

ICS 27. 140
P 55

SL

中华人民共和国水利行业标准

SL 600—2012

替代 SD 287—88

水轮发电机定子现场装配工艺导则

Technology guide for stator site assembly
of hydro-generator

2012-11-08 发布

2013-02-08 实施



中华人民共和国水利部 发布

http://www.slzjxx.cn
水利造价信息网

中华人民共和国水利部
关于批准发布水利行业标准的公告

2012 年第 68 号

中华人民共和国水利部批准《水轮发电机定子现场装配工艺
导则》(SL 600—2012)标准为水利行业标准，现予以公布。

序号	标准名称	标准编号	替代标准号	发布日期	实施日期
1	水轮发电机定 子现场装配工艺 导则	SL 600—2012	SD 287—88	2012.11.8	2013.2.8

水利部
2012 年 11 月 8 日

新昌縣國庫券及入庫券
 各公館紙幣及計開本正及非計開本
 各公館紙幣及計開本正及非計開本

序號	券面金額	券面號碼	券面日期	券面地點	券面說明
1	1000	1000	1000	1000	1000
2	1000	1000	1000	1000	1000
3	1000	1000	1000	1000	1000
4	1000	1000	1000	1000	1000
5	1000	1000	1000	1000	1000
6	1000	1000	1000	1000	1000
7	1000	1000	1000	1000	1000
8	1000	1000	1000	1000	1000
9	1000	1000	1000	1000	1000
10	1000	1000	1000	1000	1000

新昌縣國庫券及入庫券
 各公館紙幣及計開本正及非計開本

http://www.slzjxx.com
 水利造價信息网

前 言

根据水利部水利行业标准制修订计划,按照《水利技术标准编写规定》(SL 1—2002)规定,对《水轮发电机定子现场装配工艺导则》(SD 287—88)进行修订。

本标准共 10 章 33 节 180 条和 3 个附录,主要技术内容有:

- 总则;
- 一般规定;
- 施工现场;
- 机座组合与焊接;
- 定位筋与下压指安装;
- 铁芯叠装;
- 磁化试验;
- 线圈嵌装;
- 汇流母线与极间连接线安装;
- 定子绕组安装检查与试验。

本次修订的主要内容有:

- 增加了“一般规定”;
- 将原导则的“线圈嵌装和汇流母线安装”分为“线圈嵌装”、“汇流母线与极间连接线安装”与“定子绕组安装检查与试验”等内容;
- 在“定子绕组安装检查与试验”一章中增加了水内冷发电机定子绕组安装检查与试验的规定;
- 对原导则中的一些指标和限值做了部分调整;
- 取消了原导则正文中的所有图例和部分表,改用文字表述;
- 取消了原导则附录中的附录 C 与附录 D,并将“磁化试验测量参数计算”列为附录 C;

新昌縣國庫券及入庫券 各公館紙幣及計開本正英非計工次 各公館紙幣及計開本正英非計工次

序號	紙幣種類	紙幣號碼	紙幣金額	紙幣日期	紙幣地點
1	100元	100-1000000	100元	1945年	新昌縣
2	50元	50-1000000	50元	1945年	新昌縣
3	20元	20-1000000	20元	1945年	新昌縣
4	10元	10-1000000	10元	1945年	新昌縣
5	5元	5-1000000	5元	1945年	新昌縣
6	2元	2-1000000	2元	1945年	新昌縣
7	1元	1-1000000	1元	1945年	新昌縣
8	0.5元	0.5-1000000	0.5元	1945年	新昌縣
9	0.2元	0.2-1000000	0.2元	1945年	新昌縣
10	0.1元	0.1-1000000	0.1元	1945年	新昌縣

http://www.slzjxx.com
 水利造价信息网

——取消了原导则的附加说明，增加了标准用词说明和条文说明。

本标准中的强制性条文有：3.4.1 条 4 款、8.1.3 条。以黑体字标示，必须严格执行。

本标准所替代标准的历次版本为：

——SD 287—88

本标准批准部门：中华人民共和国水利部

本标准主持机构：水利部建设与管理司

本标准解释单位：水利部建设与管理司

本标准主编单位：中国水利水电科学研究院

长江三峡技术经济发展有限公司

本标准参编单位：中国葛洲坝集团公司

长江水利委员会

本标准出版、发行单位：中国水利水电出版社

本标准主要起草人：余江成 王天宇 许承庆 汤正义

张 晔 蔡增祎 陈现军 陆 力

张成平 马素萍 周 叶

本标准审查会议技术负责人：杨定原

本标准体例格式审查人：曹 阳

——取消了原导则的附加说明，增加了标准用词说明和条文说明。

本标准中的强制性条文有：3.4.1 条 4 款、8.1.3 条。以黑体字标示，必须严格执行。

本标准所替代标准的历次版本为：

——SD 287—88

本标准批准部门：中华人民共和国水利部

本标准主持机构：水利部建设与管理司

本标准解释单位：水利部建设与管理司

本标准主编单位：中国水利水电科学研究院

长江三峡技术经济发展有限公司

本标准参编单位：中国葛洲坝集团公司

长江水利委员会

本标准出版、发行单位：中国水利水电出版社

本标准主要起草人：余江成 王天宇 许承庆 汤正义

张 晔 蔡增祎 陈现军 陆 力

张成平 马素萍 周 叶

本标准审查会议技术负责人：杨定原

本标准体例格式审查人：曹 阳

1 总 则

1.0.1 为保证水轮发电机组定子装配质量、规范定子现场装配的工艺技术标准，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于定子现场装配及验收，亦可作为定子现场装配后质量评定的依据。

1.0.3 水轮发电机定子现场装配应积极采用经省部级鉴定的新技术和新工艺。

1.0.4 本标准的引用标准主要有以下标准：

《水轮发电机组安装技术规范》(GB/T 8564)

《大型高压交流电机定子绝缘耐压试验规范》(JB/T 6204)

《高压电机使用于高海拔地区的防电晕技术要求》(JB/T 8439)

《水电机组包装、运输和保管规范》(JB/T 8660)

1.0.5 水轮发电机定子现场装配的安装工程除应符合本标准规定外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 一般规定

2.0.1 水轮发电机定子现场装配应根据制造厂的图纸和技术文件,并结合本标准的有关要求。凡本标准和制造厂技术文件均未涉及者,应拟订补充规定。

2.0.2 定子设备应符合国家现行的技术标准和订货合同规定。定子设备到达接受地点后,安装单位应参与定子设备开箱、清点,检查定子设备供货清单及随机装箱单,并按 JB/T 8660 的规定执行。

定子现场装配应具备下列文件及技术资料,并作为定子设备安装及质量验收的重要依据:

- 1 定子设备的安装、运行及维护说明书和技术文件。
- 2 全部随机图纸资料(包括定子设备装配图和零部件结构图)。
- 3 制造厂编制的水轮发电机安装说明书、定子装配技术及电气试验要求、现场调配的各类胶和漆的配方等。
- 4 定子设备出厂合格证及检查试验记录。
- 5 主要零部件材料的材质性能证明。
- 6 定子设备发货明细表。
- 7 其他有关合同文件等。

2.0.3 定子设备安装前应阅读并熟悉制造厂的设计图纸、出厂检验记录和有关技术文件,并做出符合施工实际的施工组织设计。对重要部件的主要尺寸及配合公差应根据图纸要求并对照出厂记录进行校核。

安装前应阅读与安装有关的土建设计图纸,并参与相关土建部位验收,对有缺陷的部位应处理合格后才能安装,缺陷处理应有记录和签证。

安装前应对定子设备进行全面清扫、检查。

2.0.4 定子设备安装所使用的全部材料,应符合设计要求。对

主要材料，应有检验和出厂合格证明书。

2.0.5 焊接应符合下列要求：

- 1 参加焊接的焊工应持有相关资格证书，并持证上岗。
- 2 所有焊接焊缝的尺寸应符合图纸要求，焊接质量应按有关规程及设计图纸要求进行检验。
- 3 对于重要部件的焊接，应按焊接工艺评定后制定的焊接工艺程序或制造厂规定的焊接工艺规程进行。

2.0.6 一般性测量应按照 GB/T 8564 的规定执行。

2.0.7 定子铁芯装配常用工器具和材料见附录 A 表 A-1 和表 A-2。定子现场嵌线常用工器具和材料见附录 B 表 B-1 和表 B-2。

3 施工现场

3.1 定子装配场地

3.1.1 定子装配场地宜选在本机坑，也可在厂房内安装间或其他指定位置，并应符合下列要求：

1 装配场地应清洁、干净，布置整齐，通风良好，应能防风、防雨、防尘。定子装配应在装配位置及相邻的安装或机组段厂房屋顶封闭完成后进行。

2 装配场地昼夜平均温度宜不低于 5°C ，空气相对湿度宜在 80% 以下。场地昼夜温差宜不大于 7°C 。对温度、湿度和其他有特殊要求的设备或部件的安装应按制造厂规定执行。

3 定子装配场地应避免阳光照射和直接承受冷、热气流的吹袭，装配场内的环境温度应均匀。

4 施工现场应有足够的照明。

5 在装配场地附近，应设置必要的工具房和材料间。

6 安装设备、工器具和施工材料堆放应整齐，通道畅通。

7 施工现场应符合安全规定，施工现场应有符合要求的施工安全防护设施。

3.1.2 在机坑内装配定子时，应考虑测圆架的固定方式以及与其他设备安装的施工干扰问题。

3.1.3 如在本机坑外装配定子，机组的安装施工组织设计中应有定子整体吊装及防止吊装时定子变形的技术措施。

3.2 定子装配用的支墩

3.2.1 支承定子的支墩尺寸应适应定子机座结构的要求。每瓣定子机座的支墩数应不少于 3 个。支墩高度的确定应考虑便于下环板的焊接。支墩应能承受定子装配后的重量。

3.2.2 定子机座与支墩应牢靠固定。

3.3 中心测圆架安装

3.3.1 中心测圆架安装应符合下列要求:

1 测圆架底座安装应可靠固定。

2 测圆架中心柱的垂直度偏差可在 90° 方向挂 2 根钢丝线测量, 其偏差应不大于 0.02mm/m , 且在测量范围内的最大倾斜应不超过 0.05mm ; 测圆架的旋转臂重复测量圆周上任意点的误差应不大于 0.02mm , 在整个圆周内测头上下跳动量应不大于 0.5mm 。

3.3.2 在定子装配位置上应按图纸要求将测圆架组合成一体, 应检查测圆架中心柱的实际尺寸并做好记录。

3.3.3 调整测圆架使之符合 3.3.1 条的要求, 测圆架与机座的同轴度可按机座下环板圆周上的压紧螺栓孔为准或按机座下环板内圆为准调整。如在机坑内装配定子, 测圆架的中心应以机组的安装中心为准, 定子机座应用测圆架找正。

3.3.4 上下移动测量旋转臂, 其测杆极限行程位置应能满足测量整个定子定位筋轴向高度的要求。

3.3.5 旋转臂调整后, 应将测圆架的底座与基础牢靠固定, 锁紧全部调节螺钉。测圆架的所有把合螺栓应紧固牢靠。

3.3.6 机座各环板内圆与下环板圆周上的压紧螺栓孔分布半径绝对值在测圆架调整时一并测量。

3.3.7 测圆架在使用过程中应分阶段校核其准确性, 各阶段工作及校核项目见表 3.3.7。

表 3.3.7 中心测圆架分阶段校核项目

阶段序号	阶段工作内容	校核项目
1	机座焊接前、提交记录前	中心柱垂直度、重复测量一点的精度
2	机座焊接后、测量前	中心柱垂直度、重复测量一点的精度
3	基准定位筋安装、测量前	中心柱垂直度、重复测量一点的精度
4	全部定位筋搭焊后、满焊前	中心柱垂直度、重复测量一点的精度
5	定位筋满焊后或叠片前	中心柱垂直度、重复测量一点的精度
6	全部铁芯叠装压紧后、提交记录前	中心柱垂直度、重复测量一点的精度、测头的上下跳动

3.4 施工平台

3.4.1 在定子机座的内侧搭设环形施工平台，应满足下列要求：

- 1 平台应与现场相适应,并安全、牢固。
- 2 平台的宽度应能满足安全作业和通行的要求,宜不小于1.2m。
- 3 随着叠片高度增加,平台也应升高。
- 4 平台的承载应有足够的安全系数,保证叠片工作人员较多的安全。

- 6 必要时还应在定子外圆搭设与机座顶环齐平的环形平台, 便于线棒的运输及嵌线。

3.4.2 在机坑内装配定子，除了要搭设环形平台外，还应在机坑上搭设平台。搭设平台时应满足下列要求：

- 1 平台应与测圆架的支架分层安装, 以免人员行走及重物等影响测圆架的测量。
- 2 平台应盖满机坑, 以防止机坑内的潮气对定子叠片和嵌线所产生的影响。
- 3 在机坑内嵌线, 如水轮机部件需同时安装 (或预装), 可拆除机坑内的平台, 但嵌线部位应封闭。

ns://www.文利造价网

4 机座组合与焊接

4.1 机座组合

4.1.1 应根据设备的出厂检验记录和图纸检查到货的定子机座，若有不符合要求的，应处理并作好记录。应检查坡口尺寸是否符合图纸要求，清理坡口，去除坡口的油污、锈迹或防锈漆。

4.1.2 应将基础板按厂家编号把合在每瓣定子机座上。

4.1.3 应按分度方位和分布半径将楔子板放置在支承支墩的铜垫板上。调整各对楔子板顶面高程，相互偏差为 2mm。

4.1.4 应按制造厂的预装号将分瓣定子机座吊于支墩上，用工艺组合螺栓将机座组合成整体。机座在支墩上的位置应与正式安装方位一致。

4.2 机座调整

4.2.1 对机座组合的工艺合缝，应按制造厂的规定加垫片。如制造厂无明确规定，环板为对接焊缝时，可在工艺合缝板之间加厚度为 2~3mm 的垫片；环板为搭接焊缝时，垫片厚度应为 1mm 左右。

4.2.2 应利用中心测圆架对机座进行调整，并符合下列要求：

1 各环板内圆绝对半径与设计值的偏差应符合制造厂规定。如制造厂无明确规定，对接焊缝结构应采用表 4.2.2-1 的数值，搭接焊缝结构应采用表 4.2.2-2 的数值。

表 4.2.2-1 对接焊缝结构机座的各环板内圆绝对半径值
与设计值的偏差

机座分瓣数	3	4	5	6	8
各环板内圆绝对半径 偏差 (mm)	+1.0~ +2.0	+1.5~ +2.5	+2.0~ +3.0	+2.5~ +3.5	+3.0~ +4.0

表 4.2.2-2 搭接焊缝结构机座的各环板内圆绝对半径值
与设计值的偏差

机座分瓣数	≤ 5	≥ 6
各环板内圆绝对半径偏差 (mm)	+0.5~+1.5	+1.0~+2.0

2 机座底环与基础板结合面的水平度应不大于 2mm。

4.3 机座焊接

4.3.1 应用压缩空气对机座进行全面吹扫，清洗各环板坡口处的油污，检查坡口尺寸应符合图纸要求。

4.3.2 机座焊接时，机座与基础的把合螺栓应全部松开。

4.3.3 机座环板组合缝焊接时，宜采用气体保护焊。若无气体保护焊，可采用制造厂规定的焊条作小规范焊接（推荐值为：焊条直径 4mm，焊接电流 150~200A）。

4.3.4 参加施焊的合格焊工数应等于机座的合缝数。焊接时，各焊工应在同一环板的各径向接缝上同时对称进行。

4.3.5 焊接方式可采用由里向外焊或由外向里焊，逆向分段退步焊或里外交替焊等方式。对 X 形坡口，可采用仰焊和平焊交替进行。

4.3.6 环板焊接次序应为：先焊中间层，其次焊相邻的层，最后焊下、上层。

4.3.7 对厂家规定有预热要求的焊缝，应先进行预热，施焊过程中应保持温度。

4.3.8 焊接后，应按图纸要求对焊缝进行无损探伤检测。

4.3.9 焊接后的检查、机座调整，应满足下列要求：

1 机座下环板内圆半径与设计半径之差应不超过 $\pm 1.5\text{mm}$ 。

2 机座环板内圆圆度超差时，可在焊接工作完成后进行修整。各环板半径的偏差应不超过 $\pm 2\text{mm}$ ，其中负偏差应以不妨碍铁芯外缘的压紧螺杆（或定位筋）的安装和铁芯与压紧螺杆保

持最小设计间隙为原则。

4.3.10 机座焊接完成并经检查合格后，应割除工艺合缝板，将焊缝打磨平整。

4.3.11 应打紧基础楔子板，拧紧全部基础螺栓。

4.3.12 在机坑内装配的定子机座，焊接后应调整机座底环与基础板结合面的高程，其高程与设计值偏差应在 $0\sim 2\text{mm}$ 范围内。



5 定位筋与下压指安装

5.1 定位筋安装

5.1.1 如定位筋在制造厂内未钻压紧螺栓孔，应在现场钻孔，其位置应符合图纸要求。可采用大弦距法划线，也可在定位筋安装后，以定位筋为基准，利用铁芯冲片作样板或另外制作模板来划线、钻孔。

5.1.2 应清点到货的定位筋、托板等是否符合图纸要求，数量是否齐全。

5.1.3 定位筋在安装前应校直。用不短于 1.5m 的平尺检查，定位筋在径向和周向的直线度应不大于 0.1mm。定位筋长度小于 1.5m 的，应用不短于定位筋长度的平尺检查。

5.1.4 第一根基准定位筋的安装调整应根据图纸确定第一根定位筋的位置，将托板套入定位筋，托板与定位筋侧面的间隙应不超过 0.20mm。若定位筋与托板之间有径向间隙要求时，应用制造厂提供的楔块楔紧间隙，用 C 形夹或专用的千斤顶将托板夹在（或顶在）环板上，托板与环板间宜无间隙。

5.1.5 定位筋下端面的高程（或至下压指上表面的距离）应符合图纸规定，宜低于下压指上表面 7~10mm。

5.1.6 应用内径千分尺测量基准定位筋的安装半径。实测半径与设计半径的允许偏差应不超过设计空气间隙的 $\pm 2\%$ ，但最大允许偏差不应超过设计值的 $\pm 0.5\text{mm}$ 。上下两端的半径差应能满足径向垂直度的要求。径向和周向垂直度偏差应不大于 0.05mm/m，若定位筋长度超过 2m，则同一根定位筋上下两端实测半径之差应不大于 0.10mm。

5.1.7 定位筋的安装调整宜采用“大等分弦距”方法。大等分后的 2 根定位筋之间宜有 5~10 根定位筋。

5.1.8 应根据确定的大等分点将各定位筋按编号就位，参照

5.1.13 条的要求调整,并留出焊接变形的裕量。

5.1.9 定位筋调整好以后,应点焊定位筋托板。点焊应分别在托板两侧进行,每侧2处,长度为10~15mm,应注意在托板两边交错点焊,宜采用气体保护焊。点焊后复测定位筋,若变形超过允许值,则应重新调整。

5.1.10 宜用相同的方法安装大等分区间的其他定位筋。

5.1.11 全部定位筋调整符合要求后,应点焊定位筋托板。

5.1.12 焊接完第一道焊缝,应拆去C形夹或专用千斤顶。满焊托板,焊接时应符合下列要求:

1 焊工应在整环对称的几个工作面上同时进行焊接,且各施焊处的焊接速度应保持一致。

2 先焊中间环板上的托板,然后上下交替逐环焊接。

3 先焊径向焊缝,全部径向焊缝焊完后,再焊周向焊缝。同一机座各环板的同层焊缝均焊完后,方可开始下一层焊缝焊接。

4 在施焊处的各定位筋间宜用双头千斤顶固定牢靠,整圈闭合且弦距、半径应合格,然后施焊。

5.1.13 定位筋托板全部焊接完成后,待焊缝冷却至室温时,复测定位筋的半径、弦距等应符合下列要求:

1 定位筋的实测半径与设计半径之差应不超过设计空气间隙的 $\pm 2\%$,但最大允许偏差不应超过设计值的 $\pm 0.5\text{mm}$ 。

2 相邻2根定位筋在同一高度上的半径差应不大于 0.20mm 。

3 控制定位筋的扭斜,应在定位筋的中心线上进行测量,定位筋两侧的半径应略大于中心处的半径。

4 在整个圆周上,弦距的实测最大值与最小值之差应不大于 0.40mm 。

5 在同一高度上,相邻弦距差应不大于 0.30mm 。

6 若达不到要求,则应磨开焊缝重新调整。

5.1.14 应彻底清扫机座各环板及定位筋各部位的焊珠、焊渣、

油污及杂物。在机座内表面、各环板、托板处应按制造厂的图纸要求喷漆，定位筋鸽尾及内表面不应喷漆，下环板在焊压指前也不应喷漆。

5.2 下压指安装

5.2.1 定位筋安装合格后，应以定位筋为标准确定下压指的安装位置，利用冲片为样板或另外制作模板来安装下压指。

5.2.2 应在下压指调整符合要求后焊接下压指。焊缝高度及长度均应满足图纸要求。

5.2.3 下压指焊接后应满足下列要求：

1 下压指在圆周上的最高与最低差值应不大于 2.0mm，相邻 2 块下压指高差应不大于 0.5mm。与设计安装高程的偏差应不超过 $\pm 1.0\text{mm}$ 。

2 对下压指直接焊在大环板上的结构，内圆端宜比外圆端高 0.5mm；对挂装式齿压板结构，内圆端比外圆端高差可达 1.0~3.5mm，当铁芯高度超过 2.5m 时应取上限。

3 用短齿片作样板，下压指中心与冲片齿中心偏差应不大于 1.5mm，下压指齿端与冲片齿端的径向距离应符合图纸要求。

5.2.4 下压指焊接完成并经检查合格后，方可按要求喷漆。下压指的上表面不应喷漆。

6 铁 芯 叠 装

6.1 叠片前的准备工作

6.1.1 铁芯冲片应符合下列要求：

1 铁芯冲片应清洁、无损、平整、漆膜完好。对缺角、有硬性折弯、冲片齿部或齿根断裂、齿部槽楔槽尖角卷曲的冲片应挑出处理或报废，表面绝缘漆脱落的冲片也应处理或报废。

2 冲片的各边缘应无毛刺，若有毛刺应处理。

3 槽形尺寸应符合图纸要求。

4 测量冲片厚度。将一定数量的冲片叠在一起，测量冲片边缘及中部的高度，作为叠片过程中加补偿片的参考。

5 对冲片检查时，可抽查冲片的绝缘电阻，将 20 张冲片堆叠在一起，在 0.5MPa 压力下，测其绝缘电阻值应不小于 $1000\Omega/\text{cm}^2$ 。

6.1.2 应编制符合施工要求的叠片工艺措施和组织措施，对全体施工人员进行技术交底。带班的负责人应熟悉叠片的工艺要求和措施，并在施工过程中加强监督和管理，从而保证在叠片过程中不出差错。

6.1.3 宜按附录 A 的要求准备好常用工器具和材料。

6.2 叠装下部阶梯段

6.2.1 铁芯的上下两端为阶梯段，此部分的冲片应为粘结片。若制造厂没有提供粘结片，则应根据制造厂的工艺和要求，在冲片表面刷涂粘合剂。

6.2.2 应按图纸要求的堆叠高度用不同规格的冲片进行叠片，层间交错应符合制造厂的规定。

6.2.3 应借助压紧工具测量第一段铁芯堆积高度，各阶梯段高度及总高度应符合图纸要求。

6.3 叠装中间段

6.3.1 阶梯段叠装完成后应放一层通风槽片，再用普通片叠一小段，层间交错应符合图纸规定。

6.3.2 应用整形棒整形，并均匀塞入槽样棒以固定定子槽形（若有槽楔槽样棒也应插入），每张冲片均匀分布不少于2根槽样棒。

6.3.3 整形时应控制冲片与定位筋的间隙，宜将冲片打靠定位筋。若制造厂对冲片与定位筋的间隙有要求时，应按制造厂的规定执行，并注意所留的间隙应均匀。可采用在定位筋表面加临时垫片的方法。但冲片堆叠时，应使冲片与定位筋内表面或临时垫片表面靠拢。

6.3.4 应检查并调整测圆架，使之符合要求。用测圆架上的内径千分尺测量铁芯的半径，应符合图纸要求。

6.3.5 应继续向上叠片，冲片的层间交错应符合制造厂的要求。每小段的高度及通风槽片的放置应符合图纸规定。

6.3.6 铁芯叠压过程中，应经常检查槽形、半径并调整其圆度。随若铁芯增高，槽样棒（包括槽楔槽样棒）也应随之上移。

6.3.7 槽样棒、整形棒和通槽棒的厚度尺寸控制工艺保证值见表6.3.7。

表 6.3.7 铁芯槽形尺寸控制工艺保证值 单位：mm

单张冲片槽宽	槽样棒厚度	整形棒厚度	通槽棒厚度
A	$(A-0.10) \pm 0.02$	$(A-0.20) \pm 0.02$	$(A-0.30) \pm 0.02$

6.3.8 叠至规定的预压高度时，应进行铁芯分段预压。

6.4 铁芯分段预压

6.4.1 铁芯分段压紧高度和次数应符合制造厂规定。若制造厂无明确规定时，应根据铁芯结构确定分段压紧的高度，但不宜超过600mm。

6.4.2 铁芯分段预压时应注意下列要求：

1 每次预压前应将已叠好的铁芯全部整形一次，使槽形、圆度、半径在允许范围内。

2 在压具（或压板）与预压铁芯段顶部间应垫入一层废冲片，通风槽片不应放在紧靠压具的下面。

3 槽样棒与槽楔样棒不应露出铁芯。

4 预压的平均压力，应符合制造厂的规定；压紧度用厂家提供的刀片检查，每间隔一根压紧螺杆的距离测一点，插入量宜小于 3mm。

6.4.3 铁芯分段预压的力矩应按照制造厂的规定执行。预压工具的安装应符合图纸要求，压紧时应在整圆周对称方向同时依次拧紧螺杆，每一次预压分三次完成。整圆周第一遍拧完后，第二遍应从起始点向相反方向进行，第三遍的拧紧方向与第一遍相同。

6.4.4 应测量本次预压后铁芯的实际平均高度、圆度和波浪度，并做记录。

6.4.5 预压完成后应拆去压紧工具，继续向上叠片。应根据叠片分段压紧后测量的铁芯高度和波浪度的偏差，采用制造厂规定的方法进行高度补偿，使每段压片中间差值在 0~1.0mm 之间。

6.4.6 铁芯冲片叠装过程中应注意下列要求：

1 冲片应清洁，无油污与灰尘。

2 参与叠片的人员应戴手套，其他人员不应随意直接用手摸冲片。

3 冲片应紧靠定位筋。

4 当制造厂已提供按重量分级的冲片时，同一段铁芯应使用同一重量级冲片。

5 对使用穿心螺栓的铁芯，应按图纸要求放置绝缘套。

6 每叠完一段铁芯，在压紧状态下沿圆周测量其高度，偏差应不超过设计值的 $\pm 0.5\text{mm}$ 。

7 堆积过程中应随时用整形棒整形，但不应用铁锤敲打铁

芯和整形棒，每叠完一段还应统一整形一次。

8 随着堆积高度的增加，槽样棒和槽楔槽样棒应逐渐上移，以保证定子槽形的几何尺寸。

9 各段铁芯的通风槽片小工字钢在高度方向应上下对齐。

10 铁芯叠装时，应按图纸要求叠入绝缘冲片。

6.4.7 对需热压的铁芯，其叠片高度应考虑整体压紧和热压的压缩量，热压的压缩量宜按铁芯高度的 $0.2\% \sim 0.3\%$ 考虑，且平均分配到每一叠片段中。

6.5 叠装上部阶梯段和安装上齿压板

6.5.1 铁芯上部阶梯段的叠装宜与下部阶梯段的叠装要求相同。

6.5.2 上齿压板应安装就位，装上正式压紧螺栓，调整上齿压板的位置，并应符合下列要求：

- 1 压指中心与冲片齿中心偏差应不大于 1.5mm 。
- 2 压指齿端与冲片齿端的径向距离应符合图纸要求。
- 3 铁芯压紧后，各齿压板压指的内圆应较外圆低 $0 \sim 0.5\text{mm}$ ，内圆不应高于外圆。
- 4 铁芯压紧后，蝶形弹簧、垫圈应良好。铁芯外侧的压紧螺栓应按图纸要求安装，与铁芯应保持 2mm 以上的间距；穿心压紧螺栓应保持绝缘无损、可靠。

6.6 叠装后的压紧

6.6.1 最后一次预压前，可留下最上面的 25mm 高度不叠片，待预压完成后，再进行叠片。

6.6.2 在打入全部槽样棒时，应使其紧靠槽底，上端露出铁芯约 $40 \sim 60\text{mm}$ ，同时插入全部槽楔槽样棒。

6.6.3 铁芯压紧应按次序分次增加压紧力，直至达到制造厂规定的要求。

6.6.4 铁芯是否压紧，可采用下面的方法进行检查：

- 1 选择均匀分布的压紧螺栓，测量其伸长值，核对平均压

力, 整个圆周上测量的螺栓数不应少于 10 根。最终压紧后的平均压力所测算出来的螺栓伸长值, 误差应在 $0 \sim +0.15\text{mm}$ 之间。

2 用制造厂提供的紧度刀片检查铁芯内圆和外圆的上、中、下部, 每间隔一根压紧螺栓的距离测一点, 插入量宜小于 3mm 。

6.6.5 按表 3.3.7 的要求校核中心测圆架的准确性后, 应对铁芯进行全面测量。

6.6.6 定子铁芯组装后应符合下列要求:

1 铁芯圆度测量从下至上分多个断面 (相隔 1m 左右) 进行, 每个断面的测点应不少于 16 点, 当定子铁芯直径较大时, 每个断面的测点应适当增加。各点半径与设计值的偏差应在设计要求的公差带范围内, 应不超过发电机设计空气间隙的 $\pm 3\%$ 。

2 在铁芯槽底和背部上, 均布不少于 16 个测点, 对铁芯高度进行测量。各测点测量值与设计值的偏差应不超过表 6.6.6-1 的规定, 宜取正偏差。

3 铁芯上端槽口轭部及齿尖的波浪度应不大于表 6.6.6-2 的规定。

4 用通槽棒对铁芯的槽形逐槽检查应全部通过, 槽深和槽宽应与设计值相符。

5 如果局部冲片的径向 (槽底) 和周向 (槽侧) 错位超过要求致使通槽棒不能通过时, 应进行修整, 并在修整处涂绝缘漆。

表 6.6.6-1 定子铁芯各测点高度的允许偏差 单位: mm

铁芯高度 h	$h < 1000$	$1000 \leq h < 1500$	$1500 \leq h < 2000$	$2000 \leq h < 2500$	$h \geq 2500$
偏差	$-2 \sim +4$	$-2 \sim +5$	$-2 \sim +6$	$-2 \sim +7$	$-2 \sim +8$

表 6.6.6-2 铁芯上端波浪度允许值 单位: mm

铁芯高度 h	$h < 1000$	$1000 \leq h < 1500$	$1500 \leq h < 2000$	$2000 \leq h < 2500$	$h \geq 2500$
波浪度	6	7	9	10	11

芯和整形棒，每叠完一段还应统一整形一次。

8 随着堆积高度的增加，槽样棒和槽楔槽样棒应逐渐上移，以保证定子槽形的几何尺寸。

9 各段铁芯的通风槽片小工字钢在高度方向应上下对齐。

10 铁芯叠装时，应按图纸要求叠入绝缘冲片。

6.4.7 对需热压的铁芯，其叠片高度应考虑整体压紧和热压的压缩量，热压的压缩量宜按铁芯高度的 $0.2\% \sim 0.3\%$ 考虑，且平均分配到每一叠片段中。

6.5 叠装上部阶梯段和安装上齿压板

6.5.1 铁芯上部阶梯段的叠装宜与下部阶梯段的叠装要求相同。

6.5.2 上齿压板应安装就位，装上正式压紧螺栓，调整上齿压板的位置，并应符合下列要求：

- 1 压指中心与冲片齿中心偏差应不大于 1.5mm 。
- 2 压指齿端与冲片齿端的径向距离应符合图纸要求。
- 3 铁芯压紧后，各齿压板压指的内圆应较外圆低 $0 \sim 0.5\text{mm}$ ，内圆不应高于外圆。
- 4 铁芯压紧后，蝶形弹簧、垫圈应良好。铁芯外侧的压紧螺栓应按图纸要求安装，与铁芯应保持 2mm 以上的间距；穿心压紧螺栓应保持绝缘无损、可靠。

6.6 叠装后的压紧

6.6.1 最后一次预压前，可留下最上面的 25mm 高度不叠片，待预压完成后，再进行叠片。

6.6.2 在打入全部槽样棒时，应使其紧靠槽底，上端露出铁芯约 $40 \sim 60\text{mm}$ ，同时插入全部槽楔槽样棒。

6.6.3 铁芯压紧应按次序分次增加压紧力，直至达到制造厂规定的要求。

6.6.4 铁芯是否压紧，可采用下面的方法进行检查：

- 1 选择均匀分布的压紧螺栓，测量其伸长值，核对平均压

6.6.7 检查铁芯各层通风沟高度尺寸,其偏差应不大于设计值的20%。若通风沟已发生变形,而铁芯局部尚未压紧,则应查明原因进行处理。

6.6.8 对有热压要求的定子铁芯,应在铁芯整体压紧后、铁芯磁化试验前进行。应按制造厂的规定加热,然后自然冷却至环境温度后,再按前述要求压紧。

6.6.9 应按实测的铁芯高度和下齿压板顶面高程,计算铁芯平均中心至基础板顶面的距离,并做好记录。

6.7 定子整体吊装

6.7.1 如果确定在机坑外组装定子,机组的安装施工组织设计中应有定子整体吊装及防止吊装时定子变形的技术措施。在铁芯最终压紧完成并经验收后,应将定子整体吊入本机坑内安装。

6.7.2 宜使用由制造厂提供的专用吊具吊装定子。在吊装过程中,应严格按照大件吊装的有关要求执行。

6.7.3 定子的安装位置,应满足图纸的要求。

6.7.4 定子水平和中心高程的确定应符合下列要求:

1 定子水平偏差应不大于0.20mm/m,此时铁芯内圆垂直度偏差应不大于0.10mm/m。垂直度可用直接挂钢丝法在整个圆周内分8个纵断面进行测量,也可用中心测圆架在同一断面上下各点处测量。

2 定子铁芯中心高程,应按GB/T 8564中的有关规定执行。

7 磁化试验

7.1 试验前的准备工作

7.1.1 试验前应将定子基础板与支墩的固定螺栓再拧紧一遍。用不小于 50mm^2 的导线将定子外壳可靠接地。

7.1.2 应检查机座、铁芯通风沟及上下端等，清除残留的金属物。

7.1.3 磁化试验的绕组布置应注意下列各项：

1 励磁绕组应在整个铁芯圆周上均匀缠绕成 180° 或 120° 的对称布置。

2 测量绕组的布置，对于励磁绕组在圆周上均匀缠绕的可布置在圆周上的任意位置。对于励磁绕组为 180° 或 120° 对称布置的，应布置在偏离励磁绕组 40° 或 30° 的方位上。

3 试验电源选用 50Hz 交流，试验电压宜取 0.4kV 左右，当定子铁芯有效重量超过 100t 时，试验电压宜取 0.6kV 以上。

4 通电前，用 500V 兆欧表测量各绕组与定子铁芯间的绝缘电阻，应不小于 $1\text{M}\Omega$ 。

5 测量绕组应包绕于定子有效铁芯，不宜包绕整个机座。

7.1.4 应沿定子铁芯内外圆上、中、下均匀布置测温敏感元件。温度计应放在铁芯轭部通风沟内。有条件时，宜用辐射式红外线测温装置进行扫描测温。

7.1.5 对于使用穿心螺栓的铁芯，在磁化试验前、后应检查穿心螺栓对地绝缘，绝缘值应符合制造厂要求。

7.1.6 若铁芯压紧螺杆为固定片结构的，在磁化试验前应将处于螺杆中部位置的固定片焊于螺杆及机座环板上。

7.2 磁化试验

7.2.1 磁化试验应符合下列要求：

8 线圈嵌装

8.1 对施工场地的补充要求

8.1.1 定子嵌线,宜在本机坑内进行。在本机坑内嵌线时定子铁芯应已安装至本机坑,并与基础板连接紧固。定子中心线、水平及高程应符合要求,并清扫干净。

8.1.2 安装场地不应受雨淋和厂房拱顶渗漏水侵袭。当相对湿度超过 75% 时,应进行干燥处理。

8.1.3 嵌装场地应配备足够的安全及消防器材,建立必要的安全、警卫措施,严禁烟火。

8.1.4 应搭设 2 个以上进出定子的扶梯,扶梯不应靠在铁芯上。

8.2 嵌线前的准备工作

8.2.1 对嵌线工艺过程中使用的装置性材料应做以下处理:

1 槽口垫块、间隔垫块及槽楔、绝缘盒等在使用前应擦洗干净并进行干燥处理。

2 涤纶毛毡在使用前应按工艺要求进行浸渍处理。

3 绑扎用玻璃丝绳和玻璃丝带应脱蜡;脱蜡方法是在烘箱中以 180~200℃ 的温度焙烘 4~8h,使石蜡成分全部挥发,再按工艺要求进行浸渍处理。

8.2.2 宜根据制造厂要求及机组结构特点,按附录 B 准备常用工器具和材料。

8.2.3 对线圈开箱后的检查、安放和测量应符合下列要求:

1 线圈及其附件的堆放场地应干燥、清洁,不易被碰撞砸伤,且搬运方便。

2 线圈开箱后应平放在垫有橡皮垫的清洁木搁架上,用压缩空气吹净。拆除外表面包扎的防护带,做表面外观检查。铜线表面应光洁、无损伤、无灰尘和油脂。绝缘层应完好,应无破

损、裂纹、凹坑。防晕层表面若有损伤应作修补。

3 水冷线棒应检查焊接、密封是否完好，应无裂纹、凹陷等现象。水冷接头保护塑料帽应齐全。空心导线内充有保护气体不应松动保护帽。

4 不应在线圈上站立、行走或堆放杂物。线圈应由 2 人抬运。

5 线圈嵌装前，抽查每箱总数的 5%~10% 的线圈进行交流耐压试验，如抽查中发现不合格线圈，则相应提高该线圈所在箱的抽试率。试验应参照 JB/T 6204 的规定，按表 8.2.3 的要求进行交流耐压试验。

表 8.2.3 定子线圈工艺过程中交流耐压试验标准

单位：kV

绕组型式	试验阶段	额定电压	
		$2 \leq U_N \leq 6.3$	$6.3 < U_N \leq 24$
		试验标准	
圈式	嵌装前	$2.75U_N + 1.0$	$2.75U_N + 2.5$
	嵌装后（打完槽楔）	$2.5U_N + 0.5$	$2.5U_N + 2.5$
条式	嵌装前	$2.75U_N + 1.0$	$2.75U_N + 2.5$
	下层线圈嵌装后	$2.5U_N + 1.0$	$2.5U_N + 2.0$
	上层线圈嵌装后（打完槽楔）	$2.5U_N + 0.5$	$2.5U_N + 1.0$

注 1： U_N 为发电机额定线电压，kV。

注 2：加至额定试验电压的持续时间均为 1min；试验电压的频率 50Hz，波形为实际正弦波。

6 线圈安装过程中，应参照 JB/T 6204 的规定，按表 8.2.3 的要求对线圈进行交流耐压试验。

7 抽查每箱总数的 5%~10% 的线圈进行起晕试验，如抽查中发现不合格线圈，则相应提高该线圈所在箱的抽试率；起晕电压不应低于 $1.5U_N$ ，小于此值时应重新进行防晕处理；当海拔高度超过 1000m 时，电晕起始电压试验值应参照 JB/T 8439 进

行修正。

8 耐压合格的线圈在直线部分的上、中、下部位用带预紧力的游标卡尺测量 3 点宽度尺寸，并做好记录；线宽尺寸应符合制造厂规定。

9 画出所有线圈的中心线，标出相应槽口部分的长度，控制槽口位置。

8.2.4 对定子铁芯线槽应进行下列检查：

1 对铁芯线槽及通风沟进行再次吹扫，用白布把槽沟拉一遍；铁芯线槽表面应无凸出片、无毛刺、无杂物。

2 按定子绕组接线展开图确定铁芯第一槽的位置，然后按规定方向依次每隔 5~10 个槽做编号。

3 抽测线槽的宽度尺寸并做好记录，宽度应符合图纸规定。

8.3 支持环安装

8.3.1 安装前应检查上下支持环外形尺寸是否符合图纸要求。

8.3.2 支持环安装应按制造厂规定进行，金属支持环应使用非磁性材料焊接，焊口应修磨平整，清理干净。绝缘支持环连接应符合制造厂要求，绝缘包扎应紧密，原有绝缘与新绝缘搭接处应削成斜坡。搭接长度宜不小于表 8.3.2 中的规定值。

表 8.3.2 支持环绝缘包扎搭接长度

发电机额定电压 (kV)	6.3	10.5	13.8	15.75	18	20
搭接长度 (mm)	25	30	40	45	50	55

注：发电机额定电压大于 20kV 的，搭接长度按制造厂工艺规定执行。

8.3.3 支持环与绝缘支撑架应固定牢靠，绑绳应清洁、整齐光滑，并用填充胶浸透表面。

8.4 测温电阻线圈安装

8.4.1 测温电阻线圈应按制造厂要求安装在槽底和层间垫条内，与垫条成为一体。安装前应用 250V 兆欧表测量电阻线圈对地绝

缘电阻,其值应大于 $20\text{M}\Omega$,并测量线圈电阻值是否符合要求。

8.4.2 电阻线圈引线宜通过铁芯槽或铁芯通风沟引出,引线应固定牢靠,走线应规范整齐。

8.4.3 定子线圈测温系统的总绝缘电阻值,应不小于 $0.5\text{M}\Omega$ 。

8.5 下层线圈嵌装

8.5.1 嵌装前应按图纸要求放入槽底垫条,两端各伸出铁芯 15mm ,用胶粘牢。

8.5.2 应以定子铁芯中心线和线圈中心线为准,同时顾及线棒斜边间隙及两端伸出槽口的长度,按厂家工艺要求将线圈均匀嵌入槽中。

8.5.3 嵌装线圈时应符合以下要求:

1 嵌入过程中,线圈不应产生轴向窜动,且不应卡伤线圈外表面的防晕层。

2 线圈中心与铁芯中心的错位应不大于 2mm 。

3 嵌线过程中应防止槽底垫条下滑。

4 水冷线棒的水接头在安装过程中,保护塑料帽应齐全、完好,不应随意取下。

8.5.4 检查线圈与铁芯及支持环是否靠实,若在线圈与支持环间有间隙,可用浸有填充胶的毛毡垫实。当线圈端部已紧贴支持环时,直线部分与槽底垫条间不应存在间隙。检查斜边间隙应符合图纸规定。

8.5.5 应用浸过清漆的玻璃丝绳(带)按图纸规定将线圈绑扎在上、下支持环上。

8.5.6 应在相邻两个线圈斜边部分的规定位置塞入垫块。垫块松紧应适宜(可用加垫毛毡来调节),避免挤压线圈,再用玻璃丝绳(带)按规定要求将垫块与线圈绑扎紧。高低位置应一致,绑扎整齐、牢固、美观,绑扎带处的尖端应除掉。

8.5.7 应用 0.3mm 塞尺检查线圈与铁芯槽的侧面间隙,当间隙累积量大于 100mm 时,可用半导体垫条塞实,塞入深度宜与

间隙深度一致。采用半导体槽衬结构的定子线圈单侧间隙应符合制造厂的规定。线圈两端距槽口 100mm 范围内应无间隙。

8.5.8 对采用线棒外包半导体纸和涂半导体胶嵌线工艺的线棒,应根据线棒和线槽宽度决定涂胶量,涂胶应均匀。涂胶后,应将线棒均匀嵌入槽底,嵌入后应清除多余的胶。

8.5.9 对铁芯槽口配置垫块的定子,应配垫槽口垫块,松紧应适宜,位置高低偏差应不大于 2mm,用浸过清漆的玻璃丝绳(带)穿过口部垫块与线圈作链状绑扎。

8.5.10 对装有测温电阻线圈的线槽,应在该线槽线圈嵌装就位后,按 8.4.1 条的规定检查测温电阻线圈是否有开路或短路,并测定绝缘电阻。

8.5.11 按表 8.2.3 的规定进行下层线棒线圈的交流耐压试验。

8.5.12 耐压试验合格后,应在线圈的绑绳上和槽口垫块处(如有)刷一层填充胶并固化。

8.5.13 线圈主绝缘采用环氧粉云母、电压等级在 10.5kV 以上的发电机,线圈嵌装后宜在额定相电压下测定表面槽电位或槽电阻,槽电位应小于 5V 或符合制造厂的要求。

8.6 上层线圈嵌装

8.6.1 应用干燥的压缩空气吹净铁芯及下层线圈。

8.6.2 应按图纸规定安装层间测温电阻线圈和层间垫条,并粘接固定,安装工艺要求同 8.4.1 条。

8.6.3 上层线圈嵌装工艺同 8.5.2 条,嵌装后,应用橡皮锤和垫板将其靠紧,上、下层线圈接头切向错位应不大于制造厂规定值,超过的应进行整形处理。为不影响接头可靠施焊,前后距离偏差应在连接板长度范围内。内支持环的安装应与上层线圈嵌装同时进行。

8.6.4 应用浸过清漆的玻璃丝绳(带)将上、下层线圈连同支持环一起绑扎牢固,上、下层线圈间端部斜边用适形材料塞紧。

8.6.5 随后的嵌装工艺按 8.5.5~8.5.9 条、8.5.11 条的工艺

要求进行。

8.7 打 槽 楔

8.7.1 槽楔应与线圈及铁芯齿槽配合紧密。槽楔下面紧靠线圈的一层垫条，宜用半导体垫条，其余可用玻璃丝层压板补足或垫入弹性波纹垫条。

8.7.2 槽楔的结构形式通常有双层楔形槽楔和普通槽楔两种。打槽楔的工艺，应根据槽楔的结构形式按下列要求进行：

1 对双层楔形槽楔，楔紧方式按制造厂的要求执行。

2 对普通槽楔，先在空槽中用手推槽楔，应能推入且不摆动，太紧时应修整到能用手推入，然后在铁芯槽全长范围内除最下部一根槽楔外，均用打槽楔工具，从上向下打到规定位置。

8.7.3 打槽楔时，应符合下列要求：

1 应注意通风沟的方向。

2 槽楔下垫条伸出槽口的长度不应超越槽楔，不应与高电阻半导体漆相碰。

8.7.4 打槽楔的质量应符合下列要求：

1 铁芯上下端两根槽楔应紧固无空隙，其余各槽楔有空隙的长度不应超过槽楔长度的 1/3。

2 槽楔上的通风沟与铁芯通风沟的中心应对齐，偏差应不大于 3mm。

3 所有槽楔伸出铁芯槽口的长度应符合图纸要求。

4 槽楔表面不应高出铁芯内圆表面。

5 槽楔绑扎应符合图纸要求。

6 对使用弹性波纹垫条的槽楔，波纹垫条应压缩至原高度的 70%。

8.7.5 对装有测温电阻的线槽，每打完一槽的槽楔后应立即按 8.4.1 条的规定对测温电阻线圈进行检查。

8.7.6 按表 8.2.3 的规定，对上、下层线圈一起进行交流耐压试验。

8.8 线圈接头焊接

8.8.1 线圈接头焊接前应进行下列工作:

- 1 线圈端头和被钎焊的零件,应按制造厂要求清扫干净,露出金属光泽。
- 2 检查并头套或并头片应无裂纹及其他缺陷。

8.8.2 采用银或银铜焊工艺的并头套套接结构的焊接工艺应按以下要求进行:

- 1 套上并头套,装入铜楔,用拉楔工具将铜楔拉紧,铜线与并头套之间间隙宜不大于 0.3mm,局部可放宽到 0.5mm。
- 2 焊接时,用石棉窝包扎端头,在铜线和并头套间垫入焊片,用中频感应线圈套加热,达到温度后加入银(或银铜)焊片,使并头套内充满焊料。

8.8.3 采用银或银铜焊工艺的并头片板接结构的焊接工艺应按以下要求进行:

- 1 在线圈接头两侧放置并头片,并头片与线圈端头间夹入一片厚 0.2~0.4mm 的焊片,用夹子临时夹住固定,填料间隙宜小于 0.25mm。
- 2 用中频银铜焊机或碳阻焊的夹钳夹紧并头片,按照银铜焊机的操作规程进行焊接;焊接时,应使用冷却保护用夹钳夹住线圈靠近绝缘部分,焊后该夹钳需待并头部位温度降至 130℃ 左右时,方可拆除。
- 3 并头通电焊接时,用银焊料补满,每个并头分上、下层线圈端头 2 次焊完。

8.8.4 采用锡焊工艺的并头套套接结构的焊接工艺应按下列要求进行:

- 1 接头铜线、并头套、铜楔等应搪锡。
- 2 用整形工具将端头股线整齐,各端头间的间隔公差应小于 5mm,用切头工具切去线圈端头多余部分的铜线。
- 3 端头伸出长度应符合制造厂要求,相互高差应不大

于 5mm。

4 套上并头套，装入铜楔，用拉楔工具将铜楔拉紧，铜线与并头套之间间隙宜不大于 0.3mm，局部可放宽到 0.5mm；上端头并头套焊接时，可用石棉窝包住端头，加入松香酒精溶液，用碳精棒通大电流或用中频感应线圈套加温，用碳精棒加温时，应在碳精棒和并头套接触处垫一块 2mm 薄紫铜片，达到温度后加入松香酒精溶液和焊锡。

5 焊接中要随时检查石棉窝底部渗漏情况，并及时堵漏防止溶锡流入端部线缝中；下端头并头套焊接可采用溶锡浸灌法，先将焊锡放在锡锅中加热至 350~400℃，当锡呈暗蓝色时，用锡斗盛锡浸没端头，上下移动数次，使并头套充满焊锡。

8.8.5 其他结构形式的线圈接头焊接工艺应按制造厂规定进行。

8.8.6 接头在焊接前后应进行外观检查，接头应整齐、光滑，焊缝应无棱角、毛刺、气孔、空洞和裂纹，接头高低偏差应不大于 5mm。接头焊接后应除去杂物。

8.8.7 水冷线圈接头的焊接与连接应符合以下要求：

1 接头为铜接头结构的线圈接头焊接应按照制造厂规定的工艺进行。

2 接头的密封螺母应清洁，密封垫、密封面应完好，密封圈安装正确，接头严密。

8.9 线圈接头绝缘盒套装

8.9.1 绝缘盒套装前，应彻底清理接头。检查绝缘盒质量，不应使用有裂纹、气泡和壁厚小的绝缘盒。

8.9.2 绝缘盒套装后，与线圈端头绝缘的搭接长度应符合图纸要求。搭接长度不够者可用粉云母带预先加包接长。接头的四周与绝缘盒间隙应均匀。

8.9.3 浇灌上端绝缘盒内填充胶时，应采取有效的堵漏措施。浇灌时，应先从盒上浇灌孔中注入一薄层填充胶，待其固化后，再将填充胶缓慢灌满绝缘盒，固化后再拆去接头周围的残留物，

并清理干净。

8.9.4 下端绝缘盒套装时，应先在盒内盛适量的填充胶，用一轻便的支架支撑，调整到所需的高度。应用木塞块调整相邻绝缘盒间的距离，宜做到相等。而后应将填充胶灌入，固化后撤去绝缘盒支架与木塞块。浇灌应饱满，应无贯穿性气孔和裂纹。

8.9.5 绝缘盒内填充胶因固化收缩后，应不低于盒表面，否则，应进行补充填满。

8.9.6 不加填充胶的接头盒的安装应按制造厂规定进行。



<https://www.shizjxx.com>
水利造价信息网

9 汇流母线与极间连接线安装

9.1 汇流母线安装

9.1.1 应按图纸规定，在圆周位置上将支架垫块焊接于机架或上齿压板上。焊接时应注意将电焊机的地线接在焊接部位的附近。

9.1.2 汇流母线预装应符合下列要求：

1 在临时平台上将上、下各层汇流母线挑选分类，测量曲率半径，应符合图纸要求。

2 按层次将汇流母线放在支架上，汇流母线接头与引出线圈接头应对齐，然后确定三相引出线和中性点引出线铜排与汇流铜排连接的实际位置，按图纸要求划线。

3 取下汇流母线按划线尺寸配制接头。

9.1.3 汇流母线安装应符合下列要求：

1 从最下一层汇流母线开始安装，并与引出线圈的端头焊接，焊接时应做好线圈的防护和隔热措施。

2 汇流母线螺栓连接接头应搪锡或镀银，接头接触面应平整，接头接触面的平直度不应超过 0.03mm，或接头接触面用 0.05mm 塞尺检查应符合要求；连接螺栓用力矩扳手按图纸所要求的螺栓预紧力拧紧。

3 焊接接头应无气孔、夹渣，表面应光滑，焊料应饱满。

4 汇流母线与线圈引出线接头焊接后，应清理干净，并按图纸要求包扎绝缘；包扎应密实，厚度应符合要求。

5 水冷汇流环管安装应按图纸要求进行。

9.2 极间连接线安装

9.2.1 对采用并头套结构的线圈极间连接线，可参照 8.8.3 条或 8.8.4 条的工艺要求执行。

9.2.2 极间连接线的绝缘包扎，应先将原绝缘按表 8.3.2 的规定搭接长度削成斜坡，清理干净后按图纸要求包扎。相邻极间连接线间应有间隔块，相互间绑扎应牢固。

10 定子绕组安装检查与试验

10.1 水内冷发电机定子绕组水冷管道、 水冷软管安装及试验

10.1.1 绕组水冷环管安装应符合下列要求：

- 1 安装位置、尺寸应符合图纸要求，环管与线棒水接头的对应位置应正确。
- 2 在与外水管结合处应设明显接地线。
- 3 水冷环管内应清洁无杂物。
- 4 接头焊接质量应良好、无渗漏。
- 5 环管应固定牢靠，水管绝缘垫安装应正确，绝缘应良好。

10.1.2 水冷软管检查应符合下列要求：

- 1 安装前后应对所有软管进行尺寸和质量检查。
- 2 水冷软管接头的丝扣应完好，软管与丝扣接头应无松动。连接软管应清洁，涂刷密封胶应均匀。
- 3 软管水接头螺纹，密封圈（垫）应完好，安装应正确，接头应严密。

10.1.3 水冷绕组的渗漏试验与检查应符合下列要求：

- 1 用 0.5MPa 的空气或惰性气体作泄漏试验，持续 24h，后 12h 的漏气量应小于 0.2%。
- 2 进行 1.5MPa 压力历时 30min 的纯水打压试验，应无渗漏。
- 3 绕组装配后在额定冷却水压下测量各支路的水流量偏差，偏差值应不大于±10%。

10.2 定子水平和高程的确定

10.2.1 在机坑内嵌线装配的定子应复查定子水平和定子铁芯中

心高程。

10.2.2 定子水平和中心高程的确定,应满足 6.7.4 条的要求。

10.3 清扫、检查与喷漆

10.3.1 定子嵌线工作全部结束后,应进行全面彻底的清扫和检查,可用干燥压缩空气将定子吹净。检查时应注意在铁芯通风沟或线圈的缝隙中不应留有金属碎屑或其他杂物。

10.3.2 应按图纸规定在线圈端部刷填充胶。在铁芯内圆表面喷漆,喷漆的材料和方法应符合制造厂的要求。

10.4 定子绕组绝缘电阻测量和耐压试验

10.4.1 定子绕组绝缘电阻测量应符合下列要求:

1 定子绕组每相绝缘电阻值在换算至 100℃ 时,应不低于按式 (10.4.1-1) 计算的数值:

$$R = \frac{U_N}{1000 + \frac{S_N}{100}} \quad (10.4.1-1)$$

式中 R ——绝缘电阻, $M\Omega$;

U_N ——水轮发电机额定线电压, V ;

S_N ——水轮发电机额定容量, kVA 。

2 对于干燥清洁的水轮发电机,在室温 $t(^{\circ}C)$ 下的定子绕组绝缘电阻,可按式 (10.4.1-2) 修正:

$$R_t = R \times 1.6^{(100-t)/10} \quad (10.4.1-2)$$

式中 R_t ——室温 $t(^{\circ}C)$ 下的定子绕组绝缘电阻, $M\Omega$;

R ——对应温度为 100℃ 的绕组热态绝缘电阻计算值, $M\Omega$ 。

3 在 40℃ 以下时,环氧粉云母绝缘的极化系数 R_{10min}/R_{1min} 应不小于 2.0;水内冷发电机在无冷却水时的绝缘电阻应不小于 41 $M\Omega$ (40℃)。

10.4.2 定子绕组交流耐压试验应符合下列要求:

1 转子吊入前,按本标准进行耐压试验,机组升压前,不再进行交流耐压试验。

2 交流耐压应分相进行,升压时起始电压宜不超过试验电压值的 $1/3$,然后逐步升至试验电压值,历时宜为 $10\sim 15\text{s}$ 。

3 试验前应将定子绕组内所有的测温电阻短路接地。

4 耐压试验前,应测量绝缘电阻及极化系数,并进行直流耐压试验。

5 耐压时在额定相电压下,端部应无明显的金黄色亮点和连续晕带。当海拔超过 1000m 时,电晕起始试验电压值应按 JB/T 8439 的规定进行修正。

10.4.3 定子绕组交流耐压试验标准应符合下列要求:

1 对在现场装配的定子,当额定电压为 24kV 以下时,试验电压为 $2U_N+3(\text{kV})$ 。

2 整机起晕电压应不小于 1.0 倍额定电压。

3 水内冷发电机在通水情况下试验电压为 $2U_N+1(\text{kV})$ 。

10.4.4 试验完成后应拆除全部试验接线。

附录 A 定子铁芯装配常用工器具和材料

表 A-1 定子铁芯装配常用工器具、设备和仪表

序号	设备及器具名称	数量	规格及说明
1	交直流电焊机及电焊工具	4~6 台	
2	气割设备	2 套	
3	中心测量架	1 台	制造厂提供
4	定位筋校正压力机	1 台	安装单位自备
5	定位筋装筋样板架	4 个	制造厂提供
6	定位筋装筋样板	2 个	跨 3 个单位弦长, 制造厂提供
7	装定位筋 C 形夹 (大 C 形夹)	10 套	
8	搭焊定位筋托板 C 形夹 (小 C 形夹)	10 套	
9	双头千斤顶		数量为定位筋数的 110%
10	定子铁芯紧度检查刀片装配	1 套	刀片应有备用, 制造厂提供
11	小楔子板	1000 块以上	
12	定位筋托板顶柱	20~30 套	
13	铜锤	10 个	
14	测单段铁芯高度的压紧工具	1 套	制造厂提供
15	定位筋装筋样板校验块	2 个	制造厂提供
16	大跨弦距测量块	8 个	制造厂提供
17	单跨弦距检查样板	1 块	制造厂提供
18	大距离内径千分尺	1 套	由计量局率定后使用
19	定子槽样棒		制造厂提供, 数量与定位筋同
20	定子槽楔槽样棒		制造厂提供, 数量与定位筋同
21	垫形棒	8 个	制造厂提供
22	定子铁芯通槽棒	2 个	制造厂提供

表 A-1 (续)

序号	设备及工器具名称	数量	规格及说明
23	铁芯预压工具	1套	
24	力矩扳手	6台	输出力矩大于 5000N·m
25	百分表及磁力表架	6套	精度 2%
26	方型水平仪	1台	精度 0.02mm/m
27	红外线测温仪	1套	精度 0.5℃, 量程: 20~200℃
28	自锁钳	20把	
29	升降式工作台	2个	自备
30	手提式砂轮机	4把	配 150 砂轮片
31	焊缝清渣气动工具	3把	外购
32	真空吸尘器	1台	外购

表 A-2 定子铁芯装配常用材料

序号	材料名称	规格及说明
1	电焊条	
2	1321 醇酸灰绝缘覆盖漆	耐热等级 B 级
3	环氧树脂 6101	
4	丙酮	
5	乙二醇	
6	聚酰胺 650	
7	0.3mm、0.5mm 薄铁片	
8	柴油、汽油	

附录 B 定子现场嵌线常用工器具和材料

表 B-1 定子现场嵌线常用工器具、设备和仪表

序号	设备及工器具名称	型号及规格	备 注
1	嵌线压板	上层、下层线棒压板	
2	压线棒工具		
3	打槽楔工具		
4	铲头工具	液压式	制造厂提供
5	拉楔工具		制造厂提供
6	线棒起吊装置		工地自制或 制造厂提供
7	夹线头工具		
8	电热装置		制造厂提供
9	大力钳	20 把	
10	线头整形工具		
11	线棒划中线样板	上、下层线棒划中线样板	
12	橡皮锤		
13	烘箱交流电焊机		
14	交流电焊机		
15	中频发生器装置		外购
16	台秤	10~50kg	
17	气焊工具	大号、小号	
18	银铜焊机		制造厂提供
19	连接架弯头工具		
20	量杯	20mL、50mL 等	
21	酒精温度计	0~120℃	
22	大电流直流发生设备		定子干燥用

表 B-1 (续)

序号	设备及工器具名称	型号及规格	备 注
23	兆欧表	250V、1000V、2500V	
24	乙炔发生器		
25	干湿温度计		测场内相对湿度
26	搪瓷面盆		
27	小型空压机	0.3m³	喷漆使用
28	喷枪		

表 B-2 定子现场嵌线常用材料

序号	材料名称	型号及规格	备 注
1	1321 醇酸灰绝缘覆盖漆	1321	
2	1361 环氧晾干灰绝缘覆盖漆	1361	
3	半导体低电阻漆		
4	半导体高电阻漆		
5	酚醛清漆		
6	酒精		
7	焊条	422	
8	不锈钢焊条		
9	不锈钢焊粉		
10	环氧树脂	6101	
11	聚酰胺	650	
12	无铁石英粉	200目	
13	浸胶涤纶毛毡	δ=1~3mm	
14	三聚氰胺醇酸漆	1032	有溶剂漆
15	环氧聚酯酚醛漆	5152-2	无溶剂漆
16	涤纶玻璃丝管	φ16mm	
17	无碱玻璃丝带	0.2mm×25mm	
18	玻璃丝绳	φ1.5mm	

表 B-2 (续)

序号	材料名称	型号及规格	备 注
19	环氧云母带	5438-1	
20	银焊条	Ag-45	接头为股线逐根银焊对接用
21	银焊片	HLAGCu80-5	接头为并头板接结构用
22	橡皮	$\delta=1\sim1.5\text{mm}$	
23	柔软云母板	5131, $\delta=0.25\text{mm}$	
24	石棉粉		
25	银焊料	HLAGCu80-5	接头为并头片结构用
26	锡焊料	HLSuPb58-2	接头为并头套结构用
27	松香酒精水		松香:酒精=1:5
28	502 胶水		
29	电话纸		
30	环氧玻璃布板		
31	铝箔	0.2~0.3mm	
32	碳精棒	$\phi 12\sim16\text{mm}$	焊并头套用

附录 C 磁化试验测量参数计算

C.1 基本参数的计算

C.1.1 铁芯的有效长度 L 可按式 (C.1.1) 计算:

$$L = k(l_1 - nl_2) \quad (\text{C.1.1})$$

式中 L ——铁芯的有效长度, m;

k ——定子铁芯叠压系数;

l_1 ——铁芯长度, m;

l_2 ——通风沟宽, m;

n ——通风沟数。

C.1.2 铁芯轭部的宽度 h 可按式 (C.1.2) 计算:

$$h = \frac{D_1 - D_2}{2} - b \quad (\text{C.1.2})$$

式中 h ——铁芯轭部的宽度, m;

D_1 ——铁芯外径, m;

D_2 ——铁芯内径, m;

b ——定子槽深, m。

C.1.3 铁芯轭部平均直径 D_0 可按式 (C.1.3) 计算:

$$D_0 = D_1 - h \quad (\text{m}) \quad (\text{C.1.3})$$

C.1.4 铁芯轭部截面积 A 可按式 (C.1.4) 计算:

$$A = Lh \quad (\text{m}^2) \quad (\text{C.1.4})$$

C.1.5 轭部重量 G 可按式 (C.1.5) 计算:

$$G = \pi D_0 A \gamma \quad (\text{t}) \quad (\text{C.1.5})$$

式中 γ ——硅钢片密度, 取 $\gamma = 7.60 \sim 7.85 \text{ (t/m}^3\text{)}$ 。

C.2 试验参数的计算

C.2.1 励磁线圈匝数 W_1 可按式 (C.2.1) 计算:

$$W_1 = \frac{U_1}{4.44 f A B_0} \quad (\text{匝}) \quad (\text{C.2.1})$$

式中 U_1 ——励磁线圈电压, V;

f ——频率, $f=50\text{Hz}$;

B_0 ——磁感应强度, 取 $B_0=1\text{T}$ 。

C. 2. 2 励磁电流 I_1 可按式 (C. 2. 2) 计算:

$$I_1 = \frac{\pi D_0 a w}{W_1} \quad (\text{A}) \quad (\text{C. 2. 2})$$

式中 $a w$ ——定子铁芯轭部的单位长度所需安匝数, At/m 。

制造厂内做试验时宜取 $a w=200\sim 270\text{At/m}$ 。由于安装工地的试验条件限制, $a w$ 值不能取得太大, 根据以往的经验, 宜取 $a w=95\sim 190(\text{At/m})$ 。

根据计算出的励磁电流选择导线, 考虑导线长时间载流发热, 所选择的导线载流量应留有足够的裕度。

C. 2. 3 电源的视在功率 P 可按式 (C. 2. 3) 计算:

$$P = U_1 I_1 \quad (\text{kVA}) \quad (\text{C. 2. 3})$$

C. 2. 4 测量绕组可采用较细的导线, 匝数 (W_2) 根据功率表电压线圈的允许电压确定, 可按式 (C. 2. 4) 计算:

$$W_2 = \frac{U_2 W_1}{U_1} \quad (\text{匝}) \quad (\text{C. 2. 4})$$

式中 U_1 ——加于励磁绕组的电压, V;

U_2 ——测量绕组的电压, V。

C. 2. 5 实际磁感应强度 B 可按式 (C. 2. 5) 计算:

$$B = \frac{U_2}{4.44 f A W_2} \quad (\text{T}) \quad (\text{C. 2. 5})$$

式中 U ——实测电压, V。

C. 2. 6 折算成 1T 时的铁芯损耗 P_0 可按式 (C. 2. 6) 计算:

$$P_0 = P \left(\frac{1}{B} \right)^2 \quad (\text{kW}) \quad (\text{C. 2. 6})$$

式中 P ——实测有效功率, kW 。

C. 2. 7 单位耗损 ΔP 可按式 (C. 2. 7) 计算:

$$\Delta P = \frac{P_0}{G} \quad (\text{kW/t 或 W/kg}) \quad (\text{C. 2. 7})$$

C.2.8 折算成 1T 时的铁芯温升 ΔT 可按式 (C.2.8) 计算:

$$\Delta T = (t_2 - t_1) \left(\frac{1}{B} \right)^2 \quad (^\circ\text{C}) \quad (\text{C.2.8})$$

式中 t_1 ——试验前的铁芯温度, $^\circ\text{C}$;

t_2 ——试验后的铁芯温度, $^\circ\text{C}$ 。

标准用词说明

标准用词	在特殊情况下的等效表述	要求严格程度
应	有必要、要求、要、只有……才允许	要 求
不应	不允许、不许可、不要	
宜	推荐、建议	推 荐
不宜	不推荐、不建议	
可	允许、许可、准许	允 许
不必	不需要、不要求	

附录 附录

附录 附录	附录 附录	附录 附录
附录 附录	附录 附录	附录 附录
附录 附录	附录 附录	附录 附录
附录 附录	附录 附录	附录 附录
附录 附录	附录 附录	附录 附录
附录 附录	附录 附录	附录 附录
附录 附录	附录 附录	附录 附录
附录 附录	附录 附录	附录 附录
附录 附录	附录 附录	附录 附录
附录 附录	附录 附录	附录 附录

https://www.slzjxx.cn
水利造价信息网

中华人民共和国水利行业标准

水轮发电机定子现场装配工艺导则

SL 600—2012

条文说明



目 次

1	总则	47
2	一般规定	48
3	施工现场	49
4	机座组合与焊接	50
5	定位筋与下压指安装	51
6	铁芯叠装	52
7	磁化试验	53
8	线圈嵌装	54

1 总 则

1.0.1 《水轮发电机定子现场装配工艺导则》(SD 287—88)颁布已超过 20 年。随着大型水轮发电机组的迅速发展,大型机组的定子普遍采用现场组装、整体叠片和下线的装配工艺,多项新技术、新工艺及新材料的应用和实践,使得我国机电安装技术水平达到了新的高度。为适应技术发展的要求,对原导则进行修订是非常必要的。

1.0.2 本标准的适用范围较原导则有所扩大。

1.0.4 列出本标准的主要引用标准,以便本标准的使用者更加理解本标准与相关标准的协调关系。另外使用者在施工中可能会涉及下列标准,可参照其有关条款的规定执行。

《钢制压力容器焊接规程》(JB/T 4709)

《电气装置安装工程 电气设备交接试验标准》(GB 50150)

《钢熔化焊对接接头射线照相和质量分级》(GB/T 3323)

2 一般规定

本章为新增内容，规定了定子安装前的一些技术准备、注意事项及对焊接与测量等方面的一般要求。



http://www.slzjxx.com
水利造价信息网

3 施工现场

3.1.1 鉴于目前大中型水轮发电机均采用在安装间组焊机座、叠压铁芯并在机坑内嵌线的施工程序，故推荐这一施工程序。

3.3.1 测圆架是定子装配的重要测量工具，其安装质量及其调整精度是控制定子装配质量的关键工序。中心柱应确保其垂直度和稳定性，故对其安装与使用进行了较严格的规定。定子装配对测圆架的测量精度要求很高，需尽量提高测圆架的测量精度。重复测量一点的半径误差不大于 0.02mm 可以防止回转轴承间隙变化导致测量值的不确定。测头的上下跳动来源于以下方面：一是转臂处于临界平衡状态时回转轴承间隙改变，导致测头上翘或下沉；二是由于回转轴线不垂直，导致回转平面倾斜；最后因转臂悬挂（支承）方式的不同，如钢丝绳或止推轴承，转臂旋转时，整个转臂会发生上下跳动。

条文中新增了对测圆架中心柱的垂直度在测量范围内的最大倾斜不应超过 0.05mm 的要求，其目的是为了满足不同中心柱与机座的同心度要求。

3.3.5 由于旋转套与立柱间有间隙，为消除间隙给测量准确性带来的影响，在保证旋转臂能灵活转动的基础上，应使测量端略重，使旋转套不能在间隙内自由窜动。

3.3.6 在旋转臂下面装设可调整的挂钩，以避免由于内径千分尺自重造成的弯曲而影响测量精度。

3.3.7 将中心测圆架使用过程的阶段项目增加为 6 个，增加了“机座焊接前、提交记录前”和“定位筋满焊后或叠片前”2 个阶段。

4 机座组合与焊接

4.1.4 第一瓣定子机座吊至支墩上时应特别注意支撑和将定子拉拢牢靠,防止倾倒。

4.2.1 机座焊接应考虑尽量减少焊接变形。机座焊接的焊缝形式根据设计结构的不同分为对接焊缝和搭接焊缝两种。焊缝为对接焊缝时,应采用在机座组合的工艺焊缝间加垫片的方法,以控制整体机座的径向收缩变形。焊缝为搭接焊缝时,收缩变形较对接焊缝小,但仍应严格按焊接工艺要求执行。

4.2.2 本条文将原条文中采用的各环板内圆绝对半径平均值而改用设计值。因为采用平均值会使质量控制的基准(在一定范围内)变成不确定,质量难以控制。本条文同时对机座各环板内圆绝对半径偏差的限值按不同机座分瓣数进行了细分,对限值进行了调整,限值有所减小。这样规定以利于提高机座组合的质量。

4.3.6 焊接过程中应随时注意检查圆度及变形情况,及时调整焊接工艺及焊接的先后顺序。

4.3.9 本条文将原条文中的平均值改为设计值。理由与条文说明 4.2.2 相同。

5 定位筋与下压指安装

5.1.1 定位筋安装是定子装配过程中的关键环节,直接影响到铁芯叠片和圆度、半径控制的要求,对安装质量应进行较严格要求。

5.1.4 基于质量控制的原因,本条文将托板与定位筋侧面的间隙值由原条文的“不应超过 0.30mm”,提高为“不应超过 0.20mm”。

5.1.6 基准定位筋安装半径偏差改用“设计空气间隙”表示,并规定偏差值取为设计空气间隙的 $\pm 2\%$ 。删除了原条文的“定位筋径向扭斜 $|R_1 - R_2| \leq 0.1\text{mm}$ ”。定位筋的周向垂直度可采用在基准定位筋的两边吊钢丝的方法进行测量。

5.1.7 由于大型水轮发电机定子定位筋数量较多,为减少定位筋在分度时的累积误差,在基准定位筋安装合格后,定位筋安装调整采用大等分法,大等分弦距一般按大等分对应的 2 个定位筋之间有 5~10 根定位筋考虑为宜。弦距取值太大,影响测量精度,弦距取值太小,失去大等分分度的意义。

5.1.12 为减少焊接变形,宜采用气体保护焊。施焊过程中,随时检查定位筋的半径和弦距,观察变化趋势,根据变化及时调整焊接工艺,如改变焊接方向、位置等。注意焊接时的作业温差不宜过大,焊后的冷却速度亦不宜过快。

5.1.13 对定位筋的半径偏差限值由原条文的设计空气间隙的 $\pm 2.5\%$,调整为 $\pm 2\%$,但同时规定,最大允许偏差不应超过设计值的 $\pm 0.5\text{mm}$,主要对大型机组有更严的要求。这样规定与 GB/T 8564 的规定一致。

5.2.3 下压指同断面的内圆端一般比外圆端高,根据铁芯堆积高度和下齿压板结构及连接方式而定。一般而言,定子铁芯高度越高,压指内圆端比外圆端高出越多。

第6章 铁芯叠装

6.4.1 定子铁芯叠装，应严格按图纸规定进行。定子铁芯的压紧应均匀、有序、对称。

6.4.5 应注意各次预压平均高度的相互补偿，以保证整个铁芯的高度公差。

6.4.7 定子铁芯热态压紧工艺，是采用均匀布置在定子下部和空气冷却器孔口的电加热器或其他加热设备对保温的铁芯加温到 $80\sim 90^{\circ}\text{C}$ ，保温12h以上，自然冷却到室温，再均匀地拧紧压紧螺杆至要求的扭矩。定子铁芯的高度以铁芯热压后的高度为准。

6.6.4 铁芯叠压系数的计算，它等于铁芯的实际长度（不包括绝缘与间隙）与测量长度（包括绝缘与间隙）的比值。铁芯叠压系数应小于1，铁芯最终压紧后，叠压系数应不小于0.95。

6.6.6 铁芯的半径直接影响定子的圆度、垂直度和偏心，并且还会影响槽形，半径无论偏大还是偏小，都会使槽形变窄。因此，铁芯半径的公差带不宜太大。随着安装技术水平的提升，今后还应将公差带收窄，以达到控制了半径也就控制了圆度、垂直度、偏心和槽形的目的，这对质量管理来说是必要的。

7 磁化试验

7.1.3 水轮发电机定子的磁化试验又称作定子铁芯磁化试验，这是检查定子铁芯的绝缘、压紧螺栓是否压紧的一个比较有效的方法。对于在工地组装的定子，在铁芯组装合格后，应进行此项试验。磁化试验系利用专用的励磁线圈，通以交流电源，在铁芯内部造成接近饱和状态的交变磁通，使铁芯中绝缘薄的部分产生涡流，致使铁芯温度升高。测量铁芯各部的温升，同时测出励磁损耗的功率，计算出铁芯的单位重量损耗。根据温升及单位重量损耗是否符合标准来判断铁芯是否合格。准备试验所需的材料和测量仪器，绘制必要的记录表格。

7.2.1 磁化试验中应观察定子铁芯振动情况，及时发现有无松动部位和通风沟、定位筋、压紧螺栓、机座内部的异常声响，当出现冒烟、局部发热及异常声响时，应切断电源，停止试验。

8 线圈嵌装

8.5.11 交流耐电压试验时应注意下列各项：

- (1) 测温电阻线圈及非耐电压试验的线圈均应可靠接地。
- (2) 耐电压试验的线圈与非耐电压试验的线圈用绝缘板应可靠隔开。
- (3) 耐电压试验前，用 2500V 兆欧表测定被试线圈的绝缘电阻，绝缘电阻值不作规定。

8.8.7 水冷线圈水接头连接一般是铜管连接结构和聚四氟乙烯软管与螺纹接头连接结构。铜管连接的水接头在装配前需预装，用专用工具测量需连接的两个接头间的三维尺寸，以确定并配制连接铜管的长度，然后将配制好的水接头在专用胎具上测定的三维尺寸调整好，再用火焊将银焊丝封焊铜管的插接缝。

水接头装配的工艺步骤：现场准备→水接头清理与检查→水接头预装、配制连接铜管→水接头装配、接头焊接→接头冷却、清理、焊接质量检查（磷酸渗漏检查，渗漏 24h 后打压 0.1~0.2MPa，7min）→酸洗→拧紧接头密封螺帽。