

# 圆筒形压坯单重的变量式标法

李启芳

(南宁市粉末冶金厂, 广西 530001)

粉末冶金产品的压坯密度与产品性能关系极大, 应严格控制。在压制工序中, 要控制好压坯的尺寸和单重。最常见的圆筒形压坯单重由下式计算:

$$m = \frac{\pi}{4} h \rho (D_1^2 - D_2^2) \quad (1)$$

式中  $m$ ——压坯单重, g

$h$ ——压坯高度, mm

$\rho$ ——压坯密度, g/cm<sup>3</sup>

$D_1$ ——压坯外径, mm

$D_2$ ——压坯内径, mm。

在工艺设计中, 一般仅将给定的压坯尺寸和密度代入式(1), 求出一个恒定的单重(或附带标出误差范围1%~1.5%)。但在实际生产过程中, 因模具磨损,  $D_1$ 、 $D_2$  值总在一定的许可范围内变化,  $\rho$  值也有许可的变化幅度,  $h$  值有时也需稍做工艺性的变动。这样, 恒定的单重就不能反映密度的大小。为控制密度、尺寸和精度, 必须对各参数进行调整, 但按变化的参数经常进行运算过于繁琐, 达不到及时、准确进行工艺控制的目的。作者根据生产实际需要, 推导出常见的圆筒形压坯单重的变量式标法。

压坯单重的变量式标法, 是依据微分在近似计算中的应用。对于多元函数  $z=f(x, y)$ , 若其各偏导数都存在且连续, 则有

$$dz = \frac{\partial z}{\partial x} dx + \frac{\partial z}{\partial y} dy \quad (2)$$

设(1)式中各自变量在  $D_{10}$ 、 $D_{20}$ 、 $h_0$ 、 $\rho_0$  处有微小的增量  $dD_1$ 、 $dD_2$ 、 $dh$ 、 $d\rho$ , 则有

$$\Delta m \doteq dm$$

$$\text{而 } dm = \frac{\partial m}{\partial D_1} dD_1 + \frac{\partial m}{\partial D_2} dD_2 + \frac{\partial m}{\partial h} dh + \frac{\partial m}{\partial \rho} d\rho \quad (3)$$

$$\text{其中, } \frac{\partial m}{\partial D_1} = \left[ \frac{\pi}{4} h \rho (D_1^2 - D_2^2) \right]_{D_1}' = \frac{\pi}{2} h \rho D_1$$

$$\frac{\partial m}{\partial D_2} = \left[ \frac{\pi}{4} h \rho (D_1^2 - D_2^2) \right]_{D_2}' = -\frac{\pi}{2} h \rho D_2$$

$$\frac{\partial m}{\partial h} = \left[ \frac{\pi}{4} h \rho (D_1^2 - D_2^2) \right]_h' = \frac{\pi}{4} h \rho (D_1^2 - D_2^2) / h = \frac{m}{h}$$

$$\frac{\partial m}{\partial \rho} = \left[ \frac{\pi}{4} h \rho (D_1^2 - D_2^2) \right]_\rho' = \frac{\pi}{4} h \rho (D_1^2 - D_2^2) / \rho = \frac{m}{\rho}$$

将参数  $D_{10}$ 、 $D_{20}$ 、 $h_0$ 、 $\rho_0$  代入(3)式得

$$dm_0 = \frac{\pi}{2} h_0 \rho_0 \varphi_{10} dD_1 - \frac{\pi}{2} h_0 \rho_0 \varphi_{20} dD_2 + \frac{m_0}{h_0} dh + \frac{m_0}{\rho_0} d\rho$$

$$\text{令 } a = \frac{\pi}{2} h_0 \rho_0 \varphi_{10}, b = \frac{\pi}{2} h_0 \rho_0 \varphi_{20}, c = \frac{m_0}{h_0},$$

$$d = \frac{m_0}{\rho_0}, \text{ 则}$$

$$dm_0 = adD_1 - bdD_2 + cdh + dd\rho \quad (4)$$

在点  $(D_{10}, D_{20}, h_0, \rho_0)$  的压坯单重可表示为

$$m \doteq m_0 + dm$$

$$\text{即 } m \doteq m_0 + adD_1 - bdD_2 + cdh + dd\rho \quad (5)$$

式(5)正是所求的圆筒形压坯单重变量式标法。

在实际应用中, 将变量式标法与  $D_{10}$ 、 $D_{20}$ 、 $h_0$ 、 $\rho_0$  同时标在工艺卡上, 使表述规范、简洁, 各工艺因素对单重的影响验算、推算较方便, 免去了麻烦的非线性运算步骤, 提高了压坯密度控制工作的效率。

〔例1〕EQ140后油封环(称量法给粉)

该零件的基本尺寸和密度要求如下:

$$D_{10} = 141.60 \text{ mm}, D_{20} = 129.00 \text{ mm}, h_0 = 33.00 \text{ mm}, \rho_0 = 6.30 \text{ g/cm}^3.$$

代入(5)式得

$$m = 556.7 + 46.2dD_1 - 42.1dD_2 + 16.9dh + 88.4d\rho \quad (6)$$

模具使用一段时间后,由于磨损,使压坯外径增大,内径减少,设

$$dD_1 = 0.20\text{mm}$$

$$dD_2 = -0.10\text{mm}$$

(1) 要保证  $\rho = \rho_0 = 6.30\text{g/cm}^3$ ,  $h = h_0 = 33.00\text{mm}$ , 单重应增为

$$m = m_0 + 46.2dD_1 - 42.1dD_2 = 570.1(\text{g})$$

(2) 若要求单重和高度在模具变化后保持不变,则压坯密度就会发生变化。

$$\text{即: } 46.2 \times 0.2 - 42.1 \times (-0.1) +$$

$$88.4d\rho = 0$$

$$d\rho = -13.44/88.4 = -0.15(\text{g/cm}^3)$$

$\rho$  比  $\rho_0$  减少了  $0.15\text{g/cm}^3$ , 据此可判断  $\rho$  是否合格。

[例 2]: 195S 气门导管(容量法称粉)。

该零件的基本尺寸和密度要求如下:

$$D_{10} = 17.45\text{mm}, D_{20} = 9.00\text{mm},$$

$$h_0 = 56.00\text{mm}, \rho_0 = 6.20\text{g/cm}^3.$$

代入(5)式得:

$$m = 61.0 + 9.5dD_1 + 1.1dh + 9.8d\rho \quad (7)$$

由于内径允差很小( $<0.04\text{mm}$ ), 故在式(7)中略去。

(1) 粉末的松装密度减小, 使单重减少了  $1.0\text{g}$ , 而其它条件不变, 则从式(7)可得:

$$dm = 9.5dD_1 + 1.1dh + 9.8d\rho = 9.8d\rho$$

$$d\rho = \frac{dm}{9.8} = \frac{-1.0}{9.8} = -0.1(\text{g/cm}^3)$$

即压坯密度减少了  $0.1\text{g/cm}^3$ 。

(2) 若压坯压力有变化, 使压坯超高  $0.50\text{mm}$ , 则在不增加装粉量的情况下,

$$d\rho = -\frac{1.1 \times 0.5}{9.8} = -0.06(\text{g/cm}^3)$$

(3) 若工艺要求坯高增加  $1.50\text{mm}$ , 则单重应增加

$$dm = 1.1 \times 1.5 = 1.65(\text{g})$$

最后需要说明的是, (5)式的使用条件是各自变量的增量在较小的合理范围内。如果增量较大, 由(5)式推得的数值误差较大, 此时应验算误差是否符合要求。

## 征 订 通 知

《粉末冶金技术》合订本 1994 年(第十二卷)合订本已装订完毕, 定价 25.00 元/册, 欢迎读者购买。另有少量第一、五、七、八卷合订本存书, 欲购从速。价格如下: 第一、五、七卷合订本 12.00 元/册, 第八卷合订本 15.00 元/册。

汇款地址: 北京永外宋家庄路 11 号 《粉末冶金技术》编辑部 邮编: 100078

《粉末冶金技术》1992 年增刊 为中国机械工程学会粉末冶金分会 30 周年学术报告会论文专辑。辑入文章 15 篇, 作者多为国内粉末冶金界知名专家和学者。文题如下: 1. 粉末冶金在国民经济中的作用; 2. 粉末冶金在机电工业和科学技术中的作用; 3. 我国粉末冶金机械零件现状; 4. 粉末冶金摩擦材料现状; 5. 我国粉末冶金电工材料的现状及展望; 6. 难熔金属及其合金材料的应用与发展; 7. 硬质合金的现状和发展; 8. 金刚石—金属工具的发展与现状; 9. 粉末冶金在核反应堆工程中的应用; 10. 航空工业粉末冶金结构材料的发展; 11. 非晶态合金粉末; 12. 精细陶瓷的现状与展望; 13. 新型粉末冶金功能材料的发展现状; 14. 粉末冶金新工艺的发展; 15. 从《粉末冶金技术》10 年看我国粉末冶金的进展。

该增刊未通过邮局征订发行, 为保持《粉末冶金技术》期刊存书的完整性, 请各图书情报馆所、科研生产单位及个人从速补购。定价: 8.00 元/册。汇款地址同上。

《1991 年全国粉末冶金学术会议论文集》(1993 年出版, 论文 156 篇, 424 页, 67 万字) 为满足广大读者的要求, 现决定七折优惠供应该书, 现价 15.00 元/册(含邮资)。购者请汇款至:

北京市学院南路 76 号 中国金属学会粉末冶金学会 收款人: 丁重生 邮编: 100081  
北京永外宋家庄路 11 号 《粉末冶金技术》编辑部 邮编: 100078