

目 录

目 录	1
1 安全规范	3
1.1 注意.....	3
1.2 定义, 警告.....	3
1.3 安全和应用规范.....	4
1.4 报废处理方法.....	5
2 描述	6
2.1 用途.....	6
2.2 解释.....	6
3 安装/装配	10
3.1 运输, 存储.....	10
3.2 吊装.....	11
3.3 固定.....	11
3.4 连接.....	12
3.5 定子绕组连接.....	13
3.6 接地电缆连接.....	14
3.7 辅助电路连接.....	14
3.8 收尾工作.....	14
3.9 螺栓联接的拧紧扭矩.....	15
3.10 在长时间停机或存储之后检查轴承润滑.....	16
4 试车	17
4.1 准备.....	17
4.2 接通电源.....	18
5 极限温度参数	19
6 操作	20
6.1 接通电源.....	20
6.2 停机期间.....	21
7 维护	21
7.1 维护.....	23
7.2 维护时间表.....	23
7.3 常规清理和维护检查.....	24
7.4 维护轴承.....	23
7.5 维护滑环.....	26
7.6 冷却器内部清理.....	29
8 发电机使用环境条件和技术参数.....	28
8.1 环境条件	28
8.2 技术参数	28
8.3 相关图纸	29
9 备件、质保清单	34
9.1 备件(易损易耗件)清单.....	37
9.2 质保清单.....	37
10 检查证书/工作日记	38

10.1 投运	38
10.2 售后服务工作.....	38
10.3 事故/故障	39
10.4 变更	40
10.5 检验证书	37
11 附加的使用说明书.....	38
11.1 转速传感器	38
11.2 自动加油泵 (LINCOLN)	41
附件一：双馈风力发电机定转子绝缘检测操作指导书.....	47
附件二：轴承润滑脂更换作业指导书.....	49
附件三：风力发电机集电环-刷架组件装配维护手册	53
附件四：集电环刷架组件碳粉清理的具体操作步骤.....	65

注意：本运行维护手册涉及的技术条款如有修改，本公司保留不另行通知用户的权利。

1 安全规范

1.1 注意

在发电机安装和试车之前请仔细阅读此运行维护手册。

运行维护手册必须小心保存。

严格遵守此手册所列出的条款。

工作日记（参见第 10 章）必须小心保存。

1.2 定义，警告

有资质的人员

依照此运行维护手册或产品上的警告，熟悉产品的安装、装配、试车和运行，并由具有相关资质的人员执行操作，例如：

- 1) 接受设备相关内容培训。
- 2) 接受设备相关安全使用方法及运行维护培训。
- 3) 急救培训。

危险



危险

表示如果不注意相关的警告**将会**导致死亡或重大的人身伤害或财产损失。

警告



警告

表示如果不注意相关的警告**可能**导致死亡或重大的人身伤害或财产损失。



警告

当电气设备处于运行状态时，这些装置将一直处于危险状态。因此如果不注意相关警告可能导致严重的人身伤害或财产损失。

只有具备相关资质的人员才能操作这些装置。操作人员必须十分熟悉所有的警告并且遵守此运行维护手册中的维护措施。

要安全无误的运行此设备除了需要小心的运行维护以外还需要正确的运输、专业的储存、安装和装配。

必须遵守国家的相关安全指导方针。

小心



小心

带三角的警告标志表示如果不注意相关的警告可能导致轻微的人身伤害。

小心

没有带三角的警告标志表示如果不注意相关的警告可能导致财产损失。

注意

注意

表示如果不注意相关的提示可能导致不良结果或情况发生。

注释

注释

是与产品有关的重要信息或运行规范中需要特别注意的部分。

1.3 安全和应用规范



危险

这些电气设备是用于工业电力的安装单元。在运行时，这些安装单元有裸露的带电部分和机械转动部分。因此，在未经允许的情况下打开盖板并进行不恰当的使用、错误的操作或不充分的维护，可能导致重大人身伤害或财产损失。

如果设备被用于非工业地区，其安装位置需有适当的装置（例如保护围栏）和标志禁止未被授权的人员接近。

必须遵守运行维护手册中的条款。

工作日记（第 10 章）必须认真记录和保存。

如果个人要为设备的安全负责，必须保证：

- ◆ 设备的基础施工，例如运输、装配、安装、试车、维护和修理工作，都将由负责的专员执行或控制。

- ◆ 装配、连接、环境和运行条件的技术资料 and 详细数据都将被严格的记录。

- ◆ 设备的特殊安装和安全防范是必须的，并且必须确保人身安全。

- ◆ 无资质的人员禁止操作或接近电机。

因此，此运行维护手册只是建议电机的常规运行由有资质的人员来操作。

注释

推荐使用由湘潭电机提供的与电机相关的技术支持和服务，如施工、装配、维修业务及备品备件。

1.4 报废处理方法

注释

此电机没有包含任何危险物质。

危险物质定义为致癌物质、诱导有机体突变的物质、有毒物质、放射性物质、水质污染物、导致全球变暖的物质、消耗臭氧层的物质等危险物质。

电机各个零部件的处理方法如下：

部 件	原 料	处理方法
轴承润滑脂	油脂	废料的处理需要特殊的监控
转轴	钢	废料回收再利用
机座/轴承座	钢板/铸钢	废料回收再利用
不带绕组的铁芯	电工钢板	废料回收再利用
绕组	铜，混合部分绝缘材料	废料回收再利用
电缆	铜，绝缘材料	废料回收再利用
导电环 接线母排/刷握	铜 黄铜	废料回收再利用
玻璃钢、塑料部件 密封垫	不同的有机原料	废料回收再利用
碳刷	石墨	废料回收再利用

2 描述

2.1 用途

该产品主要用于变速恒频风力发电机组的功率输出单元与电网直接连接,用于风力发电。其特点是高效率、长寿命和高可靠性。

2.2 解释

此电机符合以下规章制度:

额定值和性能	IEC/EN 60034-1	(GB 755-2008)
防护等级	IEC/EN 60034-5	(GB/T 4942.1-2006)
冷却方法	IEC/EN 60034-6	(GB/T 1993-1993)
结构类型分类	IEC/EN 60034-7	(GB/T 997-2008)
声压级测定	IEC/EN 60034-9	(GB/T 10069.1-2006)
振动强度测定	IEC/EN 60034-14	(GB 10068-2008)

2.2.1 定子

定子铁心是整圆硅钢片冲制,由扣片、通风槽板和压圈等零部件组成。定子冲片采用冷轧硅钢板, T4 涂层,冲片冲出扣片槽,先将冲片全部叠压后扭斜,用扣片拉紧焊牢,叠压时沿轴向分成多个叠片段,段间放置导风片,形成径向通风槽。

定子绕组为双叠绕组,相互串联的线圈间的连接采用并头套,线圈与导电环间采用银铜焊,在爬电距离不够的地方采用云母缠包。电枢绕组嵌完线、并头后, VPI 浸漆一次,普通一次,烘干、清渣后套入机座。

定子端部绑扎分别采用玻璃丝芯涤纶套管和空心涤纶套管将绕组与固定件和端箍等绑牢,后再经真空整体压力浸漆,使绕组端部具有足够的强度和刚度。导电环之间有专门的夹板相互隔离,既保证电气绝缘强度,又满足电机低电压穿越时的绕组端部受力不至损坏的要求。

2.2.2 转子

转子由转轴、转子铁心、转子绕组、滑环等零部件组成。转子铁心由冷轧硅钢板冲制。

转子绕组为双层波绕,线型为扁铜线。转子绕组端部的绑扎用无纬带绑扎,厚度满足使用要求。嵌线装配完毕后, VPI 浸漆一次,普通一次。

整个转子要求经严格的动平衡检查,平衡块安装在铁芯压圈支架上,并点焊牢固,要求平衡精度为按 ISO1940/I 中 1.0 级。

转子两端配制接地电刷,电刷刷握配备有接地电刷磨损监控设备,可以通过辅助接线盒收集相关信号。

2.2.3 测速码盘和支架

轴伸端安装光电测速传感器支架和测速码盘。*电机制造厂根据用户要求配备该装置。*

2.2.4 滑环

滑环外径 $\Phi 320\text{mm}$ ，滑环外壳防护等级 IP 23。滑环组件由 4 个滑环构成，其中 3 个滑环用于实现转子绕组各相的电气连接，第 4 个为接地环，用于输送轴接地电流。

滑环安装在电机非轴伸端的滑环室内，其中安装了一个主电刷固定刷架和一个接地电刷固定支架，接地电刷支架非绝缘。使用独立的蜗壳风机吹风或从冷却器尾端引风进行冷却，并带走部分碳灰至碳灰收集盒。

电机制造厂根据用户要求配备滑环冷却装置。

滑环与转轴采用无键连接（预烘热套，过渡配合），一个 $\Phi 8$ 销孔定位，3 个 M10 的内六角螺钉紧固，随转子转动，但电刷保持固定。滑环通过一对接地电刷接地，接地电刷刷握和主电刷刷握均配备电刷磨损监控信号线，可以通过辅助接线盒收集相关信号。

2.2.5 编码器

在电机主轴的非驱动端安装了一个主轴速度传感器，通过编码器安装小轴固定，用于监控发电机转速。

重要

转轴非驱动端编码器的允许最大跳动量为： 0.10mm 。（电机出厂时编码器的最大跳动量为： 0.05mm 。）

参见制造商文件（编码器使用说明书）安装和操作编码器。

2.2.6 加热器

在发电机机座和滑环室内装配了加热器，电源通过辅助接线盒连接。

加热器的连接位置、功率和电压等信息请参考电机的辅助元件接线布置图或接线标牌。

2.2.7 轴承

利用端盖将轴承室安装在机座中心。两端端盖轴承进行了绝缘处理，轴承为 SKF 或 FAG 深沟球轴承。一个轴承安装在 D 侧（驱动端）的轴承室内，为定位轴承。另一个轴承安装在 N 侧（非驱动端）的轴承室内，为非定位轴承，轴承轴向间隙 $\pm 2\text{mm}$ ，保证轴向不干涉。非定位轴承轴向预加载（采用柱形弹簧进行轴向预紧）。这一预加载提供了低噪声运行条件并具有运输锁紧的功能。定位轴承的尺寸选择适合于吸收电机自身产生的线性和轴向力（ 5° 倾斜角，轴向磁拉

力)，它没有任何吸收外部导入的附加轴向载荷的设计（除联轴器的自身重量）。

两个轴承室内均有油脂甩油盘，可以从轴承室内排出多余的油脂。在轴承外盖的底部有开口和一个废油脂收集盒。

主轴轴承座的密封是由内向外的迷宫式密封，满足 IP54 防护等级。轴承外盖上配备有符合 GB1152 规定的锥形油嘴 AM 10×1，用于手动重新添加油脂，并配备有自动加油泵注油孔 M8。

2.2.8 冷却和通风

发电机采用空气—空气的冷却系统。冷却方式为 IC666，冷却器置于方形机座顶部，强迫循环冷却空气通过热交换器。

机座内焊有通风隔板，定、转子铁芯由多段带有径向通风的铁芯迭压而成，为轴—径向混合通风结构。定、转子上的多个通风道将定、转子上的热风从电机中间压入空气冷却器，进行热交换后变成冷风从电机两端进入，形成封闭循环空气冷却系统。

如果没有特殊要求，冷却条件符合 GB 755 的规定。

通过发电机内部的冷空气须无腐蚀性气体和水蒸气，相对湿度最大为 95%，粉尘含量最大为 $1\text{mg}/\text{m}^3$ ， SO_2 含量最大为 $1.5\text{mg}/\text{m}^3$ ，盐雾环境条件下建议在机舱中配备盐雾过滤器。

2.2.9 监控设备

发电机装备了以下监控装置：

- 6 个绕组 Pt100 测温元件（铂， 0°C 时 100 欧，每相 2 个，3 相为 1 组，共 2 组）
- 每个轴承有 1 个双支 Pt100 测温元件（铂， 0°C 时 100 欧）
- 冷却器进出风口装有 2 个内置式 Pt100 测温元件（铂， 0°C 时 100 欧）
- 滑环室内碳刷磨损监控（无源开关信号，常闭正常，断开报警）
- 滑环室装有 1 个 Pt100 测温元件（铂， 0°C 时 100 欧）
- 轴伸端接地电刷磨损监控（无源开关信号，常闭正常，断开报警）
- 润滑油泵故障监控（无源开关信号，常闭正常，断开报警）
- 6 个 PTC160 热敏电阻（ 160°C 关断，每相 2 个，三相为一组，共 2 组）

注：润滑油泵、PTC160 热敏电阻由电机制造厂根据用户要求配备。

2.2.10 滑环室

滑环室位于发电机 N 侧（非驱动端）的外部，带碳灰收集盒。

滑环室配有可拆板用于方便维护电刷、电刷固定支架和滑环，正常情况下该可拆板需密封。

2.2.11 润滑油泵

轴承润滑采用 QLS401 (LINCOLN 林肯) 或同类型润滑系统, 容量 1L, 工作电压 24VDC, 带故障报警信号。

电机制造厂根据用户要求配备该装置。

参见附上的制造商文件安装和操作这个装置。

2.2.12 定、转子避雷器

定、转子避雷器安装在定、转子出线盒内, 每相通过低电阻连接到接地电位。

电机制造厂根据用户要求配备该装置。

2.2.13 电气连接

2.2.13.1 定子连接

定子绕组各相引出线接头 (U、V、W) 引至定子接线盒内。

2.2.13.2 滑环室的连接

转子各相电缆接头 (K、L、M) 直接连入装在滑环室上的转子接线盒内。

2.2.13.3 保护和接地电缆的连接

电机装配了以下保护和接地连接:

- ◆ 定子出线盒内和转子出线盒内均设接地点, 配套提供联接螺栓 (辅助接线盒例外)。所有连接点均带有保护或接地电缆标志。

- ◆ 从轴伸端看, 靠近电机定子出线盒右侧机座上设 2 个接地柱, 配套提供连接螺栓。

电机制造厂根据用户要求在其它位置配备接地点。

2.2.13.4 加热器的连接

加热器的电源接头位于辅助接线盒内。

2.2.13.5 冷却器的连接

冷却器各电缆线接头连接在辅助接线盒内。

2.2.13.6 自动加油泵的连接

加油泵电源线接头连接在辅助接线盒内。

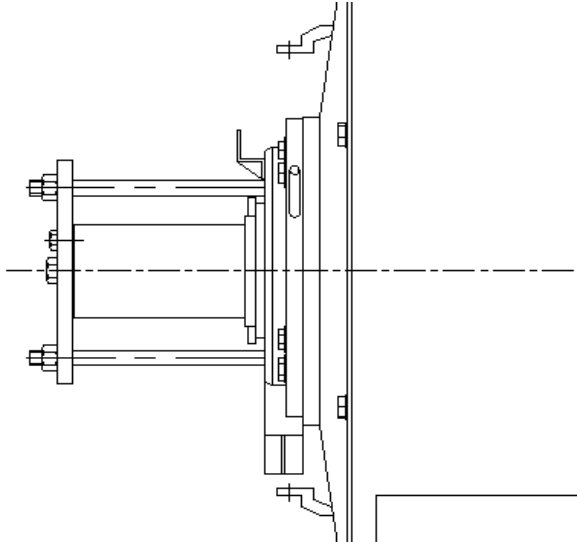
2.2.13.7 监控设备的连接

各测温元件信号线、电刷监控的微型开关动作信号线、自动加油泵报警信号线和避雷器信号线均连接到辅助接线盒内。

3 安装/装配

3.1 运输, 存储

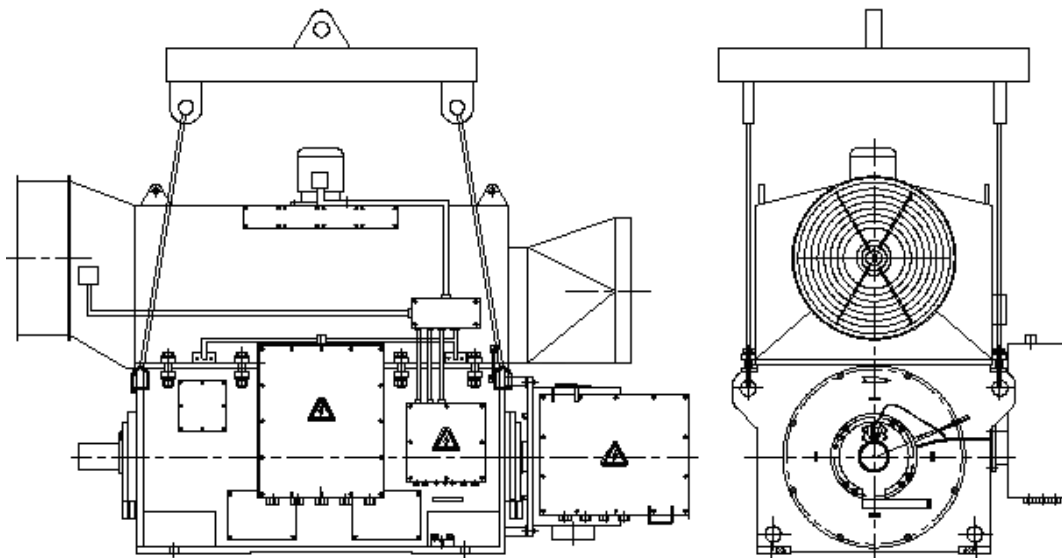
发电机运输过程中（包括整机装配完成后运输至风场），转子轴伸端应使用刚性装置固定，防止转子轴向窜动损伤轴承。



危险

发电机机座提供了用于装卸与运输的吊装孔。一定要使用一个带 4 个可调节载荷吊点的吊具（表现为一个支架连到发电机上）。重量参见发电机铭牌或外形图。冷却器上吊装孔只能用于吊装冷却器。

注：下图仅为吊装位置示意图，具体产品外观以外形图为准。



3.1.1 运输后的检查

目测检查发电机运输后任何潜在的损伤。

立即修理较小的损伤，如局部补做油漆。

电机开箱后应及时安装，否则一定要做好安全的存储措施。

3.1.2 存储防范

电机、机械部件或备件应该存储在防风雨、干燥、温度适宜和无振动的房间内。好的存储条件有利于以后的调试和维护。

房间内要保持适当的温度，避免在电机部件上凝结水珠。

发电机长期存储（六个月），应特别注意防止轴承腐蚀、失油、静振，存储期间应定期将转子转动一下（防止静振，应每星期将转子转动 1/4 周）。

防腐蚀保护：

- ◆ 所有的机械部件在存储之前都要做防腐蚀保护。
- ◆ 发电机转子轴伸端及机座四个底脚面清理干净，涂防锈油，粘贴电话纸。
- ◆ 发电机使用厚度不小于 0.18mm 的聚氯乙烯袋或覆膜金属箔袋封装。
- ◆ 油脂层一年之后要重新涂抹，因为到此时其保护效果已经减弱。
- ◆ 所有存储的部件需要定期检查。
- ◆ 只有在装机电机的时候才能清除相关位置的防腐蚀保护介质。
- ◆ 使用无腐蚀性溶剂来清除防腐蚀保护介质。

3.2 吊装

小心

电机运行期间部分在机座上装配的电缆或安装的其它元件可能是高温的。

遵守电机文件资料和电机外壳上固定铭牌中规定的技术数据。

发电机在制造厂家的车间内已经进行了防腐蚀保护。这些防腐蚀保护只有电机开始安装和组装时才能被清除。

此外，遵守以下规定：

联轴器

电机适合使用直接弹性联轴器。联轴器应该是动态平衡的。不得使用产生或者传输额外载荷的联轴器（除技术规范中规定的额外载荷）。

噪声

在任何安装的工作场地评估噪声等级，必须考虑三相交流电机在标称载荷下运行时会产生超过 70dB（A）的噪声（A 级声压级）。

3.3 固定

稳定的基础、准确找平的机身和平衡良好的转子能产生一个平稳低振动的运行状态。

电机固定在 4 个带有地脚螺栓的固定基础上。也可以将电机安置在抗扭的底座上。电机底部安装面与支撑平面的允许偏差 $\leq 0.2\text{mm}$ 。安装在减震器上时，应该执行减震器制造厂家说明书的规定。

为了安全的固定和传输驱动扭矩，应该使用符合 ISO 898-1 规定的推荐强度等级的固定螺栓，例如 10.9 级。

3.4 连接



警告

当使用任何化学清洗剂时必须遵守相关的安全数据清单上的警告与规范。所有的化学溶剂都必须与各部件兼容，特别是塑胶部件。

为了确保电机正确的连接和安全的固定，必须具有与操作程序相关的详细的专业知识。其中包括：

- ◆ 基础的准备。
- ◆ 选择和装配联轴器。
- ◆ 测量实际运行时的径向跳动和轴向偏差。
- ◆ 轴向和水平定位。

如果对于这个工作有任何一项活动和工序是未知的，建议与本公司的服务中心联系，取得支持。

3.4.1 基础配置

- ◆ 安装工人必须确保当地运行条件符合电机的保护等级要求。
- ◆ 安装平面的允许偏差 $\leq 0.2\text{mm}$ 。
- ◆ 安装操作人员按照外形图的规定确定基础尺寸。
- ◆ 在设计电缆管道的时候要考虑电缆的弯曲半径和接头标高。

3.4.2 装配联轴器

- ◆ 确定联轴器安装侧的膨胀温度，检查轴颈和联轴器孔的尺寸和形状。
- ◆ 使用汽油将主轴上的防腐蚀蜡膜或防锈油清除。
- ◆ 使用石油溶剂油和溶剂石脑油清理所有的配合表面。
- ◆ 快速准确对中地将联轴器对轮安装到主轴上。
- ◆ 避免所有的冲击和碰撞，确保轴承不被损坏。
- ◆ 遵守联轴器制造厂商的使用说明书的规定。
- ◆ 确保联轴器对轮能被拆卸。
- ◆ 拆卸联轴器对轮需要使用合适的装置。

3.4.3 找中要求

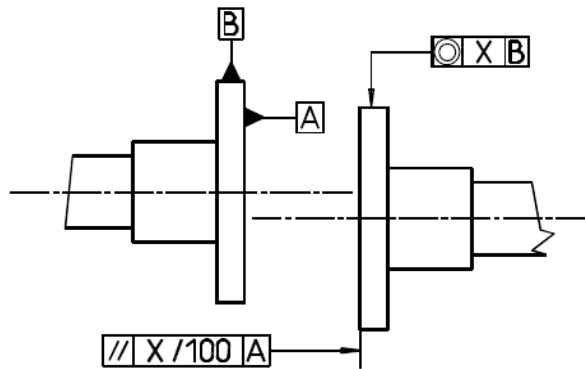
- ◆ 必须的测量工具：千分表，千分表支架，激光对准工具。

- ◆ 利用调节螺母使电机找平。
- ◆ 通过轴向和径向对准，同时拧紧地脚螺栓。
- ◆ 使用千分表或激光对准工具检查（整圈）。
- ◆ 以同时旋转 $4 \times 90^\circ$ 的增量取得测量值。
- ◆ 计算每个测量点的所有实测值的平均值，比较平均值。

发电机和电机转轴中心的偏移量和联轴器端面平行度偏差不能超过以下值：

转速 (rpm)	x (mm)
<1800	0.02

联轴器同轴度偏差和表面平行度偏差。



弹性联轴器也需要精确找中。适宜的偏差将延长联轴器及发电机的使用寿命。

遵守联轴器制造商的规范和采取以下预防措施：

- ◆ 交叉的紧固地脚螺栓。
- ◆ 注意不得变形。
- ◆ 利用塞规检查发电机底脚是否已经用螺栓无间隙的固定在基础板上。

3.5 定子绕组连接

- ◆ 由专业人员装配电缆连接点（接线盒）安装侧电缆。
- ◆ 保证使用符合标称电流容量和有确定编号的合适的电缆接头，以规定的顺序进行电缆敷设、电缆穿墙和电缆连接。
 - ◆ 允许的最大电缆外径参见电缆密封套规定的尺寸。
 - ◆ 在裸露带电元件之间按照标称电压要求保证最小爬电距离。
 - ◆ 确保所有电缆都有序排列，避免混乱、短路和产生电弧。
 - ◆ 按照防护等级的要求密封电缆接入口，锁紧电缆密封套。
 - ◆ 确保使用了正确的端子标记、电路连接，良好的接触和紧密的螺纹连接。
 - ◆ 依照图纸设计的规定，发电机所标记的旋转方向相序是 K、L、M 连接

到 U、V、W，而反向旋转的相序是 K、L、M 连接到 V、U、W。

- ◆ 旋转方向的指示参见指示牌或检验证书。

劳动保护

所有控制电路的连接不属于运行电路，并带有终端保护或接地电缆。这些元件的保护或接地电缆的电阻最大不超过 0.1 欧姆。在修理工作期间应特别注意。所有的装配、连接和安装工作只有由受过培训的人员依照相关规定和标准来完成。

3.6 接地电缆连接

- ◆ 依照国家相关标准进行外部接地电缆和电缆连接点（接线盒）的接地和保护电缆的连接。

- ◆ 在安装场地应该遵守设备运行使用说明书的规定。

电机部件的接地导线应符合安装的相关标准，例如符合 IEC / EN 60204-1，对于横截面积超过 35mm^2 的功率传递主电缆，其接地导线截面积至少是主电缆的 50%。

在连接电缆时必须确保：

保证电缆末端合适的接触面积和使用合适的防腐保护，例如无酸石蜡油膏。

- ◆ 接地联接螺栓紧固到位。

3.7 辅助电路连接

- ◆ 确保辅助接线盒内温度传感器、加热器、冷却器风机、自动加油泵、避雷器和电刷监控等连接电缆的正确连接。

- ◆ 电缆通过电缆密封填料函管道接入，电缆接入出线盒内紧固后，电缆密封填料函应锁紧到位。

辅助电路的详细信息参见接线盒盖板内侧的端子配置、接线标牌和电机随机文件资料。

所有端子适合的电缆截面积是 4mm^2 。

选择连接电缆需要考虑配线电流容量和设备条件。（例如环境温度、电缆敷设类型等）。

3.8 收尾工作

在关闭接线盒之前，请检查：

- ◆ 电缆连接符合接线盒上的端子配置。
- ◆ 接线盒内清理干净并且没有多余的线头。
- ◆ 所有的电缆螺纹连接保持紧固并注意相配的保护等级、电缆敷设类型、容许的电缆截面积等，并且是按照相关规定安装的。
- ◆ 连接电缆自由排列，电缆表面没有损伤。

- ◆ 所有自由接入都被塞紧，所有塞子都用螺丝紧固（只有使用工具才能松开）。
- ◆ 接线盒所有的密封和封接面都整齐有序。发电机各出线盒盖板开启一次，原则上需更换盖板下橡皮密封垫后再重新安装盖板；也可根据橡皮密封垫的完好情况选择是否更换。
- ◆ 所有安装螺栓都需紧固。
- ◆ 各出线盒盖板安装关闭后，电机转子轴伸端裸露部分清理干净，涂防锈油。

3.9 螺栓联接的拧紧扭矩

生产和试验扭矩 无润滑螺栓连接								
尺寸	螺栓连接 铜/黄铜		强度4.6和5.6或 铜、黄铜、铝、 灰铸铁螺栓		强度8.8 —无锁定 —导体棒和电 缆插座锁定		强度8.8 —锁定	
	生产 [Nm]	试验 [Nm]	生产 [Nm]	试验 [Nm]	生产 [Nm]	试验 [Nm]	生产 [Nm]	试验 [Nm]
M4	1.0	0.7	1.4	1.0	3.0	2.6	3.3	2.8
M5	2.0	1.4	2.7	1.9	5.9	5.0	6.7	5.7
M6	3.5	2.5	4.6	3.2	10	8.5	11.5	9.8
M8	8.4	5.9	11	7.7	25	21.3	27	23.0
M10	13.2	9.2	17.1	12.0	38.1	32.4	54	45.9
M12	22.6	15.8	30.3	21.2	66.1	56.2	92	78.2
M14	-	-	48.2	33.7	105	89.3	145	123.3
M16	55.2	38.6	73.9	51.7	163	138.6	225	191.3
M18	-	-	101	70.7	233	198.0	320	272
M20	107	74.9	143	100.1	331	281.4	460	391
M22	-	-	194	136	451	383	620	527
M24	183	128	245	172	568	483	790	672
M27	-	-	366	256	856	728	1160	986
M30	369	258	494	346	1130	961	1550	1320
M33	502	385	673	471	1560	1330	-	-
M36	840	588	1120	784	2020	1720	-	-
M39	-	-	1380	966	2640	2240	-	-
M42	-	-	1370	959	3230	2750	-	-
M45	-	-	1700	1190	3990	3390	-	-
M48	-	-	2050	1440	4860	4130	-	-
M52	-	-	2630	1840	6200	5270	-	-
M56	-	-	3280	2300	7750	6590	-	-

M64	-	-	4890	3420	11600	9860	-	-
M68	-	-	5890	4120	13800	11700	-	-

3.10 在长时间停机或存储之后检查轴承润滑

在常温环境下（-40℃到+60℃）停机状态的润滑油脂有效期是一年。快到有效期的时候，需要观察油脂的情况（要拆除轴承外盖）。检查油脂的浓度和油脂是否分解，颜色是否变深。若润滑油脂未变质，简单的添加油脂即可。若润滑油脂已变质，需清除原油脂，再重新添加新油脂。

4 试车

4.1 准备



警告

确定所有的盖板都已经盖好，避免在电机运行的时候接触到带电的、转动的部件或通风、冷却装置。

任何电机的偏差（功率消耗增加、较高的温度或振动、异常的噪声和气味、安全装置的激活等）都表明正常的功能受到影响。为了避免主机烧毁可能导致的直接或间接的人员伤亡或财产损失。在发现异常情况的时候立即通知负责维护的人员。如果有任何怀疑关系到相关安全规则的需立即切断电机的电源。

4.1.1 检查绝缘电阻



警告

在测量期间和其后较短的时间内端子均可能带有危险电压，不得接触。

如主电缆已接好，需确保主电缆开关不会被合闸。

在经过长期的存储或停机之后的第一次试车之前要检查电阻值，其电阻值可能受到进入的湿气、不利的运输、存储和安装条件的影响而降低到最小可接受的绝缘电阻值之下。

只有专业人员才能执行测量工作。

使用1000V的绝缘电阻测试仪亦叫摇表。

◆ 最小可接受的绝缘电阻值： R_{is}

使用标称电压 U_N (kV) 和绕组温度来测量 R_{is} 。只测其对机座的绝缘电阻，链式测量。

绕组	最低绝缘电阻 (MΩ)
热态 (大约75°C)	$R_{isw} = 1 \times U_N$ (kV)
冷态 (大约20°C)	$R_{isk} = 15 \times U_N$ (kV)

R_{isw} = 热态最低绝缘电阻

R_{isk} = 冷态最低绝缘电阻

◆ 评估检查测量值

如果达不到最低值时，电机将不能运行；必须烘干绕组。

◆ 评估湿度

为了能测量湿度，本公司建议查出吸收比N。

它由以下比例产生

$$N = \frac{R_{is} \text{ 60s}}{R_{is} \text{ 15s}} \quad \begin{array}{l} \text{(60s测量值)} \\ \text{(15s测量值)} \end{array}$$

在绕组干燥的情况下 $N \geq 1.3$ 。

如果 $N < 1.3$ 将考虑执行烘干并测量最小绝缘电阻值。

具体操作过程可参附件一：《双馈风力发电机定转子绝缘检测操作指导书》。

4.1.2 绕组绝缘烘干

只有在检查绝缘电阻过低的情况下才需要烘干绕组。

适当的烘干程序取决于安装场地可供使用的设施。

只有专业人员才能执行该项工作。

◆ 热空气烘干

- 使用任何可用到的空气加热装置
- 每20分钟旋转转子1/4圈以达到均匀升温

◆ 气流通风吹干

- 如果可能，安排排气口与进气口对角相对
- 从两侧打开任何封闭电机的部件
- 这种类型的烘干方法特别适用于表面潮湿

◆ 通电烘干

- 连接低DC或AC电压
- 调整电流值，保持绕组温度低于75℃
- 输入端可任意选择，如端子U
- 输出端，如端子V或W
- 每小时改变一次端子连接以达到均匀加热
- 将入气口和出气口对角排列
- 尽量安排出气口在顶部
- 强制通风，排出湿气
- 这种烘干方式用于十分潮湿的绕组（I 值大概 1 MΩ）

◆ 使用加热器烘干

- 使用电机机座内的加热器通电加热
- 打开电机，排除湿气
- 监控电机，保证其内部正确的温度分布

烘干条件

- ◆ 保证缓慢和稳定开始所有的干燥作业。
- ◆ 最大烘干温度为75℃。
- ◆ 持续烘干，直到绝缘电阻显著增加并达到最小值。如需保存，需要更高的电阻值。
- ◆ 每小时测量绝缘电阻一次。
- ◆ 持续记录测量值。
- ◆ 利用适当的温度计检查局部升温。
- ◆ 确保湿气能够排出。
- ◆ 当电机干燥之后恢复运行状态。

4.1.3 收尾工作

- ◆ 检查集油器的位置是否适当。
- ◆ 检查空气口的过滤网是否被清理，检查运行条件。
- ◆ 常规：
 - 检查装配螺栓是否连接可靠。
 - 检查端子。检查布线是否正确，清理接线盒，紧固电缆螺栓。检查旋转方向。检查螺纹连接电缆是否正确接触。检查电缆接头是否符合要求。
 - 比较电机相关的电气安装数据。与电机铭牌上的信息进行比较。
 - 清洁安装场地。从电机区域移除所有吊装和辅助工具。
 - 检查联轴节盖板是否正确排列。
 - 检查接线盒、可拆板和风管的密封件是否正确。
 - 检查接地电刷刷握是否正确。

注释

以上给出的清单仅作参考并没有限制。可能需要其他的检查，具体检查取决于有关设施的具体情况。

4.2 接通电源

在首次运行之前执行功能测试。

- ◆ 检查旋转方向
- ◆ 空载运行：
 - 在联轴器耦合和发电机空载的情况下进行空载运行。
 - 检查：轴承温度、轴承噪声、振动测试。

- 时间：为了得到可靠的检查结果，应该等到轴承温度达到稳定状态。
- ◆ 带载运行：
 - 在无故障空载运行之后进行带载运行。
 - 在运行条件下进行长时间的带载运行，例如72小时试车试验。
 - 负荷电流条件参照发电机铭牌技术参数。

5 极限温度参数

以下极限温度参数：

机械部件	温度等级	报警温度	停机温度
定子绕组	H设计，F考核	140℃	145℃
轴承	-	95℃	100℃
轴承温度变化率	每分钟轴承温度变化超过5℃属于异常现象，应停机检查。		

使用ETD法(铂热电阻)测量绕组温度。

如未超出极限温度但异于其它同类型电机时，立即通知负责维护的人员。

6 操作

警告



在运行期间确保所有的用于防止接触发电机带电或转动部件、通风冷却装置的盖板都被盖好。严禁手指伸入冷却器防护网罩内。

只有在停机、绝缘的情况下才能执行这项工作。如接地电刷故障，旋转零件、轴承点和喷油嘴可能带有危险电压。

6.1 接通电源

如果可能，空载启动电机，检查运行是否平稳。

如电机运行平稳，则接入负荷并检查轴承和定子绕组的温度。

6.2 停机期间

电机停机间必须防风雨。好的存储条件有利于以后的使用和维护。空间内要保持适当的温度，避免在电机部件上凝结水珠。

除非电机在10天内重新运行，否则电机的停机期间必须安排有效的防护。

发电机长期停机（六个月），应特别注意防止轴承腐蚀、失油、静振，停机期间应定期将转子转动一下（防止静振，应每星期将转子转动 1/4 周）。

防腐蚀保护：

所有电机部件在长期停机之前都要进行防腐蚀保护。

◆ 任何无防护的位置（主要是电机轴伸、底脚安装面、接地处安装面）都必须使用防腐蚀的清漆或防腐蚀的油脂或蜡保护。

◆ 任何受保护的部件或位置都用油纸、塑料薄膜或类似物品密封保护。

◆ 油脂薄膜每年要更换一次，因为其防腐作用到有效期。

◆ 只有在电机重新使用前才能清除防腐蚀保护。

◆ 使用溶剂清除防腐蚀保护薄膜。

7 维护

7.1 维护



警告

在对电机开始任何工作之前，确保电机依照规定与主电路分离。除此之外，还应该确保主电路与附加的辅助电路分离，特别是加热系统。

注意！一些电机部件可能很烫！

在使用压缩空气进行清理工作时，使用个人防护设备（护目镜、空气过滤器等）并注意采取合适的通风措施。

如果要使用化学制剂清理时必须遵守相关警告和使用说明书中的相关安全事项。化学制剂必须与零部件，特别是塑胶制品兼容。

注释

由于运行条件可能有很大差别，制造商只能指出普通的无故障运行周期。

电机日常维护很重要，不维护情况下长时间运行会给整个电机系统积累很多故障因素。电机最基本的维护工作如下：

- ◆ 维护轴承，包括润滑。
- ◆ 维护滑环和电刷。
- ◆ 清理电机及其附件（包括冷却器）。
- ◆ 检查连接螺栓的拧紧防松标识（第3.9章节）。
- ◆ 做维护工作记录（第10章）。

电机维护工作由通过培训的专业人员进行，在绕组或者引接电缆线接头导致的高温区域，作警示标志。

7.2 维护时间表

部件	每六个月	每年	特殊安排	章节
发电机、冷却器，总体	—检查所有可见的紧固螺栓		—每2年清理冷却器内部	3.9
	—外部表面清洁			7.3
	—检查绝缘电阻			4.1.1
				7.6

轴承			一按照7.4章节的周期重新添加润滑脂 一运行2年后,清理润滑脂	7.4
接线盒电缆连接		一清洁连接点 一检查接头		7.3
电刷, 刷握	一检查电刷磨损	一更换电刷 一检查电刷压力 一检查刷握		7.4
滑环, 滑环室, 碳灰盒	一检查滑环和滑环室, 并清理碳灰 一清理碳灰盒	一检查滑环和滑环室, 并清理碳灰 一更换碳灰盒过滤网	一运行2年后, 如滑环表面有损伤光刀处理, 恢复光洁度	7.3 7.5
冷却器风扇	一检查运转情况			7.3
连接软管	一外观检查			7.3
油漆和接地块防锈油涂层		一检查表面油漆 一清洁接地块正面, 重新涂防锈油		7.3

如当地的运行环境特殊, 电机某些部件可能需要缩短维护周期。

7.3 常规清理和维护检查

清理:

使用工业吸尘器彻底清洁, 并配合使用刷子或无绒布擦拭, 提高清理效果。

检查:

检查所有可见螺栓(钉)的联接紧固情况, 以及电机对中和电机振动情况。

具体如下:

- ◆ 每6个月对发电机(包括冷却器)外表面清理灰尘、油污等异物。
- ◆ 每6个月对滑环室内各部件清理碳灰。
- ◆ 每6个月对碳灰盒内碳灰清理。
- ◆ 每6个月对电机转子轴伸端裸露部分清理、涂防锈油。
- ◆ 每6个月对电机上可见的联接螺栓(钉)进行检查, 若发现松动现象需重新紧固到位。
- ◆ 每6个月对电机转子轴伸端与联轴器的对中情况进行检测, 若发现偏差超差需重新对中。
- ◆ 每6个月(或更短时间周期)对电机的振动情况进行检测。
- ◆ 每6个月对冷却器风扇运转情况进行检查, 冷却器风扇(包括风扇电机)运转应轻快、平稳, 无异常声响。

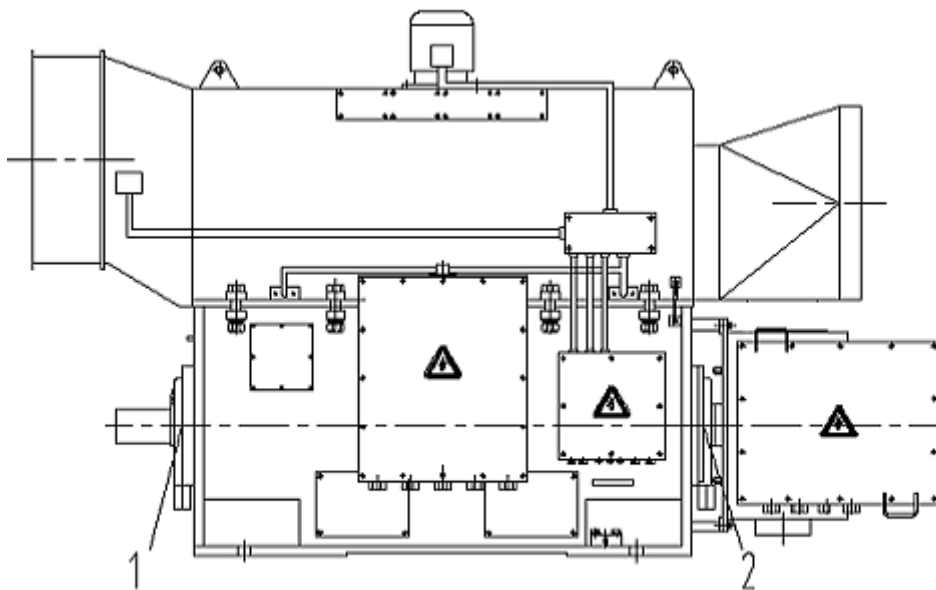
- ◆ 每6个月对冷却器风扇电机安装螺栓进行检查，应无松动现象。
- ◆ 每6个月对电机（包括冷却器）外部布线连接软管进行检查，应无松脱和电缆线外露现象。
- ◆ 每年对定子接线盒、转子接线盒、辅助接线盒内各电缆接头进行检查，确保无松动、无发热烧蚀现象；如接头位置有污物，需清理干净。
- ◆ 每年更换碳灰盒过滤网。
- ◆ 每年对电机（包括冷却器）外表油漆检查，应无油漆脱落和锈蚀现象，否则须先清理后再补做油漆。
- ◆ 每年对机座、冷却器、定子接线盒、转子接线盒上各接地块（位置）清理，重新涂防锈油。

7.4 维护轴承

7.4.1 补充润滑脂

注意

为保证轴承正常运转，应按正常的时间间隔补充润滑脂，并在电机空转（风力驱动的自转方式）的情况下进行。



注：上图仅为补充润滑脂位置示意图，具体产品外观以外形图为准。

补充润滑脂周期：

- ◆ 调试运行前手动第一次补充润滑脂：2×100g。

润滑脂类型：

- ◆ Klueber BEM41-141或其他牌号润滑脂。

新采购的润滑脂必须在仓库中存放至少6周时间，完全消除“凝胶收缩”影响。润滑脂必须保持干净，恒温存放。

使用其他牌号的润滑脂：

◆ 如果没有上述要求牌号的润滑脂，原则上不允许使用其他牌号的润滑脂，除非充分验证了两种润滑脂安全兼容，并咨询电机制造厂取得同意，才能使用，否则必须全部更换原润滑脂，包括所有的润滑位置。

补充润滑脂量：

◆ 驱动端润滑脂（位置1）：第一次调试运行前手动补充100g；后续电机运行中由自动加油泵供油，自动注油周期16小时，每次注油0.6ml。

◆ 非驱动端润滑脂（位置2）：第一次调试运行前手动补充100g；后续电机运行中由自动加油泵供油，自动注油周期16小时，每次注油0.6ml。

◆ 在补充润滑脂时不要超过规定的润滑脂量，以免润滑脂进入电机其他位置造成不利影响。

工具：

◆ 油脂枪，配套油嘴外端螺纹M 10×1用于手动注油管添加润滑脂；配套油嘴外端螺纹M8用于自动加油泵内添加润滑脂。

补充润滑脂：

◆ 使用油脂枪通过手动注油管补充润滑脂。

◆ 使用油脂枪通过自动加油泵油嘴向泵体油箱内补充润滑脂。

◆ 补充润滑脂后需及时清除收集盒的废油脂。

电机安装了自动加油泵（润滑系统），自动加油泵需保持供电，其按设定参数定时、定量补充润滑脂。当观察到加油泵泵体油箱内润滑脂量接近油箱底部或加油泵发出低油位报警信号时，需及时向加油泵泵体油箱内补充润滑脂。当电机停机时，应同时断开自动加油泵电源。

7.4.2 维护轴承，清理润滑脂

发电机每运行2年，需对轴承运行的温升、振动情况进行检测，应正常，并检查轴承运行响声，应轻快、平稳无异响；否则需使用专业仪器检查轴承运行及磨损状况。并清理轴承室内废油脂。

7.4.3 更换润滑脂

电机出现下列情况之一时应更换润滑脂：1) 长时间停机6个月；2) 存放1年以上；3) 运行过程中出现轴承温度高或运行3年之后；4) 更换轴承；5) 使用不兼容的新牌号润滑脂。

更换润滑脂操作可参照附件二：《轴承润滑脂更换作业指导书》

7.5 维护滑环



警告

只能在停机（转子不动）、断开电源（包括加热器等辅助设备）情况下执行这项工作。

7.5.1 每六个月一次检查，并清理碳灰

◆ 刷盒中抽出每只电刷检查。电刷正常的摩擦面光滑，磨损均匀，无刻痕。为了更好判断电刷磨损情况，可检查滑环表面磨损状况，滑环表面应光滑，无拉毛、下刻现象。若检查发现电刷有损坏现象或不能正常运行，则更换成电机制造厂提供的新电刷或同等品牌碳刷（需经电机制造厂确认）。

◆ 检查电刷高度。记录每只电刷磨损情况，并比较磨损量。依照电刷运行的高度极限尺寸和容许的剩余高度（1/3新电刷高度），当电刷达到或接近更换尺寸（极限磨损线）时必须更换成向电机制造厂采购的新电刷或同等品牌碳刷（需经电机制造厂确认）。如果电刷监控发出了磨损极限报警信号，必须更换所有电刷。

◆ 确保检查后的和重新更换的电刷（注意正确的方向）在刷握内能运行自如，拉拔刷辫无卡滞现象（否则及时拔出电刷，检查电刷外表面和刷握内表面，必要时进行清理，复装达要求。），不得有“咔嗒咔嗒”的响声（否则依据响声位置，重新复装电刷达要求。）。

◆ 清理滑环室内碳灰，特别是滑环、刷盒、刷杆、刷辫以及加热器（带）表面，进行全面清洁（见7.5.6章节）。

7.5.2 每年一次检查

◆ 检查电刷弹簧压力：

刷握配备有精度极高的自跟踪式恒压弹簧。

正常的弹簧压力是：

$$p = 20kPa_{-7\%}^{+20\%}$$

应该在 $1.6\text{kg}/\text{cm}^2 \sim 1.8\text{kg}/\text{cm}^2$ 。

电刷在整个磨损范围内弹簧可以保证压力，无需其它压紧设备。

弹簧如果没有达到电刷正常工作所需压力，必须更换弹簧，弹簧需向电机制造商采购。

◆ 检查弹簧：

在拆除的状态下用弹簧秤或测力计检查，必须符合上述值。

7.5.3 每年一次更换电刷

新电刷必须向电机制造厂进行采购。

新电刷装配后须预磨接触面，使它们适合滑环的圆形表面。

- ◆ 把电刷插入刷握，检查电刷的方向，拉拔刷辫，确保电刷在刷握内灵活移动。
- ◆ 拉拔刷辫，使电刷与滑环表面分离产生空隙，绕着滑环外圆面放置一块砂布，使粗糙面朝上，砂布的宽度超出左右两排电刷边缘约20mm即可。
- ◆ 依滑环旋转方向来回拉动砂布反复磨电刷，不得左右方向拉动砂布。
- ◆ 先使用粗砂布，后使用细砂布预磨电刷接触面。
- ◆ 反复预磨，直至电刷与滑环接触面超过它们正常接触面的80%。
- ◆ 预磨后，清理碳灰，主要清理电刷、刷握、滑环表面。
- ◆ 主电刷、接地电刷更换时必须全套更换。

7.5.4 检查刷握

检查周期：每六个月一次

- ◆ 检查刷握上刷盒内表面与电刷配合的松紧程度。
- ◆ 检查确认刷盒下边缘与滑环外圆面之间的间隙在（2~4）mm。
- ◆ 检查弹簧压力杆运动的灵活性。必要时，在弹簧夹与刷握接触位置添加1~2滴无酸润滑油；为保护滑环，注意油不得滴到滑环上。
- ◆ 检查刷盒内表面，若发现灼烧痕迹，需清理干净。
- ◆ 检查所有电刷引出电缆（刷辫）的安装螺栓，确保连接良好、紧固未松动。
- ◆ 若电刷反复出现卡滞现象，不能灵活移动，须检查刷握和电刷的实际尺寸。

7.5.5 维护滑环

- ◆ 检查周期：每六个月或更换电刷时。
- ◆ 正常情况下，滑环表面的光滑程度，能够反应电刷与滑环是否接触良好，也能够体现电刷的工作特性。在电机停机时目视检查滑环表面。
- ◆ 磨合期（约运行500小时）以后滑环表面显示轻微的电刷痕迹，这不会影响滑环正常运行。
- ◆ 滑环上较小的电蚀灼伤斑点，可以用专业滑环磨石沿着滑环旋转方向来回打磨清除。注意不要损伤滑环上其余正常表面。
- ◆ 不得损伤滑环上形成的氧化膜层，该膜层确保电刷与滑环接触良好。
- ◆ 滑环表面允许的最大同轴度公差是0.1mm。只要滑环表面出现块状灼伤痕迹、过热烧红或下刻形成台阶，就会超过滑环允许的同轴度公差，必须车削滑环表面（光刀）。要求车削后表面粗糙度不超过R3.2，若表面粗糙度大于R3.2则不利形成必须的氧化膜层，应避免出现这样的表面。

◆ 车削或磨削滑环表面时，须考虑滑环必要的最小直径。滑环原始直径为320mm，最小直径确保不小于310mm，若小于310mm则须更换新的滑环。

7.5.6 清理滑环室

清理周期：每六个月或在更换电刷时必须全面清理碳灰。

用刷子（非金属丝）小心清理刷握与滑环间空隙位置。

用柔软布料清理其它零部件（必要时布料可以滴酒精后擦拭）。

用工业吸尘器小心清理滑环室内各侧面与底部碳灰。

清理之后用兆欧表（1000V）检查滑环、刷架绝缘电阻，要求 $\geq 100M\Omega$ 。

清理碳灰要点：

- ◆ 风速在风场允许上塔维护操作的安全风速范围。
- ◆ 发电机停机（转子不动），发电机上各设备（如加热器或加热带等）电源断开。
- ◆ 穿戴好安全防护手套、口罩、眼镜。
- ◆ 拆滑环室窗口可拆板、编码器及编码器安装盖板。
- ◆ 取下刷握上恒压弹簧，取出电刷。
- ◆ 用白布（可以蘸酒精）清理刷杆、刷握、滑环表面、滑环室底部各部位碳粉，轻轻擦拭干净。
- ◆ 复装碳刷、恒压弹簧，轻拔刷辫2~3次，确保碳刷复装到位，在刷握内灵活移动，无卡滞现象，再复装可拆板及编码器。

滑环安装及维护详细操作可参照附件三：《风力发电机集电环-刷架组件装配维护手册》

滑环碳灰清理详细操作可参照附件四：《集电环刷架组件碳粉清理的具体操作步骤》

7.5.7 滑环刷架整体维护

滑环刷架整体维护周期为每2年1次，需对滑环室及刷架进行彻底清理；并检查滑环表面，若超过滑环允许的同轴度公差，则需车削滑环表面。（见7.5.5章节）

7.6 冷却器内部清理

冷却器内部清理周期为每2年1次，需对冷却器风筒及冷却器内冷却管内壁进行清理。清理要点：

- ◆ 风速在风场允许上塔维护操作的安全风速范围。
- ◆ 发电机停机，发电机上各设备（如加热器或加热带等）电源断开。
- ◆ 穿戴好安全防护手套、口罩、眼镜。
- ◆ 拆下冷却器前端防护罩，风扇叶轮，冷却器尾端出风软连接。
- ◆ 用白布（可以蘸酒精）或毛刷清理风扇叶轮及风筒内壁灰尘，并用吸尘

器清理筒内灰尘。

◆ 用自制专用刷清理冷却器冷却管内壁灰尘，清理前需将冷却器接入滑环室的软连接拆开，用纸板等挡住滑环室进风口，防止灰尘进入滑环室。

◆ 复装风扇叶轮、防护罩、冷却器尾端出风软连接。冷却器通电，检查风扇叶轮运转应轻快、平稳，无异常响声。

8 发电机使用环境条件和技术参数

8.1 环境条件

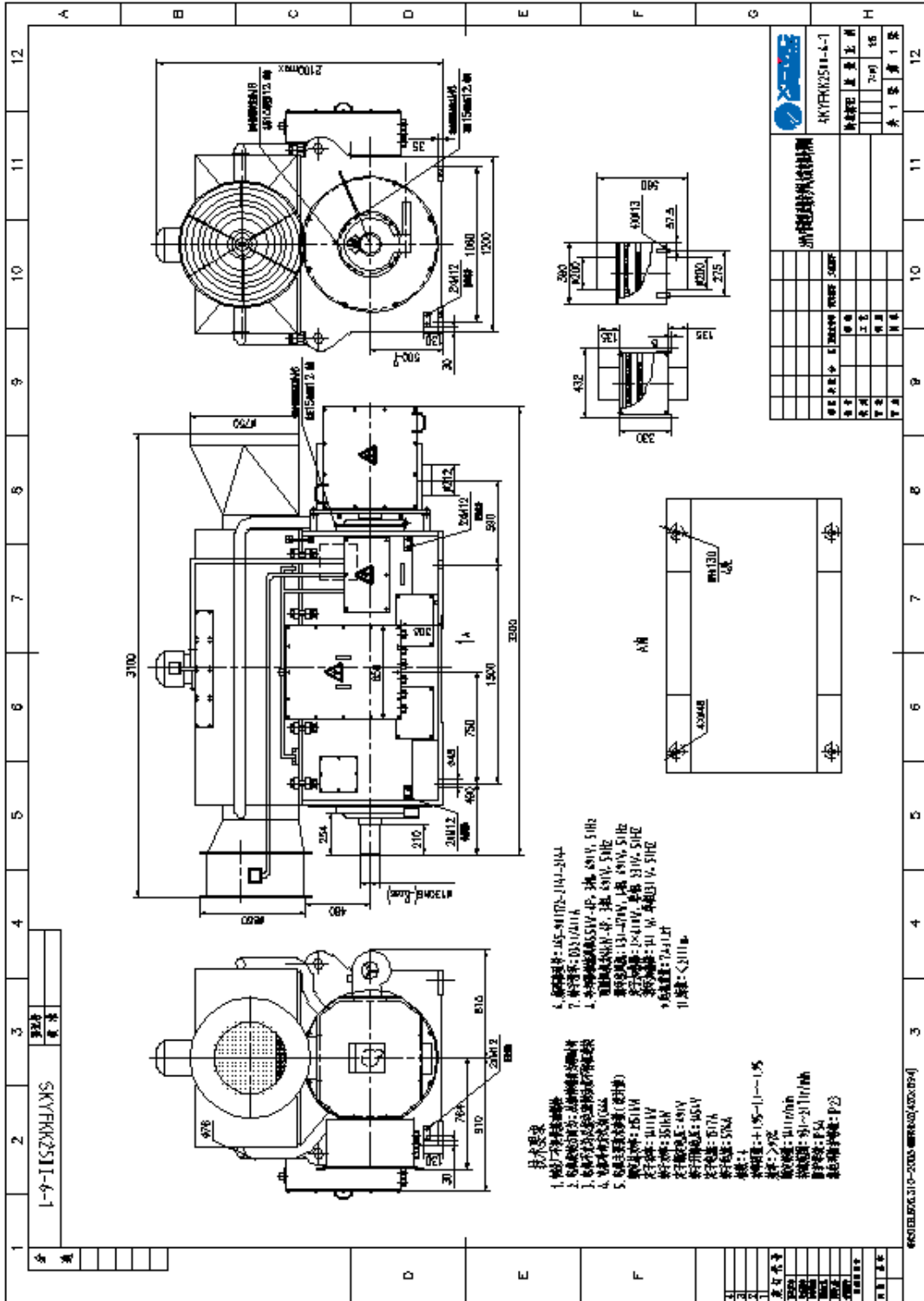
海拔高度：≤2000m；
 存储环境温度：-30℃~+45℃；
 运行环境温度：-40℃~+55℃；
 湿度范围：0~95%（运行时）；
 潮湿程度：凝露；
 沙尘暴风险：有；
 结冰风险：有。

8.2 技术参数

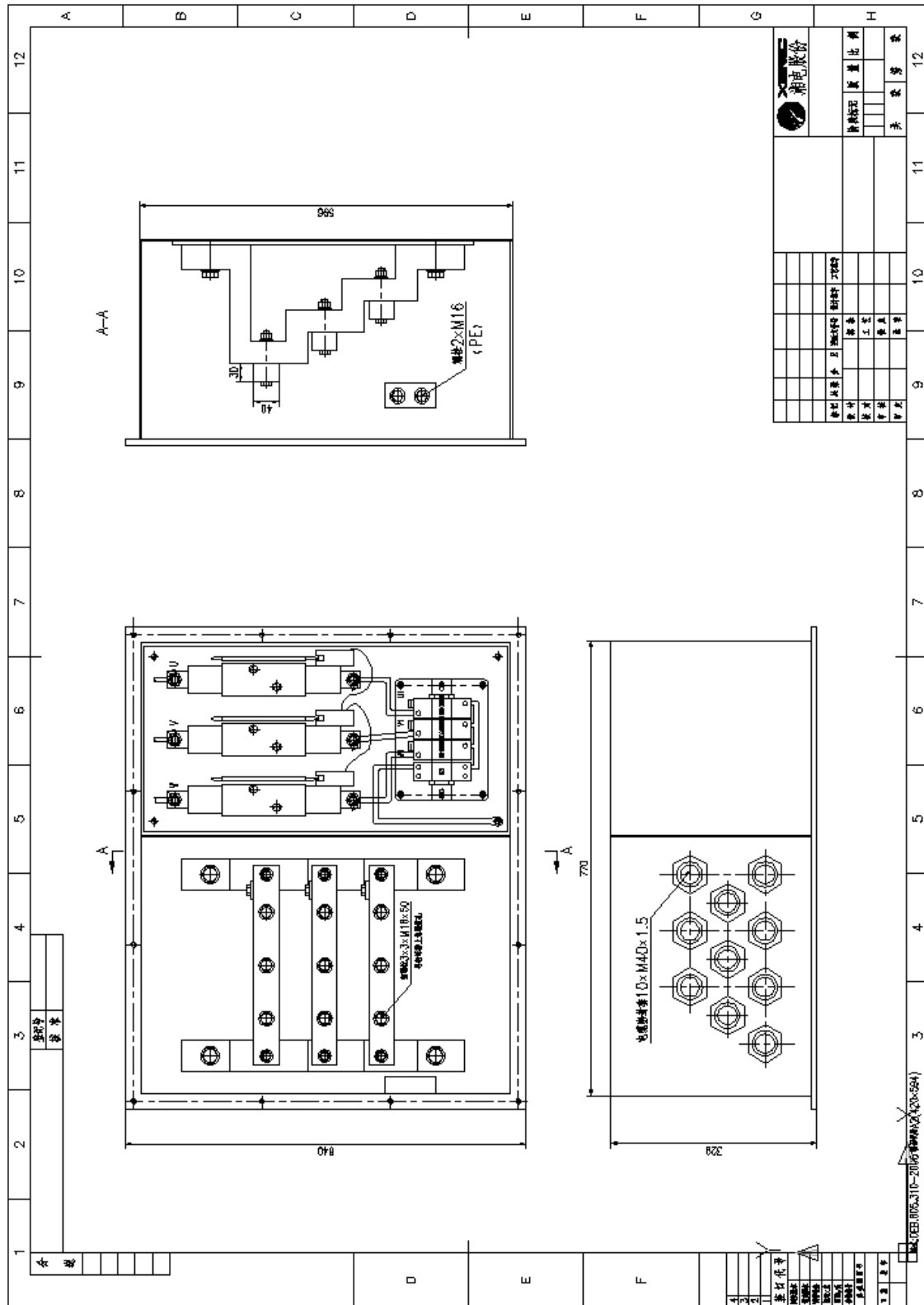
发电机型号	SKYFKK2500-6-1
发电机名称	双馈异步风力发电机（普通型）
标称额定功率	2150kW
运行工作制	S1
电机极数	4
定子标称电压	690V
定子电流	1507A
标称频率	50Hz
标称转速	1800rpm
转速范围	930-2070rpm
旋转方向	顺时针（从输入轴端看）
安装形式	IMB3
电机/滑环防护等级	IP 54 / IP 23
标称功率因素	1.0
标称功率点的效率	≥97%
定/转子连接形式	△/Y
转子开路电压	1858V
转子电流	576A
额定转矩	11.40kN.m
转动惯量	100±10kgm ²
振动速度	≤1.8mm/s
绝缘等级/温升限值	H / F
冷却类型	IC666（空气—空气热交换）
停机加热器（带）	定子：2×400W；230V AC 滑环室：180W；230V AC
总重量	7800±200kg

8.3 相关图纸

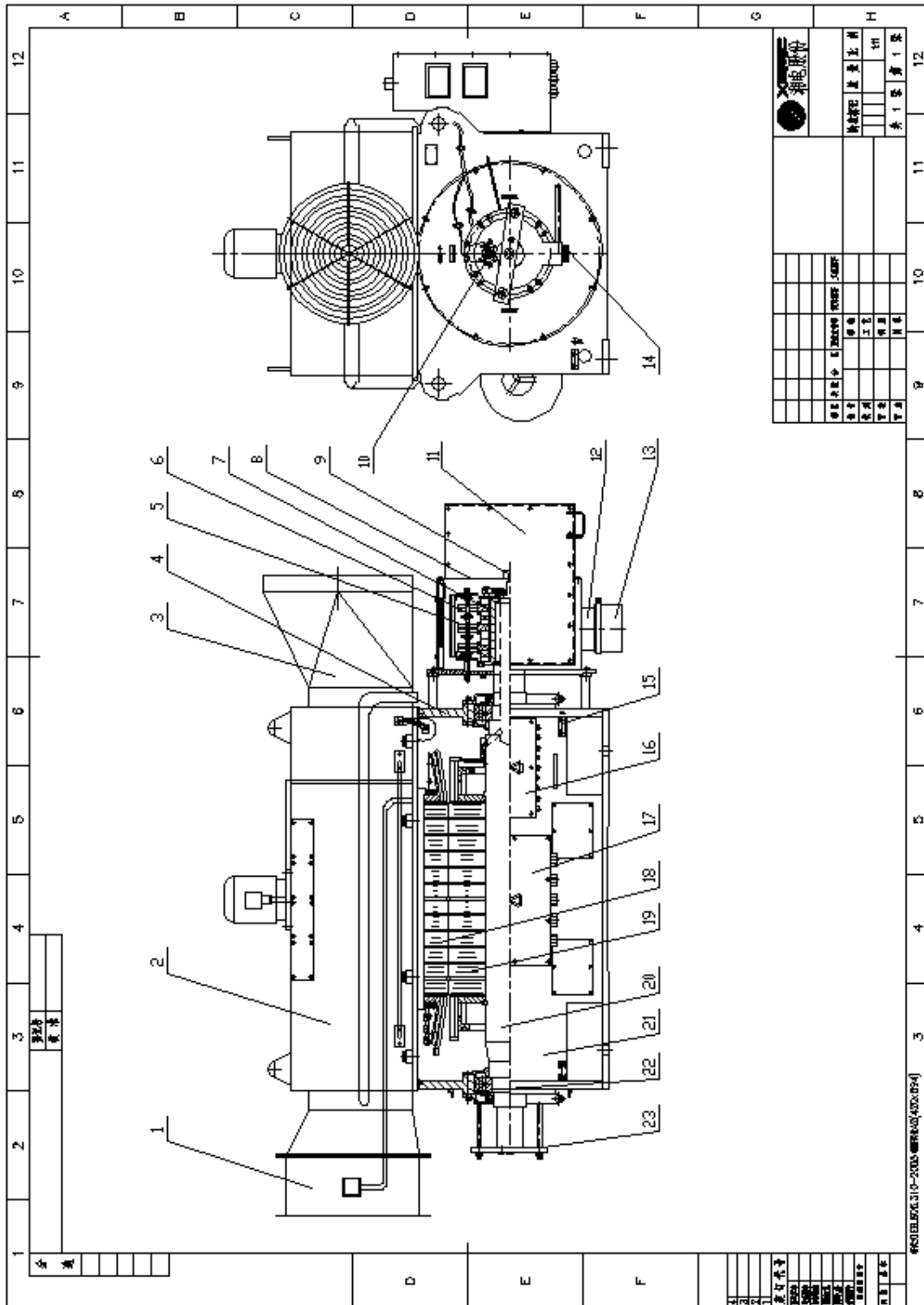
SKYFKK2500-6-1 外形图



转子出线盒



截面图



- 1、 用于外部空气流动的风机
- 2、 空—空冷却器
- 3、 排气口
- 4、 N 侧轴承端盖，带深沟球轴承（非定位轴承）
- 5、 主电刷刷握
- 6、 主电刷 20×40×100
- 7、 滑环装置（含接地电刷）
- 8、 滑环室
- 9、 速度检测装置（编码器）
- 10、 接地电刷 25×12.5×64
- 11、 转子接线盒
- 12、 连接软管
- 13、 碳灰收集盒
- 14、 废油收集盒（前、后端轴承各一个）
- 15、 接地螺栓
- 16、 辅助接线盒
- 17、 定子出线盒
- 18、 定子叠片铁芯（定子绕组）
- 19、 转子叠片铁芯（含转子绕组）
- 20、 转轴
- 21、 机座
- 22、 D 侧轴承端盖，带深沟球轴承（定位轴承）
- 23、 运输固定支架

9 备件、质保清单

为了保证您快速、安全的订购备品备件，恳请告知发电机铭牌上的准确数据和序列号，这些数据也可见检验证书。

9.1 备件（易损易耗件）清单

序号	名称	型号	备注
1	冷却器顶风机	4kW、4极、B5	采购备品备件时请从电机制造厂进行采购，以免造成备品备件不匹配等问题。
	冷却器轴风机	5.5kW、4极、B3	
2	冷却器	YDPT2.0MW-690V	
3	集电环	D320/800A 普通型或 DH320/800A 普通型 (可根据外购件配件清单表选择)	
4	主碳刷	主碳刷：CT53/R160 40×20×100 或 MG1147 40×20×100 (可根据外购件配件清单表选择)	
5	接地碳刷	伸端接地碳刷：CT55/R104.5 25×12.5×64 或 MA1147 25×12.5×64 (可根据外购件配件清单表选择) 非伸端接地碳刷：CT55/R160 25×12.5×64 或 MA1147 25×12.5×64 (可根据外购件配件清单表选择)	
6	编码器	莱纳林德 865-900172-2048-2048	
7	轴承	6334M.C3(FAG)或 6334M/C3H(SKF) (可根据外购件配件清单表选择)	
8	轴承测温元件	Pt100(WZP2M-201-M)	
9	冷却器测温元件	Pt100 WZP-269	
10	加热器(带)	DJR 400W/230V、DJRG 180W/230V	
11	滑环冷却风机	RDFA225D4.127-2D	
12	自动润滑泵	P40131411114	

注：上述备件（易损易耗件）清单不包含在发电机供货范围内，如需要请用户另行订购。

9.2 质保清单

序号	名称	质保期	备注
1	轴承6334M.C3	3年	
2	编码器865-900172-2048-2048	2年	
3	滑环系统(碳刷除外)	2年	
4	冷却器风机	2年	
5	轴承测温铂热电阻Pt100	2年	
6	冷却器铂热电阻Pt100	2年	
7	滑环室Pt100	2年	
8	加热器	2年	
9	滑环冷却风机	2年	
10	自动润滑泵	2年	

10 检查证书/工作日记

请先在以下空格中填写序列号。你可以在电机铭牌上找到它。

序列号	
-----	--

10.1 投运

日期	工作项目	姓名/签字

10.2 售后服务工作

日期	工作项目	姓名/签字

11 附加的使用说明书

11.1 转速传感器

865900172

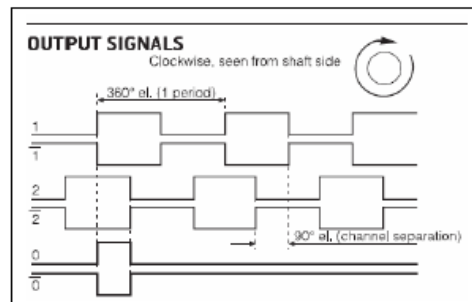
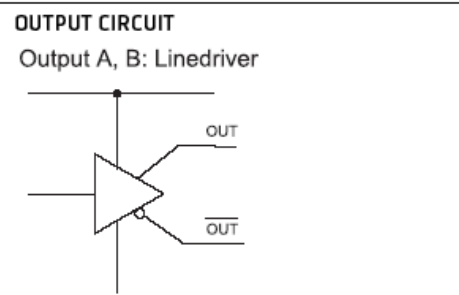
- >> Heavy Duty incremental encoder
- >> 2 x 6 short-circuit protected outputs
- >> Electrically insulated up to 2,5 kV
- >> 9-30 Vdc, polarity protected power supply
- >> Two galvanically separated encoders in one housing

ELECTRICAL SPECIFICATION

Supply voltage	9-30 Vdc
Current consumption at no load	65 mA @ 24 V Max 80 mA
Line counts	2048ppr - 2048ppr
Measuring steps	4 x line counts
Accuracy	
Dividing error	± 50° el
Channel separation	90° ± 25° el
Outputs	HTL
Load max	± 40 mA
Max cable length	200 m @ 50 kHz
Inputs	
U _{high}	> +EV - 4,0V
U _{low}	< 2,5V
Frequency range	0...100 kHz

MECHANICAL SPECIFICATION

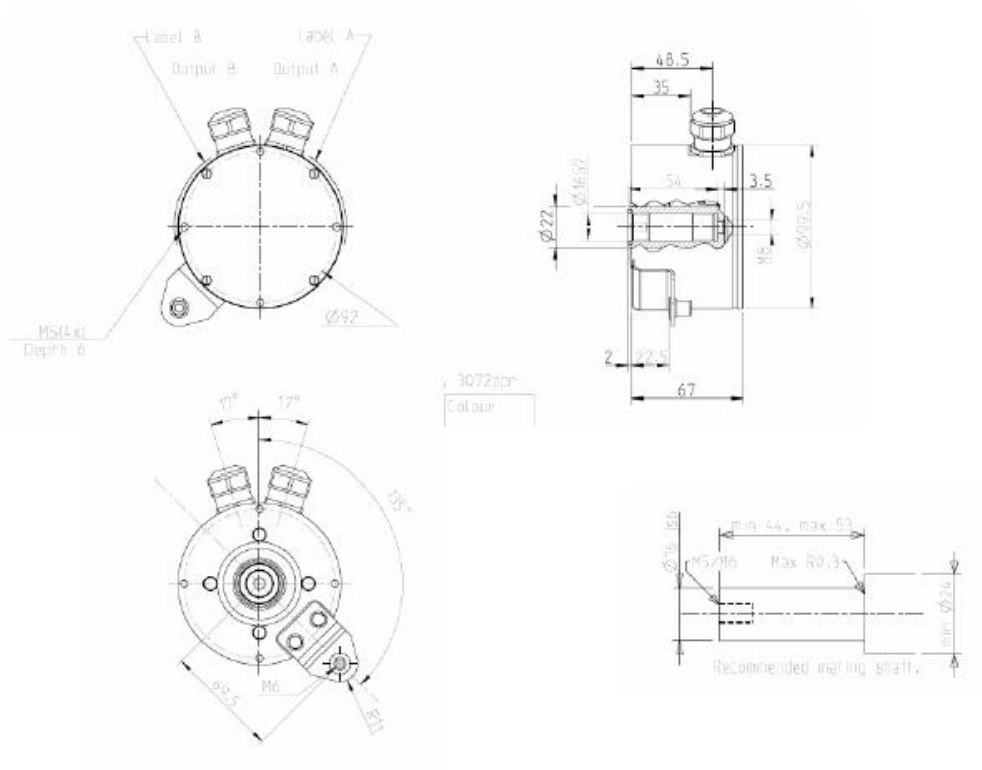
Hollow-shaft	Ø16 mm stainless steel
Moment of inertia	55 x 10 ⁻⁶ kgm ²
Load max	
Radial	300 N
Axial	100 N
Speed max	4000 rpm
Temperature	
Operating	-40°C ... +80°C
Storage	-40°C ... +80°C
Housing	Aluminium, coated
Weight	Approx. 1300 g
Protection class	IP 67 according to IEC 60529 IP 66 at shaft inlet
Vibration	< 100 m/s ² (50...2000 Hz)
Shock	< 1000 m/s ² (11 ms)
Cable gland	M20 for cables ø8-11mm



CONNECTION

Function	Terminal
Signal 2	Advise encoder label or assembly drawing
Signal 2 inverted	
Signal 1	
Signal 1 inverted	
Signal 0	
Signal 0 inverted	
+ E Volt	
0 Volt	

865900172



ACCESSORIES	
Article no	
01208014	Torque arm (L = 70mm – 1000mm) 6mm

ORDERING INFORMATION	
Available models	
865900172-2048-2048	
Incremental hollow shaft encoder, Ø16 mm, M20 Cable gland for cables ø8-11mm	

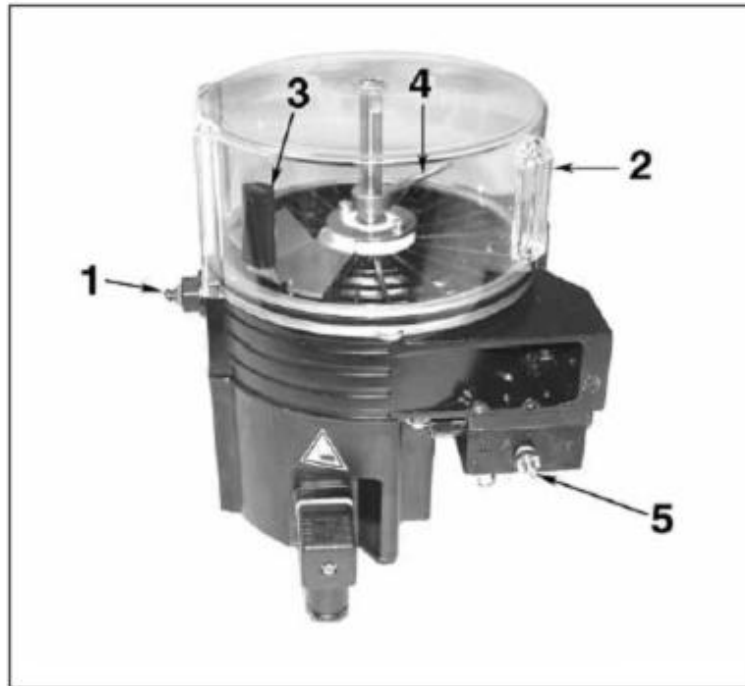
LEINE LINDE ISO 9001 / ISO 14001 certified

T+46 152 26500 F+46 152 26505
Olivehållsvägen 8, SE-645 42 Strängnäs, Sweden.
www.leinelinde.com info@leinelinde.se

2007-11-22 / Specifications can be changed without prior notice.

11.2 自动加油泵（LINCOLN）

11.2.1 加油泵主体部件图



1. 注油嘴
2. 排气孔
3. 刮油板
4. 固定板
5. 分配阀带油嘴

11.2.2 加油泵油箱注油

加油泵使用手动注油枪通过泵体上的注油嘴进行加油，要求注油时保持油脂清洁，油量不要超过油箱最高油位“MAX”标志线。标准注油方法如下：


- ◆戴一次性塑料手套，将清洁的注油枪吸满油脂。
- ◆使用注油枪通过注油嘴给泵注油。
- ◆至泵体油箱内油脂达最大注油标记线时停止注油，不要堵塞排气孔。


11.2.3 加油泵润滑时间参数设置

润滑时间参数可以根据需要重新设定。

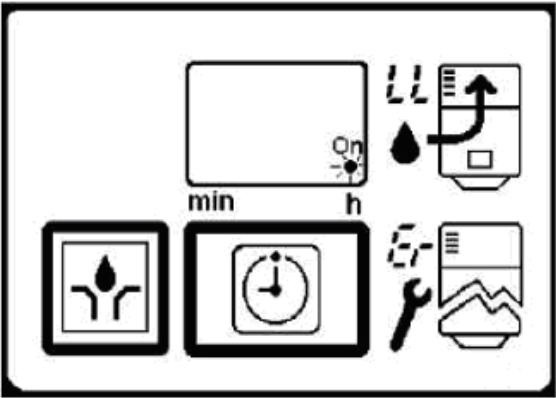
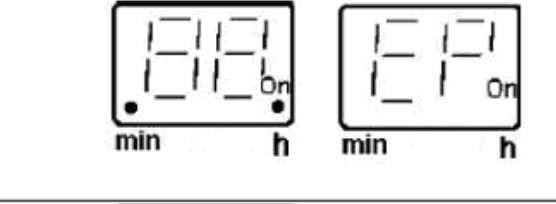
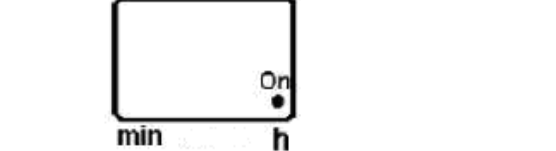
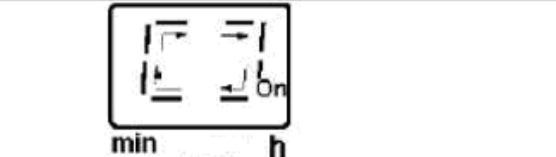
11.2.3.1 操作按键功能

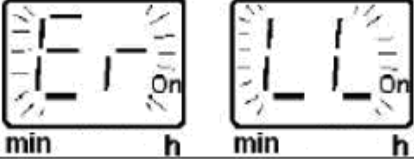
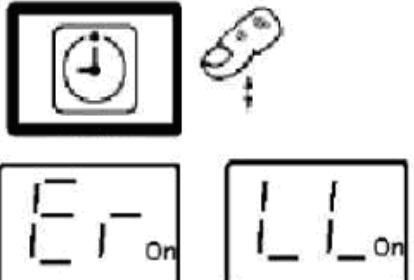
通过按键转换三种模式，即显示模式、运行模式、编辑模式，并可进行相关设定。

键	功能
	编辑步骤中修改参数键

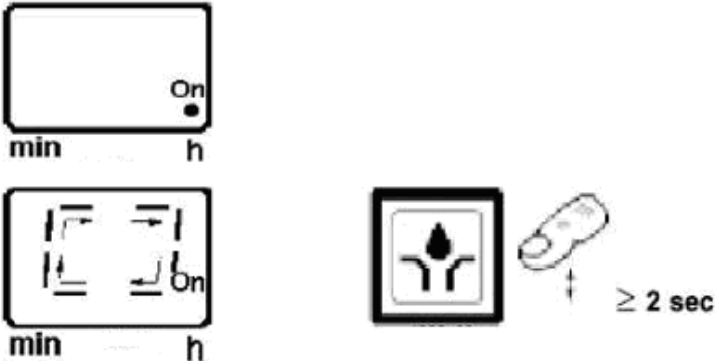
键	功能
	下一步编辑切换键

11.2.3.2 显示模式

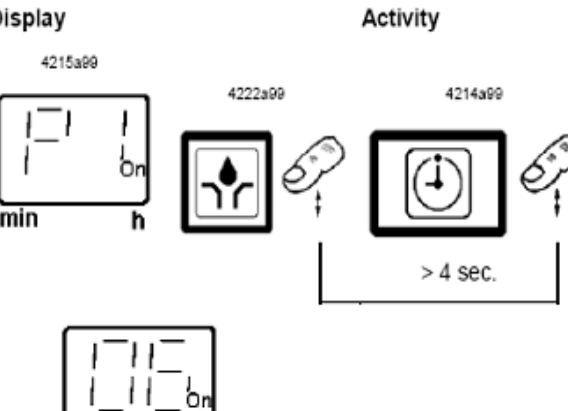
	<ul style="list-style-type: none"> • 泵一通上电就自动进入“显示模式”。显示屏中的右下角出现闪亮的小数点。 • 通常情况下显示屏是暗的。仅功能（小数点、转动箭头）或故障（Er、LL）显示时才会亮。 • 在显示模式下，可以读取运行或故障信息。
	<ul style="list-style-type: none"> - 当泵刚通电时会出现测试显示，所有字段和小数点亮2秒钟。 注：如果在显示测试后出线“EP”，表示按键或键盘存在故障。
	<ul style="list-style-type: none"> - 在间隔时间内，右下角出现闪亮小数点(ON/H)表示电源接通。一旦有另一个信息显示，则小数点消失。
	<ul style="list-style-type: none"> - 运行时间以转动箭头来显示。

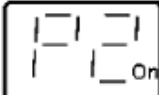


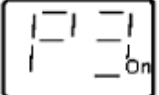


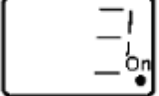

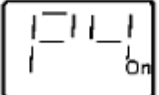

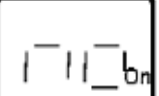
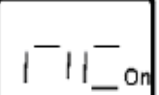

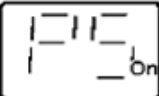

	<ul style="list-style-type: none"> - “Er”表示存在故障。 - “LL”表示油箱液面过低。
	<ul style="list-style-type: none"> - 通过按下按键（获知），闪烁显示将变成连续亮。只需简单的按下按键即可表示已获知当前状况。 • 在泵被关闭又再打开后，已经获知但仍未纠正的错误信息将会再次闪烁。

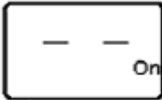
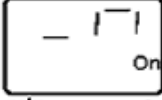

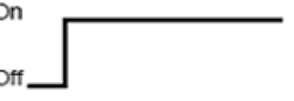
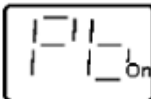
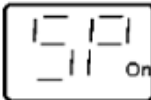
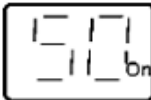
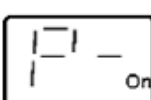
11.2.3.3 运行模式

	<p>注意：仅可在间隔时间进入运行模式，在运行时段（泵运转时间）内无法进行操作。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 前提：接通电源，小数点ON/H亮。 <p>操作选项：启动附加润滑循环</p> <p>*按下按键。在运转时段内，屏幕上显示旋转箭头。</p>
--	--

11.2.3.4 运行模式

<p>Display</p> <p>4215a99</p> 	<p>Activity</p> <p>4222a99</p> <p>4214a99</p> <p>> 4 sec.</p> <p>设置停止时间P1和P2</p> <p>→ 进入编辑模式，同时按2个按键大于4秒，P1将会显示出来</p> <table border="0"> <tr> <td>编程选项：</td> <td>停止时间</td> </tr> <tr> <td>P1</td> <td>0.59小时</td> </tr> <tr> <td>P2</td> <td>0.59分钟</td> </tr> <tr> <td>最小停止时间DC</td> <td>4分钟</td> </tr> <tr> <td>最小停止时间AC</td> <td>20分钟</td> </tr> <tr> <td>最大停止时间DC/AC</td> <td>59小时59分钟</td> </tr> </table> <p>P1：小时设置 当松开2按键，时间设置值就出现了（出厂设置为6小时） 右侧下方圆点亮标显示，表示现在处于小时设置档</p>	编程选项：	停止时间	P1	0.59小时	P2	0.59分钟	最小停止时间DC	4分钟	最小停止时间AC	20分钟	最大停止时间DC/AC	59小时59分钟
编程选项：	停止时间												
P1	0.59小时												
P2	0.59分钟												
最小停止时间DC	4分钟												
最小停止时间AC	20分钟												
最大停止时间DC/AC	59小时59分钟												

 <p>min h</p>		<p>P2: 分钟设置 ☞ 按按键，P2即显示出来。</p>
 <p>min h</p>		<p>当松开按键，分钟设定值就出现了（出厂设定为0分钟） 左侧下面圆点亮标显示，表示现在处于分钟设置档。</p>
 <p>min h</p>		<p>☞ 按下按键，P3即显示。</p>
 <p>min h</p>		<p>OLS AC版 SSV 6&SSV 8.....1-3循环 SSV 12&SSV 18.....1循环 OLS DC版 SSV6, 8, 12, 18.....1-5循环</p>
 <p>min h</p>		<p>☞ 按下按键 ☞ 设置数值按序1, 2, 3, 4, 5</p>
 <p>min h</p>		<p>P4: 监控继电器的外部输出信号指示外部故障。 ☞ 按下按键，P4显示在显示屏上。</p>
 <p>min h</p>		<p>当松开按键，设置的当前值就显示在显示屏上（出厂设定值“no”，常开）</p>
 <p>min h</p>		<p>☞ 按下按键 外部故障修改成“nc”，常用</p>
 <p>min h</p>		<p>P5: 外部故障输出形式 ☞ 按下按键，P5显示在显示屏上。</p>

 <p>factory setting</p> <p>6256b04</p>	<p>当松开按键，显示符号“--”，为持续信号（低油位及故障报警输出信号形式）</p>
 <p>6257b04</p>	<p>监控继电器的外部输出信号指示为间断脉冲信号</p> <p>☉ 按键改变信号为间断信号。</p>
<p>Low-Level * LL * Fault indication * ER *</p>	
 <p>On</p> <p>Off</p>	 <p>On</p> <p>Off</p>
 <p>min h</p>	<p>P6: 泵启动</p> <p>☉ 按下按键，P6即显示在显示屏上。在此情况下选择循环从停止时间开始还是工作时间开始</p>
 <p>min h</p>	<p>设置结束后进入暂停模式（出厂设置）</p>
 <p>min h</p>	<p>☉ 按下按键 设置结束后进入工作运行模式</p>
 <p>min h</p>	<p>完成程序编辑 确认键</p> <p>☉ 按下按键，“P-”显示在显示屏上</p> <p>注意：若不按此键或超过5秒按此键则此次编辑没保存，仍以上次设置为准。</p>

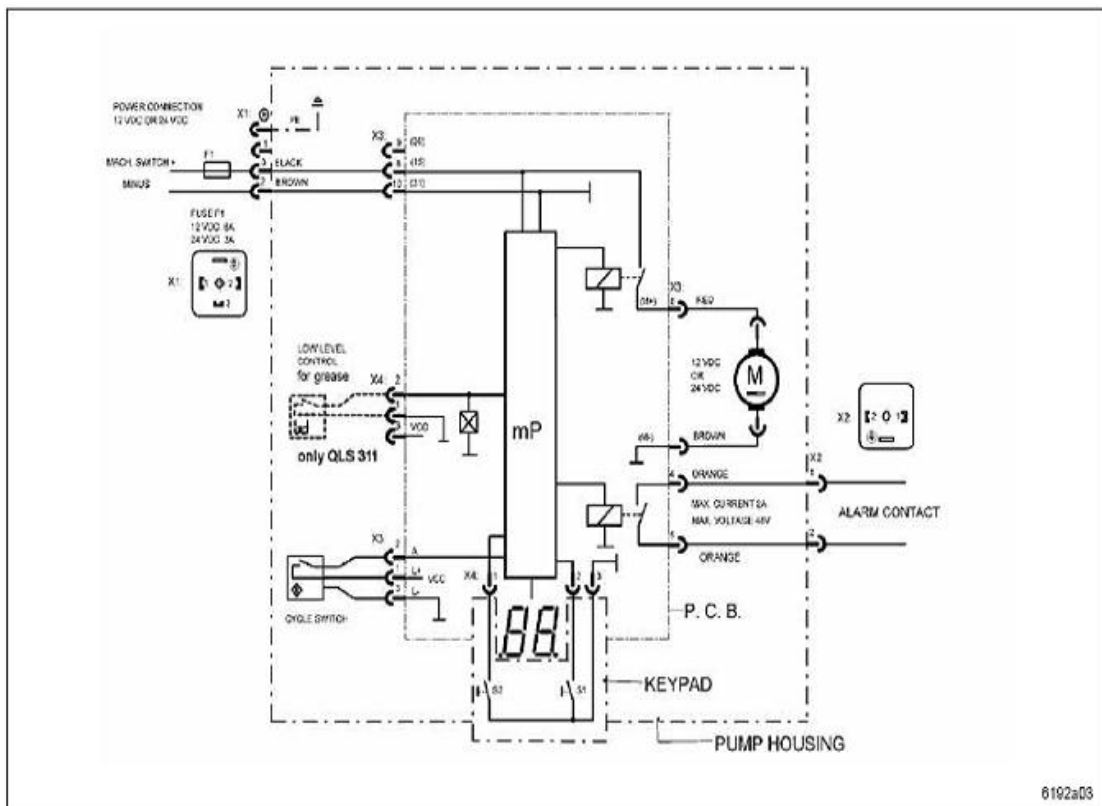
11.2.4 检测

自动加油泵接通 24V（DC）电源进行功能测试，注意正、负极。按下按键启动手动润滑，进入运行模式，此时加油泵刮油板顺时针方向运动。检查整个润滑系统的连接部分是否密封紧密，发现漏油应重新紧固。

11.2.5 故障诊断

故障	原因	措施
马达不转	电源中断，显示屏上的绿色小数点 On/h 不亮	1、检查电源或保险丝； 2、检查电源线路。
	泵损坏	更换新泵
泵打不出油	泵运转时间太短，未吸进油	手动润滑，延长运转时间

11.2.6 内部电气接线图



附件一：

双馈风力发电机定转子绝缘检测操作指导书

发电机在投运前或长期停机重新运行前需测量定、转子对地绝缘电阻，其操作方法、注意事项等按下列要求进行。

1、测量工具

1000V的绝缘电阻测试仪（适用于并网电压为690V的双馈风力发电机）。

2、绝缘电阻测试仪的正确使用方法

绝缘电阻测试仪亦叫摇表或叫绝缘电阻测试仪，是一种简便、常用的测量高电阻的直读式仪表，可用来测量电路、电机绕组、电缆、电气设备等的绝缘电阻。兆欧表上有3个分别标有接地（E）、电路（L）、保护环（G）的接线柱，使用时不仅要接线正确，端钮拧紧，还要注意以下事项：

- 1) 测量前先将兆欧表进行一次开路 and 短路试验，检查兆欧表是否正常。具体操作为：将两连接线开路，摇动手柄指针应指在无穷大处，再把两连接线短接一下，指针应指在零处
- 2) 被测设备必须与其他电源断开，测量完毕一定要将被测设备充分放电（约需2-3分钟），以保护设备及人身安全。
- 3) 兆欧表与被测设备之间应使用单股线分开单独连接，并保持线路表面清洁干燥，避免因线与线之间绝缘不良引起误差。
- 4) 摇测时，将兆欧表置于水平位置，摇把转动时其端钮间不许短路。
- 5) 摇动手柄时，应由慢渐快，均匀加速到120r / min，并注意防止触电。摇动过程中，当出现指针已指零时，就不能再继续摇动，以防表内线圈发热损坏。
- 6) 应视被测设备电压等级的不同选用合适的绝缘电阻测试仪。
- 7) 禁止在雷电天气或在邻近有带高压导体的设备处使用兆欧表测量。

3、准备工作

- 1) 拆开发电机盖板。
- 2) 如发电机导电排上连接有电缆，需断开发电机与变频器等的电缆连线，变频器对地绝缘电阻约为5MΩ，不断开会影响发电机绝缘电阻的测量。

3) 如发电机装有定、转子避雷器, 测量前需将避雷器与导电排连线断开或将避雷器熔丝

拆下。

4、测量中的注意事项

- 1) 测量发电机绝缘电阻时应由两人担任, 测量时使用的摇表外壳必须接地;
- 2) 所用摇表完好, 引线及接线端头完好安全可靠, 定转子都采用用1000伏摇表(高压风电除外);
- 3) 验明无电压后, 确实证明被测设备上无人工作, 方可进行;
- 4) 在测量中禁止他人接近被测设备及连接部分, 测量用的导线应使用绝缘导线, 其端部应有绝缘套;
- 5) 在测量绝缘前, 必须将被测设备对地放电2-3分钟;
- 6) 在带电部分附近测量绝缘电阻时, 测量人员和摇表的安放位置必须选择适当, 保持安全距离, 避免摇表的引线支持物触碰带电部分;
- 7) 测量时应先将绝缘导线接到接地端, 再接到被测设备上, 摇表必须放平, 转速要均匀, 每分钟120转;
- 8) 测得的数据应填入在绝缘记录簿内。
- 9) 摇测顺序:
 - * 测量绕组回路时, 先将其对地放电;
 - * 接好表计的两根线, 注意端头位置正确, 将摇表放平稳, 将L端与绕组回路一点接好, 用另一端与地端作好搭接准备, 两根引线不得绞在一起;
 - * 一人均匀的摇表, 每分钟达120转, 另一人将被测设备搭接, 从此时算起15秒和60秒填记数据。
 - * 测量完毕将回路对地放电后, 将表计引线拆下。
- 10) 测量后复装发电机拆下的部件。

5、发电机定转子绕组冷态绝缘电阻允许值

定转子冷态绝缘电阻大于等于 $10M\Omega$ 为合格。如果小于 $10M\Omega$ 为不合格, 需要对绕组进行干燥。

附件二： 轴承润滑脂更换作业指导书

		产 品 型 号	适用湘潭电机生产的双馈风力发电机		
<h1>作业指导书</h1>		产 品 名 称	双馈风力发电机		
名 称		轴承润滑油脂更换	工作班组	具有操作资质作业人员	
步 骤	相关示意	操作要领及目的	质量要求	工装设备/辅助材料	不良操作后果
1、检查		检查发电机轴承有无异响，是否报温度过高等异常状态，若有异常需请专业人士对轴承进行检测			
2、停机，断电		注意遵守机舱内各项安全措施，确保电源完全切断			
3、拆下废脂盒查看并清理里面废油脂		我司接废脂盒主要有两种，一种为螺旋管状，一种为抽屉式，拆开仔细查看排出废油脂情况，可用手触摸是否有颗粒物，是否变色，如有上述情况须进行轴承检查并记录		内六角或起子，白布	用力不均衡，螺栓滑丝
4、清洁加油嘴		用白布小心清理前后端盖轴承上的加油嘴		白布	灰尘进入污染油脂

<p>5、在发电机转速为300r/min左右,采用手动注脂枪向轴承室缓慢连续注脂</p>		<p>该过程中必须及时清理接废脂处油脂,防止其落入滑环室及其他处;若在加注过程中出现加脂不进或油脂从端盖与轴接触处溢出的情况,应拆开轴承外盖,清理其中累积的废油脂</p>	<p>直至观察到排出油脂颜色与质地均不再改变,与新脂状态基本一致</p>	<p>油脂,手动加脂枪</p>	<p>油脂没有完全替换干净</p>
<p>6、复装,检查</p>		<p>废脂盒清理干净,复装到位</p>			
<p>7、发电机恢复正常运转1~2小时,重复步骤5(2~3次)</p>		<p>电机或轴承须达到稳定运行状态运行一段时间</p>			<p>油脂未完全融合</p>
<p>8、换油工作完成后,观察电机轴承温升,若温升偏高,则需拆开相应轴承外盖,清理轴承外盖上多余废脂</p>		<p>防止换脂过程中油脂堆积在轴承外盖上,影响轴承散热</p>	<p>注:该步骤具体实施见《轴承外盖拆开步骤》</p>	<p>内六角、活动扳手、白布、塑料袋等</p>	<p>轴承温升偏高</p>
<p>9、发电机稳定运行一周后,执行常规再润滑程序</p>		<p>前两个周期适当提高再润滑频率,之后可回归至常规润滑</p>			



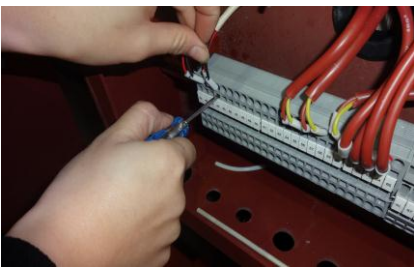
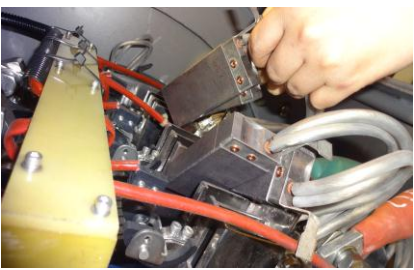
注:须在轴承转动(无载荷)时进行加脂,每次须记录加脂量。如有自动加脂泵,需将泵内原有油脂替换为新油脂,并手动操作泵送油脂,直至加脂管道内全部为新换油脂;请根据具体机型进行相关操作,如有疑问请致电我司售后服务工程师。

轴承外盖拆开步骤

1、伸端：停机后，取下废脂盒，利用活动扳手松开轴承外盖上四颗螺栓，即可（如下图）。



2、非伸端：

步骤	操作要领	示意图片	工具
1	拆电机冷却器与风筒之间软连接与炭灰收集盒波纹管；		10mm 开口扳手，活动扳手，一字起
2	拆除编码器，将转子出线盒内的电源电缆线拆除、取出，将风筒盖板拆下		一字起，活动扳手，内六角扳手
3	拆辅助出线盒内主碳刷报警信号线，接地碳刷报警信号线，滑环室加热器电源线，蜗壳风机电源线并将该几根信号线引出辅助出线盒		剪刀，一字起，活动扳手
4	将主碳刷从刷握内取出，恒压弹簧取出，拆下接地碳刷与弹簧， 拆除风筒弧板		注：根据我司提供的机型不同，有些机型不需要拆除主碳刷及弹簧，具体请咨询我司售后服务人员

5	<p>松开转子出线盒与端盖的固定螺栓,只留左右对称两颗暂不拆除;用两根撬棍插入风筒上方的螺栓安装孔中,将风筒螺栓拆除,将风筒往电机尾端移动,直至风筒与端盖空间足够拆开轴承外盖,并能顺利清理外盖上油脂。(可以利用风塔上吊车协助,注意转子出线盒不能压在滑环上,进行清理工作时转子出线盒下方应给予足够支撑,防止撬棍变形)</p>		<p>活动扳手,撬棍</p>
6	<p>拆除轴承外盖,清理轴承外盖废油脂</p>		<p>活动扳手,内六角扳手,白布</p>
7	<p>复装轴承外盖、电机风筒,防止刷架与滑环磕碰,</p>		<p>活动扳手、撬棍</p>
8	<p>辅助出线盒内接线、转子出线盒内电缆线、电机复装盖板、编码器(辅助出线盒接线完毕后用万用表测量是否完好)</p>		<p>一字起、万用表、内六角扳手</p>
9	<p>复装软连接和炭灰收集盒波纹管</p>		<p>10mm 开口扳手,活动扳手,一字起</p>

附件三：

风力发电机集电环-刷架组件装配维护手册

1 产品简介

集电环-刷架组件是双馈异步风力发电机的关键部件之一。集电环也叫导电环、滑环、集流环、汇流环等。是一种与电刷相接触、使电流从电路的一部分通过滑动接触流到另一部分的导电金属环。它用在要求连续旋转的同时，又需要从固定位置到旋转位置传输电源和信号的机电系统中。集电环能够提高系统性能，简化系统结构，避免导线在旋转过程中造成扭伤。

刷架是通过弹簧将压力加在与集电环表面滑动接触的碳刷上，使其在固定体与旋转体之间稳定地传导电流的机构。刷架-集电环组件的主要零部件如图1所示：

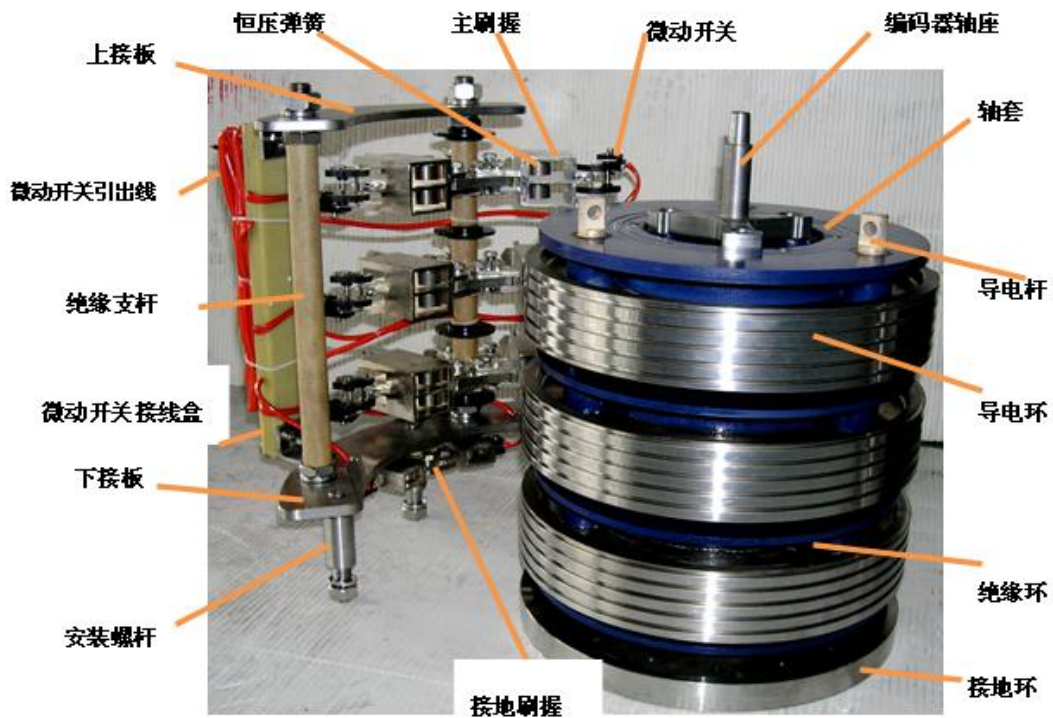
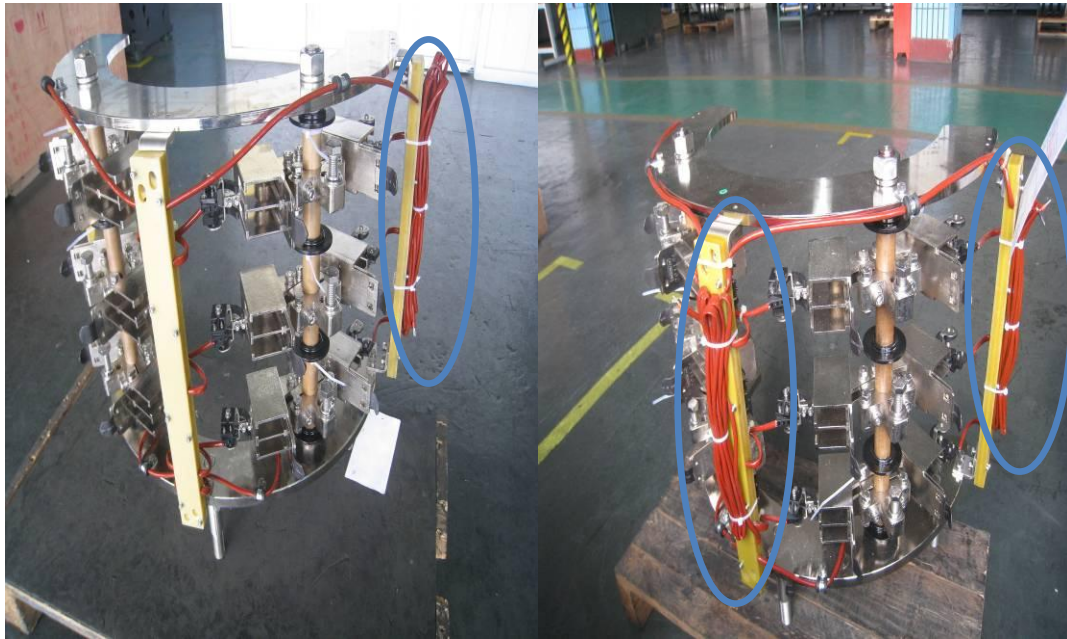


图1 集电环-刷架组件结构图

刷架都装有磨损报警装置即微动开关，当碳刷磨损到一定程度，碳刷上面的金属柄就会触动微动开关产生动作信号，提醒维护人员更换碳刷。目前微动开关

的引出线有两种方式，第一种方式将所有主刷握和接地刷握微动开关串联起来，最终引出两根线到发电机控制接线端。第二种方式是主刷握微动开关串联起来形成一路出线，接地刷握微动开关串联形成另一路出线，总共有4根引出线接到发电机控制接线端。在进行安装和维护前，维护人员必须清楚微动开关引出线的接线方式。



2根引出线

4根引出线

2 声明

由于风力发电机是高速转动的电气部件，以及部分零部件表面具有较高温度，因此运输、存储、安装、接线、调试、运行及维护等所有操作人员必须经过专业培训（符合EN 50110及相关国家标准）。

所有操作必须符合：

- ◆ GB 18451.1-2001_风力发电机组安全要求
- ◆ DL 796-2001风力发电场安全规程
- ◆ DL/T 797- 2012 风力发电场检修规程
- ◆ DL/T 666-2012风力发电场运行规程
- ◆ 实际风场相关的环境、健康、安全方面的规定

在风场进行具体操作前，准备事项如下表：

名称	检查要点	状态	问题及对策	检查人及日期
准备事项	1) 操作人员是否经过专业培训？	<input type="checkbox"/>		
	2) 是否已经认真阅读环境、健康、安全规定？	<input type="checkbox"/>		
	3) 是否已经关闭电源并且加标上锁，停止发电机转动以及锁紧刹车盘？	<input type="checkbox"/>		
	4) 是否已经对集电环放电？	<input type="checkbox"/>		
	5) 是否已经佩戴防尘口罩，眼镜，安全帽？	<input type="checkbox"/>		
	6) 是否做好了对地绝缘？	<input type="checkbox"/>		

3 安装说明

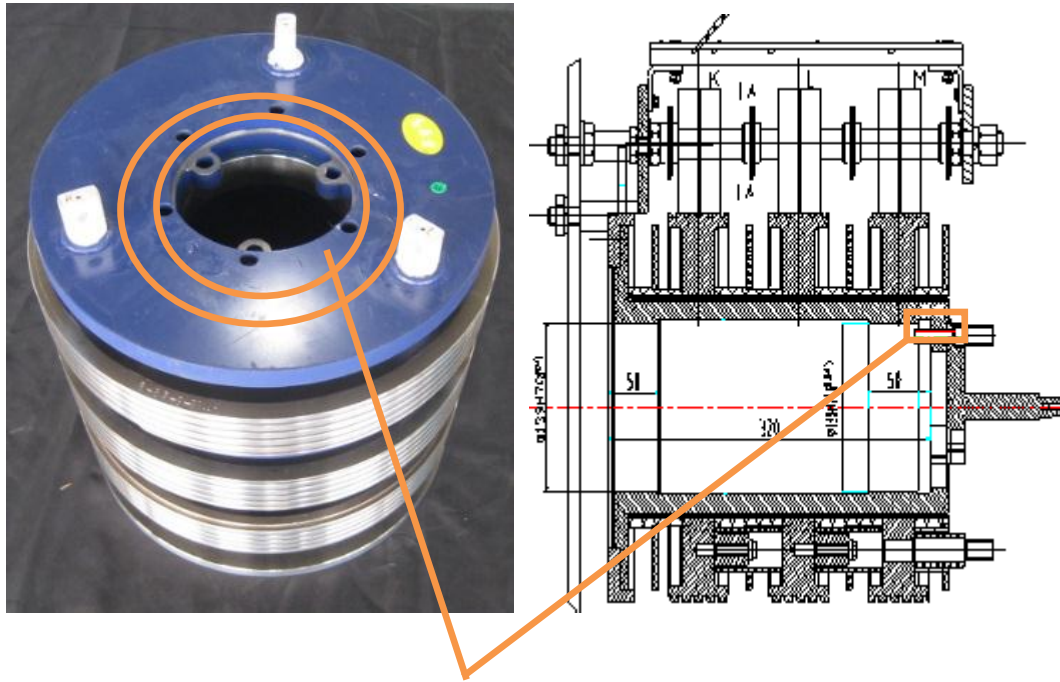
3.1 集电环安装

- ◆ 撕掉集电环上的保护膜，必须将内孔清理干净。
- ◆ 将集电环平放入烘箱加热：加热到温度100℃-110℃，保温2-4小时以上。
- ◆ 趁热把集电环套入电机轴中，并注意定位销孔位置。



集电环安装前和安装后的照片如上图所示。

- ◆ 在安装集电环的过程中，若中途卡住，继续装配时推集电环的力必须施加在紧靠集电环内套外端的绝缘端板上，如下图所示的两橙色圆形标记之间。禁止将作用力施加在相导电环上，否则将引起导电环错位和变形。



集电环可以受力部位

- ◆ 测量集电环跳动，测量每个集电环中每相导电环的跳动值，并且记录相应集电环序列号以及发电机序列号，以备查询。
- ◆ 装编码器底座，调整位置，编码器端面跳动应满足要求。
- ◆ 连接转子电缆线和集电环接线柱，三相接线与引出线标记一致(K、L、M)。

注意：

集电环安装时，应使用正确的吊装工夹具，防止绝缘塑料结构件破裂和导电环表面碰伤。

导电杆为非受力部件，不得弯曲、扭转。

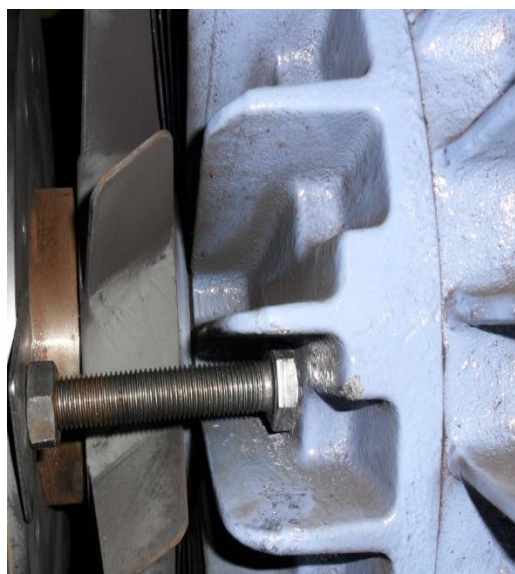
必要时清洁导电环表面，用砂纸打磨，处理后粗糙度达到Ra3.2。

3.2 集电环的拆卸和表面修整

当需要更换集电环组件，更换非驱动端轴承，更换转子绕组引出线或者其他类似的情况下，就需要首先将集电环从发电机主轴上拆卸下来。集电环的拆装方式大体分为两类，其一是当集电环端面有拆装孔时，利用拆装孔进行拆卸；其二是当集电环端面没有拆装孔时，将拆装螺栓放在轴承盖和集电环之间，向外顶轴承盖，间接将集电环顶出来。或者用专用的拆装工具-拉马放在集电环的接地环侧靠近轴套部分，再用千斤顶将集电环拆卸下来。



有拆装孔时



无拆装孔时

当集电环表面出现烧灼后，首先应该检查集电环相对地和相间绝缘是否良好，如果绝缘电阻低于规定值，则表明绝缘出现问题，需要更换集电环；如果相对地和相间绝缘电阻都满足规定值，则可以使用专用的工具打磨集电环表面，具体打磨步骤如下：

- ◆ 检查相间和相对地绝缘电阻符合要求再进行打磨，否则更换集电环。
- ◆ 穿好绝缘鞋和绝缘手套，戴好防护眼镜和口罩。
- ◆ 松开风机高速轴端刹车，让集电环随着叶片的旋转自由转动。
- ◆ 取出发电机碳刷，用专用的带木柄的磨石按照下图所示抵住打磨集电环，磨集电环表面无明显毛刺、灼伤痕迹或者沟槽直到集电环表面达到使用要求。
- ◆ 同时更换损坏的碳刷、弹簧、刷握。用锉刀将刷握内部有毛刺和融化的铜瘤修整平，如果刷架烧损严重，需要更换整个刷架。
- ◆ 打磨下的碳粉和铁屑用棉布或者压缩空气清理掉，清理不掉的要装入垃圾袋带出。



集电环表面打磨示意图

注意：发电机侧变流器处于关断状态，保持集电环不带电。

3.3 刷架安装

与刷架所配合的零件（包括发电机集电环罩端盖、集电环罩外壳等），必须符合发电机制造商和集电环制造商共同的技术要求。在此基础上，通常发电机刷架固定有三种形式：

- ◆ 刷架是以螺杆单端固定的方式安装到集电环罩单侧端盖上。
- ◆ 以螺栓两端固定的方式装到集电环罩两侧端盖上
- ◆ 将刷架直接固定在集电环罩的外壳上。

1.5MW友好型风力发电机所使用的DH320集电环配套的刷架采用整体组装式结构，依靠螺杆单端固定的方式安装到集电环罩单侧端盖上，主要装配过程如下：



安装螺杆

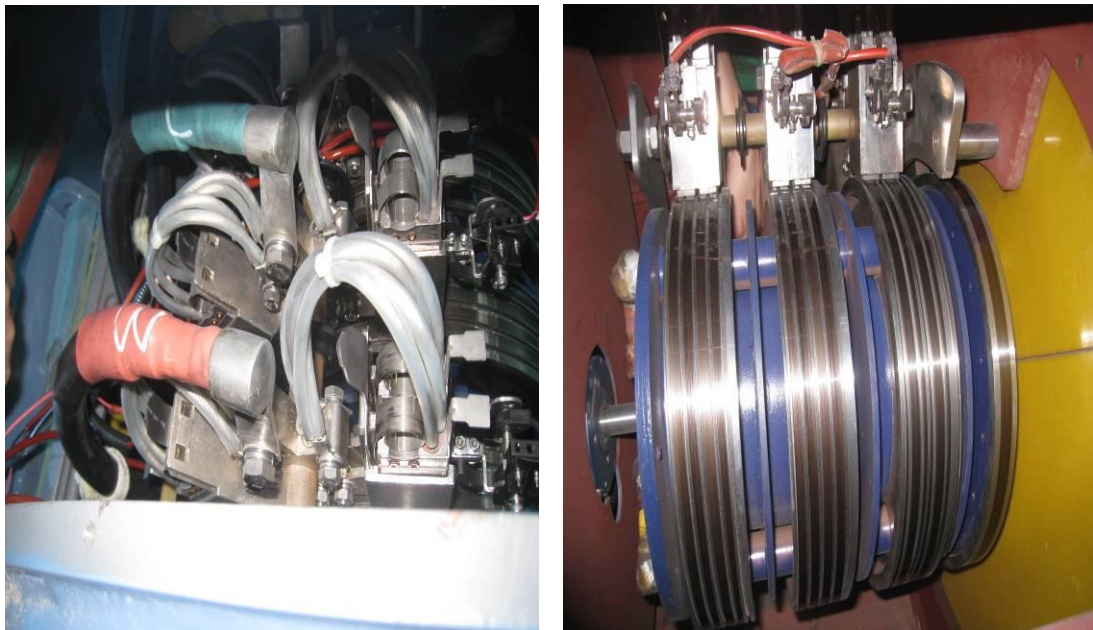


集电环罩端盖刷架安装孔

- ◆ 撕掉刷架上的保护膜
- ◆ 检查微动开关线路是否完好，触臂是否复位，功能正常。
- ◆ 检查各零部件装配是否牢固，外观是否受损。
- ◆ 将刷架上的三个螺栓装入集电环罩端盖上的刷架安装孔，调整刷架位置，使刷架整体与转子轴线平行，刷握底面到集电环表面距离相等，并且在2-4mm范围内。
- ◆ 用力矩扳手将安装螺杆的螺帽拧紧，拧紧力矩参考运行维护手册中要求或者相应国家标准。

3.4 碳刷安装

碳刷装入刷握以后需要将碳刷辫子线固定到刷握上，安装良好的碳刷如下图所示。



在电刷与集电环的滑动接触中，其表面所生成的褐色、深紫色、浅蓝色、紫黄色、咖啡等色的一层薄膜，通称为“氧化膜”。在电刷运动过程中，起着非常重要的作用。氧化膜主要由两部分组成。其一是与基体金属结合在一起的金属氧化物和金属氢氧化物，称为氧化薄膜；其二，是碳素薄膜。碳素薄膜是在运行过程中从电刷上剥离下来的极其细小的炭石墨粒子，电刷材质中所含的不纯物、空气中浮游的尘埃以及被吸附的水分和氧气所组成。

氧化膜在运行过程中对电刷的磨损起着非常重要的作用。集电环表面上的氧化膜对维持电机的正常运行，起着十分重要作用。首先它使电刷与集电环之间摩擦系数减小，起到了很好的润滑作用，使电刷能在换向器上稳定地运行。这也大

大地降低了电刷和换向器的磨损。其次，由于金属氧化膜的电阻率较大，因而增加了电刷与滑环之间的接触压降，限制了被电刷短路的元件内的短路电流，改善了电气性能。

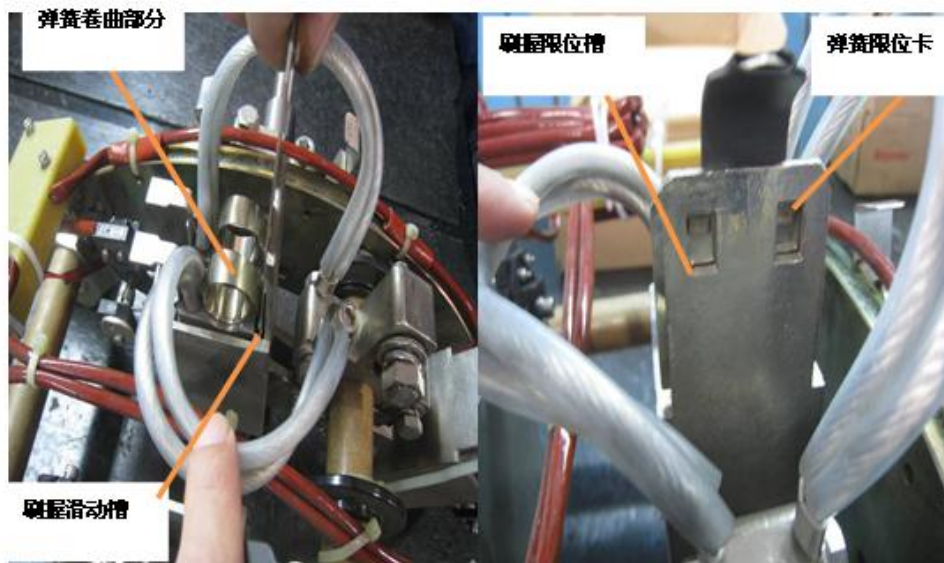
碳刷安装后需要磨合处理，打磨碳刷表面，使其与集电环更好贴合，形成良好氧化膜。具体步骤如下：

- ◆ 用砂布缠在集电环表面，插入碳刷，压下卷簧，慢慢旋转发电机转轴，打磨碳刷与集电环接触面积达到80%以上。
- ◆ 拿开砂布，将刷握导线固定在刷握上，拧紧力矩参考运行维护手册中要求或者相关国家标准。
- ◆ 装上碳刷以后，抓住碳刷导线向外拉几次，检查碳刷在弹簧力的作用下可以在刷握离顺畅滑动。注意不要拉碳刷金属柄。
- ◆ 使用压缩空气或者干净棉布、毛刷等将刷架和集电环表面清理干净。
- ◆ 碳刷装在刷盒里，用扎带把碳刷引线在引线接头开口向下30mm处扎好。

3.5 主刷握恒压力弹簧安装

装好碳刷后需要将恒压力弹簧装入刷握，装配前需要检查弹簧状态完好，无松圈、变形等缺陷。具体步骤如下：

- ◆ 按照下图放置弹簧，弹簧直立部分放入刷握滑动槽，弹簧弯曲部分与碳刷圆弧凹槽贴合。
- ◆ 向下按压弹簧，直到恒压弹簧限位卡放入刷握限位槽。



3.6 接地刷握弹簧安装

装好接地碳刷后需要将接地弹簧装入接地刷握，接地弹簧的安装与主刷握恒压弹簧的安装类似，具体可以参考3.5的内容。



3.7 最终安装

- ◆ 连接刷架和接线盒引出电缆。
- ◆ 连接接地电缆线（若有）。
- ◆ 将微动开关引出线连接到信号接线盒端子上。

注意：集电环安装完毕后，应防止碳刷和集电环表面受到污染，防止其他杂物掉入或者遗留在集电环罩壳内，否则造成磨损加剧，甚至导致严重电气故障。

3.8 装配及维修中的注意事项

3.8.1 储存及清理

- ◆ 存放于通风但防潮、防尘、防震的环境。
- ◆ 储存适宜温度：10℃-50℃。
- ◆ 不可用任何液体清洁产品。如需清洁，请使用干净的干燥棉布轻轻擦拭。

3.8.2 搬运过程中

- ◆ 作用力必须施加在不致引起产品变形、受损的部件上，如集电环内套、刷架接板等。
- ◆ 尽量保留在原包装箱内。
- ◆ 拿出箱后，尽量保护产品表面不受磕碰伤。

3.8.3 维修过程中

- ◆ 首先必须断电，且有防止开关重新合上的措施。
- ◆ 必须按照拆装、维护手册进行相关工作。
- ◆ 必须由经过专业培训的人员进行作业，配备耐压鞋、手套及防尘口罩。
- ◆ 拆装作用力必须作用在集电环内套上。
- ◆ 严禁拆卸、自行改装集电环及其组件。
- ◆ 不允许使用任何含硅的物质（如：防锈油、防锈漆、润滑剂等），于集电环及其组件以及其相对空间内。

3.8.4 维修过程后的注意事项

- ◆ 不遗留任何工具、金属物或者其他多余的东西。
- ◆ 检查接线，保证碳刷正确安装和连接。
- ◆ 检查集电环内部接线，接线相互不会干扰并且不会碰到旋转部件。

3.8.5 碳刷更换注意事项

- ◆ 必需使用从电机制造商采购的碳刷。
- ◆ 打磨碳刷接触面。用砂布缠在集电环表面，装入碳刷，装下卷簧，慢慢旋转发电机转轴，打磨碳刷与集电环接触面积达到80%以上。
- ◆ 装上碳刷以后，检查碳刷在弹簧力的作用下可以在刷握离顺畅滑动（抓住碳刷导线向外拉几次，）。注意不要拉碳刷金属柄。

4 日常维护

对集电环-刷架组件进行正常的维护可以有效的延长设备的使用寿命, 提高设备的使用效率, 保证设备在使用过程中不会因为故障的发生而影响到正常的工作, 因此, 对于设备进行正常的、周期性的维护非常重要。

集电环-刷架组件的维护主要有维护前的准备工作，短期检验，中期检验和长期检验组成，每半年或者3000工作小时执行一次短期检验中的项目，每1年或者6000工作小时执行中期检验中的项目，每2年或者12000工作小时执行长期检验中的项目，具体检验项目可以参考下表。

名称	检查要点	状态	问题及对策	检查人及日期
准备事项	1) 操作人员是否经过专业培训?	<input type="checkbox"/>		
	2) 是否已经认真阅读环境、健康、安全规定?	<input type="checkbox"/>		
	3) 是否已经关闭电源并且加标上锁, 停止发电机转动以及锁紧刹车盘?	<input type="checkbox"/>		

名称	检查要点	状态	问题及对策	检查人及日期
	4) 是否已经对集电环放电?	<input type="checkbox"/>		
	5) 是否已经佩戴防尘口罩?	<input type="checkbox"/>		
	6) 是否做好了接地绝缘?	<input type="checkbox"/>		
短期检验	1) 集电环-刷架组件表面及各相间隙之间是否有灰尘? 若有则需要用压缩空气或者干净棉布清理干净。	<input type="checkbox"/>		
	2) 集电环及其组件安装、连接完好?	<input type="checkbox"/>		
	3) 集电环表面是否光滑? 有无烧蚀?	<input type="checkbox"/>		
	4) 电缆连接处是否有烧蚀?	<input type="checkbox"/>		
	5) 记录碳刷长度并检查碳刷表面是否完好, 无损伤。	<input type="checkbox"/>		
	6) 取出弹簧, 看碳刷是否可以在刷握中自由滑动。	<input type="checkbox"/>		
	7) 看刷握与集电环表面距离是否大致相等。	<input type="checkbox"/>		
	8) 检查微动开关状态是否良好	<input type="checkbox"/>		
中期检验	1) 用压缩空气或者干净棉布对集电环和刷架进行全面清理。 刷架组件包括: 刷握内外表面、绝缘支杆、微动开关、上下接板、引出线、导线外套、刷握端子、电缆接头。 集电环组件包括: 导电环表面及螺旋槽内、绝缘环、接线柱、电缆线、编码器底座等	<input type="checkbox"/>		
	2) 取出弹簧, 检查弹簧压力是否一致	<input type="checkbox"/>		
	3) 检查微动开关状态是否良好	<input type="checkbox"/>		
	4) 进行所有短期检验的项目	<input type="checkbox"/>		
长期检验	1) 检查集电环绝缘电阻, 用 1000V 兆欧表测试, 时间 60s, 要求大于 100 兆欧。	<input type="checkbox"/>		
	2) 检查各相导电环直径是否一致并且相差不超过 2mm。	<input type="checkbox"/>		
	3) 检查导电环的跳动是否在范围内	<input type="checkbox"/>		
	4) 进行所有中期检验的项目	<input type="checkbox"/>		

如电机长时间处于停止状态(连续停机时间超过一周), 应打开刷架的压紧装置并取出碳刷。在恢复使用前, 使用干净的棉布擦拭刷握内壁, 并检查碳刷可以顺畅滑动。在湿度比较高的地区, 先启动加热器加热电机, 蒸发掉冷凝水再启动电机运行。

如果风力发电整机系统出现短路或者过电压故障跳闸后(如变压器故障, 电

缆接头故障，变频器故障，开关柜故障，配电柜故障，输电线路故障等等），需要加强对于集电环表面和碳刷的检查。缩短检查周期和清理碳粉周期。

5 故障分析

集电环和刷架的常见故障分析以及相应解决办法可以参考下表。

序号	故障原因	后果	解决方法
1	碳刷或者集电环表面被污染	碳刷磨损快	打磨滑环表面及清理表面
2	多种尺寸和牌号碳刷混用	碳刷磨损不一致	更换同一牌号碳刷
3	电刷和集电环磨合不好	火花大	重新磨合
4	电刷或者刷握尺寸超差	打火甚至烧坏电机	保证尺寸在规定范围内
5	刷握与集电环距离超差	火花大，	调整刷握到规定距离
6	弹簧压力不合适	火花大，磨损快	控制弹簧压力在规定范围
7	电刷牌号选择不合适	拉条纹	选择合适的电刷牌号
8	碳刷导线位置不合适	将碳刷卡住，过电流	正确调整导线位置
9	电机过电流	碳刷磨损快	消除电机过电流原因
10	电机振动大	碳刷磨损快	消除电机振动原因
11	集电环表面粗糙度差	火花大	用磨石打磨或者精车
12	集电环表面圆度差	火花大	重新修整集电环

附件四：

集电环刷架组件碳粉清理的具体操作步骤

1 适用范围

本文档是为了说明风力发电机用刷架滑环组件碳粉清理的具体步骤而编制。文档包含了碳粉清理的具体操作步骤、相关准备工作、防护措施等等。

本文档编制是基于 1.5MW 风力发电机用装配式 DH320 和 DH300 刷架集电环组件，其他型号的产品具体操作步骤会有所不同，具体现场操作包括但是不限于本文档规定的内容。

2 安全须知

由于风力发电机是高速转动的电气部件，以及部分零部件表面具有较高温度，因此所有操作人员必须经过专业培训（符合 EN 50110 及相关国家标准）。

所有操作必须符合：

- ◆ GB 18451.1-2001_风力发电机组安全要求
- ◆ DL 796-2001 风力发电场安全规程
- ◆ DL/T 797- 2012 风力发电场检修规程
- ◆ DL/T 666-2012 风力发电场运行规程
- ◆ 实际风场相关的环境、健康、安全方面的规定

3 准备事项

在进行具体操作前，准备事项如下表：

名称	检查要点	状态	问题及对策	检查人及日期
准备事项	1) 操作人员是否经过专业培训？	<input type="checkbox"/>		
	2) 是否已经认真阅读环境、健康、安全规定？	<input type="checkbox"/>		
	3) 是否已经关闭电源并且加标上锁，停止发电机转动以及锁紧刹车盘？	<input type="checkbox"/>		
	4) 是否已经对集电环放电？	<input type="checkbox"/>		
	5) 是否已经佩戴防尘口罩，眼镜，安全帽？	<input type="checkbox"/>		
	6) 是否做好了对地绝缘？	<input type="checkbox"/>		

在进行具体操作前，准备的工具如下表：

序号	工具名称	用途	型号
1	安全鞋		
2	防护眼镜		
3	防尘口罩		
4	绝缘手套		
5	扳手	用于集电环罩观察窗，集电环端盖等的拆卸	根据实际电机选配
6	万用表		
7	兆欧表	测量绝缘	
8	手电或者头灯	照明用	
9	对讲机		
10	吹风机/吸尘器		
11	干净棉布		

4 清理

清理前再次检查：操作前首先用万用表检查以确定集电环刷架不带电，佩戴安全鞋，安全帽，防护口罩，绝缘手套，操作人员要经过专业的训练。注意保护集电环表面不受污染。

滑环室清理（6个月）步骤如下：

- ◆ 对于要清理的集电环刷架，首先检查刷架集电环绝缘电阻是否正常，如果绝缘电阻为零，则更换刷架集电环；绝缘电阻合格，进行下一步。
- ◆ 穿戴好安全防护（口罩、眼镜、帽子）。
- ◆ 拆卸维修可拆板。
- ◆ 断开发电机连接电源，并用电笔检测以确定刷握和导电环不带电，用导线连接刷握对地，释放感应电势。
- ◆ 退出刷握的恒压弹簧，并拿出电刷，检测电刷是否有卡住现象。
- ◆ 对刷握体清理及修整。

- ◆ 用吹风机对刷握及刷杆吹尘，用长布条清理刷杆上沉积的碳粉。包括刷握内外表面、绝缘支杆表面、微动开关、上下接板、绝缘圈、导线外套、刷握端子、电缆接头等。
- ◆ 重新装配电刷及刷握，并压下恒压弹簧，拉住电刷刷线反复多次上下拉拔，以保证恒压弹簧到位及恒压圈走圆。
- ◆ 在开车前用万用表电阻档检测相环对地绝缘，对报警开关进行通断试验，一切正常后，盖板复原，开车并网。
- ◆ 在清理中记录主碳刷和接地碳刷的长度。



拆卸维修可拆板



取碳刷和弹簧



刷握清理



刷杆等清理

滑环室清理（一年）步骤如下：

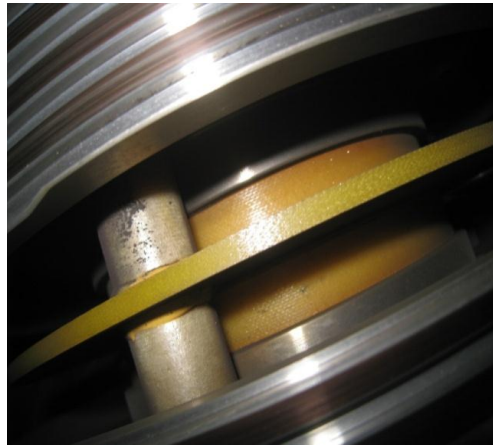
- ◆ 对于要清理的集电环刷架，首先检查刷架集电环绝缘电阻是否正常，如果绝

缘电阻为零，则更换刷架集电环；绝缘电阻合格，进行下一步。

- ◆ 穿戴好安全防护（口罩、眼镜、帽子）
- ◆ 重复前述 6 个月清理中的所有步骤，同时对滑环室全面清理（包括导电环表面及螺旋槽内、绝缘环表面、绝缘环大圈和小圈之间的间隙，接线柱、电缆线、编码器底座等。尤其是绝缘环和铜杆外绝缘层需要清理干净）。
- ◆ 拆下编码器（小心轻放），拆下滑环室筒盖板。
- ◆ 用干净棉布将电缆线、加热带或加热管表面擦干净。
- ◆ 清理滑环室底部碳粉及轴承盖下油脂。
- ◆ 清理集碳盒内碳粉及过滤棉。
- ◆ 重新装好滑环圆筒盖板及编码器。



滑环室清理



清理滑环



清理碳粉



重新装好盖板

5 注意事项

- ◆ 接地电刷是有方向的，按标记碳先进入银后入，**接地碳刷安装时需注意碳刷上箭头与旋转方向一致。**
- ◆ 主电刷更换后，同向二个电刷的 4 根电刷线用尼龙扎带轻微拉紧，距离大约在固定螺丝上 30mm 左右。
- ◆ 新电刷更换后，必须空载运行 8 小时以上，在 50%负载运行 8 小时，保证电刷底面接触达 85%以上才能满负载运行。
- ◆ 对于新安装的发电机或者刚刚更换碳刷的发电机，需要密切注意碳刷的磨损是否正常，一般建议在 1 周之内对碳刷进行复查。
- ◆ 如果风力发电整机系统出现短路或者过电压故障跳闸后(如变压器故障，电缆接头故障，变频器故障，开关柜故障，配电柜故障，输电线路故障等等)，需要加强对于集电环表面和碳刷的检查。缩短检查周期和清理碳粉周期。