



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102248362 A

(43) 申请公布日 2011. 11. 23

(21) 申请号 201110120071. 1

(22) 申请日 2011. 04. 30

(71) 申请人 泰安广大化工机械有限公司
地址 271000 山东省泰安市岱岳区山口镇

(72) 发明人 王玉庆 冯振刚 张圣水 韩庆明

(74) 专利代理机构 泰安市泰昌专利事务所
37207

代理人 姚德昌

(51) Int. Cl.

B23P 15/00 (2006. 01)

B21D 22/20 (2006. 01)

C21D 1/18 (2006. 01)

C21D 9/00 (2006. 01)

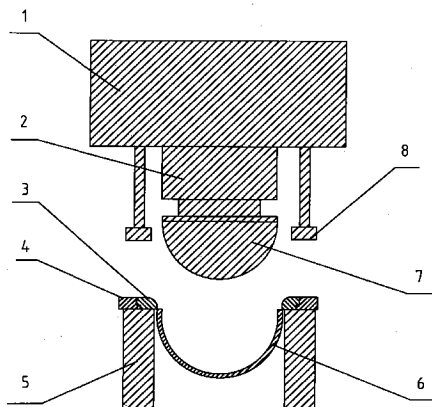
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 1 页

(54) 发明名称

一种核电用稳压器封头的制造方法

(57) 摘要

本发明公开了一种核电用稳压器封头的制造方法,封头整体为 16MND5 低合金钢板热冲压拉深成型,再经过正火和回火热处理,成为质量可靠、尺寸精确、力学性能优异的核电用稳压器封头。比用锻造件材料节省一倍左右的重量,制造周期短,费用大大降低。



1. 一种核电用稳压器封头的制造方法,其特征在于:将 16MND5 低合金钢板按照以下步骤加工:

a、按照封头的成型尺寸,准确设计、制造成型模具的半球体上模和下模;

b、将 16MND5 低合金钢板制成的封头坯料送入加热炉内,炉温从 400℃升至 1100℃进行加热,加热时间为 5.5 ± 0.5 小时,保温 4 ± 0.5 小时;

c、将成型模具安装在至少 5000 吨的压力机上并找正;

d、将步骤 b 加热保温完成后的封头坯料准确放置在成型模具上,进行冲压拉深成型,调节压力机主付缸压力,并检测封头坯料温度;

e、在封头坯料温度 850℃之前脱离上下模,脱模后冷却至室温;

f、将冷却后的封头装入加热炉内进行加热,从 400℃开始,以每小时 80-100℃升温,到 935℃~970℃保温一定时间出炉,迅速投入水池中冷却至 100℃以下;

g、将步骤 f 水冷后的封头再经炉内回火热处理。

2. 根据权利要求 1 所述的核电用稳压器封头的制造方法,其特征在于:所述步骤 b 中,在炉温 ≤ 400 ℃时,将封头坯料送入加热炉内,炉温从 400℃开始,以 ≤ 200 ℃/h 的升温速度加热至 1100℃,加热时间为 5.5 小时,保温 4 小时。

3. 根据权利要求 1 所述的核电用稳压器封头的制造方法,其特征在于:所述步骤 f 中,将冷却后的封头装入加热炉内进行加热,从 400℃开始,以每小时 85-95℃升温,到 950℃~960℃保温 4 ± 0.5 小时,迅速投入水池中, 10 ± 5 分钟冷却至 100℃以下。

4. 根据权利要求 3 所述的核电用稳压器封头的制造方法,其特征在于:所述水池中装有喷射水泵。

5. 根据权利要求 1 至 4 任意一项所述的核电用稳压器封头的制造方法,其特征在于:所制备的封头内部半径 R 为 1000-1300mm,厚度 S 为 80-120mm。

一种核电用稳压器封头的制造方法

技术领域：

[0001] 本发明涉及一种压力容器，尤其是涉及一种核电用稳压器封头的制造方法。

背景技术：

[0002] 稳压器为核电厂重要设备之一，安全级别为 I 级，目前我国所建核电厂的稳压器封头采用锻件锻成平板，再热冲压拉深成型，不仅制造周期长，而且制造成本高，封头的形状尺寸和质量都难以达到较高的水平。

发明内容：

[0003] 本发明的目的是：避免目前存在的技术问题，提供一种质量可靠、尺寸精确、成本低廉的核电用稳压器封头的制造方法。

[0004] 本发明的技术方案是：将 16MND5 低合金钢板按照以下步骤加工：

[0005] a、按照封头的成型尺寸，准确设计、制造成型模具的半球体上模和圆环形下模；

[0006] b、将 16MND5 低合金钢板制成的封头坯料送入加热炉内，炉温从 400℃ 升至 1100℃ 进行加热，加热时间为 5.5±0.5 小时，保温 4±0.5 小时；

[0007] c、将成型模具安装在至少 5000 吨的压力机上并找正；

[0008] d、将步骤 b 加热保温完成后的封头坯料准确放置在成型模具上，进行冲压拉深成型，调节压力机主缸压力，并检测封头坯料温度；

[0009] e、在封头坯料温度 850℃ 之前脱离上下模，脱模后冷却至室温；

[0010] f、将冷却后的封头装入加热炉内进行加热，从 400℃ 开始，以每小时 80-100℃ 升温，到 935℃~970℃ 保温一定时间出炉，迅速投入水池中冷却至 100℃ 以下；

[0011] g、将步骤 f 水冷后的封头再经炉内回火热处理。

[0012] 本发明的有益效果是：封头整体为 16MND5 低合金钢板热冲压拉深成型，再经过正火（快速冷却）和回火热处理，成为尺寸合格、形状准确、力学性能优异的核电用稳压器封头。比用锻造件材料节省一倍左右的重量，制造周期缩短 4-6 个月，费用大大降低，成本比锻造件材料低 2-3 倍，成型尺寸精度、几何形状精度、力学性能等指标都能满足核电要求，可以替代进口产品。

附图说明：

[0013] 图 1 为本发明制备的核电用稳压器封头的结构示意图；

[0014] 图 2 为本发明中封头在成型模具上的示意图。

具体实施方式：

[0015] 16MND5 低合金钢是核电设备的主要受压材料，用于一级设备压力容器壳体和构件，性能优良，下表为 16MND5 低合金钢的化学成分表。

[0016] 表 1：16MND5 低合金钢的化学成分表

[0017]

化学成分（质量分数）/%								
C≤	Si	Mn	P≤	S≤	Cr	Mo	Ni	Al
0.2	0.1~ 0.3	1.15~ 1.5	0.012	0.012	≤0.02	0.45~ 0.55	0.5~ 0.8	≤0.04

[0018] 由于 16MND5 低合金钢具有复杂的化学成分,在采用 16MND5 低合金钢板制造核电用稳压器封头的工艺过程中,为保证封头具有良好的力学性能和精确的尺寸,需通过以下步骤得以实现:

[0019] a、按照封头的成型尺寸,准确设计、制造成型模具的半球体上模和圆环形下模。根据封头的设计图纸和技术要求,设计计算并依据丰富的制造经验和大量工艺验证数据,最终确定准确的模具尺寸,包括上模尺寸、下模尺寸等关键尺寸,并将模具制造出来。图 2 为本发明中封头在成型模具上的示意图,成型模具的上模 7 为半球体,下模 3 是一个圆环,支撑在支座 5 上,圆环下模 3 外部有外套 4,压力机 1 上有接盘 2 和压边圈 8,压边圈 8 使下模 3 固定在支座 5 上。

[0020] b、将钢板制成的封头坯料,送入炉温 $\leq 400^{\circ}\text{C}$ 时的加热炉内,炉温从 400°C 开始,以 $\leq 200^{\circ}\text{C}/\text{h}$ 的升温速度加热至 1100°C ,加热时间为 5.5 小时,保温 4 小时,加热炉能够自动测控温度。

[0021] c、在坯料加热过程中,将上模装在压力机上,压力机 1 的冲压力至少达到 5000 吨,并找正,使上、下模同心。将润滑剂均匀涂在上模半球面、下模上表面等与坯料接触的部位。

[0022] d、加热完成的坯料出炉迅速移至成型模具的下模上并对中,防止压斜,进行热冲压拉深成型,如图 2 所示。冲压时,压力机主付缸压力精心调节,压边力随冲压过程精心操作逐渐减小,同时用红外测温仪检测坯料温度。

[0023] e、在封头坯料温度 850°C 之前完成冲压拉深,脱离上下模,在静止空气(无风)环境中冷却至室温。

[0024] f、将冷却后的封头装入加热炉内进行加热,从 400°C 开始,以每小时 90°C 升温,到 950°C 保温 4 小时出炉,迅速投入有数百吨水的水池中,同时开动水池中的喷射水泵,增加池中水的快速流动,加速封头的冷却,10 分钟冷却至 100°C 以下。

[0025] g、冷却后封头再入炉回火热处理(按回火热处理工艺要求进行操作),到温后出炉空冷。

[0026] 至此,封头制造工作全部完成,图 1 为本发明制备的核电用稳压器封头的结构示意图,通过以上步骤,采用 16MND5 低合金钢板可制备内部半径 R 为 1000-1300mm、厚度 S 为 80-120mm 的封头。

[0027] 本发明上模半球体可采用铸钢件经机加工而成,下模圆环体可采用铸铁件经机加工而成。模具设计关键是尺寸计算和诸多因素的综合考虑,主要因素有:

[0028] ①封头热冲压拉深成型的模具润滑条件。

[0029] 上模球形表面、下模上表面及压边圈均需涂润滑剂,使模具在拉深成型过程中与封头坯料之间减小摩擦力,防止坯料表面拉伤,甚至拉裂,减小封头成型后的壁厚减薄量。

[0030] ②封头热冲压拉深后的收缩率。

[0031] 封头是在高温下成型,脱模后随着温度的降低,封头尺寸也随之缩小,此收缩率与封头的材料、形状、尺寸、脱模温度以及冷却条件等因素有关。热压收缩方向为圆周径向和深度方向。计算中要将上述诸多因素考虑进去,要有丰富的实践经验和诸多的验证数据才能得到符合实际的热压收缩率。

[0032] ③封头的脱模温度。

[0033] 既要考虑封头材料高温下的变形承受能力,又要考虑封头材料高温下金相组织的变化,要求材料在上相变点以上某一温度完成拉深变形,否则对材料力学性能有不利的影响。

[0034] ④封头脱模后的环境冷却条件。

[0035] 要求封头脱模后在静止空气环境中冷却,这样可以保证封头冷却均匀,收缩率一致。如果有风环境,迎风面冷却快,背面冷却慢,造成收缩率不一致及尺寸变化。

[0036] ⑤封头热处理的膨胀量。

[0037] 主要考虑热冲压拉伸成型冷却后再经正火加热的膨胀量,此膨胀虽经快速水冷有所缩小,但与冷却速度太快,封头来不及像正常空冷那样收缩有关,所以这部分膨胀量必须在设计模具时考虑进去。

[0038] 上述因素影响模具设计尺寸的变化,最终使封头成型后的尺寸和形状不同,所以,模具设计尺寸是必须综合考虑各种影响因素,同时必须进行多次验证模拟试验,才最终确定模具尺寸。

[0039] 在步骤 b 中,要测控温度和控制好升温速率。

[0040] 步骤 f 和 g 是对封头的调质热处理,要把握几个关键环节:炉温控制技术、温度检测技术、入水冷却控制技术,需要配备大型冷水池(容量 300 吨水以上,池内配有喷射水泵,使水快速流动)和一整套测控温度的仪器、仪表。

[0041] 以上几个步骤和因素构成了封头热冲压拉深成型过程的质量保证,包括成型质量和内在质量。表 2 为按照本发明方法制造的核电用稳压器封头的封头尺寸与几何形状检测情况表。

[0042] 表 2:封头尺寸与几何形状检测情况表

[0043]

检测项目	直径 (mm)		圆度 (mm)		样板间隙 (mm)		厚度 (mm)	
	设计	实测	设计	实测	设计	实测	设计	实测
数值	2134 + 6 - 4	2132	≤5	3	外凸 26.0 内凹 13.0	外凸 0 内凹 2.0	≥80	91.17

[0044] 从上表可看出,封头尺寸和几何形状优于设计要求,说明模具设计和工艺控制准确到位。

[0045] 表 3 为按照本发明方法制造的核电用稳压器封头的力学性能测试情况表。

[0046] 表 3:力学性能测试情况表

[0047]

检测项目	抗拉强度 (Mpa)		屈服强度 (Mpa)		冲击功 (J)	
	设计	实测	设计	实测	设计	实测
数值	550-670	645	≥400	500	≥56	194

[0048] 从上表可看出,封头的力学性能优良,远远优于设计要求,特别是冲击功高于设计要求 3 倍多。

[0049] 上述结果说明,通过本发明方法制造的核电用稳压器封头,成型尺寸精度、几何形状精度、力学性能等指标都能满足核电要求,产品质量可靠。

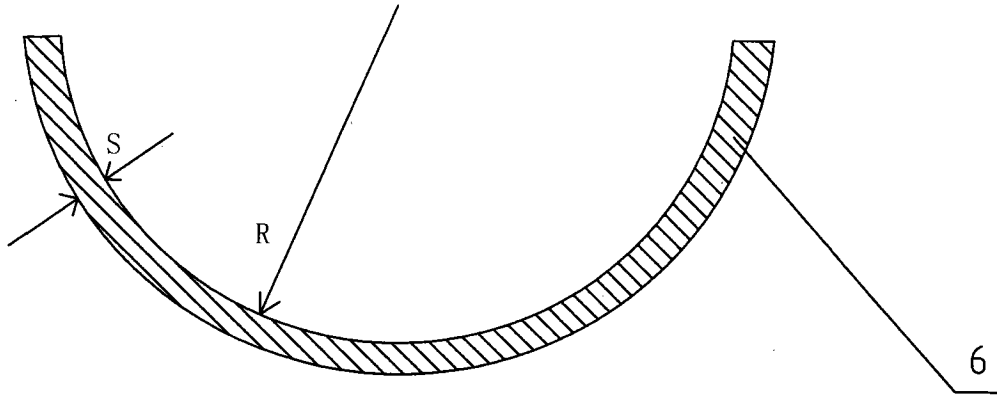


图 1

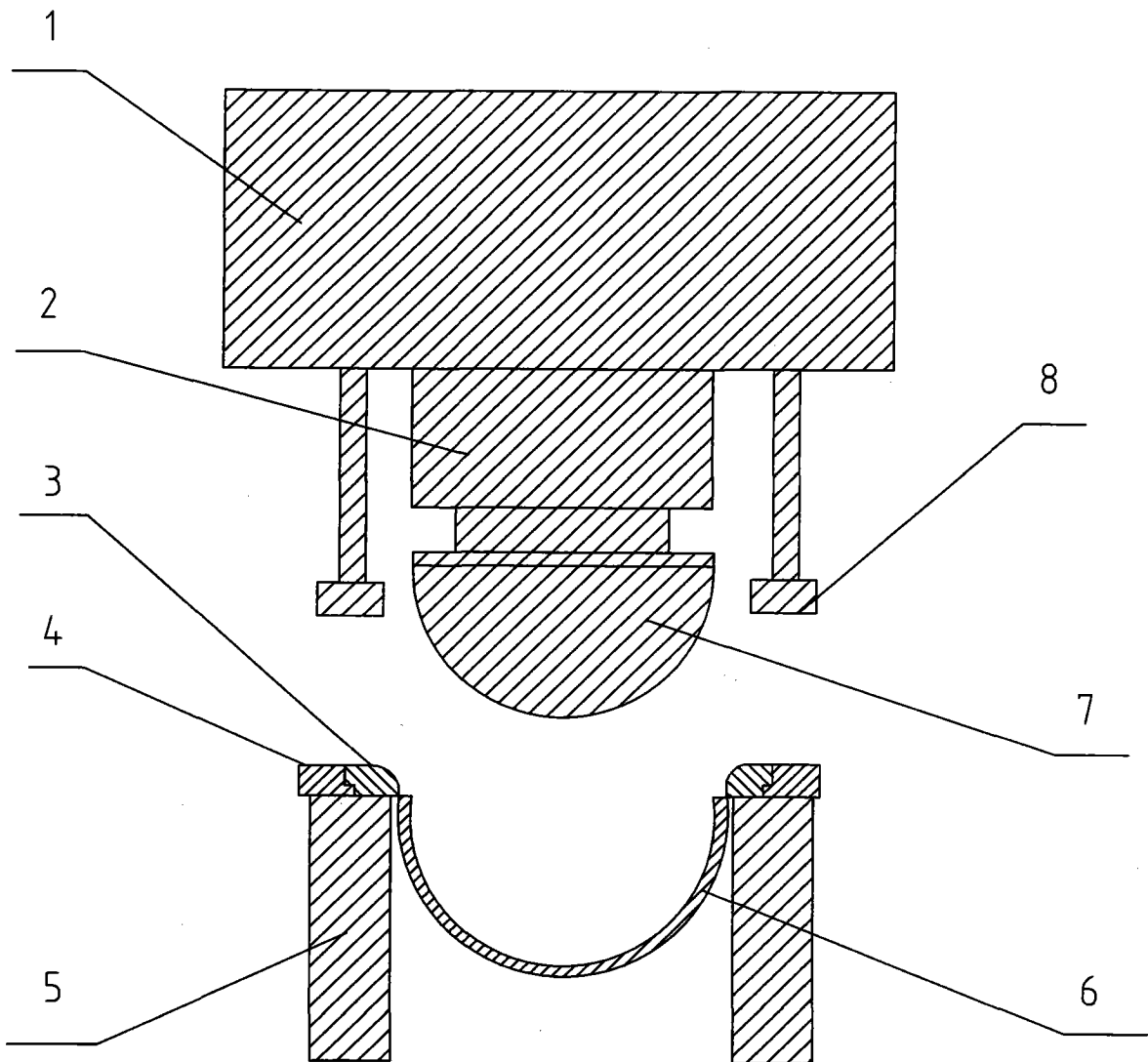


图 2