

# 钢锭, 下注, 注速, 钢锭模, 钢液高度

## 46-48 钢下注最佳注速与钢锭模中钢液高度的关系

A. П. Огурцов

O. A. 章月珍 TF771

在分析钢锭表皮层的热工作业、钢锭中产生的应力、及其在钢锭和钢锭模间形成缝隙瞬间的强度基础上<sup>[1]</sup>, 得到确定钢下注最佳注速的公式:

$$W_{\text{раз}}^{0.8} = \frac{\frac{1}{\tau} \frac{k_0}{1-n} [(\tau_0 - \tau)^{1-n} - \tau_0^{1-n}] - \frac{\delta}{\Delta\tau} [(C_p)_{\text{ж}} T_B + P_{TB} (L - C_{TB} T_K)]}{0.0545 \frac{\lambda_{\text{ж}}}{D} D^2 \frac{c_p}{\lambda_{d0}})^{0.8} (T_{\text{ж}} - T_B)} - \frac{\frac{\delta}{\Delta\tau} (c_p)_{\text{ж}} + 7 \frac{\lambda_{\text{ж}}}{D}}{0.0545 \frac{\lambda_{\text{ж}}}{D} (D^2 \frac{c_p}{\lambda_{d0}})^{0.08}} \dots\dots\dots (1)$$

其中 $\lambda$ 、 $C$ 、 $P$ —钢液或硬表皮层的导热率、比热和密度;  $D$ 和 $d_0$ —分别为钢锭模直径(引用的)和进入钢锭模的钢流直径(水口直径);  $T_{\text{ж}}$ 、 $T_B$ 、 $T_K$ —分别为充填钢锭模的钢水温度、铸成温度和硬表皮层温度;  $\Delta\tau$ —钢锭和钢锭模间缝隙形成的时间;  $\tau$ —流动时间;  $\delta$ —钢锭表皮层厚度;  $k_0$ 、 $\tau_0$ 和 $n$ —常数分别等于 $21.53 \cdot 10^0$ 、 $23.89$ 、 $0.8$ ;  $L$ —结晶比热。

而且, 把按此公式的多次计算结果与试

$$\Delta t_{\text{н}} = (T_{\text{нвч}} - T_{\phi}) \frac{8}{\sqrt{5}} \frac{b\phi}{(c_p)_{\text{ж}} d_{\text{ч}}} \sqrt{\tau_1} \dots\dots\dots (2)$$

$$\Delta t_{c, \text{п}} = (T_{\text{нвч}} - T_{\phi}) \sqrt{\frac{(\lambda c_p) \Phi \tau_1 L_{\text{п}} p N}{P_{\text{жм}}}} \dots\dots\dots (3)$$

(3) Рыбин О. Н. 等《电炉炼钢生产的新工艺和新设备》, 冶金科学研究所车里雅宾斯克研究分院, 1989, 58—60

(4) Туркдоган Е. Т. 《高温物化过程》冶金工业出版社 1985, 344

(5) Suito H. 等《日本钢铁学会会报》24, 1989, 257—265

(6) Зубарев А. Г. 《连续铸钢生产的理论和

验数据进行比较, 表明无论在钢锭模铸满至临界截面时(对此曾得到计算公式), 或高于临界截面情况下, 都有必要将它们向增大方向作某些修正。并且, 在浇注最初(起初3—5秒)钢锭模中钢液面上升的最佳速度, 应从钢沿汤道流动(在进入锭模前)时钢尚未凝固的条件进行计算。为此必须考虑中注管和汤道中金属温度的降低 $\Delta t_{c, \text{п}}$ , 由下列公式确定<sup>[2]</sup>;

工艺》冶金工业出版社, 1986, 232

(7) Швед Ф. И. 《钢》(俄)(4)1989, 34—36

(8) Мишин В. Г. 等《钢》(俄)(8)1989, 20—22

李殿盈摘译自《钢》(俄)(11)1990, 39—41

唐文彬 校

其中  $T_{\text{наг}}$ —中注管进口处金属温度;  $T_{\phi}$ —中注管耐火管砖的温度;  $b_{\phi} = \sqrt{(\lambda c p) \phi}$ ,  $c$ 、 $p$ —分别为耐火材料的热容量和密度;  $d_{\text{н}}$ —中注管的内径;  $\tau_i$ —钢锭模和帽口铸满时间;  $T_{\text{наг}} = T_{\text{наг}} - \Delta t_{\text{н}}$ ;  $L_{\text{нр}}$ —汤道长度;  $N$ —底盘中汤道数量;  $m$ —一块底盘的钢锭重量。

所作的计算表明,当盛钢桶中钢水过热高于凝固温度  $50^{\circ}\text{C}$  时(符合于工艺规程要求),最小允许的金属浇注速度应是 350 毫米/分钟。在铸满最后底盘时,此时盛钢桶中钢水过热符合于钢浇注工艺规程要求的下限( $40-50^{\circ}\text{C}$ ),应特别注意要保证打开塞棒(闸板)期间的浇注速度稍高于计算的速度。

以后,汤道内表面烧热,金属热损失(钢水温度降低)明显下降,浇注速度应减小。而且在分析凝固壳附近钢液运动速度(环流速度)变化的特征和强度基础上,可得出此减小值。

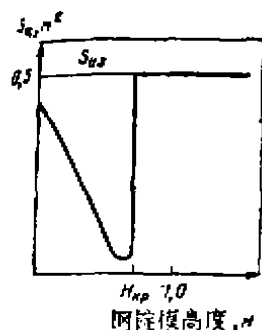


图1 与钢锭模中钢水高度有关的镜面上环流面积  $S_{\Pi}$  的变化 ( $H_{\text{нр}}$ —临界截面高度等于  $\sim 0.5-0.7$  米  $S_{\text{нз}}$ —钢锭模截面等于  $0.5 \text{ 米}^2$ )

因为根据下注法铸满钢锭模时钢液环流通用图(3),在锭模任一层位置上环流所处的面积按照图1所示的关系曲线发生变化,不难表明凝固壳附近环流速度将如图2所示那

样发生变化。

初看好像注速应明显提高,因为临界截面后环流速度急剧下降。然而应注意,当钢水高度上升高于  $H_{\text{нр}}$  时钢锭模下部(至临界截面)环流的方向性和强度(速度)发生变化(减小),不像图2所示钢液面那么快,而明显地减慢。这些环流(在钢锭模下部)对注速显著提高时钢锭表皮层有影响(生长速度减小或稍稍熔化)。根据最近的意见,临界截面钢液面通过后,最佳注速应是起初增加十分缓慢,且只是经过某一时间(约1分钟)后,当临界截面中表皮层的强度条件达到所要求的厚度时(1),可以明显加快。

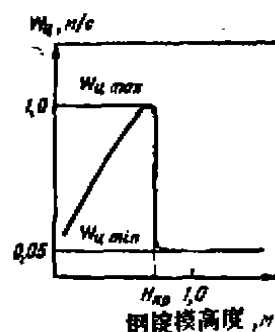


图2 与钢锭模中钢水高度有关的钢液面上环流速度  $W_{\Pi}$  的变化 [ $W_{\Pi \text{ max}} \approx 1.0-1.5$  米/秒  $W_{\Pi \text{ min}} \approx W$  (直流)  $\approx W$  (钢水浇注线速度)]

分析下注钢锭模中钢液状况(其流体动力学)和利用方程(1)所计算的结果,可得出证明上面所述的最佳注速与钢锭模中钢液面位置(图3)的关系。

显然,浇注时间具体的注速大小(钢锭模中不同的钢水高度)将是不同的,它与钢水温度有关,然而,注速变化特征应如图3所示。

当浇铸工段有微型电子计算机、或计算机输入端与输出端时,在向计算机输入有关钢水温度和成分(碳含量)数据的同时,可

以得到(如在数字信号盘上)所推荐的速度。我们是在实验室条件下完成这些计算的,计算结果被用于完善现行的浇铸工艺,并采用造混合渣下注管钢新的浇铸工艺。以

浇铸方法	钢锭铸满	管坯(%)	
	平均时间,分	合格	废品
普通	7.11	99.3	0.7
试验	6.09	99.5	0.5

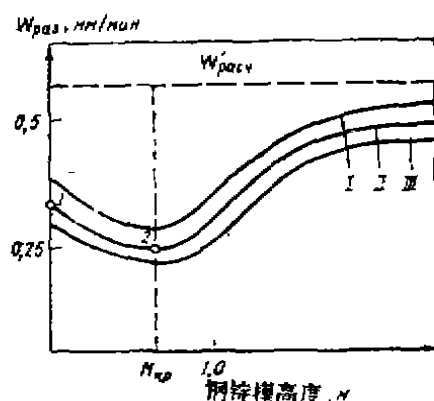


图3 在钢锭模注满过程中,最佳(允许的)注速 $W_{\text{раз}}$ 的变化:曲线I、II、III在 $T_{\text{раз I}} < T_{\text{раз II}} < T_{\text{раз III}}$ 条件下得到的1点是由汤道中钢水未凝固条件得出的〔方程(2)〕2点是按方程(1)得到 $W_{\text{раз ч}}$ ——按方程(1)计算的注速,考虑到钢锭模中高于临界截面的 $W_{\text{II}}$

后,阿塞拜疆轧管厂按与钢模中钢锭水高度有关的浇注速度规定浇注了50炉管钢。

观察管坯表面及按车间现行工艺浇铸的50炉钢制管的结果如下:

		管(%)			
1级	II级(TY)	II级	废品	修理	
90.2	4.62	3.1	2.08	6.7	
93.4	3.45	1.8	1.35	4.5	

因此,试验钢的轧材表面质量比普通钢要高些,甚至尽管是按试验工艺钢锭铸满的平均时间比按现行工艺钢锭铸满的平均时间要少15%—20%(平均速度高)。

上面介绍的锭模铸满过程中最佳注速的计算方法建议应用于实践。

### 结论

本文说明了钢水浇注线速度必须随钢锭模中钢水高度而发生变化。实践证明,甚至在平均浇注速度(按钢锭高度)有所提高情况下,钢锭表面及由其轧制的产品质量也能提高。

### 参考文献

- [1] ОГУРЛОВ А.П.等《冶金学和炼焦化学》(俄)(77)1982, 87—92
- [2] Баландин Г.Ф.《铸件形成原理》(俄)机器制造工业出版社1976, 328
- [3] Ефимов В.А.等《钢浇铸的改进方法》(俄)冶金工业出版社。(5)1983, 184

章月珍译自(俄)《黑色冶金学》

(5)1988, 38—40

唐文彬 校