

集中差速传动张力减径机各道次壁厚计算

于俊春¹, 孟宪成¹, 岳启胜¹, 郭长武²

(1. 承德万利钢管有限公司, 河北 承德 067002; 2. 东北大学, 辽宁 沈阳 110006)

摘要: 提出了集中差速传动张力减径机各道次钢管壁厚变化的计算方法, 对照分析了理论计算与实际应用的统一性, 分析表明, 该计算方法实用可靠。

关键词: 张力减径; 道次壁厚; 计算

中图分类号: TG333.8 文献标识码: A 文章编号: 1001-2311(2000)06-0015-04

Gage Calculation of Different Passes of Centralized Differential Stretch Reducing Pipe Mill

YU Jun - chun¹, MENG Xian - cheng¹, YUE Qi - sheng¹, GUO Chang - wu²

(1. Chengde Wanli Steel Tube Co., Ltd., Chengde 067002, China;

2. Northeast University, Shenyang 110006, China)

Abstract: Described in the paper are the calculation method for gage variation during different passes of the centralized differential stretch reducing mill, and analysis of compliance of the actual data from the operation with the result from theoretic calculation. The operation result shows that the said calculation method is practical and reliable.

Key words: Stretch reducing mill; Gage variation during a pass; Calculation

0 前言

在设计张力减径机轧辊孔型时, 可根据各道次的延伸分配系数和减径率设定出各道次的钢管壁厚, 也可根据轧辊转数和张力系数计算出各道次的钢管壁厚。而用各道次的钢管壁厚, 计算各道次轧制压力等力能参数, 并用其校核孔型设计和转速给定的精度是极其必要的。因此, 找出张力减径过程中各道次钢管壁厚的精确计算方法, 是孔型设计及工艺参数设定的关键步骤之一。单独传动的张力减径机道次壁厚的计算方法已有很多文献介绍, 本文仅介绍双电机集中差速传动张力减径机的道次壁厚计算方法。

1 差速传动张力减径道次壁厚变化的计算

在孔型尺寸确定后, 成品钢管的外径尺寸也就被确定。在主轴电机转速给定的情况下, 各道次的

轧辊转数便随之确定, 各道次的张力大小也就相应地确定。但是, 各道次张力系数究竟是多少, 则需计算才能得出。

我们采用的计算方法是: 首先根据给定的主辅电机转速折算出各道次轧辊转速(公式 1), 然后设定各道次张力系数。由于孔型尺寸是一定的, 所以设定好各道次的张力系数后, 根据公式(2, 3)可以计算出各道次轧辊的工作直径和各道次轧后的钢管壁厚。据此, 可以计算出各道次钢管的延伸系数和出口速度(公式 4), 然后再根据出口速度和轧制直径计算各道次轧辊转数(公式 5)。如果设定的张力系数不合适, 那么, 计算出的轧辊转数与根据主、辅电机转数折算出的轧辊转数就会出现差值。此时, 可采用各道次转数差的绝对值之和作为是否终止计算的判断依据。如果此数值达到足够小, 便可以终止计算。图 1 为用计算机进行道次壁厚计算的框图。

1.1 轧辊设定转数的折算公式

轧辊设定转数的折算公式为

于俊春(1966-), 男, 河北承德人, 硕士, 工程师, 主要从事钢管生产技术工作。

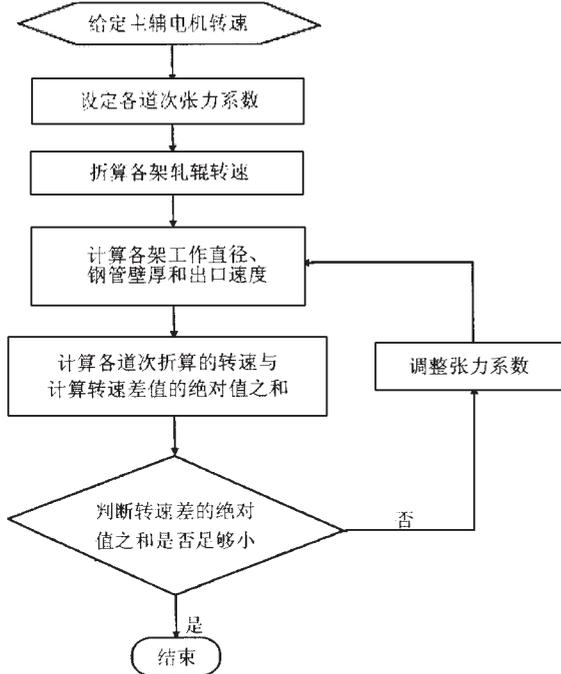


图1 道次壁厚计算过程框图

$$n_k = n_z i_{zk} + n_f i_{fk}$$

式中 n_k —— 第 K 架轧机轧辊转速;
 n_z, n_f —— 主、辅电机设定转速;
 i_{zk}, i_{fk} —— 主、辅电机转速折算系数。

1.2 轧辊工作直径的计算公式

轧辊工作直径(图2)的计算公式^[1]为

$$D_k = D_i - b \cos \theta_k$$

$$\theta_k = \theta_{k0} + \Delta \theta_k$$

$$\theta_{k0} = (\varphi_1 / 2) [1 - (L_0 / f D_i)]$$

$$\Delta \theta_k = (\pi D_c \sin \varphi_1) (Z_h - Z_b \mu) / [4 n f \eta L_0 \times \sin(\pi / n)]$$

式中 D_k —— 轧辊工作直径;
 D_i —— 轧辊名义直径;
 θ_k —— 中性角;
 θ_{k0} —— 无张力轧制时的中性角;
 $\Delta \theta_k$ —— 带张力轧制引起的中性角的变化量;
 φ_1 —— 轧辊孔型对钢管的包角;
 n —— 机架中轧辊数目;
 D_c —— 进入孔型中的钢管平均直径;
 μ —— 该道次的延伸系数;
 f —— 摩擦系数;
 Z_h, Z_b —— 前后张力系数;

L_0 —— 钢管与轧辊的接触长度;
 η —— 考虑外区和张力的影响系数 [$= 1 + r(D_c / L_0)(\delta / D_c)^{1/2}$, 系数 r 为 0.5 ~ 0.6, δ 为进入孔型的钢管壁厚]。

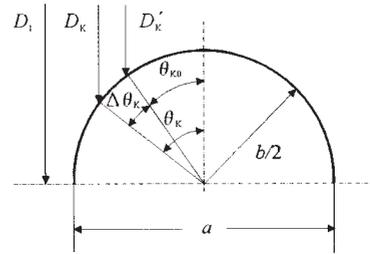


图2 轧辊工作直径的确定

1.3 壁厚计算公式

壁厚计算公式^[1]为

$$\delta_k = \delta_0 (D_0 / D_k)^A$$

$$\delta_0 = \delta_k (D_k / D_0)^A$$

$$A = 2 \{ [1 - (3\delta / D) - 2Z \{1 - (2\delta / D)\}] / \{ (1 - Z) + 3(1 - Z) [1 - (2\delta / D)]^2 + 2Z [1 - (\delta / D)] \} \}$$

$$\delta / D = (\delta_k / 2 D_k) + (\delta_k / 2 D_k) / \{ [1 + 2(1 - Z) [1 - (2\delta_0 / D_0)] (D_0 / D_k) - 1] \}$$

式中 D_0, D_k —— 减径前后钢管直径;
 δ_0, δ_k —— 减径前后钢管壁厚;
 Z —— 平均张力系数。

1.4 延伸系数和出口速度的计算公式

延伸系数 λ_k 和出口速度 v_k 的计算公式为

$$\lambda_k = \delta_0 (D_{c0} - \delta_0) / \delta_k (D_{ck} - \delta_k)$$

$$v_k = v_0 \lambda_k$$

式中 D_{c0}, δ_0 —— 管坯直径及壁厚;
 D_{ck}, δ_k —— 第 K 道孔型平均直径(孔型长短轴平均值)和轧后钢管壁厚;
 λ_k —— 第 K 道钢管延伸系数;
 v_0, v_k —— 第 1 架入口速度和第 K 架出口速度, $v_0 = mll / [\pi S_0 (D_0 - \delta_0)]$,
 $mll = \pi^2 \delta_1 (D_1 - \delta_1) D_{k1} n_1 / 60$,
 mll 为秒流量;
 D_{k1}, n_1 —— 第 1 道轧辊工作直径与轧辊转速。

1.5 轧辊转数的计算公式

轧辊转数的计算公式为

$$n_{jsk} = 60 v_k / \pi D_k$$

式中 n_{jsk} —— 计算的 K 道轧辊转速。

1.6 计算结果

各道次壁厚的计算结果列于表 1。

表 1 计算道次壁厚值

| 道次 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 计算壁厚/mm | 3.580 | 3.626 | 3.670 | 3.668 | 3.595 | 3.498 | 3.402 | 3.376 | 3.377 |

2.1 实验条件

实验采用双电机的 24 机架 Y 型差速传动张力减径机, 采用 8 个机架, 从第 7 到第 14 机架, 各机架的孔型尺寸见表 2。

表 2 各机架的孔型尺寸

| 项目 | 道次 | | | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 长轴/mm | 46.00 | 44.02 | 41.13 | 37.94 | 35.00 | 32.30 | 30.22 | 30.15 |
| 短轴/mm | 43.82 | 41.58 | 38.52 | 35.57 | 32.85 | 30.33 | 29.32 | 30.15 |

实验材料为 20 钢高频焊接钢管, 规格为 $\Phi 92\text{mm} \times 3.58\text{mm}$, 管长 36m, 已消除内外毛刺。开轧温度 900°C 。成品管规格为 $\Phi 60.3\text{mm} \times 3.4\text{mm}$ 。

2.2 各道次钢管壁厚的实测值

轧卡样用手锯切断, 沿圆周均匀选 6 点测量壁厚, 每点测 3 次, 取其平均值。壁厚的实测值见表 3, 计算值见表 4。

表 3 实测壁厚值/mm

| 记录 | 道次 | | | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 记录 1 | 3.60 | 3.64 | 3.59 | 3.49 | 3.50 | 3.33 | 3.34 | 3.43 |
| 记录 2 | 3.63 | 3.61 | 3.57 | 3.51 | 3.46 | 3.35 | 3.38 | 3.39 |
| 记录 3 | 3.56 | 3.61 | 3.60 | 3.48 | 3.50 | 3.33 | 3.39 | 3.38 |
| 记录 4 | 3.60 | 3.61 | 3.58 | 3.49 | 3.42 | 3.37 | 3.40 | 3.41 |
| 记录 5 | 3.61 | 3.60 | 3.59 | 3.48 | 3.38 | 3.38 | 3.40 | 3.38 |
| 记录 6 | 3.60 | 3.63 | 3.58 | 3.51 | 3.41 | 3.34 | 3.35 | 3.38 |
| 平均值 | 3.60 | 3.62 | 3.59 | 3.50 | 3.45 | 3.35 | 3.38 | 3.40 |

3 壁厚计算的注意事项

(1) 第 1 架入口和最末架出口的张力系数应设为 0。

(2) 设定中间架道次的张力应考虑两个因素:

2 轧卡实验

为验证计算方法的可靠性, 进行了轧卡实验。有关实验的情况如下。

- ① 设定张力后轧辊的计算转数应与实际转数相符;
- ② 设定张力系数后还应计算后一架的中性角, 若后一架的中性角小于 0° , 则说明所设定的张力系数太大, 此时, 张力系数应适当减小。

表 4 计算结果

| 道次 | 平均直径/mm | 对数减径率 | 张力系数 | 壁厚/mm | 轧辊实际转速/ $r \cdot \text{min}^{-1}$ | 轧辊计算转速/ $r \cdot \text{min}^{-1}$ |
|----|---------|-------|-------|-------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| 1 | 89.39 | 0.029 | 0.220 | 3.63 | 55.84 | 55.84 |
| 2 | 85.13 | 0.049 | 0.469 | 3.66 | 60.24 | 60.23 |
| 3 | 79.15 | 0.073 | 0.758 | 3.63 | 65.21 | 65.22 |
| 4 | 73.05 | 0.080 | 0.584 | 3.53 | 71.42 | 78.46 |
| 5 | 67.41 | 0.080 | 0.651 | 3.48 | 79.26 | 81.53 |
| 6 | 62.23 | 0.080 | 0.419 | 3.44 | 89.16 | 89.16 |
| 7 | 60.43 | 0.029 | 0.164 | 3.45 | 101.39 | 90.37 |
| 8 | 60.30 | 0.002 | 0 | 3.46 | 116.78 | 90.64 |

(3) 由于张力减径所用轧机较多, 所需计算的未知数较多, 手工计算几乎不能完成, 所以计算壁厚应采用计算机编程计算。我们采用的是数学中最优化的计算方法, 即步长加速法。

(4) 计算精度视要求而定, 若要求的计算精度越高, 计算运行的时间就越长。

4 分析

计算值与实测值的比较见图 3。从图 3 可以看出, 计算值与实测值非常接近。第 6 道次的计算值偏差较大, 但偏差仅为 2.69%。由此说明此计算方法可靠。计算值与实测值有偏差的原因在于:

- (1) 计算精度不够;
- (2) 实测有误差, 因为中间道次的钢管不圆, 精确测量有困难, 以及千分尺测量时压下过大。

5 结论

采用本文提供的钢管各道次壁厚计算方法, 计算值与实测值基本吻合, 由此说明该方法正确可靠。该计算方法可用于双电机集中差速传动张力减径机的轧辊孔型设计的各道次壁厚的计算。

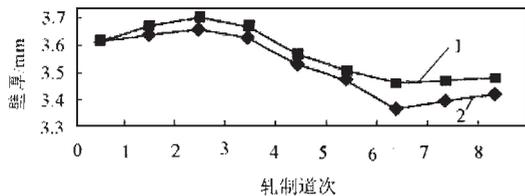


图3 钢管壁厚计算值与实测值比较
1—计算值 2—实测值

5 参考文献

- 1 李连诗. 钢管塑性变形原理[M]. 北京: 冶金工业出版社, 1985. 263~265

(收稿日期: 1999-07-20)

(修定日期: 2000-09-05)

● 信息

钢管协会二届三次理事年会在上海宝钢召开

全国钢管协会二届三次理事年会于2000年10月24~26日在上海宝钢召开, 国家冶金局刘福洲司长、李世俊司长、黄金干副司长及中国钢结构协会刘万忠副秘书长等出席了会议, 各理事单位近50名代表参加了会议。

会议期间, 国家冶金局黄金干副司长就我国钢铁工业运行情况及对明年的经济运行预测和协会工作作了题为“当前我国钢铁生产与市场运行情况及钢管协会的主要任务”的专题报告; 刘万忠副秘书长代表钢结构协会对会议召开表示祝贺并就行业发展作了讲话; 李世俊司长就钢铁工业营销策略和钢铁工业的科技进步作了专题报告; 钢管协会理事长张振纲同志作了行业发展的工作报告。协会秘书处书面提出了年度工作总结及今后工作的建议。

会议分行业发展组和焊接无缝合作组进行研讨, 并取得较为一致的看法。通过研讨, 代表们清楚地认识到, 今年以来随着我国经济气候的好转, 钢铁工业取得了转机, 市场明显改善, 同全国钢铁形势一样钢管行业产销两旺, 价格回升, 效益增加, 尤其是进出口钢管出现了外贸基本平衡的良好趋势。这是在经济环境好转的前提下各企业共同努力的结果, 各企业要珍惜这一来之不易的机遇。

各位代表对协会一年来的工作给予了肯定, 并希望协会在新形势下进一步转变观念, 在国家对经济运行中行政干预减少的情况下加大协会协调的力度, 为各企业服务好, 为钢管行业的发展多作贡献。希望协会继续作好钢管行业的经营和科技进步信息收集工作, 继续作好进出口钢管的协调工作, 使更多的企业在我国即将加入WTO的形势下面向国际市场。代表们还希望协会在继续协调好企业面向生产经营活动的工作时, 应侧重我国钢管行业的发展战略探讨, 提出可供上级和企业参考的资料。钢管协会也将在上级协会的领导下不断探索, 适应形势的发展。

会议期间, 宝鸡石油钢管厂和番禺珠江钢管有限公司的代表出席了会议。代表们就钢管行业的发展、无缝与焊管企业的合并、合作以及协会的发展等提出了不少好的建议。国家冶金局刘福洲司长就无缝与焊管企业合作的问题, 从开始到今后整个过程进行了分析, 并提出钢管行业发展需要无缝与焊管企业的合作, 这一举措将会促进钢管协会的发展。会议决定将召开专题会议, 加快步伐作好这方面的工作。

会议期间还召开了常务理事会议, 张振纲理事长主持了会议, 第一副理事长秦宜智、副理事长张汝忻、宋铁军、滕红康及秘书处人员参加了会议, 刘鹏、孙国明、宋建萍等副秘书长也加入了秘书处工作。这次会议对加强与焊管企业合作和行业管理工作提出了要求。还通过了天津钢管销售中心的入会申请。三届理事会确定在明年适当时机在衡阳钢管(集团)有限公司召开。

在大会的闭幕式上张振纲理事长就钢管行业的工作发表了三条意见:

(1) 各企业要密切注视市场动向, 在钢管行业供大于求的客观条件下, 主动适应市场需求, 在内部下苦功夫, 提高质量, 降低成本, 缩短企业质量和成本方面过大的差距。结合钢管行业的特点, 总结学邯钢加强管理降成本的典型经验, 争取明年年会上有典型企业的经验介绍。

(2) 各企业对钢管市场的变化表示忧虑, 尤其对在钢管销售的淡期是否再掀降价风波存在担忧, 若出现这种情况, 建议及时召开企业经营协调会, 共商对策, 防止个别企业单独降价引起的连锁反应。

(3) 有条件的企业要在技术进步上下功夫, 不失时机地进行技术改造, 采用先进技术, 提高我国钢管行业的技术装备水平, 提高产品档次。

会议期间, 代表们还参观了宝钢冷轧、热轧、无缝钢管生产线, 对宝钢自“85.9”投产以来发生的变化及近两年的发展感到欣慰。宝钢的文明现场、高附加值产品、优良操作和宝钢人的精神面貌, 使各位代表倍受鼓舞。

(中国钢结构协会钢管分会秘书处)