

矿井提升机变频调速技术研究

张大路（山西汾西矿业（集团）有限公司多种经营分公司，山西 介休 032000）

摘要：针对现阶段矿井提升机控制系统存在故障发生率高、操作性差问题，提出采用 PLC+ 变频器方式实现对提升机运行高效控制。对提升机变频调速原理进行阐述，并依据矿井提升机控制需要对提升机变频调速控制方案进行设计；对变频调速系统中 PLC、变频器以及编码器、计数器等设备进行优选；最后确定了变频调速控制程序。文中所提变频调速技术方案可在一定程度上增强提升机运行控制效率，使得提升速度变化更为平滑，具有一定的实用价值。

关键词：矿井运输；提升机；变频控制；PLC；提升速度

提升机是煤矿井下常用的运输设备，主要负责人员、材料以及设备等运输工作。提升机控制系统是实现提升机运行控制的核心组件，控制系统运行效率以及运行可靠性直接关系到提升机运行安全以及效率^[1-3]。传统提升机运行控制采用“接触器+继电器”方式，此种控制方式存在操作性差、故障率高问题，已无法满足矿井高效生产以及智能化矿井建设需要^[4]。采用 PLC 代替传统的“接触器+继电器”方式可大幅增高提升机运行效率，特别是在运行速度控制方面表现出显著优势^[5-6]。为此，文中以山西某矿 1305 运输巷为工程研究背景，对提升机变频调速控制系统展开研究，以期能更好的促进矿井运输工作开展。

1 提升机变频调速基本原理

矿井提升机随机配备的电动机电源为低压交流电，根据相关理论研究成果表明，电动机转速与输入的交流电频率呈正相关，因此可通过改变交流电输入频率来对电动机转速进行控制，进而控制提升机运行速度。现阶段常用的变频调速方式有交-交变频、交-直-交变频两种形式，前者仅需要通过一次转换即可实现对交流电频率转换；后者需要先使用整流器整流、斩波器调压，后再通过逆变器调整交流电频率。对于变频电机控制，最为常见的控制方法为矢量控制，即将流向电机定子的电流分为 2 个部分，分别为励磁电流、转矩电流，随后对上述 2 部分电流进行分别控制，最后合成的电流特性与直接电机动态特性相似。为此，文中采用交-直-交矢量控制方式来实现对提升机变频调速控制。

2 提升机变频调速技术方案

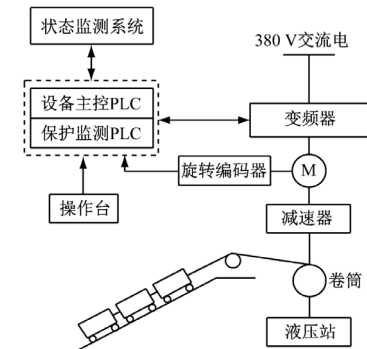


图 1 提升机变频调速技术方案示意图

具体构建的提升机变频调速技术方案见图 1 所示，变频调速系统结构包括有 2 套 PLC 控制系统，分别实现提升机运行控制以及安全监控功能；运行状态监控系统；变频电机、液压站、操作台以及减速器等设备。其中监控系统接收 PLC 监测信号并将提升机运行故障情况、故障状态等

参数显示在监控设备上；操作台向 PLC 控制系统发出指令，实现提升机启动、停止操作，同时提升机按照预先设定的运行速度曲线进行工作；在电动机输出端布置的旋转编码器可获取电动机转速信号，从而得到提升机行程；液压站在提升机运行时提供制动力，避免提升机出现瞬间启动溜车问题。

3 提升机变频调速系统硬件

3.1 变频器

变频器是实现提升机变频调速控制的基础设备，受到提升机工作环境恶劣影响，选用的变频器应具备较高的可靠性。通过综合比对，选择型号 SB61G110kW 变频器用以提升机控制，该型号变频器在负载、运行速度等同时变化下仍具有较高的稳定性。选用的变频器具备矢量控制以及拟超导能力，可对过载、接地、短路等故障进行保护。具体选用的变频器电气原理图见图 2，其中空气断路器以及接触器用以电压电网保护，可实现对切断、启动以及故障进行保护；电抗器 L_a 可降低变频器运行产生的谐波传入电网、避免对电网干扰，同时可提高变频器工作稳定性以及功率因素；滤波器 L_b 主要起到避免外界环境电磁波给控制电路造成的影响；热继电器 FR 起到过载以及断相保护。交流电（380V）与 R、S、T 线端连接后，电流先后经过整流、变频以及逆变等操作可产生现场控制需要的交流电频率。

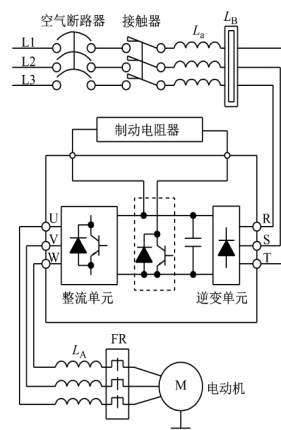


图 2 变频器电气原理图

3.2 PLC 控制系统

PLC 控制系统共有 2 套，其中一套主控制系统用以对提升机运行速度控制需要，提升机按照“S”型速度曲线运行，可达到高效、稳定运行需要；一套监控系统用以对提升机容器位置、运行速度、变频器运行参数、卷筒工作状态等进行实时监控，当监测到有故障时监控系统会发出保护指令，从而增强提升机安全保障能力。

主控系统、监控系统选用的 PLC 型号分别为西门子 S7-300、S7-200 系列。S7-300 系列 PLC 可满足恶劣工作运行需要,并可承受短时间强负载冲击,同时 PLC 通过控制液压站运行从而满足提升机各种工作状态安全制动需要,使得提升机加速、减速以及恒速运行时更为平稳;S7-200 系列 PLC 具有编程便捷、I/O 端口丰富,可实现对逻辑运算以及各种监测信号处理,可用以接收、处理电动机转速、电流及电压等信号。

3.3 编码器、计数器等设备

编码器、计数器等设备主要用以对提升机运行速度以及运行位置等监测。选用的编码器型号为 TRD-N2000-RZ,增量式编码、24V 信号电压,一般将编码器布置在提升机驱动轮以及导向轮上;选用的计数器型号为 FM350,可同时实现 4 路脉冲信号计数。

4 变频调速控制程序

当操作台发出启动信号后,主控 PLC 系统会控制变频器运行,输出的交流电为特定频率,同时液压站会做出相应动作,提升机开始按照预先设计逻辑运行。在提升机提升期间速度调节依靠预先设定的速度曲线,为此文中提出采用 7 段式 S 型曲线控制方式,整个提升过程中速度按照加速(慢加速、匀加速、快加速)、运速、减速(快减速、匀减速、慢减速)等过程。采用上述速度曲线不存在速度突变问题,从而使得提升机速度变化平滑。

5 总结

为了增强提升机控制系统运行效率以及可靠性,基于

PLC、变频器提出一种变频调速控制系统,并对变频调速技术原理以及调速控制系统结构进行阐述。变频调速系统采用 S7-300PLC、S7-200PLC 分别实现运行控制以及运行监控,采用 SB61G110kW 变频器实现运行速度调整,采用 TRD-N2000-RZ 编码器、FM350 计数器实现提升机运行速度、位置监控。最后对变频调速速度变化曲线进行详细设计。文中所提变频调速技术方案不仅可在一定程度上增强提升机运行控制能力而且可使得提升速度变化更为平滑。

参考文献:

- [1] 王征. PLC 技术的矿井提升机变频调速控制系统设计 [J]. 内蒙古煤炭经济, 2020(14):52-53.
- [2] 赵仕艳, 谢子殿. 低压变频调速技术在矿井提升机中的应用 [J]. 黑龙江电力, 2020, 42(02):130-135.
- [3] 王双虎, 秦涛. 矿井提升机变频调速监控技术 [J]. 煤矿机电, 2019, 40(06):82-84.
- [4] 高常宝, 胡建钊, 赵战国, 高涵. 某铅锌矿提升系统改造技术研究 [J]. 中国矿山工程, 2019, 48(02):5-9+19.
- [5] 孙华. 变频调速技术在矿井井下运输中的应用 [J]. 能源与节能, 2019(01):159-160.
- [6] 郭飞. 变频调速技术在矿井提升系统中的应用研究 [J]. 山东煤炭科技, 2017(08):130-131+134.

作者简介:

张大路(1990-), 男, 河北井陉人, 2012 年 7 月毕业于太原科技大学, 机械制造及其自动化专业, 本科, 现为助理工程师。

(上接第 97 页)术被非常频繁地应用。在微囊化技术的影响下,微米剂量的容器可以包裹阻燃剂,使微囊化更加明显并减少其存储空间。动物胶原蛋白,植物纤维素和植物蛋白是容器材料的主要成分,也是使用微囊化技术时选择的主要容器材料。在上述材料的作用下,溶剂材料的性能非常稳定,并且形成的溶剂材料不会引起与阻燃剂的化学反应。另外,一些科学家开发了大分子天然容器。主要成分是人造材料,例如聚乙烯,聚酯,乙烯和聚苯乙烯。在制造过程中,这种容器的制造条件非常严格,并且制造成本始终很高。基于成本消耗,微胶囊技术很少使用。之后,研究人员将含有阻燃剂的微胶囊置于高温环境中并观察了反应,但发现当温度实际升高时,胶囊的外壁逐渐融化并破裂。在这种情况下,阻燃剂迅速发挥作用,并在释放过程中产生明显的阻燃效果。

3.3 化学反应技术在高分子阻燃材料中的应用

接枝,交联和共聚技术被整合在一起以形成化学反应技术。简而言之,这项技术的作用改变了高分子材料的内部材料结构,并且阻燃体和阻燃元素是分子主链。通过这种方式可以达到阻燃目的。此外,该技术可以替代某些易燃材料,并用更高阻燃性的材料填充毛孔。在这一阶段,辐射交联技术是化学反应技术最常用的技术手段。在辐射交联技术的影响下,这类材料的分子链可以相交,不仅解决了火焰扩散的问题,而且加快了燃烧速度,进一步增强

了阻燃效果。如果没有引发剂和催化剂,该技术的过程相对简单,不会影响辐射交联技术。同时,将高分子材料加热至高温后,其内部发生化学反应,反复测试表明辐射交联技术不会污染环境。通过结合化学反应技术在高分子材料中的特殊应用,有必要扩大高分子材料的应用范围,充分展示其技术优势,在更多领域中得到广泛应用。

4 结束语

一般而言,对我国高分子材料领域的深入研究使许多新型高分子材料进入人们的视线,封堵技术得到不断优化和完善,形成了特殊的技术基础。近年来,我国消防工作的全面实施和相应要求的不断提高,导致出现了许多具有一定积极作用的阻燃产品。但是,不同的生产过程仍然有其自身的缺点和不足的做法,需要进一步开发和研究。本文以此为基础,并详细介绍了高分子材料的阻燃原理,当前制造的不同类型的技术以及不同技术的优缺点。对于相应的技术,获得对该领域未来发展的粗略估计。

参考文献:

- [1] 姜存华. 阻燃高分子材料的研究进展及其在工程领域的应用 [J]. 化工设计通讯, 2020, 46(08):101+109.
- [2] 贾园, 张鹏, 刘振, 韩敏. 阻燃高分子材料的开发及其应用研究进展 [J]. 中国塑料, 2019, 33(10):120-127.
- [3] 宁廷州, 张敬芝, 付玲. 阻燃高分子材料在电气封装领域的研究进展 [J]. 塑料工业, 2019, 47(10):1-6+147.