

阀门金属材料工艺消耗定额的制定

大连船用阀门厂 单广文

TH134

A

摘要 研究了用数学模型制定金属材料工艺消耗定额标准的方法,建立了典型数学模型和通用数学模型。

关键词: 阀门 材料利用率 标准

一、现状

目前,多数阀门厂没有完整的金属材料工艺消耗定额标准,而金属材料消耗在阀门成本中占有较大比重。阀门原材料工艺消耗定额是指在一定生产条件下,制造阀门需要消耗材料的数量,即构成产品实体所需的材料数量和制造过程中必要的工艺性消耗。它包括:下料的锯口,切割口,减轻孔,卡头,加工余量,装配余量,锻造切割损耗、烧损和铸造的不可回收损耗等。下料和制造过程以外的材料消耗,材料流通过程中的损耗和为制造产品而准备的工装和胎具的材料消耗均未包括在定额之内,对于材料规格供应而产生的材料代用等所造成的不合理消耗也未包括在定额之内。

二、建立数学模型

材料定额的基本结构是

定额 = 零件净重 + 工艺消耗

通过对制造的阀门用实际称重和理论计算的方法获得净重,进行分析比较,并按照有关定额规定,取得这批阀门工艺消耗定额的数据。由此研究阀门的工艺消耗定额,计算简便,数据准确。

1. 方法

金属材料工艺消耗定额标准的数学模型是将任何一种阀门产品(零部件),在生产过程中出现的金属材料的消耗同各种影响因素存在的固有的函数或相关关系,用数学表达式表示出来。在船用阀门的标准中,各种阀门与工艺材料

消耗量都存在函数或相关关系。这些关系的存在使我们能够将它们之间的内在规律用数学模型描述出来。

例如:对外螺纹青铜截止止回阀(按 GB596—83 制造),经过称重和计算得出每组阀所需不同类型材料的消耗定额(表 1)。

表 1 所需铸铜材料

D_N (mm)	10	15	20	25	32
工艺定额 (kg)	1.8	2.5	3.0	3.2	4.8

从表 1 可以看出,阀门的公称通径同材料消耗存在一种固有的函数关系,即通径愈大,材料消耗量愈大。将此表简化为数学模型,即

$$G = 0.136D + 0.45$$

式中 G ——金属材料工艺消耗定额,kg

D ——公称通径,mm

船用阀门的品种规格有 5000 多种,如截止阀、截止止回阀、止回阀、旋塞阀、安全阀、减压阀、闸阀、球阀、蝶阀及诸多的管系附件。主要是选好阀门的品种、材料及规格等。

2. 分析

任何一种阀门产品在生产过程中材料消耗量和公称通径等因素都存在待定的函数或相关关系。函数关系是影响阀门材料消耗定额的某一因素量(公称通径)确定之后,便有一个材料消耗量与之相对应。相关关系则不同于函数关系,阀门通径与材料消耗量都是随机变量。当某一因素量确定之后,材料消耗量并不确定,出现的是一种概率分布,这种分布通过散点图可以

表示它的形状、趋势和特点。因此,在实际工作中,首先将取得的原始数据(通过零部件的实际称重而得)通过平面直角坐标系,用描点作图法进行分析,或者通过相关分析确定线性关系。无论用哪种方法分析,常见的图象及相应的数学表达式如下(图1)。

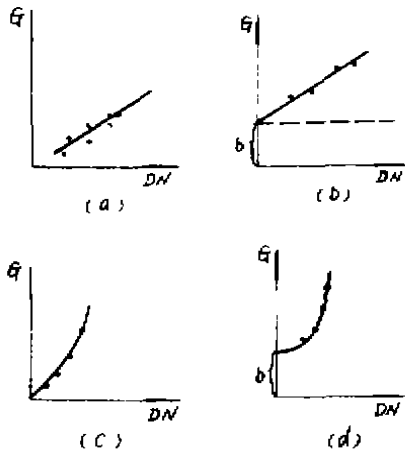


图1 常见图象

a. $G=aD$ b. $G=aD+b$ c. $G=aD^2$ d. $G=aD^2+b$

3. 建立数学模型

按特定的典型条件下的金属材料工艺消耗定额建立的数学模型不具备通用性,引入各种校正系数后,通用性就充分体现出来,即

$$G_{\text{定}} = G_{\text{典}} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot \dots \cdot K_n$$

式中 K_1, K_2, \dots, K_n 指材料、结构形状等系数。

综上所述,阀门金属材料工艺消耗定额标准的建立要考虑的方面很多,其中最关键的问题在于判定线性与非线性关系和函数与相关关系之后,数学模型中的系数(或回归系数) a, b 如何求解。下面,以常见的几种情况为例,进行直线与曲线关系的数学模型建立。

(1) 呈直线关系的数学模型

一般方程为 $G=aD+b$

这种图形的特点是呈直线趋势,是阀门材料消耗定额标准中经常出现的一种类型。求解系数 a, b 时,可采用数学分析中的图解法、三角函数法和分组平均待定系数法等。对于相关显

著的直线趋势类型,可灵活地使用图解法与三角函数法求解系数。系数 b 可直接从坐标图上查出,系数 a 则采用公式 $a=(G_1-b)/D$ 或 $a=(G_1-G_2)/(D_1-D_2)$ 求解,式中 G_1, G_2, D_1, D_2 为坐标值。

以表1外螺纹青铜截止止回阀为例,方法如下:

①作图

由图可见,图形呈直线(图2)。

②求系数

$$a = \frac{G_1 - G_2}{D_1 - D_2} = \frac{4.8 - 1.8}{32 - 10} = 0.136$$

b 用图解法解为 0.45。



图2

建立的典型数学模型为

$$G = 0.136D + 0.45$$

(2) 呈近似直线关系的数学模型

首先进行相关分析,以此判断线性关系 相关系数

$$r = \frac{S_{DG}}{\sqrt{S_{DD} \cdot S_{GG}}}$$

$$S_{DG} = \sum DG - \frac{\sum D \cdot \sum G}{n}$$

$$S_{DD} = \sum D^2 - \frac{(\sum D)^2}{n}$$

$$S_{GG} = \sum G^2 - \frac{(\sum G)^2}{n}$$

若 $r=1$,表明正强相关,呈直线关系。

若 $0 < r < 1$,表明正相关,呈近似直线关系。

若 $r=0$,表明两种情况,一种是非线性相关,另一种无关。

若 $-1 < r < 0$,表明负相关,呈近似直线关

系。

若 $r = -1$, 表明负强相关, 呈直线关系。

在求出 r 值并判定是线性关系后, 将原始数据分为两组, 建立方程, 用分组平均待定系数法求解系数 a, b 。

方程为

$$\begin{cases} \Sigma_1 G = a \Sigma_1 D + nb \\ \Sigma_2 G = a \Sigma_2 D + nb \end{cases}$$

$$\begin{aligned} \text{则} \quad a &= \frac{\Sigma_2 G - \Sigma_1 G}{\Sigma_2 D - \Sigma_1 D} \\ b &= \frac{\Sigma_1 G - \frac{\Sigma_2 G - \Sigma_1 G}{\Sigma_2 D - \Sigma_1 D} \Sigma_1 D}{n} \end{aligned}$$

以表 1 数据为例, 求解计算, 建立数学模型。

①相关分析, 求解相关系数 r (表 2)

表 2

n	D	G	$D \cdot G$	D^2	G^2
1	15	2.5	37.5	225	6.25
2	20	3.0	60	400	9
3	25	3.2	80	625	10.24
4	32	4.8	153.6	1024	23.04
ΣA	92	13.5	331.1	2274	48.53

$$S_{D \cdot G} = \Sigma D \cdot G - \frac{\Sigma D \cdot \Sigma G}{n} = 20.6$$

$$S_{D \cdot D} = \Sigma D^2 - \frac{(\Sigma D)^2}{n} = 158$$

$$S_{G \cdot G} = \Sigma G^2 - \frac{(\Sigma G)^2}{n} = 2.97$$

$$r = \frac{S_{D \cdot G}}{\sqrt{S_{D \cdot D} S_{G \cdot G}}} \approx 0.951$$

$\because 0 < r \approx 0.95 < 1$, 是正相关, 呈近似直线。

\therefore 一般方程应建立为 $G = aD + b$

②采用分组平均待定系数法, 求 a, b

将表 1 分两组建立方程组

$$\begin{cases} 2.5 = 15a + b \\ 3.2 = 25a + b \\ 3 = 20a + b \\ 4.8 = 32a + b \end{cases}$$

总方程组

$$\begin{cases} 5.7 = 40a + 2b \\ 7.8 = 52a + 2b \end{cases}$$

解方程组得

$$a = 0.175 \quad b = -0.65$$

③建立数学模型

经验证

$$D \leq 20 \quad G = 0.175D$$

$$D > 20 \quad G = 0.175D - 0.65$$

(3)呈近似二次函数曲线关系的数学模型一般表达式

$$G = a + bD + cD^2$$

用下列方程求解系数 a, b, c

$$\begin{cases} an + b\Sigma D + c\Sigma D^2 = \Sigma G \\ a\Sigma D + b\Sigma D^2 + c\Sigma D^3 = \Sigma D \cdot G \\ a\Sigma D^2 + b\Sigma D^3 + c\Sigma D^4 = \Sigma D^2 \cdot G \end{cases}$$

以 GB11691-89 铸钢吸入通海阀铜型金属材料工艺消耗定额标准为例 (表 3), 求解计算, 建立数学模型。

表 3

DN (mm)	100	125	150	200	250	300	350	400
工艺定额 (kg)	1.6	2	2.3	4.6	6.7	9	14	17

①作图, 进行回归分析, 判定近似二次曲线 (图 3)。



图 3

②按最小二乘法建立方程

判定近似二次曲线, 应用假零点计算方法, 取中间项为假零点。

$$\text{本例} \quad D_4 = 200 \quad G_4 = 4.6$$

$$\text{规定} \quad D_i = D - D_4 \quad G_i = G - G_4$$

则表 3 数据改为表 4 所示。

表 4

DN (mm)	-100	-75	-50	0	50	100	150
工艺定额 (kg)	-3	-2.6	-2.3	0	2.1	4.4	9.4

建立待定方程组为

$$\begin{cases} 7a + 75b - 53125c = 8 \\ 75a + 53125b + 2953125c = 2565 \\ 53125a + 2953125b + 750390625c = 210375 \end{cases}$$

用行列式解方程组为

$$\begin{cases} a = -0.457 \\ b = 0.04 \\ c = 0.00015 \end{cases}$$

数学模型为

$$G - 4.6 = 0.457 + 0.04 \times (D - 200) + 0.00015 \times (D - 200)^2$$

化简得:

$$G = 0.00015D^2 - 0.02D + 2.143$$

③建立数学模型

$$G = 0.00015D^2 - 0.02D + 2.143$$

三、数学模型工艺消耗定额标准的修改

随着先进技术和工艺的发展,改进设计和

⑥ 15-17

平板阀, 蝶阀, 球阀, 导轨槽, 铣削
平板阀阀体 导轨槽的加工

铁岭阀门厂 魏文军 范洪刚 刘 瑜

TH134

1. 前言

用于上海市污水工程的平行式单闸板闸阀(Z7.43T-6),公称通径为DN2000mm,其阀体是闸阀的主体件(图1),材质为QT450-10A。闸板的导轨槽位于2910×2140×252mm的阀体腔内,槽长为1500mm,槽底长2500mm,槽宽130mm,槽深70mm,表面粗糙度R_a值为6.3μm,两槽底间距为2280mm。另外,中口端面与导轨槽槽底面有垂直度(≤0.25mm)的要求,两密封面对导轨槽有对称度(≤0.20mm)的要求。由于阀体内腔狭窄,导轨槽的加工有一定的困难,选取通用铣床、刨床和插床等设备无法加工。为此,经反复研究和多种方案的可行性分析,拟定利用C5280Q立式车床并设计专用的铣削装置完成导轨槽的加工。

2. 铣削装置的结构及工艺过程

工艺,简化产品结构,生产管理的现代化,原有的材料消耗降低。因此,对金属材料工艺消耗定额标准要进行修改,若用以往办法,5000多种规格修改量是很大的,需要逐个修改,若采用数学模型化的定额标准,修改时只需调整模型中的回归系数即可,工作效率成倍提高。

例如对GB596-83外螺纹青铜截止止回阀工艺消耗定额标准压缩10%,采用数学模型法后,则将原数学模型 $G = 0.136D + 0.45$ 中系数加以调整,即 $G = (0.136D + 0.45)(1 - 10\%)$,则修改后的数学模型为 $G = 0.1224D + 0.405$ 。

由上所述,根据现代化管理数学中的数理统计和数学分析的原理,探讨建立了金属材料工艺消耗定额的数学模型。经过初步探讨,工艺消耗定额标准应用于电子计算机是可行的,计算的准确程度以及工作效率有明显提高,同时可减轻此项工作编制人员的繁杂劳动。并向现代化管理的方向迈进。取得更准确的数据。

专用铣削装置(图2)由定位胎、支承架、滑枕、溜板、铣削动力头、9Z-60传动头和进给箱

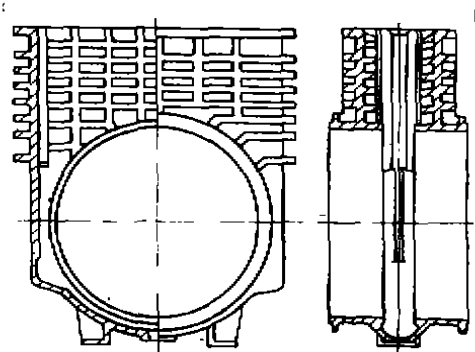


图1 阀体

等组成。阀体靠定位胎定位并固定在立车的工作台上。滑枕由立车刀架带动送入阀体内,固定