

维修手册

SWT-2.3-82VS/93/101/108

文件编号:	ZSM1005840	工作组级别:	-
签发机构:	E W EN OEN DES DOC	保密等级:	应以商业秘密级别保密传达
批准编号:	ECN64622	语言:	中文 / zh-cn
修订编号:	R12	安装国家:	INT
修订日期:	2012-03-20	适用法律:	根据所在国家

版权

© 西门子风电公司 2011 年版权所有。保留所有权利。

免责声明

西门子风电公司保留修改此文而不另行通知的权利。

商标

此处提到的所有商标都归业主所有。

内容

1 风轮机的安全说明.....	1-1
2 技术说明.....	2-1
3 检查和维护项目.....	3-1
4 螺栓紧固.....	4-1
5 润滑和磨损部件表.....	5-1
6 控制器和电源设备.....	6-1
7 塔架.....	7-1
8 机舱.....	8-1
9 偏航系统.....	9-1
10 传动系统.....	10-1
11 机舱内的制动和液压系统.....	11-1
12 变桨和轮毂中的液压系统.....	12-1
13 冷却系统.....	13-1
14 组件和图表.....	14-1
15 叶片.....	15-1
16 服务起重机.....	16-1

1 风轮机的安全说明

1.1 在西门子风轮机内技术作业的基本健康和安全规定	1-2
1.1.1 前言与修订	1-2
1.1.2 访客和出入	1-3
1.1.3 纪律规定	1-5
1.1.4 福利	1-5
1.1.5 环境	1-6
1.1.6 防火	1-7
1.1.7 车辆	1-8
1.1.8 通信	1-10
1.1.9 天气预报	1-11
1.1.10 雷雨	1-12
1.1.11 特大风	1-14
1.1.12 安装时的风力	1-14
1.1.13 维修作业时的风力	1-15
1.1.14 风力	1-16
1.1.15 在风轮机内作业时的着装	1-17
1.1.16 在炎热天气中作业	1-17
1.1.17 寒冷天气中作业	1-18
1.1.18 在风轮机内作业	1-19
1.1.19 离岸作业	1-23
1.1.20 单独作业	1-26
1.1.21 高处作业	1-28
1.1.22 挖掘	1-29
1.1.23 起重机作业	1-30
1.1.24 热作业	1-33
1.1.25 电气作业	1-34
1.1.26 化学品作业	1-36
1.1.27 应急和撤离	1-38
1.1.28 一般紧急程序	1-40
1.1.29 撤离机舱	1-40
1.1.30 撤离图片	1-41
1.1.31 风力发电机中着火	1-43
1.1.32 意外事故和疾病	1-44
1.1.33 环境事故	1-44
1.1.34 电气意外事故	1-45
1.1.35 超速	1-45
1.1.36 人员遭遇低温	1-45
1.1.37 直升机撤离	1-46
1.1.38 直升机救援准备工作	1-46
1.2 机械安全	1-47
1.2.1 打开和关闭机舱舱门	1-47
1.2.2 锁定高速轴上的转子	1-50
1.2.3 锁定低速轴上的转子	1-51
1.2.4 锁定偏航系统	1-53
1.2.5 变桨锁	1-54
1.2.6 紧急停机开关的位置	1-56
1.3 电气安全	1-58
1.3.1 电气安装作业时的安全预防措施	1-58

1.1 在西门子风轮机内技术作业的基本健康和安全规定

1.1.1 前言与修订

这套规定旨在作为现有说明和手册的参考和补充。

所有西门子人员、分包商及其它在西门子风轮机内及西门子负全面法律责任的场地内作业（包括西门子管理及在西门子指导和监管下进行的作业）的人员都必须遵守下列安全规则。

“基本健康和安全规定”是技术说明（组装手册、维修手册及作业说明及其它）的补充。技术说明必须加以遵守，但不能凌驾于基本健康和安全规定之上。

西门子鼓励“基本健康和安全规定”的使用者提出建议，以便在下一个版本中更正或改进。建议必须提交至位于丹麦布兰德的 Siemens Wind Power A/S。

风轮机的图片和图纸仅为示例。不同类型的风轮机会区别。

这套规定是西门子对执行风力行业任务的西门子员工及分包商的最低安全要求。具体国家的规定在具体场地的 EHS 计划中说明。

如果对程序有怀疑或感觉作业情况不安全，则任何进行作业任务的个人都必须停止作业。

1.1.2 访客和出入

不允许未经授权的人员访问西门子风轮机，除非他们由经授权的西门子访客指导员陪同。

需要时请配戴安全帽。在下列情况下务必配戴安全帽：

1. 作业在多个水平上进行，您的上方有一人或多人作业。
2. 所处场地正在竖立或拆卸风轮机。
3. 工作中沉重的物体可能向您的方向摆动并碰巧击中您。
4. 在风轮机外作业。
5. 用起重机进行作业，或在起重机旁作业。

西门子提供和规定的个人防护装备 (PPE) 符合 EHS PPE 标准及本地安全规定或同类规定。

如果安全帽有丢失的危险，例如在大风、攀爬或直升机运行等情况下，则必须配戴下巴带。

务必配戴西门子提供/规定的适合作业的安全鞋或靴。

安全绳

所有希望访问西门子风轮机的人都必须使用规定的、调整好的、经过检查的防坠落安全绳。

在下列情况下务必使用安全绳：

1. 在配有爬梯的塔架内上下时必须系好安全绳。
2. 用维修升降机上下塔架。如果维修升降机内有一人，则必须携带安全绳；如果维修升降机内有 2 人，则必须系好安全绳。
3. 当在塔架、平台或机舱内有从边缘坠落的危险时，必须系好安全绳 (PRO 05.17)。
4. 当存在坠落危险会造成损伤时必须系好安全绳。

安全绳包括辅助装备是个人装备，部件已经过独立认证。

个人防护装备 (PPE) 及个人坠落保护装备 (PFPE) 的内部要求在 DOC 14.34 *PPE 标准*中有说明。

安全设备必须根据当地法规或至少每 12 个月定期检查和认证。

撤离设备

多数风轮机的机舱内已经有撤离设备。如果人员经过此类设备使用的基本培训，则没有必要携带更多的设备。

如果撤离设备不是固定安装在风轮机内，或者如果进入的人员对已安装设备的使用不熟悉，则必须携带一套人员所熟悉的规定设备。撤离设备必须由第一个进入的人带入机舱。

应急设置必须符合 PRO 05.17 及相关文件的要求。

访客

所有位于场地内且没有场地相关作业任务的人被定义为访客。

不为西门子工作、未被西门子任命或委托的人不允许在风轮机或风轮机场地作业。

仅主管或西门子任命的场地经理有权允许访客进入。

访客只有在西门子指定的风轮机向导陪同和引导下才允许访问。

访客必须穿着规定的服装和个人防护装备。

计划“风轮机访问”的程序规定了访问风轮机的整体要求。在“风轮机内有向导的游览”说明中规定了操作要求。

培训及安全说明

技术培训要求在“SWT 培训水平要求”中进行了说明。

只有接到了相应说明和场地介绍的人员才允许在西门子风轮机场地作业。

风轮机内作业的全球基本安全培训要求为：

陆上：

- 技术安全
- 手动处理
- 急救
- 基本安全绳、攀爬及救援培训
- 电气认识 (L-AUS 或同类课程)

离岸：

- 岸上风轮机的要求
- 海上生存
- 医学证书
- 消防意识

上述培训的有效性在培训证书上有说明，必须在允许访问作业场所之前加以确认。

如果一份培训证书已经过期且有效期已超过一个月，则需要进行全面的基本培训。

例外

如果培训证书已过期，则可向总部的 EHS 部门申请豁免。

在特殊情况下，只有在与布兰德的全球 HSE 职能部门协调后，才可豁免人员的上述要求。豁免的有效期在下一个培训机会结束。

获取豁免资格的豁免表格包括：

- 书面说明为什么现在无法获得所要求的培训。
- 详细的书面计划，说明申请豁免的人如何能正确而安全地进行作业。
- 书面时间安排，说明何时/如何能进行安全培训。 必须提交。

酒精、毒品及药物

西门子对酒精、毒品、不法物质及非处方药物采取不容忍政策。

处方药物的使用可豁免。 是否豁免必须由场地经理决定。

枪支

西门子风轮机场地不允许存在任何种类的枪支。

如果为了控制安全必须使用枪支，则管理层会在执行豁免程序后给予豁免。（ PRO 14.36 豁免要求 ）

吸烟	
	请遵守具体场地的吸烟规定，确保完全熄灭烟蒂，并将其放入指定的废物收集处。 在西门子拥有或租赁的建筑和车辆内不允许吸烟。
火灾	
	在场地的指定作业区域外不允许使用明火。

离开站点

当您再次离开风轮机场地时务必确保通知一位有授权的人员。

1.1.3 纪律规定

酒精、毒品和吸烟

西门子保留测试酒精、毒品及其它不法物质的权利。

处罚

如果违反西门子的要求和本地法规，则应根据本地 HR 程序进行纪律处罚。

生产线经理负责管理处罚事宜。

1.1.4 福利

通则

西门子总的要求是福利设施必须符合 1992 年 7 月欧盟理事会指令 92/57 EEC 24 或其它同等规定。

水

必须提供瓶装饮用水。

厕所

工作人员必须能够使用适当的厕所设施。

对于以小规模分组竖立的风轮机或在某个明确场地区域外的独立风轮机内的作业，必须向工人指明最近的公共厕所，并允许工人使用维修服务车/公司的车作为交通工具。

洗手

工作人员必须有清洁和洗手的设施。

1.1.5 环境

当地条件

人员必须注意与周边区域相关的所有当地具体环境限制。
如果存在此类限制，则将在具体场地的 EHS 计划中加以说明。

历史古迹

未经授权的人员不得出入	
	具体的科学或历史景点的规定区域必须用绳子围起来，并标记为禁止入内。

废物

国旗表示针对这一话题有不同国家的不同或额外的规定。			
			

所有的废物都必须装在一个带正确标记的防溢出的箱子或容器内，以防止污染土壤、地下水、地表水或空气。
只能由经认可的本地废物管理公司才可以处理场地产生的废物。
废物必须按照场地废物处理计划分类或至少分为 4 类：

- 易燃
- 家庭垃圾
- 危险
- 特殊（例如油、电池、气雾剂、化学品）

禁止燃烧废物或其它材料。

废物必须按照本地法规和 SWP 政策运输至场地的废物存储区域。这项工作必须在每个工作日结束时进行。
未经允许禁止携带废物过境。

污染

禁止对该区域和水源造成任何污染。如果发生任何情况请参见“应急程序”。

溢出

所有溢出物都必须按照当地具体的防溢计划收集和装载，并向主管/场地经理报告，以便采取补救行动。
参见“应急程序/溢出”。
事件必须在 24 小时内报告（参见 KRIMA）。

1.1.6 防火

内务管理

高标准的内务管理是主要的防火措施之一！

保持作业场所及其它设施尽可能没有可燃材料。

明火的使用	
	在场地的指定作业区域外不允许使用明火。

在包括风轮机内部、变压器和其它与风相关的结构及场地建筑物、办公室、存储用的建筑物及休息区域在内的整个场地都必须防火。

吸烟	
	遵守具体场地的吸烟限制，并确保完全熄灭烟蒂。

加热、照明和做饭

不得采用未经授权的加热、照明或做饭方式。

易燃材料

不得将衣服或易燃物体/物质放在加热器或大功率泛光灯上面或旁边。

不允许易燃材料或废物堆积。

使用针对废物类型、有标签的规定的容器。

热作业

国旗表示针对这一主题有不同国家的不同或额外的规定。	
	

所有的焊接、燃烧和/或其它与高温有关的作业在开始前都必须由负责人书面授权。

开始时，必须采用预防措施及所有必须的防火措施。

进行有火灾危险的作业时要使用灭火毯，并确保适当的灭火措施触手可及。 参见[热作业](#) (参见页码 1-33)章节。

车辆

不得将车辆停在干燥的草地或杂草上，仅可停在道路、规定的停车区域和停机坪上。

灭火器	
	灭火器必须适合该区域的火灾危险。(风力发电机、SCADA 室、电气设备存储室建议采用 CO2 灭火器)。 熟悉场地中灭火器的位置和使用。 了解本地具体的紧急程序 —— 具体场地的应急响应计划。 参见“一般应急/火灾”。

1.1.7 车辆

规定的出入道路

只有在特殊情况下并经管理部门批准后才能驶离道路。
根据具体场地的规定，场地的所有交通都限于指定的出入道路，参见“现场介绍”。

速度

建议风轮机场地的限速为 30 km/h (20 mph)。
必须遵守和尊重当地法规和条件，参见“现场介绍”。

加注燃料和维护

建立一个指定的加注燃料和维护区域。
所有燃料驱动的车辆和机器都必须使用合适的燃料加注设备正确地加注燃料。
在加注燃料时，不得离开车辆或使机器无人照看，或将泵的把手换至自动泵。
对于所有燃料或溢出的油要立即清除，并向主管/场地经理报告，以便采取补救行动。
不允许在场地上进行车辆维护和换油，除非紧急情况。
所有紧急修理中更换下来的部件或油必须装入容器，加上标签并正确处理。

急救设备	
	急救包 (敷料、保暖毯、绷带等)

所有西门子车辆 (自有、租赁) 都必须有适当的急救设备，用过之后要重新补充。
场地经理/部门经理负责确保满足该要求。

火灾危险/灭火器	
	干粉灭火器 (4 -6 kg) CO2 灭火器 ("") 防火毯

不得将车辆停在干燥的草地或杂草上，仅可停在道路、规定的停车区域和停机坪上。
所有西门子车辆 (自有、租赁) 都必须配有已充满且适用的灭火器。
场地经理/部门经理负责确保满足该要求。

特殊用途车辆

超宽或超高等特殊车辆的司机在开车到场地之前必须获得主管/场地经理的同意，他们会建议优先的路线并提醒可能的场地危险。
如有必要，主管/场地经理还会安排辅助车辆。

停车

停车


西门子支持倒车停车或免下车停车。

车辆必须停在指定的停车区域。

所设置的指定停车区域必须是场地布局的一部分，临时场地中也必须考虑停车区域。

务必确保停放的车辆不阻挡应急通道/出口处！

装卸

我们建议在风轮机/使用地点附近装卸材料。

务必在风轮机的安全距离内停车（1/5 塔高）。

检查

车辆必须正确维护，轮胎必须符合用途。

定期检查并记录车辆的安全检查情况（建议每周）。

1.1.8 通信

通信	
	在风轮机中作业时有效稳定的通信非常重要。

手机与无线电

技术人员必须随时具备与应急调度中心的联系方法，并根据 EHS 计划中的当地应急响应计划 (ERP) 附录 4 进行联系。

在没有“具体场地的 ERP”的单独竖立的风轮机中，必须具备与当地应急调度中心的必要联系方法。这些方法可以包括但不限于如下例子：

- 陆线电话
- 手机
- 卫星电话
- “利用 3 人小组以派出通信员/指导功能”

生产线经理与操作经理合作，负责保证通信线路在所有工作情况下都是有效的。

在任何事件后：通过 KRIMA 线路管理进行报告，并考虑 PRO 18.4 “最少通信流量”。

在前往作业任务之前，务必确保无线电和手机完全充电。

记住携带充电器或额外的电池。

无线电

用于同一个风力发电机中的技术人员之间以及一个风力发电机与场地中另一个风轮机的技术人员之间的通信无线电必须一直保持可用。

在有维修服务设施的场地中，独立风轮机与现场办公室（离岸：从风轮机到服务/安全船）之间必须同样可以通过无线电联系。

手机

手机只是无线电的一种后备，但不可替代无线电。

风轮机中必须有至少一部手机，可以联系紧急调度/现场办公室/维修服务船。

IP 电话

有些风轮机配有 IP 电话。

信息请见具体场地的 EHS 计划、场地位置归置及风轮机安全卡片。

离岸

所有用作场地维修服务/安全船 (MOB) 的船只都必须具有与岸上操作控制及相关的本地搜寻和营救部门 (SAR) 进行无线电联系的装置/设备。

1.1.9 天气预报

在风力发电机内开始任何作业前，必须监测更新的天气预报。

场地经理/主管/首席技术人员必须根据预期的天气情况决定操作是否可安全进行。天气预报必须是风力发电机作业最终规划的一个主要元素。

进入风力发电机或在风力发电机内作业会受到以下极端天气状况的影响：

- 雷暴
- 大风
- 从风力发电机上掉落冰/雪的危险
- 极端温度（热/冷）
- 太阳
- 海面状态

影响进入的天气情况不限于上述几种，必须与场地具体条件关联起来考虑。

1.1.10 雷雨

在出现雷雨时，尽管有避雷设备，但风轮机仍有很大的雷击危险。在出现雷雨时，人员不得待在风轮机内，但有些地方的雷雨会迅速而出人意料地形成！

风速计及气象站周围区域的。爆裂声表明空气中静电水平很高，雷雨就在附近。

如果雷雨来临，则应立即离开风轮机。一旦离开风轮机后，朝风轮机的顶风处前进至一个安全距离。雷击可能导致叶片的部件坠落至地面。

如果听到湿叶片传来“爆裂声”，则表明风轮机仍有静电。由于叶片/风轮机上的静电危险，所以雷雨过后至少 15 分钟不得靠近或接触风轮机。

如果风轮机被闪电击中，且肉眼可发现损坏，则切断风轮机的电源，并联系 Siemens Wind Power 维修服务部门作进一步评估。

雷击能造成自动停转，可能造成的损坏仅能影响瞬态防护块。

雷雨的危险

当在叶片、机舱、塔架或气象站等风轮机外部的高处作业时，有受到直接雷击或被残余闪电电流击中的危险，并有因电击或闪电通道压力导致的坠落危险。

当处于风轮机的偏航段、机舱或偏航轴承内时，有被闪电残余电流击中而导致坠落的危险。

当位于塔架爬梯上时，有被闪电残余电流击中而导致坠落的危险。

当站立在塔架旁的地面或离岸地基上时，不论是否靠近还是直接接触，都有被侧击雷电击的危险。

从离岸地基的爬梯通往船只时，有被闪电残余电流击中而导致坠落的危险。

雷击会导致叶片的碎片向四周散射，因此待在转子下面的做法不可取。

一般来说，塔架内的所有平台都是安全区域，除了带电气柜的偏航段和平台。

带木质平台的风轮机：一个平台上最多 3 人。

所有其它平台：一个平台上最多 6 人。

雷雨时的安全程序

如果雷雨来临/变大（可以看到闪电，但听不到雷声）时，正在风力发电机中作业：

- 离开风轮机。 暴风雨可能发生在距离风轮机约 10-30 千米远处。只要估计暴风雨尚未来临，就可以离开风轮机。

如果确定暴风雨到达风力发电机附近（听到打雷声）时在风力发电机中作业：

- 停止作业，转移到风力发电机的一个指定安全区。 暴风雨可能发生在距离风力发电机约 0-15 千米远处。如果在测风计上观察到火花，则表示可能发生雷雨。
- 您可能来不及离开风力发电机，必须快速转移到《风轮机安全手册》中指定的一个安全区（偏航段下方的平台和地面——除了带电气柜的平台）- 坐在或站在平台中间，不得接触塔架壁。将行动情况通知部门经理。
- 请勿接触爬梯或升降机，参见下面的插图。
- 如果 15 分钟内没有打雷或闪电的迹象，通常表示暴风雨结束。

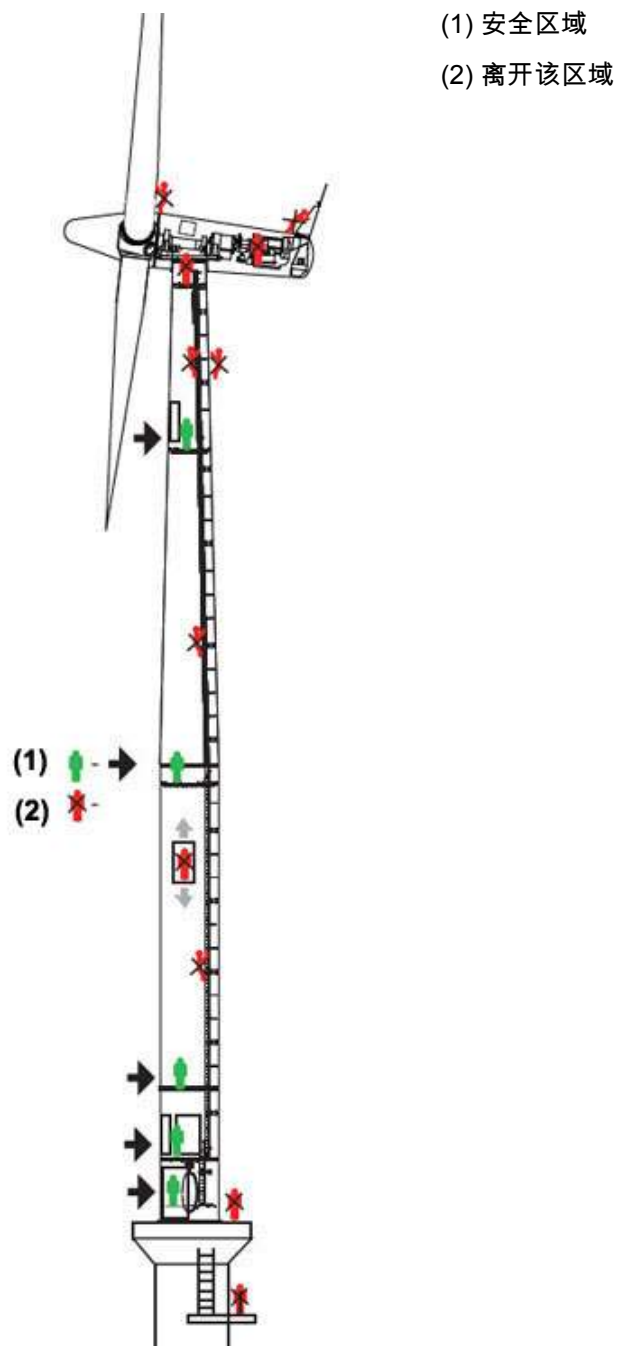


图 1.1.10. 风轮机内的安全区

由于雷雨离岸

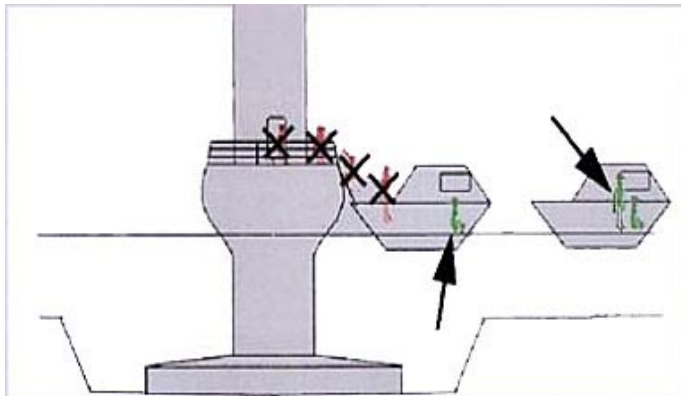
如果有雷雨，则维修服务船不会驶向离岸风轮机。

如果雷雨开始（可以看到闪电，但听不到雷声）时正在风轮机中：

- 召入维修服务船并离开风力发电机。遵守船长的所有指示。
- 如果 TP /地基处没有维修服务船，则待在塔架底部 —— 不要接触塔架壁！
- 在任何情况下都不能跳入水中。

如果雷雨到达风力发电机附近（听到打雷声）时在风轮机中：

- 遵循与陆上相同的程序，转移到风力发电机的安全区域。将行动情况通知维修服务船。



1.1.11 特大风

通常在暴风雨、飓风和特大风时，通往风轮机和场地区域的出入口会被限制，在极端情况下会被禁止。

1.1.12 安装时的风力

在起重操作过程中，起重主管必须与起重机操作员共同规划各个顺序，并评估安全性。

当竖立或拆除风轮机或起重其它主要组件（如发电机或齿轮箱）时，必须评估安装手册、工作说明或起重计划中所说明的最大风速限制，并考虑对维修服务技术员是否安全。

竖立/拆除风轮机不得在大风时进行。务必评估是否有突遇强阵风的危险。

1.1.13 维修作业时的风力

国旗表示针对这一主题有不同国家的不同或额外的规定。



务必在舱门打开时记得在舱门上安装舱门锁系统。

风速的监测和评估以舱门关闭时风轮机测量系统测得的数据为基础。评估将采用最近 10 分钟（600 秒）测得的平均风速。

阵风可能影响安全。如果评估认为阵风大到影响安全，则作业必须停止。

如果风力持续增加，则从中央监测站获取最新的天气预报。

出于风力因素考虑，必须按下列要求限制作业：在最坏的情况下，要停止作业并离开风轮机。

300 - 600 kW 作业的风速限制	
对于小的风轮机，维修作业时经常需要打开舱门。对于这些风轮机适用下列要求：	
小于 12 m/s (23 Kn) / (10 分钟)	没有限制
高于 12 m/s (23 Kn) / (10 分钟)	不得在转子外作业
高于 18 m/s (35 Kn) / (10 分钟)	不得在机舱内作业
高于 24 m/s (46 Kn) / (10 分钟)	风轮机停止运转。停止作业并离开风轮机

1 - 3.6 MW 包括直驱技术设备作业时的风速限制	
在较大的风轮机中，舱门关闭时可进行部分故障排除和维修作业（电气或液压系统的常见故障排除和维护工作）。对于这些风轮机适用下列要求：	
小于 12 m/s (23 Kn) / (10 分钟)	没有限制
高于 12 m/s (23 Kn) / (10 分钟)	不得在机舱和转子外作业。 注: SWT-2.3-93/101/108 用于 12 至 18 m/s 的风速（10 分钟的平均值）： 如果 HS 转子锁已啮合，则机舱必须偏航，转离风向 90 度。如果 HS 转子锁需要啮合，则在使 HS 转子锁啮合之前，先使机舱偏航，转离风向 90 度。当 HS 转子锁啮合后，必须持续观察风向，以确保机舱位置与风向保持偏离 90 度（公差 +/-30 度）。
高于 18 m/s (35 Kn) / (10 分钟)	在舱门关闭的情况下，允许在机舱中进行维修作业和故障排除。 不允许打开机舱。 不允许用增力扳手转动转子和插入转子锁。 不得在轮毂内作业。
高于 24 m/s (46 Kn) / (10 分钟)	风轮机停止运转。停止作业并离开风轮机

在 2.3 MW-113（直驱）的早期样机作业时的风速限制说明如下。

在 2.3 MW-113 直驱上作业时的风速限制	
小于 12 m/s (23 Kn) /(10 分钟)	没有限制
高于 12 m/s (23 Kn) /(10 分钟)	不得在机舱和转子外作业
高于 14 m/s (27 Kn) /(10 分钟)	在舱门关闭的情况下，允许在机舱中进行维修作业和故障排除。 不允许打开机舱。 不允许旋转转子和插入转子锁。 不得在轮毂内作业。
高于 24 m/s (46 Kn) /(10 分钟)	风轮机停止运转。停止作业并离开风轮机

1.1.14 风力

表 1.1.14. 蒲福风级

风速蒲福风级和大约浪高						
蒲福级	说明术语		风速		浪高 (m)	
	风	浪	节	m/s	可能值	最大值
0	无风	-	< 1	0 - 0.2	-	-
1	轻风	细浪	1 - 3	0.3 - 1.5	0.1	0.1
2	微风	微浪	4 - 6	1.6 - 3.3	0.2	0.3
3	柔风	大浪	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	清劲风	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	中高浪	34 - 40	17.2 - 20.7	6.0	7.5
9	暴风	强浪	41 - 47	20.8 - 24.4	7.0	10.0
10	狂风	巨浪	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

1.1.15 在风轮机内作业时的着装

国旗表示针对这一主题有不同国家的不同或额外的规定。



高处作业时的实际天气和风力条件会与地面有很大区别，风冷因素通常会大很多。

在攀爬风轮机之前，要根据温度、风力以及是否有倾盆大雨的情况确保人员穿着或携带正确的防护服。

建议穿着长袖衣服，必须穿长裤和封闭的安全靴。

雇主提供全套规定的工作服和个人防护装备。

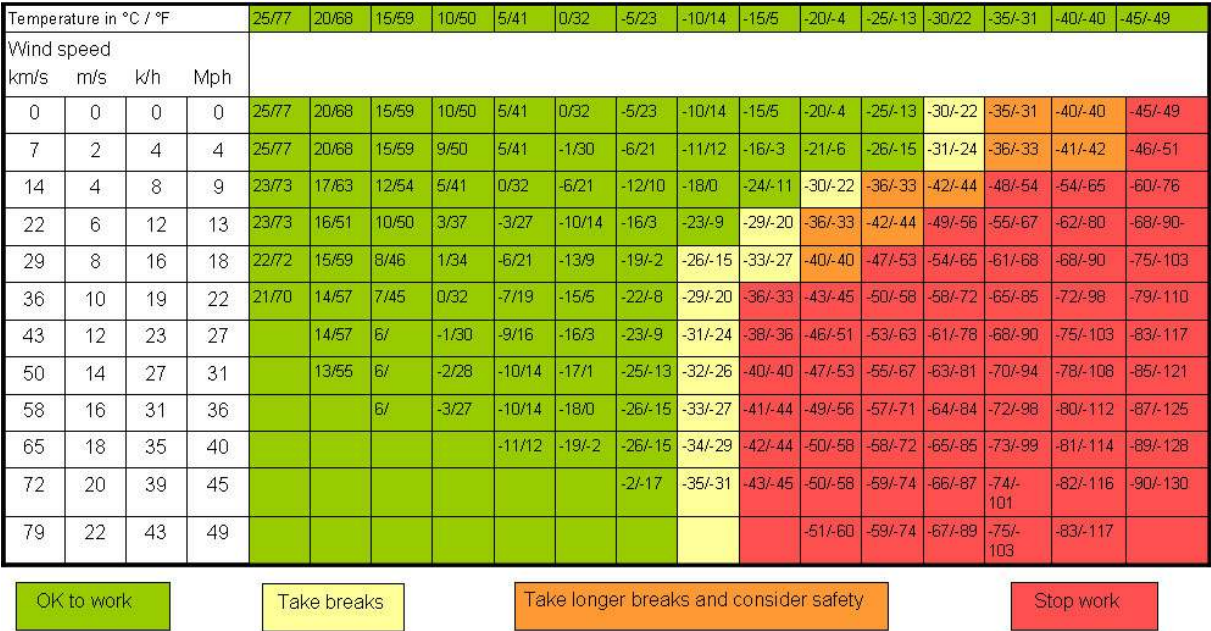


图 1.3 风冷因素指数

1.1.16 在炎热天气中作业

湿热的天气都会影响身体。高温和潮湿意味着身体更容易脱水，并出现低血糖和低矿物质现象。

应经常在阴凉处休息，小口喝水，并少食多餐。如果感觉疲惫，应休息更长时间并考虑停止作业。

如果感觉不舒服，则不要试图上下风轮机。

参见“LSP 05.09 炎热天气下的处置程序”。

太阳

暴露在强烈阳光下较长时间（取决于个人情况）会导致晒伤，并可能中暑。

应穿着长袖衣裤来防护强烈阳光。使用高系数的防晒霜，并戴太阳镜来保护眼镜。戴上帽子来保护头部免于太阳直射。

1.1.17 寒冷天气中作业

寒冷天气会影响身体，造成疲惫、冻疮和潜在的身体低温。

避免出汗过多和穿着多层衣物。

定时在有庇护和可加热的地方休息。喝温热饮料，不时进食。如果感觉疲惫，应休息更长时间并考虑停止作业。

注意手指和脚是否有变麻木和无法控制的危险。

如果感觉不舒服，则不要试图上下风轮机。

参见“LSP 05.43 寒冷天气程序”。

冰和大雪

在寒冷天气和大雪天气时，冰或大块的雪有从叶片或机舱坠落的危险，尤其当风轮机在寒冷天气中停转了一段时间后。

评估天气条件，如果评估认为可能有冰冻危险，则在一个安全距离 (> 300 m) 停止风轮机，并在安全距离 (1/5 塔高) 使用双目镜 (建议放大倍数 > 10x50) 检查风轮机是否有雪堆积。如果有冰雪坠落危险，则不得靠近风轮机。

当天气条件有结冰危险而停转风轮机时，应从远处的安全距离 (> 300 m) 重新启动风轮机。

在叶片上有结冰危险的天气条件下需要在机舱内作业，则应使机舱舱门关闭。

办公楼、集装箱和起重机等其它高的设备都有结冰坠落的危险。

冰还造成湿滑状态，使人员和车辆出现不同情况滑倒的危险。

在这种情况下，建议自带砾石和铲子来减缓危险。

场地经理/生产线经理负责进行准确的风险分析，并采取合适的安全屏障确保寒冷天气下的安全。

1.1.18 在风轮机内作业

一般运行安全要求

只有在负责风轮机控制及安全的技术人员的陪同下才可出入风轮机，所涉及的技术人员为：

- 针对具体类型风轮机的 7 级技术人员，或
- “允许从事具体作业任务 (TSWA)”的技术人员

在风轮机内作业时，必须可以随时获得具体类型风轮机的相应技术手册和说明。检查作业说明 (ZWI) 和风险评估 (RA) 中是否涵盖该作业，或是否还有其它相关安全文件。确保开始作业前具备相关的安全文件。

在风轮机内应当避免穿着松垮的衣服，并禁止穿着连帽服和系宽松皮带。

务必将您的安全绳带到作业地点：

- 特定平台
- 偏航
- 机舱
- 轮毂
- 叶片内部

在有坠落危险而可能造成损伤之处，必须考虑适合的预防措施以便对人员进行保护。

无论何时安装了防坠落系统，都必须将其用作保护措施以防止潜在的坠落危险。

木质平台塔架：很多旧塔架都设计了安装间隔为 6 m 的木质平台。平台之间通过 6 m 长的梯子通行，未安装防坠落系统。必须按照操作区域内的本地规定出入这些风力发电机。

2 人团队

一般来说，任务分配给最少 2 人的团队。仅在特殊和非常有限的情况下才允许单独作业。参见[单独作业](#) (参见页码 1-26)。

如果团队成员必须彼此分开，无论多短时间，他们都必须通过例如双向无线电或手机等保持通信，以确保彼此的安全。如果两人的距离太远，大声喊叫对方听不到，则必须使用双向无线电或手机。必须携带完全充满的电池。

如果一位团队成员需要休息，则作业必须暂停。

在任何情况下，如果不通知另外一位成员，团队成员都不得暂停作业或离开该区域。

断开远程控制

国旗表示针对这一主题有不同国家的不同或额外的规定。	
	

在爬到电力机组平面上方之前，应在“本地控制”系统中将风轮机远程控制开关定位于塔架地面。

如果风轮机与中央监测系统（如 SCADA）相连，则必须通知操作人员风轮机停止。

计算机不是一台自动防故障的计算机，断开远程控制不代表可在风轮机上安全作业。

将正在作业的所有部件和系统断电并锁住，例如给配电箱挂上挂锁、使用转子锁等。

登上塔架



适当考虑天气及天气预报。 参见[天气预报](#) (参见页码 1-11)

打开塔架内的灯。

在停止（和启动）装有换流器的风轮机时必须配戴耳罩。

登上塔架前停止风轮机，并将其定位在“本地运行”位置。 如果有必要，例如故障排除时，则可通过机舱内的手持终端操作风轮机。

倾听并寻找异常情况，并在停止风轮机前在显示器上检查状态。

按下“停止”按钮，使风轮机停止运转。 *不得通过断开主开关或激活紧急停机来停止风轮机。*

查询风轮机“安全卡片”，了解具体风轮机的安全功能，带上风轮机内所缺少的所需安全设备。

查询风轮机日志簿，找出自上次访问风轮机后列出的潜在异常之处。

确保攀爬塔架时双手未被占用。

可将允许使用的封闭运输包固定到安全绳上或挂在肩膀上，利用它携带有限的轻微负载。

较大的物体和较重的负载必须放在规定的封闭起重袋内，用服务起重机（如果风轮机较小，可用绳子）提升。

塔架内的爬梯可负载 500 kg 的重量。由于坠落物体有击中下面攀爬人员的危险，所以在风轮机内上升/下降时必须配戴有下巴带的安全帽。

在有长爬梯的塔架内，要等到看不到第一个攀爬的人以后，第二个人才能开始登梯。

平台上可承受的最大重量为：

- 木质平台上最多允许 300 kg 或最多 3 人。
- 新平台上最多允许 1,000 kg 或最多 6 人。

机舱中最多允许容纳 6 人。

攀爬时要缓慢。必要时在平台上休息一会儿。

进入机舱和轮毂并在里面作业



机舱中最多同时允许容纳 6 个人。

在机舱舱门打开时记得安装窗撑锁（参见具体服务手册内的操作说明）。

注意观察风力条件。参见下面与风有关的问题：

- [天气预报](#) (参见页码 1-11)
- [雷雨](#) (参见页码 1-12)
- [特大风](#) (参见页码 1-14)
- [安装时的风力](#) (参见页码 1-14)
- [维修作业时的风力](#) (参见页码 1-15)
- [风力](#) (参见页码 1-16)

在转子、叶片、轮毂或驱动系统上作业时用转子锁锁住转子。（参考具体维修手册中的操作说明）。

在有些场地，机舱内作业要求系上安全绳。具体场地的 EHS 计划中将对该要求予以说明。

在液压系统上作业前锁住转子（参考：具体维修手册中的操作说明）。

对于有坠落危险会造成损伤的作业必须系上安全绳。

在轮毂内作业必须使用转子锁。

在风轮机外或在偏航系统内作业时必须使用偏航锁和转子锁。（参见“手册与作业说明”）。

限制出入标记区域



当在风轮机外作业或在舱门打开或被拆除的情况下在机舱内进行大规模修理作业，且存在物体坠落危险时，必须在塔架周围以 1/5 塔高为半径用柱子和绳子拦出相关区域（例如：80 m 塔架 / 5 = 16 m）

主要在可能的出入道路上清晰地标出该区域，标志上写明：

作业区域！
风轮机内正在作业。仅限授权出入。
必须戴安全帽。

旋转和活动部件

只有当完全必要且已断电并正确锁定后，才能取下旋转和活动部件的罩盖。有些作业任务会有例外，要求不锁住旋转部件。此类任务要完全遵循作业要求，并保持安全距离，尤其是内部作业，并消除缠绕、挤压和切割危险。

根据潜在的坠落风险，如果可能的话可取下安全绳。

使工具、抹布、衣服、头发、手套及身体各部分远离旋转部件及手动旋转转子时的活动部件。

偏航时也要注意。可能有人在偏航系统或在风轮机外作业。

在风轮机内作业后

清洁并去除箱子和轮毂的所有松动物体。离开轮毂前，关闭叶片盖板。

所有废料都必须根据当地法规去除和处理。

清洁机舱、爬梯及安全设备上的油、脂和其它污物。

确保旋转和活动部件的所有罩盖都在应有的位置上。如果无法做到这一点，则必须在塔架入口处增加标识，说明风轮机功能不完全正常。必须将情况输入风轮机日志簿，并通知运行管理部门。

关闭并锁住机舱舱门。再次检查是否正确锁住。

爬下前记住取下偏航锁及转子锁。

爬下前确保您带上了所有的工具。

将日期、时间、访问目的及人员 ID 输入风轮机日志簿。

	如有必要，重新启动风轮机。（在装有换流器的风轮机内必须配戴耳罩）。
--	-----------------------------------

重设为“远程控制”，并通知运行控制。

离开风轮机前，关闭塔架内的灯并锁门。

1.1.19 离岸作业
预防措施

				
Emersion suit		Personal Locator Beacon		

离岸作业时，必须特别考虑下列情况所涉及的危险：

- 培训与个人防护用品要求
- 坠落入水的危险
- 撤离条件
- 天气条件
- 海面状态
- 冰
- 坠落的物体
- 在船与过渡用具之间通行

航行协调人员规定离岸程序，并与船长协调离岸操作。

当规划和实施离岸作业时，必须特别注意所规划作业和交通范围内的天气预报，确保人员在天气恶化影响安全前离开风力发电机。

离岸风力发电机的出入要求

出入 TP/地基的强制要求：

- 医学证书
- STCW 离岸海上生存训练
- 消防意识培训

船长

船长必须根据具体风力发电机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。船长全面负责船的操作和运输。

船与 TP 基地之间的转移

转移必须根据 PRO 05.13 Yo-Yo 转移程序给出的指示进行。

攀爬 TP 爬梯时必须使用防坠落系统，并且不能携带负载。

如果评估认为转移操作不安全，则中止操作。如果评估认为从 TP 撤离转移不安全，则人员必须待在风力发电机上，直至评估认为转移条件安全。

生存设备

如果被困在 TP 上，则根据客户的决定，所用生存设备可在风轮机上找到（参考风轮机全卡片（“Møllebogen”）和现场介绍）。

救生衣

在船与 TP /地基之间转移时必须穿救生衣。当 TP /地基的栏杆大门打开时，相同的安全预防措施生效。

个人定位信标 (BLP)

在船与 TP /地基之间转移时必须配戴个人定位信标 (PLB)。当 TP /地基的栏杆大门打开时，相同的安全预防措施生效。

浸水衣（或保温的浮水衣）

作为与救生衣相同的预防措施，当水温低于 <12 °C 时转移必须穿着浸水衣或保温的浮水衣（如果客户要求，则温度可以更高（参考：现场介绍））。

在 TP /地基时可脱下救生衣（和浸水衣）。

人员搜寻器

所有的维修服务船都必须安装能够追踪所用个人定位信标特定频率的人员搜寻装置。

海上救援

TP /地基上有海上救援设备及使用说明。

必须将人员落水 (MOB) 作为船只应急程序的一部分经常培训和测试。

所用的离岸安全设备

所用的离岸安全设备必须要由 SOLAS 和 SWP 批准，纳入 SWP“安全设备的全球范围”，并符合 SWP PPE 标准 (DOC 14.34) 的要求。

离岸起重机操作

离岸起重操作必须考虑海面状态。一般来说，海面状态 >2 时必须将所列的起重能力降低。

风速蒲福风级和大约浪高						
蒲福级	说明术语		风速		浪高	
	风	浪	节	m/s	可能值	最大值
0	无风	-	<1	0 - 0.2	-	-
1	轻风	细浪	1 - 3	0.3 - 1.5	0.1	0.1
2	微风	微浪	4 - 6	1.6 - 3.3	0.2	0.3
3	柔风	大浪	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	清劲风	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	中高浪	34 - 40	17.2 - 20.7	6.0	7.5
9	烈风	强浪	41 - 47	20.8 - 24.4	7.0	10.0
10	暴风	巨浪	48 - 55	24.5 - 28.4	9.0	12.5
11	狂风	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

风速蒲福风级和大约浪高						
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

在所有离岸操作之前，必须根据最新的天气预报，估计预期操作时间内操作地点的天气条件。船长和操作人员负责持续控制更新整个操作期间的天气预报。

太阳

注意离岸时太阳的作用会放大，并考虑适当的防护措施。

由于雷雨离岸

一旦预测有雷雨，船长必须判断是否可安全撤回派至风轮机的技术人员，或是否技术人员必须撤至风轮机的安全区域。所有此类决定都必须传达到位于风轮机的人员，并得到其确认。

如果操作时遇到突如其来的雷雨：

当看得见闪电，但听不到雷声时：离开风轮机，登上有顶的维修服务船。

当听得到雷声时：撤至风轮机的一个指定安全区域，待在平台的中间 —— 不要接触塔架！（参考风轮机“安全卡片”(Møllebogen)）。维修服务船不会接近离岸风轮机。

切勿跳入水中。

有关程序及安全区域的详细信息，参见 [雷雨](#) (参见页码 1-12)。

海面状态

船长负责评估相关位置的海面状态（浪高、波型和水流）。船长必须将现状与船只能力及其预期进行比较，以便确定转移是否安全。

坠落的物体

在离岸风轮机内，当机舱盖打开实施作业时，TP 上的所有通行都必须配戴安全帽，不论是否靠近。

特殊安全规定

根据位置和客户要求，各种不同的离岸风轮机可实施特殊的安全规定。这种特殊安全规定在具体场地的 HSE 计划中有说明，并在场地现场介绍中标明。

1.1.20 单独作业

仅为特殊情况下特殊的简单任务

国旗表示针对这一主题有不同国家的不同或额外的规定。	
	
	

一般来说不允许单独作业，任务要分配给最少 2 人的团队。必须规划作业任务，以避免或最大程度地降低团队成员的分离。例如彼此看不见或听不见。

如果作业时团队成员需要分开，即使很短时间，他们都必须通过例如手机或无线电保持通信，以确保彼此的安全。

然而，在特殊和严格限制的条件下，根据部门经理规定的具体风险评估 (PRO 07.01)，简单任务可作为独立作业任务来完成。

此类任务不包括：

- 电气作业
- 热作业
- 涉及带电工具的作业
- 起重操作
- 手动搬运重物
- 化学品作业
- 在 1 区外风力发电机内作业

只有胜任的人员才允许独立进行作业任务。

独立完成的作业任务需要得到员工的部门经理的许可（参考 FORM 05.05），并且必须指定一个联系人。

应急程序

应急程序、联系方式和间隔必须经过商定和测试。

建议呼叫间隔为 15 分钟，但应考虑实际作业任务的危险来决定。

如果未能按照商定方式与联系人进行联系，则联系人必须：

1. 独立联系作业的个人。
2. 如果未能取得联系，则根据商定的可能作业事件/事故的应急程序进行处理。

在风力发电机中，独立作业仅限于重置程序。

在作业开始前

确保通信手段工作正常。参见“通信”。

商定任务的预计持续时间。

简要重申一遍商定的应急程序。

作业期间

在到达作业地点时建立联系。

按照商定的间隔取得联系，并由两个相关人员记录在日志中。

联系人必须与工人保持近距离，以便在紧急情况下提供协助。

1.1.21 高处作业
计划



务必认真计划高处任务，并估计所需工具和材料的量。

检查作业说明 (ZWI) 和风险评估 (RA) 中是否涵盖该作业，或是否还有其它相关安全文件。确保开始作业前具备相关的安全文件。

确保所有的参与人员都具有合格的“基本攀爬与援救”培训证书，所有的 PFPE 都在检测期内且适合使用。

在有坠落危险而造成可能损伤之处，必须考虑适合的预防措施以便对人员进行保护。

无论何时安装了防坠落系统，都必须将其用作保护措施以防止潜在的坠落危险。

木质平台塔架：很多旧塔架都设计了安装间隔为 6 m 的木质平台。平台之间通过 6 m 长的梯子通行，未安装防坠落系统。必须按照操作区域内的本地规定出入这些风力发电机。

确保按照 PRO 05.17 的要求执行任务，并考虑下列问题：

- 安全培训
- 救援设备（Milan 轮毂）
- SWP 救援包
- 叶片救援包
- 救援准备

坠落的物体

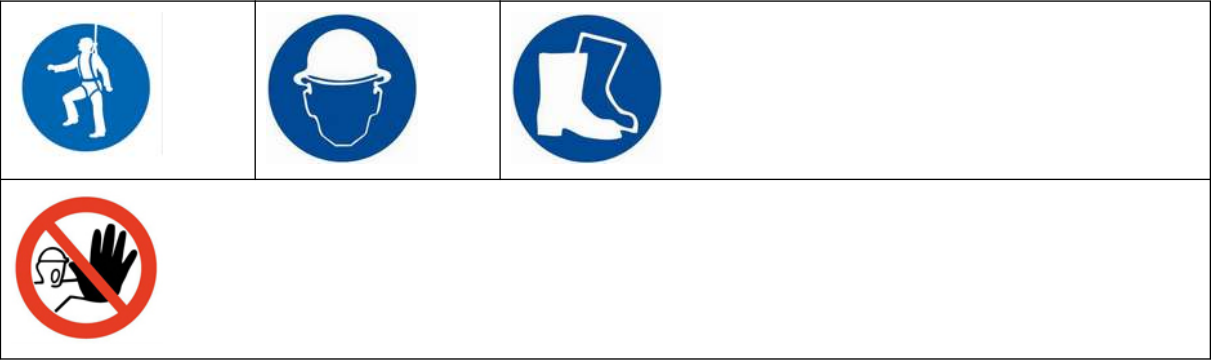


只要发现有物体坠落的危险，就必须用能承受物体重量的系索或绳索将工具和其它散落物体固定，避免坠落。这一预防措施涵盖舱盖开启时机舱内作业以及塔外作业和塔内作业。

应当避免不同水平的作业，并按照这一要求计划所有作业。如果这样做不切实可行，则必须特别考虑到坠落物体的危险。

在塔高 1/5 的半径内必须配戴安全帽。

塔架、机舱及叶片外的作业



风速高时不得打开机舱舱盖。 参见“天气”。

当风轮机正在运行时，仅允许检测，不允许实际作业。 最大风速的具体信息参见“天气”。

当在塔外、机舱外或在叶片上工作时，所有的工具都必须安全地固定到安全带上或风力发电机的适当部件上。 在风轮机外作业时，必须锁住偏航和转子，除非作业说明中另有解释。

在风力发电机外面作业时，必须在陆上风力发电机周围设置半径至少为塔高 1/5 的安全界限。 必须竖立醒目的标志，提醒注意可能坠落物体。

绳索技术

部分作业使用“绳索技术”完成。 此类作业要求经过培训和认证的绳索技术人员 (S.P.R.A.T) 进行。 进行绳索技术作业要遵循特殊的安全规定，采用针对此类作业的特殊方法。

1.1.22 挖掘



在各种挖掘工作之前必须通知主管/场地经理，以便与附近其它作业协调。

必须在任何挖掘活动之前确定隐性设施的位置。

如果要在地下电缆附近进行挖掘，则必须获得作业许可。

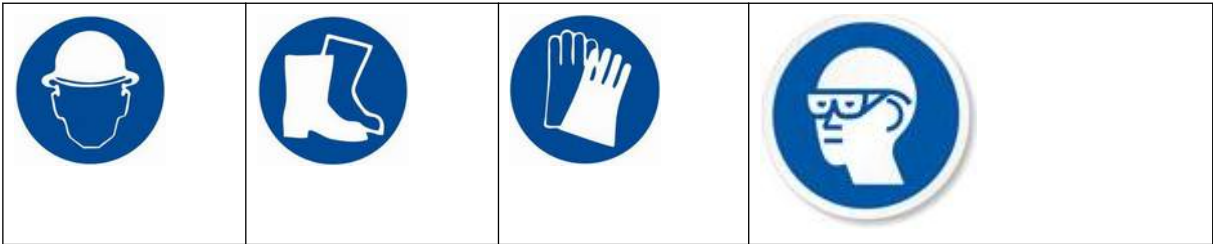
在挖掘现场周围放置清晰可见的路障和警示标志。

要特别注意靠近边缘的车辆或设备相关的危险。

应将所有超过 1.5 m 深的侧面倾斜或加以支撑，以避免陷落。

在下雨、发生洪水或其它日渐危险的情况之后要认真检查。

1.1.23 起重机作业
计划



只要可能的话，应避免手动处理，起重作业应采用机械辅助设备进行。

起重作业必须根据 SWP DOC 14.38 “SWP 起重标准”区分为简单起重（使用风轮机或地基安装的服务起重机）和复杂起重（使用外部起重机提升更重的物体）来操作。

使用机舱或地基的起重机时，所有负载都必须放在规定的封闭起重袋内或用适当的索具装吊，以便由有资质的人员提升。

在用起重机、叉车或其它机械设备提升物体之前，要确保起重设备合乎标准，且起重设备在检查期内。

必须由有经验、胜任的人员提升主要组件，如塔架各段、机舱和转子。

除了与起重过程有关的人员之外，其他人不得进入起重区域。

起重计划

未被归为简单起重起重操作必须按照规定的起重计划进行。起重必须由胜任的人员进行计划，并由指定的起重主管监督。

起重主管



起重主管负责与起重机操作员协调起重事宜，并必须能够在整个起重过程中与起重机操作员清楚地沟通。

起重主管负责按照 DOC 14.38 和本地法规的要求执行起重作业，并必须确保所有涉及的人员都理解该计划。

起重主管必须穿着颜色醒目的马甲，以便容易分辨。

起重主管负责标记好起重区域，并清除所有未经授权的人员。

通信

所有相关人员建立并保持良好的通信。应使用国际认可的起重机信号，除非另外商定。

信号员可能隐藏在地形中或被负载遮挡，当距离过长或极端天气状况下，手势信号可能会不清晰。因此，起重程序所涉及的人员在起重过程中必须使用双向无线电设备或手机。起重程序开始前，要确保电池充满电。

合格的起重设备

只能使用规定的合格起重设备。不得使用自制的起重设备。

起重机、服务起重机、电葫芦和所有起重设备都必须清楚地标明合格证、安全作业负载 (SWL)、最新检查日期、检查人员姓名和下次检查日期。

设备使用者有责任做到只使用合格、有标记的起重设备。

在设备上可找到吊装工具、起重机及类似起重设备的合格证和用户手册。

起重时的安全



请仅根据用户手册使用起重设备来管理各项任务。

不允许在悬吊的重物下方站立或行走。

如果下方需要作业，则悬吊的重物必须加以支撑。

对于离岸起重，一般指定的起重要求必须根据海面状态而降低。

吊装工具

对于没有服务起重机的风轮机，如有必要，则带一条绳索到机舱，用于吊装工具和材料。

使用移动式起重机和机械的合格证

机械操作人员必须具备操作起重机和叉车的有效的批准证书。

索具

仅具有资质的人员才可用索具提升。该人员负责确定物体的重量及重心，并选择合适的起重设备。

使用前，目视检查起重设备。不得使用有缺陷设备或超过检查期限的设备。

给有缺陷的设备标记“不得使用”，并确保适当隔离。

风

在起重机运行时，对于下列材料中所说明的限制情况必须特别考虑风速：

- 起重计划
- 作业说明
- 安装手册

起重主管与起重机操作员共同确定，根据天气监测情况实施起重是否安全。

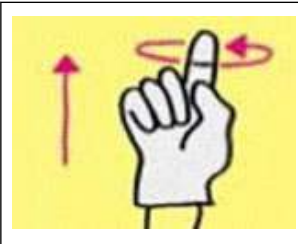
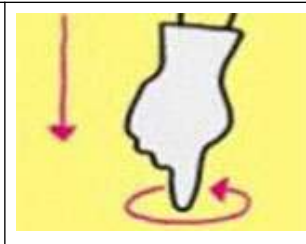
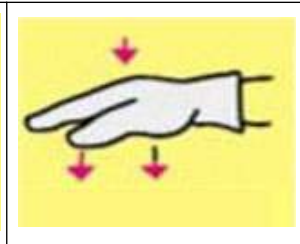
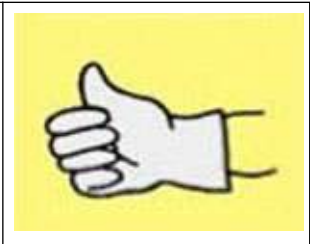
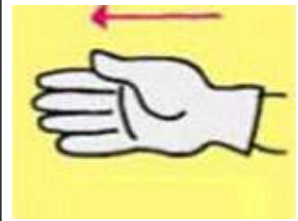
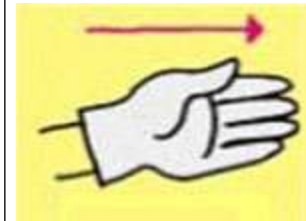
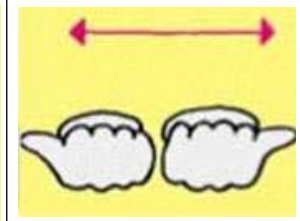
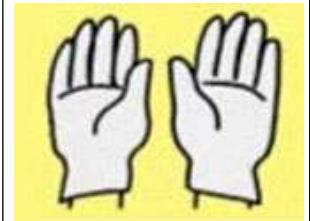
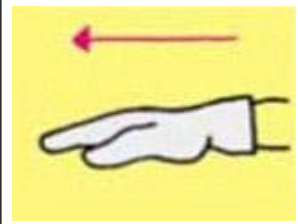
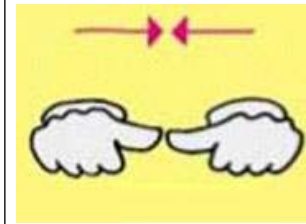
突遇强风的危险必须考虑。参见“天气”。

起重机信号

下图显示国际通常使用并认可的控制升降机的信号。

仅被指定的人员才能向起重机操作员发出信号和引导操作员。

表 1.1.23. 起重机操作的手势信号

			
吊升	下降	下降 - 用于短距离	抬起/臂架类起重机吊升
			
向左摆动	向右摆动	伸出	快速停止
			
向此方向移动吊重	缩回	不理解信号	远距离处使用“指示牌”

1.1.24 热作业

国旗表示针对这一话题有不同国家的不同或额外的规定。



焊接、燃烧、气割、金属研磨、热收缩或其它能产生高温的所有操作都必须事先由部门经理或指定人员书面授权，按照作业说明的“INS 05.15 许可”填写作业的“DOC 05.5 许可”。

场地领导或部门经理必须用作业日志的“DOC 05.6 许可”记录所有的作业许可。

灭火器：



务必参考作业范围/作业许可来携带灭火器，并保证灭火器类型和容量正确。

在开始作业前，检查周围是否有易燃材料，以及滴油板是否有油、脂和纸等。无法移除的可燃物品必须加以保护。

采取所有的防火预防措施！用足够的防火毯遮挡热作业的周围区域，以避免火花对设备造成损害或引起火灾。

最低个人防护用品：



穿着适当的安全鞋



配戴安全帽



配戴护目镜



配戴合适的手套

穿着长裤

穿着长袖上衣

如果正在进行的作业有着火的危险，则应通知主管/场地经理，以便协调场地上的其它作业。

为了避免火灾隐患，在风轮机上执行了任何目的的维修服务后，都必须无一例外地清除抹布碎屑，清空容器等，废料带回维修服务办公楼内或放入废物容器。

不能将以后使用的备件和润滑剂存放在风轮机里！

1.1.25 电气作业

这套规定是西门子对执行风力行业任务的西门子员工及分包商的最低安全要求。具体国家的规定在具体场地的 EHS 计划中说明。

国旗表示针对这一主题有不同国家的不同或额外的规定。		
		

高电压

带电	未经授权的人员不得出入
	

最低个人防护用品：			
			
系好安全绳	配戴安全帽	穿着绝缘安全鞋	配戴护目镜

EN 50110-1 定义：按照国际标准，高于 1000 VAC 和 1500 VDC 被定为高电压。

高电压作业的一般规定：高电压作业只能由经过批准和认证的承包商进行。

高电压作业的人员必须具有合格的高电压安全认识证书。证书必须由地区 EHS 部门认可。

作业开始前，电气设备必须断电，避免重新接通，经测试确定无电压，并建立接地连接。

低电压

按照国际标准，小于等于 1000 VAC 和 1500 VDC 的电压被定为低电压。

最低个人防护用品：			
			
穿着适当的安全鞋	配戴合适的防护手套	系好安全绳	配戴护目用具

仅允许 Siemens Wind Power A/S 指定的、最低要求具有带电低电压电气安全课程有效证书（相当于丹麦 LAUS 课程）的人员进行电气安装和设备检查、测试和维修。

证书必须由 Siemens Wind Power 负责地区或所在国的 EHS 部门 (E R WP BE EHS) 确认适用于作业范围。

只有经 Siemens Wind Power 或 Siemens Wind Power 的电气供应商雇佣或认证的人员才有权检查、测试和维修电气安装及电气设备。

有电	
	尽可能避免“带电”电气作业！！！！ 尽可能保持配电箱门关闭！ 在确认断电前，所有的电路都必须视为带电！

未经授权的人员不得出入	
	

在“带电”部件上作业时必须有 2 名人员在场。在执行所有电气任务之前，位于临近区域（距不绝缘带电部件 50 cm）的人必须取下所有的金属首饰、手表等，并采用适当和规定的绝缘安全设备。

在操作任何电路之前，作业区域必须按照规定的书面程序 (AWP)/或其它关于绝缘的书面程序断电，并挂上个人挂锁或标签以防重新接通。

必须用适当的测试设备确认是否处于断电状态。测试前后必须检查测试设备。

如果通过保险丝而非开关来控制设备的接通和关闭，则必须取下保险丝，由监督作业的人保管。

只有在下列情况下才允许带电作业：

- 测试和故障检查
- 处理和更换 UPS 电池

其它带电作业只有在获得 Siemens Wind Power A/S 的地区工程部门书面许可的情况下才能进行。

进行电气作业的技术人员必须使用适当的个人防护装备，包括但不限于：

最低个人防护装备		
		
穿戴规定的特殊绝缘手套 ("LAUS" 手套)	穿着绝缘安全鞋	配戴护目镜
规定的绝缘工具		

测试设备必须适用于要测试的电压水平。有问题的电压水平必须标记为不低于过压类别 3。

在供电部件中（从电路板电源连接线到高压变压器），仅使用标记为过压类别 4 的测试设备来检测有问题的电压水平。

1.1.26 化学品作业

有害作用

风力发电机的维修服务工作涉及处理各种化学产品（油、脂、清洁剂、润滑剂、胶水等）。这些产品中有些会危害健康，反复接触皮肤后可能引起湿疹和过敏反应。吸入其它化学产品的烟尘也对健康有害。有些产品没有即刻效果。可能长期使用产品后才会发现健康危害。

化学品安全技术说明书

警告		
		
强制使用		
		

化学品安全技术说明书 (MSDS) 是为每个单独的化学产品制定的。它包括产品应用中相关危害的具体信息。同时也给出了急救、处理、处置及所需的个人防护设备的具体信息。

MSDS 必须很好地组织、更新，并可容易地在作业区域附近获取。对于陆上风轮机，MSDS 位于维修服务车内。对于离岸风轮机，最近的维修服务办公楼和船长都必须有安全技术说明书。对于存储设施，安全技术说明书位于存储室内。

MSDS 必须以使用者可以理解的语言提供。

MSDS 可通过 SWP 内网/重要链接/在线 MSDS 获取。

有些国家要求“化学品风险评估” (COSHH / APB) 作为 MSDS 的补充。

预防措施

紧急情况	
	

研究安全技术说明书，确定该产品是否危害您的健康。

如果吸入的某种产品有害健康，则必须采用合适的个人防护装备，并按照 MSDS 中的说明进行适当的通风/排气。

如果无法避免皮肤接触，则必须根据 MSDS 中的要求配戴防护手套。使用**正确类型的防护手套**非常重要！任何情况下普通的工作手套（皮革）都不能用作化学品防护手套。

在储存和使用化学品的地方必须有急救设备和洗眼设备。

存储

不能将化学品存储在**没有标记**的容器内。

务必将化学品存储在通风良好且防止溢出的地方。

使用和存储化学品的地方必须有溢出物收集方法。

化学品存储时要防火。

处置

化学物残留及有油脂的衣服必须作为有害废物处置。

1.1.27 应急和撤离

场地应急

具体站点的应急响应计划 (ERP) 应针对所有人工操作设备和维修服务场地制定。该计划由客户负责准备和管理。ERP 作为附录 4，是 EHS 计划的一部分。

ERP 的打印稿必须易于取用。

ERP 中说明了如何与各个应急响应协助方面取得联系，并包含一个应急联系人列表，包括消防部门、警察、急救医生、场地经理、主管、业主及其他相关人员。

ERP 会指明场地位置、去往最近医疗设施及最近外伤治疗中心的路线。

ERP 至少要说明下列情况下场地如何响应：

- 火灾
- 受伤
- 溢出
- 蓄意破坏
- 应急通讯

ERP 必须是现场介绍的一部分。

风力发电机的紧急情况

在较新式风轮机中，应急响应程序、风轮机位置、风轮机应急响应设备和具体风轮机的应急联系列表都列在机舱左前侧和风轮机底层支架上的《风轮机安全手册》中。

《风轮机安全手册》是风力发电机的应急响应计划。

旧式风轮机尚未编制《风轮机安全手册》。在这些风轮机中必须遵守一般应急程序，参见“一般应急程序”。

应急培训和准备

风力发电机的所有出入及作业都必须符合 PRO 05.17“安全设备与安全培训/救援准备”的要求。

根据 PRO 05.17 及 ERP 的要求，场地必须具备救援设备。

该 PRO 规定了进入风力发电机的可进入区域 1-7 的培训和救援准备要求。当计划访问一个风力发电机或在风力发电机内作业时，必须查询该 PRO 准确的具体信息。

当进入一台风力发电机时，进入的个人要自己负责了解西门子的最新应急程序。

当进入风力发电机时，必须确保具备各个应急协助联系方法和细节。

风力发电机内的应急响应设备

在风力机内工作时，必须具有撤离设备、合适类型的灭火器、急救设备及洗眼设备。如果风轮机内没有安装，则进入时必须携带。

如果一个人未经培训或不熟悉如何使用风轮机内所提供型号的撤离设备，则进入时必须携带适合该人员培训水平的型号（访问者不需要满足该要求）。

《风轮机安全手册》会列出风力发电机内应急设备的类型和位置。《风轮机安全手册》位于塔架底层和机舱左前部分的支架上。

风力发电机内应急响应设备的类型、数量和位置根据风力发电机的型号、国家位置及客户喜好而有区别。

可能会有下列类型的设备：

灭火设备	
	干粉灭火器 (4 -6 kg) CO2 灭火器 (") 防火毯

急救设备	
	急救包（敷料、保暖毯、绷带等）
	洗眼设备

撤离和救援设备	海上救援设备（离岸风轮机）
• 应急设备 AG 10 型（仅下降） • 应急设备 Milan 轮毂 A024 型（救援/提升和下降） • 应急设备 Milan 轮毂 A020 型（仅下降） • 应急设备 Milan 轮毂 RG 10 型（仅下降） • 应急设备 Milan 轮毂 RG 10 A 型（救援/提升和下降） • 应急设备 RollGliss 型（救援/提升和下降）	• 救生圈 • 船钩 • 被困在风力发电机上的人员的应急设备和配给

担架
有些风轮机为撤离严重受伤者配备了脊椎固定板。请仅与受过高级救援培训的人员合作使用担架。

重要: 为保证紧急情况下采取正确有效的行为，人员应熟悉特定风力发电机内的应急响应设备和救援设备，这一点非常关键。

应急灯

风力发电机内有依靠电池 (UPS) 运行照亮风力发电机的应急灯，以防电源/电网故障时使用。
在发生电源故障时，应急灯的电池电量足够运行至少 1 小时。电池由内置充电器自行充电。

紧急打开舱门

如果风轮机没有电，则机舱顶部的舱门无法自动操作。
如果电源故障时舱门关闭并出现紧急情况，则应使用机舱内所标记的应急舱门。（《风轮机安全手册》中指出）/也可通过塔架内爬梯/紧急出口撤离。
有些 2.3 MW VS 和 3.6-MW 型号的舱门没电也可以操作。舱门装有一个手泵，为打开舱门提供所需压力。

风轮机救援和撤离

	高处作业时，必须具备救援设备。救援设备可通过服务起重机提升，或用绳索提升，或钩在全身安全绳从塔架中提上去。如果风力发电机装有升降机，则可由升降机带上去。
---	--

在例如火灾等一些紧急情况下，有必要从外侧撤离风力发电机。
从离岸风力发电机进行外部撤离时，有落入水中的危险。如果发生脱离撤离设备的情况，则游到地基处，并留在该位置，直到救援船到达。
如果出现作业事故，则可能需要从出入区 1-7 中的某个区营救伤员。
如果极端天气影响安全撤离，则人员必须根据情况撤离到风力发电机的最安全区域。在多数情况下，该区域为塔架的底层。联系场地经理（如果是离岸风轮机则也可联系船长），并遵守给出的说明。
一般来说，培训和设备是为向下撤离和救援设计的。

如果机舱安全，则它可为直升机救援/撤离提供最佳机会。

如果受伤严重，那么由于受伤的性质、受伤严重程度或风力发电机地处偏僻等原因，可能需要直升机救援。

1.1.28 一般紧急程序

过程:

- 1 评估情况，如果可能则停止事故！
 - 1.1 如果评估认为是灾难性的，且不可能进行第 1 步，则报警并疏散所有人员
- 2 进行急救。
- 3 呼叫协助（地点？事件？人数？如何？谁？）
- 4 进行普通急救。
- 5 重新评估情况并更新信息。
- 6 检查伤亡情况。
- 7 在场地入口或通往风力发电机的主路上或在风力发电机底层/地基处安排一人，进行引导并协助应急支援。紧迫危险结束后，根据情况和场地组织结构联系主管并告知细节：
 - 7.1 部门经理/场地经理/场地主管
 - 7.2 场地的西门子 EHS（环境、健康与安全）人员
 - 7.3 事件相关公司的 EHS 代表
 - 7.4 丹麦布兰德的西门子 EHS 部门如果有针对具体场地的 EHS 计划，则该计划中会说明通信的具体流程。

1.1.29 撤离机舱

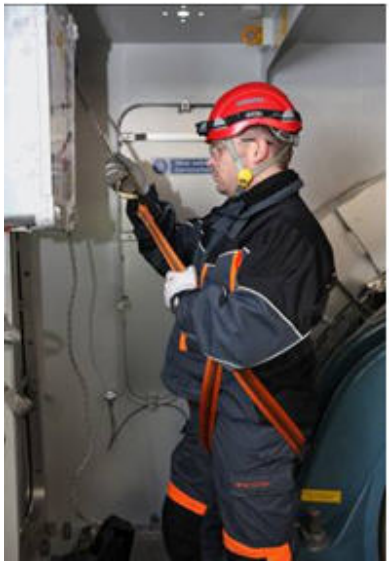
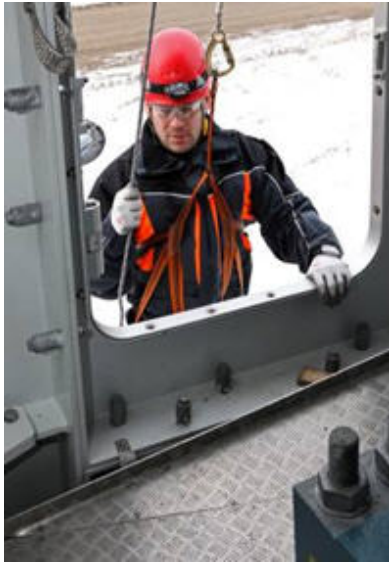
过程:

- 1 评估情况。
- 2 报警——根据评估结果——当地应急服务。
- 3 如果塔中向下的通道可用，请通过梯子撤离（禁止使用电梯！）
- 4 如果塔内的通道被堵住：
 - 4.1 朝着风轮机顶部移动，并停留在那里，直到救援人员到达。
 - 4.2 与救援人员保持联系。
- 5 如果可能，打开舱门，以确保有新鲜空气。
- 6 如果需要撤离机舱——请选择最安全的通道撤出。
- 7 确保提供了合适的救援设备。
- 8 阅读撤离程序，并确保每个人知道怎么处理。
- 9 找到一个合适的锚固点，并准备设备。
- 10 撤离风轮机。
- 11 通知上级。

1.1.30 撤离图片

撤离风轮机 SWT-2.3-82VS/93/101			
			
(1) 将撤离装备挂到规定的锚固点上	(2) 准备逃生用的绳索	(3) 将绳子套在腿上	(4) 调整绳子前面
			
(5) 调整背带	(6) 朝身体方向拉动绳扣，直到系紧绳索	(7) 将绳环连接在撤离设备上	(8) 拆除撤离舱门
			
(9) 将绳包向外扔出，让绳子悬在外面	(10) 抓住悬挂的绳索，并迈出舱门	(11) 吊住后，沿绳子往下滑	(12) 如果可能的话，则首选个人安全绳

撤离风轮机 SWT-3.6-107			
			
(1) 将撤离装备挂到规定的锚固点上	(2) 准备逃生用的绳索	(3) 将绳子套在腿上	(4) 调整绳子前面
			
(5) 调整背带	(6) 朝身体方向拉动绳扣，直到系紧绳索	(7) 将绳环连接在撤离设备上	(8) 拆除撤离舱门
			
(9) 将绳包向外扔出，让绳子悬在外面	(10) 抓住悬挂的绳索，并迈出舱门	(11) 吊住后，沿绳子往下滑	(12) 如果可能的话，则首选个人安全绳

撤离风轮机 SWT-3.6-120		
		
(1) 取出撤离设备	(2) 将撤离装备挂到规定的锚固点上	(3) 朝身体方向拉动绳扣，直到系紧绳索
		
(4) 将绳包向外扔出，让绳子悬在舱门外	(5) 抓住悬挂的绳索，并迈出舱门	(6) 吊住后，沿绳子往下滑。到达地面后，将自己松解开，让下一个人撤离

1.1.31 风力发电机中着火



关于此任务: 小火：尝试用灭火器控制。如果不成功：撤离。

海上： 请勿跳入水中，除非绝对需要。

过程:

- 1 报警——当地应急服务。
- 2 风轮机中救援人员。
- 3 如果冒浓烟——请避开浓烟，并努力灭火。
- 4 召集人员——清点人数——评估是否需要急救。
- 5 每个人都撤离后——断开主开关，停止风轮机。
- 6 撤离到外面后，远离（逆风方向）烟雾，并等待救援。
- 7 通知上级。

1.1.32 意外事故和疾病



过程:

- 1 停止意外事故/机器。
- 2 进行急救。
- 3 报警——当地应急服务。
- 4 继续急救。
- 5 化学品事故，请遵守 MSDS 或 COSHH 中的说明。
- 6 协助救援人员。
- 7 通知上级。
- 8 考虑限制入口。
- 9 让机器、设备等保留现状。请勿清洁或整理。
- 10 记录事故调查详情，并拍照。
- 11 协助制备事故报告。

1.1.33 环境事故



过程:

- 1 如果可能——降低事故影响。
- 2 检查有危险的技术人员 / 如有必要，撤离 / 进行急救。
- 3 封锁该区域，以免伤及人员。
- 4 报警——当地应急服务。
- 5 通知上级。
- 6 继续降低事故影响——遵守 MSDS 或 COSHH 的说明。
- 7 协助救援人员。

1.1.34 电气意外事故



过程:

- 1 断开电路。请勿接触人员，直到电路断开。
- 2 进行急救。
- 3 报警——当地应急服务。
- 4 继续急救。
- 5 通知上级。
- 6 必须请医生检查伤员。
- 7 必要时，在接下来的 24 小时一直照看伤员。

1.1.35 超速

过程:

- 1 撤离风轮机。
 - 1.1 尽全力撤出人员
 - 1.2 召集人员——清点人数
 - 1.3 尽量远离风轮机
- 2 如果事故风险增大——通过电话或移动电话呼叫紧急服务。
- 3 通知上级。

海上：请勿跳入水中，除非绝对需要

1.1.36 人员遭遇低温



过程:

- 1 水平放置人员。
- 2 进行急救。
- 3 遭遇严重低温时（和人员对话，没反应）。
 - 3.1 进行人工呼吸
 - 3.2 请勿按压胸膛
- 4 报警——当地应急服务。
- 5 使人员慢慢变热。
 - 5.1 脱下湿衣服
 - 5.2 用毯子或类似物品裹住人员（如铝毯）
 - 5.3 如有可能，用自己的体温去暖和伤员
 - 5.4 如可能——将人员放在一个温暖的房间中
- 6 用毯子裹住身体和手脚。请勿将手脚放入热水中。
- 7 等待救援人员并协助他们。

重要: 必须立即将遭遇低温的人员送到医院。

1.1.37 直升机撤离

必须向当地救援服务和直升机救援单位介绍，并由其确认救援程序。可能需要更改。程序“直升机救援准备工作”仅作参考。

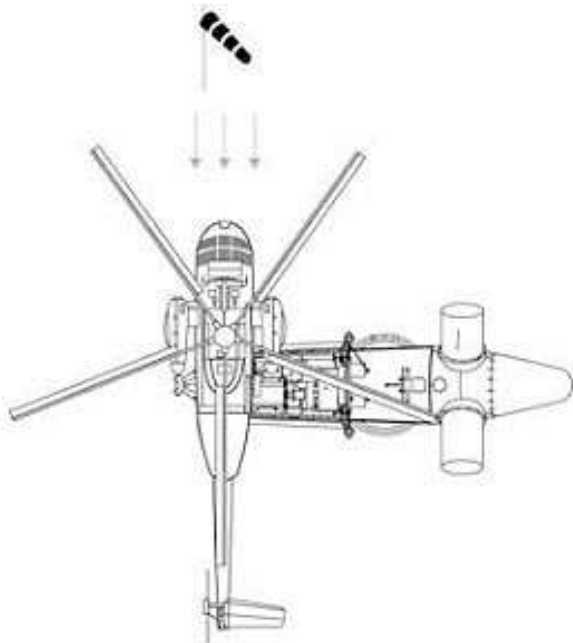
过程:

- 1 申请直升机救援。由当地救援服务部门决定是否需要直升机救援。
- 2 联系后，对风力发电机执行“直升机救援准备工作”程序时，如果可能，让机务人员简单介绍程序和路线。提供无线电联系详情和预计的伤势详情。
- 3 执行[直升机救援准备工作](#) (参见页码 1-46)程序。
- 4 如果可能，通过无线电装置或电话与直升机进行通讯。

1.1.38 直升机救援准备工作

过程:

- 1 将风轮机沿风外侧转过 90°，装上偏航锁，请参见图示。



- 2 调整叶片，让一个叶片垂直朝下——安装转子锁。
- 3 打开舱门，并且**用舱门锁固定住它们！**
- 4 当直升机位于风轮机正上方时，机舱中将有大风。因此在救援时，所有技术人员必须系上安全带，并用一根系索固定
- 5 必须戴上安全帽，绑紧下巴带。
- 6 如有，必须戴上护耳器。
- 7 谨防静电。
- 8 必须将直升机吊钩挂在担架上。
- 9 挂好吊钩并做好准备时，必须向直升机发出一个清晰的手势。



1.2 机械安全

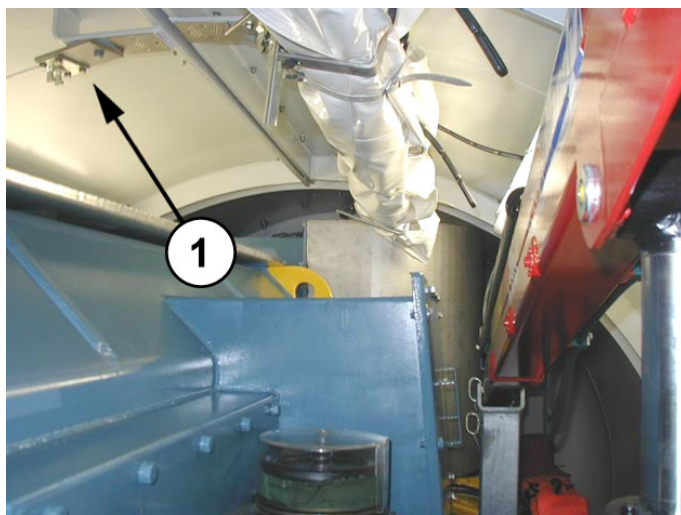
1.2.1 打开和关闭机舱舱门

重要: 进入轮毂前以及在传动装置上作业期间，应确保 HS 转子锁已啮合。

液压站上的检修阀 (252) 必须定位在维修服务模式状态。

在风轮机没有电压的情况下手动打开舱门。

1. 打开机舱舱门上的扣锁



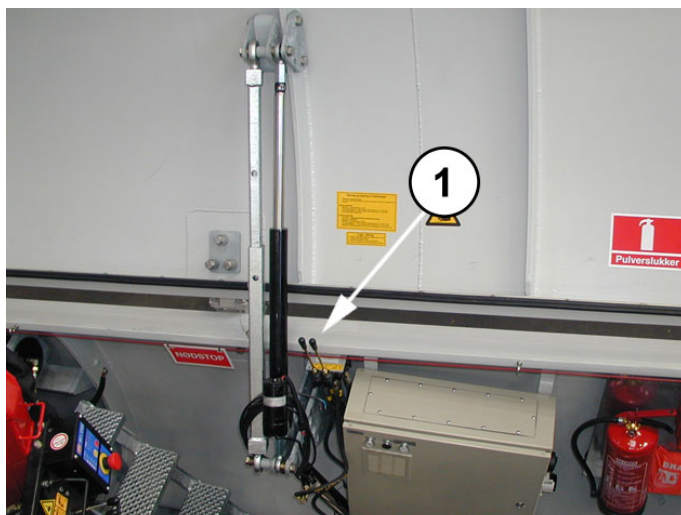
(1) 机舱舱门上的扣锁

FG000252A

请参见“ZWI1004273”

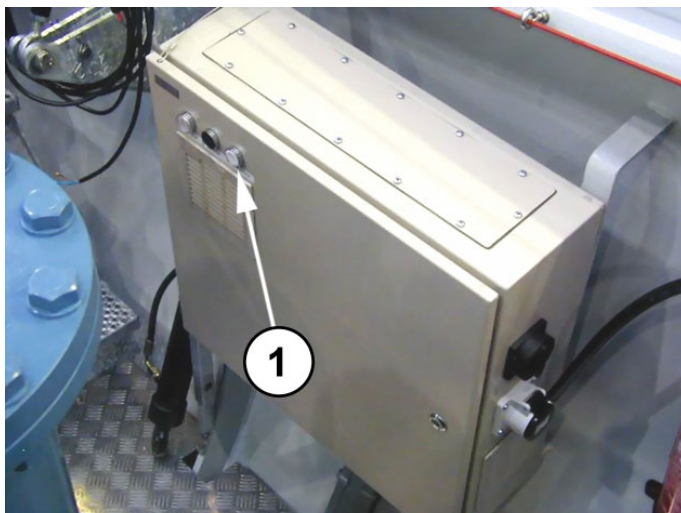
操作用于打开和关闭机舱舱门的手柄

机舱舱门由 2 个液压缸打开。开门手柄位于机舱左侧。一个手柄用于打开舱门 1，另一个用于操控舱门 2。液压泵由位于 A9 配电箱上的开关激活。



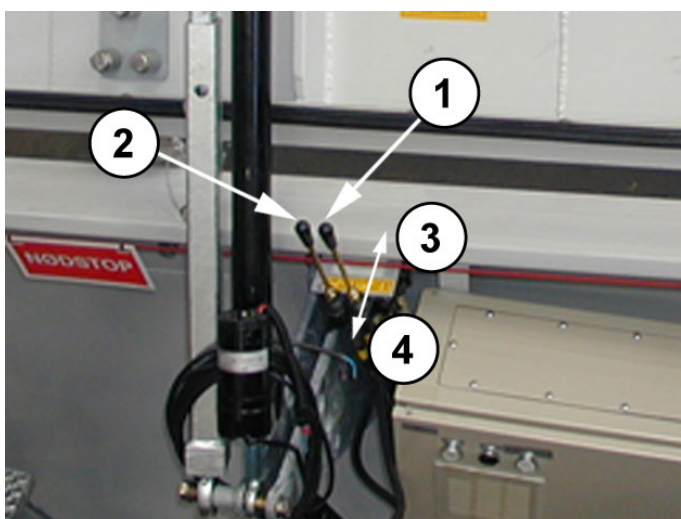
(1) 操作手柄

FG000253A



FG000254A

为激活手柄，应激活按钮 (1) - 舱门



FG000255A

操作用于打开和关闭机舱舱门的手柄。

- (1) 手柄 1
- (2) 手柄 2
- (3) 关闭
- (4) 打开

打开机舱舱门

- 向离开舱门方向拉动手柄 1，直至舱门 1 完全打开。
- 向离开舱门方向拉动手柄 2，直至舱门 2 完全打开。

重要: 锁住定两个舱门上的门扇撑杆。

关闭机舱舱门

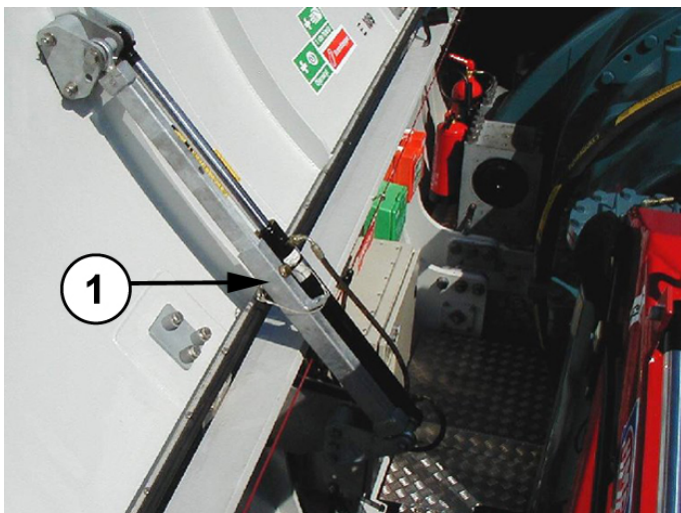
重要: 关闭舱门时确保所有人员全部离开舱门。

- 从两个舱门的门扇撑杆上取下锁。
- 向舱门方向推动手柄 (2)，直至舱门 (2) 完全关闭。
- 向舱门方向推动手柄 (1)，直至舱门 (1) 完全关闭。
- 在没有启动泵的情况下激活手柄，释放液压缸。

闭合舱门上的扣锁。再次检查是否正确锁住。

门扇撑杆

注: 在舱门打开的情况下作业时，应始终使用两个舱门上的门扇撑杆。



(1) 门扇撑杆锁

FG000256A

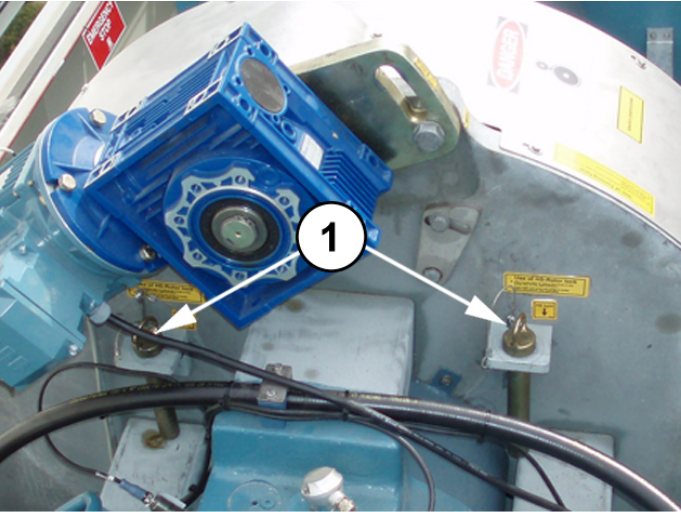
1.2.2 锁定高速轴上的转子

如果作业人员在轮毂中或在传动系统上作业时，必须锁定高速轴上的转子。

重要: 低速锁的风速限制是 18 m/s。

注: 推入锁销时应使用电动转向电机。在锁销脱开之前转向电机必须保持啮合状态。

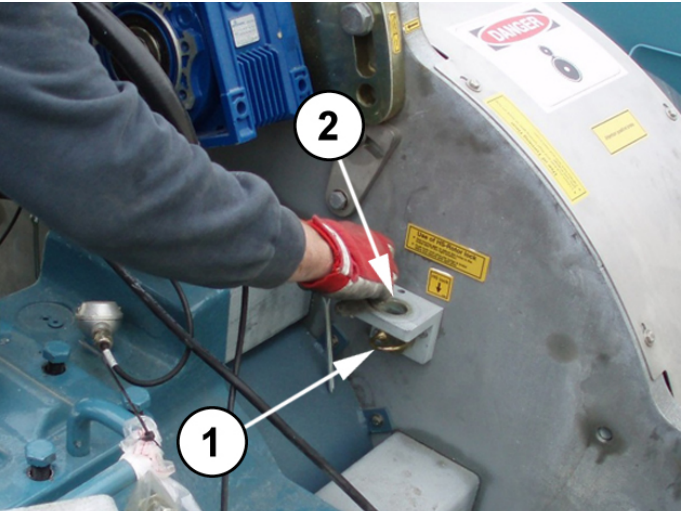
注: 如果转向电机无法转动转子，则将风轮机偏航离开风向。



FG000280A

(1) 转子未锁定时的锁销位置。

转动转子，直至锁销可以啮合。使用转向齿轮转动转子。



FG000281A

(1) 锁紧螺栓
(2) 开口销

为锁定转子，必须将锁紧螺栓完全压到位并且插入开口销将锁紧螺栓锁定。

1.2.3 锁定低速轴上的转子

维修齿轮、主轴或制动器时，或者无法使用高速锁时，应使用低速锁

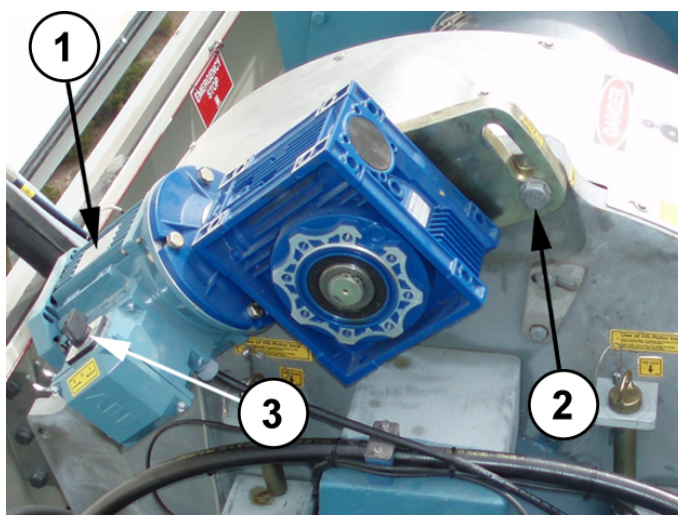
低速转子锁的作用是即使已拆下齿轮或刹车盘也可以锁定转子。

2 根重钢轴安装在主轴承座的底部。可以使用螺杆将两根钢轴插入转子上的法兰中。

重要：低速锁的风速限制是 18 m/s。

电动转向电机

1. 将插头装到起重机 / 舱门的 A9 配电箱上的电源插座上。
2. 松开锁紧螺栓，然后推动转向电机与齿轮啮合。
3. 拧紧锁紧螺栓、松开制动器并使用开关启动电机，使电机按照预期的方向转动。

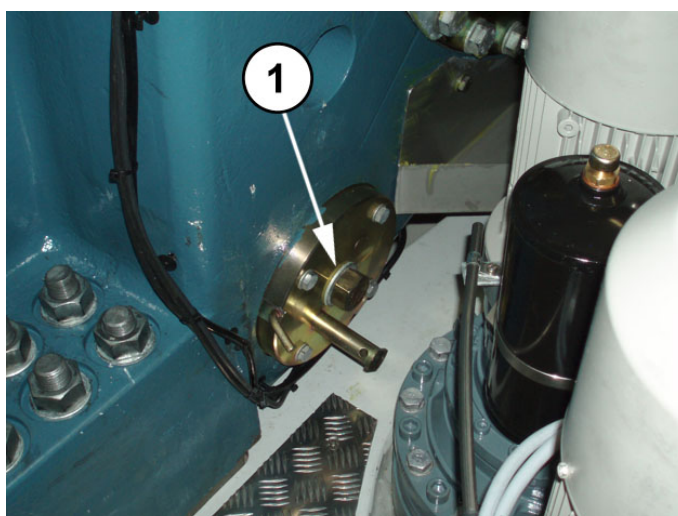


- (1) 电动转向电机
(2) 锁紧螺栓
(3) 开关

FG000282A

使用低速转子锁来锁定转子

1. 利用转向电机转动转子，直至低速转子锁能够啮合。
2. 检查舱门和主轴承之间，以便查看法兰上的孔正好对准转子锁。
3. 停止转向电机。
4. 拆下两侧上的转子锁开口销。

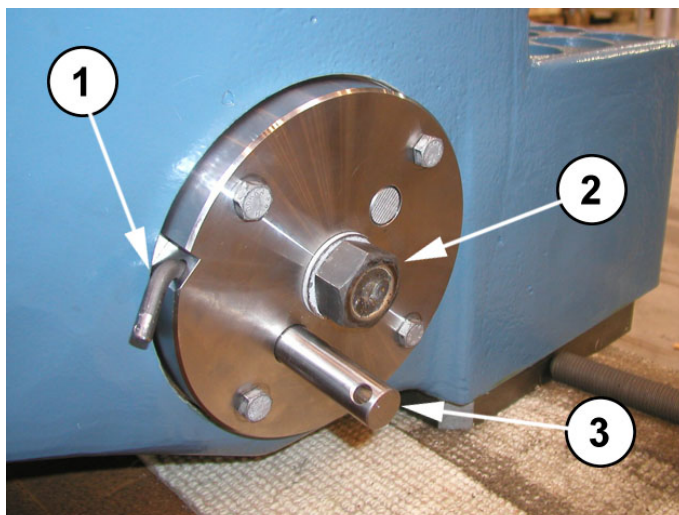


- (1) 低速转子锁

FG000283A

5. 拉出安全锁销。

6. 旋入螺杆。



FG000284A

没有啮合的低速转子锁

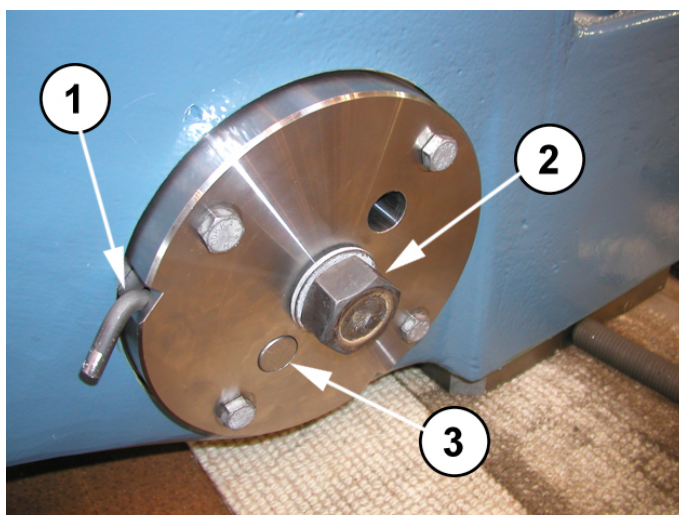
(1) 安全锁销

(2) 螺杆

(3) 指示杆

7. 重新啮合安全锁销。

8. 螺纹销完全进入，转子锁啮合。



FG000285A

已经啮合的低速转子锁

(1) 安全锁销

(2) 螺杆

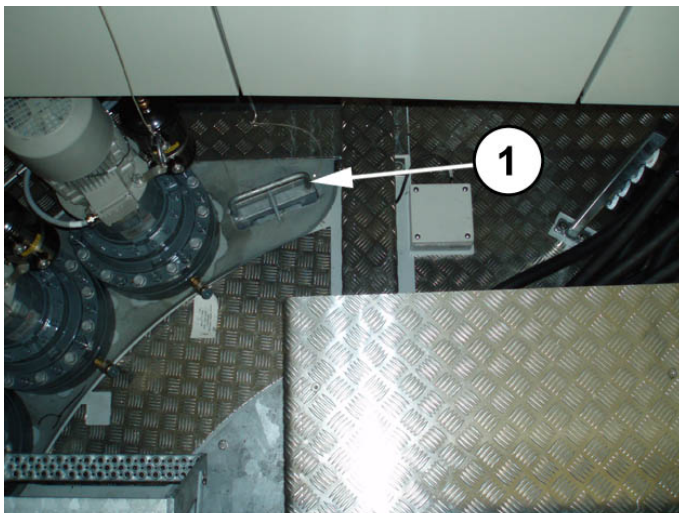
(3) 指示杆

1.2.4 锁定偏航系统

重要: 在以下情况时应使用偏航锁系统：

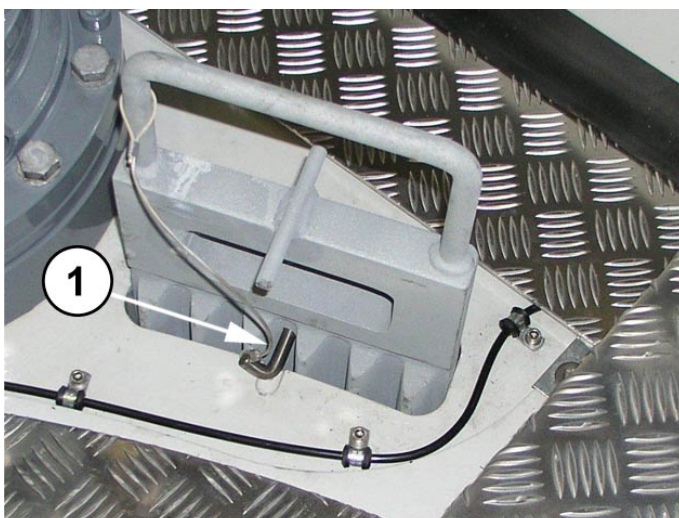
- 在偏航系统 - 偏航爪/齿上作业。
- 维修风轮机外部。
- 在风轮机旁/上进行外部起吊。

重要: 偏航锁的风速限制是 18 m/s。



FG000286A

(1) 偏航锁



FG000287A

(1) 偏航锁处于未锁定位置

过程:

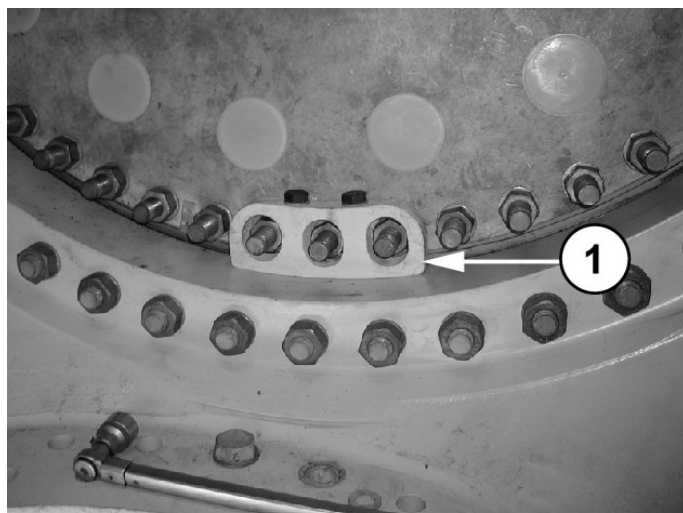
- 1 拉出锁销。
- 2 向下推偏航制动器，以锁定偏航回转环。

在手持终端上启用 **Menu 2 > Screen 1 (Manual yawing)** (**屏幕 1 (手动偏航)**) 来进行对准，使得偏航锁能够啮合。

1.2.5 变桨锁

变桨锁 (手动)

当叶片处于自动变桨锁范围之外的位置上进行作业时，应使用机械式变桨锁。



(1) 变桨锁支架 (手动)

螺栓 M24 x 160 , 10.9

FG000257A

1. 调节叶片，直至变桨锁孔与螺栓对齐。
2. 安装变桨锁螺栓，并以规定扭矩拧紧。扭矩 = 400 Nm。

如果维修人员需要离开已安装有手动变桨锁的风轮机，则有关人员需要每 5 天返回一次，将螺栓重新拧紧至规定扭矩，以确保螺栓不会松动。

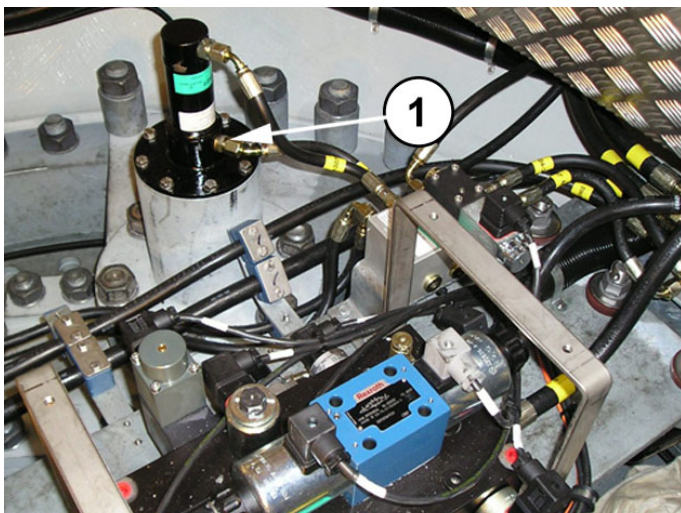


(1) 变桨锁 (手动)

FG000258A

未在用时的位置。

变桨锁 (液压)



(1) 变桨锁 (液压)

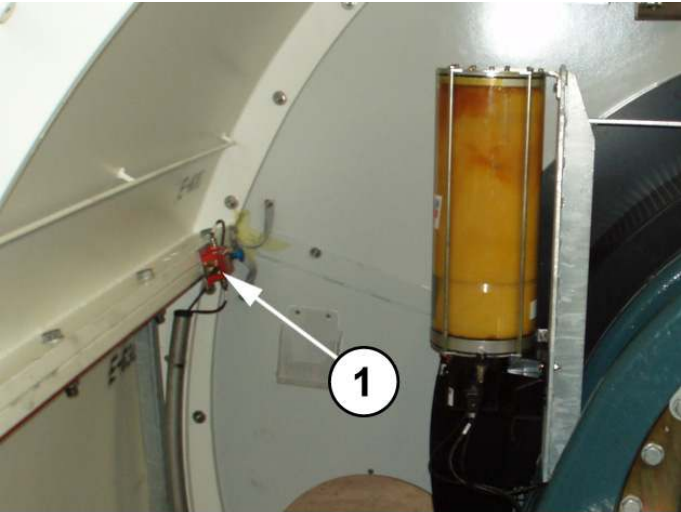
FG000259A

请参阅 ZWI 1001712“出入叶片”
可在 **Menu 24** 中激活。

1.2.6 紧急停机开关的位置

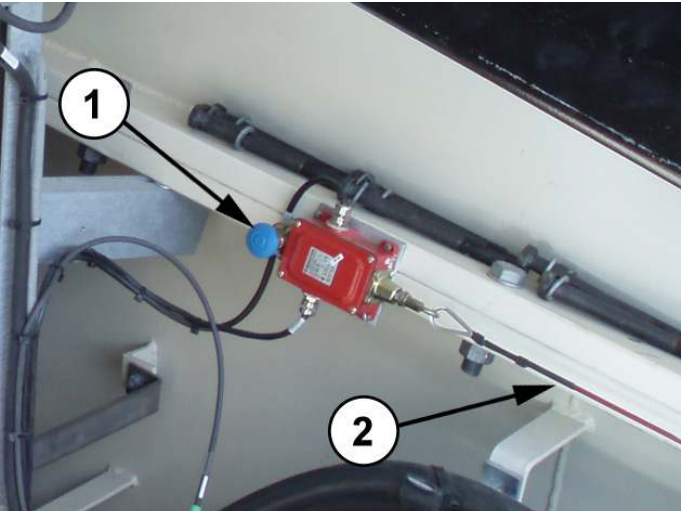
机舱中紧急停机开关的位置

机舱中有 2 个紧急停机开关 - 每侧各一个。拉动钢丝绳即可启用。



(1) 左侧的紧急停机开关

FG000299A



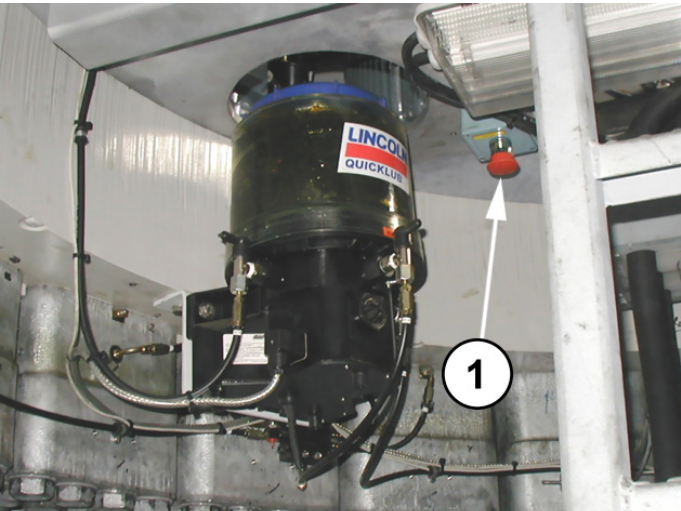
右侧的紧急停机开关

(1) 释放按钮

(2) 紧急停机开关钢丝绳

FG000300A

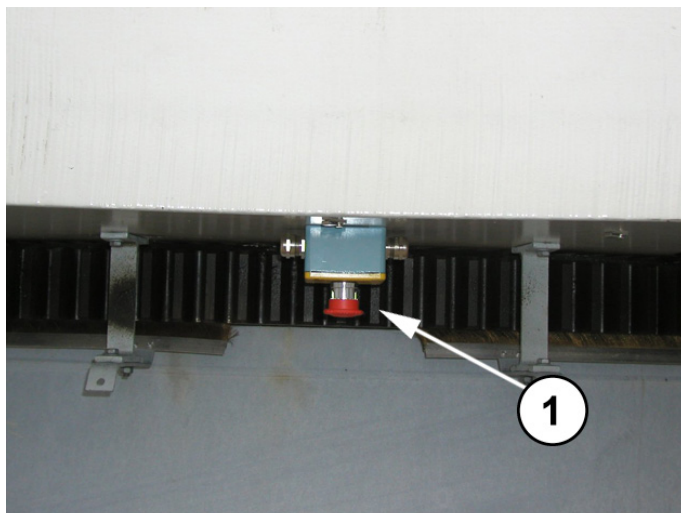
偏航段中紧急停机开关的位置



(1) 紧急停机开关

FG000301A

偏航段外部紧急停机开关的位置



(1) 紧急停机开关

FG000302A

控制器中紧急停机开关的位置



(1) A2 控制器

(2) 紧急停机开关

FG000303A

1.3 电气安全

1.3.1 电气安装作业时的安全预防措施

每次上门维修服务时必须遵守下列安全预防措施。
在风轮机中作业时必须遵守“基本健康和安全规定”。

开始之前: 在开始任何电路作业前，必须保证作业区域断电。仅测试或故障检查工作允许带电压作业。参见“带电作业”的规定。

通过控制器连接主开关（断路器），不允许手动操作。参见 ZWI 1026419：“锁定”主断路器：

为了避免电击危险，必须按照正确顺序遵守以下 3 条规定。

3 条安全规定	
1.	断电
2.	避免重新接电
3.	核实断电状态

注意事项	
	启动和运行风轮机时在塔架底部必须配戴护耳器。

2 技术说明

2.1 技术说明	2-2
2.1.1 技术说明	2-2
2.2 技术规范	2-4
2.2.1 转子技术规范	2-4
2.2.2 叶片技术规范	2-4
2.2.3 空气动力制动器技术规范	2-4
2.2.4 机舱中的负载支承部件	2-4
2.2.5 传动系统技术规范	2-5
2.2.6 机械制动器技术规范	2-5
2.2.7 发电机技术规范	2-5
2.2.8 电网终端技术规范	2-5
2.2.9 机舱罩技术规范	2-5
2.2.10 偏航系统技术规范	2-5
2.2.11 控制器技术规范	2-6
2.2.12 塔架技术规范	2-6
2.2.13 工作数据	2-6
2.2.14 重量列表	2-7
2.3 机舱内组件	2-8
2.3.1 机舱内组件	2-8

2.1 技术说明

2.1.1 技术说明

转子

转子采用三叶片式悬臂结构，安装于塔架的迎风向。功率输出通过变桨调节控制。转子转速可变，其设计能够使空气动力效率达到最大化。

叶片

叶片采用了西门子专利的一体化叶片IntegralBlade®制造工艺，由玻璃纤维增强环氧树脂制成。通过此工艺，叶片被铸造成一个整体件，消除了胶接点所存在的薄弱因素。叶片安装在变桨轴承上，停车时其转角可达82度。每一叶片均拥有独立的变桨调节机构，能够在任何运行条件下调节叶片角度。叶片变桨调节设计可最大限度地优化整个运行范围的功率输出，同样，在静止状态时可将叶片转入风向平行状态，最小化风力载荷。

转子轮毂

转子轮毂采用球墨铸铁铸造，并通过法兰与主轴联接。轮毂具有足够的空间，可以提供舒适的工作环境，便于两名维修技术人员在结构内部进行叶片根部和变桨轴承的维护工作。

主轴及轴承

主轴由合金钢锻造而成，为空心结构，便于能量传递以及向叶片变桨调节系统发送相关信号。主轴由自调节双球面滚子轴承支撑，轴承采用热套方式套到主轴上。

齿轮箱

齿轮箱和主轴通过锁紧盘连接，与机舱之间放置了弹性橡胶垫来减弱结构性噪声。齿轮上安装了温度监控器，油压和振动传感器。这是一个满足工业设计要求的3级齿轮箱。高扭矩齿轮的类型是螺旋行星，这种设计使得齿轮箱结构紧凑，性能优越。衔接齿轮和高速齿轮是螺旋形的，这样有效地降低了噪音。

发电机

发电机为全封闭异步发电机。发电机采用了无集电环的鼠笼式转子。发电机转子结构和定子绕组经特殊设计，可在部分负荷状态下可达到高效率。

发电机冷却系统

发电机配有通风系统热交换器可以把发电机内部的空气和周围空气隔离开来，使空气在发电机内部循环，以此控制住温度变化。

机械液压制动系统

刹车盘和刹车片安装在齿轮箱的高速轴上。此刹车是主动动作刹车，当刹车动作时，刹车盘上有液压压力。液压压力通过刹车盘里的一个活塞施加。当刹车松开时，刹车盘上的液压压力解除。只使用一个液压系统动作压力，这样可以使刹车达到完全刹车扭矩。启用静止刹车时的压力升高速度总是比启用维护刹车的慢。

偏航系统

偏航轴承是带有一个摩擦轴承的外齿轮式回转环。由八台电动行星齿轮减速电机驱动偏航系统。

塔架

风力发电机安装在锥形筒式钢塔架上。塔架内部的上行通道直达偏航系统和机舱。塔架设有平台和内部电气照明系统。

控制器

风力发电机控制器是基于微处理器的工业控制器。控制器带有配套的开关设备和保护装置。具有自诊断

功能，并带有操作键盘和显示器，便于状态读取和调整设置。

NetConverter®功率转换系统允许发电机在变速、变频及变压运行状态下向中压变压器恒频恒压供电。

功率转换系统采用模块化设计，维护十分简便，并采用水冷却方式。

远程监控

风力发电机配有西门子 WebWPS SCADA系统。该系统不仅可以提供远程控制，而且可以通过标准的互联网浏览器提供各种状态视图及相关报告。此外，风机中WebCMS监控可监测风机的震动并可对比这些测量值来定义参考量。

运行和安全系统

风力发电机为自动运行。当平均风速达到约每秒 3至5米时，则会自动启动。输出功率随风速线性升高，直到风速增加至每秒13到14米。此时，功率输出被调整为额定功率。

如果平均风速超过每秒25米的最大运行极限，风力发电机则通过叶片调至顺桨状态而停机。当平均风速回落到重新启动的平均风速以下时，系统便自动复位。

2.3

Technical specifications 技术规格

2.2.1

Rotor specifications 风轮规格

RDS-PP: =MDA

SWT-2.3-82VS/93/101/108

Specifications for a 3-bladed rotor with horizontal axis
三叶片风轮水平轴规格.

Specification 规格	Rotor size 风轮尺寸			
	82	93	101	108
Type 类型	3-bladed, horizontal Axis 三叶片水平轴	3-bladed, horizontal Axis 三叶片水平轴	3-bladed, horizontal axis 三叶片水平轴	3-bladed, horizontal axis 三叶片水平轴
Position 位置	Upwind 上风向	Upwind 上风向	Upwind 上风向	Upwind 上风向
Diameter 直径	82.4 m	93 m	101 m	108 m
Swept area 扫掠面积	5300 m²	6800 m²	8000 m²	9144 m²
Synchronous rotor speed 同步风轮转速	6-16 rpm	6-16 rpm	6-18 rpm	6-16 rpm
Power regulation 功率调节	Pitch regulation with variable speed 通过变速调节桨距	Pitch regulation with variable speed 通过变速调节桨距	Pitch regulation with variable speed 通过变速调节桨距	Pitch regulation with variable speed 通过变速调节桨距
Rotor tilt 风轮倾斜	6 °	6 °	6 °	6 °

2.2.2

Blade specifications

RDS-PP: =MCD

SWT-2.3-82VS/93/101/108

Specification 规格	82	93	101	108
	82	93	101	108
Type 类型	Self-supporting	Self-supporting	Self-supporting	Self-supporting
Blade length 叶片长度	40 m	45 m	49 m	52.6 m
Tip chord 叶尖长度	0.8 m	0.8 m	0.8 m	0.5 m
Root chord 根部长度	3.1 m	3.5 m	3.4 m	3.4 m
Aerodynamic Profile 空气动力学轮毂	NACA 63xxx / FFxxx	NACA 63xxx / FFxxx	NACA 63xxx / FFxxx	Cxxxxx/SWP-xx/FFA-xx/ SWP-xxxx
Material 材料	GRE	GRE	GRE	GRE
Surface gloss 表面光泽	Semi-mat < 30 / ISO 28 半哑光	Semi-mat < 30 / ISO 2813 半哑光	Semi-mat < 30 / ISO 2813 半哑光	Semi-mat < 30 / ISO 2813 半哑光
Surface color 表面颜色	Light gray RAL 7035 浅灰色	Light gray RAL 7035 浅灰色	Light gray RAL 7035 浅灰色	Light gray RAL 7035 浅灰色

2.2.3

Aerodynamic brake specifications 气动制动器规格

RDS-PP: =MDC10

SWT-2.3-82VS/93/101/108

Type 类型	Full span pitching
Activation 激活	Active, hydraulic 能动;液压

2.2.4

Load supporting parts in the nacelle 机舱内负载支撑部件

Hub 轮毂	Nodular cast-iron 铸铁
Main bearing 主轴承	Spherical roller bearing 调心滚子轴承
Main shaft 主轴	Alloy steel 合金钢
Nacelle bed plate 机舱底座	Steel 钢

2.2.5 Transmission system specifications 传输系统规范

RDS-PP: =MDK

SWT-2.3-82VS/93/101/108

Coupling, hub / main shaft 轮毂主轴耦合	Flange 轮缘
Coupling, main shaft / gearbox 主轴齿轮箱耦合	Shrink disc 收缩盘
Gearbox type 变速箱类型	Three-stage planetary / helical 三级行星/螺旋
Gearbox ratio 变速箱比	1:91
Gearbox lubrication 变速箱润滑	Splash / forced lubrication 飞溅/强制润滑
Oil volume 油量	Approx. 400 liters 400L
Gearbox oil filtering 变速箱油过滤	Inline and offline 在线/离线过滤
Gearbox cooling 变速箱冷却	Separate oil cooler 独立油冷
Gearbox designation Winergy 威能极变速箱	PEAB 4456 (Winergy)
Gearbox designation Hansen 汉森变速箱	EH851
Coupling gear / generator 齿轮联轴器/发电机	Double flexible coupling 双弹性联轴器

2.2.6 Mechanical brake specifications 机械制动规格

RDS-PP: =MDX

SWT-2.3-82VS/93/101/108

Type 类型	Hydraulic disc brake 液压盘式刹车
Position 位置	High speed shaft 高速轴
No. of calipers 卡钳号	2

2.2.7 Generator specifications 发电机规格

RDS-PP: =MKA40

SWT-2.3-82VS/93/101/108

Type 类型	Asynchronous 异步发电机
Nominal power 额定功率	2.3 MW
Protection	IP 54
Cooling 冷却	Integrated heat exchanger 集成式换热器
Insulation class 绝缘等级	F

Grid terminal specifications 电网终端规格

2.2.8

RDS-PP: =MSA

SWT-2.3-82VS/93/101/108

Nominal power 额定功率	2.3 MW
Voltage 电压	690 V
Frequency 频率	50 or 60 Hz

2.2.9 Canopy specifications 机舱盖规格

RDS-PP: =MUD50

SWT-2.3-82VS/93/101/108

Type 类型	Totally enclosed 全封闭
Material 材料	Steel 钢
Surface gloss 表面光泽	Semi gloss, 30-50, ISO 2813 半光泽
Color 颜色	Light gray, RAL 7035 浅灰色

2.2.10 Yaw system specifications 偏航系统规格

RDS-PP: =MDL

SWT-2.3-82VS/93/101/108

Type 类型	Active 能动
Yaw bearing 偏航轴承	Externally geared slew ring 外部齿轮回转环
Yaw drive 偏航驱动	8 electric gear motors with frequency converter 通过 8 个电机驱动偏航
Yaw brake 偏航刹车	Passive friction brake 制动刹车

2.2.11 Controller specifications 控制器规格

RDS-PP: =MDY

SWT-2.3-82VS/93/101/108

Type 类型	Microprocessor 微处理器
Remote monitoring 远程监控	ADSL / VPN
Controller designation 指定控制器	KK WTC - 3.0
Controller manufacturer 控制器生产厂家	KK Electronic A/S

2.2.12 Tower specifications 塔筒规格

RDS-PP: =UMD70

SWT-2.3-82VS/93/101/108

Type 类型	Cylindrical and / or tapered tubular 圆柱形/或锥形的管状
Hub height 轮毂所处高度	80 m or site specific 80
Corrosion protection 防腐蚀保护	Painted 涂料
Surface gloss 表面光泽	Semi gloss, 30-50 ISO 2813 半哑光
Surface color 表面颜色	Light gray, RAL 7035 浅灰色

2.2.13 Operational data 操作数据

SWT-2.3-82VS/93/101/108

Cut-in wind speed 切入风速	4 m/s
Cut-in wind speed (82 m) 切入风速	3 - 5 m/s
Cut-in wind speed (108 m) 切入风速	3 - 4 m/s
Nominal power at approx. 额定功率	13 - 14 m/s
Nominal power at approx. (101) 额定功率	12 - 13 m/s
Nominal power at approx. (108) 额定功率	11 - 12 m/s
Cut-out wind speed 切出风速	25 m/s
Max. 3 sec. gust 三秒内最大阵风	55 m/s (standard version)
Max. 3 sec. gust (108) 三秒内最大阵风	59.5 m/s (IEC version)
Turbine (93 m) and (101)	59.5 m/s (IEC version)
Turbine (82 m)	70 m/s (IEC version)

2.2.14 Weight list 重量列表

SWT-2.3-82VS/93/101/108

The weights given are approximate. 近似重量

Nacelle, blades, hub, and rotor	
Nacelle 机舱	82,000 kg
Blade B 40 m (3 blades) 40m 叶片 (三个)	27,600 kg
Blade B 45 m (3 blades) 45m 叶片 (三个)	34,800 kg
Blade B 49 m (3 blades) 49m 叶片 (三个)	30,600 kg
Blade B 53 m (3 blades) 53m 叶片 (三个)	30,600 kg
Hub with bolts 轮毂	28,000 kg
Rotor including B 40 m blades 40m 长叶片风轮	54,000 kg
Rotor including B 45 m blades 45m 长叶片风轮	59,800 kg
Rotor including B 49 m blades 49m 长叶片风轮	59,700 kg
Rotor including B 53 m blades 53m 长叶片风轮	59,700 kg

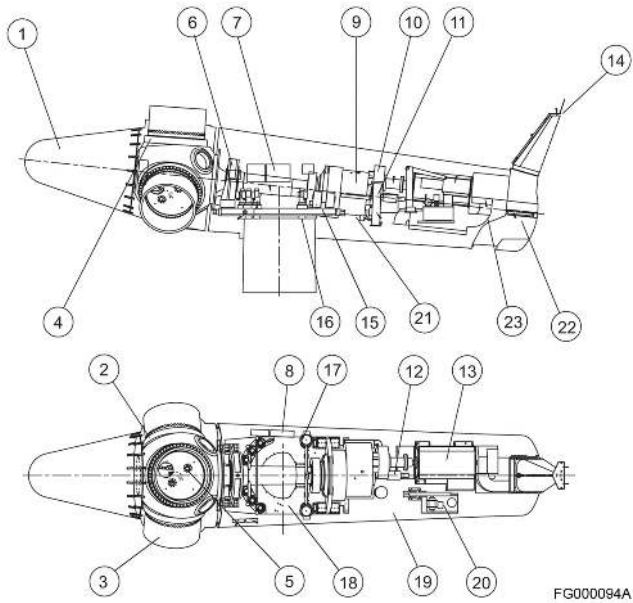
Various Parts	
Generator 发电机	7,000 kg
Gear with disc and calipers 变速箱加刹车盘以及刹车卡钳	23,400 kg
Gear with disc and calipers (type: Flender) 变速箱加刹车盘以及刹车卡钳(类型: Flender)	22,500 kg
Gear with disc and calipers (type: Hansen) 变速箱加刹车盘以及刹车卡钳(类型: Hansen)	23,500 kg
Main shaft with bearings 轴承主轴	16,000 kg
B 45 blade incl. thread rods (1 blade) 带叶片螺杆的 45m 长叶片	11,400 kg
B 45-01 blade incl. thread rods (1 blade) 带叶片螺杆的 45m 长叶片	10,600 kg
B 40 blade incl. thread rods (1 blade) 带叶片螺杆的 40m 长叶片	9,500 kg
B 49 blade incl. thread rods (1 blade) 带叶片螺杆的 49m 长叶片	10,200 kg
B 53 blade incl. thread rods (1 blade) 带叶片螺杆的 53m 长叶片	10,200 kg
Nacelle transportation frame 机舱运输支架	5,000 kg
Blade bolts (3 bolts) 三个叶片螺栓	1,000 kg
Controller A4 A4 控制柜	500 kg
Yaw motor / gear complete 偏航电机	200 kg
In-line filter element (215 kg) 在线过滤器	150 kg + 75 liters of oil
Pitch cylinder	68 kg
Accumulator 蓄能器	57 kg
Accumulator / pump station 液压站蓄能器	56 kg
Cables in tower 塔筒内电缆	25 kg/m

Power unit	
Power unit stand 功率单元	3,000 kg
Frequency converter (A12) A12 柜变频器	1,000 kg
Coil (A14)	1,800 kg
Filter board (A11) 滤波器	300 kg
Controller (A2) 调节器	400 kg

Controller / Wps 调节器/WPS	800 kg
Total weight 总重量	7,300 kg

2.3 机舱内组件

2.3.1 机舱内组件



位置	组件
(1)	整流罩
(2)	转子轮毂
(3)	叶片
(4)	叶片轴承
(5)	变桨调节系统
(6)	主轴承
(7)	主轴
(8)	上控制箱
(9)	主变速箱
(10)	盘式制动器
(11)	制动钳
(12)	联轴器
(13)	发电机及一体式冷却系统
(14)	气象传感器
(15)	偏航回转环
(16)	偏航齿轮
(17)	偏航齿轮箱
(18)	底板
(19)	机舱盖
(20)	液压装置及一体式集油盘
(21)	齿轮油集油盘
(22)	齿轮油冷却器
(23)	液压油冷却器

3 检查和维护项目

3.1 维修规定.....	3-2
3.1.1 维修时间规定.....	3-2
3.1.2 500 小时维修.....	3-2
3.1.3 12 个月维修.....	3-2
3.1.4 年度维修.....	3-3
3.1.5 5-10-15 年维修.....	3-3
3.1.6 作业说明目录.....	3-3
3.2 风轮机长期不用时的预防措施.....	3-4
3.2.1 长期停用时的 general 预防措施.....	3-4
3.2.2 长期不用时空转.....	3-4
3.2.3 长期停用时叶片轴承的运动.....	3-4
3.2.4 长期不用时的轮毂活塞杆的预防措施.....	3-4
3.2.5 长期不用时风轮机齿轮的预防措施.....	3-4
3.2.6 长期不用时的润滑预防措施.....	3-4
3.2.7 长期不用时偏航齿轮和电机的预防措施.....	3-4
3.2.8 长期不用时发电机的预防措施.....	3-5
3.2.9 长期不用时配电箱和部件的预防措施.....	3-5
3.2.10 长期不用时的机舱预防措施.....	3-5
3.2.11 长期不用时的警示灯预防措施.....	3-5
3.2.12 长期不用时的除湿预防措施.....	3-5

3.1 维修规定

3.1.1 维修时间规定

维修时间规定如下：

表 3.1.1. 500 运行小时维护

程序	最早执行时间 (单位：运行小时)	最迟执行时间 (单位：运行小时)	备注
螺栓	250	1500	仅当发电机并网时才计算运行小时数。
维修	250	1500	

表 3.1.1. 12 个月、每年和每 5 年保养维修

程序	最早执行时间 (单位：运行小时)	最迟执行时间 (单位：运行小时)	备注
螺栓	前一次螺栓程序之后的 3 个月	前一次螺栓程序之后的 13 个月	
维修	前一次维修程序之后的 3 个月	前一次维修程序之后的 13 个月	

3.1.2 500 小时维修

以下文件用于首次 500 运行小时之后的检查和维护：

- ZCH 1009380 - 螺栓检查程序，500 运行小时维修。
- ZCH 1009384 - 维修程序，500 运行小时维修。
- ZCH 547352 - 齿轮箱检查
- ZCH 579264 - HS 转子锁的锁定/标定程序
- ZCH 576186 - 在传动装置和轮毂上作业时的安全事项

3.1.3 12 个月维修

以下文件用于首次 12 个月之后的检查和维护。

- ZCH 1009381 - 螺栓检查程序，12 个月维修。
- ZCH 1009386 - 维修程序，12 个月维修。
- ZCH 545772 - 链条葫芦的年度检验。
- ZCH 1022095 - 维修用吊车的年度检验。
- ZCH 1022087 - 年度维修，Avanti 维修用升降机。
- ZCH 570084 - Skyman 维修用升降机，塔架电梯 TH250。
- ZCH 547352 - 齿轮箱检查。
- ZCH 545791 - 已安装安全设备检查表。
- ZCH 579264 - HS 转子锁的锁定/标定程序。
- ZCH 576186 - 在传动装置和轮毂上作业时的安全事项。

3.1.4 年度维修

以下文件用于自运行第 2 年之后的每年检查和维护。

- ZCH 1009382 - 螺栓检查程序，年度维修。
- ZCH 1009387 - 维修程序，年度维修。
- ZCH 545772 - 链条葫芦的年度检验。
- ZCH 1022095 - 维修用吊车的年度检验。
- ZCH 1022087 - 年度维修，Avanti 维修用升降机。
- ZCH 570084 - Skyman 维修用升降机，塔架电梯 TH250。
- ZCH 547352 - 齿轮箱检查。
- ZCH 545791 - 已安装安全设备检查表。
- ZCH 579264 - HS 转子锁的锁定/标定程序。
- ZCH 576186 - 在传动装置和轮毂上作业时的安全事项。

3.1.5 5-10-15 年维修

以下文件用于每运行 5 年的检查和维护：

- ZCH 1009383 - 螺栓检查程序，5-10-15 年维修。
- ZCH 1009388 - 维修程序，5-10-15 年维修。
- ZCH 545772 - 链条葫芦的年度检验。
- ZCH 1022095 - 维修用吊车的年度检验。
- ZCH 1022087 - 年度维修，Avanti 维修用升降机。
- ZCH 570084 - Skyman 维修用升降机，塔架电梯 TH250。
- ZCH 547352 - 齿轮箱检查。
- ZCH 545791 - 已安装安全设备检查表。
- ZCH 579264 - HS 转子锁的锁定/标定程序。
- ZCH 576186 - 在传动装置和轮毂上作业时的安全事项。

3.1.6 作业说明目录

WI535403 更换避雷卡及雷击后的检查

ZWI1001712 出入叶片

ZWI1002351 更换齿轮油

ZWI1002353 更换偏航齿轮油

ZWI1003658 提取液压油样

ZWI1004240 使用千分表校准和调整发电机

ZWI1004273 不存在液压泵压力时盖板和起重机的操作

ZWI1017103 更换 HS 制动器上的刹车片

ZWI566637 使用激光装置校准和调整发电机

ZWI549498 转向齿轮的安装

ZWI524866 提取齿轮油样

ZWI544243 使用拧紧装置紧固螺栓

ZWI1026419 “锁定”主断路器

ZWI1020784 利用 GPS 调节偏航位置指示器

3.2 风轮机长期不用时的预防措施

3.2.1 长期停用时的一般预防措施

风力发电机持续受到风力气候变化的影响。如同所有机器一样，风力发电机专门设计用于运行工作。因此，所有的停用时期应尽可能地短暂。停用时期可能出现在安装时，也可能是在调试后。

注:如果风轮机上至少有 3个功能性液压或机械变桨棘爪，则无需安装手动变桨锁。在风轮机空转之前，应确保所有 3个变桨棘爪能够啮合。

3.2.2 长期不用时空转

如果风轮机在最终组装后没有立即启动，或风轮机停止运转超过 3天，则转子必须设置为空转。叶片被调节至停止位置，叶片角度调节至可安装变桨距锁的位置。然后转子以很低的旋转速度 (rpm)自由空转。

3.2.3 长期停用时代叶片轴承的运动

叶片轴承必须在安装处移动 85°，然后每一个半月活动一次。

如果电网电压断开 3天以上。

- 必须将测试软管安装到轮毂的液压系统上，以便对液压系统进行保护，防止由于环境温度的波动而产生的高压。
- 必须将测试软管安装在位置 113或 115变桨液压缸（二者之一）底部的测试接管上，另一端安装在叶片模块上的位置 111处。
- 同时必须在两个测试接管上将其拧紧。否则油会流出。
- 应确保测试软管已正确安装并且测试软管启用测试接管中的阀门。
- 转动最后几圈时，会感到一定的阻力。
- 应当在所有 3个叶片上执行此项操作。
- 转动叶片时，应临时拆下测试软管。
- SWT2.3-93: 3 x A9B01003924 短测试软管
- SWT2.3-101/108: 3 x A9B01003926 长测试软管

3.2.4 长期不用时的轮毂活塞杆的预防措施

活塞杆安装时涂抹了液压油，然后每一个半月再涂抹一次。

3.2.5 长期不用时风轮机齿轮的预防措施

如果风轮机停止运转超过 3天，则必须空转。

3.2.6 长期不用时的润滑预防措施

运行的风轮机的润滑间隔和用量同样也适用于不使用时的风轮机。（必须按照一年两次的间隔进行润滑）。在即将启动前，按照风轮机已停止运转的时间相应的量进行润滑。该用量根据一整年润滑剂的用量按比例计算。例如，如果一台风轮机停止运转了3个月，则必须用一整年润滑剂用量的3/12进行润滑。如果一台风轮机停止运转超过了3个月，则必须分别采集齿轮油和液压油的样本。

齿轮油样本在离线滤油器中采集。液压油样本在泵站的测试接管处采集。必须分析油中是否含水。启动风轮机前必须运行齿轮的离线滤油器24小时。离线过滤器在油底壳温度高于 -10 °C时才能使用。离线泵的操作参数可在控制器上临时更改。

3.2.7 长期不用时偏航齿轮和电机的预防措施

偏航锁松开。如果偏航制动压力低于正常制动压力，则必须用手泵增加压力，直至达到正常制动压力。

3.2.8 长期不用时发电机的预防措施

如果风轮机停止运转超过 3 天，则发电机在启动前必须与发电机内的加热器连接，加热 24 小时。

3.2.9 长期不用时配电箱和部件的预防措施

如果停机超过 3 个月没有电网供电，则必须给电气柜涂上 Zerust 防锈剂（编号 206070），并且必须用胶带封住气孔。（如果停机时间较短，而风轮机处于恶劣环境中，则请联系 Siemens Wind Power A/S 的维修服务部门。）

重新启动前，电气柜必须加热并通风 24 小时。连接电压前，必须检查端子板是否潮湿，并取下通风孔的胶带。如果电抗器受潮或空气条件不相适应，则必须在重启前约 3 小时打开风扇，以使电抗器通风并消除任何大的温度和/或湿度差异。启动新的风轮机前，不间断电源 (UPS) 电池必须充电至少 4 小时。如果风轮机不用超过 3 个月，则不间断电源必须再额外充电 4 小时。

3.2.10 长期不用时的机舱预防措施

鉴于可能出现的场地具体情况，必须每三个月对风轮机进行一次目视检查。检查工作涵盖控制柜、轮毂内编码器、齿轮、偏航齿轮轴和轮毂内液压活塞杆及各自内部的腐蚀情况。如果风轮机超过 3 个月不使用，则为了保护风轮机免受瘫痪损坏，必须联系 Siemens Wind Power A/S 的维修服务部门评估未来的行动。

3.2.11 长期不用时的警示灯预防措施

针对具体项目。

3.2.12 长期不用时的除湿预防措施

如果风轮机停机超过一个半月，则启动前必须检查湿度。

4 螺栓紧固

4.1 一般的螺栓紧固	4-2
4.1.1 一般螺栓紧固	4-2
4.1.2 螺栓类型	4-2
4.1.3 螺栓定义	4-3
4.1.4 维修间隔	4-5
4.1.5 主要组件的更换	4-5
4.1.6 螺栓润滑	4-6
4.1.7 螺栓检查程序	4-8
4.1.8 规定的紧固工具	4-9
4.1.9 采用液压紧固工具	4-9
4.1.10 螺栓紧固的标准值	4-10
4.2 螺栓紧固的特定值	4-11
4.2.1 轮毂中的螺栓紧固	4-11
4.2.2 机舱中的螺栓紧固	4-18
4.2.3 偏航系统中的螺栓紧固	4-23
4.2.4 主轴和轴承中的螺栓紧固	4-25
4.2.5 齿轮箱中的螺栓紧固	4-28
4.2.6 联轴器和发电机内的螺栓紧固	4-29
4.2.7 制动器中的螺栓紧固	4-32
4.2.8 塔架内螺栓紧固	4-34
4.3 扭矩值	4-37
4.3.1 液压装置和齿轮箱联接件适用扭矩	4-37
4.3.2 BSP 管件的扭矩	4-38
4.3.3 O 形锁口管接的扭矩	4-39
4.3.4 JIC 管接的扭矩	4-40
4.3.5 螺栓的扭矩	4-41
4.3.6 控制器的紧固扭矩	4-42

4.1 一般的螺栓紧固

4.1.1 一般螺栓紧固

将风轮机内的螺栓按照特定的值紧固。过度紧固会导致螺栓在紧固或风轮机运行时断裂。紧固不足会导致螺栓在风轮机运行时松动。如果遵守本章说明的程序，则可安全地操作工具，并且螺栓在风轮机的整个寿命中都可使用。如果不遵守这些程序，则可能造成人员重伤，并且螺栓在紧固或运行时断裂。

4.1.2 螺栓类型

表 4.1.2. 螺栓技术规范表

类型		普通			高强度	不锈钢	
螺栓强度等级		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			高强度		
标准	螺栓	ISO 4014 ISO 4017			EN14399-4		
	螺母	ISO 4032			EN14399-4		
	垫圈	ISO 7090			EN14399-6		
对边宽度	普通				大	普通	
润滑	是，在摩擦面上				否，如果 HV 螺栓松动，则紧固前必须用 Never-Seez 润滑。	是，在摩擦面上	
螺纹锁固胶	如果在作业说明中有规定				否	如果在作业说明中有规定	
组装	8.8: 摩擦面上的垫圈。				始终 2 个垫圈。	始终 2 个垫圈。螺母标记可见。	
	10.9: 始终 2 个垫圈。螺母标记可见。				倒角必须朝外。螺母标记可见。		
重复使用	是，但应重新涂油。				是，但应重新涂油。	是，但应重新涂油。	

螺栓强度等级

正常的钢螺栓强度等级为 8.8/10.9/12.9，其数值大小说明了螺栓的强度。8.8 强度最低，12.9 强度最高。不锈钢螺栓的强度等级为 70/80。70 强度最低，80 强度最高。

标记

强度等级压印在螺栓头和螺母上。大多数螺栓上还有制造商和批号的信息。

在螺栓头上会有以下信息：

8.8 - 强度等级 8.8

10.9 - 强度等级 10.9

HV - 表示是高强度 (HV) 型

在螺母上会有以下信息：

8 - 强度等级 8

10 - 强度等级 10

HV - 表示是高强度 (HV) 型

在垫圈上会有以下信息：

HV - 表示是高强度 (HV) 型

制造商标识

标准

关于各螺栓类型的相关标准，请参阅“螺栓技术规范”表。

对边宽度

高强度螺栓和螺母具有较大的对边宽度。对于高强度螺栓，始终应配套使用高强度螺母和垫圈。高强度螺母应预润滑，请参阅“润滑”。

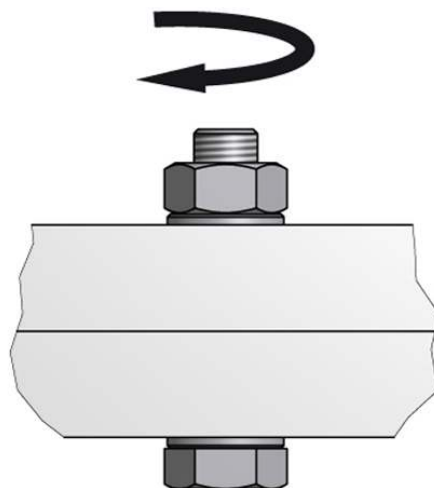
4.1.3 螺栓定义

螺栓连接件

用螺栓夹紧到一起的 2 个或多个部件。

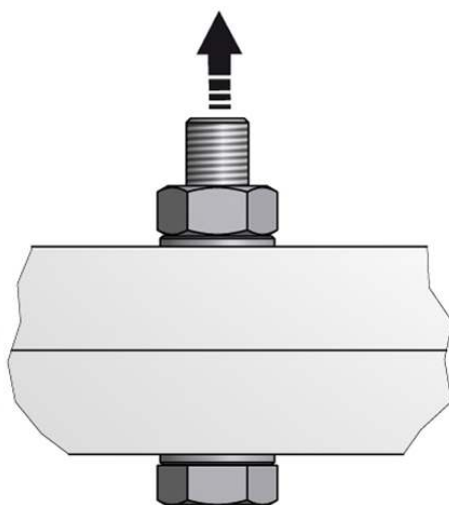
紧固

紧固一词指使用扭矩和张紧工具。紧固是指用工具将螺栓或螺母调节至正确的压力或设置。在进行紧固时，要观察螺栓与螺母是否有相对移动，这一点非常重要。如果螺栓安装在有螺纹的孔内，则必须观察螺栓头与螺栓头下面的表面之间的移动。如果发现移动，则说明螺栓松动，整个连接件都必须重新紧固。



FG000014A

图 4.1.3. 用扭矩工具紧固 (Nm)



FG000015A

图 4.1.3. 用张紧工具紧固 (kN)

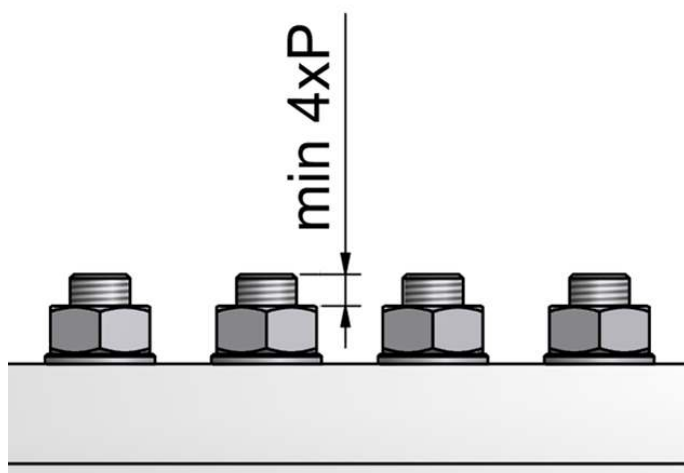
松动的螺栓

紧固时如果螺母可相对螺栓旋转，则说明螺栓松动。如果螺栓安装在有螺纹的孔内，那么在紧固时如果螺栓头转动，则说明螺栓松动。如果连接件上的某个螺栓松动，则必须重新拧紧连接件的所有螺栓。

螺柱

从螺母到螺栓末端的螺纹长度。拧紧时，螺柱必须最低为 $4 \times P$ ，其中 P 是螺纹的螺距。

拧紧时螺柱 = 最低 $4 \times P$ ，其中 P 是螺纹的螺距。



FG000017A

图 4.1.3. 螺柱

扭矩工具

已经过校准的通过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动力的扭矩扳手。

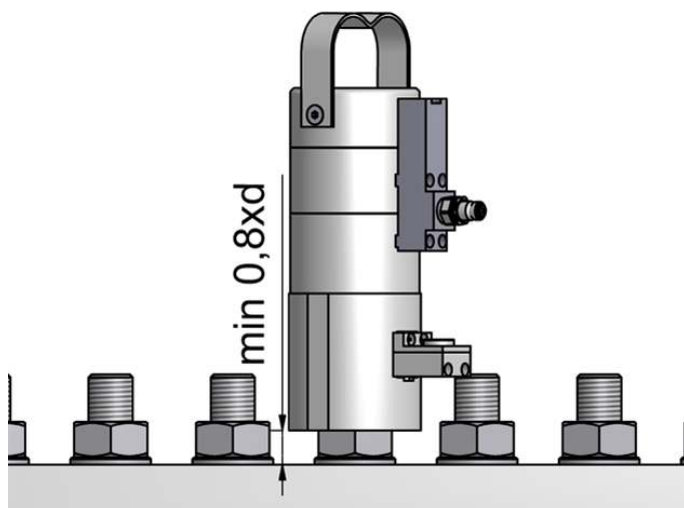
张紧工具

已经过校准的通过施加作用力来紧固螺栓的工具。参见 AI-WI 544243。

张紧时的啮合长度：啮合长度是在张紧工具中相互啮合的螺纹、螺栓和套筒的相应长度。

使用张紧工具时，张紧工具与螺栓的啮合长度必须最低为 $0.8 \times$ 螺栓直径。将张紧工具的套筒放在螺栓上，然后测量工具底部边缘与螺栓紧固表面之间的距离，该距离即为啮合长度。

张紧时的啮合长度 = $0.8 \times$ 螺栓直径



FG000016A

图 4.1.3. 张紧工具

4.1.4 维修间隔

按照各个维修间隔中规定的具体维修检查列表对风轮机进行维修。

多数类型的风轮机可使用 20 年，并根据下列时间间隔进行维修。

维修间隔			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
500 个运行小时		x																			
6 个月 (适用于 1.0 MW 及以下)	x																				
12 个月			x																		
每年				x	x	x		x	x	x	x		x	x	x	x		x	x	x	x
5 年							x														
10 年												x									
15 年																	x				

重要:

500 个运行小时维护：

维修及螺栓模块：这些模块在 250 个运行小时以下以及 2000 运行小时以上都不允许启动。运行小时数针对连接的发电机。

12 个月，每年及每 5-10-15 年维护：

维修及螺栓模块：这些模块在最近一次运行后 3 个月内都不允许启动，且模块之间的运行间隔不能超过 13 个月。在 500 运行小时维修及螺栓模块运行后 3 个月内，不得启动 12 个月维修和螺栓模块。

4.1.5 主要组件的更换

在更换主要组件后，或者如果某个连接处的所有螺栓都松开了，则应按照首次组装时将连接处的所有螺栓拧紧。

在运行 500 小时后，必须更换主要组件，然后按照 500 小时维修的检查列表进行组件维修。

此后，组件按照与其它风轮机相匹配的标准维修间隔进行维修。

4.1.6 螺栓润滑

润滑旨在使连接件的所有螺栓都达到相同的高度预紧。均匀一致地润滑连接件的所有螺栓非常重要。在地脚螺栓等黑色螺栓中，润滑也起到防腐保护的作用。

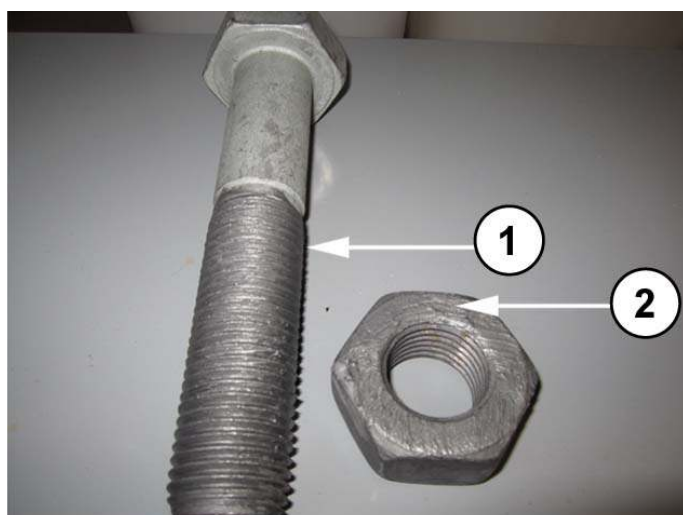
不同类型的螺栓应按以下方式润滑：

- 热镀锌螺栓应该用 Never-Seez 润滑。
- 不锈钢螺栓应该用 Anti Bloc 润滑。
- 拧到铝材上的螺栓应该用油润滑。
- HV 螺栓配有预润滑螺母，不得再润滑。如果 HV 螺栓松动，则紧固前必须用 Never-Seez 润滑。

在任何情况下都不可混合不同类型的润滑剂。

必须润滑螺栓的螺纹和活动部件的下面。按照规定，螺栓安装时必须通过旋转螺母来紧固，因此螺母下面也需要润滑。

在润滑时必须用刷子均匀地涂抹一层基于润滑脂的润滑剂 Never-Seez 和 Anti Bloc，且必须覆盖整个摩擦表面。



(1) 在螺纹上

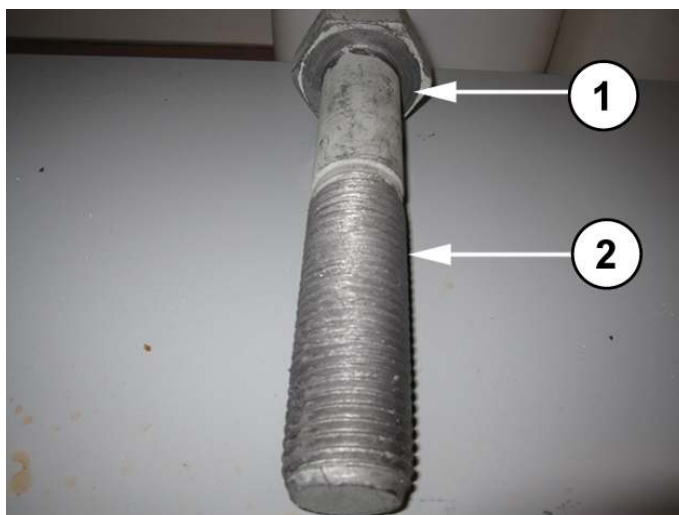
(2) 在螺母下面

FG000037A

图 4.1.6. 热镀锌螺栓和螺母 (tZn)

对于热镀锌螺栓在螺纹和螺母的下面润滑。

如果螺栓安装在有螺纹的孔内，或螺母无法紧固，则必须在螺栓头下面进一步润滑，然后在螺栓头上紧固。



(1) 螺栓下面

(2) 在螺纹上

FG000038A

图 4.1.6. 热镀锌螺栓 (tZn)

热镀锌螺栓在螺栓下面和螺纹上润滑。

螺纹锁固胶

有时，组装前可在螺栓上使用螺纹锁固胶（例如 Loctite 或 Holdtite）。一般只在生产时这样做。如果使用了螺纹锁固胶，则不允许润滑。

组装

匹配螺栓和螺母的等级：

8.8 螺栓与 8 级螺母

10.9 螺栓与 10 级螺母

HV 螺栓、螺母和垫圈应为同一厂家。厂家名称清楚地标记在 HV 螺栓、螺母和垫圈上。不允许将螺栓与不同厂家的螺母或垫圈相配。

HV 垫圈的一侧有倒角。垫圈的倒角侧必须分别面向螺栓头和螺母。

M22 或更大的螺栓必须使用 HV 垫圈。

重复使用

如果螺栓已经用扭矩工具紧固过，后来松动了，则可润滑螺纹及活动部件的下面，然后再次将其紧固。

如果 HV 螺栓松动，则紧固前必须用 Never-Seez 润滑。

如果螺栓、螺母和垫圈有肉眼可见的损坏，则必须丢弃并更换新的。

锁紧螺母

如果热镀锌螺栓 (tZn) 装有锁紧螺母，则必须作为不锈钢螺栓紧固，并用 Never-Seez 润滑。

拧接螺栓

用拧接螺栓可使螺栓直径和握固长度达到正确的比例。拧接螺栓必须放在垫圈和螺栓头下面。

4.1.7 螺栓检查程序

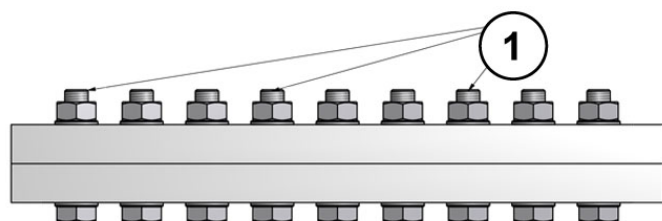
维修服务程序根据所实施的维修服务来说明各种维修服务步骤。维修服务步骤包括以下各项：

紧固所有螺栓

连接件的所有螺栓都必须紧固。

每隔 X-1 个紧固一个螺栓

例如每隔 2 个紧固一个螺栓。必须紧固规定部分的螺栓。如果连接件上的某个螺栓松动，则必须拧紧连接件上的所有螺栓。



(1) 每隔 2 个紧固一个螺栓

FG000008A

图 4.1.7. 紧固顺序的例子

目视检查

通过掌握检查列表中规定数量的螺栓进行目视检查，以确保螺栓没有损坏。



FG000009A

图 4.1.7. 目视检查

4.1.8 规定的紧固工具

如果工具带有校准标记，则可批准使用。



FG000007A

图 4.1.8. 校准标记的例子

不得使用没有校准标记的工具。

必须使用具有同样标志的泵紧固工具。例如，Hytork 泵不得与 Plarad 紧固工具一起使用。即使各个组件已获得批准使用并带有校准标记，但该要求仍适用。

紧固工具和液压泵的校准

扭矩工具和泵必须按照校准部门的规定进行校准。通常每 6 个月一次。设备标记有校准到期日期，在使用前必须检查该日期。如果超过校准日期或校准标签丢失，则不得使用该设备。

张紧工具必须在最大循环次数之前校准。最大循环次数写在工具的计数器上，根据工具的不同，最大循环次数在 2,000 - 8,000 之间。使用前检查循环计数器是否运转以及是否低于最大循环次数。

检查工具上的软管

液压软管必须按照校准部门的规定至少每 6 个月检查一次。设备标记有检查的到期日期，在使用前必须检查该日期。如果超过检查日期或标签丢失，则不得使用该设备。

4.1.9 采用液压紧固工具

下列步骤仅作为指导。更全面的解释，请见问题相关的作业说明。

过程:

- 1 在具体的拧紧扭矩值表中找到连接件。
如有疑问，则检查连接件 ID 号和图表。
- 2 查看风轮机内的螺栓尺寸、类型和螺栓等级，并检查是否与图表中相同。
- 3 查看工具的张力或扭矩值，并决定使用哪个工具。
- 4 查看工具的校准证书，并检查工具 ID 是否匹配。
- 5 读取压力，并调节液压泵。
- 6 拧紧螺栓。
- 7 定期彻底检查紧固压力是否正确。

4.1.10 螺栓紧固的标准值

当用扭矩工具紧固时，采用下列值。在特殊情况下必须使用的其它数值会在表格“螺栓紧固 - 特殊值”中列出。

螺栓类型	热镀锌		不锈钢螺栓及 紧固至铝材的 螺栓	对边宽度	
螺栓等级	8.8	10.9	所有螺栓等级	普通	大
尺寸	Nm	Nm	Nm	mm	mm
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

张紧：当用张紧工具紧固时，必须采用“螺栓紧固 - 特殊值”中的紧固值。

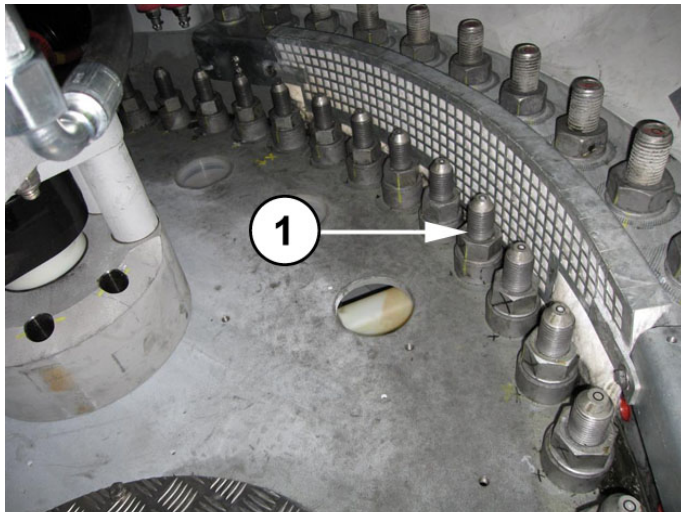
4.2 螺栓紧固的特定值

4.2.1 轮毂中的螺栓紧固

V = 目视检查，X = 拧紧。请参阅相关检查列表了解更多详细信息。

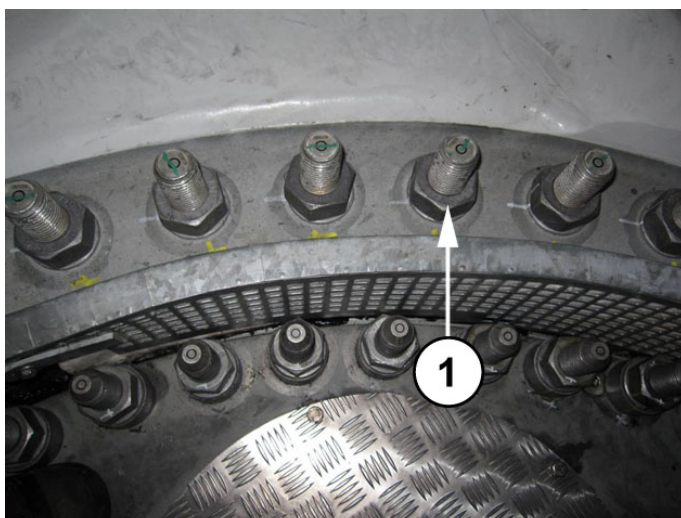
表 4.2.1. 轮毂 SWT-2.5-108

ID		螺栓规格	表面处理	等级	表面涂层	扭矩	拧紧力	对边宽度	500 小时维修	12 个月	年度维修	5 年
						Nm	kN	mm				
H10	叶片 - 叶片轴承。	M36	tZn	10.9	是		425	55	X	X	X	X
H20	叶片 - 轮毂轴承。 SWT-2.5-108: 如果螺纹 (螺柱) 长度不足以用于拧紧工具, 则应使用扭矩工具以 2800 Nm 扭矩拧紧整个接头。	M36	tZn HV	10.9	否		670	60	X	X	X	X
H30	轮毂 - 整流罩板	M30	tZn	10.9	是	1650		46	X	V	V	X
H31	整流罩支架 - 加强板	M20	tZn	8.8	是	350		30	X	X	V	X
H32	整流罩板 - 头锥	M12	tZn	8.8	是	75		19	-	-	-	-
		M16				175		24				
H33	轮毂配电箱 (A6) - 整流罩板 / 控制台	M12	tZn	8.8	是	75		19	X	X	V	X
		M24				600		36				
H34	整流罩中盖板	M8	不锈钢		Anti Bloc	14		13	-	-	-	-
H40	变桨油缸定距组件 - 叶片轴承	M30	tZn	8.8	是	1150		46	X	V	V	X
H41	变桨油缸板件 - 叶片轴承	M36	tZn	8.8	是	2000		60	X	V	V	X
H42	安装板 - 根部长支架, PUR 套管	M16	tZn	8.8	是	125		36	X	X	V	X
H43	安装板 - 根部短支架, 刚性安装	M20	tZn	10.9	是	450		30	X	X	X	X
		M24				800		36				
H44	蓄压器支架	M12	不锈钢	-	是	52		19	V	V	V	V
H45	液压变桨的叶片模块	M12	tZn	8.8	Hold Tite	75		19	V	V	V	V
		M12	不锈钢	-	T43	52						
H46	叶片模块板 - 蓄压器支架支承梁	M12	tZn	8.8	是	45		19	X	X	V	X
H47	蓄压器支架支承梁 - 蓄压器支架	M16	tZn	8.8	是	175		24	X	X	V	X
H48	根部支架 (PUR)	M12	不锈钢	-	Anti Bloc	52		INSE X 10	-	-	-	-
H50	变桨锁	M30	tZn	10.9	是	1650		46	X	X	V	X
		M30		8.8		1150		46				
		M12		8.8		75		19				
H51	手动变桨锁	M24	- 表面发黑	10.9	是	400		INSE X 19	-	-	-	-



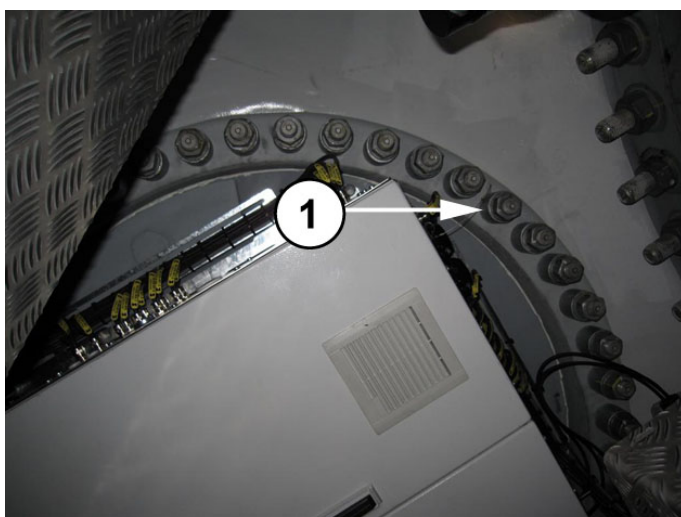
FG000323A

(1) H10 叶片 - 叶片轴承



FG000324A

(1) H20 叶片轴承 - 轮毂

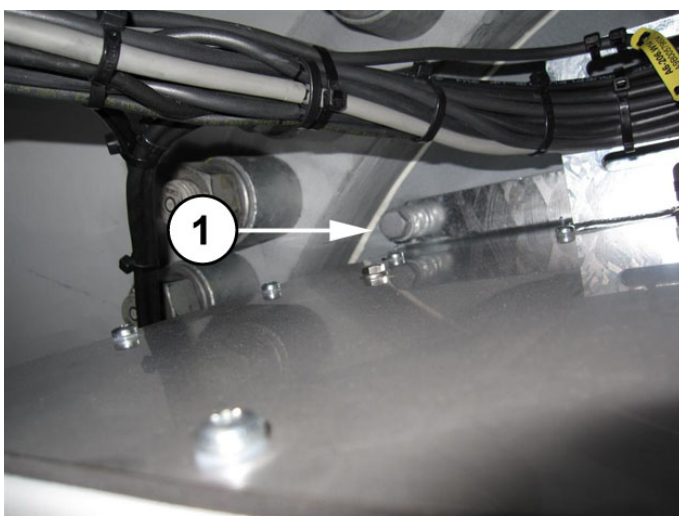


FG000328A

(1) H30 轮毂 - 整流罩板

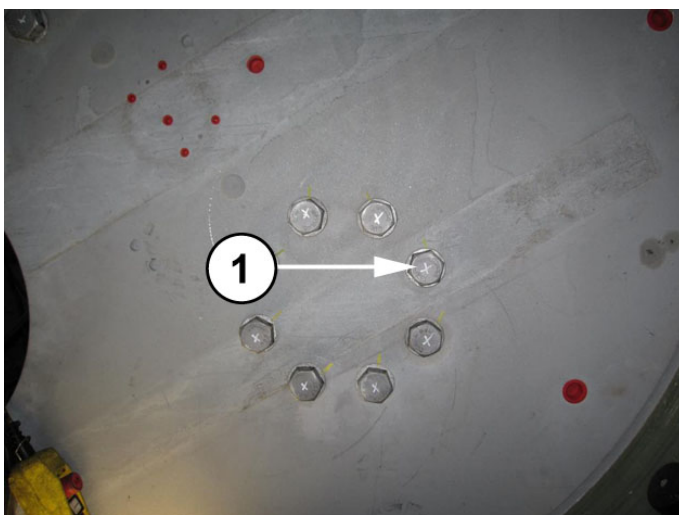


(1) 整流罩支架 - 加强板



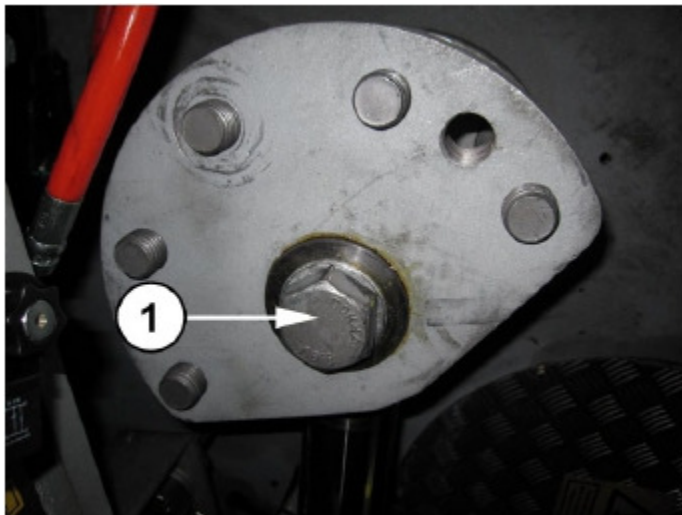
(1) H33 轮毂配电箱 (A6) - 整流罩板 / 控制台

FG000331A



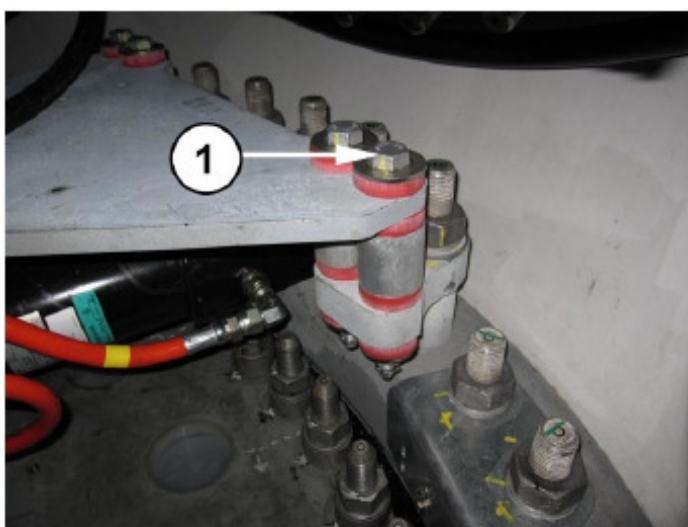
(1) H40 变桨油缸组定距组件 - 轮毂

FG000335A

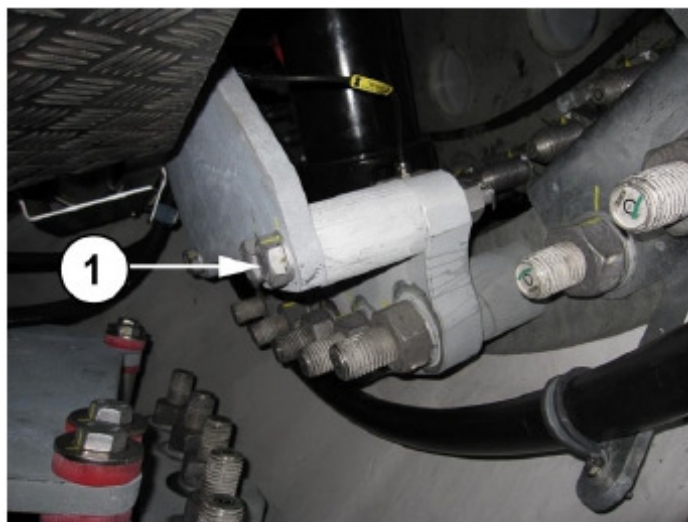


(1) H41变桨油缸板件 -叶片轴承

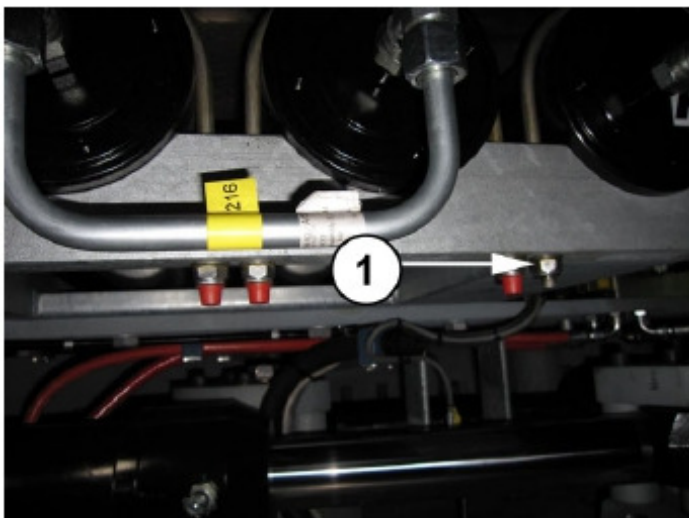
FG000336A



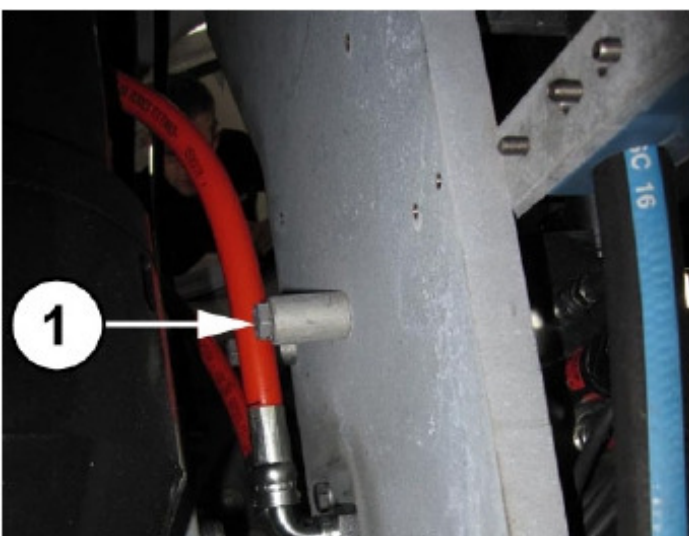
(1) H42安装板 -根部长支架，PUR



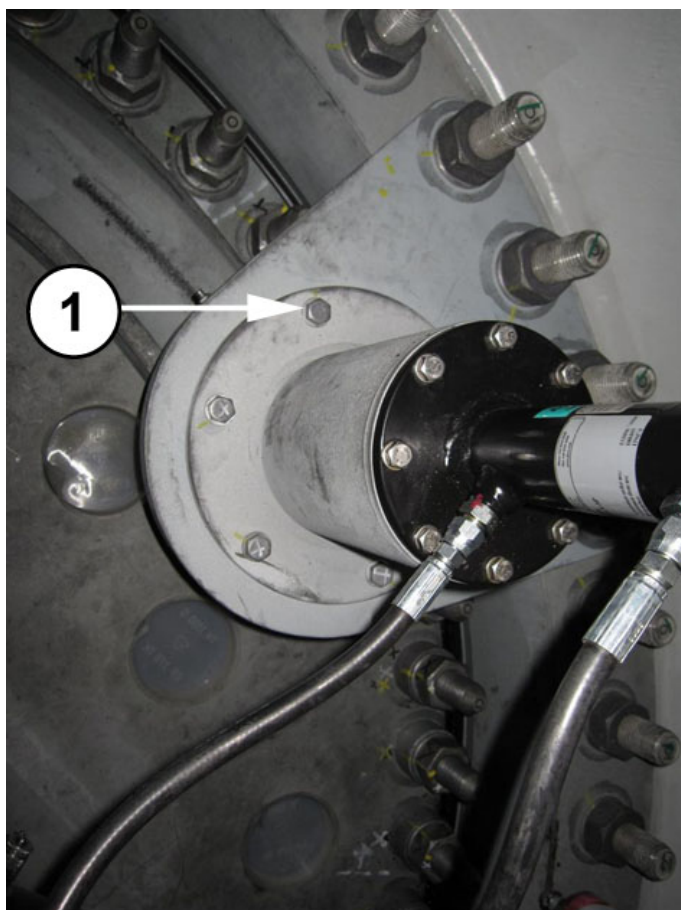
(1) H43安装板 -根部短支架，刚性安装



(1) H44蓄压器支架

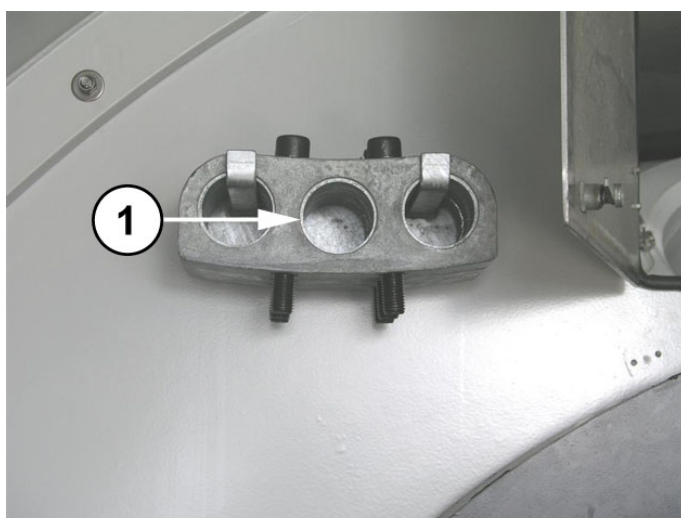


(1) H45液压变桨的叶片模块



(1) H50 变桨锁

FG000373A



(1) H51 手动变桨锁

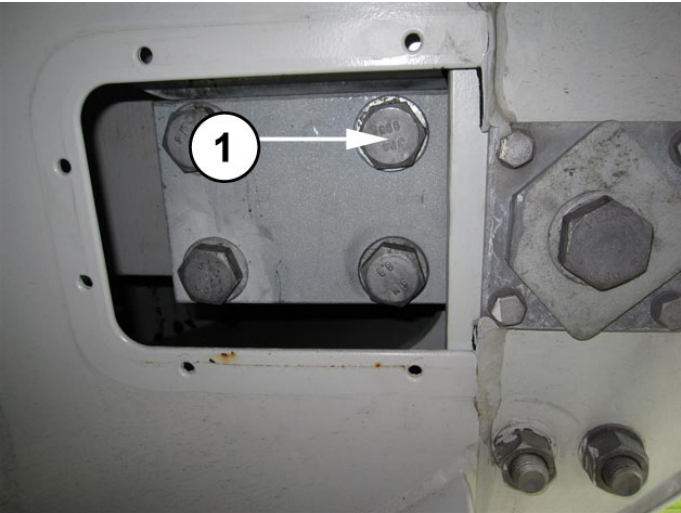
FG000342A

4.2.2 机舱中的螺栓紧固

注: X = 拧紧 / V = 目视检查。请参阅相关检查列表了解更多详细信息。

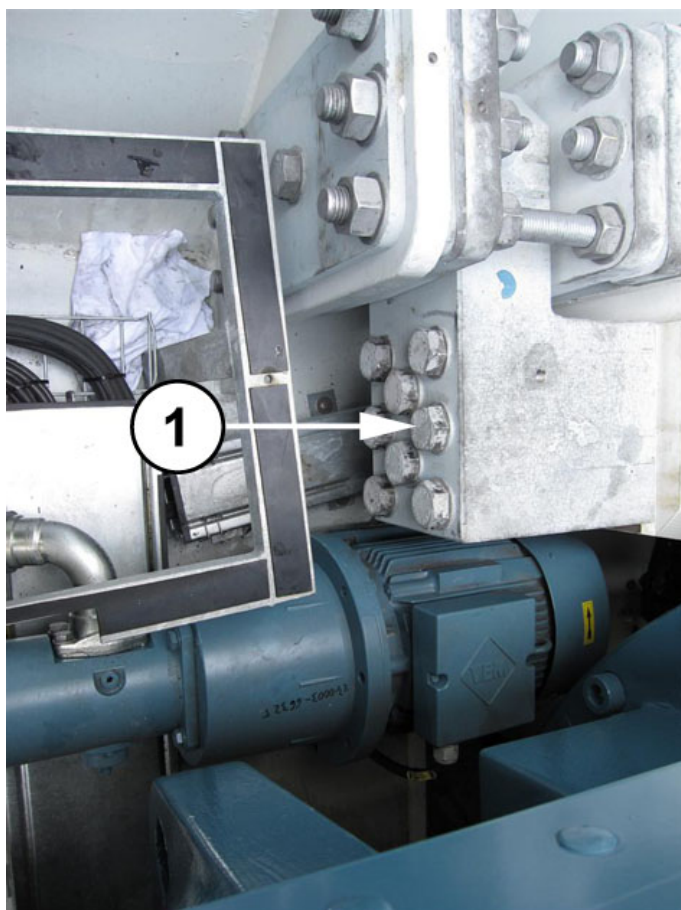
表 4.2.2. 机舱

ID 螺栓		规格和材料		等级	表面涂层	扭矩	对边宽度	500 小时维修	12 个月	年度维修	5 年
		规格	材料			Nm	mm				
N50	基架 - 机舱罩支架 (前)	M30	tZn	8.8	是	1150	46	X	X	V	X
N51	基架 - 机舱罩支架 (后)	M30	tZn	10.9	是	1650	46	X	X	V	X
N52	机舱罩支架 - 机舱罩 (前)	M24	tZn	8.8	是	600	36	X	X	V	X
		M30	tZn			1150	46				
N53	机舱罩支架 - 机舱罩 (后)	M30	tZn	8.8	是	1150	46	X	X	V	X
N54	机舱罩支架盖	M10	tZn	8.8	是	42	17				
N55	舱门 - 机舱罩铰链	M16	tZn	-	是	125	24	X	V	V	V
N56	机舱罩 - 机舱罩顶盖	M20	tZn	8.8	是	350	30	X	V	V	V
N57	机舱罩 - 机舱罩后端	M20	tZn	-	是	350	30	X	V	V	V
N58	油缸支架 - 舱门	M16	不锈钢	-	是	125	24	X	V	V	V
N80	液压装置支架	M8	不锈钢	-	是	14	13	X	V	V	V
A10	机舱罩 - 维修用吊车	M16	tZn	8.8	是	175	24	X	X	V	X
A11	警示灯 - 机舱罩顶盖	M12	不锈钢	-	是	52	19	X	V	V	X
A12	风向标和风速计	M12	tZn	8.8	是	45	19	X	V	V	X
A13	风向标支架	M10	tZn	8.8	是	42	17	X	V	V	X



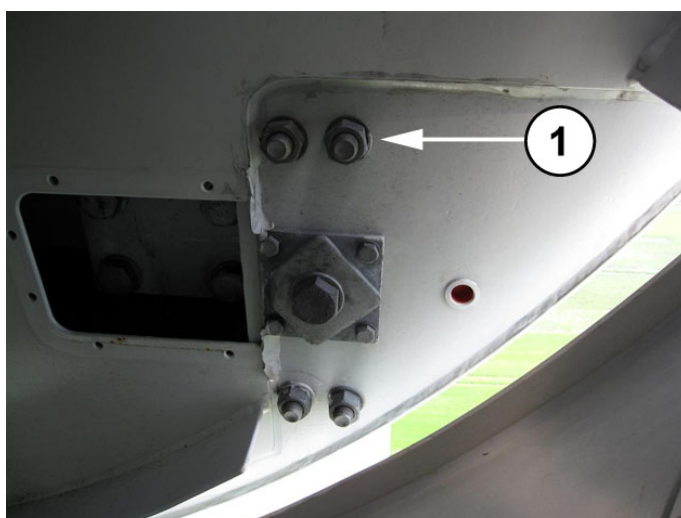
FG000361A

(1) N50 基架 - 机舱罩支架 (前)



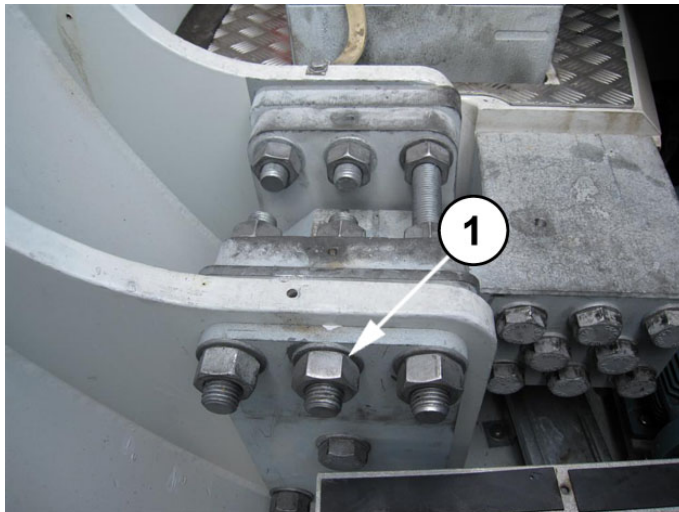
(1) N51 基架 - 机舱罩支架 (后)

FG000368A



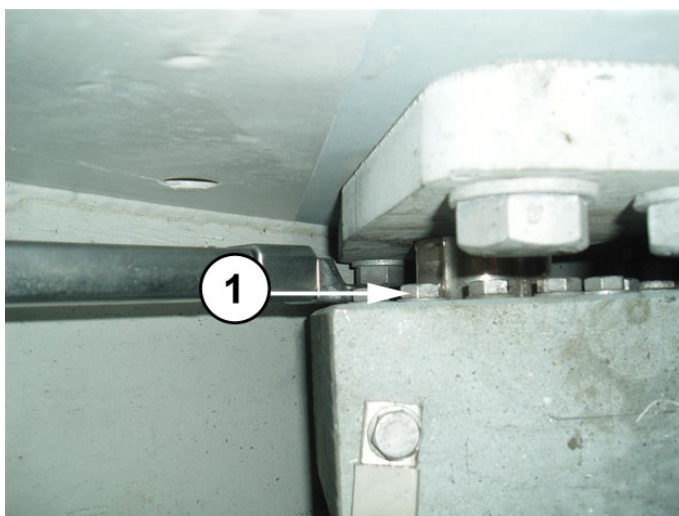
(1) N52 机舱罩支架 - 机舱罩 (前)

FG000363A



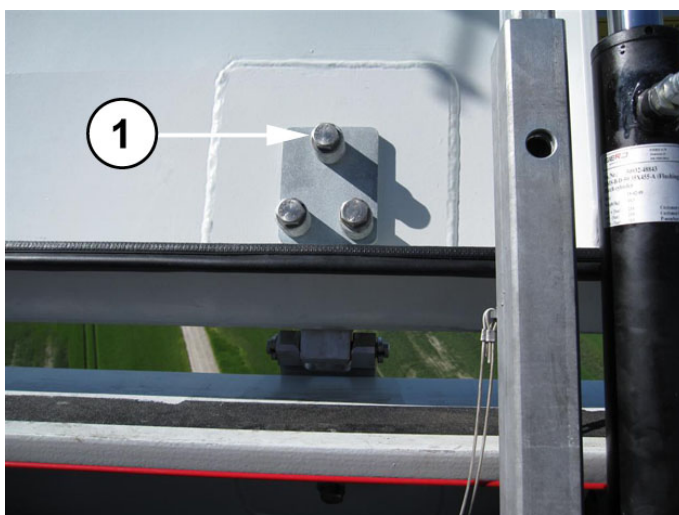
FG000364A

(1) N53 机舱罩支架 - 机舱罩 (后)



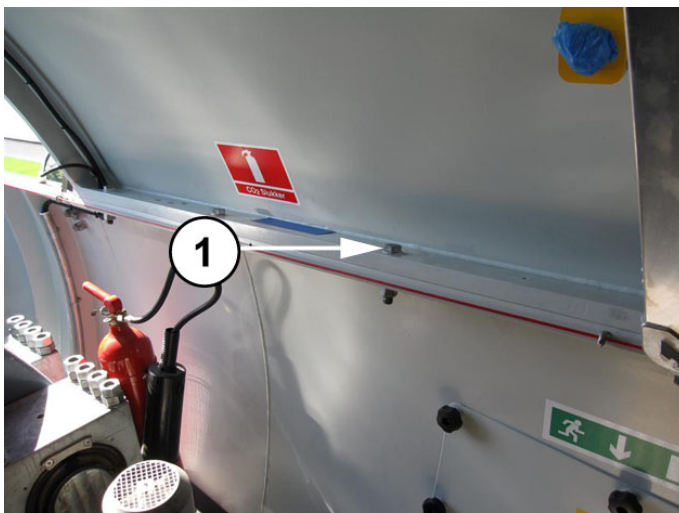
FG000334A

(1) N54 机舱罩支架盖



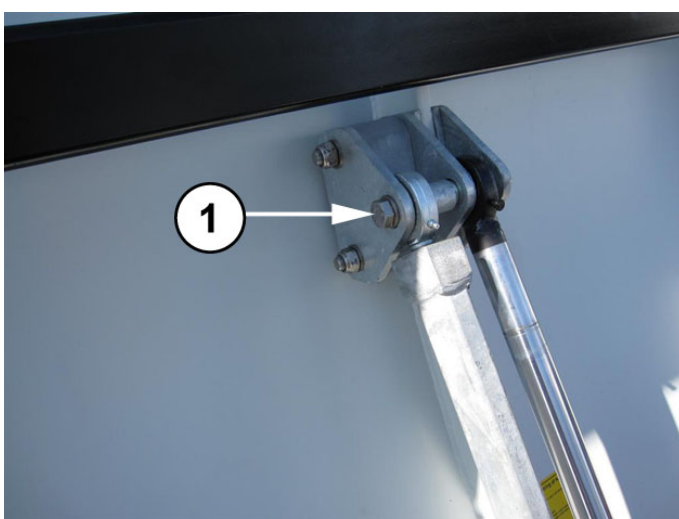
FG000340A

(1) N55 舱门 - 机舱罩铰链



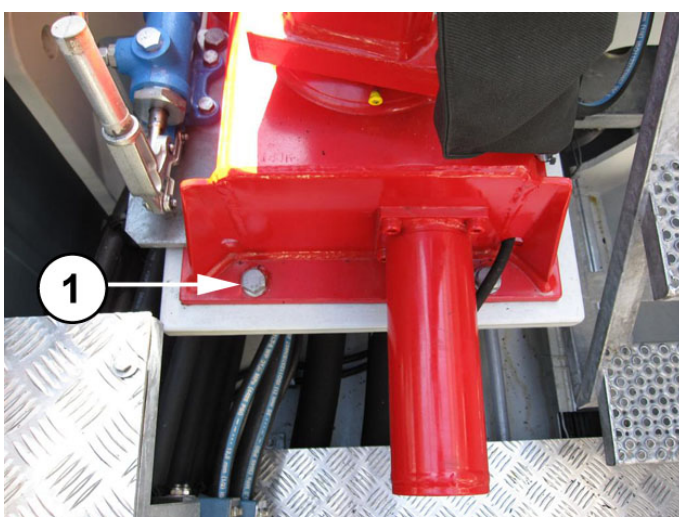
FG000341A

(1) N56 机舱罩 - 机舱罩顶盖



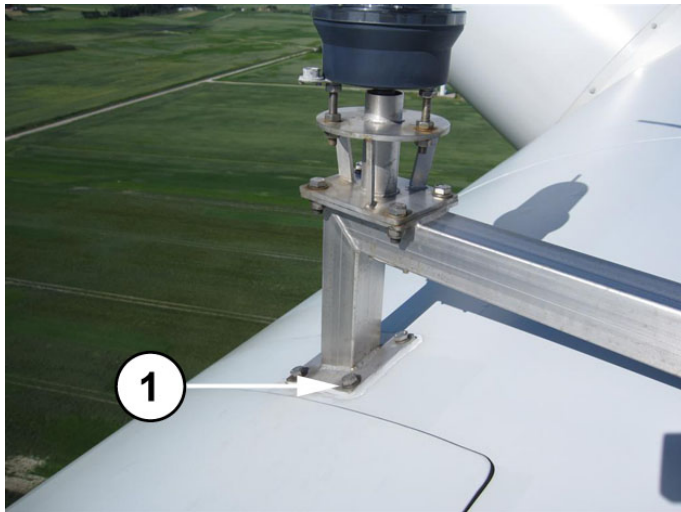
FG000343A

(1) N58 油缸支架 - 舱门



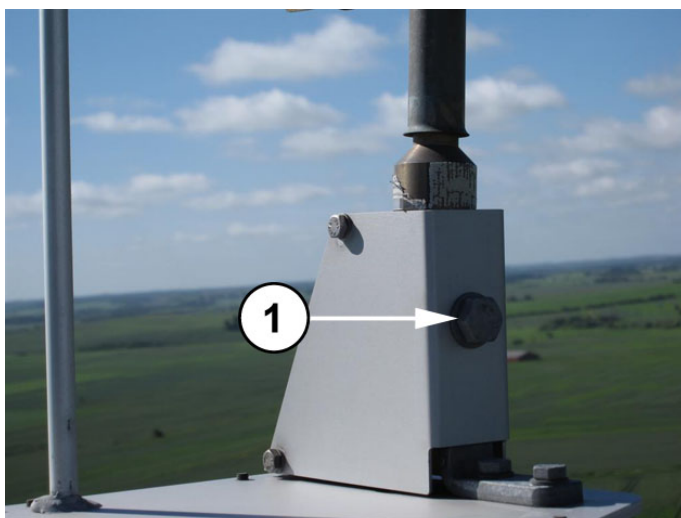
FG000351A

(1) A10 机舱罩 - 维修用吊车



FG000326A

(1) A11 警示灯 - 机舱罩顶盖



FG000352A

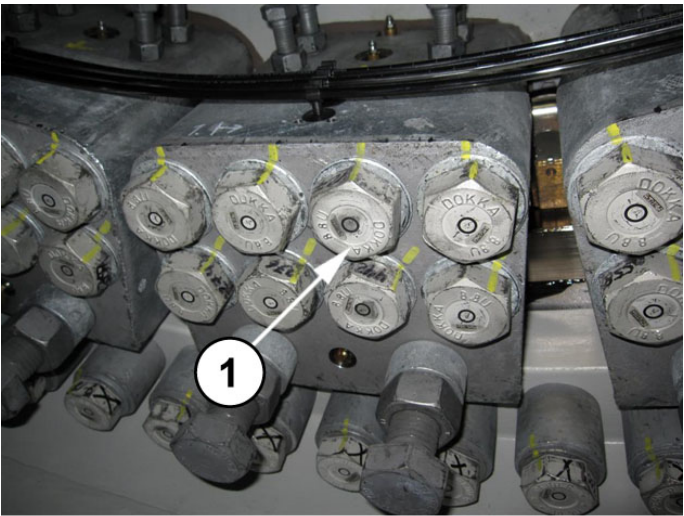
(1) A12 风向标和风速计

4.2.3 偏航系统中的螺栓紧固

注: X = 拧紧 / V = 目视检查。请参阅相关检查列表了解更多详细信息。

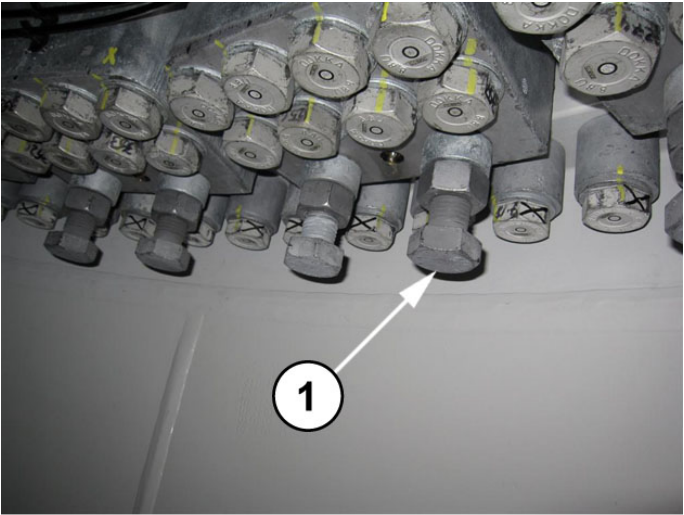
表 4.2.3. 偏航

ID 接头		副螺母		等级	需要涂层	扭矩	对边宽度	500 小时维修	12 个月	年度维修	5 年
						Nm	mm				
N40	偏航夹钳 - 基架	M30	tZn	8.8	是	1150	46	X	X	V	X
N41	偏航夹钳调整螺栓 (垂直)	M30	tZn	8.8	是	250	46	X	X	X	X
N60	偏航齿轮 - 基架	M16	tZn	10.9	是	250	24	X	X	V	X
		M16		12.9		300					



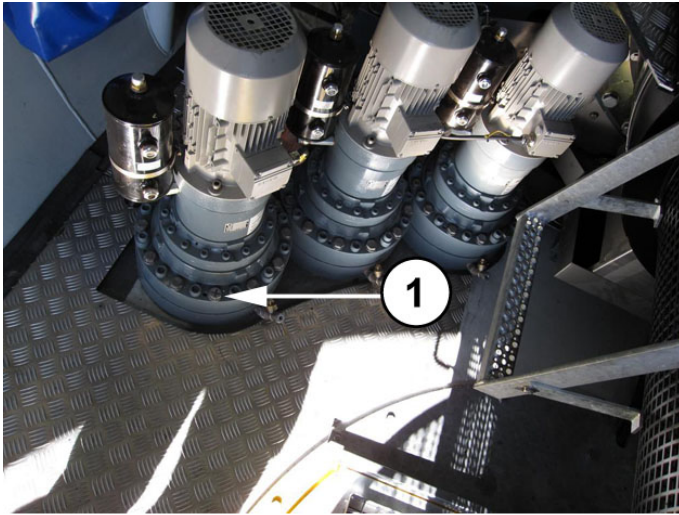
FG000360A

(1) N40 偏航夹钳 - 基架



FG000362A

(1) N41 偏航夹钳调整螺栓 (垂直)



FG000345A

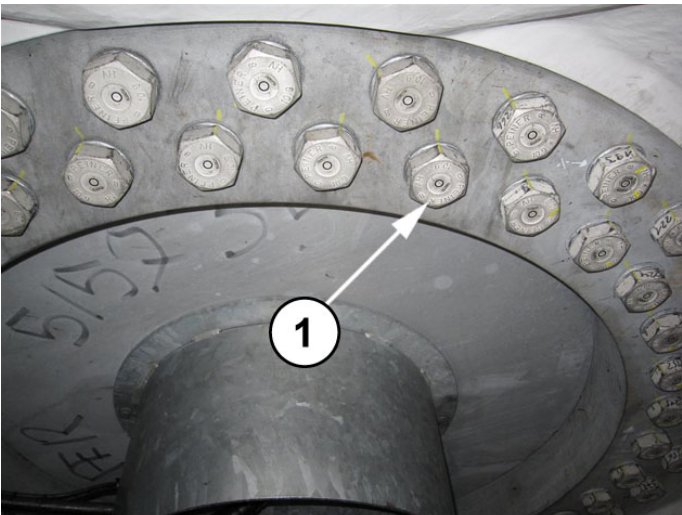
(1) N60 偏航齿轮 - 基架

4.2.4 主轴和轴承中的螺栓紧固

V = 目视检查，X = 拧紧。请参阅相关检查列表了解更多详细信息。

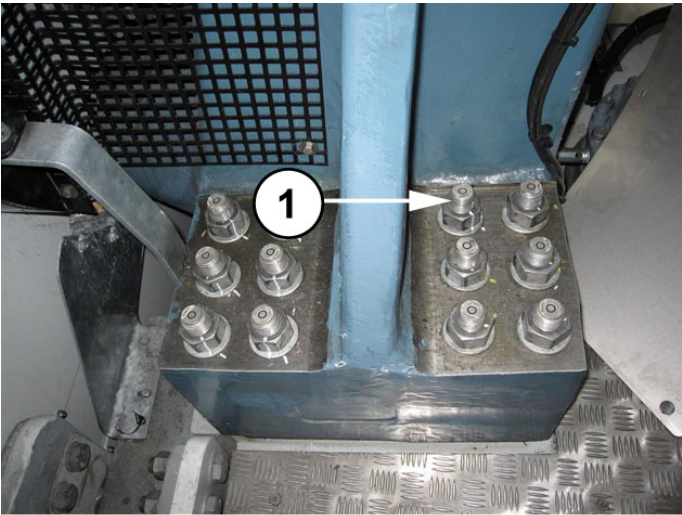
表 4.2.4. 主轴及轴承

接头 ID		螺栓类型		螺栓强度等级	滑 基座	扭矩	对边宽度	500 小时维修	12 个月	年度维修	5 年
						Nm	mm				
N10	轮毂 - 主轴	M36	高强度表面镀锌	10.9	否	2800	60	X	X	V	X
N20	主轴承座 - 基架	M30	表面镀锌	8.8	是	1150	46	X	X	V	X
N21	主轴承座 - 基架 (后)	M24	表面镀锌	8.8	是	600	36	X	X	V	X
N22	主轴承座 - 轴承盖 (前)	M24	表面镀锌	8.8	是	300	36	X	X	V	X
N23	夹紧环 - 主轴	M24	表面发黑	10.9	是	800	INSE X 19	X	X	V	X
N24	轴承盖 - 密封环 (前/后)	M12	表面镀锌	8.8	是	75	19	V	V	V	V
		M8				21	13				
N25	迷宫式密封圈 (选配)	M10	表面镀锌	8.8	是	42	17	-	-	-	-



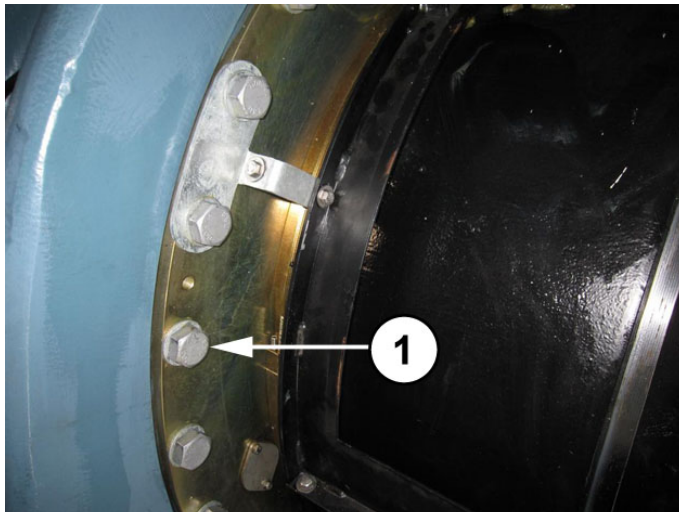
(1) N10 轮毂主轴

FG000354A



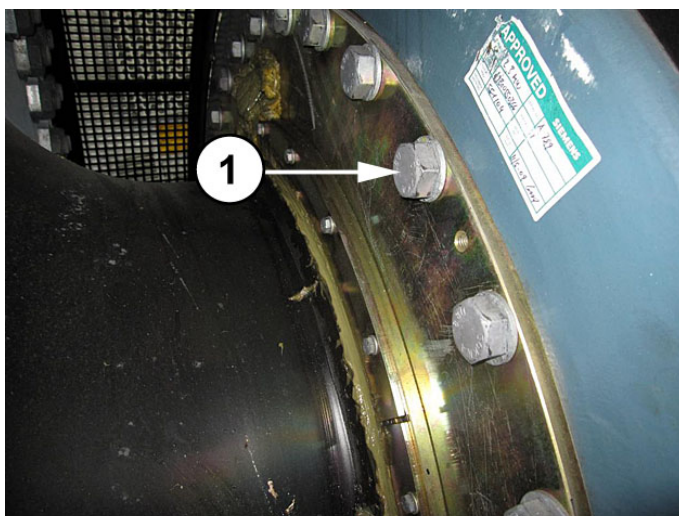
(1) N20 主轴承座 - 基架

FG000355A



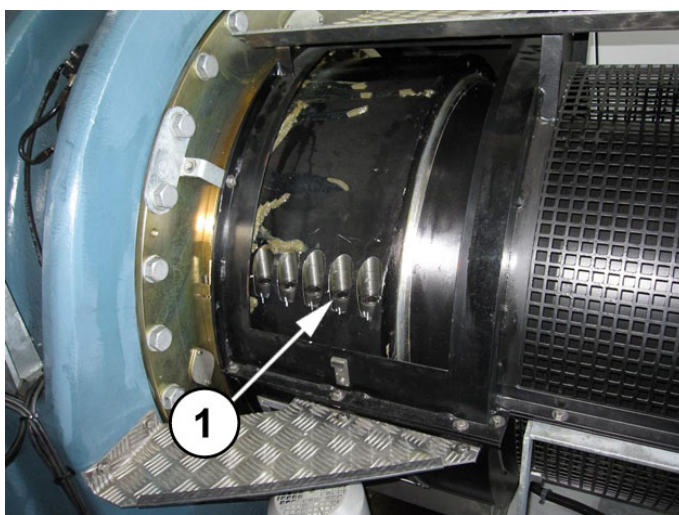
FG000356A

(1) N21 主轴承座 - 轴承盖 (后)



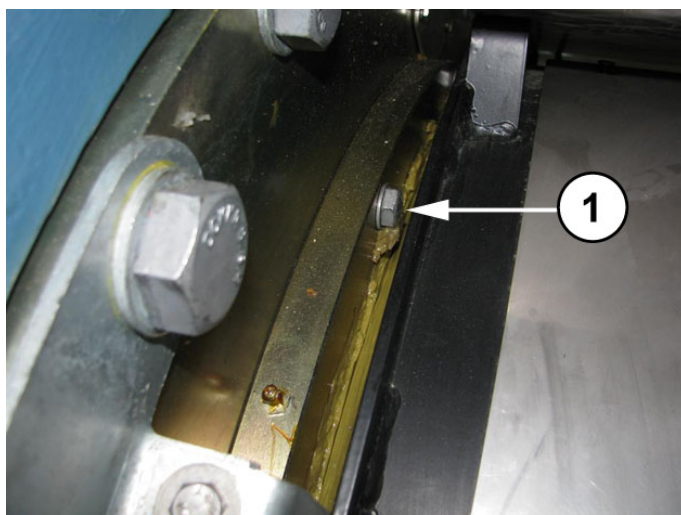
FG000357A

(1) N22 主轴承座 - 轴承盖 (前)



FG000358A

(1) N23 夹紧环 - 主轴



(1) N24 轴承盖 - 密封环 (前/后)

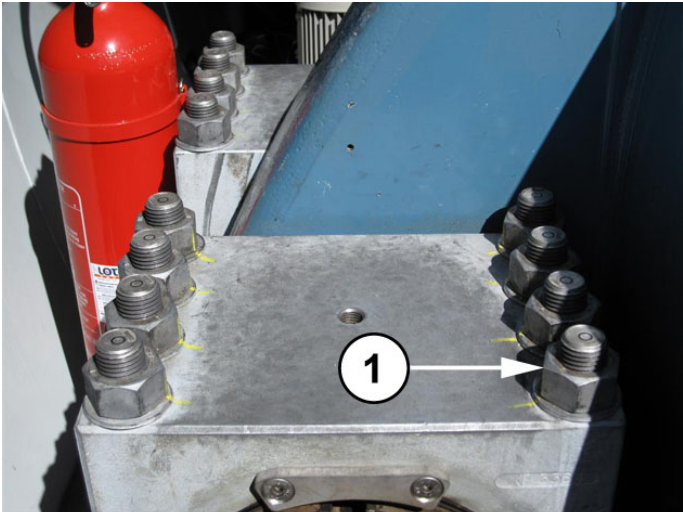
FG000372A

4.2.5 齿轮箱中的螺栓紧固

注: X = 拧紧 / V = 目视检查。请参阅相关检查列表了解更多详细信息。

表 4.2.5. 齿轮箱

ID 水数		副料组		级	实	矩	对边宽度	500 小时维修	12 个月	年度维修	5 年
						Nm	mm				
N32	热套盘 - 低速	M33	表面发黑	12.9	是	2650	50	X	V	V	X
N30	齿轮支架 - 基架	M33	tZn	8.8	是	1550	50	X	X	V	X



(1) N30 齿轮支架 - 基架

FG000359A



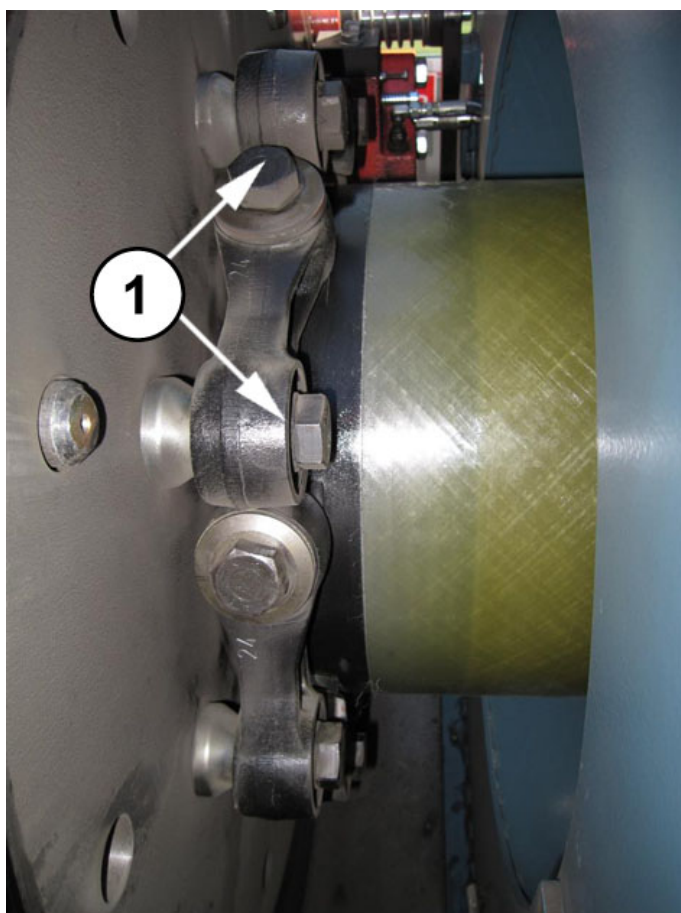
(1) N32 热套盘 - 低速

FG000332A

4.2.6 联轴器和发电机内的螺栓紧固

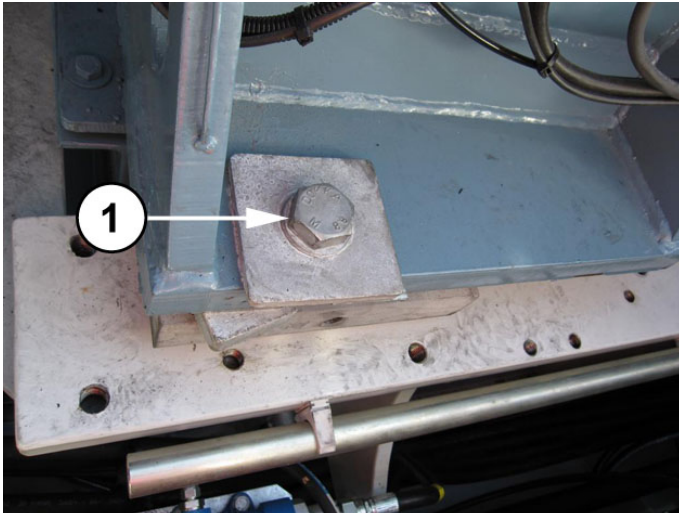
X = 拧紧 / V = 目视检查。请参阅相关检查列表了解更多详细信息。

接头 ID		螺栓规格		等级	表面处理	扭矩	对边宽度	500 小时维修	12 个月	年度维修	5 年
						Nm	mm				
N72	联轴器 - 发电机至齿轮箱	M20	表面发黑	10.9	是	490	30	X	X	V	X
N71	发电机底脚 - 发电机 (聚氨酯橡胶)	M24	tZn	8.8	是	600	36	X	X	X	X
N71	发电机底脚 - 发电机 (ESM 阻尼器) (可选项)	M24	tZn	8.8	是	600	36	X	X	X	X
	ESM 阻尼器 - 机架 (可选项)	M20	-	8.8	是	350	30	X	V	V	X
N75	发电机梁 - 加强杆	M16	tZn	8.8	是	175	24	X	V	V	X
A18	发电机上的端子 (ABB)	M12 M16	-	-	否	75 175	19 24	X	V	V	V
N76	发电机电缆的电缆支架	M12	tZn	8.8	是	75	19	V	V	V	V
N77	发电机间隔板	M24	tZn	8.8	是	600	36	X	V	V	X



(1) N72 联轴器 - 发电机至齿轮箱

FG000367A



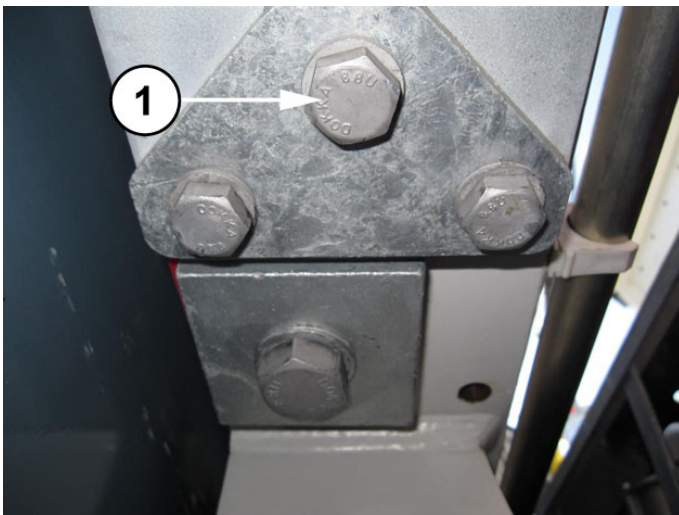
FG000344A

(1) N71 发电机底脚 - 发电机 (聚氨酯橡胶)



X00014298

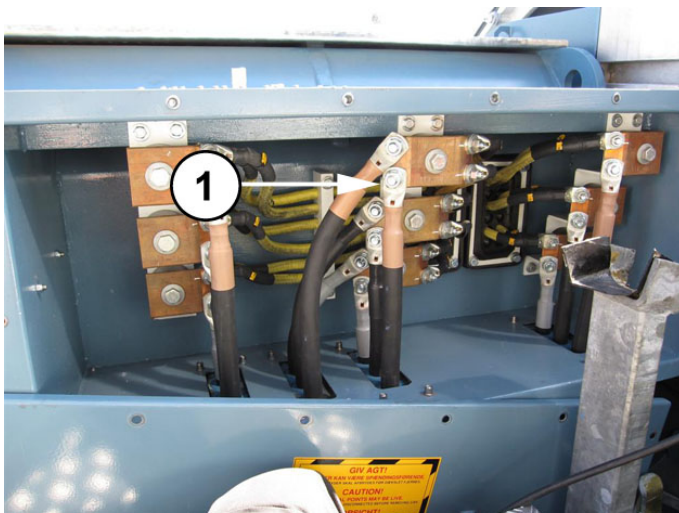
(1) N71 发电机底脚 - 发电机 (ESM 阻尼器) (可选项)



FG000347A

(1) N75 发电机梁 - 加强杆

(1) A18 发电机上的端子 (ABB)



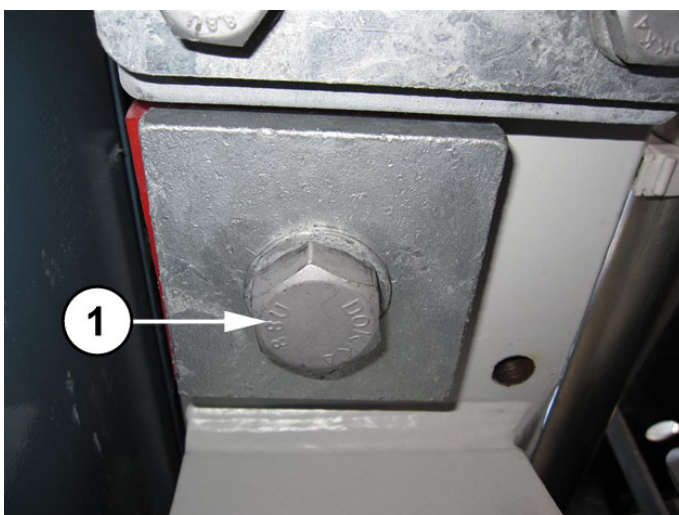
FG000330A

(1) N76 发电机电缆的电缆支架



FG000348A

(1) N77 发电机间隔板



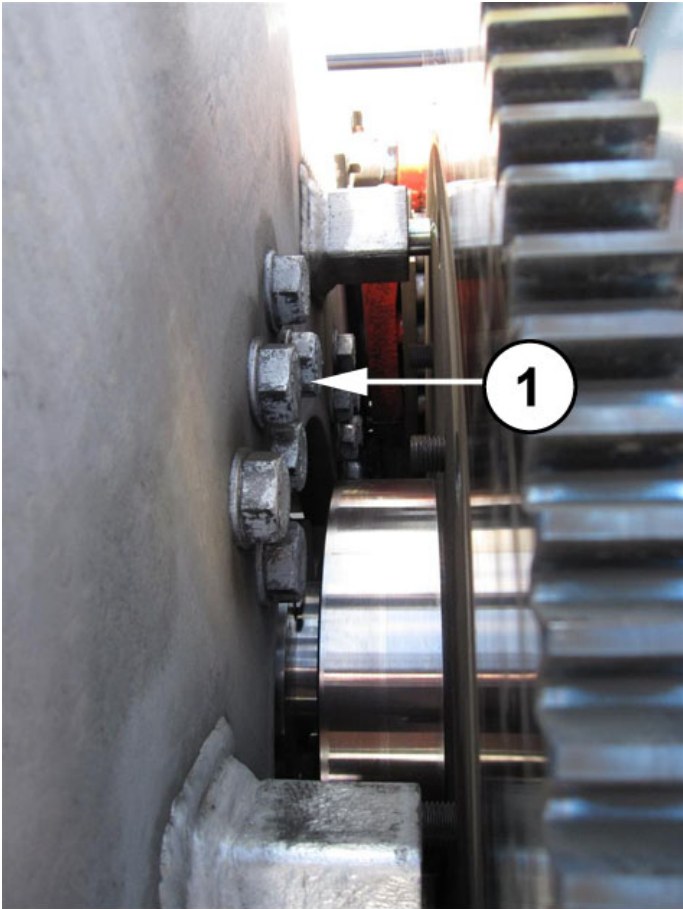
FG000349A

4.2.7 制动器中的螺栓紧固

X = 拧紧 / V = 目视检查。请参阅相关检查列表了解更多详细信息。

表 4.2.7. 制动器

接头 ID		副制动器		螺栓强度等级	滑道基础	扭矩	对边宽度	500 小时维修	12 个月	年度维修	5 年
		螺栓规格	表面处理			Nm	mm				
N31	制动钳固定板 - 齿轮箱	M24	tZn	10.9	是	800	36	V	V	V	V
N33	热套盘 - 高速	M20	表面发黑	10.9	是	450	30	-	-	-	-
N73	制动器卡钳 - 制动钳固定板	M20	表面发黑	8.8	是	350	30	V	V	V	V
N74	高速离心装置 (HCU)	M8	不锈钢	-	是	14	INSEX 6	X	V	V	X



(1) N31 制动钳固定板 - 齿轮箱

FG000371A