

用半自动双模架制造多台阶 复杂结构件

申小平* 陈爱华 王继业 杨德统
(南京理工大学, 210094)

摘要 通过对现有简易半自动模架的改造和粉末冶金变速凸轮模具的设计, 在国内常用普通四柱压机上, 可成功地实现多台阶复杂结构件的压制。

关键词 模架改造 模具设计 多台阶复杂结构件

1 概述

用先进的粉末冶金全自动液压机及带有辅助缸的多模板浮动模架可以方便地实现多台阶复杂结构件的成形, 但设备投资大, 回收周期长, 同时模架结构复杂, 辅助部件多, 更换模具困难。

能否利用国内粉末冶金企业大量使用的普通四柱压机和通用型半自动模架, 生产多台阶复杂结构件, 是我国粉末冶金企业所追求的目标。因为绝大多数企业无力购买昂贵的进口设备, 而手动模又无法保证多台阶结构件的稳定生产及其质量。作者曾设计了40t~500t压机用的不同规格的半自动模架, 该系列模架应用于生产多年, 有效地提高了产品质量和劳动生产率, 同时降低了工人劳动强度, 提高了操作安全性。

半自动模架只有一块浮动模板, 它适合于成形带有一个台阶的零件。如果用它生产二个以上台阶的零件, 就要辅以后加工, 对于二个台阶的柱面都不是圆柱面的异形结构件, 无法后加工, 必须一次成形。作者经多次试验, 采用大模架中套一个小模架的结构, 把

浮动模板从一块增加到两块, 从而有效地成形带有两个台阶的复杂结构件。

2 结构设计

2.1 典型零件: 应用于本研究的零件是摩托车用变速凸轮。如图1所示, 在轴向方向上有两上台阶(I, II), 在径向方向上是两个一般机加工无法实现的异形曲面, 该产品物理力学性能为: 密度 $6.8\text{g}/\text{cm}^3$, 硬度 HRA 65, F 方向抗弯载荷800N 以上。精度要求见图1。由于形状复杂, 性能及精度要求较高, 长期以来, 一直依赖于进口, 耗用了大量外汇。本文作者应用本研究的设计思想, 成功地在普通四柱液压机上研制并批量生产了变速凸轮。

2.2 双模架结构

如图2所示, 通用型半自动模架, 由上、中、下三块模板及上、下导柱组成。中模板由四根弹簧支撑, 模腔安装在中模板上, 依靠弹簧的浮动形成双向压制和制品台阶结构。双模架结构则在大模架的里面另安装一个小模架, 用弹簧支撑起一块小浮动板, 把多台阶零件的外下冲头安装在小浮动板上, 用以实现

* 申小平, 工程师, 主要从事粉末冶金模具及工艺设计工作。

收稿日期: 1996. 9. 10

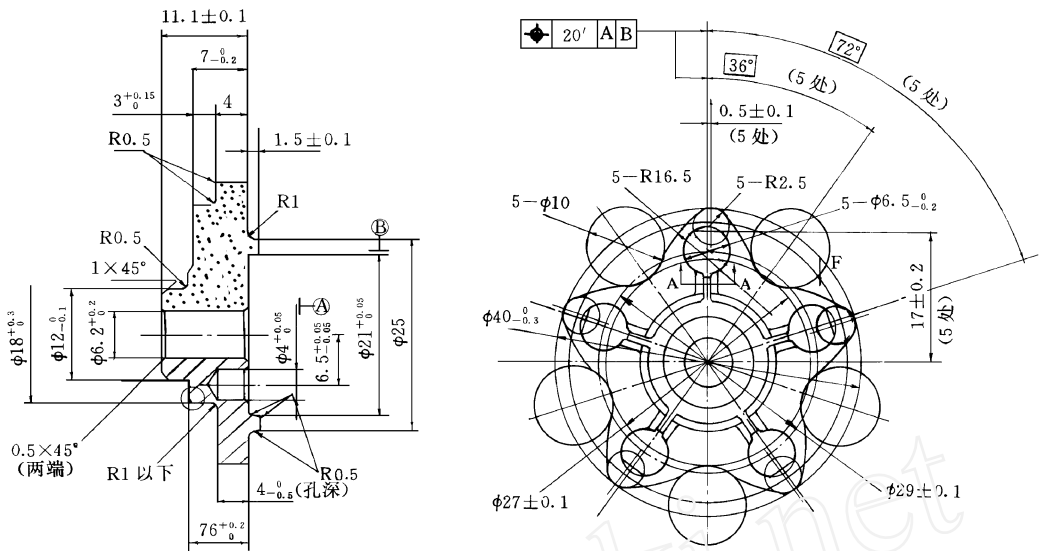


图1 变速凸轮产品图

Fig 1 Drawing of transmission cam product

零件第二个台阶的装粉和压制。

2.3 变速凸轮成形模结构

图3为变速凸轮成形模结构图。从图2和图3可看出，上冲头7固定在大模架上模板1上，模腔8固定在大模架中模板3上，外下冲头9连接在小模架浮动板4上，中下冲头10由中间弹簧13上的三顶杆12支撑，内下冲头11通过接杆14与下缸相连。

2.3.1 压形：采用容积法装粉，按理论压缩比计算装粉高度，见图4。通过调节垫片16和调节垫圈17调整三个下冲头的浮动位置以调节装粉高度，从而保证制品各台阶有一致的松装比。压制时中、外下冲头分别通过弹簧13和15实现浮动压制，并由压形垫18和垫板19限位，使两个台阶三种高度的压坯得以压实并满足其各个台阶的高度要求。

2.3.2 脱模：由于压坯台阶多，形状复杂，且生坯强度低，所以能否使压坯顺利脱模，往往是成形模结构设计的

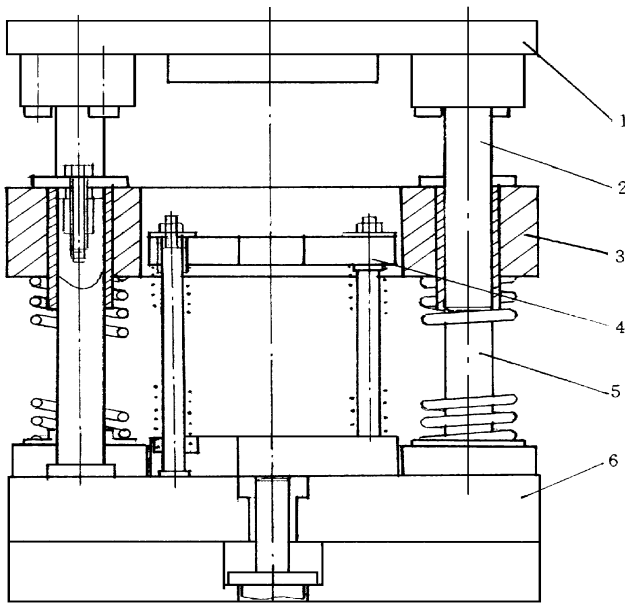


图2 模架示意图

- 1. 大模架上模板 2. 大模架上导柱 3. 大模架中模板
- 4. 小模架浮动板 5. 大模架下导柱 6. 大模架下模板

Fig. 2 Sketch of toolset

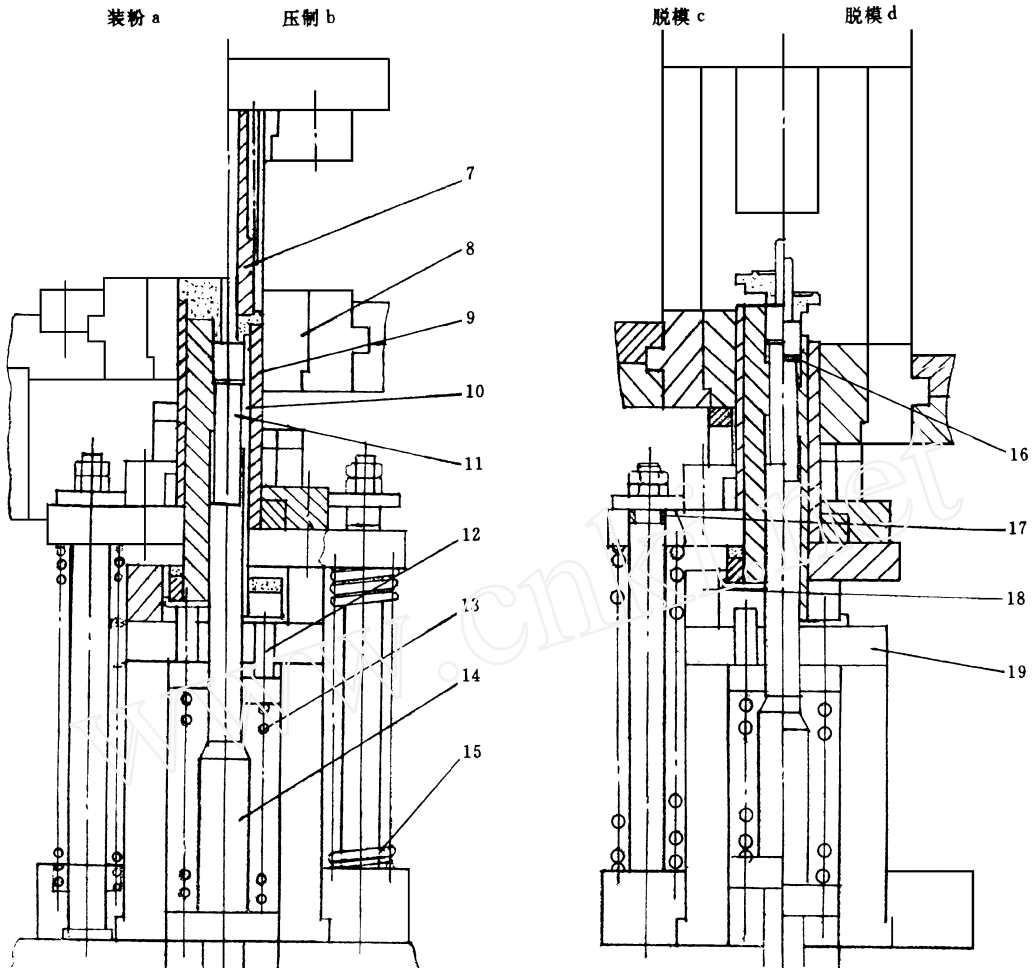


图3 变速凸轮成形模结构图

7. 上冲头 8. 模腔 9. 外下冲头 10. 中下冲头 11. 内下冲头 12. 三顶杆 13. 中间弹簧
14. 接杆 15. 弹簧 16. 调节垫片 17. 调节垫圈 18. 压形垫 19. 垫板

Fig 3 Drawing of forming die structure for transmission cam

关键,通常采用的脱模方法为顶出或拉下。采用顶出式脱多台阶零件,模具简单,易于操作,但因各下冲头不能行动一致,极易在台阶处产生裂纹。而采用拉下式脱多台阶零件,需要下冲头座落在楔块式机构上,变速凸轮为两个台阶零件,即需要外、中下冲头分别座落在各自的楔块结构上,这样模具非常复杂,可以说,在现有的普通四柱压机及半自动模架上无法实现。为此我们设计了如图3c、3d两种脱模方式,即拉下和顶出同时使用的方法。

(1)如图3c所示,脱模时,在模腔上放开

口座,上缸下行迫使中模板拉下,脱出第一台阶。启动下缸,下缸顶着内下冲头上行,中下冲头在摩擦力作用下一同上行,中下冲头受小浮动板限位后,内下冲头继续上行顶出整个压坯,即第I台阶拉下脱模,II、III台阶顶出脱模。

(2)如图3d所示,脱模时首先取下小浮动板下的压形垫,然后放开口座,上缸下行,开口座压着中模板下行,脱第I台阶,模板继续下行到外下冲座上,强迫外下冲头拉下,脱第II台阶,再用顶出式顶出整个压坯,即I、II台阶拉

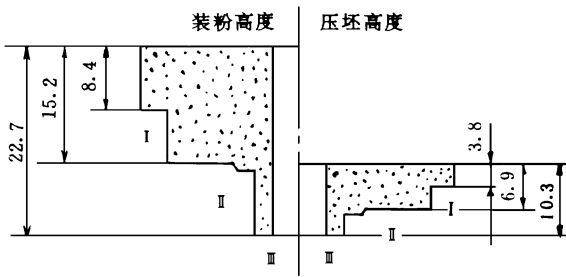


图4 装粉高度示意图

Fig. 4 Diagram of powder filling height

下脱模, III台阶顶出脱模, 哪种脱模方式更合理呢?图5为脱模时压坯受力示意图。

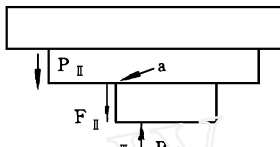


图5 压坯受力示意图

Fig. 5 Sketch of pressed compact stressed

图中 $P_{顶}$ 为下缸给予第三台阶的顶出力, F_{II} 为中下冲头给予压坯的摩擦力。

$$F_{II} = f_{静} \cdot P_{侧剩} \cdot S_{侧III} \quad (1)$$

P_{II} 为外下模冲给压坯的摩擦力, 也就是第二台阶所需脱模力。

$$P_{II} = f_{静} \cdot P_{侧剩} \cdot S_{侧II} \quad (2)$$

由公式(1)、(2)可见, $S_{侧}$ 面积越大, 其力就越大。因 $S_{II} \gg S_{III}$, 故 $P_{II} \gg F_{II}$, 即在顶出脱模时, 瞬间产生较大的剪切力 ($P_{II} - F_{II}$)。选用日本进口雾化铁粉, 当密度为 $6.9g/cm^3$ 时, 此铁粉混合料的生坯强度仅为 $f = 7 \sim 9MPa$, 难以克服如此大的剪切力。在图5a 处必将产生裂纹。由此可见, 采用顶出式同时脱模 II、III 台阶, 如 2.3.2 中(1)所述的脱模方式是不合理的, 在随后的试模过程中充分证明, 2.3.2 中(2)所述的脱膜方式合理并且可行。

3 小模架浮动板的强度校核

在压制时, 小模架浮动板受较大轴向力, 压形垫开口大, 又因大模架高度开档小, 小模架浮动板厚度受限制, 故需要对该浮动板进行强度校核。

(1) 强度校核计算模型

为计算方便, 我们把小模架浮动板受力状态, 简化为在中间受集中载荷 P 的双点支承, 其尺寸见图6。

(2) 小模架浮动板所受载荷 P

小模架浮动板所受载荷 P 应等于外下冲头 I 所受到的轴向力, 即

$$P = P_{压I} - P_{摩I} - P_{浮I} \quad (3)$$

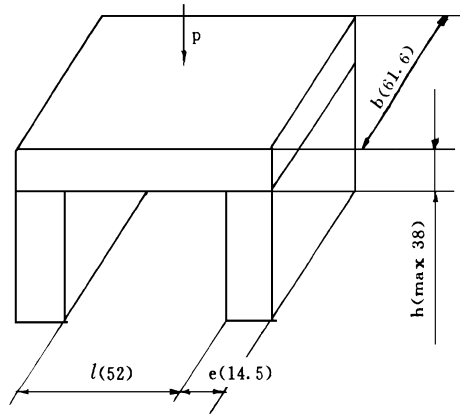


图6 垫板受力示意图

Fig. 6 Sketch of baseplate stressed

式中 $P_{压I}$ ——外下模冲 I 承受的压制压力

$P_{摩I}$ ——外下模冲 I 承受的摩擦力

$P_{浮I}$ ——外下模冲 I 承受的浮动力

(3) 外下模冲 I 承受的压制压力 $P_{压I}$

$$P_{压I} = S_1 \cdot P$$

式中 S_1 ——台阶 I 截面积, $S_1 = 4.3cm^2$

P ——单位压制压力, $P = 600MPa$

$$P_{压I} = S_1 \cdot P = 258kN$$

(4) 外下模冲 I 承受的摩擦力 $P_{摩I}$

压制过程中, 外下模冲浮动, 相当于双向压制, 故外下模冲受到的摩擦力为:

$$P_{\text{摩I}} = f_{\text{动}} \cdot \zeta \cdot P \cdot \frac{S_{\text{侧}}}{2}$$

式中 $f_{\text{动}}$ ——动摩擦系数, 取 $f_{\text{动}} = 0.08$

ζ ——多孔压坯的侧压系数, $\zeta = \theta \cdot \zeta_0 =$

$$\frac{6.8}{7.8} \times 0.38$$

P ——单位压制压力, 取 $P = 600 \text{ MPa}$

$S_{\text{侧}}$ ——侧面积, $S_{\text{侧}} = 5.0 \text{ cm}^2$

$$P_{\text{摩I}} = 4 \text{ kN}$$

(5) 外下模冲 I 承受的浮动力 $P_{\text{浮I}}$

$$P_{\text{浮I}} = P \cdot f_1$$

P ——弹簧单圈刚度, $P = 152 \text{ MPa}$

f_1 ——弹簧浮动距离, $f_1 = 30.7 \text{ mm}$

$$P_{\text{浮I}} = 4.7 \text{ kN}$$

(6) 计算结果

将上述数值代入(3)式得:

$$P_{\text{轴I}} = P_{\text{压I}} - P_{\text{摩I}} - P_{\text{浮I}}$$

$$= 250 \text{ kN}$$

由《模具设计手册》查得合金工具钢许用

应力 $[\sigma] = 500 \text{ MPa}$

$$h = \sqrt{\frac{3 \cdot PL}{2b[\sigma]}}$$

$$h = 25 \text{ mm}$$

由此可见本设计中模架浮动板厚度只需大于25mm, 其强度即能满足使用要求。

4 结论

(1) 粉末冶金变速凸轮产品试制成功, 完全取代了进口件。现年产量可达十万件以上, 每年可为国家节省外汇几十万美元。

(2) 在普通四柱压机及简易半自动模架上增设一个小模架, 采用拉下、顶出同时脱模的方式可以成功地生产多台阶复杂结构零件。

中国机械工程学会发展会员的宣传稿

中国机械工程学会创建于1936年, 是在民政部注册的具有法人资格的科技社团。

在几代机械工程技术人员的不懈努力下, 中国机械工程学会已发展成为我国最大的工程学会, 下设33个专业分会。数十年来, 学会致力于开展国内外学术交流活动, 组织技术讲座、国际会议与展览会, 为政府及企业提供决策性建议和技术咨询服务, 开展机械工程师继续教育与培训, 组织出版了33种专业技术刊物, 编辑出版技术书刊和论文集。学会与近二十个国家的30个专业学术团体签有双边合作协议, 并加入了11个国际组织。

今年9月, 邹家华副总理在北京接见学会领导人和来华参加学会成立60周年庆祝活动的外国学术团体及相关国际组织领导人时指出: 学会不仅做了大量团结机械科技人员、帮助青年一代成长的工作, 而且也做了大量的国际性交流工作, 成绩很大。邹副总理要求学会搞好会籍管理, 在组织学会活动时体现会员与非会员的区别。

为此, 学会将按照邹副总理的指示, 做好国内外会员的发展工作和服务工作, 包括个人会员和团体会员, 使学会的会籍工作与国际惯例接轨。目前机械学会系统的各专业分会、地方学会, 都在积极做好推荐、协助发展会员的工作; 同时, 凡为振兴我国机械工业和提高学术水平作出过成绩的科技人员、有识之士, 愿成为我会的会员、高级会员、海外会员、港、澳、台会员的个人及愿成为我会团体会员的单位, 均可与我会会籍工作委员会联系, 索取详细的入会资料。

地址: 北京复外三里河路46号 名称: 中国机械工程学会会籍工作委员会

邮编: 100823 电话: (010) 68595316, (010) 68595319 传真: (010) 68533613

Abstracts(Selected)

Effects of Additives on SHS Reaction in Cr₂O₃-Al System

L in Tao, Yin Sheng, Zhao Wenwu and Liu Mu (University of Science and Technology Beijing, 100083)

The combustion characters of Cr₂O₃-Al system, in which Cr₂O₃-Al, Fe₂O₃-Al+ MgO and TiC are added, have been researched. The ignition of Cr₂O₃-Al system is easy to carry out when Cr₂O₃-Al and Fe₂O₃-Al+ MgO are added in. When TiC additive is mixed in Cr₂O₃-Al mixture, it has negative effect on the ignition of Cr₂O₃-Al system, but combustion becomes easy to be ignited when TiC igniter is put on the surface of mixture. Combustion temperature will increase with the increasing of Cr₂O₃-Al, but it decreases when the additive quantity of Cr₂O₃-Al is more than 20 percent. Combustion temperature also increases with the increasing of Fe₂O₃-Al+ MgO. The increasing of TiC has a little effect on combustion temperature. Combustion velocity increases with the increase of these additives.

Key words: SHS, thermite reaction, cement

Fracture Behavior of P/M SiC/7075Al Composite Materials

Guo hong, Li Yichun, Shi Likai and Zhang Shaoming (Beijing General Research Institute for Nonferrous Metal, 100088) Fan Jianzhong, Yao Zhongkai (Haerbin Institute of Technology, 150001)

The paper has analysed the tensile fissure of SiC/7075Al P/M composite materials and longitudinal structure in the area around the fissure by using SEM. Dynamic in-situ observation for the fracture process of the materials has been put forward. Fracture mould of SiC/7075Al composite materials have been established with the purpose of disclosure of the fracture behavior of SiC/7075Al composite materials.

Key words: composite material, powder metallurgy, fracture behavior

Preparation of Fine Ferrophosphorus powder and its Effects on Warm Compaction of Iron Powders

Guo Shiju, L in Tao, Wei Yanping, Jiang Longqin (University of Science and Technology Beijing, Beijing 100083) Li Senrong, Liu Guangmin, Zhang Haibo (PM Company wuhan Iron and steel Corporation, Wuhan 430085)

Fine ferrophosphorus powders have been produced through corrosion-milling method. And warm compaction of domestic iron powders with addition of fine ferrophosphorus was carried out. It has been found that corrosion-milling method is effective for crushing of coarse ferrophosphorus. Fine powders with particle size of 11 μ m can be ob-

tained after 36 hours milling. The green densities of Wuhan iron powders mixed with fine ferrophosphorus powders can be increased through no-binder warm compaction processing. Fine ferrophosphorus powders enhanced sintering densification more significantly than do coarse ferrophosphorus powders. Pores became smaller and rounder.

Key words: warm compaction, ferrophosphorus powder, powder metallurgy

Multi-bench structural parts prepared by partial Automatic Double Adaptor

Shen Xiaoping, Chen Aihua, Wang Jiye, Yang Detong (Nanjing University of Science and Technology, 210094)

The improvement of general-service partial automatic adaptor and the design of change cam toolset has been carried out. That is an effective means to make multi-bench structural parts at general fourpillar hydraulic press.

Key words: adaptor improvement, toolset design, multi-bench structural parts

Investigation On Fabrication Process of P/M Ceramic Mold

Huang Baiyun, Zhou Kechao, Liu Ying, He Yuehui, Qu Xuanhui and Lei Changming (Powder Metallurgy Research Institute of Central South University of Technology, Hunan, China, 410083)

The P/M Ceramic mold process is a near-net shape technology which has an advantage in shaping the complex components. In this paper, the fabrication process of the ceramic mold, which includes the coating method, a new dewaxing technique and sintering process, was described. By using of this fabricating technique a turbocharger ceramic mold was obtained.

Key words: ceramic mold, coating, dewaxing, sintering

A study on Self-Propagating High Temperature Synthesis of TiB₂

Zhao Kunyu, Zhu Xinkun, Zhang Jiaqi, Su Yunsheng (Dept. Metallic Materials, Kunming Institute of Technology)

TiB₂ was produced by self-propagating High temperature synthesis (SHS) when raw material was powder (Ti, B) and the ignition equipment is a electric welding machine. The products were analysed by XRD, DTA and SEM techniques. The results were that TiB₂ was produced by self-propagating high temperature synthesis when the process temperature was 457.0 ~ 856.1.

Key words: self-propagating high temperature synthesis, TiB₂