

国外粉末冶金标准手册

Guowai fenmoyejin
biaozhunshouce

12-65

科学技术文献出版社重庆分社

国外粉末冶金标准手册

倪明一 周华明 金中茂 陈 维 姚根鑫

王占甲 译 倪明一 唐华生 校

科学技术文献出版社重庆分社

前 言

本手册是由瑞典金属标准中心(MNC)出版。MNC 承担着国际标准化组织——粉末冶金材料和制品——技术委员会(简称ISO/TC 119)的秘书处工作。

本手册总结了1978年6月国外粉末冶金标准化的现状。书中以介绍与国际标准(ISO)基本一致的瑞典标准(SIS)为主,同时也介绍了国际及主要工业国标准化工作的情况,以及相应的国际标准和各国标准。这对我国粉末冶金标准化工作有重要的参考价值。

本手册对于从事粉末冶金生产、研究、使用、教育、管理及标准化等工作的干部、工人和工程技术人员,都有参考价值。

由于时间匆促,如有错误之处,恳请读者批评指正。

北京粉末冶金研究所

《国外标准化动态》编辑部

1979年9月

目 录

序言	(1)
1 引言	(3)
1.1 概述	(3)
1.2 粉末冶金回顾和展望	(5)
2 国际和各国标准化	(8)
2.1 国际标准化	(8)
2.2 各国标准化	(9)
2.2.1 美国	(10)
2.2.2 英国	(10)
2.2.3 法国	(11)
2.2.4 西德	(11)
2.2.5 意大利	(12)
2.2.6 日本	(12)
2.2.7 苏联	(12)
2.2.8 瑞典	(12)
3 名词术语	(13)
3.1 一般术语	(13)
3.2 粉末	(14)
3.3 成型	(16)
3.4 烧结	(17)
3.5 烧结后处理	(18)
3.6 粉末冶金材料	(18)
4 金属粉末	(19)
4.1 粉末制造	(20)
4.1.1 铁粉	(20)

4.1.2 铜粉.....	(21)
4.1.3 青铜、黄铜、锡、铅、铝粉.....	(22)
4.1.4 镍粉.....	(22)
4.1.5 不锈钢粉.....	(23)
4.1.6 钨粉.....	(23)
4.1.7 钛、钽、铌、钴粉.....	(24)
4.1.8 锑、硼、硅、铬、锰、铋粉.....	(24)
4.2 取样.....	(24)
4.3 性能及测试.....	(30)
4.3.1 化学成分.....	(30)
4.3.1.1 硬质合金-总碳的测定(重量分析法)...	(31)
4.3.1.2 硬质合金-游离碳的测定(重量分析法)...	(34)
4.3.1.3 硬质合金-钴的测定(电位滴定法).....	(36)
4.3.1.4 硬质合金-钛的测定(过氧化物光度计 法).....	(40)
4.3.1.5 硬质合金-用X射线荧光,金属元素含 量的测定(熔化法).....	(44)
4.3.1.6 硬质合金-用X射线荧光,金属元素含 量的测定(溶解法).....	(48)
4.3.1.7 金属粉末-氢中失重的测定.....	(51)
4.3.1.8 金属粉末-用索格利特萃取法,润滑剂 含量的测定.....	(55)
4.3.1.9 金属粉末-铁、铜、锡、青铜粉末中酸 不溶物含量的测定.....	(57)
4.3.2 粒度,颗粒分级.....	(61)
4.3.3 密度.....	(65)
4.3.3.1 松装密度.....	(66)
4.3.3.2 振实密度.....	(67)
4.3.4 流动性.....	(73)

4.3.5	压缩性	(75)
4.3.6	生坯强度	(78)
4.3.7	脱模	(83)
4.3.8	压制和烧结过程中尺寸的变化	(83)
4.4	金属粉末的标准化	(85)
5	粉末冶金制品的制造	(86)
5.1	一般设计原则	(86)
5.2	精度和表面粗糙度	(87)
5.2.1	精度	(87)
5.2.2	表面粗糙度	(90)
5.3	压制	(91)
5.4	脱模方式	(93)
5.5	烧结	(93)
5.6	热压, 粉末锻造	(95)
5.7	后处理	(95)
5.7.1	校形	(95)
5.7.2	整形	(96)
5.7.3	复压	(97)
5.7.4	熔渗	(97)
5.7.5	浸渍	(97)
5.7.6	其它后处理	(98)
6	烧结金属制品	(99)
6.1	烧结铁和烧结钢	(99)
6.1.1	制造	(99)
6.1.2	应用	(102)
6.1.3	性能及测试	(105)
6.1.3.1	密度, 开孔孔隙度	(105)
6.1.3.2	抗拉强度	(110)
6.1.3.3	抗弯强度	(112)

6.1.3.4 硬度	(113)
6.1.3.5 冲击强度	(120)
6.1.3.6 疲劳强度	(120)
6.1.3.7 其它重要性能	(122)
6.2 烧结铜、黄铜和青铜	(123)
6.2.1 制造	(123)
6.2.2 应用	(123)
6.2.2.1 结构零件	(123)
6.2.2.2 轴承	(125)
6.2.2.3 青铜过滤器	(126)
6.2.3 性能及测试	(127)
6.2.3.1 密度, 开孔孔隙度	(127)
6.2.3.2 机械强度	(127)
6.2.3.3 孔隙尺寸	(129)
6.2.3.4 渗透性	(129)
6.2.3.5 含油率	(129)
6.2.3.6 其它重要性能	(132)
6.3 硬质合金	(133)
6.3.1 制造	(133)
6.3.2 应用	(134)
6.3.2.1 钻岩工具	(134)
6.3.2.2 金属切削	(135)
6.3.2.3 耐磨零件	(136)
6.3.3 性能及测试	(137)
6.3.3.1 组织	(137)
6.3.3.2 孔隙度	(139)
6.3.3.3 硬度	(146)
6.3.3.4 耐磨性	(151)
6.3.3.5 韧性	(152)

6.3.3.6	抗弯和抗拉强度	(155)
6.3.3.7	抗压强度	(155)
6.3.3.8	弹性模数	(159)
6.3.3.9	疲劳强度	(160)
6.3.3.10	密度	(161)
6.3.3.11	线膨胀系数	(161)
6.3.3.12	导热性	(161)
6.3.3.13	热容量	(162)
6.3.3.14	电阻率	(162)
6.3.3.15	矫顽力	(162)
6.3.3.16	导磁率	(165)
6.3.4	切屑的金属切削资料	(165)
6.4	钨丝	(166)
6.5	电触头材料	(169)
6.6	磁性材料	(170)
6.7	摩擦材料	(170)
6.8	重金属	(171)
6.9	粉末制造技术的边缘应用	(172)
7	材料规范标准	(173)
7.1	标准化的一般原则	(173)
7.1.1	国际标准化	(173)
7.1.2	瑞典	(175)
7.1.3	美国	(175)
7.1.4	英国	(177)
7.1.5	法国	(177)
7.1.6	西德	(178)
7.2	各国标准的比较	(181)
8	国际标准	(190)
	缩写	(193)

序 言

这本手册是金属标准中心 (MNC)，即瑞典金属标准协会，所出版的一系列手册中的第六本，它总结了粉末冶金界1978年年中的国际标准化的情况。

几个工业国已制订并颁发了他们自己的国家标准，这些标准或有补充，或与国际标准化组织 (ISO) 批准的国际标准相同。

这本MNC是受 ISO/TC119 粉末冶金技术委员会秘书处的委托，并处于特殊有利情况下来编写这类手册。

可以认为，现在还没有类似这样的手册，它用简洁的方式，从使用者的立场和标准化的技术方面来讨论粉末冶金。

一种有关标准和有限工艺技术资料的手册，其优点是所有资料使用方便。其缺点是，即使本书经常认真修订，比如说四年修订一次，但在本书有效期内，参照本书的某些标准和推荐的内容很可能要修订。

因此，应清楚地看到，编入本手册的标准和标准草案未必总是适用的。在有疑问时，始终应将官方最新出版的标准作为参考。

本手册是由MNC内的安觉雷斯劳西斯先生 (Mr Andrejs Laucis)——ISO/TC119的秘书编写的，他还负责整理瑞典粉末冶金方面的标准化工作。这本著作是在 MNC 粉末冶金技术委员会与瑞典这方面的专家们密切合作下完成的。

我们向为完成对读者尽可能有用的本手册而作出许多贡献的所有人士表示感谢。

本手册写给希望提高粉末冶金知识（包括工艺、制品及测试）的所有读者。且不说设计师、买主、工场经理和政府官员等人们，我们认为将证明本手册对各种水平的教育都是有用的。

由于我们正打算定期修订本手册，欢迎读者提出批评建议，以便尽可能修订和改进。

金属标准中心 艾力克奥尔曼 (Erik Ullman)

1978年6月于斯德哥尔摩

1 引言

1.1 概述

现代工业需要各种有良好性能的材料。粉末冶金技术的迅速发展，为工程师和设计师提供了许多新而重要的材料和制品。粉末冶金的概念十分广泛，决非本手册能完全包括，本手册只是提供国际和各国标准的基本资料。

粉末冶金方面的标准化是一项相当新的工作，在各国和国际上还很不完善。

1966年由瑞典发起，在国际标准化组织 (ISO) 中成立了 ISO/TC119——粉末冶金材料和制品——技术委员会。担负委员会同样工作的秘书处委托给瑞典。第一批国际标准在1973年批准。1978年年中，最后审议阶段的国际标准及建议草案共有40项，其中包括两项材料标准的建议草案。

虽然粉末冶金涉及各种性能的材料及各种用途的制品，但粉末冶金制造的基本工艺总是大体相同，即

- 金属粉末的制备
- 粉末压成所谓的压坯
- 压坯在不超过基体组分熔点的温度下烧结
- 有时还有烧结件变为成品的后处理

成品性能主要取决于成分和金属粉末的性能，以及压制和烧结时的条件。用于烧结制品最终处理的各种方式，如有整形、机加工、热处理、浸渍和表面处理等。

粉末冶金材料可含有非金属组元，例如硬质合金中以碳化物形态的碳，或自润滑轴承中的石墨。作为用于机加工的刀具和耐磨零

件的硬质合金，压制和烧结到最大密度并使之耐磨，反之，对于作为用于轴承和过滤器的材料，大的孔隙度（即低密度）是合乎要求的。另一些材料制成进一步加工的原材料，如烧结钨丝棒材，它被轧制和拉拔成很细的白热灯的灯丝。

烧结制品往往用作结构零件。粉末冶金工艺适合大量生产中小零件，而在成本上低于那些传统的工艺。一次压制制品的形状可以相当复杂，给设计师提供一种满意的手段，可省去钻、铣和车等昂贵的机加工。压制过程中制品往往得到最终形状。精密的尺寸公差可以做到，即使考虑到烧结时可能有一定量的收缩或膨胀。——几乎没有材料的浪费。

总而言之，粉末冶金工艺有以下的优点：

——它可以制造那些用传统冶金工艺所不能做的材料：如硬质合金和重金属；钨丝；某些磁性和摩擦材料；以及用作轴承、过滤器和电触头的材料；

——通过按合适比例将各种元素配合在一起，可以得到任何传统工艺所没有的成品性能：如超硬和超耐磨性能；高渗透流体的性能；良好的润滑和电接触性能；

——通过采用硬质合金压模，可以在长期生产中达到很高的精度，降低了成品检验的费用。

不过，采用粉末冶金生产工艺也有某些限制：

——制品尺寸的限制，这主要取决于压制能力；还必须考虑制品的高与横截面之比；

——壁很薄的制品和某些几何形状的零件（如横向凹槽），不采取特殊措施是很难制造的；

——使粉末冶金工艺能竞争，大量生产相同尺寸的零件是必要的；用粉末冶金工艺来制造单件是很少见的；

——为了得到要求特性的成品，必须规定原材料有很高的化学纯度要求和性能的一致性；

——编制制造工艺是重要的考虑事项；由于有许多要考虑的参

数，它往往比大多数其它制造工艺更为复杂。

目前制造能力和一般技术手段限制了粉末冶金生产的多方应用。但是今后一年内这些界限在哪里呢？一个例子就够了：压坯的最大横截面取决于最大有效压制压力。就在目前已有高达 25GN 的压制力，虽然只是特例，但明天将会怎样呢？

因此，诸如粉末冶金制造过程中的设备——压机、模具、炉子等——本手册将不予讨论。

在打算制造粉末冶金产品时，方案的经济性是否好，用户与生产者之间的密切合作和完全体谅是很必要的。关于这些方面的讨论，要定出严格的原则是不易的，但下述几点总该加以考虑：

——制品的功能

——连续生产期限

——尺寸与公差

——材料性能：机械强度、硬度、矫顽力、导磁率等

——关于耐腐、耐磨、摩擦、润滑等特殊要求

——材料的化学成分

——密度、孔隙度、组织。

应对原生产所用的材料和工艺进行分析，包括机加工和其它中间或最终处理。

用粉末冶金工艺制成的产品，其各种用途将在本手册第 6 章中讨论。

1.2 粉末冶金的回顾与展望

粉末冶金是一门新的，同时又是古老的学科。当古腓尼基人最初制铁时，他们采用的作法与现在用来制造烧结钢的方法很相似。当然，他们的原始炉子不可能达到熔铁所需要的高温。通过用木炭还原氧化铁，他们制得大小不等的海绵铁块，经过反复加热和锻打，海绵铁块可变成有用之物，但在人类历史上总是首先做成武器，例

如剑。

同类的事还出现在古德国人的尼白朗琴英雄故事中(Germanic Nibelungen Saga), 书中玛艾姆和塞格弗利达锻制宝剑。早期原始粉末冶金更确切的例子是德里的阿晓卡(Ashoka)柱子——一根16.5吨的铁柱, 这是约在1600年前由印度铁匠用海绵铁制成的。

很显然, 这与现今制取烧结钢制品很相似。制造烧结钢主要还是靠铁粉, 它是在低于铁熔点的高温下, 还原纯铁矿或氧化铁鳞制得的。分散的粉粒被压实并烧结到一起, 成为预定形状的物件。

19世纪初的英国多半可能是现代粉末冶金的诞生地。那时发明了用烧结海绵铂制取致密铂的方法。不是过了一百年, 而是还要晚一些, 粉末冶金按工业尺度来说才显得重要。

随着电热灯的发明, 要求有比碳更好的合适灯丝材料, 而粉末冶金解决了此问题。由于钨的高熔点, 找到了制造灯丝的全新方法。1912年, 奥地利的派乌尔斯采伐尔茨考夫(Paul Schwa-zkopf)博士, 用粉末冶金工艺制成了可以塑性后加工的塑性钨丝。

试验性地制取铁基制品始于本世纪20年代, 采用电解沉积或氢还原氧化铁的粉末。但是粉末是昂贵的, 生产一直很有限。到了30年代, 随着无线电的迅速发展, 用羰基铁热分解所得的铁粉, 来制取高频线圈和变压器的烧结磁芯, 经济上合算。羰基粉还用来作为制造烧结永磁的原材料。

二次大战期间, 德国用粉末冶金工艺制造了大量的弹带, 30年代末, 由于缺铜, 指令用粉末冶金生产。生产量有时每月超过3000吨。同时还将该工艺用于大批生产小的不复杂的烧结钢零件, 例如自动步枪的子弹台、弹匣盖、扳机等。

与此同时, 美国用粉末冶金工艺生产了多种制品。这里兴趣集中在机械零件上, 如多孔含油轴承、齿轮、凸轮等。

除了战争所必需的弹带外, 在大西洋两岸, 粉末冶金钢零件的生产并不显得重要。当汽车工业的发展使粉末冶金工艺得到应用

时，战后该工艺才真正得到了发展。

近半个世纪来，硬质合金取得了巨大的技术经济效果。早在第一次世界大战时，工业界正在寻找取代金刚石拉丝模的材料。在试验了铸造碳化钨之后，发现精细研磨碳化钨与粘结剂钴的烧结材料（Schröter 专利）产生了所期望的效果。这种材料很硬并耐磨，还具有良好的韧性。自那时起，硬质合金的性能不断改进，耐磨性和韧性很好的结合，使硬质合金用途增加，主要有三个方面：

——采矿——岩石钻，挖隧道设备

——金属切削——车刀、铣刀、钻头

——耐磨零件——金属加工轧辊，泵用密封环等。

粉末冶金是一门迅速发展的学科。用粉末冶金工艺来制造优质工具钢（特别是高速钢），能够消除高碳化物含量材料中令人头痛的偏析。用粉末冶金制取不锈钢、各种轴承和多孔过滤材料正在进行试验。目前为止，只有几种粉末冶金材料达到需要国际化的水平。

2 国际和各国标准化

2.1 国际标准化

国际标准化的任务由国际标准化组织（简称ISO）承担，其总秘书处设在瑞士的日内瓦。ISO的成员是各成员国的国家标准化团体。

国际标准的建议草案是由技术委员会制订的，其中的代表是由声明与委员会任务有关的成员团体指定的。把委员会的秘书处委托给成员团体之一，由它指定一个技术秘书，处理所有通信、起草建议草案以及与ISO总秘书处协同安排一些会议。

技术委员会通过起草所谓的建议草案，并发给所有应邀提出批评和意见的委员们传阅而着手其工作的。当在委员会内一项草案讨论结束时，就提交给ISO总秘书处，作为国际标准草案进行登记，并在所有ISO成员中进行表决。如果按照ISO表决规则结果是肯定的，则由ISO理事会对标准草案作出评价，并最终取得国际标准资格。

国际标准用英文和法文颁布，有时也用俄文。

除了国际标准（以前通称为ISO建议，并且批准程序略有不同），ISO还颁布技术报告，即由于各种原因而没有承认为国际标准，但仍然被认为具有普遍意义的文件。

被ISO批准的国际标准，并不意味着自动地也成为国家标准，甚至在那些承认它为国际标准的国家里也是如此。

一个国际标准经负责国家标准化的团体承认，加以修改或不加修改，才成为国家标准。但在大多数情况下，国家标准化团体用本成员国的语言制订相应的国家标准。

如前所述, ISO技术委员会ISO/TC119(粉末冶金材料和制品)最初于1966年在瑞典创立。金属标准中心(MNC)担负所有的秘书工作, 包括协调委员会内的所有技术性活动。

目前ISO/TC119共有13个国家作为活动的成员(P—成员): 保加利亚、加拿大、捷克斯洛伐克、埃及、法国、西德、意大利、波兰、罗马尼亚、苏联、瑞典、英国和美国。另有23个国家作为观察员(O—成员)参加, 在某些情况下也作为TC119分委员会中的活动成员。

到目前ISO/TC119已召集了五次全体会议。

ISO/TC119的活动内容分在五个分委员会中进行:

ISO/TC119/SC1——名词术语(英国秘书处)

ISO/TC119/SC2——粉末的取样和测试方法(包括硬质合金用粉末)(瑞典秘书处)

ISO/TC119/SC3——烧结金属制品的取样和测试方法(硬质合金除外)(法国秘书处)

ISO/TC119/SC4——硬质合金的取样和测试方法(苏联秘书处)

ISO/TC119/SC5——粉末冶金材料的规范(硬质合金除外)(法国秘书处)

在这些分委员会内, 按需要研究的专门技术问题, 设立某种程度上正式的工作组。

由ISO/TC119制订的粉末冶金的第一个国际标准于1973年批准并发表。到1978年中期, 标准和建议(ISO/DIS水平)约有40项。

2.2 各 国 标 准 化

目前许多国家赞成有关粉末冶金的国家标准。下面介绍一些较重要工业国的国家组织。