

连铸信息网 学术会议论文集

(1991年——1993年)



冶金部连铸信息网

1994年9月

连 铸 信 息 网 学 术 会 议 论 文 集

(1991 年——1993 年)

冶 金 部 连 铸 信 息 网

1994 年 9 月

前 言

全国连铸信息网第二次全网网会定于1994年9月在四川成都召开。为了促进此次会议的学术交流,积极传输连铸工作信息,我们将1991年第一次全网网会以来各分网会(1991年马钢主持召开的华东分网会;1992年重钢主持召开的西南分网会;1993年韶钢主持召开的中南分网会)及1992年召开的全国小方坯达产经验交流会的会议论文,共计48篇,汇编成册,供同仁参考。

由于编者的水平有限,编辑和删改中不当之处请作者原谅,并欢迎提出宝贵意见。

感谢论文作者对连铸信息网工作的支持。

全国连铸信息网

1994年8月

目 录

1. 连续铸钢技术的发展和展望	钟华果(1)
2. 提高连铸钢水质量促进连铸高速发展	黄为民(8)
3. 一炼钢板坯连铸及轧制工艺研究	梁永安(12)
4. 马钢超低头板坯连铸工艺技术探讨	孙 维(18)
5. 马钢第三炼钢厂小方坯连铸机工艺改进与设备改造的实践	(22)
6. 连铸大包长水口固体密封剂保护浇注工业试验	周远华(26)
7. 应用镁质绝热板中间罐生产连铸硬线钢的试验研究	孟宪常 刘 明(30)
8. 中间包双隔墙技术在柳钢的应用试验	梁 华 青兆民(37)
9. 中间包快速更换技术的应用	吕忠宏(41)
10. 改进伸入式水口设计以提高铸坯质量的研究	彭胜堂 严友梅(45)
11. 小方坯连铸中包水口结瘤及对策	罗光国(54)
12. 重钢二炼厂板坯连铸机防止悬挂漏钢的工艺措施探讨	余挺进(58)
13. 小方坯连铸机结晶器出口坯壳厚度经验公式的确立	马进良 李超立 王广顺(63)
14. 马钢二钢小方坯连铸二冷配水改造研究	陈永芳 刘德华 陈家祥(71)
15. 板坯连铸品种工艺试验研究	黄社清(83)
16. 连铸板坯质量与工艺控制的关系	黄社清(94)
17. 通钢 R5250 型小方坯连铸机钢坯表面质量的控制	李再新 朴峰云 王明春(100)
18. 对我厂连铸坯质量缺陷的探讨	顾德成(103)
19. 高碳钢连铸工艺及克服中心缺陷的途径	王讯利 张振华(107)
20. 工艺因素对板坯表面纵裂纹的影响	(111)
21. 连铸板坯中心裂缝缺陷对钢板质量影响的研究	徐海光 肖次也(116)
22. 连铸 1 Cr18Ni9Ti 生产工艺研究	(119)
23. 水平连铸 45Mn ₂ 圆管坯生产	邓长宁(129)
24. 水平连铸 $\varnothing 200$ mm 圆管坯试验总结	顾 维(131)
25. 浅谈小方坯脱方的现场控制技术与方法	曾炎城(135)
26. 我国小方坯连铸机达产问题与经验	张定基(138)
27. 提高八流小方坯铸机连浇炉数实现达产 126 万吨	(144)
28. 加强连铸设备管理,提高其可开动率	徐 松(150)
29. 加快全连铸生产步伐,提高企业竞争力	吴国清(155)
30. R5-25 米小方坯连铸机达产和晋等工作实践	王 进(160)
31. 涟钢转炉全连铸改造与实施	张靖修(165)
32. 柳钢板坯连铸回顾与展望	梁 华(168)
33. 技改推动方坯连铸机生产	邓 威(173)

34. 方坯连铸达产的实践分析	(177)
35. 谈谈杭钢连铸生产的几个问题	张鑫泉(179)
36. 技术进步使我厂连铸生产迈上新台阶	刘景新 杜喜明 陈晓平(183)
37. 依靠技术进步、发展连铸生产	张志东 于 杰(187)
38. 引进意大利 BSC—60—150 型连铸机生产实践	张铁城(189)
39. 依靠技术进步 加强科学管理 促进连铸生产跃上新台阶	王辉斌(193)
40. 小方坯连铸机现场设备管理浅谈	(198)
41. YEWPACK 系统在板坯连铸中应用	谢 斌(203)
42. 水——乙二醇在连铸机液压系统中应用的探讨	杜 毅(207)
43. 我国连铸用耐火材料概况	(212)
44. 我国连铸保护渣的现状及其存在的问题	迟景灏(216)
45. 宝钢连铸用耐材国产化的进展	唐晓燕 陈荣荣(220)
46. 铝碳质中间包用新型塞头砖的试制及应用	高天象 袁建军 李妙发(225)
47. 连铸中间包绝热板的生产和使用	周世荣 代廷建 徐泽候(203)
48. 连铸用耐材的开发、生产和使用	(235)

连续铸钢技术的发展和展望

(武汉钢铁设计研究院情报室 钟华果)

摘要 连铸技术在八十年代迅速发展,致使普通碳素钢生产进入普遍实行连铸坯热装、热送轧制的崭新发展阶段,而特殊钢生产则进入扩大连铸钢种和提高连铸比的飞跃发展阶段。本文首先叙述连铸生产的发展现状,然后概述连铸技术的进步,最后展望国内外连铸发展趋势。

1 连铸生产蒸蒸日上

最近十年,国内外连铸生产欣欣向荣,发展势头方兴未艾。这表现在连铸比的上升、连铸机台数的增多、连铸钢种的扩大,全连铸钢厂或车间的增加、铸坯热装及直送轧制工艺的迅速发展、多炉连浇创造了新记录。现分项简述如下:

1.1 连铸比不断上升

全世界连铸比在 1979 年的 25%。而在 1989 年约达 60% (文献[1]报道,1989 年全世界连铸比为 61.8%,但不包括我国等),即在 10 年间,全世界连铸比增加一倍多。在 1989 年,全世界实行全连铸的国家有两个,即丹麦和爱尔兰;连铸比在 90% 以上的国家和地区共 11 个,即法国、意大利、澳大利亚、芬兰、日本、南朝鲜、中国台湾省、比利时、卡塔尔以及上列两个全连铸国家。西德在 1989 年的连铸比接近 90%。

这些国家的普通碳素钢几乎全连铸了。例如,日本 1987 年普碳钢连铸比为 97.6%,特殊钢连铸比为 79.4% [2]。

我国近十年连铸比上升幅度较大。1980 年连铸比仅为 6.2%,1989 年达 16.38%,1990 年上升到 22.4%,虽然我国连铸比与国外工业发达国家相比,差距还大,但这十年的连铸发展速度的确是较快的。

1.2 连铸机台数增多

从 1979 年初到 1989 年底,国外文献报道的全世界连铸机统计数据如下:

时 间	1979年初	1982年初	1986年中期	1989年底
台 数	875	1143	1318	1442

与 1979 年相比,1989 年全世界连铸机台数净增 567 台或约增 64%。此外,近十年还改造了不少连铸机,不仅扩大连铸生产能力,而且提高铸坯质量。

我国近十年新建了不少连铸机,连铸能力增长如下:

年 份	拥有台数	生产能力 (万吨/年)	实际产量 (万吨/年)	连铸比 (%)
1980	25	345	230	6.2
1985	49	641	502	10.75
1989	110	1929.5	1004	16.38
1990			1480	22.4

1.3 连铸品种增多

现在,普通碳素钢的连铸已不成问题;可以说,在生产正常的连铸车间,普通碳素钢的连铸就像模铸那样进行,并不稀奇了。

特殊钢或合金钢的连铸钢种已显著扩大。目前,除了各种不锈钢钢种之外,还可浇铸许多种合金结构钢、工具钢、弹簧钢、易切钢、轴承钢、调质钢等。例如,过去认为是连铸禁区的轴承钢,现在已有许多钢厂连铸成功,并大批量生产,其中包括日本大同钢公司涩川厂和知多厂、神户钢铁公司神户厂、山阳特殊钢公司姬路厂、联邦德国马克西米利安公司罗森贝格厂、克虏伯钢公司盖斯威特厂、勒

希林·布尔巴赫公司伏克林根厂、蒂森公司鲁洛特厂、克虏伯南威斯法伦公司齐根厂、法国东方优质钢公司阿贡当日厂、美国蒂姆肯滚珠轴承钢公司坎顿厂、比利时马戈特奥厂、印度比哈尔合金钢公司帕特拉托厂、英国钢铁公司斯托克布里奇厂等。

我国最近几年建成投产一批合金钢连铸机,已扩大了我国的连铸钢种,其中包括轴承钢的连铸。

1.4 全连铸车间或钢厂增多

苏联新利佩茨克冶金工厂电炉车间于1959年就实现了全连铸;它是全世界第一个实现全连铸的车间。尽管如此,在六十年代和七十年代,全世界实行全连铸生产的车间或钢厂为数不多。但是,在八十年代,随着连铸技术的进步,全连铸车间或钢厂不断增加,其发展势头如雨后春笋。现在,新建普碳钢厂上连铸机,都考虑全连铸;采取的主要措施是配备具有加热功能的炉外精炼设备,主要是用电弧加热的钢包炉。当然,有的厂考虑了过冷钢水回炉的措施。

我国武钢二炼钢于1985年就已实现全连铸;无锡县锡兴钢铁联合公司炼钢分厂第二炼钢车间和西安钢铁厂二炼钢都在1989年实现了全连铸,在全国树立了榜样。

1.5 热装工艺和直送轧制工艺迅速发展

目前,国外一些钢铁工业发达国家的钢厂已普遍实行热装工艺。日本1988年热装率就已接近60%,近几年又有所上升。新日铁钢铁公司所属各厂1988年热装率平均达到80%,热装温度平均 800°C [3]。日本在1980年以后建成的连铸车间,一般都用高速保温车或保温辊道与热轧车间的加热炉相连。西德1989年连铸板坯的热装率约40%[4]。

迄今,国外已有新日铁钢铁公司堺厂和八幡厂、日本钢管公司福山厂、美国纽柯公司诺福克钢厂实现了板坯直送轧制工艺。

我国武钢二炼钢已多年实行板坯热装工艺,无锡县锡兴钢铁联合公司炼钢分厂第二

炼钢车间的小方坯连铸机,于1989年2月也已实行热装工艺,热装温度达 $800\sim 880^{\circ}\text{C}$ 。宝钢两台板坯连铸机设计热装率50%,热装温度预计为 $500\sim 800^{\circ}\text{C}$ 。

1.6 长时间多炉连浇创造了新记录

为了长时间多炉连浇来提高生产率,已采取了各种措施,例如,快速更换钢包和中间罐、自动快速更换浸入式水口、异钢种快速接浇、板坯结晶器快速自动调宽等。现在,国外有的钢厂连铸机多炉连浇持续时间长达一个月,例如,日本川崎钢铁公司水岛厂5号连铸机从1989年5月13日到6月13日,连浇了806炉钢,历时736小时,浇铸出的板坯累计长达110公里[5]。实际上,在此情况下多炉连浇炉数的最高值取决于规定的设备预防性检修期或铸坯的订货批量。

我国也有一次连浇100多炉的先例,作出了榜样,例如,韶钢钢铁厂小方坯连铸机1988年一次连浇过101炉钢,武钢二炼钢板坯连铸机一次连铸过117炉钢。只要不断改革和创造条件,我国定能一次连浇几百炉钢。

2 连铸技术飞跃发展

连铸技术的发展是多方面的,表现为解决各种问题而开发和应用相应的技术措施。就此而言,可分为改善铸坯质量、提高铸机生产率、节能、缩减工序或生产流程以及自动控制这几方面的技术措施。当然,其中有些技术措施是在几个方面都是起作用的。此外,对板坯、大方坯、小方坯连铸来说,要采取的技术措施不尽相同。下面,仅对一般弧形和立弯式连铸机概括地列出这五方面的技术措施,从而可知连铸技术发展的程度。

2.1 改善铸坯质量的技术措施

①表面质量和皮下质量

A. 为防止夹杂物和气孔的形成

- 1) 钢水炉外精炼或处理;
- 2) 保护浇注技术;
- 3) 优化中间罐形状和扩大容量;
- 4) 中间罐内设堰式和坝式挡渣墙;

- 5) 保证适宜的浇注温度;
- 6) 精确控制结晶器内钢液面高度;
- 7) 采用适宜的浸入式水口。

B. 防止表面裂纹(纵向角裂、面裂;横向角裂、面裂;星形裂纹)

1) 适当的结晶器几何尺寸(特别是锥度);

2) 选择或配制性能适宜的保护渣;

3) 精确控制结晶器内钢液面高度;

4) 精确对准结晶器与其下各扇形段之间的弧线;

5) 采用适宜的振动机构并选择适宜的振动参数;

6) 均匀的二次冷却并实行缓冷;

7) 采用多段结晶器或在结晶器下设梳形件和格栅段;

8) 结晶器铜板镀镍铬。

②改善铸坯内部质量的技术措施

A. 防止或减轻夹杂物的措施

1) 钢水炉外精炼或处理;

2) 采取保护浇注技术;

3) 优化中间罐形状并扩大中间罐容量;

4) 中间罐内设堰式和坝式挡渣墙;

5) 适宜的浇注温度;

6) 采用适宜的保护渣;

B. 防止柱状晶间裂纹和偏析、中心裂纹和中心偏析以及防止点状偏析的措施;

1) 准确的化学成分和浇注温度;

2) 精确调整辊缝和夹辊位置(对准弧线);

3) 电磁搅拌;

4) 压缩浇铸;

5) 在液相穴末端附近采用轻压下技术,包括辊式轻压下(或收缩辊缝)和面压下技术;

6) 多点弯曲和矫直,或者连续弯曲和矫直;

7) 改善铸坯支导条件(采用分节辊、加

设侧导辊)。

③保证铸坯形状合格的技术措施(防止小方坯和大方坯脱方,防止板坯边棱变形)

1) 适宜的结晶器几何形状;

2) 适宜的结晶器锥度;

3) 适宜的辊缝宽度;

4) 加设侧面导坯辊;

5) 均匀的结晶器冷却和二次冷却。

2.2 提高连铸生产率的技术措施

提高连铸生产率的技术措施有三方面的,即加速浇注(提高拉坯速度)、提高作业率和延长多炉连浇时间。

①提高拉坯速度的措施

拉坯速度的提高程度受到铸坯质量的限制。只有在采取上一小节所介绍的一系列保证铸坯质量的措施之后证实已提高和保证铸坯质量的条件下,才可试图稍许提高拉坯速度,或者逐步提高拉坯速度。为此,在一定条件下可采取以下各种措施。

1) 采用较长的结晶器或增设铜板构成多段结晶器;

2) 在结晶器下增设梳形件和冷却格栅,或设步进式冷却导板;

3) 选用性能适宜的保护渣;

4) 改善结晶器振动条件(高频低振幅);

5) 改善结晶器壁润滑状况和采用适宜的结晶器锥度;

6) 延长铸机长度和冶金长度;

7) 采用分节辊,缩小辊距,精确校准夹辊位置;

8) 改进二次冷却方式,实行二冷动态控制;

9) 精确控制结晶器钢液面;

10) 通过测定结晶器振动波形或结晶器壁的摩擦力大小来预测漏钢,并发出报警信号;

11) 准确控制钢水浇注温度,尽量实行低温浇注。

③提高铸机作业率的措施

1)整体更换、机外调整,缩短更换、维修、调整的时间;

2)采用短引锭杆、上装引锭,缩短准备时间;

3)铸机结构坚固耐用,改进振动机构和拉矫机构,尽量减少机械故障;

4)改进水、电、能源介质供送系统、采用自动快速接头或插接装置;

5)应用组合浇铸(双坯或三坯浇铸)、

板坯纵切或可调宽板坯结晶器,以适应订货要求。

③延长多炉连浇时间的措施

1)采用钢包旋转台或钢包车,并采用中间罐车或中间罐旋转台,保证快速更换钢包和中间罐。

2)采用大型中间罐,保证更换钢包时不中断浇注(见图1);

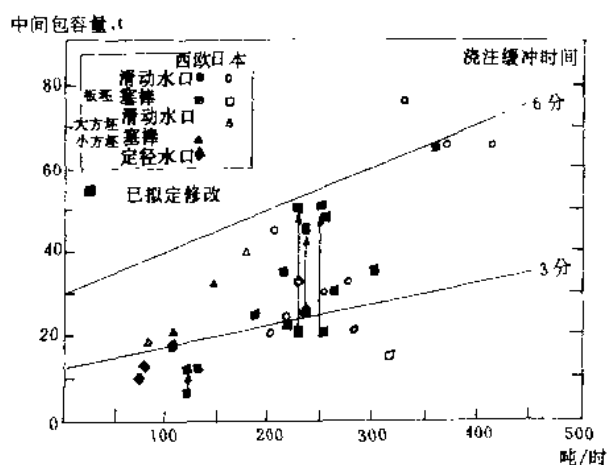


图1 中间罐容量与浇注速率和浇注缓冲时间的关系

3)采取严密的保护浇注装置,并采用气洗水口;

4)对板坯连铸机采用可在浇注过程中调宽的结晶器;

5)长水口自动更换和浸入式水口快速自动更换;

6)异钢种接浇;

7)依靠钢水预处理技术,保证提供合格钢水;

8)采用质量较好的耐火材料。

2.3 连铸节能技术措施

1)实行热装或直送轧制工艺(为此需采取机内外铸坯保温措施或边棱温度补偿措施);

2)改进中间罐干燥和预热方法,以减小能耗;采用冷中间罐技术(即采用绝热板作

内衬工作层);

3)钢包加盖和改善中间罐盖的绝热效果;

4)回收热坯的显热(例如,采用辐射热回收余热锅炉或利用热管回收显热);

5)尽量采用交流电传动装置。

2.4 缩减工序和生产流程的技术措施

1)薄板坯连铸,省去热轧中的粗轧过程;

2)带钢连铸,省去热轧,可直接冷轧成材;

3)异形坯(例如工字形坯)连铸,缩减轧制道次;

4)空心管坯连铸,省掉穿孔过程。

2.5 自动控制技术措施

连铸机自动化操作水平已显著提高,目

前已广泛应用两级控制系统,即第一级控制是由 PLC 微处理机控制各个机组和出坯装置,第二级控制是由过程计算机进行操作的程序控制。实际上这是集中与分散相结合的两级控制系统。有的钢厂的连铸机自动化程度较高(见图 2)。下面以板坯连铸机为例,列出连铸机自动化控制项目。

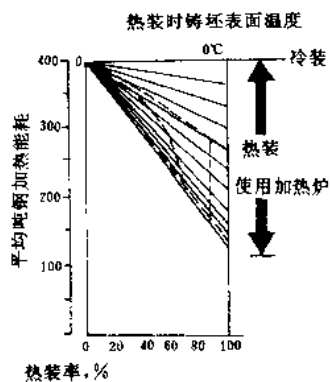


图 2 热装率、热装时铸坯表面温度与加热平均能耗的关系。

- 1) 钢包旋转台的旋转控制与位置监视
- 2) 钢包钢液的重量和温度的检测与控制
- 3) 中间罐预热控制
- 4) 中间罐车走行控制与位置监视
- 5) 中间罐更换及其浸入式水口更换的控制
- 6) 钢包长水口的安装和夹持控制
- 7) 钢包渣流出检测与换包控制
- 8) 结晶器保护渣层厚度检测和保护渣喂送控制
- 9) 结晶器振动装置的控制
- 10) 结晶器钢液面高度的自动检测与控制
- 11) 自动开浇、停浇控制
- 12) 拉漏预测与控制
- 13) 结晶器自动调宽和窄面铜板斜度控制

- 14) 结晶器冷却水流量检测与控制
- 15) 二次冷却控制
- 16) 设备冷却水流量检测与控制
- 17) 经滑动水口和浸入式水口吹入的惰性气体流量和压力的检测和控制,水口堵塞的检测与报警。
- 18) 异钢种接浇用连接件的搬运和插入装置的控制
- 19) 拉坯速度控制
- 20) 引锭杆输送控制与位置监视
- 21) 机内保温装置控制
- 22) 液相穴终点位置控制
- 23) 电磁搅拌控制
- 24) 压缩浇铸控制或轻压下浇铸的控制
- 25) 铸坯跟踪
- 26) 切割自动控制
- 27) 打印控制
- 28) 切割渣、毛刺或飞边清除装置的控制

制

- 29) 出坯保温辊道的控制
- 30) 火焰清理控制
- 31) 夹辊辊缝自动测定装置的控制
- 32) 二冷区喷嘴堵塞情况检测装置的控制

制

- 33) 夹辊和矫直辊的挠度和荷载的测定和调整装置的控制

上面一共列出五个方面的连铸技术措施或项目,其目的在于使读者对比过去,明了连铸技术已取得飞跃发展;也可对比本厂的情况,以便采取相应的技术措施。

3 连铸发展趋势展望

下面分别对全世界和对我国的连铸发展趋势作一展望。

全世界今后的连铸发展将表现在以下几方面:

- ① 估计在九十年代末,多数国家普碳钢生产将连铸化,特殊钢连铸比明显增加;预计本世纪末全世界连铸比将上升到 65% 以上。

② 生产效率高的弧形连铸机仍将长期居主导地位。原有在六十年代和七十年代建成的连铸机将陆续得到技术改造。水平连铸机将有所发展,但仍充当连铸领域的补充手段。

③ 在九十年代末,薄板坯连铸将在带钢生产领域中占很重要的地位。实用的薄板坯连铸机机型(分别由西德施略曼·西马克公司、德马克·曼内斯曼公司、意大利达涅利公司和奥钢联设计的各有特色的薄板坯连铸机,其大部分设备与普通弧形连铸机相同,故均得到实际应用)将优先得到发展。多年试验

研究而发展缓慢的双带式、单辊式或双辊式薄板坯或带钢连铸法将进一步发展,但就普碳钢而言,暂不会用这几种方法从事工业性生产。

④ 国外经验证明,实行热装或直送轧制工艺可显著节能。将热装温度从 300℃ 提高到 800℃ 左右,就可降低加热热能单耗 $100 \times 10 \text{Kcal/t}$ ($416.4 \times 10^6 \text{J/t}$)。冷装、热装、直接热装(指连铸坯出机切割之后,不停地输送到加热炉)、直送轧制这四种工艺的铸坯加热热能单耗如表 1 所示。直送轧制的加热能耗,是补偿铸坯两端和边棱温度用的。

表 1 各种不同工艺的加热能耗及生产持续时间

类 别	符 号	温 度	加热热能单耗	由炼钢到轧制成材的持续时间
冷 装	CCR	室温或 20℃	$270 \times 10^3 \text{Kcal/t}$ ($1129 \times 10^6 \text{J/t}$)	140 小时
热 装	HCR	300~700℃	$180 \sim 120 \times 10^3 \text{Kcal/t}$ ($753 \sim 502 \times 10^6 \text{J/t}$)	6~8 小时
直接热装	DHCR	700~1000℃	$120 \sim 90 \times 10^3 \text{Kcal/t}$ ($502 \sim 377 \times 10^6 \text{J/t}$)	3~6 小时
直送轧制	CC-DR	约 1100℃ ~1200℃	$50 \sim 30 \times 10^3 \text{Kcal/t}$ ($209 \sim 126 \times 10^6 \text{J/t}$)	1.5 小时

鉴于热装和直送轧制工艺节能效果显著,在 90 年代将进一步发展,估计到本世纪末,全世界热装比将达 50%。直送轧制工艺将加速发展;不仅进一步发展板坯直送轧制,而且发展方坯直送轧制工艺;薄板坯连铸连轧工艺将优先得到发展。

⑤ 异形坯连铸将进一步发展,将继续开发空心管坯连铸技术。

在九十年代,估计我国的连铸发展趋势如下:

① 生产普通碳素钢和低合金钢的大、中型钢厂,将继续大上连铸,逐步取代模铸。将有一些钢厂或车间实现全连铸。这是我国本世纪末连铸比将达到 50% 以上的重要条件。

② 我国合金钢连铸起步较晚,但近几

年已建成投产一批合金钢连铸机,为今后发展奠定了基础;在九十年代将扩大合金钢连铸生产,预计到本世纪末其连铸比将达 20%。

③ 我国小型钢厂较多,特别是小型电炉遍布全国。炉容量小,不仅耗能大、不易保证产品质量,并且很难实现连铸工艺。因此,估计我国将会逐步改造现有电炉生产设备和工艺、淘汰一部分效益低的小电炉和小转炉,适当扩大炉容,以适应我国发展连铸的要求。

④ 将一部分特钢钢种移到转炉去冶炼:

电炉冶炼周期长、耗能大;虽然采用炉外精炼装置的情况下可缩短周期和降低能耗,但电炉远不如转炉易于配连铸。国外有的钢厂(见表 2)对某些特殊钢种早已采用或改用

转炉冶炼,并配备炉外精炼装置,钢水连铸成坯。估计我们也会这样做。

表2 国外一些用转炉——炉外精炼——连铸工艺生产特殊钢的钢厂

	连铸机投产年	机 型	铸坯断面 (毫米)	钢 种	炼 钢 炉
西德蒂森公司鲁罗特钢厂	1975	6流 R=12米	250×320	合结钢、轴承钢、工具钢、弹簧钢	125吨LD,炉外精炼
法国诺曼底冶金公司	1985.3	8流 R=8米	105×105	钢丝绳、冷敏钢、轮胎钢丝	115吨LD,炉外精炼
日本神户钢铁公司神户厂	1981	立弯式	300×400	轴承钢、合结钢、弹簧钢	转炉,钢包炉
西德克勒克纳公司格奥尔格马利恩厂	1987.1	6流 R=10米	165×165 200×240	耐热结构钢、轴承钢、工具钢、弹簧钢、冷挤压钢	125吨LD, KMS炉
荷兰皇家霍戈文钢铁公司艾莫依登厂	1987.9	2×6流 R=8米	165×165 200×240	弹簧钢、钢丝绳、调质钢、冷敏钢	100吨LD,炉外精炼

⑤ 将优先发展具有加热功能的炉外精炼装置:

鉴于我国炉容量小的炼钢炉很多,炉子出钢后钢水容易降温,因此,为了适应小型炼钢炉配连铸的要求,应积极开发钢包钢水升温技术和中间罐钢水升温技术。在目前的条件下,宜优先发展实用的具有加热功能的炉外精炼装置,例如电弧加热的钢包炉。大、中型或小型炼钢炉配备这种具有加热功能的炉外精炼装置,就可将其作为供应钢水的缓冲装置;一当铸机发生故障而不能浇钢,就可将钢包置于这种炉外精炼装置中对钢水进行保温和升温。可以预计,我国将大力发展具有加热功能的炉外精炼装置。

⑥ 今后兴建普碳钢连铸机将考虑热装工艺:

鉴于我国已有几个钢厂实行热装工艺,收效很大,并考虑到热装技术并不很复杂,因而我国许多有连铸机的钢厂将在确保质量的基础上实行热装工艺。到本世纪末可望全国连铸坯热装率超过30%。

⑦ 调整各厂钢种和产品生产种数:

一个钢厂生产的钢种过多、品种断面变化频繁,势必造成批量小、不可能连续生产,并给连铸的操作和前后工序的配合带来诸多

困难。在今后的发展中,既要充分发挥各厂的协作精神,又要明确分工,各厂根据各自的技术优势,按地区或按部门承担若干种钢种和产品的生产,从而可能有针对性地配置功能适宜的炉外精炼或处理装置、选择适宜的连铸机机型,使各企业形成各有特色的生产流程和拳头产品。可以预计,我国将会进一步采取调整措施。

结束语:

本文概略地说明了近十年国内外连铸生产的发展,介绍了发展连铸的技术措施,最后粗浅地展望了国外连铸的发展趋势。其目的在于回顾过去,看到成绩,展望未来,继续奋斗。九十年代我国要实现社会主义现代化建设的第二步战略目标,也将实现预定的连铸发展目标。

参考文献

- 1.《Iron and steelmaker》July 1990 №13,20
- 2.《ISIJ International》1990,Vol30,№4,265~280
- 3.《上海金属》1989,№2,2
- 4.《I&SM》1989,№12,24~25
- 5.《Steel times International》1990,№1,3
- 6.日刊《铁与钢》1988,№7,65~66

提高连铸钢水质量

促进连铸高速度发展

(安阳钢铁公司 黄为民)

1 前言

随着提高连铸生产技术的发展,连铸生产对钢水质量的要求越来越高,连铸机能否正常地进行浇注操作,连铸坯是否符合质量标准,这与提供给连铸机的钢水质量有很大关系,钢水的温度和钢水的纯净度是直接影响到连铸机操作和连铸坯质量的重要因素,下面就如何提高连铸用钢水的质量提出几点体会。

2 对提高连铸钢水质量的认识

我厂连铸生产起步是在 1982 年,直到 1984 年,年生产能力仅为 64887 吨,连铸比 18.5%(1984 年至 1991 年要技术经济指标见附表)我厂在 1985 年又投产了 2# 方坯(德马克)连铸机,在 85 年底,我们对连铸机生产做了一次较深的剖析。

85 年我厂连铸生产状况分析
钢产量 40 万吨,连铸坯产量 8.73 万吨,连铸比 21.63%

	板 坯	方 坯
达产率%	39.06	11.3
产量(万吨)	7.03	1.7
作业率%	16.95	7.48
铸坯合格率%	96.7	99.4
溢漏率%	0.64	3.74
絮水口比率%	3	18.74
中间包温度合格率%	56	38.43
平均班产(炉)	5.2 炉	1.63
最高连拉炉数(炉)	23 炉	7
作业周期(分)	27	36

从表上不难看出:指标是不尽人意的,通过分析,有五个方面不适应。

(1)温度管理制定不适应。

(2)钢水质量不适应。

(3)生产组织不适应。

(4)领导认识不适应。

可见管理不顺,路线不通。钢水温度和质量不适应连铸的要求,这是交学费才逐步地认识到的。

3 提高钢水质量的几项措施

3.1 建立温度控制并严格考核

连铸钢水的温度是决定连铸生产能否正常生产的决定性因素,过高或过低的钢水温度,都不能使连铸生产正常运行,常常会损失整炉钢水或造成大量的铸坯废品,根据我厂的实际,不同铸机,不同钢种,不同季节,制定了转炉连铸生产各环节温度控制标准,由用户反推到浇钢温度。

板坯:中间罐:1530—1560℃ 吹氩后:
1620—1640℃

出 钢:1670—1690℃ 第一炉:
1700℃

2# 方坯:中间罐:1540—1560℃ 吹氩后:
1630—1650℃

出 钢:1670—1690℃ 第一炉:
1710℃

在制定标准的同时制定了考核标准,连铸退废与温度达标率挂钩,温度达标率 > 85% 的炼钢组进行奖励等一系列奖罚措施使得最近几年我们在钢水温度的控制上取得了长足的进步,使中间包温度合格率从原来的 58% 提高到日前的 87%,拉漏率也由原来的 0.4% 降低到 0.21%,为我们连铸生产正常

运行打下了基础,也是我们安钢高效率,快节奏的基本条件。

3.2 控制钢水的纯净度

纯净的钢水,指的是钢水中的硫、磷、气体和非金属夹杂的含量要低,我们在控制钢水纯净度方面做了以下几个方面的工作。

3.2.1 精料入炉:

(1)铁水:我厂铁水硫、磷含量较低,一般磷含量在 0.110%,硫含量 0.035%,硅含量近几年经过炼铁厂的努力也大为降低,一般在 0.60—0.70%,良好的铁水条件给炼钢工艺的顺行创造了较好的基础。

(2)废钢:废钢的入炉我们也做了大量的工作,对废生块不准集中入炉,严格按废钢标准验收把关,轻重废钢搭配入炉冶炼品种钢,例:硅钢使用专用废钢。

(3)石灰质量上我们下大力进行技术改造,引进日本合河活性石灰生产技术,使石灰质量显著提高,有效氧化钙从原来的 78%提高到目前的 90%左右,活性度从原来的 200ml 提高到目前的 300ml。

(4)对其它入炉材料:用矿石代替氧化铁皮,过去氧化铁皮烤不干,使钢中[H]大大升高,白云石从原来吃百家饭,到现在确定了自己的供应基地,MgO 含量稳定,我们还使用了一部分轻烧白云石,萤石,也选择了 CaF_2 含量高质量好的供应条件。

3.2.2 冶炼操作的标准化:

(1)装入制度:根据我们的实际,我厂实行定量装入,使钢水量基本稳定在 20t 左右,装铁水量在 19—20t,废钢 2.5—3.5t。

(2)供氧制度,在一定的设备和原材料条件下成渣速度取决于合理的供氧制度,我们采用恒压变枪操作,供氧强度 3.5—4.0 $\text{Nm}^3/\text{t} \cdot \text{mm}$,冲击深度 50%(熔池深度),根据炉令逐步提高氧压。

(3)造渣制度:正确的造渣制度应能快速形成有一定碱度(包括过程和终点)一定组分,一定数量和流动性适当的泡沫化炉渣,对

于终点控制要求碱度控制在 3.0—3.4, MgO 6—8%, ΣFeO 14—18%,这样的炉渣可使操作顺行,炉子长寿的综合效果。

(4)温度制度:关于冶炼温度的控制,主要是指过程温度的控制和终点温度的控制,我们主要根据铁水成份,温度所炼钢种终点温度,废钢加入量,冷却剂加入量和石灰加入量来控制好过程温度进而控制出钢温度的。

(5)终点控制:产要指终点的温度和成份的控制,我厂采用高拉补吹工艺,根据出钢终点要求 C、P、S,温度符合要求可出钢,我厂基本上是红包出钢,为连铸生产顺行,冶炼水平提高创造了条件。

(6)脱氧和合金化:我厂上了 $3 \times 10\text{t}$ 的烘烤炉,采用了挡渣出钢和采用复合脱氧剂。合金化:合金加入量和脱氧剂加入量是根据出钢量,合金成分,碳含量钢种等几方面合理加入,用复合脱氧剂,可改夹杂物的大小和形态。

3.2.3 转炉冶炼工艺的完善化:

(1)挡渣出钢:挡渣出钢的国内外已普遍采用,我厂采用挡渣帽,挡渣球配合,分别挡一次渣和二次渣,并规定出钢时间 $\geq 1'30''$ 挡渣出钢可以大大减少钢渣对钢液的污染,使合金吸收率稳定提高,吸收率稳定,使回磷率下降了 41%,合金吸收率提高了 4%左右,挡渣后钢液夹杂减少,整炉废显著降低,我厂现在挡渣率为要求的 100%。

(2)钢包吹氩:钢包吹氩处理是较简单的炉外处理技术,连铸钢水进行吹氩处理这在全国已普遍采用,刚开始我们连铸钢水不全部吹氩结果是:后期经常套眼,成份偏析大,我厂下大力气,认真抓这项工作,我们尝到甜头,对钢水吹氩后,使温度均匀了连铸顺行了,大包浇注后中间包温低套眼下降了 80%,连浇炉数提高了从平均几炉提高到二十多炉,成份更加均匀了,特别是 20MnSi100%吹氩后,整炉机械性能不合下降了 60%,消灭了屈服点,不明显夹杂废减

少 1.47%。

(3)碳化稻壳保温:挡渣—吹氩—碳化稻壳保温在我厂已形成一体化,碳化稻壳保温对连铸后期浇注温度低的问题得到了比较好解决,它使大包不结盖,钢渣容易倒净,多年钢包残渣倒不净的问题得到解决,减少了对钢水的污染,对温度稍微低一点的钢水它能解决大问题。

(4)采用红包出钢:我厂在全面推广钢包内衬整体打结技术,滑动水口和碳化稻壳保温的基础上,技术加管理,实现了钢包现场快速周转,实现了不消耗能源的红包出钢,钢包温度 600—900℃ 平均左右,它给我厂降低出钢温度奠定了基础,也为提高我厂连铸钢水质量和产量翻番起到关键的作用,使过去因出高温钢造成的钢水过氧化现象大大降低,拉漏率和跑包事故显著减少,使连铸工序对钢水温度不满意到基本满意。

4 我们在连铸生产上取得的效果

通过这几年我们学赶先进,加强科学管理,推广技术进步,加快了我厂的发展速度,特别是 1987 年以来钢产量一年一个十字头(10 万吨以上)的速度增长,在 1989 年实现年产量 76.89 万吨在 1990 年实现了 80 万吨大关,主要经济技术指标中转炉口历利用系数和锭坯合格率达到国家特等炉标准,板坯

连铸机跨入特等机行列,2# 方坯(德马克)连铸机 120² 以下断面在全国率先达产,请看 1986—1991 年连铸生产情况表。

1986—1991 连铸生产情况表

年 份	产 量		合 格 率%		连铸比
	方 坯	板 坯	方 坯	板 坯	
1986	39223	126259	98.52	98.33	37.58
1987	66142	182529	99.47	98.64	45.41
1988	67970	267601	99.56	99.50	50.72
1989	114243	319981	99.70	99.57	58.25
1990	188971	293551	99.84	99.43	60.14
1991	279965	244026	99.75	99.03	63.72

由表可见,我厂增钢主要来自连铸(90、91 年由于坯料平衡,板坯限产)

1990 年我厂连铸主要经济技术指标钢产量 80 万吨,连铸坯产量 482522 吨连铸比 60.19%。

	板 坯	方 坯
产量(t)	293551	188971
达产率(%)	195.70	100.49
作业率(%)	35.57	43.22
铸坯合格率(%)	99.43	99.84
溢漏率(%)	0.3	3.52
絮水口比率(%)	1.8	3.54
中间包温度合格率(%)	87.25	83.56
平均班产(炉)	13	8
最高连拉炉数(炉)	87	12
作业周期(min)	27	35

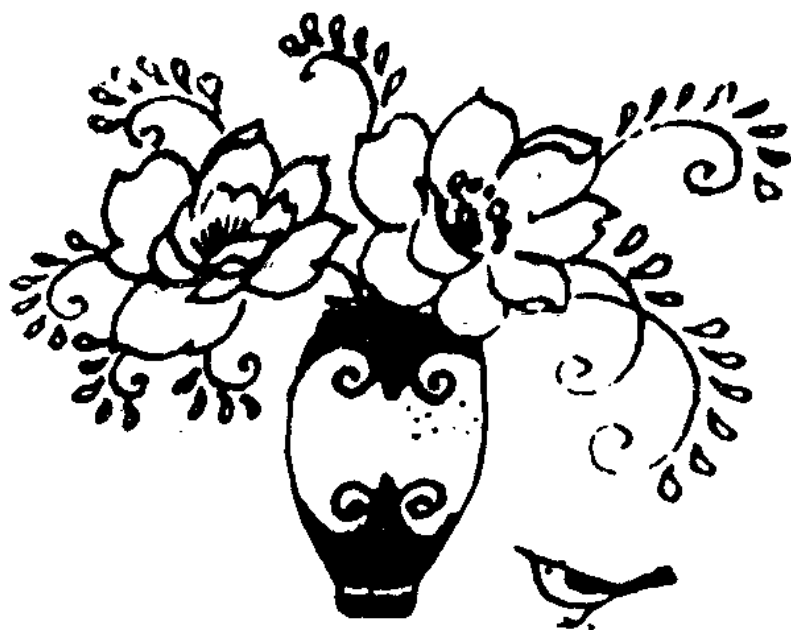
第二炼钢厂历年主要技术经济指标

指 标	85	86	87	88	89	90	91
产 量(t)	400088	440238	547950	661586	765017	802343	822343
合 格 率%	98.54	98.05	98.51	99.05	99.17	99.72	99.21
钢铁料消耗 Kg/t	1132	1150	1141	1141	1134	1129	1115
铁水消耗 Kg	1064	1069	1022	1025	1024	1018.5	1001
转炉日历利用系数	24.36	26.80	33.36	40.17	45.51	46.58	50.16
炉 令(炉)	450.7	488.9	487.2	677	547	620	744
枪 令(炉)	140	136	105	122	155	98	79
连 铸 比%	21.63	35.67	45.44	50.72	58.25	60.19	63.72
平均出钢量(t)	18.82	18.13	19.34	19.50	19.62	20.11	20.20
板 坯(t)	72067	117796	182529	287601	319981	293551	244026
方 坯(t)	17483	39223	66142	67970	114243	188971	279965

5 结束语

我厂虽然在连铸钢水质量控制方面做了大量工作,连铸工作上也取得了可喜的成绩,但也存在着一些问题,例如:石灰消耗量还较

高,许多指标比兄弟厂的先进指标还有差距,我厂目前已开展对口找差距活动,我们要在现有条件下,精心操作,在连铸钢水质量控制上做更多的工作,争取达到更高的水平。



一炼钢板坯连铸及轧制工艺研究

(昆钢研究所工艺室 梁永安)

前言

由昆明钢铁公司自行设计、制造并安装的一炼钢厂 R6×1 板坯连铸机,于一九八八年七月一日破土动工建设,经各有关部门的通力合作,艰苦奋斗,于一九八九年三月六日建成投入热试车。经调试和工艺摸索,修改后于五月投入正式生产。截至六月上旬止,已产板坯 1207t。从此,开始了我公司板坯连铸的历史。

至六月上旬止,一炼 6t 转炉向连铸提供了 99 炉钢水,浇成板坯 81 炉,浇成率达 81.82%。其中,创造了连浇 8 炉的好水平。

试生产过程中,我们选择了三炉板坯作轧材试验,研究了 180×600mm 板坯的轧制工艺及板坯质量对成材率、机性指标合格率的影响。试验表明,板坯的成材率随连铸工艺的不断改进而稳步提高,热试车时普遍出现的宽面边裂得到了有效的控制。成材率达 77.4%,成品板中的宽面边裂只占投料的 7.21%。

1 连铸设施的工艺适应性

1.1 板坯连铸机及其工艺参数

机型:弧型($R=6000\text{mm}$)

流数:1 流

拉辊矫直机容量:75t

结晶器:180×610/178×603×815mm

结晶器振动频率:30×70 次/min

拉速:0.3~0.9m/min,平均 0.7m/min

总耗水量:375m³/h

结晶器耗水量:325m³/h

结晶器下口小水环供水水压:0.04MPa

铸坯切割 同步火焰切割

中间包容量:8t

装机容量:811.7kw

设备总重量:305t

总投资 970 万元(其中:设备费 340 万元,建筑安装费 570 万元)

1.2 热试车概况

这台板坯连铸机参照济南钢铁厂的铸机。结合我公司具体情况自行设计制造的,它是在不影响一炼转炉车间正常生产的前提下,边生产、边设计、边建设的“三边”工程。由于缺乏设计、安装和生产的经验,所以问题不少。这台铸机与有效容积为 10.5m³ 的两座 LD 转炉相联。钢包容量为 20t,连铸钢水经吹氮处理,中间包采用浸入式水口,保护渣保护浇铸。从三月六日至三十一日分三种工艺各三炉进行试验,共浇成 8 炉板坯 144t。

1.3 热试车出现的问题

(1)铸坯宽面出现严重边裂、中心裂纹和重皮、夹渣、凹坑、划痕。

(2)中间包塞棒失控。

(3)结晶器“点头”,弧度线最大偏移达到 17mm。

(4)切割不灵。

(5)铸坯质量因场地紧张检查困难。

从上述情况可知,尽管铸坯边裂严重,表面质量差,但可以说铸机的工艺适应性基本上是可行的。存在的问题是局部的,可以克服的。

1.4 摸索、改进工艺及设备

针对热试车暴露出来的问题,进行了设备和工艺的摸索、改进。

(1)工艺摸索

板坯宽面边裂问题,主要是结晶器内部冷却不均匀造成,它产生于结晶器,在二冷区进一步发展,它是热应力和组织应力综合作