



普通高等教育“十二五”规划教材

PUTONG GAODENG JIAOYU "12·5" GUIHUA JIAOCAI

冶金设备

(第2版)

朱云 主编



冶金工业出版社
Metallurgical Industry Press



普通高等教育“十二五”规划教材

冶金设备

(第2版)

朱 云 主编

北 京

冶金工业出版社

2013

内 容 提 要

本书选取现代冶金中最基本、最常用的冶金设备,从原料进厂开始,按物质流向的顺序分类逐一介绍,用简明的语言叙述,力求突出冶金设备的专业性与实用性,特别注意选取近年来在冶金工厂中运用的新设备,尽可能介绍现行设备的特点及选用方法。本书共分13章,详细介绍了散料输送设备、流体输送设备、冶金传热设备、混合与搅拌装置、固液分离设备、萃取与离子交换设备、蒸发与结晶设备、电解与电积设备、干燥设备、冶金燃烧装置、焙烧与烧结设备、熔炼设备及烟气收尘与净化设备。

本书为高等学校冶金工程专业本科生、硕士研究生的教学用书,也可供相关专业的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

冶金设备/朱云主编. —2版. —北京:冶金工业出版社, 2013.9

普通高等教育“十二五”规划教材

ISBN 978-7-5024-6261-1

I. ①冶… II. ①朱… III. ①冶金设备—高等学校—教材 IV. ①TF3

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第129578号

出 版 人 谭学余

地 址 北京北河沿大街嵩祝院北巷39号,邮编100009

电 话 (010)64027926 电子信箱 yjcs@cnmip.com.cn

责任编辑 王 优 美术编辑 李 新 版式设计 孙跃红

责任校对 王永欣 责任印制 牛晓波

ISBN 978-7-5024-6261-1

冶金工业出版社出版发行;各地新华书店经销;三河市双峰印刷装订有限公司印刷
2009年6月第1版,2013年9月第2版,2013年9月第1次印刷

787mm×1092mm 1/16;27.5印张;666千字;426页

56.00元

冶金工业出版社投稿电话:(010)64027932 投稿信箱:tougao@cnmip.com.cn

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(100010) 电话:(010)65289081(兼传真)

(本书如有印装质量问题,本社发行部负责退换)

第2版前言

2000年以来,我国冶金工业生产装备水平有了很大提高,装备技术有了很大进步,应用了许多新理论、新设备。因此,有必要对冶金生产中最基本、最常用以及最新研制的设备分类进行介绍,以适应技术进步的需要。

《冶金设备》第1版于2009年出版。在第1版的基础上,编者在教学实践过程中对本书进行了多次修改,剔除赘述部分,整体归类叙述,将第8、11章整体重写,紧紧围绕“电解设备”和“焙烧与烧结设备”编写内容,补充剥锌机、带式烧结机、竖式焙烧炉等设备及相关内容,并将第9、12、13章的设备按类分别介绍,最终完成第2版的编写。

本书由昆明理工大学朱云担任主编。具体编写分工为:昆明理工大学徐瑞东编写第2、3章,李坚编写第5、7章,沈庆锋编写第13章,其余各章均由朱云编写;朱云统一修改定稿。此外,昆明理工大学冯孔方、朱峰、施学金参加了各章节的修改工作,杨慧振、普靖中、杨晓原等也对本书的编写提供了宝贵建议。对于所有为本书提供资料、建议和帮助的同事、朋友,借此一并表示诚挚的谢意。

由于编者水平所限,书中疏漏之处,恳请读者批评指正。

编者

2013年1月

第1版前言

本书是根据冶金学科的发展、高等学校冶金工程专业教学改革的要求而编写的，主要作为高等学校冶金工程专业本科生、硕士研究生的教学用书，也可供相关专业的工程技术人员参考。

2000年以来，我国冶金工业生产装备进行了全面的更新，出现了许多的新理论、新设备。因此，有必要对冶金中最基本、最常用以及最新研制的设备分类进行介绍，以适应技术进步的需要。

为完成本书的撰写工作，昆明理工大学于2003年和2007年两次召开专家评审会议，有关专家对本书最初的撰写提纲和内容逐章进行了认真讨论，最终确定本书按照“设备结构、工作原理、特点和实用性”的原则来编写。在昆明理工大学材料与冶金工程学院领导和同事们热情帮助下，在金川集团有限公司、中国铝业广西分公司和云南锡业集团同仁的大力支持下，经过教学实践过程中的多次修改，最终完成了本书的编写工作。

本书简明介绍了现代冶金中最基本、最常用的设备，多数设备是2000年以来应用的新设备，是作者在冶金工厂实地调查进行归纳、整理的结果。书中内容以冶金工业的经典设备和近10年来的科技研发在用设备为主，注重对新技术、新设备介绍的同时，也注意介绍各类冶金设备的新规范和新标准。本书力求突出冶金设备的专业性与实用性，从冶金原料进厂开始，依次介绍了散料输送设备、流体输送设备、冶金传热设备、完成冶金反应的设备，直至冶金产品产出所用的基本设备；并以设备类别为纲，着力于设备结构、工作原理、特点和实用性的论述，既不同于一般的专业理论书，又不同于冶金设计手册。

本书由昆明理工大学朱云任主编，徐瑞东、李坚任副主编。徐瑞东编写第2、3章，李坚编写第5、7、8章，沈庆锋编写第13章，其余各章均由朱云编写。此外，昆明理工大学杨慧振、普靖中、杨晓原等老师对本书的编写提供了宝贵建议。对于所有为本书提供资料、建议和帮助的各方人士，借此一并表示诚挚的谢意。

限于作者的水平，书中难免有疏漏之处，恳请师生和读者批评指正。

编 者

2009年1月

冶金工业出版社部分图书推荐

书 名	作 者	定价(元)
中国冶金百科全书·有色金属冶金	编委会 编	248.00
湿法冶金手册	陈家镛 主编	298.00
湿法冶金原理	马荣骏 编著	160.00
有色金属资源循环利用	邱定蕃 等编	65.00
金属及矿产品深加工	戴永年 主编	118.00
预焙槽炼铝(第3版)	邱竹贤 编著	89.00
现代铝电解	刘业翔 等著	148.00
常用有色金属资源开发与加工	董 英 等编	88.00
冶金设备课程设计(本科教材)	朱 云 主编	19.00
冶金设备及自动化(本科教材)	王立萍 等编	29.00
有色冶金概论(第2版)(本科教材)	华一新 主编	30.00
有色金属真空冶金(第2版)(本科国规教材)	戴永年 主编	36.00
有色冶金化工过程原理及设备(第2版)(本科国规教材)	郭年祥 主编	49.00
有色冶金炉(本科国规教材)	周子民 主编	35.00
重金属冶金学(本科教材)	翟秀静 主编	49.00
轻金属冶金学(本科教材)	杨重愚 主编	39.80
稀有金属冶金学(本科教材)	李洪桂 主编	34.80
有色冶金工厂设计基础(本科教材)	蔡祺凤 主编	24.00
冶金过程数学模型与人工智能应用(本科教材)	龙红明 编	28.00
流体流动与传热(高职高专教材)	刘敏丽 主编	30.00
冶金原理(高职高专教材)	卢宇飞 主编	36.00
铁合金生产工艺与设备(高职高专教材)	刘 卫 主编	39.00
矿热炉控制与操作(高职高专教材)	石 富 主编	37.00
稀土冶金技术(高职高专教材)	石 富 主编	36.00
稀土永磁材料制备技术(高职高专教材)	石 富 主编	29.00
火法冶金——粗金属精炼技术(高职高专教材)	刘自力 主编	18.00
火法冶金——备料与焙烧技术(高职高专教材)	陈利生 等编	18.00
火法冶金——熔炼技术(高职高专教材)	徐 征 等编	31.00
湿法冶金——净化技术(高职高专教材)	黄 卉 等编	15.00
湿法冶金——浸出技术(高职高专教材)	刘洪萍 等编	18.00
湿法冶金——电解技术(高职高专教材)	陈利生 等编	22.00
湿法炼锌(高职高专教材)	夏昌祥 等编	30.00
氧化铝制取(高职高专教材)	刘自力 等编	18.00
氧化铝生产仿真实训(高职高专教材)	徐 征 等编	20.00
金属铝熔盐电解(高职高专教材)	陈利生 等编	18.00
金属热处理生产技术(高职高专教材)	张文丽 等编	35.00
金属塑性加工生产技术(高职高专教材)	胡 新 等编	32.00
干熄焦生产操作与设备维护(职业技能培训教材)	罗时政 等编	70.00
烧结生产设备使用与维护(职业技能培训教材)	肖 扬 等编	49.00

目 录

1 散料输送设备	1
1.1 散料的性质	1
1.2 冶金散料输送的特点及输送设备类型	2
1.2.1 冶金散料输送的特点	2
1.2.2 冶金散料输送量的计算	3
1.2.3 冶金散料输送设备的类型	3
1.2.4 冶金散料输送设备的选择	4
1.3 机械输送设备	4
1.3.1 链式输送机	4
1.3.2 槽式输送机	7
1.3.3 带式输送机	8
1.4 气力输送设备	10
1.4.1 稀相气力输送	10
1.4.2 浓相气力输送	13
1.4.3 超浓相气力输送	17
1.5 给料设备	19
1.5.1 带式给料机	19
1.5.2 板式给料机	20
1.5.3 槽式往复给料机	21
1.5.4 圆盘给料机	21
1.5.5 螺旋给料机	21
1.5.6 星形给料机	22
1.5.7 电磁振动给料机	22
1.5.8 惯性振动给料机	22
思考题	22
2 流体输送设备	23
2.1 流体输送的基础	23
2.1.1 流体的基本性质	23
2.1.2 流体在管内的流动	25
2.1.3 管路计算	29
2.2 液体输送设备	31

2.2.1 离心泵	32
2.2.2 往复泵	43
2.2.3 旋转泵	44
2.3 气体输送设备	46
2.3.1 通风机	46
2.3.2 鼓风机	49
2.3.3 压缩机	50
2.3.4 真空泵	53
思考题	54
3 冶金传热设备	55
3.1 传热基础	55
3.1.1 传热的基本方式	55
3.1.2 冶金过程换热的方式	56
3.1.3 载热体	56
3.1.4 稳定传热与不稳定传热	56
3.1.5 导热系数	57
3.1.6 热边界层	57
3.1.7 对流传热系数	58
3.1.8 辐射传热定律	58
3.2 换热设备	59
3.2.1 换热器的类型	59
3.2.2 列管式换热器的计算	62
3.2.3 冶金中的换热器	64
3.3 热风炉	67
3.3.1 热风炉工作原理	67
3.3.2 内燃式热风炉	68
3.3.3 外燃式热风炉	72
3.3.4 顶燃式热风炉	73
3.3.5 球式热风炉	74
3.3.6 热风炉的选用方法	74
思考题	75
4 混合与搅拌装置	76
4.1 混合与搅拌的基础	76
4.1.1 概述	76
4.1.2 混合机理	77
4.1.3 混合效果	77
4.2 捏合与固体混合装置	79

4.2.1 捏合操作与捏合机	79
4.2.2 固体混合与固体混合机	79
4.3 气体搅拌装置	81
4.3.1 气体搅拌基础	81
4.3.2 气体搅拌功率密度的计算	82
4.3.3 气体搅拌装置	86
4.4 机械搅拌装置	90
4.4.1 机械搅拌器的主要参数	90
4.4.2 机械搅拌的功率密度	92
4.4.3 机械搅拌器的分类	92
4.4.4 机械搅拌器的选用	94
4.5 电磁搅拌装置	96
4.5.1 电磁搅拌装置的基本原理	96
4.5.2 电磁搅拌的类型	96
4.5.3 感应电炉的电磁搅拌	97
4.5.4 ASEA-SKF 炉的电磁搅拌	97
4.5.5 连铸机用电磁搅拌装置	97
思考题	99
5 固液分离设备	100
5.1 悬浮液的性质和分离特性	100
5.1.1 悬浮液的性质	100
5.1.2 悬浮液分离的特性	102
5.2 悬浮液的沉降分离设备	103
5.2.1 球形颗粒的自由沉降	103
5.2.2 悬浮液的沉降过程	107
5.2.3 沉降槽的构造	109
5.2.4 重力沉降设备	110
5.2.5 离心沉降设备	113
5.3 悬浮液的过滤分离设备	115
5.3.1 过滤的基本概念	116
5.3.2 过滤的基本理论	118
5.3.3 恒压过滤与恒速过滤	122
5.3.4 过滤设备	124
5.3.5 滤饼洗涤	143
5.3.6 过滤机的生产能力	144
思考题	146
6 萃取与离子交换设备	147
6.1 萃取工程基础	147

6.1.1 萃取基本概念	148
6.1.2 萃取剂的分类及选择原则	149
6.1.3 多级萃取	150
6.2 萃取设备	153
6.2.1 萃取设备分类及选型	153
6.2.2 混合澄清器	154
6.2.3 萃取塔	157
6.2.4 离心萃取器	158
6.2.5 新萃取设备	160
6.3 离子交换工程基础	163
6.3.1 离子交换平衡	163
6.3.2 影响离子交换速度的因素	164
6.3.3 离子交换剂	165
6.3.4 离子交换工艺	167
6.4 离子交换设备	170
6.4.1 树脂固定床离子交换设备	170
6.4.2 树脂移动床离子交换设备	171
6.4.3 树脂流化床离子交换设备	172
6.4.4 树脂搅拌床离子交换设备	172
6.5 冶金中的离子交换应用	173
6.5.1 废水的处理	173
6.5.2 离子交换在树脂矿浆法提金中的应用	174
思考题	175
7 蒸发与结晶设备	176
7.1 蒸发工程基础	176
7.1.1 溶液的沸点	177
7.1.2 温度差损失	178
7.1.3 蒸发器的生产能力和生产强度	181
7.2 蒸发设备	182
7.2.1 循环式(非膜式)蒸发器	182
7.2.2 膜式(单程式)蒸发器	185
7.2.3 直接加热蒸发器	187
7.2.4 蒸发器的辅助装置	188
7.3 多效蒸发	189
7.3.1 多效蒸发器	189
7.3.2 多级闪急蒸发器	192
7.3.3 蒸发过程节约能量消耗的方法	193
7.4 结晶	194

7.4.1 结晶工程基础	194
7.4.2 结晶的方法与设备	197
思考题	203
8 电解与电积设备	204
8.1 电极过程	204
8.1.1 水溶液电解的电极过程	206
8.1.2 熔盐电解的电极过程	210
8.2 水溶液电解和电积的设备	211
8.2.1 铜电解精炼过程及设备	211
8.2.2 铅电解精炼过程及设备	221
8.2.3 锌电解沉积过程及设备	225
8.3 熔盐电解设备	228
8.3.1 熔盐电解槽的结构	229
8.3.2 铝电解槽的结构	233
8.3.3 铝电解槽上的作业	237
思考题	238
9 干燥设备	240
9.1 干燥工程基础	240
9.1.1 湿空气的状态参数	240
9.1.2 湿空气的 $H-h$ 图及 $H-t$ 图	242
9.1.3 湿物料的性质	244
9.1.4 干燥过程的物料和热量平衡	245
9.2 干燥特性和干燥时间	247
9.2.1 干燥特性	247
9.2.2 恒定干燥条件下的干燥时间	250
9.3 干燥设备及其操作	250
9.3.1 通风型干燥器	251
9.3.2 回转圆筒干燥机	251
9.3.3 真空式干燥机	253
9.3.4 流化床式干燥机	254
9.3.5 输送型干燥机	256
9.3.6 热传导型干燥机	257
9.3.7 微波干燥器与红外线干燥器	258
9.4 干燥设备的选用与发展	261
9.4.1 干燥设备的选用	261
9.4.2 干燥流程的选用	262
9.4.3 干燥技术的发展趋势	262

思考题	263
10 冶金燃烧装置	264
10.1 燃烧基础知识	264
10.1.1 燃烧理论	264
10.1.2 冶金燃料	270
10.1.3 燃烧计算	273
10.2 气体燃料的燃烧装置	276
10.2.1 气体燃料的燃烧	276
10.2.2 烧嘴	283
10.3 液体燃料的燃烧装置	286
10.3.1 重油的燃烧过程	286
10.3.2 重油的燃烧装置	290
10.4 固体燃料的燃烧装置	296
10.4.1 块煤的燃烧过程及装置	296
10.4.2 粉煤的燃烧过程及装置	297
10.5 燃烧装置的发展趋势	300
10.5.1 节约燃料的途径	300
10.5.2 低氧浓度的燃烧	301
10.5.3 浸没燃烧	301
思考题	302
11 焙烧与烧结设备	303
11.1 概述	303
11.1.1 焙烧与烧结的分类	303
11.1.2 焙烧与烧结设备	304
11.2 流态化焙烧技术	305
11.2.1 流态化技术	305
11.2.2 流化床的形式	307
11.3 流态化焙烧设备	309
11.3.1 冶金流态化焙烧方法	309
11.3.2 流态化焙烧设备的结构	312
11.4 烧结技术及设备	318
11.4.1 烧结技术	318
11.4.2 烧结机	320
11.4.3 竖式焙烧炉	326
11.5 回转窑设备	327
11.5.1 回转窑	327
11.5.2 链算机-回转窑	328

11.5.3 回转窑的改进方向	328
思考题	329
12 熔炼设备	330
12.1 竖炉	330
12.1.1 竖炉内的物料运行和热交换	330
12.1.2 炼铁高炉	332
12.1.3 鼓风炉	343
12.1.4 鼓风炉的结构	345
12.2 熔池熔炼炉	347
12.2.1 反射炉	348
12.2.2 反射炉的衍生炉	350
12.2.3 诺兰达炉	353
12.2.4 QSL 炉	354
12.2.5 奥斯麦特炉与艾萨炉	355
12.2.6 瓦纽柯夫炉	358
12.3 塔式熔炼设备	360
12.3.1 闪速炉	360
12.3.2 基夫赛特炉	363
12.3.3 锌精馏塔	363
12.4 转炉	365
12.4.1 氧气顶吹转炉	365
12.4.2 卧式转炉	369
12.4.3 卡尔多转炉	374
12.5 电炉	376
12.5.1 矿热电炉	376
12.5.2 电弧炉	379
12.5.3 感应电炉	383
思考题	385
13 烟气收尘与净化设备	386
13.1 烟气收尘基础知识	386
13.1.1 收尘器的分类	386
13.1.2 收尘器的性能	389
13.2 机械式收尘设备	393
13.2.1 重力收尘器	393
13.2.2 惯性收尘器	397
13.2.3 旋风收尘器	399
13.3 袋式收尘器	403

13.3.1 袋式收尘器的工作原理	404
13.3.2 袋式收尘器的结构和选用	406
13.4 静电收尘器	408
13.4.1 静电收尘器的工作原理	408
13.4.2 影响静电收尘器性能的因素	410
13.4.3 静电收尘器的结构	411
13.4.4 静电收尘器的分类	413
13.5 湿式收尘器	415
13.5.1 湿式收尘原理	415
13.5.2 常用湿式收尘器的分类	415
13.6 烟气中有害气体的净化	416
13.6.1 铝电解的烟气净化	416
13.6.2 低浓度二氧化硫烟气脱硫	421
思考题	422
参考文献	424

1 散料输送设备

金属矿物在进入冶金过程处理之前，都必须经过一系列物理准备过程（如物料的干燥、配料、混合、润湿、制粒、制团、破碎、筛分等）和化学准备过程（如焙烧、烧结、挥发、焦结等）。物料经过这些准备处理符合冶金过程的要求后，才能进入冶金炉或其他反应装置，以确保冶金过程正常进行，生产出合格的冶金产品。因此，物料的输送及给料在冶金生产的整个过程中起着重要的作用，它是实现现代化、自动化连续生产的必要条件之一。

在冶金工厂内，输送的物料主要是散粒物料（简称散料）。散料是指各种堆积在一起的块状物料、颗粒物料和粉末物料。

1.1 散料的性质

散料的主要性质有粒度、堆积密度及堆积重度、堆积角、磨琢性、含水率、黏性、温度等。

（1）粒度。粒度又称为块度，是表示散料颗粒大小的物理量，以颗粒的最大线长度表示，如图 1-1 所示。散料的粒度通过试样筛分确定。散料按其粒度值的大小一般分为 5 类，见表 1-1。

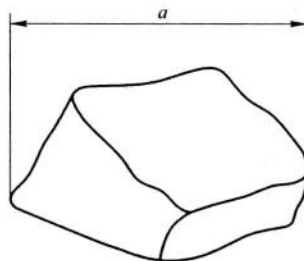


图 1-1 颗粒粒度示意图

（2）堆积密度及堆积重度。堆积密度（简称堆密度）是指散料在松散的堆积状态下所占据的单位体积的质量，其单位为 t/m^3 。堆积重度（简称堆重度）是指散料在松散的堆积状态下所占据的单位体积的重量，其单位是 kN/m^3 。

表 1-1 散料按粒度分类

散料类别	散料粒度 a /mm	散料举例	散料类别	散料粒度 a /mm	散料举例
大块散料	≥ 160	石英石、石灰石、矿石	小颗粒散料	$0.5 \sim 10$	烧结返料、水淬渣、焦粉
中块散料	$60 \sim 160$	入炉烧结块、竖罐团块	粉状散料	< 0.5	干精矿、烟尘
小块散料	$10 \sim 60$	碎焦、原煤			

根据散料堆密度的大小，散料被分为 3 级，见表 1-2。

表 1-2 散料按堆密度分级

散料级别	堆密度 $/\text{t} \cdot \text{m}^{-3}$	散料举例	散料级别	堆密度 $/\text{t} \cdot \text{m}^{-3}$	散料举例
轻级散料	≤ 0.8	木炭、焦炭、炉灰（干）	重级散料	> 1.6	铜精矿、铅烧结块、铅精矿
中级散料	$0.8 \sim 1.6$	白云石（粉）、铜烧结块、水淬渣			

(3) 堆积角。堆积角是指散料在平面上自然形成的散料堆表面与水平面的最大夹角, 又称为休止角或自然坡角, 如图 1-2 所示。散料的流动性与堆积角有关。按堆积角的大小, 散料又可分为 4 类, 见表 1-3。

在选择输送机承载工作构件尺寸时, 应特别注意堆积角。

(4) 磨琢性。磨琢性是指散料在输送和转运过程中, 与输送设备接触表面磨损的性质、程度。散料的磨琢性与散料品种、粒度、硬度和表面形状等有关。

(5) 含水率。散料中除本身的结晶水之外, 还有来自空气中吸入的收湿水和充满散料颗粒间的表面水。收湿水和表面水的质量与干燥散料的质量之比称为含水率(湿度)。

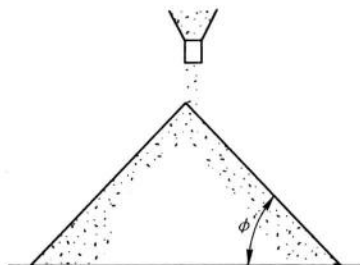


图 1-2 散料堆积角示意图

表 1-3 散料按堆积角分类

散料类别	堆积角 $\phi/(^{\circ})$	散料举例	散料类别	堆积角 $\phi/(^{\circ})$	散料举例
自由流动散料	≤ 30	干烟尘、干精砂	流动慢散料	$45 \sim 60$	焦炭、烧结块、石英石
正常流动散料	$30 \sim 45$	石英砂、水淬渣、石灰石	压实散料	> 60	湿精矿、滤饼

(6) 黏性。散料与其相接触的物体表面黏附的性质称为散料的黏性。通常散料的黏性与其含水率有关, 含水率大将增加散料的黏性。对有色金属精矿, 当含水率达 $6\% \sim 8\%$ 时, 都表现出较强的黏结性, 将影响输送机、料仓及溜槽、漏斗的正常工作。

(7) 温度。凡未说明温度的散料, 其温度等于环境温度。当散料的温度变化不定时, 应表示出其温度的变化范围。输送设备选型时, 应按散料的最高温度考虑。高于 $150 \sim 200^{\circ}\text{C}$ 的散料称为高温散料, 胶带输送机输送的散料温度一般不高于 150°C , 最高不得超过 200°C 。

散料除具有上述性质外, 还有其他一些性质, 如腐蚀性、毒性、可燃性等。所有这些特性都应在输送、给料设备的选型和设计时加以认真考虑。

有色金属散料的特点为:

- (1) 粒度大小不一, 有大块, 有粉料;
- (2) 含水范围广, 有的是浓泥浆, 有的不含水;
- (3) 黏度大, 如烟尘或浓泥;
- (4) 温度较高, 如烧结块温度高于 400°C 。

1.2 冶金散料输送的特点及输送设备类型

1.2.1 冶金散料输送的特点

冶金散料输送的特点为:

(1) 输送、给料的设备类型多, 输送线路复杂。有色金属的品种多, 冶炼工艺复杂。在不同的冶炼工艺流程中, 输送的原料、中间产品及最终产品性质不同, 采用输送、给料设备的类型也不同。在工艺过程中, 物料需经过一系列处理与冶炼加工, 因各冶炼处理设

备配置的多样化,致使物料输送线路十分复杂,需要水平、倾斜、垂直输送,有时甚至要求空间曲线输送。

(2) 高温热料及时输送。有色冶金工厂某些产品或中间产品温度较高,如热烧结块的温度为 $400 \sim 600^{\circ}\text{C}$, 热焙砂的温度为 $600 \sim 800^{\circ}\text{C}$ 。为了回收利用热物料的热量,要求采用耐热的输送、给料设备,并及时迅速地把这些热物料输送出去。

(3) 必须避免环境污染和保证操作人员的身体健康。许多有色金属元素或其他化合物对人体有害。有色金属矿物在输送、给料过程中产生的机械扬尘,特别是在高温时还会散发出有害烟气,这些都将严重地污染环境,损害操作人员的健康,因而需要除尘处理。

选择合适的输送、给料设备,采取合理的密封措施,防止有害粉尘与烟气逸散到周围环境,这是有色冶金工厂输送、给料设备在选型、设计和研制时应密切注意的问题,也是环保研究的重大课题之一。

1.2.2 冶金散料输送量的计算

冶金生产的工艺过程非常复杂,输送机瞬时输送量变化比较大,因此,在输送机与给料机选型时,应按其可能出现的最大输送量来考虑。最大输送量可按式(1-1)计算:

$$I_{\max} = \frac{I_a K_2}{8760 K_1} \quad (1-1)$$

式中 $I_{\max}$ ——最大小时输送量, t/h ;

I_a ——年输送量, t/a ;

K_1 ——时间利用系数,一般取 $K_1 = 0.6 \sim 0.8$;

K_2 ——给料不均匀系数,一般 $K_2 > 1$, 根据各厂具体情况确定,对于铜及铅、锌烧结厂,取 $K_2 = 1.4$ 。

1.2.3 冶金散料输送设备的类型

有色冶金工厂使用的输送、给料设备,按国际标准 ISO 7149—1982 的规定,其分类如下(其中,括号内为国内习惯名称):

