

安装、使用产品前，请阅读使用说明书。

Before installing and operating, please read this manual.

中华人民共和国重庆赛力盟电机有限责任公司
CHONGQING ELECTRIC MACHINE FEDERATION Ltd. P. R. C.

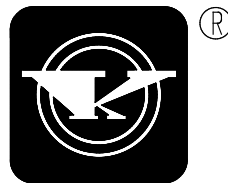
三相交流同步电机

THREE PHASE A. C. SYNCHRONOUS ELECTRIC MACHINE

安全使用说明书

SAFETY OPERATION INSTRUCTION MANUAL

OCD. 140. 013-2017



赛力盟



<http://www.cemf.com.cn>

2017年

目 录

| | |
|--|----|
| 1 概述..... | 4 |
| 1.1 产品特点..... | 4 |
| 1.2 主要用途及适用范围..... | 4 |
| 1.3 电机品种..... | 5 |
| 1.4 型号的组成及其代表意义..... | 5 |
| 1.5 电机运行环境条件..... | 5 |
| 1.6 电机电气运行条件..... | 6 |
| 1.7 电机对环境及能源的影响..... | 6 |
| 1.8 安全..... | 7 |
| 1.9 电机识别..... | 10 |
| 2 电机的工作原理与特征..... | 10 |
| 2.1 电机工作原理..... | 10 |
| 2.2 990 及以下同步电机总体结构特征..... | 10 |
| 2.3 1180 及以上卧式同步电动机总体结构特征..... | 11 |
| 2.4 1180 及以上立式同步电动机产品的特征描述..... | 12 |
| 2.5 1180-2600 卧式 SFW 系列同步发电机产品特征描述..... | 12 |
| 2.6 1180-2600 卧式 SFWE 系列同步发电机产品特征描述..... | 13 |
| 2.7 1180-5500 立式 SF 发电机产品的特征描述..... | 13 |
| 2.8 试验机组用同步电机产品的特征描述..... | 14 |
| 3.同步电机产品系统说明..... | 14 |
| 3.1 机械传动系统..... | 14 |
| 3.2 电气系统..... | 14 |
| 4. 电机的运输与储存..... | 17 |
| 5.电机的尺寸及重量..... | 18 |
| 5.1 电机的尺寸..... | 18 |
| 5.2 电机的重量..... | 18 |
| 6.电机的安装及调整..... | 18 |
| 6.1 电机设备基础..... | 18 |
| 6.2 安装前的注意事项..... | 19 |

| | |
|-----------------------|----|
| 6.3 安装前的准备工作..... | 19 |
| 6.4 立式电机的安装..... | 20 |
| 6.5 卧式电机的安装..... | 24 |
| 6.6 试验电源用同步电机安装..... | 29 |
| 7.电机的使用和操作..... | 29 |
| 7.1 使用前的检查..... | 29 |
| 7.2 水轮发电机组第一次起动..... | 30 |
| 7.3 水轮发电机组的第二次起动..... | 30 |
| 7.4 同步电动机的起动..... | 31 |
| 8 电机的使用与维护..... | 32 |
| 8.1 参数的设定..... | 32 |
| 8.2 电机的使用..... | 32 |
| 8.3 电机的维护..... | 34 |
| 8.4 电机使用管理..... | 38 |
| 9 电机的常见故障分析..... | 39 |
| 10 特殊环境电机..... | 41 |
| 11 回收..... | 44 |
| 顾客满意度调查表..... | 48 |

1 概述

本说明书是三相同步电机（以下简称电机）的使用维护说明书，仅适用于重庆赛力盟电机有限责任公司（CEMF）生产的同步电机产品。为了确保同步电机能够正常运行并延长使用寿命，在执行任何操作之前请仔细阅读本说明书及其它设备相关文件的内容。

本说明书的内容若有更改，恕不另行通知。

本说明书中、英文版如有不一致之处，请以中文版内容为准。

对于任何公司或个人因不正确使用本产品所导致的或相关的任何特殊的、间接的、偶然的、或结果性的损失，本公司概不负责。

对于未事先征得重庆赛力盟电机有限责任公司的书面许可而改变电机的运行条件、电机结构、或者维修设备所造成的任何损失，本公司概不负责。

在未征得重庆赛力盟电机有限责任公司的书面同意之前，不得复制本说明书内容，说明书内容不得透露给第三方，且不得用于未经授权之用途。

重庆赛力盟电机有限责任公司始终努力提高电机产品质量及本说明书中提供的信息质量，并欢迎用户提出任何改进意见。有关联系信息，请参见“产品使用情况反馈表”。

1.1 产品特点

我公司生产的电机主要包括三相同步发电机和三相同步电动机两大类。同步电机均严格按 GB755《旋转电机 定额和性能》、相关行业标准及与用户签订的技术协议要求进行设计、制造、检验及提供服务。具有高效、节能、振动小、重量轻、性能可靠、安装维护方便等优点。

我公司生产的电机产品依据的产品标准主要为：

GB/T755-2008 《旋转电机 定额和性能》

GB/T14711-2013 《中小型旋转电机安全要求》

GB/T7894-2009 《水轮发电机基本技术条件》

JB/T1473-2000 《矿山磨机用大型交流三相同步电动机 技术条件》

JB/T2224-2000 《大型交流三相四极同步电动机 技术条件》

JB/T8667.1-2011 《大型三相同步电动机技术条件 TK 系列》

JB/T8667.2-1997 《大型三相同步电动机技术条件 TL 系列》

1.2 主要用途及适用范围

我公司生产的三相同步发电机主要用于水力发电，与配套的水轮机组组成水轮发电机组，广泛地用于各种水头、流量的中小型水力发电站及老电站的增容改造。

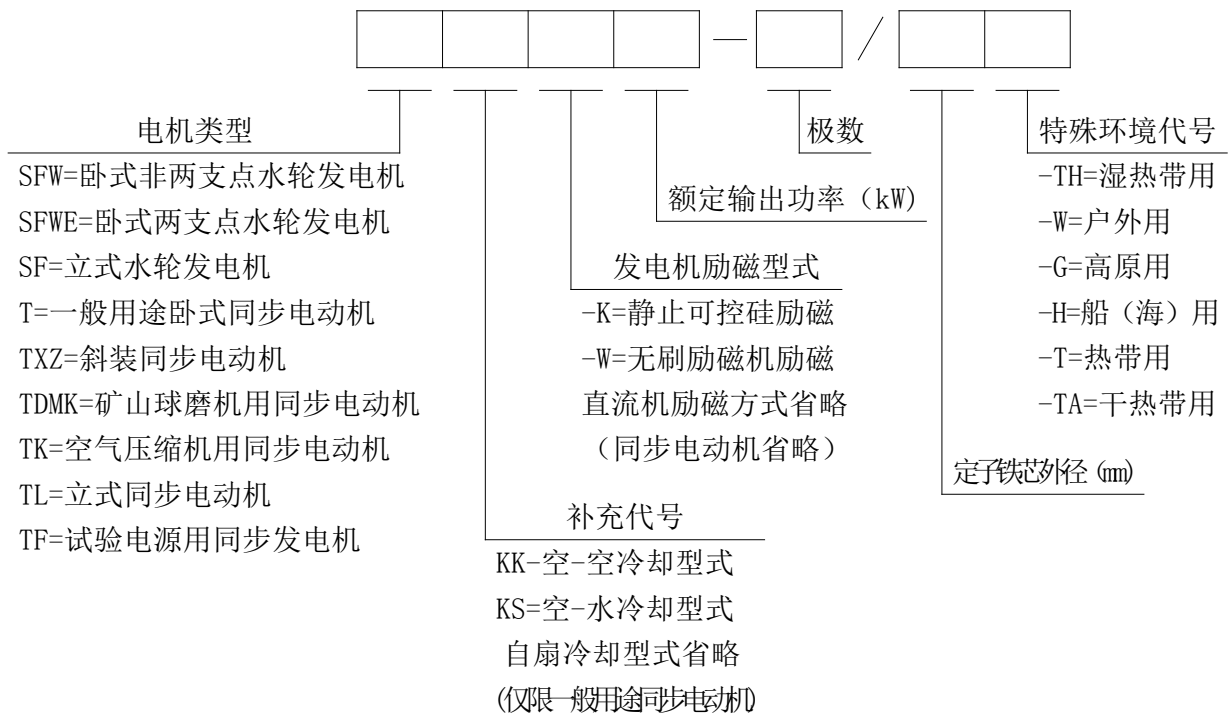
我公司生产的三相同步发电机还可与直流电动机、异步电动机、同步电动机成套组成试验用工频或中频发电机组，广泛用于变压器制造厂家、电机制造或修理厂家以及科研、试验单位。

我公司生产的同步电动机用于传动恒定转速的大型机械，如风机、压缩机、球磨机、水泵、轧机以及发电机等。

1.3 电机品种

同步发电机根据励磁方式分别有静止可控硅励磁型式、无刷励磁机励磁型式、机械励磁机励磁型式等，同步电动机均为静止可控硅励磁型式。

1.4 型号的组成及其代表意义



1.5 电机运行环境条件

1.5.1 电机须运行在技术协议规定的环境条件下，对技术协议未明确运行环境条件或未签订技术协议的电机须适合下述环境运行条件，对现场运行条件偏差的修正，按 GB755-2008 第 8 章要求进行。

1.5.2 海拔应不超过 1000m。

1.5.3 环境空气温度应不超过 40℃。

1.5.4 最低环境空气温度

对下述电机：

额定输出大于 3300kW，1000r/min；

带滑动轴承;

带空水冷却器;

这些电机和环境空气温度应不低于 0℃. 除上述电机外, 环境空气温度应不低于-15℃。

1. 5. 5 对带水冷却器的电机, 进水温度不超过 30℃, 最低不低于+5℃。

1. 5. 6 最湿月月平均最高相对湿度为 90%, 同时该月月平均最低温度不高于+25℃。

1. 6 电机电气运行条件

1. 6. 1 用、配电系统电压应与电机额定电压匹配。

1. 6. 2 对同步电动机, 供电电压谐波电压因数应不超过 0. 03。

1. 6. 3 对同步发电机, 供电回路应满足下述要求:

当供以正弦波形电压时, 任何时刻的电流瞬时值与其相应基波瞬时值之差均不超过其基波幅值的 5%;

当供以平衡电压时, 电流系统的负序分量及零序分量均不超过正序分量的 5%。

1. 6. 4 电机应运行在如下系统内:

系统的各相电流均不超过电机额定电流;

电流的负序分量 (I_2) 与额定电流 (I_N) 之比不超过 0. 1;

在故障状态下, (I_2/I_N)² 与时间 t(s) 乘积不超过 20。

1. 6. 5 运行期间电机的电压和频率变化应不超出 GB755-2008 中 7. 3 条叙述的 A 区域。

1. 6. 6 电机的中性点不允许与其它电机或变压器中性点连接或接地。

1. 7 电机对环境及能源的影响

1. 7. 1 电机运行时会产生噪声, 但是噪声值在国家标准噪声限值内, 对环境的影响在国家标准允许范围内。

1. 7. 2 同步发电机运行时电话谐波因数在 GB755-2008 标准限值内, 对邻近电路干扰在国家标准允许范围内。

1. 7. 3 同步电动机起动时电流较大, 可能会对设备或电网造成一定冲击。请根据现场实际情况选取合理的起动方式。全压直接起动时电源总容量 (kVA) 参照值为 (17~25) × 电动机容量 (kW)。

1. 7. 4 同步电动机的功率因数可以调节, 从而改善电网质量, 请在保证电机运行性能条件下合理调节功率因数。


1. 7. 5 电机在运行时可能会产生一定的电磁辐射, 电磁兼容性在国家相关标准限值内。


1.7.6 我公司电机产品均是按高效率设计，电机效率均符合相关国家标准、行业标准或技术协议的要求，我公司不对整个系统的能量转换效率负责。

1.8 安全

请在安装、接线、运行、维护、检查之前，必须熟读本说明书的全部内容，做到正确使用。请熟知电机的有关知识、安全信息和注意事项后再使用。

本说明书有关安全注意事项的等级分为“危险”和“注意”两级。

 **危险**：错误使用会有危险，可能会致人死亡、残废或重伤。

 **注意**：错误使用会有危险，可能会造成中度伤害、轻伤或使物质受损。

有时，即使对“注意”类说明的事项，如不遵守，根据情况，也有可能发生严重后果。所以本说明书阐述的内容都是很重要的，请务必遵守规定。

1.8.1 有关用途

危险

- ◇ 除按订货时的特殊说明生产的电机外，不能用于特殊场合或作特殊用途使用。否则可能引起电机烧毁或缩短电机的使用寿命。
- ◇ 该电机不能使用于维持生命装置等直接有关人身安全的场合。
- ◇ 该电机是在严格的质量管理体系下生产的，可是若由于本产品的故障预计将引发重大事故或损失的应用场合，则必须设置安全装置，以防万一，否则可能引起重大事故。
- ◇ 水轮发电机应从电站的水头、流量、调保特性、水轮机特性等方面综合考虑水轮发电机的选型。从电网的容量、质量、起动和制动特性、调速特性和控制特性等方面综合考虑同步电动机的选型，否则将引起设备及电网的损坏，严重时将危及人的生命安全。

注意

- ◇ 水轮发电机额定运行时能够满足输出额定容量（功率）的要求，选择水轮发电机应与水轮机或负载功率相匹配。
- ◇ 本说明书主要针对 S1 连续工作制的电机，其他工作制的电机参照本说明书中的相关内容，选择电机时要充分考虑电机的工作制。
- ◇ 电机的防护等级有 IP00、IP01、IP21、IP23、IP44、IP54 等，被使用在户外或者腐蚀性环境中的同步电机，其设计和制造与普通同步电机是不同的，必须在订货合同中显著的位置注明。

1.8.2 有关安装

注意

- ◇ 要求必须由具有安装资质的安装队伍来安装同步电机及相关设备。
- ◇ 电机必须平稳地安装在安装平面上, 不允许点、线或极少面积接触安装。
- ◇ 电机与拖动设备对正后, 将电机用螺栓可靠固定, 在紧固螺栓时不能使电机机壳受力永久变形, 更不能在机壳和电机底板上焊接其他物体或焊割电机地脚孔。
- ◇ 电机安装在金属、混凝土等不可燃材料上, 以免发生火灾。
- ◇ 不要把可燃物放在电机附近, 以免发生火灾。
- ◇ 吊装时不允许用顶罩、端盖、出线盒等部件上的小吊攀起吊整机, 以免掉下来伤人或损坏电机。
- ◇ 不能让金属片等异物进入电机, 否则可能发生匝间击穿或对地绝缘损坏。
- ◇ 电机受损或带有缺损部件时, 请勿投入安装和运行, 否则可能发生安全事故。

1.8.3 有关配线

危险

- ◇ 请先确认设备与电源之间是断开的, 然后再布线, 以免触电或发生火灾。
- ◇ 请务必设置非熔丝断路器, 以防发生火灾。
- ◇ 地线端子务必接地, 以免触电或发生火灾。
- ◇ 布线作业要由专职电工进行, 以免触电或发生火灾。
- ◇ 必须安装电机本体后再进行配线, 否则有触电或发生火灾的危险。

注意

- ◇ 选择适当截面的导线, 接线端子应紧固好。
- ◇ 电气线路的绝缘电阻应不小于 $1\text{M}\Omega$ 。
- ◇ 不要把未通过控制柜的电源直接接在电机的进线端子上, 否则可能造成设备损坏或失控。
- ◇ 要确认电机的额定电压、额定频率是否与相关配电设备相符, 否则可能造成设备损坏。

1.8.4 有关操作和运行

危险

- ◇ 熟悉设备的操作规程, 掌握起动、停车、断网的正确方法和要领, 否则出现问题时将引起设备的损坏或危及人员安全。

- ◇ 电机运行前, 请务必将接线盒的盖板盖好或者引接线的接头处应进行绝缘包扎防护, 否则有触电的危险。
- ◇ 不要用湿的手操作开关, 否则有触电的危险。
- ◇ 电机运行时, 即使停机过程中也不要触摸电机的接线端子, 否则有触电的危险。
- ◇ 若选择了重新运行操作, 在停止时可能因触发而突然重新起动, 因此, 请不要靠近电机。

△注意

- ◇ 电机在运行前应检查电机的绝缘电阻, 有条件的可以做 1 次耐压试验, 但不能超过 (2 倍额定电压+1000V) 的 80%, 并且必须先将电机烘干。**强烈提醒: 不要经常进行耐压试验!**
- ◇ 电动机合闸前应检查三相电源是否有电。
- ◇ 发电机并网必须有同期装置, 否则将造成电机的强烈冲击, 严重时损坏电机。
- ◇ 要确定电机周围无闲杂人员和杂物。
- ◇ 合闸、开机、励磁时应注意观察, 耳听响声。发现电机异常或者旋转方向、相序不对, 应立即切断励磁或电源。电机正常起动, 应在电机正常运行 1 分钟后才可以离开操作场地。
- ◇ 电动机起动完毕, 检查定子绕组三相电流是否平衡, 电流大小是否合适, 三相电流中任意一相与三相平均值的偏差不得大于平均值的 10%。
- ◇ 发电机空载运行时, 检查定子绕组三相电压是否平衡, 并网发电后, 应检查定子绕组三相电流是否平衡、稳定。
- ◇ 因冷却器和机座的温度会升高, 所以, 在电机运行时请不要触摸, 以免被烫伤。
- ◇ 勿采用接通和断开主电路电源的方法来操作电动机的运行和停止, 否则可能引起故障。
- ◇ 严禁过载运行, 否则有烧毁电机的危险。
- ◇ 对电机实行自动控制或连锁控制时, 应保证每台电机都能进行单独的手动控制, 在多点控制的电机旁还应该装设就地控制和解除远方控制的器件。

1.8.5 有关维护和检查

◇危险

- ◇ 在检修前电动机必须切断所有电源、水轮发电机应该关闭水轮机闸门, 待其停稳并完全冷却后才能进行检修, 否则会造成人身伤害。
- ◇ 须请专业人士进行维护和检查。
- ◇ 在开始作业前, 请摘下身上的金属物 (如手表、戒指等), 使用绝缘工具。以免触电或受伤。

1.8.6 有关废弃

△注意

◇ 产品废弃时, 应作为工业废物处理, 否则可能会造成人畜伤害和污染。

1.8.7 其它

◇危险

◇ 绝对不能私自对电机进行改造。否则可能发生电机损坏或设备故障。

1.9 电机识别

我公司生产的电机产品均有一个唯一的标识编号, 该编号为电机铭牌上的出厂编号。在因电机产品问题联系时请提供该电机的出厂编号, 这是用于识别电机的唯一信息。

2 电机的工作原理与特征

2.1 电机工作原理

电机转子绕组通入直流电流后, 转子旋转产生旋转磁场, 与定子电流产生的旋转磁场组成合成磁场, 产生电磁转矩, 实现机电能量的转换。

电机的励磁电流输入方式分别为: 静止可控硅励磁方式电机通过集电环输入励磁电流; 无刷励磁机励磁方式电机通过旋转二极管组成的桥式整流电路将励磁机转子电流整流成直流后直接引至主机转子绕组; 直流励磁机励磁方式电机通过直流励磁机换向器及集电环向转子绕组提供励磁电流。

2.2 990 及以下同步电机总体结构特征

该范围电机电压等级主要为 6300V、6000V、400V、380V。

该范围内的电机均为整体结构, 轴承采用脂润滑。

卧轴非两支点电机的前端盖内设有短圆柱滚子轴承, 后端盖内设有球轴承。

卧轴两支点电机的前端盖内设有复合轴承, 后端盖内设有短圆柱滚动轴承。

立轴电机不承受机组的轴向推力, 上端盖内设有深沟角接触推力球轴承, 下端盖内设有短圆柱滚子轴承。

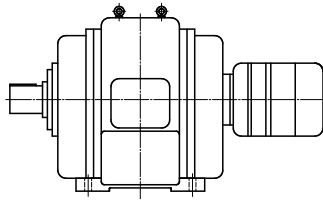


图 1 990 及以下卧式同步电机

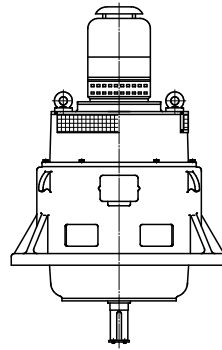


图 2 990 及以下立式同步电机

2.3 1180 及以上卧式同步电动机总体结构特征

该范围电机电压等级主要为 10000V、6000V、380V。

该范围电机主要采用 IM7311 安装方式和 IM5710 安装方式。防护等级在 IP44 以下时通风方式一般采用 IC01，防护等级在 IP44 及以上时，通风方式一般采用 IC81 或 IC61。对正压通风的集电环部分，其冷却通风方式采用 IC17。

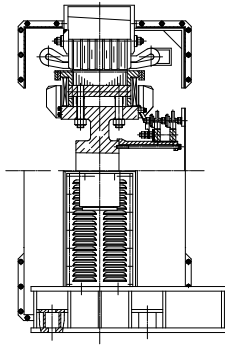


图 3 TK 悬挂系列 IM5710

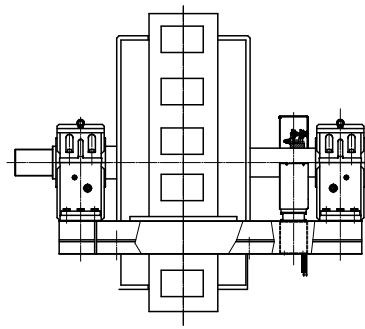


图 4 TK 集电环正压通风 IM7311

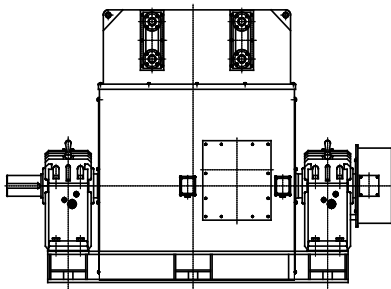


图 5 空-水冷系列 IC81

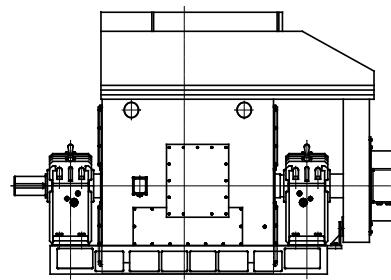


图 6 空-空冷系列 IC61

倾斜 α 角度安装（一般为 30° 安装角）的 TXZ 系列电机是一种特殊安装方式的同步电动机，不承受轴向的机组推力，转子自身重量 G 在轴向产生了分力 F_1 ，轴承不仅承受径向力 F_2 还承受轴向分力 F_1 。电机的轴承采用脂润滑的滚动轴承。

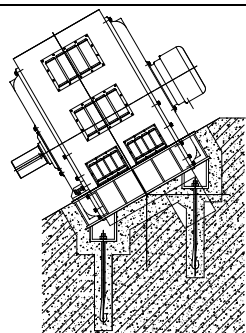


图 7 TXZ 系列

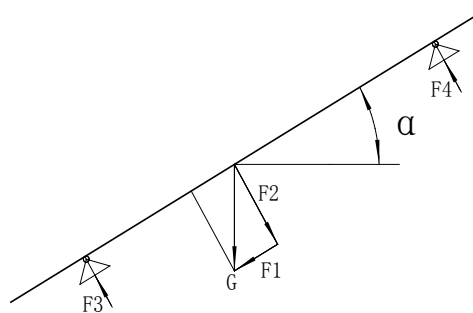


图 8 TXZ 电机受力分析图

2.4 1180 及以上立式同步电动机产品的特征描述

该范围电机电压等级主要为 10000V、6000V、380V。

该范围电机采用圆柱轴伸 IM8421 和法兰轴伸 IM8425 安装方式：悬式结构，具有上、下机架、定子、转子。防护等级、通风方式与卧式电机相同。上机架内设推力瓦和上导瓦，推力瓦承受机组旋转件的重力、水泵产生的轴向水推力，上、下导瓦承受机组转动部件的部分不平衡力。下机架内仅设下导瓦，承受机组转动部件的部分不平衡力。下机架的腿上根据需要设置制动器，用以顶起转子、制动。

该范围电机也可采用上机架推力瓦采用复塑瓦，下机架不设制动器结构。

该范围电机可根据用户要求，定子引出线可用线夹固定或用引至出线盒。

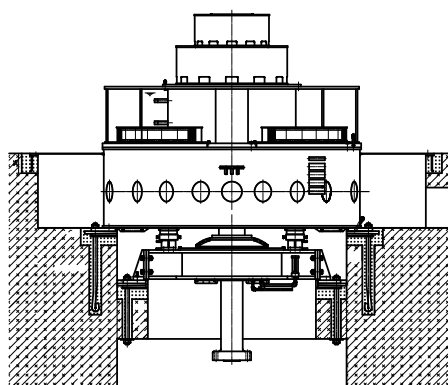


图 9 TL 立轴系列

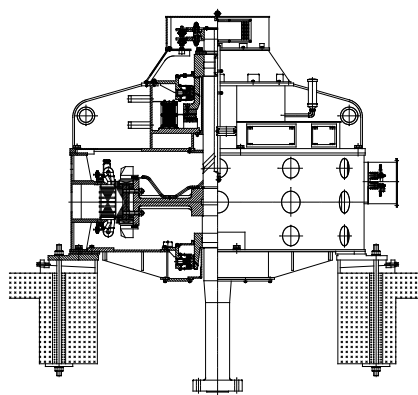


图 10 TL 立轴系列

2.5 1180-2600 卧式 SFW 系列同步发电机产品特征描述

该范围电机电压等级主要为 10500V、6300V、400V。

该范围电机主要采用 IM7311 安装方式：滑动轴承，轴承及机座共用底板，轴承均为球面滑动座式轴承，电机带一圆柱形轴伸或法兰盘轴伸。定子引出电缆均用线夹固定在机座上。通风方式主要为 IC01、IC31、IC81 等方式。

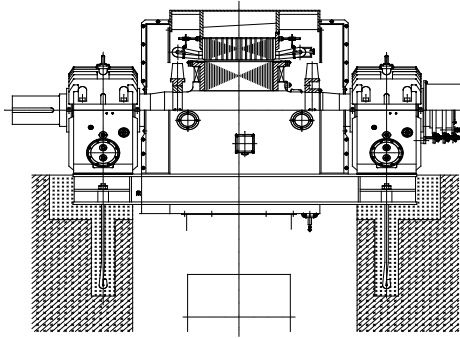


图 11 SFW-K 电机 IC31 典型结构

2.6 1180-2600 卧式 SFWE 系列同步发电机产品特征描述

该范围电机电压等级主要为 10500V、6300V、400V。

该范围电机主要采用 IM731x 安装方式:滑动轴承, 轴承及机座共用底板, 电机配飞轮时电机带两轴伸, 不带飞轮时电机带单轴伸。冲击式机组发电机前后轴承均为球面径向轴承, 混流式机组发电机一端用径向推力轴承, 另一端用球面径向轴承。定子引出电缆均用线夹固定在机座上。通风方式主要为 IC01、IC31、IC81 等方式。

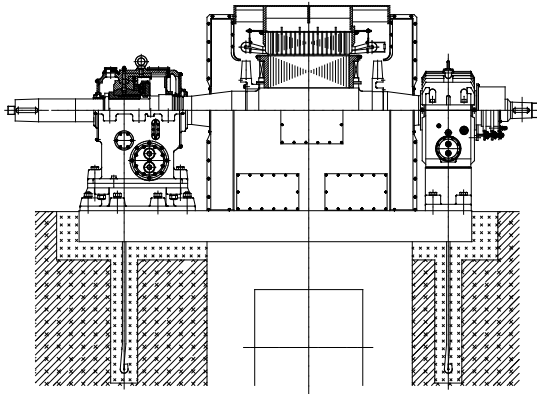


图 12 SFWE-K 电机 IC31 典型结构

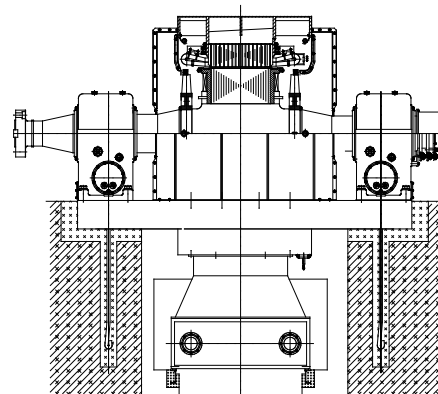


图 13 SFWE-K 电机 IC81W 带法兰盘典型结构

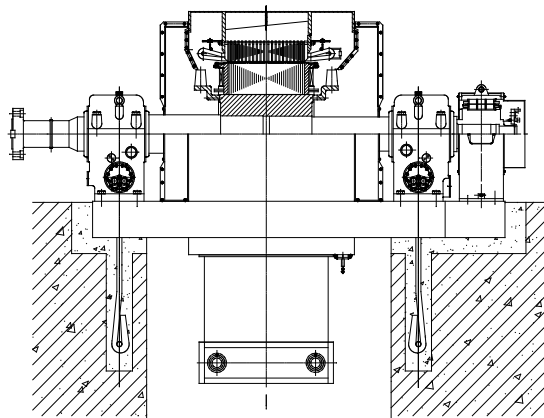


图 14 SFWE-W 电机 IC81W 带法兰盘典型结构

2.7 1180-5500 立式 SF 发电机产品的特征描述

该范围电机电压等级主要为 10500V、6300V、400V。

该范围电机采用圆柱轴伸 IM8421 和法兰轴伸 IM8425 安装方式: 悬式结构, 具有上、下机架、定子、转子。防护等级、通风方式与卧式电机相同。上机架内设推力瓦和上导瓦, 推力瓦承受机组旋转件的重力、水轮机产生的轴向水推力, 上、下导瓦承受机组转动部件的部分不平衡力。下机架内仅设下导瓦, 承受机组转动部件的部分不平衡力。下机架设置制动器, 用以顶起转子、制动。

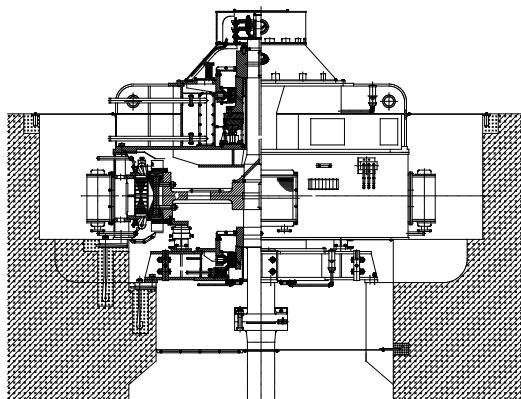


图 15 SF-K 立式电机 IC81W 典型结构

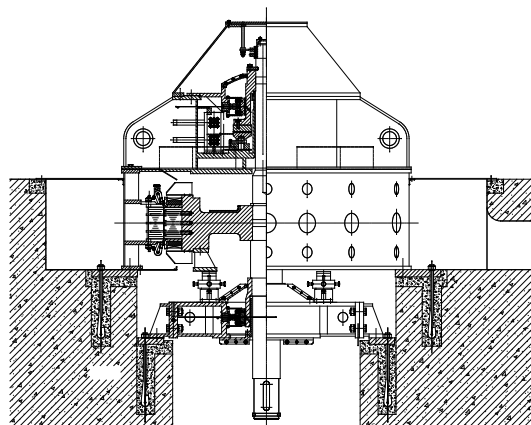


图 16 SF-K 立式电机 IC01 典型结构

2.8 试验机组用同步电机产品的特征描述

该范围电机电压等级主要为 400V、6300V、10500V、6000V、10000V. 发电机频率可根据用户要求设计成需求频率。

该范围电机主要为卧式电机, 电机结构与卧式水轮发电机或同步电动机结构相同。

3. 同步电机产品系统说明

3.1 机械传动系统

电机为直接传动, 通过联轴器传递扭矩。带滑动轴承的电机必须按电机方向矢指示方向旋转, 不允许反转。

3.2 电气系统

3.2.1 概述

电机定子绕组有六个出线头, 标识为 U1、V1、W1、U2、V2、W2, 其中 U1、V1、W1 为首端, U2、V2、W2 为尾端。励磁输入处有两个接线头, 标识为 F1、F2。用户接线时, 须根据电机铭牌数据上的额定电流、额定电压、励磁电流、励磁电压参考表 1 选取电缆的规格、电压等级、绝缘等级。

表1 电缆选取 (GB/T14711, 仅供参考)

| | | | | | | | | |
|--------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|
| 允许持续电流 (A) | 8 | 12 | 20 | 25 | 32 | 50 | 65 | 85 |
| 电缆推荐截面积 (mm^2) | 1.0 | 1.5 | 2.5 | 4 | 6 | 10 | 16 | 25 |
| 允许持续电流 (A) | 115 | 150 | 175 | 225 | 250 | 275 | 350 | 400 |
| 电缆推荐截面积 (mm^2) | 35 | 50 | 70 | 95 | 120 | 150 | 185 | 240 |
| 允许持续电流 (A) | 500 | | 630 | | 800 | | 1000 | |
| 电缆推荐截面积 (mm^2) | 150 | | 185 | | 240 | | 185 | |
| 电缆 (并联) 根数 | 2 | | 2 | | 2 | | 3 | |

刷架碳刷磨损到一定程度需更换时, 以及旋转二极管损坏需更换时, 需先停机, 再更换。

3.2.2 机械励磁机励磁方式同步发电机电气接线图

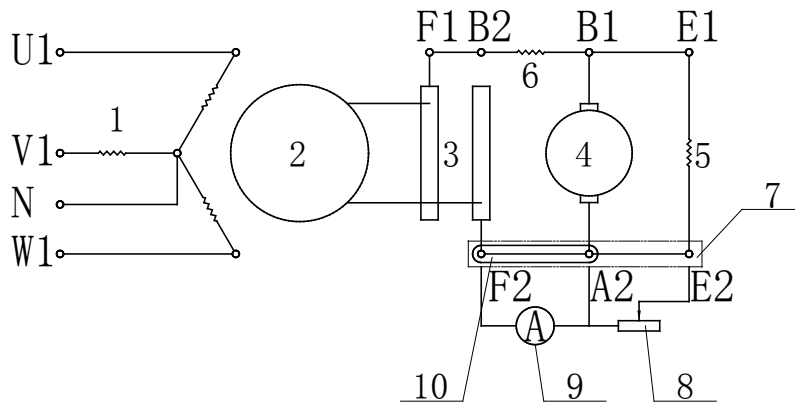


图 17 机械励磁同步发电机接线图

- 1—发电机定子线圈 2—发电机磁极线圈 3—集电环 4—励磁机电枢
- 5—励磁机并励线圈 6—励磁机换向极线圈 7—励磁机出线盒
- 8—磁场变阻器 9—连接片 (接电流表时此连接片取消) 10—电流表

3.2.3 带复励时无刷励磁机励磁方式同步发电机接线图

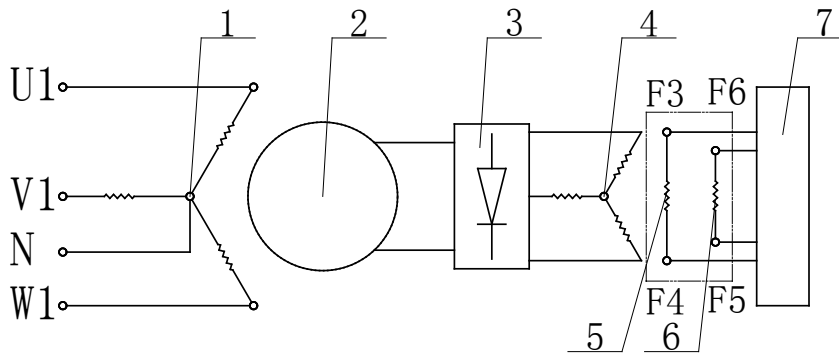


图 18 并励无刷励磁同步发电机接线图

- 1—发电机定子线圈 2—发电机磁极线圈 3—旋转整流装置 4—励磁机电枢
5—励磁机并励线圈 6—励磁机复励线圈 7—无刷励磁屏

3.2.4 串励时无刷励磁同步发电机接线图

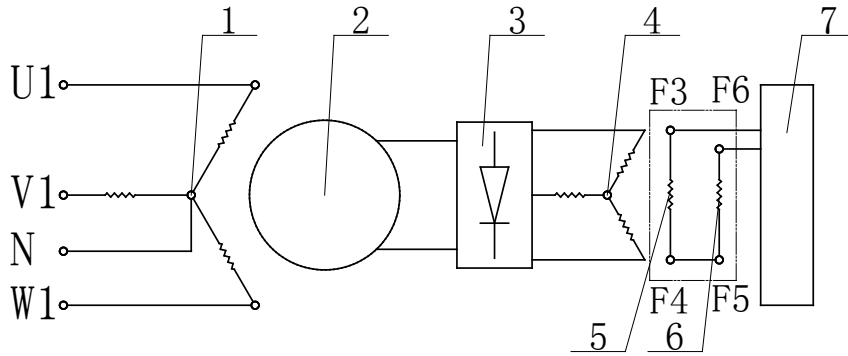


图 19 串励无刷励磁同步发电机接线图

- 1—发电机定子线圈 2—发电机磁极线圈 3—旋转整流装置 4—励磁机电枢
5—励磁机励磁线圈 6—励磁机励磁线圈 7—无刷励磁屏

3.2.5 静止可控硅励磁方式同步电机接线图

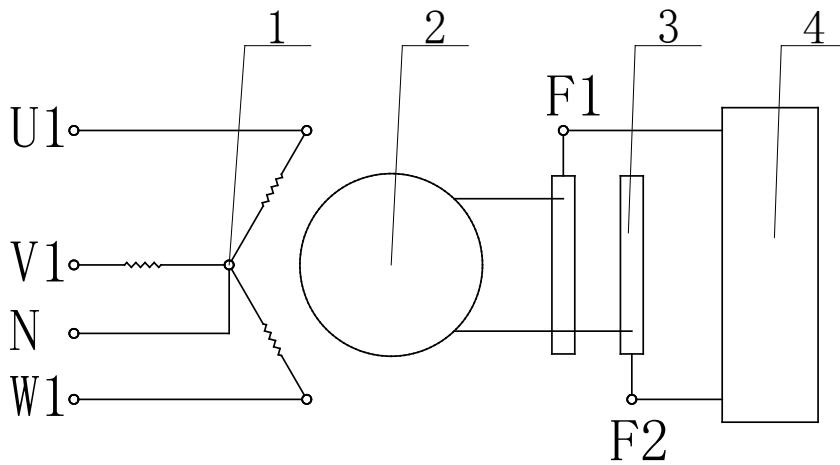


图 20 静止可控硅励磁同步电机接线图

- 1—同步电机定子线圈 2—同步电机磁极线圈 3—集电环 4—静止可控硅励磁屏

3.2.6 同步电机定子接线图

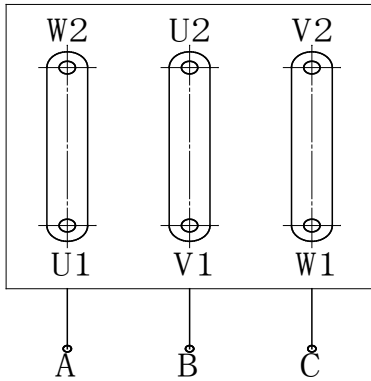


图 21 定子绕组 Δ 接

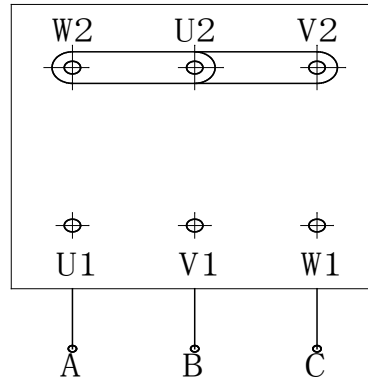


图 22 定子绕组 Y 接

3.2.7 测温元件

电机定子及轴承测温均采用三线制铂热电阻 Pt100 测温元件，引线标识如图 23，其中 x 代表测温元件序号。

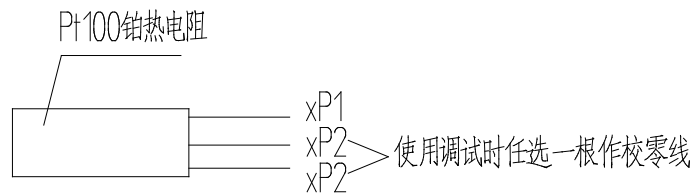


图 23 测温元件引线图

3.2.8 防潮加热器

电机内部根据用户需要装有防潮加热器，每台电机装设容量及电源电压在加热器标牌上标注。每只加热器引线如图 24 所示，其中 x 代表加热器元件序号。多只加热器并联使用，注意使用时控制电机内部温度不超过 120℃。



图 24 加热器接线图

△注意 电机必须停机后，加热器才能使用。否则可能电机温升高，损坏绝缘

4. 电机的运输与储存

根据运输的条件、运输的可靠性，电机分为整体运输和分体运输。运输及存放过程中须小心轻放，防止受损。

电机运抵现场后，请按运输清单或装箱清单清点零部件，检查其名称、规格、数量是否相符合和完整，有无差缺。检查轴瓦、轴颈和轴承等摩擦面是否受损。

电机的零部件不允许放在户外或露天场所，必须保存在平稳、干燥而又清洁的室内，大件包装箱储存时不宜堆码。室内空气保持流通，其室温不能低于 0℃，不能让灰尘、泥土、带有酸碱腐蚀的气体，以及可能损坏产品的动物侵入。定、转子线圈必须预防潮湿或机械受损。箱内取出的零件，特别是轴瓦、轴承等的摩擦面，集电环、镜板等零件，必须注意定期（至少三个月一次）进行检查。在存放期中，碳刷应从刷盒中取出包以一层石蜡纸。暴露在外面的零部件，必须防止金属表面生锈（特别是与其他零件相配合表面），可涂大炮油、牛油等方法预防生锈。



储存时必须防锈、防潮、防受损

5. 电机的尺寸及重量

5.1 电机的尺寸

电机外形安装尺寸具体参见随机文件中的外形图、总装配图以及部装图。

5.2 电机的重量

电机重量见电机铭牌数据重量项。

6. 电机的安装及调整



1. 基础能够尽量防止下沉，移动和振动。
2. 随机配备的垫铁，应平稳地放置地基础上，垫铁与基础及电机本体的接触面积均须超过接触平面的 75%。
3. 水轮发电机的安装应结合 GB/T8564《水轮发电机组安装技术规范》、GB50231《机械设备安装工程施工及验收通用规范》及本说明书进行。



易燃、易爆物品须远置安装现场，否则可能发生火灾；起重设备的容量应大于起吊部件的重量，否则可能损坏电机或发生人员伤亡事故。

6.1 电机设备基础

基础的设计由用户根据具体的条件和电机安装布置图的要求而设计，但设计和修建时按照以下原则进行：

基础应铺在坚固的土壤上（由混凝土或钢筋混凝土等筑成），有足够的承载能力，以便承受静载荷和动载荷。

电机的基础应与和它连接的机器基础做成一整体, 以免分开时各自基础的不均匀下沉、骨架变形等引起机组中心线改变而使电机受损。

基础浇好后应先加重物体进行预压。

放地脚螺栓之位置必须按照安装布置图要求准确预留好孔, 孔之大小应比螺栓大 5~7cm 以便安装时校正, 校正后在螺栓四周之空隙内填以水泥, 实现基础的二次浇注。

从混凝土收缩终了时起, 到电机开始安装的日期, 一般不少于 2~3 周。

管道通风电机的进风管道不得放在地下水位以下, 否则建议采用双层建筑基础。

6.2 安装前的注意事项

6.2.1 安装前安装人员必须熟悉随电机所供给的随机技术文件: 产品使用说明书、装箱清单、工厂供给客户的装配图及主要零件图纸、机组的技术文件等。

6.2.2 按装箱清单清点零部件、随机附件、备件、技术资料是否齐全, 开箱后应仔细察看零部件有否损伤, 主要零部件应与图纸校对是否一致, 发现弊病应立即修正。所有零部件的尘垢必须去净, 并按安装先后次序排列于装配地点及库房内, 发电机地脚螺孔位置应预先校对, 若有不符应及时修正。

6.2.3 按安装布置图检查与机组有关的土建工程, 如预留孔, 安装高度、尺寸位置等是否符合要求。定子及下机架安装高程、定子引出线位置、测温线圈位置及管路方向等应与厂房布置相适应, 并与电机安装图相符合。

6.2.4 开始安装前应校对起重设备的容量, 是否足够对最重件起吊, 并且起吊方法也应预先加以考虑。

6.2.5 安装前应充分考虑电机的安装次序及在安装过程中各阶段所用工具、量具及辅助材料等。

6.2.6 安装场所必须清理整洁干净, 在安装过程中机器房内必须保持整洁良好的工作秩序。

6.3 安装前的准备工作

6.3.1 巴氏合金瓦(推力瓦、导瓦、径向瓦)在安装前, 必须进行仔细的人工研刮, 与镜板接触的推力轴瓦巴氏合金面必须达到 4~5 点/cm², 导轴瓦及径向瓦与轴颈接触面必须达到 3~4 点/cm²。

△注意

氟塑瓦不需研刮, 球面支承结构瓦一般情况也不需研刮, 圆形瓦不需研刮

6.3.2 油槽在预装前须进行仔细清扫和压缩空气吹净, 可用面粉团对油槽作清洁处理; 作渗漏试验; 油冷却器在预装前用压缩空气吹净, 预装后应作 5kg/cm²的水压试验 30min, 不得有渗漏现象, 在预装和试验过程中, 发现缺陷应立即加以处理; 预装完毕后, 应在油槽壁内涂一层耐油防护漆。

6.3.3 制动器在安装前须进行分解清洗检查, 并对每个制动器作单独的油压试验, 试验压力为 75kg/cm², 在试验压力下 30min 之内压力下降, 不得低于 60kg/cm², 如压力下降太快时须找出原因, 予以消除, 同时顶转子用的高压管路及其阀门和接头等, 均应作油压试验不得渗漏。

6.3.4 用兆欧表测量电机（定子、转子、绝缘轴承）、励磁机所有线圈的绝缘电阻（电机定子线圈 6000V、6300V、10000V 及 10500V 级用 2500V 兆欧表，其余用 500V 兆欧表）。

6.3.5 检查主轴轴伸、瓦面、轴颈、镜板有无缺陷，并用汽油或煤油洗净，如发现毛刺应用挫刀或刮刀去除。

6.4 立式电机的安装

6.4.1 整体装箱运输不拆卸电机

6.4.1.1 首先进行基础的检查，然后检查地脚螺栓孔的位置、大小及深度、孔内是否清洁、基础之高度等是否正确。最后检查基础的尺寸与拖动机或负载位置的正确性、基础表面之水平度以及电机底脚孔的布置正确性。

6.4.1.2 在基础上放置楔形垫块和垫铁，其数目不应太少，放置位置应沿着每个地脚螺栓的边沿和集中负载的地方，尽可能放在支撑筋的下面。

6.4.1.3 将电机吊到垫铁上，并调节楔形垫块使电机达到所需之位置。

6.4.1.4 调整电机与拖动机或负载之轴线，此二轴之中心线必须严格在一直线上。

6.4.1.5 经过 6.4.1.3、6.4.1.4 步骤的反复几次调正后，将机组转动装置连接起来。

6.4.1.6 在基础上和底板内灌入水泥浆，经五、六天后扭紧地脚螺栓。

6.4.2 分体装箱运输组装电机

6.4.2.1 下机架的安装

立式电机的安装工作是由下机架开始的，首先须调好下机架的基础板的水平，其误差为每米不超过 0.5mm，然后将带制动器及管路的下机架放置在基础板上（其水平误差每米应不超过 0.5mm），按水轮机主轴找正中心（以下机架下导轴承壁为基准，其允差为 0.5mm），并调整安装标高，其误差应在 $\pm 2\text{mm}$ 内。由于转子磁轭上的制动环表面须高出制动块 10mm，因此，转子在未放到制动器上之前，制动块面需垫以 10mm 厚胶木板，胶木板的长宽尺寸应与制动块相等，各个制动器所垫胶木板的厚度应当相等，若发现制动器高度不等时，应在它的下面垫以整块薄铁皮或薄铜皮（其大小应与制动器底部尺寸一致），使各制动器高度差在 0.5mm 以内。在中心、高程及水平合格后将基础螺栓把紧，并按图纸位置配制定位销，进行下机架基础浇注二期混凝土。

6.4.2.2 定子安装

先将定子基础板调整好标高,并初步校好水平,按定子内圆对拖动机或负载轴找正中心,仔细调整,使定子内圆偏心误差在 $\pm 0.5\text{mm}$ 以内,使机座顶面水平误差在每米 0.05mm 以内,将转子吊入定子,结合转子之椭圆度及定子的偏心度校正空气隙,各间隙与平均间隙之差不大于平均间隙的 $\pm 8\%$ (空气隙必须上下都测量),在定子标高、水平和空气隙都调整合格后,才可将基础螺栓把紧,并按图纸位置配钻铰机座与定子基础板间的定位锥销。

6.4.2.3 转子的安装

转子是电机的重要部件,起吊时必须用制造厂供给的专用吊转子工具,并注意安全。

由于转子吊入定子后是按拖动机或负载主轴为基准找正,因此转子在吊入定子前,必须对此主轴的安装质量进行检查(此主轴法兰面的顶面,应比正常工作位置低 15mm ,且其偏摆应小于 0.05mm),合格后即将转子吊入定子(吊装时应特别小心,切勿与定子发生碰擦)。将电机轴法兰安装于电机正常运转时标高上(即比拖动机或负载主轴法兰面高 15mm)。以拖动机或负载主轴为基准找正电机轴的中心,使电机轴法兰与拖动机或负载主轴法兰互相平行,亦即将它们的侧面重合在一条铅垂直线上(见图 25),且两法兰相互平行偏摆不大于 0.03mm (见图 26)时,且按项 6.4.2.2 所指的方法,校好定子标高,水平及空气隙,并打好定子定位销,安装好上下挡风板及接油盒后,方可安装上机架及推力轴承等零件,同时进行定子基础浇注二期混凝土。

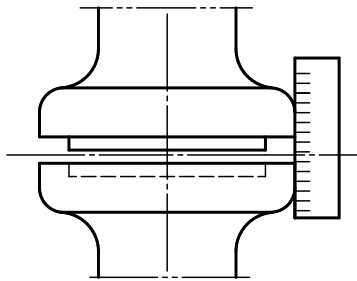


图 25 转子中心测定图

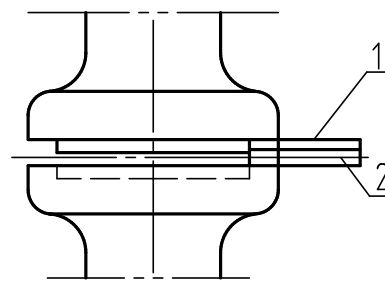


图 26 转子标高测定图 1. 塞尺; 2. 块规

6.4.2.4 上机架的安装

将上机架吊至定子上,找正两者间的定位止口,利用紧固螺栓将两者安装到位。装配推力瓦组成部分,以座环上平面为基准核定各瓦的高程,再安装推力头。在将推力头套于主轴之前,应将镜板与推力头间的绝缘板(应预先干燥)都安装好,并打入定位销。紧固镜板的螺栓的把紧程度必须均匀一致,不能此紧彼松,并且镜板与推力头间的绝缘电阻应不小于 $0.3\text{M}\Omega$,同时,镜板及推力轴瓦在未安装前的摩擦面都必须用酒精洗净,然后在其上涂一层细薄而又均匀的热猪油与石墨粉的混合剂(比例为 100g 油加 $3\sim 5\text{g}$ 石墨粉,仔细混合后,用铜丝布过滤 $3\sim 5$ 次),其厚度约为 $0.1\sim 0.3\text{mm}$ 。套推力头时,应用制造厂供给的专用装拆推力头拆装工具(见图 27)进行,推力头套入后用卡环紧固之。

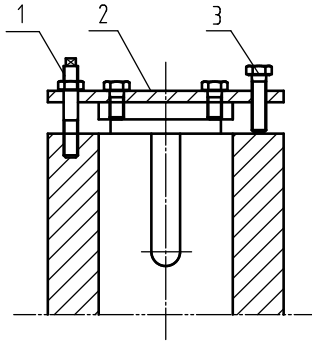


图 27 推力头专用拆装工具图

1. 拔出螺钉；2. 工具；3. 顶入螺钉

推力头套装完毕后，即可将转子重量放到推力轴承上，方法如图 28 所示。先用制动器将转子顶起 3mm 左右，再将序号 1 铜垫片（约 1.5mm 厚）放到序号 2 制动器千斤顶螺钉上，用序号 2 千斤顶螺钉将转子顶住，松掉油压，从制动器上取下序号 4 胶木板，再用制动器顶住转子，并把制动器上的序号 2 千斤顶螺钉旋回原处，松掉制动器的油压，转子便可落到推力轴瓦上了，此时需检查电机与拖动机或负载主轴法兰之间间隙，并调节支柱螺钉使其达到要求，调节支柱螺钉时，必须使每块轴瓦受力均匀（即每块均匀地以同样的力压到镜板上）。同时必须使间隙螺钉与推力轴瓦边缘之间维持在 2~3mm（见图 30）内，这样轴瓦在运转时才能活动自由。推力轴瓦调整好，即临时性地安装上导轴瓦，以便进行人工盘车，为了保证转子围绕原来的几何中心旋转，上导轴瓦与推力头间的间隙应在 0.08mm 以内，每次盘车以前必须在上导轴瓦与推力轴瓦上，涂一层清洁的热猪油与石墨粉混合剂。盘车合格后，按图纸要求在上机架与机座间同钻铰定位锥销。

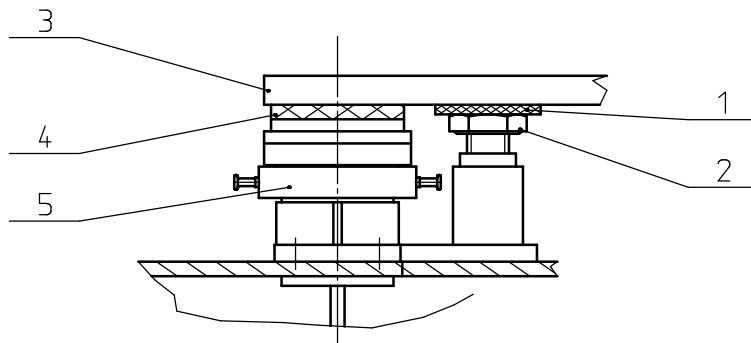


图 28 放转子到推力轴承上示意图

1. 垫片；2. 顶起螺钉；3. 制动环；4. 胶木板；5. 制动器

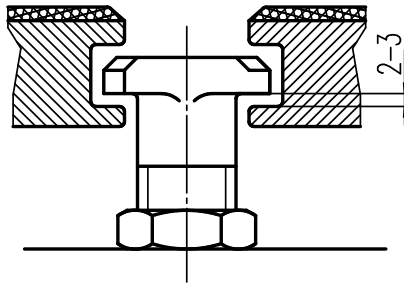


图 29 推力轴瓦与间隙螺钉之间隙范围

采用滚动轴承时,只需用下机架的顶起螺钉或千斤顶把转子托住,待推力头装上转子后,旋回顶起螺钉,转子重量便落在推力轴承上了。但需注意:下机架上的顶起螺钉,只是在拆装、维修时用来托住转子重量,不能用它来顶起转子,顶起转子应该用吊车进行。

6.4.2.5 人工盘车及联接主轴

人工盘车是由特制(如图 30 所示)的固定在推力头顶上或轴端面上的专门盘车工具进行。第一次盘车时应将下导轴瓦从下导轴承取出,用人工旋转主轴并用百分表测量摆度;电机主轴法兰的双幅振摆值应小于 0.08mm,如果发现摆度超过允许值时,不得在推力头与镜板间塞垫片,而应找出摆度过大的原因,然后用刮削推力头与镜板间的绝缘板或推力头平面来调整。振摆调整合格后,使电机主轴中心与拖动机或负载主轴中心重合,并使下导轴瓦抱到电机主轴后,便可将电机轴与拖动机或负载主轴用螺钉紧固地联接起来。开始进行机组的总盘车,同时将下导轴瓦取掉,测量水轮机导轴承附近轴的摆度,如超过允许值时则应找出原因进行消除,但不得在联接法兰之间垫东西。

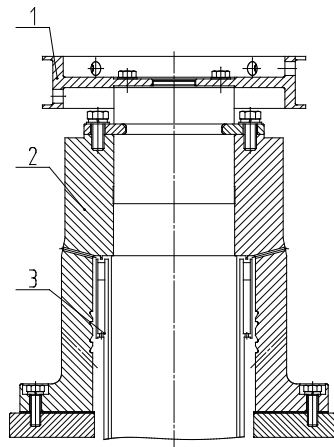


图 30 盘车示意图

1. 盘车工具 2. 推力头 3. 挡油管

6.4.2.6 轴承的安装间隙调整

拖动机或负载标高和迷宫环间隙、推力轴承绝缘和各部装配都符合要求,并使推力轴瓦每块都受力均匀一致,上下导轴瓦的间隙在 0.08~0.1mm 以内。利用锤击法,一边打一边要注意镜板是否仍保持水

平不变, 在调整轴瓦受力均匀时, 应注意使转子处于机组中心位置。由于制造和安装过程中均有误差, 所以机组的回转中心与轴的实际是不完全相重合的, 而又要使机组的双幅振摆限制在一定范围内, 因此, 在调节轴瓦的间隙时, 必须考虑盘车的摆度, 进行妥善的计算和调整。在整个调整过程中, 应特别注意清洁工作, 调整完毕后在各轴瓦表面涂一层很薄而又均匀的熟猪油石墨粉混合剂。

6.4.2.7 制动器管路的安装

制动器管路的安装应参考制动器管路图纸进行, 并根据电站的实际建筑进行配制, 配制时应根据电站建筑的具体情况, 将钢管配弯成所需的形状, 并用压缩空气吹净里面的泥沙、污垢或铁锈等杂物。制动器制动时, 所用的压缩空气的压力为 $5\sim 7\text{kg}/\text{cm}^2$, 制动器顶转子时, 所用的油压为 $60\sim 120\text{kg}/\text{cm}^2$, 当转子被顶起后, 可用制动器的锁定螺丝托住转子, 将油取消后, 转子应仍保持在被顶起的位置。

△注意

在最初使用制动器时, 应试刹车和复位功能, 查看制动块有无损伤或能否复位。同时这种检查还应经常进行, 发现异常时应立即更换。

6.4.2.8 油水管路的安装

油水管路的安装须参考油水管路图进行, 并根据实际情况配制管道, 并用压缩空气吹净里面的灰尘、泥沙或铁锈等杂物。上机架油路冷却器必须在上导轴承未装好之前, 就全部装配完毕, 并用 $3\text{kg}/\text{cm}^2$ 的水压试验 30min, 不得有泄漏现象, 同时, 只有在冷却器及油槽试漏合格后, 方可向油槽中加油。下机架应在电机中心全部找正后, 再安装封油盘, 并经渗漏试验合格后, 才可向油槽中加油。上下机架内的正常油面均为浸没导轴瓦一半为准, 正常允许油面应为正常油面的 $\pm 10\text{mm}$, 并在油位信号器上作上记号, 分为正常、最高和最低三根线, 最高和最低用红线作记号。

6.4.2.9 测温装置的安装

电机的定子线圈、定子铁芯、轴承油、轴承瓦的温度, 都是藉埋置的热电阻来测量的。测量各点温度的热电阻的出线标识应与图纸相符, 以便查校。较小容量电机无测温装置, 免作此项。

6.4.2.10 励磁机的安装

励磁机系制造厂经试车或装配后出厂的, 安装时按总装配图纸应对准主轴的中心线装于发电机主轴的相应位置。

6.5 卧式电机的安装

6.5.1 整体运输不拆卸电机

6.5.1.1 首先进行基础的检查,然后检查基础中心线的正确性、地脚螺栓孔的位置、大小及深度、孔内是否清洁、基础之高度、装定子用凹坑的尺寸等是否正确。最后检查基础的尺寸与拖动机或负载位置的正确性、基础表面之水平度以及电机底脚孔的布置正确性。

6.5.1.2 在基础上放置楔形垫块和垫铁,放置位置应沿着每个地脚螺栓的边沿和集中负载的地方,尽可能放在电机底板支撑筋的下面。

6.5.1.3 将电机吊到垫铁上,并调节楔形垫块使电机达到所需之位置,电机对水平面的找正,可借助于水平仪进行,水平度按安装技术标准要求。

6.5.1.4 调整电机与拖动机或负载之轴线,此二轴之中心线必须严格的放在一直线上。

6.5.1.5 经过 1.3、1.4 步骤的反复几次调正后,将机组转动装置连接起来。

6.5.1.6 在基础上和底板内灌入水泥浆,经五、六天后扭紧地脚螺栓。

6.5.2 分体装箱运输组装电机

6.5.2.1 与 6.5.1.1 相同。

6.5.2.2 与 6.5.1.2 相同。

6.5.2.3 将电机的底板先吊到垫铁上,用测锤找正中线位置,用水平仪找正水平面。

6.5.2.4 安装轴承座于电机底板上,若轴承座下面装有绝缘垫板时,应注意保护此绝缘垫板及轴承座底脚螺钉的绝缘管和绝缘垫圈不损伤,轴承座与电机底板的接触处,必须清洁。

6.5.2.5 调整两轴承座,两轴承孔中心不同心度应不大于 0.1mm,横向水平偏差一般不超过 0.2mm/m,轴向一般不超过 0.1mm/m,轴向中心距的调整,要考虑电机运行时转子主轴受热膨胀的伸缩量,应按主轴的长度,将轴承座中心距加长 1~2mm。将轴瓦清洗后,再装入轴承座内,并加入润滑油,然后在轴瓦上放上电机的转子。

6.5.2.6 调整电机与拖动机或负载主轴在一条水平的直线上。对机组轴线的要求:圆周径向偏差值应不大于 0.04mm,端面轴向间隙即倾斜值应不大于 0.02mm。

6.5.2.7 用手锤轻敲底板,了解底板下铁垫的位置,以及底板和基础是否紧密,然后将地脚螺栓旋紧。

6.5.2.8 进行轴瓦研刮,轴瓦工作弧度一般为 60° ,最大为 90° ,因此在下轴瓦中心夹角 $60^\circ \sim 90^\circ$ 范围内应研刮瓦面,在此角度以外部分应刮低,并在两侧逐渐扩大间隙,在上下瓦合缝处间隙最大,其值为上瓦顶隙的 1/2。利用铅粉之内的显示剂,反复研刮数次,然后观察接触情况,将大点分离,点密集的地方刮稀,每次研刮前后的刀纹应相交,形成鱼鳞状,研刮后的轴瓦有 3~4 (至少 2~3) 点/ mm^2 ,沿轴瓦长度应均匀接触,在轴瓦合缝处的纵向油沟两端的封头长度应不小于 15mm。但对于具有自调心能力的巴氏合金瓦或氟塑瓦则不需研刮瓦,仅仅刮出纵向油沟即可。

注意 对于两支点冲击式电机轴承，应根据水推力方向偏移一个角度后按上述要求进行研刮，见随
机技术文件轴瓦图，同时根据作用力与反作用力，后轴承偏移角度的方向应与前轴承相反）。

6.5.2.9 吊开转子，进行二次混凝土基础浇注，等水泥收缩以后，再开始作电机的整体装配。

6.5.2.10 套装转子

根据定子结构的特点应选取安全、简便的的安装方法，即转子固定，定子套入转子的方法；或定子
固定，转子插入定子的方法。

表 2 套装转子过程

| | | |
|-------------------|---------------------------------|---|
| <p>6.5.2.10.1</p> | <p>1-径向-推力轴承 2-底板 3-定子 4-木方</p> | <p>定子机座用木方垫高， 并取掉飞轮端轴承座</p> |
| <p>6.5.2.10.2</p> | <p>1-木方 2-定子 3-转子 4-木方</p> | <p>将转子吊起使一端轴插 入定子，并用木方垫好</p> |
| <p>6.5.2.10.3</p> | <p>1-木方 2-定子 3-转子 4-木方 5-轴承</p> | <p>改吊转子两端轴头插入 定子内(必要时采用吊 转子工具)，并吊回取掉 的轴承座</p> |
| <p>6.5.2.10.4</p> | | <p>将定、转子同时吊起， 拆除木方落于底板和轴 承座上</p> |

6.5.2.11 气隙的调整

对定、转子空气隙的调整应尽可能均匀。在每极极靴表面沿极靴宽度方向中心处测量气隙,重复 3~4 次,每次将转子旋转 90°,测每个点的间隙值,每个点的间隙值应是该点所有测得数值的算数平均值。各点的气隙值与平均气隙值之差应不大于平均气隙值的±8%。初步调整时,下部气隙值应大些,调整气隙值应改变定子底脚板下的垫片厚度以及沿水平方向移动定子。调整合格后,机座与底板按图纸要求同钻铰锥销。

6.5.2.12 用螺栓将电机法兰和拖动机或负载法兰连接一体,两主轴连接后,用盘车方法测量各部分的摆度值:各轴颈处的摆度值应小于 0.03mm;法兰处的摆度值应不大于 0.1mm;转子滑环处的摆度值应不大于 0.2mm;励磁机整流子或集电环处的摆度值应不大于 0.2mm。

6.5.2.13 轴瓦各部分间隙的调整和测量以及轴承上盖的装配。

轴瓦各部分间隙应符合表 3 的要求

表 3 轴瓦间隙

| 轴颈尺寸(mm) | 顶面间隙 a(mm) | 侧面间隙 b(mm) |
|-------------|------------|-------------|
| φ 80~φ 120 | 0.20~0.25 | (0.5~0.1) a |
| φ 120~φ 180 | 0.25~0.35 | |
| φ 180~φ 250 | 0.35~0.45 | |
| φ 250~φ 350 | 0.45~0.55 | |
| φ 350~φ 500 | 0.55~0.60 | |
| φ 500~φ 650 | 0.60~0.65 | |

注:轴瓦间隙的选取还与轴颈负载、转速及油的粘度、润滑方式等因素有关。一般按经验数据确定,本表仅作参考。

△注意

球面轴承的顶隙在制造厂内通过控制轴瓦与转轴的配合公差而实现,因此一般现场不需再作调整

6.5.2.14 其它部件的装配:出风弯道(预先已吊入机坑内)、挡风板、端罩、盖板、防护罩、刷架等。

△注意

防止金属片等异物进入电机内部,否则可能发生绝缘击穿或人身伤害

6.5.2.15 联轴器的热套

联轴器有时采用热套工艺套装在轴上,联轴器加热的温度为 250~300℃。套装联轴器后,其端面与轴间的配合应无间隙。联轴器加热温度的计算:

$$t = \frac{\delta + \Delta}{11D \times 10^{-6}} + t_0$$

δ —联轴器与轴的实测配合过盈 t_0 —环境温度 D —联轴器内径

Δ —联轴器 and 轴套装配时所需的最小间隙 (mm), $D/1000$

6.5.2.16 机组轴线的调整:

机组轴线的调整是安装工作中的关键工序之一。机组各转轴的中心线应构成一条连续、光滑的挠度曲线, 为此相互连接的两个联轴器的端面应保持平行并且同心, 以保证相连两个联轴器的轴线重合, 这种调整工作称为轴线定心。

轴向定心要点: 一般测量轴颈的水平度和联轴器的径向及轴向间隙的方法进行机组轴向定心, 即在联轴器外圆固定互差 180° 位置的两对测量工具 I 和 II, 在两个转子同时顺序回转 0° 、 90° 、 180° 、 270° 四个位置时, 测量一组径向间隙和两组轴向间隙。即:

$$a_y = \frac{a_1 - a_3}{2} (\text{mm}) \qquad a_x = \frac{a_2 - a_4}{2} (\text{mm})$$

$$b_y = \frac{b_1 + b_1' - b_3 + b_3'}{4} (\text{mm}) \qquad b_x = \frac{b_2 + b_2' - b_4 + b_4'}{4} (\text{mm})$$

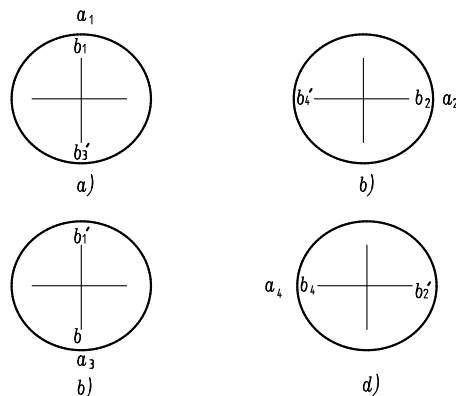
a_y —联轴器径向垂直偏差 (mm) a_x —联轴器径向水平偏差 (mm)

b_y —联轴器轴向垂直偏差 (mm) b_x —联轴器轴向垂直偏差 (mm)

a_1 、 a_2 、 a_3 、 a_4 —工具 I 在 0° 、 90° 、 180° 、 270° 四个位置测得的联轴器径向间隙 (mm);

b_1 、 b_2 、 b_3 、 b_4 — 工具 I 在 0° 、 90° 、 180° 、 270° 四个位置测得的联轴器轴向间隙 (mm);

b_1' 、 b_2' 、 b_3' 、 b_4' — 工具 II 在 0° 、 90° 、 180° 、 270° 四个位置测得的联轴器轴向间隙 (mm);



通过调整靠近联轴器的轴承高度和左右位置来消除轴线的径向偏心, 通过调整离联轴器较远的轴承高度和左右位置来消除轴线的轴线偏斜。

机组轴线的调整应考虑磁力中心线位置的变化。如往轴伸端窜动, 在转子部分相对固定的情况下, 则相应调整电机的定子部分往轴伸端移动铭牌上标注的距离。

6.6 试验电源用同步电机安装

试验电源用同步发电机及同步电动机的安装参照上述结构型式电机进行。

7. 电机的使用和操作

7.1 使用前的检查

机组在安装完毕后起动前，必须进行仔细清扫检查和喷漆工作，电机的清扫和检查是一项非常重要的工作，必须用软毛刷和白布细致地清除电机内部的一切杂物，并组织专门小组进入电机内作如下检查。

7.1.1 检查机组内部是否遗留有器具，并在空气隙处用电筒检查，和用白布在间隙内拉一遍。

7.1.2 检查机组基础，下机架、定子、转子、上机架或永磁机等各部件的联接，紧固和锁定情况是否牢固。

7.1.3 检查上下机架油槽内或座式轴承内润滑油牌号，及标高是否合适；检查滚动轴承润滑脂加注量是否为轴承室 2/3 左右，以及润滑脂牌号是否与外形图或总装图上要求的一致。

7.1.4 检查电机的接线是否正确，并将接线盒内的残余金属异物清理干净，拧紧所有端子的螺栓、螺母。同时电机须接上接地线。

7.1.5 检查裸露导电体的爬电距离是否达到要求（400V 级大于 6.3mm；6000V 级大于 90mm, 10000V 级大于 160mm），同时应注意出线盒的密封，以免发生触电事故。



裸露导电体的爬电距离必须符合相应标准，否则可能发生触电事故

7.1.6 检查高压瓷瓶固定是否牢固，瓷瓶中的导电螺杆与金属异物的爬电距离是否符合要求，以防止高压放电而产生危险。



导电螺杆与金属异物的爬电距离必须符合要求，以防止高压放电而产生危险

7.1.7 检查电机对地绝缘电阻，若绝缘电阻不能够满足要求，则必须进行烘干处理。

绝缘电阻不低于按下式计算的数值：

$$R = \frac{\text{绕组额定电压 (V)}}{1000 + \frac{\text{电机额定功率 (KW)}}{1000}} (M\Omega)$$

7.1.8 电机运行前须仔细检查开关柜，以免开关出现误操作。在整定电动机开关柜上的起动电流时应特别注意，起动时由于电流较大，电动机的起动电流会使电流互感器的磁路达到饱和，它的变比关系有较大的变化，因此不能在按照一次侧与二次侧的变比关系简单调整起动电流，而应根据有关继电保护的规定和方法调整起动电流和过载电流的保护值。

7.1.9 高压电动机如用真空开关控制电机的起动,应在保护回路中增加阻容回路或压敏电阻,以避免电机在起动过程中产生操作过电压而击穿线圈。

⚠危险

控制柜内必须安装避雷器,否则可能发生雷击

7.1.10 采用强迫润滑的电机,应检查稀油站的油压、流量是否足够,油路是否畅通,进油温度应不高于42℃,在电机运行前,应先加注润滑油进入轴承油腔,油量应至油位线,此线标于轴承侧面的透镜中心;必须确认轴承已处于良好的润滑状态时方可起动电机;必须在电机运行结束后再关闭稀油站。

△注意

电机旋转时,轴承座、机架油槽内必须有足够的、符合要求牌号的润滑油,否则将烧瓦。

7.1.11 检查测温装置紧固是否牢靠,接线及标号是否正确,温度计的指示是否正常。

7.1.12 向冷却器充以2kg/cm²水压,检查水流是否正常以及水管系统是否有渗漏现象。

7.1.13 用7kg/cm²气压试验制动器,动作是否正常、灵敏。

7.1.14 检查机组内各零件有无损伤,碳刷是否被提起并被卡住,碳刷与集电环或换向器的接触面积不小于75%。

7.1.15 检查各转动部件与固定部件间是否有适当的间隙,以及定子线圈两端是否有足够的安全距离。

7.1.16 以上检查全部合格后,将管路及机组喷漆,准备起动。

△注意

电机运行前须去掉集电环、刷架上的塑料保护薄膜和防锈油,否则电机无法运行,或运行时打火。

7.2 水轮发电机组第一次起动

7.2.1 起动前应与电机所有相关设备的负责人商妥起动顺序、转速、以及在这种转速下运转的时间等。

7.2.2 起动前发电机应处于空载状态。

7.2.3 起动前轴承或机架油槽中的油温应在+10~30℃内。特殊情况则根据协议而定。

7.2.4 机组起动后,当转速上升到50%额定转速时,即停止升速,在这种转速下检查电机运转情况,当无摩擦、撞击振动及不正常的噪声和异常情况时,可继续增加转速直至额定值。

7.2.5 机组在额定转速下运转到轴承温度达到稳定,一般约需5~15h,在此时间内应检查并记录电机在运转中的每一不正常情况,如发现各轴承或某一个轴承的温度在急剧上升(绝对温度还未达到最大值时)就应停机,检查原因。

7.2.6 关闭机组。对于有制动装置的机组,当机组转速降至35%额定转速时,即用制动器进行刹车。

7.2.7 停车后应仔细检查电机的所有部件,并立即消除一切不正常现象。

7.3 水轮发电机组的第二次起动

7.3.1 第二次起动可迅速使机组达到额定转速。

7.3.2 机组在额定转速时，由空载到额定负载的所有情况下运转，对内部装有导轴承的立式电机机架，在水平方向的允许其双幅振动量，以及卧式电机的轴承，在垂直方向的允许其双幅振动量应不大于表 4 规定。

表 4 各转速下允许双幅振动值

| 额定转速 (r/min) | 允许双幅振动量小于 (mm) |
|--------------|----------------|
| 100 及以下 | 0.14 |
| 大于 100 至 250 | 0.12 |
| 大于 250 至 375 | 0.10 |
| 大于 375 至 750 | 0.07 |
| 大于 750 | 0.05 |

7.4 同步电动机的起动

7.4.1 电动机的直接起动法

一般中型同步电动机都可采用直接起动。操作步骤应按下列顺序进行。

7.4.1.1 按图 31 接线，并将双极闸刀开关或类似装置投至 A 处。让起动电阻包括在磁极线圈回路中，此项必须遵守，否则将使电机损坏；(起动电阻及控制其投入与切断的装置一般配置在励磁屏内，且是一个自动控制过程，以保证准确地顺极性投励)。

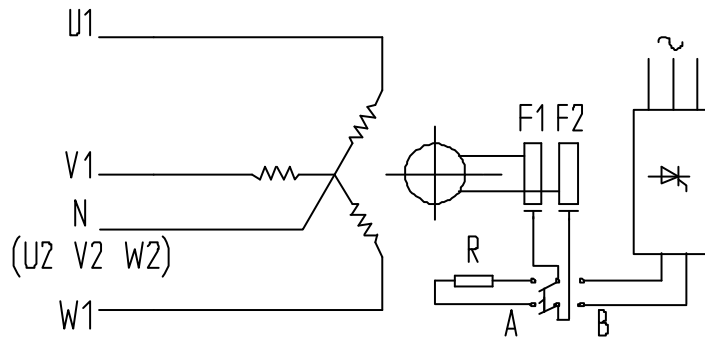


图 31 同步电动机起动接线图原理图

7.4.1.2 将起动电阻放在最大电阻处（一般取电机转子绕组冷态电阻的 10 倍）。

7.4.1.3 将电动机与电源接通。

7.4.1.4 此时转子转动，且转速逐渐增加，一般情况下，会逐渐接近额定转速，但有时可能在稍大于额定转速一半时停滞不增，此时需拉开双极闸刀开关转速即会上升。(此时开关之二端将产生较高感应电压，为安全起见，必须注意开关手柄之绝缘情况)。

7.4.1.5 当电动机转速接近额定转速（约为 95%额定转速）时，拉开双极闸刀开关或类似功能的装置并投向 B 处；然后投入励磁使其牵入同步，直到电机达到额定转速。

7.4.1.6 将励磁电流调节到适合于负载的大小和要求的功率因数。

7.4.1.7 下一次的起动时间至少在前一次起动后一刻钟后才能进行。

7.4.1.8 如果电动机起动设备有电动控制，其起动操作应根据起动设备的使用说明书。

7.4.2 同步电动机的电抗器起动法

在受到电网容量的限制必须降压起动时，在电动机定子中性点接入电抗器，以限制其起动电流，此时电动机的端电压与电流成比例的降低，而起动力矩与电流成平方关系降低。所以降压起动时必须注意是否力矩过小而导致机组不能起动、或起动时间过长电机有过热现象。

7.4.2.1 与 7.4.1.1 相同。

7.4.2.2 调整励磁电流使定子中电流达到最小值。

7.4.2.3 以油开关将电抗器短路掉。

7.4.2.4 与 7.4.1.6—7.4.1.8 相同。

7.4.3 同步电动机的停车

7.4.3.1 拉开电动机与线路间开关；

7.4.3.2 停止辅助机构（通风泵等）；

7.4.3.3 拉开双极闸刀开关，使仍其接至 A 处（见图 31）；

7.4.3.4 使起动电阻之电阻值，放置在最大处。



不允许电机频繁起动，否则可能损坏电机及发生人员伤亡事故。严禁磁极线圈直接短路或开路起动，否则可能损坏电机。

8 电机的使用与维护

8.1 参数的设定

8.1.1 定子绕组的报警温度：B 级绝缘考核时建议设定为 115℃；F 级绝缘考核时设定为 140℃。

8.1.2 滑动轴承的报警温度建议设定为 70℃；滚动轴承的报警温度建议设定为 85℃。

8.2 电机的使用

8.2.1 检查振动

在运行过程中应周期性地检查电机的振动和大轴的摆动，在下列情况下应进行振动和摆动测量：

- a) 在安装以后;
- b) 在检修前或以后;
- c) 摆度和振动显著增加时。

8.2.2 检查间隙

应周期性地检查电机定子与转子间、轴承与主轴间的间隙有无异常变化。

8.2.3 电机的紧固

应周期性地检查螺栓、双头螺钉及螺母的紧固情况，必须对固定电机回转部分的螺钉给以特别的注意，尤其在电动机超速 150%或发电机多次飞车以后，必须进行仔细检查。

8.2.4 电机的通风

对开启式的或管道通风的一般电机，周围的空气必须清洁干燥，且不能含有损坏绝缘的酸、碱性及其他有害气体，不能让灰尘进入，否则将降低绝缘电阻。

冷却电机的空气量不能减少，应避免出来的热风重新回到电机中去，以免使电机过热，对管道通风的电机，若装有风机时，须保证电机有足够的冷却风量。

电机周围空气温度不应低于 0℃，如低于 0℃时，电机在运转前必须先进行预热，当电机周围温度超过 40℃时，则必须想法降低温度或减少电机的负载。电机在额定运行时各发热部分以环境温度 40℃计算，允许的温升如表 5。

表 5 电机各部件温升允许值

| 零件名称 | 电阻法（检温计）测量 K | | 温度计法测量 K | |
|---------------|--------------|-----|----------|-----|
| | B 级 | F 级 | B 级 | F 级 |
| 电机定子线圈 | 85 | 105 | / | / |
| 电机转子线圈（裸铜线扁绕） | / | / | 90 | 110 |
| 定子铁心 | 80 | 100 | / | / |
| 集电环及换向器 | / | / | 80 | 90 |

温热带型电机容许温升为上表再减去 5K。

用定子线圈中的测温元件测量时即为埋置检温计法，测温元件如为铜丝绕制者，其冷电阻为 50Ω（在 0℃时）分度号 Cu50，如为铂丝绕制者，其冷电阻为 100Ω（在 0℃时）分度号 Pt100，测温元件均匀地分布于三相中，置于上下层线圈之间和槽底。

管道通风的电机中,如装有空气过滤器,须经常测量通过过滤器的风量和风压差,以检查过滤器中灰尘堆积情况,一般同步电机应保证电机外形图中所规定的冷却风量,在空气过滤器中的风压差不超过 10mm 水柱,包括过滤器与进风管道,其总的风压差不应大于 15mm 水柱,如风道内压差大于 5mm 水柱,应检查风道有无阻塞,风道内壁是否光洁。如空气过滤器的风压差大于 10mm 水柱,则过滤器必须清洗。

过滤器的清洗方法是:先用热的苏打溶液然后用热水冲洗,在清洗以后,经过很好的干燥,再涂上新油,或用火油清洗,干燥时间可大大缩短。新油的成份是:压缩机油 13[#]80%及气缸油 24[#]20%,比重为 0.893,50℃时恩氏粘度为 3.13。亦可用透平油 20[#]和 30[#]的混合 98.5% (此混合剂的恩氏粘度为 3.3~3.5),另加菜子油 1.5%代替新油。

如通风管道太长,风阻太大时,必须在电机出风口处用泵抽风,以达到所需冷却风量。

在装有空气冷却器的全封闭路循环的电机中,应检查冷却器管道有无阻塞及污秽堆积现象,在进入电机的冷却空气温度较正常情况升高 5℃时,该冷却器应检修。检修时应检查水封有否损坏,水管有无渗透现象。少数渗透的水管是不可能更换的,此时可将渗透的水管两端用木塞或橡皮封住,即可继续使用,唯需注意到修复后冷却面积将因此而减少。

8.2.5 检查绝缘电阻

绝缘电阻必须经常检查,如果各部件要求的绝缘电阻降低,须仔细清除其上的污垢和灰尘,可用少量汽油或甲苯擦试,经干燥后涂上绝缘漆。

8.2.6 电机的飞逸转速

受转子机械结构强度的限制,电机只能够在铭牌上规定的飞逸转速范围内超速旋转,最大历时 5min,且不得经常性超速,否则将造成转子被直接甩坏或造成永久变形,甚至造成人员伤亡事故。(注:卧式电机出厂前已作飞逸试验,故在电机安装完毕后,一般不要求再作电机的飞逸试验)

8.2.7 监控

应作好电机运行日志,定时记录各种仪表的读数,以便及时发现电动机参数的异常变化。随时检查滑动轴承油位,碳刷磨损状况。

8.3 电机的维护

8.3.1 保护清洁,为了保证电机的使用寿命,维护电机各部件的清洁是机组正常运转的必要条件,不允许有灰尘、油等弄脏电机,尤其是电动机的定子线圈,由于电压较高,线圈上的灰尘和脏物都会造成表面放电,影响绝缘寿命,在电机的一切润滑系统的油中,都必须保持清洁,不然会造成温升过高以致烧

坏轴瓦。线圈清洗方法，主要根据其弄脏情况而定，最简单的方法是用干燥的压缩空气吹净，但不应将脏物吹入电机，而应从电机内部吹出来，假如积聚的脏物含有油质（如黄油等），则应采用溶解剂（如四氯化碳、甲苯、乙苯和二甲苯等）清洗。集电环处的脏物，可用清洁无毛的布擦净。

8.3.2 运转时，有下列情况之一时，应停机检查：

- a) 剧烈的打击声，轴的振动及摆度突然增大时；
- b) 推力轴承或各导轴承油的温度显著增高，超过制造厂所规定的数值时；
- c) 冷却水停止供应时。

8.3.3 定子线圈及定子铁芯的维护

对定子线圈，应经常测量绝缘电阻的方法来检查其绝缘情况，当电机运行一年以后，应对线圈进行仔细的清扫和检查下列各部：

- a) 检查线圈端部有无变形；
- b) 检查端部垫片，直线部分垫条，端部扎绳及铜环引线等处，是否有变形，松动和掉落等情况；
- c) 检查线圈在槽内是否有松动情况；
- d) 检查绝缘是否有损伤处。如果线圈表面之漆有脱落需补刷者，则应将线圈表面彻底清擦干净后再涂漆喷漆。在电机运转过程中，必须经常检查硅钢片的固定片对机座的紧固情况，同时要特别注意定子各部接缝和焊缝，并应检查硅钢片的边缘处是否腐蚀情况。

8.3.4 转子及转子线圈的维护

电机在短时运转后，应仔细检查转子各部螺钉是否有松动情况，以后还应定期进行这种检查工作。同时转子线圈的绝缘电阻也应定期检查。电机在运行一年以后，转子各部件应按下列项目仔细的检查：

- a) 检查各极线圈有无位移；
- b) 检查转子线圈的清洁，并将脏物清除干净；
- c) 检查匝间及对地绝缘；
- d) 检查线圈极间的连接线；
- e) 检查所有螺栓是否有松动情况；
- f) 检查线圈与集电环的引线连接情况。

8.3.5 油槽、轴承的维护

油槽、轴承是电机的主要部件，因此在运转期间要特别仔细地进行检查，并随时注意下列事项：

- a) 监视轴承油槽内的油面或润滑脂使用情况；
- b) 监视轴承的温度，并记录之；
- c) 监视油冷却器的供水情况。

机组在运转时必须注意油面的高度和油的温度, 因为漏油会使油面下降, 漏水会使油面升高。电机运转时应特别注意油的清洁, 并经常取油化验, 检查是否污脏、水份和酸性是否增加, 油的这种分析, 每月应进行两次, 电机在运行的初期油的分析应经常一些。分析用的油应从油槽底部取出。运行人员应根据季节确定轴承在正常运行条件下应有的温度, 温度超过平时温度的异常上升现象, 是运转中的部件发生故障的主要标志, 此时必须立即设法弄清造成过热的原因, 并加以消除。测量轴承轴瓦温度和油温的温度巡检仪, 应调整到超过实际温度 5℃ 发信号, 10℃ 时切断, 一年中的各个季度应相应的改变其调整值, 作这种改变调整时, 应考虑其中温度的实际变化范围。电机运行时, 冷却水最高进水温度不应超过 28℃, 推力轴承的油温应为 20~45℃, 导轴承的油温允许至 50℃, 应用调节冷却水流量的办法, 使推力轴承各轴瓦和油的温差最好保持在 20℃ 左右, 当机组起动时, 应注意推力轴承油槽内的温度不低于 +10℃, 因温度过低时, 油的粘度增加, 将破坏轴瓦与镜板间油的循环条件。

| | |
|------------|--|
| △注意 | 在更换油脂时必须将原来的油脂清洗干净, 否则容易产生油脂变质而损坏轴承。润滑油牌号根据电机外形图要求来选取, 油脂加注量约为轴承室空间 1/2~2/3, 加脂周期一般为 12 周; 根据润滑油是否污脏或变质确定更换或添加, 根据油位线确定加注量 |
|------------|--|

| | |
|------------|-----------------------------|
| ◇危险 | 必须保证油的品质及油路的畅通, 否则可能发生轴承的烧毁 |
|------------|-----------------------------|

8.3.6 用制动器顶转子和制动器的维护

当制动器系统不正常时, 不允许电机进行起动, 制动器在复位前, 也禁止起动。在每次机组停机并将转子顶起以后, 必须检查制动器, 在进行电机的检查和检修时, 容许用制动器将机组转子顶起或制动。

8.3.7 集电环或换向器的维护

对集电环必须给予高度的重视, 环面应清洁光滑, 积灰和油疤都会引起火花而造成环面过热, 同时必须注意集电环有无偏心, 因偏心也会引起碳刷发生火花。碳刷必须仔细研磨使其与环面密接, 刷盒应离开环面 3—4mm。碳刷磨损原始长度 1/3 后, 应更换同样牌号和同样尺寸的新碳刷, 碳刷在环面上的单位压力为 150~250g/cm², 碳刷在环面上的接触面积应大于 75%, 为了使集电环的磨损程度均衡, 每年应换 1—2 次集电环的极性。

8.3.8 电机存放时的保养

电机到达用户处后, 若不立即进行安装, 亦应开箱进行检查, 查看电机在运输途中是否有损坏处, 箱内是否潮湿, 金属表面有无锈迹, 若无问题时再装入箱内, 保存在干燥而温暖的房间内, 室温应均匀, 且不低于 0℃, 室内不应含有酸碱性的气体或其它有害于绝缘和接触部件(集电环、碳刷)的蒸气, 为了使线圈上下不蒙上潮气, 室内应有足够的通风和温度, 如温度太低时, 一般用加热器来加热较适合。电机的加工表面上如有铁锈时, 应用砂纸与油擦去, 擦集电环表面的砂纸只能用 N0.00 细砂皮纸。

电机应放在垫有木块的水泥地上,以防白蚁侵入,存放的电机装拆应在室内或有屋顶的地方,木箱离墙壁至少有 400mm 的间隔。

如为完整已装配好的电机,或者是要长期停机的电机,不应拆开来保存,其轴颈部分已装在轴承内,所以不要包扎,但应定期地将转子转动,使其表面上保持一层油膜。在轴伸表面,应以石腊和凡士林各 50% 的混合物或以其它防锈剂涂封。

对短期停机的电机,集电环不必包扎,但应在它们与碳刷间垫以石腊纸或沥青纸,以免在它们的表面上形成斑点。

被存放的电机,应定期进行检查,每三个月不少于一次,如发现电机防锈层损坏时,应用干净的棉纱或布擦去,仔细检查其表面,有锈蚀时,应清理并洗净该处,重新涂上防锈剂,然后再包扎好。

8.3.9 电机受潮后的干燥处理

电机线圈本身是带有绝缘的导体,而受潮后将导致绝缘性能的降低,出现这种情况必须进行干燥处理。

8.3.9.1 用兆欧表(摇表)测量电机的绝缘电阻,特别是那些已在库房存储时间较长或长时间未运行的电机更应在运行前进行测量,绝缘电阻值的兆欧数不应低于该电机额定电压数的千分之一,否则该电机应进行干燥处理。

8.3.9.2 一般说来,安装好后的发电机可在半负载的情况下作 24h 的运行来进行干燥。当定子线圈温度稳定后所测得的电阻值不应低于按下列公式计算的数字:

$$R = \frac{\text{绕组额定电压 (V)}}{1000 + \frac{\text{电机额定功率 (KW)}}{1000}} (M\Omega)$$

8.3.9.3 也可以选用热风法,装设一专用的鼓风机,将空气打入一加热器,加热到 70-80℃再吹入电机,电机用帆布罩好,留出排气孔,使空气能经过电机自由流动,通常的加热器是用电热丝或蛇形蒸气管来加热,加热器的容量可按下式来估计:

$$P = \frac{0.4PH}{100} + 20KW$$

PH—所要干燥的电机之额定功率(kW)

此法亦能与其它干燥法并用。如电机带转子一起干燥时,在干燥过程中,为防止电机转轴在久热下变形,应该周期的把转子转动 180 度,为了使热风能均匀地吹到线圈的各部分应定时的更换吹风位置,并应控制线圈表面的温度不应超过 85℃(温度计法测量),近进风口处不得超过 90℃。

8.3.9.4 如安装现场备有低压大电流电源时,可用短路法来烘干电机。

a) 短路干燥法是将发电机定子的三相一齐短接,线圈是在电机侧直接短路,并在每相接一电流表,线圈在开始干燥前,机座需有可靠的接地保护,其接线原理如图 32 所示:

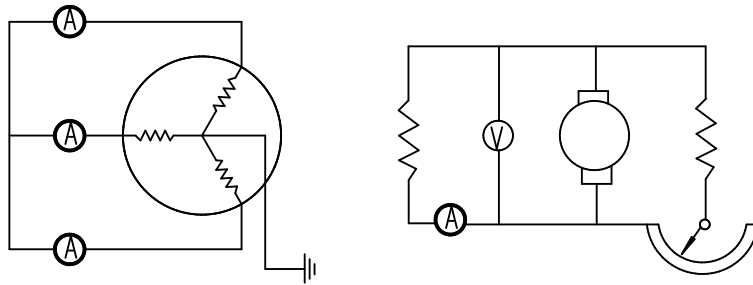


图 32 短路干燥原理接线图

b) 进行短路干燥时应使发电机在额定转速下旋转，调节发电机励磁，使其定子电流及励磁电流均不超过额定值，并使开始干燥时，温度上升每小时不超过 3°C ，以后不超过 6°C ，并且在开始干燥时 10h 内温差不超过 50°C ，在干燥过程中，定子线圈的最热处的最高温度，以水银温度计测量时不得超过 70°C ，以电阻温度法测量时不得超过 90°C ，最高温度必须在 20~24h 之内达到。

c) 在开始干燥时，必须每隔 30min 记录一次温度，达到稳定后每隔一小时记录一次，同时每隔一小時用相应兆欧表测量一次绝缘电阻，直到温度和绝缘电阻稳定后，则每两小时测量一次，在温度和绝缘电阻连续稳定 48h 后，方可认为发电机的定转子线圈都已干燥好了。

d) 干燥完后，定子电流应在 6~8h 内逐渐降低至零，方可停机。

8.3.9.5 如安装现场备有直流电源时，也可以用直流电源（如直流焊机）来烘干电机。

由于绕组的阻抗远比电阻大，特别是定子绕组，采用短路法所需的电源容量较大，导致短路法在很大程度上无法实现。直流法是在绕组上施加直流电源，排除了阻抗的影响，仅与绕组的电阻有关。为了使绕组的阻值最小，建议三相绕组采用并联接法。

具体的实施步骤可参考短路烘干法。

△注意

烘干过程中，温度绝对不能够超过绕组的耐热等级，否则将缩短绕组的寿命

8.4 电机使用管理

8.4.1 电机运行记录和运行日志

电机运行时，应按一定的时间间隔，记录电机运行时主要电气和运行参数，辅助装置（介质）参数。主要电气和运行参数是，电流、电压、频率、功率因数、功率、励磁电流、励磁电压、绕组温度、铁心温度、轴承温度、出风口温度，环境温度、进油温度、出油温度、冷却水温度、电机振动情况和滑环碳刷情况等。

辅助装置（介质）参数和环境参数主要是：油压、油量，油的粘度和油的状况、冷却水压水量、气压等。

8.4.2 电机检修记录

主要内容包括:检修原因(例行检修和事故检修),检修部位(部件),检修的用主要材料,更换的部件的型号规格,检修完毕后电机的状态:绕组绝缘,绕组电阻,气隙,摆度,轴承状况,检查试验项目和参数等。

8.4.3 易损件和易耗件的使用记录

主要材料牌号数量,零部件的型号规格,使用的时间和消耗周期等。

8.4.4 检修制度

8.4.4.1 电机的检修可分为下列三种,由于因发生事故的检修例外:

- a)大检修:每三年进行一次,需时约 25~35 天;
- b)中检修:每一年至一年半进行一次,需时约 8~16 天;
- c)小检修:每三个月进行一次,需时约 12~48 小时。

8.4.4.2 电机大修项目(电机要拆开)

- a)检修定子;
- b)检修转子及集电环(如果有);
- c)检修轴承;
- d)检修电机附属设备及起动调整用装置;
- e)检修电机之通风系统及润滑系统;
- f)检查机组中心线并校正;
- g)检查电机的气隙尺寸。

8.4.4.3 电机小修项目(电机不拆开,端盖可拆开)

- a)清扫电机及起动设备的外部;
- b)测量定转子间的空气隙;
- c)清洗轴承;
- d)如为管道通风电机,须清扫通风管道;
- e)检查集电环,电刷及碳刷盒的情况(如果有)。
- f)检查起动调整装置;
- g)机组中心线检查和校正;
- h)紧固零件是否松动。

9 电机的常见故障分析

表 6 电机常见故障分析

| 序号 | 常见故障 | 原因及处理方案 |
|----|---------|--|
| 1 | 电动机无法起动 | <p>检查线路、电源是否接通、调整保护的设定值；</p> <p>断相；起动器故障；</p> <p>电网容量不够，造成电压降过低；</p> <p>降压起动的初级给定电压过低；</p> <p>阻尼绕组焊点松脱、连接片处断裂；</p> <p>磁极线圈内串入的起动电阻过大或磁极线圈对地；</p> <p>定子线圈匝间短路或对地；</p> <p>带载起动的负载过大；</p> <p>励磁屏的励磁给定时间、极性不合理；</p> <p>机组旋转部件被卡死</p> |
| 2 | 整步困难 | <p>电压过低；</p> <p>励磁屏的励磁给定时间、极性不合理；</p> <p>励磁电压不足；</p> <p>负载过大</p> |
| 3 | 线圈和铁心过热 | <p>负载过大（发电机超发过多）；</p> <p>匝间或相间短路；</p> <p>环境温度过高；</p> <p>冷却风路不畅、风路风阻过大，造成冷却风量不足；铁心风道堵塞</p> |
| 4 | 轴承过热 | <p>油量不够或过多；</p> <p>油温过高；</p> <p>油质变坏；牌号不符合要求；</p> <p>油路堵塞、不畅；</p> <p>轴瓦和轴颈光洁度不够；二者间隙不对；</p> <p>轴瓦研刮太差；轴瓦包角及倾斜方向不对；</p> <p>产生了轴电流；</p> <p>各推力瓦块间受力不均；推力盘（推力头）与轴系的垂直度超差；</p> <p>镜板光洁度差；</p> <p>轴承冷却回路堵塞、冷却水温过高；</p> |

| 序号 | 常见故障 | 原因及处理方案 |
|----|--------|--|
| | | 机组振动过大 |
| 5 | 绝缘击穿 | 工作电压或操作电压过高; 遇到酸碱等腐蚀气体的侵入; 线圈不清洁; 有金属异物; 局部过热; 受潮 |
| 6 | 发电机不发电 | 定子、转子线圈、集电环对地; 励磁屏故障; 电机剩磁电压过低; 二极管击穿 |
| 7 | 振动过大 | 机组不平衡量过大; 转子磁极松动; 转子支架裂纹; 转子匝间短路; 对地绝缘击穿; 定子匝间短路; 定子接线不对称; 气隙不均匀; 机组不同心度过大; 机组基础变形 |
| 8 | 集电环火花大 | 载流过大; 碳刷安装偏出集电环; 碳刷接触面积过小; 碳刷压力不够; 集电环表面磨损严重、锈蚀; 碳刷牌号不符合要求 |

10 特殊环境电机

特殊环境主要包括：a) 周围环境有腐蚀性、危险性气体、粉尘或液体；b) 电机使用海拔、温度、湿度有特殊要求。特殊环境主要技术指标见表。

户外、化工防腐和户外化工防腐电动机外壳和结构经过特殊处理后，除具备一般用途电动机的优点外，还具有及其优良的抗化学腐蚀、抗灰尘和耐雨淋的特点，其外壳防护等级不低于 IP54。

高海拔高压电机采取了防电晕处理。高环境温度和高湿度电机采取了特殊处理措施保证电机的正常运行。

表 7 特殊环境主要技术指标

| 环境参数 | | 严酷程度 | | | |
|------------------------------------|---------|-----------------------|-----------|-----------|------|
| | | 轻腐蚀 | 中等腐蚀 | 强腐蚀 | |
| 海拔 | | ≤1000m | | | |
| 空气 温度 | 最高 | +40℃ | | | |
| | 最低 | 采用滚动轴承时为-15℃，滑动轴承为+5℃ | | | |
| 空气相对湿度 | | 90% (25℃) | 90% (25℃) | 90% (25℃) | |
| 最大降雨强度 | | --- | 50m | --- | 50m |
| 太阳辐射最大强度 (cal/cm ² min) | | --- | 1.4 | --- | 1.4 |
| 沙 土 | | --- | 有 | --- | 有 |
| 冰、雪、霜、露 | | | 有 | 有凝 | 有 有凝 |
| 化 学 气 体 浓 度 mg/m | 氯气 | <0.1 | 0.1-1.0 | >1-3 | |
| | 氯化氢 | <0.1 | 0.1-1.0 | >1-5 | |
| | 二氧化碳 | <0.1 | 0.1-10 | >10-40 | |
| | 氮的氧化物 | <0.1 | 0.1-10 | >10-30 | |
| | 氮化氢 | <0.01 | 0.01-10 | >10-70 | |
| | 氮化氢及氢氟 | <0.003 | 0.003-2.0 | >2-10 | |
| | 氨气 | <0.3 | 0.3-25 | >25-35 | |
| 雾 | 酸 (硫盐硝) | --- | 有时存在 | 经常存在 | |
| | 碱 (氢氧化) | | | | |
| 液 体 | 盐酸、硫酸 | --- | 偶尔滴落 | 有时滴落 | |
| | 硝酸 | | | | |
| | 氢氧化钠 | | | | |
| | 食盐水、氨水 | 偶尔滴落 | 有时滴落 | 经常滴落 | |
| 粉尘 | 腐蚀型粉尘 | 微量 | 少量 | 有 | |

11 回收

产品使用寿命到期或使用过程中丢弃的产品（包括作为其一部分的部件或消耗件）需要按当地法规进行环保处理。

赛力盟恪守环保政策，始终致力于通过应用可回收性材料以期提高产品的环保性。产品、生产工艺甚至包装设计无不体现环保的理念。赛力盟的环保管理体系通过了 ISO14001 认证，它是用于实施环保政策的一个工具，将贯穿于产品的整个寿命周期。

本回收指南只是关于报废设备环保性处理的一些建议，客户应负责遵守本地法律法规、规章制度。本指南可能不包括某些客户的特殊内容。

1. 电机主要材料清单：

| 序号 | 种类 | 材料 |
|----|------|------|
| 1 | 金属类 | 钢 |
| 2 | | 铜 |
| 3 | | 铸铁 |
| 4 | | 铝 |
| 5 | | 其它 |
| 6 | 非金属类 | 绝缘材料 |
| 7 | | 橡胶 |
| 8 | | 塑料 |
| 9 | | 其它 |

2. 回收包装材料

- 一旦设备到达现场，应拆除包装材料
- 所有木质包装都可焚烧
- 对于某些国家，用于海洋运输的包装材料采用浸渍木材，必须根据本地规章进行回收
- 设备周围的塑料材料可回收处理
- 覆盖设备表面的防腐剂可使用汽油基清洁剂和抹布清除，抹布的处理必须符合本地规章

3. 拆卸设备

设备拆卸是一项基本操作，因为设备是通过螺栓组装的，但由于设备的重量较大，因此要求操作员接受过重物搬运的培训，以免发生危险。

4. 不同材质的分类

- 机座、机架、端盖、顶罩、风扇等

这些部件采用结构钢制成,可根据本地规章进行回收,所有辅助设备、电缆以及轴瓦等必须在熔融材料之前拆除。

- 配有电气绝缘的部件

定子和转子为主要部件,包括电气绝缘材料,但有些辅助部件也采用了类似的材料,因此应使用相同的方法处理。这包括出线盒中的各种绝缘体、励磁机、电压和电流互感器、电缆、仪器缆线、电泳放电器和电容,其中某些部件只用于同步电机,有些只用于极少数设备。

设备生产完成后,所有这些部件都处于惰性状态,某些部件(特别是定子和转子中的部件)包含大量铜材,可通过适当的热处理方式分离,此时电气绝缘中的有机粘合材料可被氧化,为了确保气体正确燃烧,燃烧炉应提供一个适当的补气燃烧装置。在热处理和补充燃烧过程中推荐采用下列条件,以尽可能减少处理过程中散发的物质:

热处理

温度: 380~420℃

持续时间: 在达到 90%的目标温度后,被处理物体应在该温度下至少保持 5h

粘合剂烟气的补充燃烧

温度: 850~920℃

流速: 粘合剂烟气在燃烧室内至少应保持 3s

注意:

——散发物质主要包括 O_2 、CO、 CO_2 、 NO_x 、 C_xH_y 等气体和微型颗粒,客户应负责确保该处理过程符合本地规章。

——应特别注意热处理过程和热处理设备的维护,以免带来火灾或者爆炸危险,由于此工作中会使用各种设备,因此赛力盟无法提供详细的热处理过程或热处理设备的维护工作,客户必须自行负责处理这些问题。

- 永磁铁

如果永磁设备整体熔化,无须单独处理永磁铁。

如果为了实现更彻底的回收而拆除设备,或者为了回收之后必须运走转子,建议对永磁铁进行消磁处理,可在加热炉中加热转子,直至永磁铁的温度达到+300℃,由此可达到消磁目的。

警告:

——由于打开或者拆卸永磁同步电机或者此类设备的单独转子产生的杂散磁场可能会干扰或者损坏其它电气或者电磁设备及部件,例如心脏起搏器、信用卡等。

- 危险废物

润滑系统中的润滑油为危险废物，必须依据本地法规处理。

- 填埋废物

所有绝缘材料可作为填埋废物进行处理。

产品使用情况反馈表

尊敬的用户：您好！

感谢你们信任、选用重庆赛力盟电机有限责任公司的电机产品，为了更好地做好我们的服务工作，让用户放心地使用赛力盟电机公司的产品，敬请您或您的同事在百忙之中抽出时间，认真地填写下述表格，我们公司将会认真地考虑和采纳你们提出的宝贵建议和意见，并在今后的服务和产品开发、产品制造、产品包装运输、产品安装、产品使用维护、产品售后服务等方面不断地改进，以便为用户提供更加称心如意的产品和更加优良的售后服务。

| | | | |
|-----------------|--|--------|--|
| 用户单位名称 | | | |
| 用户单位地址 | | | |
| 用户邮政编码 | | 用户联系部门 | |
| 用户联系电话 | | 联系人 | |
| 用户联系传真 | | 电子邮件 | |
| 电机产品使用的基本信息 | | | |
| 产品型号 | | 额定功率 | |
| 出厂编号 | | 额定电压 | |
| 出厂时间 | | 额定电流 | |
| 使用时间 | | 额定频率 | |
| 联结的机械设备 | | 绝缘等级 | |
| 联结方式 | | 防护等级 | |
| 电机运行状况 | | 主轴伸轴承 | |
| 电机负荷情况 | | 尾端轴承 | |
| 产品的运行状况 | | | |
| 电机整体感觉 | | 电机运行温度 | |
| 电机包装运输 | | 轴伸轴承温度 | |
| 电机安装调试 | | 尾端轴承温度 | |
| 电机检查维护 | | 电机运行振动 | |
| 售后服务 | | 电机运行噪声 | |
| 用户建议或意见：（可以加附页） | | | |
| <p>用户签章：</p> | | | |

重庆赛力盟电机有限责任公司 <http://www.cemf.com.cn/> 邮政编码：401329

地址：重庆市九龙坡区九龙工业园 C 区聚业路 111 号

客户服务部电话：023-89093219 传真：023-65261567 E-mail: cemfshfw@sina.com

顾客满意度调查表

尊敬的顾客：您好！

非常感谢你们在百忙之中抽出时间，认真地填写下述表格，我公司将会认真地考虑和采纳你们提出的宝贵建议和意见，并在今后的产品开发、产品制造、产品包装运输、产品安装、产品使用维护、产品售后服务等方面不断地改进，以便为顾客提供更加称心如意的产品和更加优良的售后服务。

| | | | | | |
|-------------------------------------|-----|---------|------|------|------|
| 顾客单位名称 | | | | | |
| 顾客单位地址 | | | | | |
| 顾客邮政编码 | | 顾客联系部门 | | | |
| 顾客联系电话 | | 联系人 | | | |
| 顾客对以下使用产品类型用“√” | | | | | |
| 同步发电机机组 | | 小型异步电动机 | | | |
| 高压中型电动机 | | 直流电机 | | | |
| 冶金起重电机 | | 特种电机 | | | |
| 产品使用时间 | | 负荷方式 | | | |
| 顾客对所产品的选择（在所选择的四个方面五个满意项中任选择一项打上“√” | | | | | |
| 产品性能 | 很满意 | 较满意 | 一般满意 | 较不满意 | 很不满意 |
| | | | | | |
| 产品可靠性 | 很满意 | 较满意 | 一般满意 | 较不满意 | 很不满意 |
| | | | | | |
| 售后服务 | 很满意 | 较满意 | 一般满意 | 较不满意 | 很不满意 |
| | | | | | |
| 产品价格 | 很满意 | 较满意 | 一般满意 | 较不满意 | 很不满意 |
| | | | | | |
| 顾客建议或意见：（可以加附页） | | | | | |
| | | | | | |
| 用户签章： | | | | | |

重庆赛力盟电机有限责任公司 <http://www.cemf.com.cn/> 邮政编码：401329

地址：重庆市九龙坡区九龙工业园 C 区聚业路 111 号

客户服务部电话：023-89093219 传真：023-65261567 E-mail: cemfshfw@sina.com

重庆赛力盟电机有限责任公司

CHONGQING ELECTRIC MACHINE FEDERATION LTD.

地址: 重庆市九龙坡区九龙工业园 C 区 聚业路 111 号 ADD:111, Juye Road, Area C, Jiulong Industry Park, Jiulongpo District, Chongqing

销售公司电话: (023) 89093082 65253544 Sales Dpt. Tel:+8623 89093082 65253544

传 真: (023) 65265676 Fax: +8623 65265676

电子邮件: cemfxsc@sina.com E-mail:cemfxsc@sina.com

国际部电话: (023) 89093134 Foreign Trade Dpt. Tel:+8623 89093134

传 真: (023) 65261853 Fax: +8623 65261853

电子邮件: cemfwm@vip.sina.com E-mail: cemfwm@vip.sina.com

客户服务部电话: (023) 89093219 传真: (023) 65261567 E-mail:cemfshfw@sina.com