实行液芯加热轧制是节能和提高成坯率的有效措施

范振武　魏大伦

（攀钢初轧厂）

（一）情况简介

攀钢炼钢铸锭台与脱模场呈近邻直线布置，为提高钢锭入炉温度从而实现液芯加热轧制创造了有利条件。原设计热锭入炉温度为700℃，但过去热锭入炉温度长期徘徊在600℃左右，没有条件进行液芯加热轧制的试验和推广，煤气单耗高达500Mcal/t坯以上，影响钢锭成坯率，如表1所示。

热锭温度、热锭率、煤气单耗、沸腾钢成坯率比较　　表1

项目 / 年度	热锭温度 ℃	热锭率 %	煤气单耗 Gcal/t坯	沸腾钢成坯率 %
1973	391	58.40	0.47	
1974	747	58.20	0.57	
1975	669	59.60	0.61	
1976	560	64.10	0.81	
1977	608	61.23	0.55	
1978	717	63.74	0.50	90.79
1979	790	81.60	0.41	93.73
1980	837	83.61	0.35	93.27
1981	848	87.89	0.33	93.09
1982	835	87.33	0.32	94.10
1983*	841	80.53	0.33	94.67

*1983年初轧25天大修，冷锭多，热锭率比1982年低，煤气单耗比1982年高

即　(380－280)×0.5%＝0.50元，

1984年攀钢计划产钢170万吨，镇静钢比为60%，即年产镇静钢102万吨。采用浇高自动控制后年经济效益为：

102×0.50＝51万元

可见经济效益是比较大的。

1984年8月，此项技术已在成都钢管厂初步推广应用，效果良好。

（二）液芯加热轧制的效果

把沸腾钢的入炉温度提高到910℃以上进行液芯加热轧制，可全面改善均热炉的各项技术经济指标。

从表2看出，提高钢锭入炉温度，进行沸腾钢锭液芯加热轧制，经济效益显著。攀钢与北京钢铁学院合作，首先进行了“沸腾钢锭液芯加热轧制”的研究，并在实验室进行了模拟试验和现场工业性试验，由冶金部组织鉴定后普及推广。

提高热锭温度，几种加热方法的对比　　表2

序　号	温度水平	炉子产量提高 %	降低单耗 %	备　注
1	一般热锭每提高50℃	7	7.7～9.7	对高碳钢有助于提高质量
2	液芯加热，凝固后轧制	～200	70～85	适用于沸腾钢，烧损减少60%
3	液芯加热 液芯轧制	～300	90～95	适用于沸腾钢，碳偏析降低45%

（三）从模拟实验和工业性试验中找出最佳液芯率

沸腾钢锭液芯加热轧制，既要最大限度地利用高温钢锭的凝固潜热，又要保证钢的内在质量，达到减少金属烧损、提高成坯率的目的；同时，还应解决金属流动与钢锭内部温差问题。温差大，轧制时易产生表面裂纹，因此，需要确定最佳液芯率才能达到降低能耗、提高成坯率、保证质量的目的。通过试验得出，当液芯率≤6%时，按现场规程轧制，与非液芯轧制基本相同，不会产生任何缺陷，当液芯率＞6%时，轧制有轻微的鼓肚现象，但可通过增加轧制道次和减少压下量的方法来消除。

（四）液芯钢锭加热制度

正常的液芯钢锭加热制度，即所谓的“L”烧钢方法，其燃料消耗量随时间的变化呈“⌋”形，如图1所示。

若传搁时间很短，小于规定时间，为保证出炉轧制钢锭的液芯率不大，就必须增加钢锭的在炉时间，钢锭需给少量煤气在炉内焖钢。这种供热制度如图2所示。

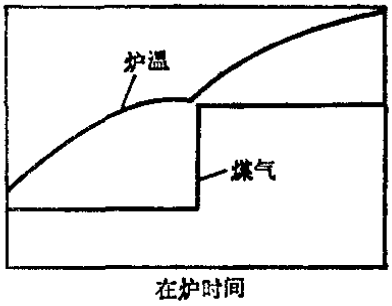

图1　液芯钢锭的加热制度

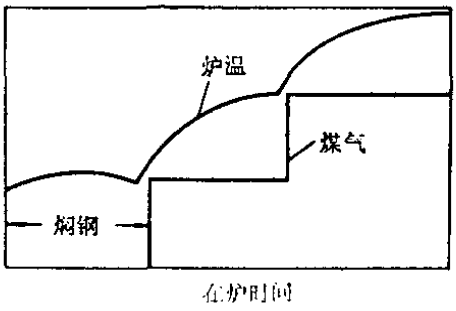

图2　液芯钢锭有焖钢段的加热制度

（五）缩短热锭传搁时间，提高钢锭温度，实现液芯加热和轧制

1.缩短传搁时间

为确保液芯加热轧制需获得入炉温度在910℃以上的液芯锭，为此做了两种脱模试验以寻求最佳的传搁时间和加热方法。

（1）炼钢脱模

为保证钢锭的传搁时间小于70～80 min[1]，在8.5t沸腾钢锭传搁规程的基础上，做了不同静置时间的试验，其结果列于表3。

由表3看出，传搁时间小于80min的炉次占总平均炉数的58.7%。这说明只要合理调整各工序所需的时间，或者在传搁过程中进一步加强管理，就能够满足小于80min的要求。

炼钢脱模不同静置时间统计　　表3

工序＼时间，min（炉数）	<10	10～14	15～16	17～19	20～24	25～29	≥30	规程规定时间	备注
铸完静置	0	5	3	5	4	5	9	30	没发现异常
运往脱模	9	10	1	2	5	2	2	30	二炉、一炉一送
脱模	2	17	2	5	3	1	1	20	软钩脱模
运初轧	16	3	4	5	2	0	1	15	
初轧装炉	1	9	9	7	1	1	3	15	铸车与坑不对位

（2）初轧脱模

为获得大于1000℃的液芯锭的加热方法，作了初轧脱模试验，结果钢锭入炉时的实际温度都大于1000℃。当然，传搁时间就必然小于80min。

2.液芯钢锭的加热和轧制

在模拟实验的基础上共进行了36炉，现场工业试验结果列于表4。

工业性试验综合统计　　表4

平均模内外时间 min	平均入炉锭温 ℃	煤气平均流量 m^3	平均热负荷 $\times10^6$kcal	平均单耗 $\times10^6$kcal/t锭	平均最高炉温 ℃	平均氧化铁皮厚度 mm	平均烧损 %
136	937	3079	5.968	0.0743	1290	2.56	0.51
有15炉超过150 min	有5炉低于909℃ 二炉大于1000℃	统计了35炉	统计35炉		统计35炉，4炉超过1350℃	统计31炉	统计31炉

要使沸腾钢能实现液芯加热轧制，必须合理地分配钢锭在各工序的停留时间，保证钢锭铸完到出炉的总传搁时间在130 min内。

液芯钢锭在炉内属于均热过程，同样的锭温而均热方法不同，各项指标也有所不同。由于它在炉内加热时间短，炉温比一般锭的炉温要低40～50℃，所以煤气单耗低，烧损率降低0.5%，杜绝了钢锭烧化，提高了钢锭成坯率。由此看来，实行液芯加热轧制，是节能和提高成坯率的有效措施。

（六）1983年液芯加热和轧制的情况

1. 生产情况及经济效益

鉴定转产后，利用攀钢现有的生产条件，1983年达到和实现液芯加热轧制820炉，计98400t，占热锭17.16%；成坯率由一般加热轧制的94.67%上升到95.09%，多产钢坯390t，价值124800元，节约煤气15744Gcal，收益10万元，共创造价值22.5万元；加快了炉坑周转，提高了炉坑作业率；同时，热锭入炉温度、煤气单耗、综合工序能耗跃居全国前茅，取得了显著的效果。实行液芯加热轧制，具有不投资、经济效益大的好处。

1984年第一季度，热锭入炉温度又提高到855℃，沸腾钢锭实现液芯加热轧制的220炉，煤气单耗由1983年同期的0.31Gcal/t锭降低到0.228Gcal/t锭，节约煤气32335Gcal，折合标煤4619t。

2. 液芯加热轧制的措施

为使液芯加热轧制工作顺利进行，鉴定后，对工业试验的试行规程进行了修改、完善，将液芯锭的整个传搁时间明确规定为："钢锭在模内总时间为50min（铸完静置25min，运往脱模10min，脱模15min），模外总时间为80min（脱模送初轧15min，装炉15min，在炉50min）；加热最高温度1220℃～1260℃"。同时针对可能出现的产品质量问题，提出了避免和补救措施，经过试行验证，新规程符合生产要求，效果良好，且工人易于掌握。现已正式纳入技术操作规程。

参　考　文　献

〔1〕北京钢铁学院、攀枝花钢铁公司，沸腾钢锭液芯加热轧制试验总结（内部资料），1981、12

（上接第24页）

五、结　　论

1.攀枝花钛精矿预还原密闭电炉冶炼酸溶性钛渣试验，冶炼过程中操作平稳，炉料自沉，不结壳。连续冶炼62炉，实现了连续加料，连续冶炼，定期出炉。钛渣平均含$TiO_2$75.35%，半钢含硫平均为0.101%。每吨钛渣耗：还原球1.55t，石油焦73.28kg，石墨电极16.02kg，电1862度。TiO_2回收率99.05%。

2.钛渣和半钢含硫量降低，钛渣含硫量符合硫酸法制钛白的要求，酸解率平均>94%，半钢不经炉外脱硫，可以代替废钢直接冶炼出合格的低合金钢。

3.冶炼钛渣电炉的工作电压选择是决定生产率、原料和电能单位消耗指标水平的主要因素之一，同时也是能否实现埋弧冶炼操作的先决条件。

参　考　文　献

〔1〕Цветные металы，7(1978)，54
〔2〕Institution of Mining and Metallurgy，Transaction/Section，Vol.78，6(1978)，120—125
〔3〕冶金工业部赴挪威考查组，挪威钛工业及铁合金考查报告，1981年3月
〔4〕挪威将于1985年建成钛渣厂，国外钒钛，1(1983)
〔5〕周昌言、许文照等，褐煤还原攀枝花钛精矿工艺的研究，钢铁钒钛，2(1982)
〔6〕梁素荣、黄守华等，攀枝花钛精矿预还原球团冶炼酸溶性钛渣试验，1982年6月
〔7〕Аризниченко，В.А.等，国外钒钛，1975年第五辑，44—50
〔8〕Nafzlger，R.H.，Jordan，R.R.，国外钒钛，5(1983)，68—77
〔9〕纳道尔斯基，A.П.，海绵钛生产过程和设计计算，国外钒钛，1(1983)
〔10〕邓国珠，国外钛渣生产和研究概况，1980年2月
〔11〕莫畏等，钛冶金，冶金工业出版社，1979年6月