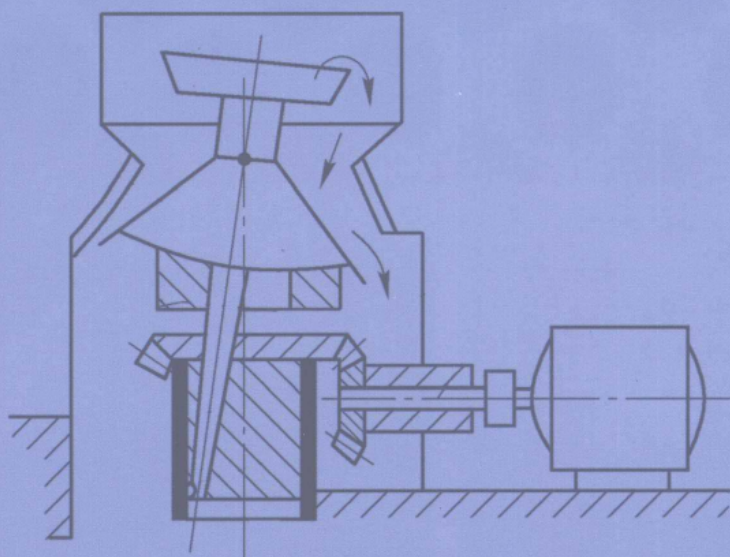


破碎机

郎宝贤 郎世平 著



冶金工业出版社

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

破 碎 机

郎宝贤 郎世平 著

北 京

冶 金 工 业 出 版 社

2008

内 容 提 要

本书共 25 章：第 1 章物料的粉碎与破碎机概述；第 2~6 章颚式破碎机；第 7~14 章圆锥破碎机；第 15~17 章锤式破碎机；第 18~22 章反击式破碎机；第 23 章立轴式破碎机；第 24 章冲击式制砂机；第 25 章辊式破碎机。其主要内容包括破碎机破碎、原理，破碎机机型与性能以及各机型的比较、发展趋势，破碎机主要参数的选择与计算、破碎腔设计，破碎机主要件的设计和破碎机磨损与润滑，破碎机使用维修等。

本书可供从事破碎机研究、设计制造技术人员、破碎机使用管理以及维修技术人员参考，也可供高等院校有关专业师生阅读。

图书在版编目(CIP)数据

破碎机/郎宝贤, 郎世平著. —北京: 冶金工业出版社, 2008. 11

ISBN 978-7-5024-4746-5

I. 破… II. ①郎… ②郎… III. 破碎机 IV. TD451

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008) 第 162436 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

策划编辑 张 卫 责任编辑 王雪涛 美术编辑 张媛媛

版式设计 张 青 责任校对 王永欣 责任印制 牛晓波

ISBN 978-7-5024-4746-5

北京兴华印刷厂印刷; 冶金工业出版社发行; 各地新华书店经销

2008 年 11 月第 1 版, 2008 年 11 月第 1 次印刷

787mm × 1092mm 1/16; 19.75 印张; 475 千字; 300 页; 1-3000 册

55.00 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

(本书如有印装质量问题, 本社发行部负责退换)

前 言

破碎机是冶金、矿山、化工、电力、陶瓷、水泥、建筑和筑路等工业部门广泛应用的重要设备。随着我国基本建设快速发展，破碎机用量、产量逐年增加，国内破碎机行业兴旺发达。近些年，国外各种先进的破碎机几乎国内都有引进，对国内破碎机械行业造成很大的冲击，其根本原因是国产破碎机在性能和质量方面与国外相比存在差距。为了尽快地缩小差距，赶上世界一流破碎机水平，使国产破碎机在世界市场竞争中立足于不败之地，要求研究、设计以及制造厂家研制出性能优越、质量最佳的名牌产品。同时要求使用部门，采用现代的管理方法，正确使用、精心维护、及时检修，以保证破碎机正常运转和延长其使用寿命，提高破碎机运转作业率和充分发挥它的潜力。为此，必须精深地掌握破碎机的专业知识和技能。目前，国内还没有专门论述各种破碎机设计计算和使用维修的书籍。为了满足广大读者的需求，作者根据多年研究成果和设计经验以及吸收当前国内外破碎机领域研究成果和资料，结合国内具体情况编写了《破碎机》一书。其内容有破碎机概述、破碎机机型与性能、主要参数计算、主要件设计以及破碎机磨损与润滑和使用维修等。

本书在编写过程中，曾得到上海建设路桥机械设备有限公司郑鸣皋高级工程师、贵州成智破碎设备有限公司刘劲松总工、北京矿冶研究总院王宏勋、饶绮麟、吴建明研究员和矿山机械杂志社翟小华编审以及中科院院士、东北大学闻邦椿教授等的支持和帮助。在此表示衷心感谢。

由于作者的水平所限，书中会有不足之处，敬请读者提出宝贵意见。

著 者

2008年7月于武汉

目 录

1 物料的粉碎与破碎机概述	1
1.1 物料的粉碎	1
1.1.1 物料粉碎的目的与意义	1
1.1.2 破碎比与粉碎流程	2
1.2 产品粒度及物料破碎力学分析	3
1.2.1 产品粒形与粒度分析	3
1.2.2 物料破碎力学分析	6
1.3 破碎理论与破碎机类型	9
1.3.1 破碎理论	9
1.3.2 破碎机类型	10
2 颞式破碎机概述	12
2.1 颞式破碎机类型与应用	12
2.2 颞式破碎机动颞运动轨迹	13
2.2.1 描绘动颞运动轨迹方法	13
2.2.2 对运动轨迹的分析	14
2.3 颞式破碎机的发展	14
3 颞式破碎机机型与性能	16
3.1 小型颞式破碎机	16
3.1.1 PEX150×500 小型破碎机	16
3.1.2 大破碎比破碎机	16
3.2 中型颞式破碎机	17
3.3 大型颞式破碎机	18
3.4 大传动角颞式破碎机	19
3.4.1 上置式颞式破碎机	19
3.4.2 倾斜式颞式破碎机	20
3.5 对颞式破碎机机型与性能分析	20
4 参数计算、破碎腔与机构优化设计	23
4.1 结构参数	23
4.1.1 给、排料口尺寸与啮角	23

4.1.2	两颚板的布置方式	24
4.1.3	啮角对生产率、破碎腔高度的影响	24
4.1.4	动颚行程及相关参数	25
4.2	工作参数	26
4.2.1	主轴转速计算	26
4.2.2	生产率计算	28
4.2.3	功率计算	28
4.3	破碎腔设计	29
4.4	破碎机机构优化设计	31
4.4.1	机构的运动分析	31
4.4.2	设计变量的选取	33
4.4.3	目标函数的建立	33
4.4.4	约束条件的确定	34
5	破碎机受力分析与主要件结构设计	36
5.1	破碎力计算	36
5.1.1	破碎力性质	36
5.1.2	求最大破碎力	37
5.1.3	最大破碎力作用位置	37
5.2	破碎机机构受力分析	38
5.2.1	图解法	38
5.2.2	解析法	38
5.2.3	两种破碎机受力比较	40
5.3	主要件结构设计	41
5.3.1	动颚结构设计	41
5.3.2	动颚有限元分析	43
5.3.3	机架结构设计	45
5.3.4	机架计算	48
5.3.5	肘板、肘垫与齿板设计	49
5.3.6	动颚轴径与轴承计算	52
5.3.7	飞轮设计	53
5.3.8	破碎机调整装置	55
5.3.9	保护装置	57
6	颚式破碎机运动与动力学及平衡	59
6.1	颚式破碎机运动学与动力学	59
6.1.1	位置分析	59
6.1.2	速度分析	60
6.1.3	加速度分析	61

6.1.4	惯性力和惯性力矩	61
6.1.5	程序框图和计算实例	62
6.2	颚式破碎机的平衡	63
6.3	弹簧及拉杆的计算	64
7	圆锥破碎机机型与性能	66
7.1	弹簧式圆锥破碎机	66
7.1.1	弹簧式圆锥破碎机概述	66
7.1.2	弹簧圆锥破碎机机型和性能	67
7.1.3	旋盘式破碎机 (gyradisc crushers)	71
7.2	液压圆锥破碎机	74
7.2.1	液压圆锥破碎机概述	74
7.2.2	单缸液压圆锥破碎机机型与性能	76
7.2.3	液压旋回破碎机机型与性能	79
7.2.4	顶部与中心单缸液压圆锥破碎机	84
7.2.5	多缸液压圆锥破碎机机型与性能	86
7.3	交变轴圆锥破碎机	89
7.4	惯性圆锥破碎机机型与性能	92
7.4.1	惯性圆锥破碎机的运动状态	92
7.4.2	惯性破碎机的破碎原理	93
7.4.3	大型惯性圆锥破碎机	93
7.5	对各机型与性能的分析	97
8	圆锥破碎机主要参数计算	99
8.1	结构参数选择与计算	99
8.1.1	分矿盘与接矿漏斗	99
8.1.2	给矿口与排矿口宽度	99
8.1.3	啮角	99
8.1.4	偏心距、动锥摆动行程	100
8.1.5	破碎腔平行区	101
8.2	旋回破碎机结构参数选择与计算	102
8.2.1	给、排料口尺寸	102
8.2.2	啮角	102
8.2.3	破碎腔高度	103
8.2.4	偏心距 e 与动锥行程 S	103
8.2.5	动锥底部直径	103
8.2.6	进动角 γ_0	103
8.2.7	定锥底部直径	104
8.2.8	动锥悬挂高度	104

8.3	动锥摆动次数计算	104
8.4	生产率计算	107
8.5	电动机功率计算	108
9	圆锥破碎机破碎腔设计	110
9.1	腔形与通过能	110
9.2	腔形设计	110
9.2.1	基本腔形设计	110
9.2.2	耐磨腔形设计	111
9.2.3	优化腔形设计	112
9.2.4	旋回破碎机破碎腔设计	114
10	圆锥破碎机主要件设计计算	118
10.1	破碎力计算	118
10.1.1	弹簧式圆锥破碎机破碎力	118
10.1.2	液压圆锥破碎机破碎力	120
10.1.3	根据压碎实验求破碎力	121
10.2	弹簧式圆锥破碎机主要件受力分析	125
10.3	单缸液压圆锥破碎机主轴受力分析	126
10.4	弹簧圆锥破碎机球面轴承设计计算	127
10.5	单缸机摩擦盘的计算	129
10.5.1	上摩擦盘	129
10.5.2	中摩擦盘	129
10.5.3	下摩擦盘	129
10.6	偏心轴套与平面止推轴承设计	129
10.7	主轴衬套设计计算	131
10.8	顶部锥套的设计	133
10.9	传动装置设计计算	135
10.10	机架设计计算	139
11	圆锥破碎机运动学与动力学	141
11.1	运动学	141
11.2	动力学	143
11.2.1	求动锥惯性力矩和惯性力	143
11.2.2	求偏心轴套部件的惯性力和力矩	144
11.3	圆锥破碎机的平衡	145
11.3.1	偏心部件运动状态	145
11.3.2	圆锥破碎机平衡计算例题	147
11.3.3	扰力和倾翻力矩	150

11.4 圆锥破碎机稳定性	151
11.4.1 动锥转速与稳定性	151
11.4.2 动锥稳定力矩	152
11.4.3 动锥稳定性设计	154
11.4.4 对动锥失稳现象的分析	156
12 惯性圆锥破碎机参数计算	158
12.1 破碎力计算	158
12.1.1 求动锥惯性力	159
12.1.2 求激振器的惯性力	159
12.2 各参数之间的关系	160
12.2.1 破碎力变化的影响	160
12.2.2 排料口变化的影响	160
12.2.3 动锥频率变化的影响	161
12.2.4 破碎腔的影响	162
12.3 惯性破碎机的隔振系统	163
13 圆锥破碎机润滑与磨损	166
13.1 圆锥破碎机的润滑	166
13.1.1 油浸加热器	167
13.1.2 冷却器	167
13.1.3 电接点温度计	167
13.1.4 温度开关	167
13.1.5 压力开关	168
13.2 圆锥破碎机主要件磨损与损坏	169
13.2.1 主轴与锥衬套的磨损与损坏	170
13.2.2 偏心轴套与直衬套磨损与损坏	172
13.2.3 止推盘与齿轮的磨损与损坏	173
13.2.4 机架与球面轴承磨损与损坏	175
13.2.5 破碎腔的磨损与改进	179
14 圆锥破碎机使用与维修	181
14.1 圆锥破碎机操作	181
14.1.1 开车前的准备	181
14.1.2 破碎机启动与停车	181
14.2 圆锥破碎机维护	181
14.3 破碎机检修	183
14.3.1 经常性检修	183
14.3.2 小修	183

14.3.3	中修	184
14.3.4	大修	184
14.4	圆锥破碎机的安装试车	186
14.4.1	圆锥破碎机的安装	186
14.4.2	圆锥破碎机的试车	195
15	锤式破碎机机型与性能	196
15.1	锤式破碎机概述	196
15.2	锤式破碎机机型	196
15.2.1	可逆式锤式破碎机	196
15.2.2	不可逆式锤式破碎机	198
15.2.3	无算条可逆锤式破碎机	200
15.2.4	反击型锤式破碎机	202
15.3	环锤式破碎机	203
15.3.1	环锤式破碎机结构原理	203
15.3.2	环锤式破碎机参数计算	204
16	锤式破碎机转子设计	207
16.1	转子尺寸与平衡	207
16.1.1	转子直径与长度	207
16.1.2	转子转速计算	207
16.1.3	转子的平衡	207
16.2	锤子形状与质量	208
16.2.1	锤子形状	208
16.2.2	锤子销孔位置的确定	209
16.2.3	锤子质量的确定	210
16.3	主轴、锤架与筛子	211
16.3.1	主轴与轴承计算	211
16.3.2	锤架与转盘	211
16.3.3	算条筛	211
17	锤式破碎机参数计算	212
17.1	生产率计算	212
17.2	电动机功率计算	213
18	反击式破碎机机型与性能	214
18.1	反击式破碎机概述	214
18.2	反击式破碎机机型与性能	216
18.2.1	PFY 硬岩反击式破碎机	216

18.2.2	PFY 细碎型反击式破碎机	217
18.2.3	涡旋强力反击式破碎机	218
18.2.4	可逆式反击式破碎机	219
18.2.5	几种国外反击式破碎机	220
18.2.6	双转子反击式破碎机	223
19	反击式破碎机转子设计	226
19.1	转子结构设计	226
19.1.1	转子直径与长度	226
19.1.2	转子结构与质量	226
19.2	板锤结构形式与数目	227
19.3	转子轴与轴承计算	229
20	反击式破碎机破碎腔设计	231
20.1	破碎腔结构参数	231
20.1.1	给、排料口及给料导板倾角 β	231
20.1.2	导板卸载点 α 及反击板悬挂位置	232
20.1.3	破碎腔其他参数	232
20.2	反击板设计	233
20.3	反击板悬挂装置	235
21	反击式破碎机参数计算	237
21.1	转子转速计算	237
21.2	生产率计算	237
21.3	电机功率计算	237
22	锤式和反击式破碎机应用调试	239
22.1	锤式破碎机应用与调试	239
22.1.1	锤式破碎机试车与操作	239
22.1.2	锤式破碎机的维护与调整	240
22.1.3	机器故障及排除方法	240
22.2	环锤式破碎机应用调试	241
22.2.1	环锤式破碎机的应用	241
22.2.2	环锤式破碎机安装与调试	241
22.3	反击式破碎机应用调整	243
22.3.1	反击式破碎机的应用	243
22.3.2	反击式破碎机的调整	244
22.3.3	反击式破碎机的安装	244
22.3.4	反击式破碎机的维修	244

23 立轴式破碎机	246
23.1 立轴式破碎机概述.....	246
23.2 立轴反击式破碎机机型与性能.....	247
23.3 立轴反击式破碎机主要参数计算.....	250
23.3.1 转子直径与长度.....	250
23.3.2 板锤数目与质量.....	250
23.3.3 转子转速.....	250
23.3.4 生产率.....	251
23.3.5 电动机功率.....	251
23.3.6 轴承寿命的校核和润滑剂的选择.....	251
23.3.7 破碎力的确定.....	252
23.3.8 转子平衡.....	253
23.4 立轴复合式破碎机.....	253
23.5 对立轴式破碎机性能的比较.....	254
24 冲击式制砂机	256
24.1 冲击式制砂机概述.....	256
24.2 冲击式制砂机机型与性能.....	258
24.2.1 双电机驱动冲击式制砂机.....	258
24.2.2 单电机驱动冲击式制砂机.....	260
24.3 物料在叶轮和破碎腔流动状态的描述.....	261
24.4 冲击式制砂机性能与发展.....	262
24.5 冲击式制砂机参数计算.....	265
24.5.1 叶轮结构参数.....	265
24.5.2 破碎机性能参数计算.....	266
24.6 破碎机安装、调试与维护.....	268
24.6.1 破碎机安装、调试.....	268
24.6.2 操作和维护.....	269
25 辊式破碎机	271
25.1 辊式破碎机概述.....	271
25.2 辊式破碎机机型与性能.....	272
25.2.1 单辊破碎机.....	272
25.2.2 双辊破碎机.....	273
25.2.3 三辊破碎机.....	275
25.2.4 四辊破碎机.....	276
25.2.5 分级破碎机.....	277
25.3 调整保险与传动装置.....	279

25.3.1	调整与保险装置	279
25.3.2	辊式破碎机传动装置	280
25.4	辊式破碎机参数计算	281
25.4.1	啮角	281
25.4.2	径料比与长径比	282
25.4.3	辊子转速	282
25.4.4	生产率的计算	283
25.4.5	电动机功率计算	284
25.5	辊式破碎机破碎力计算	285
25.5.1	破碎力与弹簧压力计算	285
25.5.2	辊压塑性黏土的辊压力	287
25.6	辊式破碎机的安装、操作和维护	291
25.6.1	辊式破碎机的安装与试车	291
25.6.2	辊式破碎机的操作和维护	292
25.7	辊压机简介	293
25.7.1	辊压机概述	293
25.7.2	辊压机机型与性能	294
25.7.3	辊压机主要参数计算	296
参考文献		298

1 物料的粉碎与破碎机概述

凡用外力将大颗粒物料变成小颗粒物料的过程叫破碎，其使用的机械称为破碎机。凡用外力将小颗粒物料变成粉体物料的过程称为粉磨或磨碎，其所使用的机械称为粉磨机械。将破碎和粉磨联合起来简称粉碎或碎磨，所使用的机械简称粉碎机械或碎磨机械。

1.1 物料的粉碎

1.1.1 物料粉碎的目的与意义

1.1.1.1 物料粉碎的目的

A 增加物料的比表面积

物料破碎后，其比表面积增加，因而可提高物理作用的效果和化学反应的速度。如几种不同固体物料的混合，若物体破碎得越细，则混合均匀的程度越高；水泥熟料的烧成，基本上是一种固相反应，其反应速度与物料碎磨粒度有关，物料磨得越细，反应速度进行得越快。反应速度越快，煅烧时节省热量越多。

B 制备混凝土骨料与人工砂

制备混凝土需要各种粒度的骨料（碎石），是由开采出来的大块石料，经破碎筛分加工后得到的各种粒度的碎石。当天然砂不足时，可用破碎方法制备人工砂。

C 使矿石中有益成分解离

在选矿作业中，破碎与磨碎作业，是把各种有用矿物里紧密结合与共生在一起的有益成分和杂质分开，即“解离”。物料解离后，才能用选矿的方法除去杂质而得到纯洁的精矿。

D 为原料下一步加工作准备或便于使用

在炼焦厂、烧结厂、制团厂、建筑材料以及粉末冶金部门中，所用的原料块度一般都比较大，要求碎磨到一定粒度以下，供下一步加工处理用。

在食品、化学医药、化肥及农药等工业部门中，常将产品碎磨成粉末状态，以便使用。

1.1.1.2 物料粉碎的意义

物料的粉碎是冶金、矿山、建材、化工、电力等工业部门应用广泛的一种工艺过程，每年有大量的原料和再利用的废料都需要进行粉碎处理。

在选矿工业中，物料的破碎占有重要地位。选矿厂破碎与磨碎作业的生产费用，平均约占全部选矿生产费用的40%以上，而碎磨设备的投资约占选矿厂总投资的60%左右。

在水泥工业中，水泥厂碎磨作业费用约占生产成本的30%以上，破碎机械的耗电量约占全厂总耗电量的10%，而磨碎机械的耗电量则占60%。

据介绍^[33]世界上约15%的电能消耗在粉碎作业，而且逐年增加，其中85%以上用于磨碎。随着贫矿增多、建筑材料需求量不断增加、工业利用积聚起来的再生材料占有比例

愈来愈大，加之能源短缺，急需不断改善碎磨作业，如采用“多碎少磨”工艺，特别是研制高效粉碎设备和改进现有碎磨机械，对于达到优质、高产、低成本、低能耗具有非常重要的意义。

1.1.2 破碎比与粉碎流程

1.1.2.1 破碎比

衡量破碎机破碎效果，常用破碎比这个概念。破碎机破碎比就是原料粒度与破碎后产品粒度之比，它表示破碎后原料减小的倍数。

破碎比 (*i*) 有以下几种计算方法：

(1) 用破碎前物料最大粒度与破碎后产品最大粒度之比计算：

$$i = \frac{D_{\max}}{d_{\max}} \tag{1-1}$$

式中 D_{\max} ——破碎前物料最大粒度；

d_{\max} ——破碎后物料最大粒度。

由于各国的习惯不同，最大粒度取值方法也不同。英、美以物料 80% 能通过筛孔的筛孔宽度为最大粒度的直径；我国和前苏联以物料的 95% 能通过筛孔的筛孔宽度为最大粒度的直径。

(2) 用破碎机给料口有效宽度和排料口宽度的比值计算：

$$i = \frac{0.85B}{b} \tag{1-2}$$

式中 B ——破碎机给料口宽度；

b ——破碎机排料口宽度。

式中的 0.85 是为保证破碎机咬住物料的有效宽度系数。排料口宽度 b 的取值，粗碎机取最大排料口宽度，中、细碎机取最小排料口宽度。

用式 (1-2) 计算破碎比很方便，因在生产中不可能经常对大批物料作筛分分析，但是只要知道破碎机给料口和排料口宽度，便可按式 (1-2) 计算破碎比。

(3) 用平均粒度计算：

$$i = \frac{D_{cp}}{d_{cp}} \tag{1-3}$$

式中 D_{cp} ——破碎前物料的平均直径；

d_{cp} ——破碎后物料的平均直径。

这种方法求得的破碎比，能较真实地反映破碎程度。因而理论研究中采用它。

1.1.2.2 粉碎流程

图 1-1 所示为典型破碎筛分流程图，原矿进入棒条

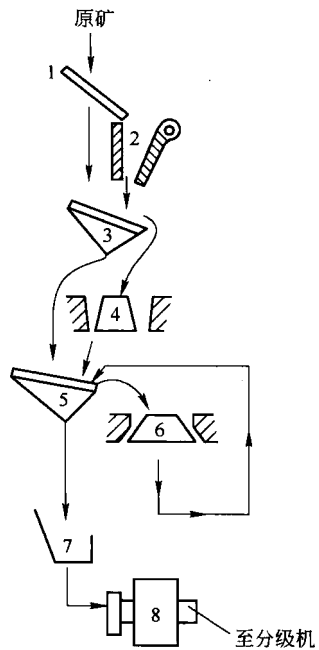


图 1-1 三段破碎机械流程图

- 1—固定格条筛；2—粗碎颚式破碎机；
- 3, 5—振动筛；4—中碎圆锥破碎机；
- 6—细碎圆锥破碎机；
- 7—矿仓；8—磨机

筛1进行预先筛分, 这样可以把原矿中细粒级分出, 从而减轻破碎机负荷。筛上物料进入颚式破碎机2里, 经破碎后, 所得产品与1号筛下物料都落到振动筛3上。经筛分后, 筛上物料进入中碎圆锥破碎机(简称中碎机), 筛下物料落到振动筛5上, 从中碎机4排出的产品也落到振动筛5上。经筛分后, 筛上物料再进入细碎圆锥破碎机6(简称细碎机)里。这样, 振动筛5既是预先筛分又是检查筛分。检查筛分的作用, 是对破碎机排料进行筛分, 其筛孔尺寸大致等于预先筛分筛孔尺寸。筛上不合格的物料进入细碎机6, 其产品返回到振动筛5, 而筛下合格品落入料仓7, 然后被送入球磨机8。振动筛5上的不合格物料再进入细碎机6。

这个流程中, 细碎机为闭路破碎, 旋回与中碎机都是开路破碎。旋回破碎机为一段破碎(一次破碎)。中碎机为二段破碎(二次破碎), 细碎机为三段破碎(三次破碎)。整个流程也可称为粗碎段、中碎段、细碎段及磨碎段。各破碎段给料和破碎产品的粒度范围见表1-1。

表 1-1 破碎段的划分

破碎段	粗 碎	中 碎	细 碎
给料粒度 D/mm	500 ~ 1500	100 ~ 350	40 ~ 100
排料粒度/ mm	100 ~ 350	40 ~ 100	10 ~ 30

表1-1的划分方法主要适用于颚式、旋回、圆锥、辊式等破碎机。冲击式和锤式破碎机能将1000mm大块物料, 一次破碎至10~30mm以下。又如自磨机能将600mm大块物料, 一次破碎到0.044mm以下, 即一台机器能完成粗、中细碎或粗、中、细碎及磨碎的全部作业。

1.2 产品粒度及物料破碎力学分析

1.2.1 产品粒形与粒度分析

1.2.1.1 产品粒形与粒度

产品粒形是指颗粒的几何形状。产品粒度是指颗粒的大小。不论是产品粒形还是粒度, 都是衡量产品质量的主要工艺指标。但从工艺要求看, 有时只要求产品最大粒度限定值, 而且细末(过粉碎)不得超过限定值。有时不仅要求粒度, 而且要求粒形。例如, 作为混凝土骨料, 不仅对粒度有一定要求, 还要求粒形为立方体(所谓立方体是指颗粒的三维尺寸 a 、 b 、 c , 其中 $a > b > c$, 且 a/c 值不得大于3), 又以带棱角的为好, 这样可提高混凝土强度。作为炼钢用的石灰石, 要求粒度大小控制在一定范围, 并要求不产生或少产生粉末。

1.2.1.2 产品粒度分析

A 颗粒粒度表示方法

由于料块都是不规则的几何形体, 所以要用几个尺寸才能表示它的大小。但是, 通常都用一个尺寸, 即平均直径或等值直径来表示料块大小。平均直径一般用来表示破碎机的给料与排料中最大料块尺寸, 可用它计算破碎比。料块平均直径可用下式求得:

$$d = \frac{l + b}{2} \quad (1-4)$$

或

$$d = \frac{l + b + h}{3} \quad (1-5)$$

式中 d ——料块平均直径；
 l ——料块长度；
 b ——料块宽度；
 h ——料块高度。

当物料粒度很小时，可用等值直径来表示。等值直径是将细物料颗粒作为球体计算，其计算公式为：

$$d = \sqrt[3]{\frac{6V}{\pi}} = 1.24 \sqrt[3]{\frac{m}{\rho}} \quad (1-6)$$

式中 m ——料块质量；
 ρ ——物料密度；
 V ——料块体积。

对于由不同粒度混合的粒度群，通常用筛分方法来确定粒度群的平均直径。例如上层筛孔尺寸为 d_1 ，下层筛孔尺寸为 d_2 ，通过上层筛孔而留在下层筛面上的物料，其粒度既不能用 d_1 表示，也不能用 d_2 表示。当粒级的粒度范围很窄，上下层筛孔尺寸之比不超过 $\sqrt{2} = 1.414$ 时，则此粒级的平均直径可用式 (1-7) 计算：

$$d = \frac{d_1 + d_2}{2} \quad (1-7)$$

也可用 $d_1 \sim d_2$ 或 $-d_1 + d_2$ 来表示粒级的粒度。

B 产品粒度分析

破碎产品都是由各种粒度的混合矿粒组成。为了鉴定破碎产品的质量和破碎机的破碎效果，需要对它们的产品进行筛分分析（简称筛析）。利用筛析方法可以确定矿石的粒度组成和粒度特性曲线。

筛析一般采用标准筛，筛面是使用正方形筛孔的筛网。标准筛是由一组带有不同筛孔尺寸的套筛组成，最上面一层套筛的筛孔最大，下面各层套筛的筛孔尺寸按一定的规律依次逐渐缩小。

我国通常采用泰勒标准筛，其筛孔大小用网目来表示。网目是指 1in 长度内（1in = 25.4mm）所具有的筛孔数目。网目越多筛孔越小。这种筛子是以 200 目（筛孔宽为 0.074mm）作为基本筛，筛孔由上到下逐渐减小，构成筛序。两个相邻筛子的筛孔尺寸之比称为筛比，泰勒标准筛有两个筛比，即基本筛比（ $\sqrt{2} = 1.414$ ）和补充筛比（ $\sqrt[3]{2} = 1.189$ ）。补充筛比即在筛比为 $\sqrt{2}$ 的基本筛序中间又插入一套筛比为 $\sqrt{2}$ 的附加筛序构成。筛孔尺寸可根据筛比计算。例如计算基本筛的上一基本筛序为 150 目的筛子筛孔尺寸时，用基本筛的筛孔乘以基本筛比确定，即 $0.074 \times \sqrt{2} = 0.104\text{mm}$ 。若计算两筛之间的补充筛筛