

31-40

焊管机, 成型机, 轧制力, 功率, 传动

ERW 焊管成型力、轧制力矩
及电机功率的计算

冯世功

(陕西宝鸡石油钢管厂 721008)

TG 333.93

摘要 在国内外已有直缝焊接钢管成型力、轧制力矩的经验公式验算基础上, 结合现场数据推导出了新的经验公式, 即单架初成型力及轧制力矩、传动功率计算公式和多架水平辊轧制力、被动立辊成型力、立辊驱动力、导向环辊水平轧制成型力的计算公式, 为便于掌握这些公式, 还列出了 $\varnothing 168 \times 6, 8, 10, 13$ 焊管生产过程中的应用实例。

主题词 焊管机 成型辊 轧制参量 轧制力 轧制力矩 设计

在设计一个新成型机, 或改造旧成型机时, 关于成型力、轧制力矩及电机功率的计算, 都是设计者十分重视和关心的问题。

直缝电阻焊管成型是带钢通过各架轧机连续变形的过程, 即带钢在运动中通过若干架轧机的轧辊, 逐渐按所设计的孔型系统弯曲到理想管坯的形状。其实质是沿带钢的宽度通过各架轧辊进行有目的地弯曲变形。弯曲变形是在连续的动态中进行, 管坯是一个十分复杂的三元变形曲面。伴随着带钢横向的弯曲变形, 同时产生纵向的弯曲、拉伸、压缩及回弹, 横向的压缩、拉伸及回弹, 表面内及板厚方向的剪切变形, 以及边缘的挤压变形等。各种变形的应力状态十分复杂。此外, 由于轧辊形状、传动方式、空间位置、轧机调整、带钢几何形状的波动, 因而使许多参数及边界条件不易确定。推导一个通用的计算公式就十分困难。

然而几十年来, 国内外许多专家、学者一直不停地在这一关键问题上做了大量测试和研究工作, 推导了各种不同的计算公式, 对成型理论、生产实践起到了很大的指导作用。但

无论那种公式都不是纯理论的, 都依据测定数据作近似的修正。由于测试的条件不同, 因此各种公式只能适用于某一特定的条件, 当条件变化时, 就失去其使用价值。这样就给轧机设计造成了很大困难。随着计算机技术的飞速发展, 成型带钢三维空间的动态问题有了解决的途径, 国内外许多单位也正在从事这一问题的研究工作。展望未来有可能建立较好的分析模型和计算程序, 确定一个成型力的统一计算公式, 但目前还做不到, 因此各轧机设计单位都采用各自的经验公式进行计算。

由于设计工作的需要, 本人在计算了所能查找到的日本、前苏联及我国各种公式的基础上发现, 许多推荐公式计算结果与实际误差很大, 无使用价值。某些公式仅只适用于一定的规格范围, 使用范围太窄, 故重新推导, 并结合现场数据进行验证, 得出了新的经验公式, 它适用于 $\varnothing 60 \sim \varnothing 426$ 各种规格的焊管成型。现推荐如下, 供同行参考。

焊管成型的变形一般分初成型, 中间变形及精成型三部分, 焊成钢管以后定径。初成

* 本文公式计算沿袭传统的 kg-m 单位制, 未采用国际标准计量单位, 请读者在阅读或引用本文时按新的计量单位予以换算。——编者注

型又分主动水平轧机、被动立辊成型和排辊成型三种不同的方式,因此成型力按这几部分应当有不同的计算公式:

1 单架初成型水平轧机成型力及轧制力矩的计算

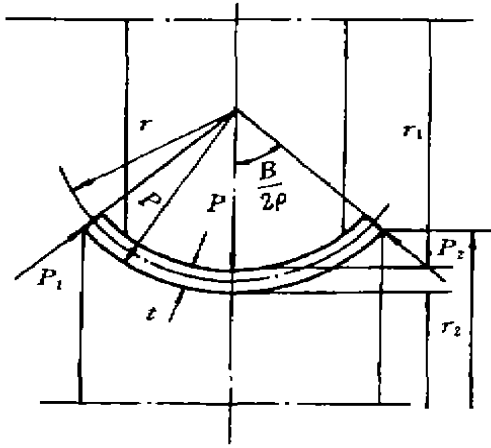


图1 带钢初成型水平轧机中的变形情况

带钢在初成型水平轧机中的变形情况如图1所示。成型力 P 新的经验公式为:

$$P = 0.072\sigma_y \cdot B \cdot t^2 \left(\frac{\sin B/2\rho}{\mu} \right) \cdot \left(\frac{4}{r} + \frac{1}{r_1} + \frac{\sin B/2\rho}{r_2} \right) \quad (1)$$

上式中: P ——成型力,kg;

σ_y ——带钢的最大屈服极限,kg/mm²;

B ——带钢宽度,mm;

t ——带钢厚度,mm;

μ ——带钢与轧辊间的摩擦系数(≈ 0.1);

r ——带钢中性层的曲率半径,mm,

$$r \approx \rho - \frac{t}{2};$$

ρ ——带钢的曲率半径,mm;

r_1 ——凸轧辊的最大旋转半径,mm;

r_2 ——管坯边缘的旋转半径,mm;

$$r_2 = \rho(1 - \cos \frac{B}{2\rho}) + r_1;$$

r_1 ——轧辊的最小半径,mm。

作用在两个轧辊上的轧制力矩:

$$M_{\text{轧}} = 2\mu \cdot P \cdot r_2, \quad \text{kg} \cdot \text{m} \quad (2)$$

2 单架水平轧机的传动功率计算

2.1 传动力矩 M 的计算:

$$M = \frac{M_{\text{轧}}}{i} + M_{\text{附1}} + M_{\text{空}} \quad (3)$$

其中: $M_{\text{轧}}$ ——作用在两个轧辊上的轧制力矩,kg·m;

$M_{\text{附1}}$ ——传到电机轴上的附加摩擦力矩,kg·m。

$$M_{\text{附1}} = M_{\text{附1}}/i \cdot \eta + M_{\text{附2}} \quad (4)$$

其中: $M_{\text{附1}}$ ——轧辊轴承摩擦力矩,kg·m。

$$M_{\text{附1}} = P \cdot d \cdot \mu \quad (5)$$

其中: P ——轧制力,kg;

d ——轧辊轴径,mm;

μ ——轧辊轴与轴承的滚动摩擦系数, $\mu=0.003$;

i ——轧辊与电机的传动比;

η ——传动效率;

$M_{\text{附2}}$ ——传动中的摩擦力矩,kg·m。

$$M_{\text{附2}} = \left(\frac{1}{\eta} - 1 \right) \frac{M_{\text{轧}} + M_{\text{附1}}}{i} \quad (6)$$

其中: $M_{\text{空}}$ ——空转力矩,kg·m。

$$M_{\text{空}} \approx \frac{0.1M_{\text{轧}}}{i} \quad (7)$$

2.2 该架轧机所需的传动功率 N (kW)

$$N = \frac{M \cdot n}{975} \quad (8)$$

其中: n ——电机的额定转速,r/min。

以上公式中的成型力是带钢由平直状态经过单架水平轧机弯曲到曲率 ρ 所需要的力、力矩和功率。然而实际生产中,带钢在第一架是由平直状态开始弯曲其后却是在前一架曲率半径 ρ 的基础上逐渐弯曲。其余各架的轧制力、力矩应如何计算?轧机的传动形式不同,一般大规格的焊管采用单独传动,小规

格焊管多用集体传动,其功率的计算又该如何考虑?下文进行详细分析。

3 多架水平轧机的轧制力、轧制力矩的计算

设初成形及中间成形有 n 架水平轧机。

首先我们可以按公式(1)算出由平板到达各架轧机变形所需的总轧制力为 $P'_1, P'_2, P'_3, \dots, P'_n$ 。

第一架轧制力 $P_1 = P'_1$,

第 n 架轧制力 $P_n = A(P'_n - P'_{n-1})$ (9)

其中: A ——弹复及张力影响系数,可取 1.1~1.2。

当按(9)式计算出 P_1, P_2, \dots, P_n 后,将该值代入(2)式求出各架的轧制力矩。同时可求出传动力矩, M_1, M_2, \dots, M_n 。

分别代入公式(8)即可求出每架的传动功率。如果是集体传动,我们可以求出总力矩,按总力矩 M 去计算功率 N 。

总力矩 $M = M_1 + M_2 + \dots + M_n$

或 $M = n \cdot M_{max}$

4 被动立辊成型力及所需推力的计算

被动立辊参与变形,这已经为广大焊管工作者所认识,特别是排辊成型轧机的广泛运用,更进一步使人们认识到研究被动立辊的重要性。立辊成型力应当怎样计算,所需要的推力应当多大,才能使生产正常进行,是轧机设计者关心的问题。然而在以往的文献资

料中找不到计算公式,现作以下推导供同行参考。

4.1 成型力的计算

带钢在被动立辊中受力情况如图2所示。

P —成型力, kg; t —带钢厚度, mm;

B —为带钢宽度, mm; ρ —曲率半径, mm; L —弦长, mm。

$$\angle AOC = \angle BOC = \frac{B}{2\rho}$$

设 M 为弯曲力矩, kg·m

$$\text{则 } M = \frac{PL}{4}$$

设 σ_s 为最大弯曲应力, kg/mm², Z 为断面系数。

在弹性变形范围内;

$$\sigma_s = \frac{M}{Z} = \sigma_y [\sigma_y \text{ 为最大屈服极限, (kg/mm}^2\text{)}]$$

由于带钢是矩形断面,所以, $Z = \frac{1}{6} Bt^2$

$$\therefore \sigma_s = \frac{PL}{4} \times \frac{6}{Bt^2}$$

$$P = \frac{2}{3} \frac{\sigma_s \cdot Bt^2}{L}$$

$$L = 2\rho \times \sin \frac{\beta}{2}$$

$$\therefore P = \frac{\sigma_s \cdot B \cdot t^2}{3\rho \cdot \sin \frac{B}{2\rho}}$$

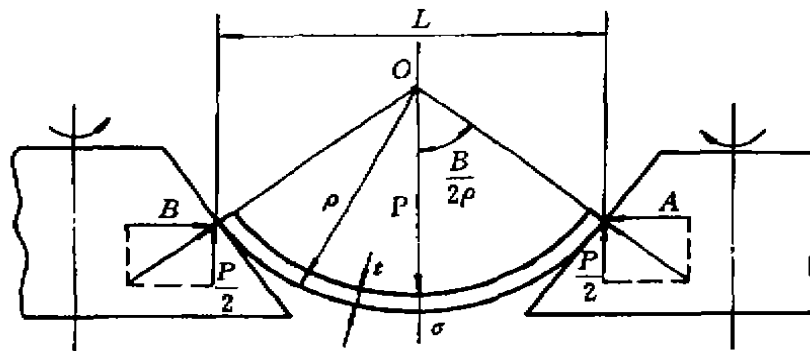


图2 带钢在被动立辊中的变形情况

在弯曲变形的条件下塑性变形应力 σ_s 大于最大屈服应力 σ_s , 若取 $\sigma_s = 1.2\sigma_s$, 代入上式得:

$$P = \frac{0.4\sigma_s \cdot B \cdot t^2}{\rho \cdot \sin \frac{B}{2\rho}}$$

为保险起见取安全系数为 1.5, 则成型力

$$P' = \frac{0.6\sigma_s \cdot B \cdot t^2}{\rho \cdot \sin \frac{B}{2\rho}} \quad (10)$$

在立辊中或排辊成形的情况下我们可以用公式(10)分别求出由平板到达各架变形立辊(或小辊)的成型力为:

$$P'_1, P'_2, \dots, P'_n.$$

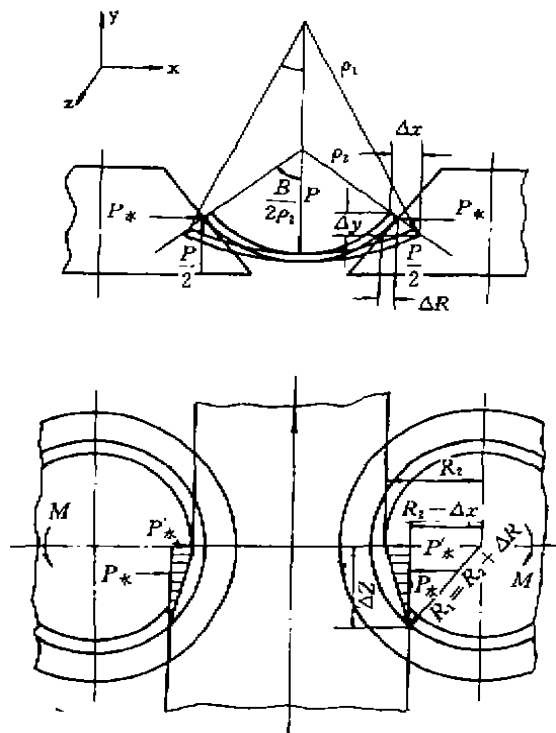


图 3 带钢在 xy 面及 xz 面变形情况

由于这些力都是从平板弯曲计算的, 因此每架立辊的真实成型力可近似看成。

$$P_n = P'_n - P'_{n-1} \text{ (排辊)} \quad (11)$$

$$P_x = (1.1 \sim 1.2)(P_n - P'_{n-1}) \text{ (立辊串)} \quad (12)$$

4.2 立辊转动所需的推力计算: 从图 3 中 XY 平面即立辊垂直断面受力情况得出: 立辊所受的水平分力为

$$P'_x = \frac{1}{2}P \cdot \text{tg} \frac{B}{2\rho_2}$$

带钢边缘由曲率半径 ρ_1 弯曲到 ρ_2 时, 沿 X 轴及 Y 轴方向的位移量为 Δx 及 Δy , 分别等于:

$$\Delta x = \rho_1 \cdot \sin \frac{B}{2\rho_1} - \rho_2 \cdot \sin \frac{B}{2\rho_2}$$

$$\Delta y = \rho_1 \cos \frac{B}{2\rho_1} - \rho_2 \cdot \cos \frac{B}{2\rho_2} - (\rho_1 - \rho_2)$$

带钢边缘沿轧辊半径位移量 ΔR 等于:

$$\Delta R = \frac{\Delta y}{\text{tg} \frac{B}{2\rho_2}}$$

以上各式中

P ——成型力, kg;

B ——带钢宽度, mm;

ρ_1 ——进入管坯曲率半径, mm;

ρ_2 ——出立辊管坯的曲率半径, mm。

从图 3 XZ 平面即带钢与立辊接触点水平断面中可看出: 弯曲成 ρ_1 的带钢经立辊弯曲到 ρ_2 是一个渐变的过程, 其水平分力为 P'_x 也由 0 增大到 P'_x 。

设带钢由 ρ_1 弯曲到 ρ_2 其边缘沿 Z 轴方向的位移量为 ΔZ , mm

$$\Delta Z = \sqrt{(R_2 + \Delta R)^2 - (R_2 - \Delta x)^2}$$

设带钢在立辊上所受的分为力的合力为 P_* (kg), 则

$$P_* = \frac{1}{2}P'_x \cdot \Delta Z / \Delta x$$

式中, R_2 为曲率半径 ρ_2 时带钢边缘与立辊接触点的立辊半径, mm。

P_* 是阻止立辊旋转的阻力, 其力臂为 L , 则

$$L = \frac{1}{3} \Delta Z$$

因此,阻止带钢前进的阻力矩, $M_{阻}$ (kg · mm) 得

$$M_{阻} = 2\rho_{*} \cdot L = \frac{2}{3} \rho_{*} \cdot \Delta Z$$

设带钢前进的推力为 F (kg), 其力臂近似为 R_2 (mm), 因此推动立辊旋转的力矩 M (kg · mm):

$$M = FR_2$$

当 $M > M_{阻}$, 带钢即可前进,

$$\text{即 } F \cdot R_2 > \frac{2}{3} P_{*} \cdot \Delta Z$$

因此立辊转动所需的推力 F (kg) 得:

$$F > \frac{2}{3} P_{*} \cdot \frac{\Delta Z}{R_2} \quad (13)$$

排辊成形时, 先分别求出各架小辊所需的推力 F_1, F_2, \dots, F_n 。

其总的推力

$$F > F_1 + F_2 + \dots + F_n \quad (14)$$

如果采用立辊串成型, 同样分别求出各架立辊所需推力其总推力

$$F > 1.2(F_1 + F_2 + \dots + F_n) \quad (15)$$

5 精成型轧制力及力矩计算

所谓精成型轧制力即管坯在导向环辊水平轧机变形时的成型力。在导向环辊中管坯的孔型如图 4 所示。管坯在导向环辊管轴辊的弯曲力和导向环的挤压力, 管坯弯曲受力情况如图 5 所示。

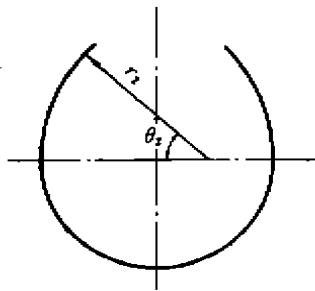


图 4 精成型管坯孔型图

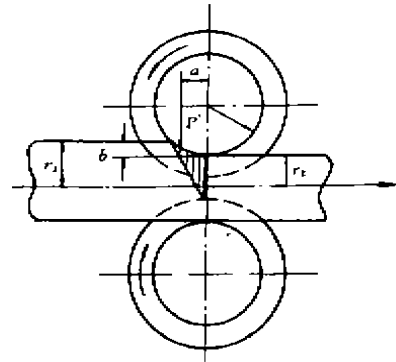


图 5 精成型管坯受轧辊作用力情况

由该图可看出管坯进入精成型轧辊后, 各点的变形力不等, 但可以看成是一个距中心线 a 点的合力 P' 。

$$P' = 2\sigma_y \cdot t \cdot a$$

导向环的挤压力 P'' 也近似地看成作用在该点。

$$P'' = \alpha \cdot \sigma_y \cdot t^2$$

故: 轧制力 $P = P' + P''$

$$P = 2\sigma_y \cdot t \cdot \alpha + \alpha\sigma_y t^2$$

式中: σ_y —— 最大屈服极限, kg/mm²;

t —— 管坯壁厚, mm;

α —— 力臂, mm;

$$\text{令 } \beta = \varphi = \frac{\alpha}{l}$$

l —— 接触弧长, mm

$$(l = \sqrt{R_{mn} \cdot b})$$

式中: b —— 管坯的下降量, mm

$$(b = r_1 \sin\theta_1 - r_2 \sin\theta_2)$$

$$\therefore \alpha = \varphi l = \varphi \sqrt{R_{mn} \cdot b}$$

式中: φ —— 力臂系数。随 l/b 的增大而减小, 一般在 0.5~0.35 之间。

α —— 挤压系数, 随壁厚的增大而减小, 一般在 2.5~5 之间。

所以轧制力 P 等于下式

$$P = 2\sigma_y \cdot t \cdot \varphi$$

$$\cdot \sqrt{R_{mn}(r_1 \sin\theta_1 - r_2 \sin\theta_2)} + \alpha\sigma_y t^2$$

(16)

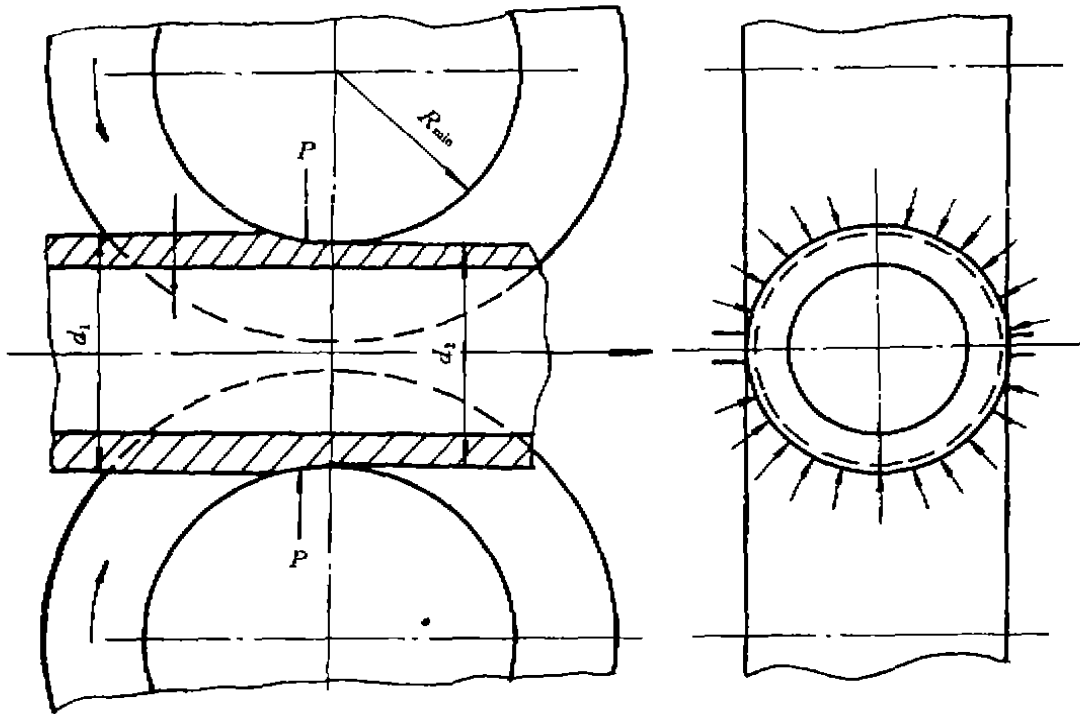


图 6 钢管在定径机中的受力情况

作用在轧辊上的轧制力矩 $M_{\text{轧}}$ (kg · m)

$$M_{\text{轧}} = P \cdot \alpha + P \cdot l \cdot \mu$$

$$\therefore l = \frac{\alpha}{\varphi}$$

$$\therefore M_{\text{轧}} = P \cdot \alpha \left(1 + \frac{\mu}{\varphi} \right) \quad (17)$$

式中: μ ——管坯与轧辊的摩擦系数, 取 0.1,

6 定径机轧制力及轧制力矩的计算

钢管在定径机中整个圆周受径向压力。我们可以合成是上下轧辊各受力 P 。这个 P 力即为我们所求的轧制力。其计算公式推荐如下:

$$P = \sigma_y \cdot t \cdot (KD_m + l) \quad (18)$$

式中: σ_y ——钢管的最大屈服极限, kg/mm²;

t ——钢管的公称壁厚, mm;

D_m ——平均直径, mm;

$$D_m = \frac{d_1 + d_2}{2};$$

d_1 ——入口管径, mm;

d_2 ——出口管径, mm; l ——接触弧长, mm;

$$l = \sqrt{R_{\text{min}}(d_1 - d_2)};$$

R_{min} ——轧辊的最小半径, mm;

K ——管径系数, $K=0.4 \sim 0.2$, 随管径的增大而减小。

作用在每个轧辊上的轧制力矩 $M_{\text{轧}}$ (kg · m), 计算公式如下:

$$M_{\text{轧}} = 2P \cdot l \quad (19)$$

7 计算实例

为便于使用以上公式, 现以直径 168mm, 壁厚 13、10、8、6mm, 材质 J-55 焊管进行计算, 其结果如下:

表 1 $\varnothing 168$ 焊管水平轧机初成型力、力矩

公式及参数		$t=13\text{mm}$	$t=10\text{mm}$	$t=8\text{mm}$	$t=6\text{mm}$
第一架 $r(r = \rho - \frac{t}{2})$	mm	501.4	502.91	503.91	504.91
第二架 r	mm	285.13	286.63	287.63	288.63
第三架 r	mm	203.22	203.72	204.72	205.72
第四架 r	mm	148.9	150.4	151.4	152.4
σ_s	kg/mm ²	56.3	56.3	56.3	56.3
B	mm	531.79	531.79	531.79	531.79
ρ_1	mm	507.91	507.91	507.91	507.91
ρ_2	mm	291.63	291.63	291.63	291.63
ρ_3	mm	208.72	208.72	208.72	208.72
ρ_4	mm	155.4	155.4	155.4	155.4
r_1	mm	350	350	350	350
r_2	mm	175	175	175	175
第一架 $r_2 = \rho(1 - \cos \frac{\beta}{2\rho}) + r_1$	mm	243	243	243	243
第二架 r_2	mm	288.1	288.1	288.1	288.1
第三架 r_2	mm	381.2	381.2	381.2	381.2
第四架 r_2	mm	290.1	290.1	290.1	290.1
μ		0.1	0.1	0.1	0.1
$P_1 = 0.072\sigma_s \cdot B \cdot t^2 \left(\frac{\sin \frac{B}{2\rho}}{\mu} \right) \cdot \left(\frac{4}{r} + \frac{1}{r_1} + \frac{\sin \frac{B}{2\rho}}{r_2} \right)$	kg	23757	13999	8948	5016
P_2'	kg	57551	33782	21506	13033
P_3'	kg	86685	63097	33111	18514
P_4'	kg	117771	69435	44300	24842
$P_2 = (P_2' - P_1) \times 1.1$	kg	37173	21761	13814	7719
$P_3 = (P_3' - P_1) \times 1.1$	kg	34247	19315	12766	7129
$P_4 = (P_4' - P_1) \times 1.1$	kg	31995	17972	12308	6961
第一架 M_{H} $M_{\text{H}} = 2\mu \cdot P \cdot r_2$	kg · m	831.5	490	313.2	176
第二架 M_{H}	kg · m	1301	762	484	270.2
第三架 M_{H}	kg · m	1199	676	447.2	249.5
第四架 M_{H}	kg · m	1120	629	430.8	243.6

表 2 初成型各架功率的计算

公式及参数		$t=13\text{mm}$	$t=10\text{mm}$	$t=8\text{mm}$	$t=6\text{mm}$
P_{max}	kg	37173	21761	13814	7719
$M_{\text{R,max}}$	kg·m	1301	762	484	270.2
d	mm	0.16	0.16	0.16	0.16
μ		0.003	0.003	0.003	0.003
$M_{\text{R1}}=P \cdot d \cdot \mu$	kg·m	17.8	10.4	6.6	3.7
i		36	36	36	36
η		0.87	0.87	0.87	0.87
$M_{\text{R2}} = (\frac{1}{\eta} - 1) \cdot (M_{\text{R1}} + M_{\text{R1}}) / i$	kg·m	5.5	3.2	2	1.1
$M_{\text{R}} = M_{\text{R1}} / i \cdot \eta + M_{\text{R2}}$	kg·m	6.1	3.5	2.2	1.2
$M_{\text{Z}} = 0.1 M_{\text{R}} / i$	kg·m	3.6	2.1	1.3	0.75
$M = M_{\text{R}} / i \cdot M_{\text{R}} \cdot M_{\text{Z}}$	kg·m	46.3	26.3	17	9.5
r		0.175	0.175	0.175	0.175
V (焊速)	m/min	20	25	30	60
$n = V \cdot i / 2\pi r$	rpm	654.8	818.5	982.2	1964.4
$N = M \cdot n / 975$	kW	31	22.5	17.1	19.2

表 3 当第二、第三架为被动立辊时成型力及所需推力的计算

公式及参数		第一架	第二架	第三架
B	mm	531.79	531.79	531.79
t	mm	13	13	13
σ_s	kg/mm ²	56.3	56.3	56.3
ρ_1	mm	507.91	507.91	507.91
ρ_2	mm	291.63	291.63	291.63
ρ_3	mm	208.72	208.72	208.72
$P' = 0.6 \sigma_s \cdot B \cdot t^2 / [\rho_n \cdot \sin(B/2\rho_n)]$	kg	11955	13166	15294
$P_n = 1.1(P'_n - P_{n-1})$	kg	11955	1332	2341
$P'_k = \frac{1}{2} P_n \cdot \tan \frac{B}{2\rho_n}$	kg	3451	860	3824
$\Delta X_n = \rho_{n-1} \cdot \sin \frac{B}{2\rho_{n-1}} - \rho_n \cdot \cos \frac{B}{2\rho_n} - (\rho_{n-1} - \rho_n)$	mm	25.4	23.4	30.8
$\Delta y_n = \rho_{n-1} \cdot \cos \frac{B}{2\rho_{n-1}} - \rho_n \cdot \cos \frac{B}{2\rho_n} - (\rho_{n-1} - \rho_n)$	mm	68	45	34.5
$\Delta R_n = \frac{\Delta y}{\tan(B/\rho_n)}$	mm	117.8	34.8	10.6
R_n	mm	175	175	175
$\Delta Z_n = \sqrt{(R_n + \Delta R_n)^2 - (R_n - \Delta X_n)^2}$	mm	88.4	96.7	116.7
$L = \frac{1}{3} \Delta Z_n$	mm	29.5	32.2	39
$P_k = \frac{1}{2} P'_k \cdot \Delta Z_n / \Delta X_n$	kg	600.5	1778	7256
$F_n > \frac{2}{3} P_k \cdot \Delta Z_n / R_n$	kg	67.5	655	3232
总推力 $F > 1.2(F_2 + F_3)$	kg	3887	3887	3887

表 4 精成型轧制力、力矩及功率计算

公式及参数		$t=13\text{mm}$	$t=10\text{mm}$	$t=8\text{mm}$	$t=6\text{mm}$
σ_y	kg/mm ²	56.3	56.3	56.3	56.3
a		2.5	3.5	4	4.5
θ_1	°	67	67	67	67
θ_2	°	84.5	84.5	84.5	84.5
r_1	mm	109.5	109.5	109.5	109.5
r_2	mm	87.34	87.34	87.34	87.34
R_{\min}	mm	175	175	175	175
$b=r_1\sin\theta_1-r_2\sin\theta_2$	mm	13.86	13.86	13.86	13.86
φ		0.4	0.4	0.4	0.4
$a=\varphi\sqrt{R_{\min}}-b$	mm	19.7	19.7	19.7	19.7
μ		0.1	0.1	0.1	0.1
$P=2\sigma_y \cdot t \cdot a+2\sigma_y t^2$	kg	52623	41887	32159	22430
$M_M=P \cdot a(1+\frac{\mu}{\varphi})$	kg·m	1296	1031.5	570.3	552.3
d	m	0.16	0.16	0.16	0.16
i		36	36	36	36
μ		0.003	0.003	0.003	0.003
η		0.87	0.87	0.87	0.87
$M_{M1}=P \cdot d \cdot \mu$	kg·m	25.3	20.1	15.5	10.8
$M_{M2}=(\frac{1}{\eta}-1)[(M_M+M_{M1})/i]$	kg·m	5.48	4.37	2.43	2.34
$M_{M3}=0.1M_M/i$	kg·m	3.6	2.86	1.58	1.53
$M_{M4}=\frac{M_{M1}}{17\eta}+M_{M2}$	kg·m	6.29	5.01	2.93	2.69
$M=M_M/i+M_{M1}+M_{M3}$	kg·m	44.01	36.51	20.35	19.56
n	r/min	1500	1500	1500	1500
$N=M \cdot n/975$	kW	68.7	56.2	31.13	30.1

表 5 定径力、力径及传动功率的计算

公式及参数		$t=13\text{mm}$	$t=10\text{mm}$	$t=8\text{mm}$	$t=6\text{mm}$
σ_y	kg/mm ²	56.3	56.3	56.3	56.3
d_1	mm	168.63	168.63	168.63	168.63
d_2	mm	168	168	168	168
R_{\min}	mm	175	175	175	175
$L=\sqrt{R_{\min}(d_1-d_2)}$	mm	10.5	10.5	10.5	10.5
$D_m=\frac{1}{2}(d_1+d_2)$	mm	168.32	168.32	168.32	168.32
k	mm	0.3	0.3	0.3	0.3

续表 5

公式及参数		$t=13\text{mm}$	$t=10\text{mm}$	$t=8\text{mm}$	$t=6\text{mm}$
$P=\sigma_v \cdot t(KD_w+t)$	kg	44643	34341	27473	20605
$M_{附1}=2P \cdot l$	kg · m	937.5	721.2	576.9	432.7
i		36	36	36	36
μ		0.003	0.003	0.003	0.003
α	m	0.16	0.16	0.16	0.16
η		0.87	0.87	0.87	0.87
$M_{附1}=P \cdot d \cdot \mu$	kg · m	21.43	16.5	13.2	9.9
$M_{附2}=(1/\eta-1)(M_{附1}-M_{附1})/t$	kg · m	3.98	3.06	2.25	1.84
$M_{附}=M_{附1}/i \cdot \eta+M_{附2}$	kg · m	4.66	3.59	2.67	2.16
$M_{sp}=0.1M_{附}/i$	kg · m	2.6	2	1.6	1.18
$M=M_{附}/i+M_{附}+M_{sp}$	kg · m	33.3	25.62	20.3	15.11
n	r/min	1500	1500	1500	1500
$N=M \cdot n/975$	kW	51.2	39.4	31.2	23.2

(收稿日期:1994-01-14)

生产镀锌钢管的方法

叙述有一面镀锌层带钢的镀锌钢管的改进制造方法。这种方法中,把钢管卷成管状,施焊成为钢管,焊缝毛刺去除后,向去除毛刺区施加一定量的酸溶液并且进行漂洗,留下无毛刺的镀锌面不动,然后,把钢管加热到一定的温度,其温度能足以使外部表面的镀层流淌,接下来再次施镀以提高镀锌表面。此外,也介绍了一种酸洗溶液装置,它是用于毛刺去除区的。

专利编号:US5035042(USA)

(金属成型文摘)(英)1991.11, Vol. 20, No. 11.

采用堆焊的不锈钢钢管的伪超声波回波源

不锈钢反应器钢管焊缝热影响区的晶粒间的应力腐蚀裂纹的发生和增长是这十多年来电气公用事业公司关心的课题。在正常维护周期内,用超声波横波可以探出这类型的裂纹,其可靠性达 80%。通常在指示性裂纹检验之后,对怀疑有裂纹的钢管只进行暂时的处置,这种处置就是焊缝金属堆焊。在钢管上施行堆焊之后,修复的这根钢管常常须进行探伤检验。这样,含有复合的弹性的非均质的显微结构的焊层就会大大地降低超声波检验的可靠性。这篇论文说明堆焊是引起这些

问题的原因。

(国际无损检测)(英)Vol. 22, No. 5, 1989, 10.

在线的 X-射线监测与红外线监测

人工进行在线制造过程的监测是相当困难的,因为人工在这种工作条件下做严密的监视工作,由于工作环境的单调乏味,工人长时期的集中精力会引起体力与视觉的疲乏,从而丧失工作警惕性,发生因产品依次很快地通过眼前而不能看到临界缺陷,引起人为的质量事故。对于这些,计算机能够帮助人们实现在线检测,或者在线扫描摄像机就很适合自动化监测,任何图线都可以借助于它再显示出来,以便快速可靠的加以判定。这里用两个应用于工业的例子来说明。首先,在线挤压成焊管过程可以实行产品 X-射线检测,管壁内部的缺陷夹杂物在通过 X-射线装置的两台线性检测仪时就可以测出。其次,红外线摄影仪进行在线带钢退火设备的监测。当钢板高速通过时,计算机对这冷却的钢板编制程序后,板材均质情况和温度就可连续测出,并做出判定。

(金属成型文摘)(英)1991.11, Vol. 20, No. 11.

(以上杨志锋摘译)