

内部参考资料

技术经济设计表格的编制

——西德工业标准VDI2225第二分册——

与

价值分析中的对比计算

——西德工业标准VDI2802——

沈烈初译

沈烈初
PDC

目 次

技术经济设计表格的编制——西德工业标准 VDI2225 第二分册

说 明	(1)
4.1 技术经济特性参数	(3)
4.1.1 材料类别：钢和铁	(3)
4.1.2 材料类别：非铁金属和重金属	(25)
4.1.3 材料类别：非金属和轻金属	(37)
4.1.4 材料类别：非金属	(59)
4.2 按百分数表示的材料费用部分（标准值）	(63)
4.2.1 大型机械制造及强电流技术	(63)
4.2.2 精密、电讯、调节及测试技术	(64)

价值分析中的对比计算——西德工业标准 VDI2802

1. 引 言	(65)
1.1 概 论	(65)
1.2 对比计算的基础	(65)
2. 对比计算的 建议	(65)

技术经济设计表格的编制

(西德工业标准VDI2225第二分册)

说明

在VDI2225第一分册中详细叙述了技术经济设计的基础,并用不同技术部门的许多例子作了阐明。第一分册中包含了下列章节:

1. 经济的基本概念
2. 整台产品的设计
3. 零件和简易工业产品尺寸的确定(计算尺寸规则)

为了使用该分册中所介绍的方法,设计者还需要一些包含着技术经济特性参数的表格,特别是相对材料费用 K_v^* (第4.1节)及不同产品类型用百分数表示的材料费用部分 M' (第4.2节)。

借助于相对材料费用 K_v^* ,可以用很简单的方式确定材料费用;用百分数表示的材料费用部分 M' 是为了估计整台工业产品的制造费用的。

从毛材料体积 V_b ,近似地计算出毛材料费用 W_b ,是采用在第1章中引用的公式(1.01)

$$W_b = V_b \cdot K_v$$

式中 $K_v = K_v^* \cdot K_{v_0}$ (4.01)

而 $K_{v_0} = K_{G_0} \cdot e_0$ (4.02)

在上述公式中 K_v 表示与体积相关的单位体积材料费用; K_{v_0} , K_{G_0} 及 e_0 分别表示基准材料(热轧圆钢USt37-2,中等尺寸 $\phi 35$ 至100毫米,尺寸公差按照DIN1013规定,基准重量为1000公斤)的单位体积材料费用,每公斤价格及比重。这个 K_v^* 值表示体积相等情况下,一种材料比圆钢USt37-2贵多少倍。因此圆钢的 $K_v^* = 1$ 。

任何一种材料的 K_v^* 值都可由下式算出

$$K_v^* = \frac{K_v}{K_{v_0}} = \frac{K_G \cdot e}{K_{G_0} \cdot e_0} \quad (4.03)$$

K_G 及 e 表示任一种材料的每公斤价格及比重。

反过来从表中的 K_v^* 值,可根据下列的关系式,计算出单位重量的材料费用

$$K_G = K_v^* \frac{K_{v_0}}{e} \quad (4.04)$$

为对设计草图作经济性评价,在相当长的一段时间中可把根据经验取得的 K_v^* 值可作为常数来考虑。因为表格的编制是给设计者用来作经济性对比研究用的,而不是实际计算的依据,因此相对材料费用有一些小变动也无足轻重。决定性的计算依据是当时的有效重量(公斤)乘价格 K_{G_0} 。现在编制的表格中确定 $K_{G_0} = 0.81$ 马克/公斤(以1000公斤的出厂价作为基准)。因此

$$K_{v_0} = 0.81 \cdot 7.85 \cdot 10^3 \text{ 马克/米}^3$$

$$K_{v_0} = 6.4 \cdot 10^3 \text{ 马克/米}^3$$

$$\cong 6.4 \cdot 10^{-3} \text{ 马克/厘米}^3 \text{ *}$$

表格中包含了近800种半成品和铸件的 K_v^* 值以及相关的一些技术数据;其它材料的数值可根据需要按公式(4.03)算出。

铜及铜合金的 K_v^* 值是按500马克/100公斤的金属标价作为依据的。铜基的变化很大。如果含铜比例不同,费用区别也就很大,因此在对比两个设计方案时必须考虑到材料含铜比例的差别。

按材料类别可将表格区分为:

4.1.1 钢和生铁

4.1.2 非铁金属和重金属

*) 在公式(4.01)至(4.04)中是采用国际标准单位(公尺及公斤),故得出用马克/米³为计算单位的 K_v 值和用马克/公斤为计算单位的 K_G 值。为了使所求得的材料费用更精确一些,体积 V_b 用厘米³来计算,则计算出来的 K_v 值的单位为马克/厘米³,因此必须乘上 10^{-6} 来换算。

4.1.3 非铁金属和轻金属

4.1.4 非金属

为了便于找出所需的材料,在相应表格的前面,用简图表示出每一种材料的形状(圆形,扁平,板材等)以便容易识别,同时给出所属的DIN尺寸公差。

表格的第一栏中包括目前一般材料的标记及相应的DIN材料标准和钢铁材料手册编号。材料的特殊性能的重要说明用脚注出。为了使设计者便于绘制草图,在第2到6栏中列入了重要的技术数据,如比重 e ,断裂强度 δ_B ,或断裂弯曲强度 δ_{bb} ,屈服点 δ_s 及弹性模数 E 。DIN尺寸及材料标准的说明使设计者有可能很快得到其它技术数据。

K_v^* 值是按“小”、“中”、“大”尺寸给出的(栏7及8)。在“小”尺寸范围内的 K_v^* 值变化很大,因此不确定尺寸范围,而仅给出最小尺寸。如尺寸比给出的最小尺寸更小,则要预计到 K_v^* 值要增大很多,因此建议索取专门的报价。在铸件、压铸件及模锻件方面,除了重量之外,其复杂程度与批量对 K_v^* 值的影响也很大。为了近似地考虑这种影响,在有关的地方(栏8中)将其 K_v^* 值按照重量、复杂程度与批量列在表中。但在有些情况下,铸件及模锻件费用起决定性影响,则要索取的专门报价。

材料费用是按1000公斤的出厂价格作为基准数量求出来的。当重量小于上述基准时,根据不同类别的材料,其费用要高得多。非合金

结构钢,一般来说其基准重量可大一些,例如按10吨计算,则其 K_v^* 值可降低10%左右。板材在表格中的尺寸是1000×2000毫米。在规范中仅列出常用畅销的材料形状。应该指出,通过采用成型(开式或闭式)的材料(特别是轻金属方面),可以节约加工工资,尽管材料费增加一些,但制造费用却可降低。


与材料及尺寸相关的 K_v^* 值一目了然地列在表中,使设计者很容易识别在什么地方选用什么合适的材料与形状便有可能节约费用。因此促使设计者向制造厂提出询问以便获得这个表中没有列出的进一步的资料。

在VDI2225第一分册第1节中所导出的下列公式

$$H = \frac{M}{M'} - 100\% \quad (1.21)$$

可用来计算整套工业产品的制造费用。式中, M 表示包括材料管理费用在内的材料费用, M' 表示所提到的产品类别按百分数表示的材料费用部分。现有产品的进一步发展,设计者一般可以从财会部门取得其 M' 值。

新发展产品时,建议由财会部门对所遇到的 M' 值进行计算。另外一个辅助手段是利用表4.2.1及4.2.2。在表格中列出了按照百分数逐渐减小的 M' 标准值。人们可由此找到结构和制造方法与新研制的产品可能相似的某种产品或某组产品。如需要的话,也可以按照公式(1.31)及(1.32)进行计算。


渗碳钢 ⁴⁾		DIN17210	7.85	590-890 590-890 640-1190 780-1280 1080-1480	355-440 355-440 400-635 450-685 685-835	14-12 14-12 11-9 10-8 8-7	215	6	d=a 30	1.3 2.7 3.0 3.4 3.6	1.1 1.4 1.7 2.1 2.3	-
C15	1.0401											
Ck15	1.1141											
16MnCr5G	1.7131											
15CrNi6G	1.5919											
18CrNi8G	1.5920											
耐热钢 ⁵⁾												
24CrMo5V	1.7258	DIN17240	7.85	590-740 690-840	440 540	18 17	210	6	d=a 35~ 100	3.3 1.4	2.0 2.9	2.1 3.0
21CrMoV511V	1.8070	W550										
热轧圆钢 ²⁾ 尺寸标准DIN1013 												
高耐热钢 ⁵⁾												
×22CrMOV121V	1.4923	W670	7.7	780-930	590	14	220			9.7	5.1	5.5
×8CrNiNb1613	1.4961		7.8	510-690	205	35	200			16.0	9.2	9.8
不锈钢												
×20Cr13	1.4021	DIN17440	7.7	640-940	440-540	18-8	210			6.0	3.2	3.4
×22CrNi17	1.4057		7.7	780-930	590	14-4	210			8.0	4.0	4.3
×10CrNiTi189 ³⁾ , ⁶⁾	1.4341		7.8	490-740	195-205	40-35	203			11.5	5.8	6.3
淬火												

*) 单位体积材料
费用
 $k_v = k_v \cdot k_{v0}$
见说明中的公式
(4.01)及(4.02)

1) 所给出的强度值仅保证适用于一定的尺寸范围, 见DIN质量标准;
2) 对 $\phi 160-200$ 的锻件来说, 非合金钢的 k_v *值要高约25%, 合金钢的 k_v *值要高约12%;
3) 适用于焊接;
4) 强度值适用于芯部材料的小型及中型尺寸范围的圆试样淬火截面, 见DIN质量标准;
5) 在20℃时的强度, 较高温度时耐久强度是决定性的;
6) 在淬火状态不硬化。

4.1. 技术经济特性参数

4.1.1. 材料类别: 钢和铁

1		2		3		4		5		6		7			8			
材		料		材		料		数		据 ¹⁾		尺			相			
名	称	质量标准	Q	σ_B	σ_S	δ_5	E	小	中	大	小	中	大	小	中	大	相对材料费用*	
简称	材料号	SE-材料	公/米 ³	牛/毫米 ²	牛/毫米 ²	(%)	牛/毫米 ²	牛/毫米 ²	牛/毫米 ²	牛/毫米 ²	牛/毫米 ²	牛/毫米 ²	牛/毫米 ²	牛/毫米 ²	牛/毫米 ²	牛/毫米 ²	牛/毫米 ²	Kv*
非磁化钢			$\times 10^3$		最少	最少	$\times 10^3$											
$\times 40 \text{ Mn Cr18}^{7)}$ 淬火冷成型	1.3817	W390	7.9	740-890 830-1180	295 490-885	45 45-20	195	6	$d =$ 35~100	160~ 200	5.4	4.1	4.2					
 热轧方钢 尺寸标准 DIN1014																		
高耐热钢 ⁵⁾		W670	7.7 7.8	780-930 510-690	590 205	14 35	220 200				10.5 17.1	5.5 9.8	5.8 10.4					
不锈钢		DIN17440	7.7 7.7 7.8	640-940 780-930 490-740	440-540 590 195-205	18-8 14-4 40-35	210 210 203	6	$a =$ 35~100	150	6.7 9.1 12.8	3.6 4.8 6.6	3.8 5.0 7.0					
非磁化钢		W390	7.9	740-890 830-1180	295 490-885	45 45-20	195				5.4	4.1	4.2					
$\times 40 \text{ Mn Cr18}^{7)}$ 淬火冷成型	1.3817																	

I 型 钢 热 轧 I 字 钢 尺 寸 标 准 DIN1025	DIN17100	7.85	360-440 510-610	215-235 335-355	25 22	215	80 40	I 120 L 100	280 240	1.1 1.2	1.0 1.1	1.1 1.0	1.1 1.0
L 条 钢 热 轧 L 钢 尺 寸 标 准 DIN1028/1029	DIN17100	7.85	360-440	215-235	25	215	20×20 30×20	L 45×45 45×30	120×120 150×75	1.1	1.0	1.0	1.0
T 尺 寸 标 准 DIN1024	DIN17100	7.85	360-440	215-235	25	215	30	T 50	100	1.1	1.0	1.0	1.0
普通结构钢													
普通结构钢	DIN1652	7.85	330-440 460-590	195-215 255-275	25 20	215	2	d = 20~ 50	100	28 29	1.6 1.7	1.7 1.8	1.8

*) 单位体积材料费用
 $K_v - K_v^* \cdot K_{vo}$
 见说明中的公式(4.01)及(4.02)

1) 给出的强度值仅保证适用于一定的尺寸范围, 见DIN质量标准;
 2) 适用于焊接;
 3) 强度值适用于芯部材料的小型及中型尺寸范围的圆片淬火截面, 见DIN质量标准;
 4) 在20°C时的强度, 较高温时耐久强度是决定性的;
 5) 在淬火状态不磁化;
 6) 导电率最大约为1.03高斯/奥斯特, 导电性能在20°C时为1.4米/Ω毫米²;
 7) DIN671KV⁶值高0.06.

普通结构钢		DIN 1652	7.85	330-440 460-590	195-440 255-275	25 20	215	8	$\alpha =$ 20	80	2.3 3.65	1.6 1.8	1.9 2.1
易切削钢		DIN 1651	7.85	340-350 350-370 570-700 630-790 740-990	195-225 205-235 305-335 335-365 450-570	25 23 14 9 11-7	210				3.0 2.7 3.1 3.2 3.25	1.95 1.9 2.1 2.2 2.25	2.35 2.3 2.35 2.5 2.55
优质钢		DIN 1652	7.85	490-590 540-790 690-840 690-1040	275 325-410 380 430-560	22 20-16 15 15-12	215				2.65 2.8 2.7 2.85	1.8 1.95 1.9 2.0	2.1 2.2 2.15 2.3
非磁化钢		W 390	7.9	830-1030	约390	约40	195	8	$a =$ 20	80	10.6	7.8	7.0
弱磁性钢		DIN 17405	7.7~ 7.55					-	$a =$ 10	36	-	40	4.2
RSi 48 ^{o)}													

*) 单位体积材料费用
 $k_v = k_v^* \cdot k_{v0}$
 见说明中的公式
 (4.01)及(4.02)

1) 给出的强度值仅保证适用于一定的尺寸范围, 见 DIN 质量标准;
 2) 适用于焊接;
 3) 导磁率最大约为1.03高斯/奥斯特, 导电性能在20℃时为1.4米/Ω毫米²;
 4) 矫顽磁场强度 $H_c \leq 0.48$ 安/厘米。

冷拔板材



尺寸标准 DIN174

普通结构钢

St 37 - 2 K + G³⁾
St 37 - 2 K
St 60 - 2 K + G
St 60 - 2 K

1.0161
1.0161
1.0543
1.0543

DIN 1652

7.85
330-140
390-840
560-710
620-1090

195-215
235-410
295-315
345-665

25
12-7
15
9-5

215

5 × 2

b × s =
40 × 8

100 × 30

3.1
2.9
3.6
3.41.8
1.65
2.1
1.91.9
1.75
2.2
2.05

易切削钢

9 SMn 28 K + N
45 S 20 K + N

1.0715
1.0727

DIN 1651

7.85
350-370
570-700

205-235
305-335

23
14

210

7 × 2
14 × 10b × s =
40 × 8

100 × 20

3.1
2.82.4
2.552.55
2.8

非磁化钢

× 40 Mn Cr 18⁷⁾

1.3817

W 390

7.9
830-1030

约 390

约 40

195

10 × 3
40 × 8b × s =
40 × 8

100 × 20

8.7

7.8

7.6

弱磁性钢

TR Si 48⁸⁾

1.3840

DIN 17405

7.7~
7.55

-

b × s =
80 × 10
20 × 4

-

4.3

4.6

¹⁾ 给出的强度值仅保证适用于一定的尺寸范围。见 DIN 质量标准；

³⁾ 适用于焊接；

⁷⁾ 导电率最大约为 1.03 高斯 / 奥斯特，导电性能在 20℃ 时为 1.4 米 / Ω 毫米²；

⁸⁾ 矫顽磁场强度 $H_C \leq 0.48$ 安 / 厘米。

^{*}) 单位体积材料费用
 $k_v = k_v^* \cdot k_v^0$
 见说明中的公式
 (4.01) 及 (4.02)

4.1. 技术经济特性参数

4.1.1. 材料类别: 钢及铁

1		2		3		4		5		6		7		8	
材		料		材		料		数		据 ¹⁾		尺		相	
名	称	称	材料号	质量标准 SE-材料	Q 公/米 ³	σ_B 牛/毫米 ²	σ_s 牛/毫米 ²	δ_5 (%)	E 牛/毫米 ²	小	中	大	小	中	大
简				SE-材料	斤 $\times 10^3$	牛/毫米 ²	牛/毫米 ²	(%)	顿/米 ² $\times 10^3$	0.5	1.0	2.75	1.25	1.15	1.15
薄板(冷轧或热轧)							最少	最少							
尺寸标准DIN1541															
软 钢 ¹¹⁾															
USt1203	1.0330			DIN1623 第一分册	7.85	260-400	275	28	215				1.25	1.15	1.15
USt1303 ¹⁰⁾	1.0333					260-360	245	32					1.3	1.2	1.2
普通结构钢 ¹¹⁾															
USt37-2 ³⁾	1.01123			DIN1623 第二分册	7.85	360-440	215	18	215				1.25	1.15	1.15
RSt42-2 ³⁾	1.01326					410-490	235	16					1.3	1.2	1.2
St52-3	1.08416					510-610	355	16					1.4	1.3	1.3
耐高温钢 ¹²⁾															
X10CrAl7	1.4713			W470	7.7	440-590	245	20	210				-	5.3	4.4
X10CrAl24	1.4762				7.6	490-640	295	10					-	8.5	7.0
不 锈 钢 ¹²⁾															
X22CrNi17	1.4057			DIN17440	7.7	780-930	590	14-4	210						
X10CrNiTi189 ^{3) 6)}	1.4541				7.8	490-740	205	40-35	203						
X10CrNiTi189 ¹¹⁾	1.4541												7.0	6.1	4.7

热轧中型板

尺寸标准 DIN1542



普通结构钢

USt37-2 ³⁾	1.0112	DIN17100	7.85	360-440	235	25	215			1.05	1.05	1.05
St37-3 ³⁾	1.0116			360-440	235	25				1.15	1.15	1.15
USt42-2 ³⁾	1.0132			410-490	255	22				1.1	1.1	1.1
St52-3	1.0841			510-610	355	22				1.2	1.2	1.2

耐热钢⁵⁾

13CrMo44	1.7335		7.85	430-550	305	1000/ σ_B	210			2.8	2.8	2.6
10CrMoV910	1.7380			440-590	265					3.8	3.8	3.6

高耐热钢

X22CrMoV121V	1.4923	W670	7.7	780-930	590	14	220			8.1	8.1	7.9
--------------	--------	------	-----	---------	-----	----	-----	--	--	-----	-----	-----

耐高温钢⁶⁾

X10CrAl7	1.4713	W470	7.7	440-590	245	20	210			3.8	3.8	3.7
X10CrAl24	1.4762		7.6	490-640	295	10				6.0	6.0	5.9

不锈钢

X22CrNi17	1.4057	DIN17440	7.7	780-930	590	14-4	210			6.2	6.2	5.6
X10CrNiTi189 ^{3) 6)}	1.4541		7.8	490-740	205	40-35	203			6.6	6.6	6.5

1) 给出的强度值仅保证适用于一定的尺寸范围, 见 DIN 质量标准;

3) 适用于焊接;

5) 在 20°C 时的强度, 较高温时耐久强度是决定性的;

6) 在淬火状态不磁化;

10) 深拉质量;

11) 冷轧;

12) 热轧。

*) 单位体积材料费用

$$k_v = k_v^* \cdot k_{v0}$$

见说明中的公式

(4.01) 及 (4.02)

4.1. 技术经济特性参数

4.1.1. 材料类别: 钢及铁

1		2		3		4		5		6		7			8		
材		料		材		料		数		据 ¹⁾		尺		相			
名	称	称	材料号	质量标准	SE—材料	ρ	σ_B	σ_S	δ_5	E	小	中	大	小	中	大	
筒				SE—材料		公/米 ³	牛/毫米 ²	牛/毫米 ²	(%)	牛/毫米 ²	寸	寸	寸	相对材料费用*	K _v *		
						$\times 10^3$	牛/毫米 ²	牛/毫米 ²	最少	$\times 10^3$	小	中	大	小	中	大	
热轧粗钢板																	
尺寸标准 DIN1543																	
普通结构钢																	
Ust 37-2 ³⁾				DIN17100		7.85	360-440	235	25	215	5	S=10	-	1.05	1.05	-	
Rst 37-2 ³⁾							360-440	235	25		-	-	50	-	-	1.2	
St 37-3 ³⁾							360-440	235	25		5	10	50	1.1	1.1	1.25	
Ust 42-2							410-490	255	22		5	10	-	1.1	1.1	-	
Rst 42-5							410-490	255	22		-	-	50	-	-	1.3	
St 52-3							510-610	355	22		5	10	50	1.2	1.2	1.35	
耐热钢锅炉板 ⁵⁾																	
H1 ⁹⁾				DIN17155		7.85	340-440	205-225		210				1.5	1.3	1.3	
H111							430-520	255-275						1.6	1.4	1.4	
19Mn5							510-610	315-325	1000/ σ_s					1.7	1.5	1.5	
15Mo3							430-520	265-275						2.2	2.1	2.0	
13CrMo44							430-550	295-305			5	S=10	50	2.4	2.3	2.2	
耐高温钢																	
$\times 10$ CrAl17				W470		7.7	449-590	245	20	210				3.6	3.4	3.3	
$\times 10$ CrAl124						7.6	490-540	295	10					5.7	5.4	5.3	
不锈钢																	
$\times 2$ CrNi17				DIN17440		7.7	780-930	590	14-4	210				5.3	5.0	4.9	
$\times 10$ CrNiTi189 ³⁾ ⁶⁾						7.8	490-740	205	40-35	203				6.7	6.1	6.0	