



教育部 高职高专 规划教材

时彦林 主 编
叶文亮 副主编
齐大信 主 审

冶炼机械



化学工业出版社
教材出版中心

教育部高职高专规划教材

冶 炼 机 械

时彦林 主 编
叶文亮 副主编
齐大信 主 审

化 学 工 业 出 版 社
教 材 出 版 中 心
· 北 京 ·

(京) 新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

冶炼机械/时彦林主编. —北京: 化学工业出版社,
2004. 4
教育部高职高专规划教材
ISBN 7-5025-5439-4

I. 冶… II. 时… III. 熔炼设备-高等学校: 技术
学院-教材 IV. TF3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 038740 号

教育部高职高专规划教材

冶 炼 机 械

时彦林 主 编

叶文亮 副主编

齐大信 主 审

责任编辑: 高 钰

文字编辑: 宋 薇

责任校对: 顾淑云 战河红

封面设计: 郑小红

*

化学工业出版社 出版发行

教材出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010) 64982530

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

北京管庄永胜印刷厂印刷

三河市东柳装订厂装订

开本 787mm×1092mm 1/16 印张 17 字数 424 千字

2004 年 6 月第 1 版 2004 年 6 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-5439-4/G · 1419

定 价: 27.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

出版说明

高职高专教材建设是整个高职高专教学工作中的重要组成部分，改革开放以来，在各级教育行政部门、有关学校和出版社的共同努力下，各地先后出版了一些高职高专教育教材。但从整体上看，具有高职高专教育特色的教材极其匮乏，不少院校尚在借用本科或中专教材，教材建设落后于高职高专教育的发展需要。为此，1999年教育部组织制定了《高职高专教育专门课课程基本要求》（以下简称《基本要求》）和《高职高专教育专业人才培养目标及规格》（以下简称《培养规格》），通过推荐、招标及遴选，组织了一批学术水平高、教学经验丰富、实践能力强的教师，成立了“教育部高职高专规划教材”编写队伍，并在有关出版社的积极配合下，推出一批“教育部高职高专规划教材”。

“教育部高职高专规划教材”计划出版500种，用5年左右时间完成。这500种教材中，专门课（专业基础课、专业理论与专业能力课）教材将占很高的比例。专门课教材建设在很大程度上影响着高职高专教学质量。专门课教材是按照《培养规格》的要求，在对有关专业的人才培养模式和教学内容体系改革进行充分调查研究和论证的基础上，充分吸取高职、高专和成人高等学校在探索培养技术应用性专门人才方面取得的成功经验和教学成果编写而成的。这套教材充分体现了高等职业教育的应用特色和能力本位，调整了新世纪人才必须具备的文化基础和技术基础，突出了人才的创新素质和创新能力的培养。在有关课程开发委员会组织下，专门课教材建设得到了举办高职高专教育的广大院校的积极支持。我们计划先用2~3年的时间，在继承原有高职高专和成人高等学校教材建设成果的基础上，充分汲取近几年来各类学校在探索培养技术应用性专门人才方面取得的成功经验，解决新形势下高职高专教育教材的有无问题；然后再用2~3年的时间，在《新世纪高职高专教育人才培养模式和教学内容体系改革与建设项目计划》立项研究的基础上，通过研究、改革和建设，推出一大批教育部高职高专规划教材，从而形成优化配套的高职高专教育教材体系。

本套教材适用于各级各类举办高职高专教育的院校使用。希望各用书学校积极选用这批经过系统论证、严格审查、正式出版的规划教材，并组织本校教师以对事业的责任感对教材教学开展研究工作，不断推动规划教材建设工作的发展与提高。

教育部高等教育司

2001年4月3日

前 言

《化实验室组织与管理》教材是根据2003年7月召开的“高职高专工业分析专业国家规划教材工作会议”精神与高职高专工业分析专业教材编写出版要求而编写的，并着重突出如下诸点。

1. 本书以现代组织管理理论为基础，以质量体系目标为框架，以环境安全为根本，以检测标准为依据，以企业化实验室和质检部门为依托。在内容的选择上，本着“实用为主，够用为度，应用为本”的原则，力求贴近企业生产实际，反映现代化实验室组织与管理的新动向，以培养适应生产、建设、管理、服务第一线高等技术应用型人才。

2. 引入现代管理理论，作为化实验室组织与管理的理论基础，以此来武装和建设现代化的化实验室。

3. 重点阐述化实验室组织机构与权责建设，以及资源、质量、标准、环境与安全管理，以体现本书的完整性和系统性。

4. 介绍并运用现今最广泛应用的国际质量认证（ISO 2000）标准，使产品检验及管理模式与世界经贸接轨。

5. 全书各章附有思考与练习题和阅读材料，以培养学生综合运用所学理论分析问题和解决问题的能力。

本书第二、第七章由姜洪文（吉林工业职业技术学院）编写，第一、第四、第六章由陈淑刚（四川化工职业技术学院）编写，第三、第五章由张清华（山西综合职业技术学院化工分院）编写。全书由姜洪文统稿。

本书承魏安邦（吉林工业职业技术学院）任主审，对书稿进行了认真审定，并作了具体指导。

本书在编写中得到了化学工业出版社和全国化工高职教学指导委员会的支持和同行的帮助，同时还得到了中科院成都分院分析测试中心、四川宜宾天原集团有限公司、四川什邡化肥总厂、吉林省农药产品质量检验站、中国石油天然气股份有限公司吉林石化分公司化肥厂质检处、电石厂质检测试中心、吉化集团锦江油化厂质检科、吉林市质量技术监督局等相关企业及有关专业人士的鼎力相助，在此一并表示衷心的感谢。

由于编者水平有限，加之成稿仓促，书中难免有谬误和疏漏之处，恳请同行和读者批评指正。

编者

2004年4月

内 容 提 要

本书为教育部高职高专工业分析专业规划教材。

全书共分7章。第一章为绪论，介绍了化验室组织与管理的概况。第二章为化验室组织机构与权责，介绍了组织机构的构成以及权责关系与作用。第三章为化验室建筑与设施建设管理，介绍了化验室基本建筑与设计要求。第四章为化验室检验系统及管理，介绍了构建化验室检验系统的资源及管理方法。第五章为化验室质量与标准化管理，介绍了化验室标准化管理的意义及化验室认证与认可的要求。第六章为化验室检验保证体系的构建与管理，介绍了检验过程的质量保证体系及影响因素。第七章为化验室环境与安全，介绍了化验室危险物品和常用电气设备的安全使用与意外事故急救方法以及三废处理与环境的的关系。每章后附有思考与练习题和阅读材料。

本书可作为高职高专工业分析专业的教学用书，亦可作为企业化验室工作人员以及相关技术人员学习、借鉴的参考书。

目 录

第一篇 炼铁机械设备

第一章 概论	1
第一节 高炉生产的主要工艺过程及车间主要设备.....	1
第二节 高炉生产技术经济指标.....	3
第二章 供料设备	6
第一节 供料系统基本概念.....	6
第二节 称量漏斗和给料机.....	8
第三节 振动筛.....	11
第三章 上料设备	17
第一节 料车上料机.....	17
第二节 带式上料机.....	27
第四章 炉顶装料设备	34
第一节 双钟式炉顶设备.....	34
第二节 无钟炉顶.....	60
第五章 炉前设备	77
第一节 开铁口机.....	77
第二节 堵铁口机.....	80
第三节 堵渣口机.....	87
第六章 热风炉设备和除尘设备	91
第一节 热风炉设备.....	91
第二节 除尘设备.....	106

第二篇 炼钢机械设备

第七章 氧气顶吹转炉炼钢设备	115
第一节 氧气转炉车间的布置.....	115
第二节 氧气顶吹转炉炼钢车间的主要设备.....	117
第三节 转炉炉体.....	121
第四节 炉体支撑系统.....	125
第五节 转炉倾动机构.....	130
第六节 吹氧系统装置.....	133
第七节 供料设备.....	143
第八节 烟气处理设备.....	148
第九节 转炉设备的检查与使用.....	163

第八章 电弧炉设备	170
第一节 电弧炉炼钢发展概况.....	170
第二节 炉体结构.....	170
第三节 炉体倾动机构.....	175
第四节 电极装置.....	177
第五节 炉顶装料系统.....	180

第三篇 连续铸钢设备

第九章 连续铸钢概况和主要参数确定	185
第一节 连续铸钢概况.....	185
第二节 连铸机主要参数的计算与确定.....	190
第十章 浇铸设备	198
第一节 钢包回转台.....	198
第二节 中间包.....	201
第三节 中间包小车.....	203
第十一章 结晶器和振动装置	206
第一节 结晶器.....	206
第二节 结晶器的振动装置.....	212
第十二章 铸坯导向、冷却及拉矫装置	217
第一节 铸坯导向冷却及拉矫装置构造.....	217
第二节 引锭杆及其吊运装置.....	231
第三节 矫直力和拉坯力的确定.....	235
第十三章 铸坯切割装置	239
第一节 火焰切割机.....	239
第二节 机械剪切机.....	244
第十四章 新型连铸机	247
第一节 水平连铸机.....	247
第二节 轮带式连铸机.....	250
第三节 薄板坯及带钢连铸机.....	251
第十五章 连铸机的安装与维护	259
第一节 连铸机的安装.....	259
第二节 连铸机的维护和检修.....	262
主要参考文献	265

第一篇 炼铁机械设备

第一章 概 论

第一节 高炉生产的主要工艺过程及车间主要设备

在钢铁联合企业中，炼铁生产处于先行环节。高炉生产是目前获得大量生铁的主要手段（约占生铁总产量的99%）。高炉生产时，铁矿石、燃料（焦炭）、熔剂（石灰石等）由炉顶装入，热风从高炉下部的风口鼓入炉内。高炉生产的主要产品是炼钢生铁和合金生铁，同时提供铸造生铁。高炉生产的副产品有煤气和炉渣，高炉煤气可以作为燃料，也可用来发电或取暖，高炉渣可以用来制造水泥、建筑材料和肥料。高炉生产的顺利进行是保证整个钢铁联合企业有节奏地生产的先决条件之一。

一、高炉生产的主要工艺过程

① 供料。高炉冶炼用的三种主要原料，其中天然富矿和熔剂通过铁路或船只运来，经卸料机和皮带运输机系统把原料堆放在原料场上，在那里进行混匀和分级作业并合理堆放，然后由取料机和皮带输送机把原料运来装入贮矿槽。熟料（烧结矿、球团矿），则直接从生产厂通过铁路或皮带运输机运到炼铁厂装入矿槽。对于焦炭，也是直接从焦化厂运来装入焦炭仓。

② 上料。由料仓输出的原料、燃料和熔剂经筛分，称量后用料车或皮带按一定比例一批一批地有程序地送到高炉炉顶，并卸入炉顶装料设备。

③ 装料。炉顶装料设备的任务就是把提升到炉顶的炉料，按一定的工作制度装入高炉炉喉。

④ 冶炼。高炉冶炼主要是还原过程，把氧化铁还原成含有碳、硅、锰、硫、磷等杂质的生铁。由鼓风机连续不断地把冷风送到热风炉加热到 $1200\sim 1300^{\circ}\text{C}$ ，再通过炉缸周围的风口进入高炉。同时在风口区加入各种喷吹燃料和富氧。由炉顶加入的焦炭和风口鼓入的热空气等燃烧后产生大量的煤气和热量，使矿石源源不断地熔化、还原。产生的铁水和熔渣贮存在高炉炉缸内，定期地由铁口和渣口排出。

⑤ 产品处理。在渣铁处理中，出铁前先从渣口放出熔渣，流入渣罐车的炉渣运至渣水池进行粒化处理，或就在炉前冲成水渣。国外有的高炉设有干渣坑，将熔渣浇注成一块块干渣。出铁时，用开口机打开铁口，使铁水流入铁水罐车后运到炼钢车间炼钢或铸铁车间用铸铁机浇铸成铁块。出完铁，用泥炮把出铁口堵上。

经高炉顶部导出的煤气通过逐级除尘清洗后，煤气管道输往各用户使用。从除尘器排出的炉尘，经处理回收后运往烧结厂作为烧结原料。

图 1-1 所示为高炉生产流程。

二、高炉车间主要设备

① 供料设备。包括桥贮矿槽、焦仓、称量车或称量漏斗、振动筛、给料机等。

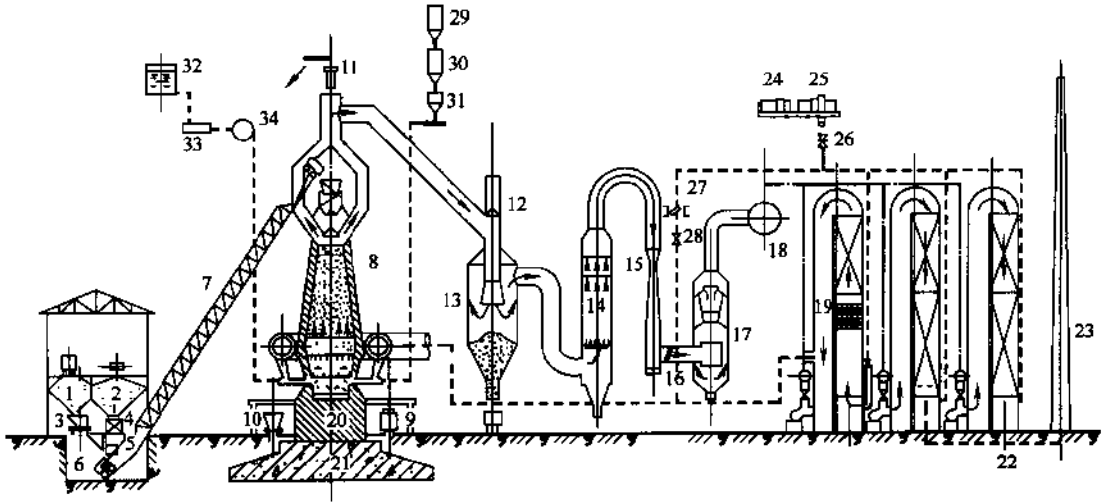


图 1-1 高炉生产流程

- 1—贮矿槽；2—焦仓；3—称量车；4—焦炭筛；5—焦炭称量漏斗；6—料车；7—斜桥；8—高炉；9—铁水罐；
 10—渣罐；11—放散阀；12—切断阀；13—除尘器；14—洗涤塔；15—文氏管；16—高压调节阀组；17—灰
 泥捕集器（脱水器）；18—净煤气总管；19—热风炉；20—基座；21—基座；22—热风炉烟道；23—烟囱；
 24—蒸汽透平；25—鼓风机；26—放风阀；27—混风调节阀；28—混风大闸；29—收集罐；
 30—贮煤罐；31—喷吹罐；32—贮油罐；33—过滤器；34—油加压器

② 上料设备。主要包括料车、斜桥和卷扬机（或皮带上料机）。

③ 装料设备。主要包括料漏斗、旋转布料器、大小钟料斗、大小钟平衡杆和卷扬机（或大小钟液压驱动装置）、探尺及其卷扬机。高炉高压操作还有均压阀及均压放散阀和传动系统。钟阀式和无料钟炉顶有受料闸门及密封阀或旋转溜槽及气密箱。

④ 辅助设备。主要包括出铁口机、高炉泥炮，渣铁处理设备、煤气除尘系统，送风系统等。

图 1-2 所示为高炉生产工艺流程和主要设备方框图。

三、对机械设备的要求

① 满足生产工艺的要求。衡量设备的好坏，首先看是否能满足工艺要求。如高炉装料机，首先要看是否能均匀布料，密封性能如何。而且当生产工艺革新之后，机制设备也应随之革新和研制。

② 要有高度的可靠性。高炉生产线上各种机械设备必须安全可靠，而且动作灵活准确，有足够的强度、刚度和稳定性等。因为一台机器发生故障，就可能使高炉休风甚至停炉。

③ 长寿命并易于维修。由于高炉生产连续性很强，且一代寿命很长（从开炉到大修或两次大修之间的工作日，一般为 7~8 年，个别高炉达 20 年），机械设备又处于高温、高压、多尘的环境之中，加之煤气的吹刷作用，因此要保持良好的密封，具有抗磨、抗振、耐热能力。此外，高炉设备损坏后要易于修理，在平时要易于检查和维护。

④ 结构简单，易于实现自动化。高炉生产十分繁忙且生产环境恶劣，劳动强度高。随着高炉的大型化，对高炉生产实现自动化控制提出了迫切的要求。这对提高产量和质量，改善劳动条件和安全生产都是必不可少的。因而高炉机器的设计都应考虑到易于自动化操作。

⑤ 设备要定型化和标准化。

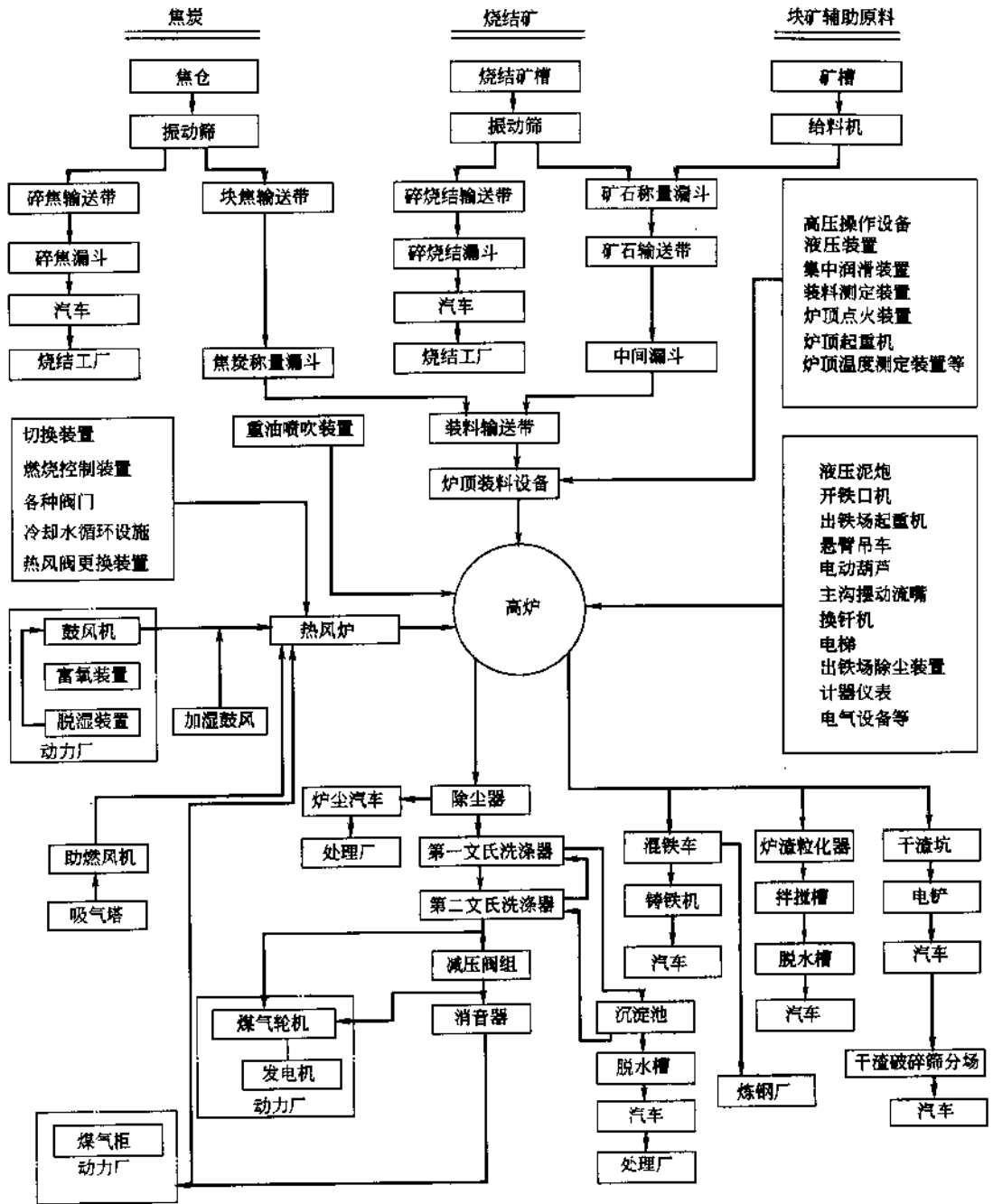


图 1-2 高炉生产工艺流程和主要设备方框图

第二节 高炉生产技术经济指标

高炉生产的技术水平和经济效果可用技术经济指标来衡量。这些指标不但在高炉生产操作中十分重要，而且对设备的设计、维护和管理工作也有密切的关系。

一、高炉生产的主要经济技术指标

① 高炉有效容积利用系数 η_v 。高炉有效容积利用系数是指每立方米高炉有效容积一昼夜产生铁的吨数，即高炉每昼夜产铁量 (P) 与高炉有效容积 (V_n) 的比值。

$$\eta_v = \frac{P}{V_n} \quad [t/(m^3 \cdot d)] \quad (1-1)$$

η_v 越高，说明高炉的生产率越高。

② 焦比 K 。焦比是每吨生铁所消耗的焦炭量。

$$K = \frac{Q_k}{P} \quad (kg/t) \quad (1-2)$$

式中 Q_k ——高炉一昼夜所消耗的干焦炭量，kg。

近代高炉炼铁技术的发展，除了提高产量以外，主要是围绕降低焦比和提高单位能耗的生铁产量而展开的。

③ 冶炼强度 I 。冶炼强度是指每昼夜每立方米高炉有效容积消耗的焦炭量，即高炉一昼夜内装入的焦炭量 Q_k 与有效容积 V_n 的比值。

$$I = \frac{Q_k}{V_n} \quad [t/(m^3 \cdot d)] \quad (1-3)$$

冶炼强度表示高炉冶炼强化程度的高低，取决于高炉所能接受的风量。

高炉利用系数、焦比和冶炼强度有如下关系

$$\eta_v = \frac{I}{K} \quad [t/(m^3 \cdot d)] \quad (1-4)$$

即利用系数与冶炼强度成正比，与焦比成反比。在焦比不变或增加不多情况下，冶炼强度越高，高炉利用系数也就越高。但过高的冶炼强度将使焦比增加和炉况不顺。

④ 焦炭负荷 H 。焦炭负荷是每昼夜装入高炉的矿石量 P_0 和焦炭消耗量 Q 的比值。

$$H = \frac{P_0}{Q} \quad (t/t) \quad (1-5)$$

⑤ 冶炼周期。冶炼周期是炉料在高炉内停留的时间，令 t 表示冶炼周期，则计算公式为

$$t = \frac{24V_n}{Pv(1-\epsilon)} = \frac{24}{\eta_v v (1-\epsilon)} \quad (h) \quad (1-6)$$

式中 V_n ——高炉有效容积， m^3 ；

P ——高炉日产铁量， t ；

v ——每吨生铁所需炉料体积， m^3 ；

ϵ ——炉料在高炉内的体积缩减系数。

由式 (1-6) 可知，冶炼周期与利用系数成反比。

⑥ 休风率。休风时间占规定作业时间（即日历时间减去按计划进行大、中修时间）的百分数叫休风率。休风率反映了设备维护和高炉操作的水平。不仅在休风时高炉停止生产，而且在休风前后往往采用慢风操作，有时还不得不减轻焦炭负荷，以免休风后发生炉凉。通常 1% 的休风率至少要减产 2%。一般休风率应控制在 1% 以下。

高炉生产总的要求是高产、优质、低耗、长寿。先进的经济技术指标主要是指：合适冶炼强度、高焦炭负荷、高利用系数、低焦比、低冶炼周期、低休风率。这些指标除与冶炼操

作有直接关系外，还和设备是否先进，设计、维修、管理是否合理有密切的关系。因此设备工作人员对上述各项经济技术指标，必须给予足够的重视。

二、提高高炉生产经济技术指标的途径

① 精料。精料是高炉优质、高产、低耗的基础。精料的基本内容是提高矿石品位，稳定原料的化学成分，提高整粒度和熟料率等几个方面。稳定的化学成分对大型高炉的顺利操作有重要意义。而炉料的粒度不仅影响矿石的还原速度，而且影响料柱的透气性。具体措施是尽量采用烧结矿和入炉前最后过筛等。

② 综合鼓风。综合鼓风包括喷吹天然气、重油、煤粉等代替焦炭，它是降低焦比的重要措施。此外还有富氧鼓风、高风温和脱湿鼓风等内容。

③ 高压操作。高压操作是改善高炉冶炼过程的有效措施，可以延长煤气在炉内的停留时间、提高产量、降低焦比，同时可以减少炉尘吹出量。

④ 电子计算机的控制。高炉实现计算机控制后可以使原料条件稳定和计量准确，热风炉实现最佳加热，有利于提高风温和减少热耗。从而达到提高产量，降低焦比和成本的目的。因而近年来各国都在加强研究利用计算机控制高炉生产。

⑤ 高炉大型化。

复 习 题

1. 高炉生产的工艺流程是什么？
2. 高炉车间主要设备有哪些？对设备有什么要求？
3. 高炉生产的主要经济指标有哪些？
4. 提高高炉生产经济技术指标的途径有哪些？

第二章 供料设备

第一节 供料系统基本概念

在高炉生产中，料仓（又称料槽）上下所有的设备称为供料设备。供料设备由原料的输送、给料、排料、筛分、称量等设备组成。它的基本职能是按照冶炼工艺要求，将各种原、燃料按质量配成一定料批，按规定程序给高炉上料机供料。

一、对供料系统的要求

- ① 供料系统应适应多品种的要求。
- ② 生产率要大，能满足高炉生产日益增长所需的矿石和焦炭的数量。
- ③ 原料称量准确，维持装料的稳定，这是操作稳定的一个重要因素。用电子秤称量时，其误差应小于5%。

④ 在运输过程中，对原料的破碎要少；在组成料批时，对供应原料要进行最后过筛。

⑤ 设备力求简单、耐磨，便于操作和检修，使用寿命长。

二、供料系统的形式

供料系统有料车上料系统、皮带上料机上料系统两种不同的形式。

1. 料车上料系统

目前，料车上料机的供料系统有矿石用称量车供料形式和槽下带式运输机供料形式两种基本工艺形式。由于用称重车供料系统普遍存在着供料不足的现象，经常由于供料不及时而延误上料。另外，称量车结构复杂、可靠性差，不能满足高炉炉容扩大的要求。同时称量车运行时受振动的影响，保证称量精度也有困难。所以只有中小高炉采用称量车供料，新建高炉主要采用槽下带式运输机供料形式。图 2-1 所示为槽下带式运输机供料的示意。

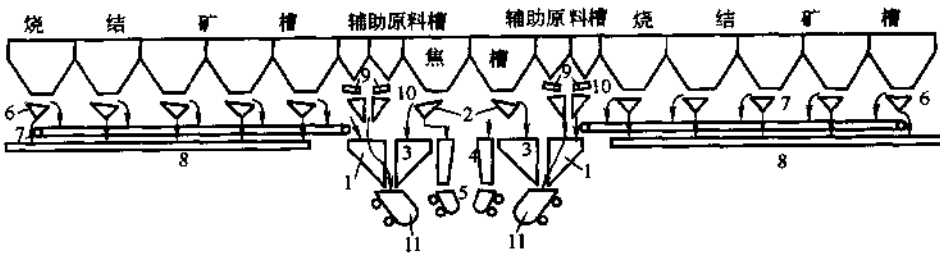


图 2-1 1000m³ 高炉供料系统示意

- 1—矿石称量漏斗；2—焦炭振动筛；3—焦炭称量漏斗；4—碎焦漏斗；5—碎焦车；6—电磁振动筛；
- 7—烧结矿皮带输送机；8—烧结矿粉振动输送机；9—电磁振动给料机；
- 10—辅助原料称量漏斗；11—料车

在料坑上方布置有焦炭槽和辅助原料槽，辅助原料经辅助原料称量漏斗 10，能直接卸到料车 11 中，烧结矿用皮带输送机 7 供给矿石称量漏斗。高炉设两个焦炭槽，由焦炭振动

筛2将合格冶金焦装入焦炭称量漏斗3中，筛下的碎焦由碎焦漏斗4装入碎焦车5，由卷扬机提升卸到碎焦仓。烧结矿槽布置在料车坑的两侧，烧结矿经电磁振动筛6筛分，筛分后的烧结矿供给烧结矿皮带运输机7运到料坑内的矿石称量漏斗1中。烧结矿粉由烧结矿振动输送带外运。

这种供料形式可靠性增强，且有利于实现自动化，提高了生产率。同时烧结矿经振动筛筛分处理，也提高了原料的质量。但是每侧矿石仓只设一个矿石称量漏斗，如果矿石品种多就难以胜任。

2. 皮带上料机的上料系统

国内外大中型高炉采用皮带上料机的越来越多。皮带上料机的供料系统工艺流程如图 2-2 所示。

图 2-3 所示的供料形式中，料仓，不论焦仓还是矿仓，都由若干个同样容积的料仓排列在同一条直线上，所用原料均为冷态，可广泛

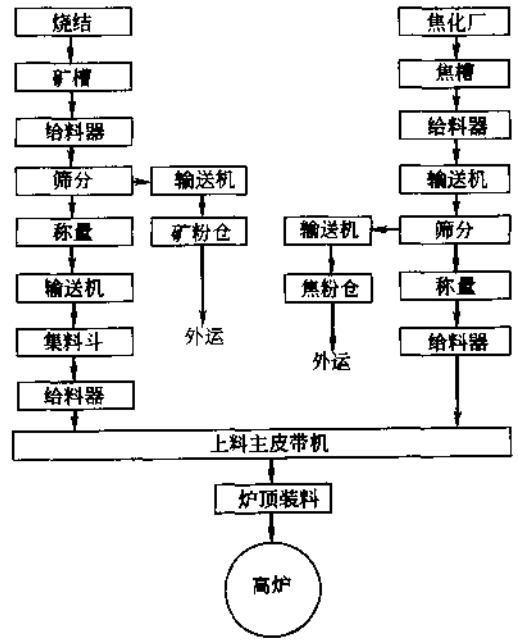


图 2-2 皮带上料机供料系统工艺流程

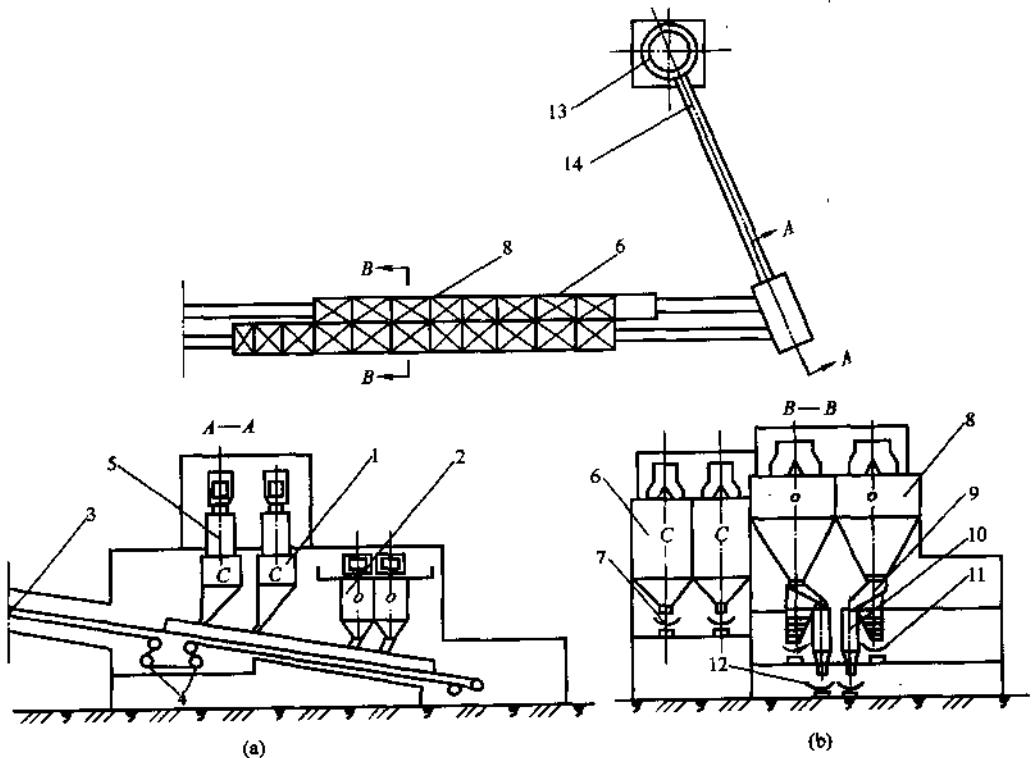


图 2-3 供料系统布置示意

- 1—焦炭称量漏斗；2—矿石集料斗；3—上料皮带机；4—上料驱动装置；5—焦炭筛；6—焦仓；7—皮带运输机；8—矿仓；9—振动筛；10—矿石称量漏斗；11—筛下粉矿输送机；12—运矿皮带机；13—高炉；14—上料胶带

使用皮带运输机。在焦仓下面只装有皮带运输机 7，在矿仓下面装有振动筛 9 和称量漏斗 10 以及皮带运输机 11、12，把矿石运至矿石集料斗 2。由于矿石品种较多，在每个矿仓下面都设置筛分和称量设备，分别完成筛分和称量任务。这种分散筛分和称量的好处是可使筛分和称量设备小型化，便于制造和维修。焦炭的筛分是由上料皮带上方的焦炭筛 5 来完成。这种供料方式能较好地满足供料系统的各项要求，是今后的发展方向。

第二节 称量漏斗和给料机

一、称量漏斗

称量漏斗的作用在于称量原料，使原料组成一定成分的料批。按照称量传感原理不同，可分为杠杆式称量漏斗和电子式称量漏斗。

1. 杠杆式称量漏斗

① 漏斗的组成如图 2-4 所示。漏斗本体 2 由钢板焊接而成，经支架 3 支撑在称量底座 4 上。

② 称量机构。称量底座 4 的承重是经刀口杠杆和传力杠杆 5，与称量杠杆系统 6 相连接，由秤头 7 显示质量。

③ 漏斗闸门启闭机构。在漏斗的卸料嘴处装有插板 8，插板 8 经卷筒钢绳牵引，在导槽内上下移动。

杠杆式称量系统存在刀刃口磨损变钝后，称量精度降低的缺点。而且杠杆系统比较复杂，整个尺寸比较大。

2. 电子式称量漏斗

如图 2-5 所示，由传感器 1、固定支座 2、称量漏斗本体 3 及启闭闸门组成。三个互成 120° 的传感器 1 设置在漏斗外侧突圈与固定支座之间，构成稳定的受力平面。料重通过传力滚珠 4 及传力杆 5 作用在传感器上。

其原理是漏斗受载后，传感元件受压变形，贴在传感元件上的电阻应变片也随之产生相应变形，因此改变了应变片的电阻值，使得原先的电桥失去平衡，从而输出一个微小的电压信号，然后将这个信号经仪表放大，这样就机械量的变化转换为一个电参量的变化，将电参量的变化进行标定以后，从仪表上就可反映出被称量的数值来。

电子式称量装置体积小、质量轻、结构简单、装拆方便，而且称量精度高，克服了刃口磨损的缺点。

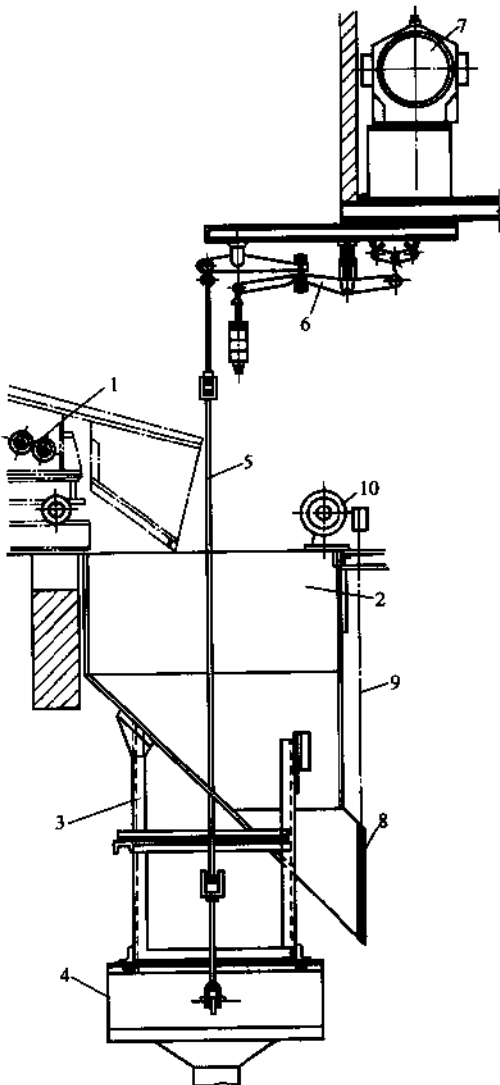


图 2-4 杠杆式称量漏斗

1—筛分机；2—漏斗本体；3—称量支架；4—称量底座；
5—传力杠杆；6—称量杠杆系统；7—秤头；8—漏斗
启闭闸板；9—驱动闸板的钢绳；10—电动驱动装置

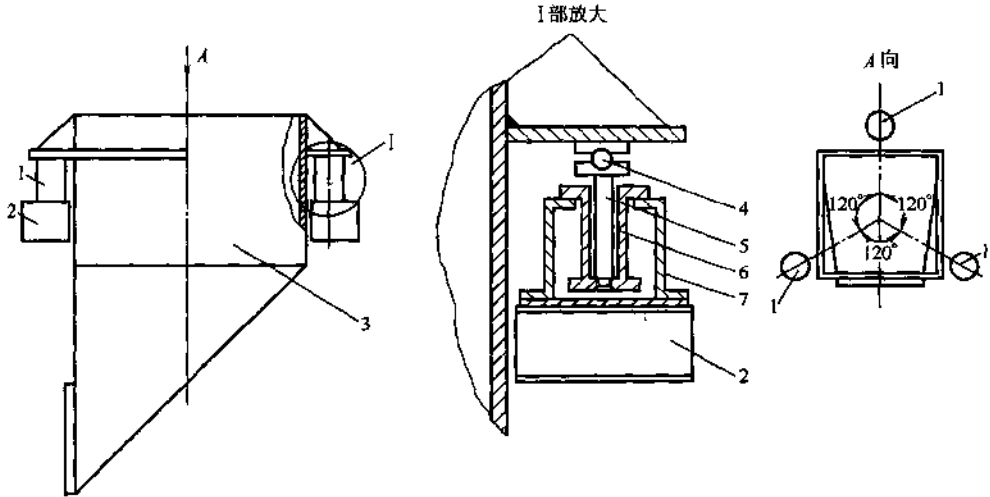


图 2-5 电子式称量漏斗

1—传感器；2—固定支座；3—称量漏斗；4—传力滚珠；5—传力杆；6—传感元件；7—保护罩

3. 称量漏斗闸门及传动装置

每一个料坑左右布置有两个中央矿石称量漏斗和两个焦炭称量漏斗，通过传感器把料量信号输送给电控室，然后经自动或手动操作闸门，把料放入料车。闸门有插板式和扇形式两种。插板式所占空间小，但容易被料卡住，扇形闸门不易被料卡住，但所占空间大。闸门传动装置采用电动驱动（见图 2-4 中 8、9、10），开关位置通过电气极限控制。

称量漏斗闸门与传动装置常见故障判断与处理方法见表 2-1。

表 2-1 称量漏斗闸门与传动装置常见故障判断与处理方法

故障	故障原因	处理方法
闸门卷扬机有时电动机转而减速机不转	① 电动机与减速机一轴接手连接螺栓扭断或脱落 ② 一轴齿接手内齿牙损坏 ③ 电动机轴或减速机一轴的轴键脱落或损坏 ④ 电动机输出轴或减速机输入轴伸出端扭断 ⑤ 减速机一轴轴齿打光	① 更换相同规格的螺栓 ② 更换齿接手 ③ 更换新键，切不可电焊 ④ 更换电动机或减速机一段轴 ⑤ 更换减速机一段轴
闸门卷扬机、电动机、减速机转，闸门不动作或开关不到位	① 减速机三轴扭断 ② 减速机三段轴输出端键“滚”了或脱落 ③ 减速机三段轴上绳轮铜瓦固定螺栓松动 ④ 钢丝绳断或掉道 ⑤ 钢丝绳卡脱落或绳头挂钩拉坏，或绳头销脱落 ⑥ 闸门滑道（焦炭闸门）被焦炭异物卡住 ⑦ 极限装置控制失灵	① 更换减速机三段轴或减速机 ② 更换新键。如果键槽损坏严重，还需重新加工键槽或更换三轴 ③ 更换固定螺栓或同时更换铜瓦 ④ 更换钢丝绳，或把掉道的钢丝绳重新拉入滑道，此法只是应急措施，过后必须更换新绳，以免再次重复事故 ⑤ 更换绳卡或挂钩，或更换绳头销 ⑥ 清除卡阻焦炭或异物 ⑦ 重新调整极限控制装置，要求准确可靠、灵敏度
开关不到位	① 滑道卡阻 ② 行程极限移位或在运动中因某种原因发生了错误信号指令，停转 ③ 电气控制的某一环节有问题 ④ 钢丝绳的长度发生了变化	① 清除卡阻物 ② 调整、固定好极限位置，检查确认信号指令无误 ③ 检查处理电气故障 ④ 同电气专业人员一起调整好钢丝绳长度