

★★★ 中等职业教育通用教材

zhongdengzhiyejiaoyu

水泥工业热工设备及测量仪表

SHUINIGONGYE REGONGSHEBEI JI CELIANGYIBIAO

主编 宋金功

兰州大学出版社

主 编 宋金功

参编人员（按姓氏音序排序）

刘国强 刘静碧

兰州大学出版社

SHUINIGONGYE REGONGSHEBEI JI CELIANGYIBIAO

水泥工业

热工设备及测量仪表

zhongdengzhiyejiaoyu



图书在版编目(CIP)数据

水泥工业热工设备及测量仪表/宋金功主编. —兰州:兰州大学出版社,2010.8
中等职业教育通用教材
ISBN 978-7-311-03598-3

I. ①水… II. ①宋… III. ①水泥—热工操作—机械
设备—专业学校—教材②水泥—热工测量—专业学校—
教材③水泥—热工仪表—专业学校—教材 IV. ①TQ172.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 174000 号

策划编辑 张国梁

责任编辑 刘琦

封面设计 张友乾

书 名	水泥工业热工设备及测量仪表
作 者	宋金功 主编
出版发行	兰州大学出版社 (地址:兰州市天水南路 222 号 730000)
电 话	0931-8912613(总编办公室) 0931-8617156(营销中心) 0931-8914298(读者服务部)
网 址	http://www.onbook.com.cn
电子信箱	press@onbook.com.cn
印 刷	兰州残联福利印刷厂
开 本	787×1092 1/16
印 张	13.75
字 数	315 千
版 次	2010 年 9 月第 1 版
印 次	2010 年 9 月第 1 次印刷
书 号	ISBN 978-7-311-03598-3
定 价	25.00 元

(图书若有破损、缺页、掉页可随时与本社联系)

前 言

水泥是国民经济建设不可缺少的基础性材料。2003年中国水泥总产量为8.63亿t,其中新型干法水泥约为2亿t,占水泥总产量的23%。到2008年,中国水泥总产量约为13.88亿t,其中新型干法水泥8.58亿t,占水泥总产量的61%,立窑等落后工艺生产能力淘汰的速度明显加快。由此可见,水泥产业正处于快速发展时期,特别是新型干法水泥的发展更是如此。随着中国工业化、城镇化和社会主义新农村建设的加快,水泥消费将保持一定的增长。

国家发改委在“十一五”规划中设定了对水泥行业的调整目标:到2010年,中国水泥产量12.5亿t,累计淘汰落后水泥生产能力2.5亿t,新型干法水泥的比重从2005年的40%提升到70%以上。国家将加大对水泥工业发展循环经济的政策支持,完善现行资源综合利用政策中有关水泥企业固废达标享受税收优惠规定。在促进水泥工业健康发展方面,要以节约能源资源、保护生态环境和提高产品质量档次为重点,促进水泥工业结构调整和产业升级。在有条件的地区发展5000t/d及以上的新型干法水泥,逐步淘汰立窑等落后生产能力。

水泥生产过程中,生料要经过高温煅烧才能成为熟料。各种原料、燃料要经过一定的干燥处理。人们通常将这些在生产中有传热过程发生的煅烧设备和干燥设备称为热工设备,如水泥回转窑、熟料冷却机、立窑以及各种烘干机等。

水泥窑可分为回转窑和立窑两大类。传统的回转窑又分为湿法回转窑、干法回转窑和立波尔窑。随着科学技术的发展,原料预均化技术、生料均化技术、新型粉磨技术及装备、自动化控制技术在水泥生产工艺中被广泛应用,以悬浮预热和窑外分解技术为核心的新型干法水泥回转窑系统逐步取代了传统的干法回转窑、湿法回转窑以及立波尔窑。单机能力大型化、生产与管理信息化、水泥生产生态化(节能利废)已成为水泥窑的发展方向。

立窑尽管不属于先进的窑型,但基于我国的基本国情,目前仍大量存在,尤其在交通不便、经济落后的边远地区,机立窑仍具有很强的生命力。

热工测试是判定水泥窑炉热工过程是否合理的有效手段,也是优化生产操作的有效方

法之一。它利用热工仪器、仪表,并综合运用现代测量技术对水泥窑炉及其水泥生产工艺过程进行定期或连续监测。通过监测得到的参数,对水泥窑炉工作状态进行分析、判定,对生产过程进行经济控制,并有效地研究分析操作参数和总结操作经验,同时为有效地控制环境污染、减少水泥工业粉尘公害、改造收尘设备提供可靠依据。随着水泥工业现代化发展的需要,通过对热工过程和生产工艺过程的监测、调节与执行机构配合,并结合计算机使用,为实现水泥工业大规模生产自动化奠定良好的基础。

热工测量仪表和热工测试在水泥工业中占有重要的地位,对从事水泥工业生产的技术人员和岗位技术工人来说,学习和掌握水泥工业常用热工仪表和热工测量的一些必要的基础知识,无疑是十分必要的。

《水泥工业热工设备与测量仪表》适用于中等专业学校硅酸盐工艺及工业控制专业的水泥技能专业课教学。它既介绍了新型干法水泥回转窑系统,又保留了传统的回转窑相关知识,以便学生掌握水泥工业热工设备的基本结构、工作原理、操作要点,熟悉热工测量仪表和测量的基本方法。本教材在内容选择和编写上更加注重水泥厂实际生产情况,更加贴近国家产业结构调整实际,对现在广泛采用的新型干法水泥窑,特别对窑外分解窑作了详细的阐述,对熟料冷却机和煤粉燃烧器也作了较重点介绍,对立窑只作了简单介绍,由各学校根据实际需要取舍。

本教材由甘肃省建筑材料工业学校宋金功主编。全书编写情况如下:前言、第三章、第四章、附录由甘肃省建材工业学校高级讲师宋金功编写;第一章、第二章由甘肃省建材工业学校高级讲师刘静碧编写;第五章、第六章由甘肃省建材工业学校讲师刘国强编写。

本教材总学时为 80 学时,使用本教材的授课时数如下,仅供参考。

第一章	回转窑	16 学时
第二章	熟料冷却机	4 学时
第三章	预分解窑	30 学时
第四章	立窑	10 学时
第五章	烘干设备	8 学时
第六章	热工测量仪表	12 学时

对于本教材中的不足之处,恳请大家批评指正。

编 者

2010 年 6 月

目 录

第一章 回转窑	1
第一节 水泥熟料的形成	2
第二节 回转窑的结构	4
第三节 回转窑的工作原理	21
第四节 回转窑的操作	31
第二章 熟料冷却机	39
第三章 预分解窑	52
第一节 窑外分解技术	52
第二节 悬浮预热器系统	54
第三节 预分解窑的种类	60
第四节 分解炉的工艺性能	77
第五节 分解炉的热工特性	82
第六节 预分解系统中窑的性能	88
第七节 预分解窑的操作	90
第八节 预分解窑的异常现象及其操作	97

第四章 立窑	112
第一节 立窑煨烧水泥熟料的方法、配煤及成球	112
第二节 立窑的工作原理	117
第三节 立窑的结构	119
第四节 立窑的煨烧操作	121
第五章 烘干设备	130
第一节 回转烘干机	130
第二节 水泥厂用其他烘干设备	141
第六章 热工测量仪表及热工标定	146
第一节 概述	146
第二节 压力测量仪表	148
第三节 流量测量仪表	154
参考文献	194
附录	195

第一章 回转窑

水泥窑自被发明以来,经历了立窑、干法中空回转窑、湿法窑、立波尔窑、悬浮预热器窑至窑外分解窑的变化,其规模从19世纪的日产几吨,发展到目前的日产万吨以上,产量增加了上千倍。

1824年,世界上第一台立窑在英国诞生,这是人类最早用来煅烧水泥熟料的窑型。它是一个竖直放置的静止的圆筒,窑内自然通风,生料被制成块状,与燃料块交替分层加入窑内,采用间歇的人工加料和出料操作。立窑的产生揭开了水泥工业窑的历史。1877年出现了回转窑,它是一个倾斜卧着的回转圆筒,生料粉由高端加入,低端有燃料燃烧,物料一面运动一面被煅烧,这便是最早的干法回转窑生产。

初期的回转窑窑体较短,出窑尾废气温度高,热量损失大,热耗高。随后出现了干法长窑,即干法中空窑,由于其长度增加,加强了窑内高温气体与物料的热交换,使出窑尾废气温度较短窑有所降低,但仍然较高。为了回收利用出窑尾废气的热量,出现了带预热锅炉的回转窑。由于干法生产中入窑生料不够均匀,熟料质量难以提高,于1905年出现了湿法回转窑。湿法生产能够把入窑的生料浆充分搅拌均匀,使其熟料质量大幅度提高,因此发展比较迅速;但湿法生产的热耗相当大,这也是湿法生产的主要缺点,在当今能源紧张的今天更为突出。与此同时,立窑发挥自己的优势,也得到了迅速的发展,1910年实现了机械化的连续生产,它是将生料和燃料混合成球送入窑内煅烧,在窑底部用机械进行强力通风,较显著地提高了立窑熟料的质量。在水泥熟料的煅烧领域内,曾有一段时期,干法回转窑、湿法回转窑、立窑形成了三足鼎立的局面。

1928年,在德国出现了带回转炉篦子加热机的回转窑,即立波尔窑。它是将生料粉加一定的水分成球,在回转炉篦子加热机上加热干燥,然后入窑煅烧的生产方法。由于生料球的预热不够均匀,因此该窑熟料质量比湿法窑差,再加上加热机结构复杂,容易损坏,维修工作量大,窑的运转率低,该窑型终究没有得到广泛的应用。

1934年,丹麦的工程师成功研究出了悬浮预热技术。1951年,德国的工程师把这一技术应用于水泥工业中。当时由于干法生产中原料的预均化和生料的均化尚未得到解决,使其熟

料质量无法与湿法生产相媲美,致使这种窑难以发挥潜力和迅速推广。后来出现了原料预均化和生料均化技术,保证了干法生产中入窑生料成分的均匀性问题,带悬浮预热器的回转窑才得到迅速发展,成为20世纪60—70年代的主导窑型,而且为之后日本人发明窑外分解技术培植了“母体”。

1963年,日本引入德国的悬浮预热器技术,经过研究和改进,于1971年发明了水泥窑外分解技术及预分解窑。自窑外分解技术发明以来,特别是20世纪80年代以来,世界上新建的大中型水泥厂基本上都采用这种窑型。从目前看,预分解窑是最为先进的水泥回转窑。

第一节 水泥熟料的形成

一、水泥熟料的形成过程

水泥熟料的形成过程,是对合格生料进行煅烧、连续加热,使其经过一系列的物理化学反应变成熟料,再对其进行冷却的过程。整个过程主要分为水分蒸发、黏土质原料脱水、碳酸盐分解、固相反应、烧结反应及熟料冷却六个阶段。

二、水泥熟料形成热

1. 熟料的形成热的概念

熟料的形成热是指在一定的生产条件下,用某一基准温度(一般是0℃或20℃)的干燥物料,在没有任何物料损失和热量损失的情况下,制成1 kg同温度的熟料所需要的热量。因此,熟料的形成热就是熟料形成在理论上消耗的热量,它仅与原料和燃料的品种、性质及熟料的化学成分和矿物组成、生产条件等因素有关。

2. 水泥熟料形成热的计算方法

水泥熟料在形成过程中发生一系列物理、化学变化,有的是吸热反应,有的是放热反应。将全过程的总吸热量减去总放热量,并换算为每生成1 kg熟料所需要的净热量即为熟料的形成热。

现以20℃为计算的温度基准,假设生成1 kg熟料需理论生料量约1.55 kg。在一般原料的情况下,根据物料在反应过程中的化学反应热和物理热,可计算出生成1 kg普通硅酸盐水泥熟料的理论热耗,见表1-1。

表 1-1 水泥熟料形成热

吸收热量			放出热量		
类项	1 kg熟料 吸收热量 (kJ)	所占 比例 (%)	类项	1 kg熟料 放出热 量(kJ)	所占 比例 (%)
干物料由 20 °C加热到 450 °C吸热	697	16.4	黏土无定形物质结晶放热	41	1.6
黏土脱水吸热	164	3.9	熟料矿物形成放热	410	16.4
脱水物料由 450 °C加热到 900 °C吸热	800	18.9	熟料由 1400 °C冷却至 20 °C放热	1476	59.0
碳酸盐分解吸热	1948	46.0	CO ₂ 由 900 °C冷却至 20 °C放热	492	19.7
剩余物料由 900 °C加热到 1400 °C吸热	523	12.4	水汽由 450 °C冷却至 20 °C放热	82	3.3
形成液相吸热	103	2.4			
合计	4235	100		2501	100

由此可见,生成1 kg熟料理论上所需的热量 $Q=4235-2501=1734(\text{kJ})$,而碳酸盐分解所需的热量占熟料形成热的46.0%,故提高热的利用率应从碳酸盐的分解着手,采取有效措施,降低熟料的单位热耗。熟料冷却放出的热量占熟料形成过程中放出热量的59.0%,因此回收熟料中的热量对降低熟料热耗也是十分重要的。

在实际生产中,生产1 kg熟料所需的热量称为熟料的单位热耗,它远远大于熟料的形成热。目前热利用率比较高的生产厂,其熟料的单位热耗也在2800 kJ/kg以上,所以水泥生产的热效率是较低的,一般只有30%~40%。若能提高水泥生产的热效率,对水泥工业将是一个很大的贡献。

三、矿化剂及其使用

生料中加入某种物质后使生料在煅烧过程中能够加速熟料的形成,降低液相出现的温度,而该物质本身不参加反应或只能参加中间物的反应,这种物质统称为矿化剂。常用的矿化剂有萤石、石膏、硫铁矿等,同时使用两种以上的称为复合矿化剂。

萤石是常用的矿化剂,它的矿化作用有二:其一是加速CaCO₃的分解反应和固相反应;其二是加速C₃S(3CaO·SiO₂)的形成。在立窑生产中,由于温度的不均匀性,加入萤石能使熟料最低共熔温度降低,提前出现液相且黏度降低,使熟料的烧成温度降低,还能够扩大烧成范围,所以效果比较显著;而在回转窑生产中,由于窑内物料的温度差不大,如果采用萤石作为矿化剂,使配料组分增多,不但会影响水泥的性能,而且萤石价格也比较贵,对耐火材料有腐蚀作用,故一般不用矿化剂。

第二节 回转窑的结构

回转窑是一个倾斜卧着的回转圆筒体,它有很多种类型,如中空式回转窑、干法长窑、湿法长窑等。

回转窑是一个综合设备,具备多项功能。

一是物料输送设备。生料由窑尾喂入,由于窑筒体具有一定的斜度且不断回转,物料逐渐向窑头运动。

二是煨烧设备。煤粉用鼓风机由窑头喷入。燃烧所需的空气由两部分组成:一部分是预先和煤粉混合并起输送作用的空气,称为“一次空气”,一般占空气总量的10%~15%;大部分空气通过冷却机将熟料冷却,同时本身被预热到一定温度,进入窑内,这部分空气称为“二次空气”。煤粉在窑内燃烧,形成高温火焰,一般可达1600~1700℃,放出大量热量,将物料加热。废气经过烟室,在排风机的抽引下,通过除尘器净化后排至大气中。

三是传热设备。回转窑筒体内的高温气体和物料相向运动,在运动过程中进行热量交换,物料接受高温气体、窑壁和火焰传给的热量,经过一系列的物理化学变化,被煨烧成熟料,随后进入冷却机,遇到冷空气又进行热交换,本身被冷却并将空气预热,经预热的空气作为二次空气进入窑内。

回转窑的规格是用筒体的内径和长度表示的。如 $\phi 3.5 \text{ m} \times 135 \text{ m}$ 回转窑,表示筒体内径为3.5 m,窑身长度为135 m。

虽然回转窑有很多种类型,但从窑体结构上看,基本上由筒体、轮带、托轮支撑装置、传动装置、窑头和窑尾密封装置等部分组成。下面以普通干法窑为例介绍其结构。

一、筒体

筒体由钢板卷制而成,是回转窑的主体。其直径一般为2~6 m,长度为30~230 m,筒体内镶砌有100~200 mm厚的耐火材料,以保护筒体。筒体外套装有几道轮带,呈一定斜度(一般为3.5%~5%)安装在与轮带相对应的几对托轮上。

由于回转窑筒体要承受本身及耐火材料、物料等的重力,在两道托轮之间的筒体会产生轴向弯曲,轮带处会产生横截面的径向变形,如图1-1所示。

回转窑筒体的轴向变形和径向变形是影响回转窑长期安全运转的重要因素之一,因此要求回转窑筒体在运转中保持“直而圆”的几何形状是非常必要的。这就要求筒体必须具有一定的强度和刚度,为达到这一目的,在筒体结构上

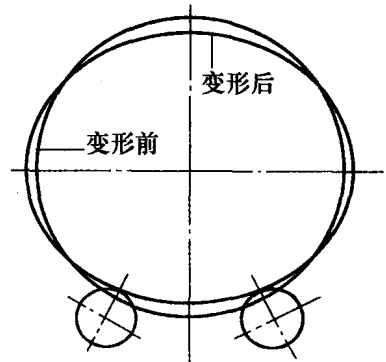


图 1-1 筒体横截面变形

采取如下措施。

1.适当加厚筒体钢板的厚度和保持筒体轴线的直线性。一般回转窑筒体在轴向弯曲强度上有较大的安全度,但刚度往往不足,径向变形较大。因此,回转窑的筒体钢板可适当加厚,尤其应增加轮带下和轮带附近筒体的钢板厚度,并在支点与跨间采用过渡段节。在易掉砖的烧成带处,筒体也有加厚的必要。但以增加筒体厚度来增加筒体的径向刚度,效果并不显著,应配合采用其他措施。

2.轮带与筒体垫板间隙值应适当。在运转中可采取以下措施:把垫板制成可更换的结构,以便定期更换垫板,保持适合的间隙;采用耐磨材料的垫板,以延长垫板的使用寿命;在轮带内表面进行润滑,以减少轮带与筒体的磨损。

3.加强轮带刚度。当轮带与筒体垫板间隙为零时,可将轮带下的筒体径向变形和轮带变形视为相同,筒体的径向变形则主要取决于轮带刚度。但是由于操作的误差、加工上的误差及在生产过程中的磨损,轮带与筒体不易达到理想的配合。因此,在设计中出现了轮带与筒体结合为一体的结构。

二、轮带

轮带又称滚圈,其作用是把筒体的全部重力(包括耐火砖、内部装置和物料等的重力)传递给托轮,并使筒体能在托轮上平稳地回转,因此轮带要具有足够的强度和耐久性。同时,轮带又是加强筒体径向刚度的零件,应有足够的刚度。

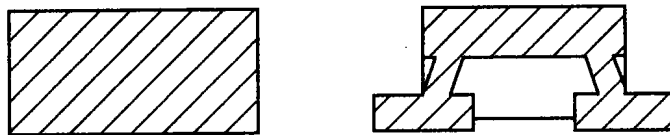
轮带的截面形状有以下几种。

1.矩形轮带

其断面为实心矩形,如图1-2(a)所示,形状简单,制造质量容易保证,一般使用寿命较箱形轮带长,应用较广泛;但其刚度相对较小,材料利用不合理,散热条件差。

2.箱形轮带

其断面为中空箱形,如图1-2(b)所示,散热条件好,刚性大,材料利用合理;但制造较为困难。



(a)实心矩形断面

(b)中空箱形断面

图 1-2 轮带截面形状

将轮带与筒体构成一体的结构,可避免轮带与筒体之间“缩颈温度应力”,又使轮带充分发挥对筒体的加固作用,同时使轮带的材料得到合理利用,简化制造、安装工作,便于操作。轮带在筒体上的安装方式通常采用活套式,其垫板与挡板形式如图1-3所示。轮带不直接安装在筒体段节上,而装在垫板上,使筒体与轮带间形成自然通风孔道。这一方面加强了散热,另一方面减少了窑体对轮带的热传导,使得轮带内、外缘的温差较小。当窑内的热工制度改

变时,其温度差变化也不大,从而减少了轮带上的温度应力。当窑运转时,轮带和筒体沿轴向会产生相对滑动,引起磨损,这时垫板起保护筒体的作用。在轮带两侧,以挡板或挡圈来限制轮带沿筒体轴向的窜动。

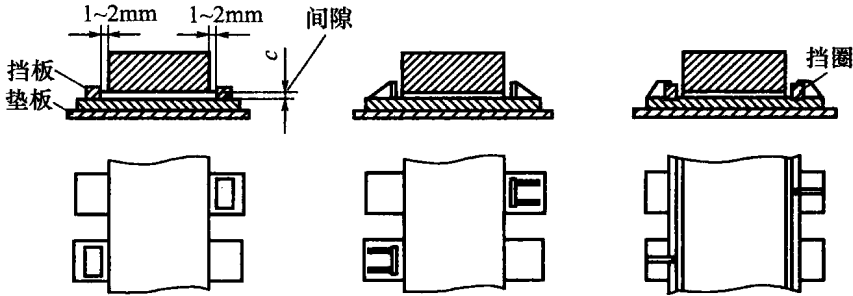


图 1-3 活套式轮带的垫板与挡板形式

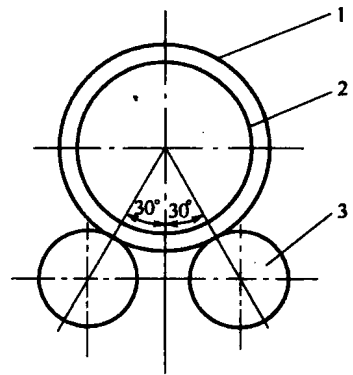
三、托轮支撑装置

1. 托轮的作用

托轮支撑装置也是回转窑的重要组成部分。它支撑着窑体回转部分的全部质量(包括筒体、耐火砖、窑内热交换装置、物料、轮带及大齿圈等),并在径向和轴向对筒体起定位作用。

2. 托轮的安裝

回转窑是在一定高度的基础上架空安装并由几对托轮支撑的。每套托轮支撑装置由一对托轮、四个轴承和一个大底座组成。托轮的直径一般为轮带的1/4,其宽度一般比轮带宽50~100 mm。安装托轮时,必须将两托轮的中心与窑的中心连线构成一个等边三角形,以便使两个托轮受力均匀,保持筒体“直”而“圆”的稳定运转。各组托轮的安裝位置如图1-4所示。



1. 轮带; 2. 筒体; 3. 托轮
图 1-4 托轮安装位置

3. 窑体的窜动

回转窑筒体与水平呈3%~5%的斜度置于托轮上。如果托轮的中心线都平行于筒体的中心线,筒体转动时,在窑体重力作用下,轮带与托轮的接触处存在着弹性变形,由此造成窑体自上而下滑动,这一现象被称为窑体的窜动。

是什么力使窑体产生窜动的?下面我们研究一下托轮与轮带间的受力情况。筒体转动时,轮带与托轮的接触处存在着两个力(如图1-5),一个是筒体回转部分重力产生的分力

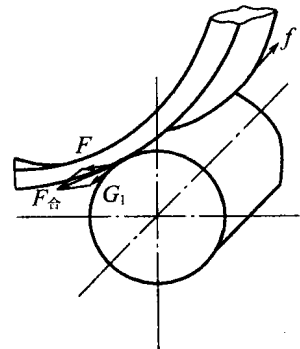


图 1-5 轮带与托轮间力的分析

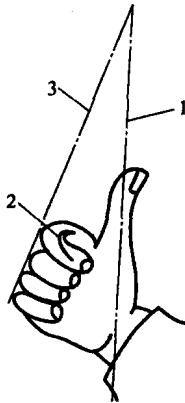
G_1 ,其方向平行于筒体中心线向下;另一个是由大齿圈带动筒体回转产生的圆周力 F ,其方向沿轮带切线且垂直于筒体下滑力。理论计算表明,这两个力的合力 $F_{\text{合}}$ 仅为摩擦力 f 的 $1/8\sim 1/2$,不足以克服轮带与托轮的摩擦力,筒体不会向下滑动。因此,窑体的窜动不是因为摩擦力小而造成的。在窑体重力作用下,轮带和托轮间的弹性变形才是窑体窜动的根本原因。

4.托轮的调整

为了控制窑体的窜动,可以采用吃力挡轮、液压挡轮和调整托轮歪斜的方法。前两种后面再讲授,下面我们介绍一下通过调整托轮的歪斜来控制窑体窜动的方法。

控制窑筒体上窜下滑,其中一种主要方法是调整托轮。一台新安装的窑,其托轮轴线平行于窑筒体中心线,窑不转动时,窑体不会下滑。当窑体转动时,窑筒体重力作用引起弹性滑动。这样,只能将托轮调整一个 β 角,产生轴向分速度,抵消窑体下滑速度,保持窑筒体轴向位置平衡。

托轮歪斜方向可采用“仰手法则”来判断,如图1-6所示。此方法是:面向窑筒体,手心向上,使大拇指与窑轴线方向一致并指向窑体所要调整的窜动方向,四指的方向与窑体回转方向一致,手掌轻握,沿四指中间关节连成一直线即托轮中心线所需调歪的方向。



1.窑体需要调整的窜动方向;2.窑体回转方向;3.托轮中心线应调歪的方向

图 1-6 “仰手法则”

调整托轮时要遵守下列原则:

(1)力求保持窑筒体中心线为一直线,即吃力大托轮要平行于并远离中心线。为保持齿圈与小齿轮啮合间隙不变,不要轻易调整靠近齿圈的托轮装置。

(2)在调歪托轮时,要使所有托轮歪斜方向一致,即所有托轮将窑推向冷端(高端),不允许存在大、小八字摆布托轮现象。当上推窑时,要增大斜度小的托轮角度,而下放窑时要减小斜度较大的托轮角度。总之,要做到使托轮歪斜角度尽量小,一般要控制托轮中心线与窑中心线角度在 $30'$ 以内。最后要使窑的轮带在上下挡轮之间缓慢地上下游动,而不应该始终使轮带与一个挡轮接触。如果轮带与上挡轮接触,则在托轮表面浇黏度大的润滑油,增加油膜厚度,减小摩擦力,窑会下滑;反之,浇黏度小的润滑油,窑会上升。

(3)在窑未砌耐火砖空负荷试运转时,就应该调整好托轮位置。某水泥厂在 $\phi 3\text{ m}\times 48\text{ m}$

窑在空负荷试运转时,发现窑轮带重重地压在下挡轮上,当时因没有工具而未及时调整托轮,准备负荷运转时调整托轮。然而在负荷运转第一次点火时,因需要处理的事情太多而未调整托轮,结果点火不久,下挡轮就被烧坏而不得不停窑。

四、挡轮

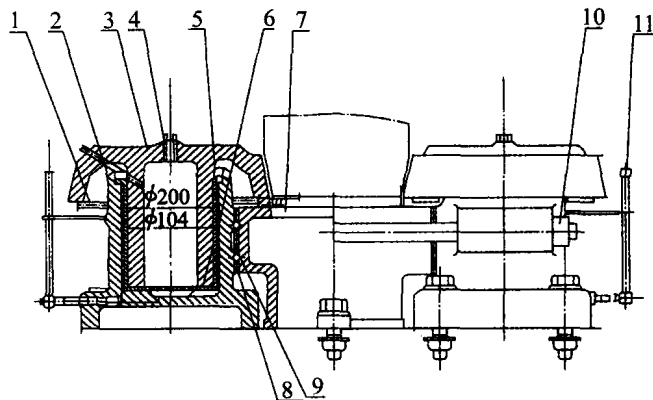
为限制窑体上下窜动和保持窑筒体轴向位置的稳定,可在回转窑上装设一对或几对挡轮装置。当窑体窜动时,由于轮带作用在挡轮上面的压力很大,因此,要求挡轮结构必须坚固,并有足够的刚度。

挡轮按其工作原理分为三种:一种称为信号挡轮,用来指示窑体的轴向窜动,作为信号装置。一种称为吃力挡轮,它的结构与信号挡轮相似,只是它的结构强度更好些,可以承受窑体的下滑。另一种称液压挡轮,用来控制窑体的轴向窜动。

挡轮一般安装在筒体的中部,靠大齿圈附近的轮带的一侧或两侧,轮带侧面与挡轮的工作面之间的间隙一般每边为10~20 mm。窑上下窜动量为20~40 mm,以保证窑上下窜动时大齿圈端面不超过小齿轮的端面,这样,轮带的边缘就不会离开挡轮,筒体两端密封装置就不会失去作用。

1. 信号挡轮

这种挡轮成对地安装在大齿圈附近的轮带的两侧,其结构如图1-7所示。当窑体窜动比较大时,轮带的侧面就与挡轮接触,使其转动。此时若发出窑体窜动已超过允许范围的信号,就要及时采取措施,控制窑的窜动,故这种挡轮称为“信号挡轮”。信号挡轮发出信号后,操作人员就要及时采取措施,通过调歪托轮来控制窑体的窜动。

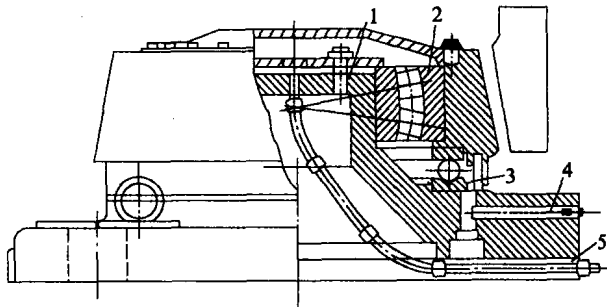


1.防尘圈;2.挡轮圈;3.挡轮(空心立轴);4.油塞;5.套瓦;6.铜垫;
7.定位支座;8.垫板;9.螺钉;10.拉紧丝杠;11.油位指示器

图 1-7 回转窑用信号挡轮

2. 吃力挡轮

为平衡窑筒体自重下滑力,要把托轮调歪,使轮带与托轮表面局部接触。局部接触会使轮带与托轮表面磨损严重。为维持新窑托轮安装状态,即托轮中心线与窑体中心线平行,窑筒体自重下滑力就由挡轮来承受。对于小型窑和烘干机,常采用如图1-8所示的吃力挡轮。它具有坚固的空心立轴,采用球面滚动轴承承受窑筒体下滑力,用一个滚珠止推轴承承受向下分力及挡轮自重。

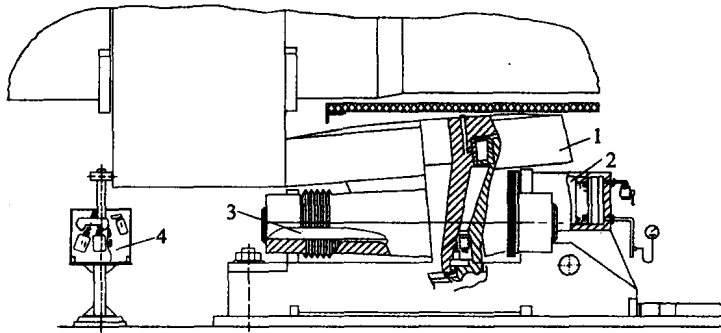


1.空心立轴;2.滚动轴承;3.滚珠止推轴承;4.排油管;5.进油管

图 1-8 吃力挡轮

3. 液压挡轮

在大型回转窑上,根据需要设有一组或两组液压挡轮来承受窑体的全部轴向推力。采用这种挡轮时,应使所有托轮的轴线全部平行于窑体中心线。液压挡轮可使轮带和托轮在全宽上均匀磨损,延长使用寿命,保证窑体的直线性,减少功率损耗。液压挡轮的结构如图1-9所示。它具有一个坚固的吃力挡轮,在液压油缸推动下,挡轮沿两根平行的导向轴滑动,而挡轮推动轮带及窑筒体轴向滑动。行程开关箱用于控制挡轮行程位置及当挡轮超出极限位置时报警或停窑。

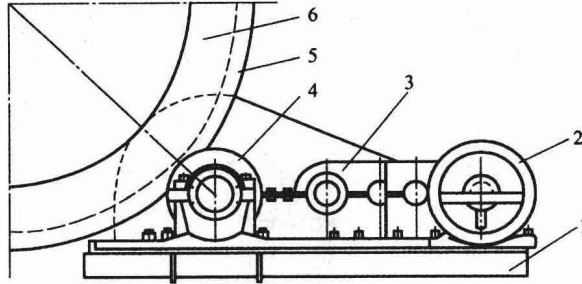


1.挡轮;2.液压油缸;3.导向轴;4.行程开关

图 1-9 液压挡轮

五、传动装置

回转窑由安装在筒体中部或略近窑尾的大齿圈带动,转速不高,为1~4 r/min。回转窑的传动装置由电动机、减速机及大小齿轮组成(如图1-10)。



1.底座;2.电动机;3.减速机;4.小牙轮;5.大牙轮;6.筒体

图 1-10 回转窑的传动装置

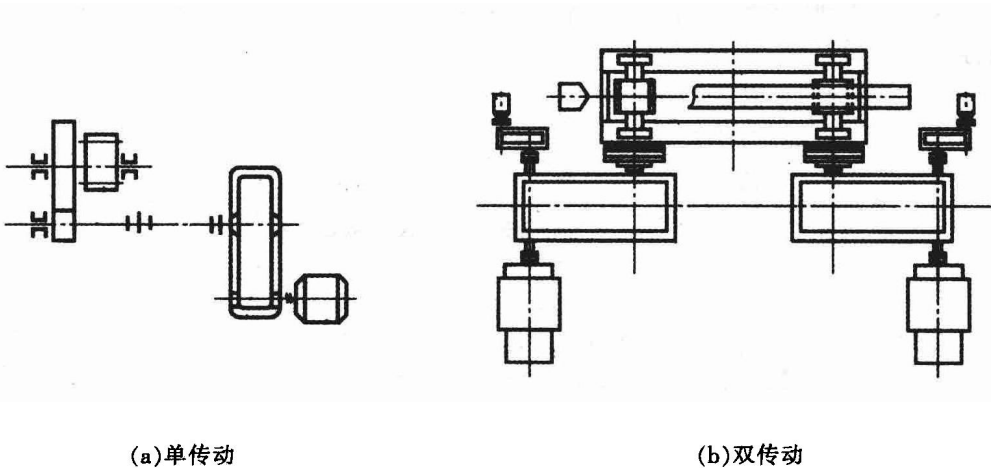
回转窑传动装置的特点是传动比大、要求平滑无级调速、有足够的调速范围、启动转矩大、设有辅助传动装置。

1. 传动方式

回转窑传动方式有机械传动和液压传动两类。传统回转窑采用机械传动。

(1) 机械传动

机械传动装置由电动机、减速机及大小齿轮组成,它需要传动比很大的减速机,将主电动机的高速旋转传给小齿轮,再与筒体上大齿圈啮合而带动回转窑。机械传动又可分为单传动和双传动(如图1-11)。



(a)单传动

(b)双传动

图 1-11 回转窑机械传动