

三电平变频器在本钢热轧厂 粗轧机主传动上的重要技术应用分析

王 珏*

本钢板材股份有限公司冷轧厂, 辽宁 117000

摘 要: 热轧待钢生产过程中, 在轧钢生产线上进行钢铁产品的生产环节的操控技术含量高、规模较大、生产性投资也高。通过电子注入增强门极晶体管(IEGT)为功率元件的新型三电平中压变频调速系统等胸痛的改进, 大大提高了轧钢生产线生产效率, 解决了钢铁生产线中轧制瓶颈问题。

关键词: 三电平变频器; 热轧; 主传动

一、前言

现代轧钢生产过程核心设备是变频器控制交流电机, 其控制性能关系到轧钢速度控制和机架之间的速度配合, 对于轧钢产品的质量和产量都有直接的影响。三电平变频器、主回路硬件和供电回路进行电压时量的控制, 通过开关控制输出^[1]。三电平直流电为通过三电平逆变器调试, 使得整流过程电流还整合、电压还调节等, 符合逆变器运行操作流程。

二、轧钢机主动控制技术要求

电动机作为重要设备运用在工农业生产等各个领域, 为设备提供动力, 随着机械冶金等的规模扩张, 带来冬季的调速和精度控制要求不断提升, 尤其是在大型电力传动自动控制系统运用后, 主动传动能够为电气传动设备提供较高的过载能力, 尤其是在直流交流调速电动机出现之后^[2]。

通过国内外电力传统学术界的研究, 目前在电气公司的运用选取具有优良传距控制精度的直流电机传动系统作为主要的设备运行, 近年来随着轧钢生产线的不断改造建设虽然取得了规模质量的双重飞跃, 但是生产线技术问题也不容忽视。直流电机发生运行量过大的时候, 容易降低转动惯性过载能力, 使得轧刚在高速化运行过程中出现技术瓶颈^[3]。钢铁企业对老旧生产线进行大规模技术改造运用自动化控制技术, 在电子电流、电力传动、轧制过程自动化等应用上取得了较好的效果。电力电子技术的发展和微电子技术的发展, 交流电机矢量控制理论, 在调速技术上加以应用, 采用新型控制技术实现交流电机调速系统的动静态性能的优化。目前, 交流变频调速系统已经成为主导设备, 能够满足轧钢过程中转矩和电流控制动态响应以及速度控制、动态响应的要求, 用大功率变频调速系统的系统分类, 作为系统过载能力和调速范围的依据。例如在轧钢机主动传动控制上, 型钢车间一般的出闸机做简单的开辟, 使用后没有调速方面的要求^[4]。

三、轧钢机主传动交流调速技术比较

为了满足联查所要求的速度积累和扎纸张力控制, 调速系统经过传动控制精度的提升以及其他性能指标的提高, 将系统的调速范围加以增加, 大转矩过载能力增强, 经过连续轧制钢设备转速度提高。

冷轧机主传动基本与热连轧精轧机相似, 具有精确的张力控制要求。目前满足轧机传动要求的变流调速系统, 包括交直流、变频等形式, 如三电平变频不受器件电压等级限制, 低压中小功率为主, 根据主回路电力、电子器件不同, 可以进行晶闸管三电平变频系统、绝缘栅双极晶体管、三电平变频系统的运行^[5]。

升级后还有采用全数字变频调控、控制三级计算机控制等技术, 引进世界领先的全套控制系统, 实行关断晶闸管作为助传动器件。

四、交流调速技术在轧钢厂的应用

本钢热轧带钢厂引进了成套设备和技术, 对大功率轧钢机主传动系统进行了改进, 采用直流电动机的主传动电动

*通讯作者: 王珏, 1980年2月, 男, 汉, 辽宁本溪人, 现任本钢板材股份有限公司冷轧厂电气点检组长, 电气工程师, 本科。研究方向: 变压器。

机存在换向问题，后采用先进的定宽压力极大测压和机架可逆粗轧机作为全套控制系统中的重要设备，通过自动化控制技术改造改变了传统的电气系统老化，电器关键技术缺乏等问题^[6]。由于轧钢传动系统故障频发，热轧厂决定对生产基础、自动化过程控制及生产控制机等全部进行改造升级，更新检测仪表，区域性改造、电气传动系统、粗轧机主动传动系统作为此次改造的重心部分，改造部分主要围绕传动控制装置和功率变频装置，利用现有的滤波系统，对于传统系统在负荷不变化情况下进行了整流变压器无负荷开关、高压断路器等进行改造。

交流调速技术在轧钢厂的应用，大部分应用在高压、频调速，大型轧机传动等设备上。主动传动电动机采用直流电动机较多，但是在应用中直流电机存在着转向问题，换向器和电刷等，不仅维护工作量大，不能满足轧钢机大型化高速化发展。因此为了提高过载能力，单机容量，降低转动惯性，将原有的精轧主动电动机改为交流同步电动机，建造了新型的轧钢厂。针对电气传动控制要求，考虑到系统的性能指标，满足轧制工艺要求，符合系统过载能力和调速范围，将相应的轧制工艺、电气传动性能要求进行了列表如下表1所示。

表1 轧机工艺的电气传动技术性能要求

| 轧钢机 | 功率 | 转速 | 运转方式 | 速度精度 | 速度响应 |
|------|------|-------|------|------|------|
| | MW | r/min | | % | ms |
| 中厚板 | 5-12 | 50 | 可逆 | 0.5 | 300 |
| 精轧机 | 5-10 | 100 | 单向 | 0.1 | 100 |
| 钢轧机 | 3-5 | 300 | 单向 | 0.5 | 300 |
| 热连轧机 | 1-2 | 500 | 单向 | 0.01 | 50 |

三电平变频器调速系统由三组反并联、晶闸管、可逆桥式交流器组成。三相变频电路拥有不同的输出项，粗轧机同时导通构成回路，每项回路有独立的变换器，输出电压为副版主，交变频器是电压源性质的变频器，在电流输出时给出电压变化，通过控制晶闸管的触发延迟角来控制相应的输出电压，总结控制方法，运用正弦波结交法、线性波结交法等，自动控制理论，通过查经管、相控桥的一次直接转换，避免交织交变频器中间直流回路元件空机发生损耗，确保过载能力优良，输出波形好^[7]。

大型轧机传动时为了提升系统的实用性、可靠性，改善控制系统，运用全数字的传统控制器，使用三电平交变频调速系统向大容量方向发展，作为轧机主传动的三电屏PWM变频系统采用相同的三列平结构，电网侧完成系统的功率变化，电网侧采用三电平PWM控制，保持电网功率因素在一左右，使得整个系统调速范围内电流谐波总量控制在4%。低谐波污染能量可逆利用，功率因数高，采用PWM控制，无须昂贵的动态无功补偿，缓解了逆变器输出电压的变化率，减小负载脉动，使得输出电压与正弦波相近，有效提高传动性能。

三电平交直变频器的输出调速范围较广泛，主回路系统结构复杂，与二极管分力，原件自身内部接线较多，改变这一现状。通过采用全数字三电屏PWM技术和DTC直接转矩控制技术，大大提高了变频调速性能。传动装置将续流二极管与电子器件进行集合系统，装机容量提高，轧机高性能要求下功耗得以降低，维护较为简单，采用负载换流的同步电机变频调速LCI在电源侧自然换流、晶闸管、整流器以及直流和电抗器等组成下，利用同步电机完成了对电源侧的整流器的控制。LCI系统利用同步电机转子过激磁的容性无功功率，输出电流谐波较大，采用交流调速技术运行满足高输出效率^[8]。额定转速下系统采用电流断续换流，使得输出例句的脉动较小。系统满足热轧机的主传动控制要求，过载能力要求不高，三电平交直变频传动系统与传统的半可控晶闸管相比，采用半导体器件、自关断电力以及传动装置技术开发应用，变换器装置结构较为简单，原材料使用较少，谐波污染小，功率因数高。

作为轧机主传动的三电平PWM变频系统能量可逆利用，完成系统的传动功能，同时也能够完成系统的功率变

换,采用相同的三电平结构实现了电网侧的PWM运行控制,在整个调速范围内可以实现系统的逆变侧的输出电压,谐波滤波,减少负载脉动,有效提高传动系统性能。PWM变频系统与反并联二极管集成,功率较小,驱动简单、原件逐步增大^[9]。三电平PWM变频系统具有很好的可靠性和可维护性,减少了控制门及回路电感、功率容易模块化,经济性增强。采用IGCT电平变频系统视为一种较为理想的大功率中高压开关器件。IGCT电平PWM变频系统又是用在中小功率轧机主传动直交调速系统上,高压IEGT原件关断时有电流拖尾现象,因此在进行运行过程中需要进一步加大技术研究,IEGT三电平PWM变频系统损耗低,触发功率小,属于电压型触发器件观念关断速度快,在中厚板的轧机主传动上经常采用这种系统。IEGT三电平PWM变频组件如下图1所示。

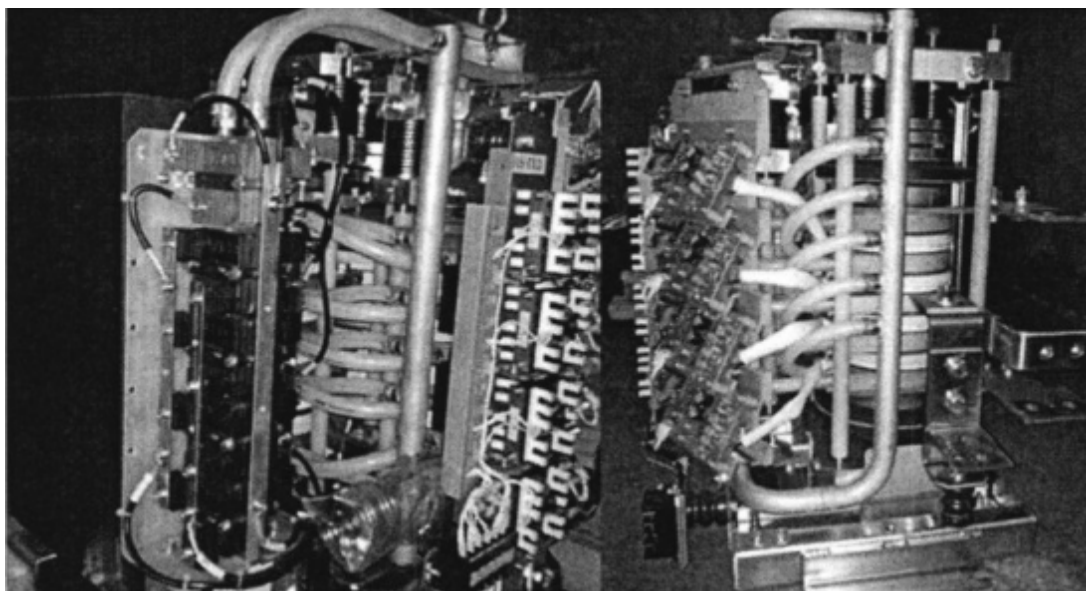


图1 IEGT三电平PWM变频组件

从使用效果和性能指标上看拥有一定的竞争优势,是一种较理想的适用在大功率交流器中的可关断电力电子器件。

五、结束语

目前大中型钢铁企业随着产品质量数量要求不断提高,对大型轧机的交流变频驱动设备提出了更高的性能要求。热轧机传动系统大功率和交流变频已经成为发展趋势。交变频系统以其优越的性能和性价比,在中厚板冷轧宽带高主动调速系统运用中使用频率增加,已经成为现代化大型招高级先进电气设备的标志,技术有广阔的运用前景。

参考文献:

- [1]刘东.国产变频器PROFINET总线在轧制生产线的应用[J].世界有色金属,2019(23):228-229.
- [2]张达.火电厂给煤机变频器低电压穿越改造技术的研究与应用[J].江西电力,2019,43(12):52-55.
- [3]郭洪涛,王威尧,李梁,蒋靖,孙建建.基于谐振控制器的双馈风力发电机组网侧变频器控制策略[J].科学技术创新,2019(36):26-30.
- [4]周肖飞,云献睿,何文云,何凤有.大功率三电平变频器损耗及IGBT结温分析[J].电力电子技术,2019,53(02):62-65.
- [5]戴鹏,石祥龙,朱晓莹,朱信威.有源钳位三电平变频器改进SVPWM策略[J].电工技术学报,2017,32(14):137-145.
- [6]张艳伟.矿用1140V IGBT钳位三电平变频器的研究及应用[J].煤矿机电,2016(04):117-119.
- [7]李凯锋,朱春毅,邢卫宏,杨培.基于gh坐标系的三电平变频器SVPWM混合调制策略[J].电气应用,2016,35(09):20-24.
- [8]丁杰,张平.一种SVPWM NPC三电平变频器损耗计算的改进方法[J].电源学报,2015,13(04):85-92.
- [9]陆文涛,李志远,朱海军.矿用低功耗三电平变频器的设计与实现[J].煤炭技术,2015,34(03):263-265.