

计算机联锁在高速铁路领域的发展趋势

朱晨希

北京全路通信信号研究设计院集团有限公司 北京 100071

摘要:近年来,我国经济提升与科技发展双轮驱动,铁路事业取得显著成就。铁路工程施工水平大幅提升,众多先进技术得以广泛应用。在铁路系统中,铁路信号是车辆指挥与调度的关键。为确保铁路系统安全有序,必须实现对铁路信号的高效控制。而铁路信号计算机联锁设备的运行状态,对此具有决定性影响。计算机联锁系统作为核心技术,通过精确的逻辑运算和集中控制,保障了行车安全,提高了运输效率。本文深入探讨了该系统的重要性及未来发展趋势,旨在为高速铁路计算机联锁系统的持续发展提供有益参考与启示,助力铁路事业更上一层楼。

关键词:计算机联锁;高速铁路;发展趋势

引言:计算机联锁系统运用计算机技术对车站作业实施逻辑运算与集中控制,确保行车安全。该系统特点为模块化设计、高可靠性、稳定性及故障自诊断功能,主要功能涵盖列车进路办理、信号控制及记录等。在高速铁路领域,系统正向智能化、网络化、集成化、远程控制及监测及环保节能方向发展,实现学习优化、全局协同、高效维护、便捷操作及绿色运营。赣深高铁等案例展示了该系统在高速铁路中的成功应用与显著效果,体现了其在提升铁路安全与效率方面的重要作用。

1 计算机联锁的定义

计算机联锁作为一种先进的铁路信号系统技术,在现代铁路运输中发挥着至关重要的作用。它主要是利用计算机对车站作业人员的操作命令以及现场设备状态表示的信息进行深入的逻辑运算。通过这样的方式,能够实现对信号机、道岔以及进路等关键铁路设备进行集中控制,并且使其达到相互制约的目的,从而切实保证行车安全,成为可靠的车站联锁设备,也就是微机集中联锁^[1]。这一系统是由计算机以及其他一些电子、电磁器件共同组成。其最为突出的特点之一就是具有故障-安全性能,在任何情况下都能确保系统在出现故障时导向安全状态。自动采集并处理信号机、道岔、轨道电路的信息,确保列车严格按照预定路径安全、高效地运行。计算机联锁系统的广泛应用带来了诸多显著优势:一方面,极大地提高了铁路运输的安全性,通过精准的逻辑控制和实时监测,有效防止列车冲突等安全事故的发生。另一方面,也提升了铁路运输的效率,减少了人工操作的时间和误差,使列车运行更加顺畅。此外,还降低了设备投资成本和维护难度,减少了传统联锁设备所需的大量硬件设备和复杂的维护工作。

2 计算机联锁系统的特点及功能

2.1 计算机联锁系统的显著特点

计算机联锁系统,作为引领现代铁路信号控制技术潮流的核心,展现出了诸多令人瞩目的特点和优势。该系统彻底摒弃了传统的6502继电器,转而全面引入先进的工业控制技术,实现了以模块为基本单元的直接且高效的控制方式。模块化的设计是计算机联锁系统的一大亮点。每个模块都承担着特定的功能,如精确控制室外转辙机、信号机、轨道电路等关键设备,实现了功能的精细划分和高效管理。这种设计不仅使得系统的维护和升级变得更为便捷,还大大降低了故障发生的概率,从而提高了系统的整体性能和使用寿命;此外,计算机联锁系统还具备完善的故障自诊断与故障指示功能。系统能够实时监测各模块的运行状态,一旦发现任何异常情况,便会立即自动触发故障指示,为维修人员提供准确的故障定位信息和解决方案,确保了系统的快速恢复和正常运行。

2.2 计算机联锁系统的全面功能

计算机联锁系统不仅具备联锁的基本功能,还实现了多种特殊联锁功能,以满足不同运输需求下的列车运行控制。系统能够灵活办理全站列车进路、调车进路及迂回进路,确保了列车在复杂运输环境下的顺畅运行。在信号控制方面,计算机联锁系统同样表现出色,系统具备信号正常关闭功能、故障关闭功能、防止自动重复开放信号功能及人工重复开放功能等,这些功能的实现不仅提高了信号控制的灵活性和可靠性,还确保了列车在各种情况下的安全运行。此外,计算机联锁系统还具备完善的记录功能,系统能够实时记录行车作业办理信息、站场图形信息等关键数据;通过与其他系统的信息共享和协同工作,计算机联锁系统实现了站场间的信息互通和联动控制,为铁路运输的整体效率和安全性提供

了有力的保障。

3 计算机联锁在高速铁路领域的发展趋势

3.1 智能化发展

随着人工智能技术的迅猛发展,计算机联锁系统的智能化水平正在迅速提升。智能化不仅代表着系统能够处理更复杂的逻辑和做出精确的决策,更意味着系统具备了学习、适应及优化自身行为的能力。未来的计算机联锁系统,将深度融合人工智能的核心技术,如深度学习和机器学习,这些技术的应用,将使系统能够对列车运行进行超精确的控制。系统能够分析历史数据,并结合实时信息,预测列车的运行趋势,从而提前调整信号状态,确保列车既安全又高效地运行。智能化系统的另一大特点是其强大的异常识别与应对能力,无论是设备故障还是天气突变,系统都能迅速识别并作出响应,大大减少了人为干预的需要,也提高了应急处理的速度。此外,智能化还体现在系统的自我优化上。通过持续的学习和实践,计算机联锁系统能够不断地调整和优化其控制策略,以更好地适应运输需求的变化和运营环境的挑战;这种自我进化的能力,确保了系统始终保持在最优状态,为高速铁路的持续、稳定发展提供了强有力的支持。可以预见,在不久的将来,智能化的计算机联锁系统将成为高速铁路领域不可或缺的一部分,引领行业迈向新的高度。

3.2 网络化发展

在高速铁路的广阔舞台上,计算机联锁系统的网络化发展正扮演着日益重要的角色。它是实现全局协同与高效运营的基石,引领着铁路信号系统迈向新的未来。未来的铁路信号系统,将依托于一个广泛覆盖、高速互联的网络架构;这个网络将如同神经网络一般,将各个站点、各个系统紧密地连接在一起,实现信息的无缝共享^[2]。(1)是信息传输的实时性与准确性。高速网络如同一条信息高速公路,确保数据能够在站点之间迅速、准确地传递。这为列车运行控制提供了及时、可靠的依据,使得列车能够更加安全、高效地穿梭在铁轨之上。(2)网络化将极大地提高系统协同的高效性。各个系统之间能够实时交换信息,协同工作,共同编织成一张统一的铁路信号控制网络。这样的协同工作,将使得铁路信号系统的整体效率和可靠性得到显著提升,减少因信息滞后或系统孤立而导致的运营障碍。(3)网络化还为远程监控和维护提供了可能。运维人员可以通过网络,实时监控系统的运行状态,及时发现并处理潜在问题。这样的远程监控和维护,将确保系统的持续稳定运行,为高速铁路的安全、高效运营提供有力保障。

3.3 集成化发展

集成化,作为计算机联锁系统发展的另一重要趋势,正逐步引领着高速铁路信号控制的未来。未来的计算机联锁系统将摒弃传统的一体式设计,转而采用模块化的构建方式。(1)它显著提高了系统的可维护性和可升级性,由于各模块之间相对独立,因此在进行维护或升级时,可以单独处理每个模块,而不会影响到整个系统的正常运行,这不仅降低了维护的难度和成本,还大大延长了系统的使用寿命。(2)集成化设计赋予了系统更高的灵活性和可扩展性。当运营需求或场景发生变化时,只需通过添加或替换相应的模块,就能轻松调整系统配置,满足新的要求,这种灵活性使得计算机联锁系统能够更好地适应未来高速铁路的复杂多变环境。(3)集成化还促进了不同系统之间的互操作性。通过采用标准化的接口和协议,不同的计算机联锁系统能够方便地实现互联互通,共同构建一个更大的铁路信号控制网络,这将极大地提高整个铁路运输系统的协同效率和安全性,为高速铁路的顺畅运营提供有力保障。

3.4 自动化发展

在计算机联锁系统于高速铁路领域的发展趋势中,自动化发展是一个尤为重要的方面:(1)自动化发展主要体现在系统对列车运行的全面控制与管理上。通过引入先进的传感器技术、大数据分析和人工智能算法,计算机联锁系统能够实现列车运行的精准控制和自动化调度。例如,系统可以根据列车的实时位置和运行速度,自动调整信号机的显示状态,确保列车按照预定路径安全、高效地运行。(2)自动化发展还体现在系统的故障自诊断与自修复能力上;通过实时监控和分析信号设备的状态信息,系统能够及时发现并处理潜在的故障,减少因设备故障导致的行车中断和安全事故。(3)自动化发展还推动了高速铁路与其他交通系统的协同配合。通过构建综合交通控制系统,计算机联锁系统可以与列车自动控制系统、调度集中系统等其他交通系统进行无缝对接,实现信息共享和协同作业,这不仅提高了整个交通系统的运行效率,还增强了系统的灵活性和可扩展性,为未来高速铁路网的不断扩展和完善提供了坚实的技术支撑。

3.5 环保和节能发展

在全球绿色、低碳、可持续发展的浪潮下,高速铁路计算机联锁系统的环保和节能发展显得尤为重要,未来的系统不仅将追求技术上的先进性,更将注重能源的高效利用和环境保护。为了实现这一目标,系统将采用一系列先进的节能技术和设备,低功耗的处理器和高效

的电源管理系统将成为系统的标配，它们将有效降低系统的能耗，减少碳排放。系统还将优化控制策略，通过智能调度减少列车的空驶时间，优化列车的运行速度，从而进一步减少能源浪费。除此之外，计算机联锁系统还将积极与其他环保技术相融合；例如，系统可以与太阳能、风能等可再生能源技术相结合，利用这些清洁能源为高速铁路提供动力，实现能源的可持续供应^[3]。并且，系统还可以与智能建筑技术相结合，通过优化车站的能源使用和环境控制，为乘客提供更加舒适、环保的乘车环境。环保和节能发展对于高速铁路来说具有双重意义，它不仅能降低运营成本，提高经济效益，更重要的是能保护生态环境，实现可持续发展。因此，在未来的高速铁路计算机联锁系统发展中，环保和节能将成为不可或缺的重要方向，为高速铁路的绿色发展注入新的活力。

4 计算机联锁系统在高速铁路中的应用案例

4.1 赣深高铁的计算机联锁系统

赣深高铁在我国高速铁路网络中占据着重要地位，全线采用由中国通号自主研发的CTCS-3列控系统，该系统在高铁的调度与运行方面发挥着关键作用，计算机联锁系统能够实现车站道岔、信号机与轨道电路之间的联动锁闭控制。在实际运行中，当列车即将进站或需要改变行驶方向时，系统会根据列车的去向信息，自动将道岔的尖轨转换到列车行驶方向的轨道上；这一过程需要高度的精准性和可靠性，以确保列车运行线路和停靠位置的准确无误。为了实现这一目标，计算机联锁系统采用了先进的技术手段：（1）系统通过实时监测道岔、信号机和轨道电路的状态，确保它们处于正确的位置和工作状态，一旦发现异常情况，系统会立即发出警报，并采取相应的措施进行处理。（2）系统利用高精度的传感器和控制设备，精确地控制道岔的转换角度和速度，确保道岔能够准确地转换到所需的位置。（3）系统还具备完善的自检和故障诊断功能，能够及时发现和排除潜在的故障隐患，确保系统的稳定运行。赣深高铁的计算机联锁系统不仅提高了铁路运输的效率和安全性，还为

旅客提供了更加舒适和便捷的出行体验。

4.2 其他高速铁路的计算机联锁系统应用

在全球范围内，其他高速铁路也广泛采用了计算机联锁系统。我国高铁CRH系列列车采用了先进的轨道交通计算机联锁系统，为列车的安全和运行提供了强有力的保障。CRH系列列车的计算机联锁系统具备高度的自动化和智能化水平。系统能够实时监测列车的运行状态和线路情况，自动调整道岔和信号机的状态，确保列车的安全运行；并且，系统还具备完善的故障诊断和处理功能，能够及时发现和排除故障，确保系统的稳定运行。欧洲高铁系统如法国的TGV高速列车和德国的ICE高速列车也广泛应用了轨道交通计算机联锁系统。这些系统在设计 and 功能上与中国的计算机联锁系统有很多相似之处，但也存在一些差异。例如，法国的TGV高速列车采用了先进的信号技术和控制系统，能够实现高速列车的自动驾驶和自动控制。德国的ICE高速列车则注重系统的可靠性和安全性，采用了多重冗余设计和故障安全原则，确保系统在出现故障时能够及时切换到安全状态，防止事故发生。

结语：综上所述，计算机联锁系统在高速铁路领域发挥着至关重要的作用，其发展趋势也呈现出多元化和创新性的特点。通过智能化、网络化、集成化、远程控制 and 监测以及环保和节能等方向的不断探索和实践，计算机联锁系统将为高速铁路的安全、高效运营提供更加坚实的保障。未来，随着技术的不断进步和应用场景的不断拓展，计算机联锁系统有望在高速铁路领域发挥更加广泛和深入的作用，为铁路运输事业的持续发展贡献更多的智慧和力量。

参考文献

- [1]罗鹏.铁路信号计算机联锁设备维护及故障处理方式研究[J].科技创新与应用,2019(14):117-119.
- [2]魏建江.铁路信号计算机联锁设备及维护管理要点略述[J].科技创新与应用,2019(5):187-188.
- [3]盛紫琦,王曦,欧阳城添.铁路车站计算机联锁系统安全性分析[J].软件导刊,2017,16(04):191-194.