

节能减排型 粉末冶金汽车零部件

近年来,由于人类过多使用高碳能源,导致极限气候频发,给人类生活带来严重灾害。为了实现人类与自然和谐共存目标,我们必须改变现有的生活方式,节约能源,减少CO₂的排放,保护生态,迎接低碳时代的到来。

2011年全球CO₂排放比2010年增加了3%,达到了340亿t。在我国,人均CO₂排放增至7.2t(接近于欧盟2011年人均排放量7.5t),比2010年增长9%,而欧盟2011年CO₂排放量却比2010年下降了3%。汽车作为日常出行的主要工具,2012年的销量已经超过1900万辆,如何减少汽车CO₂的排放已经成为全世界所有汽车生产厂商的重要课题。

粉末冶金作为一种少、无切削的金属零部件制造工艺,在汽车工业上得到越来越多的应用。一辆汽车中,多至130种的零件可以用粉末冶金工艺生产,在国外,粉末冶金生产供应商主要是为汽车工业配套,其产值的90%来源于汽车工业;但是国内汽车相关企业对粉末冶金工艺还比较生疏。

粉末冶金工艺特点

粉末冶金是制取金属或用金属粉末(或金属粉末与非金属粉末的混合物)作为原料,经过成形和烧结,制造金属材料、复合以及各种类型制品的工艺技术。粉末冶金一般要经过粉末混合、成形和烧结三大工序(见图1)。粉末冶金法与生产陶瓷有相似的地方,因此,一系列粉末冶金新技术也可用于陶瓷材料的制备。由于粉

末冶金技术的优点,它已成为解决新材料问题的钥匙,在新材料的发展中起着举足轻重的作用。

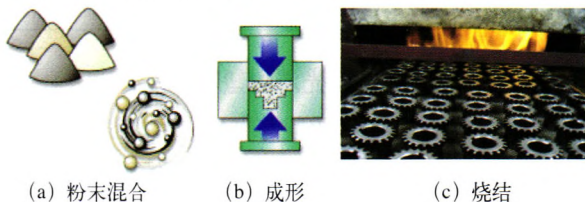


图1 粉末冶金工序

1. 粉末冶金工艺优势

粉末冶金工艺与传统工艺相比,具有以下八大优势:

(1) 自润滑 粉末冶金的原材料是铁粉、铜粉、镍粉和石墨等粉末的混合物,由于在压力成形过程中密度约为6.5~7.5g/cm³,所以零件内部存在孔隙,这些孔隙在注油情况下起到了自润滑的作用。由于孔隙的存在,相对耐磨性也较好。

(2) 少、无切削的金属成形工艺 粉末冶金零件在压制过程中采用模具压制,产品精度等级较高,一般可以不经过金属切削加工或者少量的金属切削加工就能使用。

(3) 节能 与制造同样1kg机械零件相比,可节约能耗60%。

(4) 节材 材料利用率高达95%以上。如附表所示,同样制造一个汽车变速器拨叉,用锻造工艺生产时,材料利用率为68%;而用粉末冶金工艺生产,材料利用率为97%,而且工序也由九道减少到五道。

(5) 无污染 采用粉末冶金工艺,在生产过程中

锻造与粉末冶金工艺对比

	锻造工艺	粉末冶金工艺
工序	钢条、切割、感应加热、锻造、去毛刺、冷却、喷丸、整形、钻孔+打磨	粉末、压制、烧结硬化、回火、滚磨
材料利用率/%	68	97

无排放问题，绿色环保。

(6) 制造成本相对较低 由于是模压成形，成本一般比切削加工低20%~30%。

(7) 高效率 模压成形，成形速度大约5~24件/min，非常适合汽车零部件的大批量生产。

(8) 互换性好 由于是模压成形，所以一致性非常好，产品容易做到互换。

2.粉末冶金零部件强度

由于粉末冶金零部件存在孔隙，所以一般工程技术人员对粉末冶金材料的强度都有疑虑，认为粉末冶金材料强度要比钢材低。实际上，粉末冶金件的强度有一系列的标准，完全可以满足不同汽车零部件的技术要求。按照美国MPIF标准，根据材料配方不同、密度不同，粉末冶金材料强度约为170~1240MPa。

粉末冶金在汽车中的应用

目前，欧洲平均每辆汽车的粉末冶金制品使用量是14kg，日本为9kg，美国已达到19.5kg以上，预计未来几年可能达到22kg。我国目前平均每辆汽车粉末冶金制品的用量却只有5~6kg，考虑到节能减排因素，国内企业应该多使用粉末冶金工艺生产汽车零部件。

粉末冶金零部件在汽车中的分布情况如图2所示。

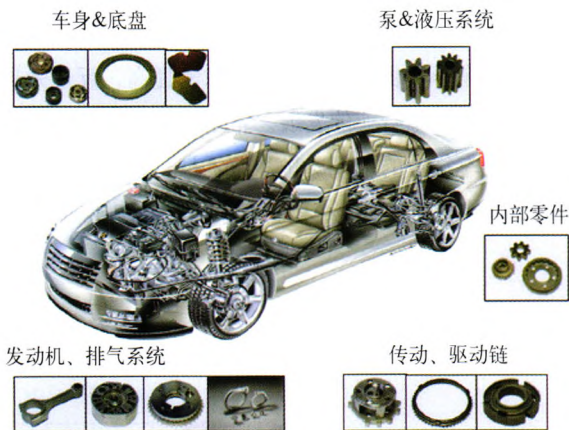


图2 粉末冶金零部件在汽车中的分布

其中汽车底盘中有减振器零件、导向器、活塞和低阀座；制动系统中有ABS传感器、刹车片等；泵类零件主要有燃油泵、机油泵和变速器泵中关键零部件；发动机中有导管、座圈、连杆、轴承座、可变气门正时系统（VVT）关键零部件和排气管支座等；变速器中有同步毂和行星齿轮架等零件。

随着汽车节能减排要求的提高，最近几年，VVT零部件、变量泵和刹车真空助力泵零件，这三大类节能减排汽车零部件得到了大量的开发和应用。

1.VVT粉末冶金零件

VVT或VCT（可变凸轮正时系统），是通过配备的控制及执行系统，对发动机凸轮的相位进行调节，从而使得气门开起、关闭的时间随发动机转速的变化而变化，以提高充气效率，增加发动机功率的系统。其原理是根据发动机的运行情况，调整进、排气量及气门开合时间和角度，使进入的空气量达到最佳，提高燃烧效率，降低排放。其优点是省油，功率提升。

1980年，阿尔法·罗密欧首次使用VVT技术；1989年，本田首次使用具有可变气门升程能力的VVT技术；2001年，宝马首次使用VVT技术取代了传统的节气门。

对该技术各汽车公司有不同叫法，如丰田的VVT-i，本田的VTEC和i-VTEC，三菱的MIVEC，日产的CVVT，欧美公司的VCT等，都是类似技术的不同叫法。

VVT或VCT系统的执行机构——相位器中的核心零部件链轮、定子、转子（见图3）和端盖等大多采用粉末冶金工艺。

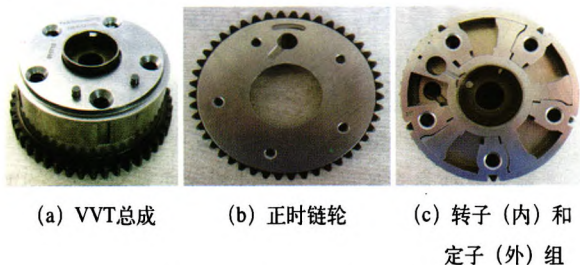


图3 变量油泵粉末冶金零件

VVT技术的使用推广，符合国际汽车技术发展的趋势，即节能、小型化、轻量化和燃油经济性。按照国内一家企业实际检测，排量1.3L的经济型小车，发动机采用VVT技术功率可以提升4.6%，节油18.6%。

2.油泵中的粉末冶金零件

目前，发动机机油泵和自动变速器油泵大多采用

的是定量油泵，定量油泵一般为外啮合齿轮泵、内啮合摆线泵或者内啮合齿轮泵等多种结构。

定量油泵，其出油量大小是随着发动机转速增加而增加，二者呈线性关系。而为了保证低转速时的最低出油量及高转速时的最小油压，机油泵会设计得较大，这就对发动机舱的布置提出了更高的要求。同时，发动机在高转速时，多余的润滑油会从油路中返回，导致发动机功率消耗增加。而变量油泵会根据发动机工作情况，调节油压与油量，从而达到节油的目的。

研究资料表明，采用定排量机油泵的发动机中，当转速 $>2500\text{r/min}$ 时，有大约50%的带功机油直接通过泄压阀流回机油泵进油腔或者机油底壳，带来能量的浪费；而采用变量油泵替代定量油泵一般可以节省燃油2%~5%， CO_2 排放量减少1%~2%。

变排量泵一般有外啮合齿轮泵、叶片泵和滑片泵等类型的结构。外啮合齿轮泵如大众的EA888项目，其中一个齿轮轴向位置固定，另外一个齿轮轴向用弹簧随着压力调整，当怠速时两个齿轮全部啮合，当转速升高时，油泵的压力也随着升高，压缩弹簧后齿轮啮合部分变短，从而随时调整油泵的流量，这类泵的齿轮是采用粉末冶金工艺制造的。

叶片式变量泵（见图4）主要由定子、转子和叶片组成，其中定子和转子均为粉末冶金件。叶片式变量泵工作原理是通过压力调整偏心距，从而调整流量。

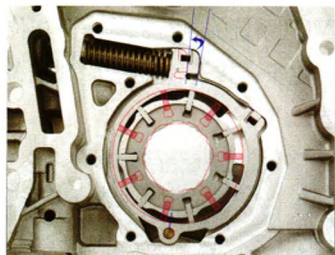


图4 叶片式变量泵结构

滑片式变量泵原理基本与叶片式变量泵相同，以调整偏心距来调整流量。其结构如图5a所示，其中滑片是钢件，与滑片连接的是中间套，外面是滑套，中



(a) 结构



(b) 粉末冶金件

图5 滑片式变量泵

间是转子，这三件都是粉末冶金件（见图5b）。

3. 刹车助力真空泵中粉末冶金零件

装有汽油发动机的车辆，由于发动机采用点燃式，因此在进气歧管可以产生较高的真空压力，可以为真空助力制动系统提供足够的真空来源，目前的真空泵大都接在进气歧管处。

为了满足高排放环保要求而设计的汽油直喷发动机，在进气歧管处不能提供相同水平的真空压力来满足真空制动助力系统的要求，因此需要安装真空泵。对于柴油发动机驱动的车辆，由于发动机采用压燃式，在进气歧管处也不能提供相同水平的真空压力，所以要安装真空泵提供真空来源。这种真空泵（见图6）的动力是直接从发动机上得到的，动力通过粉末冶金联轴节带动粉末冶金转子（见图7）再带动塑料阀片，转子与泵腔有一定的偏心量，阀片的转动产生真空，最后完成制动助力作用。这类真空泵主要是为了满足高排放要求的汽油发动机和柴油发动机而开发的，起到了减排作用。



图6 真空泵



图7 粉末冶金联轴节与转子

结语

随着中国汽车工业的发展，越来越多的金属零件可以采用粉末冶金工艺生产，粉末冶金由于具有上述介绍的八大优点，已逐渐为汽车行业大批量生产所接受。而汽车行业由于节能减排要求的提高，反过来也促进了粉末冶金行业的发展。希望粉末冶金行业能为我国的汽车行业的节能减排多做贡献，也希望绿色环保的粉末冶金工艺能带给我们一片蓝天。

关键词：

粉末冶金 节能减排 汽车零部件

(收稿日期20121214)