

喷雾冷冻干燥技术与设备发展现状*

杨 杰, 彭润玲, 郭俊德, 王 鹏, 尹沙沙

(西安工业大学机电工程学院, 陕西 西安 710021)

摘 要: 喷雾冷冻干燥技术近几年发展较快, 在食品、医药、材料等领域都有广泛的应用, 但是相应的喷雾冷冻干燥设备却发展较慢, 在一定程度上限制了喷雾冷冻干燥技术的发展。本文首先介绍了喷雾冷冻干燥技术的原理与特点, 及其应用现状, 然后重点介绍了喷雾冷冻干燥设备的现状, 分析了现有的各类喷雾冷冻干燥设备的优势和不足之处, 并总结了近几年典型的喷雾冷冻干燥过程数学模型, 探讨了喷雾冷冻干燥技术目前存在的问题和今后的发展方向。

关 键 词: 喷雾冷冻干燥; 设备; 喷雾冻结过程; 数学模型

中图分类号: TQ028.6; TQ051.6

文献标识码: A

文章编号: 1002-0322(2022)02-0072-09

doi: 10.13385/j.cnki.vacuum.2022.02.14

Recent Development of Spray Freeze Drying Technology and Equipment

YANG Jie, PENG Run-ling, GUO Jun-de, WANG Peng, YIN Sha-sha

(School of Mechanical Engineering, Xi'an Technological University, Xi'an 710021, China)

Abstract: Spray freeze-drying technology has developed rapidly in recent years, which has been widely applied in food, medicine, materials and other fields. However, the corresponding spray freeze drying equipment has developed slowly, which limits the development of spray freeze drying technology to a certain extent. This paper first introduces the principle and characteristics of spray freeze drying technology. Then it introduces the current situation of spray freeze drying equipment, analyzes the advantages and disadvantages of the existing spray freeze drying equipment, summarizes the typical mathematical models of spray freeze drying process in recent years, and probes into the existing problems and future development directions of spray freeze drying technology.

Key words: spray freeze drying; equipment; spray freezing process; mathematical model

喷雾冷冻干燥(SFD)技术属于一种非常规干燥技术, 结合了喷雾干燥和冷冻干燥的优点, 起初应用于产品价值较高的生物医药产业, 近几年在食品、医药、材料等领域都有广泛的应用。随着喷雾冷冻干燥技术的应用推广, 对设备的要求也越来越高, 但是喷雾冷冻干燥设备目前还主要停留在实验室阶段, 可用于工业生产的中试型和大型设备发展较慢, 在一定程度上限制了喷雾冷冻干燥技术的发展。功能齐全的喷雾冷冻干燥设备不仅能够生产出质量高的干燥产品, 还能够用于研究不同物料的干燥工艺。近几年研制喷雾冷冻干燥设备和研究其理论的专家学者也越来越多,

下面从喷雾冷冻干燥原理特点及其应用领域出发, 重点介绍近几年国内外喷雾冷冻干燥设备的研制现状, 探讨喷雾冷冻干燥技术今后的发展方向。

1 基本原理与特点

喷雾冷冻干燥技术主要分为三个阶段: 物料雾化阶段、雾化物料冻结阶段和冷冻干燥阶段^[1]。物料雾化阶段是液态物料经过雾化器被雾化为微小的液滴, 主要目的是增大液态物料的表面积, 加强后一阶段的传热和传质速率; 雾化物料冻结阶段是雾化后的微小液滴经过冷介质区域, 并与冷介质充分接触, 实现物料在短时间内迅速

收稿日期: 2020-12-08

作者简介: 杨杰(1996-), 男, 河南省安阳市人, 硕士生。

通讯作者: 彭润玲, 副教授。

* 基金项目: 陕西省教育厅专项科研计划项目(20JK0668)。