



P/M

The logo features a large, orange-to-yellow gradient letter 'P' followed by a white diagonal slash and a solid black letter 'M'. The background is a textured teal-blue. On the right side, there is a faint, white line-art illustration of the front of a truck, showing the headlight and grille area.

北京市粉末冶金研究所

汽车粉末冶金零件 应用

汽车粉末冶金零件应用

北京市粉末冶金研究所

编辑出版 北京市粉末冶金研究所
印 刷 河南省罗山科技印刷厂
准印证号 3 2 5 4—9 0 2 5 4

工本费 12.00 元

前 言

目前,我国汽车工业正在起飞,并将成为我国的支柱工业。粉末冶金工业与汽车工业紧密相关。为了跟上汽车工业发展形势,必须了解当前国内外汽车粉末冶金零件的应用状况。为此,机电部机械基础产品司和机电部机械科技情报所于1989年下达了“汽车粉末冶金零件应用”情报调研课题(课题号分别为CT89002和8900839),经全国粉末冶金科技情报网组织协调,由北京市粉末冶金研究所承接。本书是该课题的研究成果。

1989年12月,受机电部基础产品司和机电部情报所委托,由北京市粉末冶金研究所组织鉴定,经汽车工业和粉末冶金工业的九个单位、二十一位专家评审,一致认为,该研究成果是一份比较全面、比较系统地论述国内外汽车粉末冶金零件的生产、应用及发展情况的资料,其基础资料多、新而且可靠,论据充分、结论正确,符合我国国情,有较强的实用性、较高的参考价值。鉴定会后,根据专家意见,作者又反复进行了补充和订正。

本书共分两部分。在第一部分中,明确了汽车工业和粉末冶金工业的密切关系;分析、评价了汽车粉末冶金零件的国内外应用水平和技术水平;在水平分析和趋势预测的基础上,研究了我国当前存在的问题和制约因素,并对汽车粉末冶金零件工业的发展提出建议和措施。在第二部分中,向读者提供精选的世界各国汽车粉末冶金零件实例266件,每件均有实物图片、简要说明以及名称、材料、密度、单重等数据。

本书可供粉末冶金工业、汽车工业等方面的科技人员、管理人员、设计人员以及其它有关人员参考。希望它对推广我国汽车粉末冶金零件应用、推动我国粉末冶金工业发展方面发挥作用。

本书的主要论述范围是汽车粉末冶金铁基结构零件。书中分析研究用的国内外各种文献和资料,均为1985年以后的最新资料,共二百余篇。

书中论述、分析汽车粉末冶金零件的历史、现状和趋势时,主要是指大规模工业化生产,而不是指实验开发和小批量生产。

本书由北京市粉末冶金研究所高清德、傅天庆共同完成。

课题完成后,赖和怡、周开礼、韩凤麟、李策等许多教授、专家提出了许多宝贵意见,特此致以诚挚的谢意。这里,还要感谢对本课题给予热情帮助和支持的领导和同志。

北京市粉末冶金研究所

1990. 9.

目 录

第一部分 汽车粉末冶金零件应用

一、历史进展与几点认识

1.1 P/M零件的评价.....	(1)
1.1.1 P/M的长处.....	(1)
1.1.2 P/M的短处.....	(1)
1.1.3 P/M零件的效益.....	(1)
1.2 汽车P/M零件发展简况.....	(2)
1.2.1 国外发展简况.....	(2)
1.2.2 国内发展历史.....	(3)
1.3 几点认识.....	(3)
1.3.1 P/M与汽车的关系.....	(3)
1.3.2 汽车P/M零件发展特点.....	(4)
1.3.3 汽车P/M零件发展的基本评价.....	(4)
1.3.4 一些经验和教训.....	(4)

二、水平现状与制约因素

2.1 水平现状.....	(6)
2.1.1 评价标准.....	(6)
2.1.2 应用水平.....	(6)
2.1.3 技术水平.....	(7)
2.1.4 典型零件.....	(8)
2.1.5 典型国家.....	(9)
2.2 制约因素.....	(10)
2.2.1 原料粉末.....	(10)
2.2.2 材料.....	(12)
2.2.3 工艺设备.....	(13)
2.2.4 生产管理.....	(15)
2.3 我国水平现状的评价.....	(18)

三、趋势预测与决策建议

3.1 趋势预测.....	(18)
3.1.1 国外发展趋势.....	(18)

3.1.2 国内发展趋势	(24)
3.2 决策建议	(28)
3.2.1 总目标和总规划建议	(28)
3.2.2 “八五”目标和规划建议	(29)
总结	(32)
后语	(32)
引用文献	(33)
课题分析用国外文献	(34)
课题分析用国内文献	(40)

第二部分 国外汽车粉末冶金零件

发动机零件	(43)
变速箱零件	(61)
转向器零件	(85)
其它零件	(89)

一、历史进展与几点认识

1.1 P/M零件的评价

1.1.1 P/M的长处

- 1) 能耗低;
- 2) 材料利用率高;
- 3) 少切削或无切削, 加工工序少;
- 4) 尺寸精度高;
- 5) 容易与其它材料复合。

1.1.2 P/M的短处

在很长一段时间内, 人们通常认为:

- 1) 零件中有孔隙, 强度低;
- 2) 常规压机为轴向压制, 制造形状复杂零件有困难;
- 3) 与铸造、锻造相比, 零件的重量和尺寸受限制;
- 4) 成形、烧结设备昂贵, 模具费用高, 生产数千个以上的零件在经济上才合算。

由于P/M零件有上述长处, 在减少工序和工时、节材、节能、降低成本方面有独特优势, 因此, 在汽车中得到广泛应用。但是, 也必须看到, 只有克服P/M的缺点, 才能使汽车P/M零件得到更大的应用范围。值得指出的是, 在克服这些短处方面, 已取得了较大的进展。

1.1.3 汽车P/M零件的效益

1) 节约原材料

通常认为, 1吨铁基零件可代替3.5吨钢铁和有色金属材料。我国目前约生产汽车P/M零件5,500吨/年, 节约钢铁和有色金属材料为 $2,500\text{吨/年} \times (3.5 - 1) = 6,250\text{吨/年}$, 到1995年, 将生产6,000吨/年的汽车P/M零件, 节材为15,000吨/年。

2) 节能

按每克P/M零件的平均能耗为36.278千焦耳,

每克铸造零件的平均能耗为46.66千焦耳,

每克锻造零件的平均能耗为71.38千焦耳计算¹⁾, 并按目前我国汽车P/M零件约为2500吨, 即 25×10^8 克计算, 由于P/M零件的使用, 可为我国每年节约 7.2×10^6 千瓦小时的电能。到1995年, 约生产6,000吨/年的P/M零件, 则每年节约 17.3×10^6 千瓦小时的电能。

由于节材、节能, 也使汽车零件成本降低。

3) 减重

汽车的减重是至关重要的, 重量越轻, 耗油越少。典型的减重P/M零件是凸轮轴, 由于是中

空轴与P/M凸轮扩散粘结，其重量减少了20%。

4) 其它

由于P/M工艺特殊，在取代铸、锻件等时，还会出现一些其它优异性能。例如，汽车排气阀座不但解决了含铅汽油的污染问题，而且还节油15%。

1.2 汽车P/M零件发展简况

1.2.1 国外发展简况

国外P/M零件发展各阶段基本相似。这里，我们以日本为例，作简要介绍。

1) 日本汽车P/M零件的发展史大致可分为三个阶段（见表1）。

日本汽车P/M零件的历史进展

表1 日本汽车P/M零件的发展历史

	50年代	60年代	70年代	80年代
	第 一 阶 段	第二阶段	第 三 阶 段	
目 标	替代铸铁件 小 件	大件 形状复杂零件	替代锻钢件 粉末锻造 高温烧结 复合零件	
设 备	自动化压机 连续烧结炉	大型压机 宽网带烧结炉	冷、热等静压 (注 塑 成 型)	
典 型 零 件	减震器零件 球节零件	正时齿轮 阀 座 同步轮毂 皮带轮 连 杆 动力转向泵零件 凸轮轴		

第一阶段：50年代至60年代中期

实际上，美国在1937~1938年就研制成功汽车P/M油泵齿轮，但是，50年代才开始大力发展结构零件。欧洲最早的P/M结构件报导在1952年，瑞典Husqvarna AB用电解铁粉制成结构件，而汽车P/M零件最早报导的是齿轮等四件，用于西德大众汽车公司的Beetle汽车。50年代末期，汽车P/M零件迅速发展。

在此阶段，P/M零件的密度低($<6.4\text{g/cm}^3$)，强度也低($280\sim525\text{N/mm}^2$)，主要使用还原粉末；其应用仅是取代汽车中的小铸铁件。为了提高生产率，开始使用自动化压机和连续烧结炉。典型零件是汽车减震器零件和球节零件。

第二阶段：60年代中期至70年代中期

在此阶段，不但普遍使用还原粉末，也大量使用雾化粉末。主要致力于形状复杂、大型零件的开发。开发了能生产形状复杂零件的各种技术、压机和模架，出现了大型压机和宽网带式烧结炉。

在此阶段，通过复压、复烧，零件密度提高到 $6.5\sim7.0\text{g/cm}^3$ ，强度达 $525\sim1050\text{N/mm}^2$ ，这就意味着，许多在第一阶段中不可能生产或不经济的汽车零件，例如，定时链轮、分电器零

件、阀座及动阀零件、变速箱油泵零件、离合器片、刹车件等，都可以投入生产了。典型零件是：正时链轮、皮带轮、同步器毂、动力转向零件。但是，由于复压复烧工艺的成本高，因此，各国都在此阶段努力开发高压塑性铁粉，使零件不经复压复烧就能达到 $6.8\sim 7.0\text{g/cm}^3$ 。

第三阶段：70年代至今

在此阶段，进一步研究和开发生产高强度、高精度、高密度、形状复杂的汽车P/M零件；研究和扩大预合金粉末的应用，使强度达 $800\sim 1000\text{N/mm}^2$ 。由于粉末锻造的出现，P/M零件密度达 7.8g/cm^3 （即达理论密度），强度可达 1200N/mm^2 。

此外，组合粘结技术在汽车P/M零件方面的开发也正在迅速展开。粉末锻造典型零件是连杆，组合粘结的典型零件是凸轮轴。

但是，粉末锻造和组合粘结尚未普遍在生产中应用。

2) 国外应用水平的发展

三十年来，汽车P/M零件应用水平的各国进展情况见表2。

由表2可知，在世界各主要汽车P/M零件生产的国家和地区，其应用水平在稳定地提高，其中美国提高较快，日本次之。汽车P/M零件占烧结零件总量的比例也都有所提高，其中日本汽车P/M零件在80年代已经达到75%。

表2 国外汽车P/M零件应用水平

	60 年 代			70 年 代			80 年 代		
	占烧结件总量的比例	种/辆	千克/辆	占烧结件总量的比例	种/辆	千克/辆	占烧结件总量的比例	种/辆	千克/辆
美 国	60%	100~125	2.5	65%		5~8	70%		8~12
日 本	60%			70%	50	8	75%		8~5
欧 洲	40%	20~30		50~65%		2~3	70%	50	3
苏 联	42%	70	2.5	30%		5.2			

1.2.2 国内发展历史

我国汽车P/M零件由60年代初起步，在以后的二十多年中，我国汽车P/M零件行业从无到有，逐渐壮大。占烧结件总量的比例由零增加到30%左右，应用水平从零到目前的3~5千克/辆。

关于我国汽车P/M零件的发展历史，已有资料^{2·3·4·5·6}介绍，这里不再赘述。

1.3 几点认识

1.3.1 P/M与汽车的关系

在汽车工业发达国家中，汽车是粉末冶金的第一用户，汽车P/M零件占烧结零件总量的70%左右。粉末冶金零件行业随汽车工业的发展而壮大，随汽车工业的萧条而衰退（例如第一次能源危机）。日本汽车P/M零件的发展（见图1）清楚地说明了这一论断。

我国汽车P/M零件约占烧结件总量的30%左右，仅次于农机，汽车是粉末冶金的第二大用户。粉末冶金的消长在很大程度上取决于汽车工业的兴衰。

因此, 可以认为, 粉末冶金与汽车的关系是同衰共荣、休戚与共的关系。

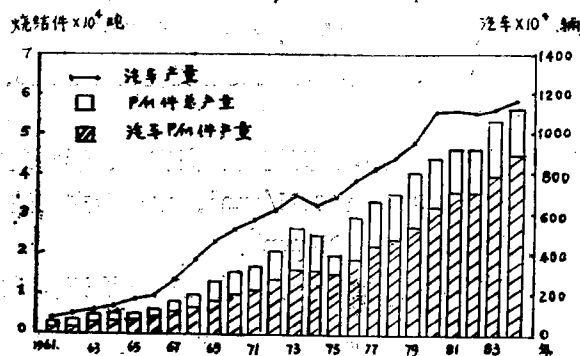


图1 日本烧结零件的进展⁷⁾

1.3.2 汽车P/M零件发展特点

从1.2.1 中所论述的粉末冶金汽车零件发展各阶段来看, 汽车P/M零件的发展史是一部不断发展、完善和迅速提高的历史。众所周知, P/M零件的密度低、强度低、重量和尺寸受限制, 难以制造形状复杂的零件, 但是, 经过三十多年的努力, 这些缺点逐渐被克服, P/M零件在汽车中的应用才日益扩大。

1.3.3 汽车P/M零件发展的基本评价

据R. Talmage在1966年预测⁸⁾, 至1985年, 汽车中钢铁的50%将改用粉末冶金。现在看来, 汽车P/M零件的发展速度与乐观者的估计相差甚远。一般来说, 每辆汽车中用1~1.5吨钢铁, 汽车P/M零件由60年代的2千克/辆发展到今天的3~12千克/辆, 还不到汽车用钢铁总量的1%。尽管如此, 在过去的三十年里, 汽车P/M零件的应用仍取得了可喜的进步。尤其是在提高零件密度、强度、精度和形状复杂程度方面, 成绩显著, 扩大了应用范围。

我国汽车P/M零件的起步不算晚, 但是, 由于种种原因, 我们落后了。这个问题在后面将详细讨论。

1.3.4 一些经验和教训

1) 汽车P/M零件的发展时机

实践证明, 在汽车工业起步时, 如果已选用除P/M以外的工艺来制造汽车零件并形成生产线而大规模进行生产时, 再想用P/M来取代原工艺, 是非常困难的。许多国家汽车P/M零件的发展都证明了上述教训。因此, P/M零件工业应该积极地, 及早地为汽车工业的起飞创造条件。

2) 汽车工业与P/M工业的合作

历史证明, 强化汽车工业与P/M工业的合作是发展汽车P/M零件的重要保证。在国外, P/M期刊经常报导与P/M有关的汽车工业信息、评论和研究论文, 汽车工业期刊也常刊登粉末冶金进展信息。P/M厂家和汽车厂家经常搞信息交流活动, 共同开发产品, 产品获奖时, 不但制造厂家获奖, 而且用户(汽车厂家)也获奖。

但是, 有关专家认为, 目前汽车工业和P/M工业之间的交流和合作还远远不能满足汽车P/M零件发展的要求, 在1989年P/M国际会议上还专门召开了一个加强二者交流和合作的研讨会。

3) 国家政策的重要作用

汽车P/M零件的发展离不开国家的关心和扶持。例如, 苏联在最高苏维埃会议上把P/M列为

优先发展项目之一，并采取一系列措施；日本的“机械工业振兴法”对于P/M工业的发展起了重大作用。

在这里，我们把与汽车P/M零件有关的“机械工业振兴法”部分简要介绍如下：

日本共颁布三次临时机械工业振兴法，第一次在1956~1960年，随后延长至1970年，第二次为1971~1977年，第三次为1978~1985年。

“机械工业临时振兴法”的中心环节是：

①明确产品的合理化目标；

②强化设备更新；

③按计划确保资金供给。

为了扩大企业规模，提高技术水平，实现大规模生产，该法采取了下述措施：

①限制品种、统一规格，尽量实行通用化生产；

②划分生产范围，组织各企业确定生产范围，提高生产批量；

③组织集中订货和采购；

④建立企业技术标准。

日本汽车零部件工业首先确定75种汽车零件作为主机厂配套产品。再根据上述零件所占整车比率、市场发展，筛出42种零件列入“机械工业振兴法”。然后，根据这些指定零件择优选择生产厂家。再由被选出的指定厂家提出规划和保证，国家将向这些指定厂家提供低息贷款和外汇支持。

此外，实行快速折旧法，提高折旧率（一般为20%，高达50%），使企业强化设备更新；国家还向指定企业提供进口设备、引进技术方面的外汇支持、新产品的免税优惠。

由于“机械工业振兴法”中上述内容（三个中心环节，四项措施）的实行，日本汽车P/M零件得到迅速发展，改变了过去那种厂家小而分散、设备陈旧、重复生产、质量差而成本高的状况，成为世界上一流的汽车P/M零件工业。当年的指定厂家也都成为今日日本汽车P/M零件生产的骨干厂家。

目前，我国汽车P/M零件生产状况与日本“机械工业振兴法”颁布初期十分相似，因此，有重要参考价值。

4）汽车零件中P/M与其它工艺

汽车P/M零件的发展史表明，P/M零件工业是在不断克服自身缺陷，与其“竞争工业”（例如锻造、铸造工业）持续抗争中发展起来的。例如，在齿轮、变速零件方面，传统P/M方法和粉末锻造是有竞争能力的但是，也应看到，锻造工业正在利用“系统工程”、“系统估价”来研究最佳材料和价格，用冷锻、温锻方法加工出接近成品形状的零件。还正在研究用微合金化方法提高低合金钢的级别并提高强度；铸造工业也很活跃，正在研究新工艺，使零件生产最佳化。例如，用熔模铸造、真空铸造、挤压铸造生产Al—SiC复合材料，其强度高而重量仅为钢的一半，用于往复运动件（如连杆、凸轮轴等）。

因此，在考虑汽车P/M零件发展的同时，也应调查研究汽车P/M零件的“竞争工业”发展的情况。

二、水平现状与制约因素

2.1 水平现状

在这一部分,我们将分析世界和我国汽车P/M零件的应用水平、技术水平、典型国家情况,以及影响我国汽车P/M零件发展的各种制约因素。

2.1.1 评价标准

1) 评价标准现状

为了分析汽车P/M零件应用的现状,进行水平比较,就必须选取比较的标准。从国内外发表的文献来看,通常选用每辆汽车所用P/M零件的千克数来衡量汽车P/M零件的应用情况。但从各国所发表的数据来看,往往由于数字不一致而造成了某些混乱。据我们分析,这一标准有下面几种算法:

①每辆汽车(包括全车种)所用P/M零件的千克数;

②每辆轿车所用P/M零件的千克数;

③每辆轿车和轻型货车所用P/M零件的千克数。

第一种算法当然能代表汽车P/M零件应用水平。但是,在世界汽车中,轿车占60~80%,其余为货车。在货车中,轻型货车占70%(例如,美国88.1%、日本79.4%、英国48.1%、西德61%)。轿车和轻型货车共占88~94%。由上述比例可以看出,后两种算法也可以作为衡量标准,因为两者所占比例都相当大,而且在零件的难度、种类也都远多于中型、重型货车。

2) 应用水平和技术水平

为了更好地评价汽车P/M零件的发展,我们把应用水平和生产技术水平分开来进行评价。

应用水平是用千克/辆的数值作为衡量标准。该标准表示P/M工业和汽车工业的共同进展水平。一数值不但取决于P/M工业的进步,也取决于汽车工业,例如,汽车的发展方向、车型的变化、企业家的胆识和决策,以及与P/M工业竞争的工艺发展情况等。

生产技术水平用P/M零件的密度、强度、精度、形状复杂程度来表示,这一标准主要取决于P/M工业的发展,包括材料、工艺、设备等方面的进步和创新。

2.1.2 应用水平

1) 国外应用水平

世界汽车主要生产国家和地区的汽车P/M零件应用水平如图2所示。

由图2可知,各国汽车P/M零件应用水平不同,在3~12千克/辆范围内。美国走在最前列。据报导,1987年美国应用水平为12千克/辆(其中轿车为9.5千克/辆,轻型货车为13.5千克/辆);日本为4.4千克/辆;西欧为3千克

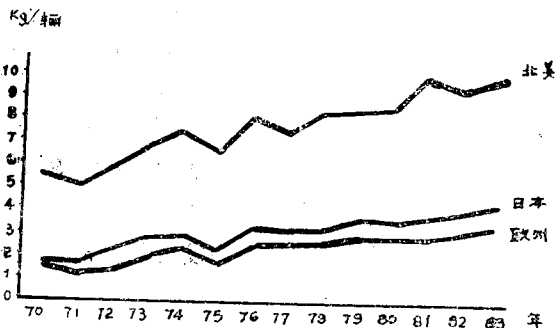


图2 北美、日本、西欧汽车P/M零件应用水平⁹⁾

/辆，三者汽车产量相近，平均约为6千克/辆。

世界汽车产量目前约为4,000万辆，汽车P/M零件约20万吨，平均应用水平约为5~6千克/辆。

2) 国内应用水平

据估计，我国汽车P/M零件应用水平为3~5千克/辆。是否说明我国应用水平与欧洲、日本相当呢？不是。

世界汽车工业发达国家的轿车约占80%（日本、苏联除外），而我国的轿车产量很少，只占汽车总量的8%，而且品种也很少。红旗轿车为2.8千克/辆、上海轿车为0.84千克/辆。因此，就轿车来说，我国的应用水平还很低，而我国3~5千克/辆的应用水平只是以中型货车为主的汽车应用水平。但是，真正体现汽车P/M零件应用水平的，还是轿车和轻型货车。

2.1.3 技术水平

1) 国外技术水平

现代汽车P/M零件生产技术水平的主要标志是：能否生产高密度、高精度、高强度以及形状复杂的零件。

①传统方法

用传统方法（压制、烧结）生产高密度、高精度、高强度、形状复杂零件，在国外已经基本上普及。目前，汽车P/M零件的水平是：

I) 密度：一次压制、烧结： $6.6 \sim 7.0 \text{ g/cm}^3$ ，

复压复烧： $7.0 \sim 7.4 \text{ g/cm}^3$ ；

II) 强度： $> 500 \text{ N/mm}^2$ ；

III) 精度：一般为6~7级，高达5~6级；

IV) 形状复杂程度：

可生产4~5个台阶的零件。例如，在日本C型压机和模架中，可装两个上冲头、三个下冲头，阴模也可形成台阶，因此可形成四个台阶。其芯棒具有有限动功能，下部还可形成一个台阶。

②粉末锻造

(1) 密度：可达 7.82 g/cm^3 ；

(2) 强度：可达 1200 N/mm^2 ；

粉末锻造是一项很有前途的工艺，但尚未普及，只有少数几种零件能用于工业生产，其主要原因是：

(1) 粉末价格高；

(2) 模具寿命短；

(3) 大规模生产的质量控制尚有问题。

③组合粘结

组合粘结能生产如凸轮轴、星形齿轮架那样的形状复杂零件，但是，目前在汽车P/M零件的工业生产中还没有普及。

④高合金钢零件

现在已有少数高合金钢零件用于汽车中，例如：烧结高速钢气门摇臂镶块、凸轮环、重量调节块；不锈钢紧固件、法兰等。耐热、耐磨合金排气阀座也正在普及。

⑥大型零件

汽车P/M零件正向大型化发展,例如,Keystone Carbon公司用1500吨压机生产直径为20~25cm的零件。

2) 国内技术水平

①密度:一次压制、烧结: $6.2 \sim 6.6 \text{ g/cm}^3$,

复压复烧: $7.0 \sim 7.2 \text{ g/cm}^3$;

②强度: $300 \sim 400 \text{ N/mm}^2$;

③精度: 7~8级;

④形状复杂程度:我国汽车P/M零件基本上还处于“套类”零件,还没有达到工业生产高密度、高强度、高精度、形状复杂汽车零件的水平。

2.1.4 典型零件

美国Ford汽车公司从70年代初就发表有关汽车P/M零件应用实例的文章。最近,又连续发表两篇汽车P/M零件应用实例的文章^{11,12},刊登在影响很大的“SAE Paper”(汽车工程协会技术报告)上。在世界粉末冶金界很有影响的刊物,美国的“International Journal of powder Metallurgy”和英国的“Metal Powder Report”都全文转载。Ford汽车公司是世界上粉末冶金应用最活跃的厂家之一。文章作者S.Mocarski是主任工程师,D.W.Hall是高级工程师。文中比较全面地介绍了汽车P/M零件应用实例。因此,从文章来源厂家和作者的权威性和刊载刊物的影响以及文章的内容来看,这两篇文章都是极珍贵的资料。我们将其中的汽车P/M零件应用实例摘译出来,列在第二部分中,每个实例均有说明(包括名称、用途、材料、密度以及一些简要工艺和使用效果),以便扩大读者对国外汽车P/M零件有所了解。

汽车中粉末冶金零件主要分布在发动机、传动机构、底盘。下面以日本为例,简要说明粉末冶金零件的分布:

在日本汽车中,平均每辆有50件粉末冶金零件,其中,发动机45%、传动机构28.2%、底盘17.9%,其余用于汽车车体、电气、燃料等装置中。

(1) 发动机

发动机中粉末冶金零件包括:阀座、气门导管、摇臂各件、气缸衬、连杆、同步环、同步衬套、凸轮、凸轮轴、凸轮轴链轮、皮带轮、分配齿轮、油泵转子、定子、水泵法兰、叶轮以及轴承帽、传感元件、调重块等;

(2) 手动变速箱

离合器套、同步套、同步止动环、变速杆、变速器、调节环、制动板、制动元件、甩油杯等;

(3) 自动变速箱

离合器衬套、联锁转换件、超速离合器内圈、外圈、离合器壳、行星齿轮架、止动环、停车齿轮、动力转向泵元件、转子、定子等;

(4) 底盘

各种减震器、活塞、传感件、制动齿轮、风挡刮水器元件、转向柱圈、球轴承、前灯盖传动件等;

(5) 其它

起动、点火元件(极靴、传感环、轴承、轴套等)、车门元件(如门锁)、空调元件(离合

器套、压缩机斜盘等)、控制污染排放元件、紧固件、后视镜固定板等。

在这些汽车P/M零件中, 哪些零件是能代表当代P/M零件技术水平的典型零件呢?

所谓典型零件, 是指符合下列条件的汽车P/M零件:

- ①对汽车P/M零件应用水平的贡献大;
- ②在节材、节能、减重、降低成本等方面的效果显著;
- ③在高密度、高强度、高精度、形状复杂方面具有独特优势;
- ④在生产技术方面具有代表性。

综合考虑上述条件, 并从报导频率来看, 我们认为下述四种产品可作为汽车P/M典型零件:

①同步器毂

同步器毂的生产技术已普及, 世界各大公司均能生产, 我们三年来收集的展览或获奖的各种同步器毂就有10件。其单重为200~300克, 密度为 $6.8 \sim 7.2 \text{g/cm}^3$, 强度为 $600 \sim 800 \text{N/mm}^2$, 精度低的为ISO 7级, 最高的达4级。形状复杂, 有三个贯通槽, 是典型的多台零件。取代锻件或机加工件, 成本降低20~25%。

②凸轮轴

是组合粘结技术的典型零件, 由钢制中空轴和P/M凸轮(单重65.4克, 8个共重523克)组成, 总重2.5千克。凸轮材料为Fe—Cr—Mo—Cu—P—C。利用烧结时出现液相和收缩, 将凸轮与中空轴扩散粘结。凸轮密度为 7.6g/cm^3 。用以取代合金铸铁件, 重量减少20%, 而且耐磨性提高。中空轴兼作油路, 简化了润滑系统。成本大大降低。

③连杆

热锻技术的典型零件。单重在500克左右, 密度 $\geq 7.82 \text{g/cm}^3$ 。材料为Fe—Cu—C—S(加硫的目的是改善材料的切削性能)。抗拉强度为 827N/mm^2 , 其疲劳性能高于传统锻钢件, 疲劳强度为 $55 \text{N/mm}^2 (10^7 \text{次})$ 。

福特公司率先在Ford Escort和Lynx型汽车1.9升发动机中使用连杆。仅连杆和凸轮轴两件就使每辆汽车增加3.2千克P/M零件。

2.1.5 典型国家

世界各国P/M零件都在稳步增长, 南朝鲜的P/M零件生产也随汽车工业的起飞而增长, 但其势头之猛, 却是世所罕见。

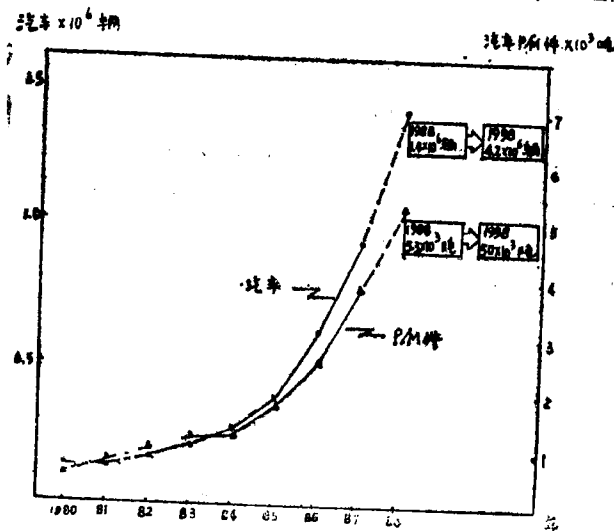


图3 南朝鲜汽车与P/M零件生产情况 (13)

在1980年,南朝鲜仅生产汽车10万辆,P/M零件只有500吨。至1988年,汽车产量达140万辆,P/M零件超过5000吨,应用水平达5千克/辆,1989年,汽车装设自动变速箱后,还将大大提高。目前,正在引进美国粉末锻造生产线来生产连杆,因此,南朝鲜汽车P/M零件的生产还将持续增长。

南朝鲜汽车P/M零件的起步比我国晚得多,主要靠引进得以迅速发展。在7个主要汽车P/M零件生产厂家中,有4个分别引进了日本、西德和英国的先进技术。其中有5家的产量超过1千吨。

据报导,南朝鲜取得成功的主要原因之一是有一支能长时间工作的劳动大军,而其工资却比国外低得多。对于这一点,我国的情况也很相似。

我国是社会主义国家,要根据自己的情况,尽快把汽车P/M零件搞上去。但是,南朝鲜的发展给我们两个重要启示:一是我们必须有一种危机感,并把它变成动力,否则,我们与国外先进水平的差距不但会进一步扩大,而且很有可能被原来落后于我们的国家甩在后边。二是汽车工业的发展必将促进P/M工业的大发展(如图3所示)。

2.2 制约因素

在2.1中我们已分析了当代汽车P/M零件的应用水平和技术进步,进展的主要原因是:

1. 汽车,特别是轿车的发展以及对它们越来越高的要求。例如动力转向装置、自动变速装置、四轮驱动装置的出现。

2. 高密度、高强度、高精度、形状复杂零件生产技术的开发及其设备的研制。

我国汽车P/M零件生产落后的原因也来源于上述两方面,即汽车,特别是轿车工业的落后和P/M零件行业自身的落后。这里我们将着重分析我们P/M行业自身方面的问题。

弥补与先进水平的差距,赶上汽车P/M零件生产的新潮流,是一项复杂的系统工程,受诸多因素的影响。下面我们将详细分析影响我国汽车P/M零件发展的制约因素。

2.2.1 原料粉末

“巧妇难为无米之炊”,原料粉末是P/M零件的“米”。要提高汽车P/M零件的数量和质量;不但要有“米”,而且必须有“各种好米”。发展汽车P/M零件用的各种型号高质量铁粉、钢粉,是当务之急。

1) 铁粉需求量

目前,铁粉供应很紧张。有不少P/M厂家已是“饥不择食”,质量差的铁粉也不得不用。因此铁粉的短缺不但影响P/M零件的数量,也影响了P/M零件的质量。

据统计,我国汽车P/M零件目前的铁粉用量约为2500吨,随着我国两个大型铁粉生产基地(武钢和鞍钢)建设的进展,铁粉供应紧张状况将有所缓和。

2) 原料粉末品种和质量

① 国外情况

现将国外各主要铁粉厂家最近所发表的各种新牌号铁粉和合金钢粉列在表3中。

由表3可以看出,国外粉末厂家的主要动向是:

a) 各种新牌号粉末的主要用途是制造高强度、高密度、高精度、形状复杂零件,特别是汽车用零件。

b) 合金钢粉末的进展很快,其中包括预合金粉末和部分预合金粉末,后者使合金元素扩散,

粘结在铁粉表面，既能保持铁粉的良好压缩性，又可使粉末避免偏析。

c) 净化粉末，在氢气或真空中退火，使粉末中的氧、硅、氮等杂质含量降低。

d) 改变合金钢粉末中合金元素的含量，达到不同性能的要求，甚至没有热处理工序也能获得热处理才能达到的强度。

e) 发展易切削P/M材料用的铁粉。

f) 混粉技术和工艺的改进，Hoganas公司开发了“Starmix”混粉技术，用特殊粘结剂将所添加的元素粘结在铁粉表面，从而避免偏析和起尘。

表 3 国外厂家发展新粉情况

项 目 厂 家	粉末牌号	粉 末 成 分	密 度 g/cm ³	抗拉强度 kgf/mm ²	用 途	备 注
日本 神户 制钢	4300D ²	4Ni—1.5Cu—0.5Mo	7.14 (6t/cm ²)	120 (0.6C)	同步轮轴	部分预合金化
	4100H	1Cr—0.5Mo	6.99 (6t/cm ²)		叶轮泵转子、	预合金化
	4600H	2Ni—0.5Mo	6.96 (6t/cm ²)		定子	预合金化
	46F2H	0.5Ni—0.5Mo	7.05 (6t/cm ²)	120 (2P2S)	粉锻凸轮定子	预合金化
川崎 制铁	K1P4600ES	1Ni—0.3Cu—0.2Mo			高强、高密度零件	预合金化 雾化后，H ₂ 退火
	K1P4600AS	0.5Ni—0.5Cu —0.5Mo			高强、高密度零件	预合金化 雾化后，H ₂ 退火
	K1P4600VS	0.3Mo—0.7Mn—1.1Cr	7.15 (7t/cm ²)	130	高强耐磨零件	预合金化 真空退火
	Sigmaloy 415	4Ni—1.5Cu—0.5Mo			高强度高密度零件	一部分预合金化
霍根 纳斯	ABC100.30	雾化Fe粉	6.9 (42t/cm ²)	110 (0.45C)	高强度高密度零件	
	Distaloy AG	8Ni—1Mo	7.32		高强度高密度零件	
	1000 Ancorsteel	雾化铁粉			高强度高密度零件	使粉末中SiO ₂ 含量下降
	Astaloy E	Fe—Cr—Mo—P—Cu— Si—Mn—C			高强耐磨零件 如凸轮	日本丰田公司许可 证
QMP	Atomet 100I	含BN的Fe粉(无硫)			高强度、高密度 件，粉锻	使用母公司QIJ
	Atomet 4601	0.2Mn—1.8Ni —0.55Mo			高强度、高密度 件，粉锻	高质量液态钢的 雾化
Domfor	MP52	0.75Mo—0.45Ni—2Cu —1石墨	6.75~6.68	90		无热处理工序就能 达到热处理强度
	dW55	0.75Mo—1.8Ni —2Cu—1石墨	6.75~6.68	117		无热处理工序就能 达到热处理强度