维普资讯 http://www.cqvip.com

第36卷 第8期 钢 铁 Vol. 36, No. 8
2001年8月 IRON AND STEEL August 2001

双电机集中差速传动张力减径电机速度的计算

于俊春 郭长武

(承德万利钢管有限公司) (东北大学)

摘 要 提出了集中差速传动张力减径机钢管变形和电机转速的计算方法。通过轧卡实验和计算电机速度的实际应用,证明计算方法可靠、实用。

关键词 张力减径 壁厚 变形 电机转速

ROTATION CALCULATION OF DRIVING MOTOR ON STRETCH REDUCING MILL

YU Junchun GUO Changwu

(Chengde Wanli Steel Tubes Co., Ltd.) (Northeastern University)

ABSTRACT A method calculating the deformation of the tube during stretch reduction and the rotations of main and the auxiliary motors on stretch reducing mills is given. By practicing on the mill and the experimental reducing, the calculating method has been proved reliable and workable.

KEY WORDS diameter reduction with stretch, wall thickness, deformation, rotating speed of motor

钢管张力减径成品外径主要取决于孔型尺寸的大小,壁厚主要取决于张力的大小,而张力是靠张力减径机组各架轧辊速度差来建立的。因此,在实际生产中,选好孔型系统后,控制成品壁厚的关键是正确确定各轧机转速(或电机转速)。对于单独传动的张力减径机,为了生产出壁厚符合要求的产品,可预先设定各道次的张力系数,进而计算出各道次的轧后壁厚及轧辊转速,设定各轧机电机转速。然而对于双电机集中差速传动的张力减径机来说,各机架轧辊转速由主辅电机转速确定,不能单独设定,因此,不能预先设定各道次张力系数,所以,准确确定主辅电机转速很困难。在实际生产中,通常的做法是调节双电机的主辅电机转速比来获得要求的成品尺寸(壁厚),这样造成了较多的尺寸不合废品。因此,有必要对双电机集中差速传动张力减径的变形进行研究。

1 张力减径变形计算公式

(1) 在已知张力的情况下,张力减径变形有古利雅耶夫计算公式:

单机架
$$\frac{\Delta S_i}{\Delta D_i}=A\frac{S_{i-1}}{D_{i-1}} \tag{1}$$

全机架
$$S_k=S_0\left(\frac{D_0}{D_k}\right)^A$$

$$S_0=S_k\left(\frac{D_K}{D_n}\right)^A$$

式中 D_n、D_k——减径前后管子直径;
S_0、S_k——减径前后管子壁厚。

$$A=\frac{2\left[1-\frac{3S}{D}-2Z\left(1-\frac{2S}{D}\right)\right]}{(1-Z)\left[1+3\left(1-\frac{2S}{D}\right)^2\right]+2Z\left(1-\frac{S}{D}\right)} \tag{2}$$

$$Z=\overline{Z}$$

式中 Z——张力系数;
$\overline{Z}$——平均张力系数。

单机架时
$$\frac{S}{D}=\frac{S_{i-1}}{D_{i-1}}$$

全机架时,若已知 S_n,则

联系人:于俊春,工程师,承德(067002)承德万利钢管有限公司

维普资讯 http://www.cqvip.com

$$\frac{S}{D}=\frac{S_0}{D_0}\left[1+(1-\bar{Z})(1-2\frac{S_0}{D_0})(\frac{D_0}{D_k}-1)\right] \tag{3}$$

若已知 S_k，则

$$\frac{S}{D}=\frac{S_k}{2D_k}\left[1+\frac{1}{1+2(1-\bar{Z})(1-2\frac{S_k}{D_k})(\frac{D_0}{D_k}-1)}\right] \tag{4}$$

(2) B. П. 阿尼西伏罗夫提出轧辊工作直径(图 1)的确定方法如下：

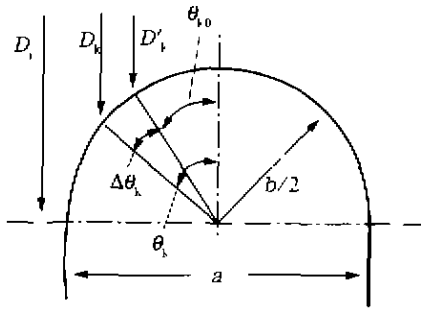


图 1　轧辊工作直径的确定

Fig. 1　Determination of working diameter of the rolls

$$D_k=D_i-b\cos\theta_k \tag{5}$$

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

$$\theta_{k0}=\frac{\varphi_1}{2}(1-\frac{L_0}{fD_i})$$

$$\Delta\theta_k=\frac{2\pi}{2n}\frac{\sin\varphi_1}{\sin\frac{\pi}{n}}\frac{D_c}{2f\eta L_n}(Z_H-Z_h\mu)$$

式中　D_k——轧辊工作直径；

D_i——轧辊理想直径；

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；

L_0——孔型顶部咬入弧长；

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——该道延伸系数；

f——摩擦系数；

Z_H、Z_h——前后张力系数；

L_n——钢管与轧辊的接触长度；

η——考虑外区和张力的影响系数，$\eta=1+r\frac{D_c}{L_0}\sqrt{\frac{S}{D_c}}$；

r——系数(0.5～0.6)；

S——进入孔型的钢管壁厚。

2　电机转速的计算

前面所介绍的计算公式已被实践证明了可靠性，并且已被广泛地应用于单独传动的张力减径的轧辊转速计算中。为此，对于双电机集中差速传动的张力减径来说，可以以此为基础研究其变形情况。具体做法如下。

(1) 设定主辅电机转速。

(2) 在主辅电机转速已经确定的情况下，由于齿轮机座传动系数已经确定，各个轧机的轧辊转速即已确定。

$$n_k=n_z i_{zk}+n_f i_{fk} \tag{6}$$

式中　n_k——第 k 架轧机轧辊转速；

n_z、n_f——主辅电机转速；

i_{zk}、i_{fk}——主辅电机折算系数。

(3) 在孔型尺寸已经确定的情况下，钢管各道次壁厚取决于各道次的张力系数，所以首先设定各道次张力系数。

(4) 根据轧辊工作直径的确定公式可计算出各道次的工作直径，再根据古利雅耶夫公式计算出各道次壁厚，进而计算出各道次延伸系数及各道次钢管出口速度。

$$\lambda_k=\frac{S_0(D_{c0}-S_0)}{S_k(D_{ck}-S_k)};v_k=v_0\lambda_k \tag{7}$$

$$v_c=\frac{mll}{\pi S_0(D_0-S_0)};mll=\frac{1}{60}\pi^2 S_1(D_1-S_1)D_{k1}n_1$$

式中　D_{c0}、S_0——原料钢管直径及壁厚；

D_{ck}、S_k——第 k 道孔型平均直径(孔型长短轴之和)和轧后钢管壁厚；

λ_k——第 k 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；

mll——秒流量；

D_{k1}、n_1——第 1 道轧辊工作直径与轧辊转速；

D_1、S_1——第 1 道出口钢管直径与壁厚。

(5) 在钢管出口速度和轧辊工作直径确定之后，可返回来计算各道次轧辊转速。

$$n_{pk}=60\frac{v_k}{\pi D_k} \tag{8}$$

式中　n_{pk}——计算的 k 道轧辊转速。

(6) 验证张力系数设定的准确性。比较(5)步计算的轧辊转速与(2)步由齿轮机座确定的实际转速，

维普资讯 http://www.cqvip.com

如计算转速与实际转速一致，则说明设定的张力系数正确，壁厚计算结果正确。

(7) 如(5)步计算的转速与(2)步由齿轮机座确定的实际转速不一致，则要重新设定各道次的张力系数，从(4)步开始重新计算。

上述计算步骤即为图2虚线里面部分。

进一步即可计算主辅电机转速，计算框图见图2。在此以计算成品壁厚与要求壁厚差值绝对值为目标函数。

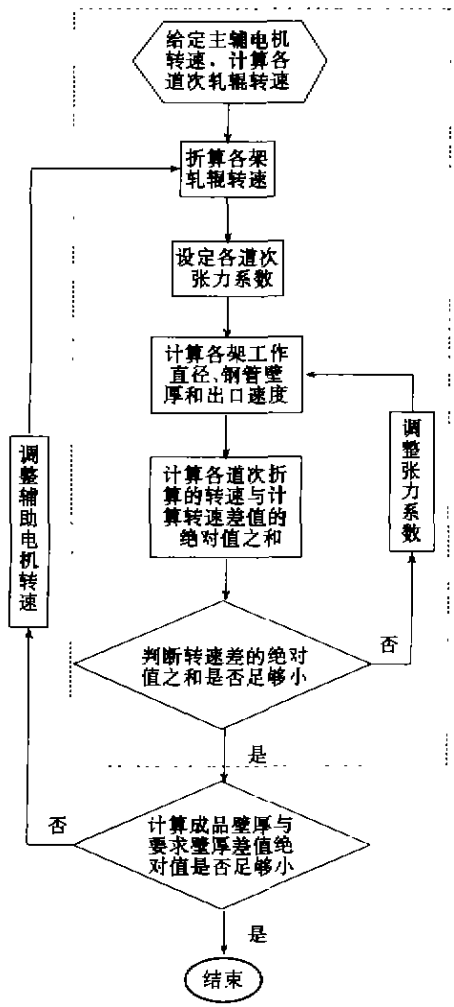


图2 张力减径主辅电机转速计算框图

Fig. 2 Program flow chart for calculating the rotating speeds for the motors driving the group driven stretch reducing mill

计算时应注意的事项：

(1) 第一架入口和最末一架出口张力系数应设为0；

(2) 设定中架道次的张力应考虑两个因素：一是设定张力后计算的轧辊转速与实际轧辊转速相符；二是设定张力系数后，还应计算后一架的中性角，如后一架的中性角小于0，则说明所设定的张力系数太大。张力系数应适当减小；

(3) 由于张力减径所用轧机较多，所需计算的未知数较多，手工计算过于繁琐，所以计算壁厚应采用计算机编程计算。在此采用数学中最优化方法的步长加速法进行计算。要求的计算精度越高，计算机运算的时间越长。其精度可根据要求而定。

3 轧卡实验

为了验证上述计算方法的可靠性，在承德万利钢管有限公司 ϕ89 mm 焊管生产线的张力减径机上进行轧卡实验。

(1) 实验设备：双电机24机架差速传动张力减径Y型轧机，采用8个机架安装在第7至第14架，各架孔型尺寸见表1。

表1 各架孔型尺寸

Table 1 Dimensions of the roll passes

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

(2) 实验材料：清除内外毛刺的20号钢高频焊管一支，尺寸为 ϕ92 mm×3.58 mm×36 m。

(3) 开轧温度：900 ℃。

(4) 成品规格：ϕ60.3 mm×3.5 mm。

(5) 实测各道次钢管壁厚值：轧卡后，每道次钢管用手锯切断，沿圆周均匀选6点测量壁厚，记录见表2。对于此轧卡的计算结果见表3。

表2 实测壁厚记录

Table 2 Thickness records of the rolled pipe at passes mm

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
2	3.63	3.61	3.57	3.51	3.46	3.35	3.38	3.39
3	3.56	3.61	3.60	3.48	3.50	3.33	3.39	3.38
4	3.60	3.61	3.58	3.49	3.42	3.37	3.40	3.41
5	3.61	3.60	3.59	3.48	3.38	3.38	3.40	3.38
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

表3 计算结果

Table 3 Calculated result

道次	平均直径/mm	对数减径率	张力系数	壁厚/mm	轧辊转速/r·min^{-1}	计算转速/r·min^{-1}
1	89.39	0.29	0.200	3.62	54.58	54.58
2	85.13	0.49	0.413	3.67	58.88	58.89
3	79.15	0.73	0.627	3.66	63.74	63.75
4	73.05	0.08	0.790	3.57	69.81	70.87
5	67.41	0.08	0.650	3.45	77.47	80.77
6	62.23	0.08	0.418	3.42	87.16	86.10
7	60.43	0.29	0.163	3.43	99.10	87.47
8	60.30	0.02	0.000	3.44	114.15	87.53

(下转第69页)

维普资讯 http://www.cqvip.com

减轻重量保证车架疲劳寿命，同时能保证板形和尺寸公差。如武钢的RS50，宝钢的B490，B510L 等；④开发强度为 800 MPa 矿用车翻斗用钢，使之具有良好焊接性能、耐磨性，以及低温韧性，并可野外施焊，同时钢板的外形和尺寸公差可以满足工艺要求（包括廉价的 TRIP 钢）。中汽总公司重庆汽车研究所和重庆钢铁公司对后两种高强度钢板曾进行了研究和开发，并进行了工业试制，交给湘潭电机厂在 108 t 大梁和翻斗底板上试用，各项性能达到 Welten60、80 的水平，可焊性，低温冲击韧性和强度性能，都令人满意。由于是采用热轧双相钢设计成份，取消热处理正火，板形和表面质量亦较好，但作为翻斗和大梁钢板，其钢板尺寸（长度和宽度）还不能完全满足要求。宝钢亦开发了 B590GJA 和 B590GJB 大型矿用车结构钢，并交给常州冶金机械厂制作 108 t 矿用车架，焊接车架采用抛丸强化，保证了疲劳寿命。

5　结语

汽车用钢板占汽车金属材料用量很大，汽车钢板的开发研究对于合理选用和对于汽车的减重、节能、节材，延长使用寿命，改进汽车外观和环保具有重要意义。

轿车车身件用的 IF 钢和镀锌钢板已基本满足轿车的冲压工艺和使用要求，主要性能指标达到国外同类产品的技术水平，在轿车和轻型车上应用替代了进口，节约外汇，除低了成本。

进一步开发生产和扩大镀层板的品种，采用激光毛化技术生产毛化表面钢板，扩大减震钢板的应用，开发和应用剪裁拼焊毛坯，并重视各类高强度钢的研究开发和应用，将会进一步促进我国汽车工业发展，达到减重、节能、节材与环保的综合目标，提高我国汽车竞争能力。

参　考　文　献

1　马鸣图，沙　维．材料科学和工程研究进展．北京：机械工业出版社，2000．586～628．

2　龚志坚．国产轿车用冷轧钢板成形性能评价．中国汽车工程学会材料年会论文．长春：1998．

3　谭善锟．CA7220 轿车用超深冲 IF 冷轧钢板的应用研究．中国汽车工程学会材料年会论文．长春：1998．

4　张雨泉．深冲合金化镀锌板生产工艺研究．中国汽车工程学会材料学会年会论文．济南：2000．

5　Takechi H，Proc. of Advanced Automobile Materials. Beijing，China，1997．1～9．

6　栗山幸久．塑性与加工，1998．Vol．39，N．453，1009～1013．

7　康永林．汽车用高强度薄板研究的新进展．中汽工程学会材料学会年会论文．济南：2000．

8　宋起峰．减震钢板的应用研究．中汽工程学会材料年会论文．济南：2000．

9　王　波．减震钢板基本成形性研究．中汽工程学会材料年会论文．济南：2000．

10　曹　能．汽车工艺与材料，2000，(9)：1～6．

（上接第 58 页）

4　计算结果与实测数据比较

计算结果与实测数据比较见图 3。

5　结论

（1）从图 3 可以看出，壁厚计算值与实测值非常接近。在第 6 道计算偏差最大，但也只有 2．09 %。计算值与实际测量值基本吻合。

（2）用图 2 编制的计算机程序计算出的主辅电机速度应用于实际生产，效果很好。

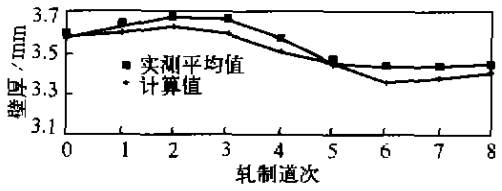


图 3　计算壁厚与实测壁厚比较

Fig．3　Comparison of calculated thickness and the records

参　考　文　献

1　李连诗．钢管塑性变形原理．北京：冶金工业出版社，1985．