

感应电动机和发电机 手册



安全规定

AMA, AMB, AMG, AMH, AMI, AMK, AMZ, HXR, M3BM, NMI, NXR

1. 概述

为各个工作场所制定的一般安全规则、特定协定、以及本文件中所描述的安全注意事项必须始终得到执行。

2. 用途

电机包含危险的带电部件和旋转部件，有些表面温度也可能很高。不得攀爬机器。所有用于运输、存储、安装、连接、调试、运行和维护的操作均应由经验丰富的负责人员执行（按照 EN 50 110-1 / DIN VDE 0105 / IEC 60364）。处理不当可能会造成严重的人员伤害或资产损坏。危险！

这些设备适宜用作工商业设施中的组件如机械指令 MD98/37/EC 规范中所述。如果终端产品尚未达到本指令的要求，则不要进行调试（遵从特定的当地安全和安装规则，如 EN 60204）。

这些设备遵守统一的 EN 60034 / DIN VDE 0530 系列标准。除非采用专用设计，否则严禁在燃爆环境中使用设备（请遵照其它的指令执行）。

切勿在户外使用 \leq IP23 的保护温度。气冷式型号专门设计用于环境温度范围为 $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 至 $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 和海拔高度 \leq 1000 m 条件下的应用。气冷 / 水冷型号的环境温度不应该低于 $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$ （有关采用套筒轴承的设备信息，请参阅制造商的说明文件）。请务必留意标牌上的偏差信息。现场条件必须符合标牌上的所有数据。

3. 运输、存储

交付给运输公司后立即报告已出现的损毁。必要时停止调试。吊耳是根据设备的重量设计加工的，请不要施加额外的负荷。确保使用正确的吊耳。必要时，可使用合适的、精确设计的运输方法（如导绳器）。调试前，请拆除运输固定用具（如轴承锁、减震器）。保存好这些用具以备将来使用。

存储机器时，应确保存储环境干燥、无尘和无振动（以免不使用时损坏轴承）。调试之前，测量绝缘体电阻。对于干式绕组，电阻值不超过 \leq 1 k Ω 额定电压。遵循制造商说明。务必正确考虑长期存储程序。

4. 安装

请确保支撑平稳、支脚或法兰安装稳固并准确对正。装配完成后，避免与旋转频率和双电源频率产生共振。转动转子，并仔细听有无异常滑动噪声。在未联轴状态下检查旋转方向。

在安装或拆卸联轴器或其他传动元件时，请遵循制造商说明，并使用防触模板将其盖住。如果在未联轴状态下进行试运行，应锁定或取下轴端销。避免轴承的径向和轴向负载过大（请留意制造商文档中的说明）。机器平衡状况表示为 H = 半销，F = 全销。如果为半销，联轴器必须达到半销平衡。如果为全销，联轴器必须在无销状况下达到平衡。如果伸出，轴端销的可见部分应实现机械平衡。

请建立必要的通风和冷却系统连接。通风孔不得堵塞，通风系统及相邻装置排出的空气不应直接吸入人体。

5. 电气连接

所有操作均应在机器停止运行的情况下由专门的技术人员执行。在开始工作前，必须严格执行以下的安规：

- 切断电源
- 采用防护装置以防重新闭合
- 确定安全隔离电源
- 连接地线并短路
- 覆盖或阻隔附近的带电零件
- 切断辅助电路的电源如防冷凝加热电路

如果超过 EN 60034-1/DIN VDE 0530-1 中的区域 A 中的限制即电压 $\pm 5\%$ 频率 $\pm 2\%$ 波形和对称性将会导致更高的温升并影响电磁兼容性。请注意标牌上的标记和接线盒中的连线图。

必须以显示的方式建立连接以便保持永久安全的电气连接。使用合适的电缆端子。建立和维护安全的等电位联结。

未绝缘的带电零件之间的间隙以及这些零件与地线之间的间隙必须不小于适用标准的值和制造商的说明文件中所可能给出的值。

接线盒中不允许出现任何异物、灰尘或湿气。封闭未使用的电缆入口孔并以防尘和防水的方式封闭接线盒。如果设备在没有联轴器的条件下使用，则锁住键。对于带有附件的设备，请在调试开始前检查这些附件的功能是否正常。

进行适当的安装如信号线和电源线的分离、屏蔽的电缆等是安装者的职责。

6. 操作

在联轴模式下的操作中，可接受 ISO 3945 标准中“满意”范围的振动强度 ($V_{\text{rms}} \leq 4.5 \text{ mm/s}$)。（活塞发电机采用 ISO 8528-9 标准。）如果怀疑机器的运行出现异常，例如温度、噪声和振动水平升高，则关闭机器。确定原因，必要时请咨询制造商。

请勿损坏防护设备即使是在试运行期间也是如此。如果积尘严重则应对冷却系统做定期清洗。应时常疏通堵塞的冷凝水排放孔。

启动前请在调试阶段向轴承内加入润滑脂。在设备运行时再次向轴承内加入润滑脂。请按照润滑油标牌上的要求执行。所使用的润滑脂类型应正确。如果是采用套筒轴承的设备，请按照换油周期进行操作；如果采用给油系统，请确保该系统工作正常。

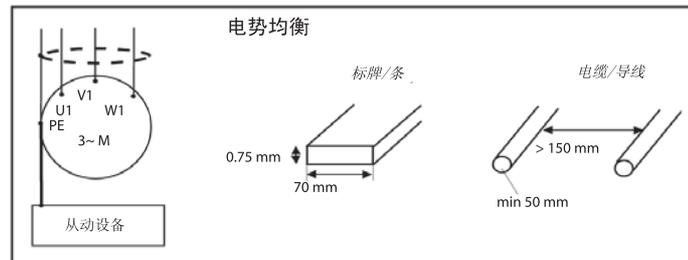
7. 维护和维修

请按照制造商的操作说明进行操作。关于进一步的详细信息请参阅内容更为详实的用户手册。请妥善保管这些安全说明！

8. 变频器

在变频器应用中必须使电动机框架外部接地来平衡电动机框架和从动设备之间的电势除非两台设备安装在同一个金属基座上。如果电动机框架尺寸大于 IEC 280，则应使用 0.75 x 70 mm 扁平导线或至少两根 50 mm 两根圆导线之间的相互距离必须至少为 150 mm。

这种布局不具备任何电气安全功能其目的是均衡电势。如果电动机与齿轮箱安装于共同的钢质基座上则无需采用任何电势均衡方法。



为了确保符合 EMC 要求，请仅使用获准用于此类应用的电缆、接头和引线。（请参考变频器说明。）

永磁同步设备的附加安全说明

电器连接与操作

当设备轴转动时永磁同步设备产生电压感应端子。感应电压与转速成正比，即便在转速较低时也可能有危险。在打开接线盒之前，先阻止轴的转动，并 / 或在无保护的端子上进行操作。

警惕： 即使设备处于停顿状态采用变频器电源的设备端子也可能会带电。

警惕： 在进行供油系统操作时要当心反极性情况发生。

警惕： 切勿超越设备的最高限制速度。请参阅具体产品的手册。

维护和维修

永磁同步设备的维修必须由 ABB 指定并授权的修理店进行。需要更多有关永磁同步设备服务方面的详情，请与 ABB 联系。

警惕： 唯有熟悉相关安全要求的合格人员才可以打开永磁同步设备并对其进行维修保养。

警惕： 禁止使用非专门设计的工具来拆除永磁同步设备的转子。

警惕： 由开放或拆卸下的永磁同步设备或此类设备的转子所产生的杂散磁场可能会干扰或损坏其他电气或电磁设备和组件例如心脏起搏器、信用卡和类似物品。

警惕： 必须防止松动的金属零件以及废弃物进入永磁同步设备内或接触到转子。

警惕： 在关闭已打开的永磁同步设备前，必须将所有与设备无关的零件及废弃物从设备内部清除。

注意： 在永磁同步设备的分离转子转动时要当心杂散磁场以及可能产生的感应电压可能会对周围的设备造成损害例如车床或平衡设备。



防爆电机的补充安全说明环境

注意： 必须遵从这些说明以确保对电动机的安全、正确的安装、操作和维护。负责安装、操作或维护本设备的人员应留意这些说明。忽视说明将会导致保修失效。

警惕： 在燃爆环境中使用的电机均经过专门的设计可达到有关燃爆防范风险的官方标准。如果使用不当，接线有误，或是经过改造，则无论程度如何，其可靠性都值得怀疑。

必须考虑在爆炸环境中连接和使用电气设备的相关标准，特别是全国性安装标准（请参考标准：EN 60079-14、EN 60079-17、GOST-R 52350.14、GOST-R 52350.17、GB3836.15、IEC 60079-14 和 IEC 60079-17）。所有修理和大修都必须按照标准 IEC 60079-19、EN 60079-19、GOST-R 52350.19 和 GB 3836.13 进行。只有受过培训且熟悉这些标准的人员才能处理这类设备。

符合性声明

所有在燃爆环境中使用的 ABB 防爆设备均符合 ATEX 指令 94/9/EC 的要求并且其标牌上均带有 CE 标志。

有效性

当设备用于燃爆环境时这些指令适用于以下的 ABB Oy 电动机类型。

无火花型 **Ex nA**、**Class I Div 2**、**Class I Zone 2**

- AMA 感应电机，规格 315 至 500
- AMI 感应电机，规格 400 至 630
- HXR 感应电机，规格 315 至 560
- AMZ 同步电机，规格 710 至 2500

增强安全型 **Ex e**

- AMA 感应电机，规格 315 至 500
- AMI 感应电机，规格 400 至 630
- HXR 感应电机，规格 315 至 560

增压型 **Ex pxe**、**Ex pze**、**Ex px**、**Ex pz**

- AMA 感应电机，规格 315 至 500
- AMI 感应电机，规格 400 至 630
- HXR 感应电机，规格 315 至 560
- AMZ 同步电机，规格 710 至 2500

粉尘防爆 (DIP) 型 **Ex tD**、**Class II Div 2**、**Class II Zone 22**、**Class III**

- AMA 感应电机，规格 315 至 500
- AMI 感应电机，规格 400 至 630
- HXR 感应电机，规格 315 至 560
- M3GM 感应电机，规格 315 至 450

(用于特殊应用或采用特殊设计的有些机器类型可能需要其他信息。)

遵从标准

除了遵从设计机械和电气特性的标准外，设计用于爆炸环境的电机还必须符合下面的国际 / 国家标准：

- 关于爆炸环境一般要求的标准：
 - EN 60079-0
 - IEC 60079-0
 - GB 3836.1

- GOST-R IEC 60079-0
- 关于 Ex p 防护的标准：
 - EN 60079-0
 - IEC 60079-2
 - GB 3836.5
 - GOST-R IEC 60079-2
- 关于 Ex e 防护的标准：
 - EN 60079-7
 - IEC 60079-7
 - GB 3836.3
 - GOST-R 52350.7
- 关于 Ex nA 防护的标准：
 - EN 60079-15
 - IEC 60079-15
 - GB 3836.8
 - GOST-R IEC 60079-15
- 关于可燃粉尘防护的标准：
 - EN 61241-1; EN 60079-31
 - IEC 61241-1; IEC 60079-31
 - GB 12476.1
 - GOST-R IEC 61241-0; GOST-R IEC 61241-1-1; GOST-R IEC 60079-31
- 美国国家电气规程 (NEC):
 - NFPA 70
- 加拿大电气规范，第 I 部分（CE 规范）：
 - C 22-1-98

ABB 电机（仅对组 II 有效）可安装在带有以下标记的区域：

区域（IEC）	种类（EN）	标志
1	2	Ex px、Ex pxe、Ex e
2	3	Ex nA、Ex pz、Ex pze

环境 EN

G - 由气体引发的燃爆环境

D - 由粉尘引发的燃爆环境

验收

- 收到设备后立即检查设备是否存在外部损毁如发现有任何损毁请立即通知承运商。
- 检查所有标牌数据特别要检查电压、绕组连接星形或三角形、种类、保护类型和温度标定值。

在所有操作过程中均要留意以下规则

警惕： 在设备或从动设备上工作之前先要断开连接并锁止。确保在工作过程中不会出现燃爆环境。

启动和重新启动

- 连续启动的最大次数已经在设备的技术文件中作了说明。
- 在设备冷却到环境温度 -> 冷启动或操作温度 -> 热启动才允许开始新的启动序列。

接地和电势均衡

- 启动前应检查所有接地电缆和电势均衡电缆的连接是否可靠。
- 不要去掉任何接地电缆或电势均衡电缆这些电缆已由制造商装配好。

间隙、爬电距离和分离

- 不要在接线盒内进行任何去除和调整操作此类操作可能会减少某些零件之间的间隙或爬电距离。
- 未经咨询 ABB Oy 请勿在接线盒中安装任何新设备。
- 在执行对转子或轴承的维护操作之后请务必测量转子和定子之间的间隙。定子和转子之间任何点的间隙都应该相同。
- 在完成设备的维护之后应将风扇同风扇罩中心或导风管对齐。风扇间隙至少应达到最大风扇直径的 1%，并且须符合相关标准的要求。

接线盒中的连接

- 主接线盒中的所有连接都必须使用机器出厂时制造商提供的符合 Ex 要求的接头。在其他情况下，请咨询 ABB Oy 的建议。
- 辅助接线盒中标记为本安电路 (Ex i) 的所有连接都必须连接到正确安全栅。
- 限能电路 (Ex nL) 和本安电路 (Ex i) 必须使用隔板与其他电路隔开，或者爬电距离达到 50 mm。如需更多信息，请参考连接图和接线盒图纸。

空间加热器

- 如果在电机关机之后立即打开防冷凝加热器不带自动调节装置则应采用正确的措施来控制电机壳体内的温度。防冷凝加热器只能在带有温度控制的环境中使用。

启动前的通风

- Ex nA 和 Ex e 设备在装备时可以进行在某些情况下必须进行启动前的通风。
- 在启动前检查是否需要净化设备的周围以确保周围不存在可燃气体。根据风险评估，客户和 / 或当地的管理机构将就客户是否需要使用启动前的通风，做出决策。

注意： 如果安全指令和用户手册之间有冲突，以安全指令为准。

第 1 章 - 简介

1.1	一般信息.....	1
1.2	重要提示.....	1
1.3	责任限制.....	1
1.4	说明文件.....	2
1.4.1	设备的说明文件	2
1.4.2	说明文件中未包括的信息	2
1.4.3	本用户手册使用的计量单位	2
1.5	设备的标识.....	2
1.5.1	设备序号	2
1.5.2	标牌	3

第 2 章 - 运输和开包装

2.1	运输前的保护措施	5
2.1.1	概述	5
2.1.2	轴承标牌	5
2.2	吊装设备.....	7
2.2.1	吊装采用耐航包装的设备	8
2.2.2	吊装安放货盘上的设备	8
2.2.3	吊装已经拆除包装的设备	9
2.3	转动竖直安放的设备.....	10
2.4	到货检查和开包装检查	10
2.4.1	到货检查	10
2.4.2	开包装检查.....	10
2.5	主接线盒与冷却备件的安装指示.....	11
2.5.1	主接线盒的安装	11
2.5.2	冷却备件的安装.....	11
2.6	存储.....	12
2.6.1	短期存储（不超过 2 个月）	12
2.6.2	长期存储（2 个月以上）.....	12
2.6.3	滚动轴承	13
2.6.4	套筒轴承	15
2.6.5	开孔	15
2.7	检查，记录.....	15

第 3 章 - 安装与校准

3.1	概述.....	16
3.2	基础设计.....	16
3.2.1	概述	16
3.2.2	基础受力	16
3.2.3	竖直安装设备的支撑法兰	17
3.3	安装之前的设备准备工作	17
3.3.1	绝缘电阻测量	17
3.3.2	运输锁定装置的拆除	17
3.3.3	联轴器类型.....	18
3.3.4	联轴器的组装	18
3.3.4.1	联轴器的平衡.....	18
3.3.4.2	组装	18
3.3.5	带式驱动	19

3.3.6	排水塞	19
3.4	在混凝土基础上安装	19
3.4.1	交货责任范围	19
3.4.2	一般准备工作	19
3.4.3	基础准备工作	20
3.4.3.1	基础和灌浆孔准备工作	20
3.4.3.2	基础柱头螺栓或底板的准备工作	20
3.4.4	设备就位	22
3.4.5	调正	22
3.4.6	灌浆	22
3.4.7	最后安装和检查	22
3.4.7.1	给设备支脚打定位销	22
3.4.7.2	护罩和密封罩	22
3.5	在钢基础上安装	23
3.5.1	交货责任范围	23
3.5.2	基础检查	23
3.5.3	设备就位	23
3.5.4	调正	23
3.5.5	最后安装和检查	23
3.5.5.1	给设备支脚打定位销	23
3.5.5.2	护罩和密封罩	23
3.5.6	采用支撑法兰安装的设备在钢基础上的安装	24
3.6	调正	24
3.6.1	概述	24
3.6.2	水平粗调	24
3.6.3	粗调	25
3.6.4	热胀冷缩校正	27
3.6.4.1	概述	27
3.6.4.2	上下方向的热胀冷缩	27
3.6.4.3	轴向热胀冷缩	27
3.6.5	精调	28
3.6.5.1	概述	28
3.6.5.2	联轴器的偏摆	28
3.6.5.3	水平、角度和轴向校正	28
3.6.5.4	调正	29
3.6.5.5	允许偏差	30
3.7	安装后维护	31
 第 4 章 - 机械和电气连接		
4.1	概述	32
4.2	机械连接	32
4.2.1	冷却空气连接	32
4.2.2	冷却水连接	32
4.2.2.1	气对水冷却器	32
4.2.2.2	水冷框架	32
4.2.3	套筒轴承供油	33
4.2.4	清洗空气管道的连接	34
4.2.5	振动传感器的安装	34
4.2.6	吹洗空气的供应	34
4.2.7	滚柱轴承油雾供应	36

4.3	电气连接.....	37
4.3.1	一般信息	37
4.3.2	安全	37
4.3.3	绝缘电阻测量	37
4.3.4	主接线盒的选择	37
4.3.4.1	无主接线盒的运输	38
4.3.5	主电源连接的绝缘距离	38
4.3.6	主电源电缆	38
4.3.7	滑环连接的次级电缆	39
4.3.8	辅助接线盒	39
4.3.8.1	辅助装置和仪表的连接	39
4.3.8.2	外部鼓风机电动机的连接	40
4.3.9	接地	40
4.3.10	变频器控制设备的要求	40
4.3.10.1	主电缆	40
4.3.10.2	主电缆的接地	40
4.3.10.3	辅助电缆	40

第5章 - 调试和起动

5.1	概述	41
5.2	机械安装检查	41
5.3	绝缘电阻测量	41
5.4	电气安装检查	41
5.5	管理和保护设备	42
5.5.1	概述	42
5.5.2	定子绕组的温度	42
5.5.2.1	概述	42
5.5.2.2	电阻式测温器	42
5.5.2.3	热敏电阻	42
5.5.3	轴承温度控制	43
5.5.3.1	概述	43
5.5.3.2	电阻式测温器	43
5.5.3.3	热敏电阻	43
5.5.4	保护设备	43
5.6	首次试起动	43
5.6.1	概述	43
5.6.2	首次试起动前的注意事项	43
5.6.3	起动	44
5.6.3.1	转动方向	44
5.6.3.2	滑环式设备的起动	45
5.6.3.3	Exp 设备的起动	45
5.7	设备首次运转	45
5.7.1	首次运转时的监控	45
5.7.2	设备运转期间的检查	45
5.7.3	轴承	46
5.7.3.1	采用滚动轴承的设备	46
5.7.3.2	采用套筒轴承的设备	47
5.7.4	振动	47
5.7.5	温度状况	47
5.7.6	热交换器	47

5.7.7	滑环.....	47
5.8	关车.....	47
第6章 - 操作		
6.1	概述.....	49
6.2	正常操作条件.....	49
6.3	起动次数.....	49
6.4	监控.....	50
6.4.1	轴承.....	50
6.4.2	振动.....	50
6.4.3	温度.....	50
6.4.4	热交换器.....	50
6.4.5	滑环单元.....	50
6.5	跟踪.....	50
6.6	关车.....	51
第7章 - 维护		
7.1	预防性维护.....	52
7.2	安全注意事项.....	52
7.3	维护程序.....	53
7.3.1	建议的维护程序.....	54
7.3.1.1	一般结构.....	55
7.3.1.2	高压连接.....	55
7.3.1.3	定子和转子.....	56
7.3.1.4	辅助设备.....	56
7.3.1.5	滑环单元.....	57
7.3.1.6	润滑系统和轴承.....	57
7.3.1.7	冷却系统.....	58
7.4	一般结构的维护.....	59
7.4.1	紧固件的紧固.....	59
7.4.2	振动和噪音.....	60
7.4.3	轴承外壳振动.....	61
7.4.3.1	测量步骤和操作条件.....	61
7.4.3.2	根据支持装置的弹性进行的分类.....	62
7.4.3.3	评估.....	62
7.4.4	轴振动.....	63
7.5	轴承和润滑系统的维护.....	63
7.5.1	套筒轴承.....	63
7.5.1.1	油位.....	63
7.5.1.2	轴承温度.....	63
7.5.2	套筒轴承的润滑.....	64
7.5.2.1	润滑油温度.....	64
7.5.2.2	润滑的控制.....	64
7.5.2.3	为润滑油所建议的控制值.....	64
7.5.2.4	润滑油质量.....	64
7.5.2.5	矿物油的油液更换日程表.....	65
7.5.3	滚动轴承.....	66
7.5.3.1	轴承结构.....	66
7.5.3.2	轴承标牌.....	66

	7.5.3.3	重新加脂间期.....	66
	7.5.3.4	重新涂脂.....	66
	7.5.3.5	为轴承加注润滑脂.....	68
	7.5.3.6	轴承维护.....	69
7.5.4		轴承绝缘装置和轴承绝缘电阻检查.....	69
	7.5.4.1	步骤.....	69
	7.5.4.2	轴承绝缘装置的清洁.....	71
7.6		定子绕组和转子绕组的维护.....	72
	7.6.1	绕组维护的特别安全指令.....	72
	7.6.2	维护的时间安排.....	73
	7.6.3	正确的操作温度.....	73
	7.6.4	绝缘电阻测试.....	73
	7.6.4.1	绝缘电阻测量值的转换.....	73
	7.6.4.2	一般注意事项.....	75
	7.6.4.3	绝缘电阻的最小值.....	75
	7.6.4.4	定子绕组绝缘电阻测量.....	75
	7.6.4.5	转子绕组绝缘电阻测量.....	77
	7.6.5	辅助设备的绝缘电阻测量.....	77
	7.6.6	极化率.....	77
	7.6.7	其它维护操作.....	78
7.7		滑环和电刷齿轮的维护.....	78
	7.7.1	滑环的维护.....	78
	7.7.1.1	停顿间期.....	78
	7.7.1.2	磨损.....	78
	7.7.2	电刷齿轮的维护.....	79
	7.7.2.1	电刷压力.....	79
7.8		冷却单元的维护.....	79
	7.8.1	配备户外冷却系统的设备维护指令.....	80
	7.8.1.1	过滤器的清洁.....	80
	7.8.2	气对水热交换器的维护指令.....	80
	7.8.3	气对气热交换器的维护指令.....	80
	7.8.3.1	空气循环.....	81
	7.8.3.2	清洁.....	81
	7.8.4	外部鼓风机电动机的维护.....	81
7.9		维修、拆卸与装配.....	82
第 8 章 - 故障排除			
8.1		故障排除.....	83
	8.1.1	机械性能.....	84
	8.1.2	润滑系统和轴承.....	85
	8.1.2.1	润滑系统和滚动轴承.....	85
	8.1.2.2	润滑系统和套筒轴承.....	86
	8.1.3	热性能.....	88
	8.1.3.1	热性能（户外冷却系统）.....	88
	8.1.3.2	热性能（气水冷却系统）.....	89
	8.1.3.3	热性能，散热筋冷却.....	90
	8.1.3.4	热性能，散热筋冷却.....	91
8.2		套筒轴承漏油.....	92
	8.2.1	润滑油.....	92
	8.2.2	套筒轴承.....	93

8.2.3	轴承检验	93
8.2.4	油箱和管路	93
8.2.5	油箱和管路检查	94
8.2.6	使用	94
8.2.7	使用检验	95
8.3	电气性能、控制和保护	98
8.3.1	保护跳闸装置	98
8.3.2	Pt-100 电阻式测温器	98
8.4	滑环和电刷	100
8.4.1	电刷磨损	100
8.4.2	电刷发出火花	100
8.5	热性能和冷却系统	100
 第 9 章 - 电机和发电机的生命周期服务		
9.1	售后	102
9.1.1	服务产品	102
9.1.2	支持与质保	102
9.1.3	电机与发电机服务的联系信息	103
9.2	旋转电机备件	103
9.2.1	一般备件注意事项	103
9.2.2	定期部件更换	103
9.2.3	备件需求	103
9.2.4	选择最合适的备件包	104
9.2.5	不同装置中的典型推荐备件	104
9.2.5.1	操作配件包	104
9.2.5.2	推荐配件包	105
9.2.5.3	主要备件	105
9.2.5.4	操作配件包	105
9.2.5.5	推荐配件包	106
9.2.5.6	主要备件	106
9.2.5.7	操作配件包	106
9.2.5.8	推荐配件包	107
9.2.5.9	主要备件	107
9.2.6	订购信息	107
 第 10 章 - 回收		
10.1	简介	108
10.2	平均材料含量	108
10.3	包装材料回收	108
10.4	设备的分解	108
10.5	不同材料的分离	109
10.5.1	机身、轴承外壳、盖子和风扇	109
10.5.2	带电气绝缘的元件	109
10.5.3	永久磁铁	109
10.5.4	有害废料	110
10.5.5	填埋废料	110
	调试报告	111
	典型标牌位置	121
	典型主电源线连接	123

第 1 章 简介

1.1 一般信息

本用户手册包含与 ABB 制造的旋转电气设备的运输、存储、安装、调试、操作和维护相关的信息。

本手册介绍与设备操作、维护和管理相关的所有方面的信息。在对设备进行任何操作之前，请仔细阅读本手册和其它与设备相关的说明文件，以确保设备正常工作并获得长久的使用寿命。

注意：本用户手册可能不包含与客户相关的一些事项。附加说明文件包含在项目说明文件内。

本手册中所介绍的操作只能由用户指定的、具有类似工作经验、且经过培训的人员进行。

未经 ABB 明文书面许可，不得复制或复印本文档及其中的组成部分，不得将本文档内容透露给第三方，或用于未经授权的用途。

ABB 始终在努力提高本用户手册的质量，欢迎提出宝贵意见。有关联络信息，请参阅章 9.1.3 电机与发电机服务的联系信息。

注意：为保证设备安全和正确的安装、操作和维护，必须遵守这些指令。负责安装操作或维护本设备的人员应留意这些指令。忽视指令将会使保证失效。

1.2 重要提示

本文档中的信息有时具有通用性，可适用于 ABB 生产的各种设备。

如果本文档中的内容与实际提供的设备有冲突，用户必须根据实际情况进行工程调整。如果存在疑问，请与 ABB 联系。

必须始终遵守本手册开头处的安全规定中描述的安全注意事项。

安全有赖于所有设备操作和维修人员的意识、重视和审慎。遵守所有安全注意事项很重要，但是在接近设备时小心谨慎尤为重要，要始终保持警惕。

注意：为避免发生意外事故，安装现场必需的安全措施和设备必须符合有关的安全工作指令和法规。这包括所涉及国家的一般性安全法规、针对每个工作现场达成的协议和本手册中的安全指令以及随设备单独提供的安全指令。

1.3 责任限制

在任何情况下，对由于使用本文档所导致的任何性质或形式的直接、间接、特殊、偶发或继发的损毁，ABB 概不负责；对由于使用本文档中描述的任何软件或硬件所导致的偶发性或继发性损毁，ABB 亦不承担任何责任。

发布的保证涵盖制造缺陷和材料缺陷。保证的范围不包括由于设备存储不当、安装或操作不正确对设备、人员或第三方所造成的任何损毁。详细保证条件是根据 Orgalime S2000 的条款和条件定义的。

注意：如果设备的操作条件发生变化，或未经提供设备的 ABB 工厂的书面许可而对设备进行改装或维修，则发布的保证即失效。

注意：各地 ABB 销售办事处的销售条款、条件或保证条款等具体保证内容可能会有所不同。

有关联络信息，请参阅本使用手册的封底页。在讨论与设备相关的问题时，切记提供设备的序号。

1.4 说明文件

1.4.1 设备的说明文件

建议对设备进行任何操作之前，认真阅读设备的说明文件。每台设备均附带本手册和安全指令，这些资料放在固定于设备框架上的一个塑料盖内。

注意：说明文件会提供给订货的客户。如额外需要这些文档，请与当地的 ABB 办事处或售后服务部门联系，请参阅章 9.1.3 电机与发电机服务的联系信息。

除本手册之外，每台设备均附有外形尺寸图、电气连线图以及数据表，其中标明以下内容：

- 设备的安装和外形尺寸
- 设备重量和基础承载
- 设备吊眼的位置
- 仪器和附件的位置
- 轴承油和润滑剂要求
- 主要和辅助连接。

注意：本用户手册可能不包含与客户相关的一些事项。附加说明文件包含在项目说明文件内。如果本手册和设备的附加说明文件有冲突，以附加说明文件为准。

1.4.2 说明文件中未包括的信息

本使用手册不包含有关起动、保护和调速设备的信息。这些信息在相应的设备用户手册中提供。

1.4.3 本用户手册使用的计量单位

本用户手册中的计量单位采用国际单位制（米制）和美制。

1.5 设备的标识

1.5.1 设备序号

每台设备均有一个 7 位序号。序号铭刻在设备的标牌以及设备框架上。

在将来就设备问题进行联系时必须提供该序号，因为它是用于识别所涉及设备的唯一信息。

1.5.2 标牌

设备框架上有一个永久性固定的不锈钢标牌，不得拆除该标牌。有关标牌的位置，请参阅附件典型标牌位置。

标牌标示制造、标识、电气和机械信息，请参阅图 1-1 按照 IEC 制造的按钮起动设备的标牌（依照 ATEX 指令的防爆设备）。

ABB Ex II 3 G CE		ABB OY Made in Helsinki, Finland	
Type	HXR 500LP14	No	4570787
Year	2002	Phases	3~
Duty	S1	Output	470 kW
Connection	D	Voltage	3300 V
Insul.cl.	F	Frequency	50 Hz
Weight	7100 kg	Speed	425 rpm
IP	55	Current	145 A
IC	411	Power factor	0.59
IM	1001		
EEx nA II T3, EN 50021			
VTT 03 ATEX 011X			
IEC 60034-1			

图 1-1 按照 IEC 制造的按钮起动设备的标牌（依照 ATEX 指令的防爆设备）

ABB		ABB Oy Made in Helsinki, Finland	
Type	HXR 450LJ6	No	4574367
Year	2003	Phases	3~
Connection	D	Duty	S1
IP	55	Weight	4095 kg
		IM	1002
S1, CONVERTER SUPPLY			
	250 - 455 - 500 - kW		
	383 - 690 - 690 - V		
	25 - 45,2 - 49,8 - Hz		
	495,5 - 899,5 - 990,5 - rpm		
	475 - 475 - 500 - A		
	0.83 - 0.83 - 0.87 - PF		
INVERTER PARAMETER SETTING:			
455 kW / 690 V / 45,2 Hz / 899,5 rpm / 475 A /			
0,83 PF / Tmax/Tn= 3,0			
OVERLOAD 1,8 x Tn, 60 s / 10 min			
495 - 900 - 990 rpm			
820 - 820 - 910 A			
IEC 60034-1			

图 1-2 按照 IEC 制造的变频设备的标牌

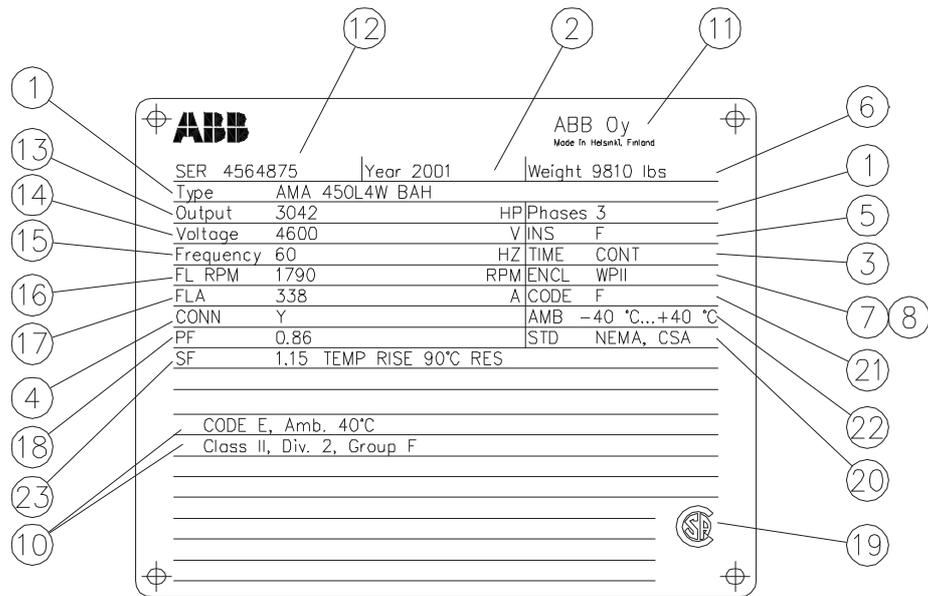


图 1-3 按照 NEMA 制造的按钮起动设备的标牌

1. 类型标示
2. 制造年份
3. 工作制
4. 连线方式
5. 绝缘种类
6. 设备重量 (kg) 或 (lbs)
7. 防护等级 (IP 等级)
8. 冷却方式 (IC 码)
9. 安装方式 (IM 码)(IEC)
10. 其它信息
11. 制造商
12. 序号
13. 输出功能 (kW) 或 (HP)
14. 定子电压 (V)
15. 频率 (Hz)
16. 转速 (rpm)
17. 定子电流 (A)
18. 功率因数 (cosφ)
19. CSA 标志
20. 标准
21. 堵转标示 kVA/ HP (NEMA)
22. 环境温度 (°C) (NEMA)
23. 运行率 (NEMA)

第 2 章 运输和开包装

2.1 运输前的保护措施

2.1.1 概述

设备从工厂发货前会采取以下保护措施。无论何时在搬迁设备时，均应采取同样的保护措施：

- 某些设备和所有采用套筒轴承和滚柱轴承的设备装有运输锁定装置

***** 以下内容适用于轴承类型：滚动轴承**

- 滚球和滚柱轴承使用轴承标牌上标示的润滑剂润滑，该标牌固定在设备框架，请参阅 [章 2.1.2 轴承标牌](#)

***** 以下内容适用于轴承类型：套筒轴承**

- 用润滑油冲洗所有套筒轴承并将润滑油排出。所有进油口和出油口以及油管均用塞子封堵。这样，可以达到很好的防蚀效果

***** 以下内容适用于冷却方式气水冷却**

- 将气对水冷却器排空，并将冷却器入口和出口用塞子封堵
- 经机加工的金属表面（例如轴外伸部）采用防蚀涂层进行防腐
- 为使设备在装货、海运和卸货期间能够很好避免水、盐雾、潮气锈蚀和振动的损害，运输时设备应采用耐航包装。

2.1.2 轴承标牌

设备框架上固定有一块不锈钢轴承标牌。有关轴承标牌位置的信息，请参阅 [附件典型标牌位置](#)。

轴承标牌标示轴承和采用的润滑方式，请参阅 [图 2-1 采用润滑脂润滑的滚动轴承的标牌](#) 和 [图 2-2 套筒轴承的标牌](#)。

*** 以下图表适用于轴承类型：滚动轴承

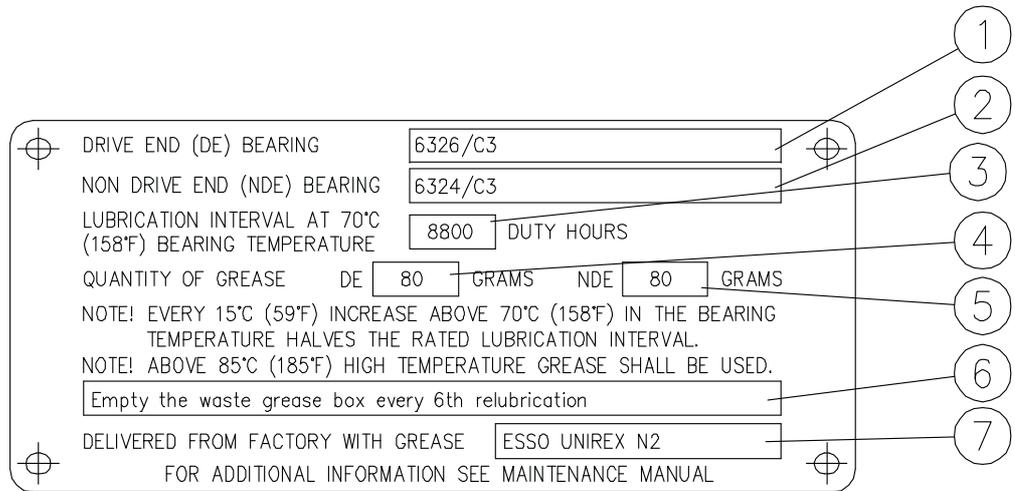


图 2-1 采用润滑脂润滑的滚动轴承的标牌

1. 驱动端轴承类型
2. 非驱动端轴承类型
3. 润滑时间间隔
4. 驱动端轴承润滑脂量
5. 非驱动端轴承润滑脂量
6. 其它信息
7. 工厂提供的润滑脂类型

*** 以下图表适用于轴承类型：套筒轴承

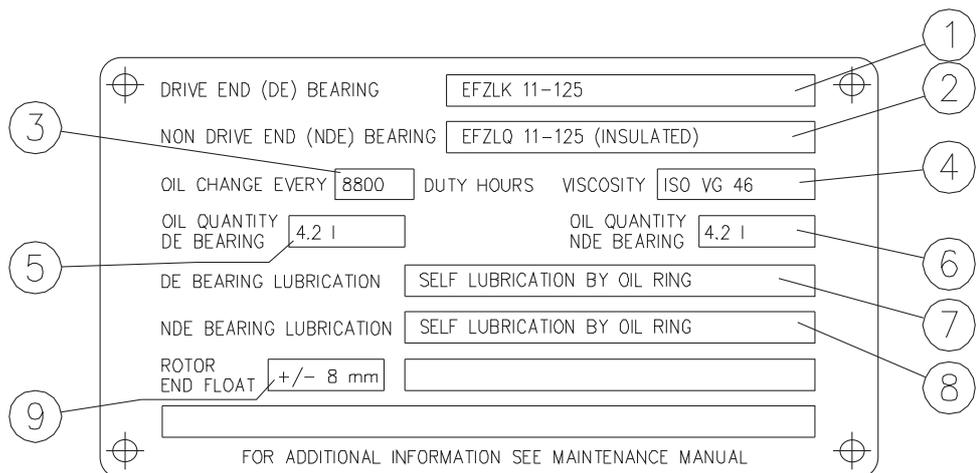


图 2-2 套筒轴承的标牌

1. 驱动端轴承类型
2. 非驱动端轴承类型
3. 润滑油更换间期
4. 粘度等级
5. 驱动端轴承润滑油量（适合于自润滑）
6. 非驱动端轴承润滑油量（适合于自润滑）
7. 驱动端轴承润滑方式：溢流式轴承润滑油流量和压力
8. 非驱动端轴承润滑方式：溢流式轴承润滑油流量和压力
9. 转子轴向浮动（轴隙）

注意：必须严格遵守轴承标牌上标示的信息。否则，将导致轴保证失效。

2.2 吊装设备

在吊装设备之前，请确保具备适合的吊装设备且操作人员熟悉吊装工作。设备重量见标牌、外形尺寸图和装箱单。

注意：请通过专用于吊装的吊环或吊眼吊装整个设备。不要使用设备上的其它任何小吊环或吊眼，因为它们仅适合于维修用途。

注意：由于输出功率、安装方式和辅助设备的不同，框架类型相同的设备的重心可能会有所不同。

注意：在吊装之前，请检查设备框架上的吊环螺栓和吊环是否完好无损。如果吊环损坏，则不能使用。

注意：在吊装之前，必须拧紧吊环螺栓。如有必要，必须用适当的垫圈调整吊环螺栓的位置。

注意：从底部提升机器时，仅使用标有 ISO 7000-0625- 标准标记的起吊点，请参考图 2-3 “在此起吊” 标记 (ISO 7000-0625)。

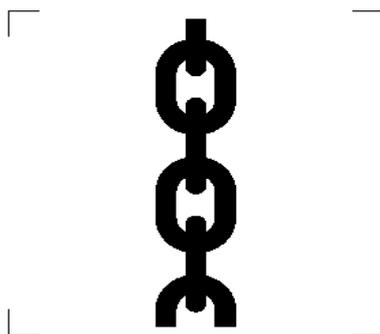


图 2-3 “在此起吊” 标记 (ISO 7000-0625)

2.2.1 吊装采用耐航包装的设备

耐航包装通常为木箱，箱内侧贴有一层薄纸。耐航包装应该用叉车从底部叉起，或通过吊索用吊车吊装。吊索的位置在包装上用油漆标示。

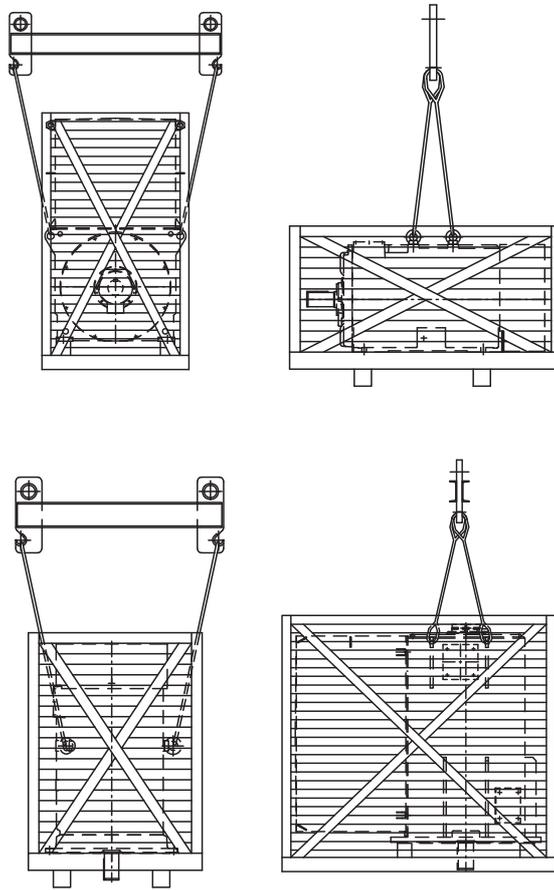


图 2-4 使用起重机通过机器的吊环起吊时，海运包装箱中水平和垂直方位的机器起吊方法

2.2.2 吊装安放货盘上的设备

安放在货盘上的设备应该用吊车通过设备的吊眼吊装，请参阅图 2-5 使用起重机通过机器的吊环起吊时，托盘上水平和垂直方位的机器起吊方法，或用叉车从货盘底部叉起。通过螺栓固定在货盘上的设备。

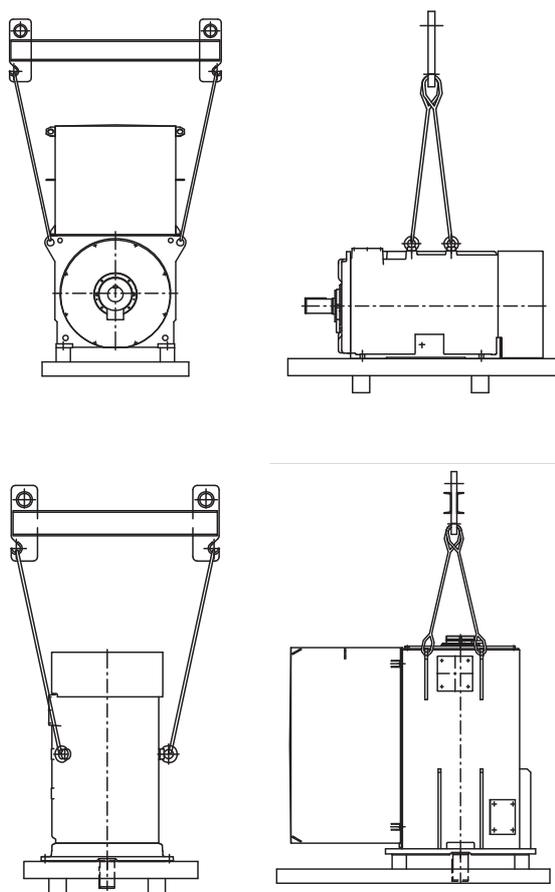


图 2-5 使用起重机通过机器的吊环起吊时，托盘上水平和垂直方位的机器起吊方法

2.2.3 吊装已经拆除包装的设备

必须使用适当的吊装设备！请务必使用吊车通过设备框架上的吊眼吊装设备，请参阅图 2-6 吊装拆除包装的设备。切勿用叉车从底部或设备支脚叉起设备。

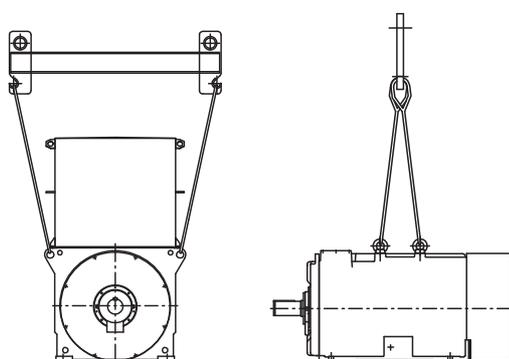


图 2-6 吊装拆除包装的设备

*** 下章内容适用于安装类型：竖直

2.3 转动竖直安放的设备

有时可能需要将竖直安放的设备从竖直状态转动到水平状态（例如在更换轴承时）和进行相反的操作。参见图 2-7 具有可旋转吊眼的设备：吊起和转动。在转动过程中，要避免损坏涂层或任何零件。只有在设备处于竖直状态时，才能拆卸或安装轴承锁定装置。

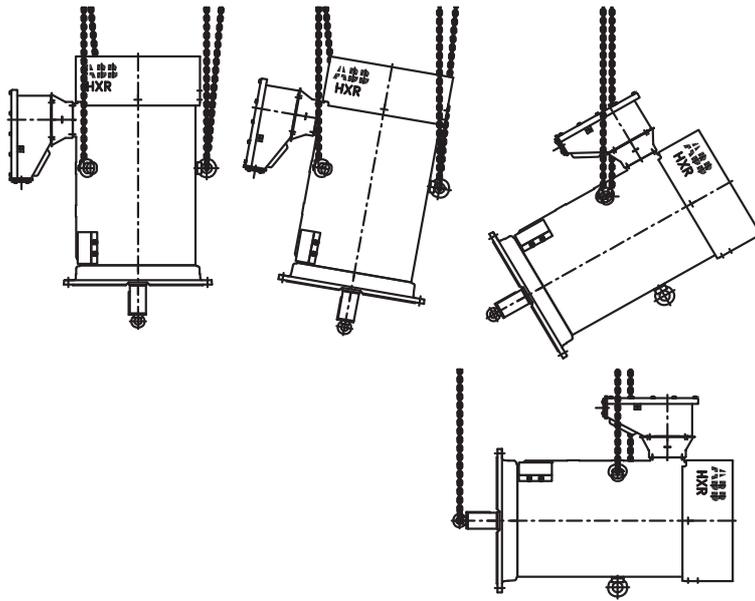


图 2-7 具有可旋转吊眼的设备：吊起和转动

2.4 到货检查和开包装检查

2.4.1 到货检查

设备一到，必须检查设备和包装。如果要办理运输险理赔，必须对运输造成的损坏进行拍照并立即报告（即在到货后一周之内）。因此，立即检查并报告有关处理不当的证据并报告给运输公司和供应商，这一点非常重要。检查单请见于附件调试报告。

到货后不立即安装的设备要安排人员管理，并采取一些保护措施。有关详情，请参阅章 2.6 存储。

2.4.2 开包装检查

将设备放置在不影响其它物品搬运且平坦、平稳的地方。

拆除包装后，检查设备是否完好无损且所有附件齐全。对照包装内的装箱单核对附件。如果发现任何可疑的损坏或附件缺失，请对其拍照并立即报告给供应商。检查单请见于附件调试报告。

有关正确回收和处置包装材料的信息，请参阅章 10.3 包装材料回收。

2.5 主接线盒与冷却备件的安装指示

这些指示用于设备出厂时主要组件，例如主接线盒或冷却备件，拆卸包装的情况。请参见项目说明文件内所附尺寸图，以了解部件的正确位置。交货时将包括所有螺栓、螺母和垫圈。

机械装配只应由有经验的人员进行。带电备件，例如定子电缆，只应由技术娴熟的人员进行安装。

必须始终遵循安全指令的要求，需要更多信息，请参见手册开头处的安全规定。

为确保项目购买合同上议定的担保条款不失效，应该谨慎遵循指令要求。

2.5.1 主接线盒的安装

主接线盒将与设备另盒 / 用隔板分开包装，并同时交货。应按照指导进行主接线盒的安装。

1. 打开包装并使用适当的吊运设备（例如起重机）通过主接线盒上的吊眼将其取出。
2. 检查是否所有的连接零件都无尘无污。
3. 准备好附送的安装用螺栓和电圈。
4. 直接将主接线盒置于设备框架上，并按主接线盒连接所需的位置进行安放（参见项目说明文件内所附的尺寸图）。
5. 仅适用于 NEMA 主接线盒：将定子电缆穿出顶层隔板。
6. 使用附送的螺栓将主接线盒与设备框架连接。确保在设备箱表面的连接处作密封隔离。
7. 拧紧所有螺栓，上限为 200 Nm。（参阅表 7-2 一般紧固力矩）。

仅适用于 NEMA 主接线盒：将主接线盒与设备箱进行机械连接后，将定子电缆与端子连接：

1. 查看定子电缆和端子上的标志。
2. 根据电缆标志（U1, V1, W1 或 L1, L2, L3）将定子电缆与相应的端子相连。请参见电气连接图，了解更多信息。
3. 拧紧安装后的螺栓，上限为 80 Nm。（请参阅附件典型主电源线连接）。

2.5.2 冷却备件的安装。

如果冷却器或冷却系统的备件（例如，消音器、气流通通道）被分开交货，则必须按照以下指令进行现场安装。

1. 打开冷却器 / 冷却备件的包装并使用适当的起重设备（例如起重机）通过包装上的吊眼将备件取出。
2. 检查是否所有的连接零件都无尘无污。
3. 从项目说明文件所附的尺寸图中查阅安装的正确位置。
4. 检查交货时是否包括所有的连接备件、螺栓、垫圈以及螺母。
5. 将冷却备件提起置于正确位置并与已交付的安装备件相连。确保所有密封备件的安装位置正确。
6. 拧紧所有螺栓，上限为 80 Nm。（请参阅表 7-2 一般紧固力矩）。

2.6 存储

2.6.1 短期存储（不超过 2 个月）

设备应存放在环境可控制的适当仓库内。条件良好的仓库或存放地应具有：

- 稳定的温度，最好在 10 °C (50 °F) 至 50 °C (120 °F) 之间。如果接通防冷凝加热器电源，且周围环境空气温度高于 50 °C (120 °F)，则必须确保设备不会过热
- 较低的相对空气湿度，最好低于 75%。设备温度应保持在露点以上，以防止潮气在设备内部凝结。如果设备配有防冷凝加热器，则应给加热器接通电源。定期检查防冷凝加热器的运行情况。如果设备未配备防冷凝加热器，则必须采用替代方法加热设备，以防止潮气在设备内凝结
- 稳定的支撑，不会产生过分振动。如果振动有可能过大，则应该在设备支脚下垫上适当的橡胶垫，避免设备直接受震
- 通风良好，空气清洁且不含粉尘和腐蚀性气体
- 可以防止有害昆虫和寄生虫侵入。

如果设备需要存储在室外，切勿将设备原封不动地放在其运输包装内。而必须将设备：

- 从其塑料包装物中取出
- 盖好，以便绝对防止雨水流入设备内。覆盖物应该不影响设备的通风
- 安放在至少 100 mm (4” 高的刚性支撑物上，以确保潮气不会从下面侵入设备
- 保持良好的通风。如果不将设备从其运输包装中取出，必须在包装上开出足够大的通风口
- 防止有害昆虫和寄生虫侵入。

请使用检查单，见章 2 存储中的附件调试报告。

2.6.2 长期存储 (2 个月以上)

除短期存储所述的措施之外，还应采取以下措施。

每三个月测量一次绕组的绝缘电阻和温度，请参阅章 7.6 定子绕组和转子绕组的维护。

每三个月检查一次涂漆表面的情况。如果发现腐蚀，请清除腐蚀并重新涂漆

每三个月检查一次裸露金属表面（例如轴外伸部）上。如果发现任何腐蚀，请用细金刚砂布磨掉腐蚀，然后重新做防蚀处理

如果设备存储在木箱内，要设好小通风口。要避免水、昆虫和寄生虫进入箱内，请参阅图 2-8 通风孔。

请使用检查单，见章 2 存储中的附件调试报告。

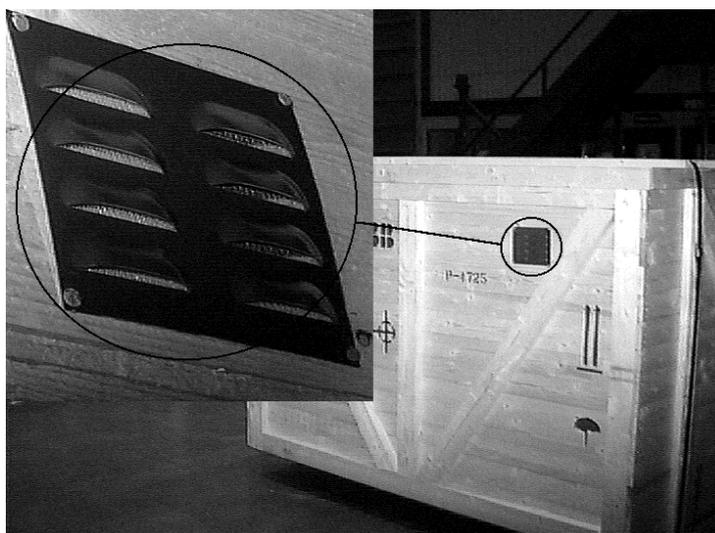


图 2-8 通风孔

***** 下段内容适用于冷却方式：水套冷却**

采用所谓水套冷却系统的设备要充入水和乙二醇的混合物，其中乙二醇比例不能低于 50%。也可以使用另外一种类似的液体替代乙二醇。要确保混合液体能够承受存储温度，不会冻结。在充入液体后，要堵塞液体入口和出口。

***** 下章内容适用轴承类型：滚动轴承**

2.6.3 滚动轴承

要采取以下措施：

- 滚动轴承在存储期间应保持润滑良好。可接受的润滑脂类型见章 2.1.2 轴承标牌
- 每三个月转动转子 10 圈，使轴承保持良好状态。在转动转子时，请拆除任何可能装有的锁定装置
- 设备出厂时可能会装有用于防止轴承在运输和存储期间受损的锁定装置。要定期检查轴承锁定装置。按照轴向安装型轴承的锁定方式拧紧运输锁定装置，请参阅表 2-1 水平安装设备的拧紧扭矩（加润滑螺杆）。

注意：在拧紧运输锁定装置时拧紧扭矩过大会损坏轴承。

注意：所使用轴承的类型见轴承标牌，请参阅章 2.1.2 轴承标牌，以及轴向安装轴承的信息，请参见外形尺寸图。

*** 下表适用安装类型：水平

表 2-1. 水平安装设备的拧紧扭矩 (加润滑螺杆)

轴向安装型轴承	拧紧扭矩 (Nm)	拧紧扭矩 (磅英尺)
6316	45	33
6317	50	37
6319	60	44
6322	120	90
6324	140	100
6326	160	120
6330	240	180
6334	300	220
6034	140	100
6038	160	120
6044	230	170

*** 下表适用安装类型：竖直

表 2-2. 竖直安装设备的拧紧扭矩 (加润滑螺杆)

轴向安装型轴承	拧紧扭矩 (Nm)	拧紧扭矩 (磅英尺)
7317	30	22
7319	30	22
7322	60	44
7324	60	44
7326	90	66
7330	160	120
7334	350	260

*** 下章内容适用轴承类型：套筒轴承

2.6.4 套筒轴承

要采取以下措施：

- 采用套筒轴承的设备在出厂时没有加注润滑剂，即润滑油。要检查轴承内部是否有保护性油膜。如果存储期超过两个月，则应将 Tectyl 511 或其它相应的物质通过注油孔注入轴承。要每六个月做一次防蚀处理，持续两年。如果存储期超过两年，则必须拆解轴承，予以单独处理
- 在存储之后和试运转之前，应拆解轴承并检查所有零件。如果出现任何腐蚀，必须用细金刚砂布磨掉。如果在轴与轴承内轴套接触位置出现压痕，则必须更换新轴承
- 采用套筒轴承的设备出厂时装有用于防止轴承在运输和存储期间受损的运输锁定装置。要定期检查运输锁定装置。按照轴向安装轴承的锁定方式拧紧运输锁定装置，请参阅表 2-1 水平安装设备的拧紧扭矩（加润滑螺杆）。

注意：在拧紧运输锁定装置时拧紧扭矩过大会损坏轴承。

表 2-3. 拧紧扭矩（加润滑螺杆）。轴向安装轴承具有锁定力

轴向安装型轴承	拧紧扭矩 (Nm)	拧紧扭矩（磅英尺）
ZM_LB 7	100	74
EF_LB 9	250	180
EF_LB 11	300	220
EF_LB 14	600	440
EM_LB 14	600	440
EF_LB 18	900	670

2.6.5 开孔

如果由于电缆没有连接到接线盒而留下开孔或者法兰盘没有连接管路，则要对其进行密封处理。在密封设备内的冷却器和管路之前，要对其进行清洁和干燥处理。干燥方法是通过管路吹送干燥的热风。

2.7 检查，记录

对存储时间、采取的预防措施和测量值（包括日期）要作记录。相关的检查清单，请参阅附件调试报告。

第 3 章 安装与校准

3.1 概述

良好的计划和准备工作可以使安装简单化且准确无误，并保证达到安全的运行条件和最佳的可达性。

*** 下段内容适用于封装类型：所有在危险区域使用的设备

在燃爆环境中的接线和电气设备使用的相关标准（特别是有关设备安装的国家标准）必须予以考虑。IEC 60079-14)。

注意：在安装期间必须遵守概述内容以及当地的劳动安全指令。

注意：在附近工作时，要注意保护设备。

注意：不要使用设备作为接地焊接。

3.2 基础设计

3.2.1 概述

基础的设计应保证安全的运行条件及最佳的可达性。设备周围应留有足够的自由空间，确保方便维护和监控。冷却空气应畅通无阻地流经设备。要认真筹划，保证附近的其它机器或设备不会加热设备冷却空气或结构，例如轴承。

基础必须结实、坚固、平坦且不受外部振动影响。必须查证设备是否可能与基础发生共振。为避免与设备发生共振，基础与设备的整体自然频率一定不能处于运作速度频率的 $\pm 20\%$ 范围之内。

最好采用混凝土基础，不过，如果设计合理，也可以采用钢结构。在施工之前，要考虑好设备在基础上的固定位置、空气、水和润滑油给送和电缆槽以及灌浆孔的位置。灌浆孔的位置和基础的高度必须与所提供的外形尺寸图上标示的相应尺寸相一致。

设计基础时，应在设备支脚下设置一个 2 mm（0.8 英寸）厚的垫板，以便留出调整余地，在以后需要更换设备时方便安装。设备轴高度和基础支脚位置有一定的制造公差，这一公差可通过 2 mm（0.8 英寸）厚的垫板补偿。

注意：基础的计算和设计不在 ABB 服务的范围之内，由客户或第三方负责。此外，通常情况下，灌浆作业亦不属于 ABB 负责的范畴。

3.2.2 基础受力

基础和装配螺栓的尺寸必须能够承受突发的机械扭矩，每次在设备启动时或发生短路时会产生这样的扭矩。短路力是方向变化且逐渐衰减的正弦波。在设备的外形尺寸图上标有这些力的大小。

***** 下章内容适用于安装类型： 竖直**

3.2.3 竖直安装设备的支撑法兰

根据 IEC 标准公告 60072， 竖直支撑法兰安装设备配有安装支撑法兰。安装时，设备的支撑法兰必须安装到基础的对应法兰上。

建议采用安装衔接装置，以便于联轴器连接和运行时检查。

3.3 安装之前的设备准备工作

安装前的设备准备工作如下：

- 在进行所有其它准备工作之前，请按照以下所述来测量绕组的绝缘电阻，见于章 3.3.1 *绝缘电阻测量*
- 在需要时拆除运输锁定装置。存放好以备将来之用。请参阅章 3.3.2 *运输锁定装置的拆除* 了解详细说明
- 确认已有的润滑脂是否与轴承标牌上标示的规格相一致，请参阅章 2.1.2 *轴承标牌*。其它建议使用的润滑脂请参阅章 7.5.3.5 *为轴承加注润滑脂*

***** 以下各项和注释适用轴承类型： 套筒轴承**

- 在套筒轴承中加注适合的润滑油。有关适合的润滑油的信息，请参阅章 7.5.2.4 *润滑油质量*

注意： 套筒轴承在出厂时均不加注润滑油！

- 用石油溶剂油清除轴外伸部和设备支脚上的防蚀涂层
- 按照下列章节中所述安装联轴器请参阅章 3.3.4 *联轴器的组装*
- 检查设备两端最低处的排水塞是否处于打开位置，请参阅章 3.3.6 *排水塞*。

3.3.1 绝缘电阻测量

在首次起动设备之前、长时间停顿后或在常规维护工作的时间范围内，必须测量设备的绝缘电阻。这包括测量定子绕组和所有辅助装置。对于采用滑环的设备，测量时还必须包括转子绕组，请参阅章 7.6.4 *绝缘电阻测试*。

3.3.2 运输锁定装置的拆除

某些设备和所有采用套筒轴承和滚柱轴承的设备装有运输锁定装置。对于采用套筒轴承或圆柱滚子轴承的设备，运输锁定装置为钢棍，分别安装在驱动端轴承套和轴外伸部末端。

在安装之前，必须拆除运输锁定装置。轴外伸部上的防蚀涂层必须清除。锁定装置应存放好，以备将来之用。

注意： 为避免损坏轴承，无论何时在移动设备、运到其它位置或存储时，必须在设备上安装运输锁定装置。请参阅章 2.1 *运输前的保护措施*。

3.3.3 联轴器类型

*** 下段内容适用于轴承类型：滚动轴承

采用滚动轴承的设备必须通过弹性联轴器连接从动设备，例如销联轴器或齿轮联轴器。

如果轴向锁定轴承在非驱动端（参见外形尺寸图），请确保联轴器的两部分之间能够作连续轴向自由运动，允许设备轴发生热膨胀，而不会损坏轴承。转子的预计轴向发热量可以根据章 3.6.4 热胀冷缩校正中的定义计算。

*** 下段内容适用于安装类型：竖直

竖直安装的设备可以设计为部分承担从动设备轴的承载。如果采用这种设计，则必须在轴的末端加装一块锁板锁定联轴器，以防止其滑动。

注意：本设备不适合于采用带式、链式或齿轮联接，除非为此联接方式作专门设计。这一原则同样适用于大轴向推力应用。

*** 下段内容适用于轴承类型：可轴向浮动的套筒轴承

套筒轴承的结构允许转子沿轴向在轴向浮动机械限位之间滑动。标准轴承标准轴承不能承受任何来自从动设备的轴向力。来自负载的任何轴向力都会使轴承受损。因此所有轴向力必须作用在从动设备上，联轴器必须是受限轴向浮动型的。

3.3.4 联轴器的组装

3.3.4.1 联轴器的平衡

按照标准，转子采用半键实现动态平衡。平衡方式铭刻在轴端：

- H = 半键和
- F = 全键

联轴器必须保持平衡。

3.3.4.2 组装

在组装联轴器时必须参照以下说明。

- 遵守联轴器供应商的一般说明
- 联轴器可能会相当重。可能需要使用适当的吊装工具
- 清除轴外伸部的防蚀涂层，并对照提供的图纸核实外伸部和联轴器的尺寸。同时确保联轴器和轴外伸部的键槽整洁且没有毛刺。
- 给轴外伸部和壳孔涂上一层薄薄的机油，以便于联轴器的安装。切勿用二硫化钼 (Molykote) 或类似产品涂配合面
- 联轴器必须外加护罩覆盖。

注意：为避免损坏轴承，在组装联轴器时不要对轴承施加外力。

3.3.5 带式驱动

采用带式驱动的设备在驱动端均配有圆柱滚子轴承。如果采用带式驱动，要确保驱动和从动带轮准确对齐。

注意：在投入使用之前必须检查轴端和轴承是否适合带式驱动。不要超过订单规定的径向力。

3.3.6 排水塞

机器的最下部配有排放塞。排放塞的结构应当能够防止机器外部的灰尘进入，而允许机器内凝结的水排出。排放塞应始终保持打开，即塞子一半在机器内，一半在机器外。从机架中拔出排放塞以将其打开。在 AMA/AMI 560-630 机器中，排放塞（M12 螺丝）打开 6 - 12 mm (0.2" - 0.5")。

*** 下段内容适用于安装类型：水平

对于水平状态安装的设备，在设备两端分别配有排水塞。

*** 下段内容适用于安装类型：竖直

对于竖直状态安装的设备，在设备的低端端罩配有两个排水塞。

主接线盒在盒的最低处有一个排水塞，在工作时必须关闭该排水塞。

*** 下章内容适用于安装类型：采用混凝土基础的水平状态安装

3.4 在混凝土基础上安装

3.4.1 交货责任范围

通常情况下，设备交付不包括设备安装，也不提供垫板、装配螺栓、底座或底板。这些零件可根据特别订单提供。

如果需要钻孔固定，请与 ABB 联系确保一致性。

3.4.2 一般准备工作

在开始安装工作之前，要考虑以下一些事项：

- 准备一些用于垫设备的钢板。如果要调整，则需要厚度为 1、0.5、0.2、0.1 和 0.05 mm（40、20、8、4 和 2 mil）的垫片
- 准备一个橡皮锤用于调节螺钉或液压千斤顶用于轴向和水平调整
- 准备一个千分表，或者最好准备一个激光光学分析仪，用于设备的精确调正
- 准备一个简单的杠杆，用于在调正时转动转子
- 室外安装时要采取遮阳和防雨措施，以消除安装时的测量错误。

注意：设备出厂时，每个支脚均配有用于垂直调整的调整螺栓。

3.4.3 基础准备工作

3.4.3.1 基础和灌浆孔准备工作

在将设备固定到基础上时，要使用基础柱头螺栓或底板。

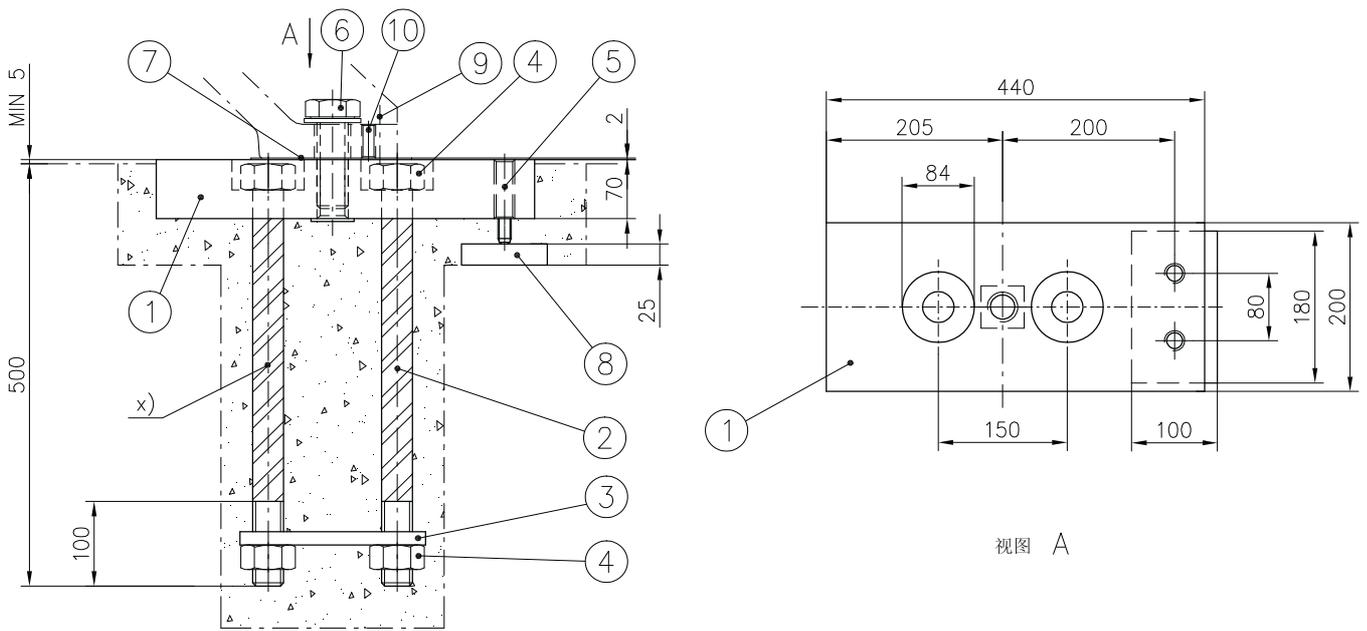
在准备基础时，要考虑以下一些事项：

- 基础上部必须打扫干净或用吸尘器吸干净
- 灌浆孔内壁表面必须粗糙，以便结合牢固。出于同样原因，必须冲洗并漂清这些灌浆孔，清除其中污染物和灰尘。如果混凝土表面存在润滑油或润滑脂，则必须通过将混凝土表面凿除一层来进行清除
- 检查灌浆孔的位置和基础的高度是否与所提供的图纸上标示的相应尺寸相一致。
- 在基础上埋置一根钢丝指明设备的中心线。同时标记设备的轴向位置。

3.4.3.2 基础柱头螺栓或底板的准备工作

如果出厂时提供垫片或基础柱头螺栓，则会以散件的形式提供。这些散件在现场安装。

注意：为保证基础柱头螺栓能够很好地固定到混凝土内，这些螺栓必须无涂层且没有受到污染和沾染灰尘。



项目	零件名称	规格	数量/套 (件)
1	标牌	70x200x440	4
2	柱头螺栓	M36x500/4S+100	8
3	法兰	10x60x210	4
4	螺母	M36	16
5	调整螺丝	M24x60	8
6	固定螺丝	M36x90/90	4
7	垫片	2x170x250	4
8	支承板	25x100x180	4
9	圆锥销	10x100	2
10	调整螺丝	M16x55	4

x) 仅电动机的驱动端需要圆锥销 (零件 9)。供货中不包括胶带。

固定于基础中的锚固螺栓。
基础柱头螺栓以散件形式提供。
每套包括适用于一台设备的零件 (4 根)。

图 3-1 典型的基础柱头螺栓的组装

为组装基础柱头螺栓或底板，必须用吊车将设备吊离地面。按如下步骤继续，参见图 3-1 典型的基础柱头螺栓的组装：

- 用石油溶剂油清理有防蚀涂层保护的部件
- 将涂有润滑脂的调整螺栓拧入基础柱头螺栓 (部件 5) 或底板内
- 在固定螺栓 (部件 2) 的上部缠上一层胶带，按照图 3-1 典型的基础柱头螺栓的组装。该胶带用于防止螺栓上部被卡在混凝土中，使其在混凝土凝固后能够再次拧紧
- 将固定螺栓 (部件 2) 插入底座 (部件 1) 或底板中，固定螺栓的顶部要高出螺母 (部件 4) 上表面 1...2 mm (40...80 mil)
- 将固定凸缘板 (部件 3) 和下部螺母 (部件 4) 装配到固定螺栓 (部件 2) 上。将固定凸缘板 (部件 3) 焊接到螺栓上，并拧紧螺母。如果不能桥接，可以将固定凸缘板锁定在两个螺母之间
- 在完成底座组装工作后，应该从地面将设备吊起。要用石油溶剂油清洗设备支脚和底座的侧面和底面以及固定螺栓

- 将装配好的基础固定螺栓或底板用装配螺栓（部件 6）和垫圈（部件 3）安装到设备支脚下。在装配螺栓的上部缠绕纸、硬纸板或胶带等物品，将螺栓（部件 6）定位在设备的安装孔的中心。
- 在支脚和底座（部件 1）之间放入 2 mm (0.8 英寸) 厚的垫片（部件 7）。用装配螺栓（部件 6）将底座紧紧地固定到支脚上
- 将托板（部件 8）置于调整螺栓（部件 5）下
- 检查底座（部件 1）和固定螺栓（部件 2）之间结合是否紧密。如果混凝土通过这一缝隙渗入到螺母，就无法再拧紧螺母。

注意：在供货时，胶带和钢板不包括在基础固定螺栓范围之内。

3.4.4 设备就位

将设备小心吊起并安放到基础上。利用已埋置的钢丝和轴向位置标记进行水平粗调。垂直调正通过调整螺栓实现。要求位置精确度在 2 mm (80 mil) 之内。

3.4.5 调正

按下述章节进行调正 章 3.6 调正。

3.4.6 灌浆

设备基础灌浆作业是安装中非常重要的一部分。必须按照混凝土供应商的说明使用。

请选用高质量不收缩混凝土，以免将来灌浆出现困难。混凝土出现裂缝或与混凝土基础结合不良均不符合要求。

3.4.7 最后安装和检查

混凝土凝固后，将设备从基础上吊起，并再次拧紧固定螺栓通过桥接或用冲子用力打击锁定螺母。将设备重新安放到基础上并拧紧装配螺栓。

检查是否调正，以保证设备在许可的振动范围内运转。如有必要，请用垫片进行调整，然后对正设备驱动端支脚上的销孔打入定位销。

3.4.7.1 给设备支脚打定位销

设备驱动端每个支脚上有一个定位销孔。钻入钢基础加深销孔。完成这一工作后，用铰刀将销孔整修成锥形。用适当的锥形销打入销孔，以确保精确调正，并方便在设备移动过后重新安装。

3.4.7.2 护罩和密封罩

按照联轴器制造商的指令将两半联轴器接合到一起，完成联轴器安装。

注意：联轴器必须外加护罩覆盖。

设备就位、调正并安装好附件后，仔细检查密封罩内部，确保没有任何工具或异物遗留在里面。同时清除灰尘或碎屑。

在安装护罩时，检查所有密封条是否完好。

将调正和组装附件与运输锁定装置存放在一起，以备将来使用。

***** 下章内容适用于安装类型：采用钢基础的水平状态安装**

3.5 在钢基础上安装

3.5.1 交货责任范围

通常情况下，设备交付不包括设备安装，也不提供垫板或装配螺栓。这些零件可根据特别订单提供。

如果需要钻孔固定，请与 ABB 联系确保一致性。

3.5.2 基础检查

在将设备吊装到基础上之前，应完成以下检查。

- 仔细清理基础
- 基础应平整且基础面水平误差在 0.1 mm (4.0 mil) 以内或更小
- 基础应不受外部振动影响。

3.5.3 设备就位

将设备小心吊起并安放到基础上。

3.5.4 调正

按下述章节进行调正 [章 3.6 调正](#)。

3.5.5 最后安装和检查

3.5.5.1 给设备支脚打定位销

设备驱动端每个支脚上有一个定位销孔。钻入钢基础加深销孔。完成这一工作后，用铰刀将销孔整修成锥形。用适当的锥形销打入销孔，以确保精确调正，并方便在设备移动过后重新安装。

3.5.5.2 护罩和密封罩

按照联轴器制造商的指令将两半联轴器接合到一起，完成联轴器安装。

注意：联轴器必须外加护罩覆盖。

设备就位、调正并安装好附件后，仔细检查密封罩内部，确保没有任何工具或异物遗留在里面。同时清除灰尘或碎屑。

在安装护罩时，检查所有密封条是否完好。

将调正和组装附件与运输锁定装置存放在一起，以备将来使用。

*** 下章内容仅适用安装类型：竖直

3.5.6 采用支撑法兰安装的设备在钢基础上的安装

竖直状态安装的设备采用安装支撑法兰的目的在于方便安装和联轴器的连接以及在运行时对联轴器的检查。为能够与 ABB 设备很好地配合，安装支撑法兰应按照 IEC 标准设计。

安装支撑法兰不包括在 ABB 交货责任范围之内。

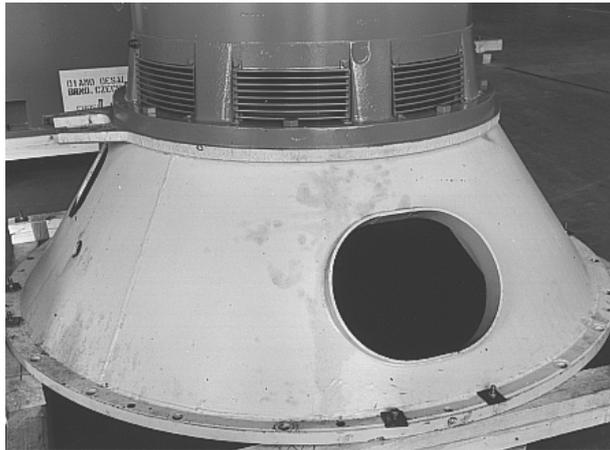


图 3-2 安装支撑法兰

将设备吊起并安放到安装支撑法兰上。轻轻拧紧装配螺栓。

3.6 调正

3.6.1 概述

为确保驱动设备和从动设备均达到令人满意的长久使用寿命，设备相互之间要正确对准。这意味着设备的两个轴之间的轴向偏差和角度偏差必须达到最小。对准时必须格外小心，因为对准不佳会损坏轴承和轴。

在开始对准工作之前，必须安装好联轴器，请参阅章 3.3.4 联轴器的组装。驱动设备和从动设备的两半联轴器必须用螺栓较松地接合在一起，以便在对准时相互之间可以自由地移动。

以下内容适用于混凝土和钢基础两种安装方式。采用混凝土基础时，如果调正和灌浆作业做得好，就没有必要加垫片。

3.6.2 水平粗调

为便于调正和能够安装垫片，要将调整螺栓装配到设备支脚上，参见图 3-3 设备支持的垂直调整。设备完全依靠调整螺栓支撑。请注意，设备必须停置在所有四个支脚（螺栓）上且基础面水平误差必须在 0.1 mm (4.0 mil) 以内或更佳。否则，设备外壳将发生扭曲，这样可能会损坏轴承或造成其它破坏。

检查设备在水平、垂直和轴向上是否调正。根据情况，在四个支脚下加入垫片进行调整。设备水平调正情况用水平仪进行检查。

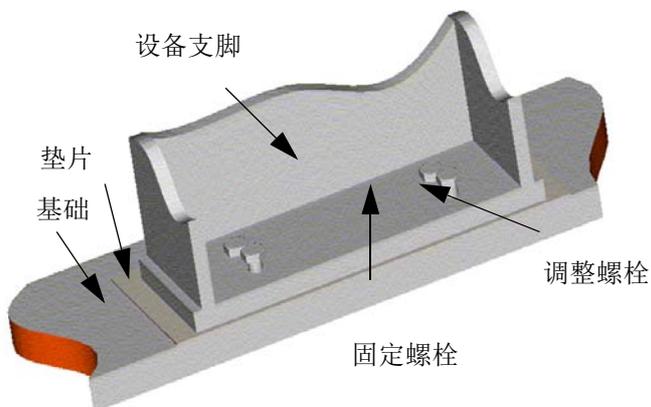


图 3-3 设备支持的垂直调整

3.6.3 粗调

为便于轴向和横向的调正，要在四角放置带调整螺栓的托座，请参阅图 3-4 安放托座。

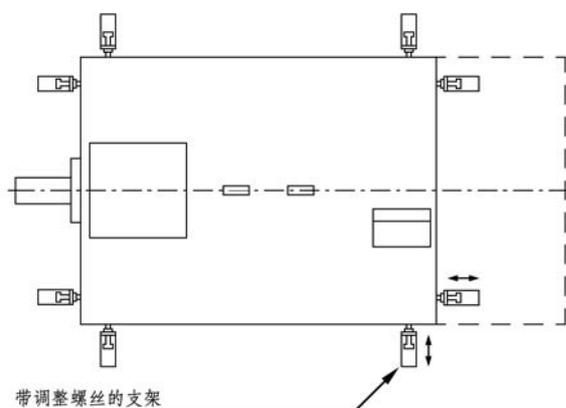


图 3-4 安放托座

托座靠基础边缘放置，用膨胀螺栓固定在基础上，请参阅图 3-5 托座安装。用调整螺栓移动设备，直到轴中心线和从动设备的中心线大致对准且联轴器之间达到所需的距离。所有调整螺栓都仅保持轻度拧紧。

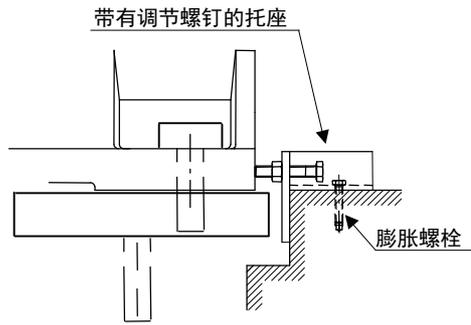


图 3-5 托座安装

注意：图 3-5 托座安装所示为安装到混凝土基础上的托座，钢基础也采用类似的托座。

***** 以下内容和插图适用于轴承类型：可轴向浮动的套筒轴承**

驱动端的套筒轴承有一个指示标志，标明旋转中心，该指示标志为轴上的一个凹槽。轴上还有用于转子轴向浮动机械限位的凹槽。指示标志必须始终在限位以内，请参阅图 3-6 轴上的标志和旋转中心指示标志。当指示标志的上端与设备旋转中心轴上的凹槽持平，到达正确位置，请参阅图 3-6 轴上的标志和旋转中心指示标志。

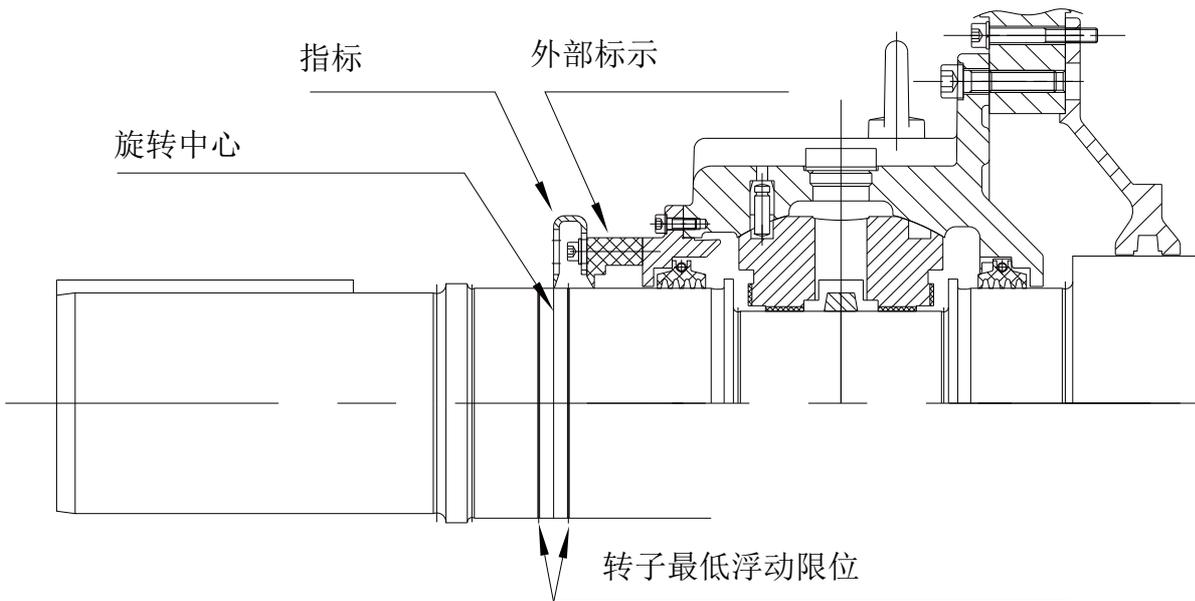


图 3-6 轴上的标志和旋转中心指示标志。

3.6.4 热胀冷缩校正

3.6.4.1 概述

运行温度对调正影响很大，因此在调正时应考虑这一因素。安装时设备的温度比运行条件下的温度要低一些。由于这个原因，轴心要高一些，也就是说运转时比不运转时距离支脚要远一些。

因此，取决于从动设备的工作温度、联轴器类型和设备之间的距离等因素，可能有必要采用热补偿的调正方法。

3.6.4.2 上下方向的热胀冷缩

根据以下公式可以大约计算出电动机支脚与轴心之间距离的热胀冷缩量：

$$\Delta H = \alpha \Delta T \times H \text{ where}$$

ΔH = 热胀冷缩量 [mm]

$$\alpha = 10 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$$

$$\Delta T = 40 \text{ K}$$

H = 轴高 [mm]

注意：要考虑相对于电动机从动设备的热胀冷缩量，以便定义总的热胀冷缩量。

3.6.4.3 轴向热胀冷缩

如果非驱动端轴承的轴向运动被锁定，则需要考虑轴向的热胀冷缩。查看外形尺寸图，确定锁定端。

转子的预计轴向热胀冷缩量与定子架的长度成正比，可以根据以下公式大约计算出来：

$$\Delta L = \alpha \times \Delta T \times L \text{ where}$$

ΔL = 热胀冷缩量 [mm]

$$\alpha = 10 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$$

$$\Delta T = 50 \text{ K (for AMA, AMB, AMK, AMI), 80 K (用于 AMH, HXR, M3BM, M3GM)}$$

L = 框架长度 [mm]

注意：要确保两半联轴器（除刚性联轴器外）之间能够自由地沿轴向连续运动，使设备的轴能够沿轴向热胀冷缩，以防损坏轴承。

3.6.5 精调

3.6.5.1 概述

尽管市场上还有其它更为精确的测量设备，但是，下面我们还是采用度盘式指示器进行精调。这里之所以采用度盘式指示器，是为了介绍一些校准原理。

注意：只有在加好垫片且拧好固定螺栓后，才能进行测量。

注意：要记录好精调测量数据，以备将来参考。

3.6.5.2 联轴器的偏摆

调正程序从测量联轴器的偏摆开始。此测量将显示出轴和 / 或联轴器的误差。

测量联轴器相对于设备轴承箱的偏摆。按照下图所示安放好指示器 *图 3-7 测量联轴器的偏摆*。大致检查一下联轴器相对于其轴承箱的偏摆。

这里需要一根简单的杠杆，用于转动套筒轴承设备的转子。

***** 以下注释适用于轴承类型：套筒轴承**

注意：在转动套筒轴承之前，必须加注润滑油。

允许偏摆不超过 0.02 mm (0.8 mil)。

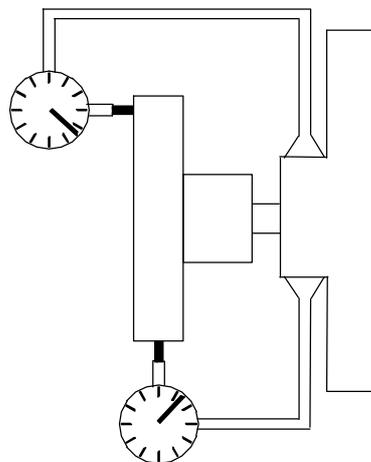


图 3-7 测量联轴器的偏摆

3.6.5.3 水平、角度和轴向校正

在设备大致就位后，如下图所示章 3.6.2 水平粗调和章 3.6.3 粗调，即可开始精调。进行此工作时要格外小心。否则，会引起剧烈振动并严重损坏驱动和从动设备。

要遵照联轴器制造商的建议进行校正。必须对设备进行水平、角度和轴向校正。某些标准文献介绍了联轴器校正的建议方法，例如 BS 3170:1972 "动力传动弹性联轴器"。

根据通用惯例，水平和角度偏差不应超过 0.05-0.10 mm，轴向偏差不应超过 0.10 mm，请参阅图 3-8 偏差的定义相应的水平和角度偏差的偏差为 0.10-0.20 mm。

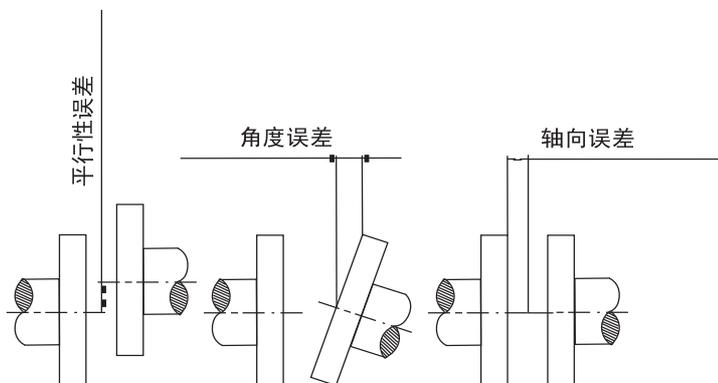


图 3-8 偏差的定义

3.6.5.4 调正

设备的调正要遵循以下一些原则。

1. 设备应停置在其调整螺栓上
2. 转动转子，检查轴向浮动，请参阅章 3.6.3 粗调

***** 以下注释适用于轴承类型：套筒轴承**

注意：在转动套筒轴承之前，必须加注润滑油。

3. 安装调正设备。如果使用度盘式指示器，最好将指示器调整到两个方向上均有大约一半的刻度。检查指示器支架的刚性，以消除中沉的可能性，请参阅图 3-9 使用指示器进行调正检查

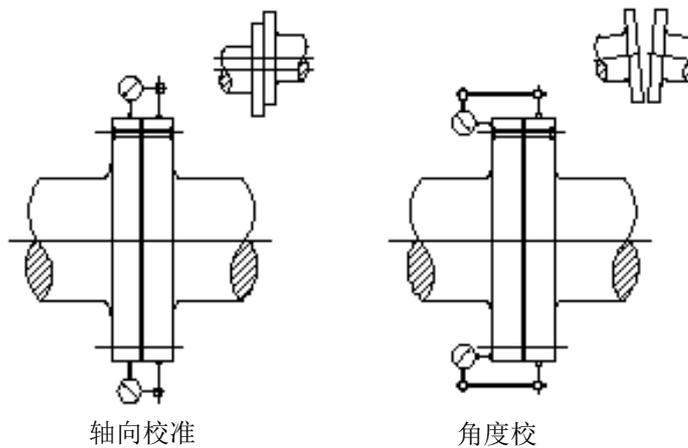


图 3-9 使用指示器进行调正检查

4. 同时转动两个轴，测量并记录在四个不同位置上的水平、角度和轴向偏差的读数：顶端、底端、右侧和左侧，即每隔 90° 测量一次。记录读数
5. 拧动调整螺栓或使用液压千斤顶垂直调正设备。为便于垂直平面上的调正，要将调整螺栓安装到水平设备的支脚上，参见图 3-3 设备支持的垂直调整。设备调正的精度有时会受其框架热胀冷缩的影响，请参阅章 3.6.4 热胀冷缩校正
6. 测量设备支脚底部与底座之间的距离，准备相应的垫块或楔子，或者保留一定数量的垫片
7. 将垫块或垫片垫到设备支脚下。拧松调整螺栓，然后拧紧固定螺栓
8. 再次检查是否对正。如有必要，请进行校正
9. 做好记录，以备将来检查之用
10. 通过预焊或用冲子用力打击锁定螺母拧紧和锁定螺母
11. 给设备支脚打上定位销，以便于将来设备的重新安装，请参阅章 3.4.7.1 给设备支脚打定位销。

3.6.5.5 允许偏差

由于校正公差受很多因素影响，无法规定具体的校正公差公差太大会引起振动，而且可能会导致轴承或其它部件的损坏。因此，建议尽可能缩小公差。最大允许偏差显示在表 3-1 建议允许偏差，有关偏差的定义，请参见图 3-8 偏差的定义。

注意：联轴器制造商给出的公差指明了联轴器的公差，并非驱动与从动设备校正的公差。只有在联轴器制造商给出的公差小于下表中的最大允许偏差时，才能将其作为校正标准表 3-1 建议允许偏差。

表 3-1. 建议允许偏差

联轴器信息		允许偏差		
联轴器直径	联轴器类型	水平 Δr	角度 Δb	轴向 Δa
100 - 250 mm (4 - 10")	刚性法兰	0.02 mm (0.8 mil)	0.01 mm (0.4 mil)	0.02 mm (0.8 mil)
	齿轮	0.05 mm (2 mil)	0.03 mm (1 mil)	0.05 mm (2 mil)
	柔性)	0.10 mm (4 mil)	0.05 mm (2 mil)	0.10 mm (4 mil)
250 - 500 mm (10 - 20")	刚性法兰	0.02 mm (0.8 mil)	0.02 mm (0.8 mil)	0.02 mm (0.8 mil)
	齿轮	0.05 mm (2 mil)	0.05 mm (2 mil)	0.05 mm (2 mil)
	柔性)	0.10 mm (4 mil)	0.10 mm (4 mil)	0.10 mm (4 mil)

3.7 安装后维护

如果安装后设备在长时间将不运转，则应该采取上述章 2.6.1 短期存储（不超过 2 个月）中所述的相同措施。切记每三个月至少转动轴 10 圈，自润滑轴承必须加注润滑油。如果存在外部振动，则应该打开联轴器，并在设备支脚下垫上适当的橡胶块。

***** 以下注释适用于轴承类型：滚动轴承**

注意：外部振动会损坏轴承滚动面，从而缩短轴承使用寿命。

***** 以下注释适用于轴承类型：套筒轴承**

注意：外部振动会损坏轴承滑动面，从而缩短轴承使用寿命。

第 4 章 机械和电气连接

4.1 概述

在安装和校准步骤后，要进行机械和电气连接。机械连接包括通风管道、水管和 / 或供油系统（如果有）的连接。

电气连接包括主要和辅助电缆、地线和可能的外部鼓风机电动机的连接。

为确保正确操作，请阅读设备附带的外形尺寸图、电气连线图和数据表。

注意：切勿在设备框架上钻其它安装孔或螺孔，这样可能会损坏设备。

4.2 机械连接

***** 下章内容适用于冷却方式：管道式风冷**

4.2.1 冷却空气连接

采用通风管道让冷却气流流经设备进行冷却的设备配有在外形尺寸图中有指明的连接法兰。

将通风管道连接至设备之前，要彻底清理通风管道，并检查管道内是否有不顺畅之处。用适当的衬垫密封接头。连接完成后，检查通风管道是否漏气。

***** 下章内容适用于冷却方式：气对水冷却和水套冷却**

4.2.2 冷却水连接

***** 下章内容适用于冷却方式：气水冷却**

4.2.2.1 气对水冷却器

采用气对水式热交换器的设备配有 DIN 633 或 ANSI B 16.5 标准中规定的法兰。连接法兰，并用适当的衬垫密封接头。起动设备之前，必须打开水源。

***** 下章内容适用于冷却方式：水套冷却**

4.2.2.2 水冷框架

钢质框架的水冷构件仅可用于淡水密闭循环。水冷回路法兰按照客户的要求制造，在外形尺寸图上已标出。

冷却水在内嵌于设备外壳内的管道中循环。根据 EN 10025 标准，外壳和管道的材料为碳钢：S235 JRG2，等同于 DIN 17100 - RSt 37-2。这种材料易于受盐水和污水腐蚀。腐蚀性产品和污垢可能会阻塞管道中的水流。这就是冷却系统中要使用纯净水和抗氧化水的原因所在。

冷却系统中使用的冷却水的标准值:

- pH 值 7.0 - 9.0
- 碱度 (CaCO₃) ≥ 1 mmol/kg
- 氯化物 (Cl) < 20 mg/kg
- 硫酸盐 < 100 mg/kg
- KMnO₄- 浓度 < 20 mg/kg
- Al- 浓度 < 0.3 mg/kg
- Mn- 浓度 < 0.05 mg/kg

在大多数情况下，一般的自来水（即民用水）就可以满足所有这些要求。

冷却水还必须加入一种保护冷却系统的抑制剂，用于抑制腐蚀和污垢以及防止冻结。在选择适合的抑制剂时，必须考虑所有与冷却水接触的材料（如管道、热交换器等）。

推荐使用的抑制剂:

制造商	ASHLAND
产品	RD-25

适用于钢、铜、铝和其它许多材料。

在将设备连接至水回路时，请仅使用合适且优质的连接零件和密封件。在连接好管道和接头后，检查是否存在泄漏。

*** 下章内容适用轴承类型：套筒轴承

4.2.3 套筒轴承供油

采用溢流润滑系统的机器配有油管法兰，也可能配有压力表和流量指示器。安装所有必需的油管，并连接油液循环装置。

将供油系统安装在机器附近，使其与每个轴承的距离相等。在将管道连接到轴承之前，使用冲洗油测试供油系统。然后，拆下油液过滤器并进行清洁。

油液容器的结构应当能够确保容器中的压力不会通过回油管道传向轴承。

安装进油管并将其连接到轴承。将出油管安装在轴承下并保持至少 15° 的角度，这样的斜率相当于 250 - 300 mm/m (3 - 3½ in/ft)。如果管道的斜率太小，轴承中的油位将会升高，油液从轴承流回容器的速度将会过慢，可能会导致油液泄漏或油流紊乱。

注意：在安装管路或其它任何设备时，不要在设备框架上钻孔，这样可能会严重损坏设备。

在供油系统中注入粘度正确的适当润滑油。外形尺寸图上标有润滑油的正确类型和粘度。如果怀疑油不干净，请使用 0.01 mm (0.4 mil) 的滤网从油中滤掉不需要的杂质。

打开供油系统，并在起动设备之前检查油路是否存在泄漏。在油量达到油量观察孔的一半时，即达到正常油位。

注意：轴承出厂时没有加注润滑剂。

注意：不加注润滑剂就起动设备会直接损坏轴承。

***** 以下章节适用于保护类型: Ex p**

4.2.4 清洗空气管道的连接

EEx p 或 Ex p 设备通过加压防爆。它配有控制系统，其中包括一个空气控制装置和一个安全阀。该系统采用无污染高压空气作为保护气体。在起动设备之前，要清洗设备，以排出危险气体。工作时，设备处于高压状态，防止危险气体进入设备。

清洗和高压供气系统与空气控制装置上的法兰相连。供气压力必须介于 4 - 8 bar 之间。在清洗和加压时的规定流速见防爆认证 (Ex-certificate) 中的规定。有关控制系统的详细信息，请参阅供应商的说明手册。

4.2.5 振动传感器的安装

如果振动传感器在装入后会从设备机架表面露出，则为了防止在运输途中发生损坏，在装运时应拆下这些传感器。

要使用振动传感器，请继续下面的步骤：

1. 从未连接的振动传感器上断开其电缆。
2. 从机器端罩的螺纹安装孔取下保护塞。
3. 使用适当的防腐蚀剂以防安装面生锈。
4. 将振动传感器安装到螺纹安装孔中。紧固扭矩 取决于所使用的传感器类型：
 - PYM TRV18: 10 Nm
 - PYM 330400_: 3.3 Nm
 - PYM 330500_: 4.5 Nm
5. 最后，将电缆连接到振动传感器。

***** 下面的章节适用于防护类型: Ex e 和 Ex n**

4.2.6 吹洗空气的供应

根据 Ex 分类，电机可能配有空气连接。如果需要供应空气，按照下面的图示进行连接。

更多信息，请参考本手册开始部分的启动前通风。

AMA/AMI 机器的连接

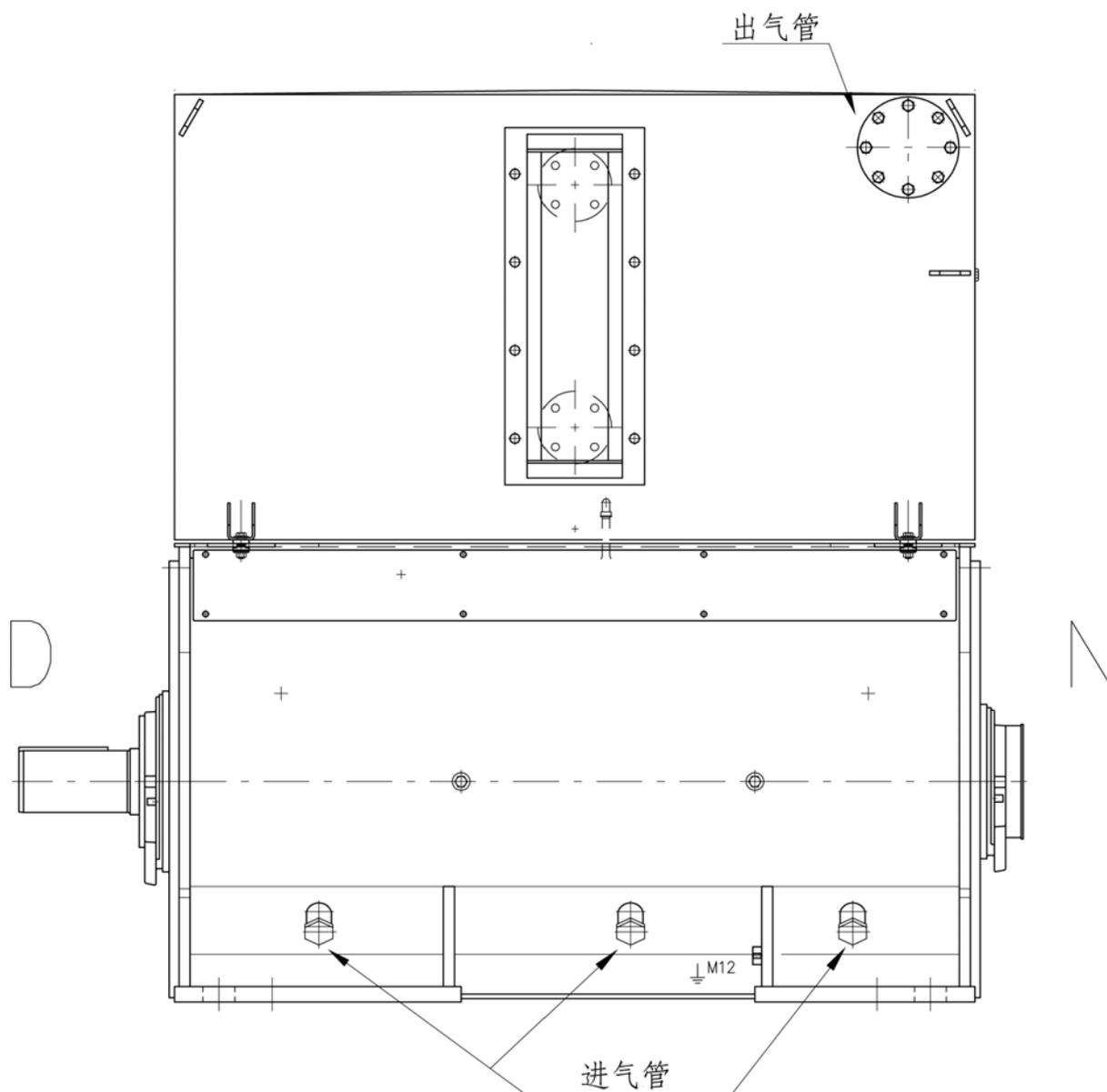


图 4-1 AMA/AMI 机器的连接

- 进气管：仅连接到机架一侧，使用所有三个连接。
- 出气管：连接到一侧的冷却器。

HXR 机器的连接

进气管和出气管必须连接到电机的相对侧和相对端。

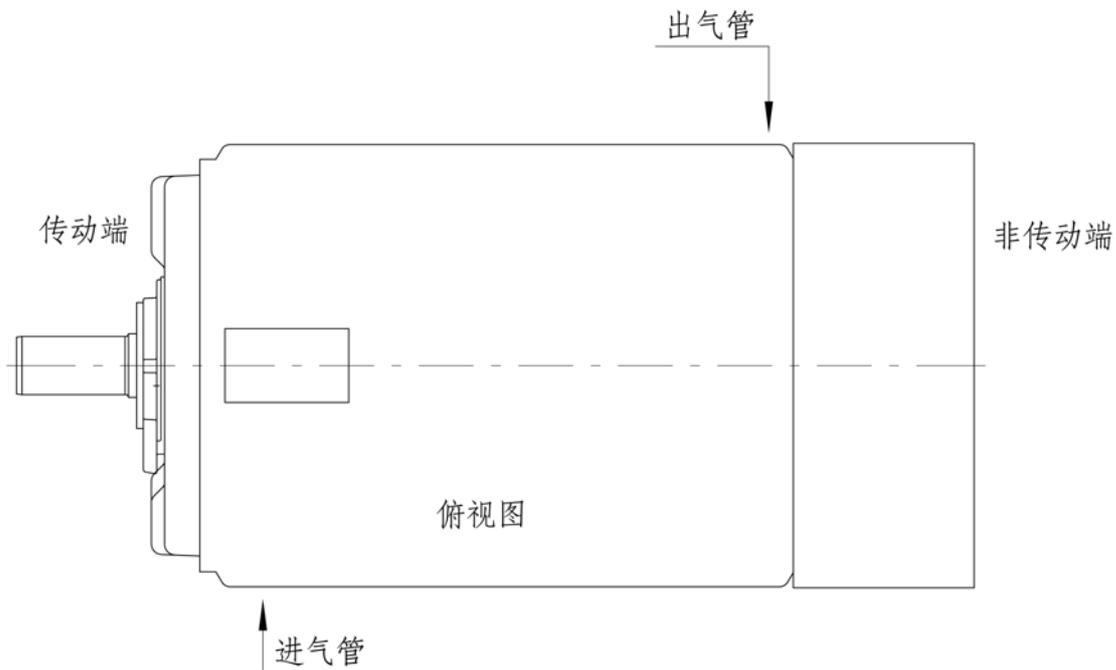


图 4-2 HXR 机器的进气管连接和出气管连接

***** 下面的章节适用于轴承类型：油雾润滑型抗摩轴承

4.2.7 滚柱轴承油雾供应

油雾润滑型机器配有管道接头。连接油液循环装置。

将供油系统安装在机器附近。在将管道连接到轴承之前，使用冲洗油测试供油系统。然后，拆下油液过滤器并进行清洁。

安装进油管 and 出油管并将其连接到轴承。

注意： 安装管道或任何其他设备时，切勿在机架上钻孔，那样会对机器造成严重损坏。

使用正确粘度的适当油液灌注供油系统。正确的油液类型和粘度在尺寸图纸上标出。如果您不确定油液洁净，可使用 0.01 mm (0.4 mil) 的滤网过滤油液中的碎屑。

在启动机器之前，打开供油系统并检查油路有无泄漏。

注意： 轴承交付时未注入润滑剂。

注意： 切勿在未注入润滑剂的情况下运行机器，以免损坏轴承。

4.3 电气连接

4.3.1 一般信息

必须始终遵守 *手册开头处的安全规定* 中的安全信息。

首先，要制订详细的电气安装计划。在开始安装工作之前，要研究设备附带的电气连线图。要确定电源电压和频率与设备标牌上标示的值相同，这一点很重要。

网络电压和频率应不超过适用标准规定的范围。请注意标牌上的标记和接线盒中的连线图。有关详情，请参阅设备的性能数据表。

注意：在开始安装工作之前要检查引入电缆是否与供电网络分开，电缆是否连接至保护接地。

注意：检查所有标牌数据，尤其是电压和绕组连接。

*** 下段内容适用于转子类型：永久磁铁

本设备专用于变速驱动器，即，由变频器供电。变频器必须能与永磁同步设备配套使用。如果不能确定永磁同步设备是否能与变频器配套使用，请联络 ABB 销售办事处。

4.3.2 安全

电气工作必须由 技术熟练的人员来完成。必须遵守以下安全规程：

- 断开包括辅助设备在内的所有设备的电源
- 采用安全装置，防止设备重新加电
- 确定所有零件与其相应的电源断开
- 将所有零件连接到保护接地，并缩短回路
- 用隔罩或栅栏与周围有电设备隔开
- 如果扩展了变流器的二次回路，使用时必须闭合此回路。

*** 以下内容适用转子类型：永磁转子

- 在轴转动过程中，永磁同步设备会产生电压。在打开接线盒之前应防止轴发生转动。如果端子上未安装防护装置，则在设备轴转动时，请勿打开或触摸这些端子。遵照 *手册开头处的安全规定*。

4.3.3 绝缘电阻测量

在首次起动设备之前、长时间停顿后或在进行常规维护工作期间内，必须测量设备的绝缘电阻，请参阅 *章 7.6.4 绝缘电阻测试*。

4.3.4 主接线盒的选择

主接线盒的内部必须干净、干燥且没有异物。接线盒本身、电缆固定头和不使用的电缆引入孔必须按照防尘防水的标准密封好。

主接线盒的最低处装有排水塞。在运输和储存期间，排水塞应处于打开位置，即塞子一半在里面一半在外面。在设备运转时，排水塞应处于关闭位置，但是要经常打开。如果在经过运输后接线盒翻转，则必须检查排水塞的功能，有时可能需要将其重新调整到接线盒的最低处。

某些主接线盒可以 90 度的间隔转动。在转动之前，要检查定子绕组和接线盒之间的电缆是否足够长。

4.3.4.1 无主接线盒的运输

如果在无主接线盒的情况下运输设备，调试前必须使用接地保护结构覆盖定子连接电缆。此结构必须具有和设备相同或更高级别的包裹分级和危险区域检定。

为避免电缆失效，必须缩短定子连接电缆，以最小化电缆的自由移动。接线布局者应确保使用了足够的定子连接电缆支架。定子连接电缆布局必须宽松，以防电缆过热。定子连接电缆必须远离尖角。其最小弯曲半径是电缆外直径的 6 倍。

4.3.5 主电源连接的绝缘距离

主电源电缆的连接设计必须能够承受严格的运行环境，即绝缘体能够承受很脏和潮湿环境及电涌电压。为确保持久的无故障运转，要保证足够的绝缘长度和爬电距离，这一点很重要。最小绝缘和爬电距离应等于或大于以下方面的要求：

- 当地规定
- 标准
- 分类规程
- 危险区域分类。

绝缘和爬电距离既适用于两个相之间的绝缘距离也适用于一相与地之间的绝缘距离。空气绝缘距离是指具有不同电位（电压）的两点之间在空气中的最短距离。表面爬电距离是指具有不同电位（电压）的两点之间沿表面相互间的最短距离。

4.3.6 主电源电缆

输入电缆的尺寸必须足以承受最大负载电流并符合当地标准。接线片类型必须适合且尺寸正确。要检查与所有装置的连接。

主电源电缆应连接正确且紧密，以保证可靠的工作。有关详情，请参阅 *附件典型主电源线连接*。

*** 以下注释适用于封装类型：所有危险区域

注意：对于防爆设备而言，供电电缆的电缆固定头或电缆套管必须选用通过防爆认证的产品。固定头或电缆套管不包括在制造商供货范围之内。

注意：在开始安装工作之前要检查引入电缆是否与供电网络分开，电缆是否连接至保护接地，这很重要。

定子接线端标有字母 U、V 和 W（根据 IEC 60034-8）或 T1、T2 和 T3（根据 NEMA MG-1）。中性接线端标有 N (IEC) 或 T0 (NEMA) 高压电缆的去皮、接续和绝缘处理必须按照电缆制造商的指令进行操作。

电缆必须有支撑，以免接线盒中的汇流条受力

注意：对照接线图检查相序。

***** 下段内容适用于转子类型：永磁转子**

注意：永磁同步设备连接线必须使用屏蔽对称电缆和可提供 360° 联结的电缆固定头，亦称 EMC 固定头。

***** 下段内容适用于转子类型：滑环****4.3.7 滑环连接的次级电缆**

设备非驱动端的滑环罩可作为次级电缆的接线盒，它具有与设备相同的保护等级。

电缆可以从任何一侧连接。电缆连接至端子板上的转子接线端，按照设计，每相最多可连接六个电缆接线头。根据 IEC 文献 60034-8，接线端标有 K、L 和 M。

注意：在连接任何电缆之前，要仔细核对设备附带的连线图。

4.3.8 辅助接线盒

根据附件和客户的需要，辅助接线盒固定在设备的外壳上，其位置见设备的外形尺寸图。

辅助接线盒配有接头排和固定头，参见

图 4-3 典型的辅助接线盒。

图 4-3 典型的辅助接线盒最大导线尺寸通常限于 2.5 mm²(0.004 sq. in.)，最大电压限于 750 V。固定头适合于 10-16 mm (0.4-0.6" 直径) 的电缆。

***** 以下注释适用于封装类型：所有在危险区域使用的设备**

注意：对于防爆设备而言，供电电缆的电缆固定头或电缆套管必须选用通过防爆认证的产品。固定头或电缆套管不包括在制造商供货范围之内。

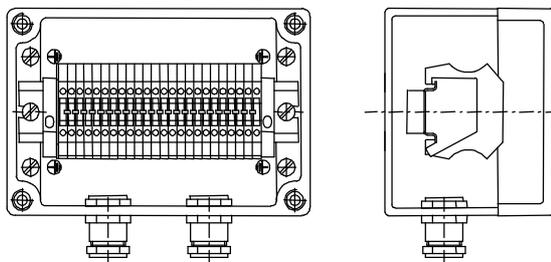


图 4-3 典型的辅助接线盒

4.3.8.1 辅助装置和仪表的连接

参照连线图连接仪表和辅助设备。

注意：在连接任何电缆之前，要仔细核对设备附带的连线图。在试运转之前，必须检查附件的连线和工作情况。

注意：一一标记附件接线端，在设备关闭时，附件接线端一般处于低电压状态。

4.3.8.2 外部鼓风机电动机的连接

外部鼓风机电动机一般为三相异步电动机。接线盒通常位于鼓风机电动机的框架上。外部鼓风机电动机标牌标有适用的电压和频率。风扇旋转方向见主设备凸缘上的箭头标牌。

注意：在起动主设备之前，目测检查外部鼓风机电动机（风扇）的旋转方向。如果鼓风机电动机转动方向错误，则必须调整鼓风机电动机的相序。

4.3.9 接地

设备外壳、主接线盒、辅助接线盒和相关的设备必须连接至保护接地。保护接地和电源的连接必须能够保护设备框架免受有害或危险的电位（电压）的影响。

注意：在设备连接至电源之前，必须按照当地规程要求接地。

注意：保证的范围不包括由于接地或连线不当而损坏的轴承。

按照相关的国家标准给设备和接线盒标上接地符号。

***** 下章内容适用于应用类型：变速驱动器**

4.3.10 变频器控制设备的要求

根据 EMC 指令（经过 93/68/EEC 修正的 89/336/EEC），要求变频器控制的交流设备采用如下所述的屏蔽电缆。有关其它等效电缆的信息，请与本地的 ABB 代表联系。

4.3.10.1 主电缆

机器与变频器之间的主电源缆线必须使用对称的三芯屏蔽电缆，以达到工业环境通用辐射标准 EN 50081-2 中所述的放射要求。更多信息，请参考 ABB 手册《传动系统的接地和布线》(3AFY 61201998 R0125 REV C)。

4.3.10.2 主电缆的接地

为符合 EMC 指令，主电缆必须采用高频接地。这种接地通过在设备和变频器的电缆入口处对电缆屏蔽层进行 360° 接地来实现。例如，通过采用 EMC ROX SYSTEM 电缆穿隔件完成设备接地，以进行屏蔽安装，。

注意：对接入电缆的 360° 高频接地是为了抑制电磁干扰。此外，为符合安全法规，电缆屏蔽层必须连接至保护接地 (PE)。

4.3.10.3 辅助电缆

辅助电缆必须屏蔽，以符合 EMC 要求。在电缆引入口对电缆屏蔽层进行 360° 高频接地时，必须采用特殊的电缆固定头。

第 5 章 调试和起动

5.1 概述

调试报告是未来维修、维护和排除故障的重要工具。

在调试报告被各方接受，并以文件形式上报归档前，调试不能视之为完成。

申请保修时必须提供调试报告，设备才能获得保证。有关联系信息，请参阅章 9.1.3 *电机与发电机服务的联系信息*。

推荐的调试报告可见 *附件调试报告*。

5.2 机械安装检查

在调试之前，请检查设备的校准情况：

- 查阅校准报告，并确保按照以下 ABB 校准规范精确校准设备章 3.6 *调正*
- 调试报告中一定要包含校准协议

检查设备是否已正确安装到基础上：

- 检查基础是否有裂缝和基础的一般状况
- 检查装配螺栓是否松动。

其它检查（如果适用）：

- 转子转动之前，检查润滑系统是否经过调试并正在工作
- 如有可能，用手转动转子，确保转子自由转动且不会发出任何异常声响
- 检查主接线盒和冷却系统的组装
- 检查油管和冷却水管路的连接，并在运转时检查是否泄漏
- 检查油和冷却水的压力和流量。

5.3 绝缘电阻测量

在首次起动设备之前、长时间停顿后或在进行常规维护工作期间内，必须测量设备的绝缘电阻，请参阅章 7.6.4 *绝缘电阻测试*。

5.4 电气安装检查

在测量定子的绝缘电阻后，电源电缆可以永久性连接到主接线盒的端子上，请参阅章 7.6.4 *绝缘电阻测试*。

检查电源电缆的连接：

- 检查电缆接线头螺栓是否已用合适的扭矩紧固。
- 检查电源电缆布设是否适当
- 检查电源电缆是否能很好地消除应力
- 检查辅助设备的连接。

注意：如果机器在无主接线盒的情况下运输，章 4.3.4.1 无主接线盒的运输。

***** 以下注释适用于封装类型：所有在危险区域使用的设备**

注意：如果在电机关机之后立即打开防冷凝加热器（不带自动调节装置），则应采用适当的措施来控制电机壳体内部的温度。防冷凝加热器只能在有温度控制的环境中使用。

5.5 管理和保护设备

5.5.1 概述

设备装有测温器，测温器与温度监控和保护系统相连。这些测温器的位置和类型以及设置见设备的外形尺寸图和连线图。

电阻式测温器 (RTD, Pt-100) 的报警温度应设置得尽可能低。报警温度可以根据测试结果确定，或者采用观察到的工作温度。报警温度可以设置为比设备在最高环境温度下以最大负荷工作时的工作温度高 10K (20 °F)。

如果使用两用温度监控系统，一般报警温度设置得低一些，跳闸温度设置得高一些。

注意：设备发生跳闸时，一定要查找并消除原因，然后再重新启动设备。发出报警时，要查找原因并排除故障。使用故障排除指南，请参阅章 8.1 故障排除。

***** 以下注释适用于转子类型：永磁转子**

注意：永磁同步设备上安装有 Pt100 型电阻元件和 / 或热敏电阻。防护元件必须强制使用，这样可防止设备出现过载危险。

5.5.2 定子绕组的温度

5.5.2.1 概述

定子绕组按照耐高温等级 F 生产，其温度限值为 155 °C (300 °F)。高温会使绝缘老化并缩短绕组使用寿命。因此，在确定绕组的跳闸温度和报警温度时，要全面加以考虑。

5.5.2.2 电阻式测温器

建议最大温度设置：

有关确定温度设置的信息，请参阅设备附带的连线图。建议在设置报警温度时采用章 5.5.1 概述中所述的方法。

5.5.2.3 热敏电阻

如果设备装有热敏电阻 (PTC)，则热敏电阻的工作温度请参见连线图。具体功能可以选择，或作为报警信号电阻，或为跳闸信号电阻。如果设备配有六个热敏电阻，则可以分别作为报警信号电阻和跳闸信号电阻。

5.5.3 轴承温度控制

5.5.3.1 概述

可以在轴承上加装测温器来监测轴承温度。高温作用下润滑油的粘度将会降低。当粘度低于某一特定值时，润滑油将无法在轴承内部形成润滑膜，此时轴承将会失效，并有可能损坏。

如果设备配有电阻式测温器，则可以保持对轴承温度适当的监控。如果轴承的温度意外开始升高，则应该立即关闭设备，因为温升可能是轴承报废的前兆。

5.5.3.2 电阻式测温器

建议最大温度设置：

有关确定温度设置的信息，请参阅设备附带的连线图。建议在设置报警温度时采用章 5.5.1 概述中所述的方法。

5.5.3.3 热敏电阻

如果滚动轴承装有热敏电阻 (PTC)，则热敏电阻的工作温度请参见连线图。具体功能可以选择，或作为报警信号电阻，或为跳闸信号电阻。如果滚动轴承配有两个热敏电阻，则可以分别作为报警信号电阻和跳闸信号电阻。

5.5.4 保护设备

必须对设备加以保护，防止出现可能会损坏设备的干扰、故障和过载现象。保护措施必须符合设备使用所在国家的指令和法规。

设备继电器设置的参数值见《设备性能数据》文件，该文件包含在设备附带的文件内。

注意：设备制造商不负责现场调试保护设备。

5.6 首次试起动

5.6.1 概述

首次试起动是完成安装和校准程序、完成机械和电气连接、经过调试并在保护设备加电之后进行的一个标准程序。

注意：如有可能，在首次起动时，要断开驱动和从动设备之间的联轴器联接。无论如何，必须尽可能减小设备负载。

5.6.2 首次试起动前的注意事项

首次试起动之前，要对设备及其附属设备进行目视检查。要确认已经完成所有必要的工作、检查和调整。

在试起动之前，必须进行以下检查和采取相应的措施：

- 如果没有安装联轴器，要锁定或取下轴外伸部键

***** 以下内容适用于轴承类型：套筒轴承**

- 给套筒轴承润滑油箱和可能的供油系统加注建议使用的润滑油，使润滑油达到正确的油位。打开供油系统

***** 下面的公告适用于轴承类型：滚柱轴承**

- 用手转动转子，验证轴承未发出异常噪声。转动套筒轴承时，需要使用简单的杠杆臂

***** 下面的公告适用于轴承类型：油雾润滑型滚柱轴承**

- 向供油系统中注入推荐的油液并达到正确的油位。打开供油系统。

***** 以下内容适用于冷却方式气水冷却**

- 如果是水冷设备，要打开冷却水。检查法兰和冷却装置是否紧密
- 对照连线图检查布线以及电缆和汇流条的连接
- 检查接地和接地装置
- 检查每个装置的起动、控制、保护和报警继电器
- 检查绕组和其它设备的绝缘电阻
- 设备外壳是否装配好，轴密封件是否安装紧密
- 设备和环境是否清洁

***** 以下内容适用于保护类型：Ex p**

- 防爆设备封装已经过清洗和加压处理。请参阅清洗和加压系统说明。

5.6.3 起动

首次起动应仅持续大约一秒钟，起动时检查设备的转动方向。如果有外部鼓风机电动机，还必须检查该电动机的转动方向。同时要检查旋转部件是否与任何静止部件接触。

注意：如果设备没有轴向定位的轴承且设备起动时联轴器已断开，停转之前轴发生轴向移动是正常现象。

5.6.3.1 转动方向

首次起动的目的是检查设备的转动方向。设备的转动方向应该与设备外壳或风扇罩上标示的箭头方向一致。外部鼓风机的转动方向见鼓风机电动机附近的箭头。设备只能以规定的转动方向工作。转动方向见标示牌，参见附件典型标牌位置。

可以逆转的设备在标牌和设备外壳上标有双向箭头。

如果出于某种原因所需的转动方向与设备规定的转动方向不同，则必须更换内部和 / 或外部冷却回路的冷却风扇以及标牌上的标示。

若改变转动方向，请交换电源相位

***** 以下章节适用于转子类型：滑环**

5.6.3.2 滑环式设备的起动

滑环式设备必须使用起动器才能工作。起动器通常为一个通过滑环连接至每个转子相位的可变电阻。起动器是根据所需的起动扭矩和电流选择的。一般以额定电流和额定扭矩起动。

在起动时起动器电阻减小，极限扭矩转速变得更高。设备转速始终处于实际极限扭矩转速和同步转速之间。在停转和极限扭矩之间工作或起动失速都是不允许的。

注意：不检查整个滑环机构的校准情况而造成起动失败会严重损坏设备！此外，还必须检查起动器的连接及其功能。

注意：在起动设备之前，电刷提升装置必须处于起动位置。

***** 以下章节适用于保护类型：Exp**

5.6.3.3 Exp 设备的起动

Exp 设备外壳通过加压以防爆。加压之前，需用清洁空气清理设备外壳。详细的清洁与加压试车说明会在一个单独的手册中列出。设备外壳可能会有明显的空气泄露，所以要将泄露点密封。

清洁和加压系统必须包含有起动互锁系统。将报警和机器的状态开关信号连接到电路断路器控制系统。这样可以确保在清洁完成和设备外壳加压之前，设备将不会被起动。

5.7 设备首次运转

在成功进行首次试起动后，联接驱动和从动设备之间的联轴器，即可重新起动设备。

5.7.1 首次运转时的监控

在设备首次运转时，要确认设备是否达到预期性能。要密切观察振动程度、绕组和轴承的温度以及其它设备。如果设备达到预期性能，可以让设备多运转一段时间。

通过对照设备标牌上标示的数值比较负载电流，检查设备的工作负载。

记录绕组上安装的测温器的温度读数（如果轴承上也装有测温器，亦应记录）。注意检查温度，保证温度不超过限值。建议进行连续温度监控。

注意：如果没有安装电阻式测温器 (RTD, Pt-100) 或等效装置，则应该测量轴承区域的表面温度（如有可能）。轴承的温度大约比表面温度高 10 °C (20 °F)。

如果与预期的正常运转存在差异（例如温升、噪音或振动），请关闭设备并查找其中原因。如有必要，咨询设备制造商。

注意：在设备运转期间、查找设备工作不正常的原因时，不要断开任何保护装置。

5.7.2 设备运转期间的检查

在最初几天的运转中，一定要密切观察设备，注意振动或温度是否发生任何变化或是否发出异常声响。

5.7.3 轴承

ABB 制造的旋转电气设备均装有滚动轴承或套筒轴承。

***** 下章内容适用轴承类型：滚动轴承**

5.7.3.1 采用滚动轴承的设备

对于新安装的机器，如果已经停止使用 2 个月以上，应在启动后立即将润滑脂注入轴承。这可以确保轴承上有新鲜润滑脂以及有效计算加注间隔。

新润滑脂必须在机器运转中注入，且须加注到从轴承外壳底部的润滑通道排出旧润滑脂或多余的新润滑脂为止，请参考图 5-1 水平机器轴承配置润滑通道示例。

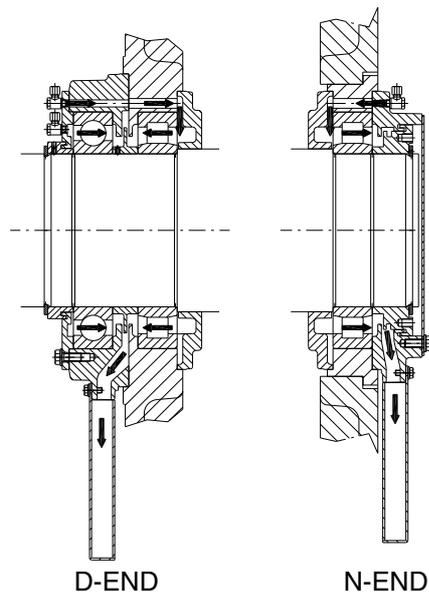


图 5-1 水平机器轴承配置润滑通道示例。

注意：启动时加注可能需要数份润滑脂（为润滑铭牌标注量的 3 到 10 倍）。

注意：再次润滑间隔不得超过 12 个月。

初始润滑脂类型标注在机器的轴承铭牌上。可接受的润滑脂类型请参阅章 7.5.3 滚动轴承一节。

注意：切勿混用润滑脂！！轴承内只允许存在一种润滑脂 - 而非两种以上润滑脂的混合物。

由于过度加注润滑脂，轴承温度在一开始可能会上升。经过数个小时，多余的润滑脂将会从润滑阀门排出，轴承温度也将会恢复正常运转温度。

如果可能，在机器运行几个小时后，请测量震动情况或检查 SPM 测量头的 SPM 值，并记录下这些数值供将来参考。

***** 下章内容适用轴承类型：套筒轴承**

5.7.3.2 采用套筒轴承的设备

确认没有转动部件磨擦任何静止部件。通过油量观察孔检查轴承内的油位是否适当。油位处于油位观察孔的中间位置时为正常油量，但是，只要油位处于油位观察孔范围之内，油量就是可以接受的。

开始时，要注意检查轴承的温度和油位。这一点对于自润滑轴承尤其重要。如果轴承的温度突然升高，则应该立即关掉设备，在重新启动设备之前，必须查明温度升高的原因。如果通过测量设备找不出合乎逻辑的原因，建议打开轴承检查内部状况。如果设备有保证，在采取任何措施之前，必须先与制造厂家联络。

对于自润滑的轴承，可以从轴承上部的检查孔检查油环的转动情况。如果油环不转动，则必须立即关闭设备，因为油环停转会使用轴承报废。

对于溢流式润滑的设备，可以通过施压阀和施压孔调整供油压力。正常供油压力为 $125 \text{ kPa} \pm 25 \text{ kPa}$ ($18 \text{ psi} \pm 4 \text{ psi}$)。这一压力可以保证轴承获得适量的油流。采用更高的供油压力不会有任何其它好处，而且会造成轴承漏油。外形尺寸图中亦规定了油的流速。

注意：润滑系统的设计应使轴承内部的压力等于大气（外部）压力。无论是从进油管还是出油管施加给轴承的空气压力，均会造成轴承漏油。

5.7.4 振动

有关振动的全面论述，请参阅章 7.4.2 *振动和噪音*。

5.7.5 温度状况

在设备运转时，应检查轴承、定子绕组和冷却空气的温度。

只有在设备满负荷运转数小时（4 - 8 小时）后，绕组和轴承的温度才能趋于稳定。

定子绕组的温度取决于设备的负载。如果在调试期间或刚刚完成调试之后无法达到满负荷，应记录当前的负载和温度，并填写在调试报告内。

关于报警和跳闸水平的推荐设置，请参考主连接图。

***** 以下章节适用于冷却类型：气对气冷却和气对水冷却**

5.7.6 热交换器

在起动前，要检查系统连接是否紧密或存在泄漏现象。设备运转一段时间后，应检查冷却系统。检验冷却液体（如果适用）和空气循环是否畅通无阻。

***** 下章内容适用于转子类型：滑环**

5.7.7 滑环

检查滑环上的电刷是否发出火花。

5.8 关车

设备关车可有不同的应用，但是主要原则是：

- 减轻从动设备的负载（如果适用）
- 打开主断路器
- 打开防冷凝加热器，如果有的话，且并非通过开关装置自动打开

***** 以下内容适用于冷却类型：气对水冷却和水套冷却**

- 对于水冷设备，要关闭冷却水流，以避免在设备内部形成冷凝。

第 6 章 操作

6.1 概述

为确保设备无故障运转，必须对其进行维护并加以细心管理。

在起动设备之前，请务必确保：

- 按照制造商的技术规格和外形尺寸图，给轴承加注正确剂量的润滑脂或润滑油；
- 冷却系统能够正常工作；
- 设备外壳已清洗且加压密封（如果适用）；
- 不存在尚在进行中的维修工作；
- 与设备相关的人员和设备已做好起动设备的准备。

有关起动过程，请参阅章 5.6.3 起动。

如果与预期的正常运转存在差异（例如温升、噪音或振动），请关闭设备并查找其中原因。如有必要，咨询设备制造商。

注意：设备在带负荷运转时，其表面可能会灼热。

*** 以下注释适用于转子类型：永磁转子

注意：设备过载可能会使永久磁铁消磁，并且会损坏绕组。

6.2 正常操作条件

ABB 制造的设备是为确保在 IEC 或 NEMA 标准、客户规格和 ABB 的内部标准所规定的正常工作条件下进行操作而单独设计的。

作为部分项目说明文件交付的性能数据表中已经指定了操作条件，如周围环境的最大温度和最大工作高度。基础应避免受到外部震动，周围环境空气应该不含灰尘、盐和腐蚀性气体或物质。

注意：必须始终遵循手册开头处的安全规定中描述的安全注意事项。

6.3 起动次数

设备连续直接起动的允许次数本质上取决于负荷特征（转矩曲线与转速和惯性）及设备的类型和设计。起动次数太多和 / 或负荷太大会导致设备出现异常高温和过载，从而加速设备老化，并导致使用寿命异常缩短，甚至会引发设备故障。

有关允许连续或年均起动次数的信息，请参阅性能数据表或咨询制造商。在确定起动频率时，需要了解应用的负荷特征。一般应用为每年最大起动次数为 1000 次，此值可作为一个基准值。

应使用一个计数系统来控制设备的启动次数，并根据相同的操作小时来决定维护间期长短，请查阅章 7.3 维护程序。

注意：必须始终遵循手册开头处的安全规定中描述的安全注意事项。

6.4 监控

操作人员应该定期检查设备。这意味着他们应该利用听觉、感觉和嗅觉去认识设备及其关联设备，以便对正常操作条件有一个感性认识。

监控检查的目的就是使人员熟悉设备。为能及时检测和解决异常事件，必须熟悉设备。

监控和维护之间存在很大差别。正常的工作监控包括记录工作数据，如负荷、温度和振动值。此数据是维护和维修的有用依据。

- 在第一个运转期（- 200 小时）期间，应加强监控。应经常检查轴承和绕组的温度、电流、冷却、润滑和振动情况；
- 在以后的运转期（200 - 1000 小时）期间，每天检查一次就足够了。应对监控检查的记录进行归档并保存，以备将来参考。如果工作连续稳定，则可以延长检查的时间间隔。应对监控检查的记录进行归档并保存，以备将来参考。如果工作连续稳定，则可以延长检查的时间间隔。

相关的检查清单，请参阅 *附件调试报告*。

6.4.1 轴承

应密切监视轴承的温度和润滑情况，请参阅 *章 5.7.3 轴承*。

6.4.2 振动

应检查驱动和从动设备系统的振动程度，请参阅 *章 7.4.3 轴承外壳振动*。

6.4.3 温度

在设备运转时，应检查轴承、定子绕组和冷却空气的温度，请参阅 *章 5.7.5 温度状况*。

***** 以下章节适用于冷却类型：气对气冷却和气对水冷却**

6.4.4 热交换器

在起动前，要检查系统连接是否紧密或存在泄漏现象。检验冷却液体（如果适用）和空气循环是否畅通无阻。

***** 下章内容适用于转子类型：滑环**

6.4.5 滑环单元

密切注意碳刷磨损情况，在达到磨损极限之前更换电刷。检验电刷是否发出火花。

确保滑环表面光滑。如果不光滑，必须在车床上将其加工光滑。在理想条件下，在设备操作的最初几个小时内，滑环上会形成一层均匀的棕色光泽。

检查滑环罩的紧固程度。水、润滑脂、润滑油和灰尘不能进入罩内。

6.5 跟踪

正常的工作监控包括记录工作数据，如负荷、温度和振动值。此数据是维护和维修的有用依据。

6.6 关车

在设备不工作时，必须打开防冷凝加热器（如果适用）。这是为了避免设备内部的冷凝作用。

***** 下段内容适用于冷却方式：气对水冷却和水套冷却**

对于采用水冷系统的设备，必须关闭冷却水的供应，以避免在设备内部发生冷凝。

注意：加热元件的电源可接入接线盒。

第 7 章 维护

7.1 预防性维护

通常，旋转电器设备是大型设施安装的重要组成部分，如果加以适当的监控和维护，就可以确保此类设备的操作可靠性和正常使用寿命。

因此，维护的目的是：

- 确保设备在无须采取任何不可预见的行为和干预的条件下能可靠地运行；
- 预测和规划维护活动以尽最大可能减少停工时间。

监控和维护之间存在很大差别。监控和维护之间存在很大差别。正常的操作监控和维护包括记录操作数据（如负荷、温度、振动、润滑检查，以及绝缘电阻的测量。

在调试或维护后，应该进行密切的监控。应经常检查轴承和绕组的温度、电流、冷却、润滑和振动情况；

本章描述有关维护程序的建议，并提供关于如何执行常见维护任务的工作指令。在规划维护程序时，应该仔细阅读这些指令和建议，并将它们作为制订规划的基础。如果加强维护和监控活动，则设备的可靠性和长期可用性会得到提高。如果加强维护和监控活动，则设备的可靠性和长期可用性会得到提高。

在监控和维护活动中得到的数据对于预测和规划额外的维护是很有用的。如果某些数据表明有异常出现，则章 8 故障排除中的故障排除指南将可以帮助查找故障原因。

ABB 推荐由专家来创建维护程序、执行实际维护以及故障排除。ABB 电机与发电机服务 (Motors and Generators Service) 竭诚为您在这些方面提供服务。您可以在章 9.1.3 电机与发电机服务的联系信息找到 ABB 售后服务的联系信息。

预防性维护的重要部分是准备好合适的备件组合。对于关键备件，最好的做法就是始终备有库存。您可以从 ABB 售后服务订购预制备件包，请参阅章 9.1.3 电机与发电机服务的联系信息。

7.2 安全注意事项

在操作任何电气设备之前，要熟悉一般的电气安全注意事项，同时要了解当地的法规，以避免发生人身伤害。这些操作应该按照安全人员的指令进行。

对电气设备进行维护和安装的人员必须具备极高的专业素质。维护人员必须接受过旋转电气设备方面维护程序和测试的专门培训，且已熟练掌握。

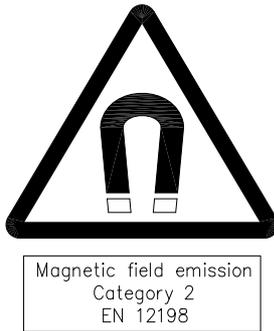
*** 下段内容适用于封装类型：所有在危险区域使用的设备

在燃爆环境中使用的电机均经过专门的设计，可达到有关燃爆防范风险的官方标准。如果使用不当，接线有误，或是经过改造，则无论程度如何，其可靠性都值得怀疑。

在燃爆环境中的接线和电气设备使用的相关标准（特别是有关设备安装的国家标准）必须予以考虑。IEC 60079-14、IEC 6000-17 和 IEC 6007-19-2）。仅熟悉这些标准的训练有素的人员才可以处理此类设备。

在设备或从动设备上工作之前，先要断开连接并锁止。确保在工作过程中不会出现燃爆环境。

有关一般安全指令的信息，请参阅手册开头处的安全规定。

***** 以下注释适用于转子类型：永磁转子**

注意：在轴转动过程中，永磁同步设备会产生电压。在打开接线盒之前应防止轴发生转动。如果端子上未安装防护装置，则在设备轴转动时，请勿打开或触摸这些端子。请遵从手册开头处的安全规定。

***** 以下注释适用于封装类型：变速驱动器**

注意：即使设备处于停顿状态，采用变频器电源的设备的端子也可能会带电。

7.3 维护程序

本节介绍为 ABB 设备推荐的维护程序。此维护程序具有普遍适用性，应该将其视为最低级别的维护。如果当地条件比较严格或要求有很高的可靠性，则应该加强维护。另外，还应该注意，即使遵行本维护程序，正常的监控和观测也仍然是必要的。

请注意，虽然以下的维护程序已针对设备做了个性化处理，但它仍然可能会包含与不适用于任何设备的附件相关的参考信息。

维护程序基于四级维护，随操作时间的不同而变化。工作量和停工时间不同，所以第 1 级主要包括快速目测检查，而第 4 级包含更为严格的测量和更换操作。与此类维护的备件包有关的详细信息，可以在章 9.2 旋转电机备件。推荐的调试报告可见表 7-1。本章节中操作时间建议以等价操作小时 (Eq. h) 来计量，根据以下公式计算：

***** 下段内容适用于安装类型：变速驱动器**

等价操作小时 (Eq. h) = 实际操作小时

***** 下段内容适用于安装类型：定速驱动器**

等价操作小时 (Eq. h) = 实际操作小时 + 启动次数 x 20

第 1 级 (L1)

第 1 级或 L1 维护包含目测检查和小修。此类维护的目的是，通过采用快速检查手段，确定问题是否将引发故障以及是否出现计划外的维护需要。这同时也针对要在随后的大型维护中执行的维护事项给出建议。

维护时间取决于设备的类型、安装方式以及检查的深入程度，大约需 4 到 8 个小时。维护需使用的工具为常规服务工具，即扳手和起子。维护前需打开检查口盖。建议在开始维护前最好准备好操作配件包。配件包的所有相关信息请查阅章 9.2.5 不同装置中的典型推荐备件。

首次的 L1 维护应该在 4000 等价操作小时后或调试结束 6 个月后进行。此后，应该每年执行一次，在 L2 维护的中间进行，参见表 7-1。

第 2 级 (L2)

第 2 级维护或 L2 维护主要包括检查和测试以及小型维护任务。此类维护的目的是，找出设备操作过程中是否出现故障，以及执行小型维修以确保无间断的运行。

维护时间取决于设备的类型、安装方式以及维护的内容，大约需 8 到 16 个小时。维护需使用的工具包括常规服务工具、万能电表、扭矩扳手和绝缘电阻测量器。维护前需打开检查口盖和轴承（如果需要）。此次维护需使用的配件在操作配件包中都可以找到。配件包的所有相关信息请查阅章 9.2.5 不同装置中的典型推荐备件。

首次的 L1 维护应该在 8,000 等价操作小时后或调试结束 6 个月后进行。此后，L2 维护应该每年进行 1 次或在每过 8000 等价操作小时后执行 1 次，参见表 7-1。

第 3 级 (L3)

第 3 级维护或 L3 维护包括广泛的检查、测试和 L1 和 L2 维护过程中提供的较大型的维护任务。此类维护的目的是修理遇到的故障和根据磨损情况更换零件。

维护时间取决于设备的类型、安装方式以及需维修和更换的配件的数量，大约需 16 到 40 个小时。维护需使用的工具除了 L2 级维护需使用的工具，还需要一个内窥镜和示波器。维护前需打开检查口盖、轴承以及水冷器（如适用）。此次维护需使用的配件在推荐配件包中都可以找到。配件包的所有相关信息请查阅章 9.2.5 不同装置中的典型推荐备件。

L3 维护应该每过 24000 等价操作小时后或每隔 3-5 年进行一次。执行 L3 维护时，将同时取代已计划的其它 L1 或 L2 维护，但不影响 L1 和 L2 维护的定期进行，参见表 7-1。

第 4 级 (L4)

第 4 级或 L4 维护包含目测检查和小修。此类维护的目的是将设备恢复到可靠的操作状态。

维护时间主要取决于设备的情况以及必需的重调操作，大约需 40 到 80 个小时。维护需使用的工具除了 L3 级维护需使用的工具，还需要一个转子移除设备。维护前需打开检查口盖、轴承、水冷器（如适用）以及移除转子。

此级维护需要使用的配件数量需根据维护前的实际的情况决定。至少需要推荐配件包。使用主要配件包中的配件可以确保维护的快速与成功执行。

L4 维护应该每过 80000 等价操作小时执行一次。执行 L3 维护时，将同时取代已计划的其它 L1 或 L2 维护，但不影响 L1 和 L2 维护的定期进行，参见表 7-1。

7.3.1 建议的维护程序

维护程序中使用的缩略语：

- V = 目测检查
- C = 清除
- D = 拆解和装配
- R = 重调或更换
- T = 测试和测量

有些选项不适用于所有设备。

表 7-1. 维护间期

维护对象	维护间期				检查 / 测试
	根据等价操作小时和时间间隔进行，以先到者为准				
	L1	L2	L3	L4	
	4,000 Eq. h 12,000 Eq. h 20,000 Eq. h 28,000 Eq. h	8,000 Eq. h 16 000 Eq. h	24,000 Eq.h	80 000 Eq.h	
	1/2 半年	每年	3-5 年	大修	检查 / 测试

7.3.1.1 一般结构

维护对象	L1	L2	L3	L4	检查 / 测试
设备操作	V / T	V / T	V / T	V / T	起动、关闭、振动测量、无负荷点
支架和基座	V	V / T	V / T	V / T / D	裂缝、锈蚀和校准
外部	V	V	V	V	锈蚀、泄漏、状态
紧固件	V	V / T	V / T	V / T	所有紧固件的紧固
锚固螺栓	V	V	V / T	V / T	紧固，状态

7.3.1.2 高压连接

维护对象	L1	L2	L3	L4	检查 / 测试
高压线缆连接	V	V / T	V / T	V / T / D	磨损，紧固
高压连接	V	V / T	V / T	V / T / D	氧化，紧固
接线盒附件，如浪涌电容器和避雷器	V	V	V	V	一般状态
电缆输送线路	V	V	V	V	进入设备的电缆和设备内部电缆的状态

7.3.1.3 定子和转子

维护对象	L1	L2	L3	L4	检查 / 测试
定子芯体	V	V	V	V/C	固定、裂缝、焊接
定子绕组绝缘	V	V/T	V/T/C	V/T/C	磨损、清洁、绝缘电阻、旋转绝缘测试、 (高压测试)
定子线圈悬臂	V	V	V	V	绝缘材料损毁
定子槽楔	V	V	V	V	运动、紧固
定子端条	V	V	V	V	固定、绝缘
仪表	V	V	V	V	电缆和电缆夹的状态
转子绕组绝缘	V	V/T	V/T/C	V/T/C	磨损、清洁、绝缘电阻
转子线圈支座	V	V	V	V	运动、弯曲
转子平衡重块	V	V	V	V	运动
轴心	V	V	V	V	裂缝、腐蚀
转子内部连接	V	V	V/T	V/T	固定、一般状态
接地刷	V	V	V	V	操作和一般状态

注意：建议完全密封设备的拆解和内部检查周期不要短于 3-5 年 (L3)。

7.3.1.4 辅助设备

维护对象	L1	L2	L3	L4	检查 / 测试
Pt-100 元件 (定子、冷却气流、轴承)	V	V/T	V/T	V/T	电阻
防冷凝加热器	V	V/T	V/T	V/T	操作、绝缘电阻
编码器	V	V	V/T	V/T	操作、一般状态、校准
辅助接线盒	V	V/T	V/T	V/T	一般状态、端子、线缆连接状态

*** 下表适用安装类型：滑环

7.3.1.5 滑环单元

维护对象	L1	L2	L3	L4	检查 / 测试
装配	V	V/C	V/C	V/C	固定、绝缘
电刷座	v	V/T	V/T	V/T	调正
电刷	V	V/T	V/T	V/T	弧度、余隙
滑环线连接	V	V	V	V	磨损、弧度
滑环	V/T	V/T	V/T	V/T	磨损、圆度、棕纹
电刷齿轮	V	V/T	V/T	V/T	绝缘电阻
Pt-100 元件	V	V/T	V/T	V/T	电阻
防冷凝加热器	V	V/T	V/T	V/T	操作、绝缘电阻
编码器	V	V	V/T	V/T	操作、一般状态、校准
辅助接线盒	V	V/T	V/T	V/T	一般状态、端子、线缆连接状态

7.3.1.6 润滑系统和轴承

*** 以下章节适用于轴承类型：滚动轴承

维护对象	L1	L2	L3	L4	检查 / 测试
操作过程中的轴承	T	T	T/R	T/R	一般状态、异常噪音、振动
废润滑脂	V	V/C	V/C	V/C	废润滑脂状况、净化和空废脂盒
重新涂脂	V	V/R	V/R	V/R	根据轴承标牌
密封垫	V	V/D	V/D	V/D	泄漏
轴承绝缘	V/C	V/C	V/C/T	V/C/T	端罩洁度，绝缘电阻

*** 以下章节适用于轴承类型：套筒轴承

维护对象	L1	L2	L3	L4	检查 / 测试
轴承装配	V	V/T	V/T	V/T	固定、一般状态
轴瓦	V	V	V/T/D	V/T/D	一般状况、磨损
密封垫和垫圈	V	V	V/T/D	V/T/D	泄漏
轴承绝缘	V	V/T	V/T/D	V/T/D	状态、绝缘电阻
润滑管路	V	V	V/T/D	V/T/D	泄漏、操作
润滑油	V/R	V/R	V/R	V/R	数量、质量与流量
油环	V	V	V	V	操作
油流调节器	V	V/T	V/T	V/T/D	操作
油箱	V	V/C	V/C	V/C	清洁、泄漏
举升系统	V	V/T	V/T	V/T	操作
油冷却器 / 加热器	T	T	T	T	油温

7.3.1.7 冷却系统

*** 以下章节适用于轴承类型：户外冷却系统

维护对象	L1	L2	L3	L4	检查 / 测试
风扇	V	V	V	V	操作、状态
过滤器	V/C	V/C	V/C/R	V/C/R	清洁、操作
气路	V	V/C	V/C	V/C	清洁、操作
降噪材料	V	V	V	V	状态

*** 以下章节适用于轴承类型：全热式

维护对象	L1	L2	L3	L4	检查 / 测试
风扇	V	V	V	V	操作、状态
管道	V	V/C	V/C	V/C	清洁、操作
导管	V	V/C	V/C	V/C	清洁、操作
板翅	V	V/C	V/C	V/C	一般状态
减振器	V	V	V	V	状态和外观
降噪材料	V	V	V	V	状态

*** 以下章节适用于轴承类型：气水冷却

维护对象	L1	L2	L3	L4	检查 / 测试
热交换器	V	V	V	V	泄漏、操作与压力测试
风扇	V	V	V	V	操作、状态
管道	V	V/C	V/C	V/C	清洁、腐蚀
导管	V	V/C	V/C	V/C	清洁、操作
端框	V	V/C	V/C	V/C	泄漏、状态
密封垫和垫圈	V	V/C	V/C	V/C	泄漏、状态
板翅	V	V/C	V/C	V/C	一般状态
减振器	V	V	V	V	状态和外观
保护性正极			V/C	V/C	状态、活动
水流调节器	V/T	V/T	V/T	V/T	操作

7.4 一般结构的维护

为确保设备的一般结构获得长久的使用寿命，应该保持设备外部清洁，并应该定期检查锈蚀、泄漏和其它缺陷。设备外部的灰尘会引发对框架的腐蚀，并会影响设备的冷却功能。

7.4.1 紧固件的紧固

所有紧固件的紧固状态都应该得到定期检查。要特别留意灌浆、锚固螺栓和转子部件，这些部位必须始终保持正确紧固。如果这些部件的紧固部位产生松动，将会给整个设备带来意外的严重损毁。

紧固力矩的一般值在表 7-2 中提供。

表 7-2. 一般紧固力矩

规格	紧固扭矩 Nm (磅英尺) 螺栓属性类型 8.8			
	涂油型 [Nm]	涂油型 [磅英尺]	干型 [Nm]	干型 [磅英尺]
M 4	2.7	2.0	3.0	2.2
M 5	5.0	3.7	5.5	4.1
M 6	9	6.6	9.5	7.0
M 8	22	12	24	18
M 10	44	32	46	34
M 12	75	55	80	59
M 14	120	88	130	96
M 16	180	130	200	150
M 20	360	270	390	290
M 24	610	450	660	490
M 27	900	660	980	720
M 30	1200	890	1300	960
M 36	2100	1500	2300	1700
M 39	2800	2100	3000	2200
M 42	3400	2500	3600	2700
M 48	5200	3800	5600	4100

注意：表 7-2 中所给出的值针对一般情况，这些值并非对各种项目都适用，如它们不适用于二极管、支座绝缘体、轴承、电缆端子；也不适用于电极固定件、母线端子、避雷器、电容器、变流器、整流器和半导体闸流管桥；如果本手册中给出其它不同的值，则这些值也将不适用。

7.4.2 振动和噪音

振动水平过高或升高表明机器状况发生变化。根据具体应用、机器类型和底座，正常水平可能会有显著差异。

可能会导致振动或噪声水平过高的部分典型原因包括：

- 对准问题，请参考章 3 安装与校准
- 气隙，请参考章 3 安装与校准
- 轴承磨损或损坏
- 所连接机器传来的振动，请参考章 3 安装与校准

- 紧固螺栓或锚栓松动，请参考章 3 安装与校准
- 转子失去平衡
- 联轴器

7.4.3 轴承外壳振动

下面的说明基于 ISO 10816-3:1998 机械振动 - 通过非旋转部件的测量结果评估机器振动：第 3 部分：标称功率高于 15 kW、标称转速为 120 r/min 至 15000 r/min 的工业机器，原位测量。

7.4.3.1 测量步骤和操作条件

测量设备

根据 ISO 2954 的要求，测量设备应该可以测量宽频- (RMS) 振动，其平坦响应的频率范围至少必须在 10 至 1000 Hz 之间。随振动标准的不同，测量设备可能需要测量排量或速度或这些量的组合（请参阅 ISO 10816-1）。但是，对于转速接近或低于 600 r/min 的设备而言，平坦响应频率范围的下限应该不大于 2 Hz。

测量位置

测量通常在能够使用常规方式接触到机器曝露部件上进行。操作时应当小心，以确保测量结果合理地体现轴承外壳的振动情况，而不包括任何局部共振或放大。振动测量的位置和方向应当能够对机器的动力产生足够高的敏感度。通常，这将需要在每个轴承盖或外壳上选取两个相互垂直的径向测量位置，如图 7-1 测量点所示。传感器可放置在轴承外壳上的任何成角位置。对于水平安装的机器，通常首选垂直和水平方向。对于垂直或倾斜机器，应使用振动读数值最大的位置。在有些情况下，建议进行轴向测量。具体的位置和方向应记录在测量数据中。

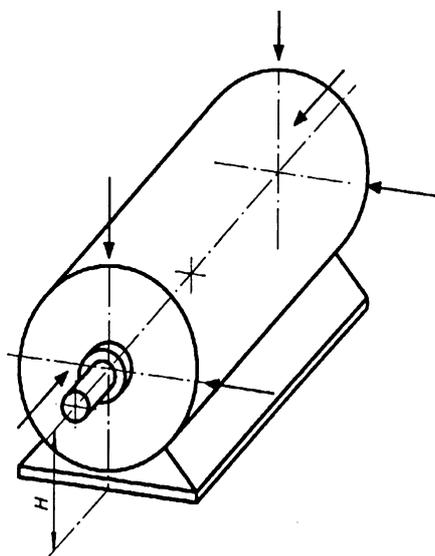


图 7-1 测量点

7.4.3.2 根据支持装置的弹性进行的分类

对特定方向上支持装置的弹性进行分类时，使用两个条件：

- 刚性支持装置
- 柔性支持装置

这些支撑状况由机器与底座的柔韧性之间的关系确定。如果机器和支撑系统整体在测量方向上的最低固有频率比其主激发频率（大部分情况下为旋转频率）高出至少 25%，则支撑系统在该方向可视为刚性支撑。所有其他支撑系统可视为韧性支撑。

如果机器 - 支撑系统的类别不易通过图纸和计算结果确定，则可通过测试确定。低速的大型和中型电机通常采用刚性支撑。

7.4.3.3 评估

ISO 10816-1 描述了用于评价各种类型设备的振动强度的两个评估标准。一个标准用于评估观测到的宽频振动的量级；- 另一个则用于评估量级的变化而不考虑变化是增加还是减少。

评估区域

定义以下评估区域的目的在于支持对给定设备的振动作定性评估，并对可能需要采取的应对措施提供指南。

区域 A：新调试过的设备的振动量级通常处于这一区域。

区域 B：在此区中产生振动的机器通常可不受限制地长期运行。

区域 C：在此区中产生振动的机器长期连续运行时的性能通常不能令人满意。一般来说，在这种情况下机器可以运行有限的时间，等到适当的时机出现后再采取补救措施。

区域 D：此区中的振动值通常被视为严重到足以损坏机器。

表 7-3. 额定功率为 300 kW 至 50 MW 的大型机器以及轴高至少 H/315 mm 的电机的振动强度区分类

支撑类别	分区界限	R.m.s. 速度 [mm/s]
刚性	A/B	2.3
	B/C	4.5
	C/D	7.1
韧性	A/B	3.5
	B/C	7.1
	C/D	11.0

运行限制

对于长期运行，通常应当确定运行振动限制。这些限制表现为报警和跳闸。

表 7-4 显示根据从相似机器得出的经验确定的机器初始报警和跳闸值。经过一段时间后，将可获得现场稳定状态基线值，并应相应地调整报警设置（请参考 ISO 100816-3）。

表 7-4. 轴承外壳振动的初始报警和跳闸振动速度值，单位：mm/s r.m.s.

支撑类别	初始报警	跳闸
	[mm/s]	[mm/s]
刚性	3.4	7.1
韧性	5.3	11.0

注意：这些值是标准值，在获得该机器类型和应用的更多信息后可进行调整。

7.4.4 轴振动

相对轴振动的更多说明，请参考标准 ISO 7919-1:1996“非往复型电机的机械振动 - 旋转轴上的测量以及评估标准：第 1 部分：通用准则和第 3 部分：联轴工业机器”。

轴振动的初始报警和跳闸值因机器类型而异，应向工厂咨询具体数据。

7.5 轴承和润滑系统的维护

本节描述轴承和润滑系统中最重要的维护任务。

***** 以下章节适用于轴承类型：套筒轴承**

7.5.1 套筒轴承

在正常的操作条件下，套筒轴承几乎不需要维护。为确保可靠的操作，应该定期检查油位和漏油情况。

7.5.1.1 油位

套筒轴承的自润滑油位需要定期检查。正确的油位应在油面观察玻璃的正中间，但实际上只要油位在油面观察玻璃之内，油位即可接受。

必要时，加注适量的润滑油，请参阅章 7.5.2.4 润滑油质量。

浸没式套筒轴承的正确油位与自润滑轴承相同。在浸没式润滑轴承中，油量观察窗可能会被出油法兰取代。

7.5.1.2 轴承温度

轴承温度是通过 Pt-100 电阻温度探测器测量的。轴承温度是通过 Pt-100 电阻温度探测器测量的。由于轴承的逐渐磨损以及冷却功能的下降都会引发超过报警限值的温升，所以温升通常表明设备或润滑系统出现了故障，因此，应该密切监控温升情况。

轴承温度异常的原因多种多样，但可在章 7.5.2 套筒轴承的润滑或章 8.1.2 润滑系统和轴承。中找到一些可能的原因。如果温升伴随有振动级别的升级，则故障也可能与设备的校准有关（请参阅章 3 安装与校准），或者与轴承壳套中的损毁有关，在此情况下，需要对轴承进行拆解和检查。

7.5.2 套筒轴承的润滑

对于配有套筒轴承的设备而言，只要润滑系统持续不断地工作，润滑油类型和质量符合 ABB 建议，润滑油更换指令得到执行，这些设备就会获得相当长的使用寿命。

7.5.2.1 润滑油温度

正确的润滑油温度是保证合适轴承工作温度的必要条件，从而能保证足够的润滑效果和正确的润滑油黏度，请参见。对于配备供油系统的设备而言，如果润滑油冷却器或加热器工作不正常或润滑油流量不正确，则可能会出现润滑油温度方面的问题。对于所有轴承而言，如果油温出现问题，则需要检查润滑油的质量和数量。有关联络信息，请参阅章 7.5.2.3 为润滑油所建议的控制值。和章 7.5.2.4 润滑油质量。

注意：最低外界起动温度（无油加热器）为 0 °C (32 °F)。

7.5.2.2 润滑的控制

建议在运行的第一年内，当操作小时达到 1000, 2000 和 4000 小时后，对润滑油进行抽样。油样应该送到润滑油供应商处做分析。根据分析结果，就可能确定适合的换油间期。

在首次更换润滑油后，可以大约在换油间期的中期和末期对油液进行分析。

7.5.2.3 为润滑油所建议的控制值

应该对润滑油做以下各方面的检查：

- 在试瓶中目测检查润滑油的颜色、混浊度和沉淀。油液应该清澈或混浊度极低。混浊现象可能不是由水引起的；
- 水的含量必须不超过 0.2% ；
- 必须保持在原有粘度 $\pm 15\%$ 的变化范围内；
- 油液中应该没有结片，其清洁度应该符合 ISO 4406 类 18/15 或 NAS 1638 类 9 ；
- 金属杂质的含量应该低于 100 PPM。如果此值呈上升趋势，则表明轴承正在磨损；
- 每克油液的总酸值 (TAN) 应该不超过 1 mg KOH/g。请注意，TAN 值与 TBN（总碱值）值不同；
- 闻一下润滑油的味道。强烈的酸味或糊味是不可以接受的。

在设备首次试运行数天后第一次换油前应该进行油液检查，随后的油检按要求进行。如果调试完后立即更换了润滑油，则在通过使用过滤法或离心法除去磨损微粒后，可以重新使用润滑油。

如果对油液质量有疑问，可以将油样送到实验室以确定其粘度、酸值、起泡性能等。

7.5.2.4 润滑油质量

轴承是针对以下列出的润滑油质量之一而专门设计的。

以下列出的润滑油包括下列添加剂：

- 抗氧化剂和防锈剂

- 消泡剂
- 抗磨添加剂

注意：应通过标牌和尺寸图确认正确的润滑油质量。

7.5.2.5 矿物油的油液更换日程表

	ISO VG 22 40 °C 下粘度为 22 cSt	ISO VG 32 40 °C 下粘度为 32 cSt	ISO VG 46 40 °C 下粘度为 46 cSt	ISO VG 68 40 °C 下粘度 为 68 cSt	ISO VG 100 40 °C 下粘度为 100 cSt
环保的润滑油：					
Aral	Vitam EHF 22	-	Vitam EHF 46	-	-
Mobil	-	EAL Hydraulic Oil 32	EAL Hydraulic Oil 46	-	-
Shell	-	Naturelle HF-E 32	Naturelle HF-E 46	Naturelle HF-E 68	-
矿物油：					
Aral	Vitam GF 22	Vitam GF 32	Vitam GF 46	Vitam GF 68	Degol CL 100 T
BP	Energol CS 22	Energol CS 32	Energol CS 46	Energol CS 68	Energol CS 100
Castrol	Hyspin AWS 22	Hyspin AWS 32	Hyspin AWS 46	Hyspin AWS 68	Hyspin AWS 100
Chevron	Texaco Rando HDZ 22	Texaco Rando HDZ 32	Texaco Rando HDZ 46	Texaco Rando HDZ 68	Texaco Rando HDZ 100
Esso	Nuto H 22	Terrestic T 32	Terrestic T 46	Terrestic T 68	-
Klüber		LAMORA HLP 32	LAMORA HLP 46	LAMORA HLP 68	CRUCOLAN 100
Mobil	Velocite Oil No. 10	DTE Oil Light (轻级)	DTE Oil Medium (中级)	DTE Oil Heavy Medium (中重级)	DTE Oil Heavy (重级)
Shell	Tellus S 22	Tellus S 32	Tellus S 46	Tellus S 68	Tellus S 100
Total	Azolla ZS 22	Azolla ZS 32	Azolla ZS 46	Azolla ZS 68	Azolla ZS 100

建议自润滑轴承的润滑油更换间期为大约 8000 操作小时，而配备润滑油循环系统的轴承的润滑油更换间期为 20000 操作小时。

如果起动频繁、油温高或因外部影响导致过高的污染，则有必要缩短润滑油更换间期。

润滑油正确的更换时间间隔可在轴承标牌和尺寸图上查到，请参阅章 2.1.2 轴承标牌。

*** 下章内容适用轴承类型：滚动轴承

7.5.3 滚动轴承

7.5.3.1 轴承结构

在正常的操作条件下，套筒轴承几乎不需要维护。为确保可靠的操作，应该定期给轴承重新加涂高质量的滚动轴承润滑脂。

7.5.3.2 轴承标牌

所有设备均提供有轴承标牌，贴于设备的框架上。轴承标牌提供有轴承信息，例如：

- 轴承类型
- 使用的润滑剂
- 重新加脂间期
- 重加脂剂量

有关轴承标牌的详尽信息，请参阅章 2.1.2 轴承标牌。

注意： 在使用和维护设备时需要留意轴承标牌上提供的信息，这一点非常重要。

7.5.3.3 重新加脂间期

电气设备的滚动轴承需要定期重新添加润滑脂。重新加脂的间期可以在轴承标牌上找到。

注意： 无论重新加脂的间期的长短，至少每年应该给轴承加涂润滑脂一次。

重新加脂间期是针对 70 °C (160 °F) 的操作温度而计算的。如果操作温度低于或高于假定的温度，则需要对重新加脂的间期作相应的调整。操作温度越高，重新加脂的间期应该越短。

注意： 如果环境温度升高，则轴承温度也相应升高。轴承温度每升高 15 °C (30 °F)，重新加脂的间期应该缩短一半；轴承温度每降低 15 °C (30 °F)，重新加脂的间期可以加长一倍。

变频器的加注润滑脂间隔

高速运转（如变频器应用）或低转速重负荷运转都会要求较短的加注润滑脂间隔或使用特种润滑剂。此类情形下请与 ABB 电机与发电机服务联系。

注意： 切勿超越设备的构造性最高速度。必须检查轴承对高速操作的适用性。

7.5.3.4 重新涂脂

旋转电气设备的所有滚动轴承均需要重新涂脂，请参阅章 7.5.3.3 重新加脂间期。重新加涂润滑脂时可以采用手工方式或使用自动系统。无论采用哪一种加脂方式，都需要确认是否在适当的间期内给轴承加涂了正确类型的适量润滑脂。

注意： 润滑脂可能会刺激皮肤、损伤眼睛。请遵守由润滑脂制造商规定的所有安全指令。

轴承的手工重新加脂

适合手工重新加脂的设备配有加脂嘴。为防止结片进入轴承，在重新加脂前，必须对加脂嘴及其周围部位进行彻底清洁。

在设备运行过程中手工加脂

在设备运行过程中加脂：

- 要确认使用的是合适的润滑脂；
- 清洁加脂嘴及其周围部位；
- 确认润滑脂通道打开，如果装有把手，请将其打开；
- 将特定剂量和类型的油脂加入轴承；
- 让设备运行 1-2 小时以确定所有多余的润滑脂被挤压至轴承之外。在此过程中，轴承温度可能会暂时升高；
- 如果装有把手，请将它关闭。

注意： 在重新加脂的过程中要当心所有旋转零件。

设备处于停顿状态时的手工加脂

最好在设备运行时加注润滑脂。如果这不可行或认为存在危险，则需要设备处于停顿状态时加脂。如果这不可行或认为存在危险，则需要设备处于停顿状态时加脂。

- 要确认使用的是合适的润滑脂；
- 让设备停止运行；
- 清洁加脂嘴及其周围部位；
- 确认润滑脂通道打开，如果装有把手，请将其打开；
- 仅将指定类型润滑脂的一半剂量压入轴承；
- 让设备全速运行数分钟；
- 让设备停止运行；
- 在设备停止运行后，将指定剂量的正确润滑脂压入轴承；
- 让设备运行 1-2 小时以确定所有多余的润滑脂被挤压至轴承之外。在此过程中，轴承温度可能会暂时升高；
- 如果装有把手，请将它关闭。

自动重新加脂

市场上有多种多样的自动重新加脂系统。但 ABB 仅建议使用机电式重新加脂系统。加进轴承的润滑脂的质量至少必须每年检查一次润滑脂的外观和手感必须与新润滑脂相同。基油同皂基发生任何分离都是不可接受的。

注意： 如果使用自动重新加脂系统，则将轴承标牌上指定的润滑脂剂量增加一倍。

7.5.3.5 为轴承加注润滑脂

选择优质的润滑脂以及正确的皂基是非常必要的。这可以确保轴承能有较长的无故障寿命。

用于加注的润滑脂应该符合以下标准：

- 属于专用滚动轴承润滑脂。
- 品质优良，使用锂复合基，使用矿物油或 PAO 油调和。
- 40 °C (105 °F) 的基础油粘度为 100 到 160 cSt。
- 均匀 NLGI 等级在 1.5 到 3 之间。对于垂直安装或安装在热环境下的机器，推荐使用 NLGI 等级 2 或 3。
- 连续温度范围在 -30 °C (-20 °F) 到至少 +120 °C (250 °F) 之间。

所有主要润滑剂制造商都提供特性正确的润滑脂。如果润滑脂的构成发生变化，兼容性不能确定，请咨询 ABB 制造厂，请参阅章 9.1.3 电机与发电机服务的联系信息。

注意：切勿混用润滑脂！！轴承内只允许存在一种润滑脂 - 而非两种以上润滑脂的混合物。

注意：推荐使用润滑脂添加剂。但应该从润滑剂厂商获取一份书面保证，证明添加剂不会损伤轴承或是改变在工作温度下的润滑脂特性。对于 EP 添加剂这尤其重要。

注意：建议不要使用包含 EP 添加成分的润滑剂。

推荐的滚柱轴承润滑脂

ABB 建议使用下面的任何一种高性能润滑脂：

矿物油基：

- Esso Unirex N2、N3（复合锂基）

合成油基：

- Fag Arcanol Temp 110（复合锂基）
- Klüber Klüberplex BEM 41-132（专用锂基）
- Lubcon Turmogrease Li 802 EP（锂基）
- Mobil Mobilith SHC 100（复合锂基）
- Shell Gadus S5 V100 2（复合锂基）
- Total Multiplex S 2 A（复合锂基）

满足上述要求以外的其他必备性质的润滑脂的重新加注周期应当减半。

极端温度的滚动轴承润滑脂

如果轴承的工作温度高于 100 °C (210 °F)，请咨询 ABB 制造厂确认合适的润滑脂。

7.5.3.6 轴承维护

轴承的使用寿命可能短于电气设备的使用寿命。因此，轴承需要定期更换。

滚动轴承的维护需要特别的操作方法、工具和安排，以便确保新安装的轴承获得长久的使用寿命。

在轴承维护过程中，应确保：

- 在轴承维护过程中，任何时候都不允许任何污物或异物进入轴承；
- 在装配轴承前，对轴承进行冲洗、干燥，并加涂适当的高质量滚动轴承润滑脂；
- 对轴承的拆解和安装不损坏轴承。拆卸轴承时必须使用拆卸器；装配时必须加热或使用特种工具。

如果需要更换轴承，请与 ABB 电机与发电机服务联系。请参阅章 9.1.3 电机与发电机服务的联系信息。

7.5.4 轴承绝缘装置和轴承绝缘电阻检查

轴承绝缘电阻检查是一项维护操作，该检查主要在最终组装和测试阶段在厂内完成。另外，在对设备做全面大修时，也应一并完成此项检查。为防止在轴电压的感应效应下产生轴承电流，确保绝缘性能良好是非常必要的。如果非驱动端轴承绝缘良好，则可截断轴承电流的传递路线，从而可消除轴承电流造成轴承损坏的可能。

由于电浮动轴相对于周围部件会产生一定的电位，并且可能会因此而造成损坏，因此，轴的两端与机架之间都必须保持绝缘。但是，为便于检测非驱动端轴承的绝缘性能，通常也会在驱动端轴承上安装绝缘装置。在正常操作过程中，该绝缘装置由接地电缆短接，请参阅图 7-2 驱动端轴承的接地电缆。

注意：并非所有设备上都安装有绝缘轴承。

注意：如果设备上安装有绝缘轴承，则该绝缘轴承上便会贴有指示标签。

7.5.4.1 步骤

如果设备驱动端安装有绝缘轴承，则在开始非驱动端轴承的绝缘电阻测试之前，必须先取下驱动端轴承内的短接接地电缆。如果驱动端轴承没有安装绝缘装置，则需要测量非驱动端轴承的绝缘电阻，以取下驱动端的轴承壳套（或轴承套）并将轴吊起。这样，便可确保轴与任何其它部件之间都不会导电（如机架或轴承壳体）。

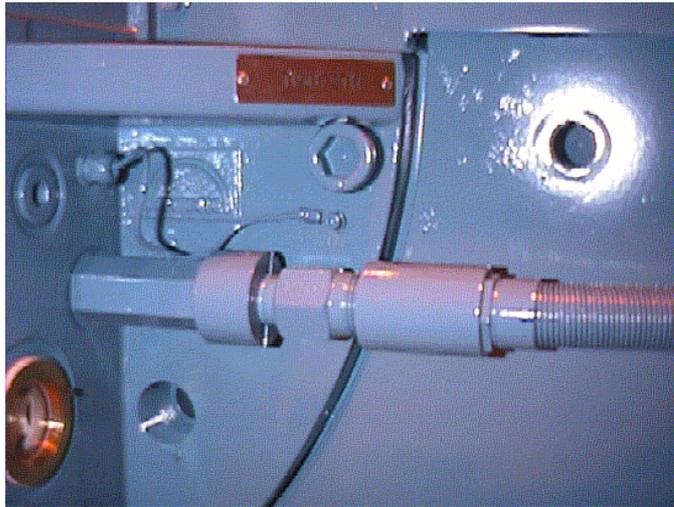


图 7-2 驱动端轴承的接地电缆

对于所有类型的设备，必须取下所有的轴接地刷选件、转子接地故障刷和联轴器（如果由导电材料制成的话）。在测量轴与地面之间的绝缘电阻时，所使用的电压不得超过 100 V 直流电压，参见图 7-3 套筒轴承绝缘电阻的测量和图 7-4 滚柱轴承绝缘电阻的测量。轴承绝缘装置的测量点已在图中圈出。

如果电阻值大于 10 k Ω ，则表明绝缘电阻处于可接受的范围内。



图 7-3 套筒轴承绝缘电阻的测量



图 7-4 滚柱轴承绝缘电阻的测量

*** 下章内容适用轴承类型：滚动轴承

7.5.4.2 轴承绝缘装置的清洁

轴承绝缘装置安装在端罩内。为避免因绝缘表面杂质堆积（盐分和灰尘）而造成绝缘电阻降低，应定期检查轴承的绝缘表面及其周围端罩表面的清洁度，并在必要的情况下进行清理。参见图 7-5 轴承绝缘装置和端罩表面了解哪些区域应定期检查并保持清洁。这些区域已在图中圈出，轴承的绝缘装置也已用箭头标出。这些区域已在图中圈出，轴承的绝缘装置也已用箭头标出。

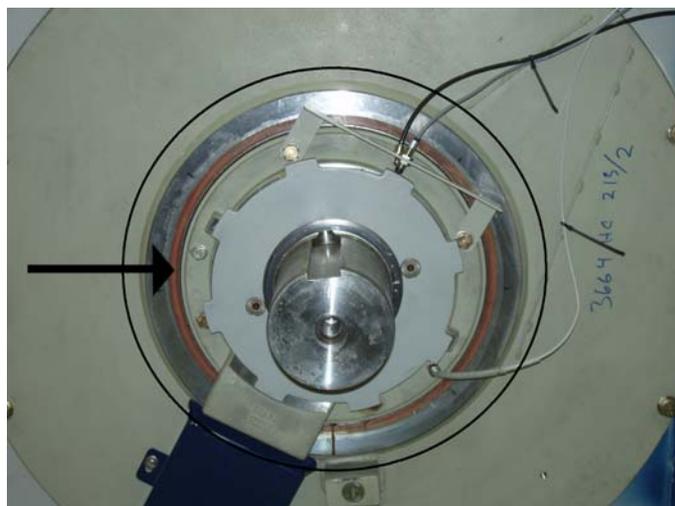


图 7-5 轴承绝缘装置和端罩表面

7.6 定子绕组和转子绕组的维护

旋转电气设备的绕组易于受到电气、机械和热应力的作用。由于这些应力的作用，绕组和绝缘材料会逐渐老化和退化。因此，设备的使用寿命通常取决于绝缘材料的耐用性。

如果进行适当维护和定期测试，则可以防止（或至少可以延缓）许多引发损毁的过程。本节综述执行基本维护和测试的方法。

在许多国家，ABB 服务机构提供完整的服务维护包，其中包括全面的测试。

在对电气绕组进行任何维护工作之前，要了解一般电气安全注意事项，并注意本地的法规，以免造成人身伤害。请参阅以获得更多信息。请参阅章 7.2 安全注意事项以获得更多信息。

单独测试和维护指令也可以在以下国际标准中找到：

1. IEEE Std. IEEE Std. 43-2000, IEEE 旋转设备绝缘电阻测试的建议做法
2. IEEE Std. IEEE Std. 432-1992, IEEE 旋转电气设备（5 - 10000 马力以下）绝缘维护指南

7.6.1 绕组维护的特别安全指令

绕组维护的一些危险工作包括：

- 处理危险溶剂、油漆和树脂。清洁绕组和给其重新上漆时需要使用危险物质。如果这些物质被吸入或摄入人体内或者与皮肤或其它器官接触，将会对人体产生危害。如果发生意外事故，请采取适当的医疗护理措施；
- 易燃溶剂和油漆的处理。这些物质的处理和使用应该始终由经授权人员进行，且必须遵行适当的安全程序；
- 高压 (HV) 下的测试。高压 (HV) 下的测试。高压测试仅可由有资格的人员进行，而且必须遵行适当的安全程序。

绕组维护过程中使用的危险物质如下：

- 石油溶剂油：溶剂
- 1.1.1- 三氯乙烷 (1.1.1-trichloroethane)：溶剂溶剂
- 罩光漆：溶剂和树脂
- 粘性树脂：环氧树脂

注意：在维护工作中有特别针对危险物质处理的指令。必须执行这些指令。

绕组维护过程中的部分一般安全指令如下：

- 避免呼吸雾气：确保工作现场有适当的空气流通或使用呼吸面具；
- 穿戴安全用品，如护目镜、防护鞋、安全帽和防护手套、以及适当的防护服以保护皮肤。请务必使用防护霜；请务必使用防护霜；
- 在喷漆过程中，要将喷漆设备、设备框架和绕组接地；
- 在坑道和狭小的地点工作时，要采取必要的预防措施；
- 仅限接受过高压工作培训的人员才可以进行电压测试；
- 不要在工作现场吸烟或进食。

有关绕组维护测试记录的信息，请参阅附件调试报告。

7.6.2 维护的时间安排

确定维护的时间安排有三个主要原则：

- 绕组的维护应该根据其它设备维护项目作安排；
- 应仅在需要时才进行维护；
- 重要设备的维护频率应高于不太重要的设备。这也适用于很容易受污染的绕组和重型驱动器。

注意：一般来说，绝缘电阻测试应该每年进行一次。一般来说，绝缘电阻测试应该每年进行一次。对于大多数操作条件下的大多数设备而言，这应已足够。

适用于整个设备（包括绕组）的维护程序可在 [章 7.3 维护程序](#) 中找到。但是，此维护程序应该根据客户的特定情况和操作条件进行调整，只要未超出建议的维护间期。

7.6.3 正确的操作温度

确保绕组的正确温度的措施是，保持设备的外表面干净、注意冷却系统的正确操作并监控制冷剂的温度。如果制冷剂过冷，水可能会在设备内部凝结。这将会打湿绕组并降低绝缘电阻的性能。

*** 下段内容适用于封装类型：户外冷却系统

对于气冷式设备而言，监控空气过滤器的清洁度具有重要意义。空气过滤器的清洁和更换间期应该根据实际的操作环境来规划。

定子操作温度必须用电阻温度探测器进行监控。如果探测器测量出的温度值相差甚大，则表明绕组上有损毁出现。请确定这些变化不是由测量渠道的偏移引发的。

7.6.4 绝缘电阻测试

在一般维护工作中，首次起动设备前或设备长时间停顿后，必须测量转子绕组和定子绕组的绝缘电阻。

对绝缘电阻的测量可提供与绝缘材料的湿度和洁净度有关的信息。在这些信息的基础上，就可以确定正确的清洁和干燥措施。

对于具有干燥绕组的新设备而言，绝缘电阻是相当高的。但是，如果设备运输和存储条件不良、设备受潮，或者设备操作不正确，则此电阻会非常小。

注意：测量电阻后应该以简洁的方式立即将绕组接地，以避免电击危险。

7.6.4.1 绝缘电阻测量值的转换

为了能够对测得的绝缘电阻值进行比较，电阻值均以 40 °C 时的数值表示。因此，需要借助于下图，将实际测出的电阻值转换为相应的 40 °C 电阻值。

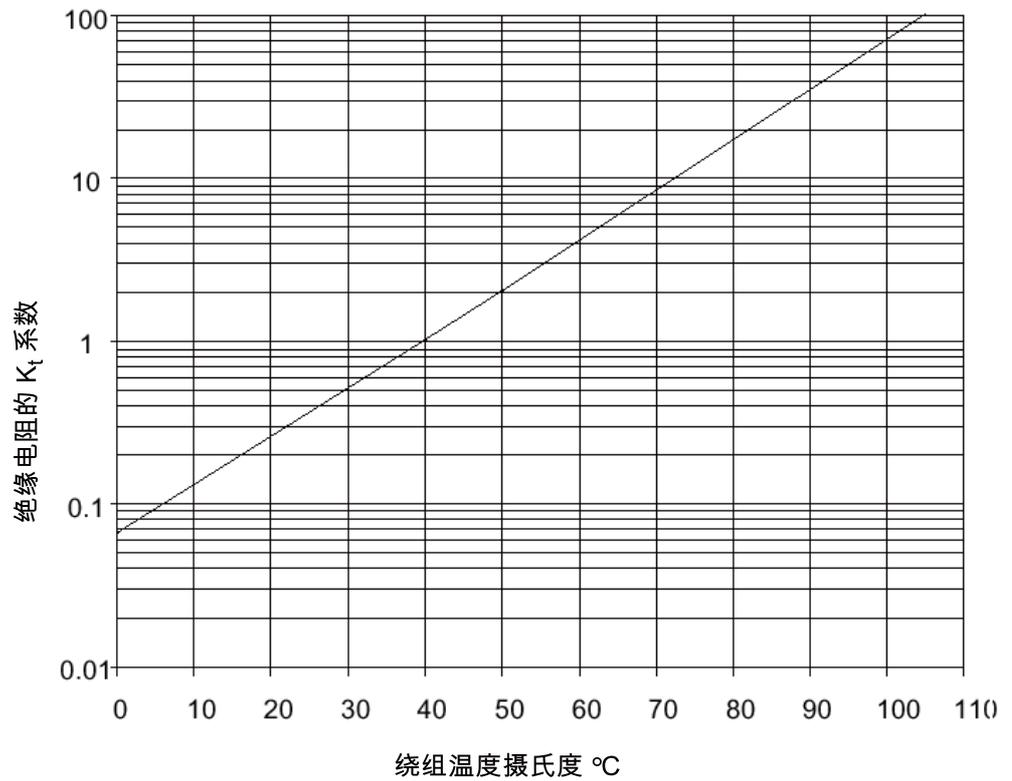


图 7-6 绝缘电阻和温度之间的相关性

R = 特定温度下的绝缘电阻值

R40 = 40 °C 时的等价绝缘电阻值

$$R40 = k \times R$$

例如:

R = 30 MΩ (在 20 °C) 下测量

$$k = 0.25$$

$$R40 = 0.25 \times 30 \text{ M}\Omega = 7.5 \text{ M}\Omega$$

表 7-5. 摄氏 (°C) 温度值与华氏 (°F) 温度值

°C	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
°F	32	50	68	86	104	122	140	158	176	194	212	230

7.6.4.2 一般注意事项

在根据绝缘电阻测试确定将采取任何行动之前，应该留意以下的注意事项：

- 如果认为测量值太小，则需要对绕组进行清洁和 / 或干燥处理。如果这些措施仍不足，则应该求助于专业人士；
- 如果怀疑设备存在受潮问题，则不论测得的绝缘电阻值如何，都应该小心地对设备进行干燥处理；
- 随着绕组温度的升高，绝缘电阻将会下降；
- 温度每升高 10 ... 15 K，电阻将减少一半。

注意：测试报告中显示的绝缘电阻通常比现场测量值大很多。

7.6.4.3 绝缘电阻的最小值

绕组处于正常状态的判定标准：

一般来说，干燥绕组的绝缘电阻值应该比最小值大很多。要给出确定的值是不可能的，这是因为，电阻随设备类型和现场条件而变化。此外，绝缘电阻还受到设备寿命和使用状况的影响。因此，以下值仅可以被视为指导值。

以下给出的绝缘电阻限定值所针对的条件是，40 °C 的温度和施加测试电压 1 分钟或更长一段时间后。

- 转子

带绕线转子的感应设备： $R_{(1-10 \text{ min}, 40 \text{ °C})} > 5 \text{ M}\Omega$

注意：滑环上的碳尘和裸露的铜表面会减小转子的绝缘电阻值。

- 定子

新定子： $R_{(1-10 \text{ min}, 40 \text{ °C})} > 1000 \text{ M}\Omega$ 如果测量是在极高的温度和湿度条件下进行的，则 $R_{(1-10 \text{ min}, 40 \text{ °C})}$ 值高于 100 MΩ 是可以接受的；

新定子： $R_{(1-10 \text{ min}, 40 \text{ °C})} > 100 \text{ M}\Omega$

注意：如果达不到此处的给定数值，则必须找出造成绝缘电阻值较低的原因。如果绝缘电阻值较低，通常是因湿度过大或灰尘过多而引起的（即使在绝缘装置完好的情况下也是如此）。

7.6.4.4 定子绕组绝缘电阻测量

绝缘电阻是通过使用绝缘电阻计测量的。测试电压为 1000 VDC 直流电压。测试时间为 1 分钟，并在此后对绝缘电阻值进行记录。在进行绝缘电阻测试之前，必须执行以下的操作：

- 检查变流器 (CT) 的次级连接（包括备用芯）是否打开。请参阅；请参阅图 7-7 测量绝缘电阻时定子绕组的连接。
- 确定所有电源电缆已断开；
- 确定已将设备框架和不进行测试的定子绕组接地；
- 测量绕组温度；

- 将所有电阻温度探测器接地；
- 必须断开变电器（非公共）的可能接地。

绝缘电阻的测量应该在接线盒内进行。绝缘电阻的测量应该在接线盒内进行。通常，测试针对整个绕组整体进行，在此情况下，电阻计连接于设备框架和绕组之间，参见图 7-7 测量绝缘电阻时定子绕组的连接。设备框架需接地，定子绕组的三相也应保持在中性点的连接，参见图 7-7 测量绝缘电阻时定子绕组的连接。

如果整个绕组的绝缘电阻测量值低于指定值，且相绕组很容易彼此断连，则也可以单独测量每相的电阻。这对于有些设备是不可行的。在此测量过程中，测试器连接于设备的框架和一个绕组之间。应将框架和两个未测试的相位接地，参见图 7-7 测量绝缘电阻时定子绕组的连接。

单独测量各相位时，必须拆除绕组系统的所有星点。如果不能拆除组件的星点（如在典型的三相变压器中），则必须拆除整个组件。

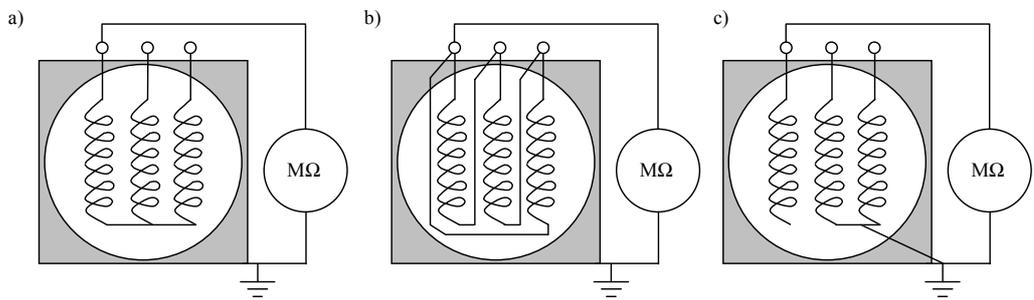


图 7-7 测量绝缘电阻时定子绕组的连接

- a) 采用星形连接的绕组的绝缘电阻测量；
- b) 采用三角形连接的绕组的绝缘电阻测量；
- c) 绕组的单个相位的绝缘电阻测量。“MΩ”表示绝缘电阻计。

测量绝缘电阻后，必须立即将绕组相位接地，以放掉其上的电荷。

*** 下章内容适用于转子类型：滑环

7.6.4.5 转子绕组绝缘电阻测量

转子绕组的绝缘电阻是通过使用绝缘电阻计测量的。转子绕组的测试电压应该为 1000 V 直流电压。必要的注意事项和措施为：

- 确定所有电源电缆已从主电源上断开；
- 确定将滑环单元连接电缆从其电源上断开；
- 确定将设备的框架和转子绕组接地；
- 将轴接地；
- 将未测试的转子绕组相位接地。转子绕组内部可以采用三角形或星形连接。如果采用此两种连接方式之一，则不可能单独测量各个相位；
- 检查碳刷连接是否处于良好状态；
- 检查测量设备；
- 测量定子绕组温度，并将其视作转子绕组温度的参考值。

将绝缘电阻计连接于整个转子绕组和设备的轴之间，参见图 7-8 转子绕组的绝缘电阻测量。在测量转子绕组之后，必须立即将转子绕组相位接地，以将绕组上的电荷放掉。

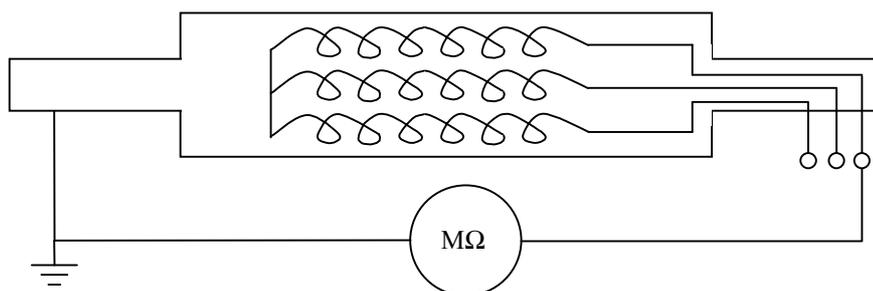


图 7-8 转子绕组的绝缘电阻测量

在上图中，转子采用星形连接。

7.6.5 辅助设备的绝缘电阻测量

为了确保机器防护装置和其他辅助装置正确运行，应通过绝缘体电阻测试确定其状况。章 7.6 定子绕组和转子绕组的维护中详细介绍具体的程序。空间加热器的测试电压应为 500 VDC，其他辅助装置则为 100 VDC。建议不要使用通过 Pt-100 探测器或近贴探头获得的绝缘体测量结果。

7.6.6 极化率

对极化率测试而言，绝缘电阻的测量在加电压 15 秒和 1 分钟后（或者 1 分钟和 10 分钟后）进行。极化率测试对温度的依赖性小于对绝缘电阻的依赖性。当绕组温度低于 50 °C (122 °F) 时，可以认为极化率测试不受温度影响。高温会给极化率带来无法预测的影响，因此，极化率测试不应该在 50 °C (122 °F) 以上温度条件下进行。

绕组上积聚的灰尘和潮气通常会减小绝缘电阻、极化率、以及它们对温度的依赖性。因此，图 7-6 绝缘电阻和温度之间的相关性中的曲线变得更平坦。具有敞开爬电距离的绕组对灰尘和湿度的影响非常敏感。

确定可保证设备安全起动的最小可接受值时要遵循多条规则。对于极化率 (PI) 而言，其值域通常为 1 - 4。接近 1 的值表明绕组上湿度大、灰尘多。

F 类定子绕组的最小 PI 值大于 2。

注意：如果绕组的绝缘电阻值域为数千 MΩ，则极化率不是判定绝缘条件的有意义标准，可以不考虑极化率因素。

$$PI = \frac{R_{1\min}}{R_{15s}} \text{ or } \left(\frac{R_{10\min}}{R_{1\min}} \right)$$

7.6.7 其它维护操作

通常，ABB 制造的绕组无发生故障之忧，除需要定期监控外，它们仅需要偶尔清洁和干燥（如以上所述）。如果发生特殊情况，需要进行其它维护，最好求助于专业人士。ABB 售后服务组织非常乐于帮助解决维护电气设备绕组的相关问题。如需联系信息，请参阅章 9.1.3 电机与发电机服务的联系信息。

***** 下章内容适用于转子类型：滑环**

7.7 滑环和电刷齿轮的维护

仅当带有滑环的设备其滑环和电刷齿轮能得到定期检查和维护时，此类设备才能得以正常运行。

7.7.1 滑环的维护

滑环的滑动表面应该保持平滑和洁净。应该检查电刷齿轮并清洁绝缘体的表面。电刷的磨损会产生碳尘，并很容易在绝缘体的表面形成导电桥。滑环之间可能会出现放电，并有可能出现闪弧，从而引起设备的操作中中断。滑环的接触表面和电刷会形成棕纹或外皮。棕纹可被视为一种有色表面，这是正常现象，在大多数情况下对电刷的操作有益，因此，棕纹不被视作操作中出现的故障，不应该将其清除。

7.7.1.1 停顿间期

如果设备要停顿较长的时间，则应该将电刷抬起。在运输、存储、安装或较长的中断过程中，滑环的滑动表面可能会失去光泽或被灰尘覆盖等。

7.7.1.2 磨损

负极滑环可能会磨损更快，并可能会出现扁平化和烧焦现象。整个环直径的非对称性应该低于 1.0 mm，但对于短距离而言，允许的最大非对称性为 0.2 mm。如果滑环磨坏或严重烧焦，则应该装配新滑环。

用指针式仪表测量滑环的偏心度。将测量点选定在滑环上或在电刷的外表面上。记录在轴一次转动过程中出现的最大值和最小值。最大值与最小值的差值不应该大于 1.0 mm，且在近距离范围内，此差值不应该大于 0.2 mm。两个滑环的外径的差值最好不要大于 2 mm。

7.7.2 电刷齿轮的维护

应该检查电刷齿轮并清洁绝缘体的表面。

电刷的磨损会产生碳尘，并很容易在绝缘体的表面形成导电桥。除去碳尘的最好方法是对电刷齿轮进行真空清洁。

7.7.2.1 电刷压力

电刷压力应该在整個接触表面上均匀地分配，即，电刷应该贴合滑环的曲率。电刷压力是电刷操作过程中最重要的单因素之一。电刷压力范围应该在 $18-20 \text{ mN/mm}^2$ ($180-200 \text{ g/cm}^2$)。使用弹簧称来测量电刷压力。将弹簧称连接到压在电刷上的控制杆末端，沿径向拉动弹簧称直到刚好从电刷上解除压力。在电刷和压杆之间放一张小纸片，以确定解除压力的时刻，参见图 7-9 用弹簧称检查电刷压力。

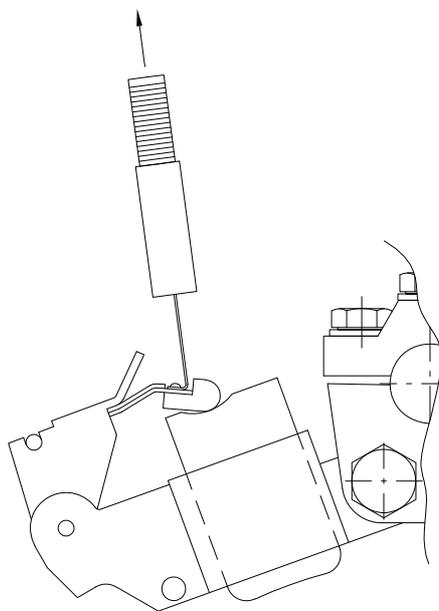


图 7-9 用弹簧称检查电刷压力

*** 以下章节适用于冷却类型：气对气冷却和气对水冷却

7.8 冷却单元的维护

通常，冷却单元几乎不需要维护，但为了确保无故障操作，建议对冷却单元的状况进行定期检查。

应经常检查热交换器与空气消音器中降噪材料的状况。如果发现材料剥落或已经破碎，则需要更换材料，同时必须清理热交换器以免任何松散颗粒堵塞风道。

***** 以下章节适用于冷却类型：户外冷却系统**

7.8.1 配备户外冷却系统的设备维护指令

冷却空气的循环通常由风扇和 / 或电动机驱动。风扇可安装于轴上，或者使用单独的电动机来驱动。风扇可安装于轴上，或者使用单独的电动机来驱动。另外，也可能连接到外部气压装置上。随设备设计不同，循环系统可能采用轴对称结构或非轴对称结构。

随着规格的不同，标准气候防护型设备外盖可能配备过滤器，也可能不配备过滤器。如果特别订购，上盖可以配备压差开关，用于监控过滤器的状态。

如果绕组或者冷却空气温度探测器显示温度异常，必须对冷却系统进行检查。相关的两项维护任务是检查空气过滤器的状况并确保设备内部空气循环良好。在大修期间或出现问题时，应该对设备内部进行清洁和检查。

冷却系统性能不佳的另外一些可能的原因是环境温度升高或进气温度高。此外，润滑或轴承故障也会导致轴承温度升高。

如果测温系统出现问题，也可能显示实际并不存在的高温。请参阅章 8.3.2Pt-100 电阻式测温器。

7.8.1.1 过滤器的清洁

过滤器应该得到定期清洁。清洁间期取决于周围环境中空气的清洁度。当绕组中的温度探测器显示不正常的温度或接近报警级时，则必须对过滤器进行清洁。

如果使用了过滤器压差监控系统，则在出现压力报警后，应该立即更换过滤器。报警级指的是空气过滤器表面 50% 被阻塞。另外，操作人员也应该经常手工检查过滤器。

拆卸空气过滤器以进行清洁。如果环境空气相当干净，则可以在操作过程中更换过滤器。应该使用真空吸尘法从上流侧对空气过滤器进行定期清洁，然后从排气侧进行清洁。建议定期用洁净水对空气过滤器进行彻底的清洗，以便除去真空吸尘未能清除的灰尘。如果过滤器上沾染过多油脂，则应该使用清洁剂溶液进行清洗。在将过滤器重新投入使用之前，要彻底清洗掉清洁剂溶液。请务必将空气过滤器安装在正确的方向上，即让空气过滤器框架上的箭头指向气流方向。有些过滤器可以按任一方向安装。另请参阅空气过滤器制造商的信息。

***** 以下章节适用于冷却类型：气水冷却**

7.8.2 气对水热交换器的维护指令

如果温度探测器显示正常的操作温度，且泄漏探测器显示没有泄漏发生，则一般不需要对冷却系统进行额外的监控。

***** 以下章节适用于冷却类型：全热式**

7.8.3 气对气热交换器的维护指令

冷却单元安装于设备上。热交换器的气管通常是由铝制成的。

7.8.3.1 空气循环

冷却空气的循环通常由风扇和 / 或电动机驱动。风扇可安装于轴上，或者使用单独的电动机来驱动。另外，也可能连接到外部气压装置上。

外部气流通常是由风扇产生的，风扇安装在轴上或由单独的电动机来驱动。风扇可安装于轴上，或者使用单独的电动机来驱动。

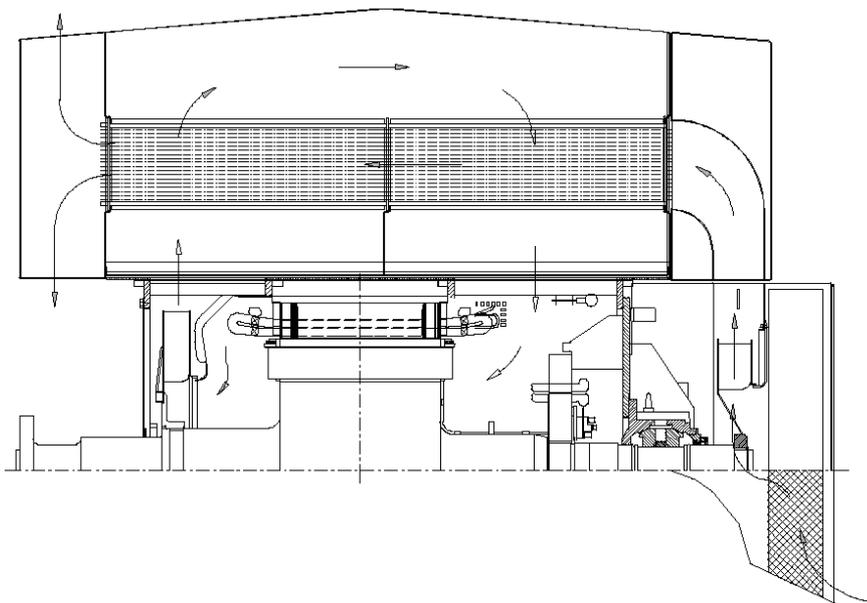


图 7-10 冷却气流（典型非对称结构）

设备可以配备温度探测器以监控内部冷却气流。如果温度探测器显示正常的温度，则一般不需要对冷却系统进行额外的监控检查维护。

如果温度探测器显示绕组温度或冷却气温度不正常或者接近报警级，则必须对冷却系统进行检查。如果必须对冷却装置进行清洁，请参阅以下指令。

7.8.3.2 清洁

冷却表面和气管壁上最终会出现污垢。污垢会减小冷却能力。因此，应该根据实际情况和冷却气的性质，定期对热交换器进行清洁。在最初期的操作过程中，应该经常检查热交换器。

用压缩空气对热交换器吹风或用合适的刷子进行清洁。不要用钢刷清洁铝质气管，因为这可能会损坏气管，可以使用柔软的圆铜线刷。

7.8.4 外部鼓风机电动机的维护

外部鼓风机电动机是无需维护的组件，例如，外部鼓风机电动机的轴承是终生润滑型。建议储备备用外部鼓风机电动机。对鼓风机电动机的维护应按电动机手册来进行。

7.9 维修、拆卸与装配

所有与维修、拆卸和装配有关的行为必须由经过培训的服务人员进行。有关详细信息，请联系售后服务，请参阅章 9.1.3 电机与发电机服务的联系信息。

***** 以下注释适用于保护类型：所有在危险区域使用的设备。**

注意：在危险区域的机器必须由 ABB 授权的有资质的维修店进行维修。

***** 下面的注意事项适用于转子类型：永磁铁**

注意：在拆解永磁同步电机时，务必联系 ABB 电机与发电机服务以获得更多指导。

第 8 章 故障排除

8.1 故障排除

本章旨在于 ABB 交付的转动电机出现故障时提供帮助。以下故障排除图表可以帮助查找和修复机械、电气和温度问题以及与润滑系统有关的问题。其中的检查和纠正操作均务必由合格人员重型。如有任何疑问，应联系 ABB 电机与发电机服务了解更多信息或寻求故障排除和维护的技术协助。

8.1.1 机械性能

故障排除

机械性能

出现的故障				
动 端	轴 承	可能的原因		纠正措施
		•	•	润滑系统故障
•	•	轴承故障	轴承零件受损	检查轴承状况、更换轴承零件
•	•		轴承组件故障	打开并调整轴承
•	•	冷却风扇故障	冷却风扇失衡或受损	检修冷却风扇
	•	冷却系统故障		检修冷却系统
	•	励磁系统故障		检修励磁系统
•	•	设备失位		检查设备定位
•	•	转子或轴失衡		重新平衡转子
•	•	转子零件松动		检查转子楔、柱等；维修和平衡转子
•	•	从动设备传来振动		检查从动设备的平衡和联轴器的类型
•	•	从动设备传来轴向负荷		检查定位以及联轴器的功能和类型
•	•	联轴器故障或装配不正确		检查联轴器的功能
•		基础强度不足		按照 ABB 的指令加固基础
	•	主设备或励磁设备绕组故障		检查主设备和励磁设备的绕组
•	•	网络严重不平衡		检查网络的平衡是否满足要求
•	•	轴承失位		检查轴承座的定位
	•	设备中有异物、潮气或污物		对设备内部进行检查和清洁，对绕组进行干燥
•	•	气隙不一致		测量并调整气隙

8.1.2 润滑系统和轴承

*** 下章内容适用轴承类型：滚动轴承

8.1.2.1 润滑系统和滚动轴承

故障排除

润滑系统和抗摩轴承

油脂润滑

出现的故障					
轴承温度异常	噪声异常	轴承密封异常	可能的原因		纠正措施
●		●	润滑不足	润滑脂剂量不足	检查轴承状况，添加润滑脂
●	●	●	润滑脂质量或粘度不合适		查看 ABB 关于润滑脂的建议，更换润滑脂
●			轴向力过大	联轴或固定部位出现故障	检查联轴、固定和定位状况
●		●	润滑脂质量下降	重新加脂间期不正确	查看 ABB 建议，重新加脂
●		●		操作条件不正确	查看 ABB 关于操作和润滑脂的建议
●	●		过度润滑		清洁轴承、添加正确剂量的润滑脂
●		●	轴承零件受损	润滑脂中有杂质	更换润滑脂，检查轴承状况
●		●		存在轴承电流	检查轴承和绝缘状况
●		●		轴承组件故障	更换轴承
●		●		正常磨损	更换磨坏的轴承零件
●			仪表故障	温度探测器故障	检查轴承温度测量系统
	●	●	轴承密封故障		检查轴承密封和润滑脂质量
●			轴承装配不当		更换轴承，确保装配正确
●		●	负荷不平衡导致外环转动		重新平衡设备、维修轴承内径、更换轴承
		●	滚柱元件变形导致轴承噪音		更换轴承
		●	轴承内有异物		检查轴承组件、检查密封状况、更换轴承

*** 下章内容适用轴承类型：套筒轴承

8.1.2.2 润滑系统和套筒轴承

*** 下表适用于轴承类型：自润滑套筒轴承

故障排除

润滑系统与套筒轴承 自润滑

出现的故障					可能的原因	纠正措施	
轴承温度高	润滑油泄漏	设备内部有润滑油	轴承噪音或振动	润滑油外观质量差			
●			●	●	润滑不足	油位低	检查轴承是否漏油，添加润滑油
●	●	●		●	润滑油质量不合适		检查 ABB 关于润滑油的建议
●			●		润滑油质量下降	换油间期不正确	清洁轴承、更换润滑油
●	●		●	●	轴向力过大	联轴或固定部位出现故障	检查联轴、固定和定位状况
●	●		●		设备失位		重新校准设备
●			●		轴承装配不当		确定正确地装配和调整轴承
●	●	●			润滑油过量		清洁轴承、添加正确剂量的润滑油
●			●	●	轴承壳套受损	润滑油内有杂质	更换润滑油、检查轴承状况、更换轴承壳套
●			●			存在轴承电流	恢复轴承绝缘功能、更换轴承壳套
●			●			轴承组件故障	更换轴承零件
●			●			正常磨损	更换轴承壳套
●			●			操作速度过低	检查轴承的操作速度范围
●					仪表故障	温度探测器故障	检查轴承温度测量系统
	●				轴承密封受损或磨坏		更换轴承零件
	●				过度真空	附近有旋转设备	检查压力级别、重新定位旋转设备
	●	●			内部过压	压力补偿失败	消除导致内部过压的因素
		●			设备密封受损		更换或维修设备密封
●					油环（碟）工作不良		打开轴承并调整操作
			●	●	轴承内有物		清洁轴承、检查密封状况

*** 下表适用于轴承类型：**溢流式润滑套筒轴承**

故障排除

润滑系统与套筒轴承 溢流式润滑

出现的故障					可能的原因	纠正措施
轴承损坏	轴承过热	设备内部有润滑油	轴承噪声或振动	润滑油外观质量差		
•			•	•	润滑不足	油流不正确 检查油泵、泄油阀和润滑油过滤器
•						润滑油粘度过高 检查润滑油温度和类型
•	•	•		•	润滑油质量不合适	查看 ABB 有关润滑油的建议
•					润滑油入口温度过高	检查润滑系统、调节油温
•			•		润滑油质量下降	换油周期不正确 清洁轴承、更换润滑油
•	•		•	•	轴向压力过大	联轴或固定部位出现故障 检查联轴、固定和定位状况
•	•		•		设备失位	重新定位设备
•			•		轴承装配不当	确定正确装配和调整轴承
•			•	•	轴承壳套受损	润滑油内有杂质 更换润滑油、检查轴承状况、更换轴承壳套
•			•	存在轴承电流 恢复轴承绝缘功能、更换轴承壳套		
•			•	轴承组件故障 更换轴承零件		
•			•	正常磨损 更换轴承壳套		
•			•		操作速度过低	检查轴承的操作速度范围
•					仪表故障	温度探测器故障 检查轴承温度测量系统
	•				轴承密封受损或磨坏	更换轴承密封
	•				润滑油流量过	调节器设置不正确 检查并校正润滑油流量
	•				回流出现问	润滑油管路故障 检查回油管路的斜度
	•				过度真空	附近有旋转设备 检查压力等级、重新定位设备
	•	•			内部过压	压力补偿失败 消除导致内部过压的因素
		•			设备密封受损	更换或维修设备密封
	•				润滑油路装配或维护不当	检查管路连接和润滑油过滤器渗透性
			•	•	轴承内有异物	清洁轴承、检查密封状况

注意：有关套筒轴承漏油方面的信息，请参阅章 8.2 套筒轴承漏油。

8.1.3 热性能

*** 下章内容适用于冷却类型：户外冷却或管道式风冷

8.1.3.1 热性能（户外冷却系统）

故障排除

热性能 露天冷却系统

出现的故障				
绕组温度高	冷却气温度高	可能的原因		纠正措施
●	●	进气温度高	环境温度过高	增强通风能力以降低环境温度
●	●		排气回流	确保设备周围有足够的自由空间
●	●		附近存在热源	将热源移动远处、检查通风
●	●	气流不正确	设备内部不洁净	检查设备零件和气隙
●	●		冷却系统布局不当	检查冷却系统状况、校正装配
●	●		进气受阻	清除进气管路中的杂物
●	●		空气过滤器被阻塞	清洁或更换空气过滤器
●	●		风道堵塞	清理风道，消除堵塞原因
●	●	冷却风扇受损		更换风扇
●	●	冷却风扇旋转方向不正确		更换风扇或变更外部风扇的旋转方向
●		过载	控制系统设置	检查设备控制值、消除过载
●	●	过速		检查实际速度、查看 ABB 的速度建议
●		网络不平衡		检查网络平衡是否满足要求
●	●	仪表或测量系统故障		检查测量设备、探测器和布线
●		主设备或励磁设备绕组故障		检查主设备和励磁设备的绕组

注意：有关轴承温度过高方面的信息，请参阅表 8.1.2 润滑系统和轴承。

8.1.3.2 热性能（气水冷却系统）

故障排除

热性能
气对气冷却系统

出现的故障		可能的原因	纠正措施	
绕组温度高	冷却气温度高			
●	●	主冷却电路性能低	冷却风扇受损	更换风扇
●	●		风扇旋转方向不正确	更换风扇
●	●		设备内部不洁净	清洁设备零件和气隙
●	●		风道堵塞	清理风道，消除堵塞原因
●	●	次级冷却电路性能低	外部风扇受损	更换风扇
●	●		风扇旋转方向不正确	更换轴上固定的风扇或纠正外部鼓风机电动机操作
●	●		冷却器泄漏	维修冷却器
●	●		风道堵塞	清理风道，消除堵塞原因
●	●	进气温度高	环境温度过高	增强通风能力以降低环境温度
●	●		排气回流	确保设备周围有充足的自由空间
●	●		附近有热源	将热源移到远处、检查通风系统
●		过载	控制系统设置	控制设备的控制、消除过载
●	●	过速		检查实际速度并查看 ABB 有关速度建议
●		网络不平衡		检查网络平衡是否满足要求
●	●	仪表或测量系统故障		检查测量设备、探测器和布线
●		起动频次太高		重新起动设备前，先让其冷却
●		主设备或励磁设备绕组故障		检查主设备和励磁设备绕组

注意：有关轴承温度过高方面的信息，请参阅表 8.1.2 润滑系统和轴承。

*** 下章内容适用于冷却类型：散热筋冷却

8.1.3.3 热性能，散热筋冷却

故障排除

热性能 气对水冷却系统

出现的故障			可能的原因	纠正措施	
绕组温度高	冷却气温度高	水泄漏警报			
●	●		主冷却电路性能低	冷却风扇受损	更换风扇
●	●			风扇旋转方向不正确	更换轴上固定的风扇或纠正外部鼓风机电动机操作
●	●			设备内部不洁净	清洁设备零件和气隙
●	●		次级冷却电路性能低	冷却剂管路阻塞	打开冷却器、清洁管路
●	●			冷却剂泵故障	检修泵
●	●			流量调节器设置不当	检查并调整冷却剂的流量
●	●	●		冷却器接头泄漏	更换冷却器接头
●	●			冷却器中有空气	通过溢流螺丝排放冷却器的空气
●	●			紧急冷却口盖打开	关紧紧急冷却口盖
●	●		冷却水入口温度过高		调整冷却水的温度
●			过载	控制系统设置	检查设备控制、消除过载
●			网络不平衡		检查网络平衡是否满足要求
●	●	●	仪表或测量系统故障		检查测量设备、探测器和布线
●			起动频次太高		重新起动设备前，先让其冷却
●			主设备或励磁设备绕组故障		检查主设备和励磁设备绕组

注意：有关轴承温度过高方面的信息，请参阅章 8.1.2 润滑系统和轴承。

*** 下章内容适用于冷却类型：散热筋冷却

8.1.3.4 热性能，散热筋冷却

故障排除

热性能
散热筋冷却

出现的故障	可能的原因		纠正措施
绕组温度高	过载	控制系统设置	检查设备控制值、消除过载
•	过速		检查实际速度、查看ABB的速度建议
•	网络不平衡		检查网络平衡是否满足要求
•	仪表或测量系统故障		检查测量设备、探测器和布线
•	起动频次太高		重新起动设备前，先让其冷却
•	绕组故障		检查绕组
•	设备外部不洁净		清洁设备外部
•	气流减少		清除障碍，确保空气流动充分， 请参阅设备尺寸图

注意：有关轴承温度过高方面的信息，请参阅章 8.1.2 润滑系统和轴承。

*** 以下各章适用于轴承类型：套筒轴承

8.2 套筒轴承漏油

套筒轴承的结构很难彻底避免漏油，所以少量漏油应该是允许的。

然而，由于轴承设计之外的其它原因，如油粘度不合适、轴承内部出现过压、轴承外部出现低压或轴承振动程度较大，轴承也可能出现漏油。

如果发现严重漏油，请进行以下检查：

- 检查所用润滑油是否符合规格
- 重新紧固两半轴承箱以及迷宫式密封盖。如果设备已经停用很长一段时间，这一工作就尤其重要
- 在满负荷情况下测量漏油轴承在三个方向上的振动程度。如果振动程度较大，则轴承箱可能“松动”到刚好使润滑油能够冲走两半轴承箱之间的密封剂
- 打开轴承，清洁表面并在两半轴承箱之间涂上新的密封剂
- 检验是否有什么因素会在轴承附近造成低压。例如，可能设计有轴或联轴器罩，因此会在轴承附近造成低压
- 检验轴承内部是否有过压。过压可以通过油润滑单元的出油管路施加给轴承。将通气装置或排气管与轴承箱接在一起，以便从轴承中释放过大压力
- 如果采用溢流式轴承润滑系统，请检查出油管的坡度是否足够大。

如果检查并确认了所有上述以及下列项目，仍然发现有过多的漏油，请填写 **RENK** 套筒轴承的漏油表格，并发送到当地的电机与发电机服务部门。

8.2.1 润滑油

为使轴承达到预期性能，润滑油必须满足一定标准，如粘度和清洁度标准，请参阅章 7.5.2.2 润滑的控制和章 7.5.2.3 为润滑油所建议的控制值。

粘度

根据设计，轴承工作需要使用具有一定粘度的润滑油，这一点在随电气设备一起提供的说明文件中已经提到。

如果粘度不合适，则将导致润滑失效，并且可能会毁坏轴承及轴。

8.2.2 套筒轴承

旋转电气设备中使用的套筒轴承通常是应用广泛的“标准轴承”。因此，轴承设计本身通常不是轴承漏油的原因，应该在其它方面寻找漏油原因。

然而，轴承是由数个零件装配成的，由于装配不好或缺少密封剂的缘故，零件结合处可能会漏油。

轴承箱

轴承箱由连结在一起的上下两半组成。另外，轴的轴承箱入口处装有迷宫式密封件。此结构并非完全密封，因此必须允许少量漏油。

自润滑轴承所允许的泄漏量应该使轴承在两次换油期间不需要注满油。

润滑油可能会通过以下两种途径从轴承中泄漏：

- 通过迷宫式密封件
- 通过轴承箱的接缝处。

密封剂

为防止油通过任何接缝处从轴承中泄漏，请在接缝处涂上密封剂。ABB 建议使用 Hylomar Blue heavy 密封剂。也可以使用 Curil T 或其它类似密封剂。

8.2.3 轴承检验

如果怀疑漏油是由轴承箱本身引起的，可以采取以下措施：

1. 重新紧固轴承箱

在设备试运转期间或在设备闲置很长一段时间时，这一点尤其重要，因为零件可能会下沉。

如果两半轴承箱相互没有紧密配合，油可能会通过冲掉接缝处的密封剂。而这会导致漏油。

2. 打开轴承箱

可以打开轴承箱，在接缝处涂上新的密封剂。在此过程中必须小心，不要让灰尘或异物进入轴承内。必须首先彻底清除接缝处的油污，然后再涂上薄薄的一层密封剂。

***** 下章内容适用轴承类型：溢流式润滑套筒轴承**

8.2.4 油箱和管路

只有溢流式润滑轴承才使用单独的油箱和管路。

油箱

油箱既可以是单独的容器，在某些情况下，也可以是柴油机的曲轴箱。无论是哪种情况，油箱均必须处于轴承的下方，这样油才能从轴承流到油箱中。

油箱的设计构造应该不允许有压力施加给油箱至轴承的回油管路。

油管

回油管路的作用是使润滑油以尽可能小的摩擦返回油箱。要做这一点，通常应该选择直径足够大的管路，这样可使回油管中油的截面流速不超过 0.15 m/s (6 英寸 / 秒)。

从轴承自上而下安装出油管，倾斜角至少为 15°，此角度对应的坡度为 250 - 300 mm/m (3 - 3½ 英寸 / 英尺)。

在组装管路时，必须确保管路上所有点处的坡度均为上述坡度。

***** 下章内容适用轴承类型：溢流式润滑套筒轴承**

8.2.5 油箱和管路检查

如果怀疑漏油是由油箱或油管的结构引起的，请采取以下措施：

油箱内的压力

您必须检验油箱内部的气压。此压力不得大于轴承外部的压力。如果是这样，必须给油箱安装通气装置。

油管

要检验油管的直径是否足够大、是否被阻塞以及整个回油管路的坡度是否向下并且足够大。

8.2.6 使用

除与安装有关之外，轴承漏油的原因有时与“使用”有关。

***** 下段内容适用于轴承类型：溢流式润滑套筒轴承**

油压

每个轴承的入口油压均根据所需的油流速计算，因此在试运转期间应该相应地调整油压。

必须对照设备附带的说明文件检验具体每个设备的油压值。

***** 下段内容适用于轴承类型：自润滑套筒轴承**

油位

自润滑套筒轴承的油位需要定期检查，请参阅章 7.5.1.1 油位。

油温

为使轴承保持合适的工作温度，确保具有润滑效果良好以及合适的润滑油粘度，润滑油必须保持合适的温度，请参阅章 7.5.2.1 润滑油温度。

振动

所有设备均会受到震动，在设计时均考虑设备承受震动的能力。剧烈震动可能会导致轴承中各个零件起不到预期的作用。

剧烈震动会使轴与白合金之间的油膜出现各种变化，但是，这种情况极少会引起漏油，而是造成轴承损坏。

剧烈震动会引起轴承箱零件下沉，或者使轴承箱零件“松动”到足以让油进入两半轴承箱之间的接缝处。震动会使轴承箱零件发生相互移动。这会产生“抽吸”作用，将油从接缝处吸进吸出。这样最终会冲掉密封剂，使轴承漏油。

轴承内部的气压

轴承箱不是密封室，因此轴承箱内部的任何过压都会通过迷宫式密封件从轴承箱中释放出来。在释放过程中，气体将带着油雾，因此会引起轴承漏油。

轴承内部的过压通常是由其它组件引起的，而不是由轴承本身引起的。轴承内部出现过压的最常见的原因是回油管路中出现过压。

轴承外部的气压

与轴承内部的过压相似，轴承外部的低压会将气体从轴承内部“吸出”，因此气体会带有油，从而引起轴承漏油。

轴承外部的低压通常不是由轴承本身引起的，而是由轴承外部的部件引起的。

轴承箱附近的低压是由旋转零件引起的，旋转零件会移动其附近的空气，从而在轴承轴的排气口附近形成局部低压。

8.2.7 使用检验

润滑油

必须检验润滑油的质量。

*** 下段内容适用于轴承类型：溢流式润滑套筒轴承

必须检查油的入口压力并进行相应的调整。

正常油压值为 $125 \text{ kPa} \pm 25 \text{ kPa}$ ($1.25 \text{ bar} \pm 0.25 \text{ bar}$)，但是必须对照设备附带的说明文件确认具体每台设备的油压值。

*** 下段内容适用于轴承类型：自润滑套筒轴承

必须检验轴承中的油位。

必须检验油温。温度太高会使润滑油的粘度减小，使润滑油比较容易从轴承中溢出。

注意：只配有一个 Pt-100 测温器的轴承通常检测的是轴承的温度，而不是油温。油温大约比轴承温度低 $10 \text{ }^\circ\text{C}$ ($20 \text{ }^\circ\text{F}$)。

*** 下段内容适用于轴承类型：溢流润滑型套筒轴承

进油管的正常温度为 $45 \text{ }^\circ\text{C}$ ($113 \text{ }^\circ\text{F}$)，但是必须根据机器随附的文档进行验证。

振动

要记录轴承箱在以下三个方向上的振动读数：轴向、横向（水平方向）和纵向，请参阅章 7.4.3 轴承外壳振动。

轴承内部的气压

要检验轴承内部和外部的的气压。

如上所述，过压通常是由油箱过压引起的。然后，油箱过压会通过回油管路传递给轴承。

测量轴承内部压力的最佳方法是从注油口或轴承顶部的观察孔处开始测量。

如果发现轴承内部出现过压，则应该按照以下顺序采取以下措施：

- 如有可能，在油箱中安装通气装置。这种方法不适合柴油机曲轴箱
- 确保将回油管在油箱油位以下进入油箱。这对于柴油机曲轴箱来说非常重要
- 在回油管路上做一个 U 型“水闸”
- 在轴承箱顶部安装通气装置。

轴承外部的气压

要检验轴承轴排气口附近的气压。如果轴承通过法兰安装到设备上，或者如果轴安装在外壳下，或者安装在可能与轴一起形成“离心式风扇”的其它结构内，则这一点尤其重要。

带法兰盘的轴承在轴承箱和法兰之间有两个槽，这两个槽通常足够补偿轴承箱轴排气口附近的任何低压。然而，如果出于某种原因，此区域附近存在非常大的低压，则两个槽可能会不能满足要求，某些气体还是会从轴承内部被吸走。具有轴式止推轴承衬的套筒轴承尤其有可能出现这种情况，因为这些轴承中的油流速大于单纯径向轴承中的油流速。

如果发现或怀疑存在较大的低压，必须测量轴承箱轴排气口附近的气压。

为检验轴承外部的低压是否会引起漏油，还必须测量轴承外部的压力 (p_0)、轴承内部的压力 (p_2) 以及端罩和设备密封件之间的区域压力 (p_1)。在测量 (p_1) 时，必须尽可能深地插入管子，并且必须暂时关闭槽，参见图 8-1 套筒轴承内部和外部的的气压检验。

为分析情况， p_1 和 p_2 必须与 p_0 进行比较，在测量 p_0 时，设备附近不能有任何干扰和湍流。有可能出现以下情况：

- $p_0 = p_1 = p_2$ 。如果所有压力读数都相同，则漏油不是由压力差引起的。然而，请记住前面所述的关于柴油机方面的内容
- $p_2 > p_1 (= p_0)$ 。如果轴承内部的压力大于外部的压力，则只会存在轴承内部出现过压这种情况
- $p_2 (= p_0) > p_1$ 。如果轴承外部的压力小于其它地方的压力，则轴承附近存在低压
- $p_2 > p_0 > p_1$ 。如果所有压力读数都不相同，则可能会出现轴承内部存在过压，轴承外部存在低压的情况

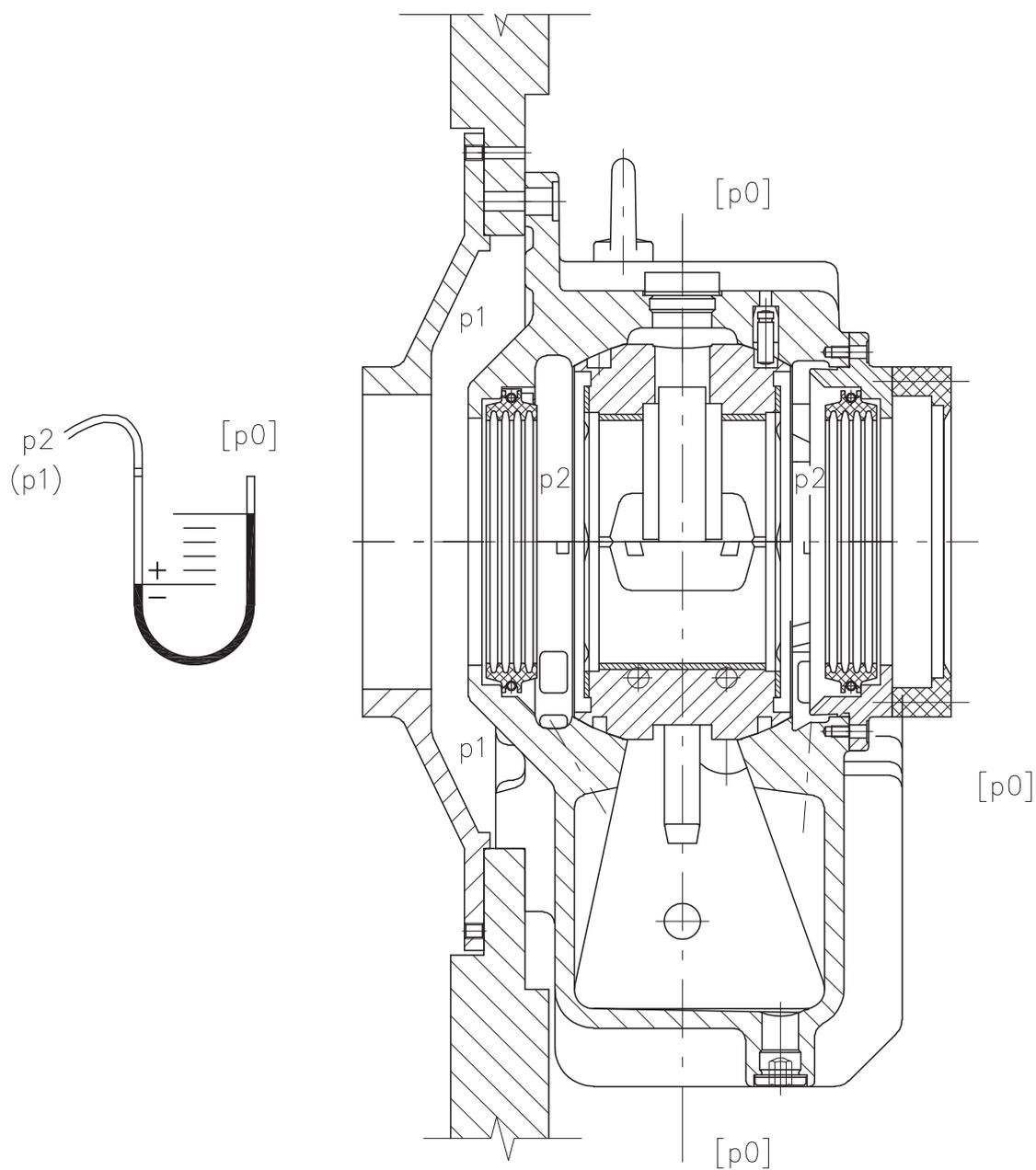


图 8-1 套筒轴承内部和外部的气压检验

如果发现设备内部存在较大的低压，例如在端罩和设备密封件之间存在较大低压，则这种情况比较复杂；通常很难卸下设备密封件然后再重新进行密封。

注意：千万不要在轴承中安装通气装置来消除低压，因为这样只能使漏油更加严重。

8.3 电气性能、控制和保护

旋转电机的电气性能大多数情况下由转子和定子绕组的状况确定。章 7.6 定子绕组和转子绕组的维护中详细介绍机器绕组维护程序。在本章中，重点介绍控制和保护系统的故障检修。

8.3.1 保护跳闸装置

在出现电气和机械方面的异常运行条件时，机器需要通过报警和跳闸进行保护。其中有些保护条件可以重置，找到故障后直接重新启动机器。

下面的示例是触发报警或跳闸后需要进一步排查的保护条件：

- 轴承温度过高，请参考第 章 7.5 轴承和润滑系统的维护
- 绕组或冷却空气温度过高，请参考第 章 7.6 定子绕组和转子绕组的维护 以及第 章 8.5 热性能和冷却系统
- 过电流、电流和电压不平衡、过电压
- 振动防护，请参考第 章 7.4.2 振动和噪音。

8.3.2 Pt-100 电阻式测温器

Pt-100 电阻式测温器是设备运转情况监控和保护系统中必需的零件。它们用于测量绕组、轴承和冷却空气中的温度。Pt-100 测温器使用细铂丝进行温度测量，操作不当或震动过剧都会使之损坏。

以下征兆表明 Pt-100 测温器有问题：

- 测温器的电阻无限大或为零
- 启动时或启动之后测量信号消失
- 单个测温器的电阻差值较大。

如果怀疑 Pt-100 测温器有故障，则应该始终测量测温器的电阻，并使测温器与电缆断开连接，从而在接线盒中确认已得数据。您应该记录已得数据。为正确测量电流，请参考相应的 Pt-100 测温器。关于不同温度下的电阻值，参见表 8-1 Pt-100 元件的温度值。

表 8-1. Pt-100 元件的温度值

PT100 RES Ω	TEMP $^{\circ}\text{C}$	TEMP $^{\circ}\text{F}$	PT100 RES Ω	TEMP $^{\circ}\text{C}$	TEMP $^{\circ}\text{F}$	PT100 RES Ω	TEMP $^{\circ}\text{C}$	TEMP $^{\circ}\text{F}$
100.00	0	32.00	127.07	70	158.00	153.58	140	284.00
100.78	2	35.60	127.84	72	161.60	154.32	142	287.60
101.56	4	39.20	128.60	74	165.20	155.07	144	291.20
102.34	6	42.80	129.37	76	168.80	155.82	146	294.80
103.12	8	46.40	130.13	78	172.40	156.57	148	298.40
103.90	10	50.00	130.89	80	176.00	157.31	150	302.00
104.68	12	53.60	131.66	82	179.60	158.06	152	305.60
105.46	14	57.20	132.42	84	183.20	158.81	154	309.20
106.24	16	60.80	133.18	86	186.80	159.55	156	312.80
107.02	18	64.40	133.94	88	190.40	160.30	158	316.40
107.79	20	68.00	134.70	90	194.00	161.04	160	320.00
108.57	22	71.60	135.46	92	197.60	161.79	162	323.60
109.35	24	75.20	136.22	94	201.20	162.53	164	327.20
110.12	26	78.80	136.98	96	204.80	163.27	166	330.80
110.90	28	82.40	137.74	98	208.40	164.02	168	334.40
111.67	30	86.00	138.50	100	212.00	164.76	170	338.00
112.45	32	89.60	139.26	102	215.60	165.50	172	341.60
113.22	34	93.20	140.02	104	219.20	166.24	174	345.20
113.99	36	96.80	140.77	106	222.80	166.98	176	348.80
114.77	38	100.40	141.53	108	226.40	167.72	178	352.40
115.54	40	104.00	142.29	110	230.00	168.46	180	356.00
116.31	42	107.60	143.04	112	233.60	169.20	182	359.60
117.08	44	111.20	143.80	114	237.20	169.94	184	363.20
117.85	46	114.80	144.55	116	240.80	170.58	186	366.80
118.62	48	118.40	145.31	118	244.40	171.42	188	370.40
119.40	50	122.00	146.06	120	248.00	172.16	190	374.00
120.16	52	125.60	146.81	122	251.60	172.90	192	377.60
120.93	54	129.20	147.57	124	255.20	173.63	194	381.20
121.70	56	132.80	148.32	126	258.80	174.37	196	384.80
122.47	58	136.40	149.07	128	262.40	175.10	198	388.40
123.24	60	140.00	149.83	130	266.00	175.84	200	392.00
124.01	62	143.60	150.57	132	269.60	176.57	202	395.60
124.77	64	147.20	151.33	134	273.20	177.31	204	399.20
125.54	66	150.80	152.04	136	276.80	178.04	206	402.80
126.31	68	154.40	152.83	138	280.40	178.78	208	406.40

定子 Pt-100 测温器损坏后有两种可能的补救措施。如果定子铁芯中留有备用的正常测温器，则可以加以使用。如果在使用工厂装配的所有测温器，则可以在绕组端换装新的测温器。

*** 下章内容适用于转子类型：滑环

8.4 滑环和电刷

8.4.1 电刷磨损

如果电刷磨损很快或不均衡，则应该查看以下几点：

- 电刷压力是否在指定的范围内？请参阅章 7.7.2.1 电刷压力。
- 是否安全连接了所有电刷转接电缆？
- 滑环滑动面是否损坏？
- 碳刷是否可能吸收了润滑油或湿气？
- 电刷质量是否达到设备规定的电刷质量？

如有可能，请始终：

- 保持电刷状况良好，并且可以在电刷架中自由移动
- 检查电刷转接电缆是否整洁，并且是否已安全连接
- 用真空吸尘器除去碳尘。

8.4.2 电刷发出火花

通过滑环罩中的窗口可以观察到任何可能存在的电刷火花。发火花通常表示不满足运行条件。必须立即采取措施防止发出火花。在恢复运行时，发出火花的原因应该得以澄清并且不应该混淆。发出火花可能是由于以下原因：

- 不满足负载条件
- 电刷卡在电刷架中
- 电刷在电刷架中太松
- 电刷端部连接松动
- 电刷安装不理想
- 电刷压力不合适或不均衡
- 滑环滑动面损坏
- 工作条件不适合碳刷类型
- 联轴器未对齐
- 设备不平衡
- 磨损的轴承产生不均等的气隙。

8.5 热性能和冷却系统

两个基本原因可能会引起设备温度上升：

- 冷却系统的作用减小
- 设备产生的热量过多。

如果设备温度超过正常值，则应该采取措施确定在特定情况下上述两种原因哪种是主要原因。

注意：产生过多热量可能是由于绕组问题或网络失衡引起的，在这两种情况下，对冷却系统采取的校正措施是无效或有害的。

如果绕组测温器或冷却空气测温器显示异常温度，则必须检查冷却系统。两个单独的维护问题会影响冷却系统。很明显的一部分维护工作是确保热交换器连续正常工作。这一工作通过定期清洁热交换器并检查热交换器是否正常工作来完成。

另外还必须检查通过热交换器的气体或水的流速。如果冷却器配有外部鼓风机，还要检查其工作情况。

不太明显但同样重要的的一部分维护工作是确保设备内部主要冷却管路中的气体循环通畅。此任务可以通过在全面检修期间或在出现问题的情况下对设备内部进行清洁和检查来完成。

热交换器性能不良的其它原因可能包括：周围环境温度升高、入口处空气或水的温度高以及气体或水的流速低。

另外，润滑系统或轴承故障也可能导致轴承高温。如果测温系统章 8.3.2Pt-100 电阻式测温器出现问题，也可能显示实际并不存在的高温。

第 9 章 电机和发电机的生命周期服务

9.1 售后

从安装和调试、到备件和维护、到升级和替换 - ABB 电机和发电机服务都能帮您完成。以 120 年的电机和发电机制造经验，我们提供的服务可以帮助工厂运营方增加价值和优化经营成本。

凭借全球市场上最大的服务网络，以及随时待命可进行现场或在授权车间维修的认证服务工程师，我们能提供多种符合您需求的服务选项。

9.1.1 服务产品

我们能为电机和发电机提供以下服务：

- 安装与调试
- 备件
- 维护
 - 预防性维护
 - 预测性维护
 - 状况检测
- 维修
 - 现场与车间
 - 远程故障排除
 - 技术支持
- 工程与咨询
- 扩展、升级和翻新
- 置换
- 培训
- 服务协议

更多信息，请访问 www.abb.com/motors&generators 或联系当地 ABB 电机与发电机服务。

9.1.2 支持与质保

所有的电机与发电机都有厂方保修，包括部件、设计、制造工艺和制造缺陷。质保条款与期限在销售协议中规定。

质保主张的处理通常通过官方 ABB 机器销售渠道进行。质保主张必须始终以书面方式进行，良好的质保主张至少包括以下内容：

- 机器的序列号
- 机器的位置

- 尽可能详尽的问题描述
 - 有助于问题分析的照片、测量结果或报告
- 客户期望
- 客户联系方式

技术支持的联系信息与质保信息可以在下一章找到。更多信息，请访问 www.abb.com/motors&generators。

9.1.3 电机与发电机服务的联系信息

请在 www.abb.com/motors&generators 查找您的当地服务联系方式。

您可以通过以下方式联系芬兰的全球技术支持中心：

- 电话 7 am - 5 pm (GMT +2): +358 (0)10 22 11
- 24 小时支持热线: +358 (0)10 22 21999
- 销售电子邮件: machines.service@fi.abb.com
- 质保与技术支持的电子邮件: support.machines@fi.abb.com
- 传真: +358 (0)10 22 22544

注意：如有可能，请在电子邮件中包含机器的序列号（7 位，以 46##### 开头）供参考。

9.2 旋转电机备件

9.2.1 一般备件注意事项

由 ABB 制造的设备其设计和制造都可供数十年的可靠无故障运行。但这需要对设备进行适当的维护和操作。维护包括更换正常磨损的部件。

涉及磨损，总是不可避免的存在大量的不确定性。根据应用、环境和具体条件的不同，部件的磨损率也差异巨大。因此，应定期检查部件的状态，并应在库存中保有数量充足的备件。如果出现需要更换部件的情况，这些备件可以将停机时间降到最低。库存范围的判定应取决于应用的重要性、特定部件的可获得性以及厂商的推荐。

9.2.2 定期部件更换

两个运动的表面彼此接触时总会产生机械磨损。在电机中，大部分机械磨损出现在转动的轴和静止部件之间。轴承部件如套筒轴承中的辊道、轴瓦和油环即使维持正确的润滑，也总会出现磨损而需要更换。其它磨损部件包括与转动轴和电刷一直保持接触的密封以及滑环装置内的电刷、电刷装置和滑环。

以上提到的部件构成一个广泛但尚未囊括全部的机械磨损部件清单。这些部件存在一个预计的寿命期限，但正如上文所述，其实际的耐用性可能差异很大。出于这种原因，这些部件至少要保持一定的库存。也要注意，由于正常磨损而对这些部件的更换不在保修之列。

9.2.3 备件需求

由于超标的温度、电气干扰和化学反应会导致其他类型的模式。

空气过滤网保护机器内部不受污染，随着空气中杂质的过滤，滤网会饱和。为确保冷却装置的正常运转以及对敏感机器部件的连续保护，请及时更换滤网。

ABB 设备的电气绕组具有良好的抗磨性能，但这取决于是否遵照了正确的维护和操作条件。不能超过适当的运行温度，并且要定期清洁绕组上的灰尘。电气扰动可能会导致绕组的加速磨损。

定子铁芯槽内所装的定子绕组 Pt-100 温度探测器，无法进行更换。因此，ABB 的方法是在定子铁芯内添加备用的 Pt-100 探测器。这些探测器不被视作常规的备件，因为它们在调试过程中出现定子 Pt-100 元件失效时将会被用作替代品。但是如果在运行中出现主用探测器故障，这些元件也可以投入使用。如果备用元件也失效，只能在定子绕组终端添加 Pt-100 器件。

9.2.4 选择最合适的备件包

ABB 提供三个级别的现成备件包。由最了解设备运行条件的人士根据应用的关键程度、停机时间及产量损失相关的财务风险来选择最合适的包。

用于设备调试和确保可用性的操作配件包：

- 这些是最基本的备件，应保持随时可用。

推荐的故障排除以及保证可用性的备件包：

- 在中期维护时应可提供备件。这些备件也可以在附件故障时实现快速恢复。

出现严重损坏时加快维修用的主要部件：

- 如果设备处于一个关键的步骤中，则建议购买这些部件。出现严重损坏时可保证快速恢复。

9.2.5 不同装置中的典型推荐备件

以下是几种典型的常规推荐备件包。如需特定机器特定部件的报价，请联系 ABB 电机与发电机服务。

请注意，即使 ABB 专门制作了与机器搭配的配件组，配件组中仍可能会提到在所有机器上均未出现的附件。

***** 后续章节适用于下列产品系列：HXR 和 NXR**

9.2.5.1 操作配件包

备件	数量
轴承 RTD	1 件

减摩轴承机器换成：

减摩轴承	2 件
------	-----

套筒轴承机器换成：

DE 轴承外壳	1 件
NDE 轴承外壳	1 件
DE 轴承油环	1 件

备件	数量
NDE 轴承油环	1 件
轴承迷宫密封, 适用于 DE	2 件
轴承迷宫密封, 适用于 NDE	2 件

9.2.5.2 推荐配件包

备件	数量
运转备件包	1 件
空间加热器	1 件
定子 Pt-100, 修整工具包	1 件
支撑或轴套隔离层	1 件

9.2.5.3 主要备件

备件	数量
定子	1 件
转子	1 件

*** 后续章节适用于下列产品系列: **AMA、AMB 和 AMI**

9.2.5.4 操作配件包

备件	数量
空气过滤网 (适用于 IPW24/IC01 机器)	1 组
漏水探测器 (适用于 IP55/IC81W 机器)	1 件
轴承 RTD	1 件

减摩轴承机器换成:

减摩轴承	2 件
------	-----

套筒轴承机器换成:

DE 轴承外壳	1 件
NDE 轴承外壳	1 件
DE 轴承油环	1 件
NDE 轴承油环	1 件

备件	数量
轴承迷宫密封, 适用于 DE	2 件
轴承迷宫密封, 适用于 NDE	2 件

9.2.5.5 推荐配件包

备件	数量
运转备件包	1 件
空间加热器	1 件
定子 Pt-100, 修整工具包	1 件
水冷却器与垫圈	1 件
支撑或轴套隔离层	1 件

9.2.5.6 主要备件

备件	数量
转子	1 件
定子	1 件

*** 以下章节适用于产品系列: **AMK**

9.2.5.7 操作配件包

备件	数量
空气过滤器 (用于 IPW24/IC01 设备)	1 套
滑环碳尘空气过滤器	1 件
电刷	1 套
刷握	1 套
漏水探测器 (用于 IP55/IC81W 设备)	1 件
轴承 RTD	1 件

或者用于滚动轴承设备:

滚动轴承	2 件
------	-----

或者用于套筒轴承设备:

DE 用的轴瓦	1 件
---------	-----

备件	数量
NDE 用的轴瓦	1 件
DE 用的轴承油环	1 件
NDE 用的轴承油环	1 件
DE 用的轴承迷宫式密封	2 件
NDE 用的轴承迷宫式密封	2 件

9.2.5.8 推荐配件包

备件	数量
操作配件包	1 件
空间加热器	1 件
滑环装置空间加热器	1 件
滑环装置	1 件
定子 Pt-100, 翻新套件	1 件
电刷灰尘过滤器状态监控压力开关	1 件
水冷器元件	1 件
支柱绝缘子或者绝缘管	1 件

9.2.5.9 主要备件

备件	数量
转子	1 件
定子	1 件

9.2.6 订购信息

为确保备件订单的快速正确交付，请为我们的售后人员提供相关机器的序列号。序列号的位置一般在固定于机器底座上的铭牌上，或是冲压在机器底座上。此外，请提供有关所订购部件的具体详细信息。

ABB 电机与发电机服务的联系方式请参阅章 9.1.3 电机与发电机服务的联系信息。

第 10 章 回收

10.1 简介

ABB 忠于其环保政策。ABB 通过采用有关可回收性和寿命周期分析的成果，不断致力于使其产品更加环保。产品、制造工艺甚至物流的设计都考虑了环保因素。ABB 的环境管理系统通过 ISO 14001 认证，是执行环保政策的工具。

以下指导说明只能视作设备的环保处理建议。客户有责任保证遵守当地法规。本手册中可能未包括某些客户的具体项目。附加说明文件包含在项目说明文件内。

10.2 平均材料含量

本电机制造中使用的平均材料含量如下：

	铸铁机身感应电机	模块化钢质机身感应电机
钢	46 - 55%	77 - 83%
铜	7 - 12%	10 - 12%
铸铁	35 - 45%	1 - 5%
铝	0 - 2%	0 - 1%
塑料、橡胶、绝缘材料等	1 - 2%	1 - 2%
不锈钢	小于 1%	小于 1%
其它	小于 1%	小于 1%

10.3 包装材料回收

设备到达现场后，需要去除包装材料。

- 所有的木质材料可以焚烧
- 在有些国家内，海上运输使用的包装为浸渍防腐木材，必须按照当地法规进行回收。
- 设备周围的塑料材料可以回收
- 设备表面覆盖的所有防腐剂可以使用汽油基清洁剂和抹布去除。抹布的处置必须符合当地法规。

10.4 设备的分解

分解设备是一个基本过程，因为它用螺栓装配在一起。但是由于重量原因，需要培训操作人员搬运重型部件，防止出现危险情况。

10.5 不同材料的分离

10.5.1 机身、轴承外壳、盖子和风扇

这些部件由结构钢制成，可以按照当地指导回收。在熔化材料之前应拆掉所有的辅助设备、电线和轴承。

10.5.2 带电气绝缘的元件

定子和转子是主要元件，包含电气绝缘材料。但也有一些辅助元件由类似材料制成，因此也要以同样方法处理。包含端子盒、励磁器、电压和电流变压器、电缆、仪器导线、电涌放电器和电容器内使用的各种绝缘材料。其中部分元件仅用于同步设备，而有些仅用于数量非常有限的设备中。

设备的制造一旦完成后，所有这些元件都处于一种惰性阶段。某些元件，尤其是定子和转子，含有相当数量的铜，可以通过铜加热处理工艺进行分离，其中有机的电气绝缘结合材料将会气化。为了保证气体的彻底燃烧，炉子应带有合适的二次燃烧装置。有关热处理以及二次燃烧的建议如下，可将过程中的排放降至最低：

热处理

温度： 380-420 °C (716...788 °F)

持续时间： 达到 90% 的预定温度后，应将物体保持在此温度下至少五个小时。

结合材料气体的二次燃烧

温度： 850-920 °C (1562-1688 °F)

流量： 结合材料气体应保持在燃烧室内至少三秒钟的时间。

注意： 排放成分包括 O₂-、CO-、CO₂-、NO_x-、C_xH_y- 气体和颗粒物。用户有责任保证改过程符合当地法规。

注意： 热处理工艺和热处理设备的维护需要特别小心，以免出现任何火灾或爆炸危险。由于各种用途的安装设备千差万别，ABB 不可能就热处理工艺、热处理设备的维护，给出详细的说明指导，这些方面应由客户注意。

10.5.3 永久磁铁

如果永磁同步电机整体熔化，则不需要对永久磁铁进行处理。

如果设备分解是为了进行更为彻底的回收利用，并在分解后对转子进行运输，则建议将永久磁铁去磁。将转子在炉中加热使永久磁铁达到 +300 °C (572 °F) 的温度，即可去磁。

警告： 敞开或者分解后的永磁同步电机或者电机中分离出的转子会产生的杂散磁场，可能会干扰或损坏其它电气或电子设备和元件，如心脏起搏器、信用卡等物品。

10.5.4 有害废料

润滑系统中的油是一种有害废料，应按照当地要求进行处理。

10.5.5 填埋废料

所有绝缘材料可以作为填埋废料处理。

调试报告

标牌信息:	
	序号
制造商:	ABB Oy
地址: 电话: 传真:	P.O. Box 186 FIN-00381 HELSINKI FINLAND (芬兰) +358 (0) 10 22 11 +358 (0) 10 22 22544
客户:	
客户地址:	
联系人:	
电话:	
移动电话:	
传真:	
电子邮件:	

1 运输

概要:

设备到达日期:	
检验日期和位置:	
接收人签名:	
开箱验收:	<input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 是, 检验人:

损毁:

装箱单:	<input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 是, 遗失项目:
设备:	<input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 是, 种类:
包装:	<input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 是, 种类:
附件:	<input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 是, 种类:
备件 + 工具:	<input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 是, 种类:

对损毁的处理:

拍照:	<input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 是, 日期:
报告给运输公司:	<input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 是, 接收人: 日期:
报告给供应商:	<input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 是, 接收人: 日期:
报告给保险公司:	<input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 是, 接收人: 日期:

运输方式:

<input type="checkbox"/> 铁路	<input type="checkbox"/> 空运	<input type="checkbox"/> 卡车	<input type="checkbox"/> 邮件	<input type="checkbox"/> 由 M/S _____ 发运	<input type="checkbox"/> 其它:
-----------------------------	-----------------------------	-----------------------------	-----------------------------	---	------------------------------

备注:

备注:

2 存储

概要:

存储:	<input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 是, 开始: _____ 结束: _____
存储时间长于 6 个月:	<input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 是
存储负责人:	

存储地点:

	<input type="checkbox"/> 室内 <input type="checkbox"/> 室外
	<input type="checkbox"/> 在包装箱内 <input type="checkbox"/> 由防水盖保护
	日常维护: 最低温度 / 最高温度 _____ - _____ °C 湿度: _____ %

存储措施:

运输包装采取通风措施:	<input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 是
使用外部暖气 / 风扇:	<input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 是, 类型: _____
使用设备空间加热器:	<input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 是, 电压: _____
清洗轴承:	<input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 是, 润滑油类型: _____
拆除轴承壳套:	<input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 是, 日期: _____
轴端防腐保护检查:	<input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 是, 类型: _____
轴端防腐保护更新:	<input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 是, 日期: _____
转子每 2 个月转动 10 圈:	<input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 是
存储地点存在振动:	<input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 是, _____ mm/s, rms
空气中有腐蚀性气体:	<input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 是, 类型: _____
电刷被抬起:	<input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 是
保存和保护设备文件以备将来使用:	<input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 是, 位置: _____

备注:

--

3 机械安装

根据设备图纸检查基座:	<input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 是, 图纸号: _____						
根据指令对适用的基座锚固螺栓或机座进行安装:	<input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 是						
测量空隙 (如适用): 对于支承轴承, 请选择值 1-4; 对于凸缘轴承, 请选择值 A-D 1 _____ A _____ 2 _____ B _____ 3 _____ C _____ 4 _____ D _____	<table style="width:100%; text-align:center;"> <tr> <td>驱动端 顶端</td> <td>非驱动端 顶端</td> <td>激励器非驱动端 顶端</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	驱动端 顶端	非驱动端 顶端	激励器非驱动端 顶端			
驱动端 顶端	非驱动端 顶端	激励器非驱动端 顶端					
对于联轴器的校准, 请使用值 1-4 或 A-D 1 _____ 2 _____ 3 _____ 4 _____ A _____ B _____ C _____ D _____	<table style="width:100%; text-align:center;"> <tr> <td>联轴器的径向校准 顶端</td> <td>联轴器的角度校准 顶端</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> </tr> </table> 转子的轴向位置: ET #1: _____ mm, ET #2: _____ mm 轴末端之间的轴向距离: _____ mm 转子支持距离: _____ mm _____ mm	联轴器的径向校准 顶端	联轴器的角度校准 顶端				
联轴器的径向校准 顶端	联轴器的角度校准 顶端						
曲轴偏转检查:	<input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 是						
校准后, 使用锥形导销锁止设备的位置:	<input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 是						
用扭矩扳手紧固基座螺栓:	<input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 是, 螺栓尺寸: _____ 力矩 _____ Nm						
螺栓润滑:	<input type="checkbox"/> 干燥 <input type="checkbox"/> 润滑油, <input type="checkbox"/> 二硫化钼 (MoS ₂)						
冷却水:	<input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 是, 数量: <input type="checkbox"/> m ³ /s						
冷却装置管路系统:	<input type="checkbox"/> 柔性 <input type="checkbox"/> 刚性						
拆除运输锁止装置:	<input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 是						
转子转动时无噪音、无刮擦:	<input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 是						

4 润滑检查

4.1 自润滑

轴承油:	制造商: _____ 类型: _____
油液质量与建议标准一致:	<input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 是
轴承油加注到指示的液位: 请在右侧的观察镜环带上标出液位	 观察镜
润滑环转动自由:	<input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 是

4.2 溢流式润滑

轴承油:	制造商: _____ 类型: _____
油液质量与建议标准一致:	<input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 是
润滑环转动自由:	<input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 是
溢流式润滑的油压:	_____ kPa
油的流量:	_____ 升/分
检查泵的旋转:	<input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 是
检查举升泵:	<input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 是, 警报设置: _____ kPa, 泄压阀设置: _____ kPa
检查润滑油过滤器:	<input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 是

4.3 润滑脂润滑的轴承:

润滑脂:	制造商: _____ 类型: _____
润滑脂的质量与轴承标牌上建议的标准一致:	<input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 是
已执行了第一次润滑脂加注:	日期: _____ 质量: _____ g
备注:	

5 电气安装:

网络变动:	<input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 是, 电压: _____ - _____ V, 频率: _____ - _____ Hz
空间加热器操作:	<input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 手动 <input type="checkbox"/> 自动, 控制装置: _____
滑环单元的空间加热器:	<input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 是, 电压: _____ V, 功率: _____ W

5.1 绝缘电阻测试

定子绕组 (1 分钟, 1000 V 直流电压):	_____ M Ω , 测试电压 _____ kV, 绕组温度: _____ °C
定子绕组 (15/60 秒或 1/10 分钟):	PI = _____, 测试电压 _____ kV, 绕组温度: _____ °C
转子绕组 (1 分钟):	_____ M Ω , 测试电压 _____ kV, 绕组温度: _____ °C
激励器定子 (1 分钟, 500V 直流电压):	_____ M Ω , 测试电压 _____ kV, 绕组温度: _____ °C
空间加热器:	_____ M Ω (500 V 直流)
温度探测器:	_____ M Ω (100 V 直流)
非驱动端轴承绝缘:	_____ M Ω (100 V 直流)

5.2 附件电阻测试

定子 1 Pt 100:	_____ Ω
定子 2 Pt 100:	_____ Ω
定子 3 Pt 100:	_____ Ω
定子 4 Pt 100:	_____ Ω
定子 5 Pt 100:	_____ Ω
定子 6 Pt 100:	_____ Ω
轴承 Pt 100 驱动端:	_____ Ω
轴承 Pt 100 非驱动端:	_____ Ω
空气温度 1 Pt 100:	_____ Ω
空气温度 2 Pt 100:	_____ Ω
防冷凝加热器:	_____ Ω

危险区域的空间加热器测试

电阻测试无法用于测试空间加热器, 因为加热器是一种自限温热敏电阻。因此, 应当使用热性能测试。

测试要求:

- 稳定状态 (最少运行一小时)
- 环境温度为 +20 °C 至 +25 °C
- 电源: 230 VAC
- 测得的电流值最低应为 0.1 A ... 0.9 A

6 机器保护设置

过流跳闸:	_____ A _____ 秒
即时过流跳闸:	_____ A _____ 秒
过压设置:	<input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 是, 设置: _____
接地故障设置:	<input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 是, 设置: _____
逆变电源设置:	<input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 是, 设置: _____
差动保护设置:	<input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 是, 设置: _____
振动监控:	<input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 是, 警报: _____ mm/s, 跳闸: _____ mm/s
温度监控:	
- 在定子绕组中	<input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 是, 警报: _____ °C, 跳闸: _____ °C
- 在轴承中	<input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 是, 警报: _____ °C, 跳闸: _____ °C
- 在 _____	<input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 是, 警报: _____ °C, 跳闸: _____ °C
其它保护单元中:	<input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 是, 类型: _____

7 试运行

7.1 首次起动（仅数秒时间）

注：检查是否存在可能的溢流式润滑！

转动方向（从驱动端看）：	<input type="checkbox"/>  CW	<input type="checkbox"/>  CCW
是否存在异常噪音？	<input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 是，发件人：	

7.2 第二次起动（不联轴，如有可能）

注：检查是否存在可能的溢流式润滑！

是否存在异常噪音？	<input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 是，发件人：
设备是否产生异常振动？	<input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 是，发件地点 / 方式：
轴承润滑级别测量：	驱动端：_____ mm/s, rms ; 非驱动端：_____ mm/s, rms
运行：	<input type="checkbox"/> 设备运行正常 <input type="checkbox"/> 运行停止，原因：

检查日程表和信息

时间	轴承温度		轴承振动级别		定子			定子绕组温度		
	驱动端	非驱动端	驱动端 mm/s	非驱动端 mm/s	电流	功率因数	激励电 流	U	V	W
时：分	°C	°C	rms	rms	A	cos φ	A	°C	°C	°C
0:00										
0:05										
0:10										
0:15										
0:20										

备注：
观察：

8 试运行（带负荷）

检查日程表和信息

时间 时：分	负荷 %	轴承温度		轴承振动级别		定子			定子绕组温度		
		驱动端 °C	非驱动端 °C	驱动端 mm/s rms	非驱动端 mm/s rms	电流 A	功率因数 cos φ	激励电 流 A	U °C	V °C	W °C
0:00											

随附振动谱：	<input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 是
加速时间：	_____ s。
冷却气温度：	入水口：_____ °C 排水口：_____ °C
冷却水温度：	入水口：_____ °C 排水口：_____ °C
备注：	

9 设备验收

设备的使用验收	日期：
调试人：	
核准人：	

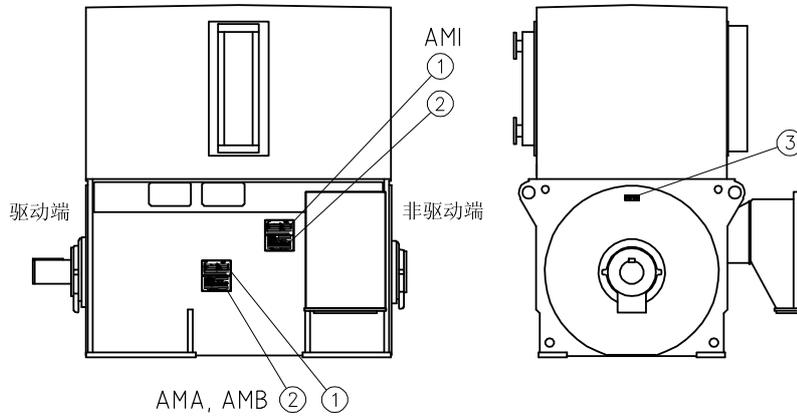
传真封面表

日期:	
收件人:	ABB Oy 电传: +358 (0) 10 22 22544
发件人:	
传真号码:	
电话号码:	
电子邮件:	
页数:	1 + 9 + _____

消息:

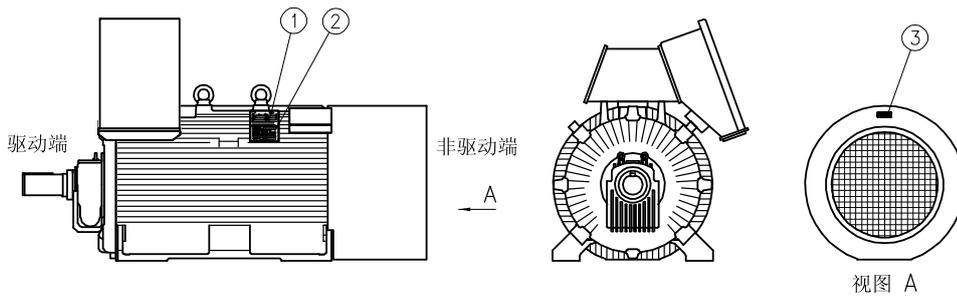
典型标牌位置

AMA, AMB, AMI



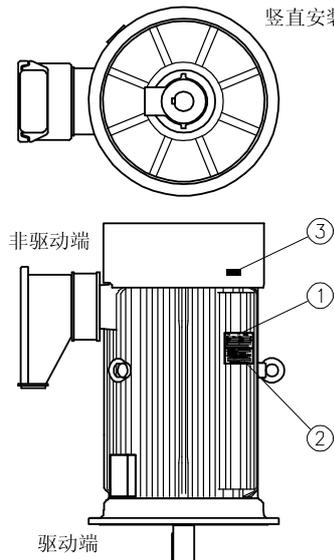
HXR

水平安装



HXR

竖直安装



- ① 设备的标牌
- ② 设备的轴承标牌
- ③ 旋转方向标牌

旋转方向 (从驱动端向设备侧看)



顺时针



逆时针



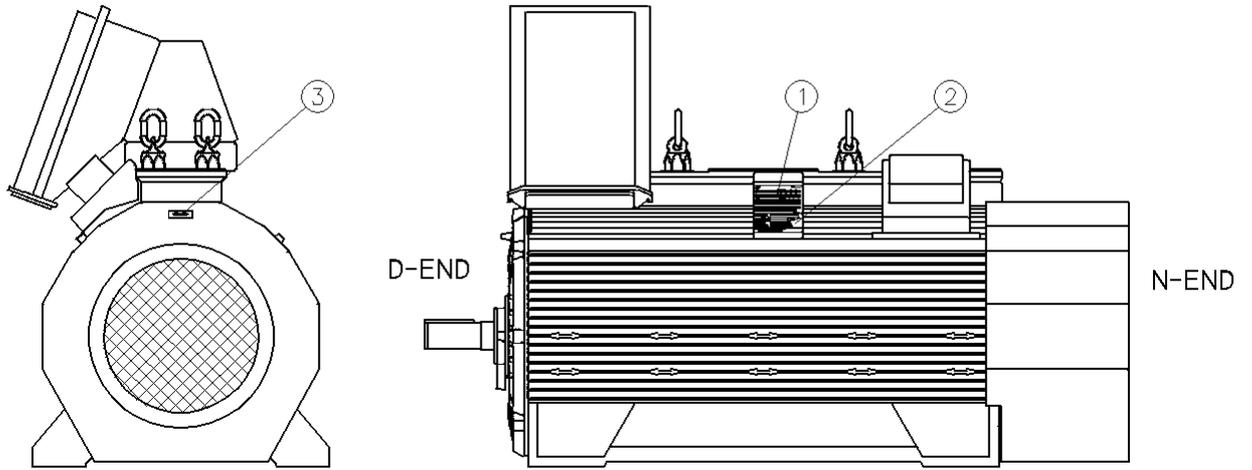
逆向操作

设备末端

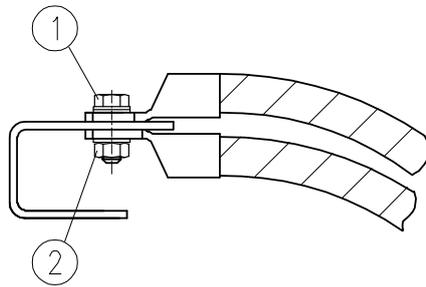
D-端 = 驱动端

N-端 = 非驱动端

NXR

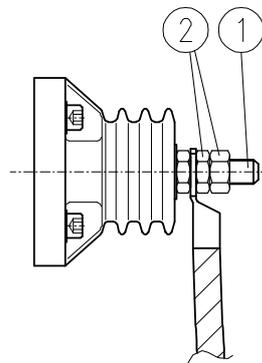


典型主电源线连接



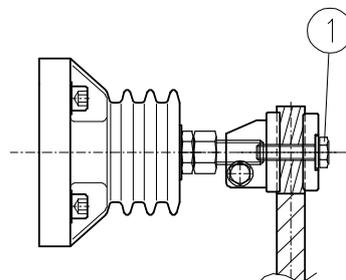
连接螺杆 M12

- ① 螺杆: M12 (钢)
 - ② 六角形螺母: M12 (钢)
- 紧固力矩 55Nm



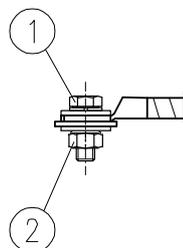
连接螺杆

- ① 螺杆: M16 (铜)
 - ② 六角形螺母: M16 (铜)
- 紧固力矩 40Nm



圆形端子: DIN 46223

- ① 紧固到建立可靠的连接



接地螺杆: M12

- ① 螺杆
 - ② 六角形螺母
- 紧固力矩 55Nm。不要紧固在设备上。
建议给弹簧锁止螺母加涂润滑脂。

联系我们

ABB Oy
Motors and Generators
P.O. Box 186
00381 Helsinki, Finland
Phone: + 358 (0)10 2211
Fax: + 358 (0)10 22 22141

www.abb.com/motors&generators

3BFP 000 052 R0121 REV H