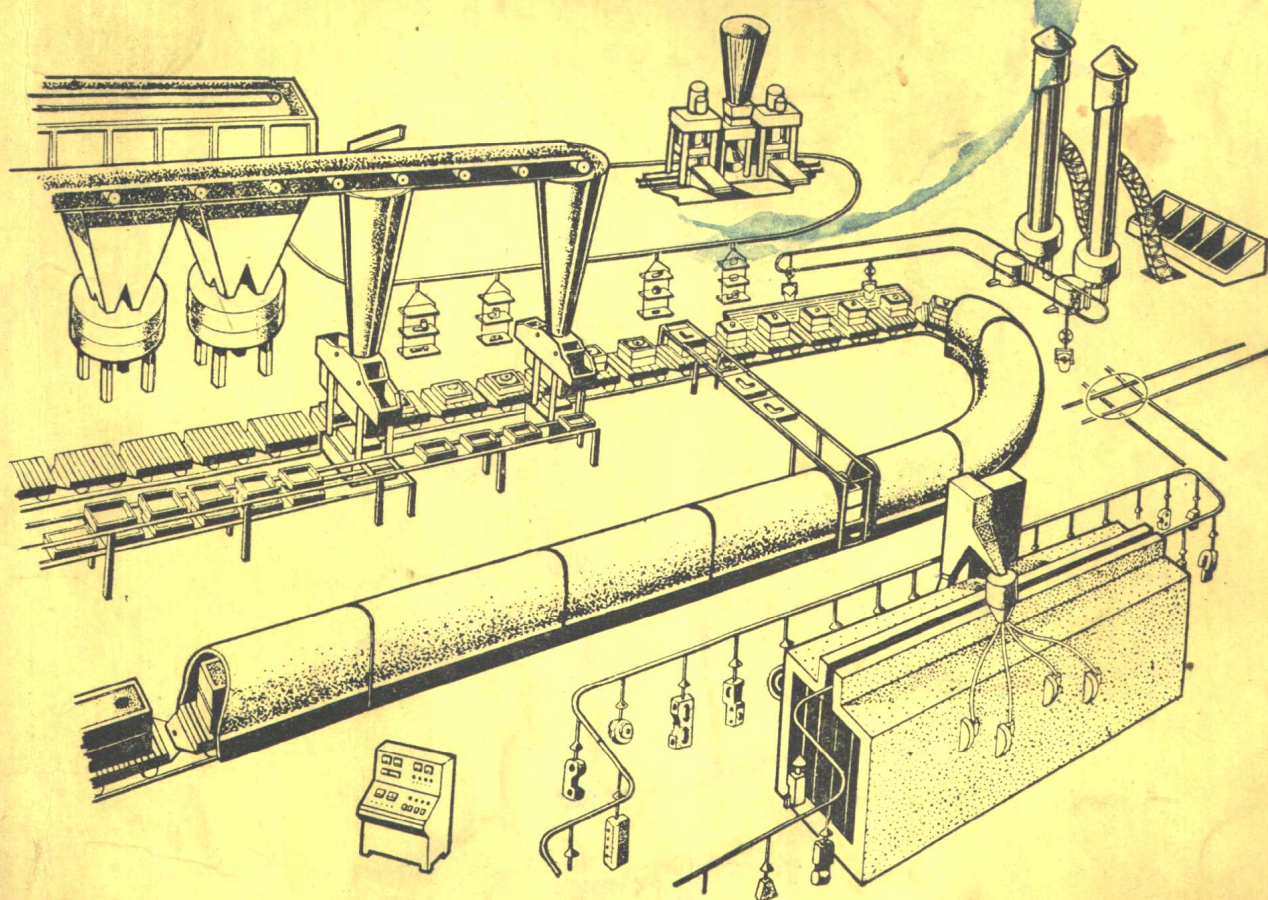


铸造车间机械化

造型材料的制备和型砂处理

上海市机电设计院主编 第一机械工业部第四设计院编



机械工业出版社

铸造车间机械化

第二篇

造型材料的制备和型砂处理

上海市机电设计院主编 第一机械工业部第四设计院编



机械工业出版社

本篇共分六章，第一章“新砂及辅料的准备”，主要介绍新砂烘干装置及辅料的拆包、倒包、制浆等有关设备。第二章“旧砂处理设备”，介绍磁分离设备及破碎、过筛和冷却设备等。第三章“混砂机和松砂机”，分别介绍了碾轮式、摆轮式、叶片离心式和连续式混砂机，其中以碾轮式混砂机作为重点。松砂设备介绍四种目前常用的双轮式、叶片式、梳式和带式松砂机。第四章“砂处理系统的设计和布置”，叙述常用的以粘土作为粘结剂的砂处理系统设计和布置。第五章“特种砂处理设备”，专门介绍一些以非粘土粘结剂为主的特种砂处理设备及布置。第六章“砂处理系统的自动控制”，集中介绍型砂处理及输送系统中，以电气控制为主的自控装置。本篇酌情选录一些工部布置的实例和非标准设备的设计计算资料。

可供铸造行业中广大工人和工程技术人员参考。

铸造车间机械化

第二篇

造型材料的制备和型砂处理

上海市机电设计院 主编

第一机械工业部第四设计院 编

· *

机械工业出版社出版(北京阜成门外百万庄南街一号)

(北京市书刊出版业营业许可证出字第117号)

北京市密云县印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

· *

开本 787×1092 $1/16$ ·印张 17 $1/4$ ·字数 421 千字

1981年11月北京第一版·1981年11月北京第一次印刷

印数 0,001—4,500·定价 1.40 元

· *

统一书号: 15033·4799

出版说明

为了总结和推广我国铸造生产中行之有效的先进设备、先进经验，我们组织编写了《铸造车间机械化》一书，供工厂在技术改造和新建厂设计中作为选择方案、设计计算、选用设备等参考。

《铸造车间机械化》全书共分八篇四十二章。第一篇炉料准备和熔化；第二篇造型材料的制备和型砂处理；第三篇造型、制芯机械化；第四篇清理；第五篇特种铸造设备；第六篇运输设备；第七篇辅助设备；第八篇钢结构、除尘及土建资料。由于《铸造车间机械化》涉及的范围较广，内容较多，我们将陆续按篇、章先出版单行本。

本书由上海市机电设计院主编，参加本书编写的有一机部第四设计院、一机部第五设计院、一机部第六设计院、济南铸锻机械研究所、上海市机械制造工艺研究所、上海机器制造学校、上海机械学院、上海交通大学、浙江大学、重庆大学、河北机电学校、烟台机床附件厂、上海红光铸造厂、上海内燃机配件厂、上海江南造船厂、上海起重运输机械厂、唐山机车车辆厂、上海市机电设计院等单位。对于他们的大力支持，在此一并致谢，并欢迎读者对本书多提宝贵意见。

第二篇 造型材料的制备和型砂处理

概 述

铸造车间的砂处理工部是完成铸造工艺过程的一个极其重要的环节，其任务是为造型、制芯提供多种合格的混合料，因此，它直接关系到铸件的质量和整个车间的技术经济指标。随着铸造生产的飞速发展，特别是各种新的造型工艺和设备推广应用，给砂处理设备、型砂性能检测仪器以及自动控制等方面提出了许多更高的要求。因此，国内有关砂处理设备及系统的设计目前正进行着全面的改革和创新。设计和研制多种高效自动化的处理装置和设备；由大量的非标准设备逐步过渡到标准系列产品；由分散的手工或半机械化操作转入到集中控制的机械化、自动化生产等等是当前国内砂处理技术改造总的趋向。

一般的砂处理工艺流程如图2-0-1所示。

在铸造车间里，与造型、制芯、熔化、清理等工部相比，砂处理工部的工艺、设备以及设计布置等方面有如下特点：

1. 工艺过程复杂，控制及管理要求严格。型砂质量不稳定是造成铸件废品的主要原因之一。据统计，与型砂质量因素有关而造成的铸件废品往往约占车间全部铸件废品的一半以上。影响型砂质量的因素很多，除了与供应的原材料质量有直接关系外，还与所选择的砂处理工艺过程、设备及设计、布置等一系列因素有关。从目前国内铸造车间砂处理情况看，旧砂处理工艺不够完善（如缺乏必要的

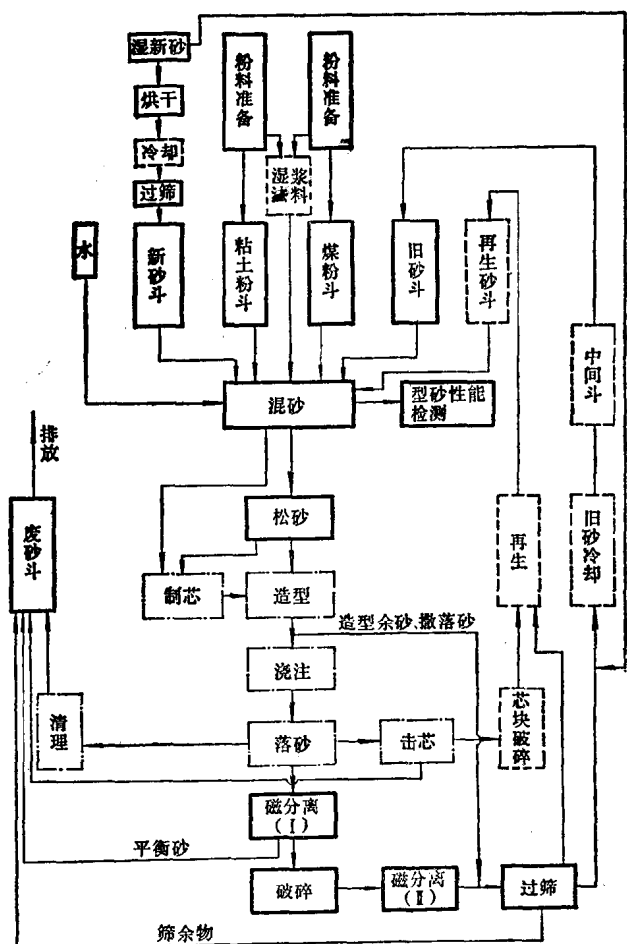


图2-0-1 砂处理工艺流程示意图

注：1. 虚线图框表示该工艺过程不一定进行或不一定设置这种装置。

2. 点划线图框表示不属于砂处理的工艺过程或装置。

3. 本图仅为一般情况下的砂处理工艺流程。

磁分离、冷却、去灰再生等等设备)、设备性能不良(如混砂机型号陈旧、效率低等)、通风除尘设施不完善以及对型砂原材料和混制机理研究不够等是几个比较突出的矛盾,因此必须从加强研究管理着手、研制多种新的高效自动设备,并使之完善、配套,是当前急需解决的一个问题。

2. 设备种类繁多 由于工艺过程复杂,所需的设备品种、规格也相应地多,除运输设备外,属于砂处理工艺过程的设备大致可分为十一个大类共一百多个品种。十一大类即:混砂设备、松砂设备、型砂试验设备、給料设备、定量设备、辅料准备设备、磁分离设备、破碎设备、过筛设备、旧砂冷却设备、旧砂再生设备。

3. 物料搬运量大 砂处理过程中,各种物料基本上呈一封闭系统循环运行。据统计,造型物料的运输量占全车间总运输量的50%左右,所以完善并提高砂处理系统的机械化运输设备,并实现联锁自动控制,同样也是当前砂处理向机械化、自动化方向发展的一项重要任务。

4. 尘源多,除尘系统庞大复杂 长期以来,砂处理系统的环境污染比较严重,劳动条件差。今后,随着工部机械化、自动化程度的提高,必须相应地加强通风除尘设施,以确保环境卫生。

5. 可以实现自动化操作 砂处理系统中各工序间都通过机械化运输设备相互衔接,构成一相互联锁的封闭循环系统。近几年来,随着工艺过程中物料的自动称量装置、型砂性能自动检测仪器以及电气联锁控制系统不断趋于完善,因此,在砂处理系统中,可以通过集中在控制室里的自控装置来实现工部的自动化操作。

6. 工部布置的设计工作量大 在新建或改造一个砂处理工部时,由于设备多,机械化运输系统复杂,再加上通风除尘等设施要求,使得砂处理工部机械化钢结构及土建特殊构筑物的设计工作量特别大。据统计,一个新设计的机械化铸造车间,砂处理工部的设计工作量往往占到全车间设计工作量的 $\frac{1}{3}$ 左右。

随着车间生产的铸件品种、大小、产量、规模的变化,选用的砂处理设备及相应的布置形式也均有所不同,特别是近年来,各种新的造型工艺及非粘土粘结剂的应用,使砂处理设备及系统布置形式更加多样化。

本篇重点是介绍机械化铸造车间砂处理工部的设备及布置,对那些已经定型的标准设备只介绍系列、规格、主要安装尺寸及结构原理等等;非标准设备则酌情选录一些设计计算资料,以供自行设计时参考。工部的设计和布置,尽量选录一些工厂设计的实例,并作必要的修改和补充。砂处理系统中的机械化运输设备将在本书第六篇里介绍、給料设备、定量设备等辅助装置则单独在本书第七篇里叙述。

目 录

第二篇 造型材料的制备和型砂处理

概述	2-0-1
----------	-------

第一章 新砂及辅料的准备

第一节 简介	2-1-1
第二节 新砂烘干设备	2-1-1
一、热气流烘干装置	2-1-2
二、振动沸腾烘干冷却装置	2-1-13
三、滚筒式烘炉及立式烘砂炉	2-1-18
第三节 袋装粉料的拆卸装置	2-1-23
一、连续式纸袋拆包装置	2-1-23
二、翻板式倒包装置	2-1-24
三、简易的人工倒包装置	2-1-27
第四节 粘土浆的制备装置及系统布置	2-1-28

第二章 旧砂处理设备

第一节 磁分离设备	2-2-2
一、电（永）磁皮带滚筒	2-2-3
二、电（永）磁分离滚筒	2-2-5
三、电（永）磁皮带轮	2-2-7
四、带式电（永）磁分离机	2-2-9
五、CF型悬挂式电磁分离器	2-2-10
第二节 破碎设备	2-2-13
一、颚式破碎机	2-2-13
二、辊式破碎机	2-2-16
三、锤式破碎机	2-2-20
四、片击式破碎机	2-2-21
五、反击式破碎机	2-2-23
六、双轮破碎机	2-2-24
第三节 过筛设备	2-2-26
一、滚筒筛和振动筛的分析比较	2-2-28
二、滚筒式筛砂机	2-2-31
三、振动式筛砂机	2-2-33
四、滚筒破碎筛	2-2-51
第四节 冷却设备	2-2-55
一、砂冷却的一般概念	2-2-55
二、旧砂冷却设备的分类、性能比较和安装位置	2-2-57
三、冷却提升机	2-2-60

四、振动沸腾冷却装置	2-2-62
五、固定式沸腾冷却床	2-2-75
六、其他冷却设备	2-2-78
七、没有专用冷却设备的砂冷却方法（组合冷却法）	2-2-81

第三章 混砂机 and 松砂机

第一节 混砂机	2-3-1
一、概述	2-3-1
二、辗轮式及辗轮转子式混砂机	2-3-3
三、摆轮式混砂机	2-3-25
四、叶片离心式混砂机	2-3-27
五、连续混砂机	2-3-31
第二节 松砂机	2-3-36
一、双轮松砂机	2-3-36
二、叶片式松砂机	2-3-39
三、梳式松砂机	2-3-41
四、带式移动松砂机	2-3-43

第四章 砂处理系统的设计和布置

第一节 设计的依据和原则	2-4-1
一、工艺要求	2-4-1
二、设计原则	2-4-4
三、机械化运输方式和控制水平	2-4-5
四、平面布置要求	2-4-5
第二节 设计布置举例	2-4-8
一、例一	2-4-8
二、例二	2-4-10
三、例三	2-4-10
四、例四	2-4-13
五、例五	2-4-14
六、例六	2-4-16
七、例七	2-4-20
八、例八	2-4-23
九、例九	2-4-25
第三节 单元设计及注意问题	2-4-27
一、型砂混制单元的设计	2-4-27
二、中间斗单元的设计	2-4-30
三、系统设计中的注意问题	2-4-31

第五章 特种砂处理设备

第一节 无机粘结剂型芯砂的砂处理	2-5-1
------------------------	-------

一、流态自硬砂	2-5-7
二、双快水泥自硬砂	2-5-14
三、水玻璃七〇砂	2-5-16
四、普通水玻璃砂	2-5-18
第二节 有机粘结剂型芯砂的砂处理	2-5-18
一、覆膜砂	2-5-18
二、热芯盒树脂砂	2-5-29
三、自硬冷芯盒砂	2-5-30
四、合脂砂与油砂	2-5-33
第三节 旧砂再生	2-5-36
一、概述	2-5-36
二、机械再生法	2-5-37
三、焙烧法再生装置	2-5-39
四、气力撞击式再生法	2-5-40
五、综合砂再生法	2-5-43
六、关于七〇砂的回用问题	2-5-47

第六章 砂处理系统的自动控制

第一节 概述	2-6-1
一、砂处理系统的工艺流程	2-6-1
二、砂处理系统自控设计的工艺要求	2-6-1
三、砂处理系统几种常用的自控及联锁方式	2-6-4
第二节 砂处理系统常用自控装置	2-6-4
一、DSK-1 成套砂处理电控装置	2-6-4
二、带式输送机上自动增湿装置	2-6-6
三、成型法型砂水分控制仪	2-6-7
四、料位控制	2-6-8
五、电子转速开关	2-6-11
第三节 混砂作业的自动控制	2-6-12
一、S116 混砂机单元的自动控制	2-6-12
二、物料的定量控制	2-6-13
第四节 机械化运输电气联锁设计	2-6-15
一、机械化运输电气联锁设计的一般要求	2-6-15
二、机械化运输电气联锁常用环节	2-6-16

第一章 新砂及辅料的准备

第一节 简介

各种造型用原材料，其中包括新砂、旧砂、粘结剂及附加物等等，在混合之前均需满足一定的技术要求，这样才能混制出符合质量要求的型砂及芯砂。

我国铸造行业应用的新砂绝大部分都是天然砂，其主要成分是 SiO_2 （含量大于 80%），此外还夹杂有少量的 Al_2O_3 及其它氧化物，对于新砂的成分组成及粒度分布、形状等由有关部门按用户的技术要求供应；而新砂的水分、则由于采砂、运输及贮存过程中的气候、环境及其他条件的影响，须要由铸造车间自行控制，通常在使用之前均进行烘干。

造型材料中的辅料——粘土粉及煤粉等由于生产的发展，目前国内均已专业厂定点加工供货，因此用户大都可以直接外购，不必自备烘干及磨粉设备，但国内目前大多还停留在袋装（纸袋、麻袋或塑料袋）方式供货。袋装有许多缺点：一是袋子易破损，增加转运过程中粉料的损耗、并污染环境；二是装卸及运输效率低、增加辅助工时；三是袋装材质及规格不统一，不便于实现机械化与自动化。部分铸造车间现在已开始设计采用一些拆包、倒包的机械设备、并配以气力输送装置、但都还有待于进一步完善。近年来，在一些铸造单位比较集中的城市或地区已开始采用散装料罐车输送，它不但可节省包装材料、而且还可克服袋装供货存在的问题。专用的料罐车一般都自带气源设备、运到目的地后，即可自行卸料至料仓内。为了弥补专用料罐车数量的不足，现在还有一种专用的粉料罐、可以由普通卡车载运、到达目的地后，接上车间的气源设备（压缩空气或真空泵），即可卸入料仓。这种料罐只是一个容器，不带气源设备，国内刚开始使用，品种、规格还不多。国外普遍使用的粉料罐可以用多种运输设备转运，用铲车装卸，进入车间后，接上车间气源即可卸料。此外，还有部分用量较大的铸造车间，采用湿法浆料加入混砂机的，它需要有一套专门的制浆设备及输送装置。这种方法，在一些自动化程度较高的砂处理系统中已很少应用。

本章主要介绍新砂烘干装置及辅料的拆包、倒包、制浆等有关设备，非粘土粘结剂的准备装置在本篇第五章里介绍。

第二节 新砂烘干设备

砂子的烘干包括新砂及水爆或水力清砂以后的再生砂两部分。由于新砂的砂源不同（有河砂、海砂、风砂、山砂等），其初始湿度差别甚大、再加上运输及贮存过程中的雨淋、日晒，水分变化较大。进厂后经堆放和贮存的新砂，其含水率随环境及气候条件不同而各异，其波动范围一般在 3~8% 之间。经脱水处理后的再生砂含水率一般在 8% 左右。在混制型砂或芯砂时，通常要求新砂或再生砂的含水率控制在 1% 以下，对采用树脂等化学粘结剂型（芯）砂时，则更要求含水率控制在 0.5% 以下。

砂子的烘干过程，就是借助热能蒸发水分，使砂子得到干燥的过程。通常这些热能以传

导、对流及辐射三种方式传递。传导的热交换效率低，因此现在基本不用这种方式来烘干砂子；由电能转换提供的红外线辐射及微波辐射干燥有许多优点，如烘干温度便于控制、调节，没有噪音、粉尘等公害，但是烘干成本较高，目前还不能大量推广使用；采用热空气或炉子烟气作为干燥介质，通过对流，悬浮沸腾或气流输送等过程来完成砂子的干燥在目前铸造车间里应用最广。在这种系统中，要有足够高的烘干效率就需要：

1. 有温度足够高的气体介质来汽化湿砂子中的水分，但过高的温度又会使砂子因激热而粉化，一般热气介质的温度控制在 250°C 左右；

2. 有足够数量的气体介质来带走被蒸发的水汽；

3. 热气介质必须与湿砂有良好的接触，即充分的热交换面积。

铸造车间应用的各种烘砂设备就是基于这些原理来设计的。

由于砂子的干燥包括了砂子和干燥介质之间的传热和传质两个过程（水汽化即为传质过程），因此使得系统的热交换过程变得复杂化，通常，在设计或选用烘干设备时，需要先对系统进行热平衡计算，在此基础上，再设计或选用系统中配套的设备或装置。

一、热气流烘干装置

（一）特点及基本原理

热气流烘干是国内目前应用最普遍的砂子烘干装置之一，它具有烘干和提升、输送的双重作用，使工艺流程和系统设备简化，便于工部的设计布置。因此，在新建或改造砂处理工部时，获得了广泛的应用。

热气流烘砂的原理是利用风机产生的负压和供给热气流的热源装置在吸送砂子的同时，把湿砂烘干。实际上，砂子烘干主要是在供料器和输送管道前段的运动过程中，在极短的时间内完成的。据有关部门测定，湿砂在与热气流相遇的瞬间，热气温度与砂子的湿度都迅速下降，这说明在很短的时间内，热气流的热量得到充分的利用。目前一般所用的烘干管长度为 $10\sim 20$ 米，实际的砂子烘干过程仅为 1 秒左右。

常用的热气流烘干装置系统见图 2-1

-1。

热气流烘干装置的生产能力与湿砂的含水率有很大关系。此外，输送管道的布置形式、输送高度、距离以及鼓风系统参数和热源方式的选择也有很大影响。对含水率在 7% 以下的湿砂而言，目前国内这类装置的烘干能力大多为 $3\sim 5$ 吨/时；在采用有湿砂预热装置或直接向供料器喷射煤气或柴油作热源的热气流烘干装置系统中，在其它参数不变的情况下，其烘干能力则可达 $8\sim 10$ 吨/时。

（二）热气流烘砂的热源装置

热气流烘砂的热源装置近几年来经过了不断的革新、改进，不仅提高了烘砂的生产能

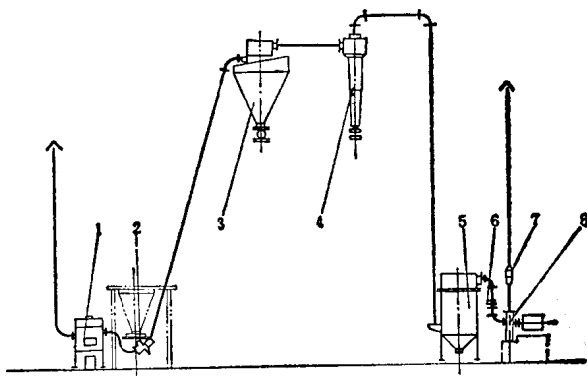


图2-1-1 热气流烘干装置系统图

1—热源装置 2—供料器 3—分离器 4—干法除尘器
(双旋风分离器) 5—湿法除尘器 6—阀门 7—消音器 8—风机

力，而且还节省了燃料，改善砂子工艺性能等。最初应用的是普通燃煤或燃油的热风炉（目前国内大多数工厂仍在应用），后来又逐渐发展为带预热湿砂的热风炉，使生产率大大提高了一步，同时，有的工厂还进一步改革、取消了热风炉，利用煤气或燃油直接在系统的供料器进风口进行喷射燃烧，这样，进一步简化了设备，提高了燃料的热效率。同时还使出口处的干砂温度降低，下面将对这几种热源装置作一简要介绍。

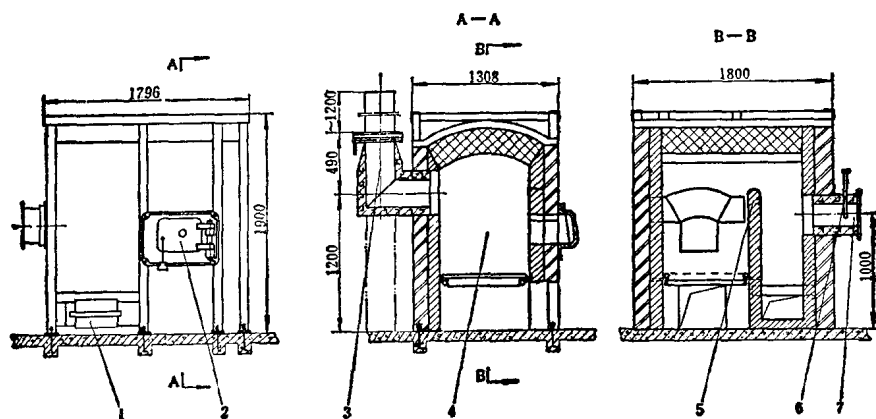


图2-1-2 普通燃煤（或焦炭）热风炉

1—出灰口 2—炉门 3—排烟口 4—燃烧室 5—挡火墙 6—热电偶 7—热风出口

1. 普通燃煤或燃油热风炉 图2-1-2是常用的普通燃煤（或焦炭）热风炉的构造，这种炉子结构简单，制造方便，燃料来源丰富，为国内不少工厂所应用。为了防止炭渣吸入管道，致使砂子质量降低，所以，在炉膛内设置一挡火墙，热气流在越过挡火墙时把灰渣沉降在燃烧室里。

燃煤热风炉燃烧室的炉气温度可达 $400\sim 800^{\circ}\text{C}$ ，进至供料器与湿砂及部分冷空气混合后，仍有 $200\sim 250^{\circ}\text{C}$ ，燃料消耗量在燃煤时为 $20\sim 40$ 公斤/吨砂，燃焦炭时为 $10\sim 15$ 公斤/吨砂。

图2-1-3是燃油热风炉的结构简图，此种炉子多以柴油为燃料，也可以用废机油、重油等。与煤炉相比，它操作简单，有利于改善环境卫生，减轻体力劳动。而且可以调节风温以改善烘干效果。这种炉子燃烧室热风温度一般为 $400\sim 600^{\circ}\text{C}$ ，当热风进入供料器与湿砂及部分冷空气混合时，可达 $200\sim 250^{\circ}\text{C}$ ，在烧柴油时，耗油量一般为 $8\sim 15$ 公斤/吨砂。

采用上述两种炉子的烘砂系统，它们的共同缺点是湿砂从供料器到进入旋风分离器经历的时间极短，为了满足干燥的要求，因此必须相应提高热风温度，但过高的热风温

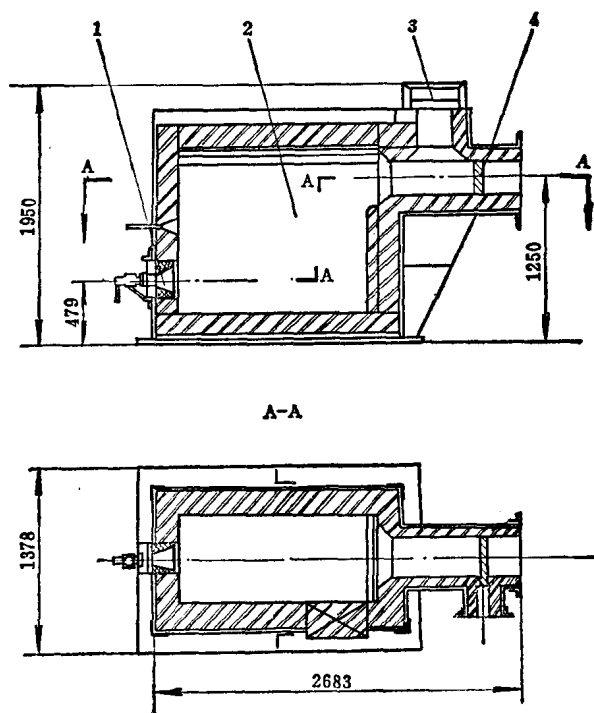


图2-1-3 燃油热风炉

1—燃油喷嘴 2—燃烧室 3—热风出口 4—冷风调节门

度,给设备及操作带来不利。当砂、气混合温度为 $200\sim 250^{\circ}\text{C}$ 时,供料器上部附近管道的钢板会经常被烧红,容易损坏;此外,由于热风温度较高,相应的从旋风分离器处出口的干砂温度也高,通常在 $80\sim 120^{\circ}\text{C}$ 之间,如此高温的砂是不宜直接进入混砂机上方砂斗使用的,必须经过中间斗或其它冷却装置才行,这给系统布置带来不利。此外,湿砂(特别是水分含量较高的湿砂)直接进入供料器时,给料不易均匀,并使悬浮状态变坏,这就会造成系统生产能力的下降。

由于上述原因,后来又设计了一种带湿砂预热装置的热风炉。

2. 带预热装置的热风炉 图2-1-4为以煤为燃料的带有预热装置的热风炉结构示意图,图2-1-5为以柴油为燃料的带有预热装置的热风炉结构示意图。其结构原理基本相同,都是在上述普通热风炉基础上发展起来的。在炉膛中燃烧的煤或油发出大量的热,在风机负压的作用下,热风被吸入炉套中,加热了筋片,同时预热了上钟和下钟。由进料口进入的湿砂,经过上、下钟及筋片的转卸,湿砂和热风得到充分接触进行热交换,使砂粒表面水分汽化。这种炉子的最大特点是湿砂在进入供料器前,先在炉内得到了预热,蒸发掉大部分水分,因

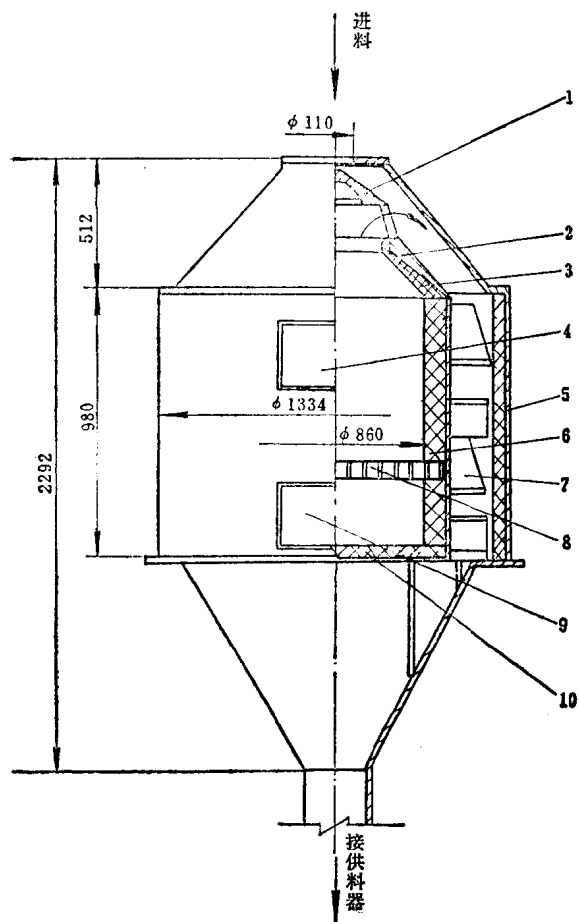


图2-1-4 燃煤预热湿砂热风炉

- 1—上钟 2—下钟 3—耐火衬 4—加煤口 5—外壳
6—内壳耐火衬 7—筋片 8—炉篦 9—出灰口(进风)
10—炉底耐火衬

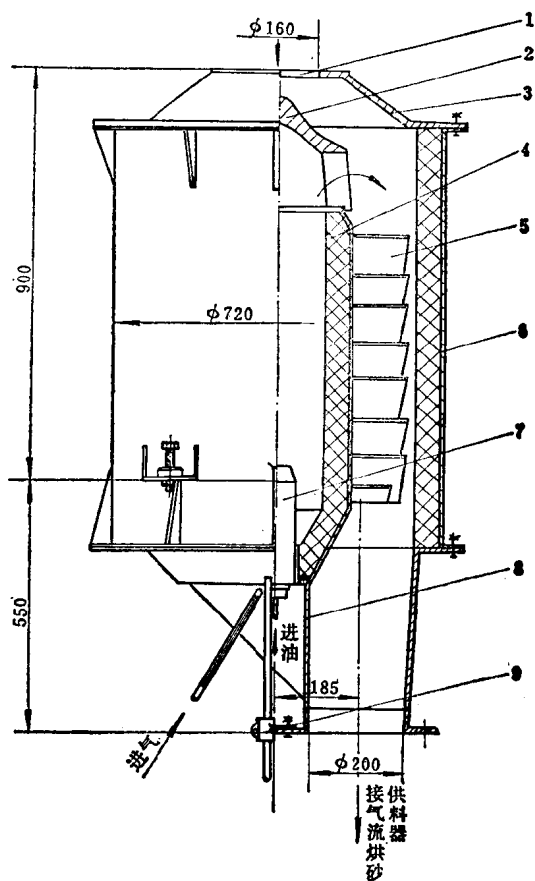


图2-1-5 燃油预热湿砂热风炉

- 1—进料口 2—分砂盆 3—炉盖 4—炉芯
5—筋片 6—炉壳 7—火焰喷枪 8—出砂座 9—调节块

此, 当其进入供料器时, 砂子已很松散, 这就大大改善了供料器入口处砂子的悬浮条件, 有利于提高吸送能力。这种炉子, 当湿砂含水率在 7% 以下时, 其烘干能力可达 7~10 吨/时。此外, 由于湿砂已在炉内与热风充分接触、砂子基本干燥, 同时风温亦已降低, 因此为管道中的低温输送创造了条件, 这不仅改善了操作环境、而且可以降低烘干后出口处的砂子温度, 有利于满足工艺要求, 同时, 燃料耗量也可以降低, 燃煤时、其耗量约为 15~25 公斤/吨砂。

目前, 这种炉型从结构上还有待于进一步改进, 因为当炉子连续作业时, 炉内上钟易烧坏, 炉套内还有死角, 易发生挂砂。此外, 燃烧室及供料器的进风口应设有风温调节装置、以便控制出砂温度, 防止设备损坏。

上述两类炉子的主要缺点是结构比较庞大, 热量不能充分利用, 热效率较低, 此外, 由于进风须通过加热炉, 因此增加了系统的阻力, 影响生产能力的提高。

3. 直接向供料器的进风口喷射的燃烧装置 直接向供料器的进风口喷射煤气或柴油热源可以克服上述炉子的缺点, 这种热源是用煤气或柴油为燃料的喷嘴, 图 2-1-6 是使用煤气喷嘴作热源的供料器结构图, 这种装置使用两个喷嘴分别从供料器的主、辅风口直接喷射火焰, 火焰喷射中心对准砂子的卸料中心, 这样湿砂直接落在高温区, 砂子表面水分突然受热汽化, 大量水分在瞬间蒸发, 同时、由于水分突然汽化以及冷空气受热膨胀、使刚进入的湿砂骤然松散, 造成良好的砂气悬浮状态后进入输送管道, 这样就能加大砂、气混合比, 为提高系统烘干能力创造必要的条件。与一般热气流烘砂的供料器不一样, 这种供料器把下风

口作为主进风口, 即主进风方向同砂流输送方向一致, 这样砂流阻力减小, 消除了由上部作主风口时常见的供料器下壁粘砂现象, 同时在辅风口与进料口交界处又加了一舌板, 起到砂子的导向作用, 当砂流进入由主、辅风口喷入火焰的汇合中心时, 受到猛烈的冲击, 迅速松散, 成悬浮状态后进入输送管道。据测定, 这种供料

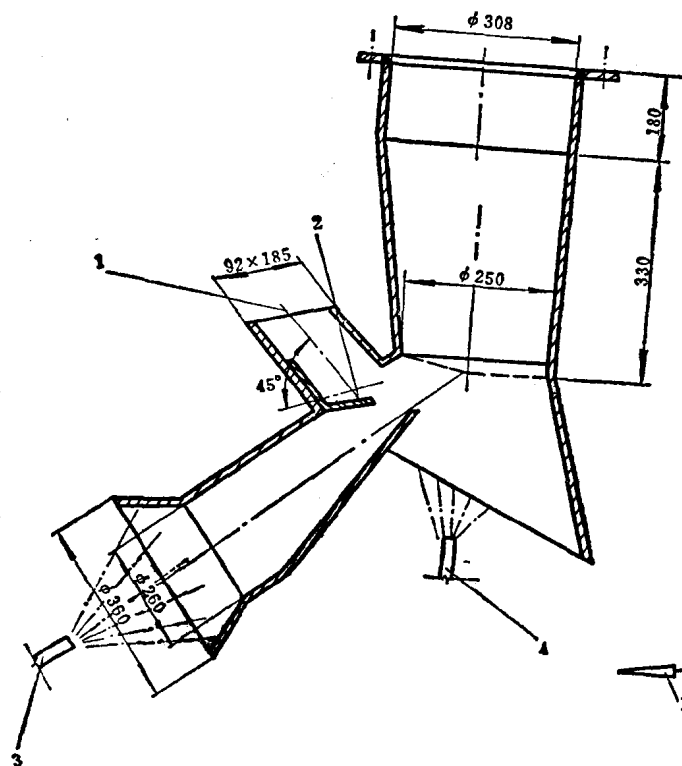


图2-1-6 煤气喷嘴作热源的供料器结构图

1—进料口 2—舌板 3—主加热器(辅风口) 4—副加热器(主风口)

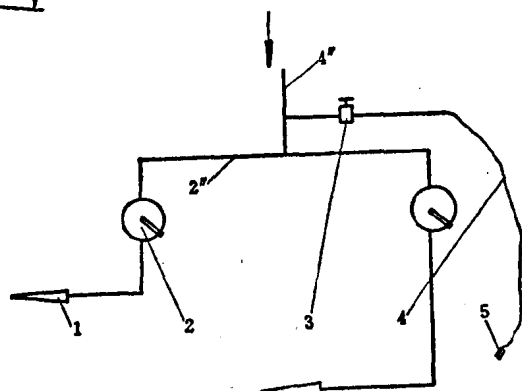


图2-1-7 煤气管路图

1—喷嘴 2—手动阀门 3—调节阀 4—点火用软管 5—点火口

器的压降损失仅为 120 毫米水柱左右。这种装置的煤气管路见图 2-1-7, 管路上设有手动阀门, 可以随时调节主、辅风口的煤气量, 在煤气管路上还接有点火用软管, 该厂采用城市煤气作燃料, (当湿砂含水率在 7% 时) 其耗量约为 $15\text{米}^3/\text{吨砂}$ 。

图 2-1-8 是以柴油喷嘴作热源的热气流烘砂供料器结构图, 该装置采用 B 型 $Dg80$ 低压比例调节油嘴。根据喷灯的原理, 在油嘴的前方设置一多孔的助燃管, 该管装在供料器辅风口的尾部, 使油在辅风口内直接喷射燃烧, 这样燃烧比较完全, 火焰直径大而长度短, 助燃管的结构尺寸见图 2-1-9。低压喷油嘴由压缩空气通过一空气引风器把油雾化并喷射到助燃管内, 空气引风器的结构见图 2-1-10, 其工作原理是: 使压力为 $5\text{公斤}/\text{厘米}^2$ 的压缩空气通过 $\phi 4\sim 5$ 毫米的喷嘴, 在引风器体内产生负压, 从而吸入大量常压空气、经稳压混合后, 以低压大风量输出供油嘴燃烧。空气引风器的输入风压为 $5\text{公斤}/\text{厘米}^2$, 输出风压为 $490\sim 950$ 毫米水柱 (可调节喷嘴位置改变风压), 压缩空气消耗量为 $30\sim 40\text{米}^3/\text{时}$, 这时输出风量约 $400\text{米}^3/\text{时}$, 可以满足 B 型 $Dg80$ 油嘴燃烧的要求。当湿砂水分不大于 8% 时, 其烘干能力可达 $5\sim 8\text{吨}/\text{时}$, 柴油耗量约为 $5\text{公斤}/\text{吨砂}$ 。该装置的供料器结构形式与煤气作热源的供料器基本相同, 进料口都装有一舌板。但是主风口进冷风无热源、辅风口轴线与输砂管轴线的夹角略大于前者, 具体结构尺寸的差别可详见图示。

直接向供料器喷射煤气或柴油作热源有一个很大的优点是:

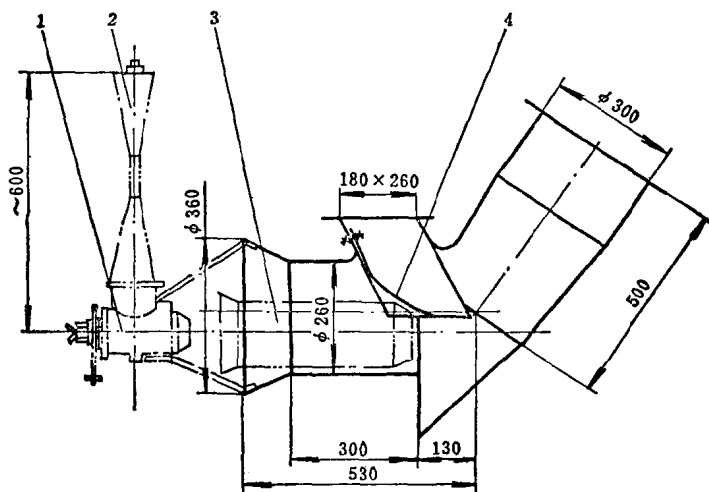


图2-1-8 柴油喷嘴作热源的供料器结构图

1—喷油嘴 2—空气引风器 3—助燃管 4—舌板

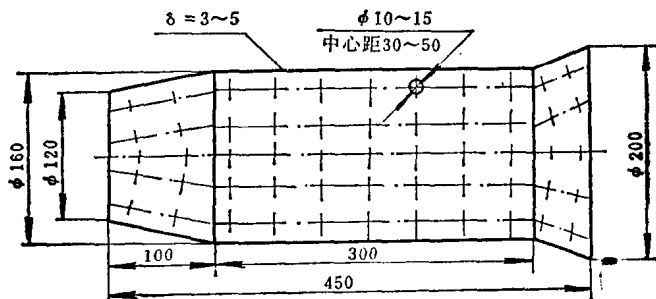


图2-1-9 助燃管结构简图

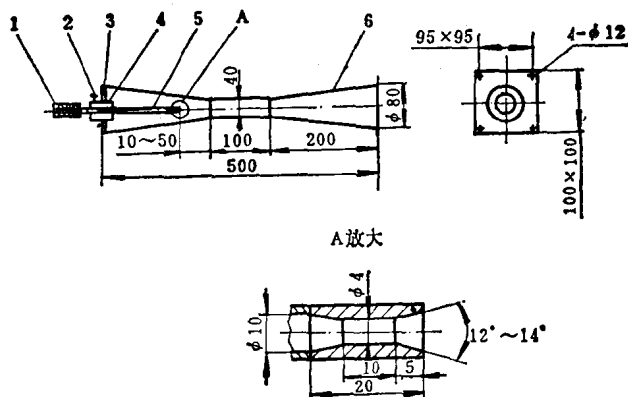


图2-1-10 空气引风器结构简图

1—胶管 2—定位螺钉 3—支撑 4—调整套 5—喷嘴 6—器体

湿砂直接落入火焰中心的高温区域，大部分水分在此区域内迅速完成蒸发，再往前面，火焰已和进入的大量冷空气混合，温度迅速下降，据现场测定，在供料器附近管壁的温度仅为 80°C 左右，（用热风炉时此区段管壁温度为 250°C 左右）在双旋涡分离器出口的风温为 $40\sim 50^{\circ}\text{C}$ 。因此，在输砂管的后半部实际上只是起输送作用，从而使卸料口的排砂温度可以降为 50°C 左右，这对满足工艺要求是特别有利的。实际使用中，可在双旋涡分离器的出口处插入一温度指示器，在烘干过程中，调节煤气或供油量，使指示器中的温度始终控制在 $40\sim 50^{\circ}\text{C}$ 范围内即可。此外，这种装置的设备简单、费用少；热能利用效率高、燃料省，系统阻力损失小，生产率高等等。因此，在车间燃料供应条件许可的情况下，建议采用这种装置。当只能以煤或焦炭作燃料时，则首先采用带预热装置的热风炉。前述第一种普通燃煤或燃油热风炉，由于存在一系列缺点，不宜推广应用，但对目前正在使用着的炉子，也要注意结构上的改进，如没有设置挡火墙的燃煤热风炉，应设置挡火墙、以防止灰渣进入输砂管等。

（三）热气流烘砂的设计步骤及热平衡计算

热气流烘干装置的设计基本上与低负压气力输送（简称吸送）装置相同，只是在计算上多一个热平衡计算（吸送装置设计计算详见本书第六篇第八章）

1. 热气流烘干装置的设计依据及程序如下：

（1）要求烘干湿砂的生产能力 G 。（公斤/时）；

（2）烘干输送线路与主要设备的布置；

（3）湿砂原有特性参数：

1）密实重度 γ 。（公斤/米³）；

2）温度 t' （ $^{\circ}\text{C}$ ）；

3）湿度 w' （%）；

4）计算平均粒径 d 。（毫米）。

（4）热气流进入烘干管时的温度 t'_1 ，出烘干管时的温度 t'_2 ；

（5）烘干后（旋风分离器出口处）砂子的特性参数：

1）密实重度 γ 。（公斤/米³）；

2）温度 t'' （ $^{\circ}\text{C}$ ）；

3）湿度 w'' （%）；

4）计算平均粒径 d 。（毫米）。

（6）环境温度 t_e （ $^{\circ}\text{C}$ ）；

（7）进行热平衡计算，确定热空气与砂子的重量浓度 m 。（公斤砂/公斤热空气）及热空气消耗量 G 。（公斤/时）；

（8）供热量与燃料消耗量的计算；

（9）确定烘干管中热气流的平均重度 γ 。（公斤/米³）；

（10）计算砂粒的悬浮速度 v_s'' （米/秒）；

（11）确定烘干管径 D （米）、临界风速 v_k （米/秒）及热气流工作风速 v 。（米/秒）；

（12）确定烘干管长度（米）；

（13）压力损失计算；

（14）风机、电机的选择；

（15）经济指标。

2. 热平衡计算

为说明热气流烘干装置设计过程中热平衡计算的方法和步骤, 下面举一采用直接向供料器喷射煤气作为热源的例子, 其计算过程如下:

(1) 设计要求烘干及输送的湿砂量 G_s 为 9000 公斤/时;

(2) 湿砂原有的特性参数:

1) 密实重度 $\gamma_s = 2650$ 公斤/米³;

2) 温度 $t'_s = 20^\circ\text{C}$;

3) 湿度 $w' = 7\%$;

4) 计算平均粒径 $d_s = 0.43$ 毫米。

(3) 热气流进入烘干管的温度 $t'_g = 360^\circ\text{C}$, 出烘干管的温度 $t''_g = 60^\circ\text{C}$;

(4) 烘干后 (在旋风分离器出口处) 砂子的特性参数:

1) 密实重度 $\gamma_s = 2650$ 公斤/米³;

2) 温度 $t''_s = 50^\circ\text{C}$;

3) 湿度 $w'' = 1\%$;

4) 计算平均粒径 $d_s = 0.43$ 毫米。

(5) 环境温度 $t_a = 20^\circ\text{C}$;

(6) 进行热平衡计算, 确定重量浓度 m_s 及耗气量 G_g 。(全部热平衡计算, 按 1 公斤湿砂量进行);

1) 吸入的热量

① 热气流带入烘干管的热量 (因为湿砂在与火焰接触的瞬间水分迅速蒸发, 这时喷射的火焰和进入的冷空气温度发生剧烈变化, 现假定混合区火焰和冷空气的平均混合温度为 360°C);

$$q'_g = \frac{G_g C'_g t'_g}{G_s} = \frac{C'_g t'_g}{m_s} = \frac{0.25 \times 360}{m_s} = \frac{90}{m_s} \text{ (千卡/公斤)}$$

式中 $m_s = \frac{G_s}{G_g}$ ——重量浓度 (公斤砂/公斤热空气);

C'_g ——热气流的比热 (千卡/公斤·度), 其值见表 2-1-2;

G_g ——小时热气流消耗量 (公斤/时);

G_s ——小时砂子烘干量 (公斤/时)。

② 湿砂带入的热量:

$$\begin{aligned} q'_s &= (1 - w') C'_s t'_s + w' t'_s = \left(1 - \frac{7}{100}\right) \times 0.251 \times 20 + \frac{7}{100} \times 20 \\ &= 0.93 \times 0.251 \times 20 + 0.07 \times 20 = 6.06 \text{ (千卡/公斤)} \end{aligned}$$

式中 C'_s ——湿砂的比热 (千卡/公斤·度), 其值见表 2-1-1。

2) 消耗的热量

① 热气流从烘干管中带走的热量:

$$q''_g = \frac{C''_g t''_g}{m_s} = \frac{0.24 \times 60}{m_s} = \frac{14.4}{m_s} \text{ (千卡/公斤)}$$

式中 C''_g ——烘干管出口处气体比热 (千卡/公斤·度), 其值见表 2-1-2。