

EQ 153 摆臂軸支座的研製

虞少林 游进明 徐哲之 蒋金贵

(扬州粉末冶金厂, 江苏 225003)

**摘要** 对 EQ153 摆臂轴支座进口件的材质、性能进行了分析，并与本厂新研制的国产件材质、工艺性能进行了对比。分别采用进口铁粉和国产铁粉进行研制，并对两者的性能进行了对比，结果表明，本品替代进口实现国产化是可行的。

**主题词** 支座 摆臂轴 粉末冶金

1 前言

研制工作。根据康明斯产品图纸、技术标准及

该厂承担 EQ153 摆臂轴支座国产化的

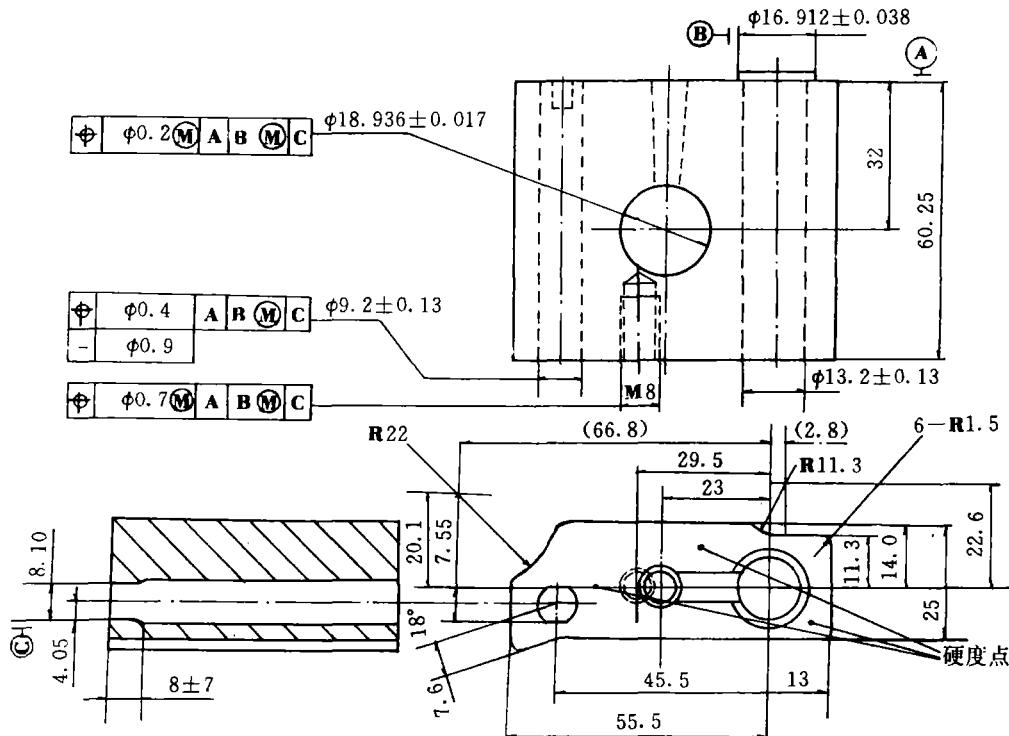


图 1 产品简图

Fig. 1 Schematic drawing of product

表观硬度:HRB $\geq 70$ (最小为HRB65,在两端所示三处位置测硬度取6个数平均值)

有关文件,对进口件进行了测试,并参阅了有关国内外资料,经综合分析、比较,制定了研制方案。经过试验现已达到了预定的目标。

摇臂轴支座是发动机的重要零件之一,其研制的成功对加速一汽引进的康明斯发动机国产化的进程具有一定意义。

## 2 进口件的材质及性能

根据引进的康明斯发动机的摇臂轴支座产品图纸的要求(见图1),其材质性能如下。

### 2.1 化学成分(见表1)

表 1 EQ153 摆臂轴支座的化学成分, %

Table 1 Chemical composition of EQ153  
rocker arm support

元素	Fe	Cu	C(化合态)	其它
含量	93.1~97.9	1.5~3.9	0.6~1.0	≤2.0

### 2.2 物理、力学性能

密度: 6.40~6.80g/cm<sup>3</sup>

拉伸强度: ≥415 MPa

延伸率: 1.0%

## 2.3 质量要求

金相检验必须具有均匀的显微组织,不得有裂纹和污迹,表面不得有氧化物及其它烧结引起的污物。

材料应均匀、清洁、致密、光滑、无外来杂质,不得有有害于性能的内部及外部缺陷。

## 3 研制方案的确定

根据产品技术要求,本着满足性能、降低成本的宗旨,其材质选择为 Fe—C—Cu; 工艺采用一次压制—烧结法。

### 3.1 原材料的选用

#### 3.1.1 主要原料——铁粉

试验初期,选用了国产雾化铁粉为制品的主要原料,其性能见表2。在试验过程中,尽可能提高制品密度(如 6.70g/cm<sup>3</sup>)和提高烧结温度,延长保温时间,调整合金元素加入量等。经过几轮试验,其制品的抗拉强度在技术条件要求值上下波动。后来采用进口铁粉为主要原料(其性能见表3),在适当延长烧结时间的条件下,制品的性能均达到了进口件的水平。

表 2 国产雾化铁粉的性能

Table 2 Properties of home-made atomized iron powder

牌号	化学成分, % (不大于)						松装密度 g/cm <sup>3</sup>	流动性 s/50g	压缩性(大于), g/cm <sup>3</sup>	
	C	Si	Mn	P	S	氢损	Fe		390MPa	590MPa
FSY200.26C	0.02	0.05	0.15	0.015	0.02	0.25	余	2.6±0.1	33	6.5
FSY200.26D	0.025	0.10	0.20	0.02	0.025	0.35	余	2.6±0.1	33	6.4

表 3 进口铁粉 600MS 的性能

Table 3 Properties of imported 600MS iron powder

化学成分, %						视密度 g/cm <sup>3</sup>	流动性 s/50g	压粉密度 g/cm <sup>3</sup>	磨损量 %	
C	Si	Mn	P	S	(O)	Fe				
0.02 以下	0.05 以下	0.10~ 0.30	0.020 以下	0.260~ 0.400	0.25 以下	余	2.75~3.05	30 以下	6.70 以下	1.0 以下

### 3.1.2 辅助原料

电解铜粉: 粒度—200 目, 化学成分见

表 4。

表 4 电解铜粉的化学成分  
Table 4 Chemical composition of electrolyzed copper powder

Cu	Fe	Pb	As	Sb	O	Bi	Ni	Sn	Zn	S
>99.8	0.02	0.05	0.005	0.01	0.15	0.002	0.003	0.004	0.004	0.004

胶体石墨粉剂:粒度 15μm。

石墨含量不少于 25%, 石墨灰分不大于 1.5%, 水分不大于 0.1%。

硬脂酸锌:粒度—200 目

锌含量:10%~11%;游离酸(以硬脂酸计):≤1.0%;水分:≤1.0%。

### 3.2 压制方式

考虑到制品形状复杂且高度较高, 为使压坯密度分布尽可能均匀, 采用了阴模强制浮动和顶出脱模的压制脱模方式, 其次考虑到制品的成形方便, 采用了如图 2 的压制方向, 这样有利于制品的成形和各部分密度均

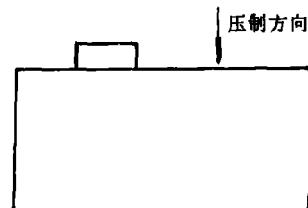
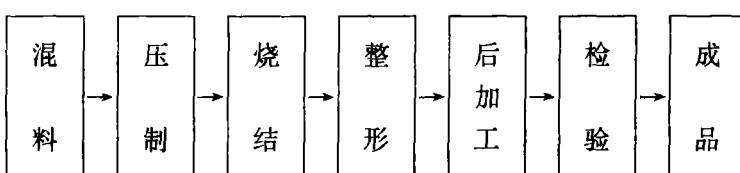


图 2 压制方向示意图

Fig. 2 Schematic drawing of forming direction

匀分布。

### 3.3 主要工艺流程



## 4 工艺研究

### 4.1 原料混合

按照康明斯材料标准 45029 要求, 选用了合理的材料配方, 见表 5。

表 5 原材料配方

Table 5 Formula composition of raw materials

原料名称	铁粉	电解铜粉	石墨粉	硬脂酸锌
含量, %	余量	1.5~4.0	0.8~1.2	0.5~1.2

在原材料选用过程中, 既考虑标准的要求, 又考虑各添加元素对整个工艺参数及产品性能的影响。

Cu 加入量与材料的物理、力学性能密切相关, 随着 Cu 加入量适当增加, 烧结制品的强度与硬度增高。但 Cu 加入量过多, 会引起制品的烧结膨胀, 使制品烧结密度有所降低,

制品尺寸难于控制。石墨的添加量应综合考虑原始铁粉的含碳量、烧结过程中的碳损失及标准对最终材质性能的要求。石墨添加过多, 烧结后制品中易出现较多的二次渗碳体, 并可能出现网状渗碳体, 使制品的物理、力学性能下降。因为 EQ153 摆臂軸支座制品和阴模的接触面积较大, 在脱模过程中的脱模压力也较大, 故适当增加硬脂酸锌加入量。但硬脂酸锌加入过多, 会使烧结后制品的孔隙增加, 不利于制品密度的提高。

按原材料配方的要求进行配料, 然后放在立方体混料筒中混料, 其转速 30r/min 左右。根据混料筒的容积, 每次投料 50kg, 混合 1.5h 后取样检测其混料的均匀程度及松装密度。

### 4.2 压制过程

将混合粉装入压制阴模中,用平尺刮平,使各部分的装粉量相等。在压制结束前保压10~20s,这样有利于粉末中空气的排出和促使压坯密度的均匀分布。在压制时采用压力和高度同时定位的方式,以保证压制产品的高度符合图纸要求。

#### 4.3 烧结过程

为了使产品在烧结过程中尽可能地减少变形,在装舟时采用了如图3的装舟方式。此外,还考虑到每舟的烧结重量,每舟装1~2层共放9~18件产品,以利于烧结过程中的热交换均匀,保证各产品的性能达到设计的要求。



图3 烧结装舟示意图

Fig. 3 Schematic drawing of boat loading for sintering

在推杆式连续烧结炉中进行烧结,其烧结工艺要求:

保护气氛:发生炉煤气

烧结温度:1100~1180℃

烧结时间:推舟速度25~30min/舟,约合4~6h。

冷却水温度:25℃左右。

在烧结过程中,应严格控制烧结气氛的纯度和流量,以防止产品氧化和脱碳,严格控制冷却水的流量,以保证冷却水<40℃,以有利于所要求的金相组织的形成。烧结温度与烧结时间对制品合金化的过程有着直接的影响,合理的烧结温度与时间有利于合金元素的扩散,并能得到理想的强化效果。

#### 4.4 整形处理

为了达到图纸所要求的几何尺寸、形位公差及表面粗糙度,烧结制品必须进行整形处理,采用全整形工艺,以保证各孔与基准的位置精度和各部分的尺寸精度。在整形过程中,同样采用压力和高度同时定位的方式,保证制品高度符合要求。

在整形前,将制品浸入到含20%MoS<sub>2</sub>的机油溶液中约30s,以克服整形脱模过程中脱模压力过大的缺陷,脱模方式采用顶出脱模。

#### 4.5 后加工

对在压制过程中不能直接成形的孔或螺孔要进行必要的后加工。在后加工过程中所采用的专用夹具考虑到了图纸的设计基准和安装基准,以图纸上A、B、C三基准同时定位,保证后加工孔的位置精度符合图纸要求。在加工螺纹孔时,采用机夹定位的方法严格控制丝锥钻入深度。

#### 5 研究结果与分析比较

根据上述工艺,得出的研制结果与对比结果见表6。硬度分布见表7。

从表6和表7分析可知:

(1) 国产粉与进口粉制品烧损率不同,进口粉末制品烧损率为0.99%,国产粉末制品烧损率为1.81%。

国产雾化还原混合粉制品在烧结过程中重量损失约为进口粉制品烧损量的一倍。烧损量的增加给烧结制品的密度带来变化,当压坯密度相同时,烧结后制品的密度,进口粉制品要比国产粉制品高些。

(2) 硬度分布均匀性有差异。从硬度分布来看,根据图纸要求从制品上下两个面各打三点硬度,取其硬度差平均值,国产粉制品为20.0个单位,而进口粉制品为10.0个单位。说明进口粉制品硬度分布均匀性好于国产粉制品。

表 6 试验结果与对比结果  
Table 6 Experimental results and comparative results

序号	采用原料	制品重量, g			物理力学性能	
		烧结前 W <sub>1</sub>	烧结后 W <sub>2</sub>	烧损量 △W	密度 g/cm <sup>3</sup>	硬度 HRB
1		570	565	5.0	6.80	84.7
2	进口铁粉	570	565	5.0	6.80	84.0
3	(600MS)	570	565	5.0	6.80	83.1
4		570	565	5.0	6.80	83.1
5	国产铁粉	570	560	10.0	6.70	79.0
6	(WPL-200	570	560	10.0	6.70	77.3
7	和还原粉)	570	560	10.0	6.70	75.9
进口原件		硬度: HRB64~66			抗拉强度: 360~370MPa	

注: 1, 2, 3, 4 号抗拉强度数值所用试样是压制烧结方法制成的。5, 6, 7 号和进口原件抗拉强度数值所用试样是机械加工制成的。试验方法参照 ISO2740—1973。

表 7 烧结件的硬度分布

Table 7 Hardness distribution of sintered compact

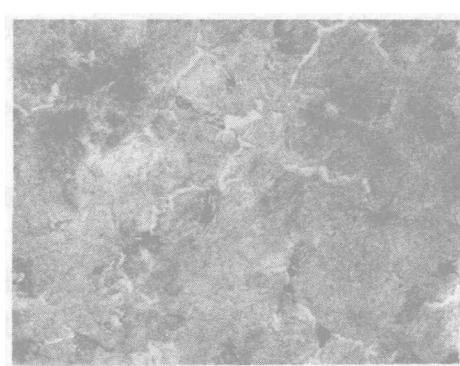
原材料种类	上下硬度分布值, HRB					
	1	2	3	4	5	6
进口 600MS 粉	84	87	89	79	81	84
国产雾化铁粉	79	91	78	71	74	81

(3) 抗拉强度的差异。抗拉强度是摇臂轴支座性能最关键的项目。研制结果表明: 进口粉制品的抗拉强度(415~475MPa)明显高于国产粉制品。

(4) 金相组织。国产粉制品的珠光体较粗, 均匀性也不及进口粉制品, 而进口粉制品的珠光体细小且均匀。见图 4。



a. 国产粉制品



b. 进口粉制品

图 4 制品在 1160℃烧结 5h 后的金相组织 ×400

Fig. 4 Metallographic structure of products after sintering at 1160℃ for 5 hours

## 6 结论

(1) EQ153 摆臂軸支座用国产铁粉制造, 采用一次压制烧结全整形工艺生产, 可达到设计要求, 实现国产化是可行的。

(2) 研制结果表明, 进口粉制品的密度、硬度、抗拉强度、金相组织等性能优于国产粉制品。在相同的生产工艺条件下, 采用进口优质原料(铁粉)能生产质量更好的产品。

## INVESTIGATION OF EQ153 ROCKER SUPPORT

Yu Shaolin You Jinming Xu Zhezhi

Jiang Jingui

(Yangzhou Powder Metallurgy Plant, Jiangsu 225003, China)

**Abstract** Analyses on the materials and properties of imported EQ153 rocker supports have been made. They have been compared with those of home-made products newly developed by our plant. The products were prepared by using imported and home-made iron powder respectively and their properties were compared. Results show that it is possible to substitute our products for imported ones and realize commercial production of this products in our country.

**Key words** support rocker shaft powder metallurgy

## 《中文核心期刊要目总览》简介

《中文核心期刊要目总览》是北京地区高等院校期刊工作研究会和北京大学图书馆联合发起并主持,41所高校参加编撰的大型工具书,北京大学出版社出版。

《要目总览》根据文献离散规律,采用载文、文摘和引文等三种方法对我国近万种中文现刊进行全面统计和综合分析,筛选出复盖文、理、医、农、工各个领域的核心期刊表131个。参与工作人员200多位,统计文献条目达1500000条。在引文期刊选择、各种统计方法的权重和筛选结果等方面,广泛征求、吸取各学科专家的意见,并聘请400多位专家进行书面鉴定。

《要目总览》按中图法体系进行编排;参照国家标准规定的著录格式对所有核心期刊进行著录;对未进入核心区的专业期刊,给出相应的专业期刊一览表;编制了刊名索引。因此,该书基本反映了中文期刊的现状。

《要目总览》是我国第一次大规模使用文献计量方法对中文期刊进行统计分析研究的工具书,其研制方法科学合理,统计结果准确可靠,具有较高的学术水平和使用价值。《要目总览》为各类型图书情报部门的中文期刊选订和读者服务提供了重要的依据。

《粉末冶金技术》杂志入选《中文核心期刊要目总览》第五编——“工程技术 治金工业类核心期刊表”(TF257)。“核心期刊简介”第384页对《粉末冶金技术》进行了介绍。

## 《第三届全国等静压学术会议论文集》出版发行

《第三届全国等静压学术会议论文集》于1993年10月份出版发行。

论文集内容包括等静压技术国内外发展情况的综述,国内等静压设备的设计与研制,等静压技术的应用研究等。收入论文36篇,共198页;32.6万字,订阅者请与《粉末冶金技术》编辑部或航空航天部川西机器厂科委联系。

《粉末冶金技术》编辑部地址:北京永定门外宋家庄路11号 邮编:100078

川西机器厂地址:四川雅安市康藏路18号 邮编:625000