

现代洗选煤

新工艺新技术标准与机械化操作 运行检修管理实务全书



XIAN DAI XI XUAN MEI XIN GONG YI XIN JI SHU BIAO ZHUN YU JI
XIE HUA CAO ZUO YUN XING JIAN XIU GUAN LI SHI WU QUAN SHU

现代洗选煤新工艺新技术标准 与机械化操作运行检修 管理实务全书

李明光 主编

第二册

天津电子出版社

目 录

第一篇 洗选煤总论

第一章 煤矿地质	(3)
第一节 地壳及其运动	(3)
第二节 煤与煤系地层	(34)
第二章 井田开拓技术	(55)
第一节 井田及其划分	(55)
第二节 井田开拓方式	(75)
第三章 井巷工程	(97)
第一节 钻眼爆破	(97)
第二节 巷道断面设计与支护	(121)
第三节 井巷掘进	(137)
第四章 采煤方法	(173)
第一节 采煤方法概述	(173)
第二节 缓斜、倾斜煤层走向长壁采煤法采煤系统	(179)
第三节 盘区及分带式采煤系统	(211)

第二篇 洗选煤生产厂工艺设计

第一章 工艺流程的制定与计算	(227)
第一节 工艺流程的制定	(227)
第二节 工艺流程的计算	(254)
第二章 工艺设备的选型与计算	(304)
第一节 工艺设备选型的原则	(304)
第二节 筛分设备的选型与计算	(306)
第三节 破碎设备的选型与计算	(312)
第四节 分选设备的选型与计算	(316)

第五节 脱水设备的选型与计算	(321)
第六节 煤泥水沉淀和浓缩设备的选型与计算	(325)
第七节 辅助设备的选型与计算	(329)
第三章 车间工艺设计	(340)
第一节 车间工艺设计布置的一般原则	(340)
第二节 原煤受贮车间的工艺布置	(343)
第三节 筛分破碎车间的工艺布置	(355)
第四节 跳汰车间的工艺布置	(361)
第五节 浮选车间的工艺布置	(380)
第六节 沉淀浓缩车间的工艺布置	(392)
第七节 产品装车仓工艺布置	(396)
第四章 总平面布置	(397)
第一节 总平面布置的任务原则和步骤	(397)
第二节 总平面布置的实例	(400)

第三篇 洗选煤工艺技术概论

第一章 洗选煤工艺技术概述	(407)
第一节 煤的形成、性质、分类和用途	(407)
第二节 选煤工艺流程	(416)
第二章 筛分工艺技术	(421)
第一节 碎散物料的粒度特性与筛分分析	(421)
第二节 筛分过程	(433)
第三节 惯性振动筛工艺技术	(442)
第四节 惯性振动筛的设计计算	(478)
第五节 概率筛工艺技术	(510)
第六节 旋转概率筛	(529)
第七节 无振动离心筛工艺技术	(556)
第八节 湿法细筛工艺技术	(570)
第三章 破碎工艺技术	(592)
第一节 破碎工艺技术概述	(592)
第二节 破碎理论基础	(594)

第二节 破碎机械	(611)
第四节 碎矿和磨矿流程	(629)
第五节 破碎机工作效果和影响因素	(641)
第四章 脱水工艺技术	(643)
第一节 概述	(643)
第二节 筛分脱水	(645)
第三节 离心脱水	(647)
第四节 过滤脱水	(663)
第五节 压滤脱水	(674)
第六节 浮选精煤的脱水	(679)
第五章 干燥工艺技术	(689)
第一节 滚筒式干燥机	(689)
第二节 沸腾床层干燥机	(693)
第三节 干燥机工作的主要指标	(694)
第六章 煤泥水处理工艺技术	(696)
第一节 煤泥水性质及其对生产过程的影响	(696)
第二节 煤泥水处理系统	(700)
第三节 煤泥水系统的管理	(708)
第四节 浓缩澄清	(715)
第五节 煤泥絮凝	(721)

第四篇 跳汰选煤工艺技术

第一章 跳汰选煤工艺技术概述	(727)
第一节 跳汰选煤发展简述	(727)
第二节 跳汰选煤的应用	(728)
第二章 跳汰选煤原理	(729)
第一节 跳汰选煤概述	(729)
第二节 跳汰选煤基本原理	(731)
第三节 物料在跳汰机中的分层规律	(733)
第三章 跳汰机	(747)
第一节 筛侧空气室式跳汰机	(747)

第二节	筛下空气室式跳汰机	(759)
第三节	跳汰机的应用	(763)
第四节	跳汰机分选效果的评定	(776)
第五节	影响跳汰机分选效果的因素	(777)
第四章	跳汰选煤工艺流程	(783)
第一节	跳汰选煤工艺流程概述	(783)
第二节	跳汰机的调整与操作简介	(785)
第三节	跳汰分选技术	(793)
第五章	跳汰选煤工艺参数自动测控系统	(797)
第一节	跳汰机床层自动测控系统	(797)
第二节	闸板式跳汰机自动排料系统	(799)
第三节	滚轮式跳汰机自动排料系统	(803)
第六章	跳汰洗选煤分选效果的评定与分析	(810)
第一节	跳汰机分选效果的评定	(810)
第二节	影响跳汰机分选效果的因素	(812)

第五篇 重介质洗选煤工艺技术

第一章	重介质洗选煤工艺技术概述	(821)
第一节	重介质选煤原理	(821)
第二节	影响分选效果的主要因素	(823)
第三节	重介质选煤的操作方法	(826)
第四节	重介质分选机	(830)
第二章	重悬浮液	(835)
第一节	重悬浮液的性质	(835)
第二节	悬浮液密度自动控制	(844)
第三节	悬浮液的回收净化	(849)
第三章	重介质洗选设备	(857)
第一节	立轮重介质分选机	(857)
第二节	无压给料两产品重介质旋流器	(860)
第三节	有压给料两产品重介质旋流器	(863)
第四节	无压给料三产品重介质旋流器	(866)

第五节 有压给料三产品重介质旋流器	(872)
第四章 重介质洗选煤工艺参数自动测控	(875)
第一节 重介质工艺参数自动测控系统	(875)
第二节 主、再选轮式双系统工艺参数自动测控系统	(877)
第三节 三产品重介质旋流器工艺参数自动测控系统	(882)
第五章 重介质洗选煤工艺流程	(884)
第六章 悬浮液密度控制	(887)
第一节 双管压差密度计	(887)
第二节 水柱平衡密度计	(889)
第三节 同位素密度计	(890)
第四节 悬浮液密度自动控制系统	(891)
第七章 悬浮液的回收净化	(893)
第一节 悬浮液回收净化系统	(893)
第二节 悬浮液回收净化的主要设备	(895)
第三节 降低加重质损失的措施	(906)
第八章 重介质旋流器洗选煤工艺技术	(909)
第一节 概 述	(909)
第二节 重介质旋流器选煤工艺流程	(911)
第三节 重介质旋流器选煤自动化	(924)
第九章 影响分选效果的主要因素	(943)

第六篇 浮游洗选煤工艺技术

第一章 浮游洗选煤工艺技术	(949)
第二章 浮选的基本原理	(950)
第一节 浮选的依据	(950)
第二节 浮选的过程	(956)
第三节 煤泥性质对浮选的影响	(959)
第三章 浮选药剂及其作用	(965)
第一节 概 述	(965)
第二节 浮选过程的吸附	(966)
第三节 捕收剂、起泡剂和调整剂	(967)

第四节 浮选药剂的选择和使用	(979)
第四章 浮游洗选煤机械设备	(984)
第一节 浮选机的基本要求	(984)
第二节 矿浆准备器	(985)
第三节 XJM-S型系列浮选机	(986)
第四节 XJX型系列浮选机	(996)
第五节 浮选工艺参数自动测控系统	(999)
第六节 浮选机性能的评价	(1007)
第七节 浮选机的维护和检修	(1012)
第八节 浮选用辅助设备	(1014)
第五章 浮游洗选工艺流程	(1019)
第一节 影响浮选的主要因素	(1019)
第二节 矿浆浓度对浮选的影响	(1021)
第三节 粒度和形状对浮选的影响	(1023)
第四节 温度和酸碱度对浮选的影响	(1029)
第五节 矿浆液相组成对浮选的影响	(1030)
第六节 搅拌和刮泡对浮选的影响	(1033)
第七节 浮选流程	(1034)
第六章 浮选指标计算及浮选效果评价	(1037)
第一节 浮选指标的计算	(1037)
第二节 煤泥的可浮性及评价方法	(1042)
第三节 浮选效果的评定	(1044)

第七篇 洗选煤生产的其他工艺技术

第一章 摇床洗选煤生产工艺技术	(1053)
第一节 摇床的构造	(1053)
第二节 分选原理	(1055)
第三节 操作因素	(1056)
第二章 水介质旋流器洗选煤生产工艺技术	(1058)
第一节 水介质旋流器的构造	(1058)
第二节 分选原理	(1058)

第三节 影响分选效果的因素	(1060)
第三章 斜槽洗选煤生产工艺技术	(1062)
第一节 槽体结构	(1062)
第三节 操作原则	(1064)
第四章 螺旋槽洗选煤生产工艺技术	(1065)
第一节 螺旋分选机的结构	(1065)
第二节 分选原理	(1066)
第三节 操作因素	(1067)
第五章 复合式干法选煤	(1069)
第一节 复合式干选机的构造	(1069)
第二节 分选原理	(1070)
第三节 工艺设备流程和操作因素	(1071)
第六章 流化床洗选煤生产工艺技术	(1073)
第一节 流化床连续分选设备	(1073)
第二节 流化床选煤工艺系统及计算方法	(1079)
第三节 空气重介质流化床	(1084)
第四节 振动流化床	(1101)
第五节 磁场流化床分选技术	(1111)
第七章 超纯煤的制造工艺	(1120)
第一节 化学深度脱灰法	(1120)
第二节 物理化学深度脱灰法	(1132)
第八章 其他洗选煤生产工艺技术	(1140)
第一节 选煤生产工艺技术	(1140)
第二节 动筛跳汰机	(1144)
第三节 螺旋滚筒选煤机	(1147)

第八篇 筛分与破碎设备机械化操作运行与维修管理

第一章 筛分与破碎设备应用	(1153)
第一节 概 述	(1153)
第二节 圆振动筛及其应用	(1154)
第三节 ZK 系列直线振动筛应用	(1157)

第四节	ZSZ 直线振动筛应用	(1160)
第五节	ZKS 水平双轴振动筛应用	(1164)
第六节	QZK1233 曲面振动筛应用	(1167)
第七节	CPS1025 高频振动筛应用	(1171)
第八节	CXS 系列琴弦筛的应用	(1175)
第九节	移动筛分站的应用	(1179)
第十节	2PLP 新齿型分级破碎机应用	(1181)
第十一节	2PC 系列双齿辊破碎机应用	(1185)
第二章	筛分设备机械化操作运行与维修管理	(1186)
第一节	概 述	(1186)
第二节	圆振动筛	(1195)
第三节	直线振动筛	(1202)
第四节	共振筛	(1216)
第三章	破碎设备操作运行与维修管理	(1226)
第一节	齿辊破碎机	(1226)
第二节	锤式破碎机	(1230)
第三节	反击式破碎机	(1233)
第四节	顎式破碎机	(1235)

第九篇 动力洗选设备机械化操作运行与维修管理

第一章	跳汰机操作运行与维修管理	(1243)
第一节	概 述	(1243)
第二节	BM 式跳汰机操作与维修	(1244)
第三节	SKT 式跳汰机操作与维修	(1246)
第四节	动筛式跳汰机操作与维修	(1254)
第五节	跳汰机自动排料装置操作与运行	(1257)
第二章	重介质分选机操作运行与维修管理	(1264)
第一节	概 述	(1264)
第二节	立轮重介质分选机操作运行与维修管理	(1265)
第三节	无压给料两产品重介质旋流器操作与维修	(1269)
第四节	有压给料两产品重介质	(1272)

目 录

第五节 无压给料三产品重介质旋流器操作与维修	(1276)
第六节 有压给料三产品重介质旋流器操作与维修	(1284)
第七节 磁选机操作与维修	(1287)
第三章 浮选工艺设备操作运行与维修管理	(1303)
第一节 概 述	(1303)
第二节 矿浆准备器操作与维修	(1304)
第三节 XJM-S 型系列浮选机操作与维修	(1305)
第四节 XJX 型系列浮选机操作与维修	(1317)
第五节 浮选工艺参数自动测控装置操作与维修	(1322)

第十篇 脱水干燥及辅助设备机械化操作运行与维修管理

第一章 脱水与干燥设备操作与维修	(1337)
第一节 概 述	(1337)
第二节 立式离心脱水机操作与维修	(1338)
第三节 沉降过滤式离心脱水机操作与维修	(1345)
第四节 加压过滤机操作与维修	(1351)
第五节 滚筒式干燥机操作与维修	(1354)
第六节 煤泥滤饼烘干机操作与维修	(1357)
第二章 选煤厂辅助设备机械化操作与维修管理	(1362)
第一节 胶带输送机	(1362)
第二节 斗式提升机操作与维修	(1373)
第三节 刮板输送机操作与维修	(1379)
第四节 离心式水泵和渣浆泵操作与维护	(1384)
第五节 离心式鼓风机操作与维修	(1396)
第七节 水环式真空泵及压风机操作与维修	(1402)

第十一篇 选煤厂微机信息管理

第一章 微型计算机系统	(1413)
第一节 微型计算机组成	(1413)
第二节 微型计算机软件	(1435)

第三节 微型计算机的外部设备	(1442)
第四节 微型计算机局部网络	(1457)

第十二篇 洗选煤安全管理质量检测验收

第一章 洗选安全管理	(1467)
第一节 矿山安全工程	(1467)
第二节 矿山通风	(1538)
第二章 洗选煤煤质分析	(1630)
第一节 煤样的采取与制备	(1630)
第二节 煤质分析与化验	(1686)
第三章 洗选煤试验与测定	(1721)
第一节 煤炭的筛分试验	(1721)
第二节 筛分试验结果的整理与分析	(1728)
第三节 煤的浮沉试验	(1733)
第四节 浮沉试验结果的整理与分析	(1745)
第五节 煤泥实验室浮选试验	(1757)
第六节 磁性物含量测定	(1773)
第七节 煤泥水参数的测定	(1775)
第八节 煤炭计量及生产过程产品数量的测定	(1779)
第九节 可选性曲线的绘制及可选性的评定	(1782)
第四章 洗选煤综合检查技术	(1789)
第一节 日常生产检查	(1789)
第二节 商品煤的数、质量检查及其指标	(1794)
第三节 月综合检查	(1797)
第四节 设备工作效果的检查(单机检查)及设备工艺效果评定	(1806)
第五节 选煤厂工艺流程检查	(1836)
第六节 选煤厂技术检查计划的制定	(1837)
第七节 技术检查资料的整理与计算	(1847)
第八节 技术检查的日、月报表及月总结	(1855)

第十三篇 典型案例分析

案例 1 山西离柳矿区煤质浅析	(1859)
案例 2 宁夏鸳鸯湖矿区煤炭洗选加工原则之浅见	(1866)
案例 3 乌达矿区苏海图选煤厂煤质及选煤工艺的剖析	(1870)
案例 4 关于重介旋流器分选工艺的几个原则问题的思考	(1877)
案例 6 屯兰选煤厂采用加盖均质化混煤场与其他储、配煤方式的 比较论证	(1908)
案例 7 澳大利亚模块式重介选煤厂的工艺特点及其在中国应用的 局限性的评析	(1912)
案例 8 济北矿区唐口矿选煤厂设计咨询建议	(1918)
案例 9 海勃湾矿区骆驼山矿选煤厂设计咨询建议	(1924)
案例 10 准格尔矿区黑岱沟露天矿选煤厂设计咨询建议	(1929)
案例 11 云南省老厂矿区白龙山选煤厂设计咨询建议	(1933)
案例 12 乡宁矿区王家岭选煤厂设计咨询建议	(1937)

第十四篇 相关标准规范

工业型煤样品采取方法	(1947)
工业型煤样品制备方法	(1953)
顺槽用破碎机	(1962)
X型筛下空气室跳汰机	(1970)
煤炭实验室测试质量控制导则	(1977)
煤炭筛分试验方法	(1990)
煤炭浮沉试验方法	(1996)
选煤实验室单元浮选试验方法	(2009)
《煤矿安全规程》	(2025)

二、无振动离心筛的设计计算

(一)约束因素及设计准则

一般筛分要求最大块煤产率,给料盘转速不宜过高,否则破碎和筛网磨损必然严重。但是,转速过低又势必影响末煤透筛率和原煤处理量(如表 3-2-31)

表 3-2-31 无振动离心筛的技术因素及约束情况

技 术 因 素	给料盘转速	块煤破碎率	末煤透筛率	原煤处理量	筛网磨损
取值	大	大	大	大	大
评价	—	不好	好	好	不好
是否约束	—	是	否	否	是

设计准则:原煤处理量是最基本的工艺指标,必须保证,离心筛分属于精确筛分,故末煤透筛率标志着筛分效率,它是最基本的工艺指标,必须保证;块煤破碎率无论如何不能从根本上消除,故应以使人能够接受的块煤破碎率为代价——正如近似筛分以块煤跑粗为代价一样,以确保有较高的处理量和筛分效率,至于筛网磨损,也是不能从根本上消除的,然而若从结构和材料上处理是不难解决的,所以可将其做为非约束因素对待。总之,在块煤破碎率能够使人接受的前提下,尽量选择偏高的给料盘转速,以保证原煤处理量和筛分效率,同时设计好坚固耐用,开孔率较高的筛网,这就是离心筛的设计准则。

根据无振动离心筛模型机的试验研究结果,确定给料盘个数为 3 个,物料与筛面在筛面法线方向的相对速度 $V_n = 6.38\text{m/s}$ 。

(二)给料盘转速 n 的计算

1. 建立力学方程

给料盘的俯视图及单颗粒受力分析如图 3-2-80 所示。

因圆盘上设置的径向叶片限制物料 m 做周向运动,故忽略哥氏惯性力,只考虑物料的径向受力和运动。另外,摩擦力相对较小,故忽略不计,则有:

$$ma_r = man$$

$$dv_r/dt = x\omega^2$$

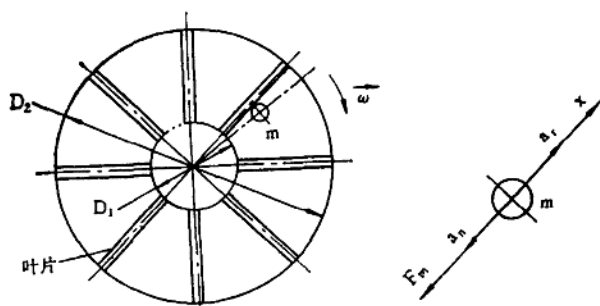


图 3-2-80 颗粒在给料盘上的受力状态

式中 V_r ——物料相对给料盘的径向速度, 变量;

x ——物料的径向位移, 变量;

ω ——给料盘的转动角速度, 常量。

2. 径向速度 v_r

求物料运动到给料盘边缘, 即 $x = D_2/2$ 时的径向速度 v_r

$$v_r = dx/dt$$

由方程 3-2-131 得: $v_r dx = \omega^2 x dx$

$$\int_0^{v_r} v_r dv_r = \int_a^x \omega^2 x dx$$

$$v_r^2/2 = \omega^2 (x^2 - a^2)/2$$

$$v_r = \omega \sqrt{x^2 - a^2} \quad (3-2-132)$$

式中 a ——物料相对给料盘发生径向运动时的起始半径, 根据结构参数可知: $a = 0 \sim D_1/2$, 按等量物料即等量面积考虑, 取平均值,

$$\text{有: } a^2 \pi = (D_1/2)^2 \pi - a^2 \pi$$

$$\text{则: } a = \sqrt{2} D_1/4$$

x ——物料的径向位移, 此时 $x = D_2/2$

代入式(8-2)得;

$$v_r = \omega \cdot \sqrt{(D_2/2)^2 - (\sqrt{2} D_1/4)^2}$$

$$= \omega \cdot \sqrt{(0.8/2)^2 - (\sqrt{2} \times 0.4/4)^2}$$

$$= \sqrt{0.14} \omega$$

3. 切向速度 v_r

物料运动到给料盘边缘时的切向速度 v_r 为:

$$v_r = D_2 \omega / 2 = 0.8 \omega / 2 = 0.4 \omega$$

4. 法向速度 v_n 与 v_r 、 v_t 的关系

建立法向速度 v_n 与径向速度 v_r 、切向速度 v_t 的关系式:

速度 v_n 、 v_r 、 v_t 的关系如图 3-2-81 所示。

由速度图得: $v = v_n / \cos \theta$

$$\sqrt{v_r^2 + v_t^2} = v_n / \cos \theta$$

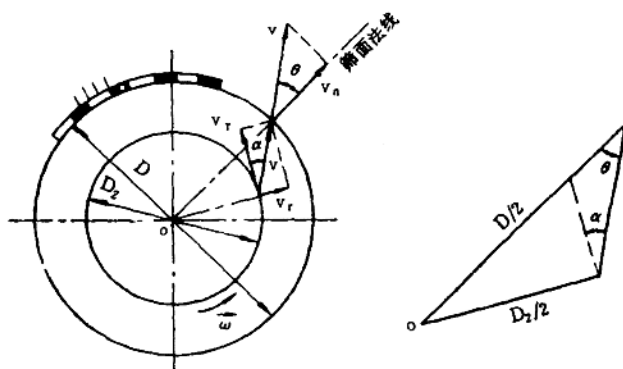


图 3-2-81 法向、径向、切向速度图

又据正弦定理

有:
$$\frac{D_2/2}{\sin \theta} = \frac{D/2}{\sin(90^\circ + \alpha)}$$

则:
$$\sin \theta = D_2 \cos \alpha / d$$

而:
$$\cos \alpha = \frac{v_r}{v} = \frac{v_r}{\sqrt{v_r^2 + v_t^2}}$$

$$\therefore \sin \theta = \frac{D_2 v_r}{D \cdot \sqrt{v_r^2 + v_t^2}} \quad (3-2-134)$$

$$\cos \theta = \sqrt{1 - \sin^2 \theta} = \sqrt{1 - \frac{D_2^2 v_r^2}{D^2 (v_r^2 + v_t^2)}}$$

代入式(3-2-133)得到:

$$\sqrt{v_r^2 + v_r^2} = \frac{v_n}{\sqrt{1 - \frac{D^2 v_r^2}{D^2(v_r^2 + v_r^2)}}$$

$$\text{整理得: } v_r^2[1 - (D_2/D)^2]v_r^2 - v_n^2 = 0 \quad (3-2-135)$$

5. 给料盘转速 n

将: $v_r = \sqrt{0.14}\omega$; $v_r = 0.4\omega$; $v_n = 6.38\text{ m/s}$; $D_2 = 0.8\text{ m}$; $D = 1\text{ m}$;

代入方程(3-2-135):

$$0.14\omega^2 + (1 - 0.8^2) \times 0.4^2\omega^2 - 6.38^2 = 0$$

则: $\omega = 14.35$; $n = 30\omega/\pi = 30 \times 14.35/\pi$

$$= 137.03(\text{r/min})$$

考虑由物料重力和周向哥氏力产生的摩擦力及颗粒间的粘滞力,取定 $n = 140\text{ r/min}$ 。

(三) 验算相对入筛角度

物料趋入筛面时,相对筛面运动的方向线与筛面法线的夹角(取锐角),称为相对入筛角度,以表示(见图 3-2-81)。由方程(8-4)得;

$$\theta = \arcsin\left(\frac{D_2 v_r}{D \sqrt{v_r^2 + v_r^2}}\right)$$

将: $D_2 = 0.8$; $D = 1$; $v_r = \sqrt{0.14}\omega$; $v_r = 0.4\omega$; 代入得:

$$\theta = \arcsin\left(\frac{0.8 \times 0.4\omega}{\sqrt{0.14\omega^2 + 0.16\omega^2}}\right) = 35.75^\circ$$

可见相对入筛角度较大,有利于提高料流对筛面的清理作用。

(四) 给料盘工作转矩的计算

被筛分物料为流动性较好的碎散物料,料流不断从给料盘中心处给人,又不断从给料盘周边处排出,物料的速度矢量及转轴 o 的受力分析如图 3-2-82 所示。

根据质点系动量矩守恒定律有:

$$M_0 = m(v_2 d_2 - v_1 d_1) \quad (3-2-136)$$

式中 M_0 ——给料盘赋给筛盘上物料的相对于转轴 o 的力矩($\text{kg} \cdot \text{m}$);

m ——单位时间内流入给料盘的物料的质量,它等于单位时间内从给料盘流出的物料的质量(kg/s);

$$m = (5/18)Q \quad (\text{kg/s})$$