



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106270960 A

(43)申请公布日 2017. 01. 04

(21)申请号 201610686082.9

B23K 103/14(2006.01)

(22)申请日 2016.08.18

(71)申请人 哈尔滨汽轮机厂有限责任公司  
地址 150046 黑龙江省哈尔滨市香坊区三  
大动力路345号

(72)发明人 何剑坤 王健 吴秋 马昌盛  
魏岩 赵畅 杨飞鹏 刘振国  
齐伟

(74)专利代理机构 哈尔滨市松花江专利商标事  
务所 23109  
代理人 高志光

(51)Int. Cl.  
B23K 9/167(2006.01)  
B23K 33/00(2006.01)  
G01M 3/22(2006.01)

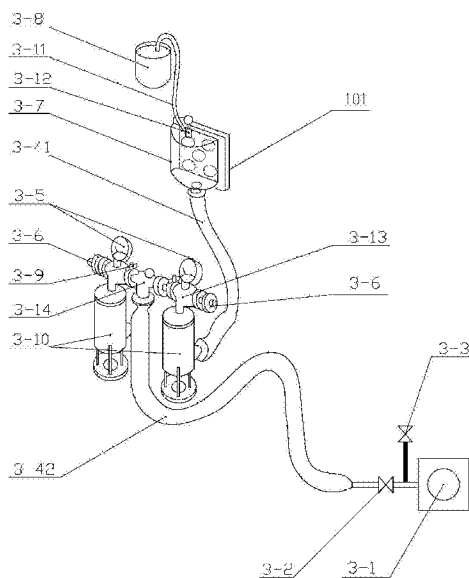
权利要求书2页 说明书6页 附图3页

(54)发明名称

一种用于凝汽器钛管的堵管方法

(57)摘要

一种用于凝汽器钛管的堵管方法,属于汽轮机技术领域。本发明解决了现有的凝汽器钛管堵管技术存在的钛管封堵质量差,以及无法在机组运行前检查钛管封堵的严密性的问题。一种用于凝汽器钛管的堵管方法,步骤如下:一、使用全钛管塞封堵钛管两端管口;二、采用手工钨极氩弧焊工艺分别对钛管两端的全钛管塞和钛管管口进行密封焊接;三、利用真空发泡检漏装置对焊缝进行密封性检查。本发明用于钛管的封堵。



1. 一种用于凝汽器钛管的堵管方法,其特征在于:步骤如下:

一、使用全钛管塞(1)封堵钛管(2)两端管口;

二、采用手工钨极氩弧焊工艺分别对钛管(2)两端的全钛管塞(1)和钛管(2)管口进行密封焊接;

三、利用真空发泡检漏装置对焊缝进行密封性检查。

2. 根据权利要求1所述的一种用于凝汽器钛管的堵管方法,其特征在于:所述全钛管塞(1)包括导向段(1-1)、密封段(1-2)及限位段(1-3),导向段(1-1)及限位段(1-3)分别固接在密封段(1-2)的两端,导向段(1-1)与钛管(2)内孔间隙配合,密封段(1-2)与钛管(2)内孔过盈配合,限位段(1-3)位于钛管(2)端部。

3. 根据权利要求2所述的一种用于凝汽器钛管的堵管方法,其特征在于:所述全钛管塞(1)的一端开设有凹槽(1-4),凹槽(1-4)的底端开设有盲孔(1-5),盲孔(1-5)的直径小于凹槽(1-4)的直径。

4. 根据权利要求1、2或3所述的一种用于凝汽器钛管的堵管方法,其特征在于:所述真空发泡检漏装置包括真空泵(3-1)、入口阀(3-2)、漏泄阀(3-3)、第一真空管(3-41)、第二真空管(3-42)、真空表(3-5)、抽气阀(3-6)、混合罩(3-7)、真空发泡剂容器(3-8)、蝶阀(3-9)及水分离器(3-10),混合罩(3-7)罩在已封堵的钛管(2)管口及其周围的若干未封堵的钛管(2)管口上,且混合罩(3-7)的开口端与凝器汽管板(101)紧密接触,真空发泡剂容器(3-8)通过输送管(3-11)及发泡剂控制阀(3-12)与混合罩(3-7)的上端连通,混合罩(3-7)的下端通过第一真空管(3-41)与水分离器(3-10)连通,四通管(3-13)的四个管口分别与第二真空管(3-42)的一端、真空表(3-5)、抽气阀(3-6)及水分离器(3-10)连接,且蝶阀(3-9)设置在第二真空管(3-42)的一端与四通管(3-13)之间,第二真空管(3-42)的另一端通过入口阀(3-2)与真空泵(3-1)连接,入口阀(3-2)与真空泵(3-1)之间还设置有漏泄阀(3-3)。

5. 根据权利要求4所述的一种用于凝汽器钛管的堵管方法,其特征在于:一种用于凝汽器钛管的堵管方法中,

步骤一所述使用全钛管塞(1)封堵钛管两端管口的具体方法为:

1)控制清洁度:对所需堵管的钛管(2)用纯水将钛管(2)内腔冲洗干净,待管腔干燥后用无水乙醇清洗需要堵管的钛管(2)端部,同时用无水乙醇清洗全钛管塞(1);

2)使用全钛管塞(1)实施封堵:将全钛管塞(1)安放到钛管(2)管孔中,并用冲子(100)顶在全钛管塞(1)一端的凹槽(1-4)底端,将全钛管塞(1)轻轻敲打入钛管(2)管孔内,当全钛管塞(1)端面与钛管(2)端面齐平时终止敲打;

3)清洗:使用无水乙醇溶剂对全钛管塞(1)端面及所需堵管的钛管(2)周围管板(101)板面进行清洗,清除需要进行焊接位置的表面杂质。

6. 根据权利要求1、2、3或5所述的一种用于凝汽器钛管的堵管方法,其特征在于:一种用于凝汽器钛管的堵管方法中,

步骤二所述采用手工钨极氩弧焊工艺分别对钛管两端的全钛管塞(1)和钛管(2)管口进行密封焊接中,对于焊接工艺及焊接质量的要求为:

1)焊接工艺的选择:采用ERTi-2纯钛焊丝,焊丝规格采用 $\phi 1.0\text{mm}$ 或 $\phi 1.2\text{mm}$ ,焊接时电流选择80~100A,极性为直流正接,保护气体为氩气;

2)焊接质量要求:全钛管塞(1)和钛管(2)管口的焊缝表面应均匀、美观。

7. 根据权利要求6所述的一种用于凝汽器钛管的堵管方法,其特征在于:一种用于凝汽器钛管的堵管方法中,

步骤三所述的利用真空发泡检漏装置对焊缝进行密封性检查的具体步骤为:

1) 启动真空泵(3-1),检查确认各组成连接部分无泄漏,并观察真空表(3-5)指针读数能够保持在 $-0.094\text{MPa}$ 以上的真空,确认无问题后,关闭真空泵(3-1);

2) 真空发泡检查:将需要进行检漏的钛管(2)管口端安装真空发泡检漏装置,将其中的混合罩(3-7)罩在已封堵的钛管(2)管口及其周围的若干未封堵的钛管(2)管口上,钛管(2)上与真空发泡检漏装置中混合罩(3-7)内的钛管(2)管口相对的另一端管口,使用单独的混合罩(3-7)罩住;

启动真空泵(3-1),通过真空的作用,钛管(2)两端的混合罩(3-7)紧紧的吸附在两端凝汽器管板(101)上,观察真空表(3-5),当真空度达到 $-0.094\sim-0.08\text{MPa}$ 范围内时,依次关闭蝶阀(3-9)和真空泵(3-1),打开发泡剂控制阀(3-12),使发泡剂水溶液喷涂在已封堵的全钛管塞(1)和钛管(2)管口焊缝上,保证发泡水溶液完全覆盖焊缝;

混合罩(3-7)为透明罩体,混合罩(3-7)内真空度维持在 $-0.094\sim-0.08\text{MPa}$ 范围内,通过混合罩(3-7)观察焊缝处,若焊缝处无发泡出现,或发泡出现但尺寸无变化,则焊缝不存在泄露的情况;若全钛管塞(1)和钛管(2)管口的焊缝处出现连续发泡或发泡持续增大的情况,则此焊缝存在泄露的问题;

3) 真空发泡检漏完成后,打开抽气阀(3-6)引入空气,消除混合罩(3-7)内真空并取下混合罩(3-7)。

4) 清洗:使用无水乙醇对所封堵的钛管(2)管孔周围的凝汽器管板(101)板面及全钛管塞(1)端面上的发泡剂进行彻底清洗。

## 一种用于凝汽器钛管的堵管方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种凝汽器钛管堵管方法,属于汽轮机技术领域。

### 背景技术

[0002] 凝汽器作为核电厂二回路的一个重要设备,它对汽轮机的正常经济运行起着至关重要的作用。凝汽器冷却管起到将蒸汽凝结成水的作用,是凝汽器中的核心部件。因此冷却管的选材质量决定了凝汽器的安全可靠性与使用寿命。工业纯钛具有良好的力学性能与耐腐蚀性能,是凝汽器冷却管最常用的材料。以下将冷却管统称为钛管。

[0003] 核电厂汽轮机凝汽器要求很高的气密性,而核电厂凝汽器长期运行时,受运行工况影响,难以避免会出现凝汽器钛管泄露的问题,而导致凝汽器钛管泄露的原因很多。由于钛管防护措施不到位、运输过程中保护不善等原因,可能造成部分钛管存在轻微损伤。机组运行期间会经历甩负荷、超速、高背压等试验工作和多次启停机,钛管的损伤部位有可能会进一步扩大,进而引起钛管泄露。虽然凝汽器循环冷却水系统装有滤网,海水中绝大部分垃圾不会进入凝汽器钛管。但海水中小贝壳等坚硬锋利的异物仍有可能随海水进入凝汽器钛管,如果这些异物卡在凝汽器钛管中,在水流不断冲击下,会使钛管产生振动和位移,经过一段时间钛管就会磨穿。凝汽器最上面的钛管承受大量蒸汽冲击,在蒸汽的长期冲击下也容易造成钛管损坏。核电厂凝汽器有上万根钛管,在长期运行中一旦其中某些钛管破损,就有可能使海水泄露入凝汽器汽侧,随之带入核岛蒸汽发生器二次侧,使二次侧水质变差,钠、氯离子浓度过高会导致蒸汽发生器传热管腐蚀,腐蚀严重则造成蒸汽发生器传热管破裂,使核电厂一回路带有放射性的水进入二回路,后果十分严重。凝汽器钛管一旦泄露,将导致核电厂汽轮机发电机组非计划停机,直接影响到核电厂的经济性和安全运行。因此,凝汽器钛管出现泄露后能否快速有效的实施处理,对于保障核电厂的安全稳定运行,最大程度的减少停机造成的经济损失,具有重要意义。

[0004] 目前,凝汽器钛管出现泄漏后的现有处理技术是使用锥形尼龙堵头封堵钛管,通过外力将尼龙堵头打入钛管管孔内,以实现对外漏钛管的封堵。但由于凝汽器长期运行,封堵的堵头受到水力冲击和振动的作用容易产生松动,一旦出现松动的情况,将导致凝汽器钛管再次泄露和停机。因此,该堵管技术存在不足之处,不能保证凝汽器钛管密封质量。另外,钛管在使用堵头封堵后,缺乏有效的检验手段确认钛管封堵密封性,只能在机组运行时,通过检查凝汽器的汽侧和水侧的严密性以确认钛管封堵质量,这为机组运行带来安全隐患。采取现有堵管技术对出现泄漏的凝汽器钛管实施封堵时,为保证钛管封堵质量,需要严格控制钛管堵管过程的每一操作环节,方能最大程度保证钛管堵管质量,这增加了质量控制压力,难以杜绝人因失误隐患。

### 发明内容

[0005] 本发明是为了解决现有的凝汽器钛管堵管技术存在的钛管封堵质量差,以及无法在机组运行前检查钛管封堵的严密性的问题,进而提供了一种用于凝汽器钛管的堵管方

法。

[0006] 本发明为解决上述技术问题所采用的技术方案是：

[0007] 一种用于凝汽器钛管的堵管方法，步骤如下：

[0008] 一、使用全钛管塞封堵钛管两端管口；

[0009] 二、采用手工钨极氩弧焊工艺分别对钛管两端的全钛管塞和钛管管口进行密封焊接；

[0010] 三、利用真空发泡检漏装置对焊缝进行密封性检查。

[0011] 本发明与现有技术相比具有以下效果：

[0012] 采用全钛管塞对钛管两端管口实施封堵，便于后续对管口及管塞的焊接操作；采用手工钨极氩弧焊工艺焊接全钛管塞与钛管管口，可有效避免密封焊接时氢、氧、氮、碳等对钛的影响，有效保证焊接接头质量，有效解决钛管和管塞的现场施焊问题；利用真空发泡检漏装置进行密封性检查，钛管封堵密封性可以得到提前确认，与现有的常规堵管方法相比，钛管封堵的管塞在后续机组长期运行时无松动或脱落的可能，减轻质量过程控制环节压力，检查手段易操作，保证了凝汽器钛管的的封堵质量和密封性，保障核电厂凝汽器后续稳定运行。

#### 附图说明

[0013] 图1为全钛管塞的主剖视示意图；

[0014] 图2为全钛管塞封堵钛管示意图；

[0015] 图3为全钛管塞与钛管密封焊接示意图；

[0016] 图4为真空发泡检漏装置的结构示意图(包含两个水分离器)。

#### 具体实施方式

[0017] 具体实施方式一：结合图1～图4说明本实施方式，本实施方式的一种用于凝汽器钛管的堵管方法，步骤如下：

[0018] 一、使用全钛管塞1封堵钛管2两端管口；

[0019] 二、采用手工钨极氩弧焊工艺分别对钛管2两端的全钛管塞1和钛管2管口进行密封焊接；

[0020] 三、利用真空发泡检漏装置对焊缝进行密封性检查。

[0021] 采用本发明提供的堵管方法，可及时对出现泄漏的凝汽器钛管2实施封堵。

[0022] 本发明在核电厂凝汽器钛管2出现泄露之后，能够对泄露的凝汽器钛管2实施封堵并确保堵管质量，快速消除凝汽器泄露源，同时能够有效检验堵管质量，避免由于全钛管塞1与钛管2管口焊缝质量不合格导致凝汽器钛管2在运行时再次泄露。

[0023] 钛具有较大的化学活性，高温下钛与氢、氧、氮、碳等的亲和力很强，无保护的钛在300℃以上开始吸氢，600℃以上开始吸氧，700℃以上开始吸氮。钛的这种吸气作用将导致焊缝塑性、韧性下降，甚至脆化开裂，给焊接带来了很大困难。为了使焊件的高温部位免遭氢、氧、氮、碳等杂质的污染，焊接时须采取必要的保护措施，本发明使用的全钛管塞1和钛管2密封焊接采用手工钨极氩弧焊工艺，可有效避免密封焊接时氢、氧、氮、碳等对钛的影响，保证密封焊接质量，有效解决钛管2和全钛管塞1的现场施焊问题。

[0024] 具体实施方式二:结合图1~图3说明本实施方式,所述全钛管塞1包括导向段1-1、密封段1-2及限位段1-3,导向段1-1及限位段1-3分别固接在密封段1-2的两端,导向段1-1与钛管2内孔间隙配合,密封段1-2与钛管2内孔过盈配合,限位段1-3位于钛管2端部。如此设计,导向段1-1在全钛管塞1塞入钛管2管孔时起导向作用,密封段1-2与钛管2管孔过盈配合以保证密封性,限位段1-3在全钛管塞1塞入钛管2管孔后起限位作用。其它组成与连接关系与具体实施方式一相同。

[0025] 具体实施方式三:结合图1~图3说明本实施方式,所述全钛管塞1的一端开设有凹槽1-4,凹槽1-4的底端开设有盲孔1-5,盲孔1-5的直径小于凹槽1-4的直径。如此设计,将全钛管塞1的导向段1-1插入到钛管2中后,使用冲子100击打凹槽1-4底部,从而将全钛管塞1打入钛管2管孔内,使密封段1-2与钛管2内孔过盈配合,盲孔1-5在冲子击打全钛管塞1时起到导向作用,确保全钛管塞受力均匀。其它组成与连接关系与具体实施方式二相同。

[0026] 具体实施方式四:结合图4说明本实施方式,所述真空发泡检漏装置包括真空泵3-1、入口阀3-2、漏泄阀3-3、第一真空管3-41、第二真空管3-42、四通管3-13、真空表3-5、抽气阀3-6、混合罩3-7、真空发泡剂容器3-8、蝶阀3-9及水分离器3-10,混合罩3-7罩在已封堵的钛管2管口及其周围的若干未封堵的钛管2管口上,且混合罩3-7的开口端与凝器汽管板101紧密接触,真空发泡剂容器3-8通过输送管3-11及发泡剂控制阀3-12与混合罩3-7的上端连通,混合罩3-7的下端通过第一真空管3-41与水分离器3-10连通,四通管3-13的四个管口分别与第二真空管3-42的一端、真空表3-5、抽气阀3-6及水分离器3-10连接,且蝶阀3-9设置在第二真空管3-42的一端与四通管3-13之间,第二真空管3-42的另一端通过入口阀3-2与真空泵3-1连接,入口阀3-2与真空泵3-1之间还设置有漏泄阀3-3。如此设计,入口阀3-2为单向阀,起到保护真空系统和真空泵的作用,漏泄阀3-3起到保护真空泵的作用,水分离器3-10可以清除空气中的液态水,避免抽真空时水进入真空泵而影响抽真空效果,混合罩3-7可以为圆弧形,也可以为半圆柱形,也可以为上大下小的半圆锥形,进行焊接后的泄漏检查时,将需要进行检漏的钛管2管口端安装真空发泡检漏装置,将其中的混合罩3-7罩在已封堵的钛管2管口及其周围的若干未封堵的钛管2管口上,钛管2上与真空发泡检漏装置中混合罩3-7内的钛管2管口相对的另一端管口,使用单独的混合罩3-7罩住,启动真空泵3-1,通过真空的作用,钛管2两端的混合罩3-7紧紧的吸附在两端凝汽器管板101上,观察真空表3-5,当真空度达到 $-0.094\sim-0.08\text{MPa}$ 范围内时,依次关闭蝶阀3-9和真空泵3-1,打开发泡剂控制阀3-12,使发泡剂水溶液喷涂在已封堵的管塞1和钛管2管口焊缝上,混合罩3-7为透明罩体,通过混合罩3-7观察焊缝处,若焊缝处无发泡出现,或发泡出现但尺寸无变化,则焊缝不存在泄露的情况;若全钛管2塞1和钛管2管口的焊缝处出现连续发泡或发泡持续增大的情况,则此焊缝存在泄露的问题,需将焊缝处焊接缺陷清除后重新焊接,并需再次进行真空发泡检漏,直至合格。真空发泡检漏合格后,打开抽气阀3-6引入空气,消除混合罩3-7内真空并取下混合罩3-7。

[0027] 其中水分离器3-10可以为两个,每个水分离器3-10的上端均设置一个真空表3-5及一个抽气阀3-6,真空表3-5及抽气阀3-6通过四通管3-13与水分离器3-10连接,第二真空管3-42的一端通过三通管3-14与两个水分离器3-10连接,三通管3-14与两个四通管3-13之间各设置一个蝶阀3-9,进行检漏操作时,使用一个水分离器3-10,第一真空管3-41的一端与一个水分离器3-10连接,将另一个水分离器3-10上端的蝶阀3-9关闭,当需要使用另一个水

分离器3-10时,关闭之前使用的水分离器3-10上端的蝶阀3-9,将第一真空管3-41的一端连接到另一个水分离器3-10上,开启另一个水分离器3-10上的蝶阀3-9,即可使用。其它组成与连接关系与具体实施方式一、二或三相同。

[0028] 具体实施方式五:结合图1~图3说明本实施方式,一种用于凝汽器钛管的堵管方法中,

[0029] 步骤一所述使用全钛管塞1封堵钛管两端管口的具体方法为:

[0030] 1)控制清洁度:对所需堵管的钛管2用纯水将钛管2内腔冲洗干净,待管腔干燥后用无水乙醇清洗需要堵管的钛管2端部,同时用无水乙醇清洗全钛管塞1;

[0031] 2)使用全钛管塞1实施封堵:将全钛管塞1安放到钛管2管孔中,并用冲子100顶在全钛管塞1一端的凹槽1-4底端,将全钛管塞1轻轻敲打入钛管2管孔内,当全钛管塞1一端面与钛管2端面齐平时终止敲打(敲击时用力不能过大,以免影响相邻管的圆度);

[0032] 3)清洗:使用无水乙醇溶剂对全钛管塞1端面及所需堵管的钛管2周围管板101板面进行清洗,清除需要进行焊接位置的表面杂质(防止影响焊接质量,表面杂质包括油污、铁锈、水份)。其它组成与连接关系与具体实施方式四相同。

[0033] 具体实施方式六:结合图1~图3说明本实施方式,一种用于凝汽器钛管的堵管方法中,

[0034] 步骤二所述采用手工钨极氩弧焊工艺分别对钛管两端的全钛管塞1和钛管2管口进行密封焊接中,对于焊接工艺及焊接质量的要求为:

[0035] 1)焊接工艺的选择:采用ERTi-2纯钛焊丝,焊丝规格采用 $\phi 1.0\text{mm}$ 或 $\phi 1.2\text{mm}$ ,焊接时电流选择80~100A,极性为直流正接,保护气体为氩气;

[0036] AWS A5.16标准中ERTi-2牌号钛焊丝(焊丝成分见表1)。由于ERTi-2焊丝有良好的强度和焊接性能,在工业中应用非常广泛,ERTi-2钛焊丝常被用于焊接工业纯钛。ERTi-2焊丝在焊接时,由于钛合金中S、P、C等杂质含量较少,S、P形成的低熔点共晶不易出现在晶界上,加上有效结晶温度区间窄小,钛合金凝固时收缩量小,焊缝金属不易产生热裂纹,即焊接接头产生的热裂纹的可能性很小;

[0037] 表1密封焊使用的ERTi-2钛焊丝的成分

[0038]

成分	C (%)	N (%)	H (%)	Fe (%)	O (%)
AWS A5.16 标准中 ERTi-2 牌号 钛焊丝	$\leq 0.03$	$\leq 0.015$	$\leq 0.008$	$\leq 0.12$	0.08~0.16

[0039] 焊接时对焊丝和氩气都要求很低的氢含量,氢容易导致焊接后出现裂纹,所以使用氢含量很低的焊丝和高纯度氩气,能够避免焊接时氢导致裂纹。

[0040] 氩气电弧特点是弧拉内芯的能量较高,外表能量较低,所产生的焊道是乳头状熔透形。全钛管塞1与薄壁钛管2焊接要求是融化宽度窄的焊道成型,因此采用纯氩气作为保护气体更适合;焊接时采用高纯度氩气,避免焊接时吸收氩气中的氧气、氮气和氢气等杂质气体而导致焊缝污染脆化(氩气成分见表2)。

[0041] 表2焊接时使用的氩气成分

[0042]

项目 级别	成分 (%)					
	Ar	O	N	H	总碳含量 (以甲烷 记)	水含量
I	99.993	≤0.0001	≤0.0004	≤0.0001	≤0.0001	≤0.00026

[0043] 2)焊接质量要求:全钛管塞1和钛管2管口的焊缝表面应均匀、美观,焊缝表面无裂纹、气孔、未熔合等缺陷,焊缝表面颜色不得出现紫色、黑色、蓝色,焊缝着色检查不得存在任何缺陷显示。其它组成与连接关系与具体实施方式一、二、三或五相同。

[0044] 具体实施方式七:结合图1~图4说明本实施方式,一种用于凝汽器钛管的堵管方法中,

[0045] 步骤三所述的利用真空发泡检漏装置对焊缝进行密封性检查的具体步骤为:

[0046] 1)启动真空泵3-1,检查确认各组成连接部分无泄漏,并观察真空表3-5指针读数能够保持在-0.094MPa以上的真空,确认无问题后,关闭真空泵3-1;

[0047] 2)真空发泡检查:将需要进行检漏的钛管2管口端安装真空发泡检漏装置,将其中的混合罩3-7罩在已封堵的钛管2管口及其周围的若干未封堵的钛管2管口上,钛管2上与真空发泡检漏装置中混合罩3-7内的钛管2管口相对的另一端管口,使用单独的混合罩3-7罩住;

[0048] 启动真空泵3-1,通过真空的作用,钛管2两端的混合罩3-7紧紧的吸附在两端凝汽器管板101上,观察真空表3-5,当真空度达到-0.094~-0.08MPa范围内时,依次关闭蝶阀3-9和真空泵3-1,打开发泡剂控制阀3-12,使发泡剂水溶液喷涂在已封堵的全钛管塞1和钛管2管口焊缝上,保证发泡水溶液完全覆盖焊缝;

[0049] 混合罩3-7为透明罩体,混合罩3-7内真空度维持在-0.094~-0.08MPa范围内,通过混合罩3-7观察焊缝处,若焊缝处无发泡出现,或发泡出现但尺寸无变化,则焊缝不存在泄露的情况;若全钛管塞1和钛管2管口的焊缝处出现连续发泡或发泡持续增大的情况,则此焊缝存在泄露的问题(发现泄漏后将焊缝处焊接缺陷清除后重新焊接,并需再次进行真空发泡检漏,直至合格);

[0050] 3)真空发泡检漏完成后,打开抽气阀3-6引入空气,消除混合罩3-7内真空并取下混合罩3-7。

[0051] 4)清洗:使用无水乙醇对所封堵的钛管2管孔周围的凝汽器管板101板面及全钛管塞1端面上的发泡剂进行彻底清洗。其它组成与连接关系与具体实施方式六相同。

[0052] 具体实施方式八:结合图1~图4说明本实施方式,凝汽器冷却管与管板101均使用工业纯钛,称为全钛凝汽器,钛管2两端胀焊在管板101上,借助中间管板101支撑,钛管2为标准ASME SB338中材质Gr.2的薄壁焊接钛管2,出现泄漏的钛管2外径×壁厚为25.4mm×0.5mm,内径为24.4mm,堵管用的全钛管塞1导向段1-1直径为24.1mm(略小于钛管2管孔内径24.4mm),全钛管塞1密封段1-2直径为24.45mm(与管孔内径过盈配合,保证密封性),管塞限位段1-3直径为25.5mm(较钛管2外径大0.1mm,在管塞塞入后起限位作用),管塞的凹槽1-4



内径为22.45mm。

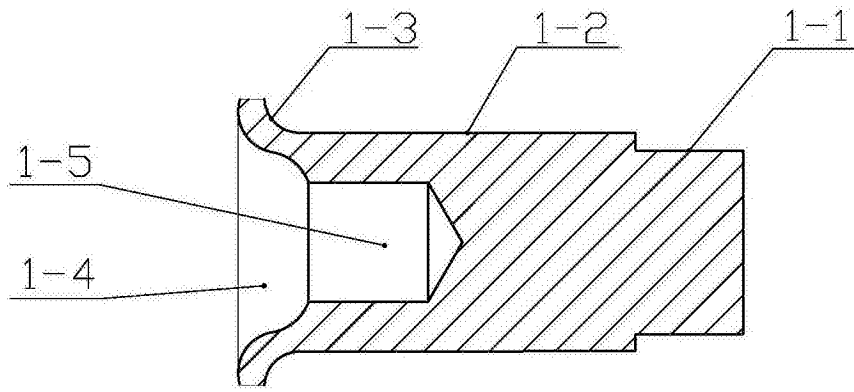


图1

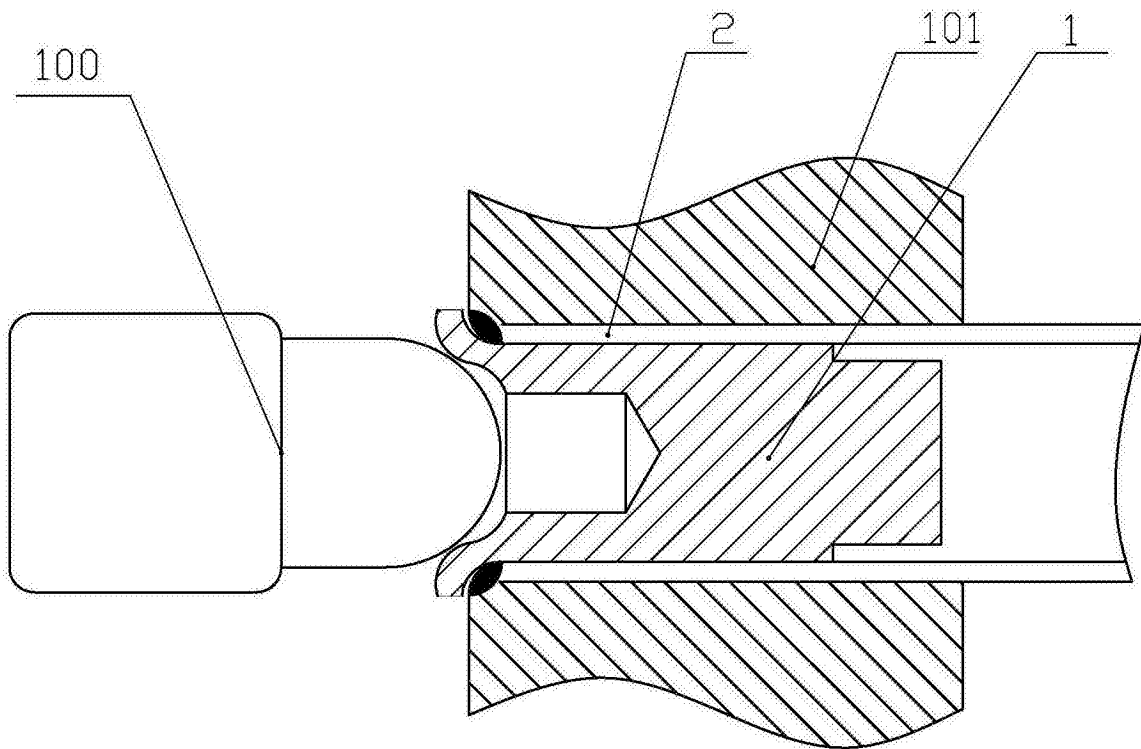


图2

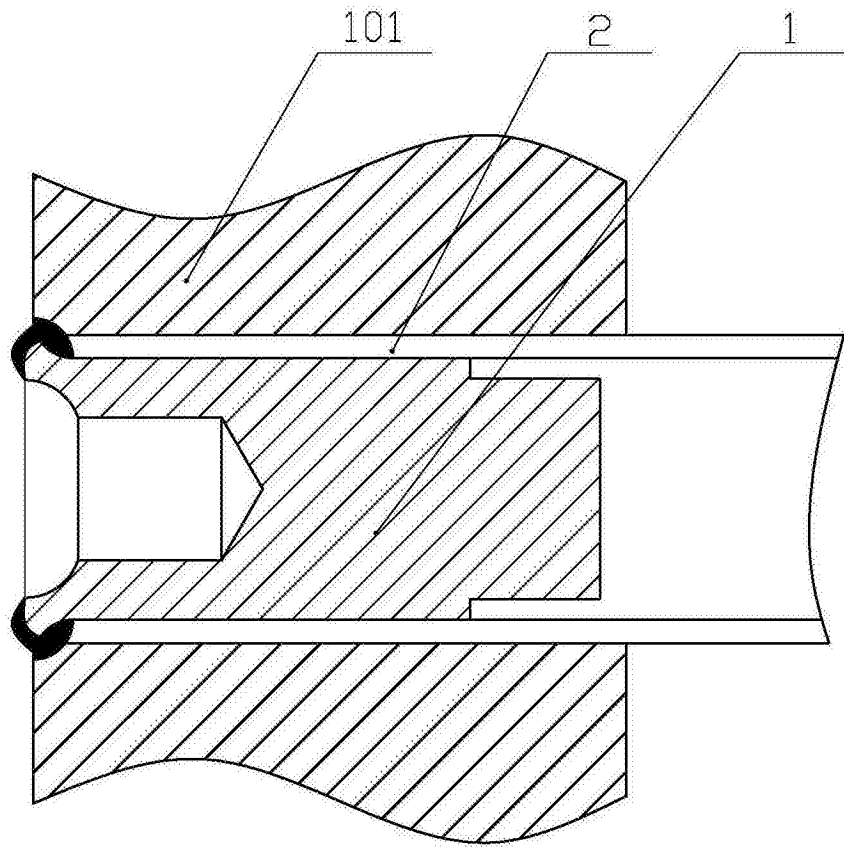


图3

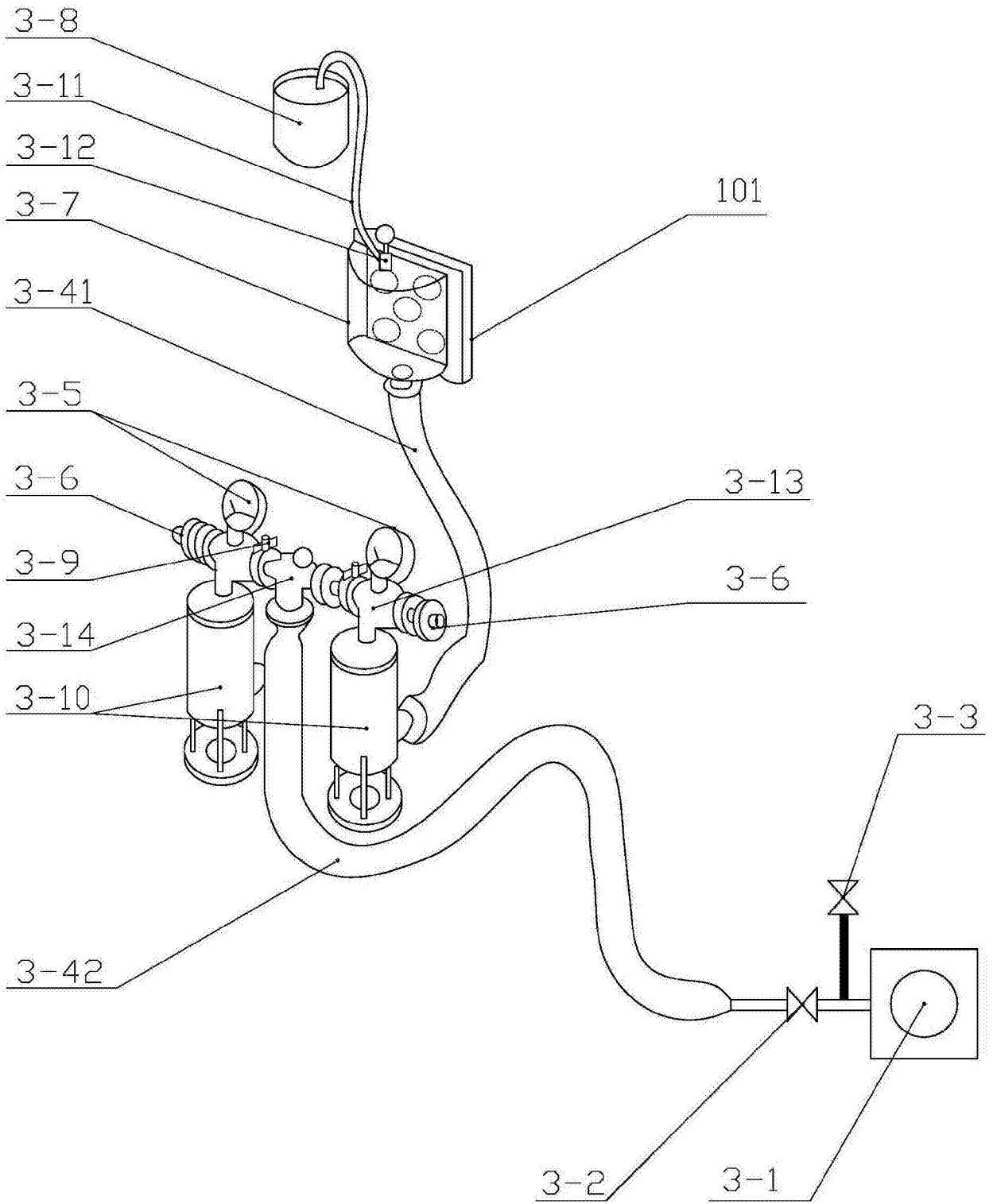


图4