。

- 6 将检修阀 (252) 设置到“运行”位置，取下挂锁和切勿启动（Do-not-start）标志。.



11.4.3 测试油位传感器 (352) 和 (353)

程序:

- 1 断开油位传感器的插头。



(1) 油位传感器

- 2 取下油位传感器。



- 3 将插头连接到已取下的油位传感器上。
- 4 在手持终端中将错误复位。
- 5 油位传感器中的浮标位于底部。
结果: 手持终端中显示错误。
- 6 将浮标置于顶部, 将错误复位。
- 7 重新安装油位传感器。
- 8 将插头重新连接到油位传感器上。

11.4.4 测试蓄能器 (315) 的预压力



(1) 偏航制动器的蓄能器 (315)

程序:

- 1 对准偏航锁定装置。
- 2 关闭 A18 柜上的 690 V (700.Q1)。
- 3 安装偏航锁定装置，请参见[接合偏航锁定装置，系统2](#)（第1-67页）部分。
- 4 关闭 A3 中的 690 V (609.Q1)。
- 5 在测试嘴 (311) 上安装压力计。
- 6 将阀门 (336) 设置到“检修”位置，通过压力计检查系统是否减压 (0 bar)。
- 7 等待15分钟，让蓄能器中的气体与蓄能器外壳的温度变得一样。
- 8 测量蓄能器外壳的温度，根据[蓄能器预压力测量校正表](#)（第11-32 页）校正蓄能器的预压力。
- 9 取下蓄能器中气体阀的保护盖。
- 10 使用测试软管在蓄能器上安装压力计，证实 20°C 时氮气压力为 120 bar $\pm$ 5 bar。
- 11 如有必要，加注氮气，参见[重新给蓄能器加注氮气](#)（第 12-14 页）部分。
- 12 如果压力低于最低值（20°C 时为 84 bar），则更换蓄能器。
- 13 将阀门 (336) 设置到“运行”位置。
- 14 取下偏航锁定装置。
- 15 打开 A18 柜上的 690 V (700.Q1)。
- 16 打开 A3 柜上的 690 V (609.Q1)。

11.4.5 更换回流阀 (304)

程序:

- 1 对准偏航锁定装置。
- 2 关闭 A18 柜上的 690 V (700.Q1)。
- 3 接合偏航锁定装置, 请参见[接合偏航锁定装置, 系统2](#) (第1-67页) 部分。
- 4 关闭 A3 柜上的 690 V (609.Q1)。
- 5 在测试嘴 (311) 上安装压力计。
- 6 将阀门 (336) 设置到“检修”位置, 通过压力计检查系统是否减压 (0 bar)。
- 7 更换回流过滤器。过滤器类型参见[更换偏航制动器泵站中的回流过滤器](#) (第 5-29 页) 部分。



(1) 回流过滤器



- 8 将阀门 (336) 设置到“运行”位置。
- 9 取下偏航锁定装置。
- 10 打开 A18 柜上的 690 V (700.Q1)。
- 11 打开 A3 柜上的 690 V (609.Q1)。

11.4.6 更换空气过滤器 (354) 的过滤芯

程序:

- 1 关闭 A18 柜上的 690 V (700.Q1)。
- 2 松开过滤器的螺钉。



空气过滤器 (354)

- 3 更换过滤芯。过滤器类型参见[更换偏航制动器泵站中的空气过滤器](#)（第 5-30 页）部分。
- 4 安装过滤器，仅用手紧固。不要使用任何工具。
- 5 打开 A18 柜上的 690 V (700.Q1)。
- 6 打开 A3 柜上的 690 V (609.Q1)。

11.4.7 测试泄压阀 (310)

程序:

- 1 激活偏航制动器。
- 2 在测试嘴 (311) 上安装压力计。
- 3 取下压力传感器 (312) 上的插塞。
- 4 在手持终端中将错误 7121 复位直到压力停止上升。

结果: 压力计读数必须为 $220 \text{ bar} \pm 5 \text{ bar}$ 。

- 5 如果压力读数与液压图中规定的值不一样，则更换泄压阀 (310)。

11.4.8 测试压力传感器 (312)

程序:

- 1 在测试嘴 (311) 上安装压力计。
- 2 在手持终端[菜单2>屏幕7](#)（Menu 2 > screen 7）中读取压力值，检查其与压力计上的压力值是否相同 ($\pm 2 \text{ bar}$)。

11.4.9 测试压力传感器 (345)

程序:

- 1 在测试嘴 (342) 上安装压力计。
- 2 在手持终端[菜单2>屏幕7](#)（Menu 2 > screen 7）中读取压力值，检查其与压力计上的压力值是否相同 ($\pm 2 \text{ bar}$)。

11.4.10 测试阀门 (330)、(332) 和 (335)

程序:

- 1 激活偏航制动器。
- 2 检查手持终端**菜单2>屏幕7 (Menu 2 > screen 7)**中压力传感器 (345) 显示的压力值是否为 $180 \text{ bar} \pm 5 \text{ bar}$ 。
- 3 将风力发电机偏航。
- 4 检查手持终端**菜单2>屏幕7 (Menu 2 > screen 7)**中压力传感器 (345) 显示的压力值是否为 $5 \text{ bar} \pm 0.5 \text{ bar}$ 。

11.4.11 测试阀门 (303)

程序:

- 1 在测试嘴 (311) 上安装压力计。
- 2 将阀门 (336) 设置到“检修”位置以启动泵，让泵运行五分钟。
结果: 压力下降约 5 bar 。
- 3 将阀门 (336) 设置到“运行”位置。
结果: 压力开始增加。
- 4 当压力开始增加时，取下阀门 (303) 上的阀塞。
结果: 压力停止增加。
- 5 重新安装阀门 (303) 上的阀塞。
结果: 压力必须增加到 180 bar 。

11.5 检查舱门液压站的油位

程序:

- 1 停止风力发电机。
- 2 将检修阀 (252) 设置到“检修”位置，用挂锁固定，并挂上“切勿启动”（Do-not-start）标志（上锁/挂牌）。



- 3 检查油尺上油位



油尺

结果: 油位必须位于最高标记处。

- 4 将检修阀 (252) 设置到“运行”位置，取下挂锁和切勿启动（Do-not-start）标志。.



11.6 蓄能器预压力测量校正表

压力 (bar)									
173	183	186	193	200	207	214	221	227	200
164	171	177	184	190	197	203	210	216	190
155	162	168	174	180	186	192	198	205	180
147	153	158	164	170	176	182	187	193	170
142	148	153	159	165	171	176	181	187	165
138	144	149	155	160	166	171	176	182	160
130	135	140	145	150	155	160	165	171	150
121	126	130	135	140	145	150	154	159	140
112	117	121	126	130	134	139	143	148	130
108	113	117	121	125	129	133	138	142	125
104	108	112	116	120	124	128	132	136	120
99	103	107	111	115	119	123	126	130	115
95	99	103	106	110	114	118	121	125	110
91	94	98	101	105	109	112	116	119	105
86	90	93	97	100	103	107	110	114	100
82	85	89	92	95	98	102	105	108	95
78	81	84	87	90	93	96	99	102	90
73	76	79	82	85	88	91	94	97	85
69	72	75	77	80	83	86	88	91	80
65	67	70	72	75	78	80	83	85	75
60	63	65	68	70	72	75	77	80	70
56	58	61	63	65	67	69	72	74	65
52	54	56	58	60	62	64	66	68	60
48	49	51	53	55	57	59	61	63	55
43	45	47	48	50	52	53	55	57	50
39	40	42	43	45	47	48	50	51	45
35	36	37	39	40	41	43	44	45	40
30	31	33	34	35	36	37	39	40	35
26	27	28	29	30	31	32	33	34	30
22	22	23	24	25	26	27	28	28	25
17	18	19	19	20	21	21	22	23	20
15	16	17	17	18	19	19	20	21	18
13	14	14	15	15	16	16	17	17	15
8.6	9	9.3	9.7	10	10	11	11	11	10
4.3	4.5	4.7	4.8	5	5.2	5.3	5.5	5.7	5
-20°C	-10°C	0°C	10°C	20°C	30°C	40°C	50°C	60°C	

示例：参见下文.

蓄能器的预压力参见液压图，温度 20°C，单位 bar（参见右侧的加粗列）。

必须测量蓄能器中的预压力。在液压图中，蓄能器中的预压力设置为 100 bar（20°C 时的测量值）。蓄能器外壳的温度为 10°C。这意味着气体温度也是 10°C。遵守下述操作，根据温度校准预压力。

- 在右侧的加粗列中找到 100 bar。
- 在表底部的加粗行中找到 10°C。
- 在 10°C 列中上移，当读数为 100 bar 时停止（右手列）。
- 读取压力值。

当预载气体温度为 10°C 时，蓄能器的压力必须为 97 bar。

12 轮毂中的变桨和液压系统

- 12.1 在轮毂中从事与变桨和液压系统有关的工作时应遵守的安全规则2
 - 12.1.1 在轮毂中工作时的安全注意事项2
 - 12.1.2 液压作业时的安全注意事项2
 - 12.1.3 进入轮毂3
 - 12.1.4 一般维修程序4
 - 12.1.5 轮毂中适量漏油4
 - 12.1.6 轮毂中严重漏油5
- 12.2 轮毂中的变桨系统6
 - 12.2.1 清洁密封圈6
 - 12.2.2 检查叶片轴承的中央润滑系统7
 - 12.2.3 重新给叶片轴承的润滑系统加注润滑剂8
 - 12.2.4 清空润滑脂杯9
 - 12.2.5 检查液压浆距锁定装置10
 - 12.2.6 校准滑阀反馈11
 - 12.2.7 检查桨距角12
 - 12.2.8 叶片的偏置校准13
 - 12.2.9 检查蓄能器 (106A) 和 (106B) 上的预压力14
 - 12.2.10 重新给蓄能器加注氮气14
 - 12.2.11 检查阀门 (103) 和 (120)15
 - 12.2.12 检查阀门 (119)和 (109)15
 - 12.2.13 检查阀门 (116) 和加压阀 (26)16
 - 12.2.14 检查压力传感器 (107)16

12.1 在轮毂中从事与变桨和液压系统有关的工作时应遵守的安全规则

12.1.1 在轮毂中工作时的安全注意事项

警告	
	进入轮毂之前 确保高速风轮锁定装置已接合。 确保液压站上的检修阀 (252) 被设置到“检修”位置。当在毂盖中时穿戴 H 形安全带。 当进入或在轮毂中工作时，如果阀门 (108) 未设置到检修模式或发生电网损耗，则有缠结到旋转机械中的风险。在这种情况下，应始终确保站在检查板的顶部， 在执行需要叶片变桨的任务时这一点尤为重要。

必须始终遵守关于维修和安装工作的一般安全须知，请参见 *SI545781 基本的健康与安全规则*。

在传动系统上工作或进入轮毂之前，请填写检查表 *ZCH1031600 在传动系统上/轮毂中工作的安全性*。

12.1.2 液压作业时的安全注意事项

警告	
	液压油：小心伤害眼睛！ 当在液压系统上工作时,请佩戴防护镜。

警告	
	液压油：小心刺激皮肤！ 当在液压系统上工作时,请佩戴手套。

在执行一些维修程序和修理液压系统时，制动系统是停止运转的。因此，必须用轮毂上的低速风轮锁定装置和高速轴上的制动盘锁紧螺栓锁定风轮。

12.1.3 进入轮毂

从机舱内进入进轮毂。

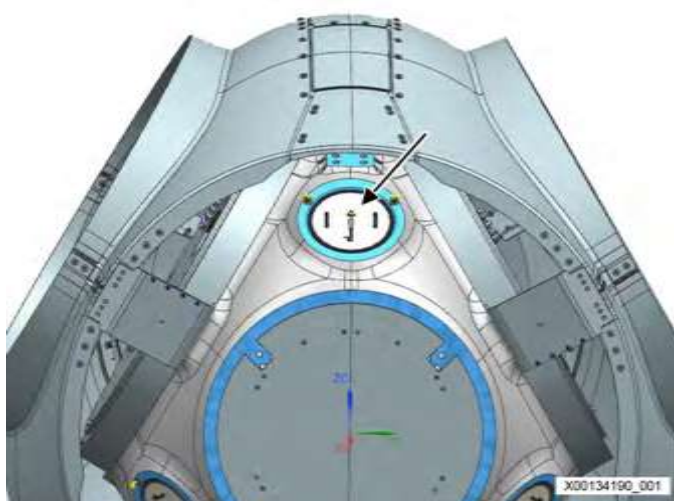
程序：

- 1 打开机舱的前舱门。



机舱的前舱门

- 2 打开轮毂舱门。



轮毂舱门

- 3 爬到轮毂中时请务必小心。详细说明，请参见作业指导书 *D1025247 进入轮毂*。

12.1.4 一般维修程序

括号内的数字表示部件在液压系统图中的位置编号和在风力发电机中设备上的编号。所有压力值均显示在液压图中。

程序:

- 1 当在轮毂中工作时，变桨汽缸用免维护关节轴承固定的地方，润滑剂绝不能接触关节轴承。它将大大减少轴承的使用寿命。如果观察关节轴承上或附近有润滑剂，用乙醇清除这些润滑脂。
- 2 每次维修时，检查油位和是否漏油。如果漏油，在修理故障后彻底清洁漏油现场。
- 3 在断开任何阀门和旋转接头等连接件之前，彻底清洁缺陷部件与系统的连接点。
- 4 处理液压系统时要格外小心，不要让任何污物进入系统。

12.1.5 轮毂中适量漏油

如果观察到轮毂中适量漏油，清理漏出的油，如有必要更换油收集器。

如果有疑问，检查润滑脂杯和叶根，或询问工程服务部门。如果发现润滑脂杯或叶根中有液压油，必须执行严重漏油程序。

程序:

- 1 清理油和润滑脂。
- 2 更换轮毂中的油收集器。
- 3 清空所有排放杯。

12.1.6 轮毂中严重漏油

如果观察到轮毂中严重漏油（轮毂周围油飞溅），则叶片轴承可能被污染，必须进行再润滑/冲洗。

如果发现润滑脂杯或叶根中有液压油，必须执行下述的再润滑/冲洗程序。

程序：

- 1 清洁叶片轴承内部。
 - 1.1 清理油和润滑脂。
 - 1.2 更换轮毂中的油收集器。
 - 1.3 清空所有排放杯。
- 2 清洁叶片轴承外部。
 - 2.1 尽可能清洁密封件、叶片和毂盖。
 - 2.2 将叶片变桨到停止位置。
 - 2.3 再次清洁。
 - 2.4 将风轮旋转 1/3，重复 1-3 点。
 - 2.5 将风轮旋转 1/3，重复 1-3 点。
- 3 润滑叶片轴承，每个轴承 10 kg 润滑剂。
 - 3.1 如果使用自动系统的旁路，则连接分配块确保润滑脂均匀分布。
 - 3.2 当给轴承添加润滑脂时，使轴承变桨多次，确保润滑脂均匀分布。
 - 3.3 根据[重新给叶片轴承加注润滑剂](#)（第 5-26 页）部分的描述用润滑脂进行润滑。
- 4 在重新安装排放杯之前，使叶片变桨至少两次。如果不想再清洁，安装排放杯。如果排放杯是满的，则清空。
- 5 每隔一个星期重复清洁程序三次。
 - 5.1 每次都要检查排放杯。清空有润滑脂的排放杯，参见[清空排放杯](#)（第 12-9 页）部分。当风力发电机停止时，排放杯的位置发生改变。
 - 5.2 检查油收集器。如有必要，进行更换。

12.2 轮毂中的变桨系统

12.2.1 清洁密封圈

程序:

- 1 清洁朝向轮毂的密封圈，清理润滑脂和污物。



朝向轮毂的密封圈

- 2 清洁朝向毂盖的密封圈，清理润滑脂和污物。



朝向毂盖的密封圈

12.2.2 检查叶片轴承的中央润滑系统

程序:

- 1 目视检查泵、分配块、进口和轴承软管处的连接件是否漏油。参见[重新给叶片轴承加注润滑剂](#)（第 5-26 页）部分。
 - 2 检查泵中的油是否装的过满。最大添加油位参见泵上的标签所示。从动板必须位于此油位之下。
 - 3 接合高速风轮锁定装置，参见[接合高速风轮锁定装置](#)（第 1-61 页）部分，并填写检查表 *ZCH1031600 在传动系统/轮毂中工作的安全性*。
 - 4 在手持终端中进入**菜单24>屏幕7（MENU 24 > screen 7）**。
 - 5 按下“右箭头”启动泵，使轮毂通电。
 - 6 在手持终端中进入**菜单24>屏幕13（MENU 24 > screen 13）**。
 - 7 按下“.”启动。
 - 8 按下“.”停止。
 - 9 读取“润滑脂总量”，确保润滑装置运行时该读数在上升。注意查看维修检查表中规定的润滑脂量（分量）。
 - 10 在手持终端中，进入**菜单24>屏幕18（MENU 24 > screen 18）**，重置脉冲计数器。
 - 11 取下润滑系统中的插座，在插座中的插销 1 和 3 之间插入一个跨接线，检查“低油位传感器”。
- 结果:** 手持终端显示一个错误。
- 12 在手持终端中将错误复位。
 - 13 取出跨接线，重新安装插座。



叶片轴承的中央润滑系统

12.2.3 重新给叶片轴承的润滑系统加注润滑剂

程序:

- 1 润滑脂的正确型号参见[重新给叶片轴承加注润滑剂](#)（第 5-26 页）部分。
- 2 将润滑脂盒紧固在泵底部装置上。
- 3 泵出一些润滑脂，确保泵和软管中没有残留的旧润滑脂。
- 4 将软管连接到润滑系统的快速接头上。
- 5 在中央润滑系统的润滑脂贮存器中加满润滑脂。不要添加过多的润滑脂。最大添加油位参见泵上的标签所示。从动板必须位于此油位之下。润滑脂的量和型号参见[重新给叶片轴承加注润滑剂](#)（第 5-26 页）部分。润滑脂的温度必须高于 -10°C ，因为温度太低不利于搅拌器排出润滑脂中的空气。具体温度取决于润滑脂的型号。润滑脂中不允许存在污物和杂质，因为这样会导致泵元件出现运行故障。



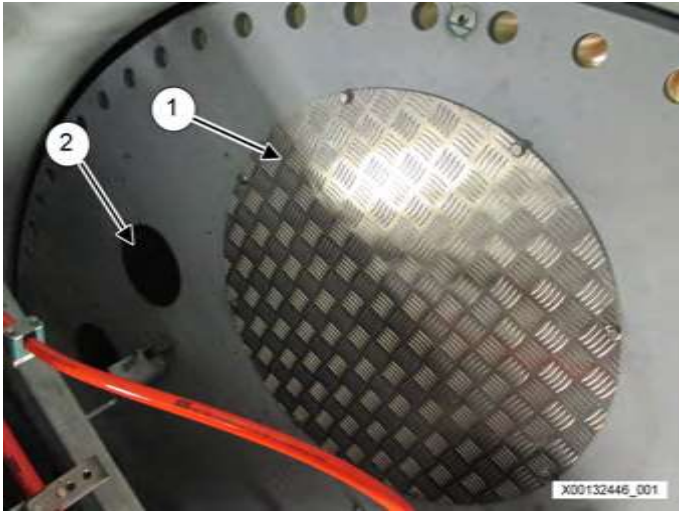
快速接头

- 6 注满润滑脂后取下软管。

12.2.4 清空润滑脂杯

程序:

- 1 取下叶片舱门和孔盖。



(1) 舱门
(2) 孔盖

- 2 拆下润滑脂杯。



润滑脂杯

- 3 按下活塞至起始位置，清空润滑脂杯。小心，按住活塞的中央，否则它会倾斜。



- 4 确保活塞没有倾斜，正确放置在润滑脂杯的底部。
结果：如果活塞和/或润滑脂杯有任何损坏，更换润滑脂杯。
- 5 重新安装润滑脂杯。
- 6 重新安装叶片舱门和孔盖。

12.2.5 检查液压浆距锁定装置

程序：

- 1 检查浆距锁定装置是否能接合。



(1) 浆距锁定装置（液压式）

12.2.6 校准滑阀反馈

必须在开始校准叶片之前确保该校准是正确的。

程序：

- 1 在手持终端中，进入**菜单24>屏幕11（MENU 24 > screen 11）**。
- 2 使用箭头键选择叶片A、B 或 C，按下 ENTER 开始校准。

变桨阀 – 校准	11/21
值 A:sxx.x B:sxx.x C:sxx.x R:sxx.x	
选择叶片 </> 叶片 – A	
E = 开始校准	

校准完成后，显示下列屏幕：

变桨阀 – 校准	11/21
值 A:sxx.x B:sxx.x C:sxx.x	
校准完成：叶片 A	

如果校准失败，显示下列屏幕：

变桨阀 – 校准	11/21
值 A:sxx.x B:sxx.x C:sxx.x	
校准错误：叶片 A	

在尝试再次校准之前，检查连接等。

- 3 按相同的方法校准其余的两个滑阀。

12.2.7 检查桨距角

程序:

- 1 检查当叶片处于 0° 位置时，箭头和标记是否一致。



箭头和标记

- 2 如果箭头和标记不一致，执行偏置校准，参见[叶片的偏置校准](#)（第 12-13 页）部分。
- 3 通过手持终端中的[菜单24>屏幕6](#)（**MENU 24 > screen 6**）将叶片变桨。
- 4 检查所有三个叶片。

12.2.8 叶片的偏置校准

偏置校准从轮毂中杆 (0°) 的一个位置标记和板式叶片上的一个小金属箭头（用于检查桨距角的箭头）开始。

程序:

- 1 在手持终端中，进入**菜单24>屏幕9（MENU 24 > screen 9）**。使用箭头键选择叶片A、B 或 C，按下 **ENTER** 开始校准

变桨 – 校准叶片 - A		60	9/21
值	A:87.6	B:85.0	C:84.9 AE:84.9
选择叶片 </>			
E = 开始校准（1.位置）			

- 2 使用右/左箭头使叶片精确变桨到 0° 位置。调节增量可以使用上/下箭头进行调节。

变桨 – 校准叶片 - A		0	9/21
值	A:0.2	B:73.6	C:73.6 AE:1.5
增量选择	方向选择 </>		
增量: 0.1	E = 结束校准		

- 3 当叶片精确处于 0° 位置时，按下 **ENTER**。

变桨 – 校准叶片 - A		60	9/21
值	A:0.0	B:73.6	C:73.6 AE:1.5
E = 开始校准（2.位置）			

- 4 再次按下 **ENTER**。现在变桨编码器重置为 0°。然后，叶片变桨呈 60°。
调整叶片直到变桨编码器（显示在 AE 附近的图中）显示为 60.0°。

变桨 – 校准叶片 - A		60	9/21
值	A:60.0	B:73.6	C:73.6 AE:65.0
增量选择	方向选择 </>		
增量: 0.1	E = 结束校准		

- 5 当叶片角度调节为 60° 时，按下 **ENTER**，开始校准下一个叶片。

变桨 – 校准叶片 - B		60	9/21
值	A:85.0	B:85.0	C:84.9 AE:84.9
选择叶片 </>			
E = 开始校准（1.位置）			

- 6 重置风力发电机，在**菜单24>屏幕7（MENU 24 > screen 7）**中目视检查叶片位置。

12.2.9 检查蓄能器 (106A) 和 (106B) 上的预压力

程序:

- 1 将阀门 (108) 和 (128) 设置到“检修”位置。
- 2 将液压泵站上的阀门 (27) 和 (14) 设置到“检修”位置。
- 3 将阀门 (117) 设置到“检修”位置使蓄能器减压。
- 4 在测试嘴 (111) 上安装压力计，检查系统是否减压 (0 bar)。
- 5 等待15分钟，让蓄能器中的气体与蓄能器外壳的温度变得一样。
- 6 用压力计测量氮气压力 (20°C 时为 125 bar $\pm$ 5 bar)。
- 7 测量蓄能器外壳的温度，根据[蓄能器预压力测量校正表](#) (第11-32 页) 校正蓄能器的预压力。
- 8 如有必要，加注氮气，参见[重新给蓄能器加注氮气](#) (第 12-14 页) 部分。
- 9 如果压力低于 88 bar，更换蓄能器。
- 10 将检修阀 (117) 设置到“运行”位置。
- 11 将阀门 (27) 和 (14) 设置到“运行”位置。
- 12 将阀门 (108) 和 (128) 设置到“运行”位置。

12.2.10 重新给蓄能器加注氮气

参见[蓄能器预压力测量校正表](#) (第11-32 页)。

程序:

- 1 将氮气瓶上的软管安装到 Olear 预载装置上。
- 2 在 Olear 预载装置和蓄能器之间安装测试软管。
- 3 加注氮气过程中，小心打开氮气瓶上的旋阀。
- 4 当达到所需的压力时，关闭氮气瓶上的旋阀。
- 5 安全紧固蓄能器上的盖塞。



蓄能器上的盖塞

12.2.11 检查阀门 (103) 和 (120)

每次在一个叶片上执行该程序。其他两个未测试叶片上的桨距锁定装置必须接合。

程序:

- 1 将阀门 (108)和 (128) 设置到“运行”位置。测试过程中叶片将变桨。
- 2 在手持终端中, 进入**菜单24>屏幕6 (MENU 24 > screen 6)**。
- 3 将叶片变桨到运行位置, 等待直到泵停止运行。
- 4 取下阀门 (119)和 (109) 上的阀塞。
- 5 取下阀门 (103) 上的阀塞。

结果: 叶片必须变桨到停止位置。

- 6 设置桨距角为 88°。当桨距角到达 88° 时, 重新安装阀门 (119)、(109) 和 (103)上的阀塞。
- 7 将叶片变桨到运行位置, 等待直到泵停止运行。
- 8 取下阀门 (119)和 (109) 上的阀塞。
- 9 取下阀门 (120) 上的阀塞。

结果: 叶片必须变桨到停止位置。

- 10 设置桨距角为 88°。当桨距角到达 88° 时, 重新安装阀门 (119)、(109) 和 (120)上的阀塞。

12.2.12 检查阀门 (119)和 (109)

每次在一个叶片上执行该程序。其他两个未测试叶片上的桨距锁定装置必须接合。

阀门 (109) 和 (119) 作为阀门 (102) 的密封件。阀门 (102) 在关闭位置不是非常紧。

程序:

- 1 在手持终端中, 进入**菜单24>屏幕6 (MENU 24 > screen 6)** (变桨位置/基准)。
- 2 松开阀门 (109)和 (119) 阀塞上的螺钉。
- 3 键入 0 (零度) 作为新的变桨位置。
- 4 启动泵。
- 5 按下 Enter。

结果: 叶片开始变桨到 0°。

- 6 当叶片开始变桨到 0°时, 取下 阀门 (119) 上的阀塞。

结果: 当取出阀塞时, 叶片必须立即停止。

- 7 将叶片变桨到停止位置, 88°。
- 8 一旦叶片变桨到停止位置, 重新连接阀门 (119) 的阀塞。
- 9 对阀门 (109) 执行相同的程序。

12.2.13 检查阀门 (116) 和加压阀 (26)

压力阀 (26) 需要预先施加 3.3-3.5 bar 的压力，否则会损坏。如果阀门(27) 位于“检修”位置，则预压力已经下降，不能再测量。

程序：

- 1 检查阀门 (27) 是否位于“运行”位置。
- 2 将叶片变桨到运行位置 (0°)。
- 3 在测试嘴 (113) 上安装压力计。
- 4 激活机舱中的紧急停止按钮。
- 5 当叶片位于停止位置时，测量压力是否为 3.3-3.5 bar。
- 6 将紧急停止按钮复位，对其他两个叶片执行相同的程序。

12.2.14 检查压力传感器 (107)

程序：

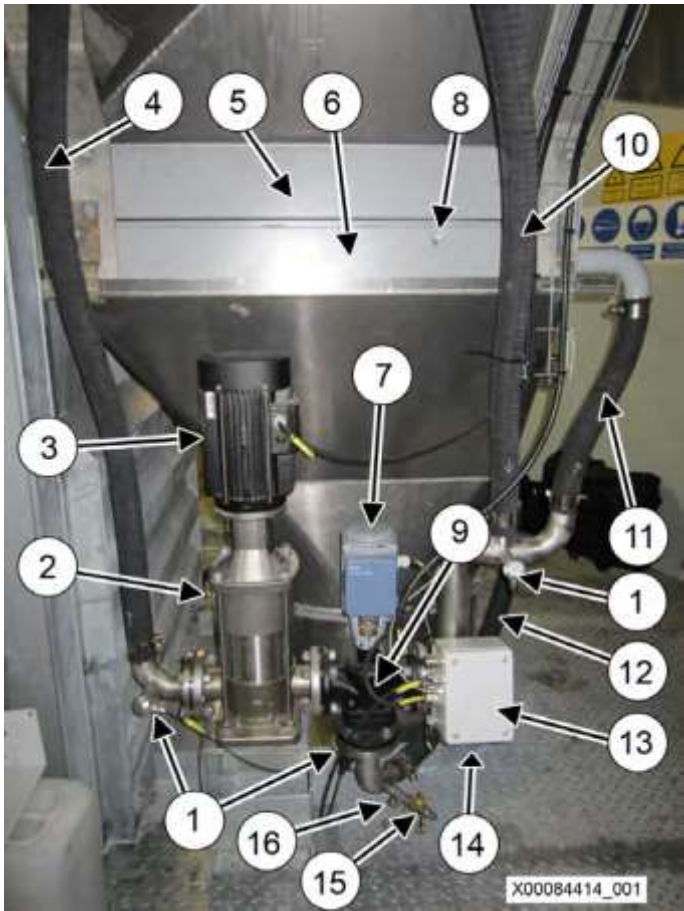
- 1 将阀门 (108)和 (128) 设置到“检修”位置。
- 2 在测试嘴 (111) 上安装压力计。
- 3 启动泵，比较压力计上显示的的压力值和手持终端中**菜单24 > 屏幕 10 (Menu 24 > screen 10)**上显示的的压力读数。
- 4 将阀门 (108)和 (128) 设置到“运行”位置。
- 5 对其他两个叶片执行相同的程序。

13 冷却系统

- 13.1 变频器冷却.....13-2
 - 13.1.1 塔架中的冷却系统13-2
 - 13.1.2 排出冷却剂13-2
 - 13.1.3 系统加注和排气13-3
 - 13.1.4 清洁变频器冷却器13-4
 - 13.1.5 检查 A12 水冷却系统中的液位传感器13-5
- 13.2 检查发电机的冷却系统.....13-6
- 13.3 清洁齿轮油和液压油冷却器的散热片13-7

13.1 变频器冷却

13.1.1 塔架中的冷却系统



- (1) PT100 传感器
- (2) 泵的放气阀
- (3) 泵电机
- (4) 冷却器软管（流向变流器底部）
- (5) 变压器冷却器
- (6) 变流器冷却器
- (7) 手动促动 - 电动液压致动器
- (8) 通气孔
- (9) 三通阀
- (10) 冷却器软管（从变流器顶部流出）
- (11) 进入变流器冷却器的冷却器软管
- (12) 从变流器冷却器出来的冷却器软管
- (13) 接线盒
- (14) 加热元件（接线盒后面）
- (15) 加注/排放点
- (16) 加注过滤器

13.1.2 排出冷却剂

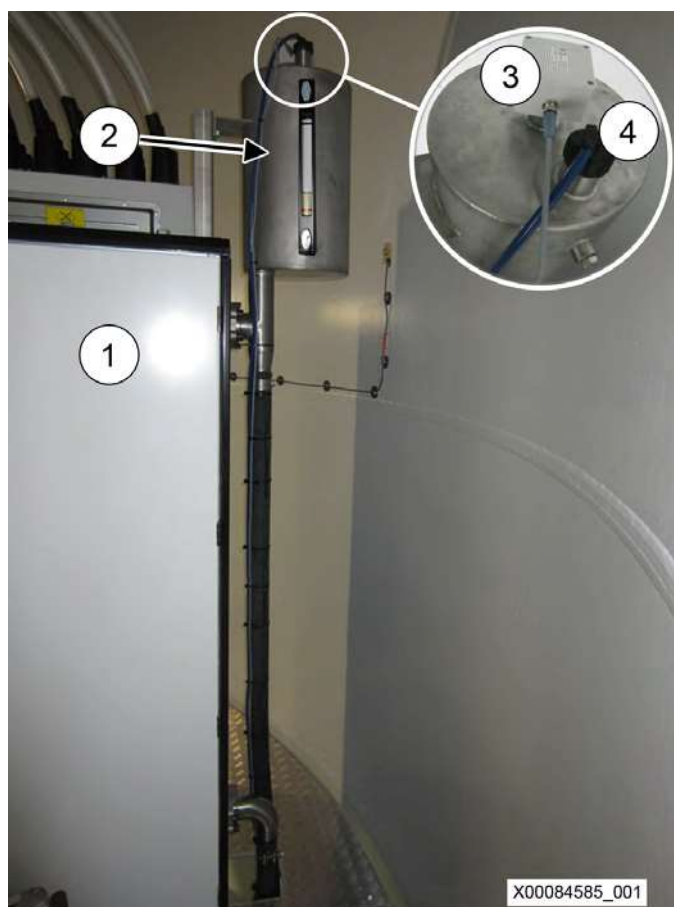
程序：

- 1 根据电路图关闭泵电机和加热元件。
- 2 在致动器三通阀处关闭电源。
- 3 手动旋转致动器至半开位置。
- 4 在加注/排放点连接排放软管。
- 5 拧开膨胀箱上的泄压阀。
- 6 将冷却剂排放到 25 塑料容器中。
注意：冷却回路中有约 120 升冷却剂。
- 7 手动促动至初始位置。
注意：风力发电机运行时红色指示器不可见。

13.1.3 系统加注和排气

程序:

- 1 在加注点给系统加注冷却剂，直到注满膨胀箱的一半。



- (1) 变流器柜
- (2) 膨胀箱
- (3) 液位传感器
- (4) 泄压阀

- 2 通过泵的放气阀和变流器冷却器上的测试嘴给系统排气。
- 3 在致动器三通阀处关闭电源。
- 4 启动泵，通过泵的放气阀和变流器冷却器上的测试嘴给系统排气。
- 5 顺时针手动转动致动器直到其到达停止位置。
- 6 通过泵的放气阀和变流器冷却器上的测试嘴给系统排气。
- 7 逆时针手动转动致动器直到其到达停止位置。
- 8 通过泵的放气阀和变流器冷却器上的测试嘴给系统排气。
- 9 检查膨胀箱的液位是否指示在一半的位置。
- 10 如果必要，重新加注冷却剂。
- 11 在致动器三通阀处打开闭电源。

13.1.4 清洁变流器冷却器

为了进入冷却器，必须拆下检修舱门。

注意：维修时必须清洁冷却器。



- (1) 漏斗
- (2) 检修舱门



- (1) 散热片是干净的，无需真空吸尘。
- (2) 散热片脏到这种程度或类似程度，需要真空吸尘。

从外部清洁散热片。

程序：

- 1 使用带有刷子的功率强大的吸尘器吸出冷却器中的污物（例如使用新的吸尘器袋和过滤器来最大化吸力）。

- 2 用手电筒照亮散热片，检查散热片是否干净。
 - 2.1 如果气道堵塞，在手持终端中进入**菜单24 > 屏幕 27 (Menu 24 > screen 27)**。高速运转风扇，用金属清洗剂喷洒风扇。（如果使用电机吸尘，在清洁完毕后总是使用金属清洗剂使散热片骨架变干，防止污物堆积。

注意：根据材料安全数据表 (MSDS) 中的说明穿着个人防护装备。
- 3 让风扇保持运行，直到冷却器完全变干，然后再次真空吸尘。
 - 3.1 如果冷却器的气道仍然没有完全畅通，使用压缩空气或高压水清洗剂进行冲刷。
- 4 如果冷却器上结水珠，即使散热片中加入很少量的冷却剂，则应更换冷却器，因为冷却器上很快会有污物堆积，从而降低冷却能力。
- 5 检查冷却器是否泄漏/有裂纹，散热片是否被腐蚀。

13.1.5 检查 A12 水冷却系统中的液位传感器

程序：

- 1 在膨胀箱上的观察镜中读取水位。



观察镜中的水位

- 2 在手持终端中，进入**菜单2 > 屏幕 13 (Menu 2 > screen13)**，检查水位读数是否与观察镜中的水位一致。

13.2 检查发电机的冷却系统

程序:

- 1 检查冷却系统和发电机风扇是否通过螺栓紧固连接在一起。



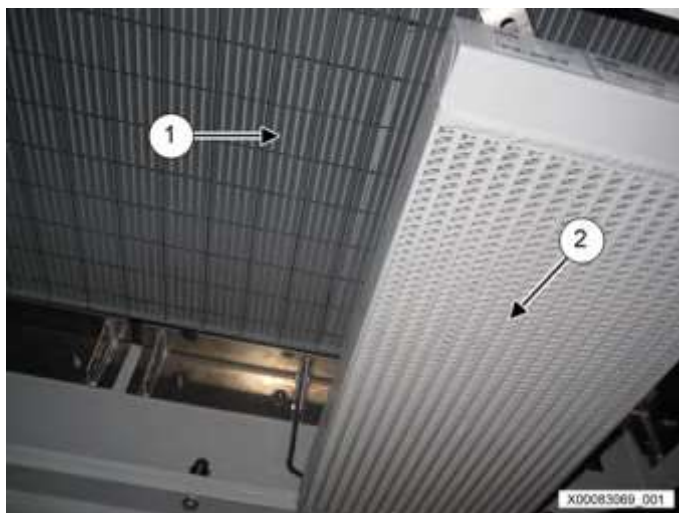
冷却系统

- 2 检查用于进气和排气的弹性软管是否密闭和完好无损。



弹性软管

13.3 清洁齿轮油和液压油冷却器的散热片



(1) 齿轮油冷却器

(2) 液压油冷却器



(1) 散热片是干净的，无需真空吸尘。

(2) 散热片脏到这种程度或类似程度，需要真空吸尘。

程序：

- 1 从外部清洁齿轮油冷却器和液压油冷却器的散热片。
 - 1.1 使用带有刷子的功率强大的吸尘器吸出冷却器中的污物（例如使用新的吸尘器袋和过滤器来最大化吸力）。
 - 1.2 用手电筒照亮散热片，检查散热片是否干净。如果气道堵塞，用金属清洗剂喷洒风扇。（如果使用电机吸尘，在清洁完毕后总是使用金属清洗剂使散热片骨架变干，防止污物堆积。）

注意：根据材料安全数据表 (MSDS) 中的说明穿着个人防护装备。
 - 1.3 启动风扇并让其保持运行，直到冷却器完全变干，然后再次真空吸尘。
 - 1.4 如果冷却器上结水珠，即使散热片中加入最少量的油，则应更换冷却器，因为冷却器上很快会有污物堆积，从而降低冷却能力。
- 2 检查油冷却器是否泄漏/有裂纹，散热片是否被腐蚀。
 - 2.1 当更换软管时，检查冷却器是否堵塞。

14 叶片

- 14.1 进入轮毂和在叶片上工作之前应遵守的安全注意事项.....14-2
- 14.2 叶片上的检修项目14-3
 - 14.2.1 检查噪声和裂纹14-3
 - 14.2.2 检查叶片14-3
 - 14.2.3 检查叶片轴承14-3
 - 14.2.4 检查叶片的内部14-3
 - 14.2.5 调整叶片14-3
 - 14.2.6 检查失速控制条（可选）14-4
 - 14.2.7 检查 DinoTails®14-4
 - 14.2.8 检查 DinoShells®14-5
 - 14.2.9 检查翼板扰流装置14-5
 - 14.2.10 检查涡流发生器14-6
 - 14.2.11 涡流发生器的位置14-7
 - 14.2.12 检查叶片是否发生雷击损坏14-11

14.1 进入轮毂和在叶片上工作之前应遵守的安全注意事项

必须始终遵守关于维修和安装工作的一般安全须知，请参见

SI545781 基本的健康与安全规则。

进入轮毂之前，接合高速风轮锁定装置，参见[接合高速风轮锁定装置](#)（第1-61页）部分，并填写检查表 *ZCH1031600 在传动系统/轮毂中工作的安全性。*

在传动系统上工作或进入轮毂之前，请填写检查表 *ZCH1031600 在传动系统上/轮毂中工作的安全性。*

程序：

- 1 当在叶片上工作时，将轮毂中的所有三个安全阀 (108/128) 转动到“检修”位置，无需变桨操作。



安全阀位于“检修”位置

(1) 锁定设备的位置

上锁/挂牌程序：用锁扣和挂锁安全固定，防止被激活。



安全阀位于“运行”位置

- 2 只有在检查确认没有人会被变桨汽缸夹住后，才能转动安全阀 (108/128) 至“运行”位置。
- 3 在允许任何人爬入叶片之前，轮毂中的技术员必须口头确认手动桨距锁定装置被固定或液压桨距锁定装置已接合，并确认安全阀 (108/128) 位于“检修”位置- 手柄位于“检修”位置。详细说明，请参见作业指导书 *D1024766*
进入叶片中。
- 4 在离开轮毂之前，检查所有三个叶片是否已变桨到停止位置，所有三个安全阀 (108/128) 是否位于“运行”位置。
- 5 转动轮毂之前，清理轮毂中的所有松动物件。

14.2 叶片上的检修项目

14.2.1 检查噪声和裂纹

程序：

- 1 监听叶片是否发出噪声。
 - 1.1 仔细监听叶片是否发出噪声。任何异常噪声都可能表示存在故障，有部位发生错误。如果发现异常噪声，立即检查叶片，并告知现场经理。
- 2 从地面或起重机和机舱中目视检查叶片和叶根。检查是否有裂纹和其他异常情况。
 - 2.1 告知现场经理叶片上/中存在的任何类型的损坏和裂纹，无论裂纹是否造成危害或仅仅是表面划痕。裂纹是非常关键的，如果裂纹扩大，将会造成危害。为了确定裂纹是否在扩大，需要监测其长度、宽度和方向。拍摄数码照片进行记录，并报告给当地的工程服务部门。

14.2.2 检查叶片

检查运转是否不协调。

程序：

- 1 使用高倍双筒望远镜检查叶片上接闪器四周的部位。（典型的损坏是涂层上有黑色条纹。）
- 2 如果叶片被损坏，在进行彻底检查后才能启动风力发电机。

14.2.3 检查叶片轴承

程序：

- 1 擦拭叶片清理叶片轴承中的多余润滑脂。
- 2 检查密封件是否正确安装。

14.2.4 检查叶片的内部

程序：

- 1 检查叶片内部是否有裂纹，参见[检查噪声和裂纹](#)（第 14-3 页）部分。

14.2.5 调整叶片

程序：

- 1 检查标准的叶尖角是否为 0°。

14.2.6 检查失速控制条（可选）

程序:

- 1 部件是否损坏或丢失，估计数量。



安装在叶片前缘的失速控制条

14.2.7 检查 DinoTails®

程序:

- 1 部件是否损坏或丢失，估计数量。



DinoTails®

14.2.8 检查 DinoShells®

程序:

- 1 部件是否损坏或丢失, 估计数量。



DinoShells®

14.2.9 检查翼板扰流装置

程序:

- 1 部件是否损坏或丢失, 估计数量。



翼板扰流装置

14.2.10 检查涡流发生器

程序:

- 1 部件是否损坏或丢失, 估计数量。



涡流发生器

涡流发生器的位置是客户指定的。
请参考特定文档。

14.2.11 涡流发生器的位置

注意：涡流发生器的位置是客户指定的。请参考特定文档。

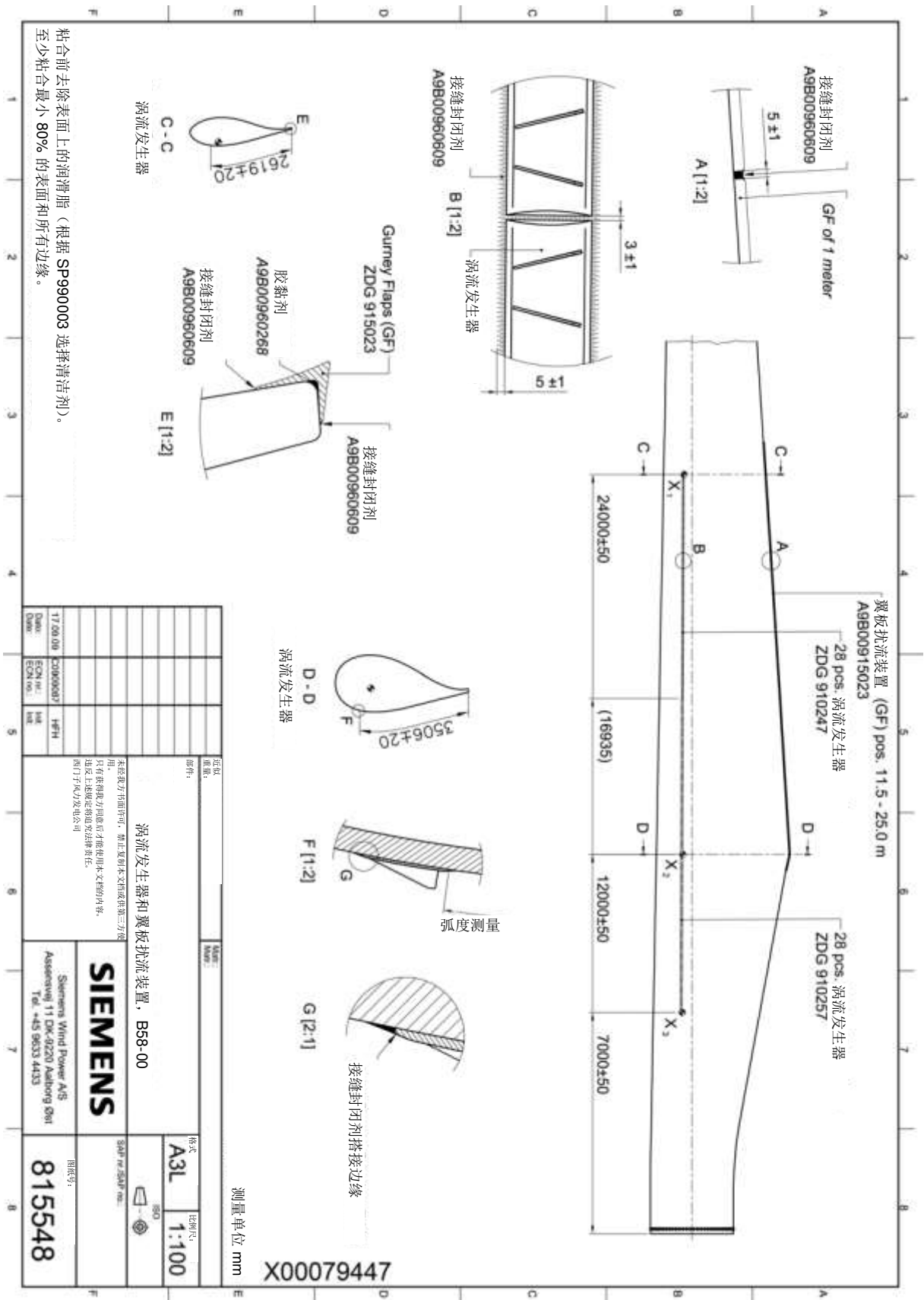
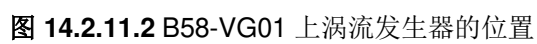


图 14.2.11.1 B58-VG00 上涡流发生器和翼板抗流装置的位置



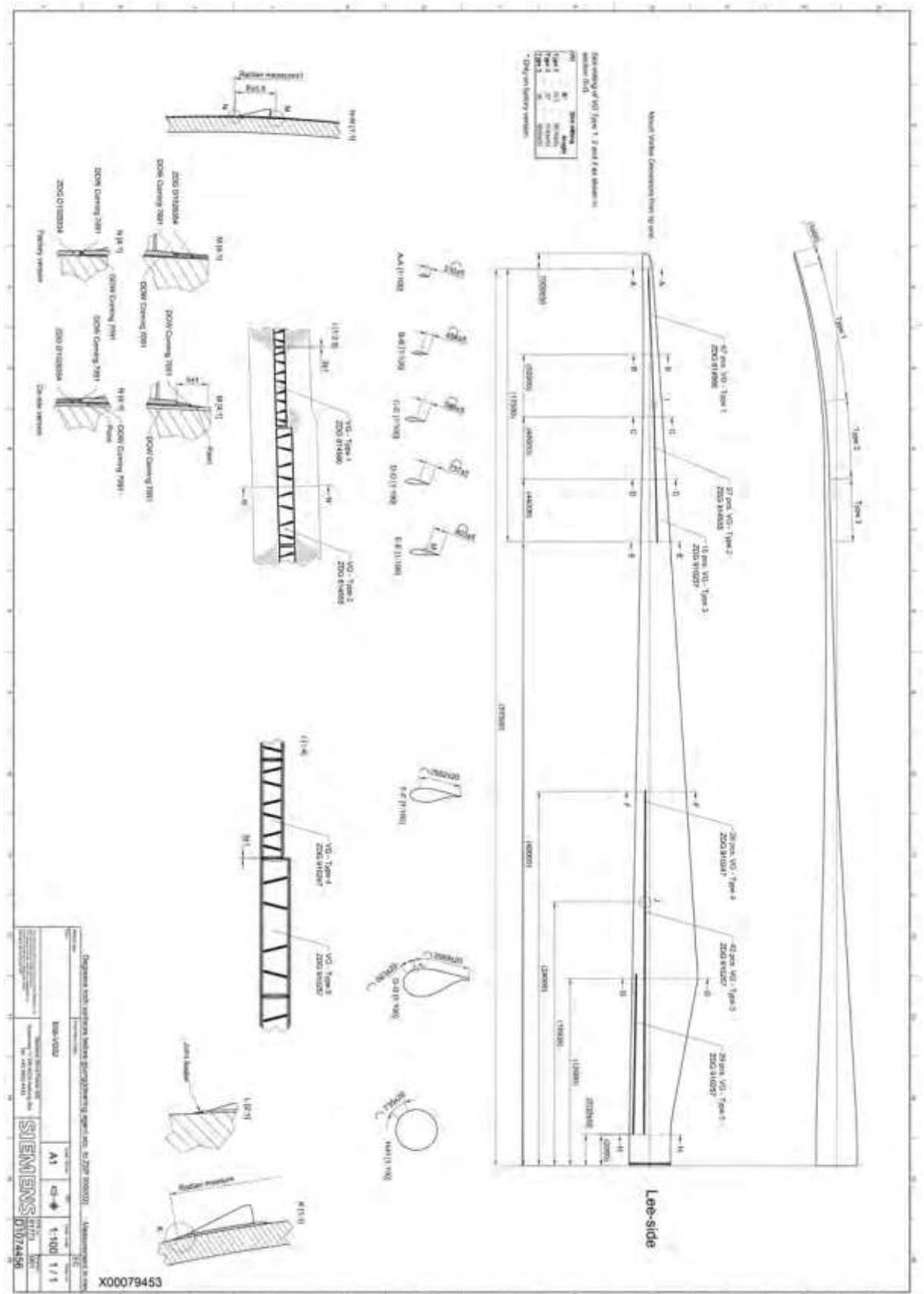


图 14.2.11.3 B58-VG02 上涡流发生器的位置

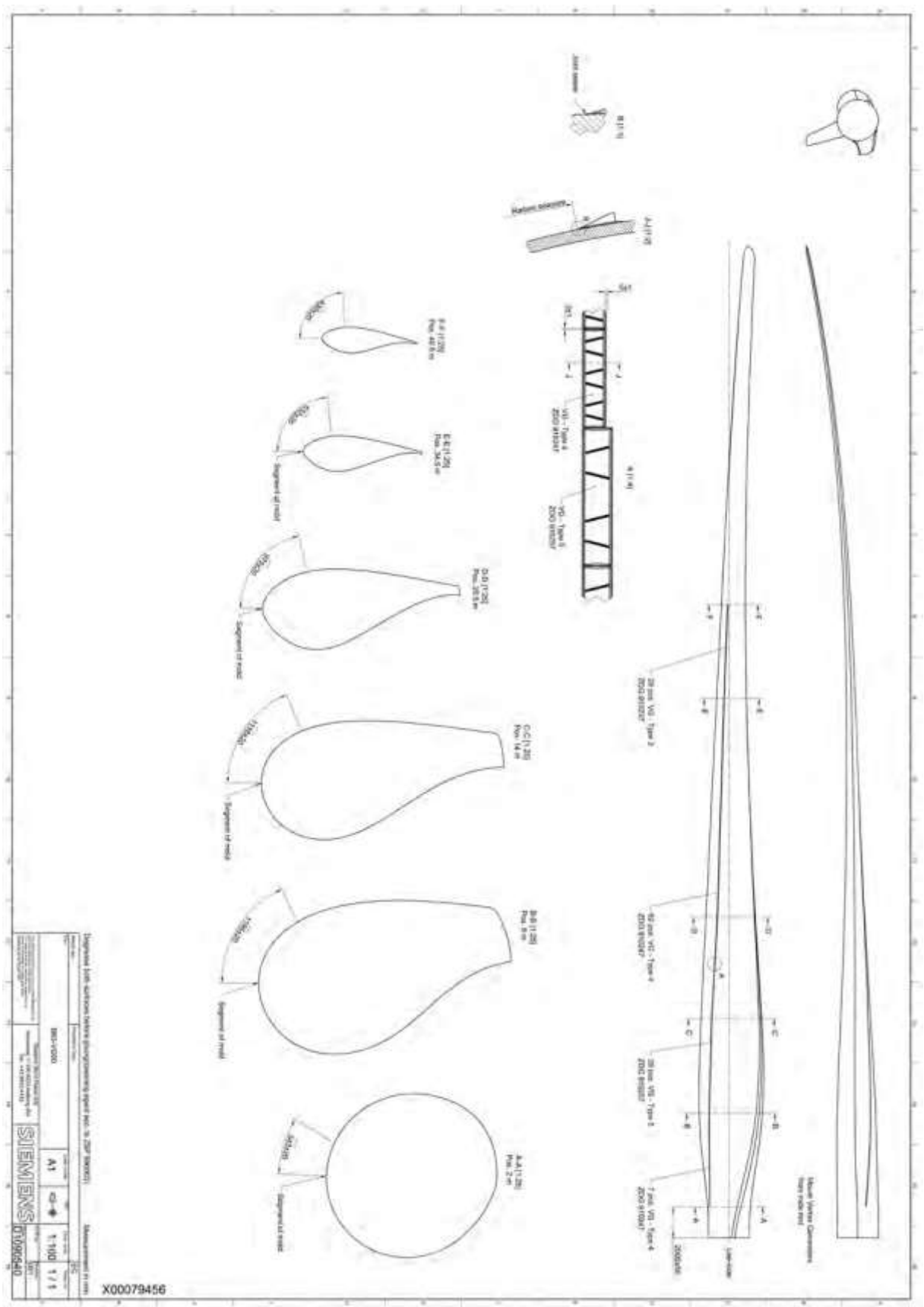
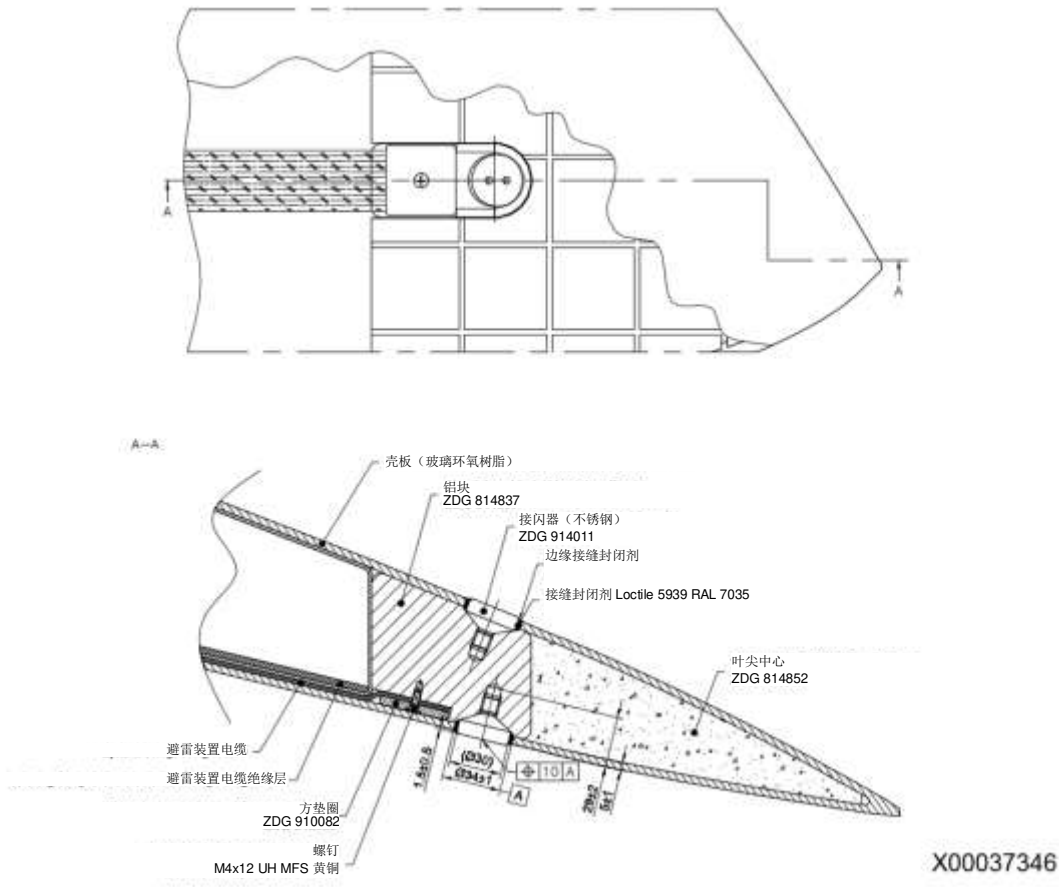


图 14.2.11.4 B63-VG00 上涡流发生器的位置

14.2.12 检查叶片是否发生雷击损坏

每个叶片都配备八个接闪器。第一对在叶片长度的 50% 处（距离叶根），第二对在 75% 处，第三对在 87% 处，第四对位于叶尖。典型的损坏是叶片的涂层上有黑色条纹。如果叶片被损坏，在进行彻底检查后才能启动风力发电机。如果叶片被雷击，接闪器的顶部或侧面可能有熔化迹象。



程序:

- 1 检查叶片上接闪器四周区域是否被雷击。使用高倍双筒望远镜观察叶片接闪器的四周区域是否有损坏迹象。如果接闪器严重损坏，其表面 90% 以上的面积被损坏，则必须尽快更换接闪器。轻度损坏的接闪器功能是正常的，可以继续使用。损坏的接闪器必须标上风力发电机的编号和叶片编号，送到西门子风力发电公司的工程服务部门。



接闪器的熔化部位
无需修理或更换



接闪器部位中叶片材料上的条纹
清洁和补漆，
无需更换



排放孔损坏，需要修理。

2 检查叶片内部和外部是否碳化。如果发现碳化迹象：

- 2.1 取下风力发电机中的所有闪电卡（靠近每个叶片的根部，在直升机升降平台上，在机舱的上后角），将其放置在塑料袋或类似包装中。不要将闪电卡放置在工具箱中，确保其远离磁性材料，磁性材料可能损坏闪电卡的磁性，使其读数不可靠（最小距离取决于磁体的强度）。

2.2 在更换闪电卡上填写下列信息：

- 插入日期
- 风力发电机名称
- 测量点（位置）
- 首字母缩写



(1) 闪电卡正面

(2) 闪电卡反面

2.3 在卡座中安装闪电卡（用束线带连接）。

2.4 在欧洲、中东和非洲以及亚太地区、英国和爱尔兰等地，将旧闪电卡返回到：西门子风力发电公司

Composite Group, Service Engineering department
Fabriksvej 4
7330 Brande
丹麦

2.5 在美国，将旧闪电卡返回到：西门子风力发电公司

Attn: Composite Service Engineer
4400 Alafaya Trail MC: UCC3-02W Orlando, FL 32826
美国

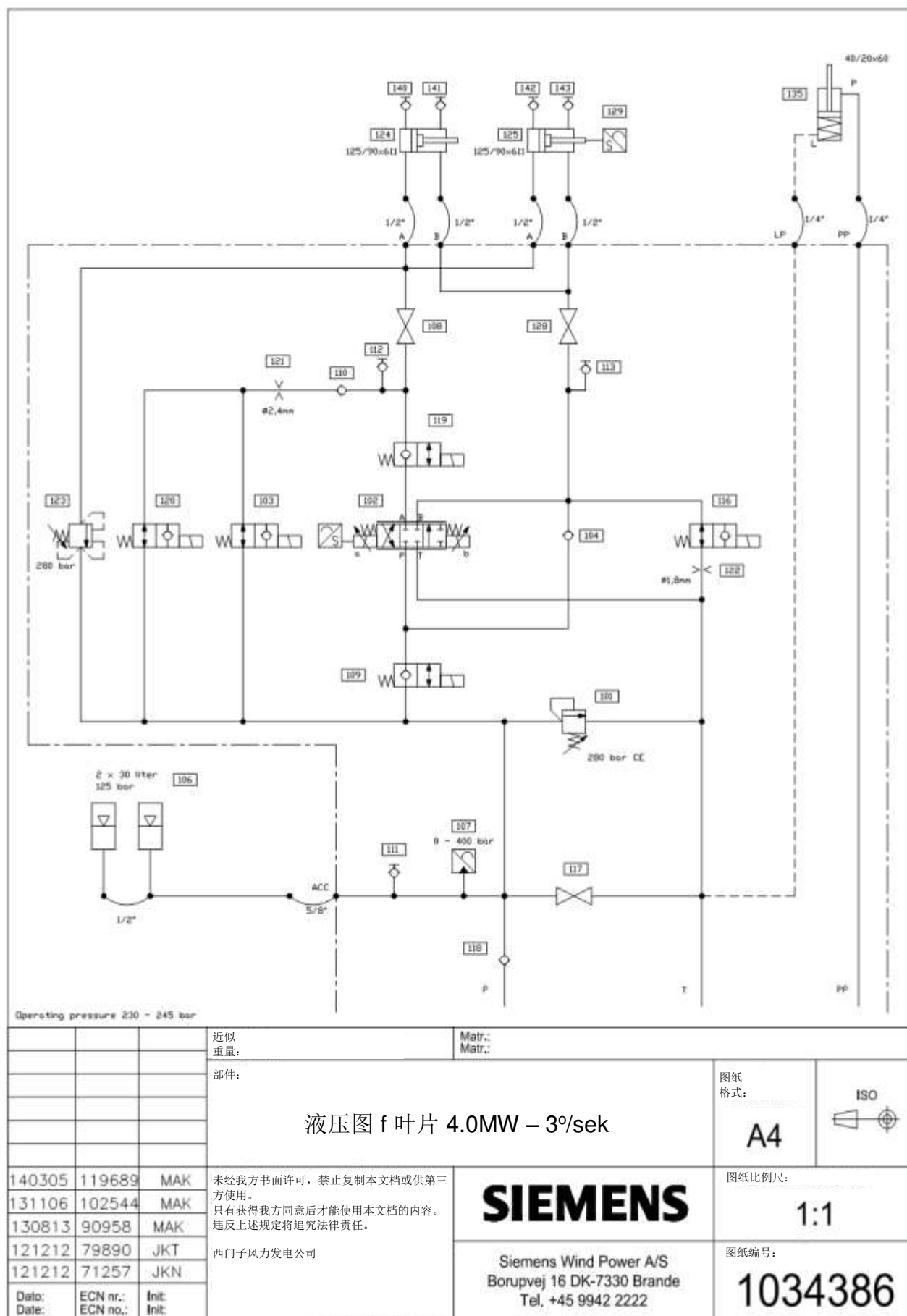
15 图

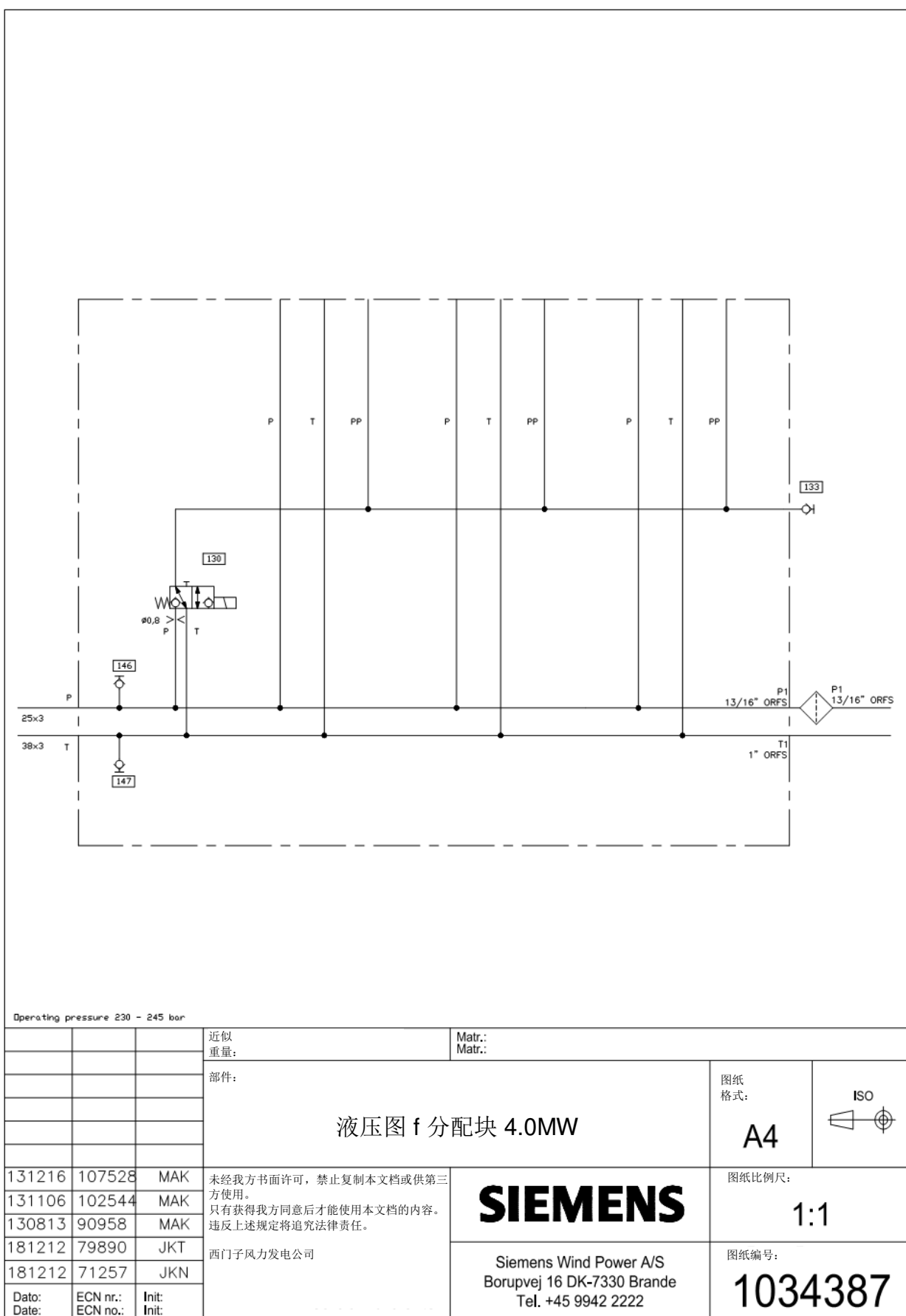
15.1 液压图2

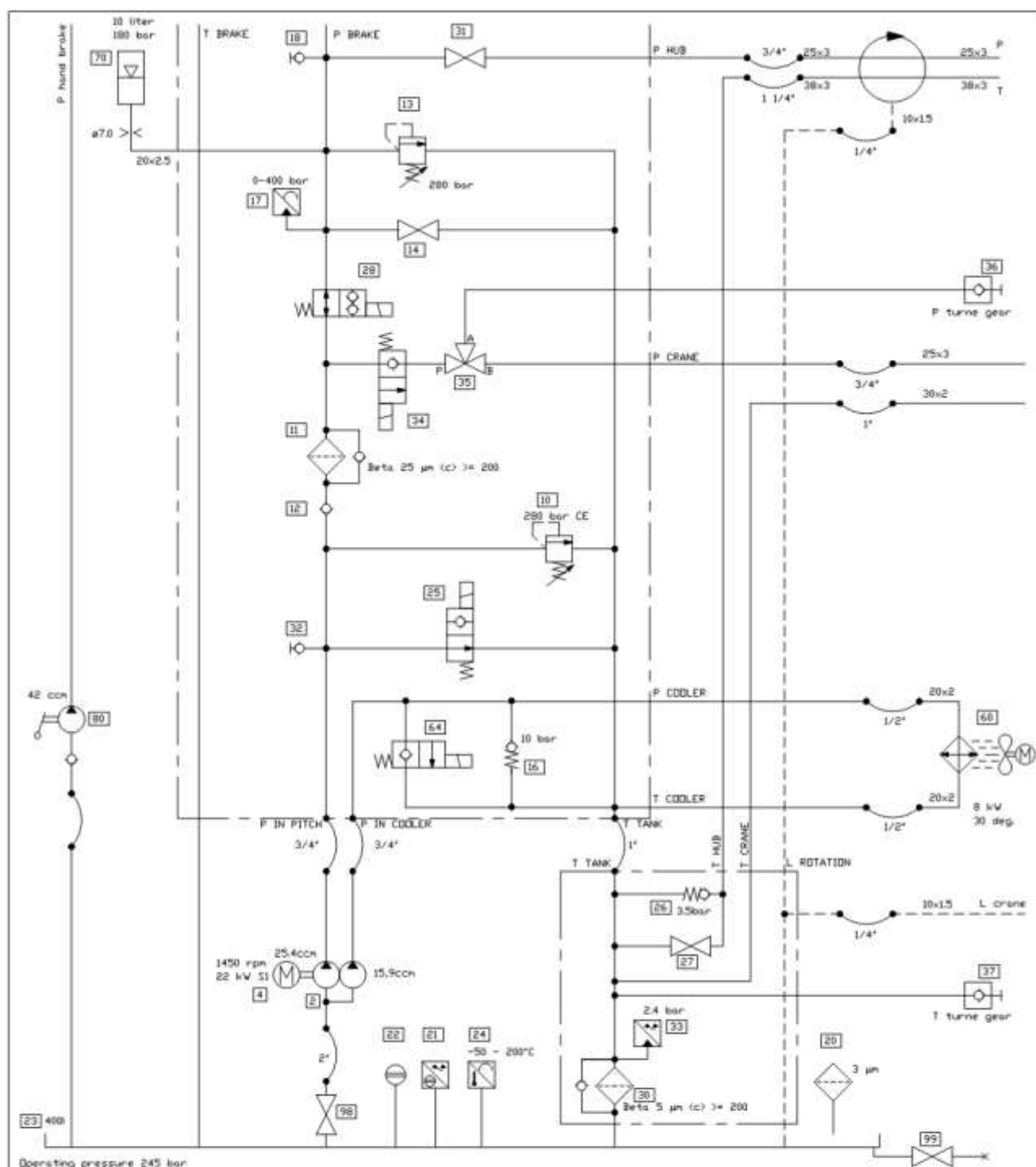
15.1.1 液压图.....2

15.1 液压图

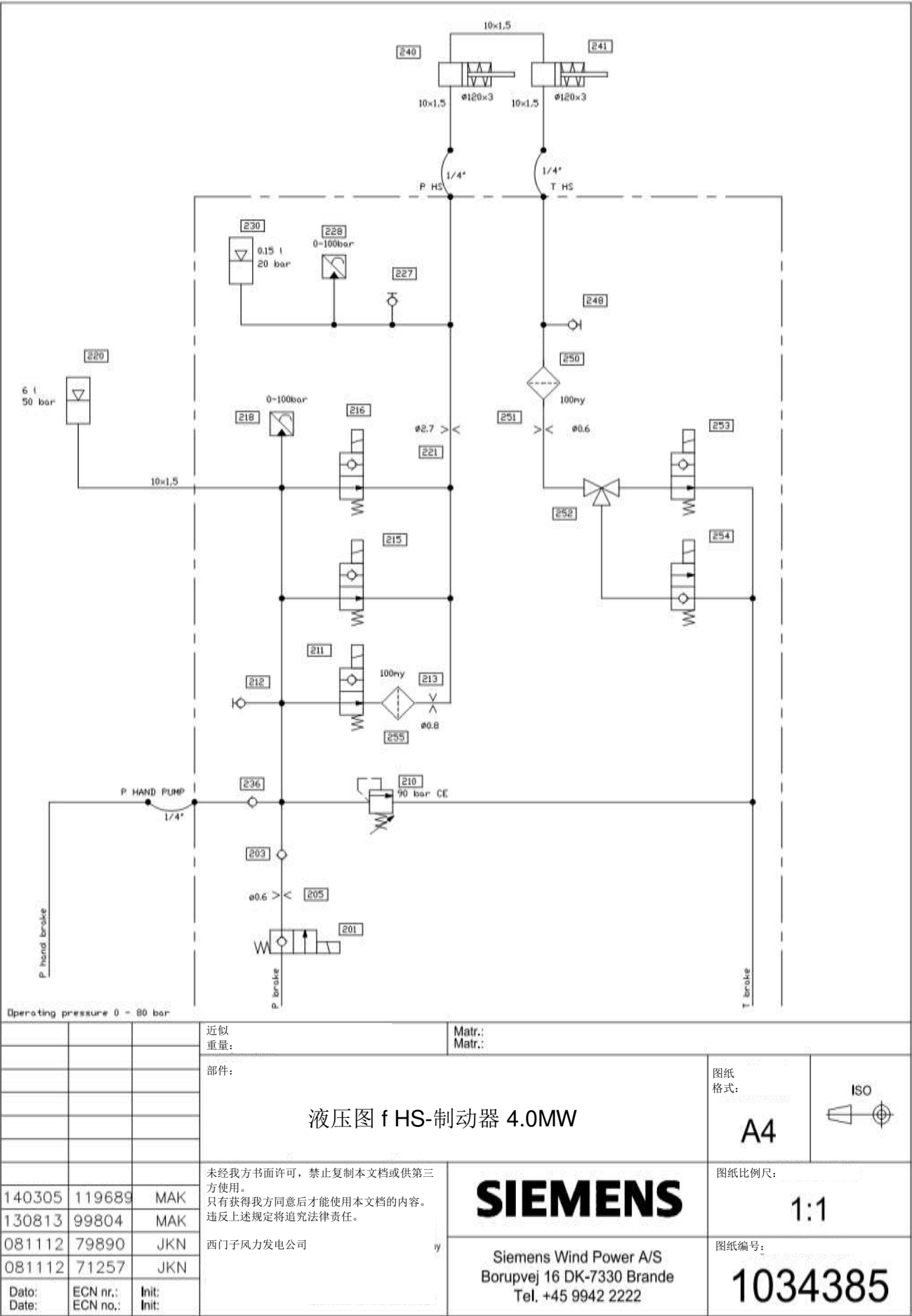
15.1.1 液压图

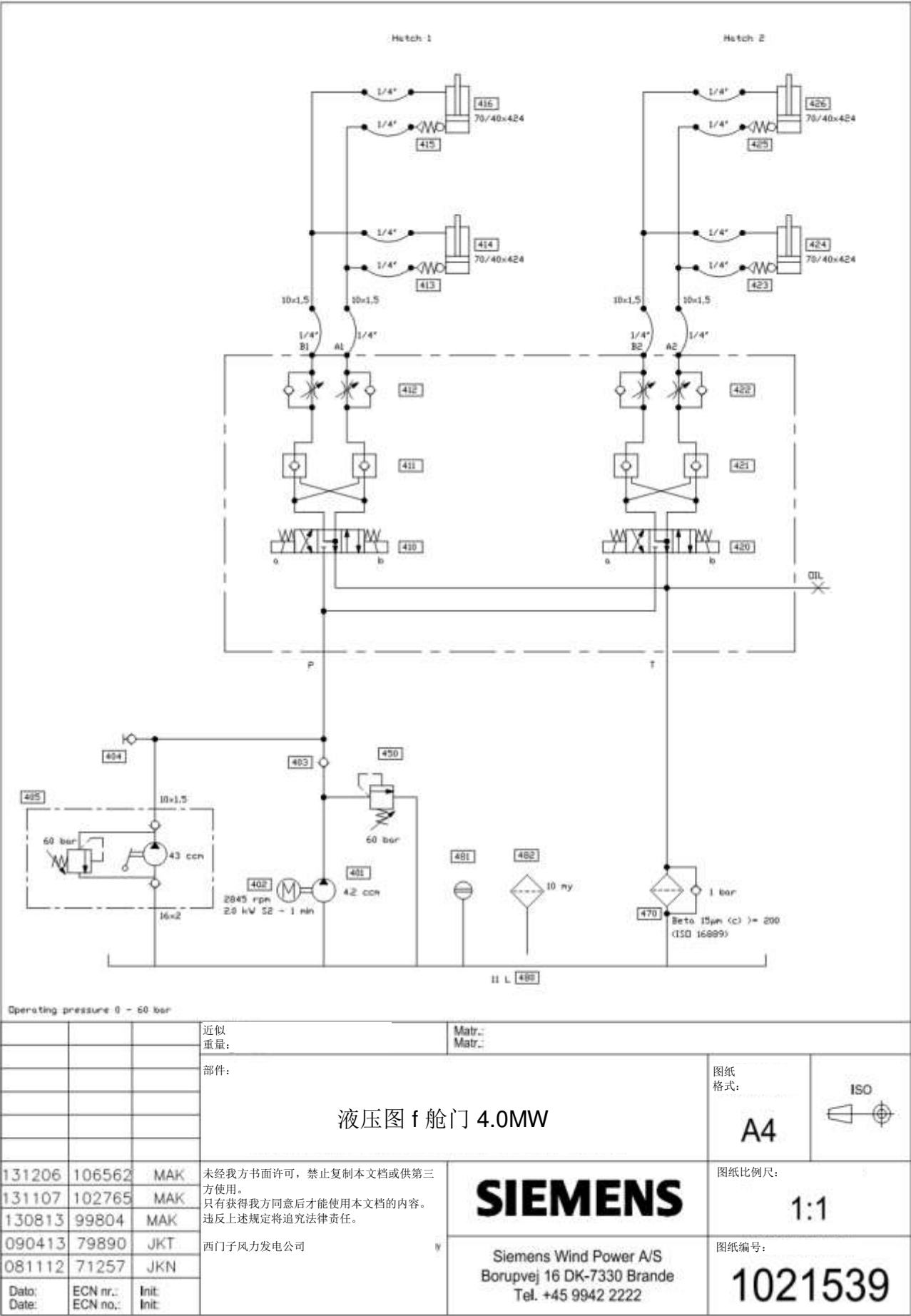


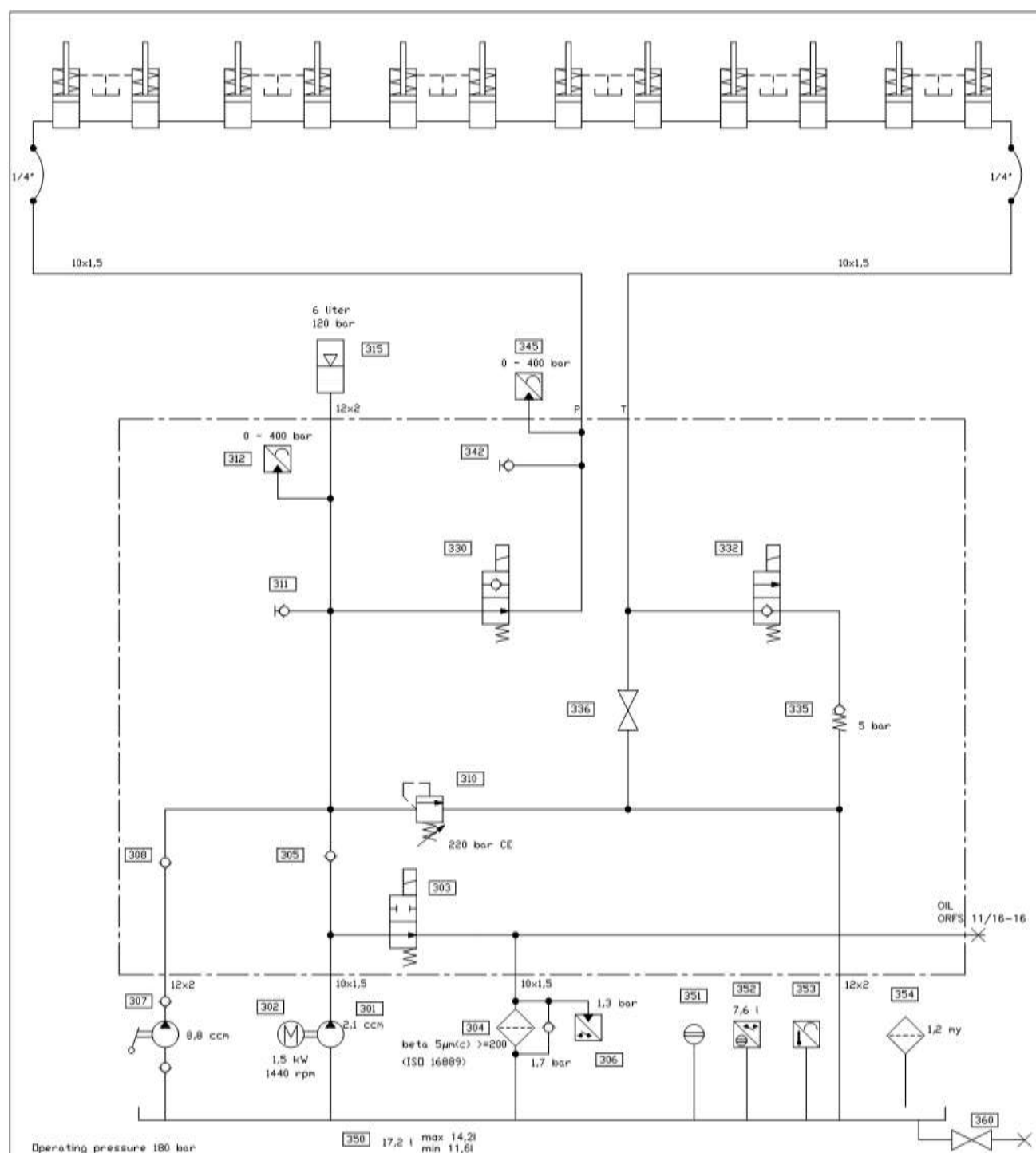




			近似重量:	Matr.: Matr.:		
			部件:		图纸格式:	
			液压图 f 变桨泵站 4.0MW			A4
140305	119689	MAK				
131211	106952	MAK				
131013	99804	MAK				
080713	88672	MAK				
090413	79890	JKT	未经我方书面许可，禁止复制本文档或供第三方使用。 只有获得我方同意后才能使用本文档的内容。 违反上述规定将追究法律责任。	y	SIEMENS	图纸比例尺:
081112	71257	JKN				1:1
Date: Date:	ECN nr.: ECN no.:	Init: Init:	西门子风力发电公司		Siemens Wind Power A/S Borupvej 16 DK-7330 Brande Tel. +45 9942 2222	图纸编号: 1034384







			近似重量:	Matr.: Matr.:							
			部件:	液压图 f 偏航制动器 4.0MW						图纸格式: A4	ISO
			未经我方书面许可，禁止复制本文档或供第三方使用。 只有获得我方同意后才能使用本文档的内容。 违反上述规定将追究法律责任。						图纸比例尺:	1:1	
161013	99804	MAK	西门子风力发电公司						SIEMENS	图纸编号: 1034383	
090413	79890	JKT									
081112	71257	JKN									
Date:	ECN nr.:	Init:									

