



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105170865 B

(45)授权公告日 2017.06.13

(21)申请号 201510646134.5

B21J 1/04(2006.01)

(22)申请日 2015.10.09

B21J 1/06(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

B21J 5/02(2006.01)

申请公布号 CN 105170865 A

B21J 5/10(2006.01)

G21D 9/00(2006.01)

(43)申请公布日 2015.12.23

审查员 李颖

(73)专利权人 大连理工大学

地址 116024 辽宁省大连市高新园区凌工
路2号

专利权人 大连大高阀门股份有限公司

(72)发明人 雷明凯 潘学民 纪长全 朱小鹏

王桂芹 肖箭

(74)专利代理机构 大连星海专利事务所 21208

代理人 花向阳

(51)Int.Cl.

B21K 1/20(2006.01)

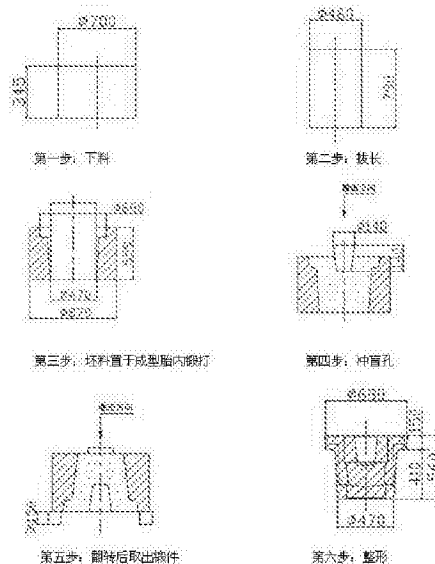
权利要求书1页 说明书3页 附图2页

(54)发明名称

一种爆破阀GH690合金剪切盖的晶粒控制方法

(57)摘要

一种爆破阀GH690合金剪切盖的晶粒控制方法,属于材料加工技术领域。该方法旨在解决爆破阀GH690合金材质剪切盖锻件组织不均匀、晶粒异常长大等问题。将热处理工艺与锻造工艺有机结合在一起,提出在高温(1020℃-1150℃)实施大变形量自由锻造,中温(710℃-850℃)实施小变形量胎模锻造,辅助依靠碳化物第二相粒子对晶界移动的阻碍作用,抑制剪切盖锻造加工过程中的晶粒异常长大的工艺方法。本发明中锻件成形与晶粒细化同步进行,通过两次获得剪切盖锻件,克服了现有高温多次分级锻造加工简单结构锻件的工艺局限性,减少了锻造火次,避免了GH690镍基合金剪切盖锻件的后续热处理。采用该方法锻造加工爆破阀GH690合金剪切盖,可得到碳化物均匀、晶粒细化的组织。



1. 一种爆破阀GH690合金剪切盖的晶粒控制方法,其特征是:所述方法采用以下步骤:

(1) 选用晶粒等级为3-8级、组织均匀的镍基GH690合金为原料的镍基钢锭,所述镍基钢锭的直径不低于设计剪切盖最小截面直径的145%,把镍基钢锭放在1020℃-1150℃热处理炉中加热,在锻压机上把所述镍基钢锭锻打、拔长至直径为剪切盖最小截面直径的85-95%后水冷;

(2) 把所述镍基钢锭放在1020℃-1100℃热处理炉中固溶处理,让晶界处碳化物 $M_{23}C_6$ 充分溶解,Cr、Ti、C合金元素均匀固溶到奥氏体基体内;

(3) 把所述镍基钢锭放在710℃-850℃热处理炉中保温10-15小时,让 $M_{23}C_6$ 沿晶界以不连续颗粒形态析出;

(4) 把所述镍基钢锭从热处理炉中取出,放置在剪切盖成型胎中锻打成型并使用冲头冲孔;

(5) 翻转后将锻件取出整形,放入710℃-850℃热处理炉中保温5-10小时,使碳化物稳定、成分均匀和去应力退火后,取出空冷。

一种爆破阀GH690合金剪切盖的晶粒控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种爆破阀GH690合金剪切盖的晶粒控制方法,属于材料加工技术领域。

背景技术

[0002] 爆破阀作为一种特殊阀门在新一代压水堆核电站中首次被引入,主要用于自动卸压系统、低压安注系统和安全壳再循环系统中,在严重事故情况下,通过开启阀门信号触发爆破单元,产生的高压气体推动阀门中的活塞运动,切断阀门通径的盲管,也就是剪断剪切盖,冷却水即可进入堆芯进行冷却,阻止核反应堆继续运行,从而最大限度地提高核电站的安全性。图1是爆破阀开阀原理示意图。

[0003] 剪切盖是爆破阀安全服役和开阀动作执行的关键部件,材料是0Cr30Ni60Fe10合金(牌号为GH690),目前采用锻造+热处理+机械加工方法制造。GH690是一种约30%Cr含量的奥氏体型镍基合金,具有高强度、优异抗多种酸/碱水性介质腐蚀和高温气氛侵蚀能力、良好的冶金稳定性和优良的加工特性,被广泛应用于核电站压水反应堆的重要设备。GH 690合金在常规工艺温度(1160℃-1180℃)下锻造成型过程中,高温和变形量不足容易发生二次再结晶,从而导致晶粒不均匀及异常长大等问题。图2是爆破阀剪切盖锻件示意图,实际产品包括不同型号爆破阀装配的剪切盖,尺寸大小虽然不同,但形状结构相近,均具有厚壁、形状复杂和塑性变形不均的锻造工艺特点。锻件外形轮廓需要在成形胎内锻打棒坯成形,限制了锻件底部区域的变形量,在高温和小变形量双重不利因素作用下,剪切盖底部不可避免地发生二次再结晶导致晶粒异常长大,这类不均匀组织无法通过后续热处理消除,异常长大的晶粒降低GH690合金材料强度,均匀性差的组织加大了合金基体不同部位的电极电位差异,恶化了合金在高温水介质服役工况下的晶间腐蚀及应力腐蚀性能,影响剪切盖的可靠性及服役寿命。

[0004] 针对GH690合金成品管晶粒组织均匀性控制差的问题,可以引入不均匀因子Z评定组织均匀性,设计单、双道次冷轧和退火实验(北京科技大学学报. 2012年,第34卷,第4期,410-416页),实验结果表明:690合金荒管经变形量50%的单道次冷轧,在1100℃下保温5 min的中间退火处理后晶粒组织最均匀;荒管经一二道次变形量依次为50%、70%的双道次冷轧,两道冷轧工序之间采用1100℃保温时间5 min的中间退火,最后在1060℃保温5 min或者1100℃保温3 min进行固溶处理获得的组织均匀性最好,保证了晶粒大小指数介于5级和9级之间。冷轧+退火工艺技术对解决结构简单、薄壁的GH690合金管晶粒组织均匀性控制差的问题很有效,对于厚壁剪切盖锻造成形并不适用。

[0005] 专利《大尺寸GH690镍基合金棒坯的细晶锻造方法》(公开号CN 103695826 A),利用锭坯均匀化(1100℃-1200℃)+多次分级锻造(1160℃-1180℃)的复合工艺来制作GH690镍基合金细晶棒坯,能使所述锻造用棒坯的晶粒变得均匀细小。虽然反复墩粗拔长的分级锻造工艺可以获得晶粒细小的棒坯,但由于剪切盖锻件外形复杂,要在胎模内成形,无法应用反复墩粗拔长的细化晶粒工艺,而整体变形不均匀且底部变形量小的成形特点,无法避

免剪切盖在常规工艺温度下胎模锻过程中发生二次再结晶。

发明内容

[0006] 本发明提出一种爆破阀GH690合金剪切盖的晶粒控制方法,旨在解决爆破阀GH690合金材质剪切盖锻件组织不均匀、晶粒异常长大等问题。锻造变形量、锻造温度和第二相粒子是影响锻造过程晶粒长大的三个重要因素:锻造过程大变形量有利于破碎大晶粒,细化组织;温度越高,晶界越容易迁移,晶粒越容易粗化;第二相粒子会阻碍晶界迁移,降低晶粒长大速率。本发明针对剪切盖锻造加工难题,提出在高温(1020℃-1150℃)时实施大变形量自由锻造,中温(710℃-850℃)时实施小变形量胎模锻造的工艺方法,在此适中温度区间,碳化物作为第二相粒子析出,起到进一步阻碍晶界移动的作用,抑制剪切盖锻造加工过程中的晶粒异常长大。

[0007] 本发明采用的技术方案是:一种爆破阀GH690合金剪切盖的晶粒控制方法,所述方法采用以下步骤:

[0008] (1)选用晶粒等级为3-8级、组织均匀的镍基GH690合金为原料的钢锭,所述钢锭的直径不低于设计剪切盖最小截面直径的145%,把钢锭放在1020℃-1150℃热处理炉中加热,在锻压机上把所述钢锭锻打、拔长至直径为剪切盖最小截面直径的85-95%后水冷;

[0009] (2)把所述钢锭放在1020℃-1100℃热处理炉中固溶处理,让晶界处碳化物 $M_{23}C_6$ 充分溶解,Cr、Ti、C合金元素均匀固溶到奥氏体基体内;

[0010] (3)把所述钢锭放在710℃-850℃热处理炉中保温10-15小时,让 $M_{23}C_6$ 沿晶界以不连续颗粒形态析出;

[0011] (4)把所述钢锭从热处理炉中取出,放置在剪切盖成型胎中锻打成型并使用冲头冲孔;

[0012] (5)翻转后将锻件取出整形,放入710℃-850℃热处理炉中保温5-10小时,使碳化物稳定、成分均匀和去应力退火后,取出空冷。

[0013] 本发明专利的有益效果是:

[0014] (1)解决了剪切盖锻件组织不均匀、晶粒异常长大难题。

[0015] 将GH690合金的高、中温热处理与锻造有机结合在一起,步骤1的大幅度变形细化了钢坯的原始晶粒,步骤2、3的固溶处理+时效处理保证了碳化物沿晶界非连续析出及成分的均匀性,步骤4在中温终锻成形剪切盖,抑制二次再结晶的发生,同时,沿晶界分布的碳化物第二相粒子有效地对晶界起到钉扎作用,有效地避免了晶粒的异常长大。

[0016] (2)与冷加工相比降低了变形抗力及变形开裂风险。

[0017] 在高于700℃温度条件下,GH690合金变形抗力急剧降低,步骤1在高温1020℃-1150℃完成钢锭大幅度变形,步骤2在中温710℃-850℃完成最终剪切盖的小幅度变形,710℃-850℃温度条件下GH690合金的变形抗力仅为室温时的50%,保持了较好塑性,降低了变形开裂风险。

[0018] (3)减少现有技术大尺寸GH690镍基合金棒坯的细晶锻造方法中锻造火次。

[0019] 已有高温锻造工艺四火次反复锻粗拔长的方法获得细晶棒坯,本发明锻件成形与晶粒细化同步进行,通过两火次获得剪切盖锻件,简化了锻造工艺流程。

[0020] (4)省去了GH690镍基合金剪切盖后续热处理。

[0021] 已有GH690镍基合金剪切盖锻件加工过程是先锻造,然后固溶处理+TT时效处理,本发明将锻造成形与热处理结合在一起,无需再进行后续的固溶处理+TT时效处理,简化了工艺流程,降低了生产成本。

附图说明

[0022] 图1是爆破阀开阀原理示意图。

[0023] 图2是爆破阀剪切盖锻件示意图。

[0024] 图3是实施例DN450C剪切盖锻造变形工艺步骤图。

具体实施方式

[0025] 下面结合具体实施例,进一步说明本发明的细节:

[0026] 以DN450C剪切盖锻造为例,其设计最小截面直径为470 mm,购置晶粒等级为4级、组织均匀、直径为700 mm的GH690镍基合金棒坯钢锭(约为设计剪切盖最小截面直径的150%),利用锯床下料,长度约为345 mm,将该钢锭在1100℃热处理炉加热,在锻压机上把所述钢锭锻打拔长至直径约为460 mm(约为设计剪切盖最小截面直径的90%),长约790 mm,水冷;将所述钢锭在1050℃热处理炉中固溶处理,固溶处理后晶界碳化物 $M_{23}C_6$ 充分溶解,Cr、Ti、C合金元素均匀固溶到奥氏体基体内;将所述钢锭在750℃热处理炉中保温12小时,保证 $M_{23}C_6$ 沿晶界以不连续颗粒形态析出;将所述钢锭从热处理炉中取出放置在剪切盖成型胎中锻打成型并使用冲头冲孔;翻转后将锻件取出整形,放入750℃热处理炉中保温5小时,取出后空冷;最终获得晶粒度等级为6级组织均匀的剪切盖锻件,性能达到核结构材料技术文件要求。具体锻造变形工艺步骤见图3。

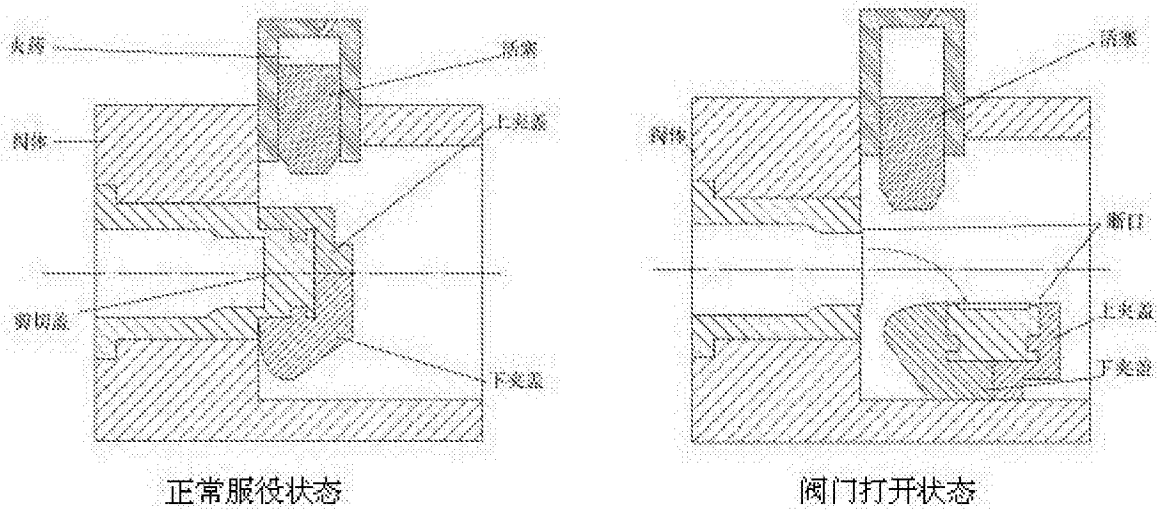


图1

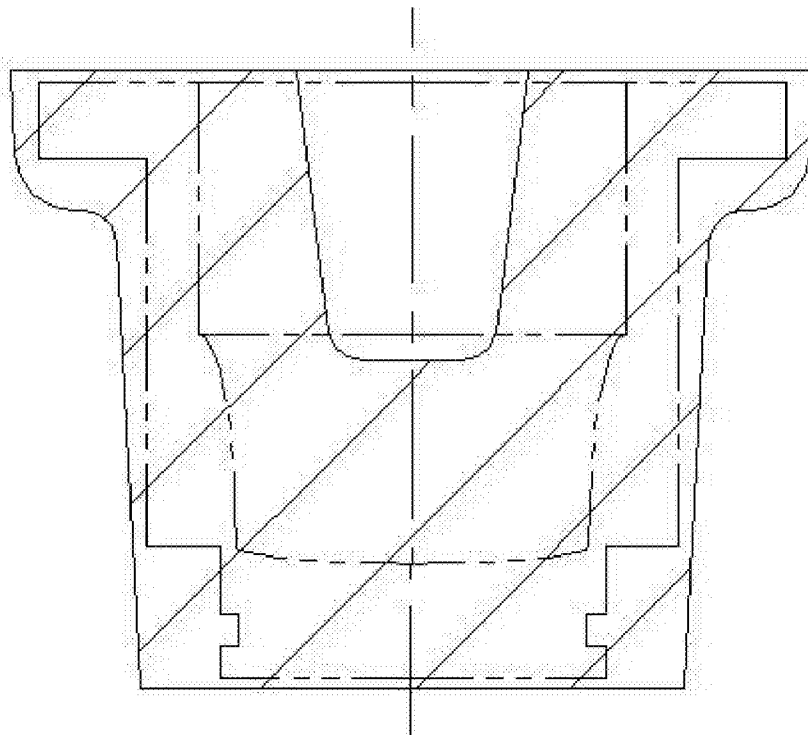
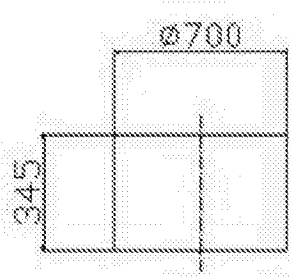
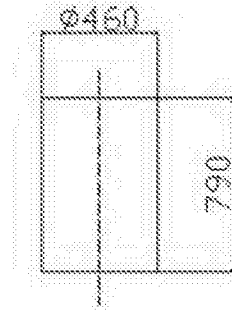


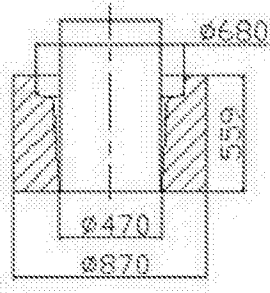
图2



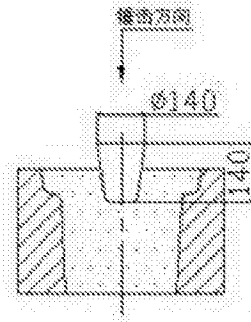
第一步：下料



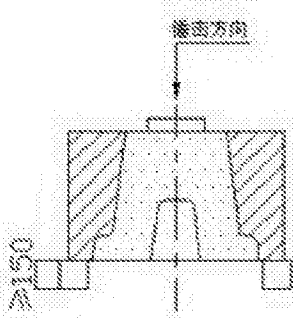
第二步：拔长



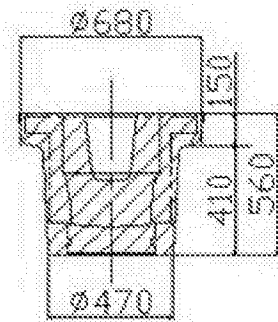
第三步：坯料置于成型胎内锻打



第四步：冲盲孔



第五步：翻转后取出锻件



第六步：整形

图3