

中等专业学校试用教材

建材机械与设备

下 册

张森林 主编



武汉工业大学出版社

中等专业学校教材

建材机械与设备

(下册)

张森林 主编

武汉工业大学出版社

• 武汉 •

01 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000

(鄂)新登字 13 号

内 容 简 介

本书共六篇,分上、下两册。上册内容有粉碎机械、物料的分离与混合设备;下册内容有热工设备、平板玻璃生产机械、硅酸盐制品生产机械、压力容器。本书着重介绍建材机械的基础理论和主要机械的类型、构造、工作原理、特点、使用维护、主要参数的确定,以及典型零部件的设计计算。

本书是中等专业学校建材机械专业教材,也可用于职业技术教育和高级技工培训,并可供有关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

建材机械与设备(下)/张森林主编. —武汉:武汉工业大学出版社,2000.7 重印
ISBN7-5629-1087-1

I. 建… I. 张… III. 建材机械—生产设备 IV. TU50

武汉工业大学出版社出版发行

华中农业大学印刷厂印刷

*

开本:787×1092 1/16 印张:19.5 字数:497千字

1991年7月第1版 2000年7月第6次印刷

印数:31001—33000

定价:16.20元

(如有印装质量问题,请向承印厂调换)

前 言

《建材机械与设备》是中等专业学校建材机械专业的重要专业课。通过本课程的教学,应使学生熟悉建材工业生产中主要机械设备的类型、构造、工作原理、特点、使用维护,以及主要参数的确定,并掌握主要设备典型零部件的受力分析和设计计算方法。

本教材的编写依据,是1988年7月中等专业学校建材机械专业教材会议制定的《建材机械与设备》编写大纲。在编写过程中,我们力求体现中专特色,加强应用,拓宽专业知识面。本书着重阐述基本概念和基本原理,在内容上,既考虑建材机械的现状,又考虑今后的发展方向,适当增加了有关新设备、新结构、新技术等内容,以适应建材工业现代化的需要。全书共有6篇29章,分上、下两册。上册有绪论、粉碎机械、物料的分离与混合设备,共2篇;下册有热工设备、平板玻璃生产机械、硅酸盐制品生产机械、压力容器,共4篇。

本书上、下册分别由福建建材工业学校张祥珍、北京市建材工业学校张森林主编。编写分工为:张祥珍编写绪论、第1~8章、第11~14章、第21~24章;北京市建材工业学校王春祜编写第9~10章;张森林编写第16章、第17章第1.3节、第18~20章、第25~28章;宗志简编写第29章;天津建材工业学校杨素芳编写第15章、第17章第2节。

本书稿经《建材机械与设备》教材审稿会审查。由沈阳建工学院副教授司徒镇威、副教授刘国玉主审,参加审稿的还有天津水泥设计研究院教授级高级工程师熊会思、天津水泥厂高级工程师张匀之、武汉工业大学出版社副编审韩瑞根。审稿的同志们提出了许多宝贵意见并提供了大量资料,在此表示衷心感谢。

由于我们的水平有限,加之时间仓促,书中不当之处,恳请读者批评指正。

编者

1990.4

第三篇 热工设备

第十六章 概论	(1)
第十七章 干燥设备	(6)
第一节 转筒烘干机	(6)
第二节 喷雾干燥器	(11)
第三节 其它干燥设备简介	(24)
第十八章 回转窑	(30)
第一节 回转窑厂水泥生产方法	(30)
第二节 预热装置	(35)
第三节 回转窑的结构	(44)
第四节 主要零件的强度计算	(63)
第五节 主要参数的确定	(82)
第六节 使用维护和常见故障排除	(87)
第十九章 冷却设备	(95)
第一节 概述	(95)
第二节 篦式冷却机	(96)
第二十章 立窑	(102)
第一节 概述	(102)
第二节 成球盘	(106)
第三节 机械立窑的结构	(113)
第四节 机械化立窑的设计计算	(126)

第四篇 平板玻璃生产机械

第二十一章 概论	(136)
第一节 平板玻璃的品种与生产	(136)
第二节 成型原理及生产方法	(138)
第二十二章 垂直引上机	(146)
第一节 成型工艺对设备的要求	(146)
第二节 用途、规格与类型	(146)
第三节 构造与主要零部件	(150)
第四节 主要结构设计	(156)
第五节 传动系统	(162)
第六节 主要参数的确定	(164)
第二十三章 掰切机械	(169)
第一节 切割机械	(169)
第二节 掰板机械	(174)

第三节 掰切机组简介 (179)
 第二十四章 浮法生产机组 (181)
 第一节 概述 (181)
 第二节 浮法生产机组 (182)

第五篇 硅酸盐制品生产机械

第二十五章 挤出成型机械 (187)
 第一节 概述 (187)
 第二节 挤砖机 (195)
 第二十六章 压制成型机械 (213)
 第一节 概述 (213)
 第二节 摩擦压砖机 (220)
 第三节 盘转式压砖机 (223)
 第四节 杠杆式压砖机 (231)
 第二十七章 振动成型机械 (235)
 第一节 概述 (235)
 第二节 振动成型机械 (240)
 第二十八章 加气混凝土切割设备 (258)
 第一节 概述 (258)
 第二节 切割机 (261)

第六篇 压力容器

第二十九章 中低压压力容器 (275)
 第一节 压力容器的分类与应用 (275)
 第二节 中低压压力容器 (277)
 第三节 压力容器的安全技术 (294)

第三篇 热工设备

水泥、玻璃、陶瓷、硅酸盐制品等建材产品,生产的工艺各不相同,但它们有一个共同的特点,即这些产品的成品或半成品,必须经过某一热工设备,通过不同形式的热交换,使其发生一系列的物理、化学变化。如果窑炉的设计不合理或操作上有缺陷,必然会影响产品的产量、质量,或增加原料和燃料的消耗,严重时还会产生废品。因此,人们常常把窑炉形象地比作这类工厂的心脏。

本篇主要研究水泥厂的热工设备,对其它建材厂的窑炉设备只作简要介绍。

第十六章 概 论

水泥是一种磨细材料,当它加入适量水后,成为塑性浆体,这种浆体既能在空气中硬化,又能在水中硬化,并能把砂、石等材料牢固地胶结在一起,它是一种水硬性胶凝材料。

水泥的种类很多,按性质和用途的不同,通常可分为一般用途水泥(如普通硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥等)和特种用途水泥(如快硬高强水泥、水工水泥、膨胀水泥、油井水泥等)。按组成成分不同,通常可分为硅酸盐水泥、铝酸盐水泥、硫铝酸盐水泥等。

在水泥生产过程中,原材料的烘干、熟料的煅烧和冷却等过程,是在热工设备中进行的,在这类设备中,物料与热气流之间进行热交换,使物料发生一系列物理和化学变化,从而制得水泥熟料。

水泥工业是一个耗能大户,其中热耗的 80% 以上消耗在煅烧设备上,因此合理设计与使用热工设备已越来越引起人们的重视。可以说:能源将决定水泥这样一类耗能大的工业的发展方向。

学习热工设备,首先必须了解传热的一些基本知识和干燥的有关知识,并依据这些基本知识及设备本身的要求,合理设计、使用、维护这类设备,使之有较高的热效率、较低的热耗、较好的性能和较长的使用寿命。

一、传热的基本方式

传热,即热的传递。凡有温度差的地方,必然有热的传递。根据传热机理的不同,热的传递有三种基本方式:导热、对流和辐射。在一台具体的热工设备中,往往有几种传热方式同时起作用,这就构成综合传热。

(一) 导热

导热,又称热传导,是指直接接触的物体各部分进行热交换的现象。它包括两种情况:

1. 同一物体内部,热量由高温部分向低温部分传导;
 2. 在相互接触的两物体间,热量由高温物体向低温物体传导。
- 通过热传导,使直接接触的整个物体各部分温度相等。

(二)对流传热

从传热角度看,采用导热的方式,无论在传递热量的数量上还是距离上都受到一定的限制。在工业生产中经常通过流体的流动来达到转移热量的目的,这种由流体质点发生相对位移而引起的热传递,称为对流传热。

在流体中之所以能产生对流传热,是因为:

1. 流体中各处温度不同,则会引起密度的不同,造成轻者上浮、重者下沉。这种对流,人们称之为自然对流。
2. 在流体系统中,由于泵、风机或搅拌力的作用,使流体质点产生运动。这种对流,人们称之为强制对流。

对流传热与导热不同之处在于:

1. 导热可发生在固体、液体和气体中,而对流传热可发生在液体中和气体中;也可以发生在流体与固体(或固体粒子)之间。
2. 对流传热与流体的流动状态密切相关。
3. 对流传热时,必然伴随流体质点间的热传导。

(三)辐射传热

辐射传热是一种由电磁波传递能量的现象。高低温物体彼此间都能将热能以电磁波的形式向对方发射出去,同时也吸收对方的能量。最后的结果是高温物体辐射传热给低温物体。这种传热不需要任何介质。热辐射不仅产生能量的转移,而且伴随能量形式的转换。即在放热处,热能转变为辐射能,以电磁波的形式向空间传递;当遇到另一个能够吸收辐射能的物体时,即被其部分地或全部地吸收而转变为热能。辐射传热的特点是:

1. 不需要任何介质;
2. 只要在绝对零度以上,任何物体都能发射辐射能;
3. 辐射能投射到某一物体上时,其中一部分能量被吸收,另一部分能量被反射,还有一部分能量透过物体;
4. 只有物体的温度差别较大时,辐射传热才能成为主要的传热方式。

二、典型设备传热过程简介

(一)流化床

假设在流化床内,床面上的固体颗粒在由下向上热气流的作用下,进行如下热交换:

1. 流体与固体颗粒间,在流体流动的过程中,使固体颗粒呈流态化,热量由流体传给颗粒,发生对流传热与辐射传热。
2. 床层内的颗粒内部发生热传导。
3. 床层与固体壁面间,发生对流传热与热辐射。
4. 流化床外壁面相接触的外界空气,温度升高,重量较轻,于是沿壁面上升,而在已上升的气体位置,将由附近的气体来填充,因此气体将不断地流经壁面,热量被气体带走,形成对流传热,此外,还有辐射传热。

由此可见,这是一种综合传热的过程。

为了减少热量的散失,在壁面内可镶砌隔热保温材料;为了提高传热效率,颗粒的粒径应较小,使气体与颗粒有较大的接触面积。

(二)烘干机

烘干机是完成干燥作业的热工设备(图 17-1)。烘干机内物料与气流间的传热过程包括:热气体将热传给湿物料,物料受热后,表面水分汽化,水蒸气扩散到干燥介质中,物料内部水分向表面移动并被汽化,重复上述过程。在转筒烘干机中,进行如下热交换:

1. 热气流以对流和辐射的形式将热传给物料表面;
2. 物料表面以传导方式将热传至内部;
3. 气体以辐射和对流的方式将热传给筒体和物料,筒体内以辐射和传导的方式将热传给物料,筒体外再以辐射与对流的方式将热传给外界空气。

由此可见,这也是一种综合传热的过程。为了增加物料与热气体的接触面积,在烘干机内置有扬料板等热交换装置。

(三)回转窑

回转窑是煅烧水泥原料的热工设备。在回转窑内,燃料燃烧产生的热气体与迎面运动的物料和窑本身,进行如下热交换:

1. 气体以辐射和对流的方式将热传给物料层的上表面;
2. 气体以辐射和对流的方式将热传给窑衬表面;
3. 窑衬以辐射的方式将热传给物料层的上表面,以传导的方式将热传给物料层的下表面以及钢圆筒;
4. 钢圆筒外表面以辐射与对流的方式将热传给外界空气。

由此可见,这同样是一种综合传热的过程。为了减少热量损失,在筒体内壁镶砌耐火砖;为了减少高温对金属材料的影响,防止出现蠕变现象,在选材上,可选用锅炉钢板。

为了降低热工设备的热耗,提高热效率,目前常采用下述途径:

1. 采用先进的节能装置;
2. 使燃料充分燃烧,部分利用可燃性废料;
3. 研制先进的设备,充分利用废热、余热;
4. 研制性能好的隔热保温材料,尽可能减少热损失;
5. 采用一些外加剂,改善物料性能;
6. 制定合理的热工制度。

三、物料的干燥

从湿物料(或制品)中除去其所含水分的过程称为干燥。干燥的目的是为了便于运输、贮存、工艺需要(如化学反应、气力混合、气力输送,……)和适应使用的要求。

从前述烘干机内物料与气流间的传热过程可知,干燥包括下述三个过程:

1. 水获得热量汽化蒸发,由液态变为气态,这属于传热过程。
2. 水蒸气通过物料表面边界层向介质扩散,这属于外扩散过程。
3. 水分由物料内部移至表面,这属于内部扩散过程。

欲使干燥过程连续进行,必须使湿物料(制品)获得热量,且物料表面的水蒸气分压大于周

围介质的水蒸气分压。

根据传热给物料的方式不同,干燥方法有下述几种:

1. 对流干燥:利用热空气或烟气与物料的对流传热,使水分蒸发而干燥。
2. 辐射干燥:利用炽热的金属或耐火材料表面向物料辐射传热,使水分蒸发而干燥。
3. 工频电干燥:利用工频电流通过物料(或坯体)时产生的热能,使物料(坯体)干燥。
4. 高频电干燥:利用高频电场的作用,使物料内的分子、电子及离子发生振动,摩擦发热,使坯体干燥。
5. 微波干燥:利用微波对物料的辐射作用,使物料干燥。

四、热养护

在混凝土及建筑制品生产中,为使水泥得到足够水分硬化而采取的保湿措施称为养护。养护对于充分发挥水泥强度,避免制品开裂有重要作用。

利用自然气温进行的养护称为自然养护。此时制品坯体需加以覆盖并浇水,以防水分急剧蒸发。由于自然养护时间长,生产率低,为使制品在保证质量的前提下加速坯体硬化过程,目前国内外常采取下述几种措施:

1. 热养护法:包括湿热养护法、干热养护法、无外界热源的内热养护法等。
2. 化学法:采用快硬早强水泥、掺入各种外加剂等。
3. 机械作用法:采用离心、辗压与真空脱水等。
4. 复合加速硬化法:采用化学、热养护与机械作用相组合的方法。

热养护法是加速坯体硬化的主要方法。在热养护过程中,新成型的混凝土混合物在湿热介质的作用下,由于介质温度、湿度与压力的改变,引起一系列物理、物理化学与物理-力学的变化,从而加速混凝土混合物内部结构的形成速度,使制品获得早强与快硬的性质。

热养护的热源包括饱和蒸汽介质、蒸汽-空气混合物介质、热烟气、热空气、热油以及电热等。根据介质的工作压力来分,有常压下的介质热养护(简称蒸养)、高压下的介质热养护(简称压蒸或蒸压)以及在真空条件下养护。常压蒸汽养护在养护室(窑)内进行,高压蒸汽养护通常在蒸压釜中进行。热养护的过程分为升温、恒温、降温三个阶段。恒温是使制品硬化的主要阶段,必须延续适当的时间,升温降温必须控制一定的速率,以避免制品中产生较大的温度应力而发生裂纹。

为了使坯体在正式养护前具有一定的强度(初始强度),以承受养护时的较大的温、湿度梯度所产生的应力,缩短养护时间,常将坯体先在一定温度和湿度的环境中经过一段时间的预养。预养包括自然预养(俗称静停,在露天或室内自然条件下进行)、湿热预养(在 60°C 以下蒸汽中养护)和干热预养(坯体温度一般不超过 60°C)几种。

五、热工设备的类型

热工设备的类型较多,分类方法也有多种。现将建材厂常见的热工设备情况列于表 16-1。具体情况见本篇参考书目 1~4。

建材厂热工设备概况

表 16-1

类 型	举 例
热养护设备	间歇作业：坑式养护池、热台座、离心制品模具、隧道式养护室、水平热模、成组立模、蒸压釜、电热立模、红外线与太阳能热养护设备等。 连续作业：多层水平隧道窑、蒸养立窑、折线型隧道窑、升降式隧道窑、双层水平隧道窑、震动压轧机床、环形热养护窑等。
干燥设备	间歇作业：室式(厢式)干燥器。 连续作业：隧道式干燥器、辊式干燥器、链式干燥器、推板式干燥器、转盘式干燥器、喷雾干燥器。
煅烧设备	水泥厂：立窑、回转窑。 砖瓦厂：土窑、轮窑、隧道窑。 陶瓷厂：隧道窑、倒焰窑、梭式窑、钟罩窑。
冷却设备	单筒冷却机、篦式冷却机等。

思 考 题

1. 传热的基本方式有几种？各有什么特点？
2. 举出认识实习中所观察到的热工设备名称，分析其作用、机理、结构特点、传热方式及节能措施。
3. 举出认识实习中所观察到的热工设备的隔热保温措施，采用何种隔热保温材料？如何镶砌、敷设？
4. 举出认识实习中所观察到的设备通水、通风、冷却措施。

第十七章 干燥设备

用于对物料进行干燥的设备称为干燥设备。

干燥设备的种类较多。根据操作压力可分为常压式和减压式;根据干燥介质可分为空气、烟道气或其它干燥介质;根据操作方法可分为间歇式和连续式。建材工业中常用的有转筒烘干机、隧道式烘干机、流态化烘干机以及喷雾干燥器等。

第一节 转筒烘干机

转筒烘干机是回转筒式干燥设备。其结构是倾斜放置的回转金属圆筒,筒内装有不同形式的热交换装置。

一、分类

1. 按传热方式的不同分

(1)直接传热 气体与物料在筒内直接接触。这是一种常用的类型。在该设备中,按照物料与气流的运行方向可分为逆流式和顺流式两种。逆流式烘干机,基本被烘干的物料与最热的气体相接触,干燥速度快,热效率较高,且气体与物料接触充分,灰尘较少。但这种烘干机易引起物料的过热:烘干石灰石时可能会造成碳酸钙的部分分解,烘干粘土时可能引起高岭土失去化学结合水,烘干矿渣时可能失去水硬性,因此它不适宜烘干有温度限制的物料,只适用于烘干对热敏感性较低的物料和初水分含量较低且要求终水分含量也很低的物料。顺流式烘干机,湿物料首先与热气体接触,故开始干燥速度较快,以后逐渐减慢,它适用于烘干吸湿性很小和对热比较敏感的物料,如煤、活性混合料等。

(2)间接传热 气体与物料不直接接触。此类烘干机又称双筒式转筒烘干机。热气体由内筒通过,物料在两筒体间的环形空间内通过。这种烘干机的外筒内壁和内筒外壁均焊有扬料装置以增加物料的受热机会。它适用于烘干不能与高温气体接触或不能受煤灰污染以及易于扬尘的物料。

(3)复式传热 气体与物料的接触兼有直接传热与间接传热两种情况。此类烘干机也是一种双筒式转筒烘干机,物料亦在两筒体间的环形空间内通过。与间接传热式不同之处是热气流先在内筒内通过,间接传热给物料,然后再由内筒到达环形空间与物料直接接触。这种烘干机过去常用于烘干烟煤。

2. 按结构型式不同分

(1)单筒式;

(2)双筒式。

目前常用的是直接传热单筒转筒烘干机。

二、结构

转筒烘干机装置简图如图 17-1 所示。由于其传动装置、支承装置以及密封装置的结构原

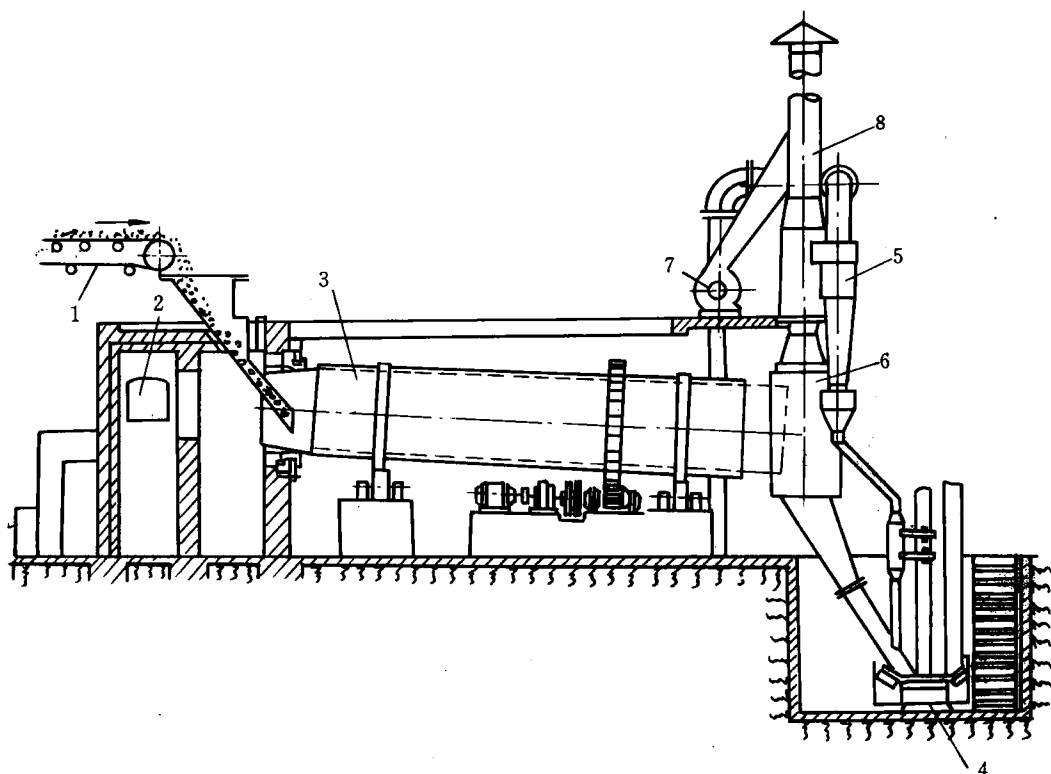


图 17-1 转筒烘干机装置简图

- 1—湿物料皮带机；2—燃烧室；3—转筒烘干机；4—干物料皮带机；5—旋风收尘器；
6—罩子；7—排风机；8—烟囱

理与回转窑基本相同，故本书只介绍不同之处。

(一)筒体

筒体由钢板卷焊而成。由于筒体长期与物料和热气体接触，要求有足够的强度、刚度、耐磨性和抗腐蚀性。一般用 10~20mm 厚的 A3 钢板或锅炉钢板卷焊而成。

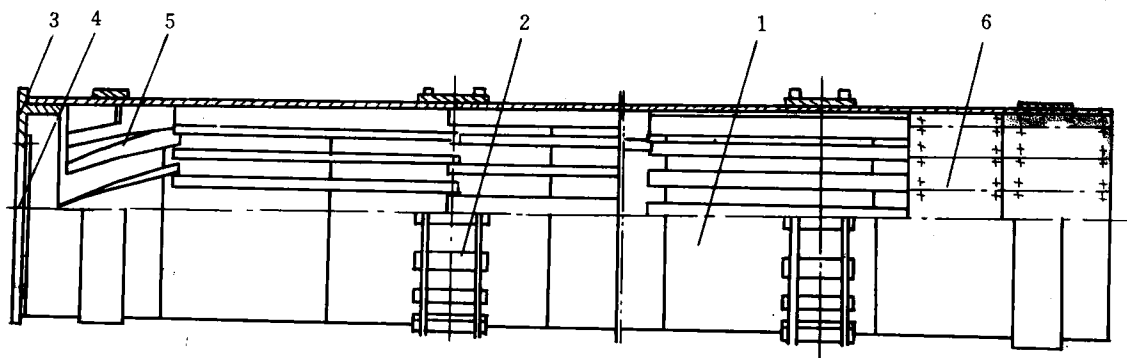


图 17-2 烘干机筒体结构简图

- 1—筒体；2—轮带垫板；3—挡料圈；4—挡料板；5—进料螺旋；6—衬板

在筒体的热端,为保护筒体,可装设耐热护口板。在进料端,为防止倒料,装有挡料圈和进料螺旋。在筒体的其它部位装有扬料板。为防止物料过早磨损筒体,筒内还可装设耐磨衬板。筒体结构简图如图 17-2 所示。

(二)扬料板和其它热交换装置

为改善物料在筒体内的运动状态和分布状态,增大物料与热气流的接触,提高热交换能力和烘干机的热效率,在筒体内壁装设扬料板或其它热交换装置,如图 17-3 所示。

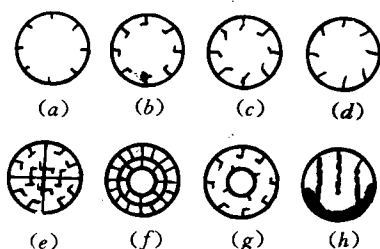


图 17-3 扬料板与其它热交换装置

- (a)径向形扬料板;(b)直角形扬料板;
(c)钝角形扬料板;(d)曲线形扬料板;
(e)扇形热交换装置;(f)蜂窝式热交换装置;
(g)双筒式热交换装置;(h)链条

扬料板的作用是将物料带到一定的高度,连续撒下,使物料在整个断面形成分散的料幕,与热气流进行热交换。常见的形式有径向形、直角形、钝角形、曲线形〔图 17-3(a)~(d)〕。径向形一般适用于烘干粘附性大的物料,直角形、钝角形、曲线形适用于烘干粘附性小的物料。最常见的是钝角形,这种形式制造简便,使用中扬料板拐角处以及扬料板与筒体相接触处粘料较少,洒料时处于筒体下半部的扬料板非径向边的背部还可起到二次抛料的作用,从而提高了撒料的密度。扬料板在筒体内的布置应注意以下几点:沿筒体圆周方向布置不宜

过密,以防大块物料被卡住;沿筒体长度方向相邻两列扬料板相互错开,以增大物料与气流接触机会;每两段扬料板衔接处应有少量交叉重叠,以防形成周向缝隙,物料直接冲刷筒体。扬料板与筒体的连接可采用焊接、铆接或螺栓连结。

扬料的效果与扬料板的尺寸有关。扬料板的高度一般为筒体直径的 $1/8 \sim 1/12$ 。钝角形扬料板径向边长度 a 与非径向边边长 b 的比值 $K(K=a/b)$ 应随烘干机的转速、物料填充率、含水率的变化作适当调整。在径向边边长 a 不变的情况下,筒体转速提高,为使物料在提升区域也能撒料,则应缩短非径向边;当物料填充率较小时,为防撒料偏远,亦应缩短非径向边;对粘性物料,当含水率较高时,为防止由于粘着力使颗粒物料不宜下滑,同样应缩短非径向边。

扇形热交换装置〔图 17-3(e)〕是在筒体断面上分布若干个十字板扬料装置,使物料在筒体断面上分布更均匀,热交换面积增大,热效率提高,并大大减少气流带走的粉尘。蜂窝式热交换装置〔图 17-3(f)〕是由三个大小不同的同心圆筒组成。圆筒与圆筒间用辐射状的隔板连接起来,物料先喂入大筒,被隔板带起,到一定高度后沿隔板径向滑下,部分物料通过中间圆筒上的孔进入中间圆筒,同样,部分物料被送入小圆筒内。这种装置物料的填充率、热效率和生产能力均较高,气流带走的粉尘也较少,但构造复杂,检修较困难。在有的烘干机内部还部分装有链条〔图 17-3(h)〕,它可破碎强度不大的块状物料,提高烘干速度,并有效地解决筒体内壁物料粘附的问题。这种装置方法简单,效果好,但同样存在扬尘问题。

(三)轮带、大齿圈在筒体上的位置

烘干机筒体由两组托轮装置支承,在进行筒体强度验算时,当忽略大齿圈重量时,可将筒体视为受均布载荷的简支梁。支点位置的布置应考虑到使筒体所承受的弯曲应力为最小。显然,支点不能放在筒体的两端,否则无法安排端部密封,筒体的跨中弯矩也较大。通过力学计算,当支点放在两端时,跨中弯矩值为 $qL^2/8$,而当支点对称放在相距 $0.586L$ 的位置时,其最大弯矩仅为 $qL^2/47$,是前者的 $1/6$ 。因此在初步设计时,常将两支承对称布置,并将它们放在相

距 $0.586L$ 左右的位置,然后再根据结构需要及强度计算,进行适当调整。

大齿圈在筒体上的位置,视烘干机的工艺布置形式而异。当采用顺流式时,可放在低端轮带的上方位置;当采用逆流式时,可放在高端轮带的下方位置。大齿圈与相邻轮带的距离应较近,该档支承应带挡轮装置,这样,可使传动装置与托轮装置的联合基础不致太大,同时,对大小齿轮的啮合也有利。

三、转筒烘干机功率的确定

转筒烘干机的功率

$$N = KD^3L\rho n \tag{17-1}$$

式中 N ——转筒烘干机的要求功率(kW); D ——转筒烘干机的直径(m); L ——转筒烘干机的长度(m); ρ ——烘干机内物料平均容重(kN/m³); n ——烘干机转速(r/min),一般为 $2\sim 8$ r/min,快速烘干机的转速可超过 8 r/min; K ——系数,随烘干机的型式和烘干机的负荷率而异,如表 17-1 所示。

系数 K 值 表 17-1

烘干机型式	烘干机的负荷率			
	0.10	0.15	0.20	0.25
单筒式	0.0049	0.0069	0.0082	0.0092
扁形式	0.0016	0.0023	0.0026	0.0029
蜂窝式	0.0008	0.0010	0.0013	0.00143

烘干机的功率亦可按下式计算

$$N = KD^{2.5}L \tag{17-2}$$

式中 K ——系数,取 $K=0.184\sim 0.19$;其它符号意义见式(17-1)。

四、转筒烘干机的使用与维护

转筒烘干机的常见故障、原因及排除可参照回转窑部分。

在顺流式烘干机中,筒体的一端插入燃烧室的混合室内,筒体及下料管直接与热气体接触,易被烧坏,目前常采用以下几个措施:1. 在下料管的外部增设套管,过水冷却;2. 为便于更换烧坏的筒体,可将热端筒体设计成可拆结构。当需要更换端部筒体时,可先拆除毗邻的第二节短筒体,从而顺利地退出需更换的第一节筒体,并按要求重新装配;3. 筒体热端采用耐热铸铁护口圈,长度约 $1.2\sim 1.5$ m,其内镶砌耐火砖,以延长该部寿命。

例 17-1 设转筒烘干机长为 L ,均布载荷为 q ,试计算烘干机在下述两种情况下的支反力和跨中弯矩,并进行比较。

- 1. 支点在两端;
- 2. 支点对称布置,跨距为 $l=0.586L$ 。

解 如图 17-4 所示,当支点在两端时

$$R_A = R_B = \frac{1}{2}qL$$
$$M_o = R_A \cdot \frac{L}{2} - \frac{1}{2}qL \cdot \frac{L}{4} = \frac{1}{4}qL^2 - \frac{1}{8}qL^2 = 0.125qL^2$$

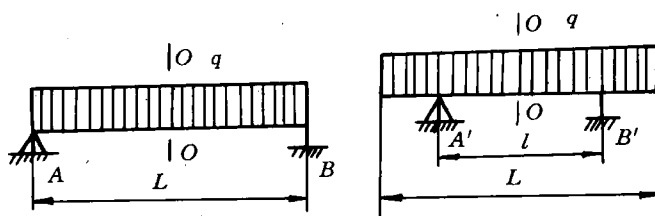


图 17-4 支点布置情况

当支点对称布置,跨距为 $0.586L$ 时

$$R_A' = R_B' = \frac{1}{2}qL$$

$$M_O' = R_A' \cdot \frac{1}{2} \cdot 0.586L - \frac{1}{2}qL \cdot \frac{L}{4} = 0.0215qL^2$$

由此

$$R_A = R_B = R_A' = R_B'$$

$$\frac{M_O}{M_O'} = \frac{0.125qL^2}{0.0215qL^2} = 5.81$$

例 17-2 试计算 $\phi 2.4 \times 18\text{m}$ 转筒烘干机的电机功率,已知烘干机转速为 4r/min ,矿渣的平均容重为 $\rho = 7.5\text{kN/m}^3$,负荷率为 0.10 。

解 由式(17-1)及表 17-1

$$N = KD^3L\rho n = 0.0049 \times 2.4^3 \times 18 \times 7.5 \times 4 = 36.6 \quad (\text{kW})$$

由式(17-2)

$$N = KD^{2.5}L = 0.19 \times 2.4^{2.5} \times 18 = 30.5 \quad (\text{kW})$$

由此可见,用不同公式计算,结果是不相同的。式(17-1)不仅考虑到规格与功率的关系,而且还注意到物料的平均容重、筒体转速、负荷率等的影响。因此在选用公式时,应注意以下几点:(1)了解公式的来源及适用范围;(2)选用合适的参数,例如式(17-1)中 ρ_{MG} ,对含水分 30% 和 10% 的高炉矿渣,容重分别为 6.5kN/m^3 和 6kN/m^3 ,干的碱性粒状高炉矿渣,容重为 $4 \sim 10\text{kN/m}^3$ 。因此应结合生产实际并考虑适应能力选用合适参数;(3)参考目前正在使用的同规格或相近规格设备的情况,在进行分析比较后最后确定。

转筒烘干机的技术性能见表 17-2。

回转烘干机的技术性能

表 17-2

规 格	$\phi 1.5 \times 12$	$\phi 2.2 \times 12$	$\phi 2.4 \times 18$	$\phi 3 \times 20$	
筒体直径 (m)	1.5	2.2	2.4	3	
筒体长度 (m)	12	12	18	20	
斜 度 %	5	5	3	3	
转 速 (r/min)	5	4.7	4	3.5	
流 向	顺	顺	顺	顺	逆
产 量 (t/h)	3.3~4.9	4~8	10~12.5	20	30
电动机	型号	JO2-62-6	JO2-71-6	JO3-255S-6	
	功率	13	17	37	
				55	

续表 17-2

规格		$\phi 1.5 \times 12$	$\phi 2.2 \times 12$	$\phi 2.4 \times 18$	$\phi 3 \times 20$
减速机	型号	ZL-65-14-1	JZQ650-N-1F	ZL85-13-1	ZL100-16-1
	速比	31.5	31.5	27.16	41.52
矿渣初水分 %		20~35	20~30	20~25	25
矿渣终水分 %		1	1	1	1
进口热风温度(℃)		700~800	700	800	800
出口废气温度(℃)		100~200	100~200	150	120~140

第二节 喷雾干燥器

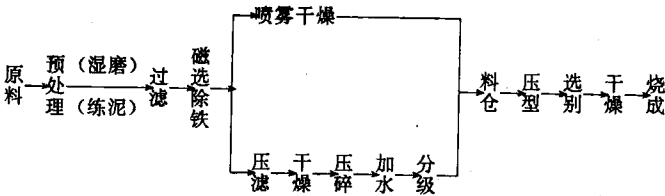
一、概述

喷雾干燥技术发展至今已有一百多年的历史。在 19 世纪后期已应用于工业生产中。最初应用于食品和医药工业,50 年代中期开始应用于陶瓷工业,目前在水泥工业中亦有应用。喷雾干燥在陶瓷工业中的应用,使陶瓷生产(如:釉面砖、地砖、外墙砖等生产)的自动化向前迈进了一大步,具有十分重大的意义。目前,先进的陶瓷厂在制备压制成型的粉料时,绝大多数都采用了喷雾干燥法。

表 17-3 列举了陶瓷生产中比较典型的工艺过程,原料经过掺水搅拌、球磨、筛分和混合之后,进入干燥、压型和烧成。在传统的湿法制备工艺中,压型干粉的生产要求压滤、干燥、粉碎、二次加水和分级,而现代采用喷雾干燥工艺则缩减五个阶段为一个阶段。

传统湿法工艺与喷雾干燥工艺的实例比较表

表 17-3



(一)喷雾干燥工艺简介

喷雾干燥工艺的实质是将泥浆经一定的雾化装置,使之分散成雾状的细滴,然后在干燥塔内完成换热过程,使雾状细滴中的水分蒸发,从而得到所要求的干燥粉料的工艺过程。这是一个脱水工艺过程,它将喷雾与干燥两者密切结合,而成为单独的一道工序。喷雾是干燥的先行步骤和必要条件,两个方面同时决定着过程的本质,直接影响产品质量的好坏。其工艺流程如图 17-5 所示。

泥浆由原料车间送来贮存在泥浆池 1 中,泥浆泵 2 将泥浆池中的泥浆送到干燥塔 3 的塔顶,经泥浆筛筛去杂物后进入贮浆槽 4 中。为了使槽中的泥浆保持恒定的液面,要使贮浆槽处于溢流状态,溢流的泥浆流回贮浆池,槽中有搅拌装置以免沉淀。泥浆从槽底流出,经泥浆计量器进入离心盘式雾化器 5,在塔顶部的中心被雾化,与从离心盘雾化器周围的分风器进入的热风相遇,立即迅速蒸发水分。雾滴与热风同时从塔顶向下沉降,在沉降过程中继续干燥,接近塔