

冷轧带钢卷取张力控制系统的探讨

王战东

京工智控（北京）科技有限公司，北京，100102；

摘要：冷轧带钢卷取张力控制系统在冷轧生产中，有着十分重要的作用，其运行性能直接影响着钢带卷形质量、表面状态，以及后续加工效率等方面。对此，为保证冷轧带钢卷取张力控制系统运行性能，应对系统原理、系统运行等进行深入研究，实现间接张力控制，优化系统运行性能。本文从S120变频器角度出发，对冷轧带钢卷取张力控制系统进行分析，并且通过实例进一步分析，希望给相关研究工作，提供一定的价值参考。

关键词：变频器；冷轧带钢卷取；张力控制系统

DOI：10.69979/3041-0673.25.10.009

引言

变频器冷轧带钢卷取张力控制系统属于闭环矢量控制，并且卷取卷径一般从小变大变化，并且为保证恒张力，应保证电机输出转矩从小到大变化。同时，在冷轧带钢卷取张力控制系统运行期间，应当结合实际情况进行转矩补偿，并且使用高性能变频器，优化系统运行性能，满足冷轧生产需求。另外，将变频器作为基础的冷轧带钢卷取张力控制系统，后期维护较为便捷，系统运行具有较强可靠性，降低成本，为保证生产效率和质量，提供基础性保障。

1 冷轧带钢卷取张力控制系统原理

从处理线方向（如金属带材、薄膜、线材等连续材料的卷取阶段），保证卷取张力可有效保证产品质量，例如：表面平整度、厚度均匀性、无褶皱或断裂等。同时，卷取张力控制将张力原理作为基础，材料卷取阶段

受到纵向拉力的作用，以保证恒定或者按照预先设定的曲线变化。同时，张力控制方式一般可分为开环控制和闭环控制，其中开环控制根据基于卷径、速度等对扭矩进行计算，然而闭环控制将张力传感器实时控制作为基础，对张力进行调整，避免产生异常情况。

冷轧带钢卷取张力控制系统在运行期间，还需要机械设计、传感器精度，以及控制算法进行协助，并且利用动态补偿和智能算法等，实现精准控制，以此保证产品质量。另外，在复杂的场景下，可以使用“开环控制+锥度调整+惯量补偿”的综合方案，以保证冷轧带钢卷取张力控制系统运行效果。

2 冷轧带钢卷取张力控制系统运行研究

图1为：冷轧带钢卷取间接张力控制系统原理图，此张力控制系统可以严格控制冷轧带钢卷生产，以此保证生产的精准度，避免发生变形问题。

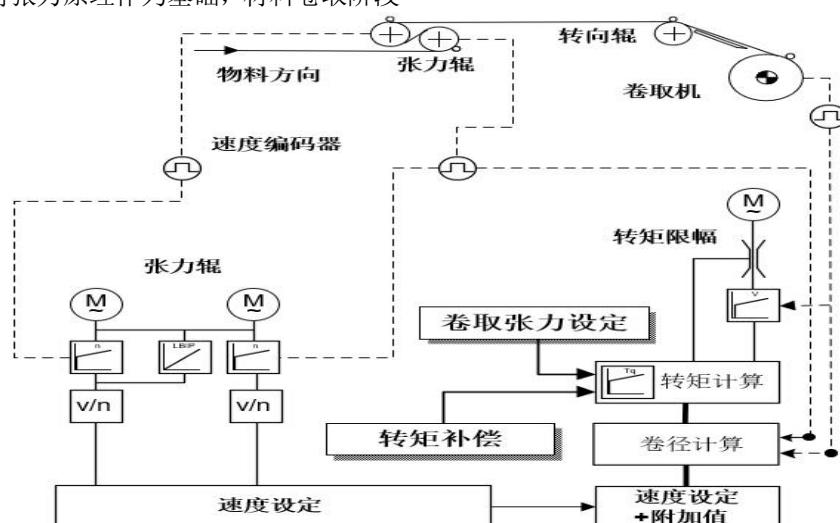


图1：冷轧带钢卷取间接张力控制系统原理图

对此，本段内容从以下几点，对冷轧带钢卷取间接张力控制系统进行研究，目的是通过深入研究，对系统运行进行优化，提升系统运行效率和稳定性，避免出现系统异常情况，给冷轧带钢卷生产带来不利影响，降低生产质量。

首先，在冷轧带钢卷取张力控制系统运行期间，由于卷取装置转动惯量相对较大，卷径会从小变大，这时如果进行加速、减速、停车等操作，很容易出现冷轧带钢卷变形问题，降低生产质量。然而，将变频器应用到冷轧带钢卷取张力控制系统中，可以根据情况对卷径进行调整，以此保证卷径的稳定性，促使张力处于恒定状态^[2]。另外，在冷轧带钢卷取张力控制系统运行期间，针对特定的动态过程，可利用变频器对动态过程进行调整，促使冷轧带钢卷取能力有所提升。同时，为保证冷轧带钢卷取的稳定性，一定要保证张力的恒定性，对此应结合实际情况，做好转矩补偿，以此保证系统运行的稳定性，提升控制精准度。冷轧带钢卷取张力控制系统转矩补偿以后，系统在运行加速、减速，以及停车等方面，可以对惯量起到抑制的作用，也保证补偿量与系统运行速度呈现正比关系。

其次，为保证冷轧带钢卷取张力控制系统的稳定性，应当结合实际情况，对电机进行自整定，并且将电机定子电感、定子电阻等参数输入到变频器中。变频器输入完成以后，应使用编码器信号与变频器进行连接，结合冷轧带钢卷生产需求，变频器中设定编码器圈数。此外，通过利用闭环适量控制，将运行频率合理设定，保证实际运行频率与预设定频率相符，以此保证冷轧带钢卷取张力控制系统运行的稳定性。

再次，在变频器程序中，对空心卷径和最大卷径数值进行合理设定，并且利用相关计算公式，确定最大脉值

冲量，目的是限定系统电机运行速度。在变频器的作用下，如果未限定最高速，这样很容易影响控制效果，增加冷轧带钢卷变形问题发生概率^[3]。对此，需要对变频器运行速度进行调整，切记运行速度不能在2Hz以下，否则很容易出现抖动问题，影响系统运行的稳定性。另外，冷轧带钢卷取张力控制系统通过利用自适应PID，可对非线性系统进行控制，并且通过自适应逻辑动态调整PID参数，避免出现异常情况。冷轧带钢卷取张力控制系统借助模型预测控制，生成张力-速度-卷径的数学模型，对运行路径进行模拟，以便后续调整，使用WINCC组态软件，可实时监控和获取张力、速度、卷径等数据，实现远程诊断与参数优化，降低系统故障发生。

最后，换个角度来说，变频器应用到冷轧带钢卷取张力控制系统中，可以有效完成张力控制，也就是对电机运行电流进行有效控制，确保电机输出转矩与电流呈现正比，避免系统运行出现故障^[4]。同时，在冷轧带钢卷取张力控制系统运行期间，如果出现负载突变，应对矢量变频器、编码器等实现闭环控制，以保证控制效果。但是，在矢量变频器应用期间，应当根据系统中传动电机控制功能的相关要求，对矢量变频器运行参数进行合理设定，以满足系统运行需求。同时，冷轧带钢卷取张力控制系统在运行期间，系统运行频率与转速有着直接性关系，主要因为频率波动直接影响着系统运行性能，一般情况下系统运行频率应符合额定频率，即使与额定频率存在较大偏差，也可使影响控制在1%~1%之间。根据冷轧带钢卷取张力控制系统运行要求，应明确张力辊与卷取机运行参数，并且结合实际情况做出适当调节，避免系统产生异常情况，表为张力辊与卷取机运行参数配置

设备	容量(kW)	转速(r/min)	额定电压(v)	额定电流(A)	功率因数	效率(%)
张力辊	55	1485	380	106	0.86	93.2
卷取机	220	400-1400	317	537	0.81	92.1

3 冷轧带钢卷取张力控制系统运行注意事项

由于冷轧生产环境较为复杂，所以在变频器作用下，冷轧带钢卷取张力控制系统在运行期间，还应当注意以下几点。

由于静摩擦仅仅在系统激活瞬间存在，这时如果系

统激活消失以后，所以需要经过详细计算，确定静摩擦转矩补偿参数，对电机运行进行补偿。

滑动摩擦转矩补偿在冷轧带钢卷取张力控制系统运行期间，有着十分重要的作用^[5]。基于此，补偿大小设定应将电机额定转矩作为标准，明确补偿量大小与系统运行速度之间的关系，以此保证补偿参数合理性。另

外，可以在变频器进行分段补偿设定，以此保证冷轧带钢卷取张力控制系统处于稳定运行状态。

根据系统运行状态，对闭环控制进行调节，并且与前馈补偿预防动态干扰，并且对系统运行速度变化，以及卷径变化等对张力控制的影响进行预判，根据预判结果进行调整。另外，通过变频器实现在线调整，以此减少或者消除影响因素产生^[6]。此外，还需要对先进技术进行充分利用，例如：模糊控制、自适应控制、神经网络、协同控制等，以此应对复杂生产工况，并且结合历史数据构建系统运行模型，预测和防范张力波动异常，并且结合电机运行速度，实现多变量协调。

4 冷轧带钢卷取张力控制系统实例分析

本文以某大型钢厂连退产线带钢卷取张力控制系统方案为例，搭配西门子 S7-400PLC 与矢量变频器，确保冷轧带钢卷取张力控制系统稳定运行。同时，在冷轧带钢卷取张力控制系统运行期间，通过利用间接完张力控制方式中“最大力矩法”，对系统运行速度，电流双闭环进行调节，并且对卷径进行跟踪，根据跟踪结果对动态力矩进行适当补偿，以此保证张力恒定的稳定性。

将自适应控制作为基础，利用开环控制对速度进行调节，并且利用 WinCC 软件对运行系统参数进行监控与设置，以此解决非线性时变系统运行建模问题。同时，在冷轧带钢卷取张力控制系统运行期间，结合实际情况，根据实时卷径进行转矩限幅，以此实现间接张力控制，利用高精度编码器对卷径变化进行检测，做好实时调节，从而对张力进行控制，以此保证冷轧带钢卷取张力控制系统运行的稳定性。

根据冷轧带钢卷取张力控制系统研究可以知道，通过利用开环方式可以对系统运行转矩进行调节，并且对张力波动进行严格控制，避免产生异常现象，也提升系统运行速度和精度^[7]。另外，动态力矩补偿可以有效对系统运行速度进行控制，降低系统运行故障产生，提升系统运行效率，以及卷取质量。

5 结束语

综上所述，为保证冷轧带钢卷生产质量，对此本文提出变频器，实现间接张力控制，并且结合实际情况，对系统进行转矩补偿，以此保证冷轧带钢卷取张力控制系统运行的稳定性。同时，还需要结合实际情况，对空心卷径和最大卷径数值进行合理设定，并且通过利用编码器合理设定编码器圈数，以此保证控制系统运行效率，对冷轧带钢卷生产进行严格控制，保证生产质量。

参考文献

- [1] 孙建爽, 李文山, 于旭, 等. 冷轧卷取机张力控制研究[J]. 冶金设备, 2024, (01): 17-21+65.
- [2] 高辉, 王彬. 冷轧卷取带钢咬入阶段稳定性研究[J]. 轧钢, 2022, 39(01): 30-36.
- [3] 张晓宇, 陈静, 崔熙颖. 冷轧卷取头尾张力对带钢划伤的影响及其控制措施[J]. 轧钢, 2021, 38(06): 54-59+99.
- [4] 颜廷洲, 于洪喜, 齐杰斌, 等. 冷轧后部处理线卷取张力控制的研究与改进[C]//中国计量协会冶金分会, 《冶金自动化》杂志社. 中国计量协会冶金分会 2018 年会论文集. 北京首钢股份有限公司硅钢事业部; , 2018: 74-76.
- [5] 杨维, 唐光进, 马铁栓. 冷轧带钢卷取张力的研究[J]. 化工管理, 2018, (24): 118-119.
- [6] 朱长月, 王建华, 王会宾. 冷轧卷取机带头褶皱问题分析及控制[J]. 山西冶金, 2024, 47(12): 269-271.
- [7] 么玉林, 李旭, 王鹏飞, 等. 冷轧带钢倾斜浪缺陷产生机理分析及控制研究[J]. 轧钢, 2021, 38(05): 54-58.

作者简介：王战东（1987.08-），男，汉族，河南省商丘市人，硕士研究生，研究方向：冷轧带钢卷取张力控制系统。