

CN9100171

CNIC-00348

NFE-0005

中国核科技报告

CHINA NUCLEAR SCIENCE & TECHNOLOGY REPORT

燃料组件上、下管座组装焊接工艺

TECHNOLOGY FOR ASSEMBLING AND
WELDING OF TOP AND BOTTOM
NOZZLES IN FUEL ASSEMBLY

(In Chinese)



原子能出版社

中国核情报中心

China Nuclear Information Centre

CNIC-00348

NFE-0005

燃料组件上、下管座组装焊接工艺

TECHNOLOGY FOR ASSEMBLING AND

WELDING OF TOP AND BOTTOM

NOZZLES IN FUEL ASSEMBLY

(In Chinese)

夏成烈 万隆福

(宜宾核燃料元件厂, 四川)

中国核情报中心

原子能出版社

北京·1989.10

**TECHNOLOGY FOR ASSEMBLING AND
WELDING OF TOP AND BOTTOM
NOZZLES IN FUEL ASSEMBLY**

Xia Chenglie

(Yibin Nuclear Fuel Element Plant, Sichuan)

ABSTRACT

The construction characters, technology and sequence of assembling and welding, assembling jig used for preventing from deformation, and acceptance test of welding technology for top and bottom nozzles are presented.

燃料组件上、下管座组装焊接工艺

夏成烈 万隆福

(宜宾核燃料元件厂, 四川)

摘 要

秦山300MW核电厂燃料组件的上、下管座是由不同厚度的板角块、角钢等拼焊而成的。焊缝集中, 有长有短, 形成交叉接头。在焊接过程中易产生焊接缺陷, 如夹渣、气孔等, 且整个管座焊接后变形难以控制; 因此, 焊后精加工尺寸无法达到设计要求。该厂采用组装-焊接工艺, 自行设计、加工了三套管座焊接用转动夹具, 完成了焊接工艺评定试验; 确定了焊接工艺参数, 制定了一套管座组装、焊接工艺质保措施等, 1987年8月7~9日的部工艺审定会上通过了工艺审定, 目前已用于管座生产。

关键词 上、下管座组装 焊接夹具 氩弧焊工艺

一、引 言

上、下管座是压水堆核电站燃料组件的重要部件之一。它由不同厚度的0Cr18Ni9Ti板材、角钢、角块拼接而成的组焊件。其结构特点是焊缝多而集中, 长短不一, 形成交叉接头, 而焊后需精加工, 且精度要求高。管座结构如图1, 图2所示。

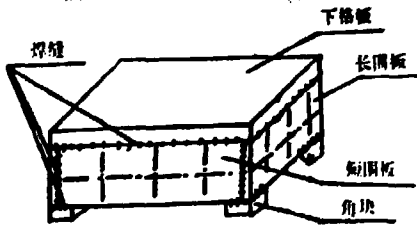


图1 下管座结构示意图

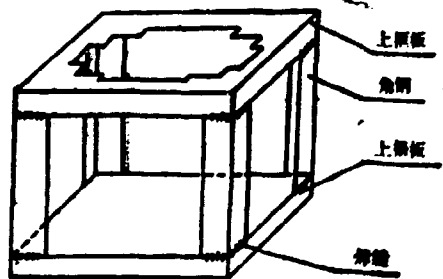
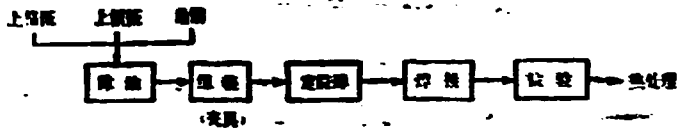


图2 上管座结构示意图

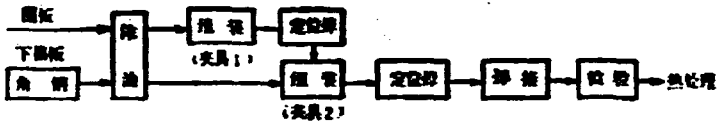
在焊接过程中, 焊缝交接处易出现夹渣、气孔等焊接缺陷, 且焊接变形不易控制, 使精加工后的管座不能完全满足设计要求。为此, 需要设计一整套专用组焊夹具; 制定合理的组焊工艺; 选择合理的焊接规范等。

二、组焊工艺流程

上管座组焊工艺流程简图



下管座组焊工艺流程简图



根据上述组焊工艺流程进行管座的组焊，使单个零件先组装、定位焊成整体后再施焊，易保证各零件装配到位，也增加了构件的刚性，有利于控制焊接变形。

三、组焊夹具及设计原则

在上下管座的组焊过程中都必须用夹具，上管座用一套夹具，见图3。下管座用二套夹具，其中〈夹具1〉用于隔板的组装和定位焊，见图5。〈夹具2〉用于隔板四方框和下隔板、四个角块的组装→定位焊→焊接。见图4。

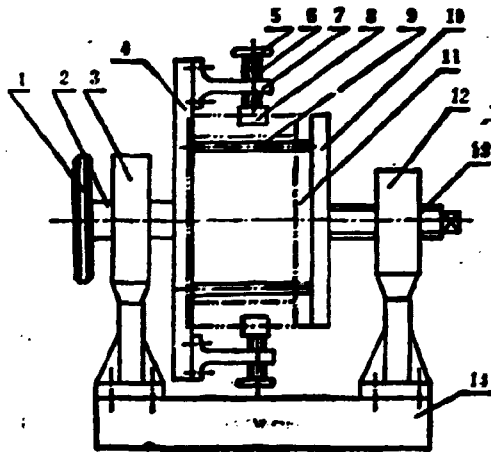


图3 上管座组装-焊接夹具图

- 1.大手轮；2.转轴；3.轴承支架；4.底板；5.小手轮；6.调节螺杆；7.四角支架；8.V型压块；9.定位杆；10.压板；11.上管座；12.螺杆支架；13.压紧螺杆；14.底座

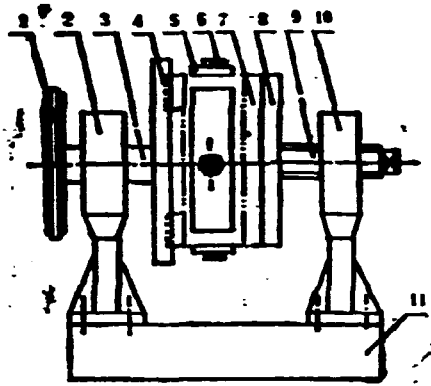


图4 下管座组装-焊接夹具图

1. 手轮; 2. 轴承支架; 3. 转轴; 4. 底座; 5. 铜压板;
6. 螺钉; 7. 下管座; 8. 隔板; 9. 压紧螺杆;
10. 螺杆支架; 11. 底座;

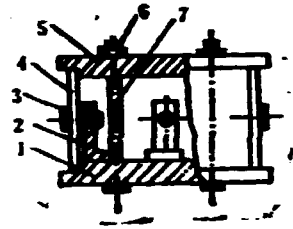


图5 隔板组装-点焊夹具图

1. 下夹具板; 2. 螺母支架; 3. 螺钉;
4. 隔板; 5. 上夹具板; 6. 螺母;
7. 定位杆;

组焊夹具设计原则: 1. 保证管座各零件组装时相对位置正确; 2. 能控制装配尺寸和装配间隙; 3. 操作方便, 如装、卸、焊接等; 4. 能控制焊接变形。

四、焊接工艺与设备

1. 焊接设备: NSA4-300型手工钨极氩弧焊机。

2. 焊丝: 0Cr18Ni9Ti材料, 直径 $\phi 1.5 \sim \phi 2.0 \text{mm}$ 。

3. 电极材料: 钨钨丝, 直径 $\phi 4 \text{mm}$ 。钨极形状如图6所示。钨极锥顶不宜过尖或过平。否则, 不是易烧损就是电弧不稳定。

4. 保护气体: 纯氩, 纯度99.99%。

5. 电源极性: 直流正接。在焊接过程中使电子高速冲向工件, 热量集中在焊接区域, 获得深而窄的熔池; 而正离子冲向钨极, 钨极热量低, 损耗小, 保证了电弧的稳定燃烧, 有利于提高焊缝质量。

6. 焊接规范的选择: 因0Cr18Ni9Ti材料的导热性差、膨胀系数大, 且上下管座焊接部位的板厚是不同的。为防止高温停留时间过长造成基体晶粒长大; 抗晶间腐蚀能力下降; 焊接变形严重等不良后果, 因此, 在保证焊接质量的前提下尽可能采用小的线能量, 较快的焊接速度, 多层焊的方法。即第一层打底焊, 不加焊丝, 以保证焊透, 第二层至第五层用加丝焊接, 且严格控制层间温度在 50°C 以下。

管座焊接规范见表1

7. 焊接顺序: 在选择焊接顺序时应使焊体受热尽可能均匀, 采用对称焊接的方法。如下管座焊缝集中先进行隔板与隔板的焊接, 再焊隔板与四个角块, 最后是隔板与下格板的焊接。而且, 每一层都必须按此顺序焊接。管座焊接顺序见图7, 图8。图中箭头表示焊接方向。

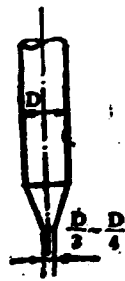


图6 钨极

表1 焊接规范

焊接电流 (A)	焊接速度 (cm/min)	氩气流量 (L/min)	钨极直径 (mm)
120~180	10~20	4~8	φ4

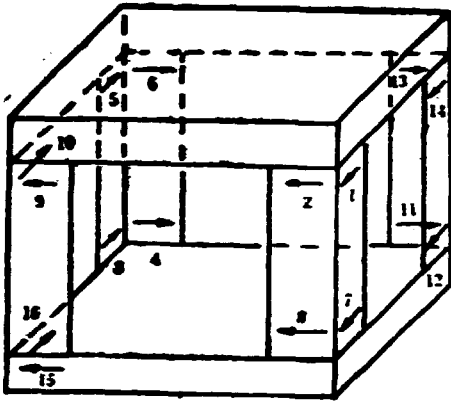


图7 上管座焊接顺序

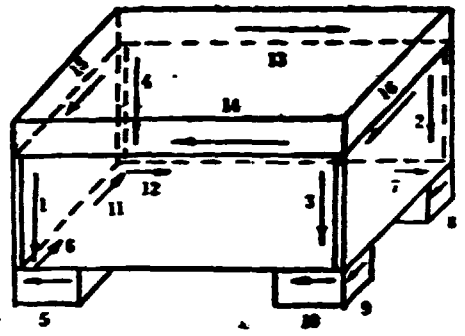


图8 下管座焊接顺序

五、管座焊接检验结果

1. 焊缝外观质量：焊缝成形良好，呈金黄色或暗红色，表面无焊接缺陷，焊缝外形尺寸符合要求。
2. 表面着色检验：该项检验是在管座表面精加工后进行的，焊缝表面无大于1mm长度的裂纹或线缺陷，全部合格。
3. 焊缝的X光检验：在焊后未加工的焊缝上进行的，透照结果未发现裂纹、未焊透等焊接缺陷，个别焊缝上有单个微小气孔 ($< \phi 1\text{mm}$)，满足了设计要求。
4. 角钢、围板的厚度公差：在管座精加工后测上管座角钢、下管座围板的厚度，能达到 $5.5 \pm 0.25\text{mm}$ 的技术要求。

六、焊接工艺评定试验

参照美国国家标准“ASME”第九卷“焊接及钎焊评定”的有关规定，结合管座焊接的具体要求，进行焊接工艺评定作为制定合理的焊接工艺规程的依据，指导管座的焊接生产。

焊接工艺评定用的试件有两种：一种是平板对接试件，做接头的拉伸试验和晶间腐蚀试验等；另一种是角接缝试件，它是按产品的接头型式制备的，作金相检验用。工艺评定用的试样加工、制作分别按照GB264p-81《焊接接头机械性能试验取样法》，GB2651-81《焊接接头拉伸试验法》及GB1223-75《不锈钢耐酸钢晶间腐蚀倾向试验方法》进行。

焊接工艺评定结果：

1. 焊缝表面无气孔、裂纹、未熔合、未焊透等焊接缺陷，焊缝呈金黄色或暗红色。
2. 焊接试件的X光检验：在平板试件和角接缝试件中均未发现气孔、夹渣等缺陷，全

部合格。

3. 焊接接头的晶间腐蚀性能：全部通过T法试验。
4. 焊接接头的金相检验：未发现气孔、未焊透、裂纹、夹渣等缺陷，满足技术要求。
5. 焊接接头的拉伸性能测试结果：母材的 $\sigma_b \approx 590\text{MPa}$ ；接头的 $\sigma_b \approx 570\text{MPa}$ ，两者接近，符合技术条件的要求。

七、结 论

1. 根据管座的焊接结构特点，采用手工钨极氩弧焊的方法，有灵活、方便、成本低的优点。
2. 管座焊接的检验结果及工艺评定结果表明所选用的焊接规范是合理的，焊接接头的拉伸性能、晶间腐蚀性能与母材接近，焊缝质量达到设计要求。
3. 用于管座组焊的一整套夹具及组焊工艺能保证装配尺寸并有效地控制焊接变形。

本研究成果已用于我国核电站燃料组件制造中，但从我国核电发展的长远观点看，目前采用的手工钨极氩弧焊方法很难满足大型压水堆核电站的需要，而国外先进国家在大生产中采用了真空电子束焊接技术。因此，我们必须研究和引进国外的新工艺、新技术，加速改造现有的生产线，提高其自动化程度，以适应生产发展的需要。

CHINA NUCLEAR SCIENCE & TECHNOLOGY REPORT

书号: 15175-00348

P.O.Box 2103

Beijing, China

China Nuclear Information Centre