

• 高等学校教学用书 •

炼钢设备

GAODENG XUEXIAO JIAOXUE YONGSHU



冶金工业出版社

高等学校教学用书

炼钢设备

北京科技大学 潘毓淳 主编

冶金工业出版社

(京) 新登字036号

高等学校教学用书

炼钢设备

北京科技大学 潘毓淳 主编

冶金工业出版社出版

(北京北河沿大街嵩祝院北街30号)

新华书店总店科技发行所发行

冶金工业出版社印刷厂印刷

787×1092 1/16 印张 22 插页 3 字数 525千字

1992年6月第一版 1992年6月第一次印刷

印数00,001~4,500册

ISBN 7-5024-0965-3

TF·223(课) 定价5.80元

前 言

本书是根据冶金高等院校冶金机械专业炼钢机械课程教学大纲编写的。

本书比较详细地阐述了炼钢机械设备的运转特点、结构特征和设计计算方法。书中除了讲述我国最新成就外，还介绍了国外所采用的新设备、新技术及新的设计计算方法。为了便于教学，在重点章节中还编入了计算例题和习题。

本书共四篇十七章。考虑到现代炼钢技术的发展，书中对氧气转炉设备和连续铸钢设备进行了重点叙述，这两篇可作为重点内容进行讲授，其余两篇可根据情况讲授或在实习中讲解。

本书由北京科技大学潘毓淳任主编，并编写绪论、第一、二、三、九、十四、十六、十七章，徐宝升编写第四、五、六、七、八、十章，李庆鸿编写十一、十二章，许德宽编写十三、十五章。

本书为高等院校冶金机械专业教学用书，也可供有关设计和生产技术人员参考。

由于编者水平有限，书中难免存在缺点和错误，诚恳欢迎读者批评指正。

编 者

1991年10月

目 录

绪 论	1
-----	---

第一篇 氧气转炉设备

第一章 氧气转炉结构	9
第一节 转炉炉体	9
第二节 转炉炉体支承系统	15
第三节 转炉倾动机械	35
第二章 转炉倾动力矩计算	48
第一节 空炉力矩计算	48
第二节 炉液力矩计算	50
第三节 倾动力矩曲线绘制及分析	57
第四节 最佳耳轴位置的确定	60
第五节 应用电子计算机计算炉液重心及倾动力矩	64
第三章 转炉扭振力矩计算	70
第一节 倾动机械扭振特点和力学模型	70
第二节 二个质量扭振力矩计算	73

第二篇 连续铸钢设备

第四章 概述	83
第一节 连续铸钢技术简介	83
第二节 连续铸钢机的型式	84
第三节 连续铸钢机的生产能力	90
第五章 浇铸设备	92
第一节 盛钢桶的支承及运载设备	92
第二节 钢包旋转台	93
第三节 中间包	104
第四节 中间包的承载装置	108
第六章 结晶器及振动机构	114
第一节 结晶器的功能	114
第二节 结晶器的结构型式	119
第三节 结晶器振动机构	126
第七章 铸坯导向及拉矫装置	137
第一节 小方坯连铸机的导向及拉矫设备	137
第二节 大方坯连铸机的导向及拉矫设备	139
第三节 板坯连铸机的导向及拉矫装置	141
第四节 引锭杆及其吊运装置	153

第五节	拉坯矫直力及功率	156
第八章	铸坯切割设备	165
第一节	火焰切割设备	165
第二节	机械剪切设备	169
第九章	弧形连铸机总体参数计算与确定	179
第一节	铸坯断面	179
第二节	冶金长度(液心长度)	180
第三节	拉坯速度	181
第四节	连铸机弧形半径计算	182
第五节	连铸机的流数	193
第十章	几种特殊连铸机	197
第一节	旋转连铸机	197
第二节	水平连铸机	198
第三节	轮带式连铸机	202
第四节	薄板坯连铸机	204

第三篇 炼钢起重机

第十一章	铸锭起重机	207
第一节	铸锭起重机的工艺特点	207
第二节	铸锭起重机的结构	210
第三节	铸锭起重机的主要尺寸参数与总体配置	220
第十二章	脱模机	228
第一节	螺旋式桥式脱模机基本结构及工作原理	229
第二节	液压桥式脱模机	242
第三节	桥式脱模机的基本参数	248

第四篇 炼钢车间其它设备

第十三章	电弧炉设备	259
第一节	电弧炉结构	259
第二节	电弧炉载荷参数计算	284
第十四章	吹氧设备	292
第一节	吹氧管	293
第二节	吹氧管升降机构	295
第三节	换管装置	300
第十五章	炉外精炼设备	306
第一节	炉外精炼方法	306
第二节	炉外精炼设备	310
第十六章	铁水预处理设备	321
第一节	铁水预处理方式	321
第二节	浆式搅拌法机械设备	322
第十七章	混铁炉设备	326

第一节 混铁炉主体结构及工艺参数.....	326
第二节 混铁炉倾动机构.....	326
第三节 混铁炉倾动力矩计算.....	332
附录 常用回转体的质量、质心和转动惯量计算公式	340
主要参考文献.....	344

绪 论

(一)

炼钢设备的发展与炼钢工艺的变革和能源的需求是紧密相关的, 1952年氧气顶吹转炉技术被开发后, 世界钢产量由1960年的3.3亿吨增到1969年的5.6亿吨, 其中氧气顶吹转炉炼钢由1960年占钢总产量的4.4%增到1969年的36.5%。日本的钢产量增长得更为迅速, 每年以12~13%的速度递增, 到1973年曾达到1.2亿吨。

随着现代科学技术的发展, 对高质量钢的需求日益增多, 加之受能源短缺的影响, 使得炼钢工艺不断变革, 新技术不断出现。到70年代后期, 钢铁生产向着提高质量、降低成本、节约材料和减少能耗的方向发展, 与此相应的新设备新工艺不断涌现。在氧气顶吹转炉继续发展的同时, 氧气复合吹炼转炉也开始用于工业生产; 对有效降低能耗的连续铸钢技术得到迅速的发展; 超高功率电弧炼钢炉和炉外精炼、喷吹冶金技术得到开发利用; 就连有百年历史的平炉炼钢也在采用新技术, 使其新生以适应新形势; 废气余热的回收利用和环境保护得到了足够的重视, 这些都促进了炼钢机械的发展。

我国炼钢生产在解放后40年来有了很大的发展, 特别是第一个五年计划期间, 钢产量每年递增31.7%, 由解放初期的年产90万吨增到535万吨。随着建设的发展, 到1989年已达到年产6000万吨的水平。由1949年钢产量占世界第26位上升到第4位, 并建成独立的冶金工业体系。

目前, 我国已具有相当规模的炼钢设备制造能力, 能制造各种中型、大型炼钢设备, 如500t平炉炼钢车间, 50t、120t和180t氧气顶吹转炉炼钢车间, 20t、40t和75t电弧炼钢炉全套设备, 还建造了真空感应炉、真空自耗电极炉等真空炼钢设备, 并研制成功和建成方坯、扁坯、大板坯连续铸钢机及炉外精炼设备。

(二)

从炼钢车间的布置可以了解炼钢各种机械设备在车间生产中所处的地位, 以及它们之间的相互联系。车间布置及其机械设备取决于车间的产量水平和生产特点。下面以氧气顶吹转炉车间及电炉车间为例:

1. 氧气顶吹转炉车间

氧气顶吹转炉的生产特点是吹炼周期短, 生产率和设备运转率高, 周转频繁, 这些特点决定了车间配置型式。

图0-1、0-2为我国300t氧气顶吹转炉车间平面图及断面布置图。它代表了典型的大型氧气顶吹转炉车间的布置型式。车间由主厂房、辅助跨间和附属车间所组成。主厂房是转炉车间的主体, 炼钢生产主要工艺操作在主厂房内进行。主厂房由炉子跨、原料跨和四个铸锭跨所组成。炉子跨布置在原料跨和铸锭跨之间, 在炉子跨内安装有炉子主体设备, 转炉的左边和右边分别是铁水和废钢处理平台, 正面是操作台, 平台下面有盛钢桶车和渣罐车, 在炉子上方的各层平台, 布置着氧枪设备、散料原料设备和烟气处理设备。原料跨主

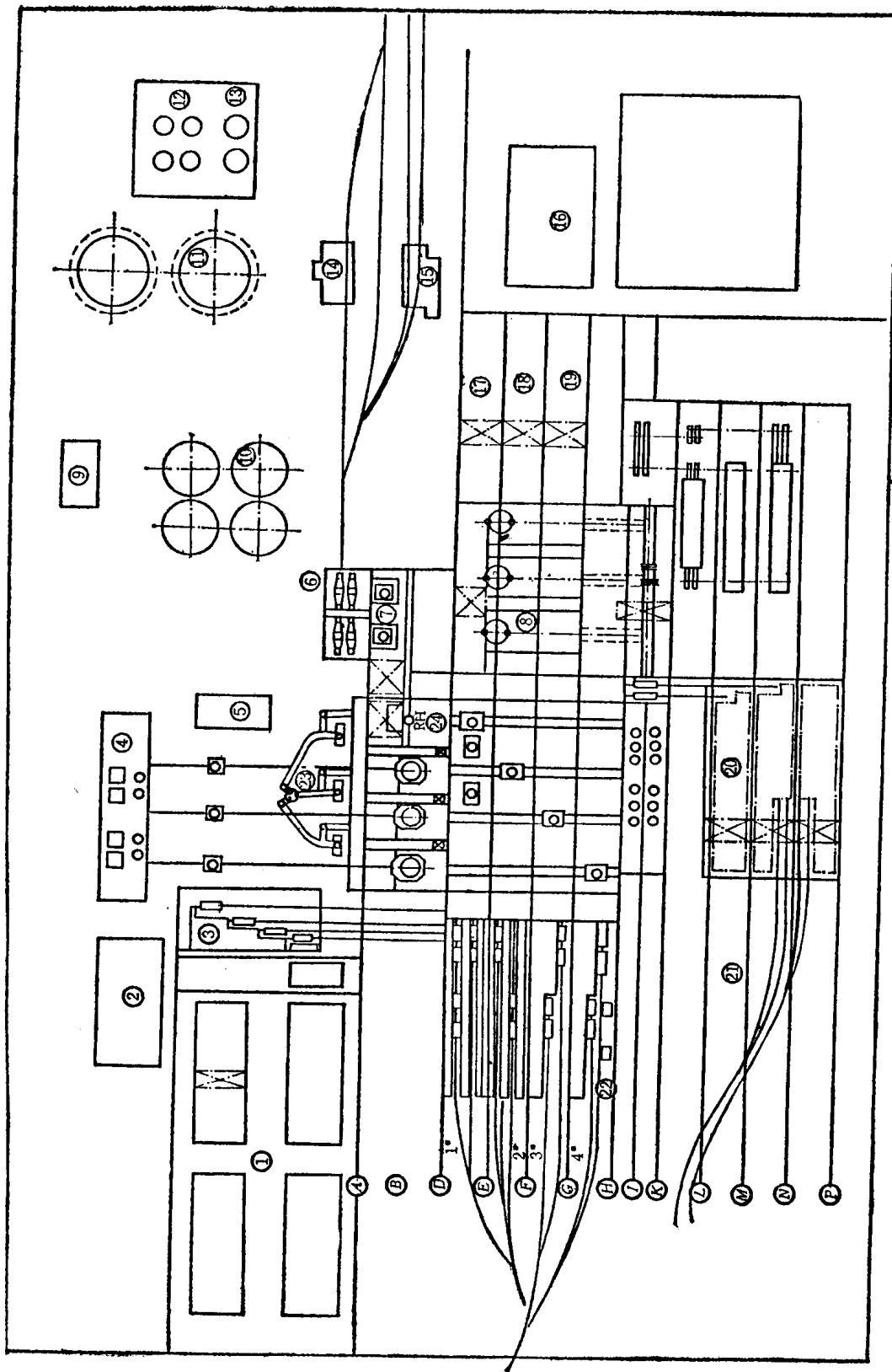


图 0-1 我国300t转炉车间平面图

A—B加料跨, B—D转炉跨, D—E1*浇铸跨, E—F2*浇铸跨, F—G3*浇铸跨, G—H4*浇铸跨, H—K钢罐修砌跨
 1—废钢堆场, 2—磁选间, 3—废钢装料跨, 4—渣场, 5—电气室, 6—混铁车, 7—铁水罐修理场, 8—连铸跨, 9—泵房, 10—除尘系统沉淀池, 11—煤气柜, 12—贮
 氧罐, 13—贮氮罐, 14—混铁车脱磷场(铁水预处理), 15—萤石堆场, 16—中间罐修理间, 17—中间罐修理间, 18—二次冷却罐修理间, 19—结晶器罐道修理间,
 20—冷知场, 21—堆料场, 22—钢水罐干燥场, 23—除尘烟囱, 24—RH真空处理

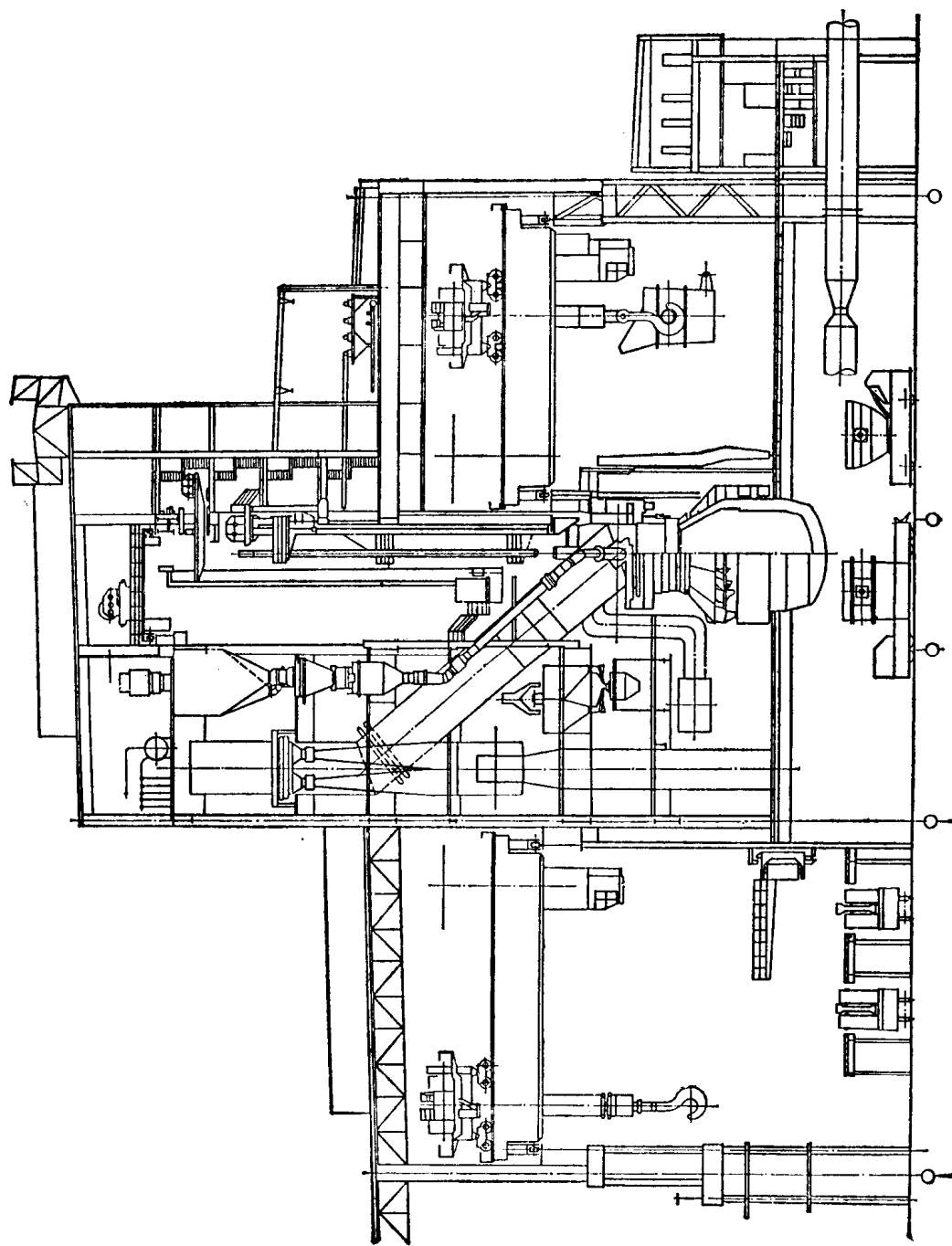
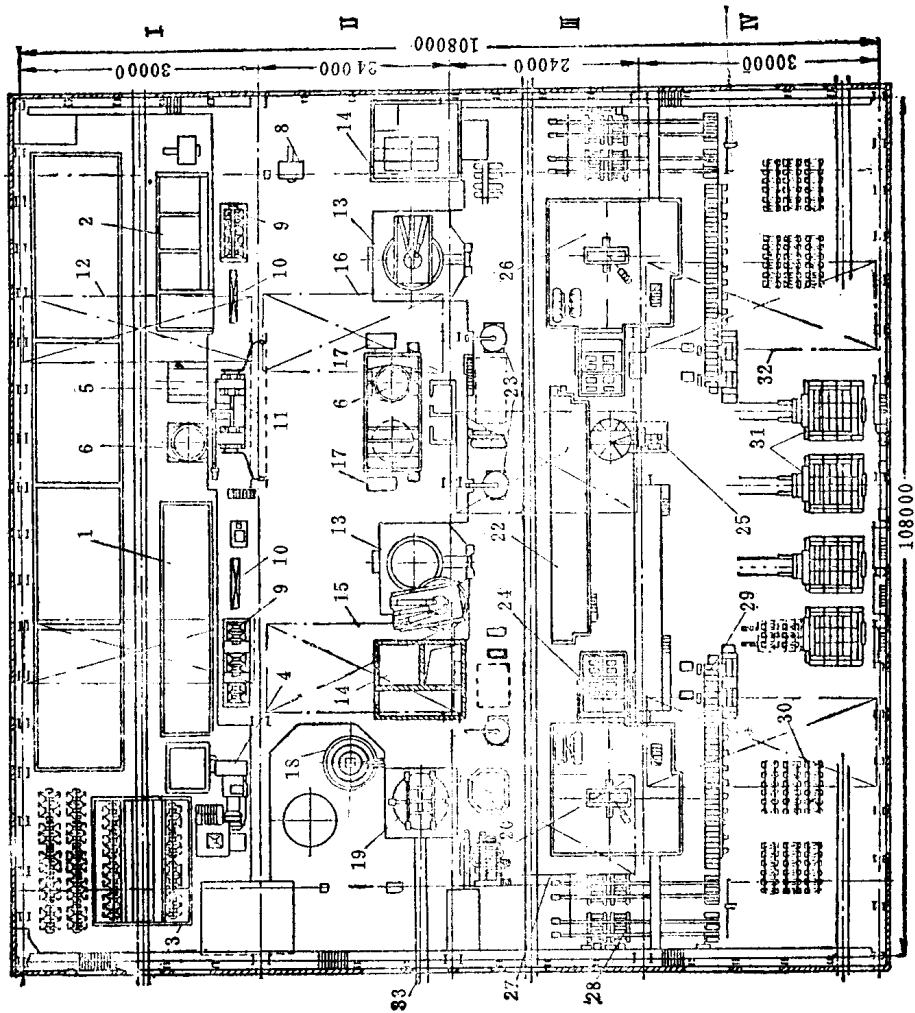


图 0-2 我国300t转炉车间断面



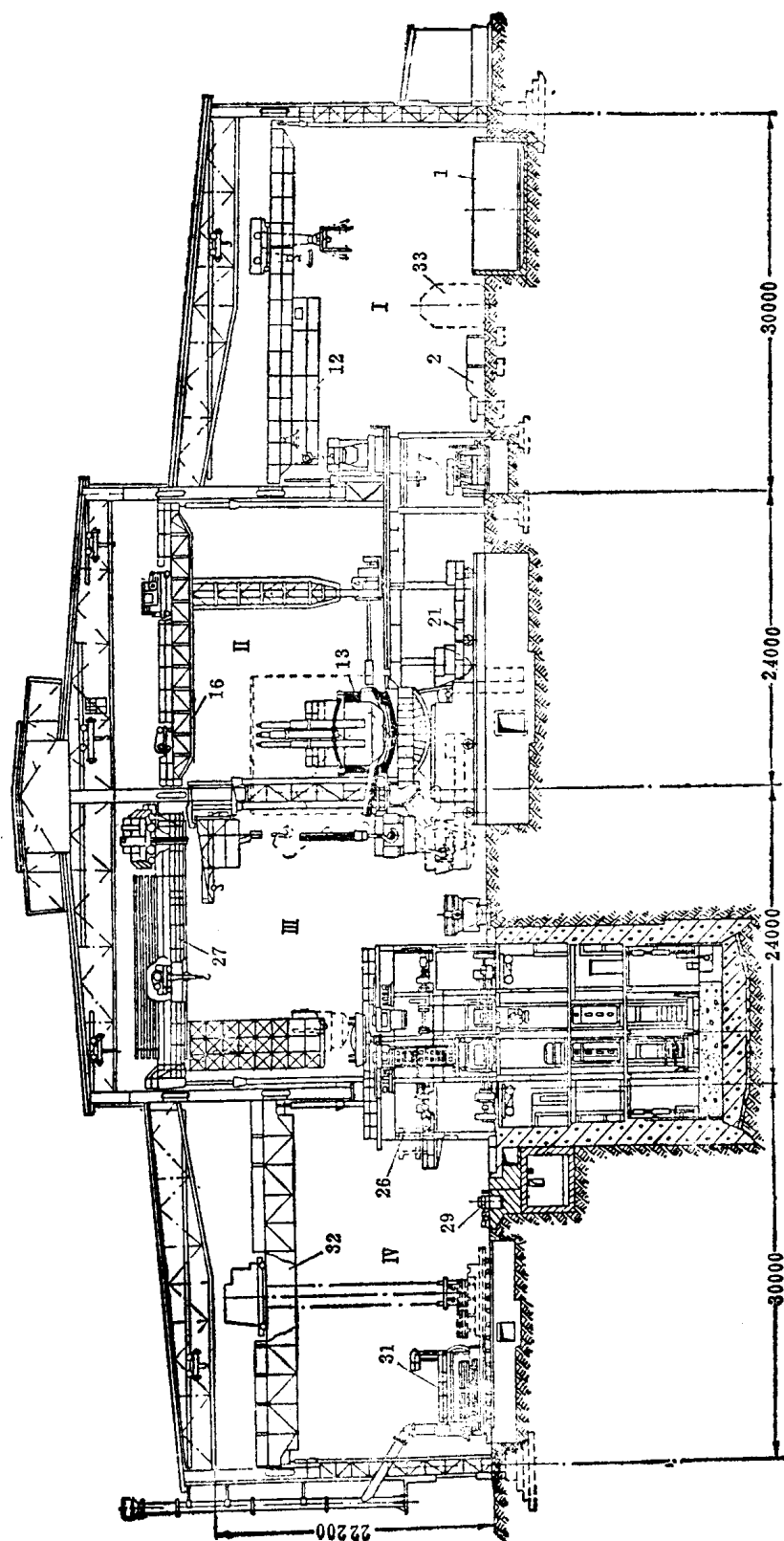


图 0-3 80t电 炉车间平面布置图和断面图

- 1—料坑；2—料槽；3—料仓；4—卷扬机；5—称量车；6—电动车；7—破碎机；8—地磅；9—架座；10—高架料槽；11—铁合金加料炉；12—原料起重车；13—80t电炉；14—控制室；15—起重车；16—加料机；17—联接电极装置；18—烘烤的炉体；19—烘炉；20—修炉坑；21—渣罐；22—平台；23—烘烤钢包装；24—连续铸操作室；25—真空处理装置；26—立式连铸机；27—铸锭起重车；28—运输轨道；29—定尺机；30—冷床；31—保温炉；32—起重车；33—铁轨

要配置向转炉供应铁水和废钢的设备。铸锭跨内设有模铸和连铸。整个配置是以转炉为中心，以生产流程为主线；上下左右形成立体配置特点。以保证转炉的供料、吹炼、出钢、出渣、浇铸等工艺操作顺利进行，不致发生互相干扰而影响生产。

氧气转炉车间各作业系统组成如下：

- 1) 转炉主体设备。它是实现炼钢生产的主要设备，由炉体和倾动设备所组成。
- 2) 供氧系统设备。氧气转炉炼钢要求供氧量大、氧压稳定而且安全可靠，因此要有一套保证供氧的设备。此系统有管道、阀门和向炉内吹氧的吹氧管装置。
- 3) 铁水供应系统设备。它由混铁车或混铁炉、铁水预处理设备和运输称量等设备所组成。
- 4) 散装料供应系统设备。散料主要用于造渣和作为冷却剂，通常有石灰、萤石、矿石、石灰石、氧化铁皮等。散料设备应具有运送及时、快速加料、称量准确、操作方便等性能。
- 5) 出渣、出钢和铸锭系统设备。铸锭有模铸和连铸两种方式，连铸设备包括盛钢桶旋转台、中间罐及其运载设备、结晶器及其振动机构、铸坯导向装置、拉坯矫直机、切割设备以及打印、辊道等辅助设备。
- 6) 辅助设备。它包括铁合金供应设备、烟气净化和回收设备、修炉设备等车间辅助设备。

各跨内的运送由起重机完成。

2. 电炉车间

对一般采用冷装料的车间，其生产配置特点有：

- 1) 冷料系统占有重要地位，一般没有热料系统。
- 2) 有大容量炉子的变压设备。
- 3) 采用转炉-电炉双联炼钢或电炉-炉外精炼炼钢法。
- 4) 由于电炉冶炼钢种以合金钢为主，在浇注方式上多数采用模铸。

图0-3a、b为80t电炉炼钢车间平面布置图和车间断面图。由该图可以看出车间由四个跨组成：Ⅰ为原料跨，Ⅱ为炉子跨，Ⅲ为铸锭跨和Ⅳ为辅助跨。在炉子跨设有二台80t电弧炼钢炉和相应的变压器系统，电炉炼钢的炉料，主要是冷料，用起重机从炉顶装入，而造渣料则由炉子跨的加料机由炉门加入。造渣料用原料起重机由原料跨送到炉前平台上。

铸锭系统与转炉车间的基本相同。

(三)

分析以上车间布置可以看出，炼钢车间生产的基本工艺过程和机械设备在冶炼工艺过程中所占的地位，根据设备本身的属性及其与生产的联系，炼钢车间机械可分为以下四大类：

- 1) 炉子主体设备。即炉子本体结构，如转炉设备、电炉设备。
- 2) 各种专用起重机。它包括原料起重机、桥式或地上加料机、铸锭起重机、脱模起重机等。
- 3) 连续铸钢设备。
- 4) 炼钢车间其它设备。它包括混铁炉、铁水预处理设备、吹氧设备、炉外精炼设备

以及以炉子为中心的前后左右的机械化设备等。

炼钢机械与炼钢工艺紧密相关，它应能很好地完成和体现炼钢工艺所提出的要求，因此炼钢工艺特征应是设计炼钢机械的基本依据。其次，炼钢机械又具有机械的属性，在研究炼钢机械时，应从运转特点出发，对其进行结构分析和理论分析，以便揭示其内在规律，学会设计和研究方法。也就是说，学习炼钢机械应以工艺为前提，以设备运转为核心，掌握研究炼钢机械内在规律的方法。

第一篇 氧气转炉设备

第一章 氧气转炉结构

由于制氧技术的发展,可为工业提供大量廉价的氧气,为氧气炼钢提供了条件。在1952年,奥地利Linz和Donawitz两城相继建成氧气顶吹转炉,当时炉子容量为30 t。氧气顶吹转炉炼钢方法的特点是,由炉口插入吹氧管至炉内液面上一定距离,从上面向熔池吹入工业纯氧进行冶炼,故此法亦称L-D法(取奥地利两座城名的字头)。由于这种炼钢方法具有不用燃料、冶炼周期短、生产率高、冶炼品种多、质量好、生产费用低、建厂快和投资省等优点,因而得到迅速发展,成为近代炼钢生产的主要手段。

图1-1是氧气顶吹转炉主体结构图。它由炉体1、支承装置2和倾动机械3所组成。

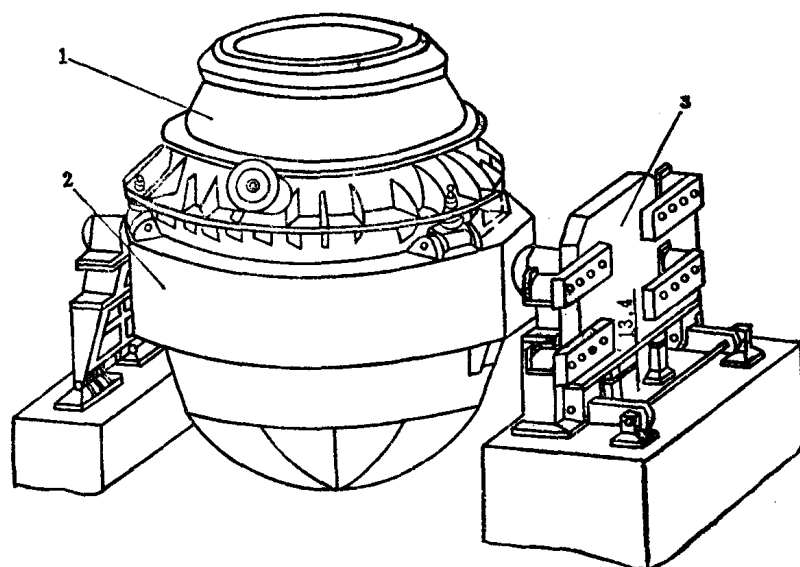


图 1-1 300t 氧气顶吹转炉主体结构图

1—炉体；2—支承装置；3—倾动机械

第一节 转 炉 炉 体

一、炉体结构

转炉炉体由炉壳和炉衬组成。炉壳由钢板焊成,而炉衬由工作层、永久层和充填层三部分组成。工作层直接与炉内液体金属、炉渣和炉气接触,易受浸蚀,国内通常用沥青镁砖砌筑。永久层紧贴炉壳,用以保护炉壳钢板,修炉时永久层可不拆除。在永久层和工作层之间设充填层,由焦油镁砂或焦油白云石组成,其作用是减轻工作层热膨胀对炉壳的压力,并便于拆炉。

图1-2为50 t 转炉炉壳。其上部为炉帽、中间部分为炉身、下部为炉底。

1. 炉帽

为了减少吹炼时的喷溅和热量损失以及炉气的排出,故炉帽的形状皆做成截圆锥形或

球缺截圆锥形，其炉口均为正炉口，用来加料，插入吹氧管，排出炉气和倒渣。由于炉帽处于高温炉气区，直接受喷溅物烧损，并受烟罩辐射热的作用，其温度经常高达300~400℃，在高温的作用下，炉帽和炉口极易产生变形。为了保护炉口，目前普遍采用通入循环水强制冷却的水冷炉口，这样既可减少炉口变形又便于炉口结渣的清除。为防止发生事故，水冷部分应加强维护。

水冷炉口有水箱式和埋管式两种结构。水箱式水冷炉口见图1-3，它采用钢板焊接结构，其水箱内焊有若干隔水板，使冷却水在水箱内形成一个回路，同时也起加强筋的作用。这种结构冷却强度较大，制造容易，但是由于焊口易开裂，因此安全性较差。

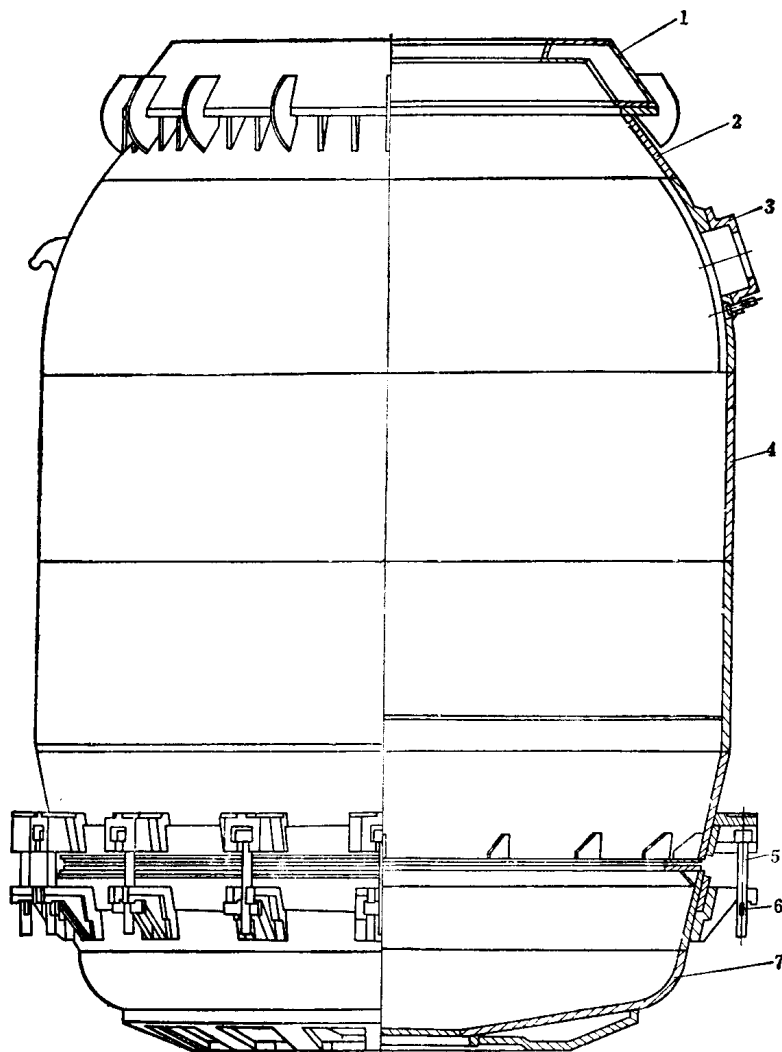


图 1-2 50t转炉炉壳

1—水冷炉口；2—炉帽；3—出钢口；4—炉身；5—丁字形销钉；6—斜楔；
7—可拆炉底

埋管式水冷炉口如图1-4所示，它是把通冷却水用的蛇形钢管埋铸于铸铁中，这种结构冷却强度不如水箱式，但安全性和寿命均比水箱式高。

水冷炉口可用楔与炉帽联结，但由于炉渣的粘结，往往在更换损坏了的炉口时不得不用火焰切割。因此，我国在中小型转炉较多采用卡板焊接的方法将炉口固接在炉帽上。