

轧钢车间辊道设计的研究与应用

朱晓琼

(中国冶金科工集团 华天工程技术有限公司, 安徽 马鞍山 243005)

摘要: 阐述了如何选取轧钢车间辊道的基本参数, 包括辊子直径、辊身长度、辊距、辊道速度等参数。轧钢车间辊道的传动形式可分为集体传动辊道和单独传动辊道两种, 针对应用广泛的单独传动辊道, 通过实例计算来介绍如何设计选型辊道电机, 并对计算结果进行了验算, 与以前该类辊道的计算方法相比, 不仅对单独传动辊道进行了设计计算, 而且还通过实例对计算结果进行了验算, 这有助于提高计算结果的实际意义, 实际使用结果证明该计算和验算方法有效。

关键词: 单独传动; 辊道参数; 电机; 选型

中图分类号: TG338

文献标识码: A

文章编号: 1006-0316(2010)08-0056-03

The research and application of the roller design in steel rolling workshop

ZHU Xiao-qiong

(Huatian Engineering & Technology Corporation, MCC, Maanshan 243005, China)

Abstract: The article expounds how to select the roller basic parameters in steel rolling workshop, Which include the roller diameter, the length of roll, the roll away, the roll speed. Transmission type of the rollers divide into collective and separate drive rollers in steel rolling workshop, for separate drive rollers of widely application, The article introduces how to select motor by an actual example, and check computations, contrasting to the previous calculation method of such rollers, The paper not only carried out design calculation for a separate drive roller, but also check computations of the calculation results by an example, this will help to improve the practical significance of the results, using the results show that the calculation and checking method is effective. Rational selection of motor could cut down the maintenance workload and improve the working efficiency of rolling mill.

Key words: individual drive; the roller parameters; motor; type selection

在轧钢车间, 辊道是运送轧件必不可少的设备, 它贯穿车间整个生产作业线, 占车间设备总重量的 20%~30% (有的车间甚至达到 40%~60%), 在很大程度上关系着轧钢车间的生产率和整个轧制工艺流程的连续性, 而且轧钢机前后的辊道运转情况还直接影响轧钢机产量。

轧钢车间辊道的传动形式可分为集体传动辊道和单独传动辊道两种。随着轧钢技术的发展, 辊道由单台电机和机械齿轮箱的集体传动发展为由一台电机传动一个辊的单独传动方式, 因为单独传动投资省、能耗低。本文针对单独传动辊道的特点, 讲述了单独传动辊道各参数的选取和意义, 然后通过实例介绍了单独传动辊道电机的计算, 并进行了验算, 最后实际效果显示该计算方法有效, 与以前该

类辊道的计算方法相比, 本文不仅对单独传动辊道进行了设计计算, 而且还通过实例对计算结果进行了验算, 这有助于提高计算结果的实际意义, 使用结果证明该计算和验算方法有效。

1 辊道的基本参数

1.1 辊子直径 D

为减少辊子重量和飞轮距, 在保证有足够强度的前提下, 辊子直径应尽可能选得小些, 以便降低传动功率消耗, 各种辊道辊径的选择如表 1 所示。

1.2 辊身长度 l

对于工作辊道, 为了充分利用轧辊的孔型, 一

般比轧辊的辊身长度大 100 ~ 200 mm。对于运输辊道, 辊身长度 l 取决于运输的轧件宽度 b , 即:

$$l = b + \Delta$$

式中: Δ 为余量, 可根据运输的轧件种类选择确定。对于窄轧件, 建议取 150 ~ 200 mm; 对于宽轧件, 取 200 ~ 250 mm; 对于热钢锭, 取 300 ~ 350 mm。

表 1 各种轧钢机辊道的辊子直径及用途

直径/mm	用途
600	装甲板轧机和板坯机的工作辊道
500	板坯机、大型初轧机和厚板轧机的工作辊道
450	初轧机的工作辊道
400	小型初轧机和轨梁轧机的工作辊道, 板坯轧机和大型初轧机的运输辊道
350	中板轧机的辊道, 初轧机和轨梁轧机的运输辊道
300	中型轧机和薄板轧机的工作辊道和输入辊道
250	小型轧机的辊道, 中型轧机和薄板轧机的输出辊道
200	小型轧机冷床处理的辊道
150	线材轧机的辊道

1.3 辊距 p

辊距决定于轧件的长度和厚度。运输短轧件时, 辊距不能大于最短轧件长度的一半, 以便轧件至少能同时放在两个辊子上。运输长轧件时, 最大辊距决定于轧件因自重产生弯曲的允许强度, 辊距不宜太大。运输轧制成品在 10 mm 以下的薄板坯时, 辊道选 1000 mm 为佳。

1.4 辊道速度

辊道速度一般根据辊道用途确定。工作辊道, 通常按轧制速度选取, 当轧件薄而长时, 机后工作辊道速度应取得比轧制速度大 5% ~ 10%。运输辊

道, 机后运输辊道一般比轧制速度大 5% ~ 10%, 在满足生产率的情况下, 对于冲击负荷较大的加热炉炉前辊道, 应选用较低的速度, 一般 1.2 ~ 1.5 m/s, 这可减少坯料的温度降。为不产生堆钢现象, 轧机输出辊道的速度要取为轧件轧制速度 1 ~ 1.1 倍。

2 辊道的设计计算

某钢厂出炉辊道位于加热炉出口端, 其作用是将加热好的钢坯往轧机方向输送, 轧机速度 1.36 m/s, 传动方式为 17 个辊子单独传动, 行程为 24 m, 运输钢坯规格 150 × 150 × 12000 mm, 运输钢坯单重 2055 kg, 下面介绍该段辊道参数的选取和电机功率和选型的计算, 并对该结果进行验算。

2.1 辊道参数的选取

根据表 1, 选取辊子直径 $\Phi 300$, 辊身长度 $l = b + \Delta = 150 + 300 = 450$ mm (取 $\Delta = 300$ mm)。

辊道速度为轧机速度的 1 ~ 1.1 倍, 取最高辊道速度 $v = 1.1 \times 1.36 = 1.5$ m/s, 最低速度为最高速度的 1/10, 即 0.15 m/s。

$$\text{辊距 } p = 24/16 = 1500 \text{ mm}.$$

2.2 辊道电机选型 (表 2) 及验算

该辊道是属于运输辊道, 且是启动工作制辊道, 因此辊道除了静力矩外, 还要考虑辊子和轧件所产生的动力矩, 辊道的起动力矩:

$$M = (G_1 + Q)ur + Qf + Qu'R + \frac{GD^2}{4R}u'$$

表 2 辊道电机已知和计算的数据

符号	名称	数值	备注
D	辊身直径	0.3 m	
R	辊身半径	0.15 m	
μ	辊颈轴承的摩擦系数	0.005	滚动轴承 $\mu = 0.002 \sim 0.005$; 滑动轴承 $\mu = 0.06 \sim 0.1$
μ'	轧件在辊子上打滑时的摩擦系数	0.3	冷轧件 $\mu' = 0.15 \sim 0.18$; 热轧件 $\mu' = 0.3$
f	轧件在辊子上的滚动摩擦系数	0.0015	冷轧件 $f = 0.001$ m; 热轧件 $f = 0.0015$ m; 炽热的钢锭 $f = 0.002$ m
G_1	一台电机带动辊子重量之和	507 kg	
G	轧件的重量	2055 kg	
Q	一台电动机承担运输轧件的重量	$kG = 616.5$ kg	单独传动的辊道, 则为作用在一个辊子上的重量 $k = 0.3$,
r	辊颈半径	$r = (170 + 95)/2 = 0.066$ m	
GD^2	一台电机带动的辊子飞轮力矩之和	$7.1 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$	
C	运输钢材的行程	24 m	

表中: k 为根据轧件断面面积和长度的取值

代值计算: $M = 33.85 \text{ kg} \cdot \text{m}$

$$n = \frac{60V}{\pi D} = \frac{60 \times 1.5}{\pi \times 0.3} = 95.5 \text{ r/min}$$

$$N = \frac{M \times n}{975} = \frac{33.85 \times 95.5}{975} = 3.316 \text{ kW}$$

式中: n 为辊子转速; N 为初步计算的电机功率。

所以初选辊道变频电机 YZR132M2-6, 电流 12.9 A, 功率 $N_e = 4 \text{ kW}$, $n_e = 900 \text{ r/min}$ 。

根据电机和辊道的转速, 可确定减速速比:

$$i = \frac{n_e}{n} = \frac{900}{95.5} = 9.42$$

下面对所选电机进行验算:

空转效率:

$$\eta_k = 0.5\eta = 0.5 \times 0.97 = 0.485 \quad (\eta = 0.96 \sim 0.98)$$

电机轴上的空转力矩:

$$M_k = \frac{G_1 u r}{i \eta_k} = \frac{507 \times 0.005 \times 0.13}{9.42 \times 0.485} = 0.07 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

运输钢材时的力矩:

$$\begin{aligned} M_j &= M_k + \frac{u r + f}{i \eta} Q \\ &= 0.07 + \frac{0.005 \times 0.13 + 0.0015}{9.42 \times 0.97} \times 616.5 \\ &= 0.2 \text{ kg} \cdot \text{m} \end{aligned}$$

打滑力矩:

$$\begin{aligned} M_h &= M_k + \frac{u' R + u r}{i \eta} Q \\ &= 0.07 + \frac{0.005 \times 0.13 + 0.3 \times 0.15}{9.42 \times 0.97} \times 616.5 \\ &= 3.15 \text{ kg} \cdot \text{m} \end{aligned}$$

辊道传动系统飞轮距之和:

$$\begin{aligned} \sum GD^2 &= 4J_{\text{总}} = \frac{4 \times [J_1 + J_2 + 2 \times J_3 + J_4 + J_5 + J_6]}{i^2} \\ &= 4 \times [0.26 + 0.038 + 2 \times 0.09 + 1.5378 + 0.097 + 0.1] / 9.42^2 \\ &= 1.13 \text{ kg} \cdot \text{m}^2 \end{aligned}$$

起动力矩:

$$\begin{aligned} M_q &= M_j + \frac{i \mu'}{4R} \sum GD^2 = 0.20 + \frac{9.42 \times 0.3}{4 \times 0.15} \times 1.13 \\ &= 5.52 \text{ kg} \cdot \text{m} \end{aligned}$$

制动力矩:

$$\begin{aligned} M_z &= \frac{i \mu'}{4R} \sum GD^2 - M_j = \frac{9.42 \times 0.3}{4 \times 0.15} \times 1.13 - 0.20 \\ &= 5.12 \text{ kg} \cdot \text{m} \end{aligned}$$

起动时间:

$$t_q = \frac{\sum GD^2 n_e}{375(M_q - M_j)} = \frac{1.13 \times 900}{375 \times (5.52 - 0.2)} = 0.51 \text{ s}$$

制动时间:

$$t_z = \frac{\sum GD^2 n_e}{375(M_z + M_j)} = \frac{1.13 \times 900}{375 \times (5.12 + 0.2)} = 0.51 \text{ s}$$

运输钢材的实际速度:

$$V_H = \frac{\pi n_e D}{60 i} = \frac{\pi \times 900 \times 0.3}{60 \times 9.42} = 1.5 \text{ m/s}$$

$$\text{起动行程: } s_q = \frac{V_H t_q}{2} = \frac{1.5 \times 0.51}{2} = 0.38 \text{ m}$$

$$\text{制动行程: } s_z = \frac{V_H t_z}{2} = \frac{1.5 \times 0.51}{2} = 0.38 \text{ m}$$

等速行程:

$$s_H = C - (s_q + s_z) = 24 - (0.38 + 0.38) = 23.24 \text{ m}$$

等速运输钢材所需的时间:

$$t_H = \frac{s_H}{V_H} = 23.24 / 1.5 = 15.5 \text{ s}$$

操作一个 T 内电机的工作时间:

$$t = t_q + t_H + t_z = 0.51 + 15.5 + 0.51 = 16.52 \text{ s}$$

实际负载持续率:

$$FS\% = \frac{t}{T} \times 100\% = \frac{16.52}{59} \times 100\% = 28\%$$

均方根力矩:

$$M_{ju} = \sqrt{\frac{M_q^2 t_q + M_h^2 t_H + M_z^2 t_z}{t_q + t_H + t_z}} = \sqrt{11.06} = 3.3 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

负载持续率 25% 时均方根力矩:

$$M_{25} = M_{ju} \sqrt{\frac{FS}{25}} = 3.3 \times \sqrt{\frac{28}{25}} = 3.5 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$M_e = \frac{975 N_e}{n} = \frac{975 \times 4}{900} = 4.33 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

式中: M_e 为负载持续率 25% 时的额定力矩。

因为 $M_{25} < M_e$, 则根据上述验算, 初选的辊道电机 YZR132M2-6 是合适的。

3 结束语

目前, 该钢厂已投入生产, 且根据该计算结果选取的辊道运行良好, 使用效果证明该计算和验算方法对实际生产有指导意义, 符合生产使用的要求。

参考文献:

- [1] 邹家祥. 轧钢机械[M]. 北京: 冶金工业出版社, 2006.
- [2] 黄庆学, 肖宏, 孙斌煜, 等. 轧钢机械设计[M]. 北京: 冶金工业出版社, 2007.
- [3] 李微. 热轧厂运输辊道传动及电机的选型与应用[J]. 机械工程与自动化, 2009, 8(4): 184-185.
- [4] 吴树祥, 等. 1550m 热轧机炉前辊道各参数的选取[J]. 一重技术, 1998(1): 1-5.
- [5] 田进红. 铝带坯热轧机辊道电机功率的校验[J]. 有色金属加工, 2009, (4): 27-29.