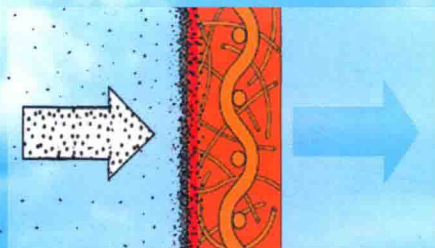
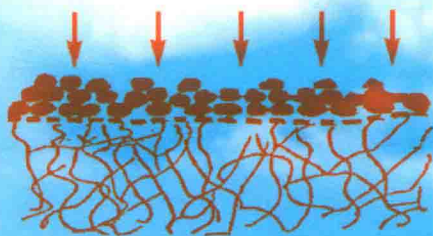
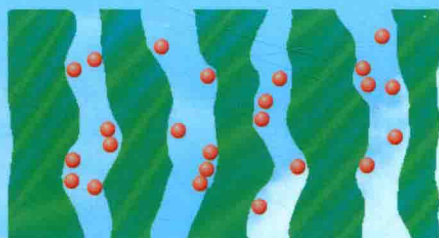
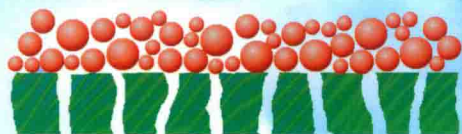


新型实用 过滤技术

(第4版)

■ 丁启圣 王惟一 等编著



新型实用过滤技术

(第4版)

丁启圣 王维一 等编著



北京

冶金工业出版社

2017

内 容 提 要

本书分为液固分离和气固分离两个部分。液固分离部分介绍了过滤理论及其新进展,重点介绍了常用及新型过滤机及其应用。气固分离部分从空气净化和烟气治理两方面介绍了大气污染治理技术,重点介绍了空气净化器和袋式除尘器及其应用。

本书可供从事过滤技术的研究、设计、制造、使用、营销的工程技术人员和管理人员使用。也可作为大专院校化工、机械、环境等专业广大师生的教学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

新型实用过滤技术/丁启圣等编著. —4版. —北京:冶金工业出版社, 2017. 12

ISBN 978-7-5024-7588-8

I. ①新… II. ①丁… III. ①化工过程—过滤 IV. ①TQ028.5

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第287224号

出 版 人 谭学余

地 址 北京市东城区嵩祝院北巷39号 邮编 100009 电话 (010)64027926

网 址 www.cnmp.com.cn 电子信箱 yjcbcs@cnmp.com.cn

责任编辑 刘小峰 曾 媛 美术编辑 彭子赫 版式设计 孙跃红

责任校对 王永欣 责任印制 牛晓波

ISBN 978-7-5024-7588-8

冶金工业出版社出版发行;各地新华书店经销;三河市双峰印刷装订有限公司印刷

2000年1月第1版,2005年1月第2版,2011年6月第3版

2017年12月第4版,2017年12月第1次印刷

787mm×1092mm 1/16; 62.25印张; 10彩页; 1541千字; 958页

270.00元

冶金工业出版社 投稿电话 (010)64027932 投稿信箱 tougao@cnmp.com.cn

冶金工业出版社营销中心 电话 (010)64044283 传真 (010)64027893

冶金书店 地址 北京市东四西大街46号(100010) 电话 (010)65289081(兼传真)

冶金工业出版社天猫旗舰店 yjgycbs.tmall.com

(本书如有印装质量问题,本社营销中心负责退换)



丁启圣，1939 年生于开封，1963 年毕业于北京钢铁学院，享受政府特殊津贴。中国有色工程设计研究总院教授级高级工程师，中国机械工程学会高级会员。曾任全国分离机械标准化委员会委员，全国分离机械学会委员会委员。从事冶金设备和分离机械设计、研究工作 40 余年。研制的三足式下卸料液压自动离心机获全国科学大会奖和冶金部科技成果奖，固定室带式真空过滤机和高压压榨全自动压滤机均获中国有色金属工业总公司科技成果二等奖，膏体充填新技术的研究与工业化获 2000 年度国家科学技术进步二等奖。发表论文数十篇，编著有《机械设计图集》（厢式压滤机部分）《粉体技术手册》（浓缩与过滤部分）《过滤介质及其选用》《新型实用过滤技术》（第 1~3 版），负责起草两项部颁分离机械标准。

王维一，1937 年生于沈阳，1962 年毕业于大连工学院。沈阳化工大学教授，国家工业用布产品质量监督检验中心顾问。从事分离机械研发工作，设计产品有 FD 型离心过滤机。获辽宁省科技成果奖。主要著作有《过滤机》《过滤介质及其选用》《新型实用过滤技术》（第 1~3 版）。





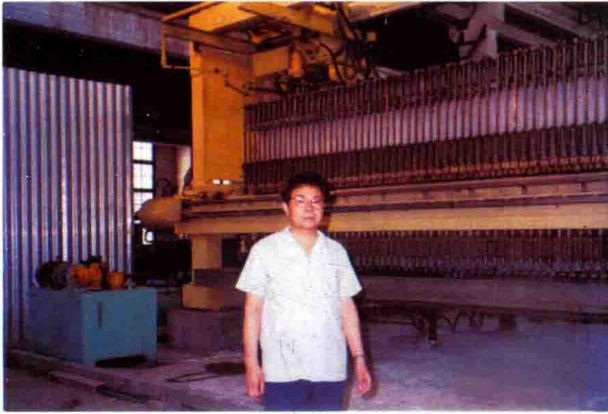
作者丁启圣、王维一与金鼎五教授合影（1998）



作者丁启圣、王维一在中国（北京）国际过滤技术高峰论坛上与曾担任英国过滤学会主席理查德·韦克曼教授合影（2014）



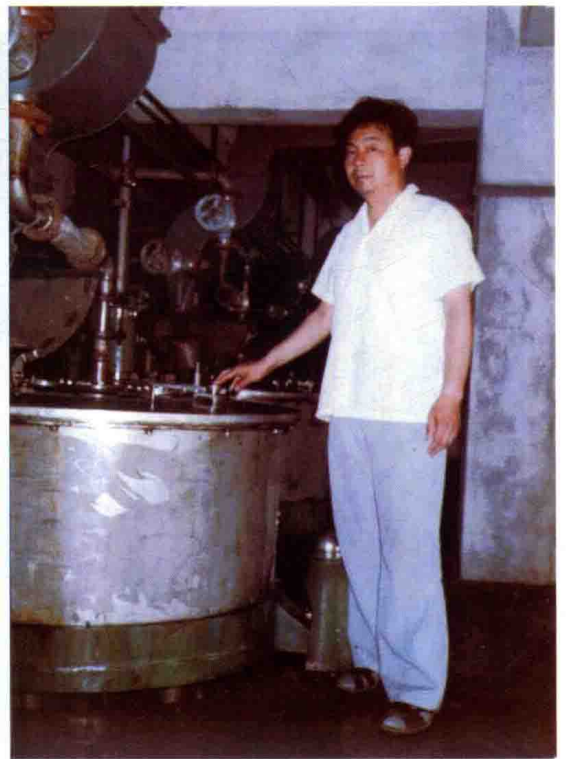
作者王维一在 2009 中国过滤用纺织品创新发展论坛上



作者丁启圣在高压压榨自动压滤机生产现场 (1994)



作者丁启圣在 DU 型带式真空过滤机生产现场 (1993)



作者丁启圣在 SXY-1000 型液压自动离心机生产现场 (1980)



作者丁启圣在第二届中日合作过滤与分离国际学术讨论会上与日方组委会名誉主席、名古屋大学名誉教授白户纹平合影（1994）



作者丁启圣在第三届中日合作过滤与分离国际学术讨论会上与两次担任世界过滤大会主席英国艾伯特·拉什顿教授合影（1997）

前言 (第4版)

《新型实用过滤技术》一书至今已经出版发行了三版,这三版都是关于液固分离技术的专著,承蒙读者的厚爱,每版都得以顺畅发行,这使我们深深地感念,同时也鞭策我们再推出第4版。我们认为,过滤的内容不应囿于液固分离,还应包括气固分离。这样的安排是基于以下原因:

首先,随着经济的高速发展和环境意识的提高,人们深切感到“气固分离”与“液固分离”具有同样的重要性和迫切性。例如,英国“伦敦雾”曾造成一周内死亡4千人的事件,那是由于烟雾粉尘中的三氧化铁使空气中的二氧化硫成了硫酸液滴,此液滴附着在尘粒和雾珠上进入呼吸道所致。无独有偶,洛杉矶“光化学烟雾”事件也造成了类似的危害。经查明,那是由于碳氧化合物和氮氧化合物(汽车尾气受光照作用而产生的有害烟雾)造成的。我国经济的高速发展同样也产生了严峻的环境问题,以致于造成了防尘口罩的旺销,PM2.5也随之成为提及频率最高的新名词,上述所及均足以表明气固分离的重要性和迫切性。

其次,气固分离与液固分离虽有不同,但两者相通之处甚多,都是使用分离机械实现分离。近年国内外过滤会议多包含气固分离与液固分离两方面内容。由此可见,将这两方面内容纳入同一本书中是合适的,符合生产、生活与环保的全面需要。

此外,我们深感当前我国普通民众对大气污染治理与预防方面的知识比较欠缺,甚至存在一些误区。为此,我们与气固分离专家一起,希望能利用本书普及大气污染防治的知识,并为普通民众的身体健康以及改善生活质量提供一些专业建议。

以上所述就是推出第4版的初衷。

本书是第4版,由于篇幅所限,第4版在保持液固分离技术结构完整的基础上,大大精简了第3版的内容。其中,第3版的19章内容,保留4章,部分

删改5章,大量删改4章,删除6章。根据2012年奥地利格拉兹市“第十一届世界过滤大会”、2014年和2015年“中国(北京)国际过滤技术高峰论坛”、2016年中国台北市“第十二届世界过滤大会”的论文,增补了过滤介质和过滤技术进展等内容。此外,更新了部分过滤器、离心机等设备参数和应用案例。这些内容组成第4版“液固分离部分”。读者如需了解液固分离方面的详细内容,也可查阅本书第3版。

第4版“气固分离部分”为新增内容。参与编写的各位专家从不同角度为读者展示了过滤技术在空气净化和烟气治理方面的应用。在空气净化方面,个别内容略有相似,而表述方式不同,展现了不同专家对此的理解和提出的解决办法。在烟气治理方面,尽可能全面详细介绍了袋式除尘器的应用。在此,特别感谢陈隆枢、亢燕铭、刘俊杰、姬忠礼、林忠平、龚奕等专家、教授在百忙中抽出时间撰写书稿,使本书更为全面和实用。

第4版共24章,分别为:第1章,液体过滤引言;第2章,过滤和压榨理论;第3章,过滤介质;第4章,滤饼洗涤和滤饼脱水;第5章,预处理技术;第6章,计算流体力学在过滤技术中的应用进展;第7章,膜过滤;第8章,常用及新型过滤器;第9章,辅助设备和系统调试;第10章,过滤式离心机;第11章,液体过滤技术的革新;第12章,固液分离技术研究进展;第13章,过滤技术在工业生产及其他领域中的应用;第14章,气体过滤概述;第15章,大气环境中的细粒子与危害;第16章,室内空气净化技术与设备;第17章,通风系统空气过滤;第18章,民用建筑室内空气净化与品质控制;第19章,汽车尾气净化;第20章,高温气体过滤技术;第21章,袋式除尘器;第22章,颗粒层除尘器;第23章,过滤式除尘器的应用;第24章,气固分离在其他领域的应用。

本书编写人员及分工如下。液固分离部分:王维一、王可成(第1.3、1.4节、第2.1、2.4~2.7节、第3、5章、第11.1节),丁启圣(第4章、第8.2~8.6、8.9~8.13节、第9、10章、第13.1、13.2.1、13.3.2、13.4.1节、与宋颢洪合写第13.3.1节),李艳萍、胡金榜(第6章),朱宏吉(第7章),王晓静(第12章),杭州化工机械有限公司(第8.7、8.8节),梁为民(第8.1节),姚公弼(与李金良、张剑鸣、丁启圣合写第13.2.2节),吴莹旭(第13.4.2节),梁际欣(第13.4.3节),王秋玲(第13.4.4节),于月光(第

13.4.5节), 杨杰 (第12.4.4节), 李思阳 (第1.1、1.2、11.4节), 吴克俭 (第2.2、2.3节), 王颖 (第11.2节), 王可宏 (第11.3、11.5.1、11.5.2节), 王维 (第11.5.3节), 林伟 (第11.5.4节)。气固分离部分: 陈隆枢 (第14、21~23章), 亢燕铭 (第15、17章), 刘俊杰 (第16章), 林书平 (第18章), 丁启圣 (第19章), 姬忠礼 (第20章), 龚奕 (第24.1节), 黄清豹 (第24.2节)。附录: 丁启圣。全书由丁启圣策划和统稿。

本书的编写得到很多同仁的帮助支持。感谢姜桂廷、贺仲宪、苏许贵、饶显瑞、梁际欣、吴莹旭、梁为民、陈凯、王逸萍、王志伟、关太平、陈方健、龚圣春、张振坤、杨汴军、王姝、林明辉、周龙长、张剑鸣、郑斌、黄清豹、刘建新、刘志杰、陈虹。特别感谢蔡杰、张虎、姚公弼、孙熙、高波、冯建璋等诸位友人的帮助。

给予本书第4版鼎力支持的国内外厂商是: 河北省安平县华兴金属丝网有限公司、马鞍山市格林矿冶环保设备有限公司、海门依科过滤设备有限公司、开封市铁塔橡胶集团有限公司、厦门厦迪亚斯环保过滤技术有限公司、德国JRS (上海) 纤维贸易有限公司、唐山市丰南区连成过滤设备厂、景津环保股份有限公司、上海化工机械有限公司、西安伟建制药石化设备厂、杭州化工机械有限公司、温州市东瓯微孔过滤有限公司、新乡市利尔过滤技术有限公司、杭州防腐设备有限公司、湖州核华环保科技有限公司、杭州兴源环保设备有限公司、东莞当令实业有限公司、鞍山顶鑫自动净化设备有限公司、北京中机康元粮油装备北京有限公司、北京利飞尔特过滤技术有限公司、石家庄科石机械设备有限公司、合肥世杰膜工程有限公司、重庆江北机械有限责任公司、奥图泰 (上海) 冶金设备有限公司、苏州凯虹高分子科技有限公司、江西核威环保科技有限公司、佛山市人居环保工程有限公司、韩国LG电子有限公司、潍坊鑫山环保重工科技有限公司。

在本书编著过程中, 丁启圣夫人王淑英女士、王维一夫人董少琳女士给予了最真诚的鼓励和支持, 成书之际顺表衷心的感谢。

本书不足之处, 希望同仁和读者不吝赐教。

丁启圣

2017年6月

序一（第3版）

过滤是分离工程中的一项十分重要的分支技术，它虽与吸附、离子交换、液液萃取、反应精馏、气体分离、磁性分离及复杂物系的提纯等同属分离技术范畴，但采取的技术路线则截然不同。

本书讲的过滤是指固液分离技术，是一种广泛应用于工业领域的分离技术，其原理是利用压差使滤浆通过透水而不透固体的多孔介质层实现固液分离，从而产生滤饼和滤液。目前，许多工业生产领域的原料、半成品和成品的生产都离不开过滤工艺。改革开放以来，我国的过滤装备业从小到大，从低效率、高能耗到高产能、低能耗，已有众多品种，遍布各行各业，成为各行业机械装备不可缺少的要素。近几年来新兴产业如新材料、新能源、生物技术、低碳经济、环境保护、节能减排等的发展都为过滤行业的发展插上了腾飞的翅膀。进入21世纪后，过滤技术呈现出日新月异的发展态势，十字流动态过滤，膜过滤，生物过滤，借助电场、磁场、声场的过滤等新技术的应用，标志着过滤技术有了新的飞跃。

《新型实用过滤技术》第3版涵盖了21世纪初叶国内外最新过滤技术的发展现状和应用成果，是一部集编著者多年从事过滤设备研制的经验，系统总结过滤理论和设备发展，与时代同步的过滤技术力作。本书论述了过滤物料和过滤介质的特性及其相互作用；介绍了过滤理论的最新发展及现代过程模拟计算在过滤理论研究中的应用。从书中可以了解最新的过滤技术（包括新型动态过滤，精密膜过滤，耦合力场强化过滤等）；新型过滤设备的设计、计算和选型；新的典型过滤工艺介绍以及过滤技术和装备在各领域中的应用，内容比较新颖。本书修订第3版的出版恰逢我国国民经济和社会发展第十二个五年规划开始实施，创新已成为时代的主旋律，

本书所介绍的过滤技术发展的新成果，通过从事过滤技术工作人员的查阅和参考，可望得以更快地在我国传播，使新型过滤技术为祖国工业化建设发挥更大的作用。

中国工程院院士



2011年3月28日

序二（第3版）

过滤技术是一项传统的工业技术。近百年的科学技术发展历程，实现了过滤技术的机械化、自动化和大型化。进入21世纪后，过滤行业异军突起，新的过滤技术和过滤装备不断涌现，特别是在新材料、新能源、低碳环保、生物制药技术等领域中得到了广泛应用，当今过滤技术的发展已经深刻地影响到了各个工业部门和人们的日常生活。近年来，世界范围的资源衰竭与环境恶化使资源的高效利用迫在眉睫。我国在迎接这一新挑战的过程中也制定了相关的政策，促进了过滤技术在节能减排、环境修复等领域应用的迅速扩大，推动了经济社会的可持续发展。因此，迫切需要这方面的专著进行介绍和推广。

一般说来，过滤专著都涉及一些新技术、新的发展动态，对国内外过滤行业的未来走向具有指南作用。这部《新型实用过滤技术》已经出版了两版（2000年和2005年）。六年时间过去了，过滤技术和过滤装备又有了新的的发展，第3版在前两版的基础上进一步深化了工业应用介绍，相对突显了过滤领域的新技术、新发展、新动态。例如，在理论部分增加了计算流体力学（CFD模拟技术）在过滤过程的网格划分方法、模型试验计算、过滤器设计中的理论研究进展；在过滤介质方面，增加了纳米材料介质、加有催化剂的非织造布、高节能性的陶瓷介质、烧结的金属纤维毡、双层织造布、表面涂层织造布等新材料介质和纤维织造布的性能、特点的介绍；书中联合有关企业推介性地介绍了具有高导热性的金属板与PP板结合而成的新型滤板，介绍了陶瓷滤管中插入螺旋形导丝的方法，提高了管内浓缩物的剪切力，降低了过滤阻力，提高了过滤速度，取得了明显优于传统十字流动态过滤的无饼浓缩效果。基于长年设计、研究和推广应用经验，介绍了国内外最新过滤装备在电厂脱硫、中水回用、旱区喷灌滴灌等新兴应用领域的推广；

介绍了彗星纤维滤料在海水净化、井下水净化等深层过滤技术中的应用和推广；体现了新装备在新结构设计、新材料选用方面的创新，实现了新型过滤机的高可靠性、高生产效率和长使用寿命。同时，结合近年来历次世界过滤大会的交流论文，增加了液体过滤技术的革新和固液分离技术研究进展等内容，介绍了滤饼过滤、澄清过滤、过滤介质、滤饼结构、膜过滤、新型过滤实验装置设备和方法等最新研究进展和研究前沿热点。本书附录中更新了我国分离机械行业的最新标准目录，在广泛收集国内固液分离企业信息的基础上，更新了过滤器与过滤介质生产厂商名录。本书从理论出发，更注重实用，突显了新型和实用的特点，为科研、设计、制造、使用过滤技术的部门提供了一本方便、实用的参考书。

该书的作者从事过滤装备设计、调试、使用四十余年，具有丰富的理论知识和实践经验。因此写出的内容深入浅出，理论结合实际，有很好的参考价值。同国内外同类书相比，本书显示出全面、实用、新颖的特点，并紧跟国内外过滤技术的发展脉络。相信本书第3版定会像前两版那样，受到过滤器和介质的设计、生产、使用、销售采购、科研院校、环保管理人员等相关读者的青睐。

目前，世界各国都面临资源、环境、食品、饮用水、交通等共性问题，在解决这些问题时，过滤技术是不可或缺的。聚焦于高压缩性、高黏性、颗粒的超细性及高分散性悬浮液的过滤与分离技术的创新成为日益突显的重要课题，相信第3版的付梓，会对解决此类问题有所裨益。

金鼎五

2011年3月20日于天津

前言 (第3版)

2008年由美国的次贷危机引发的全球性的金融危机目前正在复苏,新能源、新技术、新材料、低碳经济、绿色环保等技术正在引领世界,进行一场新的技术革命。例如,2010年上海世界博览会向7000万参观者提供了免费直饮水,这就是过滤技术的实际应用。

21世纪初的10年中,世界过滤技术得到了快速的发展,“世界过滤大会”是当今世界上过滤与分离机械行业学术地位最高的学术会议。自2000年以来,已经先后召开过三次会议:2000年英国布赖顿市“第8届世界过滤大会”,交流论文有274篇;2004年美国新奥尔良市“第9届世界过滤大会”,提交论文有297篇;2008年德国莱比锡市“第10届世界过滤大会”论文集收录论文339篇。从大会的交流论文和参展国家与企业来看,其增长速度十分明显,这印证了过滤技术的发展步伐又比20世纪加快了许多。

我国近几年推行的环境保护和节能减排政策,更加严格的食品、药品监督管理,尤其是生物技术和新能源的快速发展,促进了过滤技术的发展和进入一个十分迅猛的创新时代。即将实施的国家“十二五”发展规划中提出的转变和优化经济结构,加快新兴产业的发展,更是将与过滤技术相关的低碳经济、环境保护、节能减排、新能源、生物技术、智能技术、高端机械装备等列为发展重点,为过滤行业的发展注入了新的活力,提升了发展空间,增强了发展动力。我国空间技术的发展对过滤技术提出了更新、更高的战略发展要求,引起了国内过滤行业的高度重视。站到历史发展的新起点,国内过滤行业方向、目标有了,将迎来更好、更快的跨越式的发展前景。

过滤技术是工业生产中一项通用的实用技术。目前许多工业过程的前处理、分离、浓缩、提纯与精制都离不开过滤工艺。随着科学技术的深入发展,出现了膜过滤、纳米技术、超微过滤等尖端过滤技术,并正在实现新的突破;更高性能、高速度、高效率、自动化、智能化、大型化、节能化的实用过滤设

备创新速度越来越快,过滤技术呈现出突飞猛进的加速发展态势。及时总结并能看到最新的过滤技术和科研成果,是所有从事过滤工作者的迫切愿望,出一本与时代同步的过滤技术专著也成了编者的一项夙愿。

《新型实用过滤技术》2000年出了第1版,受到了业界的广泛关注,很快销售一空。2005年出了第2版,受到了一些行业老前辈的好评,鼓励作者打造成精品书,在适当时机再出第3版。如今时间又过去了6年,过滤技术又有了长足的发展,特别是新的过滤理论、新的过滤材料、新型实用过滤机、过滤技术在工业生产中的最新应用等使过滤技术面貌一新,也使编者萌生了出第3版的念头。第3版与第2版相比,内容有较大的改动和补充。第3版新增加的内容有:第7章,计算流体力学在过滤技术中的应用进展;第15章,液体过滤技术的革新;第18章,固液分离技术研究进展。将过滤技术的应用由原来的4章合并为1章,并重新改写为第19章,即过滤技术在工业生产及其他领域中的应用。进行删修和补充的章节有:第4章,过滤介质;第8章,十字流动态过滤技术;第9章,膜过滤;第10章,生物过滤;第11章,借助电场、磁场、声场的过滤;第12章,常用及新型过滤机;第13章,辅助设备和系统调试;第14章,过滤式离心机;第17章,过滤实验与选型。

本书编写人员及分工为:王惟一(第2章,第4章,第6章,第1.3节,第1.4节,第3.1节,第3.4~3.7节,第8.1~8.4节,第8.6~8.9节,第15.1节,第17.1~17.6节,第17.7.1~17.7.4节,第17.8~17.10节),丁启圣(第5章,第13章,第14章,第16章,第12.1~12.6节,第12.9~12.13节,第19.1.1~19.1.3节,第19.2.1节,第19.3.2节,第19.4.2节,附录,与宋显洪合写第19.3.1节),李艳萍、胡金榜(第7章),朱宏吉(第9章),庞挺(第10章),王可成(第11章),王晓静(第18章),杭州化工机械有限公司(第12.7节,第12.8节),马世宏、庞志民(第19.1.4节),姚公弼(与顾临、丁启圣合写第19.2.2节),李振瑜(第19.4.1节),于志华、王社桥、王继光(第19.4.3节),李思阳(第1.1节,第1.2节,第15.4节),吴克俭(第3.2节,第3.3节),王可宏(第8.5节,第15.5节),王颖(第15.2节,第15.3节),杨鹏、郑宏涛、郭健全(第12.5.4.2节),刘建峰、王国磊、成

栋 (第 17.7.5 节)。提供章节有关资料的有姚公弼、郭嘉、樊丽琴、刘绍辉、张军明、柳宝昌、姜立新、贺仲宪、吕厚连、赵杨、龚景仁、陈瑞、朱胜昔等。全书由丁启圣统稿。

本书的编写得到了许多同仁的帮助支持,尤其是在固液分离学术领域享有很高声誉,造诣极深,颇受业界尊敬的天津大学金鼎五教授,不仅对编写大纲提出了许多有价值的建议,而且不顾高龄伏案认真审稿。此外,还要感谢关太平、杨攀、李建军、薛晓彤、苏许贵、宋志骥、虞晶晶、徐地华、梁志立、王明强、李嘉、陈方健、姜桂廷、徐孝雅、杨汴军、张正坤、王建宇、龚圣春、孙盛敏、吴咏梅、曾建涛、关天池、丁凉、唐红、吴荫曾等诸位友人的帮助。

给予本书第 3 版鼎力支持的国内外厂商是:北京沃特瑞环境保护技术有限公司、景津集团压滤机有限公司、上海化工机械厂有限公司、重庆江北机械有限公司、西安航天华威化工生物工程有限公司、湘潭离心机有限公司、江苏隆达化工机械设备公司、上海达德滤机电设备有限公司、开封铁塔橡胶集团有限公司、泸州冶金矿山设备有限公司、鞍山顶鑫自动净化设备有限公司、海门依科过滤设备有限公司、清华大学环境科学与工程系、北京中农康元粮油技术发展有限公司、江苏德克环保设备有限公司、石家庄工业泵有限公司、安徽天源科技股份有限公司、大连华隆滤布有限公司、浙江金鸟压滤机有限公司、湖州天源机械有限公司、荷兰天马有限公司北京代表处、大庆华林化工特种设备有限公司、瑞登梅尔(上海)纤维贸易有限公司、核工业烟台同兴实业有限公司、辽宁博联过滤有限公司、辽阳友信制药机械制造有限公司、杭州兴源过滤科技股份有限公司、武穴市精华机械制造有限公司、唐山市丰南区连成过滤设备厂、杭州化工机械有限公司、湖州核华机械有限公司、广东正业科技股份有限公司、新乡市日欣净化设备有限公司、莱芜环宇滤材科技有限公司、伊顿过滤(上海)有限公司、贝卡尔特(上海)管理有限公司、北京中水长固液分离技术有限公司、飞潮(无锡)过滤技术有限公司、靖江道可道过滤系统有限公司、淮北一环矿业机械有限公司、合肥世杰膜工程有限公司、珠海市利骐发展有限公司、上海力田胶带制品有限公司、厦门厦迪亚斯环保过滤技术有限公司、西安伟建制药石化设备厂、温州市东瓯微孔过滤有限公司、四川高精净化