

ICS 25.160.10

J 33

备案号: 24195-2008



中华人民共和国电力行业标准

DL / T 1097 — 2008

代替SD 339 — 1989

火电厂凝汽器管板焊接技术规程

The code of welding for tube-plate of condenser of power plant

2008-06-04 发布

2008-11-01 实施

中华人民共和国国家发展和改革委员会 发布

目 次

前言 ····· II

1 范围 ····· 1

2 规范性引用文件 ····· 1

3 一般规定 ····· 1

4 焊接工艺评定 ····· 2

5 焊接 ····· 2

6 质量检验 ····· 5

7 焊缝返修 ····· 5

8 技术文件 ····· 6

附录 A（资料性附录） 常用钛管板、不锈钢管板、钨极化学成分 ····· 7

前 言

1.1.1 本标准是根据《国家发展改革委办公厅关于印发 2007 年行业标准修订、制定计划项目的通知》（发改办工业〔2007〕1415 号）的要求，对 SD 339—1989《钛材管板焊接技术规程》进行修订。

1.1.2 本标准与 SD 339—1989 比较有以下主要变化：

1.1.3 ——将原标准的名称《钛材管板焊接技术规程》改为《火电厂凝汽器管板焊接技术规程》，不仅适用于钛金属，也适用于不锈钢；

1.1.4 ——在焊接工艺评定和焊工考核方面与现行标准进行了衔接；

1.1.5 ——增加了焊接修复的规定；

1.1.6 ——对焊接过程、检验要求都做出了更具体的规定；

1.1.7 ——根据材料的发展，修改了附录，为读者提供了材料选择的参考。

1.1.8 本标准自实施之日起，代替 SD 339—1989。

1.1.9 本标准的附录 A 是资料性附录。

1.1.10 本标准由中国电力企业联合会提出。

1.1.11 本标准由电力行业电站焊接标准化技术委员会归口并负责解释。

1.1.12 本标准起草单位：中国电力科学研究院。

1.1.13 本标准参加起草单位：浙江火电建设公司、江苏电力建设第一工程公司、北京电力建设公司、广东火电工程总公司。

1.1.14 本标准主要起草人：郭军、包镇回、张学诚、石学军、任永宁、甘焕春。

1.1.15 本标准首次发布时间：1989 年 9 月 15 日。

本标准在执行过程中的意见或建议反馈至中国电力企业联合会标准化中心（北京市白广路二条一号，100761）。

火电厂凝汽器管板焊接技术规程

1 范围

本标准规定了火电厂凝汽器管板焊接的技术要求。

本标准适用于火电厂凝汽器管板的密封焊接工作。本标准的适用材料是换热器管为钛或不锈钢，板为碳钢、钛、不锈钢或复合钢。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

- GB 3620.1 钛及钛合金牌号和化学成分
- GB 3620.2 钛及钛合金加工产品化学成分及允许偏差
- DL/T 869 火力发电厂焊接技术规程
- DL/T 868 焊接工艺评定规程
- DL/T 712 火力发电厂凝汽器管选材导则
- DL/T 679 焊工技术考核规程
- JB/T 4730.5 承压设备无损检测 第五部分 渗透检测

3 一般规定

3.1 人员

3.1.1 焊接技术人员、焊接质量检查人员与焊接检验、检测人员所应具备的资格条件应符合 DL/T 869 的相关规定。

3.1.2 凡参加施焊的焊工应该经过理论和实际操作技术培训，并经考核合格，手工焊、自动焊考核结果互不替代。

3.1.3 焊工理论知识考核的内容包括：

- a) 钛或不锈钢金属材料的基础知识；
- b) 焊接材料（焊丝和氩气）及其使用方面的基础知识；
- c) 焊接工艺基础知识和钛材、不锈钢焊接的专业知识；
- d) 常用的焊接缺陷的产生原因、危害性、预防及处理措施；
- e) 常见焊接设备、测量仪表的种类、使用、维护的基础知识；
- f) 焊接安全技术的基础知识。

3.1.4 密封焊接操作技术考核的内容包括：

- a) 操作技术考核的接头数量应不少于 10 个；
- b) 操作技术考核所用的材料、焊接位置应与实际担任的焊接工作相同，如材料与焊接位置发生了改变，需要重新进行考核；
- c) 操作技术考核的检验内容及其合格标准执行本标准第 6 章的规定。

3.2 设备

自动钨极氩弧焊机应具备以下性能及要求：

- a) 电弧特性稳定；
- b) 电流调节灵活、方便，有良好的工艺重复性；
- c) 机械执行机构运转灵活，装卡方便；
- d) 具有提前送气、延时停气、脉冲、非接触引弧和电流衰减功能；

- e) 输送氩气的胶管不得与输送其他气体的胶管互相代用;
- f) 与机头、控制箱连接的电缆、气管应质地柔软,无裂纹、漏气、漏电等现象,并连接可靠。

3.3 材料

3.3.1 电站凝汽器钛管板与不锈钢管板的化学成分和力学性能应符合有关技术标准,常用的国产钛管板与不锈钢管板的化学成分见附录 A 中的表 A.1 和表 A.2,引进材料应符合相关技术标准。

3.3.2 凝汽器管板焊接相关的钢材应具有材料质量证明书,对无材料质量证明书或有材料质量证明书但对其质量有怀疑的,应按 DL/T 712 中的规定进行复验。

3.3.3 氩气使用前应检查有无出厂合格证。氩气纯度应不小于 99.98%。

3.3.4 自动钨极焊所用的钨极可选用直径为 $\phi 2.0 \sim \phi 2.5$ 的钨钍极、钨钨极或钨铈极,其化学成分参见附录 A 中的表 A.3。

4 焊接工艺评定

4.1 钛或不锈钢管板焊接工艺评定应该遵循 DL/T 868 的一般原则和程序性规定。

4.2 应由具有理论水平和操作能力的焊工焊接试件。

4.3 改变以下参数的任何一种,均应重新进行焊接工艺评定:

- a) 焊接方法;
- b) 母材;
- c) 焊丝;
- d) 焊接位置。

4.4 焊接工艺评定试样除按照第 6 章规定的内容检验外,还应进行金相宏观试验,试样数量不得少于 10 个。

4.5 从事焊接工艺评定试样焊接工作的焊工,其试件检验项目的试验数据可代替该焊工技能考试结果,不再另行考核。

4.6 焊接工艺评定合格后,编制相应的焊接作业指导书。

5 焊接

5.1 焊接准备

5.1.1 环境要求如下:

- a) 凝汽器管板焊接场地应有良好的防风、防火、防尘设施,必要时用防火帆布搭置密封室。
- b) 密封室内的地面宜用钢板铺设,且平整、干净。
- c) 焊接用操作平台的搭设应牢固、稳定,宜用 30mm 以上厚度的木板或钢脚手板铺设,并捆扎牢固。
- d) 密封室顶部应装有排风气扇,以改善室内环境。
- e) 钛管板焊接时,焊工应穿戴洁净的工作服和脱脂纯涤纶手套。
- f) 隔板顶部应铺设保护平台,要求平台密封、结实,能有效防止杂物落入焊接施工区。

5.1.2 管板按下列要求清洗:

- a) 管与板的清洗应先采用吸尘器抽吸杂物,然后用浓度大于 95% 的酒精或丙酮擦洗。
- b) 管口清洁度以白绸布蘸酒精擦拭不染色为合格。
- c) 加工及清洗完毕的管口严禁用手触摸,暂时不焊的管口必须用洁净的塑料薄膜覆盖,以防污染。

5.1.3 管板的装配及装配检验要求如下:

- a) 管板的装配顺序为:管与板的清洗→穿管→铣管→胀管→清洗。
- b) 焊接接头的装配形式见图 1。
- c) 管子的装配检验及修整步骤为:检验→修整→清洗→检验,直至合格。
- d) 管板的装配必须按工艺要求进行,焊接质量检查员对钛管的装配过程应进行监督和检查,在施焊前进行验收。
- e) 防止中心定位杆插入时带入杂物。

5.2 管板自动钨极氩弧焊

5.2.1 中心定位杆应能保证焊接过程不晃动。

5.2.2 钨极加工推荐形状见图 2。

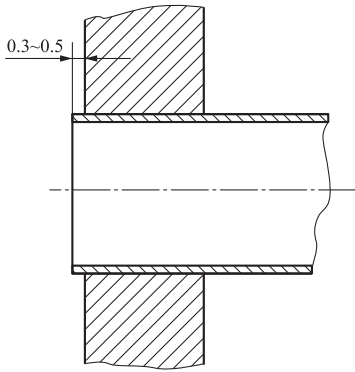


图 1 接头形式

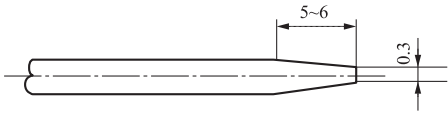
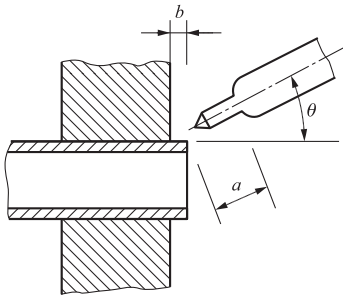


图 2 钨极加工

形状

5.2.3 钨极的设置尺寸应符合图 3 的要求。



a —钨极伸出喷嘴长度 7mm~8mm; b —钨极至管板距离 0.7mm~1.5mm;
 θ —钨极与管孔轴线的夹角 $6^{\circ} \sim 12^{\circ}$

图 3 钨极的设置位置尺寸

5.2.4 安装钨极时，钨极应处于焊枪喷嘴的中心位置，不得偏斜。

5.2.5 焊接参数包括以下内容：

- a) 脉冲基值电流、脉冲峰值电流和脉冲频率；
- b) 焊接速度；
- c) 氩气流量；
- d) 氩气提前时间（见图 4 中 T_1 ）；
- e) 焊接预热时间（见图 4 中 T_2 ）；
- f) 衰减开始等待时间（见图 4 中 T_3 ）；
- g) 衰减时间（见图 4 中 T_4 ）；
- h) 氩气滞后时间（见图 4 中 T_5 ）；
- i) 机头倒转等待时间（见图 4 中 T_6 ）。

自动钨极氩弧焊时，推荐的焊接程序和参数见图 4 及表 1。

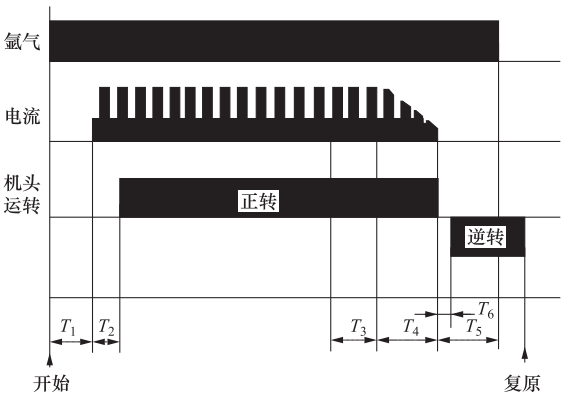


图 4 推荐的焊接程序

表 1 推荐的管板自动钨极氩弧焊工艺参数

| 焊 接 参 数 | 单 位 | 范 围 |
|----------------|-------|---------|
| 脉冲基值电流 | A | 20~45 |
| 脉冲峰值电流 | A | 75~120 |
| 脉冲频率 | Hz | 4~8 |
| 占空比 | % | 40~60 |
| 喷嘴保护氩气流量 | L/min | 4~6 |
| 后保护氩气流量 | L/min | 8~12 |
| 焊接速度 | r/min | 2.5~2.7 |
| 氩气提前时间 T_1 | s | 2~4 |
| 焊接预热时间 T_2 | s | 0.5~2 |
| 衰减开始等待时间 T_3 | s | 2~3 |
| 衰减时间 T_4 | s | 4~6 |
| 氩气滞后时间 T_5 | s | 4~6 |
| 机头倒转等待时间 T_6 | s | 1~4 |

5.2.6 起弧和收弧位置见图 5。从 11 点（时钟 11 点位）位置起弧，顺时针旋转焊接一周后在 12 点位置开始衰减，在 3 点位置收弧，焊嘴自动返回到 11 点起弧位置，准备下道焊口的焊接。

5.2.7 焊接时宜采用 Z 形跳焊法，示意见图 6。

5.2.8 双侧施焊时，不得同时焊接同一根管子。

5.2.9 施焊时，管子一侧严禁进行割、胀、铣管和清理工作。

5.2.10 焊接过程中，发生焊接异常中断时，应重新清理焊口，调整参数后，再继续焊接。

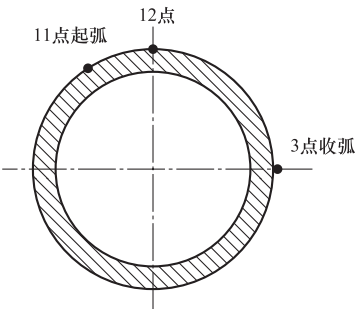


图 5 起弧和收弧位置示意

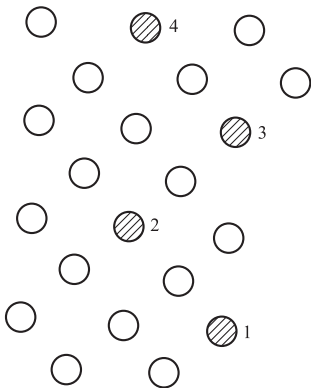


图 6 Z 形跳焊法示意

6 质量检验

- 6.1 焊接质量的检验工作实行焊工自检和专业检验相结合的办法。
- 6.2 焊接接头的检测方式分为外观检查和渗透检测，其方法及范围见表 2。

表 2 焊接接头的检验方法及范围

| 检 验 方 式 | 范 围 | 检 验 人 员 | 检 验 方 法 |
|-------------------------|------|----------|--------------------|
| 外观检查 | 100% | 焊工 | 用肉眼或低倍放大镜检查 |
| | 100% | 焊接质量检查人员 | |
| 渗透检测 | 100% | 无损检测人员 | 用肉眼或 4 倍~10 倍放大镜检查 |
| 注：渗透检测按照 JB/T 4730.5 进行 | | | |

- 6.3 焊缝外观检查合格后，再进行渗透检测。
- 6.4 焊缝表面应均匀、美观、呈鱼鳞状。焊缝余高应不大于 1mm，焊缝宽度不大于 5mm。
- 6.5 焊缝表面不允许有裂纹、气孔、未熔合、焊偏、管翻边等缺陷。
- 6.6 钛管板焊接焊缝表面颜色合格标准：钛为银白色。
- 6.7 焊缝渗透检测的合格标准：无任何缺陷显示。
- 6.8 焊接工艺评定的焊缝金相宏观检查不允许出现裂纹、未熔合、夹杂、气孔、氧化组织等缺陷。

7 焊缝返修

- 7.1 焊缝有缺陷需要返修时，一般可用自动钨极氩弧焊机进行再熔化来修整缺陷。无法采用自动钨极氩弧焊机返修时，应将缺陷彻底清除后采用手工钨极氩弧焊加丝的方法进行补焊。补焊次数一般不得超过 3 次。
- 7.2 担任焊缝返修的焊工应具备 DL/T 679 规定的 II 类及以上考核合格的资格。
- 7.3 手工补焊用钨极氩弧焊设备由电源、控制箱和焊枪三部分组成，应具有提前送气、高频引弧、衰减和保护气体滞后功能。
- 7.4 补焊选用与管材相适应的焊丝，直径为 $\phi 0.8 \sim \phi 1.2$ 。使用前应清除油污等，再用丙酮或 95% 以上酒精进行清洗，使用过程中应保持干燥、清洁。
- 7.5 焊缝返修前必须用机械方法清除缺陷，并按本标准 5.1.2 的要求将焊缝清理干净。
- 7.6 调整焊接参数，并在试件上进行模拟焊接。推荐的焊接参数见表 3。
- 7.7 焊口修补长度超过 5mm 时必须采用分段焊，每焊完一段后，待焊缝温度冷却到 50℃ 以下时再焊接另一段，以此类推。
- 7.8 补焊时熔池应始终处于氩气保护下，在焊接收弧时，应先将熔池填满，然后按下衰减按钮，同时将电弧移至焊缝边缘，待焊缝冷却后再将焊枪移开。

表 3 推荐的管板手工钨极氩弧焊工艺参数

| 钨极直径 mm | 焊接电流 A | 喷嘴直径 mm | 氩气流量 L/min | 氩气提前时间 s |
|------------|-----------|------------|---------------|-------------|
| 2.0~2.5 | 70~90 | 8~12 | 6~8 | 5 |

- 7.9 返修后的焊缝必须按照第 6 章的规定重新进行外观检查和渗透检查。

8 技术文件

移交的竣工资料应按照 DL/T 869 的规定执行，工作中形成的技术资料应包括以下文件及

记录:

- a) 焊接工艺评定报告;
- b) 焊接作业指导书;
- c) 焊接施工记录;
- d) 焊接质量检测报告。

1.1.16

附 录 A
(资料性附录)
常用钛管板、不锈钢管板、钨极化学成分

1.1.17 A.1 常用钛管板、不锈钢管板、钨极化学成分分别见表 A.1～表 A.3。

表 A.1 常用钛管板化学成分

| 名 称 | 牌 号 | 标准号 | 化学成分（质量分数） % | | | | | | |
|--------|-----|------------|-----------------|------|-------|------|------|------|--------|
| | | | Fe | O | H | N | Si | C | Ti |
| 钛 管 | TA1 | GB 3620 | 0.15 | 0.15 | 0.015 | 0.03 | 0.1 | 0.05 | 余 量 |
| 钛 板 | TA2 | GB 3620 | 0.30 | 0.20 | 0.015 | 0.05 | 0.15 | 0.1 | 余 量 |

表 A.2 常用不锈钢管板成分

| 牌 号 | 化学成分（质量分数） % | | | | | | | |
|--------------|-----------------|------|------|-------|-------|----------------|-----------------|------------|
| | C | Si | Mn | P | S | Ni | Cr | Ti |
| 08Cr19Ni10 | 0.08 | 1.00 | 2.00 | 0.045 | 0.030 | 8.00～ 11.00 | 18.00～ 20.00 | — |
| 12Cr18Ni9 | 0.15 | 1.00 | 2.00 | 0.045 | 0.030 | 8.00～ 10.00 | 17.00～ 19.00 | — |
| 022Cr19Ni10 | 0.030 | 1.00 | 2.00 | 0.045 | 0.030 | 8.00～ 12.00 | 18.00～ 20.00 | — |
| 07Cr19Ni11Ti | 0.04～ 0.10 | 0.75 | 2.00 | 0.03 | 0.015 | 9.00～ 11.00 | 17.00～ 20.00 | 4C～ 0.6 |

表 A.3 常用钨极化学成分

| 名 称 | 牌 号 | 化学成分（质量分数） % | | | | | | |
|---------|--------|-----------------|---------------|-----|------------------|--|------|------|
| | | W | ThO | CeO | SiO ₂ | Fe ₂ O ₃ +Al ₂ O ₃ | Mo | CaO |
| 钨钍 极 | WTh-7 | 余量 | 0.70～ 0.99 | — | 0.06 | 0.02 | 0.01 | 0.01 |
| | WTh-10 | 余量 | 1.00～ 1.49 | — | 0.06 | 0.02 | 0.01 | 0.01 |
| 钨铈 极 | WTh-15 | 余量 | 1.50～ 2.00 | — | 0.06 | 0.02 | 0.01 | 0.01 |
| | Wce-20 | 余量 | — | 2.0 | 0.06 | 0.02 | 0.01 | 0.01 |