

Ø3058 大齿轮的铸造工艺设计

胡黎辉, 张良红

(马钢股份公司重型机械设备制造公司 安徽马鞍山 243000)

摘要:根据大齿轮的结构特点,介绍了采用水玻璃石灰石砂作造型材料,车板手工造型,以及合理的冒口设计和浇注系统设计,获得铸造质量良好的大齿轮铸件。

关键词:大齿轮;工艺设计

中图分类号:TG269 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-9994(2008)增-0060-03

Ø3058 大齿轮是马钢第一炼铁总厂造球机设备上的关键部件,材质为 ZG40Mn,零件重 2712 kg,铸件重 4750 kg。大齿轮轮廓尺寸:直径 Ø3058 mm,轮缘高 230 mm,单层辐板,辐板厚度为 75 mm。零件表面全部加工。铸件不允许有裂纹、缩孔、缩松、粘砂、砂眼等缺陷。

1 铸造工艺性分析

由于铸件是一尺寸较大的简单圆环体,铸件高度不大,并且是单件生产,比较适宜采用车板手工造型。采用车板手工造型可省去制作大型木模的时间,而且会节约大量的木材消耗。

ZG40Mn 平均含碳量 0.40%,含锰量 1.2~1.5%,体收缩较大;轮缘部分厚大,达 114mm,与轮辐交接处形成热节,易形成缩孔、缩松缺陷。因此必须采用顺序凝固原则进行铸造,并结合适当的冒口补贴和外冷铁设计,以消除缩孔、缩松缺陷。

Ø3058 大齿轮的铸造工艺示意图如下图所示。

2 主要工艺参数

加工余量:由于是车板造型,精度较差,应适当加大加工余量,上表面的加工余量取 25 mm,齿顶圆外表面取 20 mm,下、侧取 15 mm。

收缩率:取 2.0%。

3 造型材料

采用水玻璃石灰石砂。型砂配比表 1 所示。

表 1 水玻璃石灰砂配比

石灰石砂 (20/30 目)	水玻璃 (模数 2.4~3.0)	白泥	水
100	7~8	1~2	0.6~0.8

采用水玻璃石灰石砂的优点是:具有良好的退让性,能减少铸件裂纹的产生;不易产生粘砂,铸件表面光洁;溃散性好,落砂容易。

4 冒口设计

4.1 铸件模数

大齿轮铸件截面可看作“T”形杆件。

$M_{\text{件}} = ab/[2(a+b)-c]$ 计算。

式中:a—轮缘厚度,114 mm。考虑到铸造圆角和冒口补贴会使热节增大,以热节圆直径 Ø149 mm 作为 a 的尺寸;

b—轮缘高度,230 mm;

c—辐板与轮缘交接处厚度,75 mm。

$M_{\text{件}} = 14.9 \times 23/[2(14.9 + 23) - 7.5] = 5.02$

cm

4.2 冒口模数

$M_{\text{冒}} = 1.2M_{\text{件}} = 1.2 \times 5.02 = 6.02$ cm

查得保温冒口型号应为腰圆冒口 300 × 450 × 390,冒口模数 6.3 cm,冒口充满钢液质量 325 kg。

4.3 确定冒口数量

设浇注后无型壁移动,该型冒口能补给铸件的最大质量 $W_{\text{件(最大)}}$ 依式 $W_{\text{件(最大)}} = W_{\text{冒}}(\eta - \epsilon)/\epsilon$ 计算^[1]。

式中: η —冒口的补缩效率,依本厂经验 $\eta = 14\%$;

ϵ —从浇注后到凝固完毕时钢的体收缩率,对于 ZG40Mn,浇注温度为 1540℃时, $\epsilon = 4.8\%$

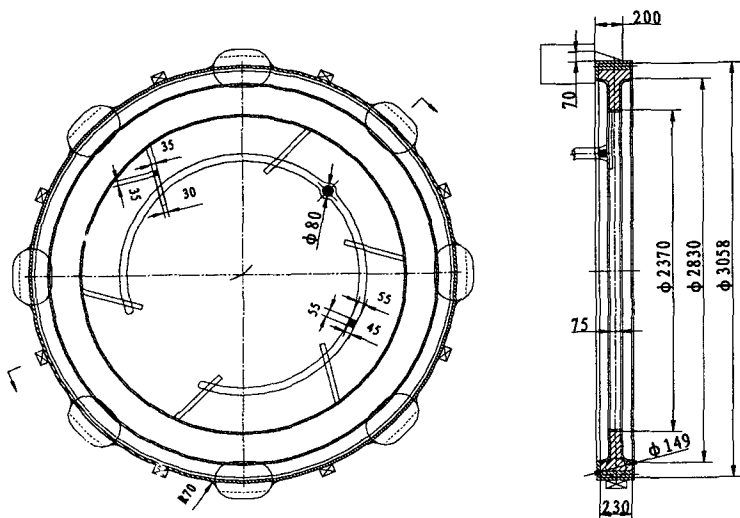


图1 Ø3058 大齿轮铸造工艺示意图

$W_{\text{冒}}$ —冒口质量, 325 kg

$W_{\text{件(最大)}} = 325 \text{ kg} \times (14 - 4.8) / 4 = 623 \text{ kg}$

铸件质量为 4750 kg, 则需要设置冒口的数量为 $n = 4750 / 623 = 7.6$, 则应设置 8 只冒口。

4.4 验算冒口的补缩距离

轮缘部分可看作宽 230 mm、厚 149 mm 的杆, 查资料^[1]得出冒口的补缩距离约 280 mm, 实际每个冒口的单边作用区长度 L 为 $L = [\pi D - 8(A + 2K)] / 16$

式中: D —热节圆中心线的直径, 2900 mm;

A —冒口根部长度, 450 mm;

K —水平补贴长度, 70 mm。

$$L = [3.14 \times 2900 - 8(450 + 2 \times 70)] / 16 \\ = 274 \text{ mm}$$

验算结果表明, 用 8 只腰圆冒口正好满足要求。

虽然验算结果可满足要求, 但是在生产过程中往往存在着一些不稳定因素, 例如水玻璃石灰石砂有产生缩沉, 使铸件增重的可能, 为了安全起见, 应在两只冒口之间设置外冷铁, 以增大冒口的有效补缩距离。

4.5 冒口补贴设计

冒口补贴可用滚圆法作图得出, 其尺寸如铸造工艺图所示。

5 浇注系统设计

浇注系统设计应遵循使钢水在型腔内有合适的上升速度、平稳充填铸型、使铸件在同一水平面

上钢水温度趋于均匀等原则。

(1) 依本厂的生产技术条件, 采用容量为 24 t 的底注式浇包浇注, 单个钢包孔, 直径为 Ø55 mm, 浇注质量速度为 72 kg/s。浇注时间按式 $t = G / nq$ 计算。

式中: t —浇注时间(s);

G —铸件质量(kg);

n —包孔数(个);

q —浇注质量速度(kg/s)。

$$t = 4750 / (1 \times 72) = 66 \text{ s}$$

(2) 钢水上升速度的验算

钢水上升速度按式 $V = H / t$ 计算。

式中: V —钢水上升速度(mm/s);

H —铸件浇注位置高度(mm), 已知: $H = 270 \text{ mm}$;

t —浇注时间(s), 已知: $t = 66 \text{ s}$ 。

$$V = 270 / 66 = 4 \text{ mm/s}$$

显然, 4 mm/s 的钢水上升速度是稍微偏低的, 但是对于大齿轮这样的形状较简单的铸件, 参照生产经验, 基本上能够满足要求。

(3) 浇注系统各组元截面积的确定

为了减少钢水对铸型的冲击, 使钢水平稳上升, 应采用开放式浇注系统, 各组元比例关系为:

$$\sum F_{\text{孔}} : \sum F_{\text{直}} : \sum F_{\text{横}} : \sum F_{\text{内}} = 1 : (1.8 \sim 2) : (1.8 \sim 2) : (2 \sim 2.5)$$

浇注系统结构为横浇道 1 道, 对称分布, 内浇口设置 6 只。

钢包孔直径 $\phi 55 \text{ mm}$, 截面积 $\sum F_{\text{孔}} = 23.8 \text{ cm}^2$,

直浇道 $\varphi 80 \text{ mm}$, $\Sigma F_{\text{直}} = 50.3 \text{ cm}^2$, 横浇道截面积 $\Sigma F_{\text{横}} = 27.5 \text{ cm}^2$, 每只内浇口的截面积为 11.4 cm^2 , $\Sigma F_{\text{内}} = 68.4 \text{ cm}^2$, 符合开放式浇注系统各组元比例关系。

6 质量控制要点

(1) 由于水玻璃石灰石砂存在着生产厚大铸钢件易产生缩沉的缺陷, 在造型过程中型砂应反复春实, 砂型要求紧实度高且均匀, 以尽量减少缩沉, 并增强抵抗钢水冲刷的能力。

(2) 外冷铁在使用前应打磨光洁, 消除表面铁锈及油污。

(3) 砂型在烘干过程中应严格遵守烘干工艺规范, 砂型烘干出炉后应检查其是否变形、干透, 尺寸是否符合要求, 外冷铁表面是否锈化。

(4) 在浇注过程中当钢水上升至冒口约三分之

(上接第 59 页)

过 3 分 30 秒为宜, 保证金属液较快充型, 迅速建立起金属液静压力 P 静和型腔中的气体压力 P 腔, 防止气孔的产生。

3.3 提高浇注温度

提高浇注温度, 可延长金属液的凝固时间, 有利于金属液内气体的上浮逸出。我们可从下列公式分析气体上浮的条件。

$$v = \frac{2}{9} g \frac{r^2 (\gamma_M - \gamma_B)}{\eta}$$

式中: v —金属液中气泡上升的速度;

r —气泡尺寸;

γ_M, γ_B —金属和气体的密度;

η —金属液的粘度;

σ —金属液的表面张力;

d —气泡的直径。

从上式分析可知: (1) 金属液温度愈低, 粘度愈大, 则气泡愈不能上浮; (2) 表面张力愈大, 则气泡脱离其表面的尺寸愈大。一般来讲, 温度的降低, 金属液的表面张力就会不同程度的增加。

分析结果可以得出: 提高浇注温度, 对于除去已经侵入或溶解在金属液内的气体起到十分重要的作用。根据生产现状及试验, 原浇注温度偏低,

一处, 改由从冒口浇入, 浇满后立即加覆盖剂, 5 min ~ 8 min 后再回冲冒口, 这样可大大地减少产生缩孔、缩松的可能性。

(5) 浇注结束约 1 h 松開箱卡, 铸件原地保温 4 天。

(6) 切割冒口时应预热至 $300^\circ\text{C} \sim 350^\circ\text{C}$ 切割, 冒口根部留余量 30 mm ~ 40 mm 由机械加工去除。

7 生产结果

2005 年生产 2 件, 铸件表面质量较好, 经机械加工、铣齿, 铸件内部无砂眼、气孔、裂纹、缩孔、缩松等缺陷, 达到了满意的质量要求。

参考文献

- [1] 李魁盛. 铸造工艺及原理[M]. 北京: 机械工业出版社, 1987

提高到 $1400^\circ\text{C} \sim 1420^\circ\text{C}$ 浇注, 同时确保底注式浇注铁水量不低于 9 t。

3.4 控制铁液中硫含量, 加强铁水包管理防止渣气孔

铁液中的硫主要来自于燃料和金属炉料, 因此, 应选用含硫量低的山西特级铸造焦炭和低硫金属炉料, 控制铁液中硫含量少于 0.10%。同时铁水包使用前修砌完好, 彻底烘干, 防止浇注过程带入渣子和气体。

4 效果

通过上述工艺改进, 镗铣机床身气孔缺陷由 40% ~ 50% 下降到 5% ~ 10%, 且没有出现其它新的铸造缺陷, 废品损失显著降低, 保证了床身正常生产。

参考文献

- [1] 陆文华. 铸造工艺学[M]. 北京: 机械工业出版社, 1988
- [2] 刘绍忠. 液压泵壳体气孔缺陷产生原因与防止措施[J]. 铸造技术, 2007, (7): 1002 - 1004
- [3] 邓茂安. 树脂砂铸件产生气孔的原因及防止措施[J]. 铸造, 1988, (7): 25 - 28