

# 第 1 章 发电机电气检修规程

## 1.1 发电机技术规范

汽轮发电机型号为 QFS-300-2。QFS-300-2 型汽轮发电机采用的是双水内冷（水水空）方式，即定子绕组、转子绕组均为水内冷，定子铁芯为空冷的冷却方式。Q 代表汽轮机，F 代表发电机，S 代表定、转子线圈内部通水直接冷却，300 代表 300MW，2 代表 2 极。

### 1.1.1 基本技术数据

额定功率	300 MW
在 0.85 功率因数时的最大连续功率 (循环冷却水进口温度 23℃)	340 MW
定子额定电压	20 kV
定子额定电流	10217 A
额定转速	3000 r/min
相数	3
额定频率	50 Hz
额定功率因数	0.85 (滞后)
短路比	0.58
临界转速	
一阶	820 r/min
二阶	2400 r/min
额定效率	98.85%

### 1.1.2 励磁数据

空载励磁电流	706 A
空载励磁电压	141 V
额定励磁电流	1819 A
额定励磁电压	418 V
强励顶值电压倍数	2
允许强励时间	10 s

### 1.1.3 定、转子线圈冷却水数据

定子绕组冷却水进水压力	0.2~0.3 MPa
定子绕组冷却水的额定流量	59~61m <sup>3</sup> /h
冷却水额定进水温度	30~40 °C
转子绕组冷却水进水压力	0.1~0.3 MPa
转子绕组冷却水的额定流量	30 m <sup>3</sup> /h
冷却水额定进水温度	30~40 °C

### 1.1.4 空气冷却器

空气冷却器容量	2400 kW
空气冷却器进水最高温度	33°C
空气冷却器总的水流量	720 m <sup>3</sup> /h
空气冷却器组装后水压实验值	0.75 MPa (30 min)
空气冷却器现场验收、维修后实验压力均不得超过	0.5 MPa

### 1.1.5 通风数据

发电机冷却风量	2160m <sup>3</sup> /min
发电机冷却空气进气温度	20~40°C

### 1.1.6 发电机重量

发电机转子重量	53 吨
发电机定子运输重量（包括运输盖板、端盖、运输底架及吊攀）	193 吨
交流励磁机重量（包括底架）	10.8 吨
发电机轴承（每只）重量	3.2 吨
发电机空气冷却器装置（充水后）重量	10.02 吨

## 1.2 发电机的检修周期及标准项目

### 1.2.1 检修周期

- (1) 大修每 4 年进行一次(新投运的发电机一年内应进行大修一次)。
- (2) 小修每年 1 次。
- (3) 根据发电机运行情况，需要改变检修周期，应提前提出申请。

## 1.2.2 发电机检修标准项目

### 1. 大修标准项目

- (1) 发电机停机前测漏水，进行修前绝缘预防性试验（停机后解体前热态进行），定子水路反冲洗工作。
- (2) 发电机解体及部件吹扫、清除污垢。
- (3) 检查端盖、压板、钢圈、衬垫、密封垫。
- (4) 处理漏水点，更换胶条。
- (5) 全面检查紧固件螺栓止动垫片，将松动螺栓紧固，止动垫片更换。
- (6) 定子槽楔及弹性波纹板的检修（有无松动、虚壳及断裂情况），更换或重新紧固少量的槽楔。
- (7) 定子铁芯与端部压圈及屏蔽环的检修。
- (8) 全面检查和清扫端部线圈，绑线间隔垫及绝缘引水管和测温元件等。
- (9) 检查定子线棒有无磨损、过热、流胶，半导体漆脱落及电腐蚀情况，并处理。
- (10) 检查定子线棒，并头套、水接头、绝缘引水管及铁芯各部有无漏水、渗水痕迹，并根据情况进行修理。
- (11) 全面检查和清扫定子引出线装配各部件，清除端罩内的油污。
- (12) 定子水内冷系统水压试验（静压）。
- (13) 定子线棒的水流量试验。
- (14) 根据定子绝缘引水管是否有渗水、弯曲、磨损及水压试验情况，决定局部或全部更换定子绝缘引水管。
- (15) 检查转子平衡铁及平衡螺丝及其他紧固件。
- (16) 护环的检查及中心环的检查。
- (17) 发电机轴承对地绝缘的测量和检查。
- (18) 清刷水冷却器，进行冷却器水压试验，消除漏水缺陷。
- (19) 转子大轴、风扇叶片及护环金属探伤。
- (20) 转子风扇及风扇导向叶片的检修。
- (21) 转子气密试验。
- (22) 转子通风试验。
- (23) 励磁机组解体清理检查，整流组件、熔断器试验，励磁机冷却水压试验、主励磁机及永磁机定转子气隙测量调整。
- (24) 发电机与励磁机做绝缘预防性电气试验。
- (25) 发电机组装、气密试验。
- (26) 发电机整机试运转。

### 2. 小修标准项目

- (1) 打开发电机两侧人孔盖及内部挡风板，打开引出线人孔盖。
- (2) 检查端盖线圈有无松动、磨损、过热、流胶现象。
- (3) 检查定子绝缘引水管及水接头有无渗水现象。

- (4) 检查定子端部引线、垫块、绑线及支架与压板螺丝有无松动。
- (5) 转子风扇的检查及平衡块螺钉紧固情况的检查。
- (6) 励磁机小室照明装置的检查。
- (7) 发电机大轴接地碳刷的检查。
- (8) 定子水路正、反冲洗。
- (9) 复装发电机两侧及引出线内部挡风板及人孔盖。
- (10) 永磁机间隙复测。

### 1.3 发电机大修的准备工作

- (1) 制定大修项目表，其内容有以下几项。
  - ① 大修标准项目。
  - ② 消除缺陷项目。
  - ③ 批准的改进项目。
- (2) 根据大修项目及工期和人力配备，制定大修进度表，并做好下列工作。
  - ① 大修材料计划，应加工的备品、工具计划。
  - ② 大修前一周内备齐大修所需的材料、备品及专用工具。
  - ③ 备齐大修所用图纸、资料、记录表格及设备台账。
  - ④ 大修所用工具、材料，要逐件检查、整理、备齐、登记，于大修前一天运往现场。
  - ⑤ 组织参加大修人员学习检修工艺规程，电业安全工作规程及现场安全措施、危险点分析等。
    - ⑥ 特殊项目要制定专门措施，并有专人负责执行。
    - ⑦ 外援人员要了解工作项目进度，并要熟悉现场，以保证工作安全和检修质量。

### 1.4 发电机解体

- (1) 励磁机外衣拆除，吊运，做好防冷却水外漏措施，测量堵板风挡间隙并做好记录。
- (2) 进行发电机水路的正反冲洗试验及化验水质，电气预防性试验。
- (3) 打开发电机上部两侧人孔盖，进入机座内，分别测量导向叶片座与风扇叶片的间隙，并做好记录。测量发电机两侧油挡间隙并记录。
- (4) 拆除有碍端盖下落的零部件及其他障碍物，拆除管道时应检查该管的阀门是否已关闭。
- (5) 打开端盖手孔盖，拆除端盖所有的固定螺丝，拆螺丝时，使用工具应谨慎，不得将工具，螺丝掉入发电机内；
- (6) 拆除端盖螺丝后，再取出两端盖之间的穿螺栓，拆此螺栓时，应用电加热棒加热后拆开。
- (7) 拆除上端盖，并吊起上半端盖，拆螺丝时用专用扳手，拆下的螺丝应妥善保管。

(8) 吊走励磁机。

① 测量永磁机、主励磁机、风扇间隙并记录下来。

② 拆除所有引线，并做好标记，将永磁机定子拖出并固定好。

③ 拆除励-发联轴器连接螺丝及4只导电螺丝，拆除励磁机底座螺丝及3只定位销，拆除所有关联管道，并包好管口。

④ 用两根等长的钢丝绳( $\phi \geq 26\text{mm}$ )将励磁机吊至指定位置，吊励磁机时一定要保证励磁机始终处于水平位置。

(9) 拆发电机两侧端部挡板及隔板、构架，并随时做好标记。

(10) 拆风扇导向叶片座，并随时做好标记。

(11) 拆除密封支座及密封瓦。

(12) 抽发电机转子。

① 抽转子前测量定、转子气隙。

② 将转子盘车，使大齿转到垂直地面位置，盘车时应由专人负责。

③ 从机侧对轮处吊起转子，装好汽端轴径千斤顶，落吊使转子重量移至千斤顶，取出轴承下瓦及瓦座。

④ 从励端轴径外侧轴肩处吊起转子并将转子托架安装牢固，落下吊车，使转子重量移至转子托架并校中心标高，垫平且牢稳，然后取出下瓦。

⑤ 将励端下半端盖吊住后沿止口下移至不妨碍转子抽出的部位，下端盖与本体间应用薄木板隔离，以免损伤结合面。

⑥ 将转子励端用1#行车吊起，用2根8#铁丝由机端下部气隙穿至励端，将两端带有尼龙绳的定子铁芯橡胶保护板由下部气隙拉入定子膛内正下部，且两端均匀，并固定。

⑦ 将表面涂有石蜡或润滑脂的弧形钢滑板用同样的方法拉入并放在定子铁芯橡胶保护板上而且在机端固定好。

⑧ 将汽侧弧形托架安装机侧轴径部位且垂直向上。

⑨ 将机端转子用2#行车吊起，此时指挥1#、2#行车同步缓慢向励侧移动，并保证定、转子气隙均匀，直至转子机侧钢丝绳靠近机座为止，同时抬高转子两端，从励侧放入两端带尼龙绳的木滑板，两侧工作人员同时配合拉动尼龙绳将木滑板调整到距机侧护环50~100mm处的铁滑板上。

⑩ 落下机侧2#行车，使转子重量移至机端木滑板上，再落下励侧1#行车并校准标高，轴中心位置垫平稳，使转子重量移至励侧转子托架上。

⑪ 将1#行车移至抽出转子地锚位置上方，用小吊钩钩住 $\phi 30$ 钢丝绳，通过定滑轮挂至转子托架拉孔处。

⑫ 将2#行车移至励侧上方，用大吊吊起转子轴肩处并使其水平。

⑬ 指挥1#行车缓慢起吊拉出转子，2#行车随转子外移而移动，吊装带保持向前进方向偏移 $3^\circ \sim 5^\circ$ 。当轴径托架移过瓦座后，将托架转至垂直向下，此时应严密注意机侧轴颈托架上铁滑板的过程及其与铁滑板的接触情况，必要时将转子励侧降低。待轴径托架完全进入铁滑板后，抬高转子励侧使转子重量由弧形木托板移至轴径托架，继续拉动直至转子中心移出后停止行车，先落下2#行车，再落下1#行车，并同时垫平转子，使其牢稳。

⑭ 在转子中心起吊处用两根30吨吊装带(14m)各环绕转子一圈，采用双包兰形吊结，指挥行车缓缓吊起转子并将其保持平衡，使转子膛内部分气隙均匀，然后，缓慢移动行车抽

出转子，放至指定检修位置，用布盖好。

⑮ 将励侧下端盖吊出，注意不要碰伤机壳接触。

## 1.5 发电机定子检修项目及工艺和质量标准

### 1.5.1 发电机定子检修注意事项

(1) 检修工作应由专人负责，无关人员不得进入定子膛内，允许进入者应登记备查。

(2) 进入定子膛内的工作人员，应掏出随身携带的零星物品，穿专门的工作服与工作鞋，带入使用的大小工具、材料应登记，每次收工时清点。

(3) 进入定子膛内，应使用安全电压行灯。

(4) 发电机大修停运期间，应注意使发电机各部位温度不低于 $5^{\circ}\text{C}$ ，并需吹净发电机内剩水，阴雨天应有防止潮气进入发电机内部的措施，以免发电机受潮。

(5) 每次检修收工后，定子部分需用帆布盖好，必要时贴封条。

### 1.5.2 定子铁芯和铁芯压圈及屏蔽环的检修

(1) 硅钢片结合应紧固严密。

(2) 铁芯上应无锈斑，应无振动磨损及发热引起的变色现象。

(3) 通风通道畅通干净。

(4) 检查端部铁芯压圈有无振动磨损及发热引起的变色现象。

(5) 检查端部铜屏蔽环在周围单件接触处有无局部因接触不良引起的灼热点和通风间隙是否畅通。

### 1.5.3 槽楔的检修及定子线棒防晕处理的检查

(1) 定子检修完毕，如要重新进行喷漆处理，则必须将槽楔检测小孔封盖，漆膜干燥后立即清除封盖。

(2) 定子线圈防晕结构在线圈的直线部分涂以低电阻半导体漆，端部露出铁芯部分涂以高电阻半导体漆，槽内固定径向用绝缘波纹板，层间用绝缘玻璃布板塞紧。

(3) 如果槽楔全部或大部分敲出，或抽转子撞坏铁芯，经修复后对铁芯质量仍有怀疑，要做铁耗试验以判断是否有局部过热现象。

### 1.5.4 定子端部线圈的检修

(1) 用 $0.2\sim 0.3\text{MPa}$ 的无油、无水的压缩空气吹净线圈表面灰尘，如有油灰污垢，可用干净绸布浸汽油（或甲苯、四氯化碳）擦除，端部线圈表面应干净无污。

(2) 检查端部线圈应无膨胀变形，过热变色及流胶、脱漆等现象。

(3) 检查线圈间连线，出线是否绑扎牢固，是否有因垫块松动引起线棒绝缘磨损，出现黄色粉末或绝缘破坏等现象。

(4) 进行端部线圈模态测振试验，检查其模态振型及固有频率是否在合格范围（不在 94~115Hz 内，振型不是椭圆）之内。

### 1.5.5 定子绝缘引水管的检查与更换

(1) 定子绝缘引水管为聚四氟乙烯塑料管，当受到损伤、变形、破裂，弯瘪、接头松动漏水、渗水，以及水压试验不合格的水管检修时必须更换。

(2) 绝缘引水管交叉时，不得相互碰触，为防磨损，必须用绝缘带绑扎牢固。

(3) 更换定子绝缘引水管应先除去其两端的绝缘，用一把扳手扳住线圈的接头，另一把扳手松开绝缘引水管的螺帽，拆卸螺丝时，应注意防止扭裂线圈引水管，还要注意检查接头内部的紫铜垫圈应无损伤，如果垫圈完好，也必须退火处理后才能使用，在安装新的绝缘引水管时，也必须用两把扳手拧紧螺帽。

(4) 更换绝缘引水管后，需进行耐水压试验，耐水压试验合格后，在绝缘引水管与线圈连接处半迭包 0.17mm 黑玻璃漆布带 16 层，新包绝缘需与原有绝缘重叠，外面半迭包一层玻璃丝带，绝缘引水管与总进出水管连接处，半迭包一层玻璃丝带，绝缘包扎完，其表面涂以环氧绝缘漆。

### 1.5.6 定子水接头的检查与重焊

检修时应仔细逐个检查水接头有无渗水、漏水的现象，可在定子水压试验时，用干净又干燥的白布擦拭水接头表面，看布是否有渗水浸湿的痕迹，如有多半是焊接质量问题，目前接缝焊接结构有以下几种。

(1) 紫铜头与不锈钢头焊接处，用 BAg45CuZn（料 303）银焊条和焊粉气焊。焊接前必须对接头进行清理。焊粉用量要严加控制，不得留在焊缝内，防止受到水的冲洗后在焊缝内形成砂眼。

(2) 紫铜接头与紫铜板烟斗状接头焊接处，用 BAg45CuZn（料 303）银焊条和焊粉气焊。在焊接时紫铜接头和紫铜板烟斗状接头焊缝处要用湿的石棉绳包扎，以免通水孔阻塞和烧枯紫铜。焊粉用量要严加控制，理由同上，焊缝表面要求光滑整齐，如有毛刺应去除。

(3) 定子线圈空心铜线与紫铜板烟斗状接头焊接处，用 Bcu80PAg（料 204）银磷铜焊条进行气焊，焊接的温度在 650℃ 左右，该焊条流动性好，且不用焊粉，适宜定子铜线股间封焊，由于定子空心铜线壁较薄，因此气枪火焰不能太接近铜线，在焊接前，必须用湿的石棉绳包扎靠近定子线圈绝缘处，以免烧坏绝缘。

### 1.5.7 发电机定子端部压板螺丝、环氧板支架螺丝、垫块、绑线的检修

(1) 发电机定子端部线圈为篮式结构，采用端箍、支架、压板固定，在检修中须检查压板螺杆是否松动，若松动则需重新旋紧，用锁垫锁住。这些螺杆、螺母、垫圈等紧固件均为非磁性材料，若需调换时应使用与原有性能相近的非磁性材料。

(2) 发电机定子端部垫块、绑线应无松动，连接线应无磨损现象，如有应涂以环氧绝缘漆。按定子线圈装配检查端部支撑块间的间隙是否符合要求及间隙内有无杂物堵塞，以保持端部支架轴向能自由伸缩。

### 1.5.8 定子线圈水路正反冲洗及发电机反冲洗装置的检查

(1) 将总进、出水管阀门关闭，排除线圈内积水，通入 0.3~0.5MPa 压缩空气将剩水吹净，再将 12.6m 处入水滤网拆下清理后反装，然后开启反冲洗装置反冲洗。

(2) 反冲洗 30min 后，将反冲洗装置停下，将滤网拆下清理并正装，进行正冲洗 30min。

(3) 重复上述步骤 3~4 次，直至出水口无黄色杂质，无异物时结束。

(4) 当运行中发现个别线圈阻塞时，应对线圈进行单独冲洗，拆除线圈两端的绝缘引水管与总进出水管连接的接头，用压缩空气和水反复冲洗，必要时可用高压氢气、氧气冲洗，甚至用酸洗去污物，冲洗后进行流量试验，确保水路畅通，冲洗时可适当提高压力，但不超过 1.5MPa。

### 1.5.9 发电机定子引出线的检查

(1) 引出线的绝缘应良好。

(2) 引出线应无发热、变色现象。

(3) 引出线处的接头接合面应平整光滑，为防止氧化，接合面应涂上中性凡士林，接线螺丝必须旋紧，垫子、弹簧垫应完整无缺。

### 1.5.10 发电机定子冷却水管流量分析

(1) 可将每只冷水管拆头，并用秒表测量时间及记录流出的水量，计算出流量进行比较，但这种方法费时费力，容易引起冷却水管泄漏。因此，应尽量使用超声波流量计进行分析。

(2) 此项工作须在闭式水停运前进行，试验前记录冷却水压力和总流量。

(3) 调整好水压、温度，使水中不含气泡等干扰因素。

(4) 将机侧聚四氟乙烯引水管直线部分擦干净，然后将探头放到管壁上逐根进行测量并记录读数，各线棒间的流量偏差不大于 10%，可认为合格。

### 1.5.11 发电机定子冷却水管水压试验

(1) 待发电机冷却水停用后，在 12.6m 处拆开冷却水的总进、出水管，分别将手动打磅机和专用堵板接到总进、出水的法兰处。

(2) 分别检查各排污门，事故放水门、取样门是否已关闭，确认后开始加压。

(3) 待压力达到 0.5MPa 时关闭阀门开始保压，检查各排污门，事故放水阀、取样门、法兰、引出线、线圈端部有无渗水现象，若有做好标记，立即泄压处理。处理好后再重新加压。

(4) 检查各部无渗水异常后，保压 8 小时，压力表指示不低于 0.48MPa，检查各部位无渗





水现象为合格。

### 1.5.12 定子所有测温元件的检查

检查定子所有测温元件是否良好，对坏测件进行更换，更换后应再复测一次。

## 1.6 发电机转子检修项目及工艺和质量标准

(1) 用 0.2~0.3MPa 压缩空气清扫各部位灰尘及油污，压缩空气应无水及油污。

(2) 检查转子轴径应无裂痕、裂缝、点蚀、过热变色和其他过热变色现象，进行金相试验。

(3) 转子铁芯表面应无锈蚀油垢，无过热、变形、锈斑等。转子铁芯通风孔应畅通，无杂物和灰尘。

(4) 转子槽楔应无松动脱落现象，用洋冲冲点锁住不松。两端槽口应无裂纹、毛刺，应有 R 倒角，槽楔与大齿接触面上应无灼伤和过热痕迹。

(5) 用超声波对护环进行探伤，应完好无裂纹。护环应无过热、变形、锈斑等，中心环应完好，平衡块及螺丝应无松动、脱落。平衡块用洋冲冲点锁住不松，护环内侧和转子本体之间有均匀的轴向空隙，在护环和转子本体配合及护环和端板配合处无过热变色。

(6) 风扇叶片和轮无过热变色，应完好无裂纹，轮和护环之间非金属密封处无研磨粉末，进行金相试验。

(7) 转子通风试验。发电机转子采用带副槽的轴向一径向通风系统。在这种通风系统中，转子线槽下有一个副槽，冷气从转子两端进入副槽，然后依次从转子铜线上等距离分布的双排径向孔和槽楔通风孔排入气隙。端部绕组进风孔位于铜线侧面，冷气经过铜线，轴向通风道分两路分别在磁极中心线位置和槽内排出，由于端部线圈进出风孔都在转子内部，因此端部风路在转子套好护环后是无法检查的。发电机槽部线圈进风孔在电机内部，出风孔在转子表面。在大修期间，对副槽和槽楔表面通风孔可作目视检查，以观察是否有异物堵塞风道。如果考虑因铜膨胀引起的槽内径向风道变化，用如下方法检查。

备低压离心式风机一台，在转子一端风扇处放置帆布蜗壳，将气体从风机引入蜗壳，转子另一端风扇处和大齿上的通风孔也堵塞，转子槽楔全部通风孔同时堵塞，用热电风速计依次测量，结束后将风扇装在另一端作相同测量步骤，记录槽楔通风孔的风速，按标准判断其风路畅通程度。

(8) 转子拆、装护环的方法。当转子线圈发生电气故障，需拆除大护环进行处理。发电机转子大护环为悬挂式结构。大护环一端与转子本体配合，并用齿互相扣住，防止大护环轴向移动。另一端和中心环配合，中心环是悬空的，其拆装工艺要求如下。

① 拆除风扇支架后，敲出转子大齿中固定大护环的。

② 做好护环定位标记，上好卡子，用 4 只大号气枪加热大护环及止口在整个圆周上均匀加热到 220~250℃（不超过 250℃），火力要足，速度要快，用小铁锤敲击止口处有哑声时，即可用吊车吊起卡子的一端（此时卡子应上牢固），或用钢丝绳在护环上缠一圈，一头用圆铁固定在护环的小孔上，另一端用吊车吊起，将护环准确转动一个齿距，然后用专用扒子扒下

大护环，使其脱离止口，用吊车吊住夹具吊起即可。

③ 取下大护环后要用放大镜全面检查表面质量，如发现裂纹必须立即处理，一般要用超声波对材质进行检查。如果处理电气故障应经电气试验合格。检查各部垫片是否松动，并用 $0.2\sim 0.3\text{MPa}$ 的压缩空气吹净积灰，护环必须放置在干燥的场所，护环内层绝缘筒如有必要应予以更换，对此材料应提前做好准备，热套新护环绝缘之后，才能热套于线圈端部，热套工艺有严格的要求，需由制造厂提供技术指导，护环绝缘应放置于干燥的场地，如果受潮，必须进行真空加热干燥，去掉内含的潮气，才能把护环加热套上去。

④ 重包护环的绝缘，将原拆卸的绝缘板表面一张更换新的（其余有损坏的也应更换），使新绝缘的厚度与原来的相同，先用白布带缠绕固定，然后用夹具夹紧，一般绝缘外径与护环内径相同或比护环内径大 $1\text{mm}$ ，在磁极中心垫块上打上定位绝缘销。

⑤ 所有垫套面用砂布清理锈斑和漆膜，使其有良好的配合面，并准备好扒子，装护环前测量转子绕组的绝缘电阻。

⑥ 护环和中心环用大号焊枪均匀加热至 $250^{\circ}\text{C}$ ，装上夹具管子，加热时要注意，护环和中心环止口不脱落，对准标记将护环吊起套入转轴。套装时不能撞击中心环，只能垫以铜棒，撞击护环，当护环搭上止口时，就可用扒子拉住护环，使护环慢慢拉入，然后用钢丝绳缠住护环或吊卡子的一端（与拆时方向相反），准确转动一个齿距，使护环定位销能打进大护环，并检查护环与本体四周的轴向间隙，使其保持一致。

⑦ 打进定位销。装进大护环后，应对绕组绝缘电阻和直流电阻进行重新测量，防止因护环在压紧过程中对地及匝绝缘发生变化。

注：拆装护环之前应与制造厂联系，以便取得技术指导，至于拆装工具和所需更换的绝缘零件应提前加以落实。

加热护环时，必须严格控制，不能过热，即使局部过热，也不允许，以免损伤护环材质。

## 1.7 励磁机检修项目及工艺和质量标准

### 1.7.1 主励磁机的检修

#### 1. 主励磁机定子检查

- (1) 拆主励定子水平连接螺丝，拆定子水平两边连接引线，吊走主励磁机定子上半部分。
- (2) 检查定子铁芯，应无松动、变色、移位，螺丝应紧固。
- (3) 检查主极线圈，主极线圈接头应无过热、松动，绝缘完好、无变色。
- (4) 检查所有机械和电气部件，以查明螺栓和连接件是否松动。

除联轴器螺栓外，锁定所有励磁机转子紧固件，锁定的方法包括制动垫圈，制动螺纹衬圈，胶粘剂及螺栓上的尼龙圈等，如果需要旋松或移动紧固件，必须注意要确保紧固件在励磁机恢复运行前已经可靠地锁定，工厂锁定的方法可以通过对紧固件或螺孔的检查而加以掌握，但是如果对所使用的方法尚有怀疑可与制造厂有关人员联系。

所有静止部件上的紧固件均须锁定，锁定的方法包括“翻边”制动垫圈、双孔制动片及胶粘剂。



(5) 定子与转子的平均气隙是 6.35mm，测量定、转子气隙，与平均气隙相差±5%，气隙至少在两条不同直径上读四点。

(6) 检查绝缘和绑带是否有损坏。检验所有绕组的绝缘电阻。如果绝缘电阻偏低，则要尽力清除绝缘上的灰尘和油泥。由于没有电刷且机组由外罩完全罩住，除了换气装置的过滤器有可能引入灰尘外，只有极少量灰尘进入机组，必要时拟用空气软管和绸布清理污垢。清理时，为避免损坏绝缘，应按下列工序进行。

① 对于地处沿海的发电厂，空气湿度大，进入零部件表面或线圈内部的灰尘已黏附在上面，因此必须先用烤灯烘烤，让灰尘里的水分蒸发掉，此时须注意烤灯离线圈不能太近，以免使绝缘材料过热。

② 待灰尘里的水分充分蒸发后，用 0.2~0.3MPa 干燥压缩空气清理，再用 SS-25 绝缘清洗剂进一步清理，最后用压缩空气将残留线圈内部的 SS-25 绝缘清洗剂吹净即可，处理后，绝缘电阻应不低于 2MΩ。

③ 不宜采用蒸汽清理，因为会使灰尘进入到无法清理的部位。

④ 清理时，尤其是在附近使用空气软管时，应采取防护措施以防止外界磁性物质进入整流盘和永磁发电机。

## 2. 主励磁机转子检修

(1) 检查电枢线圈，应无过热、变色，绝缘完好，槽楔和端部绑线无松动等。

(2) 检查铁芯，应无过热、变色、凹起、损坏等。

(3) 检查风扇，风扇无变形、裂纹，固定部位紧固不松动，并用洋冲锁住。

(4) 检查轴瓦油封间隙是否正常，利用接线端子测量轴承座绝缘的对地绝缘电阻，其最小许可值为 1MΩ。

### 1.7.2 永磁副励磁机的检修

(1) 拆除永磁发电机所有外部接线，不要拆移永磁发电机底板和压块，拆去定子的销钉和螺栓，将定子沿压块抽出到永磁发电机转子和接轴之外，将定子小心地置于一旁。

(2) 检查永磁机转子固定螺栓与风扇表面有无相对移动。

(3) 检查转子磁钢有无松动、断裂、磁力减弱等，永磁钢外环有无裂纹、损坏等。磁钢护环与轴有无相对移动。

(4) 检查风扇和转子磁钢护环有无相对移动，用塞尺检查风扇和转子磁钢护环平面间有无间隙，四周是否平均，必要时加以调整。平常情况下无须拆除永磁发电机转子，然而对固定螺栓的旋紧程度应按表 1-1 进行核验。如发现异常情况可与制造厂联系。

表 1-1 永磁发电机转子固定螺栓旋紧力矩

螺栓直径	力矩 (N·m)	
	内六角螺钉	六角螺栓
1" (M24)	1078 (1020)	676 (637)
1.25" (M30)	2156 (2040)	1352 (1280)
1.38" (M36)	2970 (3050)	
1.5" (M40)	3240 (3390)	

(5) 在压块紧度确保的情况下, 随后装配的程序如下。

- ① 检查接轴与轴中心线和接轴与永磁机校调线之间的瓢偏度, 最大可接受的瓢偏度为 0.09mm。
- ② 用软质布料擦清转子磁钢以去除可能吸附的任何铁屑等。
- ③ 将定子沿轴向推入转子到规定的轴向位置, 在定子与其底板间放好销钉并用 3.85 千克力·米力矩旋紧固定螺栓。
- ④ 用长塞尺来检验永磁机的同心度以确认量块与接轴之间的间隙介于规定的极限范围内, 各点间隙与平均值之差不大于 0.32mm。
- ⑤ 需要时可拆去永磁机底板与励磁机机架之间的销钉, 凿去制动垫圈的搭焊和调整调节螺栓以调整同心度, 确认间隙符合规定后, 点焊制动垫圈, 需要时重配永磁机底板的销钉。

### 1.7.3 接地检测装置的检修

为了测量励磁机电枢、整流器、主发电机转子及所有相互连接导线的绝缘电阻, 提供了一套接地检测系统, 设计这个系统的目的是当励磁机和发电机在运行发电时能够测量绝缘电阻。安装到励磁机上的接地检测系统由刷架装置组成, 这个装置有四个检测电刷和一个 220V 交流电磁线圈, 此线圈用以移动电刷使之和集电环、接轴环接触。一旦有接地指示就要按下列步骤确定励磁电路的故障部位。

- (1) 将励磁机转子电路与发电机转子电路脱离, 以找出是发电机还是励磁机发生故障。
- (2) 如果是励磁机发生故障, 则要脱开交流电枢和整流电路间的所有引线, 并使电枢或整流电路对地绝缘。
- (3) 如果是整流电路接地, 则拆除熔断器、散热器和整流桥连接线直到查出元件。
- (4) 如果交流电枢接地, 则通知制造厂有关人员以取得厂家的协助。

## 1.8 发电机的复装

发电机各部件检修完毕, 验收合格后, 可进行发电机的复装工作, 复装工艺过程中的要求及注意事项, 除前面讲到的以外, 还要做到下列几项工作。

(1) 装发电机转子前, 要由工作负责人员对定子膛内进行严格的检查, 清除碎屑等杂物, 确认内部干净, 无遗留的焊渣, 螺帽、锯条、工具等金属物品及杂物, 并由班长、技术员复查后, 再申请并履行厂级验收合格, 方可进行装转子工作, 并使转子大齿与地面垂直。

(2) 装发电机转子的准备工作。

① 工具清点: 吊攀、铁芯保护板、弧型滑板、托板、转子托架、轴径托架, 并准备好两个 5 吨倒链、石蜡或润滑油、毛毡等。

② 专用吊攀及倒链将励端端盖放低, 位置以不妨碍穿转子工作为宜, 在端盖与定子端面之间垫以薄木板, 保护垂直面, 木板应有防落措施。

③ 插入定子铁芯保护橡胶板。

④ 在弧形铁滑板表面涂石蜡或润滑油, 将其放在定子铁芯保护板上, 并用布将定子线圈



端部和定子铁芯保护板的露出部分遮盖好，以防石蜡滑出。

⑤ 在弧形铁滑板角上的孔中穿以细钢丝绳并牢固固定于励侧下端盖处，防止其随转子一起滑动。

⑥ 将励端转子托架，汽端轴径托架，固定在转子上。

⑦ 转子励端托架下部用垫块垫好。

(3) 发电机转子试吊。

① 将转子起吊处用两根专用吊装带（30 吨、14m）环绕转子一圈，采用双包兰形吊结。

② 用 1#行车吊起转子并将其平横，必要时在轴径处用框式水平仪校正转子水平。

(4) 穿转子。

① 用 1#行车将转子吊起，缓缓从励端穿入定子，定子膛内应有专人扶住对轮防止转子晃动，严禁发生任何定子、转子碰撞。

② 当吊装带靠近励端机壳，落下转子，转子重量由轴径托架（汽端）和励端转子托架及垫块支撑，并用垫块来调节转子水平。

③ 用 1#行车及专用吊装带吊起转子励侧轴肩处，拆除转子托架下的垫块。

④ 在汽机中压缸轴承箱处固定一只 20 吨定滑轮，用 2#行车小钩及钢丝绳、定滑轮配合，将转子缓缓拉入定子膛内，在进入合适位置后，少许吊起转子励端，放入木滑板并拉动尼龙绳将其拉至靠近汽侧护环约 50~100mm 处，落下励端，使转子重量由木滑板和 1#行车支撑。

⑤ 继续拉入转子，使转子到达指定位置。

⑥ 用两台行车分别吊起转子，尽量抬高，拆除汽端轴颈托架和励端转子托架，抽出木滑板。

⑦ 把转子轴径千斤顶装在汽端下端盖上，调节转子轴径千斤顶螺钉，使转子重量支撑在上面，调整转子至高度合适。

⑧ 将转子励端落在专用托架上，并调整好高度。

⑨ 依次将膛内专用工具取出，再次检查有无遗落物在膛内。

⑩ 将励端下半端盖吊起就位，并紧固螺丝。

⑪ 在装端盖前，要对定子端部进行仔细检查，防止金属物品及其他杂物遗留在内，各处专用密封垫应完整并垫好。

(5) 转子吊装时的注意事项。

① 转子在吊装过程中，磁极中心线处于垂直位置。

② 吊绳决不可挂在大、小护环处或滑环处小轴上，也不准用作转子重量支撑。

③ 吊绳和转子接触处应加保护垫，防止损伤转子表面，整个转子表面应妥善保护以防擦、碰伤。

④ 在装弧形滑板及转子穿装过程中，注意防止损伤铁芯及碰到线圈和绝缘水管。

⑤ 定子铁芯两端阶梯形处（约长 200mm）不允许承受转子重力。

⑥ 转子穿装时，其转子轴线、定子轴线、轴向牵引方向必须始终成一直线，穿装过程中随时注意防止转子滚动。

(6) 装励磁机前，应认真检查励磁机内是否有遗留物。

(7) 认真检查发电机、励磁机引出线，螺丝是否压紧。

(8) 将发电机转子找正完毕后，要测量发电机定、转子间隙  $S$ ，所测数值应符合标准。

$$\frac{S_{\text{最大}} - S_{\text{最小}}}{S_{\text{平均}}} \times 100\% < 10\%$$

(9) 装导向叶片座时，要测量风扇叶片与导向叶片座径向间隙，左下及右下间隙为 1.6~1.8mm，左上及右上间隙为 2.2~2.4mm，风扇与导向叶片座轴向间隙应与修前相同，装两侧油挡后，测量轴封间隙应略大于 0.5mm，不得有摩擦现象。