

粉末冶金

多孔材料

上册

冶金工业出版社

76.1356

314

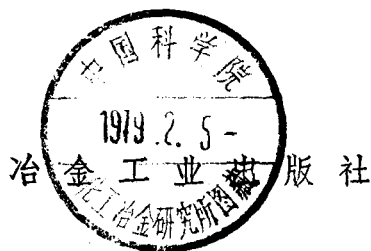
1:1

粉末冶金多孔材料

上册

宝鸡有色金属研究所 编著

34497/55



内 容 提 要

《粉末冶金多孔材料》(上册)系统地叙述了粉末冶金多孔材料的制造工艺,包括金属粉末性能及其制取方法、多孔材料的成形、烧结、高孔隙度材料及微细孔径多孔材料的制取、多孔材料的连接和辅助加工。

本书可供从事粉末冶金工作的技术人员、工人阅读,也可供有关使用部门的技术人员、工人参考。

粉 末 冶 金 多 孔 材 料 上 册

宝鸡有色金属研究所 编著

•

冶金工业出版社出版

新华书店北京发行所发行

冶金工业出版社印刷厂印刷

•

850×1168 1/32 印张 6 1/2 插页 3 字数 176 千字

1978年11月第一版 1978年11月第一次印刷

印数00,001~11,500册

统一书号: 15062·3379 定价(科三) 0.75 元

前 言

粉末冶金多孔材料是用粉末冶金工艺制得的多孔金属或多孔合金，它既具有普通多孔体因多孔而具备的特性，又具有一定的金属特性，是多孔材料中的一大类别。

粉末冶金多孔材料已在冶金、石油、化工、纺织、医药、酿造等国民经济部门以及国防军工等部门得到了广泛的应用。

为了适应冶金工业发展的需要，满足粉末冶金多孔材料使用部门的要求，我们在总结粉末冶金多孔材料生产经验的基础上，参考了国外近年来书刊上发表的资料，编写了《粉末冶金多孔材料》一书，供有关技术人员、工人阅读，以期对促进我国粉末冶金工业的发展有所裨益。

书中较系统地叙述了粉末冶金多孔材料的性能、制造工艺、检验方法及其应用。全书包括三篇，分上、下两册出版。上册为第一篇“粉末冶金多孔材料制造工艺”；下册为第二篇“粉末冶金多孔材料的性能及其检测”和第三篇“粉末冶金多孔材料的应用”。

参加本书编写工作的有廖际常、张正德、梅寅年及王世杰同志。

在编写过程中，承蒙冶金工业部钢铁研究院、中南矿冶学院等兄弟单位的具体指导与大力协助，在此表示衷心感谢。

由于我们水平有限，书中可能存在不少缺点，恳请读者批评指正。

编 者

一九七七年十月

目 录

绪论	1
----	---

第一篇 粉末冶金多孔材料制造工艺

第一章 金属粉末的性能及其制取方法	12
-------------------	----

第一节 金属粉末的性能	12
-------------	----

一、粉末的化学成分	12
-----------	----

二、粉末的物理性能	13
-----------	----

三、粉末的工艺性能	15
-----------	----

第二节 金属粉末的制取	18
-------------	----

一、制粉方法的一般介绍	18
-------------	----

二、气体雾化法	21
---------	----

三、液体雾化法	36
---------	----

四、几种特殊形式的雾化法	39
--------------	----

五、羰基法	45
-------	----

六、其它制粉方法	56
----------	----

七、粉末的球化	59
---------	----

第三节 金属粉末的处理	60
-------------	----

一、粉末的退火	60
---------	----

二、粉末的分级	61
---------	----

三、球形与非球形粉末的分离	68
---------------	----

第二章 多孔材料的成形	74
-------------	----

第一节 模压成形	76
----------	----

一、配料与称料	76
---------	----

二、小型管、棒坯的成形	78
-------------	----

三、多孔片材的成形	78
-----------	----

第二节 等静压制	79
一、液静压设备	79
二、液静压成形多孔管坯	80
三、压制时影响多孔材料性能的某些参数	82
第三节 粉末轧制多孔带材	84
一、粉末轧制机理	84
二、粉末轧制工艺	87
第四节 多孔管材的增塑挤压	88
一、挤压设备及模具设计	88
二、挤压工艺特点及其应力分析	89
三、挤压工艺	90
四、影响挤压坯性能的某些参数	91
第五节 无压成形及其它成形工艺	93
一、粉浆浇注	93
二、金属纤维多孔材料的制取	99
三、多层过滤器的制造	102
第三章 多孔材料的烧结	105
第一节 多孔材料烧结过程的一般特点	105
第二节 烧结方法及其工艺	109
一、烧结方法	109
二、烧结工艺	113
第三节 各种金属多孔材料的烧结	120
一、青铜和铜	120
二、铁和碳钢	126
三、不锈钢	132
四、镍及其合金	140
五、钛和锆	157
六、铬和铝	161
七、钨和钼	163
八、钽和铌	170

九、难熔金属化合物	171
第四章 高孔隙度材料及微孔材料的制取	176
第一节 高孔隙度材料的制取	176
一、添加造孔剂制取高孔隙度材料	176
二、添加造孔强化剂制取高孔隙度材料	184
三、其它制取高孔隙度材料的方法	186
第二节 微孔材料的制取方法	187
一、粉浆挤压及粉末轧制法	187
二、在多孔体表面涂覆细粉末颗粒和用合成树脂浸渍多孔体或 涂覆多孔体表面的方法	188
三、在多孔体中添加弥散质点的方法	190
四、利用有机化合物分解的方法	193
第五章 多孔材料的连接和辅助加工	196
第一节 多孔材料的连接	196
一、螺栓等的固紧	196
二、卷边及压装	196
三、粘结	197
四、焊接	198
第二节 多孔材料的辅助加工	202
一、校准和机械加工	204
二、轧制和重压	204
三、化学热处理	204

绪 论

在冶金、化工等部门,为强化某些工艺,往往需要高温和高压,相应地要求有耐高温、耐高压的过滤与分离材料;在催化反应中,需要有高比面积的催化剂材料以提供尽可能大的反应接触面;为保证航空与液压系统安全可靠地工作,各种油类与工作气体要进行严格的精过滤;航空与火箭的高温工作部分要求有孔隙结构均匀的耐高温与抗热震多孔材料作发散冷却的基体等等。常用的多孔材料,如一般的滤纸滤布,由于强度小,过滤速度慢,使用温度低,难以再生,而且易于变形,难以保证过滤精度;通常的塑料多孔材料虽然可以用球形颗粒做成,具有很好的过滤性能,但工作温度一般不超过 100°C ,而且强度低,只适于低压差的工作条件;多孔陶瓷、玻璃等材料由于性脆、抗热震和透过性能差且不能焊接等原因也大大限制了它的应用;各种编织金属丝网与刻蚀网虽然强度大,透过性能好,但在高压下网孔易于变形以致影响过滤精度,而且制造工艺复杂,价格昂贵,一般只用于某些特殊部门。粉末冶金多孔材料在一定程度上弥补了以上各类多孔材料的不足,因而得到了迅速发展。

早在1909年,国外专利就提到过粉末冶金多孔制件,到20世纪20年代末至30年代初出现了若干制取粉末冶金过滤器的专利。30年代中期出现了铜、镍、青铜、黄铜过滤器,这时青铜过滤器开始用于工业生产,过滤空气、燃料和润滑油。接着就出现了羰基镍粉制造的过滤器。第二次世界大战期间,由于军事上的目的,粉末冶金多孔材料得到了显著的发展。飞机、坦克上采用粉末冶金过滤器;多孔镍用于雷达开关;多孔铁代替铜作炮弹箍;铁过滤器用于火焰喷射器等。第二次世界大战后开始了对不锈钢过滤器的研究,并获得了广泛的应用。50年代利用发散冷却的方

法将耐氧化多孔材料用于喷气发动机的燃烧室和叶片上，以提高发动机的效率。随着化工、冶金、原子能、航空与火箭技术的发展，近年来也研制出了大批耐腐蚀、耐高温、耐高压、高透过性的粉末冶金多孔材料。目前已研制出的多孔材料有铁、铜、青铜、黄铜、镍及其合金、不锈钢、低碳钢、钛及其合金、银、铬、铝、钨、钼及其合金、钽、铌、锆和难熔金属的碳化物、硼化物、硅化物、氮化物等。常用的过滤器过滤精度为1~100微米。随着成形与烧结设备的发展，已能生产出各种大型多孔板材与管材。

我国粉末冶金工业，在毛主席无产阶级革命路线指引下，在党的“鼓足干劲，力争上游，多快好省地建设社会主义”总路线的光照耀下，得到了迅速发展。50年代初期开始生产铜和青铜过滤器并用于各种油的过滤，1958年在三面红旗的光照耀下，贯彻了一整套两条腿走路的方针，全国出现了一大批中小型粉末冶金企业，粉末冶金多孔材料也得到了迅猛的发展，我国已能成批生产铜、青铜、镍、蒙乃尔、铁、不锈钢、钛、钨、钼等过滤材料或其它用途的多孔材料，过滤精度通常为1~70微米，同时也能制取孔径小于1微米的微细孔径多孔材料以及大型过滤元件和其它多孔制品。

一、粉末冶金多孔材料的特点

粉末冶金多孔材料一般是由球状或不规则形状的金属或合金粉末经成形与烧结制成。根据不同的原料与工艺制度所制成的这种多孔体具有各种不同的孔隙度、孔径与孔径分布，孔道纵横交错，通向各个方向，它有着一系列特点：

1. 优良的透过性能 适于制作过滤器、流体的分布与渗透装置等。用作过滤器时，过滤速度大，如海绵钛粉所制作的过滤器在过滤供电解用的硫酸锌溶液时，其过滤速度为板框压滤机的8倍，为陶瓷过滤器的6倍；100~150微米粒级的蒙乃尔合金粉末冶金过滤器过滤葡萄糖生产工艺中的中和液时，过滤速度为板框压滤机的30倍；54微米以下粒级青铜粉末松装烧结过滤器装

在东方红-54 型拖拉机上精滤燃油时，流量为摺纸过滤器的 4 倍，为棉纱过滤器的 6 倍，而后两者的过滤面积比前者要大得多。

2. 孔径与孔隙度可以控制 用于过滤时过滤精度高；用于气体分离时，分离效果好；用于仪器、仪表可以比较精确的控制流体的流动等。因此，使用粉末冶金过滤器对于提高贵重产品的回收率，提高产品质量，降低废品率，降低设备的磨损等有着重要意义。如用过滤精度为 5~10 微米的钛过滤器过滤曲颈瓶的洗涤水，由于防止了绒毛、纤维及其它夹杂进入曲颈瓶，使葡萄糖溶液的废品率降低 2%；用沙滤棒过滤葡萄糖针剂需经三级反复四次才能达到要求，而用 25~50 微米粒级的不锈钢粉末冶金过滤器只要一级一次过滤即达到要求；在 1110-1 型柴油机上采用 180~280 微米青铜粉末松装烧结过滤器代替棉纱过滤器精滤燃油，由于减少了固体粒子对机件的磨损，可使油嘴精密副偶件的寿命由 760 小时提高到 5500 小时；离心压缩机的油路系统采用过滤精度为 40 微米的不锈钢过滤器代替金属筛网过滤，由于防止了较大固体粒子的侵入，使零件的磨损降低到原来的六分之一到八分之一，轴承的使用期可提高到 10~20 年，为使用筛网过滤时的三倍以上。

3. 比表面积大 可以为化学反应提供极大的接触面积，广泛用作催化剂、催化剂载体、燃料电池电极等，作热交换材料时可以提高热交换效果。

4. 吸收能量 可用作消音、防震和缓冲材料。

5. 保持一定的金属与合金特性 粉末冶金多孔材料仍具有导热、导电、可焊接、加工等性能，适于制作各种电极、热交换器、火焰阻止器以及各种形状复杂的多孔元件，并且具有一定的强度与韧性，可在高压条件下工作。

6. 耐高温、抗热震、耐低温 适于高温、热冲击与低温条件下应用。

7. 孔径、孔隙度、透过性能可以再生 由于具有可再生的

特点，因而使用寿命长。

8. 生产工艺简单，制作容易。

二、粉末冶金多孔材料的应用

粉末冶金多孔材料和其它所有多孔材料一样，具有多种机能与特性，如过滤、分离浓缩、流体透过贯通孔道、吸收冲击、大的比表面积、毛细管现象、控制流动等，由于具有这些机能与特性，它们广泛用于国民经济各个部门。表1列出了这类材料的主要应用。

从表1中可以看出，粉末冶金多孔材料中应用最多的是过滤材料。据1972年的资料估计，资本主义国家每年粉末冶金过滤器的用量约为四千万吨，其中青铜过滤器最多，约占一半，其次是不锈钢过滤器，约为四百万吨。过滤器孔隙度大多数在50%以下，按过滤精度分成各种级别，一般，过滤精度在1~100微米之间。它们主要用于滤除流体（如油、水、熔融金属与合成树脂、高温烟气、空气等）中的各种固体杂质，以延长设备的使用寿命、提高产品纯度、防止公害、回收废料中的有用成分以及冶金、化工工艺过程中的液-固、气-固分离等。

粉末冶金多孔材料在分离浓缩方面也得到了广泛的应用，如用于气体同位素的分离浓缩、原子反应堆的排气、气体中回收氨气、排放的放射性气体中分离浓缩有害成分，也可用于气体质量分析装置中的浓缩器等。这种方法所用的多孔体孔径都在0.1微米以下，通常叫做过滤膜。

随着科学技术的发展，除过滤分离材料以外，粉末冶金多孔材料在其它方面的应用近年来发展十分迅速，如多孔电极材料就是其中之一，特别是随着碱性蓄电池与燃料电池的发展，多孔电极材料的用量猛增，据1972年的估计，资本主义国家这种材料的用量约为过滤材料的一半。工业中电解用的电极也越来越多地采用这类材料。此外，粉末冶金多孔材料的应用领域还在不断扩大，并且逐渐在考虑材料的数种机能的综合利用。

对材质来说，使用最多的是青铜、铁、不锈钢、钛、镍、蒙

表 1 粉末冶金多孔材料的应用

机能与特性	用 途	应 用 实 例
过 滤	气-固分离	过滤各种气体与气态化合物; 高温烟气除尘; 从废气中回收有用物质
	液-固分离	过滤各种油类、水、水溶胶、合成树脂熔融物、熔融金属以及酸、碱、盐溶液
	气-液分离	压缩空气除油、水; 液压油除气泡
	液-液分离	油-水分离; 水-药物分离
分 离 浓 缩	气体分离	混合气体分离; 气体同位素分离
	液体分离	反渗透法中的渗透膜
贯通孔透过特性	送入气体	充气装置(饮料、发泡); 气体辊筒; 气浮轴承; 物料输送板; 流化床; 气体分布器; 气体发散材料; 气体喷射器
	逸出气体	呼吸塞; 透气性金属模; 抑制器(通过多孔塞放出气体而抑制气动装置)
	透过液体	雾化器; 海水淡化支撑器; 液体取样分析
吸 收 冲 击	消音材料	压缩空气消音, 吸音材料; 声阻
	缓冲材料	缓冲器(防止高能流体脉冲)
	弹性压缩材料	封印材料; 减震器
大比表面积	化学反应	催化剂; 催化剂载体; 各种电极
	热传导材料	热交换器; 火焰阻止器
毛细管现象	输送或供给液体	加湿器(将液体加在膜带上, 如定影、显影); 渗出器(记录、印刷); 给油器; 燃烧嘴; 灯芯; 发汗冷却材料; 消冰装置(飞机机翼前缘设置多孔体使防冻液体渗出)
控 制 流 动	控制流动、流速	分流; 分散板
	控制气流层	喷射气体而控制边界层; 使紊流层流化
其 它	医 用	人造骨头
	填料与绝热材料	垫圈; 隔离层
	阴极材料	钨钨阴极
	装 饰 品	香水宝石; 钱币; 奖章

乃尔合金等。

三、粉末冶金多孔材料的性能

如上所述，粉末冶金多孔材料的应用领域很广，所涉及的性能繁多，要全面概括与应用有关的性能是很困难的。对于多孔材料而言，最基本的性能有孔径、孔隙度、透过性能、机械性能等。其它性能，如热、电、磁、声学、化学性能等由不同应用领域分别加以考虑。表2至表5列出了几种多孔管材的基本性能、它们都是在特定的工艺条件下制得的。

表 2 多孔镍管材性能

粉末粒度 (微米)	相对透气系数 (升/分·厘米 ² ·毫米水柱)	汞压入法孔径 (微米)		最大 孔径① (微米)	孔隙度 (%)	壁厚 (毫米)	内压破坏 压力② (公斤/厘米 ²)
		分布 区间	(%)				
6~12	$1.5 \sim 3.0 \times 10^{-5}$	2~3	88	3	10~26	1.0~1.5	—
12~18	$1.0 \sim 1.2 \times 10^{-4}$	2~4	83~89	4~5	15~39	1.0~1.5	—
25~50	$4.2 \sim 6.3 \times 10^{-4}$	5~10	68~84	11~14	26~31	1.0~1.5	35~55
50~100	$1.4 \sim 3.1 \times 10^{-3}$	10~20	65~86	23~28	21~30	2.0~2.5	37~50
100~150	$7.1 \sim 9.5 \times 10^{-3}$	20~40	>60	43~55	28~34	2.0~2.5	16~24
150~200	$0.8 \sim 1.2 \times 10^{-2}$	30~50	64~69	55~68	27~31	2.0~2.5	—
200~250	$1.5 \sim 1.7 \times 10^{-2}$	40~60	60~62	78~85	16~22	2.5~3.0	8~20
250~300	—	50~70	>60	—	25~30	2.5~3.0	—

① 冒泡方法测定结果；

② 试样尺寸为：外径50毫米，长150毫米。

表 3 多孔蒙乃尔合金管材性能

粉末粒度 (微米)	相对透气系数 (升/分·厘米 ² ·毫米水柱)	汞压入法孔径 (微米)		最大 孔径① (微米)	孔隙度 (%)	壁厚 (毫米)	内压破坏 压力② (公斤/厘米 ²)
		分布 区间 (微米)	(%)				
50~100	$1.9 \sim 4.8 \times 10^{-3}$	10~20	79~88	22~27	21~30	2.0~2.5	38~45
100~150	$5.7 \sim 9.9 \times 10^{-3}$	20~40	73~78	46~50	31~35	2.0~2.5	32~35
150~200	$0.8 \sim 1.2 \times 10^{-2}$	30~50	65~77	55~69	24~32	2.0~2.5	—
200~250	$1.5 \sim 1.6 \times 10^{-2}$	40~60	52~64	82~91	19~26	2.5~3.0	20~35
250~300	$1.8 \sim 2.2 \times 10^{-2}$	40~70	54~70	84~93	13~17	2.5~3.0	20~35

① 冒泡法测定结果；

② 试样尺寸为：外径50毫米，长150毫米。

表 4 多孔不锈钢管材性能

粉末粒级 (微米)	相对透气系数 (升/分·厘米 ² ·毫米水柱)	汞压入法孔径		最大孔径① (微米)	孔隙度 (%)	壁厚 (毫米)	内压破坏压力② (公斤/厘米 ²)
		分布区间 (微米)	(%)				
12~18	$2.8 \sim 3.5 \times 10^{-4}$	5~10	80	8~9	35~40	1.5	—
18~25	8.4×10^{-4}	5~20	91	11~13	35~38	1.5	—
25~50	$1.0 \sim 1.7 \times 10^{-3}$	10~20	88	17~18	36~38	1.5	—
50~100	4.3×10^{-3}	10~30	93	27~32	29~37	2.5	—
100~150	$8.2 \sim 9.5 \times 10^{-3}$	30~50	73	45~52	24~28	2.5	70

① 冒泡法测定结果；

② 试样尺寸为：外径50毫米，长400毫米。

表 5 多孔钛管材性能

粉末粒级① (目)	相对透气系数 (升/分·厘米 ² ·毫米水柱)	最大孔径② (微米)	孔隙度 (%)	管壁厚 (毫米)	内压破坏压力③ (公斤/厘米 ²)
-14+20	1.6×10^{-2}	174	30~40	2~2.5	10~20
-20+28	1.4×10^{-2}	118	30~40	2.0~2.5	10~20
-28+35	8.5×10^{-3}	82	30~40	2.0~2.5	10~20

① 海绵钛粉；

② 冒泡法测定结果；

③ 试样规格为：外径50毫米，长320毫米。

1. 孔隙度 多孔体中的孔包括贯通孔、半通孔、闭孔三种，总孔隙度是这三种孔隙度的总和。对于应用来说，一般有用的是贯通孔与半通孔，通称开孔。开孔孔隙度由开孔孔隙中所饱和的液体量来测定。

2. 孔径 孔径是指多孔体中孔道的名义直径，用最大孔径、平均孔径、孔径分布来表征，测定的方法很多，常用的有过滤法、冒泡法、气体透过法、吸附法和汞压入法等。

最大孔径：通常用过滤法与冒泡法测定。过滤法是用一定粒度组成的球形粒子制成一种悬浊液，让其在层流条件下通过多孔体，透过多孔体以后的悬浊液中最大粒子的直径即是多孔体的最大孔径，这时的孔径就是实际孔道内切圆的直径。冒泡法是从多孔体的一面浸以已知表面张力的液体，从另一面用气体加压，测定

气体从孔道中排挤出浸入的液体以后而产生气泡的最小压力，便可求得最大孔径值。

平均孔径：可用气体透过法测定。对于超细多孔体，可采用时间滞后法。气体通过比它的平均自由路程小得多的孔时，气体流便成为分子流，其通过的时间取决于气体的扩散系数。采用扩散系数已知的气体通过多孔体，测定成为稳定流的滞后时间，即可求得平均孔径：

$$d = \frac{\delta^2}{2t_{\infty}} \sqrt{\frac{\pi M}{2RT}}$$

式中 d ——孔的直径；

δ ——多孔体的厚度；

t_{∞} ——气体成为稳定流的滞后时间；

R ——气体常数；

T ——绝对温度；

M ——气体的分子量。

孔径分布：对于孔径在 300 Å 以下的多孔体常用气体吸附法测定，测定时间较长。对于孔径在 100 微米以下的多孔体，孔径分布的测定常用汞压入法，将多孔体浸入汞中，为使汞进入孔道必须从外部加压，所加压力与孔径之间存在着一定的关系，根据所加压力与对应的时间内汞减少的量便可算出孔径大小与数量，从而求出孔径分布。

用粉末冶金方法所制得的多孔材料，孔道形状复杂，孔径的测定方法最好与最终使用情况相模拟，如对过滤器，最好用过滤法测其最大孔径与孔径分布；对火焰阻止器、燃料电池电极用冒泡法测最大孔径，用汞压入法测其孔径分布等。

3. 透过性能 指流体透过多孔体的能力、取决于流体的特性、多孔体的贯通孔隙度、孔径与多孔体厚度。流体通过多孔体的流动，大致有分子流与粘性流两种情况：对分子流，透过性能取决于气体的扩散系数，不受压差的影响；对于粘性流，透过性能一般用达西（DARCY）公式表示。

4. **机械性能** 主要是强度，它与孔隙度、孔径、孔隙形状等因素有关。由于孔隙的存在造成应力集中，由于孔隙的各种形状而造成缺口效应，因而使得多孔材料的强度很低，而且它们与孔隙的断面面积亦即孔隙度不是单纯的比例关系。

四、粉末冶金多孔材料制取工艺概述

粉末冶金多孔材料通常由球形粉末制作，采用典型的粉末冶金工艺，其主要流程如图1所示。

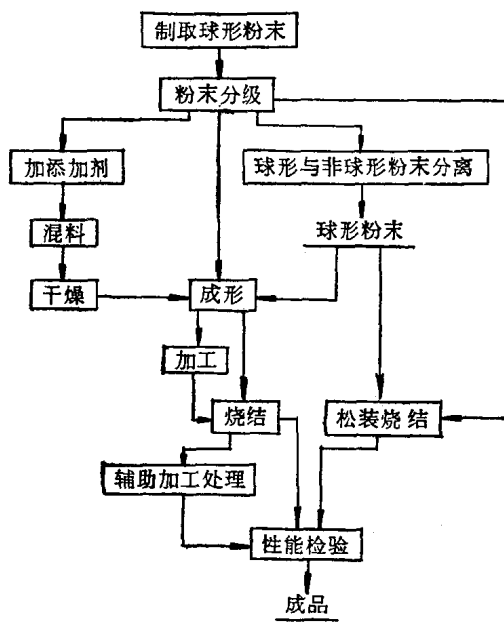


图1 制取粉末冶金多孔材料工艺流程图（一）

由球形粉末制取的多孔材料，孔径易于控制，透过性能好。球形粉末的制取方法最常用的有雾化法、羰基法、气相沉积法等。由于各种制粉工艺很难控制得到完全规则形状的粉末，对于孔径与透过性能要求都很严格的多孔材料，还要将粉末中的不规则形状粉末分离出去。另外，对于难熔金属与合金一般不易于制得球形粉末，可以对非球形粉末进行球化处理。

用球形粉末制取多孔材料的缺点是粉末利用率低、成本高。

采用非球形粉末制取多孔材料时，由于非球形粉末的获得不受制粉方法的限制，所有粉末都可利用，因而成本低。对于非球形粉末

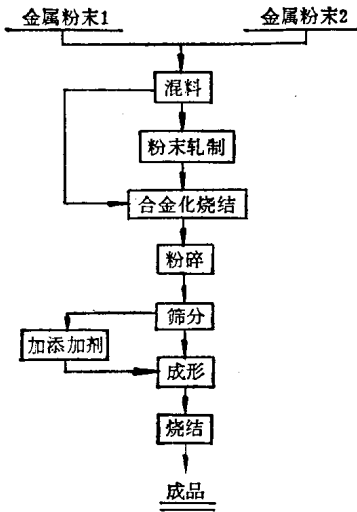


图 2 制取粉末冶金多孔材料工艺流程图（二）

制取的多孔材料，为提高材料的孔隙度和透过性能可以在粉末中添加各种造孔剂，如碳酸氢铵、尿素、甲基纤维素等。其制取工艺与球形粉末制取多孔材料的工艺类似。对于非球形合金粉末的制取，除了采用合金锭块粉碎、球磨以外，还可采用几种非球形金属粉末按合金成分配比配料混合再合金化，然后破碎得到，这种粉末制取多孔材料的一般工艺如图 2 所示。

多孔材料的成形方法至少有六种：模压成形、挤压成形、等静压制成形、粉末轧制成形、粉浆浇注成形以及松装烧结。方法的选择取决于制件的形状、尺寸、原材料性质等。模压成形适于形状简单的小尺寸零件的大批量生产，零件长度与直径之比一般不宜大于 3；挤压适于连续生产多孔管（特别是长管与薄壁管）、条、棒，孔隙度比较均匀；等静压制成形可得均匀的组织结构，添加粘结剂成形的压坯可承受适量的机械加工，适于制取较复杂形状与较大尺寸的制件，但目前仍为手工操作，不适于大规模生产；粉末轧制可连续成形多孔板和带，烧结后可用卷管、焊接、剪裁等方法制成各种形状的制件，适于连续生产；粉浆浇注适于金属纤维、较细的球形与非球形粉末的成形，可得到孔隙度分布均匀的形状复杂与大型制件，但多为手工操作，成本高，应用受到一定限制；松装烧结适于球形粉末的成形。

烧结是粉末冶金工艺中关键的一环，必须严格控制各种烧结