

粉末冶金零件 实用手册

——汽车、摩托车零件——

中国机械通用零部件工业协会
粉末冶金专业协会 编

兵器工业出版社

粉末冶金零件实用手册

——汽车、摩托车零件——

韩凤麟 主编

兵器工业出版社

内 容 简 介

粉末冶金零件是汽车、摩托车中广泛使用的一类机械基础件。汽车工业中累计使用的粉末冶金零件已超过1000种。

本手册分九章, 分别对粉末冶金零件的技术—经济特点, 常用钢铁粉末与有色金属粉末的性能, 粉末冶金零件的生产过程, 粉末冶金材料设计, 粉末冶金零件的设计、质量检验及在汽车、摩托车中的应用进行了系统阐述。

本手册还详细介绍了现在国内、外汽车、摩托车工业110多种典型粉末冶金零件的形状设计、材料、性能及特

本手册是汽车、摩托车工业的设计、制造、经营管理人员配件经销人员以及粉末冶金零件的生产管理、销售、设必备手册。并可作为高等学校汽车制造、机械制造、农机粉末冶金等专业的补充教材。

图书在版编目 (CIP) 数据

粉末冶金零件实用手册: 汽车摩托车零件/韩凤麟主编.
北京: 兵器工业出版社, 1995
ISBN 7-80038-949-9

I. 粉… II. 韩… III. ①粉末冶金制品-手册②汽车-粉末冶金制品-零部件-手册③摩托车-粉末冶金制品-零部件-手册 IV. ①TF125-62②U463-62

中国版本图书馆CIP数据核字 (95) 第19166号

兵器工业出版社 出版发行

(北京市海淀区车道沟10号)

各地新华书店经销

北京市密云县印刷厂印装

开本: 787×1092 1/16 印张: 33 字数: 830 千字

1996年1月第1版1996年1月第1次印刷

印数: 1~1000 定价: 64.00元

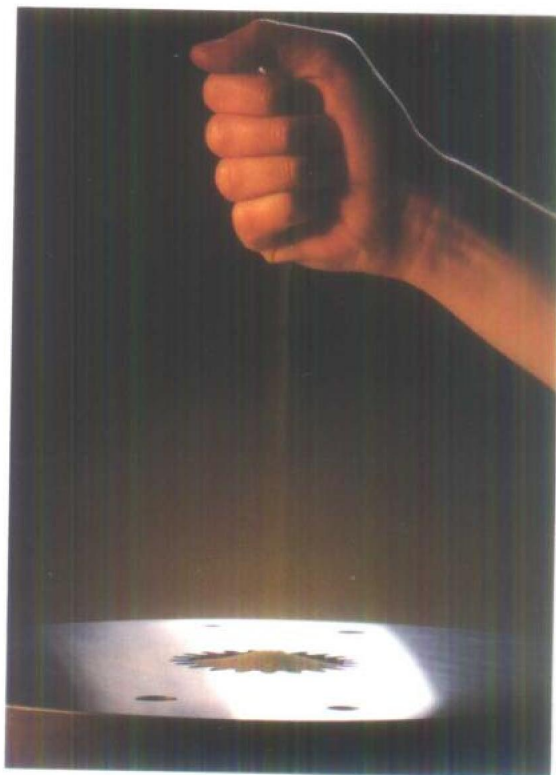
赫格纳斯 (中国) 有限公司

赫格纳斯公司是世界上最大的铁粉制造厂，总部设在瑞典赫格纳斯，分公司分布在世界各国，专门从事铁粉的制造、销售、应用开发和技术服务。赫格纳斯 (中国) 有限公司是赫格纳斯瑞典总公司同上海申江特钢公司所建的合资公司，1995 年秋天起开始生产粉末冶金用和电焊条用水雾化粉，计划 1997 年起开始生产预混粉。

赫格纳斯公司除了能向用户提供多种铁粉外，还向用户免费提供多种技术服务，例如和用户一起研究开发粉末冶金零件、帮助用户解决零件制造过程中碰到的问题，根据最终用户对零件的要求帮助用户选择合适的铁粉以及安排合理的工艺过程、为用户举办技术讲座等等。为加强用户对用户的技术服务，赫格纳斯公司还特地为用户编制了一套计算机辅助选粉软件（该软件叫 CASIP），用户只要输入所要制造零件的性能要求和工艺要求等条件，很快就能在该软件的帮助下找到合适的铁粉及相应的工艺参数。

赫格纳斯公司向粉末冶金行业提供的产品有六类：一、纯铁粉，包括还原粉和水雾化粉；二、扩散合金粉（Distaloy 粉）；三、磷、硫合金粉；四、预合金粉（Astaloy 粉）；五、添加剂 / 润滑剂，像 MnS、MnX、Kenolube 等；六、混粉服务和无偏析混粉技术（Starmix）。

若需要了解进一步的情况，请与公司联系。



赫格纳斯公司的铁粉与众不同

赫格纳斯 (中国) 有限公司市场部

地址：上海青浦县青安路 102 号
电话：(021)-59204012(总机)

邮编：201700
传真：(021)-59200994

扬州保来得工业有限公司

Porite® “保来得”是保来得集团公司识别商标名，代表高精度、高品质的粉末冶金专业制品，集团近 40 余年的研究开发，已成为世界著名汽车、摩托车粉末冶金机械零件的主要供应商。



农用机械零部件



油泵零部件



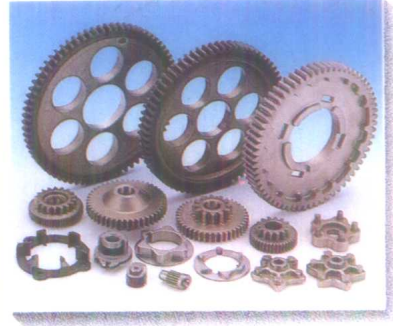
汽车用引擎零部件



含油轴承



减震器零部件



摩托车零部件

扬州保来得工业有限公司

地址：江苏扬州市广陵开发区

邮编：225009

传真：(0514)-7880884

电话：总机(0514)-7880887

(0514)-7881214

(0514)-7881207

(0514)-7881217

直通(0514)-7880883

(0514)-7880885

(0514)-7880886

道尔斯特(DORST)机器与设备制造公司

德国道尔斯特 (DORST) 机器与设备制造公司是目前世界上最有名的粉末成形设备生产厂家之一。产品有: 机械式自动压机、液压式自动压机、自动冷等静压机、真空挤压机、用于铁氧体生产的湿式自动压机及各种辅助设备。

道尔斯特公司于 1863 年在原东德的图林格亚 (Thuringia) 问世。早期产品是陶瓷工业用机器 (例如: 混料机、筛子、球磨机等)。二次大战后, 公司迁到西德巴伐利亚州 Kochel am See 城。今天, 道尔斯特公司生产的机器设备 60% 以上是粉末冶金工业用的粉末压机。同时, 道尔斯特公司的产品在世界传统陶瓷工业中仍享有声誉。

道尔斯特公司目前有 500 多名雇员, 分别工作在 Kochel am See 城的公司总部、大型设备分厂及巴伐利亚州 Kottbus 城的中小设备分厂。

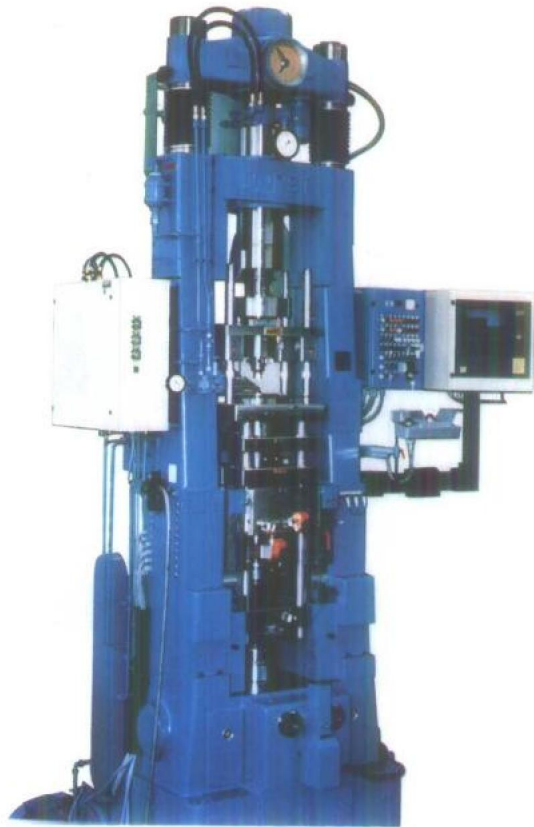
道尔斯特公司生产的机械式自动压机有标准型和专用型, 压力范围为 3~450t (30~4500kN)。专用型机械式自动压机带有多层模板系统, 主要用于压制复杂形状零件。在过去的几十年里, 道尔斯特的机械式自动压机以结构合理、精度高和可靠性高, 在全世界赢得了极高声誉。迄今, 已为用户提供了近万台压机。

此外, 道尔斯特公司还设计制造液压—电子式自动压机, 其压力范围为 150~800t。这些液压—电子式自动压机的可控运动可从 3 个 (二个压制活塞的运动和装粉器运动) 增加到 10 个。

道尔斯特粉末冶金部也从事各种干袋式自动冷等静压机的开发与设计。干袋式压机的等静压力可高达 2000bar, 袋口的封闭压力从 300 至 2000kN 不等。

装备优良的现代化研究中心, 和用户的密切合作, 以及对不同应用领域各种生产工艺过程的深入了解, 使得道尔斯特公司不仅能为用户提供各种粉末成形压机, 而且, 可满足用户对成套设备的需求。

采用型号齐全的道尔斯特粉末成形压机及各种辅助设备, 您就能完美地解决粉末压制成形技术中的所有问题——DORST 公司引以自豪的格言。



Dorst 机械式压机

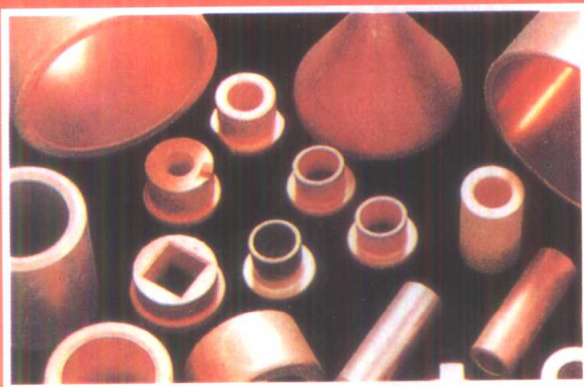
Dorst-Maschinen-und Anlagenbau
Mittenwalder Str.61,D-8231
Kochel am See, Germany.
Tel: +49-8851-1880.
Fax: +49-8851-188310.

北京联络处:
地址: 北京东直门外新源里西 9 楼 2 单位 19 号
邮编: 100027
电话: (010)-4678243

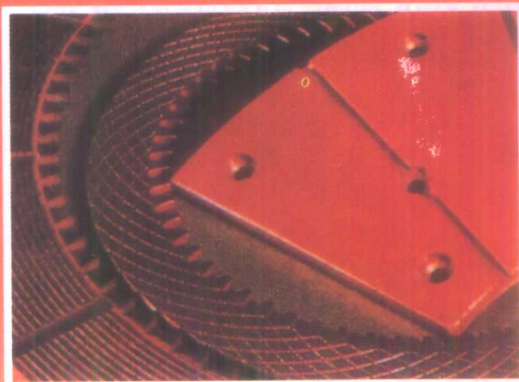
SCM 金属制品公司

SCM 金属制品公司 (SCM Metal Products Inc.) 是当前世界上最大的铜粉、铜合金粉、不锈钢粉及金属钎焊膏生产厂家之一。该公司已有 60 多年生产历史, 积累了丰富生产经验。

该公司生产的预混合青铜粉牌号有 PMB 系列与 AB-MBX1 系列, 前者适用于制造一般含油轴承, 后者用于制造精密微型含油轴承。还可提供制造粉末冶金零件与含油轴承用的铜粉、锡粉、铅粉、镍粉、工具钢粉、不锈钢粉等。



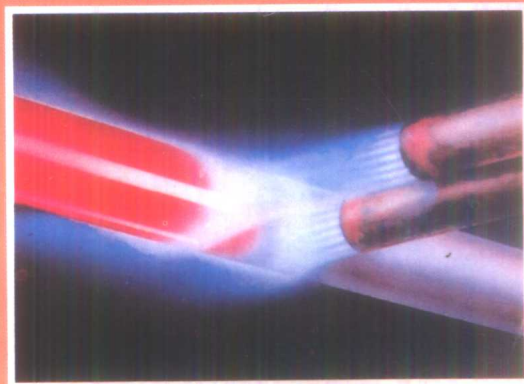
青铜粉、黄铜粉制烧结金属零件



铜粉等制烧结金属摩擦材料



不锈钢粉制烧结不锈钢制品



在用 SCM 粉末进行表面热喷涂

SCM 还专门生产制造烧结金属摩擦材料用的金属粉末: 铜粉、铁粉、锡粉、镍粉。

该公司生产的不锈钢粉有: 303-L、304-L、316-L、410-L、430-L / 434-L 等牌号, 广泛用于制造汽车、日用器具等中的烧结不锈钢零件。

此外, SCM 还生产电子工业用的钎焊膏, 石油与玻璃工业用金属制品的表面热喷涂用粉末。

SCM METAL
PRODUCTS, INC.

2601 Weck Drive

Box 12166

Research Triangle park

NC 27709-2166

Tel: 1-919-5448090

Fax: 1-919-5447996

北京办事处

地址: 北京北三环东路西

坝河 132 号

电话: (010)-4271481

传真: (010)-4271481

台北办事处

地址: 台北市建国南路一段42

号 F-5

电话: 886-2-7761190

联系人: 沈学荣

381-078
302-2
9.8587

责任编辑： 张凤英 张绪姜
封面设计： 姚 毅

ISBN 7-80038-949-9



9 787800 389498 >

ISBN 7-80038-949-9/TG·53

定 价： 64.00 元

编写委员会名单

主 编	编 委	韩凤麟 (北京科技大学)
		徐宾如 (重庆华孚粉末冶金厂)
		张汉忠 (青岛粉末冶金厂)
		和存正 (南京粉末冶金厂)
		舒正平 (宁波粉末冶金厂)
		沈周强 (宁波粉末冶金厂)
		苏天祝 (晋江粉末冶金制品厂)
		李生泉 (东风汽车公司粉末冶金厂)
		张华诚 (上海粉末冶金厂)
		胡学晟 (北京粉末冶金公司实验厂)
		殷延颐 (益阳粉末冶金总厂)
		周开礼 (中国机械通用零部件工业协会粉末冶金专业协会)
		于茂武 (中国机械通用零部件工业协会粉末冶金专业协会)

序

虽然粉末冶金技术在我国应用近40年,但国内尚无有关粉末冶金技术应用的实用手册,为辅助机械产品设计、制造、使用、经销人员了解粉末冶金技术,中国机械通用零部件协会粉末冶金专业协会特组织编写《粉末冶金零件实用手册》。本手册突出实用性,内容有国内、外粉末冶金技术发展情况,粉末冶金技术的基础知识,包括粉材、烧结零件的设计、制造、模具设计、国内外有关技术标准和质量检测等。为帮助机械技术人员掌握粉末冶金法的技术经济特点,本书还与传统的各种成形技术作了较详细的技术经济对比,既助于提高认识,又助于价值工程分析。汽车、摩托车是机械产品中采用粉末冶金零件最多的,几乎占了粉末冶金零件产量的60%~70%,性能要求高,有代表性。本手册选用了大量国内外汽车、摩托车用的粉末冶金零件作实例,提供各项技术参数作参考,确实是机械产品设计人员难得的设计参谋,良师益友,难以释手的设计手册。本手册在介绍粉末冶金零件设计全过程的同时,提出了设计与制造双方合作的要求,也是粉末冶金行业生产管理、经销人员的工作指导手册。主编韩凤麟教授是我国粉末冶金技术界的元老之一,近40年的理论研究和实践,知识渊博,经验丰富,多次著书,深受欢迎。编委会委员绝大多数是我国粉末冶金零件主要制造厂的总工程师、技术负责人,还有长年行业管理的负责人,理论水平高,实践经验丰富,深知机械产品设计、制造、使用、经销人员的工作需求,提供了大量切合实用的宝贵资料、增强了本书的实用价值。手册的出版必将大大促进粉末冶金事业的发展。

中国机械通用零部件协会副会长

粉末冶金专业协会会长 周开礼

1995年3月

前 言

粉末冶金机械结构零件具有节材、省能、质优、价廉、适于大批量生产等特点,在机械制造业,特别是在汽车、摩托车、耐用家用电器、空调器、电动工具、纺织机械、复印机等办公机械中得到了广泛应用。据统计,汽车中使用的粉末冶金零件累计已超过了1000种。鉴于各发达国家粉末冶金机械结构零件产量的70%以上用于汽车、摩托车工业,我国摩托车产量1994年已达510万辆,跃居世界各国前列,轿车工业正在起步,为便于汽车、摩托车设计、制造者,粉末冶金零件生产者,汽车、摩托车维修配件经销者了解粉末冶金结构零件的设计、生产、质量检验及在汽车、摩托车中的应用状况,特编写了本手册。

本手册虽然是以汽车、摩托车用粉末冶金结构零件为主要对象编写的,但其全部内容同样适用于电动工具、耐用家用电器、空调器等用的粉末冶金结构零件。

本手册第一部分论述了粉末冶金结构零件的生产。介绍了世界各国和我国一些重要厂家生产的钢铁粉末与有色金属及合金粉末的牌号与性能。除常用的压制—烧结工艺外,还重点阐述了特种烧结技术,粉末锻造技术,接合技术,热处理等。第二部分论述了粉末冶金结构零件的材料设计,材料标准,零件的形状与尺寸精度设计。还介绍了国内外粉末冶金结构零件典型设计100多个实例以及材料和零件成品的检验方法标准。最后介绍了粉末冶金结构零件在汽车、摩托车各总成中的应用。

本手册的内容以实用为主。关于粉末冶金原理可参考有关教科书或美国金属学会主编的《金属手册》第九版,第七卷《粉末冶金》(中译本,韩凤麟主译,赖和怡主审、机械工业出版社,1994年6月出版),关于含油轴承,可参考《粉末冶金机械零件》(韩凤麟编著,机械工业出版社,1990年12月第二次印刷);关于钢铁粉末,可参考《钢铁粉末生产》(韩凤麟、葛昌纯合编,冶金工业出版社,1981年5月出版)。

本手册是在编委会统一组织下,根据各位编委收集与提供的素材,由韩凤麟主笔编写的。除编委会各位编委外,长春第一汽车集团公司散热器公司曲奋斗教授(美国纽约州立大学Maritime学院),沈学荣先生(台湾元基材料有限公司),张绪姜编审也为编写这本手册提供了大量宝贵的参考资料。

本手册是由中国机械通用零部件工业协会粉末冶金专业协会组织编写的。不当之处,敬请指正,以便再版时予以更正或补充。

韩凤麟

1995年2月

目 录

序

前言

第一章 绪论1

第一节 汽车制造中的粉末冶金制品1

第二节 粉末冶金结构零件的技术-经济特点5

第三节 粉末冶金结构零件的经济性11

主要参考文献16

第二章 粉末冶金结构零件生产18

第一节 金属粉末19

第二节 金属粉末混合40

第三节 压制成形45

第四节 烧结83

第五节 特种烧结技术100

第六节 精整、整形及复压107

主要参考文献110

第三章 粉末锻造零件112

第一节 粉末锻造的特点112

第二节 铁基粉末锻造零件的生产工艺113

第三节 铁基粉末锻造材料的力学性能120

第四节 设计125

第五节 经济性与应用实例132

主要参考文献139

第四章 后续加工与处理140

第一节 切削加工140

第二节 接合146

第三节 含油处理与清洗151

第四节 去毛刺153

第五节 表面处理155

第六节 热处理159

主要参考文献172

第五章 粉末冶金结构零件材料设计173

第一节 粉末冶金结构零件材料设计的关键因素173

第二节 粉末冶金结构零件材料技术标准解说186

第三节 粉末冶金结构零件材料技术标准195

主要参考文献241

第六章 粉末冶金结构零件设计243

第一节 零件设计的基本条件243

第二节 零件形状与尺寸精度设计250

第三节 粉末冶金结构零件设计流程266

主要参考文献269

第七章 粉末冶金汽车结构零件设计

实例270

第一节 我国生产的粉末冶金汽车、摩托车零件设计实例271

底阀座271

活塞272

止推板273

曲轴正时齿型带轮274

凸轮轴正时齿型带轮275

链轮(一)276

链轮(二)277

平衡块278

油泵齿圈279

凸轮轴正时齿型带轮280

油泵内齿轮281

油泵外齿轮282

主动同步齿轮283

从动同步齿轮284

油泵齿轮285

推杆座286

油泵转子287

油泵齿轮288

柴油泵内转子289

柴油泵外转子290

正时销座291

摇臂轴支座292

凸轮轴止推片293

油泵齿轮294

凸轮轴齿型带轮295

曲轴齿型带轮296

进气门座圈	297	带多阶凸轮的定时带轮	337
排气门座圈	298	皮带轮	338
水泵凸缘	299	中空凸轮轴	339
中间轴油封法兰	300	调节器弹簧座	340
分电器驱动轴衬套	301	分离轴承轮毅	341
排气管密封圈	302	毅盘离合器分离轴承	342
凸轮轴定时齿型带轮	303	离合器凸轮	343
曲轴定时齿型带轮	304	端离合器导座	344
主轴承盖	305	转子、凸轮环	345
同步器齿毅	306	弹簧定位器	346
同步器齿毅	307	操作杆	347
低速同步器齿毅	308	变速杆	348
拨叉	309	联锁装置	349
转向摇臂轴衬套	310	回动杆	350
转向横拉杆球碗(上)	311	同步器齿毅	351
连杆导向器	312	高速同步器齿毅	352
导向座	313	同步器齿毅	353
活塞	314	变速杆内镶件	354
压缩阀座	315	齿轮衬套	355
球头	316	垫圈	356
真空泵转子	317	转向横拉杆头球窝座	357
刹车分泵活塞	318	压垫	358
油堵——空压机后盖	319	侧板	359
制动摩擦片	320	凸轮环	360
第二节 国外生产的粉末冶金汽车、摩托		转子	361
车零件设计实例	321	叶片泵侧板	362
回转式排气阀	321	活塞	363
凸轮从动齿轮	322	导向器	364
离合器轮	323	导向器	365
扇形体	324	螺线管线圈外壳	366
分离叉	325	升降器凸轮	367
保持架	326	调节杆	368
油泵从动齿轮	327	小齿轮	369
油泵转子	328	小齿轮	370
次摆线转子	329	撞锤齿条	371
齿轮转子	330	车门门锁撞锤	372
定子	331	门锁小齿轮	373
水泵带轮	332	平衡块	374
阀摇臂	333	平衡块	375
气门导管	334	转子	376
齿型带轮	335	刹车阀凸轮	377
曲轴定时齿型带轮	336	选台凸轮	378

计算器第一齿轮	379
轴瓦	380
遮阳顶棚轴承	381
旋转压缩机转子	382
阀板	383
主要参考文献	384
第八章 粉末冶金结构零件质量检验	385
第一节 粉末冶金结构零件材料物理特性的测定	385
第二节 粉末冶金结构零件材料力学性能的测定	389
第三节 粉末冶金结构零件的硬度测定	396
第四节 粉末冶金结构零件成品检验	402
主要参考文献	411
第九章 汽车摩托车工业中的粉末冶金结构零件	413
第一节 日本粉末冶金汽车零件的发展	413
第二节 汽车发动机中用的粉末冶金零件	417
第三节 变速器中用的粉末冶金零件	423
第四节 转向装置与转向柱中用的粉末冶金零件	428
第五节 悬挂装置、制动器及四轮驱动分动器中用的粉末冶金零件	430
第六节 电气装置与车体中用的粉末冶金零件	434
第七节 空调器、压缩机涡轮充气机、4WD、4WS 及自动天线中用的粉末冶金零件	438

第八节 含油轴承和其它粉末冶金零件在汽车中的应用	440
第九节 摩托车中用的粉末冶金零件	443
主要参考文献	449
附录 A 粉末冶金术语与定义	450
附录 B 中华人民共和国法定计量单位	473
附录 C 常用工程数据与资料	479
表 C-1 铁基烧结材料密度—孔隙度对照表	479
表 C-2 压缩比计算图表	479
表 C-3 温度换算表	480
表 C-4 能量换算表	483
表 C-5 应力或压强换算表	484
表 C-6 与钢的维氏硬度值近似等效的各种硬度值	486
表 C-7 与钢的布氏硬度值近似等效的各种硬度值	487
表 C-8 与钢的洛氏硬度值近似等效的各种硬度值	489
表 C-9 元素的物理性能	491
附录 D 元素周期表	494
附录 E ISO 与各国粉末冶金结构材料技术标准对照表	495
附录 F 粉末冶金生产厂与相关工厂简介	493

第一章 绪 论

粉末冶金是一门制造金属粉末和以金属粉末（包括混入有非金属粉末者）为原料用成形-烧结制造材料或制品的技术学科。广义上，它也包含以氧化物、氮化物、碳化物等非金属化合物粉末为原料，用成形-烧结制造材料或制品的技术。

这里所讲的成形，系指赋予金属粉末以所要求的形状与尺寸。

用粉末冶金法制造的金属材料或制品叫做粉末冶金材料或制品，或谓之烧结金属材料或制品。

用粉末冶金法制造的机械结构零件，称为粉末冶金结构零件或烧结结构零件。

鉴于全世界粉末冶金结构零件总产量的60%~70%用于汽车工业，下面以汽车工业为例，说明粉末冶金结构零件在机械制造业发展中的地位与作用。

第一节 汽车制造中的粉末冶金制品

汽车工业是当代世界经济的主要支柱之一，在一定程度上反映了现代科学技术的发展水平。在现代科学技术发展中，粉末冶金技术的发展具有十分重要的作用。因此，文献[1]中明确提出了“粉末冶金制品已进入到人们生活的各个角落；没有粉末冶金制品，现代文明的许多成就和生活设施都将是不可想象的”论断。其中，当然也包括“今天的汽车工业”了！

粉末冶金技术在现代科学技术与国民经济中的作用，主要表现在以下两个方面。

① 现在科学技术发展中所需要的许多特殊材料只能用粉末冶金法制造，诸如电子与电灯工业中不可缺少的三种最重要的难熔金属——W、Mo、Ta，机械加工工业中广泛应用的硬质合金与硬质材料，高压输配电中的关键零件——Cu-W触头，原子能工业中的核心零件——浓缩铀分离膜，洲际导弹等用的钨钨材料等。因此，从科学技术发展的角度来看，粉末冶金作为一种制造特种材料的技术，它对科学技术发展作出的贡献是无法估量的。

② 粉末冶金还是一种生命力极强的制造机械零件的少、无切削金属成形技术。因此，从国民经济发展的角度来看，粉末冶金是一种节材、省能、投资少、见效快、无污染的，适合于大批量生产的高效金属成形技术。

下面仅以汽车制造中使用的粉末冶金制品为例，来说明粉末冶金技术在机械制造业中的作用与地位。

一、汽车制造中使用的只能用粉末冶金技术制造的材料与制品

汽车前面的大灯、边灯、尾灯及各种信号灯，它们的光源都是由难熔金属材料制造的，而这些难熔金属（W、Mo等）都是用粉末冶金法生产的。

汽车中的喇叭、收音机、微型电视机、录放机、仪器仪表中使用的软磁与硬磁元件，汽车起动机、发电机中使用的电刷，配电器中的白金触点（W触点），汽车轮胎中装的防滑钉，无铅汽油发动机的排气门阀座，柴油发动机中的烧结金属油滤清器，重型载重车制动器的摩擦材料，汽车中大量应用的DU、DX轴承和双金属轴瓦以及汽车制造中广泛应用的硬质合金

刀具、量具及模具等，这些制品或材料都只能用粉末冶金技术制造。

因此，若没有这些粉末冶金制品与材料，今天的汽车工业是什么样子，这是不言而喻的。

二、汽车制造中使用的粉末冶金结构零件

汽车制造用的金属零件大多数是由压铸件、锻件、灰铸铁件、铜合金铸件及可锻铸铁件等，经切削加工制成。在日本，1969~1983年，与这些金属成形件相比，粉末冶金结构零件的生产发展速度最快，见图1-1。

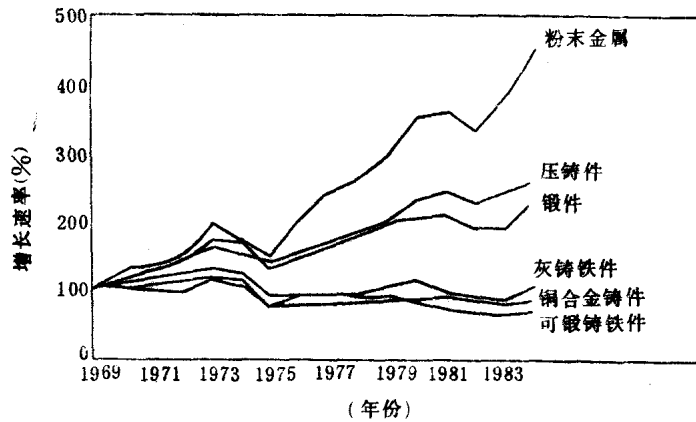


图1-1 日本金属加工工业1969~1983年的增长速率

粉末冶金是一项能制造复杂形状零件的，节材、省能、省工的机械结构零件制造技术，非常适合于大批量生产。因此，在美国与日本汽车用粉末冶金结构零件和汽车工业是同步发展的。据报导^[4]，汽车中使用的粉末冶金零件已超过1000种。图1-2示日本1961~1986年汽车产量、汽车工业用粉末冶金零件的数量及粉末冶金结构零件产量的关系。图1-3示80年代初轿车中使用的117种典型粉末冶金结构零件例。表1-1示北美家用轿车的材料构成。从表1-1中大体上可以看出北美家用轿车用材料的发展趋向。在北美家用轿车中使用的粉末冶金零件，1977年为7.0kg，1993年为11.8kg，即增加了近70%。可是，同期每辆车的平均材料总质量却减少了14%，即从1663kg减低到了1428kg。若将近年来，一些车型已开始使用的粉末冶金连杆与轴承盖计算在内，每辆车中使用的粉末冶金零件的质量还将进一步增高。最近的预测估计，1994年美国每辆轿车的粉末冶金零件用量为12.2kg，到2000年将达到15.9kg^[4]。

日本由于资源短缺十分重视发展节材、省能、省工的粉末冶金零件工业。早在1956年日本政府颁布的“机械工业振兴临时措施法”中，就将粉末冶金零件工业列为了19个“特定机械工业”之一。日本极为重视粉末冶金汽车零件的发展。1991年日本汽车工业用粉末冶金零

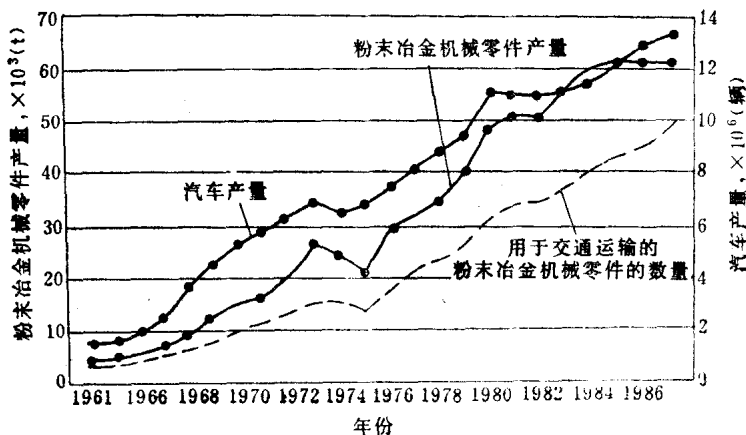


图1-2 日本粉末冶金结构零件的生产发展和汽车工业发展的关系^[3]

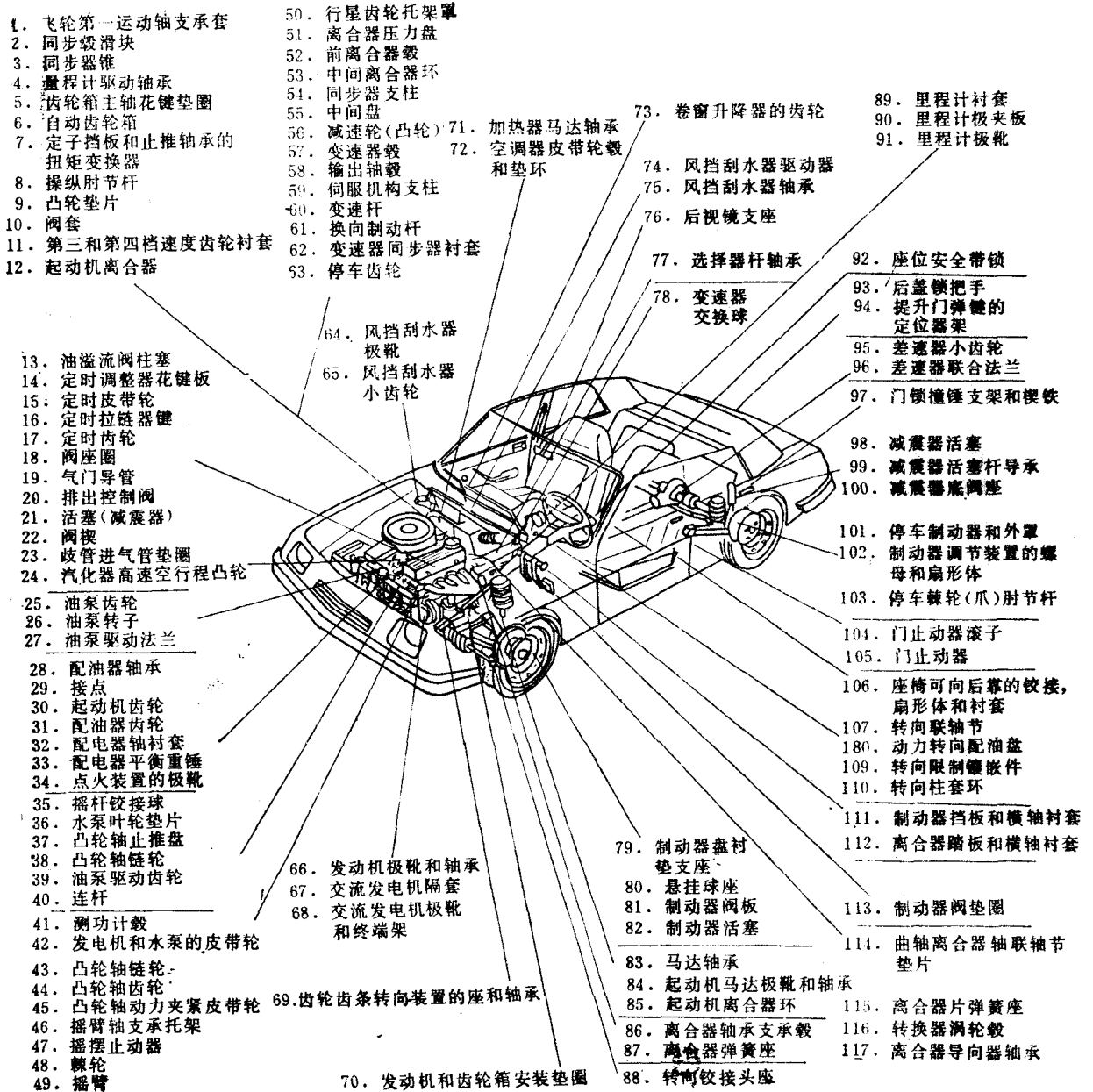


图1-3 80年代初轿车中使用的典型粉末冶金零件例^[4]

件占粉末冶金结构零件总产量的85.2%，达到了69426 t^[5]。在80年代，日本轿车中使用的粉末冶金零件增长状况如下^[5, 7]：

1980年	3.03kg	1986年	4.10kg
1981年	3.05kg	1987年	4.29kg
1982年	3.06kg	1988年	4.68kg
1983年	3.34kg	1989年	5.41kg
1984年	3.64kg	1990年	5.55kg
1985年	3.78kg	1991年	5.71kg