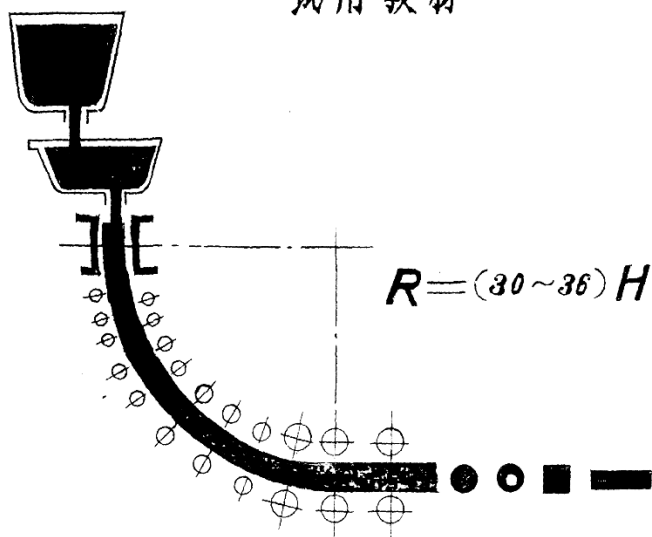


连续铸钢

试用教材



上海机械学院
冶金系

前 言

这份教材是在学员前阶段搞过设备技术革新，有一定的实践基础上编写的。部分内容及附录不作教学要求，仅供学员参考之用。

遵照伟大领袖毛主席“教材要彻底改革”，“理论和实践相结合”和“实现无产阶级教育革命，必须有工人阶级领导、必须有工人群众参加”的教导，我们按照教学要求，深入到连续铸钢生产第一线，在上海地区作了一定的调查研究。本教材的基本思想是：运用“钢铁材料与热处理”，“铸锭”以及“机械基础”等前期课程的某些知识来阐明连续铸钢的工艺过程特点及铸坯主要缺陷的成因，危害和预防措施；阐明设备结构、动作原理及主要部件工艺参数的确定方法和原则。由于仅在上海地区调查研究、内容上不免有一定的地区局限性。

在调查、编写和修改的整个过程中，我们得到了上钢一、三、五、机械刀片等厂、钢研所及西安重型机械研究所等单位的领导，工人师傅、革命技术人员的热情指导和大力援助，在此谨表示深切的谢意。由于我们水平有限，难免有错漏之处，恳切同志们批评指正。

连续铸钢目录

第一章 弧形连续铸钢概述及主要工艺参数

第一节 弧形连续铸钢概述

- 一. 什么是连续铸钢
- 二. 连续铸钢的优越性
- 三. 连续铸钢机的型式

第二节 弧形连续铸钢的主要工艺参数

- 一. 铸坯断面的确定
- 二. 拉坯速度的确定
- 三. 铸坯的结晶速度和液相深度
- 四. 铸机的圆弧半径
- 五. 连铸机流数和生产能力

第二章 弧形连续铸钢工艺

第一节 浇注工艺

- 一. 浇注前的准备
- 二. 操作步骤

第二节 不同钢种浇注工艺特点

- 一. 炭素钢浇注 (3#钢)
- 二. 低合金钢——16Mn
- 三. 砂钢
- 四. 沸腾钢

第三节 浇注事故

- 一. 漏钢

二. 溢钢

三. 中间包水口冻结

四. 不常见事故

第三章 铸坯的质量

第一节 铸坯的结晶过程

一. 连铸坯的结晶条件

二. 连铸坯的结构

三. 铸坯结构的性能

第二节 铸坯的表面质量

一. 裂纹

二. 夹渣

三. 重皮和双浇

四. 枝形

五. 凹坑和鼓肚

六. 其它表面缺陷

第三节 铸坯的内部质量

一. 内裂

二. 疏松和缩孔

三. 铸坯的皮下气孔及夹杂

四. 铸坯中的成分偏析

第四节 沸腾钢坯的结构和质量

一. 沸腾钢结构

二. 铸坯质量

第四章 弧形连铸机主体设备

第一节 中间包及中间包车

一. 中间包

二. 中间包车

第二节 结晶器

一. 结晶器的构造及要求

二. 结晶器参数确定

三. 关于结晶器的目前状况

四. 结晶器润滑

第三节 振动

一. 振动的作用

二. 振动机构及振动型式

三. 振动参数概念及动力参数确定

四. 振动的现状

第四节 二次冷却

一. 总体布置

二. 对第Ⅰ段的要求及型式

三. 机架型式

四. 导辊

五. 冷却装置

第五节 拉矫机

一. 拉矫机的作用及要求

二. 拉矫机的型式及构造

三. 拉坯矫直原理及力能参数

第六节 切割设备

- 一. 切割设备概述
- 二. 氧气——乙炔切割
- 三. 机械剪切
- 四. 步进剪简介

第七节 引锭

- 一. 引锭的构造及型式
- 二. 引锭的存放

第八节 辊道

- 一. 辊道用途
- 二. 辊道的布置及构造
- 三. 辊道参数

第五章 连续铸钢的新技术

第一节 连铸的检测技术

- 一. 中间包连续测温
- 二. 结晶器钢液面自动控制
- 三. 结晶器出口钢坯自动测温
- 四. 二次冷却水量自动调节

第二节 保护浇注

- 一. 气体保护浇注
- 二. 伸入式水口保护渣浇注

第三节 连铸连轧

第四节 全连铸化

附一：上海某厂砂钢浇注实践

附二：连续铸钢机给水排水

第一章 弧形连续铸钢概述及主要工艺参数

第一节 弧形连续铸钢概述

一、什么是连续铸钢：

连续铸钢是钢铁生产中的一门新技术。用连续铸钢的新技术代替繁重的铸锭操作是炼钢生产上的一项革命化措施。在第二次世界大战后才对其有较多的研究。近年来发展迅猛。已为钢铁工业广泛应用。

从图 1-1-1 可看出：连续铸钢是将盛钢桶内的钢水，通过中间罐连续地注入用水冷却的结晶器内，使钢水在结晶器内迅速凝固成具有一定坯壳厚度的钢坯、通过拉矫机，将此钢坯自结晶器下部连续不断地拉出。铸坯出结晶器后继续受到冷却，坯壳内的钢水逐渐全部凝固，经矫直后，切割成为所需长度的钢坯。这种铸钢方法就称之为连续铸钢。在浇注开始时，需通过引锭将钢坯从结晶器内引出。当引锭将钢坯引出拉矫机后，引锭和钢坯脱脱开，钢坯直接用拉坯机继续拉出。为进行连续铸钢所需要的设备称之为连续铸钢机。连续铸钢机主要由中间罐、结晶器、振动机构、二次冷却、拉坯矫直机（通常拉坯机及矫直机装置成一个机组，简称拉矫机）、输送辊道、切割机等组成。

二、连续铸钢的优越性：

连续铸钢和锭模浇注的工艺流程分别如下：

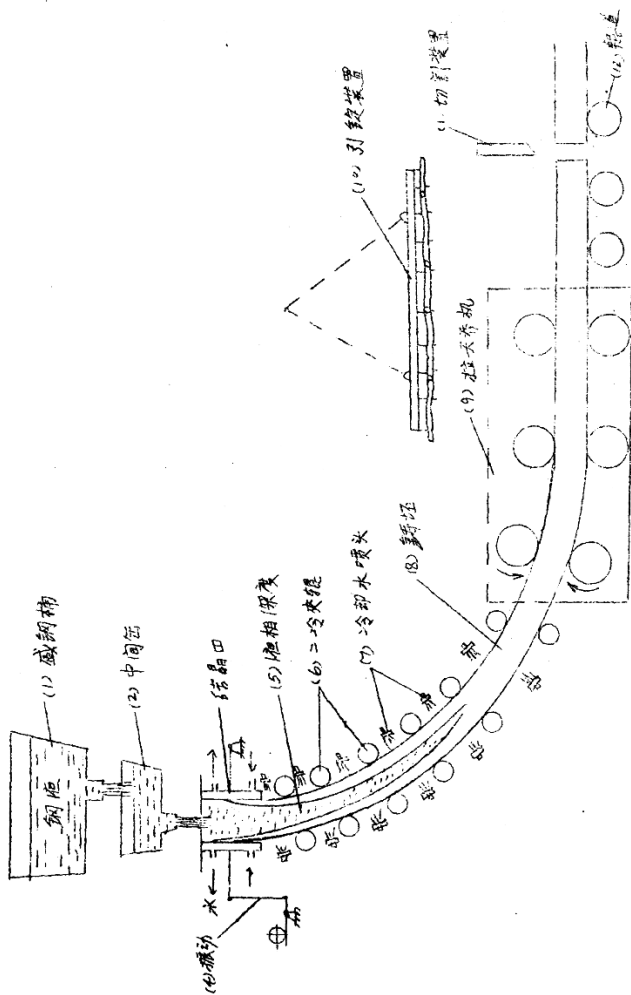
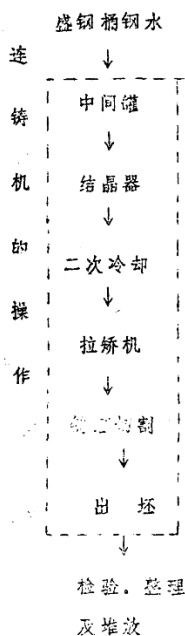
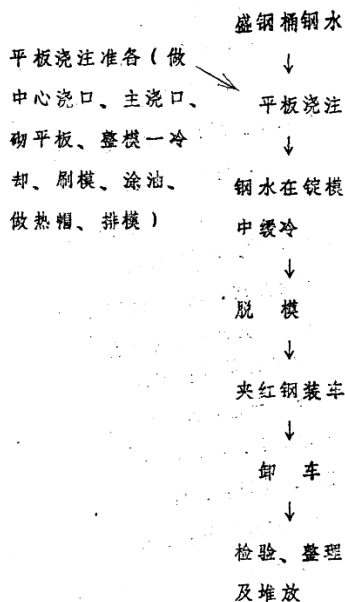


图 1-1-1 弧形连续铸钢示意图

1. 连铸的工艺流程



2. 模铸的工艺流程



从连续铸钢和钢锭模浇注比较，连续铸钢方法具有下列几点优越性：1. 提高了钢水的收得率，不需要7~8%的切头切尾，如万片厂用钢锭模浇注时的钢水收得率为70%，用连续铸钢则为96%，而且产量高。

2. 节约劳动力，减轻劳动强度，连续铸钢比钢锭模浇注工序简单，不需要砌平板，做中浇口，没有整模脱模工序，连续时大部分用机械和电气操作。

3. 提高铸坯质量。连续铸钢时钢坯的化学成份偏析、非金属夹杂物含量、内部低倍组织缺陷都比钢锭模浇注好。而且总的表面质量也较模注好。

4. 大大简化从钢液到钢坯的加工过程。省掉了整模、脱模、钢锭加热和初轧开坯等工序及其相应的厂房、设备、基建投资和生产人员。所以连续铸钢消耗成本低，解放部分开坯能力。

三、连续铸钢机的型式：

用于工业生产的连续铸钢机，主要有立式、立弯式、弧形、椭圆形四种。其形状示意图如图 1—1—2 所示。立式、立弯式这不是发展方向，逐渐被淘汰。目前生产上采用弧形连铸机较多，椭圆形连铸机只是最近才开始出现。

立式连铸机：它的结晶器、二次冷却区、拉坯机、切割装置都布置在同一垂直线上。浇注过程中，铸坯没有弯曲过程，铸坯下行的阻力很小，铸坯结壳厚度均匀，表面光滑。但缺点是设备高度大，挖坑深，投资高，维修复杂，操作不方便。

立弯式连铸机：由于立式连铸机设备太高，所以在拉坯机之后，安装一个顶弯机构，将垂直向下运行的连铸坯顶弯到水平方向，然后用矫直机再把钢坯矫直。由于水平出坯，铸坯的定尺范围不受设备高度的限制，切割操作也比较方便。但设备还是较高，设备重量略有增多（多一个顶弯机构）。

弧形连铸机：为了降低连铸机高度，减少投资，结晶器和二次冷却系统都布置在相同半径的同一弧线上，弧形的铸坯被拉出二次冷却区后经过矫机的矫直，然后按所需定尺进行切割。

椭圆型连铸机：其是在弧型连铸机的基础上发展起来的，结晶器、二次冷却系统是布置在多半径的同一弧线上，这样使连铸机的

- 1——结晶器
2——拉辊
3——切割
4——顶弯辊
5——矫直辊

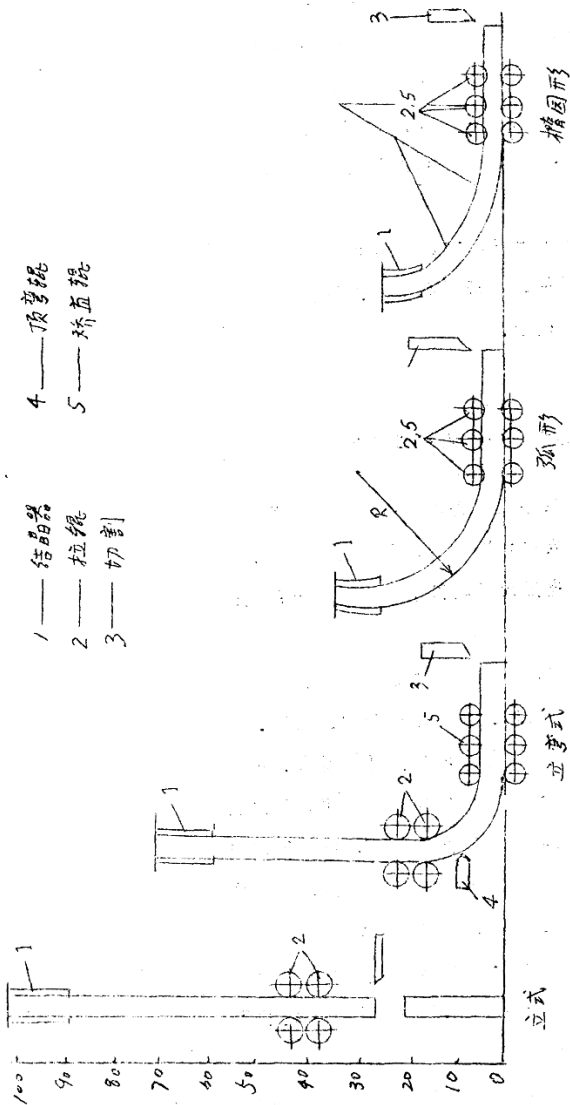


图 1-1-2 连续铸钢机型式及高度比较

设备高度又较弧型连铸机降低。缺点是设备按装调整较困难。

从四种连铸机的高度比较。如以立式高度为100%。则立弯式为75%。弧型为33%。椭圆型为20%。弧型所需要的机械动力约为立式的60%。设备重量也较立式小。由于弧型、椭圆型连铸机具有建造投资低。土建工程量小。所以是目前发展的主要型式。

连铸机通常标注方法：如R6—1700。即R6表示铸机外弧半径为6米。1700为拉辊身长度。一般情况下。拉辊辊身长度比铸坯最大宽度大200~300毫米。

第二节 弧形连续铸钢的主要工艺参数

工艺参数选取得好与坏是直接影响浇铸过程的顺行；铸坯的表面质量和内部质量；铸机的利用效率；决定着设备的结构以及设备的布置等等。同时从工艺参数上也直接反映出生产技术的先进或落后。

工艺参数本身含有着多种矛盾。影响它的因素也甚多。影响它的因素之中有不少的因素是相互对立的、相互矛盾着的。然而。应该看到。不管这些影响因素怎样对立、怎样矛盾、怎样复杂。用毛泽东思想武装起来的人就是最善于用辩证的方法掌握事物的内在规律和事物之间的相互关联。解决其中的对立和矛盾。能把不利因素转化为有利因素。所以。在选取和确定工艺参数的时候。不能单看到几个技术数据。必须考虑到人的因素。同时也应该看到。不管事物含有多少矛盾、事物的性质。主要地是由取得支配地位的矛盾和主要方面所规定的。如果我们用全力找出它的主要矛盾。捉住了

这个主要矛盾，注意到它与事物的相互关联和相互影响。那么一切问题就迎刃而解了，就能使工艺参数最合理，达到最先进的水平。现将最主要的几个工艺参数加以分析和说明。在选取和确定工艺参数的时候，必须全面地、综合地慎重考虑。

一、铸坯断面的确定：

铸坯断面就是指生产出的铸坯的横断面大小，常以“厚×宽”表示。铸坯断面是一个最基本的工艺参数，在许多工艺参数之中它是起着决定的领导地位，其它的工艺参数都是根据它来确定的。而铸坯断面的确定又主要由下面三个因素决定。第一个因素是根据下一步工序（轧钢）的要求或用户的要求来决定。第二个因素是目前连铸机实际操作能达到的铸坯断面，也即是视所选定的铸坯断面在实际操作技术水平上能否实现浇注。从铸坯内部质量来看，圆铸坯容易产生内部裂纹和中心缩孔。圆铸坯在凝固时生成刚度很大的外壳，内部收缩时应力不易消除，由此就容易产生内裂纹和外部纵裂。同时圆形铸坯的结晶在铸坯中心终止，因而钢液凝缩时所形成的缩孔都集中在中心。对于方形铸坯，凝固时其外壳较易变形，内部应力较易消除，与圆铸坯比较起来其不大容易产生内部裂纹和外部纵裂，但其结晶的终止点也是集中在中心的范围，与圆铸坯一样容易生成集中的偏析和缩孔缺陷。矩形坯，特别是宽板坯，两个相对的宽面在凝缩时能起缓冲作用，因而减少了产生内部裂纹的危险性。由于其宽窄面不等和钢液结晶时凝固速度不同，柱状结晶的生成又是垂直于铸坯表面排列着的，结晶的终止不像圆坯、方坯那样集中在一点，所以矩形坯，特别是宽板坯的结晶收缩缺陷较圆坯或方坯好得多，收缩缺陷或者是不发生，或者是分散开。

由上分析，一般地说矩形坯较圆坯、方坯容易浇铸。圆坯、方

坯采用较小的速度进行浇注。但是，“我们必须学会全面地看问题。不但要看到事物的正面，也要看到它的反面。”从浇注质量来说，矩形坯并不是在任何情况下均较圆坯、方坯容易浇铸。生产实践得知铸坯断面越小或者越大以及铸坯越宽或越薄（也就是宽厚比越大）则对浇注操作的技术要求就越高。目前生产的铸坯断面多数为矩形坯和方坯。圆坯较少，个别的设备已生产出槽形、工字形及中空管坯（国外）。由于铸坯较多的是用于轧制钢板，所以板坯的发展速度较快，已成为发展趋向。国内目前生产方坯最小断面为 75×75 ㎜（A厂），最大方坯断面为 350×350 ㎜（B厂），最小断面扁坯为 60×150 ㎜（C厂）；大断面板坯为 300×2100 ㎜（D厂）。详情见表一。浇铸沸腾钢铸坯时，铸坯断面的确定应能保证钢液有良好的沸腾。断面过小，沸腾困难，难以达到气泡在横断面分布适当，外表面致密，无裂缝和无气孔的铸坯。第三个因素是确定铸坯断面时必须考虑到与炉容量及炼钢生产周期的配合，应保证冶炼及浇铸两者不停顿、不中止，相互配合协调，使两者设备达到最大的生产水平。此点对全连铸化车间尤为突出，因其没有模铸缓和两者之间的矛盾。

序号	炼钢炉	铸机 型式	连铸机 机-流数	铸机圆 弧半径(m)	铸坯断面 mm^2	宽厚比	连铸钢种	备 注
1	电炉 0.5T	弧形	1-1	2.13米	60×150	2.5	8MnSi 65Mn	
2	顶吹 30T	弧形	2-4	5	180×250	1.38	C 钢 Si 钢	
	顶吹 30T	弧形	2-2	5	150×800	5.33		
					150×1050	7	C 钢	
3	10 T 侧	弧形	2-2	4.56	150×280	1.86	C 钢	10 T 侧改为顶吹 25 T 铸机
	10 T 侧	弧形	2-6	4.56	120×160	1.33	16Mn	正取道
4	8 T 侧	弧形	2-2	5	180×250 135×155	1.14	C 钢	
5	电炉 5T	弧形	1-1	3	100×150	1.5	D ₂₂ Si 钢	
6	顶吹 10T	弧形	1-1	6.0	180×700	3.9		
					120×700	5.83	C 钢	
7	顶吹 3 T	弧形	1-4	5.5	75×75 90×90	1 1	C 钢	
			1-2	5.5	120×120	1	C 钢	
	顶吹 3 T	立式	1-1	2.5	75×150	2	C 钢	
8	平炉 30T	立式	2-2		170×250	1.47	C 钢	
	"	弧形	1-3	6.09	3×180×350	1.39		
					1×180×1200	6.66	C 钢	
					1×180×1500	8.33		
9	平炉 80T	弧形	1-4	10.0	1×300×2100	7		
					2×300×1500	5.16	C 钢	
					3×350×350	1		
					4×250×250	1		
10	顶吹 5T	立式	1-1		200×200 150×150	1 1	16Mn 低硅 C 钢	
11	电炉 3T	弧形	1-1	2.1	50×210	4.2	D ₂₂ 砂钢	配 300 行星 连铸、连轧
12	平炉 30T	弧形	1-2	6	150×850	5.66		
					200×1000	5.00	A ₂	
					120×700	5.83		
					180×700	3.89		
13	LD ₄ T	箱圆形	1-1	R ₁ =8000 (外弧) R ₂ =4000 R ₃ =6000 R ₄ =1200	150×150	1	C 钢	

