



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109513866 A

(43)申请公布日 2019.03.26

(21)申请号 201811345763.4

(22)申请日 2018.11.13

(71)申请人 上海电气上重铸锻有限公司  
地址 200245 上海市闵行区江川路1800号

(72)发明人 李向 黄健 董凯

(74)专利代理机构 上海浦一知识产权代理有限公司 31211

代理人 戴广志

(51)Int.Cl.

B21J 5/00(2006.01)

B21J 1/06(2006.01)

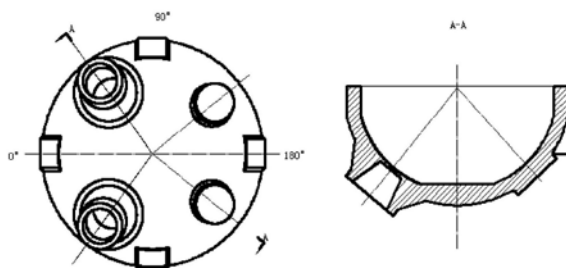
权利要求书1页 说明书3页 附图2页

## (54)发明名称

核电水室封头的挤压成形方法

## (57)摘要

本发明提供一种核电水室封头的挤压成形方法,采用先压钢锭冒口,然后割T肩的方式去掉锭身冒口端的缺陷;将坯料加热至合适的温度范围并进行保温,经过对坯料进行多火次的大锻比镦粗、“WHF”锻造法强压拔长和“JTS”锻造法中心压实的联合作业,大幅改善坯料内部性能质量,然后切除坯料冒口与底部沉积区缺陷,镦粗修整坯料形状,使坯料直径与挤压模具相适应;通过将坯料放入专用的模具挤压成型,该方法可以实现“华龙一号”核电水室封头的高度仿形制造,解决在“华龙一号”核电水室封头成形过程中,材料利用率低,钢锭重,机加工难度大且工时长和金属流动难控制的技术问题。



1. 一种核电水室封头的挤压成形方法,其特征在于,包括以下步骤:  
步骤一、采用先压冒口,然后以割T肩的方式去掉锭身冒口端的缺陷;  
步骤二、进炉进行保温,表面和心部温差不大于 $50^{\circ}\text{C}$ ;然后出炉拔方,表温冷至 $780^{\circ}\text{C}$ 做JTS锻造;  
步骤三、进炉进行保温,表面和心部温差不大于 $50^{\circ}\text{C}$ ;然后出炉墩粗拔方,表温冷至 $780^{\circ}\text{C}$ 左右做JTS锻造;  
步骤四、进炉进行保温,表面和心部温差不大于 $50^{\circ}\text{C}$ ;然后出炉墩粗拔长,清理表面缺陷,切除钢锭底部沉积区缺陷;  
步骤五、回炉进行保温,墩粗滚圆修整锻坯形状及表面清理痕迹,割钳把,割平平面;  
步骤六、进炉进行保温,表面和心部温差不大于 $50\sim 100^{\circ}\text{C}$ ;然后出炉去氧化皮,使表面光洁,最后放入挤压模具下模型腔进行挤压,带着挤压上模冷却4.5小时后进行脱模。
2. 如权利要求1所述的核电水室封头的挤压成形方法,其特征在于,T肩尺寸径向为 $100\text{mm}\sim 200\text{mm}$ ,轴向为 $200\text{mm}\sim 300\text{mm}$ 。
3. 如权利要求1所述的核电水室封头的挤压成形方法,其特征在于,保温温度范围为 $1200^{\circ}\text{C}\sim 1260^{\circ}\text{C}$ 。
4. 如权利要求1所述的核电水室封头的挤压成形方法,其特征在于,步骤二至五中墩比 $1.6\sim 2.2$ ,步骤三中拔比 $\geq 2.5$ 。
5. 如权利要求1所述的核电水室封头的挤压成形方法,其特征在于,下模在对应水室封头管嘴位置处设计凸台,用以在挤压过程中将凸台处坯料挤压出盲孔,形成水室封头的管嘴;下模在对应水室封头外侧凸台位置处设计凹槽,成形时坯料在挤压过程中形成凸台,实现对水室封头外侧凸台的仿形制造。
6. 如权利要求1所述的核电水室封头的挤压成形方法,其特征在于,上模下部成形区轮廓形状与核电水室封头锻件内侧轮廓相同,挤压模具上模拔模角度 $5^{\circ}\sim 8^{\circ}$ 。
7. 如权利要求1所述的核电水室封头的挤压成形方法,其特征在于,步骤六中,挤压前上下模中心对齐,同轴度误差不超过 $\pm 20\text{mm}$ 。
8. 如权利要求1所述的核电水室封头的挤压成形方法,其特征在于,步骤六中,下模为组合式仿形模,可采用 $100\sim 200\text{mm}$ 厚度钢丝缠绕。
9. 如权利要求1所述的核电水室封头的挤压成形方法,其特征在于,步骤六中,采用细铁链碰打锻件或用高压喷气机等方法去除氧化皮。
10. 如权利要求1所述的核电水室封头的挤压成形方法,其特征在于,核电水室封头的挤压成形方法可用于制造“华龙一号”核电水室封头零件。

## 核电水室封头的挤压成形方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及金属材料成形,具体涉及一种核电水室封头的挤压成形方法。

### 背景技术

[0002] “华龙一号”核电水室封头也称一次侧封头、蒸汽发生器下封头,安装在核电站核岛组件蒸汽发生器最下端,是一回路中冷却剂进出蒸汽发生器的通道,是蒸汽发生器中的关键部件。“华龙一号”核电水室封头的零件结构特点如图1所示。水室封头锻件的特点是:直径大(直径 $\geq 3600\text{mm}$ ),壁厚(壁厚 $\geq 350\text{mm}$ ),管嘴较多而形状复杂,(见图1)同时由于处于强腐蚀和辐射的环境中,因此也需要具有良好的内部性能。

[0003] “华龙一号”核电水室封头的制造方法主要分为三种:1、全覆盖机加工成形,2、仿形扁砧旋碾成形,3、冲压成形。根据锻件的形状,实际生产中,以前两种为主。三种成形方案均存在材料利用率低,钢锭重,机加工难度大且工时长特点。目前市场上,管件的常用制造方案是挤压成形,已较为成熟。挤压时存在走料不均导致厚薄差异等金属流动控制精度的问题。

### 发明内容

[0004] 本发明要解决的技术问题是,提供一种核电水室封头的挤压成形方法,解决“华龙一号”核电水室封头成形过程中,材料利用率低,钢锭重,机加工难度大且工时长和金属流动难控制的技术问题。

[0005] 为解决上述技术问题,本发明提供了一种核电水室封头的挤压成形方法,包括以下步骤:步骤一、采用先压冒口,然后以割T肩的方式去掉锭身冒口端的缺陷;步骤二、进炉进行保温,表面和心部温差不大于 $50^{\circ}\text{C}$ ;然后出炉拔方,表温冷至 $780^{\circ}\text{C}$ 做JTS锻造;步骤三、进炉进行保温,表面和心部温差不大于 $50^{\circ}\text{C}$ ;然后出炉锻粗拔方,表温冷至 $780^{\circ}\text{C}$ 左右做JTS锻造;步骤四、进炉进行保温,表面和心部温差不大于 $50^{\circ}\text{C}$ ;然后出炉锻粗拔长,清理表面缺陷,切除钢锭底部沉积区缺陷;步骤五、回炉进行保温,锻粗滚圆修整锻坯形状及表面清理痕迹,割钳把,割平平面;步骤六、进炉进行保温,表面和心部温差不大于 $50\sim 100^{\circ}\text{C}$ ;然后出炉去氧化皮,使表面光洁,最后放入挤压模具下模型腔进行挤压,带着挤压上模冷却4.5小时后进行脱模。

[0006] 优选地,T肩尺寸径向为 $100\text{mm}\sim 200\text{mm}$ ,轴向为 $200\text{mm}\sim 300\text{mm}$ 。

[0007] 优选地,保温温度范围为 $1200^{\circ}\text{C}\sim 1260^{\circ}\text{C}$ 。

[0008] 优选地,步骤二至五中锻比 $1.6\sim 2.2$ ,步骤三中拔比 $\geq 2.5$ 。

[0009] 优选地,下模在对应水室封头管嘴位置处设计凸台,用以在挤压过程中将凸台处坯料挤压出盲孔,形成水室封头的管嘴;下模在对应水室封头外侧凸台位置处设计凹槽,成形时坯料在挤压过程中形成凸台,实现对水室封头外侧凸台的仿形制造。

[0010] 优选地,上模下部成形区轮廓形状与核电水室封头锻件内侧轮廓相同,挤压模具上模拔模角度 $5^{\circ}\sim 8^{\circ}$ 。

- [0011] 优选地,步骤六中,挤压前上下模中心对齐,误差不超过 $\pm 10\text{mm}$ 。
- [0012] 优选地,步骤六中,下模为组合式仿形模,可采用 $100\sim 200\text{mm}$ 厚度钢丝缠绕。
- [0013] 优选地,步骤六中,采用细铁链碰打锻件或用高压喷气机去除氧化皮。
- [0014] 优选地,核电水室封头的挤压成形方法用于制造“华龙一号”核电水室封头零件。

### 附图说明

- [0015] 图1为“华龙一号”核电水室封头零件示意图。
- [0016] 图2为本发明的核电水室封头的挤压成形方法中通过多火次的大锻比镦粗、“WHF”锻造法强压拔长和“JTS”锻造法中心压实的联合作业进行制坯示意图。
- [0017] 图3为本发明的核电水室封头的挤压成形方法中挤压模具上模示意图。
- [0018] 图4为本发明的核电水室封头的挤压成形方法中挤压模具下模示意图。
- [0019] 图5为本发明的核电水室封头的挤压成形方法中成形后锻件示意图。

### 具体实施方式

[0020] 本发明采用万吨压机和万吨挤压机相配合,并装配工装和专用模具,进行坯料压实,清理表面后,通过专用挤压模具挤压成形的的方法,制造出满足尺寸要求的锻件(图1)。该方法可以实现“华龙一号”核电水室封头的高度仿形制造,解决在“华龙一号”核电水室封头成形过程中,材料利用率低,钢锭重,机加工难度大且工时长和金属流动难控制的技术问题。采用先压钢锭冒口,然后割T肩的方式去掉锭身冒口端的缺陷;将坯料加热至合适的温度范围并进行保温,经过对坯料进行多火次的大锻比镦粗、“WHF”锻造法强压拔长和“JTS”锻造法中心压实的联合作业,大幅改善坯料内部性能质量,然后切除坯料冒口与底部沉积区缺陷,镦粗修整坯料形状,使坯料直径与挤压模具相适应,且坯料高径比 $h/d \leq 2.6$ ;再将坯料加热至合适的温度范围并进行保温,将挤压模具上、下模进行装配调校对齐中心后,出炉将坯料放入挤压模具下模中,通过挤压模具上、下模的挤压力对坯料进行挤压成形,将坯料放在挤压模具中冷却 $4\sim 5\text{h}$ 左右后进行脱模。

[0021] 具体步骤如下:

[0022] 步骤一、采用先压冒口,然后割T肩的方式(T肩尺寸径向 $(100\sim 200) \times$ 轴向 $(200\sim 300)$ )去掉锭身冒口端的缺陷;

[0023] 步骤二、进炉进行 $1200\sim 1260^\circ\text{C}$ 保温,表面和心部温差不大于 $50^\circ\text{C}$ ;然后出炉拔方,表温冷至 $780^\circ\text{C}$ 左右做“JTS”;

[0024] 步骤三、进炉进行 $1200\sim 1260^\circ\text{C}$ 保温,表面和心部温差不大于 $50^\circ\text{C}$ ;然后出炉镦粗拔方,表温冷至 $780^\circ\text{C}$ 左右做“JTS”(镦比 $1.6\sim 2.2$ ,拔比 $\geq 2.5$ );

[0025] 步骤四、进炉进行 $1200\sim 1260^\circ\text{C}$ 保温,表面和心部温差不大于 $50^\circ\text{C}$ ;然后出炉镦粗拔长,清理表面缺陷(镦比 $1.6\sim 2.2$ ),切除钢锭底部沉积区缺陷;

[0026] 步骤五、回炉进行 $1200\sim 1260^\circ\text{C}$ 保温,镦粗滚圆修整锻坯形状及表面清理痕迹,割钳把,割平平面;

[0027] 步骤六、进炉进行 $1200\sim 1260^\circ\text{C}$ 保温,表面和心部温差不大于 $50\sim 100^\circ\text{C}$ ;然后出炉去氧化皮,使表面光洁,最后放入挤压模具下模型腔进行挤压,带着挤压上模冷却 $4.5\text{h}$ 左右后进行脱模。

[0028] 为实现“华龙一号”核电水室封头的挤压成形,设计了一套专用的挤压模具,其具有以下特征:(见图3、图4):

[0029] 在模具设计中考虑坯料1.01~1.02的热膨胀系数设计相应的模具尺寸;

[0030] 上模下部成形区轮廓形状与“华龙一号”核电水室封头锻件内侧轮廓相同,挤压模具上模拔模角度 $5^{\circ}\sim 8^{\circ}$ ;

[0031] 下模为组合式仿形模,采用分体式结构设计,便于模具装配及完工后脱模。

[0032] 下模在对应水室封头管嘴位置处设计凸台(冲头),以在挤压过程中将凸台处坯料挤压出盲孔,形成水室封头的管嘴;

[0033] 下模在对应水室封头外侧凸台位置处设计凹槽,成形时坯料在挤压过程中形成凸台,实现对水室封头外侧凸台的仿形制造;

[0034] 为降低成本,同时增加下模强度,采用钢丝缠绕约100~200mm厚度替代铸造组织,增加安全系数。

[0035] 其他控制事项:

[0036] 1.坯料修整好后注意钳口对锻件的破坏,避免多次夹持同一位置;

[0037] 2.挤压前上下模对齐中心,轴线误差不超过 $\pm 10\text{mm}$ ;

[0038] 3.采用细铁链击打锻件(或用高压喷气机)等方式去除氧化皮。

[0039] 根据“华龙一号”核电水室封头的形状特征,结合挤压成形方法特点,开发了“华龙一号”核电水室封头的挤压成形方法,通过工装和专用模具,坯料经锻态压实后直接挤压成形,有效解决了材料利用率低,钢锭重,机加工难度大且工时长和金属流动难控制的技术问题。

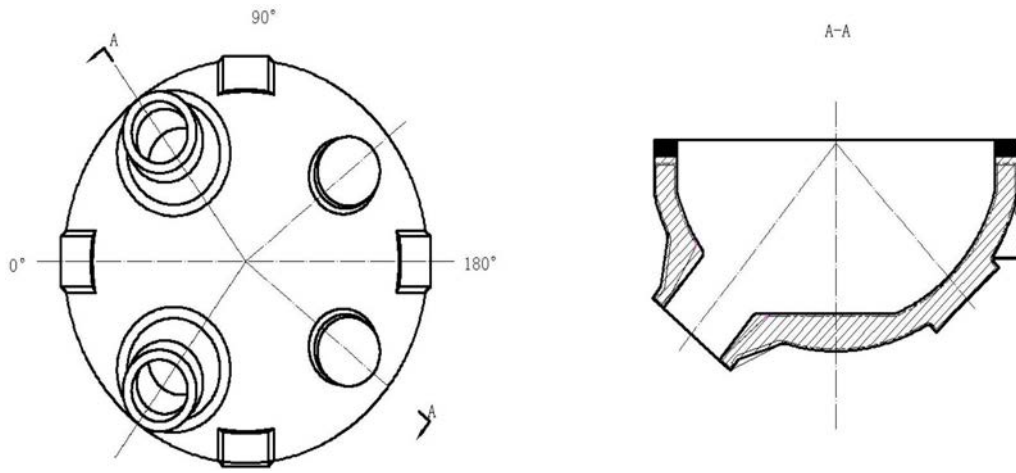


图1

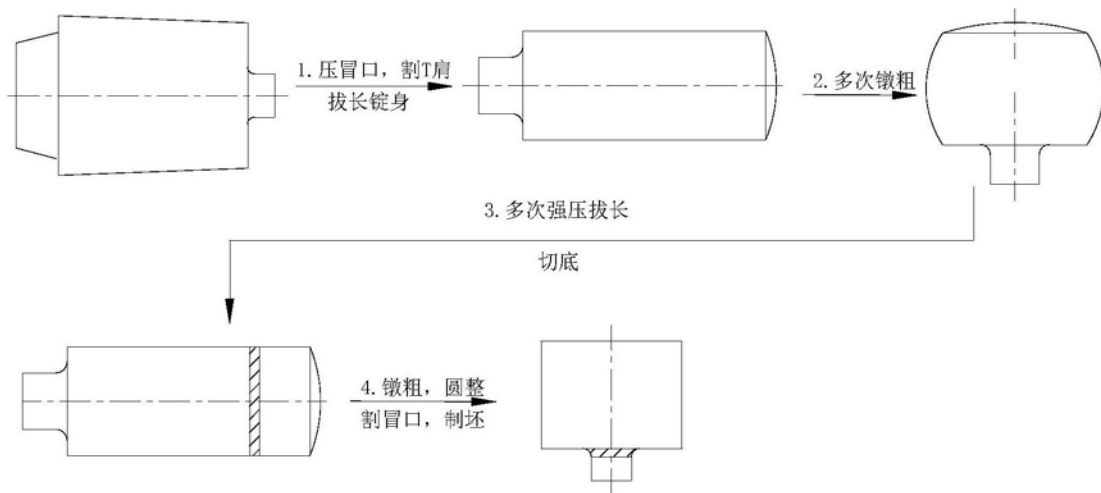


图2

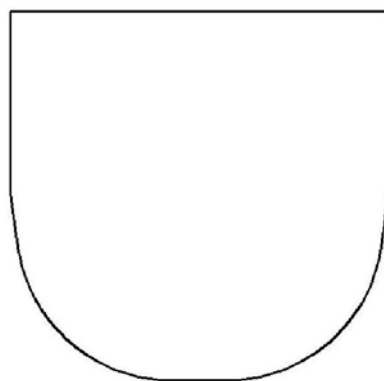


图3

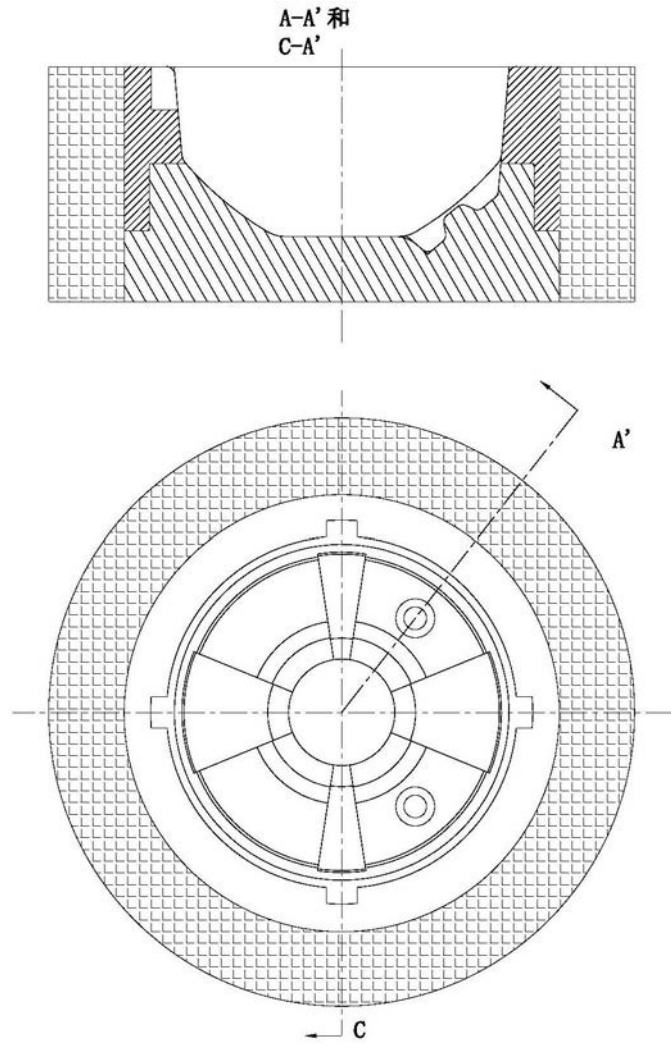


图4

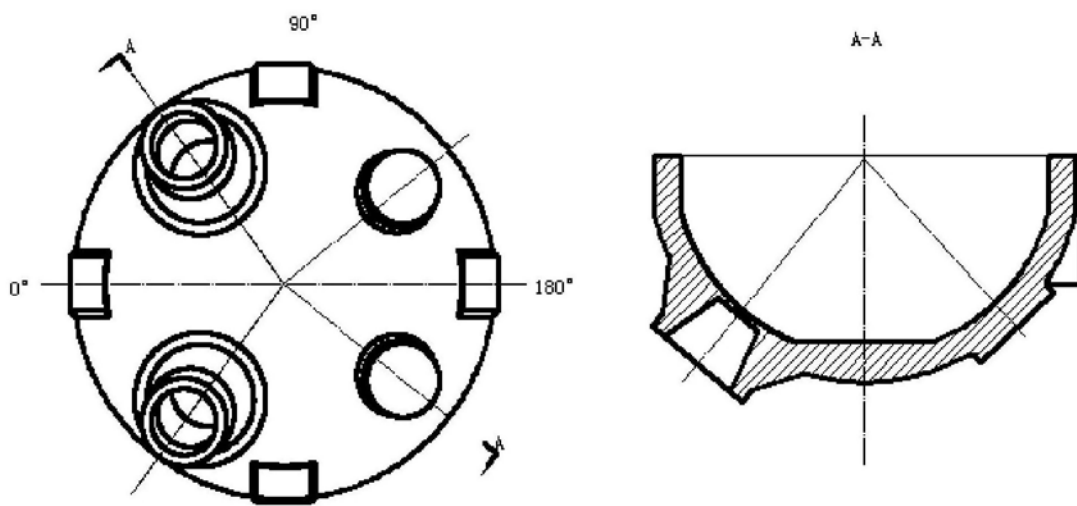


图5