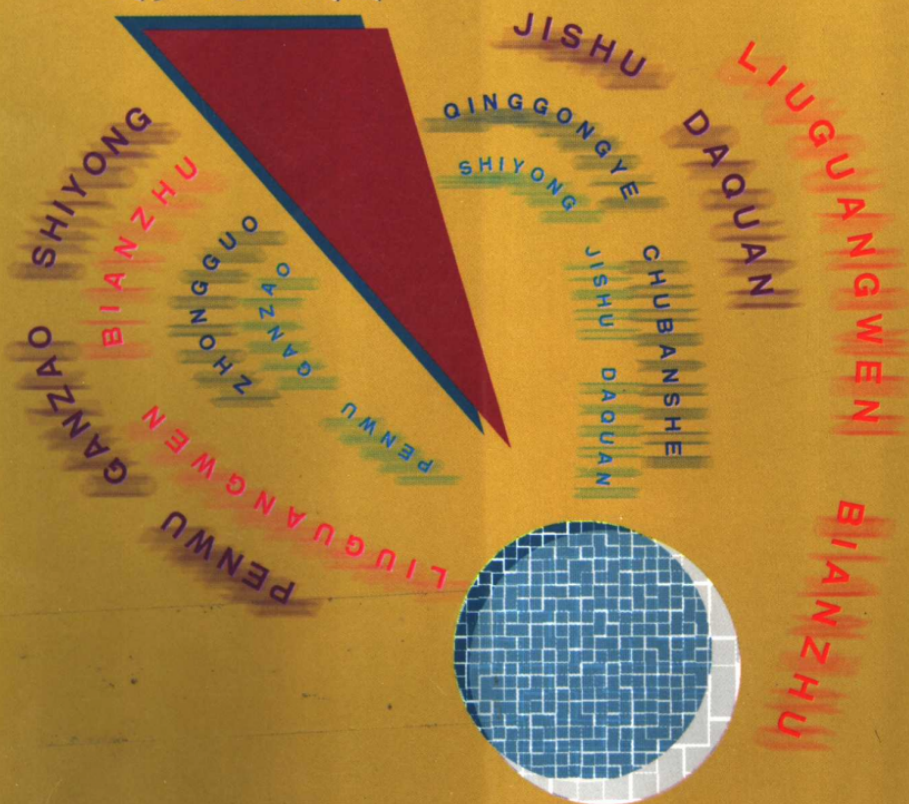



喷雾干燥 实用技术大全


刘广文 编著



 中国轻工业出版社

喷雾干燥实用技术大全

刘广文 编著

 中国轻工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

喷雾干燥实用技术大全/刘广文编著. —北京:中国轻工业出版社,2001.10

ISBN 7-5019-3310-3

I. 喷… II. 刘… III. 喷雾干燥-技术手册
IV. TQ028.6-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 049698 号

责任编辑:林媛

策划编辑:狄莹 劳国强 责任编辑:滕炎福 封面设计:张颖

版式设计:丁夕 责任校对:甄杰 责任监印:胡兵

出版发行:中国轻工业出版社(北京东长安街6号,邮编:100740)

网 址:<http://www.chlip.com.cn>

联系电话:010-65241695

印 刷:三河市宏达印刷有限公司

经 销:各地新华书店

版 次:2001年10月第1版 2001年10月第1次印刷

开 本:850×1168 1/32 印张:21.625

字 数:563千字 插页:2 印数:1—3000

书 号:ISBN 7-5019-3310-3/TS·1988

定 价:52.00元

京工商广临字 20010023 号

·如发现图书残缺请直接与我社发行部联系调换·

沈阳市东强干燥设备制造厂

我厂是国内专业生产干燥设备的著名厂家,以有关大专院校和科研院所为技术依托,集科研设计、制造、服务于一体,以产品种类齐全、技术含量高、质量上乘和良好的售后服务而畅销全国。

主要为您提供的设备有旋风闪蒸干燥机、高效节能热风炉(包括手烧和机烧两种)、离心式喷雾干燥机、压力式喷雾干燥机、热喷射式闪蒸干燥机、气流干燥机、多层震动流化床干燥机,以及气箱式脉冲除尘器机械回转反吹除尘器等各种类型的除尘设备。

旋风闪蒸干燥机:

适用于膏状、粘稠状、滤饼状、粉状物料的干燥。

特点:

设计先进,科技含量高,节能,热交换均匀,物料在设备的停留时间可自行调节。直接干燥成粉状物料,适合于干燥的物料非常广泛,主要适用的物料有: DSD 酸、H 酸、酞菁蓝、碱性嫩黄、橙二、冻黄、白炭黑、轻质碳酸钙,非金属矿粉及无机盐等。



工作中的闪蒸干燥机



安装中的热风炉

高效节能热风炉:

此产品是我厂的专利产品,分手烧和机烧二种,燃料种类分燃煤、燃油、燃气,是各种干燥设备的理想热源,产品遍及全国各地。

特点:

结构紧凑、占地面积小、热效率高、节省燃料。烟气、空气各行其道,可获得纯净的热风,无污染。安装简单、易于操作、工作稳定,无故障。

喷雾干燥机:

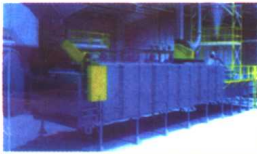
我厂生产的喷雾干燥机为三大系列 20 多个品种,现已在全国 30 多家使用,自行设计的压力式喷雾干燥器有自动化水平高,能耗低等特点,产品形成空心球状,经喷雾造粒的物料无粉尘、湿润性好、色光艳,可在一定范围内调节产品的粒径。



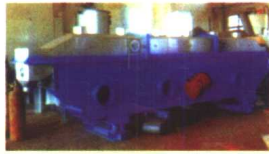
安装中的压力式喷雾干燥机

厂长:董强
电话:024-86617607 86617606
传真:024-86617607

厂址:沈阳市于洪区鸭绿江街 41 号
手机:13709811579
邮编:110032



带式干燥机



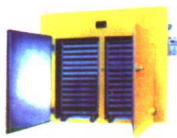
振动流化床



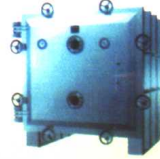
闪蒸干燥机

主要产品

- ◆ CT、CT-C 型烘箱
- ◆ YZG、FZG 型真空干燥机
- ◆ SZG 型回转真空干燥机
- ◆ LPG 型高速离心喷雾干燥机
- ◆ YPL、QPG 型喷雾干燥机
- ◆ DW、DWF 型带式干燥机
- ◆ XF 型沸腾干燥机
- ◆ GFG 型高效沸腾干燥机
- ◆ GHL 型高速混合制粒机
- ◆ ZLG 型直线振动流化床
- ◆ SKSZ 型旋转闪蒸干燥机
- ◆ ZPG 型内热真空耙式干燥机
- ◆ GT 型滚筒干燥机
- ◆ QG、FG、JG 气流干燥机
- ◆ 燃煤、燃油热风炉
- ◆ FL 型沸腾制粒干燥机
- ◆ PGL 型喷雾干燥制粒机
- ◆ MC 型脉冲布袋除尘器
- ◆ 酒糟专用干燥设备
- ◆ CPE 专用干燥设备
- ◆ 中药喷雾浸膏干燥机
- ◆ 脱水蔬菜生产线
- ◆ 粉碎、筛分设备
- ◆ V 型、双锥型、双螺旋锥型、多向型、槽型混合机



烘箱



YZG、FZG 真空干燥机



双锥回转真空干燥机



离心喷雾干燥机



XF 沸腾床



高效沸腾干燥机



滚筒干燥机



沸腾制粒干燥机



喷雾干燥制粒机



高速混合制粒机



多向运动混合机



V 型真空进料混合机

本公司有实验车间，并备有多种设备供客户来带料试车。欢迎新老客户来公司指导、合作。

厂址：常州市焦溪镇

邮编：213116

电话：0519-8902757 8901188

总经理：顾燕平

手机：013906110977

传真：0519-8903586

http://www.czshenhua.com

前 言

近年来,国内外喷雾干燥技术的研究及应用都取得了可喜的进展,应用领域也在不断拓宽,从事设计和应用的人员也越来越多。为全面系统地反映近年来喷雾干燥技术的研究成果,满足广大工程技术人员的用书需求,特编写了这本《喷雾干燥实用技术》一书。

本书全面地介绍了喷雾干燥的工艺、设备及实用技术,其中包括压力式、气流式、离心式、喷雾流化以及组合式喷雾干燥器的设计及应用技术。

全书共分四篇十二章,第一篇为基础理论篇,包括第一、第二、第三章,主要介绍了喷雾干燥的设计基础;第二篇为工程设计篇,包括第四、第五、第六、第七章,主要介绍了几种典型喷雾干燥器的设计方法;第三篇为操作实践篇,包括第八、第九章,主要介绍了喷雾干燥器的现场安装技术及设备调试操作技术;第四篇为工业应用篇,包括第十、十一、十二章,主要介绍了大量的喷雾干燥的应用实例和详实的操作参数。书中还以例题的形式介绍了各种干燥器的设计方法,更增加了该书的实用性。

本书除详细地介绍了典型喷雾干燥器的设计方法外,较多地介绍了设计过程中的经验方法及操作过程中的最佳经济运行规律。

本书可作为轻工、化工、食品、制药、微生物及建材行业的研究单位、设计单位、干燥设备制造厂以及工业应用部门工程技术人员的参考书,也可作为大专院校师生的参考教材。

在本书的编写过程中,曾得到许多干燥专家以及生产厂家的大力支持和热心帮助,编者专题组的全体同仁提供了大量的技术资料并给予鼎力协助,沈阳化工研究院的肖刚高工,天津轻工业学院的潘永康教授对本书的编写给予大力协助。王君小姐承担了全部书稿的文字整理工作,在此一并深表谢意。

EAA69/06

由于编者水平有限,加之时间仓促,书中错误和不当之处在所难免,诚望读者批评指正。

编者

2001年5月1日于沈阳化工研究院

符号说明

A —面积,蒸发强度	l —空气单耗量
B —宽度	P —压力
b —宽度,热能单价	Q —总热量,体积流量
c —比热容	q —热量,透气率
C_D —流量系数	R —气体常数,电阻
c —物料干基含水率	r —半径
D —(设备)直径	S —面积
d —(颗粒)直径	s —湿基含固率,价格比率
E —能量,弹性模量	T —总时间,绝对湿度
F —力	t —时间
f —系数	v —速度,比体积
G —流量	u —速度
g —重力加速度	V —体积,容积,电压
H —空气绝对湿度	W —蒸发水量
h —高度	w —湿基含水率
I —空气的焓	Z —高度
i —分率	M —摩尔质量
K —系数	m —质量
K —刚度	n —个数,转速
L —空气流量,长度,润湿周边直径	P —功率
	N —叶片数

下角标

a —空气	d —露点
b —沸点	e —最终值
c —临界,空气芯	g —气体

H—湿空气
 h—惰性
 i—第 i 级
 k—有效
 L—水, 液体
 m—质量
 o—孔
 p—平均, 压力
 s—固体, 饱和
 in—进口
 out—出口
 r—径向

y—垂直
 WB——湿球温度
 0——初始态
 1, 2...——进出口顺序
 2.....——进出口顺序
 max——极大
 min—极小
 VS—体积 - 面积
 t—切向
 v—体积量
 w—水

希 文 符 号

ξ —系数
 μ —粘度
 γ —重度, 汽化热
 ρ —密度
 α —角度, 传质膜系数, 给热系数, 有效截面系数
 θ —角度
 β —角度
 η —效率

Δ —增量
 τ —时间
 ϕ —直径, 系数
 ψ —比例, 空气相对湿度
 λ —导热系数, 摩擦系数
 δ —厚度, 系数
 ϵ —空隙率
 ν —运动粘度

准 数

Ly —李森科准数
 Re —雷诺数
 \overline{Re} —修正雷诺数

Pr —普兰特准数
 We —韦伯数
 \overline{We} —修正韦伯数

瞬达® 温州市瞬达干燥设备有限公司

瞬达

温州市瞬达干燥设备有限公司是集科研、设计、开发、制造、安装、调试于一体的干燥设备专业生产企业，本公司主要生产 YPG、LPG 系列压力式喷雾造粒干燥机、LXG 离心式喷雾干燥机、XSG 闪蒸干燥机、浆叶干燥机、盘式干燥机、LSD 实验室喷雾干燥机、ZDM 双介质隔膜泵、SM-250 砂磨机及各种干、湿式除尘器等系列产品，本公司以座落在沈阳化工研究院的国家染料工程研究中心为技术后盾，在染料、有机颜料、染(颜)料中间体、化工产品 & 纺织印染助剂的干燥方面有独到之处，本公司多年来以精细化工为己任，先后为上海、江苏、湖北、四川、北京、天津、辽宁、河北、河南、浙江、山东、甘肃等国内外用户提供近 200 台(套)先进的干燥设备，深受广大用户的好评，本公司竭诚欢迎新老用户光临惠顾。

本公司特别推荐，经过本公司技术人员的努力，现已完成国内先进的喷雾干燥和喷射防尘剂两个过程一次完成的设备，喷射防尘剂的设备是喷雾干燥机出来的物料直接进行防尘剂的喷洒，使干燥后的物料进行固液接触，形成液桥，从而达到防尘目的，其防尘性能达到国内外先进水平。

科技领先是我们的优势，追求更好是我们的宗旨，瞬达人愿为中国精细化工作出新贡献。



LSD 实验室用喷雾干燥机



YPG、LPG 压力式喷雾造粒干燥装置



喷射防尘剂装置



XSG 闪蒸干燥机

公司地址：温州市西山东路 229 号 董事长：金鹤鸣 联系人：周胜华
 电话：0577-88552862 转 88551953 13957719093 13957721979
 传真：0577-88551953 邮编：325000 电挂：1953

NIKUNI

工业泵专家

多柱塞高压隔膜泵

高压喷雾干燥设备的理想选择

特 征

- * 高压力 (~100 公斤)、高效率 (85%)、低电耗
- * 多柱塞构造, 油压驱动膜片, 有效控制脉动和噪音
- * 易操作易维护
- * 机械传动部长期无故障运转, 膜片阀片易于更换和维护

用 途

- * 用于高压喷雾造粒干燥设备, 含有微细颗粒的染料、颜料、食品、医药、瓷粉浆液等的高压输送。
- * 精密加工部件、印刷电路板的高压冲洗、毛刺后处理等设备。
- * 深孔钻床、加工中心等深孔加工或陶瓷研磨等用途的高压冷却液。
- * 向压滤机输送污泥, 从曝气槽等吸送污泥。
- * 海水淡化装置、超纯水制取设备的反渗透膜加压送水。
- * 船舶、车辆等机械及部件的高压清洗。
- * 果酱、面酱、奶油、胶水、粘合剂等高粘度液体的输送。

销售业绩

浙江尔乐干燥设备厂、杭州中兴化工装备有限公司、浙江温州瞬达干燥设备厂等、浙江龙盛集团、浙江闰土化工集团有限公司等数十家知名企业

专业生产和销售: 涡流泵、离心泵、水环式真空泵、多柱塞高压隔膜泵、各种泵装置等等



日本独资企业

上海尼可尼泵业有限公司

厂址: 上海市闵行区陈行镇恒星

村陈恒路 118 号

邮编: 201114

电话: 021-64292249

传真: 021-64291122

销售部: 上海市徐汇区斜土路

2601 号嘉汇广场 T1 座 6C

电话: 021-64260152/53/64

传真: 021-64260155

http://www.nikunipump.com

E-mail: sales@nikunipump.com

广州办电话/传真: 020-87537373

电话: 020-87578475

E-mail: gz@nikunipump.com

北京办电话/传真: 010-60261260

E-mail: bj@nikunipump.com

浙江尔乐干燥设备厂

- 全国干燥设备行业重点骨干企业
- 中国通用机械干燥设备行业协会理事单位
- 染料国家工程研究中心联营企业
- 日本大川原化工机株式会社联合企业

YPG 系列压力式喷雾干燥机

GLP 系列离心式喷雾干燥机

XPG 系列闪蒸干燥机

SB250-A型砂磨机

国家级新产品

“七五”全国星火计划银奖

浙江省优质产品奖

温州市科技进步一等奖

四项国家专利

给料器 ZL 98 2 11824.4
圆管给料器 ZL 98 2 29831.6
干燥塔 ZL 98 2 23846.0
砂磨机 ZL 98 2 23847.9

电话:0577-86367538 86362731

传真:0577-86362731 联系人:张雄飞

厂址:温州市瓯海经济开发区东方路29号



目 录

第 1 篇 基础理论篇

第 1 章 概述	(1)
1.1 喷雾干燥简述	(1)
1.1.1 喷雾干燥的发展历程	(1)
1.1.2 喷雾干燥与日常生活的联系	(2)
1.1.3 喷雾干燥的特点	(3)
1.2 喷雾干燥技术的最新进展	(4)
1.2.1 理论研究进展	(4)
1.2.2 装置研究进展	(14)
第 2 章 喷雾干燥设计基础	(24)
2.1 喷雾干燥技术简介	(24)
2.1.1 基本工程术语	(24)
2.1.2 喷雾干燥系统的组成	(25)
2.1.3 喷雾干燥器的分类	(27)
2.2 喷雾干燥基本原理	(33)
2.2.1 喷雾干燥机理	(33)
2.2.2 喷雾干燥的热质传递规律	(34)
2.2.3 雾滴与空气的接触方式	(36)
2.3 喷雾干燥器设计方案的确定	(37)
2.3.1 设计方案的确定依据	(37)
2.3.2 基础数据的求取	(41)
2.3.3 设计程序	(44)
2.3.4 系统设计方案的确定	(48)
2.3.5 干燥器的基本特性	(62)

第3章 干燥过程基础	(67)
3.1 湿空气的性质	(67)
3.1.1 空气中水蒸气含量的表示方法	(67)
3.1.2 湿空气的焓和湿比热	(72)
3.1.3 湿空气的比体积	(72)
3.1.4 绝热饱和温度	(73)
3.1.5 空气的状态图	(78)
3.2 物料中所含水分的性质	(84)
3.2.1 水在物料中的存在形式	(84)
3.2.2 干燥过程动力学	(87)
3.3 粉粒体物料基础知识	(93)
3.3.1 粉体的粒径	(93)
3.3.2 粉体的空间性质	(97)
3.3.3 粉体的静力学性质	(100)
3.3.4 粉体的动力学性质	(101)
3.4 物料衡算及热量衡算	(101)
3.4.1 物料衡算	(102)
3.4.2 热量衡算	(104)
3.5 喷雾干燥器的设计	(106)
3.5.1 喷雾干燥工艺参数的确定	(106)
3.5.2 干燥所需要的时间	(113)
3.5.3 干燥室的计算	(115)

第2篇 工程设计篇

第4章 压力式喷雾干燥	(127)
4.1 压力式雾化器	(128)
4.1.1 旋转压力式雾化器	(129)
4.1.2 离心压力式雾化器	(131)
4.1.3 组合压力式雾化器	(133)
4.2 压力式雾化器的设计	(135)
4.2.1 压力式雾化器流体力学法设计的主要步骤	(136)

4.2.2	压力式雾化器的设计计算	(138)
4.2.3	设计实例	(142)
4.2.4	图算法	(146)
4.2.5	消耗功率的计算	(151)
4.2.6	雾化器的影响因素	(151)
4.2.7	压力式雾化器标准规格	(155)
4.3	雾滴直径的计算	(155)
4.3.1	实验式法	(155)
4.3.2	图算法	(159)
4.3.3	对雾滴的影响因素	(162)
4.3.4	雾滴在干燥器中的运动规律	(165)
4.4	结构设计.....	(170)
4.4.1	塔头部分的设计	(171)
4.4.2	塔底部分的设计	(175)
4.4.3	喷雾造粒的细粉反馈系统	(181)
4.5	压力式喷雾干燥器的设计实例	(184)
4.6	压力式喷雾干燥器的系列化	(195)
第5章	气流式喷雾干燥	(202)
5.1	气流式雾化器	(202)
5.1.1	气流式雾化器的工作原理	(202)
5.1.2	气流式雾化器的基本结构	(203)
5.1.3	气流-压力复合式雾化器	(204)
5.1.4	气流式雾化器的设计基础	(206)
5.1.5	气流式雾化器的计算方法	(209)
5.1.6	气流式雾化器雾化效果的讨论	(212)
5.1.7	雾化效果的影响因素	(213)
5.2	雾滴的计算	(215)
5.2.1	实验式法	(215)
5.2.2	图算法	(222)
5.3	干燥器的设计	(224)

5.3.1 塔形的确定	(225)
5.3.2 气液流向的讨论	(227)
5.3.3 气流式喷雾干燥器的设计实例	(230)
第6章 离心式喷雾干燥	(237)
6.1 离心式雾化器的结构	(238)
6.1.1 离心式雾化器的雾化机理	(238)
6.1.2 雾化器的结构形式	(240)
6.1.3 雾化器分散盘的形式	(245)
6.1.4 分散盘的微粒化条件	(249)
6.2 离心式雾化器的设计	(250)
6.2.1 料液离开分散盘时的速度	(250)
6.2.2 料液离开分散盘时的喷射角度	(252)
6.2.3 分散盘雾距的计算	(252)
6.2.4 离心式雾化器的动力计算	(255)
6.3 离心式雾化器雾滴直径的估算	(258)
6.3.1 经验关联式法	(258)
6.3.2 雾滴的计算实例	(262)
6.3.3 操作中可变参量对雾滴的影响	(263)
6.4 离心式喷雾干燥器的结构设计	(265)
6.4.1 热风分配器室的设计	(265)
6.4.2 出料部分的设计	(271)
6.4.3 干燥室的设计	(272)
6.4.4 粒子在干燥室内的停留时间	(277)
6.5 离心式喷雾干燥器的设计实例	(280)
第7章 喷雾流化干燥	(284)
7.1 概述	(284)
7.1.1 喷雾流化干燥的特点	(285)
7.1.2 喷雾流化造粒的经济性	(285)
7.1.3 喷雾流化干燥器的基本结构及流程布置	(287)
7.2 喷雾流化造粒	(291)

7.2.1 喷雾流化造粒的影响因素	(293)
7.2.2 喷雾流化造粒塔的主要结构设计	(298)
7.2.3 流化床的流体力学计算	(300)
7.2.4 设计实例	(304)
7.3 载体喷雾流化干燥器	(308)
7.3.1 载体喷雾流化干燥器的特点	(308)
7.3.2 载体喷雾流化干燥器工作原理	(310)
7.3.3 实验室研究	(312)
7.3.4 主要技术参数的确定	(314)
7.3.5 载体喷雾流化干燥器设计要点	(319)
7.3.6 设备系列化	(320)
7.4 振动惰性粒子喷雾流化干燥器	(323)
7.4.1 振动惰性粒子喷雾流化干燥器简介	(323)
7.4.2 振动惰性粒子喷雾流化干燥器基本结构	(325)
7.4.3 影响干燥过程的主要因素	(326)

第 3 篇 实用技术篇

第 8 章 喷雾干燥附属设备	(331)
8.1 热源	(331)
8.1.1 热源的选择	(331)
8.1.2 热源的种类	(332)
8.1.3 能量消耗图算法	(339)
8.2 换热设备	(342)
8.2.1 热管换热器	(342)
8.2.2 直燃式燃油热风炉	(346)
8.2.3 直燃式燃气热风炉	(353)
8.2.4 燃煤热风炉	(355)
8.2.5 导热油炉	(359)
8.2.6 蒸汽换热器	(361)
8.2.7 电加热器	(368)