

冶金工业



烟尘减排与回收利用

YEJIN GONGYE
YANCHEN JIANPAI YU HUISHOU LIYONG

▶▶▶ 俞非漉 王海涛 王冠 张殿印 等编著



化学工业出版社

冶金工业烟尘减排与回收利用

俞非漭 王海涛 王 冠 张殿印 等编著



化学工业出版社

· 北 京 ·

本书分为两篇十三章：上篇为钢铁篇，主要介绍钢铁烟尘来源、原料烧结厂、炼化厂、炼铁厂、炼钢厂、轧钢厂、铁合金厂和耐火材料厂烟尘减排技术及含铁尘泥回收利用技术等；下篇为有色金属篇，主要介绍有色金属烟尘来源、特点、矿山采选、轻金属厂、重金属厂、稀贵金属厂和有色金属加工厂烟尘减排技术及烟尘回收利用技术等。

本书内容全面，联系实际，深入浅出，可操作性强。可供科研设计单位、工矿企业和环保设备生产厂家的环保技术人员、科研人员和管理人员阅读，也可供高等学校相关专业师生参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

冶金工业烟尘减排与回收利用/俞非澹, 王海涛, 王冠,
张殷印等编著. —北京: 化学工业出版社, 2012. 4

ISBN 978-7-122-13714-2

I. ①冶… II. ①俞…②王…③王…④张… III. ①冶金
工业-烟尘治理②冶金工业废物-废物综合利用 IV. ①X513
②X756

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 036289 号



责任编辑: 刘兴春
责任校对: 陈 静

文字编辑: 汲永臻
装帧设计: 韩 飞

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 刷: 北京永鑫印刷有限责任公司

装 订: 三河市前程装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张 24 1/4 字数 652 千字 2012 年 10 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 98.00 元

版权所有 违者必究

前 言

地球环境构成人类繁衍发展的物质基础，承载着人类繁衍发展产生的种种后果。人类在生产和生活活动中，长年累月地向大气中排出各种污染物质，使大气遭到严重污染。与此同时，随着人类社会的不断进步、经济的持续发展、生活水平的日益提高以及对自身健康的重视，人们对生存环境条件越来越关注，对大气环境质量的要求越来越严格。大气环境与每个人都息息相关，保护大气环境刻不容缓，势在必行。

冶金工业是现代经济建设、现代国防的基础产业，对国民经济和现代化建设的作用是显而易见的，但是冶金工业是资源、能源消耗大的产业，而且在生产过程中产生大量的副产品和污染物。冶金工业排放的烟尘数量大、范围广，烟尘减排与回收利用是发展冶金工业的重要任务之一。为配合国家节能减排目标的实现和工业烟尘减排技术的需要，作者根据多年来积累的技术知识和实践经验，从冶金工业烟尘减排的实际需要出发编著成本书，旨在给从事环境保护的同行提供一本内容翔实、新颖实用、查找方便的技术书籍。全书分为两篇十三章，上篇为钢铁篇，主要介绍钢铁烟尘来源、原料烧结厂、炼化厂、炼铁厂、炼钢厂、轧钢厂、铁合金厂和耐火材料厂烟尘减排技术及含铁尘泥回收利用技术等；下篇为有色金属篇，主要介绍有色金属烟尘来源、特点，矿山采选、轻金属厂、重金属厂、稀贵金属厂和有色金属加工厂烟尘减排技术及烟尘回收利用技术等。本书编著特点是内容全面，联系实际，深入浅出，可操作性强。通过本书学习，可以帮助读者解决冶金工业烟尘减排与回收利用方面的种种技术问题。

参加本书编著的人员有（以姓名笔画为序）：王冠，王海涛，白洪娟，冯馨瑶，田玮，朱法强，庄剑恒，任旭，安登飞，李洪全，肖春，沈建忠，张兰河，张学义，张殿印，俞非澹，高华东，徐飞，顾生臣。

杨景玲教授、戴京宪教授对全书进行了总审核。本书在编著、审阅和出版过程中得到申丽、陈满科、朱小华等多位知名专家的鼎力相助，在此一并深致谢忱。本书参考和引用了一些科研、教学和生产工作同行撰写的著作、论文等，在此对所有作者表示衷心感谢。

限于编著者学识和编著时间所限，书中疏漏和不妥之处在所难免，殷切希望读者朋友不吝指正。

编著者

2012年6月于北京

目 录

上篇 钢 铁 篇

第一章 原料烧结烟尘减排与回收利用	1
第一节 原料场粉尘减排与回收利用	1
一、原料堆场粉尘减排	2
二、机械抽风粉尘减排技术	2
三、破碎筛分设备烟噪减排	4
四、给料料槽设备密闭减排	9
第二节 烧结烟尘来源和特点	13
一、烧结烟尘来源	13
二、污染物特点	15
第三节 原料准备工序粉尘减排和回收	16
一、原料接受和储存	16
二、原料准备工序烟尘减排	17
三、混料烟尘减排技术	19
第四节 烧结工序烟尘减排技术	22
一、烧结机头部烟尘减排	23
二、烧结机机尾除尘	25
三、烧结矿冷却系统除尘	29
四、烧结机脱硫技术	30
五、电除尘治理烧结机烟尘的应用实例	32
六、烧结机机尾烟气除尘工程改造实例	36
第五节 成品矿烟尘减排技术	40
一、返矿储矿槽除尘	40
二、烧结矿整粒系统除尘	40
三、成品储矿槽除尘	41
四、烧结整粒系统烟尘减排实例	42
第六节 烧结粉尘回收利用技术	44
一、烧结含铁生泥的来源与特点	44
二、烧结生泥返回生产利用技术	45
三、烧结生泥综合利用	45
四、利用含铁生泥生产小球团矿实例	47
第二章 炼焦烟尘减排与回收利用	50
第一节 炼焦烟尘来源和特点	50
一、车间组成及产生的有害物质	50
二、炼焦烟尘来源	50
三、烟尘特点	52
第二节 备煤车间烟尘减排技术	52
一、烟尘减排技术要点	52
二、备煤设备除尘	53
三、成型煤生产除尘	54
四、煤制样室除尘	56
五、煤粉碎除尘技术改造实例	57
第三节 焦炉煤气净化技术	58
一、焦炉煤气来源	59
二、焦炉煤气的性质	59
三、焦炉煤气净化工艺流程	60
四、煤气净化回收产品产率	66
五、煤气净化安全规则	66
第四节 炼焦生产烟尘减排技术	67
一、装煤烟尘减排	68
二、推焦烟尘减排	71
三、干熄焦烟尘减排技术	73
四、焦成品烟尘减排	74
五、干熄焦工序烟尘减排实例	79
第五节 回收焦粉的综合利用	82
一、焦粉的来源和特点	82
二、除尘回收焦粉在配煤中的应用	83
三、焦粉综合利用	84
第三章 炼铁烟尘减排与回收利用	85
第一节 炼铁工艺流程及烟尘特点	85
一、炼铁工艺流程	85
二、烟气来源和特点	86
第二节 炼铁原料系统烟尘减排技术	87
一、储矿槽除尘	87
二、转运站除尘	89
三、碾泥机室除尘	89
四、炉前矿槽粉尘减排实例	90
第三节 高炉煤气除尘技术	92
一、高炉煤气来源	92
二、高炉煤气除尘工艺流程	93
三、粗煤气除尘系统	94
四、湿式细除尘系统	97
五、干式除尘系统	100
六、煤气除尘系统附属设备	103
七、高炉煤气干法净化回收实例	105
第四节 高炉本体烟尘减排技术	108
一、生产工艺及污染源	108
二、高炉出铁场烟尘减排	108
三、高炉炉顶除尘	116
四、铸铁机烟尘减排	116

五、大型高炉出铁场除尘实例	117	二、冷轧酸洗机组烟尘减排	185
第五节 高炉含铁尘泥回收利用技术	118	三、硅钢轧机烟雾减排	186
一、高炉含铁尘泥来源	118	四、抛丸、修磨、捆带机组除尘	187
二、炼铁尘泥回收利用技术	119	五、冷轧带钢酸洗机组烟尘减排实例	192
三、高炉瓦斯泥(灰)中回收锌工程实例	122	第四节 管线生产烟尘减排技术	194
四、高炉瓦斯污泥生产农用肥工程实例	124	一、无缝钢管连轧机排烟	194
第四章 炼钢烟尘减排与回收利用	126	二、管坯精整除尘	195
第一节 炼钢工艺流程及烟尘特点	126	三、吹灰槽除尘	195
一、炼钢工艺流程	126	四、钢管镀锌排烟、除尘	195
二、烟尘来源及特点	127	五、线材铅浴炉烟尘治理	197
第二节 转炉煤气净化技术	128	六、覆盖密封与袋式除尘治理铅尘实例	197
一、转炉煤气来源	128	第五节 轧钢粉尘的回收利用	199
二、主要技术参数与计算	128	一、生产球团矿利用	199
三、LT 法转炉煤气净化回收技术	130	二、用于炼钢原料	199
四、OG 湿法除尘煤气净化回收技术	133	三、回收铁、镍等金属	200
五、转炉二次烟尘治理	135	第六章 铁合金烟尘减排技术	201
六、转炉煤气干法除尘净化实例	137	第一节 有害物质及烟尘特点	201
七、转炉煤气湿法除尘净化实例	139	一、车间组成及有害物质	201
第三节 电炉炼钢烟尘减排技术	142	二、烟尘主要特点	202
一、主要烟气参数	142	第二节 矿热电炉烟尘减排技术	202
二、集气排烟方式	144	一、封闭型电炉煤(炉)气净化	202
三、电炉烟尘净化工艺流程	148	二、半封闭型电炉烟气净化	205
四、除尘系统的检测和控制	151	三、矿热电炉出铁口排烟净化	208
第四节 炼钢辅助工序烟尘减排技术	152	四、钨铁电炉烟尘减排技术	209
一、铁水预处理装置除尘	152	五、原料成品、料仓除尘	210
二、混铁炉除尘	153	六、硅铁矿热炉烟尘减排与回收实例	211
三、副原料受料皮带机除尘系统	156	第三节 钼铁冶炼烟尘减排技术	213
四、其他工序烟尘减排	156	一、焙烧炉烟尘净化	213
第五节 炼钢尘泥回收利用技术	160	二、钼铁干燥筒(窑)烟尘净化	214
一、炼钢含铁尘泥来源与特征	160	三、钼铁熔炼烟气净化	215
二、炼钢粉尘回收利用途径	162	四、原料破碎、输送和配混料设施除尘	215
三、转炉尘泥回收利用技术	165	五、铝粒烟气温净化	216
四、电炉粉尘回收利用技术	167	六、钼铁熔炼炉烟尘减排实例	216
五、转炉尘泥制作造渣剂工程实例	175	第四节 钒、铬冶炼烟尘减排技术	217
第五章 轧钢烟尘减排与回收利用	177	一、钒铁烟尘减排	217
第一节 轧钢烟尘来源和特点	177	二、金属铬烟尘减排	219
一、轧钢烟尘来源	177	三、金属铬烟尘减排技术实例	220
二、轧钢污染物特点	177	第五节 铁合金粉尘回收利用	221
第二节 初轧、热轧烟尘减排技术	178	一、二氧化硅微粉的利用技术	221
一、初轧厂热火焰清理机除尘	178	二、钼铁尘的综合利用	222
二、热轧精轧机机架除尘	180	三、铬尘的综合利用	222
三、小方坯精整除尘	180	四、钼铁粉尘的回收利用实例	222
四、精轧机除尘改造实例	180	五、铁合金厂冷凝硅粉的回收利用实例	223
第三节 冷轧烟尘减排技术	184	第七章 耐火材料生产除尘技术	228
一、冷轧机机架排雾	184	第一节 竖窑除尘技术	228

一、竖窑除尘技术参数	228	三、白云石回转窑	240
二、石灰竖窑除尘	231	四、镁砂回转窑	240
三、白云石竖窑除尘	232	五、铝矾土回转窑	242
四、镁砂竖窑除尘	234	六、石灰回转窑烟尘减排实例	243
五、双膛竖窑除尘	234	第三节 悬浮窑除尘技术	246
第二节 回转窑除尘技术	236	一、石灰悬浮窑	247
一、回转窑除尘烟气参数	236	二、镁砂悬浮窑	247
二、石灰回转窑	238	三、干燥筒除尘	248

下篇 有色金属篇

第八章 有色金属生产烟尘特点	251	第三节 钛生产烟尘减排技术	305
第一节 有色金属生产工艺流程	251	第四节 碳素行业沥青烟气治理	308
一、轻有色金属冶炼工艺流程	251	一、废气来源和组成	308
二、重有色金属生产工艺流程	253	二、沥青烟气治理技术	308
三、稀有和贵金属冶炼工艺流程	259	三、碳素厂阳极焙烧烟气净化实例	311
四、黄金冶炼工艺流程	262	四、阳极焙烧炉烟气干法净化技术实例	313
第二节 有色金属生产烟尘来源和特性	263	第五节 轻金属烟尘回收利用	315
一、有色金属工业烟尘来源	263	一、氧化铝粉尘回收利用	315
二、有色金属工业烟气特性	264	二、从钛铁矿氯化炉粉尘中回收氧化铁	315
三、有色金属烟尘性质	266	第十一章 重金属生产烟尘减排与回收利用	318
第九章 矿业生产烟尘减排技术	269	第一节 铜冶炼烟尘减排技术	318
第一节 矿业生产烟尘减排原则	269	一、烟气产生和性质	318
一、矿业粉尘特点	269	二、烟尘净化流程	318
二、矿业粉尘减排技术原则	269	三、主要除尘技术	319
第二节 露天开采粉尘减排技术	271	四、炼铜厂除尘系统设计计算	321
一、露天开采粉尘来源	271	五、炼铜反射炉烟尘减排实例	330
二、露天矿防尘措施	272	第二节 铅锌冶炼烟尘减排	331
三、乳液抑尘剂防治露天矿运输土路扬尘实例	273	一、烟尘产生和性质	331
第三节 井下开采粉尘减排技术	275	二、减排方法	331
一、地下开采粉尘来源	275	三、铅冶炼烟尘减排	331
二、矿井防尘技术	275	四、锌冶炼烟尘减排	332
三、湿润剂防治井下凿岩粉尘实例	283	五、铅鼓风炉烟尘减排实例	333
第四节 选矿粉尘防治技术	284	六、威尔兹窑烟尘减排实例	333
一、选矿生产流程	284	第三节 其他重金属冶炼烟尘减排技术	334
二、粉尘来源	285	一、锡冶炼烟尘减排	334
三、粉尘减排技术	285	二、锑冶炼烟尘减排	335
四、选矿厂粉尘减排实例	286	三、镍冶炼烟尘减排	335
第十章 轻金属生产烟尘减排与回收利用	289	四、汞冶炼污染减排	336
第一节 铝生产烟尘减排技术	289	五、含镉烟尘减排	337
一、氧化铝生产窑炉含尘烟气治理	289	六、含砷烟尘减排	337
二、电解铝厂含氟烟尘减排技术	290	第四节 重有色金属冶炼烟尘回收技术	338
三、铝生产烟尘减排袋式除尘技术	294	一、铜冶炼烟尘回收利用	339
四、铝厂干法（氧化铝吸附法）净化含氟烟气实例	298	二、铅冶炼烟尘回收利用	340
第二节 镁冶炼烟气治理	305	三、锌冶炼烟尘回收利用	344

四、重金属烟尘中回收砷	347	利用	361
五、从含镉烟尘中提取镉与铊	347	一、含锗氧化锌烟气提锗	361
六、从锡反射炉烟气中提铟	350	二、鼓风炉烟尘回收硒	363
第十二章 稀有金属和贵金属烟尘		第十三章 有色金属加工烟尘减排与	
减排与回收利用	351	回收利用	364
第一节 稀有金属冶炼烟尘减排技术	351	第一节 轻有色金属加工废气治理	364
一、钼冶炼烟尘减排	351	一、废气中的主要污染物	364
二、钨冶炼烟尘减排	351	二、火焰式熔铝炉燃烧废气治理	365
三、钽铌冶炼烟尘减排	351	三、氯气及氯化氢治理	365
四、含铍烟尘治理	352	四、碱雾及酸雾减排	365
五、稀散金属生产烟尘减排	352	五、油雾减排	365
六、有色金属冶炼厂钽铌冶炼废气净化		六、铝箔厂油雾净化装置实例	367
实例	353	第二节 重有色金属加工废气治理	369
第二节 放射性废气的控制与净化	354	一、废气来源	369
一、铀矿山含氡废气的控制与净化	354	二、废气烟尘减排	370
二、铀水冶厂废气的净化与控制	354	三、工频感应电炉排烟收尘实例	371
三、铀后处理厂放射性废气的净化	355	第三节 稀有金属加工废气治理	372
第三节 稀土冶炼烟尘减排技术	355	一、废气来源	373
第四节 贵金属生产烟尘减排技术	356	二、废气治理	373
一、金精矿焙烧烟尘治理技术	356	第四节 有色金属加工尘屑回收利用	374
二、银烟尘减排实例	356	一、铝的再生回收	374
三、炼锆烟气净化工程实例	358	二、重有色金属再生回收	375
第五节 贵金属和稀有金属烟尘回收		三、贵金属再生回收	376
参考文献	378		

上篇 钢铁篇

钢铁工业是为各方面提供原材料的一个工业部门，又是国家实现工业化和现代化的基础，故称之为原材料工业和基础工业。由于钢铁具有良好的物理、机械和工艺加工性能，已成为农业、日用消费品工业、交通运输业、建筑业以及国防工业等行业不可缺少的结构材料和功能材料。它的发展质量和水平，直接关系到国民经济各部门的发展和人民生活水平的提高。

钢铁工业是典型的流程制造业，从钢铁工业特点可以看出钢铁工业在实施循环经济、烟尘减排方面有巨大潜力。钢铁生产有以下特点。

(1) 资源密集、能耗密集。在钢铁联合企业内，吨钢消耗 0.6~0.8t 标煤、1.50~1.55t 铁矿石、80~150kg 废钢、3~8t 新水，由此形成了大量的物质、能量的输入与输出。

(2) 生产规模大、物流吞吐量大。

(3) 制造流程工序多、结构复杂，由此可形成若干产业链接关系。

(4) 制造流程中伴随着大量物质和能量排放，并形成了复杂的环境界面。钢铁联合企业每生产 1t 钢材将外排 CO_2 约 2.5t， SO_2 约 2.8kg，粉尘 15~50kg，高炉渣约 320kg，转炉渣约 110kg，耗电 400~500kW·h。

第一章 原料烧结烟尘减排与回收利用

钢铁企业各单元生产过程中均有烟尘产生，污染源分布极广。从原料准备到钢材出厂几乎每个环节都有散发粉尘的可能。

炼焦、烧结、炼铁和炼钢等单元 24h 不间断生产，尘源的烟尘连续排放，除尘器需要不间断地正常运行。除了必要的定期检修外，一年之内从不停止，作业率达到 100%。

(1) 含尘气体排入量大，浓度高 每个生产环节需要处理的含尘气体量都很大，其中炼铁和炼钢为最大。烟量约占整个生产过程的 50%。每个生产车间和各生产工段产生的烟尘浓度都较高，特别是炼钢转炉吹炼阶段产生的烟尘浓度高达 $50\text{g}/\text{m}^3$ (标)；另外转炉兑铁水过程中，烟尘外溢情况比较严重。按吨钢计算，每生产 1t 钢外排废气量达 16100m^3 。

(2) 粉尘成分复杂 钢铁企业粉尘成分主要以含铁粉尘和原料粉尘为主。粉尘密度一般在 $0.6\sim 1.5\text{t}/\text{m}^3$ ，粉尘电阻率在 $5\times 10^6\Omega\cdot\text{m}$ 以上，粉尘粒径主要在 $0.2\sim 20\mu\text{m}$ ，各生产过程的粉尘特点不尽相同，其中以炼焦化学厂烟尘成分（例如含有 SO_2 、焦油等）最为复杂，处理也更为困难。

(3) 烟气极有回收利用价值 钢铁生产排出的烟气中，高温烟气的余热可以通过热能回收装置转换为蒸汽，炼焦、炼铁、炼钢过程中产生的煤气已成为钢铁企业的主要燃料，并可外供使用，各烟气净化过程中所收集的粉尘，绝大部分含有氧化铁成分，可回收利用，返回生产系统。

第一节 原料场粉尘减排与回收利用

针对原料场各粉尘污染源的特点，设计中采用的粉尘减排治理技术包括有洒水抑尘、汽车冲洗防尘、胶带机密闭减排和机械抽风除尘。

一、原料堆场粉尘减排

1. 洒水抑尘技术

对于原料场的扬尘,采用洒水抑尘技术,喷洒的水为浓度 3% 的聚丙烯水溶液,使料场洒水后表面结成一层硬壳,有效地防止刮风时产生二次扬尘。对于胶带机、堆取料机和汽车受料槽等产生的扬尘,采取扁平喷嘴洒水抑尘技术,有效地防止扬尘。

洒水抑尘要设洒水泵 ($Q=576\sim 918\text{m}^3/\text{h}$, $H=86\sim 70\text{m}$)、户外型电动机和 $18000\text{mm}\times 18000\text{mm}\times 4500\text{mm}$ 的洒水储水池。

原料堆场的洒水抑尘技术有效地防止了刮风扬尘,同时配合原料场的绿化工程有效地阻挡扬尘的扩散。

原料场洒水抑尘工艺流程如图 1-1 所示。

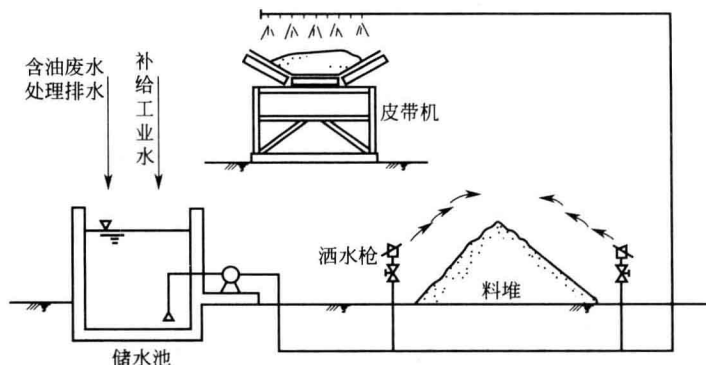


图 1-1 原料场洒水抑尘工艺流程

2. 汽车冲洗防尘技术

为了防止汽车驶出料场后,黏结在轮胎上的物料污染周围环境,应在料场四周汽车出入处,设置汽车冲洗场,在汽车出场之时就将粘在轮胎上的物料冲洗干净。

汽车冲洗设计为循环水系统。要有冲洗水泵,每组 2 台 (1 用 1 备), $Q=30\sim 58\text{m}^3/\text{h}$, $H=22\sim 17\text{m}$ 。配 Y160M-4W 型电动机 2 台 (1 用 1 备), $N=11\text{kW}$ 。沉淀池,每座的大小为 $5000\text{mm}\times 2400\text{mm}\times 3500\text{mm}$ 。汽车冲洗后的废水流入沉淀池,经自然沉淀后循环使用,污泥用真空泵槽车抽运至渣场。该系统的废水量为 $25\text{m}^3/\text{h}$,补充水量约 $20\text{m}^3/\text{h}$,补充水由原料场洒水储水池供给。

汽车冲洗防尘工艺流程如图 1-2 所示。

二、机械抽风粉尘减排技术

1. 除尘系统的划分

原料场除尘系统的划分,要根据原料场工艺设施的布置、尘源特点及分布情况,按工艺设施就近划分为若干个除尘系统。不同原料不宜划入一个系统。

原料场的各个工段除尘特点是,尘源点多,布置分散,一般设计集中除尘系统。对于远距离个别尘源点,大系统不便于集中处理的情况下,可考虑集中与分散相结合的方式,设置除尘系统。

2. 除尘系统的工艺流程

原料场各尘源产生的粉尘由密闭罩抽风,浓度约 $5\sim 15\text{g}/\text{m}^3$ 的含尘气体经管网送至新型的、高效的负压布袋除尘器除尘净化,然后由风机经消声器、排气筒直接排入环境空气,排放浓度小于 $50\text{mg}/\text{m}^3$ 。除尘器收集下来的粉尘,由输灰设备卸入储灰斗内,经搅拌机喷水加湿后,卸入工艺胶带机回收利用或卸入汽车外运。除尘系统工艺流程如图

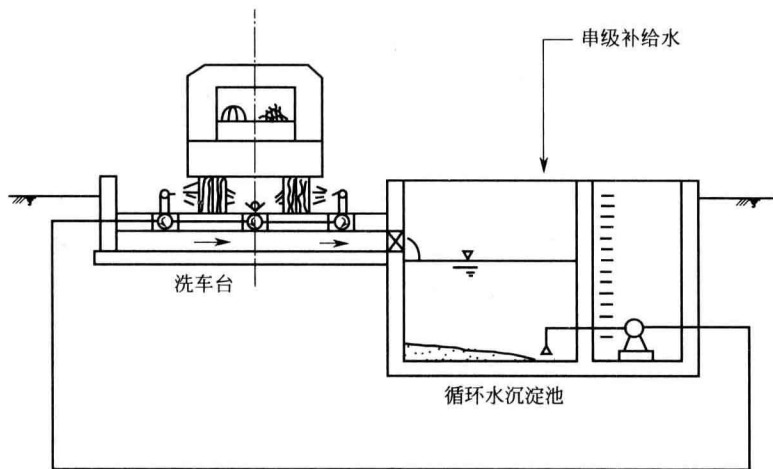


图 1-2 汽车冲洗防尘工艺流程

1-3 所示。

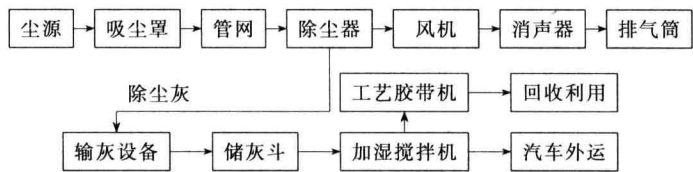


图 1-3 原料场除尘系统工艺流程

3. 除尘器的选型及主要设计参数

原料场除尘器通常选用脉冲袋式除尘器。除尘器的过滤速度控制在 1m/min 左右，矿石破碎筛分以 1~1.2m/min 为宜，石灰石破碎以 0.8~1.0m/min 为宜，除尘器运行阻力应在 800~1500Pa 之间。

4. 除尘器的卸灰装置及控制技术

除尘器的卸灰装置包括星形卸料阀和振打器。除尘器的卸灰控制分自动控制和手动控制两种。

除尘器卸灰自动控制同除尘器定时清灰控制连锁，清灰开始时由定时器发出清灰指令的同时，发出输灰运转指令，依次启动斗式提升机、集合刮板输送机、切出刮板输送机，然后各室依次卸料阀卸灰、振打器振打。每个室依次输灰完毕后，按切出刮板输送机、集合刮板输送机、斗式提升机的顺序停机。

除尘器卸灰手动控制，即在现场操作柜，可分别手动控制各灰斗依次按时间程序卸灰一遍，也可分别对每个灰斗单独卸灰。现场设有卸灰手动操作开关及工作状态和故障的灯光显示。

5. 除尘系统的输灰装置及其控制技术

除尘系统的输灰装置包括切出刮板输送机、集合刮板输送机、斗式提升机、储灰斗和加湿机。切出刮板输送机将卸出的除尘灰输送至集合刮板输送机，由集合刮板输送机将除尘灰送至斗式提升机，由斗式提升机送入储灰斗内。为防止粉尘的二次污染，储灰斗内的灰尘经加湿机加湿后，卸入工艺胶带机回收利用或卸入汽车外运。

输灰装置的控制技术分输灰自动控制和手动控制以及输灰设备的事故控制。自动控制技术与除尘器卸灰自动控制连锁，在除尘器发出清灰指令的同时，发出输灰指令，依次进行卸

灰、输灰。输灰装置的手动控制，是在现场操作柜设有输灰系统单体设备的手动操作开关及工作状态和故障的灯光显示。输灰设备的事故控制，即当输灰设备发生故障，而风机设备不停机使除尘系统维持正常运转时，通过在除尘器下部的集灰斗设料位显示器，当料位达到最高限定料位时，发出警报信号，控制风机停机。

6. 除尘系统的特点及运行控制技术

原料场除尘系统的最大特点是抽风点多，如矿石破碎筛分系统的抽风点可达百个，采用集中除尘净化，既减少了除尘设备，又节省了占地面积和减少了维护管理人员，从而节省了投资。但由于系统中要求风量、风压维持平衡问题，以及工艺设备的操作和运行的不一致问题，给运行控制提出了高要求。

(1) 连锁控制技术 如果生产工艺设备的操作和运行为具有规律性的间断生产，则设计考虑除尘系统与其对应的工艺设备进行连锁运行控制。即在工艺设备启动前，除尘系统先启动，工艺设备停机后，除尘系统滞后停机。

(2) 非连锁控制技术 如果生产工艺设备开停无关则除尘系统采用非连锁控制运行方式。除尘系统的启动与停机，由维护管理人员根据工艺设备指示信号，对除尘系统进行手动控制操作。手动操作设集中控制与机旁控制两种方式。各系统的集中控制设在相对应的工艺设备集中控制室，并与工艺设备的操作实行统一管理；机旁操作是在除尘设备下部设机旁操作箱，供检点人员进行现场操作控制和维护检修。

(3) 除尘系统的风量控制技术 为保证各点抽风量接近或达到设计风量，在每个产尘点吸尘罩的连接管道上，均设手动调节阀，用于系统的风量平衡调节。如果各产尘点非同时工作，为了有效地控制其除尘风量则在密闭吸尘罩的连接管道上，设有电动阀门和手动阀门各一个。手动阀门用于调节各矿槽抽风量的平衡。电动阀门与生产的卸料车或卸料胶带机连锁，当某一皮带卸料，则对应的电动阀门自动开启抽风，卸料结束阀门自动关闭。

三、破碎筛分设备烟噪减排

1. 颚式破碎机

颚式破碎机（图 1-4）主要在下部排料点扬散粉尘，应妥善密闭并排风。上部加料口，当设水力除尘能满足卫生要求时，可不排风；当不允许设水力除尘，需设机械排风时，除尘排风量见表 1-1。

表 1-1 颚式破碎机除尘排风量

设备规格 /mm	上部排风量 /(m ³ /h)	下部排风量/(m ³ /h)	
		上部有排风时	上部无排风时
150×250	800	当由破碎机卸至胶带机上时，按800～1600m ³ /h取值，设备规格大取大值	当由破碎机卸至胶带机上时，按上部排风量和上部有排风时的下部排风量之和计算
250×350	1000		
250×400	1200		
400×600	1500		
600×900	2000		
900×1200	2500		
1200×1500	3000		
1500×2100	4000		

2. 圆锥破碎机

圆锥破碎机（图 1-5）主要在下部排料点扬散粉尘，需密闭并排风。破碎机上部一般也设密闭和排风，但当由筛子直接给料，且筛上有排风或当破碎机上部设水力除尘满足卫生要

求时，也可不排风。其除尘排风量见表 1-2。

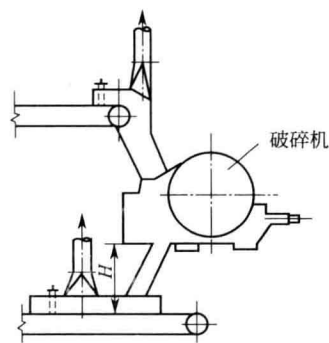


图 1-4 颚式破碎机密闭和排风

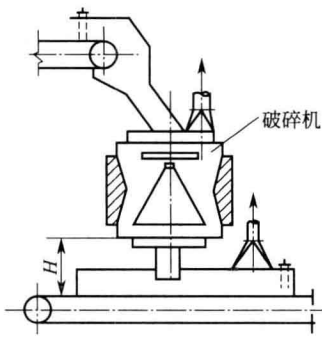


图 1-5 圆锥破碎机密闭和排风

表 1-2 圆锥破碎机除尘排风量

设备规格/mm	上部排风量 /(m ³ /h)	下部排风量/(m ³ /h)	
		上部有排风时	上部无排风时
D600	1000	当由破碎机卸至胶带上时,按表 1-1 采取	当由破碎机卸至胶带上时,按表 1-1 计算
D900	1500		
D1200	2000		
D1650,D1750	3000		
D2100,D2200	4000		

3. 辊式破碎机

辊式破碎机有对辊（图 1-6）、四辊（图 1-7）和光面辊、齿辊等种类，其产尘情况基本相同。破碎机本身一般密闭较好，可在破碎机上部设排风，下部受料设备上设密闭罩并排风。其除尘排风量见表 1-3。

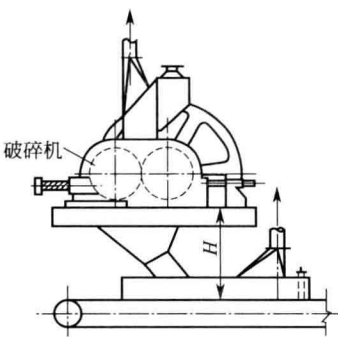


图 1-6 对辊破碎机密闭和排风

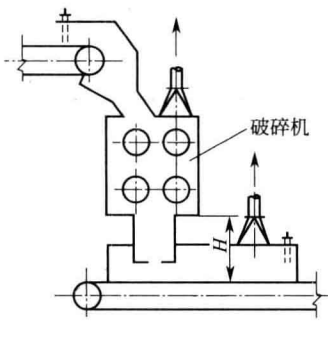


图 1-7 四辊破碎机密闭和排风

4. 锤式破碎机

锤式破碎机分为可逆式和不可逆式两种，破碎机的转子和锤头转动时能鼓出含尘空气。

(1) 可逆锤式破碎机 如图 1-8 所示。由于转子的旋转，使转子轴心处形成较高的负压，吸入大量空气，其上部加料口形成较高的正压，含尘空气大量外逸，下部排料口呈微正压或负压。为此，应保持机壳的严密，以尽可能减少吸入风量，从而降低鼓出的风

量。一般加料口应严格密闭并排风；排料口应密闭，必要时可少量排风。其除尘排风见表 1-4。

表 1-3 辊式破碎机除尘排风量

设备形式	设备规格/mm	上部排风量/(m³/h)	下部排风量/(m³/h)
对辊	D600×400	1000	当破碎机卸至胶带上时,按 800~1800m³/h 取值,设备规格大,取大值
	D750×500	1500	
	D1200×1000	2000	
齿辊	D450×500	1000	
	D600×750	1500	
	D900×900	2000	
四辊	D750×500	1000	
	D900×700	1500	

(2) 不可逆锤式破碎机 如图 1-9 所示。由于转子旋转，使空气由加料口吸入，下部排料口形成正压，含尘气体大量逸出。为此，加料口应加强密闭，减少吸入风量，排料口则应严格密闭并排风。其除尘排风量见表 1-4。

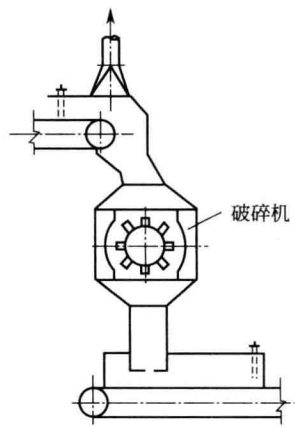


图 1-8 可逆锤式破碎机密闭和排风

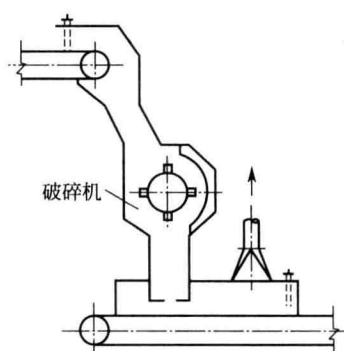


图 1-9 不可逆锤式破碎机密闭和排风

表 1-4 锤式破碎机除尘排风量

设备型式	设备规格/mm	上部排风量/(m³/h)	下部排风量/(m³/h)
可逆	D600×400	5000~6000	—
	D1000×800	6000~8000	
	D1000×1000	8000~10000	
	D1430×1300	14000~16000	
不可逆	D400×175	—	2000~3000
	D600×400		3000~5000
	D800×600		4000~6000
	D1000×800		5000~7000
	D1300×1600		9000~11000
	D1600×1600		12000~14000

5. 反击式破碎机

反击式破碎机的产尘与锤式破碎机相似，由于带有板锤的转子旋转而鼓出含尘空气。

(1) 破碎机向斗式提升机排料 [图 1-10(a)] 时，破碎机上部给料点设排风罩，下部排料点的排风罩可设在斗式提升机外壳上，其除尘排风量见表 1-5。

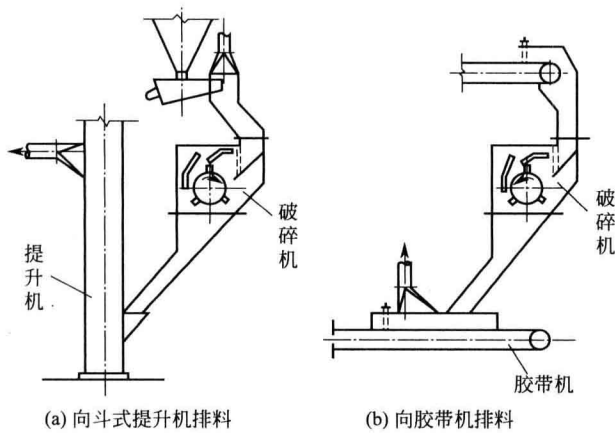


图 1-10 反击式破碎机密闭和排风

(2) 破碎机向胶带运输机排料 [图 1-10(b)] 时，破碎机上部不设排风，下部排料点设排风罩，其除尘风量见表 1-5。

表 1-5 反击式破碎机除尘排风量

设备规格/mm	破碎机向斗式提升机排料时		破碎机向胶带运输机排料时
	上部排风量/(m³/h)	下部排风量/(m³/h)	下部排风量/(m³/h)
D500×400	800	1600	6000~8000
D1000×700	1500	3000	8000~10000
D1250×1000	2000	4000	10000~12000
D1250×1250	2500	5000	12000~14000

6. 球磨机

球磨机的外壳和装料口均应设排风罩，除尘排风量可根据球磨机内部容积从图 1-11 查得，其中由外壳排出 60%，由装料口排出 40%。

例如：D1500mm×5700mm 球磨机，其内部容积为 9m³，从图 1-11 中找出 9m³ 与 Q 线相交于 A 点，即球磨机的总排风量为 1600m³/h。其中外壳排风量 960m³/h，装料口排风量 640m³/h。

7. 振动筛

振动筛的密闭形式应根据其规格大小和操作条件确定，一般大型筛子多用整体密闭或大容积密闭。图 1-12 所示为振动筛三种密闭形式和排风罩的位置。

振动筛上部除尘排风量可根据给料高度、密闭状况、物料性质和筛子规格等因素，按每平方米筛面面积排风量 800~1200m³/h 计算。一般小筛子和局部密闭取上限，大筛子和大容积密闭取下限。振动筛下部受料设备的排风量，当卸料至胶带机时，可按 800~1800m³/h 取值，设备规格大取大值。

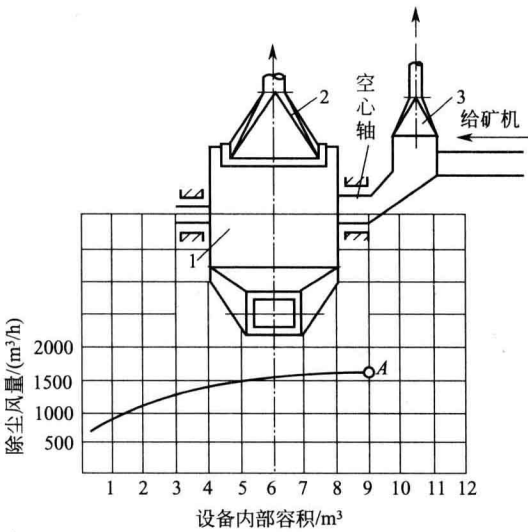


图 1-11 球磨机排风点及排风量计算图

1—球磨机；2—外壳排风罩；3—装料口排风罩

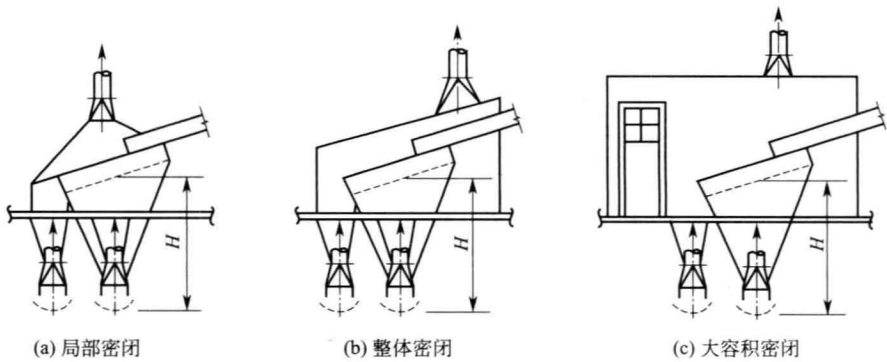


图 1-12 振动筛密闭和排风罩

振动筛分单层和双层筛，规格有 900mm×1800mm、1250mm×2500mm 和 1200mm×2400mm 三种。

抽风量 (L) 和抽风罩局部阻力系数 (ζ):

- 对于 900mm×1800mm, $Q=2000\sim2500\text{m}^3/\text{h}$, $\zeta=0.1$;
- 对于 1250mm×2500mm, $Q=2500\sim3500\text{m}^3/\text{h}$, $\zeta=0.1$;
- 对于 1200mm×2400mm, $Q=2500\sim3000\text{m}^3/\text{h}$, $\zeta=0.1$ 。

粉尘浓度 (c):

- 硅石 (干碾加水后), $c=1000\sim2000\text{mg}/\text{m}^3$;
- 黏土、镁石、白云石等, $c=3000\sim4000\text{mg}/\text{m}^3$;
- 镁砂、白云石砂、软质黏土, $c=3500\sim5000\text{mg}/\text{m}^3$;
- 石灰、焦炭粉, $c=4000\sim5000\text{mg}/\text{m}^3$ 。

8. 固定斜筛

固定斜筛常用于中小型厂。除抽风罩如图 1-13 所示。

- 抽风量 $Q=1000\sim2000\text{m}^3/\text{h}$ 、 $\zeta=0.5$ 。
- 粉尘浓度 $c=3000\sim4000\text{mg}/\text{m}^3$ 。

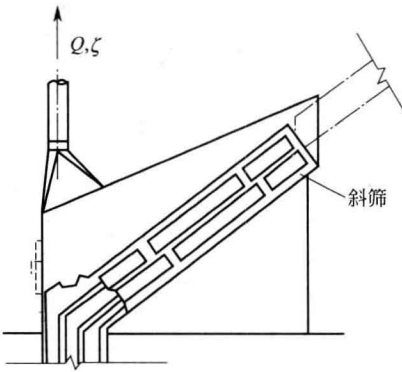


图 1-13 固定斜筛密闭除尘

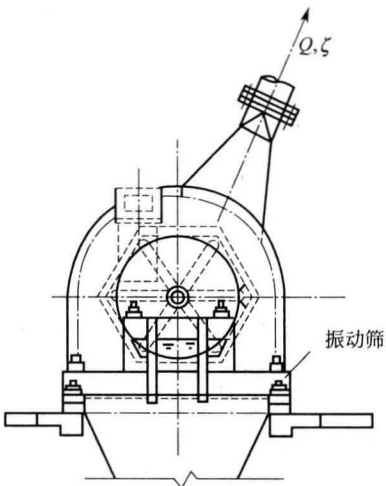


图 1-14 转动筛密闭除尘

9. 转动筛

转动筛又称为六角转筛。

转动筛除尘抽风罩一般设在外壳上，形式如图 1-14 所示。

粉尘浓度 $c=2000\sim3000\text{mg}/\text{m}^3$ 。

10. 圆盘筛

圆盘筛是用于清除经过混合后的砖料中各种杂质和减少砖料的粒度偏析的一种设备。常用规格为 $\phi 1770\text{mm}$ 。

圆盘筛一般为胶带机给料，筛下以料罐或小车接料，运至压砖机旁或通过吊车把料装入压砖机供料槽内，物料的含水量一般不大于 6%。

除尘抽风罩做法在筛的顶面设可掀起的活动密闭盖板，筛下料斗、放料漏嘴设固定围罩，罩的下部设遮尘帘。

抽风量 $Q_1=1000\text{m}^3/\text{h}$ ， Q_2 按遮尘帘底边至料罐顶面间的缝隙处保持 0.5m/s 风速计算，并考虑遮尘帘不严密处的缝隙系数 1.4。

除尘形式如图 1-15 所示。

抽风罩局部阻力系数 $\zeta=0.5$ 。粉尘浓度 (c)。上部抽风 $c_1=1000\sim1500\text{mg}/\text{m}^3$ ，下部抽风 $c_2=1500\sim2500\text{mg}/\text{m}^3$ 。

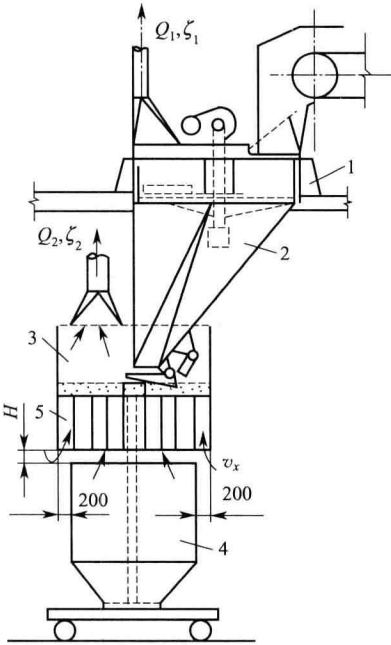


图 1-15 圆盘筛除尘
1—圆盘筛；2—料斗；3—围罩；
4—料罐；5—遮尘帘

四、给料料槽设备密闭减排

1. 电振给料机和槽式（往复式）给料机

此类设备给料均匀，一般与受料设备之间落差较小，产尘较少。卸落湿度较大的物料时，可只设密闭不设排风。图 1-16 所示为电振给料机的密闭和排风，可将给料和受料设备一起做成整体密闭罩，并在上部排风，其除尘排风量见表 1-6。

表 1-6 电振给料机和槽式（往复式）给料机除尘排风量

电振给料机		槽式(往复式)给料机		受料胶带机宽 /mm	物料落差 /mm	排风量 /mm
型号	槽子规格(宽×长×高) /mm	型号	出料口(宽×高) /mm			
DZ ₁	200×600×100	π ₃	400×400	300	200~400	500
DZ ₂	300×800×120	π ₄	600×500	300,400	200~400	600~700
DZ ₃	400×1000×150	—	650×800	400,500	200~500	800~1000
DZ ₄	500×1100×200	k-0	1435×500	500,650	300~500	1000~1200
DZ ₅	700×1200×250	k-1	1435×750	650,800	300~500	1300~1500
DZ ₆	900×1500×300	k-2	1835×750	650,800	400~600	1500~1800
DZ ₇	1100×1900×350	k-3	2050×996	1000,1200	500~800	2200~2800
DZ ₈	1300×2000×400	k-4	2400×1246	1200,1400	600~1000	3000~5000
DZ ₉	1500×2200×450	—	—	1400	800~1500	4000~6000
DZ ₁₀	1800×2100×500	—	—	1400	—	4000~6000

2. 圆盘给料机

圆盘给料机当卸落含水 4%~6% 的石灰石、焦炭和湿精矿时，可只做密闭不做排风；当卸落干细物料时，应密闭并设排风，一般可将圆盘给料机卸料口与受料设备受料点设置整体密闭罩，并在密闭罩上部设排风罩（图 1-17）；当卸落一般物料时，可在胶带机受料点设局部密闭罩并排风。其除尘排风量见表 1-7。