DOI:10.16410/j.issn1000-8365.2020.05.014

水平造型线给定直浇道的浇注系统设计

王　剑
(定州市天泰汽车零部件有限公司,河北 定州 073000)

摘　要:多数水平造型线有着固定尺寸的直浇道、浇口杯、砂型高度,需要在这些参数固定的情况下设计适用于不同浇注重量的浇注系统。基于大孔出流理论,对其中的公式进行了推导。提出了一种浇注系统设计方法,并对该方法的适用范围进行了探讨。结果表明,该方法在一定范围内可以满足设计要求,内浇道出流速度合理,浇注过程中浇道呈充满状态。

关键词:水平造型线;浇注系统设计;大孔出流

中图分类号:TG242　　**文献标识码**:A　　**文章编号**:1000-8365(2020)05-0466-03

Design of Gating System for the Given Sprue of the Horizontal Molding Line

WANG Jian
(Dingzhou Tiantai Automotive Parts Co., Ltd., Dingzhou 073000, China)

Abstract: In most horizontal molding lines, each of sprue, pouring cup and sand mold height has its own fixed size. In actual production. Often it is needed to design pouring system for different pouring weights under these fixed parameters. Based on the large orifice discharge theory, a new method was proposed and discussed. Results show that the method can meet design requirement within certain range, the flow velocity of inner gates is reasonable and runner is full during pouring.

Key words: horizontal molding line; gating system design; large orifice discharge

设计合理的浇注系统,可以使内浇道出流速度合理,避免产生冲砂等缺陷;且浇注过程中浇道呈充满状态,避免产生卷气夹渣等缺陷。

传统的浇注系统设计,对每个产品都有一个最合适的直浇道尺寸。近年来随着行业的发展,越来越多的铸造企业开始使用自动化的水平造型线来生产。在多种造型机上,有着固定尺寸的直浇道及浇口杯。而制作多种规格的直浇道及浇口杯又给实际生产带来不便。因此,需要探究在指定直浇道尺寸的情况下,是否可以实现内浇道出流速度合理,且浇注过程中浇道呈充满状态。

1　理论基础

在大孔出流理论[1]中,针对四单元浇注系统,如图 1。浇注系统各参数有:

$$k_1=\frac{\mu_1 A_1}{\mu_2 A_2} \tag{1}$$

$$k_2=\frac{\mu_1 A_1}{\mu_3 A_3} \tag{2}$$

$$h_2=\frac{k_1^2+k_2^2}{1+k_1^2+k_2^2}H \tag{3}$$

$$h_3=\frac{k_2^2}{1+k_1^2+k_2^2}H \tag{4}$$

式中,k_1 直浇道与横浇道有效截面比;k_2 直浇道与内浇道有效截面比;μ_1、μ_2、μ_3 直浇道、横浇道、内浇道流量因数;A_1、A_2、A_3 直浇道、横浇道、内浇道截面积;H 直浇道压头;h_2 横浇道压头;h_3 内浇道压头(控制内浇道流速)。

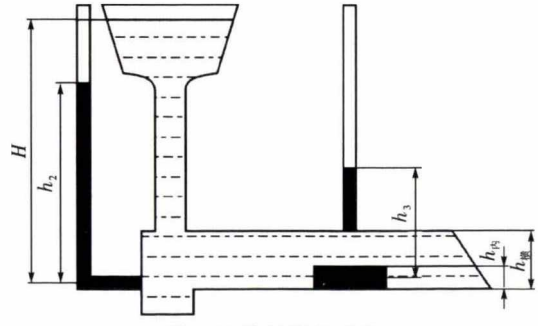

图 1　四单元浇注系统
Fig.1　Four unit pouring system

2　给定直浇道的浇注系统设计方法

以大孔出流理论为基础,在给定直浇道尺寸

收稿日期:2020-03-04

作者简介:王　剑(1982-),河北定州人,学士,工程师.主要从事铸造技术方面的工作.电话:13472221800,
E-mail:wj0312@163.com

A_1、上箱高度 H 和内浇道压头 h_3 的情况下，推导出新的浇注系统尺寸计算方法如下：

(1)设计浇注系统方案。

(2)选取或计算最为合理的浇注时间 τ。

(3)选取流量因数 μ_1、μ_2、μ_3。

(4)用预先选定的压头 h_3 计算平均压头 h_p：

$$h_p=h_3-\frac{P^2}{2c} \tag{5}$$

式中，c 铸件型腔的高度；P 内浇道以上铸件的高度，顶注，$p=0$；中注，$P=\frac{c}{2}$；底注，$p=c$。

(5)计算内浇道截面积 A_3：

$$A_3=\frac{G}{p\mu_3\tau\sqrt{2gh_p}} \tag{6}$$

(6)按式(2)计算 k_2。

(7)由式(4)推导出 k_1 的计算公式：

$$k_1=\sqrt{\frac{H}{h_3}k_2^2-k_2^2-1} \tag{7}$$

(8)由式(1)推导出横浇道截面积 A_2 的计算公式：

$$A_2=\frac{\mu_1A_1}{\mu_2k_1} \tag{8}$$

(9)按式(3)校核横浇道压头 h_2。

3　设计方法示例

某造型线上砂箱高度 20 cm，现有直浇道直径 3.5 cm(截面积 9.62 cm²)，浇口杯高度 8 cm，直浇道长度即 12 cm。

生产某铸件重量 25 kg，顶注，预设内浇道压头 h_3=10 cm。浇注系统计算过程如下：

(1)计算浇注时间 $\tau=\sqrt{G}+\sqrt[3]{G}=\sqrt{25}+\sqrt[3]{25}=7.92$ s

(2)取流量因数 $\mu_1=0.6$、$\mu_2=0.6$、$\mu_3=0.55$

(3)平均压头 $h_p=h_3-\frac{p^2}{2c}=10$(cm)

(4)计算内浇道截面积

$$A_3=\frac{G}{p\mu_3\tau\sqrt{2gh_p}}=\frac{25}{0.007\times0.55\times7.92\times\sqrt{2\times981\times10}}=5.85(\text{cm}^2)$$

(5)计算 $k_2=\frac{\mu_1A_1}{\mu_3A_3}=\frac{0.6\times9.62}{0.55\times5.85}=1.79$

(6)计算

$$k_1=\sqrt{\frac{H}{h_3}k_2^2-k_2^2-1}=\sqrt{\frac{20}{10}\times1.79^2-1.79^2-1}=1.49$$

(7)计算 $A_2=\frac{\mu_1A_1}{\mu_2k_1}=\frac{0.6\times9.62}{0.6\times1.49}=6.46$ (cm²)

(8)校核

$$h_2=\frac{k_1^2+k_2^2}{1+k_1^2+k_2^2}H=\frac{1.49^2+1.79^2}{1+1.49^2+1.79^2}\times20=16.9\ (\text{cm})$$

h_2>12 cm，即直浇道呈充满状态。

因 h_3 为预先选定，免于校核，可以实现横浇道充满，内浇道流量可控。

4　本设计方法适用范围的探讨

在上述示例中，直浇道等参数不变的情况下，通过改变不同浇注重量，得到结果如表 1。

表1 相同工艺参数，不同浇注重量计算结果对比

Tab.1 Comparison of calculation results of the same process parameters and different pouring weight

序号	G	τ	H	A_1	μ_1	μ_2	μ_3	h_3	A_3	k_2	k_1	A_2	h_2
1	5	3.9	20	9.62	0.6	0.6	0.55	10	2.35	4.47	4.35	2.21	19.5
2	10	5.3	20	9.62	0.6	0.6	0.55	10	3.49	3.01	2.84	3.39	18.9
3	15	6.3	20	9.62	0.6	0.6	0.55	10	4.39	2.39	2.17	4.43	18.3
4	20	7.2	20	9.62	0.6	0.6	0.55	10	5.16	2.03	1.77	5.43	17.6
5	25	7.9	20	9.62	0.6	0.6	0.55	10	5.85	1.79	1.49	6.46	16.9
6	30	8.6	20	9.62	0.6	0.6	0.55	10	6.48	1.62	1.27	7.55	16.2
7	35	9.2	20	9.62	0.6	0.6	0.55	10	7.07	1.49	1.10	8.76	15.5
8	40	9.7	20	9.62	0.6	0.6	0.55	10	7.61	1.38	0.95	10.14	14.7
9	45	10.3	20	9.62	0.6	0.6	0.55	10	8.13	1.29	0.82	11.79	14.0
10	50	10.8	20	9.62	0.6	0.6	0.55	10	8.62	1.22	0.69	13.87	13.2
11	55	11.2	20	9.62	0.6	0.6	0.55	10	9.09	1.15	0.58	16.69	12.5
12	60	11.7	20	9.62	0.6	0.6	0.55	10	9.54	1.10	0.46	21.03	11.7
13	65	12.1	20	9.62	0.6	0.6	0.55	10	9.98	1.05	0.33	29.50	11.0
14	70	12.5	20	9.62	0.6	0.6	0.55	10	10.40	1.01	0.14	69.88	10.2
15	75	12.9	20	9.62	0.6	0.6	0.55	10	10.80	0.97	——	——	——

通过这些数据可以看到，在指定的造型线上，随着铸件重量 G 的增加，内浇道截面积 A_3、横浇道截面积 A_2 也随之加大，k_2、k_1 则随之减小，h_2 也随之减小。

当 $\sqrt{\frac{H}{h_3}k_2^2-k_2^2-1}<0$ 时，k_1 无解。如表 1 所示，铸件重量 75 kg 时，k_1 无解。

当 h_2 小于直浇道长度时，有增加夹渣卷气的风险，将不再适用，需要更改直浇道尺寸。如表 1，铸件重量 55 kg 以上时，h_2 小于 12 cm，不满足设计要求。这也是迁就固定尺寸直浇道的不足。

当生产小重量铸件时，会出现 A_2 尺寸很小，h_2 较大的情况，这使得横浇道流速增加，不利于熔渣上浮。这种情况下可以做成阻流式浇注系统，加大横浇道尺寸，并局部增加缓流搭接，通过阻流片的面积来控制流速。从浇口杯到阻流片这一段封闭性强，有利于挡渣。从阻流片流出的金属液进入宽大的横浇道，流速减慢，有利于渣子上浮[2]。或是增加每箱铸件数量，来解决这一问题。

可以将表 1 中的计算结果做成曲线，以方便使用，如图 2。

有新品需设计工艺时，可以直接从曲线上选取相应的浇道尺寸来使用。

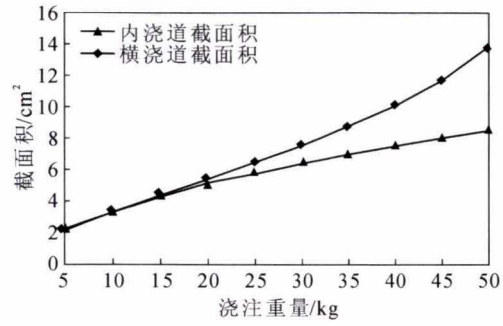

图 2 截面积-浇注重量曲线

Fig.2 Sectional area pouring weight curve

(H=20 cm，A_1=9.62 cm²，h_3=10 cm，直浇道长度 12 cm，μ_1=0.6、μ_2=0.6、μ_3=0.55)

5 结语

通过这一设计方法，可以使用同一直浇道实现一定范围内的不同产品，均能达到内浇道出流速度合理，且浇注过程中浇道呈充满状态的设计要求。

本方法不强调浇注系统是封闭式还是开放式，也不需要预先选择浇注系统各单元截面比，改为选定内浇道压头、校核横浇道压头来设计浇注系统。使计算过程更具有合理性。

参考文献：

[1] 魏兵，袁森，张卫华. 铸件均衡凝固技术及其应用[M]. 北京：机械工业出版社，1998.

[2] 中国机械工程学会铸造分会. 铸造手册铸造工艺卷 [M]. 北京：机械工业出版社，2003.

(上接第 465 页)

要求。

2.5 装机考核

耐烧蚀复合材料风帽经内蒙古京能某电厂装机使用考核，抵抗锅炉煤粉燃烧烧损性能良好，使用寿命是金属风帽的 1.3 倍以上。

3 结论

(1)采用消失模真空吸铸工艺，高温钢液铸渗到风帽模型涂料层的硅石砂砂粒间隙内，产生化学与机械粘砂，形成了厚度 2.0~2.5 mm 金属与砂粒的耐烧蚀陶瓷层，并与风帽金属本体结合牢固。其熔点高，风帽的抗高温烧蚀性能好。

(2)耐烧蚀复合材料风帽在火电厂锅炉设备内，先被烧损的是其表面的陶瓷层，后往金属本体内里烧损，从而延长了被烧损的时间，其使用寿命是金属风帽的 1.3 倍以上。

(3)与树脂砂铸造工艺比，消失模铸造生产耐烧蚀复合材料风帽所需设备与辅具少，操作技术简单，耐烧蚀陶瓷层厚度较深，生产成本低和生产效率高，推广应用前景看好。

参考文献：

[1] 中国机械工程学会铸造专业学会，铸造手册·铸造工艺[M]. 北京: 机械工艺出版社，1994.

[2] A. M. Alper, High Temperature Oxides, Academic Press U.S.A. [M]. 1960, 273-284.

[3] 谢敬佩，李卫，宋延沛，等. 耐磨铸钢及熔炼[M]. 北京: 机械工艺出版社，2003.

[4] 郭在在，曹剑武，牟晓明，等. 一种镶嵌铸铁管的石墨内衬板制造方法[J]. 铸造技术，2018，39(12):100-102.

[5] 大冶钢厂，电炉钢生产[M]. 北京: 冶金工业出版社，1977.