

曹广畴 主编

现代板坯连铸

冶金工业出版社

现代板坯连铸

曹广畴 主编

冶金工业出版社

1994

(京)新登字 036 号

图书在版编目(CIP)数据

现代板坯连铸/曹广畴主编. -北京:冶金工业出版社,1994. 11
ISBN 7-5024-1599-8

I. 现… II. 曹… III. 连续铸钢,板坯 IV. TF777.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(94)第 11145 号

出版人 卿启云(北京沙滩嵩祝院北巷 39 号,邮编 100009)
北京昌平百善印刷厂印刷;冶金工业出版社发行;各地新华书店经销
1994 年 11 月第 1 版,1994 年 11 月第 1 次印刷
787mm×1092mm 1/16;31.5 印张;741 千字;484 页;1-1500 册
36.00 元

主 编 曹广畴

编写人员 (按姓氏笔划)

王浦江	王雅丽	毛 斌	孙长悌
朱 良	吴廷康	陈彦刚	沈玲德
汪履庸	周川生	易本熙	林 刚
张传家	张智芳	武增明	姚念威
徐承章	倪满森	曹广畴	曹 钢
韩国瑞	董瑞金	蔡开科	魏祖康

附:《现代板坯连铸》编写分工情况:

第1章	易本熙	第15章	吴廷康
第2章	曹广畴	第16章	韩国瑞
第3章	倪满森	第17章	汪履庸
第4章	蔡开科	第18章	武增明 徐承章
第5章	曹广畴	第19章	张传家 王雅丽
第6章	陈彦刚 朱 良		沈玲德
第7章	姚念威	第20章	周川生
第8章	董瑞金	第21章	孙长悌
第9章	曹广畴	第22章	毛 斌
第10章	王浦江	第23章	吴廷康
第11章	张智芳	第24章	魏祖康
第12章	林 刚	第25章	曹广畴
第13章	曹广畴	第26章	曹广畴
第14章	曹 钢		

序

当代钢铁生产的工艺流程是以高炉-转炉-连铸-热连轧机为主要代表的工艺流程。其中,氧气转炉(LD转炉)和连续铸钢的开发时间大体上是相同的,都在1951年前后。氧气转炉从开发起到成为炼钢的主流工艺只用了15年左右的时间,而连续铸钢技术从开发成功到成熟,到成为主流的时间则较长,大约经历了20~30年的时间。70年代和80年代以来,由于国际石油危机,能源涨价等原因的推动,连铸技术得到飞速发展,进而作为钢铁生产过程中的一个重要工序环节反过来带动了炼钢、炉外精炼和轧钢工艺技术的发展。

在连续铸钢技术的发展过程中,板坯连铸机(特别是与热连轧带钢轧机相配的现代大型板坯连铸机)的开发、建设和成功地生产是连铸技术成熟的一个重要标志,也是连续铸钢工艺取代初轧机的一个重要基础条件。现代大型板坯连铸机的发展对于成功地实现全连铸工厂,彻底地取代模铸工艺也起到了巨大的推动作用。因此,现代大型板坯连铸技术就是当代成熟的连铸技术的集中体现,是当代诸多相关技术有效组合的结晶。在我国钢铁工业技术进步过程中,应当高度注意现代板坯连铸技术的发展。

我国连续铸钢技术近十年来发展迅速。1983年,冶金部提出了“钢铁工业以发展连铸为中心的提高成材率的措施方案”。1986年,确定了在“七五”期间建设107台连铸机的目标;1988年,在总结生产和建设经验的基础上,确定了“以连铸为中心,炼钢为基础,设备为保证”的生产技术方针,推动了连铸生产的发展。在进一步发展我国连铸生产过程中,加强现代板坯连铸的发展是重要目标之一。除了要着力加强现代板坯连铸机的建设和生产以外,加强现代板坯连铸理论和技术知识的研究和传播,以及相关技术的开发研究是十分必要的。

北京钢铁设计研究总院组织院内从事多年连铸工作的专家和国内一些知名的连铸专家,在1989年编了《现代板坯连铸教材》上、中、下(内部);在天津举办了全国性板坯连铸学习班,取得了良好的效果。在广泛听取和收集对《现代板坯连铸教材》意见的基础上,作了进一步补充、修改和完善,写成了这本《现代板坯连铸》。本书比较系统地、全面地从理论和实际的结合上介绍了现代板坯连铸的基础理论知识、工艺设备、连铸坯直接轧制和薄板坯连铸连轧、连铸用钢水、冷却水、耐火材料和保护渣、连铸过程的检测仪表、PLC控制系统和集散控制系统。

《现代板坯连铸》共分26章,其中关于辊列设计一章是现代板坯连铸机设计的核心。这项技术是在消化引进技术的基础上开发的,曾应用于马钢8点矫直的超低头板坯连铸机,并在舞阳钢厂1900×300mm的大型板坯连铸机的设计中应用。全书理论联系实际,内容深入浅出,文词简明易懂,图表清楚明确,值得我国广大连铸工作者一读。

我们还要集中力量,进一步推动我国连铸工艺的发展。我们不但要搞常规板坯连铸,还要搞薄板坯和薄带连铸;不但要搞连铸坯冷送轧制,还要搞连铸坯热送热装轧制和直接轧

制。要实现这些目标，除了要有正确的政策和科学的管理之外，还有赖于广大连铸工作者通过认真学习和研究连铸基础理论和连铸工艺、设备，以及相关技术，用来指导实践，使我国的连铸工艺提高到一个新的水平，进而促进我国钢铁工业生产流程的现代化。

殷瑞钰

序 二

近十多年来,随着连铸技术的成熟和完善,国内外出现了一批全连铸车间;随着生产无缺陷铸坯的成功,国内外出现了一批铸坯热送轧制和直接轧制生产线。80年代,国外薄板坯连铸技术开发成功,并投入工业规模生产。连铸技术的进步,促进了连铸生产的发展,全世界已经有14个国家的连铸比超过90%,23个国家的连铸比超过80%,全世界的平均连铸比已由1981年的33.8%上升到1993年的70%。

我国的连铸技术始于50年代后期,起步虽早,但进展较慢。直到70年代后期,国内共有方坯和板坯连铸机25台,其中有3台是武钢二炼钢从德国德马克公司和西马克公司引进的全弧型多点矫直的板坯连铸机。从80年代初开始,在冶金部领导下,通过引进方坯连铸机、板坯连铸机和合金钢连铸机,组织设计、科研、高等院校、设备制造厂家和生产厂家开展系统的科研攻关、设备攻关和生产工艺攻关,加快了消化、吸收国外先进技术的速度。在此基础上,发展了一批具有现代化水平的方坯连铸机和板坯连铸机,加速了我国连铸技术的进程,使我国连铸生产的面貌发生了显著变化,连铸比从1981年的7.5%上升到1993年的34.5%。

我院早在60年代初就为唐山钢铁公司设计了第一台立式方坯连铸机,至今生产情况良好。近十年来,结合工程设计项目,我院参加了小方坯连铸机、圆坯连铸机、板坯连铸机和合金钢连铸机的引进和设计工作及宝钢大板坯连铸机的部分引进和设计工作。在消化、吸收的基础上,通过设计、跟踪制造、安装调试、投产和达产实践,设计了一批小方坯连铸机和一批超低头板坯连铸机。80年代后期,我院与一机部第一重型机器厂合作,依靠自己的设计和制造力量,为舞阳钢铁公司建设了一台铸坯断面为 $300 \times 1900\text{mm}$ 直弧型多点弯曲和多点矫直的大型特殊钢板坯连铸机。这是一台采用国内外最新技术,用计算机进行生产管理和生产控制的现代化特殊钢大型板坯连铸机。

为了进一步促进我国连铸技术的发展,我院将积极开发连铸坯热送轧制、直接轧制和薄板坯连铸连轧技术。目前,我院正与冶金部钢铁研究总院合作开发薄板坯连铸技术。

经验在于总结,知识在于积累。为了让我院多年来在从事连铸工作中的知识和经验系统化,并上升到理论,由曹广畴同志任主编,负责组织我院的连铸专家,并特邀兄弟单位一些知名的连铸学者和连铸专家,编著了《现代板坯连铸》一书。该书比较全面地阐述了现代板坯连铸的基础理论;比较系统地总结了我国板坯连铸的设计、科研、设备制造、安装调试、生产和维修方面的实践经验;重点介绍了板坯连铸发展的最新动态和趋势。我希望《现代板坯连铸》一书的问世,将对加强兄弟院、所在设计和科研方面的合作,对促进学术方面的交流,对加速我国连铸技术的发展有所贡献,对从事连铸工作的设计、科研、教学和生产人员有所裨益。

王定武

目 录

第1章 概 述 (1)

第1节 连铸发展简史..... (1)

第2节 主要产钢国家连铸的发展 及现状..... (3)

一、日本..... (3)

二、美国..... (3)

三、前苏联..... (4)

四、德国..... (4)

第3节 我国连铸的发展和 现状..... (5)

第2章 板坯连铸的工艺 设计 (6)

第1节 板坯连铸机的机型分类、 演变及选型..... (6)

一、机型分类..... (6)

二、机型演变..... (7)

三、机型选择..... (8)

第2节 板坯连铸机产量计算 ... (12)

一、计算方法 I (12)

二、计算方法 II (12)

三、影响产量因素的分析 ... (14)

第3节 连铸车间的工艺设计 ... (17)

一、连铸机与炼钢炉的 配合 (17)

二、板坯连铸机主要参数的 计算和选定 (21)

第4节 板坯连铸车间的工艺 布置 (25)

一、板坯连铸车间在全厂位置 的选定 (25)

二、连铸机在炼钢车间的 布置 (27)

三、连铸机区域的布置 (30)

第3章 板坯连铸的钢水 供应 (35)

第1节 连铸钢水的质量要求 ... (35)

一、温度要求 (35)

二、清洁度要求 (39)

三、成分要求 (41)

第2节 各种炼钢方法在供应连铸 钢水中的特点 (42)

一、转炉供应连铸钢水的 特点 (42)

二、电炉供应连铸钢水的 特点 (43)

第3节 炉外精炼在连铸中的 作用 (44)

一、炉外精炼的作用 (44)

二、各种炉外精炼法的 功能 (45)

第4节 中间罐冶金 (47)

一、中间罐内形及导流装置 的设计 (47)

二、采用大容量中间罐 (47)

三、中间罐吹氩 (48)

四、夹杂物过滤技术 (48)

五、中间罐精炼 (50)

第4章 板坯的传热和 凝固 (52)

第1节 连铸过程的热量传输 ... (52)

第2节 结晶器传热与凝固 (52)

一、结晶器的作用 (52)

二、结晶器导出热流 (52)

三、结晶器传热阻力 (54)

四、改善结晶器传热	(57)	一、铸坯在凝固过程中的 脆性	(88)
五、结晶器内坯壳生长	(59)	二、影响铸坯高温脆性的 因素	(89)
第3节 二冷区的传热与凝固	(60)	第2节 板坯的矫直及矫直 应变	(92)
一、二冷与铸坯质量	(60)	一、矫直的基本原理及一般 准则	(92)
二、二冷区的传热	(61)	二、几种常见的矫直(弯曲) 方法	(94)
三、影响二冷区传热因素	(62)	第3节 板坯的鼓肚及鼓肚应变 计算	(98)
四、二冷区冷却方式	(65)	一、按弹性理论计算	(99)
五、二次冷却的制定原则	(67)	二、按蠕变理论及弹塑性 理论计算	(100)
六、铸坯冷却控制的冶金 准则	(69)	三、关于鼓肚量计算的简 化方法	(102)
第4节 板坯凝固传热数学 模型	(71)	第4节 连铸过程中的拉坯阻力及 驱动力的确定	(103)
一、板坯凝固传热方程 描述	(71)	一、连铸机的拉坯阻力	(103)
二、差分方程的建立	(72)	二、驱动力的确定	(111)
三、计算程序	(73)	第5节 板坯连铸机辊列 计算	(112)
四、数学模型的验证与 应用	(73)	一、板坯连铸机辊列布置 计算	(112)
第5章 连铸板坯的缺陷及其预 防措施	(75)	二、板坯连铸机辊列判定 计算	(115)
第1节 概述	(75)	三、利用计算机进行辊列 计算	(115)
第2节 板坯的表面缺陷	(75)	第7章 钢包回转台	(117)
一、板坯的表面纵裂纹	(75)	第1节 概述	(117)
二、板坯表面横裂纹	(78)	第2节 钢包回转台主要参数和 设备形式的选定	(121)
三、其他表面裂纹	(79)	一、主要设计参数	(121)
四、皮下气孔和表面夹渣	(80)	二、主要设备形式的 确定	(122)
五、表面凹陷	(81)	第3节 回转臂及底座	(124)
第3节 板坯的内部缺陷	(83)	一、材料选择和许用应力的	
一、板坯的内部裂纹	(83)		
二、中心疏松和中心偏析	(85)		
第4节 板坯的非金属夹杂	(85)		
一、非金属夹杂物的种类	(86)		
二、夹杂物的形成原因及预 防措施	(86)		
第6章 板坯连铸机的辊列 设计	(88)		
第1节 铸坯的高温脆性	(88)		

确定·····	(124)
二、回转臂静强度应力	
计算·····	(124)
三、回转臂静刚度计算·····	(126)
四、底座静强度应力	
计算·····	(126)
第4节 滚柱回转支承·····	(127)
一、滚柱回转支承结构	
及材质·····	(127)
二、滚柱接触应力计算·····	(127)
三、回转支承轴向力和倾翻	
力矩验算·····	(129)
四、回转支承座圈连接螺栓	
计算·····	(131)
第5节 直臂型回转台回转功率	
计算·····	(134)
一、钢包及回转臂对回转中心	
的转动惯量计算·····	(134)
二、电机轴上总飞轮力矩	
计算·····	(134)
三、电机动力矩计算·····	(134)
四、电机静力矩计算·····	(134)
五、电机功率计算·····	(135)
第6节 回转台地脚螺栓·····	(135)
一、螺栓工作负荷的	
确定·····	(135)
二、地脚螺栓固定方式·····	(137)
第7节 回转台润滑·····	(137)
一、驱动减速器的润滑·····	(137)
二、回转支承的润滑·····	(137)
三、齿轮或针轮副的	
润滑·····	(137)
第8章 中间罐车·····	(139)
第1节 中间罐车设计的技术要求	
和主要型式·····	(139)
一、中间罐车设计的技术	
要求·····	(139)
二、中间罐车的型式·····	(139)

第2节 中间罐车的结构及	
特性·····	(141)
一、车架·····	(141)
二、引走机构·····	(141)
三、提升机构·····	(143)
四、横移微调机构·····	(146)
五、称量装置·····	(147)
六、供电装置·····	(150)
七、国内几台板坯连铸机用	
中间罐车的型式及主	
要技术参数·····	(150)
第3节 中间罐车设计计算·····	(152)
一、行走传动装置计算·····	(152)
二、提升传动装置计算·····	(155)

第9章 保护浇注系统····· (158)

第1节 概述·····	(158)
一、夹杂物的来源·····	(158)
二、夹杂物的危害·····	(158)
三、减少钢中夹杂物的	
途径·····	(158)
四、防止钢流二次氧化	
的条件·····	(159)

第2节 钢包到中间罐的钢流	
保护·····	(160)
一、氩气密封钢流保护·····	(160)
二、压力箱钢流保护·····	(161)
三、长水口钢流保护·····	(162)

第3节 中间罐到结晶器的钢	
流保护·····	(168)
一、结晶器保护渣·····	(168)
二、浸入式水口·····	(170)

第10章 板坯结晶器和振动

装置····· (179)

第1节 板坯结晶器·····	(179)
一、概述·····	(179)
二、板坯结晶器的结构·····	(179)
三、结晶器的设计·····	(183)

四、结晶器铜板的材质·····	(185)
五、结晶器的调整·····	(186)
六、结晶器的维修·····	(188)
第2节 结晶器振动装置·····	(189)
一、四偏心结晶器振动装置·····	(190)
二、结晶器振动装置的设计·····	(193)
三、结晶器振动装置的调整·····	(195)
四、结晶器振动装置的维护·····	(195)

第11章 板坯夹持装置和拉矫机····· (197)

第1节 板坯夹持装置的结构·····	(197)
一、0扇形段·····	(197)
二、弯曲段·····	(197)
三、扇形段·····	(198)
四、辊子中心坐标计算·····	(200)
五、自由辊强度计算·····	(202)
第2节 拉矫机·····	(203)
一、单点矫直拉矫机·····	(203)
二、多点矫直拉矫机·····	(204)
三、渐近矫直拉矫机·····	(204)
第3节 拉矫机的计算·····	(206)
一、矫直辊的强度计算·····	(206)
二、传动辊的拉坯阻力计算·····	(206)
三、送引锭杆的阻力计算·····	(206)
四、传动辊的功率计算·····	(207)
五、传动辊的强度计算·····	(207)
六、传动辊压下液压缸计算·····	(208)
第4节 传动辊的驱动装置·····	(209)
一、传动辊驱动装置的结构·····	(209)

二、电动机功率计算·····	(209)
三、减速机的选择·····	(210)

第12章 引锭杆系统····· (211)

第1节 引锭杆的作用及组成·····	(211)
一、引锭头·····	(211)
二、引锭杆本体·····	(212)
三、宽度调整块·····	(213)
第2节 引锭杆的装入方式及特点·····	(213)
第3节 脱引锭装置·····	(213)
第4节 引锭杆存放装置·····	(215)
一、下装式引锭杆存放装置·····	(215)
二、上装式引锭杆存放装置·····	(217)

第13章 板坯连铸机的火焰切割系统····· (220)

第1节 概述·····	(220)
第2节 火焰切割的主要技术参数·····	(220)
一、切割速度·····	(220)
二、切割区长度·····	(224)
三、火焰切割系统允许切割的最短定尺·····	(225)
四、切割用氧、燃气的纯度、压力和耗量·····	(225)
五、火焰切割用冷却水的压力和耗量·····	(227)
六、压缩空气压力及耗量·····	(228)
七、铁粉质量及用量·····	(228)
八、供电及装机容量·····	(228)
九、切割渣·····	(228)
十、烟气·····	(229)
第3节 切割质量·····	(229)
一、割缝质量·····	(229)

二、切割误差	(230)
三、噪音水平	(230)
第4节 火焰切割系统	(230)
一、切割辊道	(231)
二、走行轨道	(232)
三、火焰切割机	(233)
四、电气控制	(239)
五、能源介质控制	(242)
第5节 切割操作	(242)
一、切割前检查	(242)
二、火焰切割机进入工作状态	(243)
三、切头切割、正常切割、 取样切割和切尾切割控制 制程序	(243)

第14章 板坯连铸机的出坯

系统	(247)
第1节 出坯辊道	(247)
一、辊子结构	(247)
二、辊道基本参数	(248)
三、辊道驱动	(248)
第2节 升降挡板和固定 挡板	(251)
一、升降挡板	(251)
二、固定挡板	(252)
第3节 冷床	(252)
一、冷床主要参数	(252)
二、冷床上的二次切割	(254)
三、拉钢机	(255)
四、受热分析	(255)

第15章 板坯连铸机的液压

系统	(257)
第1节 概述	(257)
一、液压系统在连铸机上的 应用	(257)
二、连铸液压系统的技术 要求	(257)

第2节 板坯连铸机液压系统的

组成及功能	(258)
一、主机液压系统框图	(258)
二、油箱装置	(258)
三、回油过滤站	(259)
四、循环泵站	(260)
五、高压泵站	(260)
六、高压蓄势减压站	(262)
七、1~6扇形段液压夹紧 装置	(263)
八、4~6扇形段传动辊液 压压下装置	(263)
九、4~6扇形段定距块液 压装置	(265)
十、脱引锭装置	(265)
十一、钢包回转台事故驱动 液压装置	(265)
十二、钢包事故回转台高压 蓄势器	(266)
十三、钢包提升装置的阀 门站	(266)

第3节 连铸机液压系统设计

与计算	(267)
一、概述	(267)
二、扇形段夹紧装置液压 系统计算	(269)
三、扇形段压下辊液压系统 计算	(270)
四、脱引锭装置液压系统 计算	(271)
五、钢包提升装置液压系 统计算	(271)
六、钢包事故蓄势器及其 驱动装置液压系统 计算	(272)
七、高压油泵站计算	(272)
八、油泵电机功率计算	(273)
九、主系统蓄势器计算	(273)
十、油箱计算	(273)

十一、循环泵站计算.....	(274)	二、水的冷却原理.....	(289)
第4节 液压系统安装及试 运转.....	(274)	三、循环水对金属的结垢及 腐蚀.....	(289)
一、液压系统的安装.....	(274)	四、溶解氧对金属腐蚀作用 及抑制原理.....	(290)
二、管路的酸洗及清洗.....	(275)	五、循环冷却水水质指标含义 及其变化关系.....	(291)
三、液压系统试运转.....	(276)	第3节 板坯连铸机用水要求 和排水条件.....	(293)
第16章 板坯连铸机的离线 设备	(278)	一、主要用户用水概况.....	(293)
第1节 快速更换台对弧台.....	(278)	二、各类板坯连铸机的用水 技术要求.....	(294)
一、快速更换台.....	(278)	三、板坯连铸机主要用水设 备的排水条件.....	(298)
二、快速更换台对弧台的 作用.....	(278)	第4节 板坯连铸机的循环水 系统及其水处理流 程的选择.....	(298)
三、快速更换台对弧台的 结构.....	(278)	一、影响循环水系统及其 处理流程的选择 因素.....	(298)
第2节 结晶器、扇形段0段和 扇形段对弧台.....	(279)	二、板坯连铸机循环水系统 的选择型式.....	(399)
一、结晶器对弧台.....	(279)	三、软化水循环系统流程 的型式.....	(301)
二、扇形段0段对弧台.....	(280)	四、二次冷却油循环水系统 流程的型式.....	(304)
三、扇形段对弧台.....	(281)	五、板坯连铸机事故供水 设施.....	(305)
第3节 设备吊具.....	(283)	六、板坯连铸机水处理泥浆 脱水设施.....	(306)
一、中间罐吊具.....	(283)	第5节 循环水系统及设备选型 计算及水处理设施技术 经济指标.....	(307)
二、结晶器吊具.....	(283)	一、板坯连铸机开路循环水 系统的补充水量 的计算.....	(307)
三、快速更换台吊具.....	(283)	二、重力旋流沉淀池结构型式 和计算.....	(309)
四、扇形段0段吊具.....	(285)	三、水-水热交换器的选	
五、扇形段吊具.....	(285)		
第4节 铸坯吊具.....	(286)		
一、铸坯吊具的技术 要求.....	(286)		
二、铸坯吊具的类型及 特点.....	(287)		
第17章 板坯连铸机的给排水 系统和水处理 设施	(288)		
第1节 概述.....	(288)		
第2节 循环水水质特性.....	(288)		
一、水中杂质分类及 特性.....	(288)		

型计算.....	(311)
四、板坯连铸机水处理设施	
技术经济指标.....	(314)

第18章 板坯连铸机电气自动

控制 (316)

第1节 连铸电气自动化的

任务..... (316)

一、基础自动化级的

功能..... (316)

二、过程控制级的功能..... (316)

第2节 电气设备组成..... (318)

一、供配电系统..... (319)

二、电气室、操作室及操作站

的设置..... (319)

第3节 工作方式选择..... (321)

一、“断开”工作方式 (321)

二、“手动”工作方式 (321)

三、“自动”工作方式 (321)

四、“送引锭准备”工作

方式..... (321)

五、“送引锭”工作方式 ... (322)

六、“浇注准备”工作

方式..... (322)

七、“浇注”工作方式 (322)

第4节 传动控制..... (322)

一、钢包回转台..... (322)

二、中间罐车..... (323)

三、结晶器振动装置..... (324)

四、拉矫机..... (325)

五、引锭杆跟踪系统..... (331)

六、出坯辊道..... (333)

第5节 PLC控制系统 (334)

一、PLC控制系统的

组成..... (336)

二、PLC控制系统的工作

原理..... (338)

三、PLC控制系统的软件

编制..... (339)

四、用户程序中的几个

特殊环节..... (339)

五、PLC控制系统运用中

的几个问题..... (340)

第19章 板坯连铸的检测、自动

控制及电讯 (341)

第1节 板坯连铸对检测、自动

控制和电讯的要求... (341)

第2节 板坯连铸用检测

仪表..... (341)

一、数字式钢水测温仪..... (341)

二、结晶器液面检测..... (342)

三、钢包和中间罐的

称量..... (346)

第3节 连铸机的自动控制

系统..... (350)

一、液面控制系统的

基本原理..... (350)

二、中间罐液位自动

调节..... (350)

三、结晶器液位自动

控制..... (351)

四、二冷水的自动控制..... (352)

第4节 板坯连铸机的集散控制

系统..... (356)

一、概述..... (356)

二、Contronic P 集散控制

系统..... (358)

三、MICON MDC-200 集散控

制系统..... (360)

第5节 板坯连铸的电信..... (364)

一、行政管理电话..... (364)

二、调度电话..... (364)

三、对讲生产扩音

系统..... (365)

四、无线对讲通信..... (365)

五、工业电视..... (366)

六、火灾报警系统..... (366)

第20章 板坯连铸用耐火

材料 (368)

第1节 滑动水口 (368)

- 一、滑动水口耐火材料性能 (368)
- 二、滑动水口的使用 (368)
- 三、滑动水口的损坏原因 (371)

第2节 塞棒 (371)

- 一、对塞棒的要求 (371)
- 二、整体塞棒的类型 (372)
- 三、整体塞棒的性能 (372)

第3节 钢包长水口 (372)

第4节 浸入式水口 (374)

- 一、浸入式水口的性能 (374)
- 二、浸入式水口的型式 (374)
- 三、浸入式水口的结构 (374)
- 四、浸入式水口的抗侵蚀性 (375)

第5节 中间罐用耐火材料 (376)

- 一、中间罐耐火材料配置情况 (376)
- 二、中间罐用耐火材料性能 (377)

第21章 板坯连铸用覆盖剂

和保护渣 (379)

第1节 钢包和中间罐覆

盖剂 (379)

- 一、炭化稻壳 (379)
- 二、合成覆盖剂 (379)
- 三、无碳覆盖剂 (381)
- 四、高化学稳定性覆盖剂 (381)

第2节 保护渣的功能及配制 (381)

- 一、敞开浇注存在的问题 (381)
- 二、保护浇注和保护渣的功能 (382)

三、保护渣的配制实践 (383)

第3节 保护渣应用中的几

个问题 (384)

- 一、渣层结构 (384)
- 二、熔化过程中的分熔 (390)
- 三、熔渣对夹杂物的吸收 (391)
- 四、熔渣的润滑作用和消耗特性 (394)

第4节 我国的连铸保护渣

系列 (399)

第22章 板坯连铸用电磁

搅拌 (401)

第1节 板坯连铸电磁搅拌

型式 (401)

- 一、电磁搅拌的工作原理和特点 (401)
- 二、行波磁场搅拌器的原理和特点 (402)
- 三、结晶器电磁搅拌技术 (404)
- 四、二冷区电磁搅拌技术 (407)

第2节 选用电磁搅拌的一般

原则 (411)

- 一、选择电磁搅拌系统的基本要素 (411)
- 二、搅拌位置的确定 (412)
- 三、调控电磁搅拌运行条件的一般规律 (412)
- 四、运行方式的选择 (418)

第3节 电磁搅拌系统的配置 (419)

- 一、主电源系统 (419)
- 二、控制和监视系统 (420)
- 三、辅助系统 (420)

第4节 电磁搅拌器的调试

与安装 (421)

- 一、电磁搅拌器的调试 (421)

二、电磁搅拌器的安装·····	(422)
第5节 电磁搅拌对板坯质量的影响·····	(423)
一、各段电磁搅拌的冶金效果·····	(423)
二、结晶器电磁搅拌和电磁制动对板坯质量的影响·····	(423)
三、二冷区电磁搅拌对板坯质量的影响·····	(425)
第6节 电磁搅拌技术在我国实践·····	(427)
一、济钢的恒定磁场搅拌技术·····	(428)
二、武钢板坯连铸电磁搅拌技术·····	(428)
第23章 板坯连铸机的设备制造、安装和冷调试 ·····	(430)
第1节 对连铸设备制造厂的要求·····	(430)
一、严格的原材料准备·····	(430)
二、高加工精度的大型装备·····	(430)
三、先进的焊接工艺、探伤和退火设备·····	(430)
四、出厂前的装配、测试和调整·····	(431)
第2节 连铸设备质量测试项目及标准·····	(431)
一、钢包回转台·····	(431)
二、中间罐车·····	(432)
三、结晶器·····	(432)
四、结晶器振动装置与快速更换台·····	(432)
五、扇形段0段或垂直弯曲段·····	(433)
六、扇形段·····	(433)
七、扇形段底座、更换	

导轨及后部设备·····	(433)
八、液压设备·····	(433)
第3节 板坯连铸设备的安装及安装要求·····	(434)
一、设备安装前的准备工作·····	(434)
二、连铸设备的安装顺序·····	(436)
三、主要连铸设备的安装·····	(437)
第4节 板坯连铸机的冷调试·····	(444)
一、主机设备冷调试前必须具备的条件·····	(444)
二、主机单体设备冷调试·····	(444)
三、设备联动冷调试·····	(447)
第24章 板坯连铸机的设备维修 ·····	(449)
第1节 最佳设备状态在板坯连铸生产中的意义·····	(449)
第2节 设计阶段为设备维修创造条件·····	(450)
一、可靠性设计·····	(450)
二、可维修性设计·····	(451)
三、设备维修手册·····	(451)
四、设计故障·····	(451)
第3节 维修方式·····	(452)
一、事故后维修·····	(452)
二、预防性维修·····	(452)
三、状态检测维修·····	(453)
第4节 维修技术·····	(454)
一、结晶器维修·····	(454)
二、铸坯导向辊维修·····	(456)
三、液压系统维修·····	(457)
第25章 连铸坯直接轧制技术 ·····	(459)
第1节 概述·····	(459)

第2节 连铸坯直接轧制的		第3节 施罗曼-西马格式薄板	
工艺流程.....	(459)	坯连铸机.....	(475)
一、第一种连铸坯直接轧制		一、结晶器.....	(475)
工艺流程.....	(459)	二、浸入式水口.....	(476)
二、第二种连铸坯直接轧制		三、保护渣.....	(476)
工艺流程.....	(460)	四、薄板坯连铸机的特性	
三、第三种连铸坯直接轧制		与操作.....	(477)
工艺流程.....	(461)	第4节 曼内斯曼-德马克式薄板	
第3节 生产无缺陷铸坯		坯连铸机.....	(477)
技术.....	(362)	一、结晶器.....	(478)
第4节 生产高温板坯技术.....	(464)	二、薄壁浸入式水口.....	(478)
一、影响连铸板坯温度的		三、铸坯导向装置和拉矫	
主要因素.....	(464)	装置.....	(478)
二、高温板坯生产技术.....	(465)	四、连铸机的有关参数及	
第5节 自动化管理系统.....	(469)	其特点.....	(478)
一、生产管理级计算机		第5节 达涅利式薄板坯连	
的功能.....	(469)	铸机.....	(479)
二、过程计算机的功能.....	(471)	一、达涅利公司的薄板坯	
第6节 连铸坯直接轧制		连铸机.....	(479)
的效果.....	(471)	二、连铸连轧生产流程.....	(479)
第26章 薄板坯连铸连轧 ...	(474)	第6节 第一个工业规模生产	
第1节 薄板坯连铸连轧		的薄板坯连铸连	
的发展.....	(474)	轧工厂.....	(479)
第2节 连铸薄板坯轧制的工艺		一、概述.....	(479)
特点.....	(475)	二、主要工艺设备和主要	
		参数.....	(480)
		三、生产状况.....	(481)