

# Discussion on Construction of Steam and Water Pipeline in Conventional Island of Nuclear Power Plant

Haibin Zhao

Zhangjiakou Talent Exchange Service Center, Zhangjiakou, Hebei, 075000, China

## Abstract

For winter-related engineering projects, the impact of winter welding on weld quality must be considered, requiring the development of specialized winter construction plans. Nuclear power plant pipeline construction must follow procedures including site reconnaissance and approval of specialized pipeline construction plans. Additionally, manufacturers should be evaluated based on the quality and cost of pipeline components and materials. Components and materials of different materials should be color-coded to prevent confusion. Welding process qualification assessments must be conducted before welding, and welders must undergo rigorous qualification reviews and practical examinations upon entry. Winter welding construction requires pre-welding heating and post-welding slow cooling to control crack formation. Post-welding visual and non-destructive testing must be strictly performed to ensure welding quality.

## Keywords

nuclear power plant pipelines; strict construction procedures and processes; quality and safety

# 核电厂常规岛汽水管 道施工浅谈

赵海滨

张家口市人才交流服务中心, 中国 · 河北 张家口 075000

## 摘 要

涉及冬季作业的工程, 需要考虑冬季焊接对焊缝质量的影响, 需要编制冬季专项施工的方案。核电厂管道施工需遵循从现场踏勘, 管道施工专项方案编制审批。同时从管道元件、管道材料的质量价格进行厂家比选, 不同材质的元件及管道材料进行色标移植, 避免混用, 焊接前需进行焊接工艺评定, 焊工进场进行严格的执业资格审查和实操考试, 冬季焊接施工进行焊前预热和焊后缓冷, 控制裂纹的产生, 焊后严格进行目视及无损检测, 确保焊接的质量。

## 关键词

核电厂管道; 严格施工工序与流程; 质量与安全

## 1 概述

核电厂汽水管 道, 除了要承受高温度和高压 力要求, 及管道震动, 水击等工况 [1], 同时由于向汽轮机供气, 汽轮机内洁净度要求很高, 不然对汽轮机齿轮各腔室设备有损伤, 管道内洁净度也有很高要求, 因为管道内汽水要求重复利用 [2]。同时所有汽水管 道均采用预制焊接与现场组合安装直接吊挂安装的施工方法。为保证管道内部清洁, 增加无盐水清洗管道内壁, 控制氯离子及其它有害离子含量并通过理化检测达到合同中要求的工艺控制水平, 整个工程从管道外观配管的平顺, 坡度平直度控制, 管道外观的整体走向合理美观, 到管道内部洁净程度死角, 焊接部位焊缝的光滑, 要严格控制整个管道安装工程, 向大家展现整个管道安装配

管工程从整体外观结构到管道内部清洁度洁净度和无异物, 以及管道内部焊缝光滑等方面, 创造行业内和市优质工程, 并且在施工中采取如下措施:

a. 安装中严格按图施工, 合理安排施工程序, 无设计图的管道施工, 技术人员可根据现场实际情况综合考虑, 设计管道走向, 做到合理、美观。

b. 管道安装前应进行防腐处理并用专用管道吹风机吹扫, 用洁净无掉毛白布及专用工具, 擦除管道内壁浮锈及其它异物, 吹风机吹扫肉眼看不到任何杂质颗粒等异物, 用无盐水清洗, 保证管道内壁清洁度和洁净度。

c. 现场预制管道和支吊架, 采用无齿锯切割机, 以及不锈钢材料采用等离子等切割设备进行下料切割, 并用角磨机对破口部位严格按照焊接工艺评定要求的角度进行打磨并预留钝边位置, 焊缝组对严格控制错边, 平直度及其它组对参数控制, 支架焊接严格控制角焊缝焊脚高度以及焊接缺陷 [3]。

【作者简介】赵海滨 (1973-), 男, 中国河北张家口人, 本科, 从事安装工程研究。

d. 主汽、给水、凝结水管道焊接全部采用氩弧焊打底，电焊盖面的工艺，口径 DN80 以下管道，采用全氩弧焊焊接工艺，严格控制焊接参数，焊接速度，焊接电流，焊接电压。

e. 管道开中 30mm 以下的孔全部采用机械钻孔。

f. 取样、加药及温度、压力测点等一次门安装应考虑母管保温厚度，不得影响保温，且阀门布置合理美观便于操作。

g. 室外作业严格控制焊接注意事项及作业安全：

### 1.1 天气条件

雨、雪或风力  $\geq 5$  级（10.8m/s）时禁止露天焊接，避免产生焊接缺陷造成返工。

### 1.2 防火措施

a. 清理作业区域易燃物，确保焊点周围 15m 内无易燃、易爆物品。

b. 配备消防器材（如 5kg 干粉灭火器、水桶），设置警戒线和警示标识。

c. 焊接下方不得有人或车辆通行，防止掉落物伤人。

### 1.3 设备安全

a. 检查焊机和配套线路绝缘性，确保接地可靠，避免漏电。

b. 氧气瓶与乙炔瓶保持 5m 以上距离，与明火保持 10m 以上距离。

c. 冬季使用取暖设施时，需悬挂警示标志，防止烫伤。

### 1.4 操作规范

a. 穿戴防护手套、专用劳保服以及焊帽防护眼镜等防护装备，避免弧光灼伤和高温烫伤。

b. 禁止在易燃易爆区域（如配电设施附近）作业。

c. 作业后彻底检查现场，确认无火种残留，做到工完料静场地清。

## 2 管道安装

### 2.1 准备阶段

材料采购需严格检验材质证明、合格证等文件，对比设计图纸确认规格参数。不锈钢、合金钢等材料需进行光谱检查，确保硬度、刚度达标。

1) 管道元件及阀门在安装前应按设计要求核对其规格、材质及技术参数。

2) 管道元件及阀门必须有出厂合格证与材质单。

3) 管道元件及阀门外观检查其表面应无裂纹、气孔、夹渣、重皮等缺陷；表面光滑，无尖锐划痕。

4) 合金管子、管件、附件及阀门在使用前用光谱仪检查。

### 2.2 管道储运阶段

运输与存放需设置专人看管，避免材料腐蚀或损坏，同时要保持管道洁净。

### 2.3 管道下料和组对阶段

需根据图纸确定管道走向，避开复杂地形和建筑物，确保安全性和有效性。对口时用平尺检查平直度，焊缝位

置应符合规范（直管段两环缝间距  $\geq 100\text{mm}$ ）。

## 2.4 管道组对焊接与安装阶段

1) 施焊前管子、管件按要求做好焊口的打磨，焊口采用 V 形坡口，坡口及对口间隙应符合要求。

2) 焊条使用前应进行干燥处理，以保证焊条预热要求。

3) 焊口焊接时，按照焊接工艺评定及焊接规程施焊。

4) 管道安装的坡度、平直度应符合规范要求，。

5) 管子对口时，管中心折口值不得大于 2mm，对口处外壁 10~15 三范围应打磨干净，以保证焊口质量。

6) 管子焊缝距弯管起弧点不得小于管子外径且不得小于 100mm。

7) 管道安装时应保证管道内部清洁度，对施工未完的管道，应进行临时封闭，防止杂物

落入。

8) 管道安装中所有隐蔽工程，都必须经监理和建设方验收。

9) 管道安装完毕后，应作系统光谱复查。

10) 主汽管道焊口焊完后，需进行热处理的要及时进行热处理，热处理应符合焊接规程要求。

## 2.5 支吊架安装

1) 支吊架安装位置、形式均应符合设计文件要求，支吊架距焊口不得小于 100mm

2) 导向支架和滑动支架的滑动面应洁净，支架部件与其支撑件应接触良好，以保证管道能自由滑动。

3) 有热位移的管道上安装支吊架时，支吊点的偏移方向及尺寸应符合管道位移要求。

4) 弹簧支吊架整定应按厂家和设计文件要求进行安装。

5) 支吊架全部安装后，应进行整体报验工作。支吊架定位符合设计文件要求，安装应平稳、牢固，。

## 2.6 阀门安装

1) 阀门入场前应复核产品合格证，还应按设计要求核对型号并按介质流向确定其安装方向 "

2) 阀门使用前进行压力试验合格后使用。

3) 阀门在安装和搬运时不得磕碰损坏。

## 2.7 疏放水管道安装

1) 疏放水管路应走向合理，布置美观、稳固且满足膨胀要求。

2) 疏放水空气管路阀门布置在明显、便于检修和操作的位置。

3) 对于主管道的热位移，疏水、放空气管线应考虑补偿措施，管道支吊架的间距应符合规范要求。

## 3 管道系统的严密性试验

a. 管道安装完毕后，要对管道系统进行压力试验，检查管道严密性。

b. 试验应采用洁净的水，试验压力按设计文件和规范执行，阀体试验压力应为设计压力 1.5 倍。

- c. 安全阀试验前应拆卸或采取其它措施。
- d. 试验结束后,应及时排净系统内用水,并拆除所有临时支吊架、盲板和加固装置。

#### 4 管道的安装应遵循以下原则:

- a. 管道排列整齐,并要考虑保温施工的工艺。
- b. 管道支吊架应与管道交叉同步安装。
- c. 管道支吊架的布设应考虑管道的热位移。
- d. 管道上的阀门应尽可能集中布置且便于操作。

#### 5 电力建设管道验收规范要求

a. 与已封闭的汽轮机本体连接的管道,在安装前必须认真清理,安装中断应立即做临时封闭,最后封口时应有人监护仔细检查内部,应无任何杂物。

b. 在汽轮机附近进行管道施工焊接时,不得任意在缸体上施焊或引燃电弧。

c. 对于设计院不供施工图的汽轮机本体范围的小径管施工,应按下列规定进行:

- 1) 应符合系统图或立体示意图的要求;
- 2) 管道的布置应保证设备及管道保温后,在运行中仍能自由膨胀;

3) 管道应向排水侧有一定的坡度,能将系统中的疏水排出;

4) 管道及阀门布置应便于揭开汽缸大盖和拆除汽门,便于运行操作和检修,并不得妨碍通行;

5) 不便于操作的阀门,应装设操作平台或传动装置,其传动杆的传动角度应小于30°。并不得交叉碰撞;引至平台上面的阀门操作手轮或门杆应装支座,不得离地面太近,妨碍通行,位于平台下或沟道内的阀门应加活动盖板;

6) 管道应有合适的支吊架,对支吊架应考虑保温层的重量,并参照管道设计规范进行选择 and 布置 [4]。

d. 与汽缸或其他设备相连接的管道安装时,应符合下列要求:

- 1) 应严格按本规范《管道篇》和制造厂的工艺要求施工。
- 2) 管道重量应承受在支吊架上,不使设备连接部位受到额外作用力。管道及附件应不妨碍汽缸和凝汽器的自由伸缩。

3) 主蒸汽再热蒸汽导汽管等大径管与汽轮机连接时,最好在汽缸定位后隔板找中心前,合空缸的情况下进行。

4) 管道冷拉值应符合设计规定,不得任意变更。

5) 管道上的定位销和销槽应光洁无毛刺。各部位的间隙应符合设计规定。

6) 与设备连接的管道,应在自由状态下与设备连接,不得强力组对。

7) 管道焊接时不得使汽轮机或其它设备产生变形或位移

8) 设备就位后无法连接或不易连接的管道,应在设备

正式就位前接好,经测量符合规范及设计文件要求后再行就位。

9) 对汽轮机各部位的管道,连接前后应认真按本篇第1.4.10条的规定执行。

10) 对与汽轮机连接的管道,其间焊缝应100%进行无损探伤,由于位置限制无法进行探伤的管子焊口,应确保焊接质量。

e. 管道上装有节流孔板,流量孔板或流量喷嘴的,应先以直管连接,在管道冲洗后再行安装,安装时应配合热工人员进行检查,其孔径、几何尺寸和方向均应正确。孔板或喷嘴不得有硬伤等缺陷 [5]。

f. 汽轮机本体范围内疏水管道的安装,应符合下列要求:

1) 汽缸的疏水管应严格按设计文件要求进行连接。

2) 应能有效地排除设备和管道内的疏水。

3) 汽轮机本体疏水系统不得与其他疏水系统连接,防止停机时蒸汽、冷气、冷水窜入缸内。

4) 疏水管、放水管、放汽管等与主汽管连接时,应选用合适的管座进行焊接连接。

5) 疏水阀门应严密不漏。接入汽轮机本体疏水扩容器联箱上的疏水点,应

按设计压力顺序排列整齐,阀门布置须满足接装传动装置的需要。

6) 疏水联箱的底部标高应高于凝汽器热水井最高点的标高。

7) 排至室内漏斗的疏水,必须在漏斗上加盖,并远离电气设备。

#### 6 结语

通过在核电站进行管道施工,总结了施工过程中需要遵守关注的主要环节,材料采购,合同签订,图纸审查,翻阅相关规范,管材下料,管道组对,焊接,焊缝外观检查,管道试压,吹除清洗,全套流程。其中作为核电厂汽水管道施工,管道内壁的洁净度也是非常重要的,不仅仅是用水清洗,而是在下料时,管道内壁就用洁净白布,彻底清洗干净。这是核电厂汽水管道施工所特别关注的环节,因为这个环节随着汽水循环利用影响到了核岛内的蒸汽发生器洁净度,以及核岛内汽水管道洁净度,所以尤为注重。

#### 参考文献

- [1] NB/T20193-2012《核电厂常规岛汽水管道设计技术规范》
- [2] NB/T25085-2018《核电厂常规岛焊接技术规程》
- [3] 胡海彬.压水堆核电厂二回路管道设计应对FAC策略[J].电力勘测设计,2022,(02):29-33.
- [4] 黄家运,胥炎橙.核电站常规岛系统管道应对流动加速腐蚀设计策略研究[J].中国核电,2022,15(02):193-199.
- [5] 黄家运,李儒鹏,邱天明,等.秦山一期常规岛设备更新设计研究[J].中国核电,2020,13(01):37.