

# 锡青铜两通旋塞阀壳砂型铸造工艺设计

董延军<sup>1</sup>, 杨为勤<sup>2</sup>

(1. 河南工业和信息化职业学院, 河南焦作 454000; 2. 武昌船舶重工集团有限公司, 湖北武汉 430064)

**摘要:** 用于化工行业的两通旋塞阀壳, 材质为锡青铜ZCuSn10Zn2, 阀壳结构较为复杂, 且要承受水压试验。分析了锡青铜的铸造特性, 针对两通旋塞阀壳的结构, 分析了其易产生的缩松、缩裂铸造缺陷, 对两种旋塞阀壳的铸造工艺进行了深入的探讨。采用设计的铸造工艺, 生产出多批质量良好的旋塞阀壳铸件, 将泵漏率控制在较低的水平, 满足了批量生产的需要。

**关键词:** 锡青铜; 两通旋塞阀壳; 砂型铸造

两通旋塞阀是用带通孔的阀塞作为启闭件的阀门。这种阀门通过将阀塞旋转90度, 将阀体上通道与阀塞上通道相接通或切断, 常用于石化、建筑、冶金、暖通、天然气、液化石油气、化工、船舶等行业。本文的两种锡青铜旋塞阀壳用于船舶行业, 技术要求均为: 以0.9 MPa进行水压试验, 持续时间5 min不允许有渗漏现象。旋塞阀壳的结构较为复杂, 且主体壁厚较薄, 法兰处壁厚较厚, 水压试验时容易发生渗漏, 故在铸造工艺上有一定难度。

## 1 旋塞阀壳的材质特性分析

### 1.1 ZCuSn10Zn2 的化学成分及力学性能

旋塞阀壳所用锡青铜ZCuSn10Zn2的化学成分、力学性能见表1<sup>[1]</sup>。

表1 ZCuSn10Zn2的化学成分及力学性能  
Table 1 Chemical composition and mechanical properties of the ZCuSn10Zn2

化学成分 $w_B/\%$			室温力学性能(砂型铸造), 不低于			
Sn	Zn	Cu	抗拉强度 $R_m/\text{MPa}$	屈服强度 $R_{p0.2}/\text{MPa}$	伸长率 $A/\%$	布氏硬度 HB
9.0~11.0	1.0~3.0	其余	240	120	12	685

### 1.2 合金的铸造特性

锡青铜ZCuSn10Zn2的结晶范围非常宽, 因此它的特点是糊状凝固, 流动性差, 补缩困难, 容易产生枝晶偏析和分散的微观缩孔(即缩松)。其结果具有较小的体收缩率和形成较小的集中缩孔。利用这一特点, 可以设置较小的冒口, 铸造厚薄不均匀而形状极复杂的铸件。但是由于容易形成缩松, 不易得到组织致密的铸件<sup>[2]</sup>。同样因锡青铜的结晶范围宽, 在晶粒周界尚有液相或刚刚凝固时, 高温强度仍很低, 当铸件壁厚相差较大时, 由于应力作用会产生裂纹<sup>[1]</sup>。这两点都会导致铸件在水压试验时容易发生渗漏现象。

锡青铜的氧化倾向较小, 其浇注系统比铝青铜、黄铜要简单, 不需要设置复杂的挡渣系统, 一般采用在水平分型面处注入<sup>[3]</sup>。

作者简介:

董延军(1981-), 男, 副教授, 研究方向为机械设计及机械工程材料。E-mail: dyj20052021@126.com。

中图分类号: TG29

文献标识码: A

文章编号: 1001-4977(2022)

06-0779-04

收稿日期:

2021-12-20 收到初稿,

2022-01-20 收到修订稿。

## 2 旋塞阀壳的结构特点分析

旋塞阀壳一般以两通（也称直通）最为常见。有人认为两通旋塞阀壳结构也不算复杂，泵0.9 MPa水压也不算太高，工艺难度应该不高。其实，对锡青铜壁厚悬殊较大的铸件而言，能承受0.4 MPa泵压要求也是不容易的。旋塞阀壳的壁厚较为均匀且较薄，但法兰的壁厚较厚，法兰与阀体的相交处容易产生缩松缩裂，这也是泵压过程中产生渗漏现象的重要原因，故对法兰处的补缩要重点考虑。

从起模角度来看，对于两通旋塞阀壳，结构相对简单，木模的起模难度较低。

对于锡青铜旋塞阀壳，在工艺设计时要注意以下几点：

(1) 对于旋塞阀壳，要考虑木模起模方便，一般按中注式来确定浇注位置；

(2) 由于形体较大，壁厚较薄，且流道复杂，虽然不像铝青铜那样易产生氧化夹杂，但还是容易产生冷隔、浇不足的情况，在浇注系统设计上要控制合金液的流程距离；

(3) 在设计旋塞阀壳的补缩时，因冒口及补缩包中的铜液后冷，冒口及补缩包不宜过大，以防铜液反缩而导致铸件缩松缩裂，具体的设计方法为可将工艺出品率控制在60%~70%；

(4) 可设置石墨冷铁进行局部激冷的方法，以弥补冒口补缩难以达到之处。

## 3 铸造工艺设计

### 3.1 带有3个法兰的两通旋塞阀壳

两通旋塞阀壳铸件a见图1。该阀壳两通旋塞阀壳

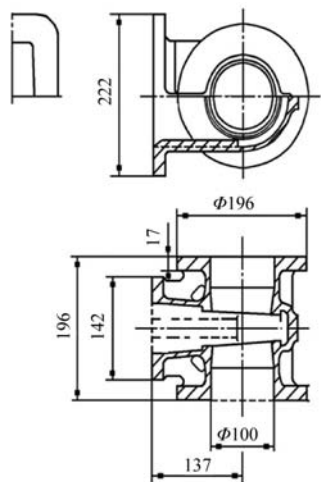


图1 两通旋塞阀壳铸件a尺寸简图

Fig. 1 Dimensional sketch of the two-way cock valve shell casting a

带有3个法兰，壳体的最小壁厚为6 mm，法兰厚度为17 mm，两者厚度相差较大。

浇注位置及砂芯设置。两通旋塞阀有3个管口，且3个管口的中心剖面在一个平面上，以该平面作为分型面。一般来说，旋塞阀是以该平面进行对称设计的，且法兰形状一般为圆形、腰圆形或长方形，故相对于该分型面是可以方便起模的，故按中注式来确定浇注位置。两通旋塞阀壳只需设置一个砂芯，且三点支撑十分稳定。

加工余量及缩率。为了避免旋塞阀壳水压试验时发生渗漏，应尽可能保留铸件激冷层，故加工面放3 mm的加工余量。外模缩率取1.0%，芯盒缩率取0.5%。

冒口及冷铁设置。在两侧法兰外圆处设置 $\Phi 50$  mm  $\times$  120 mm的补缩包2个，在方法兰上部设置130 mm  $\times$  20 mm  $\times$  120 mm（高）的冒口一个，这种品字形的布置，对铸件的补缩较为均衡。由于在锥管内圆首尾两处有整圈凸台，故在两整圈凸台内壁设置4块厚度为7 mm半圆弧形石墨冷铁，以保证该部位在加工后组织致密。在锥管内部的长方形凸台上方设置厚度为12 mm石墨冷铁一块。在锥管外端顶部设置厚度为14 mm石墨冷铁一块。

浇注系统设置。采用中注式的浇注系统，缩短了合金液的流程，不仅能防止产生重皮缺陷，还有助于铸件的补缩。由于锡青铜的氧化倾向小，不用设置过滤网。直浇道的直径为28 mm；横浇道截面尺寸为宽24 mm、高21 mm，内浇道截面尺寸为宽36 mm、高13 mm。铸造工艺见图2。

型、芯砂及烘干工艺。因锡青铜容易吸气，型、芯砂都采用粘土干型砂。为了尽量减少型、芯砂中的

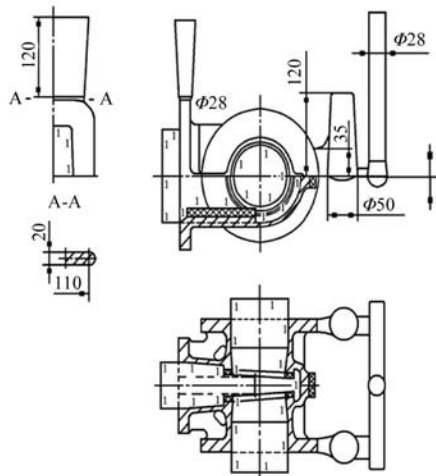


图2 两通旋塞阀壳a的铸造工艺简图

Fig. 2 Casting process sketch of the two-way cock valve shell a

含气量,型、芯砂的烘干温度为400~430℃,烘干时间为4h。

浇注温度为1170~1190℃。铸件质量为15kg,浇冒口质量为8.5kg,工艺出品率为63.8%。

按照以上铸造工艺,生产出多批质量良好的两通旋塞阀壳铸件,水压试验时的渗漏率小于7%。

### 3.2 带有2个法兰的两通旋塞阀壳

两通旋塞阀壳铸件b见图3。该阀壳两通旋塞阀壳带有2个法兰,壳体的最小壁厚为7mm,法兰厚度为18mm,两者厚度相差较大。

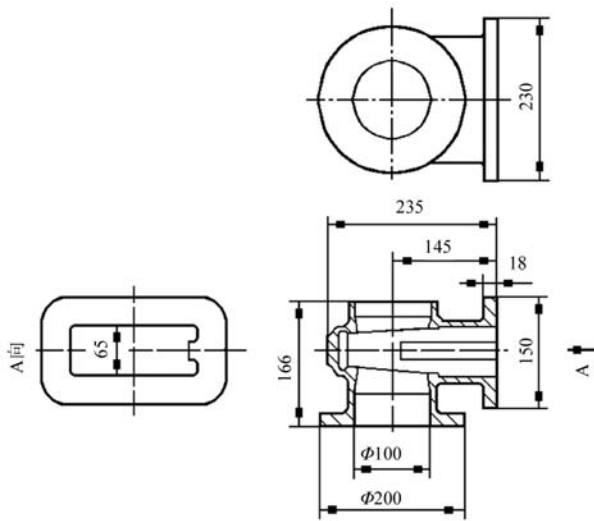


图3 两通旋塞阀壳铸件b尺寸简图

Fig. 3 Dimensional sketch of the two-way cock valve shell casting b

由于本旋塞阀壳的一端直通口处无法兰,则浇注系统与前面案例不同。前面案例是采用2个补缩包开在法兰外圆的侧面,在2个补缩包对面的长方法兰顶部设置本身冒口进行接应。本案例由于2个法兰呈90°分布,而锡青铜对补缩的要求并不高,故可采用1个补缩包进行补缩,并且在不带法兰直通口处对旋塞阀壳进行补缩。当旋塞阀壳最大尺寸 $\geq 200$  mm时,可在直通口上方设置本身冒口进行补缩;当塞阀壳最大尺寸 $< 200$  mm时,可在直通口侧面设置补缩包进行补缩。

从图3中可看出,由于本例直通口伸出阀壳的距离很短,不论是设置本身冒口或是设置补缩包,都有困难。我们采用了一个技巧,就是将直通口加长一点,问题就得到了解决,见图4。

该两通旋塞阀壳的加工余量、芯盒收缩率、外模收缩率及石墨冷铁设置都和前面案例一样,芯砂与烘干工艺、浇注温度也和前面案例相同。

浇冒系统设计。仍然采用中注式的浇注系统,因为直浇道只进1个补缩包,取直浇道的直径为26 mm;

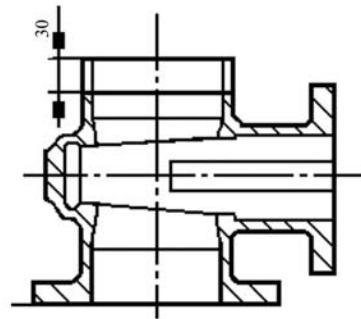


图4 两通旋塞阀壳铸件b尺寸变更简图

Fig. 4 Changed dimensional sketch of the two-way cock valve shell casting b

横浇道截面尺寸为宽25 mm、高26 mm。设置1个补缩包,该补缩包要同时对圆法兰和长方法兰进行补缩,故设置 $\Phi 65$  mm $\times 140$  mm的补缩包(补缩包的高度 $>$ 圆法兰、长方法兰的高度)。在不带法兰直通口延长段上方设置一个80 mm $\times 25$  mm $\times 180$  mm(高)的方冒口,作为对补缩包的补缩接应。

铸造工艺见图5。铸件质量为14.5 kg,浇冒口质量为10 kg,工艺出品率为60.4%。

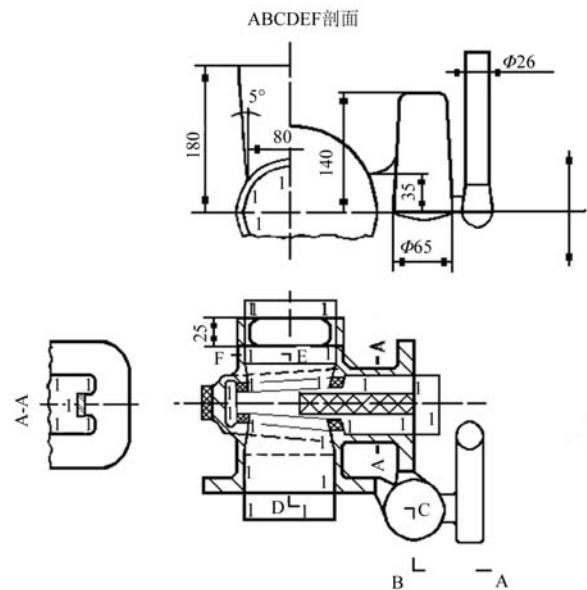


图5 两通旋塞阀壳b的铸造工艺简图

Fig. 5 Casting process sketch of the two-way cock valve shell b

按照以上铸造工艺,生产出两通旋塞阀壳铸件质量良好的,泵漏率小于6%。

## 4 结论

(1)在设计锡青铜旋塞阀壳的补缩时,因冒口及补缩包中的铜液后冷,冒口及补缩包不宜过大,以防铜液反缩而导致铸件缩松缩裂,具体的设计方法可将

工艺出品率控制在60%~70%。

(2) 对于带有3个法兰的两通旋塞阀壳, 采用2个补缩包开在法兰外圆的侧面, 在2个补缩包对面的长方形(或腰圆形)法兰顶部设置本身冒口进行接应, 这种品字形补缩的布置, 对铸件的补缩较为均衡。

(3) 对于带有2个法兰的两通旋塞阀壳, 可采用1

个补缩包对2个法兰进行补缩, 且在不带法兰直通口处对阀壳进行补缩, 当旋塞阀壳最大尺寸 $\geq 200$  mm时, 可在直通口上方设置本身冒口进行补缩; 当旋塞阀壳最大尺寸 $< 200$  mm时, 可在直通口侧面设置补缩包进行补缩。

#### 参考文献:

- [1] 机械工程学会铸造分会. 铸造手册第3卷: 铸造非铁合金 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2011.
- [2] 《铸造有色合金手册》编写组. 铸造有色合金手册 [M]. 北京: 机械工业出版社, 1984.
- [3] 《铸造有色合金及其熔炼》联合编写组. 铸造有色合金及其熔炼 [M]. 北京: 国防工业出版社, 1981.

---

## Sand Casting Process Design of Tin Bronze Two-Way Cock Valve Shell

DONG Yan-jun<sup>1</sup>, YANG Wei-qin<sup>2</sup>

(1. Henan College Industry and Information Technology, Jiaozuo 454000, Henan, China; 2. Wuchang Shipbuilding Industry Co., Ltd., Wuhan 430064, Hubei, China)

#### Abstract:

The two-way cock valve shell used for chemical industry is made of tin bronze ZCuSn10Zn2. The shell structure is rather complicated, and it must bear the pump pressure test. In this paper, the casting characteristics of tin bronze were analyzed. In view of the structure of the two ways of the cock valve shell, the defects of dispersed shrinkage and shrinkage crack of casting were analyzed, and the casting process of the the two plug valve shells was deeply discussed. According to the designed casting process, several batches of castings with good quality were produced, and the leakage rate of the pumps was controlled at a lower level to meet the needs of mass production.

#### Key words:

tin bronze; two-way cock valve shell; sand casting