

高等学校教学用书

钢铁厂 设计原理

● 李传薪 主编 (下册)

GANGTIECHANG
SHEJI
YUANLI

冶金工业出版社

高等学校教学用书

钢铁厂设计原理

下册

北京科技大学 李传薪 主编

北京
冶金工业出版社
2005

图书在版编目 (CIP) 数据

钢铁厂设计原理 下册 / 李传薪主编. - 北京: 冶金工业出版社, 1995. 5 (2005. 8 重印)

高等学校教学用书

ISBN 7-5024-1621-8

I. 钢… II. 李… III. ①炼铁厂-设计-理论-高等学校-教材 ②炼钢厂-设计-理论-高等学校-教材 IV. ①TF08②TU273

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (94) 第 13215 号

出版人 曹胜利 (北京沙滩嵩祝院北巷 39 号, 邮编 100009)

责任编辑 宋良 美术编辑 王耀忠 责任印制 李玉山

北京燕南印刷厂印刷; 冶金工业出版社发行; 各地新华书店经销

1995 年 5 月第 1 版, 2005 年 8 月第 4 次印刷

787mm×1092mm 1/16; 20.5 印张; 488 千字; 320 页

38.00 元

冶金工业出版社发行部 电话: (010)64044283 传真: (010)64027893

冶金书店 地址: 北京东四西大街 46 号(100711) 电话: (010)65289081

(本社图书如有印装质量问题, 本社发行部负责退换)

前 言

1988年，国内十一所高等院校钢铁冶金专业第一次教学讨论会上首次拟定了钢铁冶金设计原理教学大纲。编写本书时，作者对该大纲进行了补充修订。本书内容涉及炼钢厂（车间）熔炼和浇注设备以及车间工艺布置设计等问题，而以主要炼钢方法氧气转炉和电弧炉为重点。当前正着重研究开发炉外精炼和连续铸钢，到2000年，我国钢产量的连铸比预计将达到70%，我国的钢铁生产技术接近或达到世界先进水平。

编写本书时，参考兄弟院校使用的教材（讲义）和教学提纲，特别是引用了北京科技大学冶金系编写的《炼钢厂设计原理》（第一、二册）讲义中的某些内容，使本书得到充实。

本书初稿曾请东北工学院（现东北大学）张树勋、包头钢铁学院尚明章、华东冶金学院万真雅和北京钢铁设计研究总院赵荣攻等同志审阅，他们提出了许多宝贵意见。作者谨向各位审稿人和兄弟院校教材原编写者致以衷心的感谢！

本书作为高等院校钢铁冶金专业教材，亦可供铸造专业本科生使用。

参加本书编写的有：第1、3、6、8、9、10章，北京科技大学李传薪；第2、4、11、12章，西安冶金建筑学院俞景祿；第5、7章，北京科技大学王钺宗；第3章3.2节，北京科技大学范光前、李传薪。全书由李传薪主编。

对本书中的错误和不足之处，恳请读者给予批评指正。

编者

1994.6.

钢铁厂设计原理 下册

目 录

1 炼钢厂设计概论	1
1.1 钢铁企业（联合企业或独立钢厂）的组成及炼钢生产在整个生产系统中的地位	1
1.2 炼钢厂生产规模与金属平衡	7
1.3 炼钢车间设计的内容和程序	12
2 氧气转炉设计	15
2.1 氧气顶吹转炉炉型设计	15
2.2 氧气顶吹转炉炉衬设计	19
2.3 氧气顶吹转炉炉体金属构件设计	20
2.4 顶底复吹转炉炉型和底部供气构件的设计	29
3 电弧炉设计	39
3.1 电弧炉炉型设计及配用变压器容量计算	39
3.2 水冷挂渣炉壁设计	46
3.3 直流电弧炉的特点与结构	54
4 炼钢过程的物料平衡与热平衡计算	63
4.1 氧气顶吹转炉炼钢物料平衡和热平衡	63
4.2 电弧炉炼钢物料平衡和热平衡	74
5 连续铸钢设备	90
5.1 连铸机的分类及表示方法	90
5.2 连铸机机型的发展及选择	92
5.3 连铸机的主要工艺参数	94
5.4 连铸机生产能力的确定	103
5.5 盛钢桶及其载运设备	106
5.6 中间包及其载运设备	109
5.7 结晶器及振动装置	111
5.8 二次冷却装置	118
5.9 拉坯矫直装置及引锭装置	121
5.10 铸坯切割装置	124
5.11 压缩浇注和电磁搅拌装置	125
6 铸锭设备与盛钢桶	127
6.1 盛钢桶尺寸计算	127
6.2 盛钢桶质量	130

6.3	盛钢桶重心计算	131
6.4	精炼用盛钢桶的结构与设计特点	135
7	转炉炼钢车间	137
7.1	转炉车间组成与生产能力计算	137
7.2	主厂房工艺布置	140
7.3	原材料的供应及设备	155
7.4	氧气的供应及设备	160
7.5	其它设备计算	170
8	电弧炉炼钢车间	179
8.1	电炉炼钢生产技术经济指标与生产能力计算	179
8.2	电弧炉车间布置方案	190
8.3	电炉车间各部分的工艺布置	202
9	炉外精炼设备与工艺布置	219
9.1	炉外精炼技术的选择	219
9.2	钢水吹氩处理	223
9.3	钢水循环真空脱气处理 (RH脱气法)	226
9.4	钢包炉精炼技术	243
9.5	真空吹氧脱碳精炼炉 (VOD 精炼炉)	256
10	钢水喷粉处理及喂线处理	263
10.1	钢水喷粉处理技术	263
10.2	钢水喂线处理	274
11	电渣重熔设备的选型与设计	278
11.1	电渣重熔的特点	278
11.2	电渣炉的基本类型	278
11.3	电渣重熔主要工艺参数的确定	281
11.4	电渣炉主要设备的类型与结构	282
11.5	有衬电渣炉	288
12	炼钢车间烟气净化系统的设计	289
12.1	烟气特征	289
12.2	烟尘性质	290
12.3	烟气净化方法的选择	291
12.4	烟气净化系统	292
12.5	烟气净化系统的主要设备	297
12.6	含尘污水处理	303
	参考文献	305
	附录 I 炼钢电炉规格与性能参数表	306
	附录 II 可压缩流等熵流函数表	311
	附录 III 浇注设备资料表	315

1 炼钢厂设计概论

炼钢生产环节在钢铁联合企业中处于整个生产流程的中间部位，起承上启下的作用，可谓钢产品生产的中间纽带；而在独立的钢厂，即炼钢—轧钢以及钢的深加工型企业里，炼钢是决定产品产、质量的首要一步。炼钢环节的任何延误或产、质量波动都会影响前后生产工序的协调运转。这都与炼钢车间（厂）的设备、工艺、组织管理等因素有关。所以在新建厂设计或旧厂进行技术改造设计的起始阶段就应当处理好相关的各种问题，为正常生产，保持良好的运转秩序打下基础。

本章将简要介绍全厂整体性问题的基础概念，初学者应认识到全局问题的重要性，以及了解局部（炼钢）与整体（整个生产系统）的关系，特别是应明确炼钢工艺设计与相关专业设计之间的分工与协作关系。

1.1 钢铁企业(联合企业或独立钢厂)的组成及炼钢生产在整个生产系统中的地位

1.1.1 钢铁企业的组成及总体布置

钢铁联合企业是一个完整的钢铁冶金生产过程的组合体，企业的生产在技术上应是先进的，经济上是合理的，有良好的生产管理体制，为社会建设提供优质钢材或其它钢铁制品。钢铁联合企业一般应包括炼铁、炼钢、轧钢（各种成材轧钢车间）三个主要生产部分，以及为它们服务的各种辅助生产车间（分厂）和机构。在很多联合企业里还包括有炼铁生产之前的矿山等生产部门（采矿、选矿以及烧结、炼焦等车间），亦即庞大的高炉炼铁原料供应与准备系统。

在发展我国钢铁生产的过程中，除了注意发挥地方中小企业的的作用外，应把相当大的注意力放在建设和改造一批大型的、现代化的钢铁联合企业上。不论是联合企业或独立的钢厂，它们代表着我国钢铁生产的最高水平，是钢铁生产的骨干力量。与生产规模较小和生产过程不完整的中小企业相比，大型企业具有若干优点：

- (1) 生产能力大，劳动生产率高，产品成本低廉，各项经济技术指标一般优于中小型企业；
- (2) 便于实现生产过程的机械化、自动化和连续化，有利于新技术的推广和应用；
- (3) 能充分地利用本企业生产的各种副产品，开展综合利用，实现良好的环境保护；
- (4) 各专业厂（车间）之间运输距离短，生产周期可缩减，生产与运输费用降低；
- (5) 具有较好的生产条件，能保证本企业生产的正常进行，少受或不受外界各种因素的干扰与影响；
- (6) 便于加强领导，提高企业的科学管理水平。

因此，世界各国在发展钢铁生产过程中都比较注意发挥大型企业的作用。

对于大中型联合企业而言，除主要的生产车间（在主生产流程上的车间）之外，还必须包含有全厂性的动力设施，诸如：变配电站（或自备发电厂），供水、排水及污水处理，

热力供应，燃料供应与制备，制氧（及其它生产用气体）生产，机修车间，运输部门、通讯部门及试验研究部门等。

钢铁联合企业工艺流程如图1-1所示。

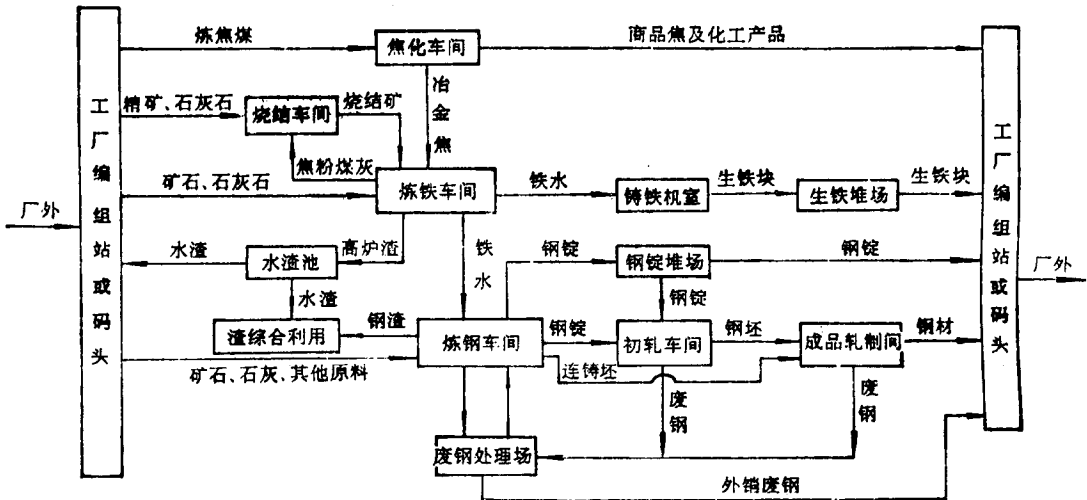


图 1-1 钢铁厂生产工艺流程

铸坯(或钢锭)主要作为后道工序——轧制的原料，某些条件下亦可有部分锭(坯)作商品锭(或连铸坯)直接外销。

组成联合企业的各个生产和辅助车间有密切的联系。首先，原材料供求关系要互相满足，如炼铁车间(分厂)冶炼出来的铁水送至炼钢车间(分厂)及时供应炼钢炉的需要，炼钢车间的连铸钢坯(合格钢锭)送至成品轧制车间(或开坯车间开坯)，轧制成材，而不同规格与成品的轧钢车间之间也存在着坯料供需关系。其次，这种联系还表现在上下工序(车间)之间在生产能力上的相互平衡和相互适应，如果一旦破坏了这种平衡与适应关系，就会给生产带来不良影响。动力设施和各辅助车间又是主生产流程的保证，如辅助原料、燃料、氧气不能及时供给也会给主体生产线以影响，甚至停止生产。全厂金属料平衡和其它生产必须品的物料平衡表示出这种互相平衡和相互适应的关系。表1-1给出钢铁生产过程主要车间原材料的消耗系数，它标志着供需平衡关系，也是钢铁生产的一个重要技术经济指标。

各种原料消耗系数与生产工艺、生产品种、产品规格尺寸有关。例如：轧制板材、管材的原料消耗将大于大尺寸的棒材与型材。钢锭生产不仅与熔炼工具有关，亦与原料中废钢比例有关，若为连铸坯，则每吨合格铸坯的钢铁料消耗约接近于浇注钢锭消耗量的下限。

钢铁厂内部各车间在位置上的相互关系构成联合企业(或专业性的钢厂)的总平面布置图，简称总图。它表明联合企业内地面及地下的一切建筑物、构筑物的位置和高度，各种管线在厂区内的分布和铺设情况，交通运输线路，绿化美化等设施的平面位置。总平面布置是总图设计的重要组成部分，各车间与公用设施的布局是否合理会直接影响到能否合理地顺利地组织生产，影响到企业建设投资效益及生产经营成本等一系列问题。总平面布

表 1-1 钢铁企业主要生产车间原料消耗系数

每吨铁水消耗系数		每吨钢锭消耗系数		每吨钢材消耗系数	
主要原料	消耗系数	主要原料	消耗系数	主要原料	消耗系数
铁矿及烧结矿	1.6~2.0	铁水及废钢	1.10~1.25	钢 锭	1.15~1.25

置是一项政策性、系统性、综合性很强的设计工作，涉及的专业范围很广，遇到的问题错综复杂，通常要经过多种方案的技术经济比较择优选取，以便创造好的工作和生产环境，提高建设投资的经济效益和降低生产成本。联合企业新建厂的厂址选择和总图运输设计的原则与总图布置类型等问题，读者可参阅上册第1章1.1~1.4各节。这里应强调，旧有车间（厂）进行技术改造设计的难点与问题的复杂性。

改建、扩建老厂的设计比新建厂（车间）的设计更为复杂，处理技术问题也较为困难。改、扩建形式有不同的情况：其一是在原企业场地上改扩建，场地上不增加新建建筑物、构筑物，只在车间内部增加设备或更换新技术设备，以强化生产、提高操作技术水平扩大生产。这种形式（扩大生产）对总图影响不大，但产量增加而需要增加运输能力。所以，改建、扩建的重点将是把运输设施相应地加以调整、改造，以满足生产的需要。其二，扩大原有厂房或增加新厂房以扩大生产，这就必须占据厂区的场地，增加运输能力以及其它设施来配合完成增产计划。还有一种情况是在原有企业场地之外扩建，此时如厂区附近有条件（地形、地质条件，运输通道的连接等等）增建厂房，而且生产流程合理，与原生产系统便于沟通，则为企业扩大规模、改善劳动环境提供了便利的场地条件。

改建、扩建的总平面布置应按照新建厂总平面布置的原则，此外还应考虑以下原则，

(1) 在改建、扩建时应当尽量利用和发挥原有建筑物、构筑物、运输线路、工业管线等设施的效用，以节约物资，节省投资。但是，当不进行改换、拆迁会影响到将来长期运转和使用上不合理时，则应当合理拆迁、重建，避免留下后遗症。

(2) 扩建、改造时如何减少对正常生产的影响，这在总平面布置中要结合生产工艺、运输、动力供应等过渡措施来考虑，力求不影响或少影响原有设备的正常生产。

总之，总图设计是设计部门的一个极为重要的工作，总图设计的质量事关大局，影响一个厂能否正常运营，能否安全生产，及长远发展的可能性。总图设计还要与各种专业设计相联系，满足各专业生产车间需要。炼钢车间工艺设计人员要向总图设计专业提供炼钢车间设计的若干技术资料以便后者开展工作，诸多具体技术应由双方共同确定，使全厂性、总体性设计能为炼钢生产服务，而炼钢车间这一个局部又应纳入全厂这个整体并服从整体。这就是专业车间设计与总图设计的关系。

1.1.2 特殊钢厂（电炉钢厂）生产系统

近20余年，电炉钢在整个世界范围（包括发达国家和发展中国家）都在持续不断地发展，在世界钢的总产量停滞时期，电炉钢比例仍在不断增加。随着小型钢厂的迅速发展和直接还原法的完善，电炉钢产量及比重还会继续增加，电炉向大型化、高功率化发展的同时，其冶炼品种也由多炼优质钢、合金钢扩展到生产普通品质的钢种，如建筑用一般钢材和普通的型钢与板材。这是因为在某种条件下电炉炼钢的成本低廉，与其它炼钢设备的冶

炼工艺比较占有优势。

美国有65家现代化小型钢厂，年产量总计为2500万吨，占其产钢量1/4以上。现代化小钢厂成功的原因是，基建投资费用低，通常比大型钢铁联合企业低5~10倍，生产设备维修和现代化生产费用也低50~100%；生产效率高，现代化小钢厂每个雇员年钢材产出量862t，比钢铁联合企业多100%；此外现代化小钢厂吨钢收入多于联合企业，而劳动费用低于联合企业。这诸多方面的优势均促进了现代化小型钢厂的发展。另一方面，世界小型钢厂增多将要促进各种直接还原铁的利用和发展。

我国电炉钢厂多隶属于特殊钢生产系统，产品都是优质钢、合金钢、特殊用途的钢种。而在另一些小型电炉钢厂，则可能是以冶炼普通碳素钢和一般用途的钢种为主。特殊钢厂里由于品种质量的要求，其冶炼、加工工艺较为复杂，也需要设置多种类型的设备以适应钢的生产。例如，除电弧炉以外的精炼炉、真空熔炼炉、电渣炉等。就某些合金钢种的压力加工流程而言，首先应进行锻压开坯（或成材），而后轧制成材，供给用户。特殊钢生产的工艺流程如图1-2所示。

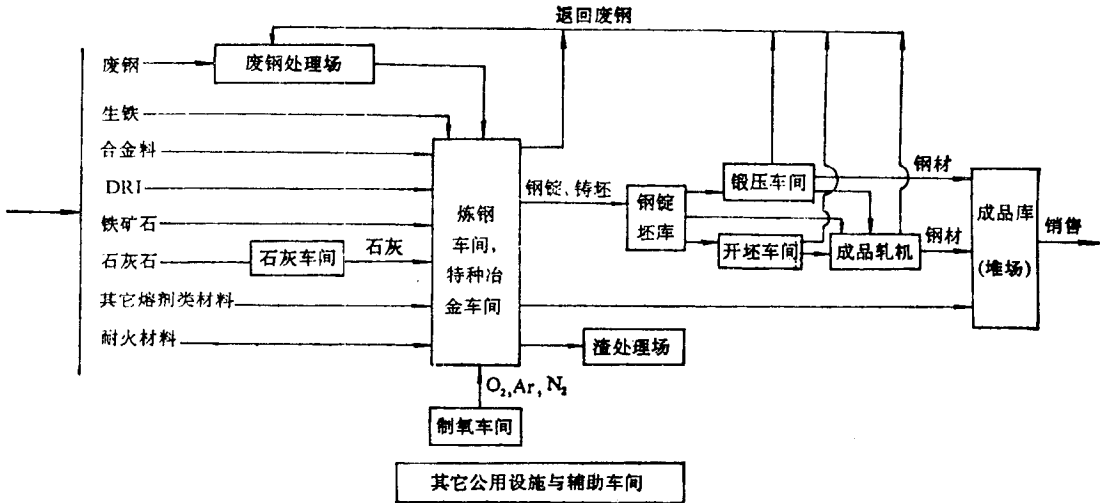


图 1-2 特殊钢厂生产流程

1.1.3 炼钢生产流程总体方案的选择

(1) 炼钢生产流程。炼钢生产流程的方案是指选择什么炼钢方法与浇注方法。对于一个初步确定生产规模的炼钢车间，依据哪些技术条件来选择炼钢工艺及选择炼钢主体设备呢？

解决这一问题要注意：

- 1) 炼钢原料是什么？其品质如何？
- 2) 冶炼钢种与质量要求，成品钢材的规格尺寸范围如何？
- 3) 车间生产规模多大？有无发展远景？

炼钢厂（车间）工艺设计是钢厂设计的基础，是决定一个钢厂（或车间）基本面貌的关键。炼钢工艺设计必须首先掌握和研究上述三方面问题，是具体设计的前提。为了使炼

钢工艺设计能够适应国民经济发展的需要，能够贯彻国家经济政策和技术政策，保证工程项目在建设投入生产后技术先进、经济合理、安全运行和具有良好的劳动生产条件，合理地选择工艺流程与主体设备选型是设计工作的基本环节。此外，还必须遵循与参照国家和行业现行的有关法规、标准与规范，使设计完成得合理、合法。

新建和改建的现代化生产车间的特点是：采用高生产能力的大型炼钢炉，强化熔炼过程，多数采用连续浇注，生产过程高度机械化，提高生产管理与生产环节的自动化程度，改善生产环境防止环境污染，提出有效措施。

转炉炼钢方法以铁水为原料，只有具备充足的高炉铁水供应条件才适宜选用。二次化铁（化铁炉重熔铁块）炼钢势必增加整个过程的铁耗、能耗，并污染环境。所以，新建转炉炼钢车间不应采用化铁炉供应铁水。

如果在建厂地区可以取得充足的废钢供应条件，废钢来源可以是该区内能回收到的废钢，也可能是来自外地、或拆船业或进口。此外还应有一定数量的生铁供给来源，则选择电炉炼钢为合理。电炉炼钢的特点是：冶炼品种适应性强，既可以熔炼高级优质钢种，也可以价廉快速地熔炼一般钢种；在生产管理上也较为灵活机动。

转炉以生产碳素钢、低合金钢为主，也可以生产某些合金结构钢。应当指出，由于铁水预处理技术和钢水炉外精炼的发展，使得很大一部分优质钢、合金钢可以由转炉熔炼。所以，“铁水预处理—复吹转炉—炉外精炼—连铸”宜作为今后新建和改建转炉炼钢车间的基本工艺路线。

钢水炉外精炼，或称二次冶金、钢包冶金，是新兴的提高钢质量、增加钢的品种和初炼炉产量的有效技术。通过精炼使钢水温度与成份均匀化，有助于顺利进行连铸。炉外精炼设备与工艺有多种多样，各有特点，选用哪一种合理可行，应分析对比研究，谨慎从事，不可草率决定；更不可无针对性地、不考虑产品品种质量是否必需，盲目采用附加设备与工艺。这样势必造成较多的投资，而生产上未必得到良好效果。所以当采用炉外精炼环节时，要全面衡量，细致地从技术与经济上论证，再决定取舍或选择。

钢水浇注方式的选择，在冶炼钢种与产量规模合适的条件下，应当以连铸为首选方案，与炼钢—铸锭—开坯（一轧材）这一传统的生产流程相比，连续铸钢具有一系列优点：

- 1) 金属收得率可提高6~12%；
- 2) 每吨钢大约可节能 $58.5 \times 10^4 \text{kJ}$ ；
- 3) 可降低产品成本10%；
- 4) 连铸坯比轧坯形状好，短尺少，成份均匀，使用连铸板坯生产板材比用轧坯金属收得率还可提高2~4%。

世界各国都在致力于发展连铸设备与工艺，各主要产钢国家的连铸比不断提高。据国际钢铁协会统计，1992年世界各国（地区）的连铸比如表1-2所示。技术先进且产量大的国家如日、德、法等国连铸比达到了90%以上。我国1992年连铸比为30%，已有十个以上的车间实现了全连铸生产。预计到本世纪末，我国连铸比将达到70%的水平。

连铸坯生产的技术经济效益是显著的，发展连铸是炼钢—浇注工艺的重大改革，与后道工序接续，提高生产率，降低能耗，各种新技术也因连铸水平的提高（生产出无缺陷铸坯）而得以实现；采用连铸连轧，铸坯热送、热装，连铸坯直接轧制等。这里要指出，当

表 1-2 1992年世界各国(地区)炼钢生产连铸比

	连铸钢产量, 万吨	连铸比%		连铸钢产量, 万吨	连铸比%
比利时	969.5	93.9	巴西	1385.5	58.0
法国	1710.6	95.2	墨西哥	544.0*	64.5*
德国	3653.4	92.0	委内瑞拉	332.0*	97.8*
意大利	2394.0	96.1	埃及	242.0*	96.3
卢森堡	127.7	41.6	伊朗	293.7	100
荷兰	519.4	95.5	沙特阿拉伯	186.6	100
西班牙	1146.4	93.2	印度	290.0	16.0
英国	1395.8	87.0	印度尼西亚	300.0*	96.8
奥地利	382.1	96.7	韩国	2714.4*	96.6*
芬兰	306.2	99.5	原捷克斯洛伐克	244.0	21.9
瑞典	373.9	85.8	匈牙利	141.3	92.2
土耳其	869.9*	85.0	波兰	90.0*	9.1*
加拿大	1205.6	86.5	罗马尼亚	204.0*	38.0
美国	6553.1	78.9	独联体	1900.0*	17.1*
日本	9356.9	95.4	中国	2400.0*	30.0
澳大利亚	577.0*	84.0	中国台湾省	1005.0*	94.9
南非	722.5	79.7	世界总计	45718.9	65.3
阿根廷	217.0*	81.5*			

注: *为估计值。

前不是所有炼钢车间(厂)都可以采用全连铸手段,因为至今还有某些钢种尚不适于连铸机上浇注成型,仍处在研究试验阶段,还必须模铸成锭转至下道工序——锻压或轧制开坯。此外,我国不少地方小型企业,由于生产规模小、资金困难等因素,还不能采用连铸设备,仍然以小型钢锭为原料,经开坯轧制成材。某些厂家(车间)的技术改造工程包括设备更新与掌握新工艺等均要有一定的过程,所以在一个时期之内仍会存在着少量模铸,设计时应予以考虑。

(2) 车间组成。炼钢车间是一个复杂的、相互关联的、配置有各种设备的生产厂房和构筑物的综合体。在炼钢车间里要实现贮料、送料、向炉内装料、冶炼、浇注、检验产品、运出产品,以及为了保证实施这些工艺过程所必要的设备准备工作和其他作业。一般情况下,车间分为一系列主要生产工段和辅助工段,这些工段或者位于独立的厂房里,或者位于主厂房的某一跨间或某一个工作区域。炼钢车间可能包括如下一些主要的生产工段(或跨间):主厂房(在主厂房内进行冶炼和浇注);废钢配料间;混铁炉及加铁水间(工作区);辅助材料跨间;钢水炉外处理工作区(或处理跨间);连铸工作区(或跨间);钢水包、中间包的修理、砌衬及准备;(模铸时)脱模、整模跨间;及其它辅助工段。车间所包含的跨间和厂房的数目及类型决定于炼钢和浇注的方法,也与跨间可否联跨有关。选择跨间和厂房数目时,必须根据炼钢生产流水作业的原则,合理地设计车间布置。若使独立的工序和单元作业在专门的跨间里进行,由于在这样的跨间里只完成同一类型的作业,可保证高的劳动生产率;同时,还因为在单独的专门厂房里,生产过程散发的热量较分散,产生的烟气易于排放,有利于通风,可改善劳动条件。

这种独立厂房、分散布置工段的设计,会使得独立厂房增加,特别是当厂房间采用铁路运输时,车间整个占地面积会大大增加。在尽可能减少占用土地(特别是良田耕地)的

原则下，应当研究减少独立厂房数目以求更为密集布置方式。例如，现在多采用的联跨间的布置型式，即平行多跨间的主厂房里分别按不同区域或不同跨间里组织分工生产。与此同时，设计中还应制定出一些改善多跨间厂房里劳动条件的措施，如：封闭熔炼设备，收集排放的烟尘与有害气体，以及加强局部地区的通风排气等技术。

(3) 设计中选用设备的标准化与规范化问题。我国已经制订或正在制订熔炼设备的标准系列，设备制造厂家将按照标准的要求进行设计和制作冶炼设备。因此钢铁厂炼钢车间的主体熔炼设备应以标准系列产品为准完成工艺设计，同时又有与系列熔炼炉相配套使用的厂房起重运输机的系列规格。至于熔炼生产必须的某些辅助设备或工具，在我国的机械制造行业厂家（或冶金机械专业厂、重型机器厂）已经有了一些可供选用的系列产品。设计者应遵循设计的标准化原则，采用各种标准设备，标准化文件（包括国家或行业制订的设计规范、标准和材料的技术条件等文件）。标准化原则的采用，可以保证设计的简便性、通用性与可靠性，提高设计工作的效率。设计者还应遵循典型化的原则，采用各种典型的设计方案，和一些定型设计，如定型的厂房和建筑物的设计，工业炉和机械装备的定型设计，统一的建筑与结构件等等。采用定型设计可以缩短设计工作周期，缩短建筑施工工期，提高劳动生产率和降低建设费用，简化日常生产的设备维修工作。

1.2 炼钢厂生产规模与金属平衡

1.2.1 炼钢厂生产规模与产品大纲

炼钢厂（车间）的生产规模系指该厂（车间）年产原钢（若干吨或万吨）的数量，即合格钢锭、或合格连铸坯、或二者之和的年产量。但对于一个车间还应区分它的“生产能力”和“实际（或计划）产量”，当设备运转正常，无意外外界因素影响时，二者实际上相同。西方国家由于诸多社会原因及政治原因的影响，开工率不足，往往实际产量低于设备能力很多。

炼钢车间的产量是由该厂钢材生产的需要决定的。根据厂的产品计划（或者是设计任务书的规定），该厂钢材产品的产量、品种、产品规格等诸参数来确定加工工序和加工设备类型，再依加工工序的要求来确定炼钢车间所提供的铸坯或钢锭的质量与断面形状、尺寸，从而计算出按不同钢种所需供应的锭（或坯）的数量（吨）。这通常称为炼钢车间的产品大纲。

设计炼钢车间时首先应制定车间的产品大纲（或称之为设计的产品计划），应详细地列出所要熔炼的钢种，各钢种具有代表性的若干钢号，各钢号的产量及在总产量中所占的比例，各钢号铸成连铸坯（或锭型）的断面形状与尺寸及定尺长度等。为了便于了解各钢种的生产流程，还应当说明各种铸坯（钢锭）送往哪一个后步加工工序，是锻压开坯或是轧制开坯，或铸坯轧制成材。这样就可使炼钢车间的产品品种、产量、所占比例和去向十分清楚地表述出来。

国外（包括西方工业国家和前苏联）自60年代以来发展了一大批小型厂（minimill），这些所谓小型厂以废钢为原料，或者包含一部分直接还原铁，以高功率或超高功率电弧炉熔炼—连铸为特征。这些小型厂可年产万吨到百万吨钢，其产品由普通碳钢钢材到优质合金钢钢材，品种范围较广。如美国的位居十大小钢厂之首的纽克公司，下属四个分厂，其总产量1991年为440万吨，平均每一个分厂的产量已达到百万吨级的水平。可见国外这种

小型钢厂的含义同我国地方小型钢厂的概念完全不同，国外小型厂有的采用的是完全新型电炉设备，新的熔炼工艺，产品质量上乘，生产灵活机动，企业经济效益优于大型联合企业。由此对比，我国地方中小厂迫切需要吸收新技术，改造旧设备，改变一些企业落后的生产面貌。

近年来，采用电炉废钢发展中小型厂的方案已为我国冶金界所认识和重视。与烧结、炼焦（有的还包括采选在内）、高炉冶炼铁水、转炉炼钢直到轧制成材的生产线相区别，把电炉熔炼—连铸（以后还可以连接连铸坯的直接轧制或热送）生产流程线称作“短流程”。无疑，“短流程”的建设及保持其正常连续生产，必须要有充足的电力供应，和炼钢原料资源的保证。

1.2.2 钢锭(或铸坯)需要量的计算

在决定工厂各轧钢车间钢锭需要量时，必须知道一吨成品钢材的金属消耗系数。钢锭的消耗量是由一吨成品钢材的钢坯消耗系数和一吨钢坯的钢锭消耗系数来决定的，二个系数相乘，就得到所谓成品钢材的总的金属消耗系数。

随着浇注、钢锭加热、轧钢等操作的改进，金属消耗系数趋于下降，每个具体情况下，金属的消耗系数与生产的具体条件有关：如钢的质量（沸腾钢、镇静钢），浇注方法，钢锭重量，钢材品种，以及在轧钢过程中有否中间加热等等。

在进行设计时可以运用如表1-3所载的各种典型的一吨成品钢材的总的金属消耗系数。

表 1-3 成品钢材总的金属消耗系数，(t/t钢材)

<u>轨架轧机</u>	
铁路钢轨	1.26~1.35
电车钢轨	1.40~1.45
钢桩	1.27~1.29
轧制角钢的沸腾钢	1.13~1.15
轧制角钢的镇静钢	1.28~1.30
沸腾钢轧制成的24~36号钢梁	1.15~1.17
镇静钢轧制成的24~36号钢梁	1.29~1.31
沸腾钢轧制成的45、55、60号钢梁	1.20~1.22
镇静钢轧制成的45、55、60号钢梁	1.33~1.35
管坯	1.26~1.33
沸腾钢钢坯	1.13~1.15
镇静钢钢坯	1.28~1.30
<u>大型轧钢机</u>	
矿山用钢轨	1.27~1.32
垫板	1.16~1.20
鱼尾板	1.22~1.28
钢梁槽钢	1.15~1.18
<u>型钢轧机</u>	
轧型钢的沸腾钢	1.15~1.18
轧型钢的镇静钢	1.26~1.30
汽车拖拉机用钢	1.35~1.40
汽车用钢	1.32~1.38
铬镍钢	1.32~1.35
汽车轮盘	1.41~1.47
汽车板簧	1.33~1.38
薄板坯	1.09~1.11

槽钢及钢梁		1.15~1.18
	<u>管坯轧机</u>	
管坯		1.15~1.18
	<u>线材轧机</u>	
普通线材		1.15~1.16
高碳钢线材		1.30~1.32
	<u>钢板轧机</u>	
普通碳素厚钢板		
用沸腾钢轧成		1.33~1.40
用镇静钢轧成		1.50~1.65
燃烧室用钢板		1.80~1.90
热轧薄钢板		
用沸腾钢轧成		1.28~1.31
用镇静钢轧成		1.39~1.41
汽车拖拉机酸洗钢板		
用沸腾钢轧成		1.32~1.34
用镇静钢轧成		1.44~1.46
合金钢板		1.70~1.80
冷轧钢板		1.33~1.35
酸洗钢板		1.36~1.38
屋顶钢皮		1.34~1.36
	<u>开坯轧机</u>	
型钢用沸腾钢初轧坯		1.12~1.14
型钢用镇静钢初轧坯		1.22~1.25
钢轨用初轧坯		1.23~1.28
沸腾钢板坯		1.12~1.15
镇静钢板坯		1.27~1.32
合金钢板坯		约1.55
	<u>成品钢管的坯料消耗</u>	
钻管		1.12~1.13
钻探套管		1.09~1.14
无咬口钻探管		1.08~1.13
容器钢管		1.06
压缩泵用管		1.085~1.11
裂化用管		1.135
石油管		1.09
不锈钢管		1.26
蒸汽过热器用管		1.08

1.2.3 钢厂（或炼钢车间）的物料平衡

车间生产的物料平衡是指进入车间的各项原材料的量（月耗用量或年耗用量，kg 或 t），同一时期内生产出的合格锭（坯）量，排出的炉渣、工业垃圾量以及排放的废气与可回收的烟尘量的平衡计算。也就是一个车间生产的投入与产出的实物量的关系。炼钢过程消耗的原料以金属料（钢铁原料与合金料）量为最大，所以物料平衡中宜以金属料平衡为主。

物料平衡计算是以实际生产中统计的技术经济指标为依据，应当选用生产上的平均先进指标（如原材料的单位消耗和收得率，合格率等）作为设计的指标进行计算。而各项指标又与不同的生产流程、设备的类型（不同种类的熔炼炉及其容量大小）及与所熔炼的钢种密切相关。因此，选用计算资料时必须认真考虑，并且用这些指标来代表设计方案的技术可行性和经济合理性。原料的单位消耗是指平均的单位合格产品所需用的原料量，通常以kg/t计。表1-4、1-5是转炉炼钢与电弧炉炼钢主要消耗指标，可供计算物料平衡时参考。

表 1-4 转炉熔炼主要消耗指标

序号	项 目	单 位	转 炉 容 量		
			<30t	30~100t	>100t
1	钢 铁 料	kg/t坯	1130	1120	1100
2	石 灰	kg/t坯	70	60	50
3	炉 衬	kg/t坯	10	6	4
4	氧 气	m ³ /t坯	70	60	55

注：1) 表中指标为每吨连铸坯的消耗指标，如换算为钢水需除以0.95；

2) 氧气消耗系数吹炼过程用氧（未包括废钢处理用氧）。

表 1-5 电弧炉熔炼主要消耗指标

序 号	项 目	单 位	电炉功率水平	
			RP	HP, UHP
1	金属料, 其中:	kg/t钢水	1070~1120	1020~1120
	钢铁料	kg/t钢水	1050~1080	1050~1080
	合金料	kg/t钢水	20~40	20~40
2	石 灰	kg/t钢水	40~70	40~70
3	电 极	kg/t钢水	5~7	3~5
4	炉衬耐火材料	kg/t钢水	10~20	4~10
5	钢包耐火材料	kg/t钢水	4~10	4~10
6	氧 气	m ³ /t钢水	15~30	15~30

注：表1-4、1-5资料引自国家行业标准YB9058—92；《炼钢工艺设计技术规定》。

RP—普通功率；HP—高功率；UHP—超高功率

计算车间生产物料平衡的意义在于：

1) 对一定规模的生产车间显示出其输入与输出任务的大小，即车间吞吐量的定量概念。由此又可以选定各种原材料输入，成品与废品的输出应采用的运输方式。计算所得运输任务的大小亦是进行总图运输设计的依据。

2) 由物料消耗量设计各原材料的储存量与储存容器或存放场地面积。

3) 所选用指标的优劣直接反映设计的经济合理与否，特别是金属料的消耗与部份金属在生产流程中的循环往复更能显示所设计流程的先进与否，显示金属利用的水平。图1-3、1-4是模铸工艺和弧形连铸机连铸热装工艺的金属料投入产出与损失（流失不能回收的部份）的平衡图。对于生产车间都应有如上述二图所示类型的金属平衡图，对于拟建的炼

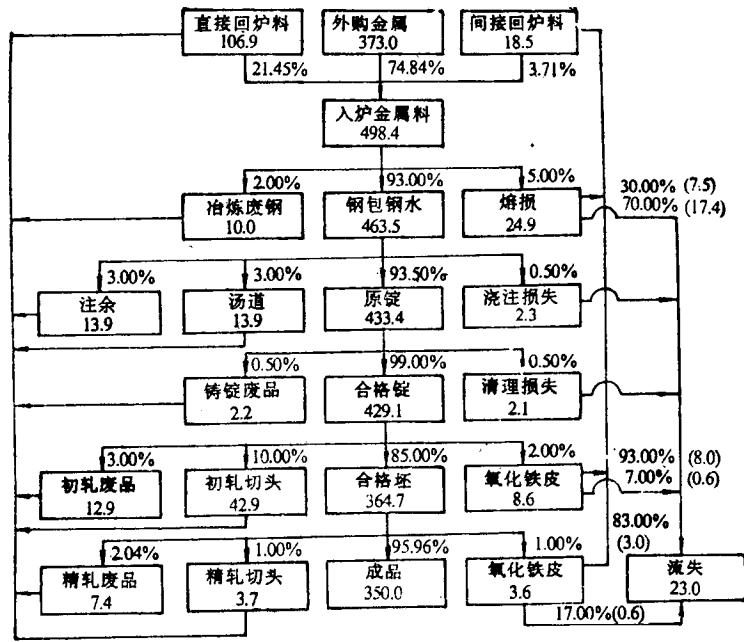


图 1-3 模铸工艺的金属料流程图 (单位1000t/年)

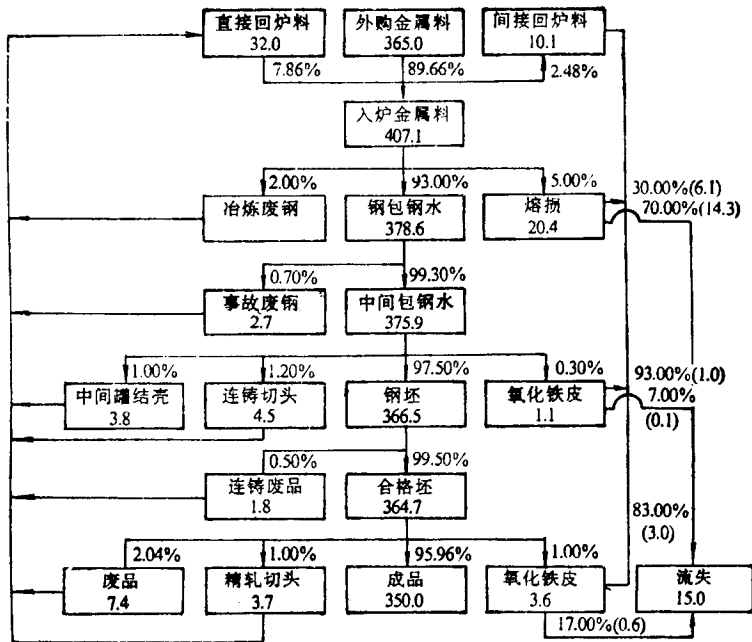


图 1-4 常规弧形连铸机连铸热装工艺的金属料流程 (单位1000t/年)

注: 图1-3、1-4引自《炼钢》, 1988 No. 2, 46—52.