

# 液压件铸造工艺选择分析

马广卿

(开封职工大学 教务处, 河南 开封 475000)

**摘要:** 液压件铸件的生产性质、结构性质及具体的生产工艺均与其它行业的铸造生产有所不同, 文章通过对国内现有液压件铸件生产行业的调查研究, 根据液压件铸件生产批量小、品种多及质量要求高的特点, 对熔炼技术中出铁温度、成分控制、造型工艺、制芯工艺、砂处理及清理等主要生产因素初步分析, 探讨液压件铸件质量的影响。

**关键词:** 液压件铸件; 熔炼; 造型; 制芯; 工艺分析

中图分类号: TG242 文献标识码: A 文章编号: 1003-5060(2004)03-0335-04

## On the process choosing of hydraulic pressure castings

MA Guang-qing

(Teaching Affairs Office, Kaifeng Workers' University, Kaifeng 475000, China)

**Abstract:** As for the hydraulic pressure castings, there are many special characteristics in the production, structure and core-making process. In the paper, based on the investigation of the current situation of the hydraulic pressure casting industry, the characteristics of hydraulic pressure castings are summarized. The production is of small batch, the variety of products is rich, and the requirements in the quality of products are high. A tentative analysis is made of the influence of main productive factors on the hydraulic pressure casting's quality, including the tapping temperature and composition control in the melting process, the molding process, core-making process, and sand preparing and cleaning-off.

**Key words:** hydraulic pressure casting; melting; molding; core-making; process analysis

## 0 引 言

我国液压行业铸造生产近年来发展较快, 国内现有生产液压铸件厂约 52 个, 1998 年统计铸件生产量约 4 万 t, 目前已形成了一个独立的行业<sup>[1,2]</sup>。

液压件铸件无论是生产性质、结构性质、还是具体的生产工艺均与其它行业的铸造生产有所不同, 主要是质量要求高、生产工艺较特殊及种类繁多, 尤其近年来出现的壳型铸造、SO<sub>2</sub> 法制芯、树脂覆膜砂射芯、电化学清理及电液压清砂等许多新技术都在生产中得到应用。但在众多的工艺和技术中, 采用哪一种或向什么方向发展更为合适, 目前尚有争议。本文根据液压行业的铸件特点、生产性质及熔炼等主要生产因素进行分析与探讨。

# 1 液压件铸件特点及生产性质

## 1.1 多品种中小批量生产

目前,榆次液压件厂新老产品铸件约有 270 种,北京液压件厂引进的力士乐阀有 193 种。液压件品种多批量较小,直接影响造型工艺、生产管理及设备使用。例如选用高压造型或气冲造型工艺,则需考虑用组芯来满足铸件内腔及外形不同精度要求,同时需考虑拼箱、快换模板及不同铸件冷却等问题。所以,选择的工艺须适合多品种生产,设备具有灵活性,造型线应采取柔性连接,车间的工艺装备需适应多品种带来的变化,便于组织生产及提高生产率<sup>[3,4]</sup>。

## 1.2 液压件铸件质量要求高

高压阀类铸件属于精密铸件,尺寸精度远远超过国家规定的一等品,由于装配、外观及减小内腔流动阻力(指铸造流道)等要求,铸件表面质量标准 and 清洁度要求也较高。其内腔流道必须无粘砂、夹砂、氧化皮、微粘砂或杂物。对于具有复杂油道的阀体和泵盖,其内腔的清理尤为困难,往往必须采取特殊的清理工艺和装备。大部分的液压元件工作压力为 20 MPa,最高 31.5 MPa,故要求铸件具有耐压致密性,材质为高强孕育铸铁,基体中珠光体或索氏体应在 95% 以上,A 型石墨应在 80% 以上,故需有较好的熔炼及检测控制手段。日本对液压用铸铁件设有专门的检查标准,我国目前正在制定液压件铸件分等规定。

## 1.3 液压铸造成型特点

许多液压件铸件的高度尺寸较大,在采用两箱造型时模型及砂箱也高,易出现紧实率不均匀现象,砂箱与模型间及模型深凹处不易紧实,这是射压造型不适用的主要原因。液压件铸件结构复杂,厚薄差大,排气困难,工艺设计时应设计排气针(片)或排气冒口。型砂的透气性要好,“死粘土”含量及水分尽可能少。孕育铸铁件铸造时需大冒口补缩,造型设备应允许设置高的暗冒口或铣出明冒口,以有利于补缩和排气。

# 2 熔炼工艺选择分析

## 2.1 成分控制

液压件铸件要求具有较高的强度、耐磨性及组织致密度,常用金属材质是孕育铸铁、球铁和低合金铸铁。孕育铸铁的碳当量比较低,母铁水为麻口组织,所以要严格控制铁水成分,不仅硫质量分数低于 0.12%,磷质量分数也应控制在 0.08% ~ 0.12%。磷质量分数高于 0.12%,则铸铁有脆化现象,此外在控制碳当量的前提下,还应该注意控制  $w(\text{Si})/w(\text{C})$ , 因其对铁水白口倾向、铁素体质量分数及共晶团数均有影响。 $w(\text{Si})/w(\text{C})$  比值高可提高抗拉强度,但若过高则会引起铸造性能恶化。例如铁水流动性差,收缩率增大,比值太低则铸件强度下降。对于 HT250 和 HT300 铸件, $w(\text{Si})/w(\text{C})$  最好控制在 0.55 ~ 0.62,线收缩率为 0.3%。熔炼时适当加大炉前孕育的硅铁量,采取多次孕育处理办法。为了细化晶粒和稳定珠光体组织,还可以加入适量的锰、钼及铜等元素<sup>[5]</sup>。

## 2.2 出铁温度

高强度铸铁铸造性能差,出铁温度应高些,一般要求达到 1450 。若低于 1450 ,铸件内废率明显上升。日、英、德等国液压件铸造厂出铁温度均在 1480 ~ 1500 ,国内企业若用电炉化铁亦应控制在此范围内。

## 2.3 冲天炉熔炼

单独用冲天炉熔化高牌号铸铁,其熔炼成本最低,但铁水成分难于控制。鉴于冲天炉化铁投资少,一般可用于低牌号铸件生产的车间。为使铁水成分得以混合均匀,建议采用回转前炉或较大容量的前炉,配料时可采用高比回炉料的方法。熔炼时为保证铁水温度,不应追求高铁焦比,建议适当改进双排大间

距冲天炉, 提高低焦的高度, 增大进风量<sup>[6]</sup>。

#### 2.4 电炉熔炼

电炉熔炼易于控制铁水成分, 升温容易, 但是电炉多是间歇出铁, 难以与机械化造型线实现作业平衡。此外, 电炉投资高, 系统投资是冲天炉的3倍, 耗电量大, 熔炼成本高, 因此电炉熔炼适用于年产铸件3 000 t以下的间歇工作制车间。从使用灵活、维修方便及利用率高等因素考虑, 建议首先选用中频炉, 其次无芯工频炉或有芯工频炉。

#### 2.5 双联熔炼

双联熔炼除了一次性投资高外, 优点很多。例如便于控制温度和成分, 铁水供给灵活, 便于同造型生产相平衡, 热能利用率高。根据国内现有设备的质量和实际生产使用情况, 对于年产3 000 t铸件以上液压件铸造厂, 采用双联工艺比较经济可靠, 尤其是采用多条造型线的车间。

### 3 造型工艺选择分析

液压件铸件的尺寸精度和光洁度要求很高, 砂型应有较高的精度、强度和透气性。我国目前已应用于液压件铸造的造型工艺有粘土砂震压造型、高压造型、垂直挤压和壳型, 其中高压造型和壳型是仿德国和英、美而用于液压件铸造。在实际生产中采用什么样的造型方法, 主要取决于铸件质量要求、产量大小、成本高低及适用性等许多因素<sup>[5]</sup>。

#### 3.1 壳型

壳型铸件精度高、光洁度好及便于清砂, 制壳设备单机成套, 生产组织灵活, 是生产各种批量的中小型阀体铸件的一种较好的方法, 但目前国产壳型设备尚不过关。

#### 3.2 多触头高压造型和气冲造型

这两种方法有些相近, 其砂型强度高、透气性好、生产率及机械化程度高, 都适用于具有一定批量的液压件铸件。从砂箱利用率来看, 更适于生产泵体和中小型阀体。从砂型的综合性能、先进性、设备及节能等方面分析, 气冲造型比多触头高压造型略显优越。

#### 3.3 气动微震压实造型

是一种较成熟的工艺, 比压可达 $4 \text{ kg/cm}^2$ 左右, 压实时辅以微震, 砂型强度分布均匀。当砂箱规格不大时(小于 $600 \text{ mm} \times 500 \text{ mm}$ ), 生产液压件可以获得较好的工艺效果, 但是其砂型精度仅可满足泵类铸件和老的阀类产品要求。生产高精度阀体时, 须采用芯架或外芯来保证关键部位的尺寸精度。

#### 3.4 垂直分型无箱射压

这种方法生产率高, 节拍给予下芯的时间短, 又是垂直分型, 均使下芯不便。因此对流动精度较高的阀体不太适用, 但是可用于生产中小型泵体铸件。

#### 3.5 树脂自硬砂

其砂型的各种性能均较优越, 对砂箱模具要求低, 工艺适应性强, 生产组织灵活, 是生产精密液压件的一种较好的造型方法。

### 4 制芯工艺选择分析

制芯技术是高精度液压件铸造的关键工艺, 尤其是对带流道的阀类铸件更显突出。近年来制芯工艺发展比较快, 除三乙胺冷芯法外, 国外有的制芯工艺在国内也都用于生产中。液压件铸件芯子的特点是品种规格多、差别大、尺寸精度高及强度高, 因此对于不同产品的芯子往往要用不同的工艺方法。

#### 4.1 流道芯和其它小芯的制作

目前工厂采用的工艺有3种: ①覆膜砂射芯工艺与壳芯类似, 将覆好树脂膜的砂吹入盒中加热固化即可, 其充型性好、生产率高、发气量少、强度高及不易吸湿, 故较广泛地被用来生产复杂弯曲的流道

芯。例如英国 B·S·F 厂和 B·S·A 厂液压件芯子绝大多数采用覆膜砂芯,仅有 15% 的用冷芯盒。德国 Rexroth 铸造厂共有 12 台树脂覆膜砂射芯机用来生产要求高的小芯子。复杂组芯均用壳芯制作,然后用样板及定位卡具人工组装粘合,或用芯架与芯子粘成一个整体芯下到砂箱中。这种工艺对芯盒质量要求高,较适合于生产批量稍大的芯子。② 冷芯盒制芯主要有三乙胺法和 SO<sub>2</sub> 法,前者在行业内尚无使用,SO<sub>2</sub> 法使用的厂家较多,是一种高效低能耗的工艺方法。每吨砂芯能耗不及热芯盒法的 1/2 及油砂的 1/3,对工装无特殊要求,木质、塑料均可用,而且操作时间短,上马快,成本低,在液压件铸造生产中是一种很有前途的制芯工艺。SO<sub>2</sub> 法制芯尚存在一些缺点,例如易吸湿,存放后要烘干,对原砂质量要求高,尾气处理设备腐蚀快。从目前使用情况看,芯子的高温强度不够理想,在无芯骨时建议用来生产直径大于 20 mm 及外形简单的芯子。③ 树脂自硬砂芯是现在工厂使用颇多的一种方法,大多用小型混砂机或用手工制芯。该法砂芯精度和强度高,出砂性好,可满足各种铸件的要求。主要问题是芯盒利用率及生产率低,对于要求高、规格多而批量又不大的芯子是一种较好的方法。

#### 4.2 泵体等中大芯子的制作

国内企业目前较多的采用桐油砂芯,虽然成本和能耗高,芯子精度差,但是其工艺成熟,用成型板集中烘干生产率较高,所以对于老的液压件产品,可以作为一种过渡工艺而存在。北京液压件铸造厂仿德国工艺采用添加溃散剂的 CO<sub>2</sub> 水玻璃砂生产泵体芯子,其关键在于溃散剂的效果和成本,德国 Rexroth 厂采用加入 1% 的酚醛树酯和糖稀作溃散剂。

#### 4.3 清理工艺选择

液压件铸件清理要求内腔表面无残砂、粘砂、夹砂、砂眼、毛刺、氧化皮和杂物,减少阀体内腔的微粘砂和氧化硅成分,外表须清除粘砂、飞边毛刺、切除冒口、时效退火及涂防锈剂。

对于阀类小件,推荐工艺为:除浇冒口 抛丸清理 分选体盖 打磨外表 清刷内腔 抽检 时效除锈 电化学清理。

对于泵体件,推荐工艺为:切除浇冒口 抛丸 电液清砂 二次抛丸 打磨精整 检查入库。

## 5 结束语

(1) 抛丸清理。液压件铸件应全部进行抛丸清理,国产设备已接近国外先进水平,完全满足液压件铸件的表面清理要求。

(2) 电化学清理。几乎所有发达国家对液压阀铸件加工前均要求进行电化学清理。国内使用的设备都是外热式简易设备,清理效果差,设备寿命短。

(3) 电液清砂。电液清砂工艺参数是随铸件的大小、质量及复杂程度等因素的改变而变化。如参数选择适当,铸件装夹合理,则基本可以清除流道和盲孔处的残砂。此方法以其低电耗、无粉尘和高生产率而胜过其它清理方法,可用于液压件铸件落砂和精整之间。这种方法对大批量生产厂较适合,在行业内现有 6 家液压件厂购买了电液清砂设备,用以清理铸件。

### [参 考 文 献]

- [1] 李魁盛. 铸造工艺设计基础[M]. 北京:机械工业出版社,1981. 3- 40.
- [2] 铸造手册铸铁卷编委会. 铸造手册(第 1 卷)[M]. 北京:机械工业出版社,2000. 583- 677.
- [3] 冯英宇. 高强度低应力铸铁在压缩机铸件上的应用[J]. 开封职工大学学报(自然科学版),2000,3(2): 34-35.
- [4] 陈永民. 造型材料[M]. 昆明:云南人民出版社,1981. 260-289.
- [5] 铸造手册造型材料卷编委会. 铸造手册(第 4 卷)[M]. 北京:机械工业出版社,1997. 95- 113.
- [6] 陆文华. 铸铁及其熔炼[M]. 北京:机械工业出版社,1981. 270- 273.