

中药粉体工程学

主编 / 蔡光先



人民卫生出版社
PEOPLE'S MEDICAL PUBLISHING HOUSE



中药粉体工程学

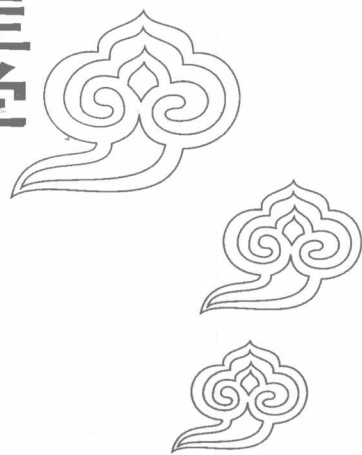
主编 蔡光先

副主编 杨永华 张水寒 黄江波 李顺祥 杨瑛 王宇红

编者 (以姓氏笔画为序)

丁志平 王宇红 尹天雷 向丽 刘柏炎 李超
李雅 李慧 李顺祥 李勇敏 李跃辉 杨瑛
杨永华 肖娟 张水寒 罗新建 郑兵 贺福元
夏新华 高晓慧 唐正平 黄丹 黄江波 温俊达
蔡萍 蔡光先 廖彬

主审 陈立峰



人民卫生出版社

图书在版编目(CIP)数据

中药粉体工程学/蔡光先主编. —北京:人民卫生出版社,2008.7

ISBN 978-7-117-09934-9

I. 中… II. 蔡… III. 中成药-粉体-制药工业-化学工程 IV. TQ461

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第021930号

中药粉体工程学

主 编:蔡光先

出版发行:人民卫生出版社(中继线 010-67616688)

地 址:北京市丰台区方庄芳群园3区3号楼

邮 编:100078

网 址:<http://www.pmph.com>

E-mail: pmph@pmph.com

购书热线:010-67605754 010-65264830

印 刷:北京人卫印刷厂

经 销:新华书店

开 本:787×1092 1/16 印张:36.75

字 数:890千字

版 次:2008年7月第1版 2008年7月第1版第1次印刷

标准书号:ISBN 978-7-117-09934-9/R·9935

定 价:118.00元

版权所有,侵权必究,打击盗版举报电话:010-87613394

(凡属印装质量问题请与本社销售部联系退换)

序 一

中药散剂的传统制备方法“挫、杵、砸、研”等可以说是最原始的粉体加工方法，中药粉体的制备经历了过去一千多年来的“手工作坊式”、20世纪六七十年代的“机械化”、八十年代的“工业化”，进而发展到九十年代的“现代化”等过程，特别是超微粉体技术引入到中药加工领域，产生了微米中药、纳米中药。随着中药粉体在中药饮片、中药制剂及功能性食品、动物饲料、化妆品中的广泛应用，对中药粉体的研究向着系统、深入方面发展，正形成自身的理论体系。

湖南省中医药研究院国家级突出贡献的优秀中青年专家、中医内科学博士生导师蔡光先研究员带领的技术团队率先将超微粉体技术与传统的炮制技术及现代制剂技术相结合，研制成功了能保持中药四气五味及固有药效学物质基础的颗粒状新型饮片——中药超微饮片。中药超微饮片具有节省药材、质量可控、方便使用的特点，现已应用于临床。“单味中药超微饮片的研制与开发”获湖南省科技进步一等奖，课题组还发表了相关学术论文70余篇，出版了专著《单味中药超微饮片的质量标准研究》。

《中药粉体工程学》是该院在对中药粉体研究成果的基础上，结合大量粉体技术与中医药相关的文献和粉体工程方面的专著后编著而成。

中药粉体工程学的编著，坚持以中医药理论为指导，采用现代科学技术研究中药粉体的制备及质量评价、中药粉体的有效性与安全性、中药粉体的应用及产业化等。中药粉体工程学研究的核心是保证中药粉体使用的安全性与有效性；宗旨是保留中药的四气五味，保持和发扬中医药特色与优势，保护中药材资源；目的是建立中药粉体标准化评价体系，促进中药饮片及制剂的规范化、标准化、现代化，推进中药的产业化发展。

该书内容丰富，论述全面，融学术研究价值和实用价值于一体，可作为中医药院校中药专业博士、硕士、本科生的教材及参考书。该学科处于发展中，尚有许多待提高之处，敬望共同研究，以图早日完善。

陳凱先

中国科学院院士
中国科学院上海生命科学研究院党委书记
上海中医药大学校长

2008-03-24

序 二

中医药是中华民族的瑰宝，几千年来为中华民族的繁衍昌盛作出了不可磨灭的贡献。随着世界疾病谱和医学模式的改变，以及人们对西药作用的局限与副作用的逐步认识，“回归自然”、崇尚天然药物正在成为全球化的潮流，这为中药的产业化发展提供了前所未有的机遇。中药要走向国门进入国际市场造福人类，需要加快中药的现代化与国际化。

中药现代化进程的迅速发展，归功于各类高新技术对它的渗透。应用于材料工业的超微粉体技术被引入中药加工领域，产生了微米、亚微米乃至纳米级中药粉剂，促进了粉体技术在中药制剂中的应用，成为推动中药行业技术进步的动力。中药粉体工程这门新的学科也就在应用实践中孕育而生。

湖南省中医药研究院蔡光先研究员及其同仁，在超微粉体技术于中药微细化过程应用的基础上与临床应用和剂型改造相结合，将十几年的研究成果汇集成国内第一部《中药粉体工程学》专著。本书全面总结了当前中药粉体制备、分级与检测的理论和技术及应用实例，并对中药微粉化后的安全性和有效性做了探讨和评价。中药粉体技术不仅是简单粉碎、分级作业，而且是建立在高新技术平台上的与材料、物理、化学、生物医学、计算机等学科的交叉融合。《中药粉体工程学》的出版，将对多学科参与中医药现代化的研究和发展起到促进作用。本书内容新颖，实用性强，不仅可作为中医院校中药专业的教材，也可供从事粉体工程、医药产品研究、开发与质量检验等专业相关技术人员参考。

盖国胜

清华大学材料科学与工程系教授

2008-03-18 于清华园

前 言

粉体加工技术在我国有着悠久的历史，据《天工开物》记载，战国时期冶金术的出现、宋代火药的发明等，都与粉体加工技术的运用有着密切的关系。这一技术在中医药中应用最早的代表产物是散剂。成书于战国时期的《五十二病方》中已有散剂的萌芽，如灰剂。《黄帝内经》是现存最早的较为完整的医学典籍，书中不仅提出了方剂配伍的“君、臣、佐、使”原则，还记载了丸、散、膏、丹等常用中药剂型及其制法。此后，散剂不断发展，著名的《太平惠民和剂局方》全书收方 788 首，其中散剂 238 首。可以说，散剂萌芽于战国，成熟于汉代，盛行于汉、清。而对于丸药的炮制，南朝梁陶弘景《本草经集注》中说，制丸药的药末，需要“重密绢”的筛子筛过，才可以制丸。由此可知，当时我国粉体加工技术已具有相当的水平。新中国成立后，含中药原粉的散剂与丸剂得到了保留和发展，《中国药典》2005 年版一部收载中成药 564 种，其中丸剂 222 种，散剂 47 种，占中成药的 47.7%。此外，还出现了与粉体加工技术相关的产物如颗粒剂、粉针剂及颗粒状饮片、配方颗粒等。

近年来，超微粉体技术已应用于国民经济的多个领域，特别是近十年来在中药加工与制剂中的应用日益广泛，产生了微米中药与纳米中药，该技术巨大的潜力及广阔的前景被广为看好，中药粉体工程学是伴随着超微粉体技术在中药领域的应用而逐步形成的。

中药粉体的研究及推广应用涉及相关机械设备制造与中医药医疗、科研、教学及制药等相关领域，在学术上又涉及粉体工程、中药鉴定、中药炮制、制药工程、中药药理毒理、中药药代动力学及中医临床等学科。目前，中药粉体的研究及应用尚处于探索阶段，研究的重点应该是工艺规范、质量标准，以及临床应用中在采用不同剂型和不同服用方法时中药粉体剂量如何确定。中药粉体的研究需要统筹规划和协调整合。《中药粉体工程学》的出版将对中药粉体的应用研究具有技术支撑作用。

中药粉体工程学系指以中医药理论为指导，运用现代科学技术进行研究、全面论述中药粉体的制备原理与工艺规范、理化性质与质量评价、安全性与有效性、粉体产品的开发与应用等内容的综合性应用技术学科。目前，对中药粉体的研究涉及面广，内容丰富，中药粉体工程学正在形成自身的理论体系和学科。中药粉体工程学的独特属性体现在它以中

药粉粒体作为物质存在的特殊形式为认识的基点，将探索中药粉粒体及有关过程的规律和解决应用问题为目标。

湖南省中医药研究院早在 20 世纪 80 年代就对中药粉体进行了研究，“单味及复方系列袋泡剂的研究”获得国家中医药科技进步奖；自 2000 年开始，又对中药微米粉体进行了较系统的研究，并研制成功单味中药超微饮片，现已投入生产并用于临床，“单味中药超微饮片的研制与开发”获湖南省科技进步奖。《中药粉体工程学》是在我院对中药粉体研究成果的基础上，综合大量粉体技术专著与中医药相关的文献撰写的。全书分为九章，对中药粉体的概念与中药粉体学的研究内容、中药粉体的制备及其理化性质、中药粉体的表征及其质量评价体系、中药粉体的应用及其安全性与有效性、中药粉体的药效学研究、中药粉体的药代动力学研究等进行了较为全面的论述。

现代科学知识日新月异，中医药博大精深，而编者水平有限，时间仓促，难免有疏漏及错误之处，敬请专家、读者指正。

编 者
2007 年 10 月

目 录

第一章 概述	1
第一节 中药粉体的概念	1
一、粉体的有关概念	1
二、中药粉体的定义	2
三、中药粉体工程学的研究内容	2
第二节 中药粉体的分类	3
一、按来源分类	3
二、按颗粒大小分类	4
三、制剂学中涉及的粉体	5
第三节 与中药粉体相关的产业	7
一、医药工业	7
二、食品工业	9
三、化妆品及日用品工业	9
第四节 中药粉体的历史沿革及研究进展	9
一、中药粉体的历史沿革	9
二、粉体技术在中药中应用的研究进展	11
三、中药粉体研究与应用中存在的问题分析	17
第二章 中药粉体的制备	22
第一节 粉碎的原理	22
一、粉碎的基本概念	22
二、粉碎原理	22
第二节 粉体的分级	29
一、基本概念	29
二、分级原理	30

三、分级方法	35
第三节 粉碎与分级的设备	37
一、粉碎机的施力作用分类及选择	37
二、粉碎机械	38
三、分级设备	54
第四节 中药粉体的制备	71
一、前处理	71
二、中药普通粉体的制备	72
三、中药微米粉体的制备	73
四、中药纳米粉体的制备	77
第三章 中药粉体的性质	96
第一节 粉体的体相性质	96
一、粒径与粒度分布	96
二、粒子的形态	99
三、粒子的比表面积	100
四、中药粉体的体相	101
第二节 粉体的流动性质	103
一、粉体的密度	103
二、粉体的流动性	106
三、粉体的充填性	108
四、助流剂对充填性的影响	110
五、中药粉体的流动性	110
第三节 粉体的表面性质	111
一、粒子表面的不饱和性	111
二、粒子表面的非均质性	111
三、粉体的表面能和表面自由能	112
四、粉体表面的吸湿性与润湿性	116
五、黏附性与凝聚性	121
六、粉体的压缩性质	123
七、中药粉体的表面性质	128
第四节 粉体的光学性质	129
一、光在分散体系中的传播	129
二、光的散射	129
三、光的反射	131
四、光的吸收	132
五、光的衰减	132
六、中药粉体的光性质	132
第五节 粉体的电学性质	133

一、颗粒带电	133
二、颗粒表面的电学性质	136
三、电泳与 ξ 电位	141
四、中药粉体的电学性质	142
第六节 粉体的磁学性质	142
一、颗粒的磁性	143
二、颗粒的磁化	143
三、颗粒之间磁吸引作用	144
四、中药粉体的磁性	145
第七节 粉体的机械性质	145
一、粉碎	145
二、粉体的混合	158
三、制粒	160
第四章 中药粉体的表征	163
第一节 粒度测量的有关概念	163
一、粒径和粒度的概念	163
二、粒度分布及其表示方法	166
三、粒度测试的真实性	170
四、粒度测试的重复性	171
第二节 粒度测量的常用方法	172
一、筛分法	172
二、显微镜法	172
三、沉降法	173
四、电场感应法(库尔特计数器法)	173
五、图像分析系统	173
六、激光光散射法	174
第三节 中药粉体的粒度测量方法研究	176
一、中药普通粉体的粒度测量	176
二、中药微米粉体的粒度测量	177
三、中药纳米粉体的粒度测量	204
第四节 中药粉末的形状与微结构	209
一、形态和微结构观察的常用方法	209
二、中药普通粉末和微米粉末的形状与微结构	212
三、中药纳米粉末的形状与微结构	214
第五章 中药粉体的质量评价	219
第一节 外在质量	219
一、性状	219

二、显微特征·····	219
三、比表面积·····	235
四、堆密度·····	235
五、休止角·····	236
六、粒度·····	236
第二节 内在质量 ·····	237
一、水分·····	237
二、灰分·····	239
三、浸出物·····	239
四、重金属·····	240
五、砷盐·····	242
六、农药残留·····	243
七、微生物限度·····	246
八、溶出度·····	246
九、理化性质·····	247
十、薄层鉴别·····	249
十一、含量测定·····	250
十二、化学指纹图谱·····	251
十三、生物学手段的应用·····	255
第六章 中药粉体的应用 ·····	267
第一节 粉体技术在中药制剂中的应用 ·····	267
一、粉体技术在中药制剂加工中的应用·····	267
二、粉体学特性在中药制剂中的应用·····	276
三、中药粉体的应用前景·····	280
第二节 粉体技术在食品及保健食品生产中的应用 ·····	286
一、膳食纤维·····	286
二、骨壳类·····	287
三、茶饮类·····	288
四、副食·····	288
五、果蔬及其他类·····	289
第三节 粉体技术在化妆品生产中的应用 ·····	290
一、中药材·····	290
二、花粉·····	290
三、氧化锌、二氧化钛·····	290
四、魔芋·····	291
第四节 粉体技术在兽用天然药物生产中的应用 ·····	291
一、粉体技术在兽用天然药物生产中应用的重要性·····	291
二、兽用天然药物超微粉的作用·····	292

三、兽用天然药物超微粉的应用·····	293
第七章 中药粉体的有效性研究 ·····	296
第一节 中药粉体有效性的研究内容·····	296
第二节 中药粉体有效性的研究方法·····	297
第三节 中药粉体有效性的研究实例·····	299
一、中药微米粉体·····	299
二、中药纳米粉体·····	351
第八章 中药粉体的安全性研究 ·····	363
第一节 中药粉体安全性的研究内容·····	363
一、整体观思想·····	364
二、现代科学化·····	364
第二节 中药粉体安全性研究方法·····	364
一、体内试验·····	364
二、体外试验·····	364
三、一般毒性试验·····	364
四、特殊毒性试验·····	365
五、毒理病理学·····	365
六、毒代动力学·····	365
第三节 中药粉体安全性研究现状·····	365
一、中药普通粉体·····	365
二、中药微米粉体·····	369
三、中药纳米粉体·····	371
第四节 中药粉体安全性研究展望·····	374
第九章 中药粉体的生物利用度 ·····	377
第一节 中药粉体的体外溶出度·····	377
一、溶解理论·····	378
二、固体在溶液中的溶出速率·····	381
第二节 中药粉体的体内药代动力学·····	414
一、药物动力学的含义及中药(复方)药物动力学发展概况·····	414
二、单成分(指标)药物动力学数学模型及参数·····	426
三、多量给药·····	469
第三节 多成分给药——用指纹图谱表达的中药(复方)药物动力学(谱动学) 总量统计矩数学模型·····	489
一、单成分药物动力学数学模型与中药多成分体系药物动力学要求的矛盾及解决思路·····	489
二、中药复方多成分体系药物动力学数学模型的建立·····	491
三、多成分测定方法——指纹图谱总量统计矩的研究·····	494

四、中药（复方）多成分药物动力学与指纹图谱关联数学模型（谱动学）：二维向量总量统计矩模型.....	498
五、中药粉体药物动力学研究实例.....	503
六、补阳还五汤的药物动力学研究.....	544
附录 缩略词	572

概 述

第一节 中药粉体的概念

一、粉体的有关概念

在常态下以较细的粉粒状态存在的物料称为粉体物料，简称粉体。颗粒即粒子，粒子是粉体运动的最小单元，一般将小于 $100\mu\text{m}$ 的粒子叫做“粉”，大于 $100\mu\text{m}$ 的粒子叫做“粒”。构成粉体颗粒的个体，小至几个纳米，只能用电子显微镜才可以看得清楚；大到数百微米乃至几十毫米，用肉眼就可以辨别清楚。如果构成粉体的所有颗粒的大小和形状都一样，则称这样的粉体为单分散粉体。在自然界中，单分散粉体，尤其是超微细单分散粉体极为罕见，目前只有用化学人工合成的方法可以制造出近似的单分散粉体，至今尚没有利用机械的方法制造出单分散粉体的报道。大多数粉体都是由不同大小的颗粒所组成，而且形状也各异，这样的粉体称为多分散粉体。粉体颗粒的大小及在粉体颗粒群中所占的比例，分别称为粉体物料的粒度与粒度分布。粒度系指一个颗粒的大小，而粒径是指颗粒的直径及其大小（或尺寸）的测量参数。粒径的单位通常为微米（ μm ）（1微米 = 1/1000毫米）、纳米（nm）（1纳米 = 1/1000微米）。

粉体颗粒的大小，一般用“目”或微米来表示。所谓“目”，系指每英寸长的标准试验筛筛网上的筛孔数量。较粗的粉体，多用目数表示其颗粒粒度。例如：“+120目0.5%”，表示有0.5%（占样品的质量分数）的粗大颗粒不能通过120目筛，这部分颗粒称为筛余量。“-120~+200目20%”，表示有20%的物料颗粒能通过120目筛而不能通过200目筛，即120~200目的颗粒在样品质量中占20%。目前各国的试验用筛所对应的筛孔尺寸不一样，但在国际标准化组织（ISO）的协调下正在趋于统一。如《中国药典》2005年版对粉末分等是采用“粗”、“细”来描述，中药粉末一般分为最粗粉、粗粉、中粉、细粉、最细粉、极细粉。其中，最粗粉系指能全部通过一号筛（ $2000\mu\text{m} \pm 70\mu\text{m}$ ），但含有能通过三号筛不超过20%的粉末；极细粉系指全部通过八号筛，但含有能通过九号筛（ $75\mu\text{m} \pm 4.1\mu\text{m}$ ）不少于95%的粉末。对于小于 $75\mu\text{m}$ 的粉末，描述其大小，有用

“目”表示的，但直接采用其粒径测量值，即具体的微米数字来表示的较多。在制药行业中，常用的粒子大小范围为从药物原料粉的 $1\mu\text{m}$ 到制剂的 10mm 。

二、中药粉体的定义

参照“粉体”的定义，将以较细的粉粒状态存在的中药生药粉、中药提取物或中药固体制剂称为中药粉体。粉末是颗粒的聚合物。按照《中国药典》2005年版的有关规定，中药粉末按粒度的大小一般分为最粗粉、粗粉、中粉、细粉、最细粉、极细粉。其中，最粗粉系指能全部通过一号筛（ $2000\mu\text{m} \pm 70\mu\text{m}$ ），但含有能通过三号筛不超过20%的粉末；极细粉系指全部通过八号筛，但含有能通过九号筛（ $75\mu\text{m} \pm 4.1\mu\text{m}$ ）不少于95%的粉末。中药药剂学中的粉体系指固体微细粒子的集合体，组成微粉的粒子可以小到 1nm ，大到 10mm 。我们认为中药粉体系指中药（包括植物药、动物药、矿物药）及其提取物经过粉碎制成的粒度为 $2000\mu\text{m}$ 以下的粉末。中药粉体包括最粗粉、粗粉、中粉、细粉、最细粉、极细粉等普通粉体，微米粉体和纳米粉体，以及微丸、散剂、颗粒剂等。

根据粉体工程学中“微米级”、“亚微米级”、“纳米级”等概念，可以将细度超出传统范畴的中药粉体按其粉体细度级别分别称为微米中药粉体、亚微米中药粉体及纳米中药粉体。微米中药粉体由微米中药颗粒组成，其颗粒粒径小于 $100\mu\text{m}$ ，大于 $1\mu\text{m}$ ；亚微米中药粉体由亚微米中药颗粒组成，其颗粒粒径小于 $1\mu\text{m}$ ，大于 $0.1\mu\text{m}$ （ 100nm ）；纳米中药粉体由纳米中药颗粒组成，其颗粒粒径小于 100nm ，大于 1nm 。三者统称“微纳米中药粉体”，由颗粒粒径小于 $100\mu\text{m}$ ，大于 1nm 的微纳米中药颗粒组成。

超微粉碎技术是指制备、使用微粉的相关技术，包括微粉的制备工艺技术、分级与分离技术、干燥技术、混合与均化技术、包装与贮运技术、粉体测量与表征技术、粉体分散与表面改性技术以及制造与贮运中的质量保证技术。也有学者认为，超微粉碎技术包括微米技术、亚微米技术及纳米技术。超微粉碎又称为超细粉碎，超微粉体又称为超细粉体，均是超微（细）粉碎技术应用的最终产品。目前采用超细粉碎机械设备粉碎中药一般以达到微米级为主，部分可达到亚微米级，两者可以同时存在，即微米及亚微米中药粉体。

以打破中药材细胞为目的的粉碎作业称为细胞级粉碎。经细胞级粉碎作业所获得的中药微粉称为细胞级中药微粉，以细胞级中药微粉为基础制备的中药称之为细胞级微米中药，简称微粉中药。细胞级中药微粉即属于微米及亚微米中药粉体，是目前中药现代粉体技术研究和开发应用的重点。

三、中药粉体工程学的研究内容

研究粉体的基本性质及其应用的科学称为粉体学（Micromeritics）。粉体工程学是在现代科技综合化的趋势下，由相关学科交叉形成的。它将粉体作为物质存在的一种特殊形式，对各专业学科所涉及的粉体及其形成过程的共性问题进行研究，指导各行业粉体产品的开发，促进粉体产业的技术进步。粉体工程学是一门研究粉体产品开发、生产、质量控制及存在问题的综合性学科。现代粉体工程学由粉体物性工程学、粉体加工工程学与粉体机械工程学三大部分构成。

随着超细粉体技术引入中药加工领域，中药粉体产业迅速发展。中药粉体有别于其他

粉体，它不仅用于治疗疾病，也广泛用于保健品与食品、化妆品及动物饲料的生产，中药粉体的制备及应用的技术关键在于其有效性与安全性。

中药粉体工程学（Engineer Micromeritics of Traditional Chinese Medicine）系指以中医药理论为指导，运用现代科学技术进行研究、论述中药粉体的制备原理与生产工艺、理化性质与质量评价、安全性与有效性、体内吸收分布与代谢、应用范围及前景等内容的一门综合性应用技术学科。它不仅与中药专业的各门基础课、专业课，如中药学、中药鉴定学、中药炮制学、中药制剂学、中药化学、中药分析及中药药理学等紧密相关，而且与中药加工、中药制剂及临床用药，以及保健食品与用品、农药与兽药的研制与生产等相关密切。

中药粉体的制备研究主要包括粉碎原理、粉碎设备、粉体的制备（含普通粉体、微米粉体、纳米粉体）以及粉碎工艺规范化等；中药粉体的基本性质主要包括中药粉体的体相性质、流动性、表面性质、光学性质、电学性质、磁学性质、机械性质等；中药粉体的表征主要包括中药粉体的粒度测量方法研究以及中药粉体的形状与微结构等；中药粉体的质量评价主要指外在质量（性状、显微特征、比表面积、堆密度、休止角及粒度）和内在质量（水分、灰分、浸出物、重金属、砷盐、农残、溶出度、理化性质、薄层鉴别、含量测定、化学与生物指纹图谱）的研究两个方面；其应用主要包括在中药饮片与中药制剂中的应用、在保健品与食品生产中的应用等。中药粉体的有效性与安全性主要包括中药粉体与传统饮片的药理效应比较、中药微米粉体和中药纳米粉体的药效评价及中药粉体安全性研究方法；中药粉体的生物利用度研究主要包括中药粉体的体外溶出度和中药粉体的体内药代动力学的研究。

中药粉体工程学研究的目的的是通过对中药粉体制备过程的研究，根据中药的性质，制备出优质药用粉体，提高药品质量，增加药品的稳定性，而且在给药后对体内药物溶出、吸收、分布、排泄等过程具有一定的影响，从而最大限度地发挥药物的疗效，保证中药粉体使用的安全性与有效性。同时，通过建立中药粉体标准化评价体系，促进中药的规范化、标准化、现代化，推进中药的产业化。

第二节 中药粉体的分类

中药粉体可按来源分类，即植物类中药粉体、动物类中药粉体、矿物类中药粉体。通常认为主要应按构成粉体颗粒的大小分类，即纳米粉体、微米粉体、普通粉体及制剂学中的粉体剂型等。

一、按来源分类

（一）植物类中药粉体

植物类中药经过粉碎所得的粉体为植物类中药粉体，其特点是能够观察到颗粒的大小、微观形貌及结构，如纤维、导管、淀粉粒等，粉末显微特征明显。

实例 1-1 三七粉

三七粉系将三七药材粉碎成细粉，供入药用。三七细粉呈灰白色，粒度为小于 $180\mu\text{m}$ 的颗粒占95%以上。主要功能为散瘀止血，消肿定痛。其所含三七皂苷对冠心病、

高脂血症有一定疗效。

(二) 动物类中药粉体

动物类中药经过粉碎所得的粉体为动物类中药粉体，其特点是既有动物的组织器官，又有其分泌物等，没有明确的显微特征。由于动物粉体中含有蛋白质，故加工时应避免高温，以免破坏蛋白质类成分。

实例 1-2 全蝎粉

全蝎为钳蝎科动物东亚钳蝎的干燥体，主要功能为息风镇痉，解毒散结，通络止痛。将全蝎药材粉碎成细粉，称为全蝎粉，或入汤剂兑服，或入丸、散剂吞服。全蝎粉为浅褐色细粉，粒度为小于 $180\mu\text{m}$ 的颗粒占 95% 以上。

(三) 矿物类中药粉体

矿物类中药经粉碎所得的粉体为矿物类中药粉体，矿物细粉可利用普通光学显微镜观察其形状、颜色、透明度；矿物磨片可用偏光显微镜进行研究；不透明矿物中药粉体可用发射偏光显微镜研究；胶态矿物中药粉体可用电子显微镜进行观察、鉴定。

实例 1-3 滑石粉

滑石为硅酸盐类矿物滑石族滑石，主含含水硅酸镁 $[\text{Mg}_3(\text{Si}_4\text{O}_{10})(\text{OH})_2]$ 。主要功能为利尿通淋，清热解毒，祛湿敛疮。将滑石粉碎成细粉后入药，称为滑石粉。滑石粉为白色或类白色粉末，质软而细腻，有滑润感。无臭，无味，有微凉感，在中药制剂中常作为润滑剂用于成型。

二、按颗粒大小分类

(一) 中药纳米粉体

中药纳米粉体系指采用纳米技术制备的粒径小于 100nm 的中药有效成分、有效部位、原药材及复方制剂，是中药通过纳米化后的统称。

研究表明，某些中药纳米化后，能提高药效和生物利用度，从而降低病人的用药量，能大大地节约有限的中药资源。

实例 1-4 雄黄纳米粉体

雄黄纳米粉体色黄，粒度小于 100nm。雄黄主要功能为解毒杀虫，燥湿祛痰，截疟。

(二) 中药微米粉体

中药微米粉体系采用超微粉体技术制备的粒径为 $75\mu\text{m}$ 以下的中药材、中药饮片、中药提取物及复方制剂，又称为微米中药。微米中药粒径一般在 $0.1 \sim 75\mu\text{m}$ 之间，平均粒径在 $15\mu\text{m}$ 左右，包括微米中药材、微米中药提取物和微米中药制剂。《中国药典》2005 年版一部收录的最细中药粉末为极细粉，即通过九号筛（约 200 目）的粉末，相当于 $75\mu\text{m}$ 。

微米中药将药物的单元尺寸减小至微米甚至亚微米级，药物的活性和生物利用度可能得到大幅度提高。中药的粒径与化学成分的浸出率有明显相关性，国内有研究人员将人参采用气流粉碎制备不同粒度的人参粉体，并通过美国标准 U. S. SCREEN 100 目、200 目、300 目、400 目，分别对其人参皂苷 Rg_1 、 Re 浸出率进行测定，结果以过 300 目的粉体人参皂苷 Rg_1 、 Re 浸出率最高，说明药材制成微米中药可使有效成分浸出率提高。还有学者进行了中成药微米级制剂与传统制剂的比较试验，结果表明，用不同方法加工制成粒度不