

105

T624P.7



国外连铸新技术

(译文集)

二

冶金部情报研究总所

1983.8

830106

前 言

继《国外连铸新技术》译文集(一)出版之后, 现又编辑出版了《国外连铸新技术》译文集(二)。前后两集相互补充, 以期对我国连铸技术的发展尽点微薄之力。

本文集共收集了42篇文章, 分板坯连铸, 大小方坯连铸、特殊钢连铸, 连铸机的维修和其它五个部分。文章主要选自《1981年康卡斯特第六届年会文集》和《1982年第四届国际连铸会议论文集》。

参加本文集翻译工作的有冶金部情报研究总所, 冶金部北京钢铁设计研究总院及武汉钢铁公司二炼钢的有关同志。张喆君等同志负责技术审校, 阎峰同志负责编辑工作。因时间和水平所限, 错误与不当之处在所难免, 敬请读者批评指正。

编者 1983. 3月

目 录

第一部分 板坯连铸

一、十年来板坯连铸的发展	1
二、法国索拉克钢厂使用冷中间罐对钢水 温度的预报经验	11
三、意大利塔兰托厂管线用钢连铸的操作经验	21
四、连铸板坯中夹杂物分布的影响因素	34
五、西德赫施钢铁公司在板坯连铸机上使用电磁搅拌的经验	44
六、高注速高效率的板坯连铸技术	48
七、连铸坯的热装炉	59
八、影响连铸深冲用板坯夹杂物洁净度的参数	65

第二部分 大方坯和小方坯连铸

一、小方坯和大方坯连铸的特点及发展	75
二、尤西诺尔—赛因维勒厂 4 流小方坯连铸机投产	85
三、在连铸操作中的节能	87
四、瑞典钢(有限)公司路里厂细晶粒钢的大方坯连铸	98
五、美国乔治敦钢公司的高碳钢产品	107
六、操作条件对连铸大方坯内部质量的影响	118
七、英国钢公司特殊钢分部新小方坯连铸机的初期经验	128
八、用大钢包连铸小方坯的灵活性和经济性	140
九、连铸小方坯结晶器的热学和力学特征	154
十、曼内斯曼—德马克公司的密集型连铸机	174
十一、连铸机的出坯装置	183
十二、两台小方坯连铸机改造后的生产能力及产品质量	194

第三部分 特殊钢连铸

一、鲁肯斯钢公司板坯连铸机的电磁搅拌	201
二、康卡斯特—瑞典通用电气公司板坯电磁搅拌装置 在使用期间的主要成果	209
三、马克士冶金厂浇注 100 Cr6 轴承钢小方坯和大方 坯的经验	214
四、不锈钢和其它高合金钢棒材产品的连续浇注	219
五、不锈钢和高合金钢的连铸问题	223
六、连铸过程中对凝固的控制	230
七、特殊钢小方坯连铸	251
八、为连铸特殊钢进行脱气和钢包处理	259
九、大方坯和小方坯连续铸钢的现状	265
十、生产不锈钢的小方坯/大方坯/板坯组合式连铸机 的操作和质量	272

第四部分 连铸机的维修

一、斯台芳纳公司炼钢厂小方坯连铸机的维修工作	285
二、便于维修和提高作业率的小方坯和方坯连铸机的新特征	296
三、南非钢铁公司纽卡斯特尔厂 6 流大方坯连铸机的维修情况	299
四、连铸机设计、维修和操作最佳化与连铸机高作业率的关系	309
五、板坯连铸机维修方法的改进	320

第五部分 其它

一、无缝钢管用坯料的连铸	337
二、用电磁测温式结晶器液面计自动浇注	390
三、工字形坯的连铸	398
四、大方坯、工字形坯兼用连铸机	438
五、连铸中粘着性拉漏发生的机理和预测方法	446
六、连铸用耐火材料的最新进展	456

七、用连铸坯轧成的钢材的特性和应用	466
八、带加热的钢包精炼炉在连铸生产中的作用	473
九、无缝管和焊管用的连铸坯	479
十、Southwire 厂推荐的高速轮带式连续铸钢系统及其 连铸坯直接轧制成材技术	486
十一、千叶钢厂 3 号板坯连铸机的自动控制	490
十二、连铸的增长、发展和未来的趋势	498

第一部分 板坯连铸

一、十年来板坯连铸的发展

G. Forstner 等

目前,世界上不断地更新着连铸机产量的新纪录;如一台双流板坯连铸机月产超过265,000吨,一台单流板坯连铸机月产超过150,000吨,一台4流大方坯连铸机一次连浇超过1000炉等等,这些数字表明了连铸机及其辅助设备的可靠性。然而,更为重要的是它反映了人们已把连铸作为转炉到轧钢整个生产过程中不可分割的一部分,并做为控制产品质量的重要手段这一重要事实。

(一) 连铸机机型

由于弧形连铸机的推广,板坯连铸已能适应现代化高效率炼钢厂的需要。为了获得足够的浇注速度以适应大容量氧气顶吹转炉的冶炼周期,连铸机必须具有足够长的水平段,而最重要的是如何充分可靠地将连铸机完全结合到高炉——转炉——连铸——轧钢生产流程之中。

图1-1-1示出了至1980年底除苏联外,世界各地所有投产的板坯连铸机中弧形连铸机的增长比例。

目前,所有这些连铸机并非都在生产,有些由于进行了改造或拆迁而计算了两次。因此,在图1-1-1中第三时期所统计的连铸机的总数不完全等于现在正在运行的板坯连铸机的总数。

完全立式的板坯连铸机事实上目前已不再制造。早期的一部分全立式铸机已被改成直结晶器和在结晶器下部某处开始弯曲的型式。

将连铸机上部导向段设计成直线是基于两个冶金上的原因:

- 1)防止夹杂物象在弧形连铸机浇注时那样,在板坯厚度四分之一处聚集;
- 2)借助于夹杂物的上浮提高铸坯的洁净度。

人们越来越清楚地认识到,控制或减少非金属夹杂物的数量是最积极的办法。此外,在夹杂物尚未进入到结晶器之前应将其变为球状以利于从钢水中分离。特别是对于氧化铝聚合

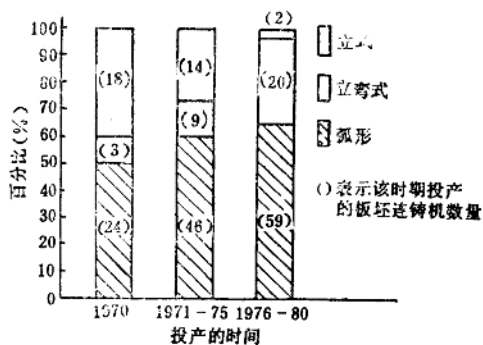


图 1-1-1 全世界已投产的板坯连铸机型式 (苏联除外)

群，由于它们很难上浮到钢水表面，故对于直结晶器连铸机而言，会造成夹杂物的两个富集带(见图1-1-2)。而对于弧形连铸机来说，则仅聚集于内弧侧。

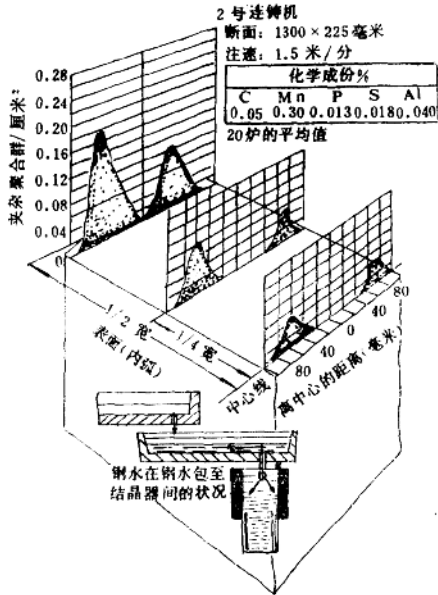


图 1-1-2 直结晶器板坯连铸机氧化铝聚合群的分布状况

中间罐形状、浸入式水口形状和浇注速度等，对宏观夹杂物数量及其分布的影响程度示于图 1-1-3。这是 200 毫米厚板坯和 370 毫米大方坯的比较实例，均采用了中间罐钢流保护装置。

(二) 节能——热送

多点矫直的连铸机目前还不多，但在不久的将来肯定会增加。这不仅是由于提高注速的需要，而且是为了相对地减少二次冷却而使矫直时的坯壳厚度变薄，以便最大限度地保持热量直接将铸坯送往轧钢厂。

由于连铸过程特别是采用多炉连浇时的能量消耗已经很低，要采用各种方法来回收诸如包含在冷却水或其它项目中的低温余热，即便付出昂贵的投资也只能收到很少的热能。因此，目前致力于尽可能地利用板坯的显热。如果板坯在1000℃热送的话，每吨钢约可节能 0.3×10^6 千卡。

高注速和弱冷却并不能完全满足这种要求，今后除注意板坯输出辊道及输送到轧钢厂途中的绝热问题外，甚至还应考虑将连铸机安装在轧钢厂附

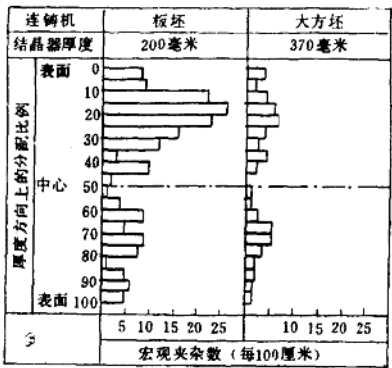


图 1-1-3 宏观夹杂在厚度方向上的分布状况

近，而不是炼钢厂附近。

这项技术的前提是要进一步找到一种可靠的铸坯质量鉴定方法或手段，以避免带缺陷的板坯被直接热送。为了鉴定铸坯质量，最终的标准检验方法究竟是靠计算机统计数据，还是采用缺陷直观检查法，或者两者结合起来使用，现在还难以预料。目前这两种方法都在试验。鉴于多炉连浇率的不断提高，建议进一步改进铸坯取样检验的方法，即定期地直接在输出辊道上取铸坯试样，并立即进行腐蚀，以对铸坯内部质量作出评价。

因此，必须进一步发展连铸工艺和提高设备维修质量。这样的热送实践，目前对于大方坯来说并非罕见，但对于板坯还不能完全采用。

(三) 钢水包钢流保护

钢水包钢流保护系统是防止氧化物夹杂，保证铸坯质量的最重要的手段之一，现已普遍在板坯连铸机上应用，见图1-1-4。目前有两种不同的方法可供采用。

1. 采用陶瓷保护管

一种方法是使保护管牢固地固定在钢水包水口上；另一种是借一个特殊装置，使保护管既可保持在这个位置，必要时又取放下。在钢水包不能自动开浇的情况下，后一种方法较好，保护管可再次使用。固定式保护装置的另一个缺点是必须把钢水包上升到足够的高度，才能避免保护管与中包罐盖相撞。

2. 采用惰性气体保护

为了保证效果，钢水包和中间罐之间的空间及中间罐本体均要严格地进行密封，否则惰性气体的耗量将会很大。

比较上述两种方法，认为用保护管更为有效，而且效果比较稳定。事实上遗留的一个主要问题是最初流入中间罐的钢水与空气进行了接触（若中间罐事先没有惰性气体充填时），会由于氧化而降低最初这部分钢水的洁净度。另一个尚未完全解决的问题是钢水包浇完时下渣时间的检测。

利用保护管内钢壳消融所得到的电或电磁信号进行直观的控制，可能是目前最可靠和最灵活的办法。也可以用中间罐钢液面和重量的联合控制法来代替，即如果中间罐钢水重量足够大，而且充填高度也表明中间罐是按正常情况装满了钢水并不带渣，在中间罐保持足够深的液面时，由于操作不慎而带渣浇注的危险就能消除，并且在换罐过程中由于非金属夹杂引起的钢水污染就可以被控制在最低程度。

惰性气体保护方法所存在的最主要缺点是钢水不得不穿过中间罐的渣层。随着多炉连浇的不断发展，惰性气体保护法将逐渐被保护管保护法取代。

(四) 钢水处理

许多年来在钢水包内用气体搅拌，或在某些特殊情况下甚至用电磁搅拌来均匀钢水温度

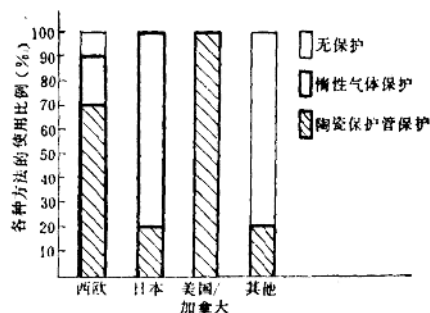


图 1-1-4 用于康卡斯特连铸机的钢水包钢流保护装置(不锈钢除外)

的方法，已成为常规的操作工艺。大约从七十年代初期或中期以来，就不断报导了处理钢水的不同方法。与此同时，“钢包精炼”也开始流行。虽然七十年代初已在连铸铝镇静钢板坯方面发展和广泛应用了各种机械加铝的方法，如加铝线，铝带或喷射铝丸等方法。这些方法可能都应属于“钢包精炼”这个课题。

图 1-1-5 示出了用于康卡斯特浇注碳素钢的板坯连铸机的这类钢水处理设备的分布情况。值得指出的是，在日本安装了许多真空脱气装置的同时，西欧却乐意采用喷射冶金处理工艺。人们发现，最初发展起来用于脱硫和控制硫化物形态的喷射含钙物的方法，对于减少氧化物含量也很有效。从图 1-1-6 的第四类中可以看出，对由连铸板坯生产的板材所进行的超声波试验结果的改善，是由于氧化物含量反而比硫化物含量更低的缘故。

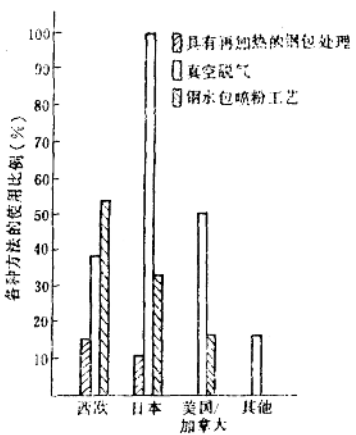


图 1-1-5 用于康卡斯特板坯连铸机的钢包处理装置（不锈钢除外）

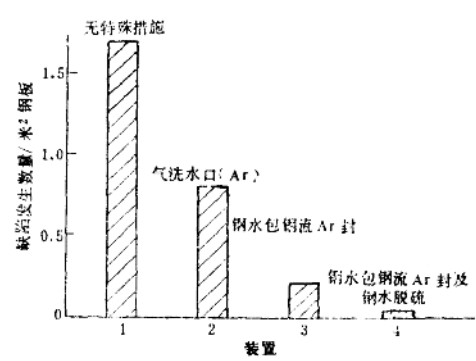


图 1-1-6 浇注方法对钢板超声波探伤缺陷的影响

在喷射含钙物(包括氧化钙)时，只要控制适度，氧化铝聚合群会转变成球状的铝酸钙。这样即使在停止搅动之后夹杂物也很容易上浮。对此可以从中间罐到铸坯的非金属夹杂量大大减少得到证明，见下表。

非金属夹杂物数量 (≥30微米/10厘米²)

方 法	钢水包①	中 间 罐	板 坯
吹氩	70.7	6.6	11.4
提升法真空脱气(DH法)	12.2	1.8	4.1
喷粉	9.4	7.5	0.5

①处理后。

在喷粉处理过程中，氢和氮的含量似乎有所增加，即使在氢含量相同的情况下，如钢水中氧和硫含量较低，则钢水对氢引起的白点也更为敏感。因此，有些厂在用喷吹钙 (CAB) 处理后，还要进行真空脱气，见图1-1-7。

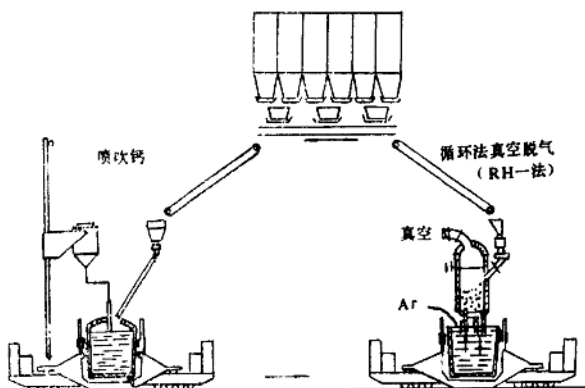


图 1-1-7 蒂森—亨利希厂 (Thyssen Henrichshütte AG) 的喷粉和真空处理联合装置

(五) 中间罐及其耐火材料

人们已经越来越清楚地认识到, 中间罐应当是一个具有下述作用的冶金容器。

1. 中间罐形状

中间罐形状的设计应当使钢水深度在0.8~1米的范围内, 见图1-1-8。

2. 中间罐容量

中间罐应足够大的容量, 以保证在换包过程中维持正常的浇注条件。在康卡斯特系统内, 用于两流板坯连铸机的最大中间罐, 其工作容量为65吨。

3. 中间罐耐火材料

中间罐使用高级耐火材料, 防止钢水污染并提高连浇率。

一般说来, 用于钢流控制和保护的耐火材料, 是连铸操作中的一个薄弱环节, 它限制了连铸的时间。现在已经发明了一些专门的技术, 并已广泛应用于浇注实践。如在连浇中不仅能单独更换浸入式水口, 而且也能更换整个中间罐。

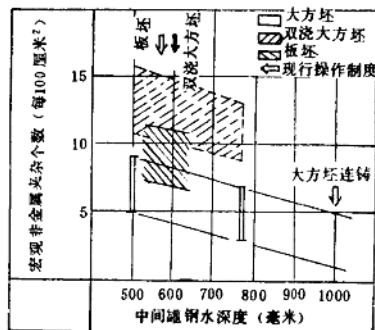


图 1-1-8 中间罐钢水深度对非金属夹杂数量的影响

已经完成和正在进行着大量的改进耐火材料质量的工作。等静压成形的整体塞棒已在很大范围内取代了老式的塞棒, 其可靠性可以与滑动水口相比。对于最高级耐火材料来说, 因其耐激冷激热性差, 因此至今还妨碍了它们的使用。为了提高抗钢液面保护渣的浸蚀, 已经发明了附有保护套的水口, 保护套由高氮化硼或高氧化锆材质制成, 使用结果证明是有希望的。这方面尚需进一步改进, 特别是在使其适应于高速浇注的低粘度保护渣方面。

现在经常遇到的一个问题是在长时间浇注中, 中间罐究竟应该选择塞棒还是选择滑动水口。不久以前, 和普通塞棒相比滑动水口在可靠性和可调性方面明显地占有优势。与此同时在欧洲出现了整体塞棒并使用至今, 其可靠性已经没有多大争议。但这种塞棒造价高, 与

滑动水口相比失去了经济方面的优势。在长时间浇注中,决定性的因素可能是:

- 1) 安装塞棒时,所需的人工费较低;
- 2) 有使用整体水口的可能性,可防止空气通过密封不严的接缝浸入钢水。

(六) 结晶器

对于结晶器设计无需进行根本的改革,但希望做某些改进。为了适应提高浇注速度的需要,结晶器的标准长度似乎应加长到 900 毫米左右,并与紧挨着它的梳状格栅的“梳齿”结合成一个整体,该“梳齿”能使铸坯顺利地过渡到冷却格栅上部。结晶器冷却水现在一般都是按每一个面单独供给的,不需要再分成更小区域供水。

最近十年来,结晶器振动频率已大大增加,从略大于 100 次/分增加到约 200 次/分,并且由于振动频率增加对减小振痕深度有良好的效果,似乎还有进一步增加的可能。然而,由于振动频率的增加,在结晶器向上运动时,坯壳的强度减弱,坯壳有可能部分地粘附在结晶器壁上。对于需要凝固时间长的钢种来说,这种情况更容易出现。除结晶器保护渣外,这种粘附现象也受热传导和坯壳与结晶器壁摩擦的影响。至于摩擦系数与不同的结晶器或结晶器壁材质之间的关系,尚未进行详细的研究。对此特殊领域作进一步研究,看来是必要的,而且可以从水平连铸中受到启示,水平连铸的摩擦不可能用结晶器保护渣来减少。

图 1-1-9 的结果是从一项研究中得到的。该结果表明,当使用镀镍结晶器壁且镀镍层中含有诸如氟化石墨这类固体润滑剂时,摩擦系数会明显降低。

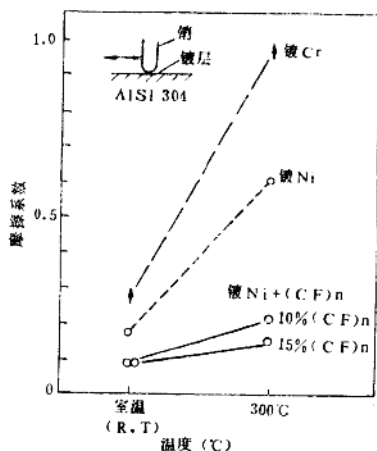


图 1-1-9 结晶器铜板不同镀层的摩擦系数

(七) 遥控可调结晶器

在连铸过程中进行结晶器宽度调节的技术,是由现代化高效率连铸机的迫切需要而发展起来的。由于热连轧受立轧能力的限制,就非常有必要在长时间连浇中能生产出不同宽度的板坯。已经发明了几种技术,按其本质的不同可分成两类:

- 1) 在中断浇注时调节宽度,这样会出现“L”形衔接;
- 2) 在浇注过程中连续调节,这样便出现楔形衔接。

图 1-1-10 为上述第一种方法的例子。这种方法不利之处在于当调节宽度时浇注出现不稳定状态;另外衔接处部分板坯要报废或降级使用。连续调节宽度的

技术如图 1-1-11 所示,在正常情况下,注速只需要略为降低,而楔状的衔接处可在热轧机的立轧上得到克服。

如果对此项技术作出评价的话,可以这样下结论:安装连续调宽调节装置的投资费用略高于或等于安装其它装置的费用,但是连注的高产和操作的稳定所带来的经济利益将大大高于这笔费用。另外,为了更好地控制坯形及操作安全,这种方法还可以调整窄面的锥度。

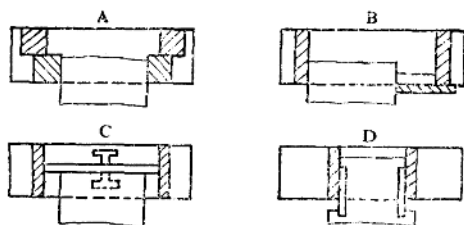


图 1-1-10 需要中断浇注的宽度调节技术

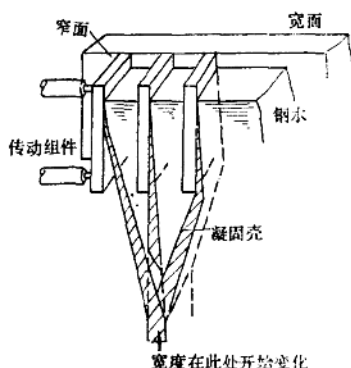


图 1-1-11 无需中断浇注的宽度调节技术

(八) 结晶器液面自动控制

结晶器液面自动控制技术已被广泛采用，其调节范围约为5~8毫米，而普通手动操作为20~30毫米。它可以改善操作的稳定性，对板坯表面质量具有更准确的预报可能，而且对促使板坯热送的发展具有越来越重要的意义。除上述优点外，它还可以减轻劳动强度，今后必将为更多的用户所采用。

目前大多数控制方法是借助于放射源实现的。由于法律上对于使用放射物质的限制越来越严格，所以又发展了一些新的方法。电磁式液面控制是利用由浇注液面引起的电磁场变化而控制钢流，使用效果令人满意。红外线液面控制方法在小方坯连铸机上使用获得成功，但当这种方法用于板坯连铸时，尚有一些问题需要解决，这是因为钢液面上有保护渣的缘故。

随着产量不断的提高，及单台连铸机价格的提高，随着钢流控制和耐火材料稳定性的改进，将来在一台单流板坯连铸机上，浇注两流或三流窄板坯或大方坯的连铸机数量会越来越多。在此情况下，任何限制更换结晶器的自动液面控制系统都不能使用。对于任何一种液面控制需要提出的进一步要求是可靠、反馈迅速和精确。取代目前最常用的放射性控制系统的任何新方法都必须满足这些要求。

(九) 电磁搅拌

最早将电磁搅拌用于连铸的时间要追溯到六十年代初期，其目的是：

- 1) 改善表面质量；
- 2) 使内部组织均匀并允许较高的浇注温度。这对改善铸坯洁净度有利，也能适应操作不正常的情况，并可减少由于钢水冻结造成的空壳及铸坯损失。

在结晶器内进行电磁搅拌，对于使用管状结晶器的小方坯连铸机来说，可以十分成功地达到上述目的。而对于板坯连铸机来说，这种方法则尚未成为大规模生产的手段。因为通过对结晶器保护渣，振动及钢流状态的严格控制，也可以获得足够好的表面质量，所以这种方法在板坯连铸应用方面还缺少吸引力。但在使坯壳生长均匀并由此防止裂纹产生以及提高浇注安全性方面，还是有意义的。

与此相反，在铸坯导向装置内进行电磁搅拌已广泛用于板坯连铸。将搅拌装置线圈装在防磁不锈钢制作的夹辊后面，是一个非常成功的方法。图 1-1-12 示出了这种搅拌装置的布置情况。它保留了正常的铸坯支撑件，可装在新的或现有的连铸机上，弧形和立式连铸机均可。

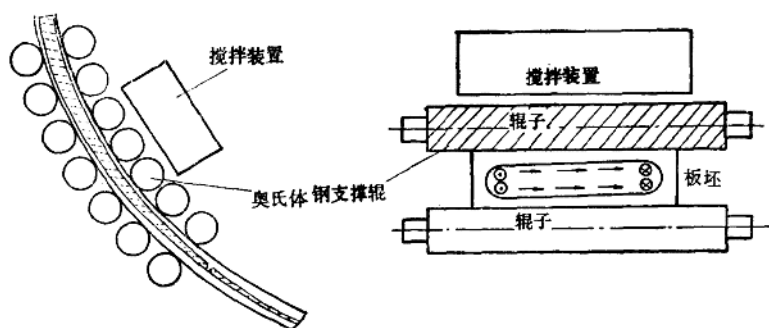


图 1-1-12 装于铸坯导向装置内的板坯电磁搅拌装置布置示意图

对于中厚板而言，改善铸坯内部组织更有意义。减少了中心偏析和中心疏松的程度，加之无柱状晶组织和无三相点缺陷，这就允许铸坯用较小的热压缩比轧制。不仅如此，电磁搅拌对于任何一种钢种的纵切板坯，或需要冷拔的铁素体不锈钢都具有优异的作用。

经验证明，不同的钢种需要不同的电磁搅拌。比起需要等轴晶中心凝固区的低碳钢来说，合金钢、微合金化合金钢或中、高碳钢则要求相对低的搅拌强度。亮带随搅拌强度增加而增加，尚须搞清楚的问题是，何等程度的中心等轴晶区是真正需要的，何等程度的亮带才是有害的。关于最终成品的性能与凝固组织或搅拌强度之间的关系，至今研究的还不够，不过大多数用户对电磁搅拌的板坯还没有报导过有害的影响。

(十) 二次冷却

对板坯连铸新的要求中也包括了对二次冷却的要求，如果将这些要求归纳一下，则可能是：

- 1) 使板坯获得足够好的表面质量，不精整就可直接送往轧钢厂；
- 2) 在多炉连浇中，不管时间多长，都不应对冷却水提出过多的要求；
- 3) 在短时间内因钢水供应发生变化而使注速变化时，仍应保持最佳冷却状况；
- 4) 对高拉速连铸机的设计来说，在注速变化时也要保持较高的出坯温度和较高的板坯表面温度，即采用大的冶金长度和短的夹辊区；
- 5) 能适应浇注对表面温度波动和对角部过冷敏感的钢种。

有些要求可以最有效和最经济地用常规的办法来达到，在某些特殊情况下，使用气—水混合冷却可能是一种最方便的方法。设置压缩空气的附加费用可以由其他方面的获利来补偿。

这种气—水混合冷却的优点是：

- 1) 冷却更为均匀，不会在一些小区域内局部集中，而是在铸坯表面很大的范围内均匀地

分布:

- 2) 调节范围大;
- 3) 有效地冷却辊子;
- 4) 喷淋冷却水的效能更高;
- 5) 因冷却室内水逆冷(back-cooling)增加, 故冷却水塔可设计得小些;
- 6) 对于相同的冷却率, 因采用较大的喷嘴而使维修工作量减少, 或延长了更换一次的使用时间。

可能的缺点:

- 1) 设计复杂化, 且难以在标准的扇形段上进行安装;
- 2) 压缩空气耗量很大, 在现有的工厂系统中不容易得到满足;
- 3) 两种介质互相干扰(数量);
- 4) 减低了铸坯去除氧化铁皮(结晶器保护渣)的效率。

市场上容易买到的气—水喷嘴, 严格地讲都不适用于连铸, 主要是因为冷却空间条件要求太苛刻。理想的情况应当是在铸坯宽度方向的中部安装一个喷嘴, 使其与铸坯表面有足够的距离, 但又不能位于辊子后面, 并能就地控制和使用。另一方面, 这个喷嘴又必须与铸坯靠近, 使气雾的大部分能保持在铸坯表面和相邻的两个辊子之间。最后还要求它能适应浇铸不同宽度板坯的需要, 避免边部过冷, 以便保持在铸坯宽度方向上冷却均匀。已经发明了可以满足上述要求的喷嘴。

应按最宽板坯的需要来选择喷嘴的喷射角度。在一个宽度范围的中间部分, 水的分布是相当均匀的, 喷水向边缘部分散射。为了补偿中间的水跑向边部而造成的附加冷却效应, 用大量的压缩空气把水吹离铸坯表面。

(十一) 板坯质量控制

直接将热铸坯不加处理地送往轧钢厂, 并无需热清理进行轧制的首要条件是保证良好的铸坯质量, 而表面质量比内部质量的影响更大。

1. 表面质量:

目前正在进行一些热坯检查方法的研究, 并正在向实际应用过渡。然而至今还没有发现一个在准确度、稳定性和可靠性方面令人满意的方法。

主要采用的方法有以下几种。

1) 光学检查

从检查表面转换而成的光学信号是可以接收并进行分析的。这样的信号由检查的坯面本身发射产生, 或借助于外界光源产生。还可通过对有缺陷的局部铸坯加热而使发射信号增强。这些信号还可以作为图象在电视屏幕上显示, 和(或)编成数码被打印出来。另外, 还正在研究一种利用铸坯辐射热的金相图片显示方法。可能光学检查是最好的方法, 虽然它还受到表面氧化铁皮的影响。

2) 涡流检查

涡流是从被检查铸坯的表面感应产生的, 它是表面或皮下缺陷引起阻抗变化的结果。虽然这种办法被认为难以用于热坯检查, 但至少在理论上还是具有一定的优点, 它能检查出皮

下缺陷，又不受氧化铁皮多少的影响。

3) 超声波或电磁超声波检查

超声波检查的最大困难是如何解决与热坯表面的接触问题，而电磁超声波则不然。这种办法对检查内部缺陷很有效，但由于铸坯表面十分粗糙，故对于检查表面和皮下缺陷不可取。

2. 内部质量检查

板坯的内部裂纹主要是受浇注条件和铸机对中的影响。一般地说，避免产生内部裂纹的浇注条件已搞清楚，而且能控制住。铸机的对中精度可能在浇注过程中由于漏钢或者停机，以及辊子弯曲等发生变化。这可以通过定期对铸坯进行宏观检验而检查出来。然而在连铸机的产量相当高，连浇时间十分长的情况下，这种断续而费时间的质量检查方法已不能满足需要，而且可能会使数量可观的带有缺陷的板坯被送到轧钢厂。基于这个原因，一种原先为轧板厂所发展的多探头电磁超声波检查方法，现已装于板坯连铸机上。这种由电磁产生的脉冲超声波检查方法是在线使用的，在检查热坯内部缺陷时无需任何连接材料。

3. 间接质量检查

由于直接鉴别热坯质量好坏的方法仍处于发展的初步阶段，所以对在线质量检查和板坯处理流程中还保留了有效的间接检查方法。根据经验建立了能保证产品质量的浇注条件，计算机监视着所有标准的浇注条件是否发生变化，任何一种偏差都可以被计算机记录下来，或由人工输入给计算机。计算机按照由脉冲所产生的浇注长度，储存了每一种误操作的相应部位，并决定那一块板坯可以直接发送，那一块需要清理或检查。

(十二) 结束语

板坯连铸已经达到了可以完全结合到高炉——转炉——连铸——轧钢这条生产线中的水平。其先决条件不仅是生产率和安全操作，板坯质量的稳定和质量的可预测性也是同样重要的。

本文回顾了一些保证产品质量所必需的操作特点：由于改善铸坯洁净度和操作安全性的有钢包精炼、钢流保护及中间罐的设计；用于改善表面质量的有结晶器设计、自动液面控制和二次冷却；用于改善内部组织的有电磁搅拌。还回顾了可供满负荷生产必不可少的多炉连浇的有关技术，如中间罐耐火材料和浇注过程中连续调节宽度的技术；以及有关在线质量检查的发展动态。另外还简要说明了所谓一机单流，双流或三流浇注这种多用性连铸机的发展趋势。

参考文献20篇略

译自《1981年康卡斯特第六届年会文集》

余志祥 译 余子茂 校 陈增琪 技校

二、 法国索拉克(SOLLAC)钢厂使用冷中间罐 对钢水温度的预报经验

M. Mangin 等

(一) 概述

1. 总平面布置图 (见图1-2-1)

新索拉克厂 (SOLLAC) 设有两座240吨氧气底吹转炉 (LWS), 一个钢水处理站和两台连铸机。

由炼钢车间运来的未脱氧钢水, 从“转炉”钢水包注入“连铸”钢水包以获得所需要的钢种和温度。在钢水处理站使钢水成分和温度进一步均匀化后, 即送往两台连铸机的钢包回转台。

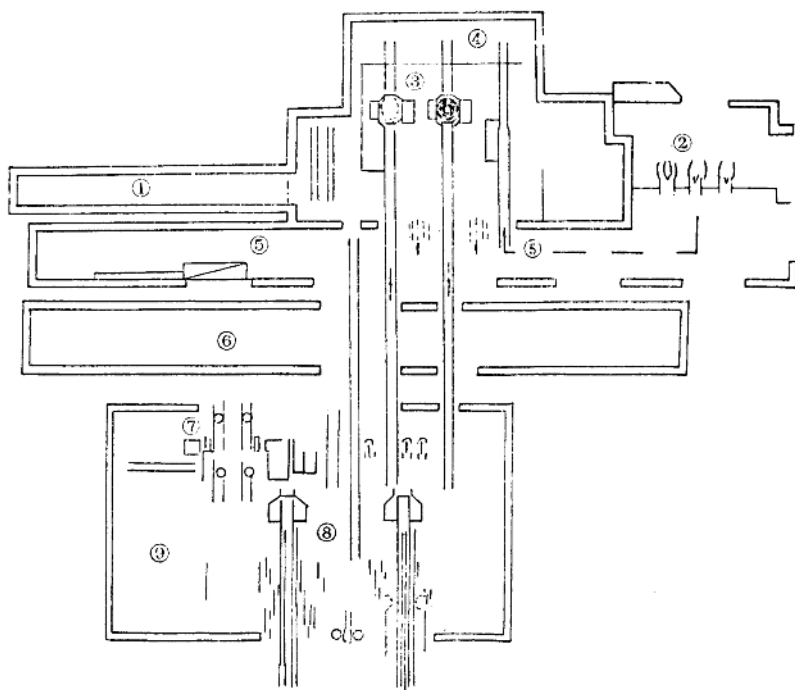


图 1-2-1 总平面布置图

①废钢跨；②铁水供应；③240吨氧气底吹转炉；④炉渣处理跨；⑤转炉钢水包修理跨；⑥中间罐修理跨；⑦钢包处理；⑧连铸机；⑨设备维修跨

2. 调度站

两台连铸机配有一名调度员（工长）。连铸机位于调度员的视野范围内。调度员可用直通电话、对讲系统、电视屏及计算机数字显示装置与钢水处理站和转炉总调度室取得联系，以实现上述三个生产环节之间的协调。

在每一个班开始时，调度员的职责是根据转炉操作情况（从出钢到出钢的周期，计划停炉，非计划短时间停炉），根据钢水处理站的可能性（生产流数，使用中的钢水包数量），及连铸机能否使用和生产计划，编制出一套浇注操作图表。

根据运到钢水处理站的“转炉”钢水包，调度员要给出相应的“连铸”钢水包所要求的钢种，钢水包到达回转台的时间（ H ），及钢水包中钢水的目标温度（ T_p ）。

3. 连铸钢水包的周转

用于连铸的钢水包是用高铝砖（80%）砌筑的，渣线部分使用铬镁砖。

钢水包的周转包括三个主要环节。

（1）准备阶段（空包）—当回转台将钢水包旋转至修理跨时，取下包盖；清除残余物；借助倾翻装置检查和维修旋转滑动水口（将钢水包转于水平位置，前端加盖）；预热。

（2）处理阶段（满包）—将钢水从“转炉”钢水包注入“连铸”钢水包，并进行成分微调；搅拌和加热，加上包盖，送往回转台。

（3）浇注阶段—将钢水包内的钢水注入砌有耐火材料永久层和硅酸盐绝热板的冷中间罐。

钢水包周转过程见图1-2-2。

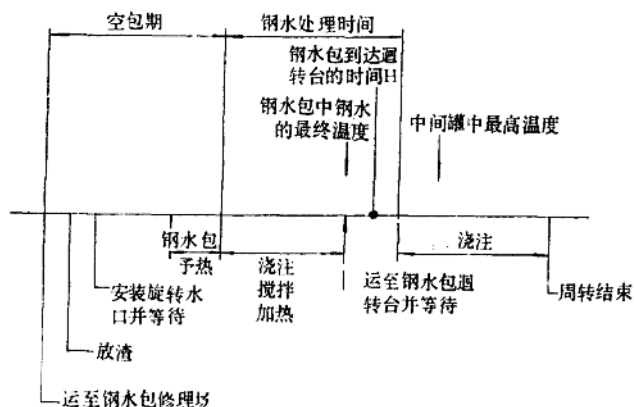


图 1-2-2 钢水包周转过程图

（二）钢水包中钢水温度的确定

1. 几项主要经验

这些经验是在两台连铸机的生产实践中，选定一些条件相似并具有代表性（空包等待；预热的标准化和浇注速度的调节）的炉次逐渐积累起来的。

（1）连浇中炉次的影响

表1-2-1表明，连浇中炉次（连浇的第一炉或第二炉）对钢水包中钢水温度与中间罐中