

杜桂馥 编著

奇妙的粉末冶金



冶金工业出版社

TF 12
D 77

奇妙的粉末冶金

杜桂馥 编著

冶金工业出版社

奇妙的粉末冶金

杜桂馥 编著

责任编辑 吴肇鲁

冶金工业出版社出版

(北京北河沿大街嵩祝院北巷39号)

新华书店北京发行所发行

河北省遵化县印刷厂印刷

787×1092 1/32 印张2 $\frac{1}{8}$ 字数45千字

1988年1月第1版 1988年1月第1次印刷

印数 00,001~1,800册

ISBN 7-5024-0211-X/TG·29 定价 0.43 元

序

粉末冶金是一门在金属材料工程与金属成形工艺方面具有特殊能力，并能将二者有效结合起来的新技术；同时又是一个能以高生产力、高效率、低消耗生产优异产品的新工艺。

近代粉末冶金从1910年制造钨丝算起，已有七八十年的发展历史。1926年与1930年硬质合金和青铜多孔轴承相继出现，三十年代中期又产生了铁基多孔轴承、铁基机械零件、磁性材料及电工合金等多种粉末冶金制品，扩大了冶金技术领域，并确立了以混合料制备、成形和烧结为主体的典型粉末冶金工艺。四十年代以来，先进工业国家应用这种技术制造出现代工业生产所需的各种金属材料，大量生产了各种各样的产品，有力地支持了工业生产的发展。同时，人们也应用现代技术装备和完善了粉末冶金生产过程，使其建立在现代技术之上，从而跨入了现代工业生产行列。

粉末冶金技术作为生产金属材料的特殊手段，能够制取各种金属、合金和金属化合物粉末，制造以一般冶炼方法所不能制造的金属材料，把金属材料生产扩展到新的领域。作为生产机械零件的特殊加工工艺，能够生产一般制造工艺难以加工成形或具有特殊性能的零部件，把基础零部件生产发展到新的水平。粉末冶金这种既不同于传统冶炼技术，又不同于普通机械制造工艺的独特地位与作用，以及其产品在各工业部门广泛应用，已充分显示了其技术上的优越性和显著的经济效益。

近年来，西方工业国家传统工业每况愈下，而以新兴技

术为基础的所谓高级技术或新的产业却在蓬勃发展。新兴技术的兴起和运用，将推动现代生产发生新的飞跃，也将带来经济社会的新变化。人们常将信息技术、生物技术、新型材料和新能源等新兴技术作为新“产业革命”的主要标志。现代生产技术的飞跃发展和巨大变化，材料工程是重要支柱，粉末冶金是发展新材料不可缺少的手段之一。

然而，正因为现代粉末冶金是一门新兴的科学技术，所以还不为许多人所了解。因此，通过各种宣传方式使广大群众认识粉末冶金，这是目前粉末冶金工作者责无旁贷的义务。

这本书，就是这样一个尝试。它既没有谈及粉末冶金的深奥机理，也没有全面系统的长篇大套，而只是通过几个普通的事例，从侧面对粉末冶金作了一下简单的介绍，具有一定的趣味性，文字生动活泼、深入浅出，使那些对粉末冶金还不了解的读者朋友们可以从中得到启发，从而对粉末冶金有个粗浅的概括认识。我们希望那些具有丰富理论知识和实践经验的粉末冶金同行朋友，拿起您的笔来，为大力普及粉末冶金科学知识多做贡献。

中国金属学会粉末冶金学会科普和信息学组

1987年10月

前

言

什么是粉末冶金？粉末冶金是制造金属或合金粉末，并用这些粉末（或者再添加少量非金属粉末）经过混合、成形、烧结，而制成材料或制品的工艺技术。

然而，这样的解释仍会使许多人感到茫然。为了说明这项技术，有人把常规的粉末冶金工艺比做“蒸窝头”的过程。好极了，真是维妙维肖。和面相当于“混粉”；捏窝头就相当于“成形”，只不过没使用模子罢了；而上锅蒸，正相当于入炉烧结呢。

粉末冶金的一般工艺过程，说起来很平常，实际上却是很深奥的。不论是制粉、混粉，还是成形和烧结，都有复杂的物理化学过程，都有很深的机理需要去探讨。

粉末冶金具有许多优点，其中有两点最为突出。一是，它能制造出其它工艺目前无法制造或难于制造的材料或制品，来满足某些使用环境的苛刻要求；二是，它能直接做出合乎尺寸要求的制品，因而减少或者取消了后序的机械加工过程，既节省了原材料又节省了加工工时，因而从根本上节约了能源。

对现代科学技术的发展，粉末冶金是做出了巨大贡献的，然而它并不自恃功绩显赫而轻视那些为人们日常生活服务的小事。无论在什么岗位上，它都是兢兢业业、默默无闻地工作。真算得上是无私无畏啊！所以当我接触粉末冶金后，很快就爱上了它，和它成了要好的朋友。鉴于它在我国科学技术和四化建设发展中的重要性，我想对它是很值得进行一番宣传介绍的。这就是我决定写这本小册子的原因。

俗话说，“胖子不是一口吃成的”。因此，我并不急于在这本小册子里把我这位朋友向读者作全面深入的介绍。我只是列举一些人们比较熟悉的事物，使读者对粉末冶金有个大体上的认识就够了。

这本小册子虽然很浅显，但是单靠我一个人，也还是难以完成的。有不少工程技术人员给了我许多帮助，他们是丁明训、王景义、王朝泉、孙学广、杨伟光、沈时明、吴荣伟、吴彬彬、罗庆荣、赵凤霞、徐忠立、高清德、穆汉城等同志。在此，我谨向这些参加或支持了本书编写工作的同志致以衷心感谢。

亲爱的读者诸君，当您读完了这本小册子后，如果能对粉末冶金不再感到陌生，甚至产生了一定的好感，那便会使我们这些为小册子做了工作的人感到欣慰。

我们恳请各位读者对本书中的不足之处，给以批评指正。

作 者

1985年4月

目 录

序	
前言	
展览会上的启发	
——粉末冶金巡礼	1
香飘四季的艺术新花	
——粉末冶金含香金属	6
孔隙的妙用	
——粉末冶金多孔材料	10
致密的绝招	
——粉末冶金热锻成形	19
艺占文武的金属奇才	
——粉末冶金高比重合金	26
护身甲冑	
——粉末金属涂覆	35
振兴钨业的希望	
——粉末冶金硬质合金	42
金刚钻和粉末冶金	
——粉末冶金金刚石工具	47
摩擦技术的新秀	
——粉末冶金摩擦材料	51
群芳争妍 前程似锦	
——粉末冶金技术展望	56

展览会上的启发

——粉末冶金巡礼

科学技术交流站门前车水马龙。“新技术新产品展览会”开幕已经半个多月了，可是来参观的人群还是有增无减，熙熙攘攘，络绎不绝。

展览大厅里灯火辉煌，各样展品琳琅满目。

在一个不很大的展台前，围拢了一大群观众。还有录相机、摄影机在那里忙个不停。也有人拿着笔在本子上记着什么。我在好奇心的驱使下，赶紧凑到那里，一眼就看见了悬空挂着四个光辉耀眼的大字——“粉末冶金”。

粉末冶金？哈，巧极了！我正想认识认识它呢。以前，常听说粉末冶金的大名，但它究竟是怎么回事儿，却一点也不了解。这回可好，一进正厅就幸得机缘。

这时，女讲解员指着墙上的挂图，正在讲解粉末冶金的原理和它的发展历史。观众们都瞪大眼睛，饶有趣味地听着。

“粉末冶金技术，说来并不神秘。”女讲解员眨着一双机灵的大眼睛环视了一下听众，“实际上就是把一些金属粉末，有时也加点非金属粉末，按照要求的配比数量混合起来，装进模具加压成形，当然也有不加压而成形的，然后经过烧结，就制成了材料或制品。”

这时，我马上想到了食品厂用模子做点心、饼干的情景。金属也能这么摆弄！真是有趣得很呢。其实，制造陶瓷器皿，也不外乎这一套办法。

“……所以也有人把粉末冶金的一套方法叫做金属陶瓷法。”

好嘛，刚才在我思想溜号那一刹间，女讲解员又讲了许多。当我回头再听讲解时，她的这句话正好接上了我的思路，真是“无巧不成书”啊！

“在今天，”女讲解员又往下讲了，“粉末冶金对人们来说，恐怕已不再是很陌生的东西了。”

听到这里，我想，这样的估计未免过于乐观了。岂不知，我国的科普教育才刚刚起步，对粉末冶金完全陌生者还大有人在呢。假若你对这些人说，用“做点心”的方法能够制造金属的东西，他们中的许多人肯定会觉得是不可思议的事情。

“在远古时候”，女讲解员开始述说粉末冶金的历史了。“当人们发现火之后，逐渐学会了用泥砂烧制器皿。但直到铁器出现之后很久很久，却还没有人用和制造陶瓷器皿相类似的方法制造金属器物。这恐怕一方面是那时的人们很少有得到铁粉等金属粉末的机会，另一方面也是出于对铁器牢固程度的迷信，他们或许以为用粉末制成的金属器物不结实吧？”

这时观众里有一个工人模样的小伙子插嘴说：

“我就遇到过这样的事。有一次我跟一个当了汽车司机的同学说：‘资料上介绍国外汽车有许多零件是粉末冶金的。’那个同学听了一撇嘴，说‘那还不得象桃酥似的一捏就碎呀？’”

一句话引起了观众的一片笑声。

讲解员说：

“尽管到今天还有许多人对粉末冶金不够了解，然而粉末冶金的历史却已经很久远了。”一边说着，她打开了配乐幻灯。

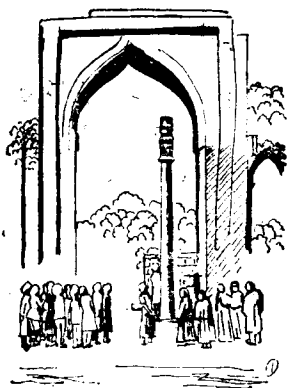
随着优美的古典印度乐曲声，银幕上出现了美丽的德里风光。接着出现的是一座宏伟的拱门，视线穿过拱门，一根大柱傲然挺立。字幕示出“高7.25米，直径40公分，重6吨”的字样。女讲解员解释说：

“这就是举世闻名的德里铁柱。它建成于公元四世纪。据分析验证，它是完全由纯铁制成。”

听到这里我不禁感到诧异：在当时还没有象现在这样的加工技术的情况下，偌大一根纯铁柱，可怎样加工？莫不就是古老的粉末冶金产物吧！那它又是怎样制作的呢？

这时，讲解词正好回答了我这个问题。

“当时，人们还没有现代的冶炼设备。他们是把铁矿石制成粉末，然后用煤或木炭进行焙烧，就利用燃料产生的一氧化碳气氛，使铁矿石粉末还原，得到海绵状铁，再进行人工锻打……。这是最古老的粉末冶金工艺。德里铁柱就是这样制成的。”



乐声一转，银幕上的画面更换了一幅新的景致。讲解词说：

“这是卡那惠特里宝塔。估计它建于公元8世纪。它的

大门上有一长一短一细一粗的两根铁梁，长的10.7米，直径20公分；短的7.8米，直径28公分。据研究，它也是用原始粉末冶金方法制成的。

“粉末冶金的工业应用，始于1826年，从沙皇俄国用此方法生产铂卢布开始；以后又有用粉末冶金方法制造的补牙合金材料等。

“粉末冶金作为现代工业技术，是本世纪初才开始，当时是用于制造灯泡用的钨丝。钨的熔点高达3380℃，适于做灯丝，但不容易冶炼。采用粉末冶金方法，便可在700~900℃的较低温度下，使钨的氧化物还原而得到钨粉。再将其压制、烧结成坯，最后拉拔成钨丝，这就使钨丝生产的问题迎刃而解。这一成功，受到了人们的极大重视。

“直到本世纪三十年代，粉末冶金还只是作为生产特殊性能材料和制品的手段，诸如制造硬质合金刀具以及电机上的电刷等制品。

“到1930年才出现了粉末冶金青铜含油轴承；此后，1934年出现了粉末冶金永磁材料和制品；1935年出现了粉末冶金铁基轴承以及粉末冶金的钢、铁机械零件。”

“到六十年代后半期，粉末冶金已能用于制造各种金属型材（如带、棒、线等材料）了，并且各种粉末冶金制品开始向国民经济各个应用领域大量渗透，因而引起人们的普遍重视。目前，粉末冶金已成为我国四化建设中不可缺少的重要部门之一。”

映在银幕上的一幅幅画面从我眼前移过，生动真实。然而画面中的粉末冶金制品五花八门，使人眼花缭乱。

我把自己非常感兴趣的几个方面的问题记了下来，然后去找技术咨询部的同志。一位姓符的中年人接待了我。据服

务人员介绍，他是一位粉末冶金高级工程师。他为人热情、爽直，我们谈得很融洽，当他知道我是一名科普工作者时，更表现出异常的兴奋。

他说他正在组织一部分搞粉末冶金的工程技术人员撰写科普作品，想通过这种方式进行宣传，以扩大社会各方面和广大群众对粉末冶金的了解，为提高中华民族的科学文化水平做点贡献。说着他拿出一叠稿子，说这就是其中的几篇，希望我能帮助看看。我当然高兴，普及科学技术知识是我义不容辞的责任，而且我也可以通过看稿子学到一些粉末冶金知识。

香飘四季的艺术新花

——粉末冶金含香金属

“金属还有香的？”当您看完这个标题时，也许会发出这样的疑问。

是的，当初我刚一碰到这件新鲜事儿时，竟然也被蒙住了，甚至钻了“牛角尖”。

那是一次偶然的机，我拜访一位朋友，在客厅里既未燃香又无花草，却是阵阵幽香扑鼻，使人精神振奋，心情舒畅。我满屋寻觅，才发现香气是从几件铜制工艺品上发出的。我觉得十分奇怪，一般的铜制品大多有一种不太好闻的气味，怎么这几件东西却这么特别呢？

朋友告诉我，这是工艺美术新产品——香金属。

香金属？难道又发现了什么带香味的金属元素？或者是又发明了带香味的合金？我想入非非了。我问朋友，他说原来只觉得这东西很好玩，竟还没有想到过这么多“为什么”。为了弄清这件事的奥秘，我访问了工艺美术研究所，终于捅破了这张窗户纸。

原来这种东西也是粉末冶金工艺的产物。

制造这种东西的方法并不十分复杂，无非是混粉、压制、烧结这一套工艺。所谓混粉，就是把所需要的粉末成分

均匀地混合到一起。混粉是用机器进行的，混料机也是根据不同需要进行选择，有酒筒式、球磨式、锥形、V形等等。压制，就是把混好的粉末装进模具里，在压力机上加压，于是原来的粉末就变成具有一定形状的块状物了，这就是“压坯”。这时的坯是很不结实的，必须把它们放进炉子中烧到一定的温度，才能把坯中的粉末颗粒都结合到一起，成为一个结实的整体，这就是烧结了。

制造香金属用的是铜粉，至于铜粉里还需要添加什么其他成分，那要根据对产品的颜色等的要求了。例如，加锡会变成青铜，加锌会变成黄铜；如果适当地加点镍就会变成白铜；如果什么都不加，那当然还是紫铜的本色……。人们有时用浸锌的方法使紫铜表面变成金黄；有时也直接使用青铜粉末；现在有人正在试验用不锈钢粉末……。压制香金属制品的模具要求很精密，一般是用照相一制版—电加工等方法制造的。只有造型美观、图案别致、花纹精深、表面光洁的模子，才能压制出漂亮的坯来。香金属的烧结，要求在通有氢气的炉中进行。烧结这件事看来简单，其实那里边的学问可大啦，那么复杂的机理，一时半时是理解不透的。我只弄清楚一点通氢气的道理：通氢气一是为了保护工件在烧结过程中不被氧化，二是能使工件中已被氧化了的粉末颗粒进一步还原，这样就能保证工件的烧结质量。至于氢气从氧化物中夺氧，使氢化物还原的道理，那在中学学习化学时就知道了。

粉末冶金制品，既是粉末制成，粉末颗粒之间就必有孔隙。它与常规冶炼、轧制或用铸造法制造的金属材料不同，正象疏松多孔的砖块和坚实致密的石头不同那样。您一定有过这样的体验，即在砖块和石块上同样淋上几滴水，会出现

什么现象呢？石上的水久久不干，而砖上的水却转瞬即逝。这是因为石头致密无隙，使滴在它上面的水珠无孔可入；而砖却是千洞百孔，因此，水在砖表面上消逝，并不是真的干了，而是躲藏到了孔隙中去了。

说到这里，您就不难想象，如果把水滴在普通粉末冶金制品上，那一定也会被它上面的孔隙吸收进去的。对了，就象海绵吸水那么神速，从掉上水滴到踪迹无存，其过程也就是几秒钟的工夫。

下边的话，不待我讲，您大体上已经猜到了：如果粉末冶金制品吸进了香精，香气不停地从孔隙放出……，那不就是香金属了吗？哈！“香金属”，好唬人哪。它不过是利用了粉末冶金多孔这个特点，存贮了香味而已。认真地说，它的大名应该称做“含香金属”才更切合实际。

含香金属产品一问世，就受到各方面的欢迎。试销品刚一摆上柜台，就一售而光。首饰公司等许多单位都争告要求转产这种东西。

既然这种东西在市场上还难得一见，那就参观一下研究所的产品陈列室吧。

啊！这里简直是个仙境。且不说室内淡雅脱俗的摆设，单是这阵阵幽香，就足以令人销魂了！

您瞧这只较大的锦盒，装潢华贵。打开来瞧，哈！真漂亮。绛紫色丝绒衬底上摆满了含香金属工艺品，有胸针、领花、项圈、耳环、发夹和各种纪念币……，绚丽夺目的异彩，醉人心扉的温馨，真个象到了百花园中。桂花、茉莉、白兰……各种香型是应有尽有。最为奇妙的是香型随花型而异——什么样的花儿，便有什么花的香味。因此这些制品能够让人感到比真的还要“真实”呢。看着这些小巧玲珑的

“珍宝”，您对于那精湛的技艺，尤其是奇妙的构思，一定会拍手叫绝！

我想，那些年轻姑娘们在可体入时的衣服上，装饰一两件这种纤巧新颖的艺术品，那可真称得上是花香人美呢。即使是中、老年人，也可以根据自己的爱好，选择几件合适的工艺品，诸如：镇纸、笔架、灯台、钟座等等，摆在书房或客厅里，也可以调节生活情趣。

我还设想，如果制造一些花卉浮雕，浸上相应的香味，这种维妙维肖的作品，挂到居室里，那将会给人一种怎样的享受啊！

渗到金属中的香味，一般能维持好几年，香味散尽了还可再浸。

妙哉，含香金属！小小一朵“花”，不怕严寒酷暑，不分天南地北，永不凋谢，四季飘香，这不是个奇迹吗？

