

高等学校规划教材
GAODENG XUEXIAO GUIHUA JIAOCAI

冶金设备

朱 云 主编
徐瑞东 李 坚 副主编



冶金工业出版社
Metallurgical Industry Press

高等学校规划教材

冶金设备

朱 云 主 编
徐瑞东 李 坚 副主编



北 京
冶 金 工 业 出 版 社
2009

内 容 简 介

本书选取现代冶炼中最基本、最常用的冶金设备,从冶金原料进厂开始,按物质流向的顺序逐一介绍,力求突出冶金设备的专业性与实用性,特别注意选取 2000 年以来在冶金工厂开发运用的新设备,尽可能介绍现行设备的型号及选用方法。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、熔炼设备以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或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. —北京:冶金工业出版社, 2009. 6

高等学校规划教材

ISBN 978-7-5024-4933-9

I. 冶… II. 朱… III. 冶金设备—高等学校—教材

IV. TF3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009) 第 091764 号

出 版 人 曹胜利

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 postmaster@cnmip.com.cn

责任编辑 宋 良 王 优 美术编辑 李 新 版式设计 张 青 孙跃红

责任校对 王永欣 责任印制 李玉山

ISBN 978-7-5024-4933-9

北京印刷一厂印刷; 冶金工业出版社发行; 各地新华书店经销

2009 年 6 月第 1 版, 2009 年 6 月第 1 次印刷

787mm×1092mm 1/16; 26 印张; 694 千字; 402 页; 1-3000 册

49.80 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

(本书如有印装质量问题, 本社发行部负责退换)

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的热情帮助下，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

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
1.3 机械输送设备	4
1.3.1 链式输送机	4
1.3.2 槽式输送机	6
1.3.3 带式输送机	8
1.4 气力输送设备	9
1.4.1 稀相气力输送	9
1.4.2 浓相气力输送	12
1.4.3 超浓相气力输送	16
1.5 给料设备	17
思考题	21
2 流体输送设备	22
2.1 流体输送的基础	22
2.1.1 流体的基本性质	22
2.1.2 流体在管内的流动	24
2.1.3 管路计算	27
2.2 液体输送设备	30
2.2.1 离心泵	30
2.2.2 往复泵	40
2.2.3 旋转泵	42
2.3 气体输送设备	44
2.3.1 通风机	44
2.3.2 鼓风机	46
2.3.3 压缩机	47
2.3.4 真空泵	50
思考题	51
3 冶金传热设备	52
3.1 传热基础	52
3.2 换热设备	55

3.2.1	换热器的类型	55
3.2.2	列管式换热器的计算	59
3.2.3	冶金中的换热器	60
3.3	热风炉	63
3.3.1	热风炉工作原理	63
3.3.2	内燃式热风炉	64
3.3.3	外燃式热风炉	68
3.3.4	顶燃式热风炉	69
3.3.5	球式热风炉	70
3.3.6	热风炉的选用方法	70
	思考题	71
4	混合与搅拌装置	72
4.1	混合与搅拌的基础	72
4.1.1	概述	72
4.1.2	混合机理	72
4.1.3	混合效果	73
4.2	捏合与固体混合装置	74
4.2.1	捏合操作与捏合机	74
4.2.2	固体混合与固体混合机	75
4.3	气体搅拌装置	76
4.3.1	气体搅拌基础	76
4.3.2	气体搅拌功率密度的计算	77
4.3.3	气体搅拌装置	80
4.4	机械搅拌装置	84
4.4.1	机械搅拌器的主要参数	84
4.4.2	机械搅拌的功率密度	86
4.4.3	机械搅拌器的分类	87
4.4.4	机械搅拌器的选用	88
4.5	电磁搅拌装置	90
	思考题	92
5	固液分离设备	93
5.1	悬浮液的性质和分离特性	93
5.1.1	悬浮液的性质	93
5.1.2	悬浮物分离的特性	95
5.2	悬浮液的沉降分离设备	96
5.2.1	球形颗粒的自由沉降	96
5.2.2	悬浮液的沉降过程	100

5.2.3 沉降槽的构造	101
5.2.4 重力沉降设备	102
5.2.5 离心沉降设备	105
5.3 悬浮液的过滤分离设备	107
5.3.1 过滤的基本概念	108
5.3.2 过滤的基本理论	110
5.3.3 恒压过滤与恒速过滤	113
5.3.4 过滤设备	116
5.3.5 滤饼洗涤	132
5.3.6 过滤机的生产能力	133
思考题	135
6 萃取与离子交换设备	136
6.1 萃取概述	136
6.1.1 萃取基本概念	136
6.1.2 萃取剂的分类及选择原则	138
6.2 萃取工艺流程及其计算	139
6.2.1 错流萃取	139
6.2.2 逆流萃取	140
6.3 萃取设备	141
6.3.1 萃取设备分类及选型	141
6.3.2 混合澄清器	143
6.3.3 萃取塔	145
6.3.4 离心萃取器	146
6.3.5 新萃取设备	148
6.4 离子交换概述	151
6.4.1 离子交换参数	151
6.4.2 影响离子交换速度的因素	152
6.4.3 离子交换剂	153
6.4.4 离子交换工艺	155
6.5 离子交换设备	157
6.5.1 树脂固定床离子交换设备	157
6.5.2 树脂移动床离子交换设备	158
6.5.3 树脂流化床离子交换设备	159
6.5.4 树脂搅拌床离子交换设备	159
6.6 冶金中的离子交换应用	160
6.6.1 含氟废水的处理	160
6.6.2 含铬废水的处理	161
6.6.3 离子交换在树脂矿浆法提金中的应用	161

思考题	162
7 蒸发与结晶设备	163
7.1 蒸发基础	163
7.1.1 溶液的沸点	164
7.1.2 温度差损失	164
7.2 蒸发设备	168
7.2.1 循环式（非膜式）蒸发器	168
7.2.2 膜式（单程式）蒸发器	170
7.2.3 直接加热蒸发器	172
7.2.4 多级闪急蒸发器	173
7.3 蒸发器的生产能力和生产强度	174
7.3.1 蒸发器的生产能力	174
7.3.2 蒸发器的生产强度	174
7.4 多效蒸发	175
7.5 蒸发器的辅助装置	178
7.5.1 除沫器	178
7.5.2 冷凝器和真空装置	178
7.6 结晶	179
7.6.1 结晶的基础知识	179
7.6.2 结晶的方法与设备	184
思考题	188
8 电解与电积设备	190
8.1 电解的基础知识	190
8.1.1 基本概念	190
8.1.2 电解的技术经济指标	195
8.2 水溶液中电解精炼和电解沉积	197
8.2.1 铜电解精炼过程及设备	197
8.2.2 铅电解精炼过程及设备	207
8.2.3 锌电解沉积过程及设备	210
8.3 熔盐电解	216
8.3.1 熔盐电解基础	216
8.3.2 铝电解槽的结构	219
8.3.3 铝电解槽上的作业	222
8.3.4 铝电解辅助工序及设备	223
思考题	225
9 干燥设备	226
9.1 湿空气的性质	226

9.1.1 湿空气的状态参数	226
9.1.2 湿空气的 $H-h$ 图及 $H-t$ 图	228
9.2 干燥过程的物料和热量平衡计算	230
9.2.1 物料平衡计算	230
9.2.2 热量平衡计算	230
9.3 湿物料的性质	232
9.4 干燥特性	233
9.5 干燥的操作方式	235
9.5.1 干燥的操作方式分类	235
9.5.2 沸腾干燥技术	236
9.5.3 喷雾干燥技术	238
9.5.4 冷冻干燥技术	238
9.5.5 微波干燥技术	239
9.6 干燥设备及其操作	241
9.6.1 通风型干燥器	241
9.6.2 搅拌型干燥机	242
9.6.3 流化床式干燥机	243
9.6.4 输送型干燥机	245
9.6.5 热传导型干燥机	247
9.6.6 真空式干燥机	247
9.7 干燥设备的发展趋势	248
9.7.1 干燥过程的节能措施	248
9.7.2 干燥技术的发展趋势	249
思考题	249
10 冶金燃烧装置	250
10.1 燃烧基础知识	250
10.1.1 燃烧理论	250
10.1.2 冶金燃料	256
10.1.3 燃烧计算	259
10.2 气体燃料的燃烧装置	261
10.2.1 气体燃料的燃烧	261
10.2.2 烧嘴	268
10.3 液体燃料的燃烧装置	271
10.3.1 重油的燃烧过程	271
10.3.2 重油的燃烧装置	274
10.4 固体燃料的燃烧装置	280
10.4.1 块煤的燃烧过程及装置	280
10.4.2 粉煤的燃烧过程及装置	281

10.5 燃烧装置的发展趋势	284
10.5.1 节约燃料的途径	284
10.5.2 低氧浓度的燃烧	285
10.5.3 浸没燃烧	285
思考题	286
11 焙烧与烧结设备	287
11.1 焙烧概述	287
11.1.1 焙烧的分类	287
11.1.2 焙烧设备	288
11.2 流态化技术与设备	288
11.2.1 流态化	289
11.2.2 流化床的结构	292
11.3 冶金的流态化设备	294
11.3.1 冶金流化床	294
11.3.2 稀相流态化焙烧装置	298
11.3.3 硫化锌精矿流态化焙烧设备	301
11.4 烧结技术及设备	304
11.4.1 烧结技术	304
11.4.2 烧结设备	305
11.5 焙烧回转窑	307
思考题	308
12 熔炼设备	309
12.1 竖炉	309
12.1.1 竖炉内的物料运行和热交换	309
12.1.2 炼铁高炉	311
12.1.3 鼓风炉	322
12.1.4 鼓风炉的结构	323
12.2 熔池熔炼炉	326
12.2.1 反射炉	326
12.2.2 白银炉	328
12.2.3 诺兰达炉	330
12.2.4 QSL 炉	331
12.2.5 奥斯麦特炉与艾萨炉	332
12.2.6 瓦纽柯夫炉	334
12.3 塔式熔炼设备	336
12.3.1 闪速炉	337
12.3.2 基夫赛特炉	339

12.3.3 锌精馏塔	340
12.4 转炉	341
12.4.1 氧气顶吹转炉	342
12.4.2 卧式转炉	346
12.4.3 卡尔多 (Caldo) 转炉	350
12.5 电炉	351
12.5.1 矿热电炉	352
12.5.2 电弧炉	354
12.5.3 感应电炉	358
思考题	361
13 烟气收尘与净化设备	362
13.1 烟气收尘基础知识	362
13.1.1 收尘器的分类	362
13.1.2 收尘器的性能	365
13.2 重力收尘器	369
13.2.1 重力沉降理论	369
13.2.2 重力收尘器的分类	371
13.2.3 重力收尘器的结构	372
13.3 惯性收尘器	373
13.4 旋风收尘器	375
13.4.1 旋风收尘器的结构与工作原理	375
13.4.2 旋风收尘器的分类	376
13.4.3 旋风收尘器的选型原则	378
13.5 袋式收尘器	379
13.5.1 袋式收尘器的工作原理	379
13.5.2 袋式收尘器的分类	381
13.6 静电收尘器	383
13.6.1 静电收尘器的工作原理	384
13.6.2 影响静电收尘器性能的因素	385
13.6.3 静电收尘器的结构	386
13.6.4 静电收尘器的分类	387
13.7 湿式收尘器	390
13.8 烟气中有害气体的净化	393
13.8.1 铝电解的烟气净化	393
13.8.2 低浓度二氧化硫烟气脱硫	396
思考题	399
参考文献	400

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、黏度、温度等。

（1）粒度。粒度又称块度，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五类，列于表 1-1 中。

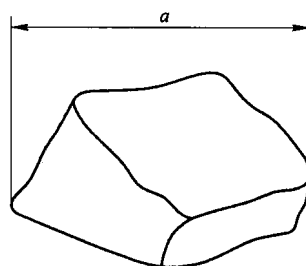


图 1-1 颗粒粒度示意图

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			

（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（简称准重度）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 。

根据散料堆密度的大小，散料被分为三级，列于表 1-2 中。

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，散料又可分为四类，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）。

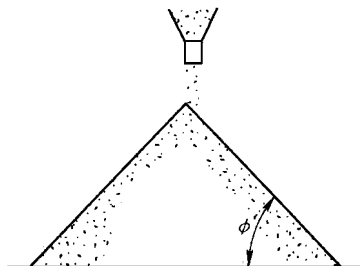


图 1-2 散料堆积角示意图

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% ~ 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 ~ 200℃ 的散料称为高温散料，一般胶带输送机输送的散料温度一般不高于 150℃，最高不得超过 200℃。

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如下：

- (1) 粒度大小不一，要么大块，要么粉料；
- (2) 含水范围广，要么是浓泥浆，要么不含水；
- (3) 黏度大，如烟尘或浓泥；
- (4) 温度较高，如烧结块温度高于 400℃。

1.2 冶金散料输送的特点及输送设备类型

A 冶金散料输送的特点

(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 ~ 600℃，热焙砂为 600 ~ 800℃。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、给料过程的机械扬尘，特别在高温时还会散发出有害烟气，

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。

B 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;

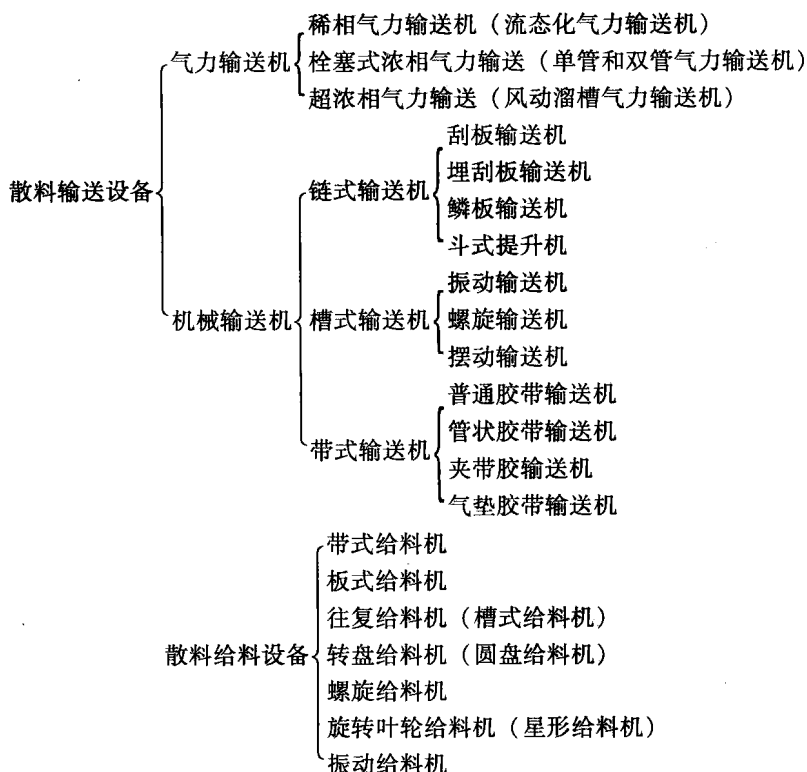
I_a ——年输送量, t/a;

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 $K_2 = 1.4$ 。

C 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 2148—1974 的规定, 其分类如下, 其中括号内为国内习惯名称。



D 冶金散料输送设备的选择

一般情况下, 有色金属冶金块状散料采用机械输送, 而粉状散料则采用皮带输送和气力输送。输送机与给料机的选定, 应充分考虑输送物料的性质及输送线路的特点, 选择散料输送设

备和给料设备的原则是：散料温度优先考虑，散料尺寸定型、成本定类，综合考虑其他因素。

1.3 机械输送设备

1.3.1 链式输送机

A 刮板输送机

刮板输送机是最早出现的连续输送的设备之一。它是利用在牵引构件（如链条）上固定的刮板，将被输送的物料由各个刮板一小堆一小堆地沿着料槽移送，以实现连续输送。因为刮板平面与其运动方向垂直，槽内物料靠刮板一份份地刮着向前运动，因此具有这种承载构件的输送机叫做刮板输送机。

刮板输送机主要分为通用型和可弯曲型两类，可弯曲型刮板输送机主要应用于煤矿井下综合机械化采煤，与采煤机配套以完成采掘作业。有色金属冶金工厂常用的刮板输送机多属于通用型，主要用来输送烧结块、返料、烟尘、干精矿和煤等。

图 1-3 所示为通用型刮板输送机示意图。通用型刮板输送机是由牵引件、承载构件、槽体、驱动装置、张紧装置、装料及卸料装置以及机座等部分组成的。固定在牵引链条上的刮板随同牵引链条沿着固定在机座上的料槽一起运动，绕过端部的驱动链轮和张紧链轮，把料斗中的物料向前输送。牵引链条由驱动轮驱动，由张紧轮进行张紧。

刮板输送机的工作分支（即有载区），可以是上分支（如图 1-3(a)所示），也可以是下分支（如图 1-3(b)所示），如需要两个方向进行输送物料时，则上、下分支可同时成为工作分支

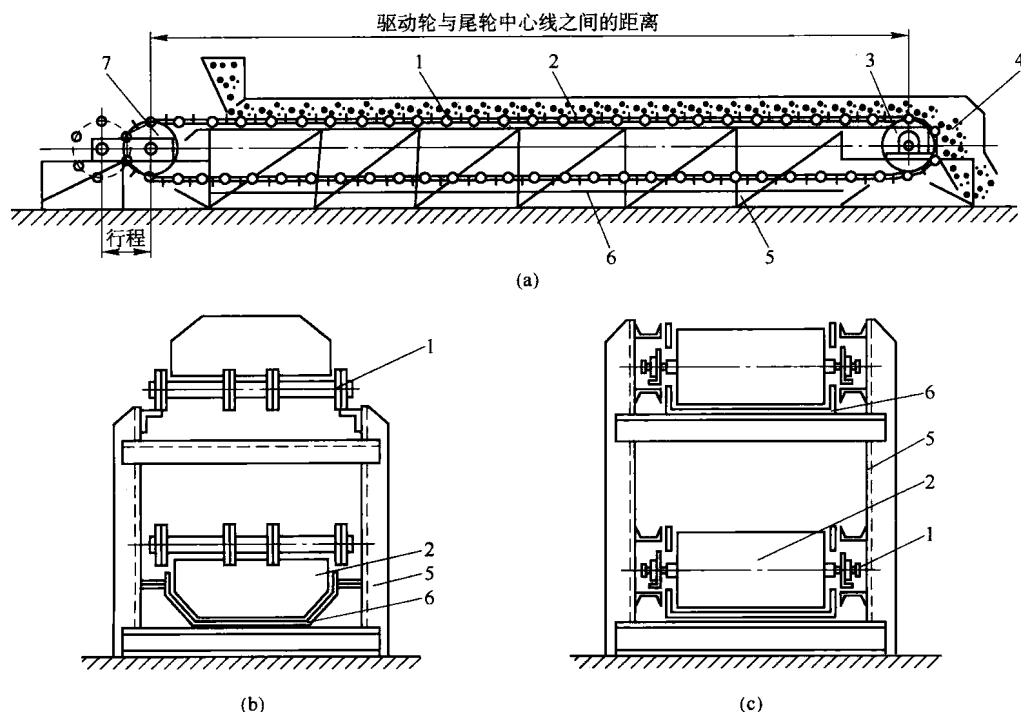


图 1-3 通用型刮板输送机示意图

(a) 具有上工作分支，全封闭式；(b) 具有下工作分支，敞开式；(c) 具有上、下工作分支，敞开式

1—牵引件；2—刮板；3—驱动轮及传动装置；4—卸料口；5—机座；6—料槽；7—尾轮及张紧装置

(如图 1-3(c)所示)。

刮板输送机输送的物料可以在其长度上任一处由上面或侧面用漏斗装入。输送机的卸料,同样可以在槽底任一处通过其翻板阀门进行中途卸出,也可以从输送机头部自然卸料。有色金属冶金工厂用的刮板输送机常采用上工作分支和头部末端自然卸料方式。

刮板输送机的特点是结构简单,运行可靠,维修方便,可实现封闭输送和热物料输送。装料和卸料方便,位置布置灵活。这种输送机可用来输送各种粉末状、小颗粒和块状的流动性较好的散料,如煤、干粉、热炉灰和熔渣等。由于输送机运动时,刮板链条紧贴槽底滑行,输送物料会出现挤压破碎现象。因此,一般用来输送具有低磨损性和自润性的物料。由于物料与料槽及刮板与料槽的摩擦,加速了料槽和刮板磨损,同时也增加了输送机的能耗。因此,刮板输送机的长度一般为 50~60m,最长不超过 200m,输送量为 150~200t/h。

B 埋刮板输送机

埋刮板输送机是由刮板输送机发展起来的。它是在封闭断面的壳体内,利用物料的内摩擦力大于外摩擦力的性质,借助于运动着的刮板链条连续输送散状物料。输送物料时,刮板链条全埋于物料中,故称这类刮板输送机为埋刮板输送机。

尽管埋刮板输送机和刮板输送机一样,都是应用固定在链条上的刮板沿料槽输送物料。但是它们的输送原理却完全不同,因而在构造上也有较大的差异。

埋刮板输送机主要由料槽、刮板链条、头部驱动装置及装料、卸料装置等部分组成。在结构上与刮板输送机的不同之处,主要是料槽和刮板链条。

(1) 输送原理。由于散料具有内摩擦力和侧压力等特性,埋刮板输送机在水平输送时,物料受到刮板链条沿运动方向的推力和物料自身重力的作用,料层之间产生内摩擦力,这种内摩擦力足以克服物料在机槽(料槽)内移动而产生的外摩擦阻力,使物料形成了连续整体的料流而被输送。埋刮板输送机在垂直输送时,由于物料的起拱特性,作用在物料上的力有刮板链条沿运动方向的推力和机槽给的侧压力,使料层之间产生内摩擦力,由于下部水平不断给料,下部物料在刮板链条的带动下,对上部物料产生推移力,当这些作用力大于物料与槽壁间的外摩擦阻力及物料自身产生的重力时,物料流就随刮板链条向上输送,形成连续料流。因此,倾斜式或垂直式埋刮板输送机必须有一个水平给料段。

(2) 特点。埋刮板输送机有以下特点:结构简单,机体紧凑,安装、维修方便,设备造价相对较低;可实现单机水平、倾斜和垂直输送以及多机组合成各种特殊形式的输送;输送机槽全封闭,密闭输送性能好,适用于输送多尘、有毒、挥发性强的物料,也可输送高温物料;由于埋刮板输送机是利用埋在物料中的刮板链条沿机槽底部滑动来输送物料的,因此,刮板链条和槽底磨损严重,尤其是在弯曲区段(由水平到倾斜或由倾斜到水平),槽底的磨损更加严重。输送速度难以提高,输送能力受到限制,与其他输送机相比,其输送量较小;对于双链牵引的埋刮板输送机,由于两根链条磨损的不均匀性,易导致刮板链条的歪扭;对输送的物料要求严格,一般仅用于输送粉尘状、小颗粒及小块状等物料;有色金属冶金工厂常用埋刮板输送机来输送干精矿、烟尘、烧结块及其返料,也可以输送其他物料。

C 斗式提升机

斗式提升机是一种沿垂直或倾斜路程输送散状固体物料的输送机,如图 1-4 所示。斗式提升机基本结构是将料斗固定在链条或胶带上,使其上下循环运动,从而将物料由低处提升到高处卸下。所有链条(或胶带)及料斗均用金属壳体保护。因此,斗式提升机无论在室内或室外均可安装使用。