

轨梁厂冷锯机前在线翻钢机的优化设计

于聪聪

(攀枝花攀钢集团设计研究院有限公司 四川 攀枝花 617067)

摘要: 轨梁厂 950 生产线的型钢经过冷锯机在线切尾处理后, 再通过辊道运输进入下一道工序。根据工艺对生产节奏及安全等相关要求, 采用液压驱动的连杆机构带动钢结构平台整体翻转的方式, 将型钢切尾倾倒至收集槽中, 从而保证生产线的正常安全地运行。钢结构平台由辊道、盖板及钢结构底座构成, 由一通轴支承。本设计机构运行稳定, 避免了出现憋卡等影响设备运行的不良现象, 减少维护工作量, 设备投入运行达到了理想的使用效果。

关键词: 翻钢机; 切尾; 连杆机构; 冷锯机

1 概述

根据攀钢集团公司对攀钢 950 生产线技术改造工程的要求, 950 生产线改造后的定位为: 生产百米高速重载钢轨和型钢产品, 优化品种结构, 提升产品质量, 使效益最大化。其技术装备应具有当今行业领先水平, 生产工艺技术可靠, 技术经济指标最优。年成品规模达到 70 万 t。

当型钢通过矫后链式台架后, 需经过冷锯机对其头部和尾部进行锯切处理后, 再通过辊道输送至下一道工序。由于锯切工序在辊道输送线上在线进行, 切头、切尾能否在有限时间内顺利离开辊道输送线进入收集槽成为保证生产线正常运行的关键环节。本设计新增 2 台翻钢机, 布置在冷锯机前、后辊道线上。在每批型钢锯切后, 翻钢机将切头/尾倾翻入翻钢机下方的收集槽, 然后翻钢机恢复初始位置, 保证型钢继续通过辊道线正常输送。

2 翻钢机的工作要求

2.1 工作环境要求

2.1.1 冷却水

冷锯机在锯切型钢过程中需通过冷却水对锯片降温, 因此冷锯机前后有连续的浊环水飞溅, 需保证设备不受冷却水的影响。

2.1.2 铁屑

冷锯机锯切型钢过程中会产生大量铁屑, 会随着浊环水水流冲刷至钢结构平台的辊道盖板表面, 容易产生憋卡等影响机构运行的问题。

2.1.3 设备安装空间小

由于翻钢机安装在冷锯机前辊道线上, 既要安装传动辊道, 又必须保证翻钢机正常作业, 以及受倾翻角度、切尾滑落高度、工艺线长度等限制, 设备安装及运行空间紧张。

2.2 生产线工艺要求

2.2.1 锯切的钢种

主要有履带钢、乙字钢、槽钢等。

2.2.2 切尾的规格范围

冷锯机入口切尾长度范围为 1 ~ 3m, 最重切尾为 310 乙字钢, 重量为 62.14kg/m。

2.2.3 锯切后翻钢时间的限制

要求翻钢机动作时间保证在 150s 之内。

2.3 设备运行安全性要求

由于是在线锯切, 因此需保证软件运行顺畅, 设备运行稳定、可靠等, 才能保证生产线的正常运行。

3 翻钢机方案

3.1 方案简介

本方案辊道安装于钢结构平台上, 与辊道盖板一起进行倾翻; 辊道传动侧安装一只液压缸 (液压缸两端通过耳轴连接), 通过连杆机构与钢结构平台铰链连接; 辊道非传动侧安装一根通轴, 作为钢结构平台的旋转支点。通过液压缸活塞杆伸出驱动连杆机构, 带动钢结构平台绕通轴旋转, 使盖板上的切尾因重力顺利滑落至收集槽 (如图 1 所示)。

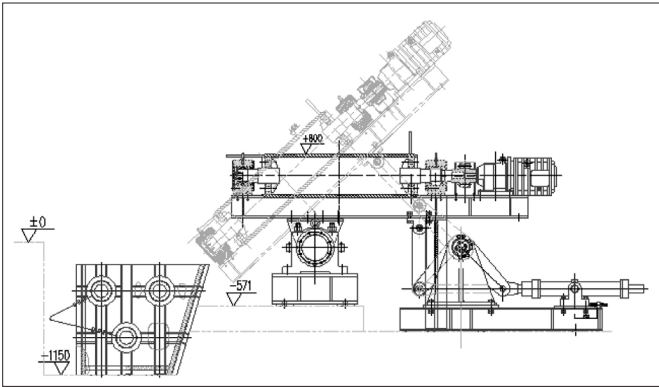


图 1 整体倾翻方案图

3.2 方案优缺点分析

该方案主要优点在于:

- (1) 翻钢过程避免了各种不利环境因素的干扰, 翻钢稳定可靠;
- (2) 整体倾翻钢结构平台时, 切尾不容易出现憋卡现象, 切尾容易顺利滑落;
- (3) 液压缸行程较短, 速度可以降低, 容易保证运行平稳;
- (4) 各零部件强度、刚度等容易保证, 而且连杆机构置于钢结构平台之下, 避免了水、铁屑等不利环境因素的影响, 可以有效降低故障率, 保证设备稳定运行。

该方案缺点是机构相对复杂, 设计工作量较大。

4 翻钢机结构设计及工作原理

4.1 翻钢机结构

翻钢机主要由升降驱动装置、通轴、辊子装配、钢结构底座、收集槽、支撑盖板、支撑等组成; 其中升降驱动装置主要由液压缸、连杆机构、底座等组成。

升降驱动装置由连杆、曲柄、曲柄座、液压缸、底座组成。连杆末端与钢结构底座下表面铰接; 曲柄可绕着曲柄座上端中

心旋转；液压缸通过中部耳轴安装在底座上。
通轴为一根横跨三个辊子间距长度的轴（空心轴），两端通过轴承座固定（轴承座安装在土建基础上）。在通轴长度方向上设 3 个连接点与钢结构平台下表面螺栓连接。

4.2 翻钢机的工作原理

翻钢机倾翻是通过液压缸活塞杆伸出推动连杆机构顺时针旋转，从而带动钢结构平台绕着通轴作逆时针做倾翻动作，在倾翻过程中，切头会在盖板 / 辊道上由于重力作用滑落至收集槽内。待倾翻至最大角度（与水平夹角 43.4°）时，即切尾倾倒完毕，液压缸活塞杆缩回，设备整体复位，完成整个倾翻动作。

当翻钢机处于未倾翻状态时，钢结构平台落至支撑上；设备和切尾重量由通轴和支撑承担。

5 翻钢机相关计算校核

5.1 翻钢机受力分析

5.1.1 未倾翻状态

翻钢机未倾翻时，由通轴和支撑倾翻总重。

5.1.2 倾翻至最大角度状态

倾翻至最大角度时，由通轴和升降驱动装置承受总重 G ，由于切尾重量相对于设备重量很小，因此不考虑倾翻过程中切尾滑移对重心的影响（如图 2 所示）。

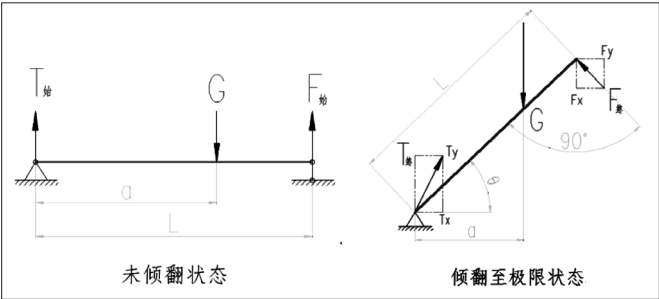


图 2 翻钢机受力简图

小结：随着倾翻角度逐渐增大，通轴承受的力呈逐渐递增趋势，因此选择在翻钢机倾翻至最大角度的状态下对通轴的强度进行计算。

5.2 通轴强度校核

通轴两端通过双列圆锥滚子轴承连接；其中一端轴承定位，另一端沿轴向有调整间隙。通轴的受力简图如图 3 所示。

通过计算，得 $\sigma < [\sigma]$ ，因此通轴的强度满足使用要求。

5.3 通轴挠度校核

通轴的最大弯曲挠度发生在危险截面处，通过以上受力分析及弯矩图可看出，通轴的最大挠度发生在中点截面上。

通轴中点截面挠度 $f_{\max} < [f]$ ，因此轴的弯曲挠度满足使用要求。

5.4 液压缸所需最大推力状态分析

在液压缸驱动翻钢机动作过程中，所需的驱动力随着倾翻角度的变化而变化。图 3 分别为翻钢机未倾翻和倾翻至最大状态的受力简图。

由上图可明显看出， $e_{\text{初}} > e_{\text{终}}$ 。随着倾翻角度逐渐增大，倾翻力 F 的阻力臂值 e 呈逐渐递减状态。当倾翻机倾翻至最大角度时，倾翻力的阻力臂值 $e_{\text{终}}$ 为最小。

因此，液压缸最大受力状态为翻钢机初始位置所需的

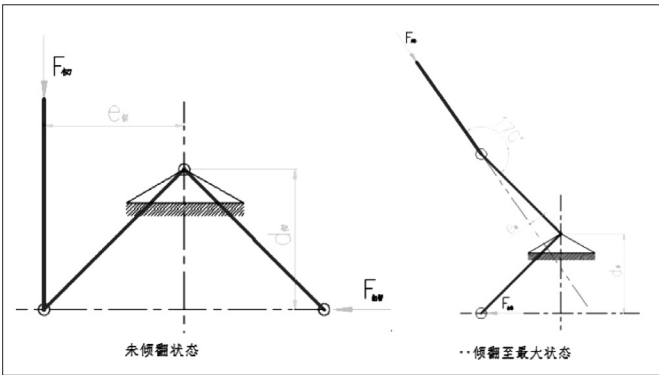


图 3 倾翻机构受力简图

推力 $F_{\text{缸初}}$ 为最大，选取液压缸时应以这种状态下的受力为参考依据。

6 安全性设计

6.1 安全性要求

翻钢时，由于翻钢设备运行而造成辊道输送线中断，需保证将进行锯切的下批型钢不能撞上翻钢机。

由于是在线翻钢，且生产线无中间缓冲环节，设备故障将造成整个生产线停产，因此翻钢设备需保证运行稳定可靠。

6.2 解决措施

6.2.1 通过电气自动化实现连锁控制

对输送辊道、翻钢机和冷锯机分别设置信号接入点，要求当辊道运行时翻钢机处于初始位置，冷锯机不能动作；翻钢机运行时辊道停止，冷锯机不能动作；即实现设备之间的连锁控制。

6.2.2 设置安全挡板

在翻钢机输入侧倾翻辊道盖板上设置安全挡板，用于在危险状态下，翻钢机在倾翻时有轧件继续向前输送时，可利用安全挡板对轧件进行止挡，避免轧件穿入翻钢机下部。

7 结语

该设备于 2014 年已经投入使用至今，经过现场运行情况来看，翻钢机运行稳定，对切尾处理方便、快捷，不影响冷锯机的生产节奏，满足生产要求，使用效果良好。

参考文献：

[1] 成大先. 机械设计手册 (第五卷) [M]. 北京: 化学工业出版社, 2016.
[2] 成大先. 机械设计手册 (第二卷) [M]. 北京: 化学工业出版社, 2016.
[3] 成大先. 机械设计手册 (第四卷) [M]. 北京: 化学工业出版社, 2016.
[4] 成大先. 机械设计手册 (第三卷) [M]. 北京: 化学工业出版社, 2016.
[5] 徐公恬, 朱洪冠. 中小型轧钢机械设计与计算 [M]. 安徽: 冶金工业出版社, 1978.
[6] 单辉祖, 谢传锋. 工程力学 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2004.
[7] 王官逊, 孟宪慈, 裴为章. 起重机设计手册 (第一版) [M]. 北京: 机械工业出版社, 1980.

作者简介：于聪聪（1989.03-），男，汉族，甘肃人，本科，机械工程师，研究方向：工程力学。