

文章编号:1003-8345(2003)04-0042-03

# 基于均衡凝固理论设计球墨铸铁件冒口

刘 虹

(合肥工业大学 机械与汽车工程学院,安徽 合肥 230009)

**摘要:**介绍均衡凝固的基本原理,叙述铸件结构、冒口位置和冷铁对补缩的影响。结合铸件实例,说明合理设计冒口和利用冷铁使球铁铸件实现均衡凝固,防止缩孔、缩松的工艺方法。

**关键词:**均衡凝固;球墨铸铁;冒口设计

**中图分类号:**TG255 **文献标识码:**B

## Design Feeder for Ductile Iron Castings Based on Proportional Solidification Theory

LIU Hong

(School of Mechanical and Automobile Engineering, Hefei University of Technology, Hefei 230009, China)

**Abstract:** The basic principle of the proportional solidification theory was introduced, and the influences of casting construction, feeder position and chill on feeding effect was described. A ductile iron casting was taken as an example to show how should properly design feeder and utilize chills to realize proportional solidification and prevent shrinkage defect.

**Key words:** proportional solidification; ductile iron; feeder design

球墨铸铁一般呈糊状凝固,根据其凝固特性,可以利用石墨化膨胀进行自身补缩。利用均衡凝固理论设计球墨铸铁件冒口,不仅能获得致密度均匀的铸件,而且还能提高工艺出品率,甚至实现无冒口铸造。所谓均衡凝固就是凝固收缩与石墨化膨胀迭加的过程。即利用冷铁(或其他激冷材料)及选择浇注系统引入位置来平衡铸件整个截面上的温差,以缩小和分散热节,使铸件凝固过程中收缩与膨胀均衡迭加,充分利用石墨化膨胀的自补缩能力。

### 1 铸件结构与冒口位置对补缩的影响

铸件成形后宏观上所表现出来的体积变化是缩胀相抵的净结果。由于铸型刚硬程度及铸件结构的不均匀性直接影响凝固过程中石墨化膨胀的利用程度,实际上缩胀相抵并不是总收缩和总膨胀体积的代数和。

铸件截面模数不均匀使铸件不同部位的收缩

时间和收缩速度产生差异,会导致缩胀相抵不平衡。薄处的收缩除了能得到自身膨胀的部分补偿外,还能得到厚处的液态补缩和共晶膨胀所产生的挤压补缩,即铸件的厚处相当于薄处的冒口。厚处的缩胀相抵所产生的亏空必须由另行设置的冒口来补缩。而厚处能对薄处起到冒口补缩作用必须满足冒口所具备的条件。

当铸件的薄壁位置高于或平齐于厚壁位置时,薄壁截面模数不小于厚壁截面模数一半(相当于冒口颈的截面模数)。薄壁在通向冒口方向的长度不大于  $7(1.2 \sim 1.4) T_{\text{薄}}$  ( $T_{\text{薄}}$ —薄壁处厚度,  $7 T_{\text{薄}}$ —球铁的补缩范围,  $1.2 \sim 1.4$ —过热系数)。冒口可以通过薄处对厚处补缩,薄处的模数小于冒口颈的模数时,被补缩的热节必须设置冷铁以平衡壁厚差或利用浇道开向薄处提高薄处温度。

若冒口直接设在热节处,将产生热节重合,不但不能使原来的热节移出,反而大大增加了接触热节,冒口起不到补缩作用,反而先于铸件热节部位凝固,导致冒口颈处产生收缩缺陷。冒口应该开设在与热节相接的过渡段,既能减少冒口颈处的接触热节,又可减少当浇口开经冒口时对热节的

收稿日期:2003-01-20

作者简介:刘虹(1961-),女,合肥大学材料系铸造专业毕业,曾从事铸造工艺工作,现担任讲师。



过热,冒口还可以设计小一些。但过渡段的截面模数不应小于冒口颈的截面模数,冒口与热节的错开距离不能超出冒口的补缩范围,否则,冒口不能对热节实行有效的补缩。

## 2 安放冷铁改善热分布实现均衡凝固

冷铁是用来控制铸件凝固最常用的一种激冷物。任何结构的铸件都可以通过安放冷铁(或其他激冷材料),并选择浇道开设位置来平衡大部分区域中的温度差。冷铁加快铸件局部的冷却速度,使整个铸件实现均衡凝固。当热节较大时应使用冷铁来缩小截面模数,大片的厚壁可用冷铁分割成小片,冒口尺寸可以减小,且又减少缩松区域。

冷铁的作用不仅是缩小铸件截面模数,平衡壁厚差;而且提高了铸型的刚度,使铸件提前结壳,提高石墨膨胀的利用程度。冷铁还改变铸件的凝固特性,改善冒口对热节迭加,在冒口颈附近设置冷铁以缩小热节,提高铸型刚度,阻止石墨化膨胀压力致使铁液向冒口反馈,对消除冒口颈处的缩孔和缩松是有效的。

外冷铁缩小热节的尺寸可按冷铁厚度的40%~60%来折算,小而孤立的热节取上限值,厚大热节取下限值。

## 3 球铁件冒口设计的经验数据与实例

### 3.1 经验数据

球铁件冒口模数对应于铸件模数在一定范围内变化,一般情况下:

$$M_{\text{冒}} = (0.9 \sim 1.65) M_{\text{件}}$$

模数小于0.6 cm的铸件,冷却速度快到足以明显地偏离平衡状态,这种情况下可认为球铁是以逐层凝固方式进行凝固,石墨化膨胀随时补偿了凝固收缩。铸件的实际收缩来得集中,需补量少,需补时间短,可利用浇注系统的后补作用来补缩。

模数在0.6~2.5 cm的球墨铸铁件均应设置补缩冒口。模数越小,冒口对于铸件的模数比值趋向增大。薄壁件凝固收缩集中,补缩时间短,补缩通道窄,所需补缩的温度梯度和压力头大。通常对薄件取:

$$M_{\text{冒}} = (1.2 \sim 1.65) M_{\text{件}}$$

大而厚的铸件凝固收缩缓慢,收缩与石墨化膨胀均衡迭加时间长,石墨化膨胀利用程度高。一

般取:

$$M_{\text{冒}} = (1.0 \sim 1.2) M_{\text{件}}$$

浇道经过冒口时取下限。

模数大于2.5 cm的厚大件,由于:(1)浇注温度一般偏低,液态收缩少。(2)浇注时间长,后补量大。(3)缩胀均衡迭加时间长,石墨化膨胀利用程度高,净收缩量相对降低。通常取:

$$M_{\text{冒}} = (0.9 \sim 1.1) M_{\text{件}}$$

铸型硬度低,型壁易发生迁移外胀,增加补缩负担,冒口对于铸件模数比应取较大值。

冒口颈对于铸件的模数比一般取:

$$M_{\text{颈}} = (0.4 \sim 0.6) M_{\text{件}}$$

冒口颈过小易使铸件产生缩孔,过大使铸件缩松倾向增加,薄件取上限值,厚件取下限值。

### 3.2 工艺设计实例

球墨铸铁齿轮,牌号QT500-5,单件重24 kg,采用呋喃树脂自硬砂型铸造,铸件模数分别为 $M_{\text{件}1}=10.2$  mm,  $M_{\text{件}2}=7.5$  mm,  $M_{\text{件}3}=10.6$  mm。为平衡壁厚差,在外轮缘设置冷铁,调节热节,使铸件整体均衡凝固。基于均衡凝固理论,冒口不应放在铸件的热节处,而又要靠近热节部位;一个冒口应尽量同时补缩一个铸件的几个热节,或者几个铸件的热节。该件设置一只冒口补缩两个铸件,浇道开经冒口,工艺简图见图1。冒口尺寸为 $\phi 90$  mm $\times$ 168 mm,  $M_{\text{冒}}=17.5$  mm 冒口颈30 mm $\times$ 30 mm,  $M_{\text{颈}}=7.5$  mm,冒口重7 kg,浇口与出气冒口重2.5 kg,工艺出品率达到83%以上。

本件轮缘300°弧长范围内放冷铁,使截面模数减小到7.5 mm以下,与轮幅均衡凝固。冒口颈

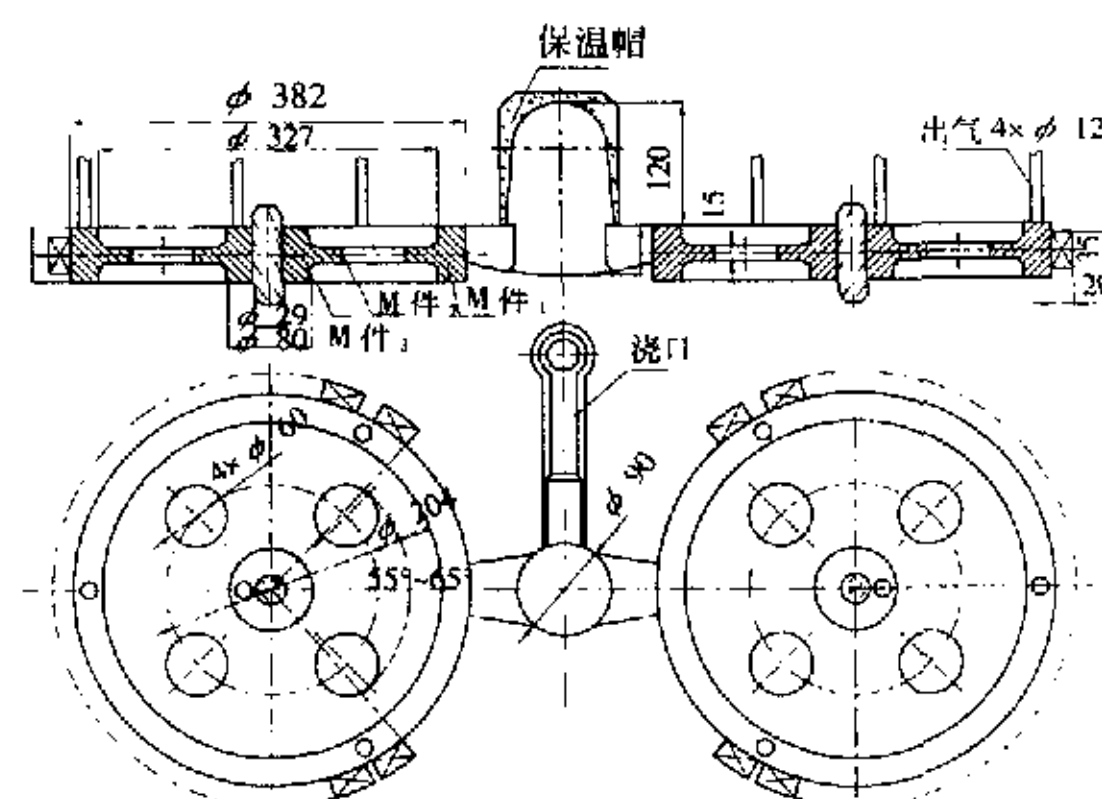


图1 齿轮工艺简图

Fig.1 Method sketch of gear casting



文章编号:1003-8345(2003)04-0044-02

# 冷硬铸铁凸轮轴铸造技术与控制

许世忠<sup>1</sup>, 王 望<sup>2</sup>

(1. 浙江真空设备集团有限公司, 浙江 台州 318000; 2. 台州市铸造协会, 浙江 台州 317700)

**摘要:**选择化学成分( $w_B/\%$ )为: 3.40~3.65 C, 1.7~2.0 Si, 0.6~0.8 Mn,  $\leq 0.1$  P,  $\leq 0.1$  S, 0.6~1.0 Cr, 0.3~0.5 Mo, 0.4~0.8 Cu的冷硬铸铁生产凸轮轴, 并对工艺过程进行合理控制, 从而控制冷硬铸铁的白口深度, 达到凸轮轴耐磨的目的。

**关键词:**冷硬铸铁; 凸轮轴; 合金元素

中图分类号: TG256

文献标识码: B

## Foundry Technique and Control of Chilled Cast Iron Camshafts

XU Shi-zhong<sup>1</sup>, WANG Wang<sup>2</sup>

(1. Zhejiang Vacuum Equipment Group Co. Ltd., Taizhou 318000, China; 2. Taizhou Foundry Society, Taizhou 317700, China)

**Abstract:** The camshaft with excellent wear resistance was obtained by using the chilled cast iron with composition of 3.40~3.65 C, 1.7~2.0 Si, 0.6~0.8 Mn,  $\leq 0.1$  P,  $\leq 0.1$  S, 0.6~1.0 Cr, 0.3~0.5 Mo, 0.4~0.8 Cu as its material and reasonably controlling the production process to deep proper chilling width of the chilled iron.

**Key words:** chilled cast iron; camshaft; alloying elements

在生产凸轮轴的多种方法中, 冷硬铸铁具有成本低、工序少、加工周期短、零件使用寿命长等优点, 但冷硬铸铁生产要控制冷硬层的白口深度、冷硬层内渗碳体量及形态分布; 还有非冷硬部位的加工性能, 因此需选择最佳的控制范围。

### 1 合理选择化学成分

凸轮轴使用寿命决定于冷硬层的白口深度,

收稿日期: 2003-03-18

作者简介: 许世忠(1968.12-), 男, 毕业于昆明工学院机械系铸造专业, 工程师, 目前在浙江真空设备集团有限公司铸造分厂工作。

处 60°弧长不放冷铁, 使冒口经轮缘、轮幅对轮壳和铸件整体补缩。本件过渡轮幅虽然较长, 但使用了保温帽, 补缩温度梯度大, 补缩仍然可靠。

### 4 结束语

(1) 球墨铸铁件的补缩应以在冷却和凝固时的全部收缩以及铸型的缩胀来控制, 一般情况下都需要补缩冒口。只有在铸型刚度足够, 合金的化

如何控制白口层深度是冷硬铸铁凸轮轴生产的关键所在, 实践中我们得出合理的化学成分( $w_B/\%$ )为: 3.4~3.65 C, 1.7~2.0 Si, 0.6~0.8 Mn,  $\leq 0.1$  P,  $\leq 0.1$  S, 0.6~1.0 Cr, 0.3~0.5 Mo, 0.4~0.8 Cu。

### 2 铸造工艺

采用金属模样, 湿型砂或树脂自硬砂、上下两箱造型。造型时在金属模样的凸轮桃尖部分安放相应的成型冷铁, 并通过金属板上的定位装置固定。成型冷铁可以使凸轮桃尖的铁液以亚稳定状态凝固, 在桃尖部位形成一定深度的白口层, 而凸轮基圆仍保持灰口组织, 两者之间为过渡区—麻

学成分满足于石墨化膨胀和体积收缩平衡, 铸件结构满足于均衡凝固条件时, 才有可能不用冒口铸造出致密铸件。

(2) 应用均衡凝固理论设计球墨铸铁件冒口, 可以避免缩孔、缩松的产生, 同时也提高了工艺出品率, 节约金属材料。

(3) 由于改善了热分布, 铸件表面质量也大大提高, 因此经济效益显著。