

建材技工学校系列教材

水泥生产辅助机械设备

柴小平 主编

武汉工业大学出版社

建材技工学校系列教材

水泥生产辅助机械设备

柴小平 主编

武汉工业大学出版社

(鄂)新登字 13 号

内 容 提 要

本书为建材学校水泥专业教材。主要包括:收尘设备、机械输送设备、气力输送设备、计量设备、烘干设备和包装机械等水泥生产中的辅助机械设备。本书按照最新教学大纲编写,采用法定计量单位。

本书还可用作水泥技工培训教材或水泥厂技术工人参考。

图书在版编目(CIP)数据

水泥生产辅助机械设备/柴小平著. —武汉:武汉工业大学出版社,1996.5 重印
ISBN 7-5629-0499-5

I. 水… II. 柴… III. 水泥-生产工艺-机械设备 N. TQ172.6

武汉工业大学出版社出版发行
(武汉市武昌珞狮路 14 号 邮编 430070)

各地新华书店经销

湖南省华容县印刷厂印刷

*

开本:787×1092 1/16 印张:16 字数:366 千字

1993 年 7 月第 1 版 1996 年 5 月第 4 次印刷

印数:28001—38000

定价:15.00 元

(如有印装质量问题,请与承印厂调换)

序

当前,我国国民经济正以高速度向前发展,建材工业在国民经济发展中占有举足轻重的地位。邓小平同志指出:“科学技术是第一生产力”。建材工业要大发展,科技教育工作必须走在前面,培养具有较高科学文化知识和生产技术水平社会主义劳动者,乃是百年大计。

劳动部《关于深化技工学校教育改革的决定》中指出:“大力发展和办好技工学校是开发劳动者职业技能,提高劳动者素质,发展和完善劳动市场的有效途径”。近年来,国家建材局人才开发司根据劳动部对技工学校深化教育改革的有关精神,结合本行业的实际情况,深入开展了对建材技工学校的教育改革,提出了《关于修改技工学校建材类专业教学计划的意见》,并组织了技工学校建材类各主要专业(工种)的教学计划和教学大纲的修订工作。

1991年,在福州召开的全国建材技工学校教育工作第一届年会上,与会代表认为,原来使用的水泥技工学校内部油印讲义已经不适应建材工业新技术的发展和技工学校教学工作的实际需要,建议重新编写教材。国家建材局教材办公室在认真研究了代表们的建议后,决定组织人员按照新教学计划、教学大纲的要求,重新编写一套技工学校水泥专业系列教材,具体编审组织及出版工作委托武汉工业大学出版社负责实施。经过各位编者和武汉工业大学出版社全体同志的共同努力,技工学校水泥专业系列教材(共8本)于1993年秋季正式出版发行了。新版教材正式出版后,受到了广大使用单位的欢迎,不到三个月时间,已大部分售完。为了满足广大使用单位的需求,进一步提高教材的质量,由武汉工业大学出版社组织有关编者、图书审读员、责任编辑对教材进行了审读,并收集了读者意见,对初版教材进行了勘误修订,预计1994年将修订重印后奉献给广大读者。

技工学校水泥专业系列教材(共8本)包括:《水泥生产基本知识》、《粉磨工艺与设备》、《水泥煅烧工艺与设备》(上、下册)、《水泥工业热工基础》、《热工仪表与热工测量》、《水泥生产辅助机械设备》、《化验室基本知识及操作》(上册),它以该专业(工种)新修订的教学计划和教学大纲为依据,按照培养目标的要求设置理论课课程,教学内容以应用知识为主,合理精减、合并、调整了理论课内容,删除了原讲义中冗繁和陈旧的部分章节,增加了反映新技术、新工艺的教学内容;有些课程(如化学分析课),还编写了实习操作教材。总之,该系列教材体现了理论课要适应操作技能培训需要的原则。

为了避免不必要的重复劳动,经研究决定,今后不再另编写水泥高级工培训教材,该系列教材基本上能满足高级工和技师培训的需要,请各使用单位根据高级工和技师培训的实际需要,选择相应的内容进行教学。

该教材的成功问世,得到了编者、审稿人、编辑等同志的大力支持,在此表示衷心的感谢!

各单位在使用该教材的过程中,若有何建议和要求,请及时反馈到国家建材局教材办公室和武汉工业大学出版社,以便再版时修改,使该教材日臻完善。

国家建材局教材办公室

1993年12月

三

年12月下发的《建材技工学校教学计划及大纲》编写的。教材编写过程中,曾到学工部听取有关方面的意见。

用。本书内容包括收尘设备、机械输送设备、气力输送设备、计量设备、烘干设备和包装设备。本书可作为工程技术人员从事粉尘工程设计和工程技术人员培训教材,也可供从事粉尘工程设计的工程技术人员参考。

在本书的编写过程中,得到了兄弟学校有关同志的大力支持,北京市建材工业学校杨树森同志对编写大纲提供了宝贵意见,本书由武汉工业大学冯恪副教授主审,在此特致谢忱。

前造, 小池田隆史(1983)和早川(1988)分别对中国的门齿和臼齿进行了研究, 发现普氏的

縣合，主水田畝里田畝內半畝，將縣縣名即管黃米黃的村目系景熟對，謝為良置大半畝時
姓添規與丁照賦，尋章台將前田畝莊業與中興和項丁紹澤，客內剩畝數丁紹福，并合，歸縣

奉憲：林峰間部工差高麗本區縣民再不違令。重夾究辦。庶幾重復匪類不致類丁。現前將該頭目林工差高麗原單印與荷蘭。要需強匪部頭林工差高麗斷絕土本基林基。

[illegible]

目 录

第一章 收尘设备	(1)
第一节 概述	(1)
一、粉尘的概念、分类及性质	(1)
二、水泥厂的尘源及产生机理	(3)
三、收尘的重要意义	(6)
四、收尘设备的分类和效率	(7)
五、收尘器的评价和选择	(11)
第二节 沉降室	(12)
一、沉降室的工作原理	(12)
二、沉降室的构造	(13)
三、沉降室的性能	(13)
四、沉降室的使用和维护	(14)
第三节 惯性收尘器	(14)
一、惯性收尘器的工作原理	(14)
二、惯性收尘器的类型与构造	(14)
三、惯性收尘器的性能	(15)
第四节 旋风收尘器	(15)
一、旋风收尘器的工作原理	(16)
二、旋风收尘器的类型、特性和应用	(17)
三、影响旋风收尘器收尘效率的因素	(32)
四、主要工作参数	(35)
五、旋风收尘器的使用	(37)
六、旋风收尘器的运行	(38)
七、维护保养和常见故障及其排除方法	(38)
第五节 袋式收尘器	(40)
一、过滤收尘原理和收尘效率	(41)
二、袋式收尘器的分类	(44)
三、袋式收尘器的型式	(44)
四、袋式收尘器的工作参数	(54)
五、袋式收尘器的使用、操作和运转	(56)
六、袋式收尘器的维护	(56)
七、袋式收尘器的常见故障及其排除措施	(65)
第六节 湿式收尘器	(67)
一、湿式收尘器的工作原理	(67)
二、湿式收尘器的种类和性能	(67)
三、湿式收尘器的使用及维护	(70)
第七节 电收尘器	(71)

一、电收尘器的工作原理	(71)
二、电收尘器的分类及构造	(73)
三、影响电收尘器性能的主要因素	(82)
四、烟气的喷雾增湿装置	(86)
五、电收尘器的操作和维护	(87)
第八节 水泥厂主要尘源的收尘	(94)
一、水泥窑废气的收尘	(94)
二、烘干机废气的收尘	(96)
三、粉磨设备的收尘	(97)
四、熟料冷却机废气的收尘	(99)
五、破碎机的收尘	(99)
六、包装机的收尘	(99)
七、附属设备的收尘	(99)
第二章 机械输送设备	(101)
第一节 胶带输送机	(101)
一、胶带输送机的布置形式	(101)
二、构造及应用	(102)
三、维护和保养	(110)
第二节 斗式提升机	(117)
一、斗式提升机的种类与规格	(117)
二、结构及主要工作部件	(118)
三、水泥厂常用斗式提升机的性能	(123)
四、操作与维护	(125)
第三节 螺旋输送机	(126)
一、螺旋输送机的构造与工作原理	(127)
二、GX 型螺旋输送机的应用范围及性能	(130)
三、操作与维护	(131)
四、新型螺旋输送机介绍	(132)
第四节 振动输送机	(133)
一、弹性连杆驱动迫振式振动输送机	(133)
二、惯性振动输送机	(135)
第五节 板式输送机	(141)
一、工作原理、特点及应用	(141)
二、类型、主要技术性能	(142)
三、板式输送机的零部件构造	(144)
四、使用与维护	(145)
第三章 气力输送设备	(154)
第一节 概述	(154)
一、气力输送系统在水泥生产中的应用及其特点	(154)
二、流态化技术的基本原理与气力输送系统	(154)
第二节 空气输送斜槽	(157)
一、构造及工作原理	(157)
二、应用与特点	(161)

三、主要参数的选择与计算	(161)
第三节 仓式气力输送泵	(166)
一、仓式气力输送泵的构造及工作原理	(166)
二、仓式气力输送泵主要参数的确定	(168)
三、仓式气力输送泵的操作	(171)
第四节 螺旋气力输送泵	(172)
一、螺旋气力输送泵的构造与工作原理	(172)
二、螺旋气力输送泵主要参数的确定	(173)
三、螺旋气力输送泵的操作	(175)
第五节 气力提升泵	(175)
一、气力提升泵的构造与工作原理	(176)
二、气力提升泵的主要参数	(177)
三、气力提升泵的性能及操作	(180)
第六节 脉冲气力输送	(183)
第七节 输送管道	(185)
一、管道	(185)
二、气力输送换向阀门	(188)
三、气料分离器	(189)
第四章 计量设备	(192)
第一节 计量目的与计量系统	(192)
一、计量目的	(192)
二、计量分类	(192)
三、物料计量系统	(192)
第二节 恒速式定量秤	(195)
一、DCM-1 型恒速式皮带秤	(196)
二、JE-3G 型恒速式皮带秤	(196)
三、WXC-1 型微机控制皮带秤	(197)
第三节 调速式定量秤	(198)
一、组成和工作原理	(198)
二、TDG 型调速式定量秤(给料机)的机械结构	(200)
三、使用说明	(200)
四、试车前调整	(202)
五、常规操作	(203)
六、安装要点	(204)
七、维护要点	(204)
第四节 其它计量设备	(204)
一、螺旋计量秤	(204)
二、简易型螺旋计量秤	(204)
三、冲击式流量计	(204)
四、溜槽式流量计	(205)
五、核子秤	(206)
第五章 烘干设备	(208)
第一节 回转式烘干机	(208)

一、回转式烘干机的工作原理与生产流程	(208)
二、回转式烘干机的类型	(208)
三、回转式烘干机的结构	(209)
四、回转式烘干机的计算	(212)
五、影响回转式烘干机产质量的因素	(212)
六、回转式烘干机的操作与维护	(215)
第二节 悬浮式烘干机	(218)
第三节 流态式烘干机	(218)
一、流态式烘干机的结构和工作原理	(218)
二、流态式烘干机在使用中存在的问题	(220)
三、流态式烘干机的操作与维护	(221)
第四节 燃烧室	(222)
一、固体燃料的燃烧过程	(222)
二、层燃燃烧室	(224)
三、沸腾燃烧室	(227)
第六章 包装设备	(230)
第一节 概述	(230)
一、袋装和散装工艺流程	(230)
二、包装机种类及性能	(230)
第二节 包装机的结构和工作原理	(232)
一、单嘴螺旋包装机	(232)
二、单嘴桨叶式包装机	(233)
三、叶轮式多嘴包装机	(233)
四、回转式包装机	(236)
第三节 包装机的操作	(237)
一、检查工作	(237)
二、正常运转操作	(237)
三、常见故障及排除方法	(238)
第四节 叠包机与叠包车	(239)
一、叠包机的构造和工作原理	(239)
二、叠包机的操作	(240)
三、叠包车	(241)
四、水泥叠包与包装联动线	(241)
第五节 散装水泥	(243)
一、散装工艺流程特点	(243)
二、库底、库侧卸料器	(243)
三、装车与计量	(245)
主要参考文献	(247)

第一章 收尘设备

第一节 概 述

一、粉尘的概念、分类及性质

(一)粉尘的概念

粉尘是指分散(悬浮)在气体中的固体微小颗粒。从胶体化学的观点来看,粉尘是一种分散系,其分散相是固体颗粒,分散介质是气体,这种分散系叫做气溶胶。

分散于气体中的粉尘,一般以一种不均质、不规则和不平衡的复杂运动状态存在。

单位体积气体中所含的粉尘数量称为含尘浓度,一般以“毫克/米³”或“尘粒数/米³”表示。前者叫做质量含尘浓度,后者叫做个数含尘浓度。

(二)粉尘的分类

根据粉尘的不同性质有以下几种分类:

(1)按粉尘生成的特征分

粉尘——悬浮于气体中大于 $0.25\mu\text{m}$ 的尘粒。它是由破碎、粉磨和输送粉状物料的过程中产生的。在粉尘形成的过程中,没有任何物理的或化学的变化。

烟尘——在有氧化、升华、蒸发和冷凝的热过程中,形成的悬浮于气体中的固体微粒,在工业生产和民用生活的炉烟中都能产生这种烟尘。

(2)按粉尘在静止空气中沉降的性质分

尘埃——粒子直径在 $10\sim 100\mu\text{m}$,在静止空气中能够呈等加速度沉降的尘粒。

尘雾——粒子直径在 $0.25\sim 10\mu\text{m}$ 左右,在静止空气中能够呈等速沉降的尘粒。

尘云——粒子直径为 $0.1\mu\text{m}$ 以下,能随空气分子作布朗运动,在静止空气中也不能沉降的浮尘。

(3)按光学观测方法分

工业粉尘——用肉眼可以看得见的,大于 $10\mu\text{m}$ 的粉尘。

显微粉尘——用普通显微镜才能观测到,直径在 $0.25\sim 10\mu\text{m}$ 的粉尘。

超显微粉尘——只能用高倍数显微镜才能观测到,直径为 $0.25\mu\text{m}$ 以下的粉尘。

(4)按理化性质分

无机粉尘——各种矿石、建筑材料和各种金属等形成的粉尘。

有机粉尘——动植物粉尘和人工合成的有机物质形成的粉尘。

混合粉尘——同时悬浮于空气中的有机和无机粉尘。

此外,按粉尘的燃爆性质,可分为易燃、易爆粉尘和非燃、非爆粉尘;按卫生标准要求,可分为有毒粉尘、无毒粉尘和放射性粉尘等。

在水泥工厂中,除煤炭粉尘属易燃粉尘外,其余粉尘属于无机、无毒、非燃、非爆的工业性粉尘。

(三)粉尘的性质

粉尘的性质是正确选择和使用收尘设备的重要依据,了解和掌握粉尘的基本性质对实际生产操作有重要的指导意义。粉尘的基本物理性质主要包括粉尘的凝聚性、润湿性、荷电性、燃烧爆炸性、分散度、密度及休止角等。

(1)粉尘的凝聚性

粉尘颗粒由于在生成过程中受高温、粒子表面能、布朗运动、声波振动及磁力等作用,使粒子间相互碰撞而引起凝聚,这一性质称为粉尘的凝聚性。文氏管和超声波收尘器就是利用了粉尘的这种特性。

(2)粉尘的润湿性

粉尘颗粒能被水或其它液体润湿的现象称为粉尘的润湿性。根据粉尘能被水湿润的程度不同,可分为亲水性粉尘和疏水性粉尘两类。各种湿式收尘器主要依靠粉尘能被水润湿的性质来分离粉尘。

(3)粉尘的荷电性

粉尘颗粒由于在生产过程中受到撞击、粒子间摩擦以及在电场中受电晕放电等作用,而发生带电的现象,称为粉尘的荷电性。粉尘的荷电性对电收尘器的净化效率有决定性的影响。

(4)粉尘的燃烧爆炸性

有些粉尘(如煤尘)在空气中达到一定浓度时,在明火、高温、摩擦及电火花等作用下会引起自燃爆炸,这一现象称为粉尘的燃烧爆炸性。

粉尘可能发生爆炸的浓度范围,取决于粉尘的成分、粒度和湿度等。尘粒越小,比表面积越大,爆炸性越大;粉尘和空气中的湿度越小越易爆炸。能够引起爆炸的最低浓度叫做爆炸下限,最高浓度叫做爆炸上限。水泥厂的煤尘属于爆炸性粉尘,煤尘的爆炸下限为 $114\text{g}/\text{m}^3$ 。

(5)粉尘的分散度

按粉尘颗粒直径大小的分组方法来表示粉尘的粗细程度,叫做粉尘的分散度。换言之,粉尘的分散度是指粉尘中各种粒径的尘粒所占的百分数。粉尘中微小颗粒所占百分数大,称为分散度高;反之,称为分散度低。粉尘分散度的高低,对收尘系统的净化效率有显著影响。水泥厂不同粉尘的分散度列于表 1-1、表 1-2 和表 1-3。

(6)粉尘的密度

单位体积粉尘的质量称为的密度,其单位是“ $\text{千克}/\text{米}^3$ ”。粉尘的密度有真实密度和堆积密度之分,两者关系为:

$$\rho_v = (1 - e)\rho \quad (1-1)$$

式中 ρ_v ——堆积密度(kg/m^3);

ρ ——真实密度(kg/m^3);

e ——孔隙率(颗粒间孔隙的体积与粉尘颗粒所占的外观体积之比)。

(7)粉尘的休止角

将粉尘自然地倾倒在—块光滑的平板上,粉尘就会堆成一个圆锥体,这一圆锥体的母线同板平面的夹角叫做自然休止角,又称静休止角或静安息角。使平板倾斜到粉尘开始沿直线滑下时的角度,叫做动休止角。一般粉尘的静休止角为 $35^\circ \sim 55^\circ$,动休止角为 $25^\circ \sim 40^\circ$ 。

水泥窑待净化废气的粉尘分散度

表 1-1

窑 型	粒 度 (μm)					
	<15 (%)	15~20 (%)	20~30 (%)	30~40 (%)	40~88 (%)	>88 (%)
带余热锅炉干法窑	58	8	13	6	10	5
带悬浮预热器干法窑	94	2	2	1	1	0
不带过滤器的湿法窑	69	10	11	7	3	0
带过滤器的湿法窑	22	7	11	8	42	10
立 波 尔 窑	39	17	5	15	16	8

车间粉尘的分散度

表 1-2

地 点	粒 度 (μm)				
	0~3 (%)	3~5 (%)	5~7 (%)	7~10 (%)	>10 (%)
包装机房	51	24	7	5	13
窑头厂房	36	14	9	14	27

磨机粉尘的分散度

表 1-3

磨机名称	粒 度 (μm)					
	<15 (%)	15~20 (%)	20~30 (%)	30~40 (%)	40~88 (%)	>88 (%)
干法原料磨	43	6.8	21.4	7.8	17.5	3.5
水 泥 磨	42	6.4	18.6	8.8	23.6	0.6

二、水泥工厂的尘源及产生机理

在水泥生产工艺过程中,除湿法生产的生料制备及其它少数工艺设备外,几乎所有的主要工艺设备和辅助工艺设备在运转过程中都能产生粉尘。

水泥工厂的主要尘源点是水泥煅烧窑、破碎机、烘干机、熟料冷却机、磨机及输送、包装等机械设备。水泥工厂主要尘源及粉尘种类列于表 1-4。

水泥厂主要尘源及粉尘种类

表 1-4

主要尘源	粉尘种类
水泥煅烧窑	窑灰
烘 干 机	石灰石、粘土、矿渣、煤灰
冷 却 机	熟料粉尘
破 碎 机	水泥原料、煤
磨 机	生料、水泥、煤粉
输 送 机 械	水泥原料、煤、生料、水泥
包 装 机	水泥粉尘
吊车库和堆场	水泥原料、煤、熟料

(一)水泥煅烧窑

水泥煅烧窑是水泥厂最大的尘源,其飞灰量约占全厂飞灰量的 60~80%左右。不同窑型排出的含尘气体的性质列于表 1-5。

水泥厂主要设备排出的含尘气体的性质

表 1-5

设备名称		排气量 (Nm ³ /kg 料)	废气温度 (℃)	水分 (体积%)	露点 (℃)	含尘浓度 (g/ Nm ³)	粉尘粒径		备注	
							<20	<88		
							μm	μm		
回转窑	湿法长窑	3.3~4.5	180~250	35~60	65~75	10~50	80	100	干法中空窑的 废气温度为 600~700℃	
	立波尔窑	2~4	100~200	15~25	50~60	10~30	60	90		
	干法长窑	2.5~3	400~500	6~8	35~40	10~40	70	100		
	带预热器窑	2~2.5	350~400	6~8	35~40	30~80	95	100		
立窑		2~3.5	50~200	8~20	40~55	1~10	60	95		
回转烘干机	粘土	1.3~3.5	75	20~25	50~65	50~100	25	45		
	矿渣	1.2~4.2	90			~70				
磨机	生料磨	自然排风 带烘干	0.4~1.5	50	4.5	30	10~20	50	95	
				90	10	45	50~150			
	水泥磨	自然排风 机械排风	0.4~1.5	100	3	25	~40	50		100
				90~100	2		40~80			
熟料篦式冷却机		2.5~4.5	150			~20	1	30		
煤磨	钢球磨	2~2.5	70	8~15	40~50	25~80				
	立式磨		70			20~80				

水泥窑排出的废气,由燃料燃烧后的烟气、水泥原料在分解反应中生成的二氧化碳、原料干燥过程中放出的水蒸气以及过剩空气等组成。其含尘浓度取决于物料的物理性质、燃料种类及粒度、气体量及气流速度、窑内设施、煅烧制度、窑型和生产方法等。不同窑型、不同生产能力的窑排出的废气量及含尘浓度是不一样的。表1-5列出了不同窑型的排气量和含尘浓度。

回转窑烟气中的粉尘主要是已经干燥的和部分分解的入窑生料、少量的熟料微粒、未经完全燃烧的燃料颗粒和燃料的灰分,此外还有少量的钾、钠、硫的氧化物结晶。

立窑烟气所含粉尘的主要成分,是在干燥过程中由料球爆破产生的生料粉和从窑面飞出的微细颗粒,其中也有极少量在高温带挥发、在低温区冷凝成极微细结晶的钾盐颗粒。

从回转窑和机械立窑煅烧出来的熟料,都将经由输送机送至料库或堆场。输送机转运点处的首尾两端物料的落差一般都在0.5~1.5m之间,粉状熟料在落至输送机、斗车或其它输送设备上时,由于受到大块熟料的冲击和挤压,就会飞溅出大量的细粉,这些细粉随着出窑熟料加热的空气和车间二次气流^①扩散在操作环境里。

(二)磨机及粉磨系统

磨机是水泥工厂的主要工艺设备之一,它与其它喂料装置、分选设备、输送设备等连接在一起组成粉磨系统。

固体物料在磨机里受到研磨体的冲击和研磨作用而被粉磨。产品粒度随工艺要求不同而有所差别,其中60~70%都控制在20~30μm以下,一般不超过80μm。

为了保证磨机的正常操作,提高磨机产量和质量,必须改善磨机的通风。由于工艺要求和粉磨系统布置不同,物料和气体在粉磨系统中的流程也不相同。

磨尾的废气从卸料端抽气罩排出。废气的含尘浓度与粉磨细度、产量、通风量及气流速

^① 引起粉尘扩散的气流主要有两种:一种是伴随生产过程产生的气流,这种气流使粉状物料扬起,使之尘化,称为一次气流。另一种是外部空气的流动,如车间内的无规则气流和通风射流,使已尘化的尘粒进一步扩散蔓延,称为二次气流。

度有关。不同类型磨机的排气量及含尘浓度见表1-5。在一般情况下,粉磨系统的粉尘排放量占水泥厂全部排放量的10~15%。

(三)熟料冷却机

篦式冷却机工作时,由于熟料随冷却机不断运动和熟料颗粒的互相碰撞,将改变熟料的几何尺寸,产生微小尘粒,从而增加了粉状熟料的比例。同时,由于鼓风机吹入冷空气及出窑熟料带入的热空气,使得冷却机内形成正压,冷却机内熟料粉尘一部分随二次空气进入窑内,一部分由冷却机烟筒随气流向外排出,成为水泥厂的主要尘源之一。

篦式冷却机的排气量及含尘浓度见表1-5。应当指出,由于冷却机的型式不同,特别是废气排出口的位置不同,废气温度和含尘浓度有较大差别。

筒式冷却机由于全部冷却风量都入窑作为二次空气,冷却机产生的粉尘也随气流一并进入窑内,因此不存在废气污染问题。

(四)烘干机

水泥厂采用的烘干机有回转式、悬浮式、流态式等数种。回转式一般用于烘干石灰石、粘土、矿渣、煤等;悬浮式与流态式用于烘干矿渣。

物料在烘干机内干燥时所需的热能,是由气体传递的。因此,为了提高烘干机的生产能力和烘干质量,就必须提高气体温度和增加气体通过量;同时,还要使物料在向前运动的过程中扬起一定的高度,并均匀地撒布在烘干机的筒体断面上,以增加物料与热气流的接触面积,提高热交换效率。物料在不断扬起、撒下和向前运动过程中,颗粒之间相互碰撞和挤压将产生微细颗粒。这些与被烘干物料的组成基本相同的微粒,将随着烘干机的废气向外排出,成为水泥厂的又一尘源。

废气的含尘浓度决定于被烘干物料的种类、物理性质和进机物料粒度,以及在干燥过程中物料的易碎性、物料被扬起的程度、干燥方法(顺流或逆流)和气流速度等。回转式烘干机的排气量及含尘浓度见表1-5。

(五)破碎机

破碎机系统产生粉尘的主要原因是:

(1)物料从运输车辆或转运机械向破碎机喂入,或贮料库(仓)直接向破碎机进口放料时,物料中夹带的粉状物料在破碎机里随排出的诱导空气一起飞扬;同时,物料在破碎过程中产生的微细颗粒也会因破碎机运转时强烈振动空气而扬起。

(2)破碎机出口至转运皮带或提升机地坑处,由于从破碎机破碎出来的小块物料及部分粉状物料一同向下降落,到达受料点时,由于物料的冲击挤压和诱导空气的挤出而使部分粉状物料与空气一道扬起,使得该操作点成为局部尘源。

(3)破碎机飞轮的快速运转带动周围空气,使沉积在地上或设备上的粉尘扬起,造成二次扬尘。

破碎机系统的粉尘量与被破碎物料的湿含量、易碎性、破碎比、破碎机的生产能力、破碎机型式和喂料方法等因素有关。

(六)包装机

包装机系统产生粉尘的主要原因是:

(1)包装机的装包操作处,在装包时由于水泥将纸袋内的空气排挤而使粉尘从纸袋针缝和包装嘴入口处向外冒出,更换袋子的间隙时包装嘴的继续落灰,以及每袋水泥装好后落至

输送皮带时产生的扬尘。

(2)包装时从包装机不严密处冒出的粉尘,以及包装机振动时产生的二次扬尘。

(3)回灰绞刀承受回灰的受料点,由于水泥灰从高处降落时,在空气的迎面阻力下引起剪切作用,使降落的水泥粉尘悬浮起来。

(4)提升机、回转筛或振动筛的防尘密封罩和外壳不严密时,也有灰尘外冒。

由于包装系统扬尘点较多,因而成为水泥厂的主要尘源点之一。

(七)胶带输送机

在水泥生产中,用胶带输送机运送物料的场所是比较多的。物料到达胶带时都有一定的落差,在冲击飞溅和诱导气流排出的带动下,使部分粉料扬起。此外,由于胶带通过托辊时的振动和卸料后粘附在胶带上的粉末受到下部托辊的摩擦振动而撒落,使整个皮带上造成粉尘飞扬。

(八)提升机

提升机有两个主要尘源点:下部进料溜槽和上部出料溜槽。这是由于这两个部位的投料与受料点之间均存在一定的落差,因而造成粉尘飞溅并随排出的诱导空气扬起。

提升机运转时,带动机壳内的空气运动,特别是在提升热的物料时,由于热压作用,提升机上部机壳的粉尘浓度很高,粉尘就会从提升机外壳的缝隙向外冒出。

三、收尘的重要意义

环境问题是当今世界各国普遍关注的热点问题之一,搞好环境保护是关系到人民身体健康和工农业生产发展的一项重要工作。粉尘的危害在于它产生后又随周围气流向四周扩散,特别是大部分微细粉尘长期在空气中悬浮并随风飘扬,造成环境污染,引起公害。由于水泥工厂是造成粉尘污染较为严重的工业部门之一,所以搞好收尘工作对于保护环境、保障人民身体健康、更好地发展水泥生产,具有十分重要的意义。

在人体健康方面,粉尘的最大危害是进入人体肺部后能引起尘肺病(即硅肺)。尘肺病的发生与粉尘中游离二氧化硅含量及粉尘的分散度等有关,粉尘中游离二氧化硅含量越高,越易引起尘肺病。除此之外,水泥粉尘还能引起萎缩性鼻炎、慢性咽炎、弥漫性湿疹和皮肤感染等疾病。

在工业生产方面,粉尘落到机器中能加速机件的磨损,影响生产设备的使用寿命,降低设备运转率;粉尘落到电器设备里,有可能降低和破坏绝缘性,而引起事故;粉尘落到建筑物表面较多时,会使建筑物遭受腐蚀和破坏。

在农业生产方面,大量粉尘落在植物的叶面上,会堵塞其呼吸孔道,减弱光合作用,使植物正常生长受到影响。尤其是在开花时期,大量粉尘的影响可引起作物显著减产。

在经济方面,由于水泥厂的粉尘都具有一定的回收价值,如不回收就会造成经济上的损失。因此,收尘工作不仅是一个改善劳动条件和保护环境的问题,而且也是一个直接影响生产的经济问题。水泥厂每生产1t水泥,大约需要处理3t左右的物料。在一般情况下,飞灰量约占全厂处理物料量的6~12%。飞灰的直接损失如果再加上各种间接损失,其经济损失就十分惊人了。

我国十分重视环境保护工作,国务院及有关部委相继发布了一系列政策、法令和标准。表1-6是《中华人民共和国大气环境质量标准》(GB3095-82摘要)。表1-7是《工业企业设计卫生标准》(TJ36-79)中规定的居住区大气中有害物质的最高容许浓度,表1-8是同一标准中

规定的车间空气中有害物质的最高容许浓度。表1-9是《水泥工业污染物排放标准》(GB4915-85)中规定的水泥企业热力设备废气排放标准,表1-10是同一标准中规定的水泥企业通风设备废气排放标准。

四、收尘设备的分类和效率

(一)收尘设备的分类

能将气体中的粉尘分离出来的设备称为收尘设备,简称收尘器。按粉尘从气体中分离的原理,大致可分为以下几类:

中华人民共和国大气环境质量标准(摘要)(mg/ Nm³) 表1-6

污染物	取值时间	一级标准	二级标准	三级标准
总悬浮微粒 ^①	日平均 ^②	0.15	0.30	0.50
	任何一次 ^③	0.30	1.00	1.50
飘 尘 ^②	日平均	0.05	0.15	0.25
	任何一次	0.15	0.50	0.70
二氧化硫	年日平均 ^⑤	0.02	0.06	0.10
	日 平 均	0.05	0.15	0.25
	任何一次	0.15	0.50	0.70
氮氧化物	日平均	0.05	0.10	0.15
	任何一次	0.10	0.15	0.30
一氧化碳	日平均	4.00	4.0	6.00
	任何一次	10.00	10.00	20.00
光化学氧化剂(O ₃)	小时平均	0.12	0.16	0.20

注:①总悬浮微粒(T.S.P)系指100μm以下的微粒。

②飘尘系指10μm以下的微粒。

③日平均为任何一日的平均浓度不许超过的限值。

④任何一次为任何一次采样测定不许超过的浓度限值。

⑤年日平均为任何一年的日平均浓度均不许超过的限值。

说明:

一级标准为保护自然生态和人群健康,在长期接触情况下,不发生任何危害影响的空气质量要求。

二级标准为保护人群健康和城市乡村的动、植物在长期和短期接触情况下,不发生伤害的空气质量要求。

三级标准为保护人群不发生急、慢性中毒和城市一般动、植物(敏感者除外)正常生长的空气质量要求。

居住区大气中有害物质的最高容许浓度(mg/ Nm³) 表1-7

编 号	物质名称	最高允许浓度	
		一 次	日 平 均
1	一氧化碳	3.00	1.00
4	二氧化硫	0.50	0.15
21	氧化氮(换算成NO ₂)	0.15	
34	飘 尘	0.50	0.15

车间空气中有害物质的最高容许浓度(mg/ Nm³) 表1-8

序 号	物 质 名 称	最高允许浓度
1	含有10%以上游离二氧化硅的粉尘	2
2	含有10%以下游离二氧化硅的水泥粉尘	6
3	含有10%以下游离二氧化硅的煤尘	10

水泥企业热力设备废气排放标准

表1-9

设备名称	设备类别	区 ^① 域类别	烟 尘		新建设备烟囱最低高度	
			容许最大排放浓度 (mg/ Nm ³)	单位产品容许 最大排放量 (kg/t)	单机生产能力 (t 产品/日)	高度 (m)
各种型式 水泥回转窑	现 有	一	150	1.0	>1200	80
		二	400	2.0	800~1200	60
		三	600	3.0		
		四	800	5.0	400~800	45
各种新型 水泥烧成炉	新建、 改建、 扩建	二~四	150	1.0	<400	30
各种型式 水泥立窑	现 有	一	150	0.6	>240	30
		二	400	1.2	130~240	25
		三	600	1.8		
		四	800	3.0	60~130	20
	新建、 改建、 扩建	二~四	150	0.6	<60	15
各种型式 烘干机	现 有	一	150	1.1	>500	25
		二	250	1.8	200~500	20
		三	400	2.5		
		四	700	4.0		
各种型式 煤 磨	新建、 改建、 扩建	二~四	150	1.1	<200	15

①第一类区,是指国家规定的特殊要求的地区。

第二类区,是指海滨和内地重要城市的近郊区,县城的居民区和商业交通居民混合区。

第三类区,是指普通城市的远郊区、县城的近郊区和独立的工业区。

第四类区,是指污染程度轻的城镇和偏僻的农村。

水泥企业通风设备废气排放标准

表1-10

设备名称	设备类别	区 域 类 别	第一类生产性粉尘(游 离 SiO ₂ 含量小于10%)		第二类生产性粉尘(游 离 SiO ₂ 含量大于10%)		备 注
			容许最大 排放浓度 (mg/ Nm ³)	单位产品容许 最大排放量 (kg/t)	容许最大 排放浓度 (mg/ Nm ³)	单位产品容许 最大排放量 (kg/t)	
各类通风排尘的 收尘器如:生料磨、 水泥磨、包装机、熟 料冷却机、破碎机和 各扬尘点的收尘装 置。	现 有	一	100	0.07	50	0.04	新安装 设备排风 管口的高 度要高出 屋面3m。
		二	150	0.1	100	0.07	
		三	200	0.14	150	0.1	
		四	300	0.20	250	0.18	
	新建、 改建、 扩建	二~四	100	0.07	50	0.04	