

# 粉末冶金の兴起和发展

FENMO YEJIN DE XINGQI HE FAZHAN

李祖德 著

POWDER METALLURGY

PULVERMETALLURGIE

ПОРОШКОВАЯ МЕТАЛЛУРГИЯ



冶金工业出版社  
www.cnmp.com.cn

# 粉末冶金の兴起和发展

李祖德 著

北京  
冶金工业出版社  
2016

## 内 容 提 要

本书以粉末冶金的兴起和发展及其对科学技术进步的贡献为主线,汇集作者已发表的论文并按内容构成相应章节,重点介绍了我国粉末冶金机械零件工业的发展史,可供粉末冶金专业及相关专业的科技工作者及在校师生参阅。所收入的粉末冶金科技论文写作有关知识,可供论文作者和书刊编辑参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

粉末冶金的兴起和发展/李祖德著. —北京:冶金工业出版社, 2016.9

ISBN 978-7-5024-7261-0

I. ①粉… II. ①李… III. ①粉末冶金—研究 IV. ①TF12

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 214708 号

出 版 人 谭学余

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

网 址 [www.cnmp.com.cn](http://www.cnmp.com.cn) 电子信箱 [yjcb@cnmp.com.cn](mailto:yjcb@cnmp.com.cn)

责任编辑 李培禄 美术编辑 吕欣童 版式设计 彭子赫

责任校对 禹蕊 责任印制 李玉山

ISBN 978-7-5024-7261-0

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  
2016年9月第1版,2016年9月第1次印刷

169mm×239mm;23.5印张;457千字;361页

80.00元

冶金工业出版社 投稿电话 (010)64027932 投稿信箱 [tougao@cnmp.com.cn](mailto: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](http://yjgycbs.tmall.com)

(本书如有印装质量问题,本社营销中心负责退换)

粉末冶金の興起和发展記載了中  
國粉末冶金機械零件行業的發展歷程  
反映了業內同仁的情懷 衷心祝賀粉末  
冶金の興起和发展出版發行

中國機械通用零部件工業協會  
粉末冶金專業協會

會長 芦德宝

剑桥学者 A. N. Whitehead 在其著作《Science and The Modern World》中精辟论述了“发明的方法”的重要意义，强调“发明的方法”的价值远远超过所发明的新事物，诸如铁路、电报、无线电、纺织机器和合成染料，等等。他指出，19 世纪最伟大的发明就是找到了发明的方法，并且我们的注意力应该集中到方法本身，这才是震撼古老文明基础的真正新生事物。将 A. N. Whitehead 的论点用于粉末冶金，可以说，诸如钨丝使电灯进入寻常百姓家，硬质合金成为工具材料的王者，核燃料元件支撑核能工业等，这些粉末冶金材料和制品在工业生产和人类生活中发挥了重要作用，然而，最具有强大生命力的“真正新生事物”，则应是发明这些材料和制品所凭借的方法——粉末冶金。

——摘自《粉末冶金内涵百年嬗变》

我国粉末冶金机械零件工业发端于微末，坚持于逆难，成业于众志。六十年来，三代同仁为了祖国的繁荣昌盛，为了行业的兴旺发达，筚路蓝缕，殚精竭虑，付出了艰苦卓绝的努力，取得令人瞩目的成就。新世纪伊始，我国已跻身于粉末冶金机械零件生产和应用大国之列。

——摘自《我国粉末冶金机械零件工业六十年》

## 序 言 一

李祖德同志是我国粉末冶金界知名专家，1958年参加工作，从事粉末冶金科研和生产。1982年我国第一份公开发行的粉末冶金刊物《粉末冶金技术》创刊，李祖德任编辑部主任。此后，他主要致力于科研技术管理、期刊编辑、学会活动及行业技术管理等方面的工作，1996年退休后还为粉末冶金协会操劳。李祖德同志工作任劳任怨，无私奉献一生，取得了多项成果，发表了不少著作。本文集所收集的文章主要是1982年以后撰写的。

中华人民共和国成立前我国没有粉末冶金工业，六十多年来，我国粉末冶金工业从无到有，从小到大，已跻身于世界粉末冶金大国之列。记载和总结其兴起渊源和发展过程，给全国粉末冶金学界和业界提出了一项重要任务。本文集所收集和总结的材料，反映了我国粉末冶金工业的兴起和发展的艰难历程，记录了我国业内三代同仁的奋战业绩，其中所包含的历史经验将给我国粉末冶金界各方面互相推动和借鉴，注入更多动力，同时也为后代留下一笔珍贵的财富。本文集所涉及的门类较宽，除重点介绍粉末冶金机械零件以外，还涉及电工材料、硬质合金、烧结高速钢、金属陶瓷、金刚石-金属组合材料及纳米材料等材料，以及机械合金化、快速凝固、喷射成形、粉末注射成形等新工艺的沿革和现状。同时，系统总结了从古代到近代世界粉末冶金历史。本文集首篇《粉末冶金内涵百年嬗变》分析了粉末冶金与科学技术并协发展关系，阐明粉末冶金在促进科学技术发展中的积极作用并诠释其内涵的演变，有助于读者加深对粉末冶金的理解和认识，

明悉其在现代科学技术发展中的定位。

这是一部为我国粉末冶金事业树丰碑、集大成之文集，鲜见同类专著问世。《典论》云：“夫文章者经国之大业，不朽之盛事，年寿有期而尽，文章传之无穷”。我们作为粉末冶金界的同仁，以共圆中国梦、同贺新篇章之情，祝贺本书的出版发行。

中南大学粉末冶金研究院教授 **徐润泽**

中南大学粉末冶金研究院教授 **赵慕岳**

2015 年春

## 序言二

中国的粉末冶金产业特别是粉末冶金机械零件产业，在过去的六十年中，历尽艰难坎坷。改革开放后三十多年的探索与快速发展尤其令人振奋，世界在见证中国经济飞速发展奇迹的同时，也见证了中国粉末冶金机械零件产业的腾飞。

我始终认为，对于一个国家来说，科研能力强大最终将体现在其相关产业的强大，而某个产业中有国际上耳熟能详的知名企业或品牌，则直接表明这个产业的强大，对于粉末冶金产业也是如此。

鉴于历史与体制的原因，在中国，许多科研工作与相关产业技术发展之间总存在着一定的差距，粉末冶金的科研工作与产业技术发展之间也是如此。李祖德先生本人和他工作过的《粉末冶金技术》编辑部，以及他主持过的机械系统粉末冶金行业组和学会秘书处，为中国的粉末冶金科研与粉末冶金产业之间架起了“桥梁”。在过去的六十年中，中国的粉末冶金事业从无到有，由小变大，由弱变强，李祖德先生就是见证者之一。

我很早就耳闻李祖德先生，但直到1987年我就任宁波粉末冶金厂厂长后，才在后来的行业会议上与李祖德先生见面。虽然都同为中国的粉末冶金发展而工作，但平素见面并不多，这次有幸拜读了李祖德先生选编的《粉末冶金的兴起和发展》，感触颇深。

《粉末冶金的兴起和发展》为我们梳理了粉末冶金技术包括中国粉末冶金技术和产业的发展历程，为我们提供了一部了解粉末冶金技术和了解中国粉末冶金技术与产业发展历史的手册，也是有志献身粉末冶金的青年学生了解粉末冶金知识的一本很好的课外读本。同时，《粉末



冶金的兴起和发展》对于研究产业经济，特别是研究中国产业经济的学者，提供了有价值的案例。

李祖德先生严谨治学的态度在本文集第六章“书评”和附录一“粉末冶金论文写作知识”中可见一斑。

过去六十年这个历史阶段，正是中国粉末冶金产业界为寻求企业发展不断探索的过程，充满着挑战。其中，有成功的喜悦，更有不幸失败的惋惜。作为致力于中国粉末冶金机械零件产业发展的一名“中国粉末冶金人”和中国粉末冶金机械零件行业快速发展的参与者和见证者，作为中国机械通用零部件工业协会粉末冶金专业协会会长，我对此感慨万千。《粉末冶金的兴起和发展》重点记载了中国粉末冶金机械零件行业的发展历程，反映了业内同仁的情怀。作为中国粉末冶金产业界的代表，我非常赞赏并衷心感谢李祖德先生对中国粉末冶金发展所表现出的激情和所付出的努力，衷心祝贺《粉末冶金的兴起和发展》出版发行。

中国机械通用零部件工业协会粉末冶金专业协会会长 **芦德宝**

2016年春节

## 前 言

2010年，协会交给我一项重要任务：主编《中国机械粉末冶金工业总览（2012年版）》。我在起草其中主题文章《我国粉末冶金机械零件工业六十年》过程中，情绪始终处于激动状态。六十年，我国粉末冶金机械零件工业从无到有，从小到大，从简陋的工棚作坊到现代化车间，取得飞跃的发展，现在我国已跻身于世界粉末冶金机械零件生产和应用大国之列。三代同仁为此付出艰苦卓绝的努力，体现了我们民族自强不息的奋斗精神，我深感“愚公移山”寓言产生在我们的国度不无道理。这部奋斗史是一笔弥足珍贵的财富，于是我萌生出选编一本文集，来记录我国粉末冶金工业历史主要是我国粉末冶金机械零件工业历史的念头。回览我过去发表的文章，按所拟主题择出并归入相应各章，结果，竟可衍成内容尚有系统的书册，这就是本书的由来。

本书第三章选入3篇有关我国粉末冶金工业兴起和发展的文章；第四章以《我国粉末冶金机械零件工业六十年》和随后编写的《我国粉末冶金机械零件制造技术的进步》为主体，收入5篇文章，并附上4篇反映生产和应用的文献资料；第五章载入几位可敬的前贤对建立和发展我国粉末冶金事业的功绩。集合这些材料，基本上可概括我国粉末冶金工业和粉末冶金机械零件工业发展历史和现状。我感到欠缺的是，书中罗列的材料不少，但逊于分析和归纳。进一步梳理和思考会有助于文章的深度，但我已感到力不从心，只得作罢。留给后来人吧，就算为他们提供了可用的素材。

本书第一、二章阐述粉末冶金的发展历史，及其对科学技术进步和经济发展的贡献，意在帮助读者增添粉末冶金领域的宏观知识，明确其沿革和发展趋势，廓清粉末冶金技术在科学技术领域中的定位。第六章书评也是出于帮助粉末冶金工程技术工作者扩展基础知识的用

意。我在书刊编审过程中，发现有些作者在遣词用句和数据处理上不够严谨。因此，留意收集了这方面一些例子，就其中瑕疵提出了修正意见，列为附录，供有关人员参考。

我于1996年退休，此前已工作39年。1982年前的25年从事科研和生产工作；后14年从事科研技术管理、期刊编辑、学会活动及行业技术管理等工作；退休后为协会做了一些辅助工作。本书收入的文章大都是1982年以后写的。1982年前写了一些技术论文，只收入其中1篇与本书主题相符的文章。还要申明的是，本书搜集的资料有限，肯定会遗漏某些重要事件和重大成果而留为憾事。

承蒙中南大学徐润泽教授、赵慕岳教授和中国机械通用零部件工业协会粉末冶金专业协会芦德宝会长分别为本书撰写序言。徐教授已是87岁高龄，论辈分当为吾师。我虽然未有机缘聆听徐老师授课，但从他的著作和与他的学术交往中受益匪浅。赵教授审阅了全稿，作了认真的修改和加工，并为本书拟名。芦德宝会长对本书作出准确的定位，并对我本人给予过高的褒奖。在此，我衷心感谢两位教授和芦德宝会长的大力支持和热情鼓励。

中国机械通用零部件工业协会粉末冶金专业协会老秘书长陈越、副秘书长曹阳为本书的编写和出版，多方面进行了积极运作。我的老领导李策、老同事王振常、吴荣伟和老同仁程文耿、周鸿宾，以及老会长倪冠曹六位老先生认真审阅了第四章，他们对粉末冶金机械零件比我在行。株洲硬质合金集团公司张荆门教授和北京有色金属研究总院甘长炎教授、夏志华教授、黄文梅教授审阅了第二章和第三章。钢铁研究总院王鸿海教授、张志恒高级工程师审阅了第三章和第四章。大学同班同学、钢铁研究总院张晋远教授审阅了全部书稿。谨对以上诸位的大力支持表示衷心感谢。

**李祖德**

2016年3月于北京潘家园

# 目 录

第一章 粉末冶金在科学技术中的作用和贡献	1
粉末冶金内涵百年嬗变	3
粉末冶金在机械工业中的作用	11
第二章 粉末冶金发展史	21
粉末冶金发展中的重大成果	23
古代块炼铁技术——粉末冶金的雏形	26
近代粉末冶金的兴起和发展	34
20 世纪中、后期开发的粉末冶金新技术	43
硬质合金发展史	73
第三章 我国粉末冶金工业的兴起和发展	97
我国粉末冶金工业的兴起和发展	99
1940 ~ 2000 年我国粉末冶金记事	115
从《粉末冶金技术》十年看我国粉末冶金技术的进展	133
第四章 我国粉末冶金机械零件工业的兴起和发展	141
我国粉末冶金机械零件工业六十年	143
我国粉末冶金机械零件制造技术的进步	166
气门导管历次行业质量检查结果分析	195
我国粉末冶金零件在汽车和农机上应用概况	203
把握契机促进我国粉末冶金机械零件生产的发展	210
附录 1 我国粉末冶金机械零件行业简况	217
附录 2 粉末冶金制品在农业机械上的应用与发展	230
附录 3 1984 ~ 1990 年机械系统粉末冶金行业工作	247
附录 4 粉末冶金机械零件及粉末冶金专用设备部分优秀新产品简介	257
第五章 缅怀前贤	269
刘鼎同志的高尚品德和卓越贡献永远留在我们心中	271

缅怀章简家同志对我国粉末冶金事业的贡献 .....	274
悼念积极支持我国粉末冶金事业的老干部安性存同志 .....	276
悼念我国粉末冶金事业先驱仇同高级工程师 .....	278
怀念积极倡导发展我国粉末冶金工业的蔡叔厚同志 .....	280
缅怀孙立同志对我国硬质合金事业的贡献 .....	282
纪念我国粉末冶金界的老前辈刘国钰先生 .....	284
悼念我国粉末冶金学科奠基人黄培云院士 .....	285
缅怀申城三老 .....	287
悼念我国粉末冶金教学事业开创者徐润泽教授 .....	290
<b>第六章 书评</b> .....	<b>293</b>
一本内容丰富而又实用的专著——介绍《钢结硬质合金》 .....	295
良工博采，意在开发——《粉末冶金机械零件》简介 .....	297
中国机械工程学会粉末冶金专业学会推荐《粉末冶金工艺学》 为粉末冶金工艺培训教材 .....	299
相图分析在研发粉末冶金材料中的重要作用——《相图理论及 其应用》有关章节学习笔记 .....	301
<b>附录</b> .....	<b>309</b>
附录一 粉末冶金论文写作知识 .....	311
附录二 1955 ~ 2013 年我国(大陆)出版的部分粉末冶金专业书籍 .....	357

# 第一章

# 粉末冶金在科学技术中的作用和贡献

FENMO YEJIN ZAI KEXUE JISHUZHONG DE  
ZUOYONG HE GONGXIAN



# 粉末冶金内涵百年嬗变<sup>①</sup>

**摘要** 近代粉末冶金诞生已届百年，其间，粉末冶金技术取得令人瞩目的成就。粉末冶金技术不断提供各种关键性材料和制品，在人类经历的四次技术革命所形成的产业中广泛应用，甚至促使某些工业分支产生重大变革，引发相关技术的更新换代。粉末冶金技术属于先进的材料制备和成形加工技术。现代粉末冶金技术凭借发展高性能金属材料和复合材料的成果，将金属材料科学与工程提高到新的高度。随着粉末冶金技术的发展，其内涵随之拓展和延伸。笔者试图根据粉末冶金百年来的重大成就，分析对其内涵认识的演变。

材料和材料制备加工技术对人类发展起到重大作用。粉末冶金技术属于先进的材料制备和成形加工技术。公元前 2500 年以前出现的块炼铁技术，作为粉末冶金雏形，是人类最早制取铁器的唯一手段，对开创人类社会的铁器时代做出贡献。18 世纪中叶欧洲将粉末体烧结致密化的概念引入制铂，标志古老粉末冶金技术的复兴，至 1909 年延性钨问世，历时一个半世纪。1910 年，美国人 W. D. Coolidge 发表论文《The Production of Ductile Tungsten》，标志近代粉末冶金诞生，至今又历时百年。其间，粉末冶金技术取得令人瞩目的发展。粉末冶金技术不断提供各种关键性材料和制品，服务于国民经济各个领域，促进社会生产发展和科学技术进步，成为当今各门类产业和科学技术不可或缺的重要工程技术。随着粉末冶金技术的发展，其内涵随之扩展和延伸。笔者试图根据粉末冶金百年来的重大成就，分析对其内涵认识的演变。

## 1 粉末冶金对技术革命的贡献<sup>[1~4]</sup>

技术革命或称产业革命或称工业革命，于 18 世纪 60 年代发端于英国，以蒸汽机的发明为标志，人类社会从此进入“蒸汽时代”。第二次技术革命的高峰处于 19 世纪 70 年代至 20 世纪初，电、内燃机和无线电成为主要角色，促使人类社会进入“电气时代”。经过两次技术革命，先进动力得到普遍应用，资本主义生产完成由工场手工业向规模宏大的机器工业的过渡，兴起了纺织、冶金、动

<sup>①</sup> 本文原载于《粉末冶金材料科学与工程》，2012，17(3):275~280。原题为“粉末冶金内涵百年演变”。署名：李祖德。此次重载作了修改，改正了个别错误。



力、机械、电力、交通运输、采矿、石油和通信等产业。两次技术革命对近代粉末冶金技术起到催生作用，延性钨、硬质合金，随后还有电触头、磁性元件、金刚石-金属工具，以及符合机器制造大规模生产要求的尺寸精度一致性好的粉末冶金机械零件，这些具有代表性的粉末冶金产品，适应当时工业发展的需求而相继出现。伴随两次技术革命而产生和成长的近代粉末冶金技术，又对技术革命中兴起的各类产业做出贡献。20世纪前期开始的第三次技术革命，以核能、电子计算机、化学合成和空间技术等技术的发明和应用为标志。20世纪后期出现以信息科学、材料科学和生物科学为前沿的第四次技术革命。通过后两次技术革命，产生了核能、航空、航天、化工、电子计算机及网络通信等一批新兴产业。采用粉末冶金技术开发出一系列具有独特组织结构和优异性能的新型结构材料和功能材料，继续满足新兴产业发展的需求。粉末冶金技术广泛应用于四次技术革命所形成的各个产业，甚至促使某些工业分支产生革命性变化，引发相关技术的更新换代。粉末冶金作为材料制备和成形加工先进技术所具有的特征和优越性，通过应用的扩展而不断得以彰显，为社会所广泛认知。

粉末冶金技术对经济发展和科学技术进步的贡献，主要归纳为以下三个方面：

(1) 作为开发新型材料的有效手段，为工业生产和社会生活提供关键材料和制品。

1909年用延性钨制造出照明钨丝，爱迪生发明的电灯才得以造福人类。粉末冶金电触头和磁性元件在20世纪30~40年代形成产业；50年代末，粉末冶金磁性材料成为磁性材料的主角。难熔金属、电触头材料和磁性材料，为电灯、电器、电力输送和通信设备提供不可缺少的器材和元件，成为电气化的关键。1923年按 Schröter 专利制造出硬质合金。硬质合金是一种先进的工具材料，可将金属切削效率提高几十倍甚至上百倍，并能加工原有工具材料难以加工甚至无法加工的材料，使金属切削、钻探采掘以及其他某些加工业发生革命性变化。粉末冶金技术于20世纪30年代进入金刚石工具制造业，逐步取代机械卡固法和青铜浇铸嵌镶法而占据主导地位，是金刚石工具制造技术的一次革命。20世纪中后期，以粉末冶金法用人造金刚石成功制造出金刚石-金属工具，是粉末冶金技术对金刚石工具的再一次推动。20世纪80年代出现的钕铁硼永磁合金号称“永磁之王”，促使一系列以电磁感应原理为依据的产品更新换代。

(2) 为生产金属机械零件提供先进成形工艺。

粉末冶金机械零件是20世纪初与延性钨、硬质合金并驾齐驱的粉末冶金重大成就。20世纪30年代，粉末冶金机械零件成套生产技术逐步形成，工业生产初具规模。20世纪中叶，美国和欧洲的粉末冶金机械零件生产确立了作为现代制造业组成的地位，已能生产多种粉末冶金结构零件。粉末冶金机械零件生产发