

分析城市轨道交通信号系统安全的三级等级保护

白 晨

宁波市轨道交通集团有限公司运营分公司 浙江 宁波 315000

摘 要：城市轨道交通信号系统安全的三级等级保护是确保城市交通安全运行的关键。这一保护体系包括基础安全防护、监控与应急响应以及风险评估与持续改进三个层次。通过物理、网络和应用安全的基础防护，确保信号系统稳定运行；实时监控与应急响应机制提升系统安全性和稳定性；全面的风险评估和持续改进则保障系统始终维持在最佳安全状态。这一体系为城市轨道交通信号系统提供坚实的安全保障，确保市民出行的平安和便利。

关键词：城市轨道交通；信号系统安全；三级等级保护

引言：随着城市轨道交通的日益发展，其信号系统的安全性问题日益凸显。为了确保信号系统的稳定运行和乘客的出行安全，三级等级保护应运而生。这一保护体系通过科学、系统的风险管理手段，构建了从基础安全防护到监控与应急响应，再到风险评估与持续改进的全方位保护机制。本文将全面分析这一保护体系的构成与运作，旨在加深对城市轨道交通信号系统安全的理解，为未来的安全管理工作提供指导和借鉴。

1 城市轨道交通信号系统概述

城市轨道交通信号系统，是确保列车在固定轨道上安全运行、提高运输效率、实现列车运行自动化与现代化的关键系统，它通过对列车与轨道之间的信息进行实时处理与传输，为列车驾驶员提供行车指令，确保列车按照预设的路线、速度和时间间隔安全、准确地运行。城市轨道交通信号系统通常包括以下几个主要部分：（1）轨道电路。用于检测列车的位置和运行状态，确保列车在正确的轨道上行驶。（2）列车控制系统。包括列车自动驾驶系统（ATO）、列车自动防护系统（ATP）和列车自动监控系统（ATS），这些系统协同工作，确保列车按照预设的速度和间隔安全行驶。（3）信号机与信号灯。设置在轨道沿线，为列车驾驶员提供视觉信号，指示列车的行驶方向、速度限制和停车位置等。（4）通信系统。包括有线和无线通信，用于列车与控制中心之间的信息传递，确保指令的及时传达和列车的实时监控。（5）电源系统。为信号系统提供稳定、可靠的电力供应，确保系统的正常运行。城市轨道交通信号系统的主要功能包括：（1）列车控制。通过对列车的自动驾驶、自动防护和自动监控，确保列车在轨道上的安全运行，并按照预设的运行图进行行驶。（2）信息传递。通过轨道电路和通信系统，实时传递列车的位置、速度、运行状态等信息给控制中心，以便进行实时监控和调度。

（3）安全保护。通过信号机、信号灯等设备，为列车驾驶员提供清晰的行驶指令和安全警示，确保列车的安全运行。（4）故障检测与处理。系统具备自我检测功能，一旦发现故障或异常情况，会立即启动应急处理机制，如采取紧急制动等措施，保障乘客和列车的安全。城市轨道交通信号系统具有以下几个显著特点：（1）高可靠性。由于涉及到乘客的生命财产安全，信号系统必须具备极高的可靠性，确保在任何情况下都能稳定运行。

（2）实时性。系统需要实时传递和处理列车与轨道之间的信息，确保列车按照预设的运行图准确行驶。（3）自动化程度高。通过列车控制系统和自动化设备，实现列车的自动驾驶和自动监控，提高运输效率和服务质量。通过对城市轨道交通信号系统的概述，我们可以看到它在确保列车安全运行、提高运输效率方面的重要作用。同时，也为其三级等级保护的研究提供了基础。在后续的分析中，我们将更加深入地探讨如何通过这些保护措施，进一步提升信号系统的安全性能。

2 城市轨道交通信号系统安全的三级等级保护体系构建

2.1 第一级保护：基础安全防护

在构建城市轨道交通信号系统的三级等级保护体系时，第一级保护——基础安全防护，是至关重要的起点，这一层级旨在通过多方面的安全措施，确保信号系统在面对各种威胁时能够保持稳定运行，从而保障列车和乘客的安全。（1）物理安全是基础安全防护的重要组成部分，考虑到信号系统设备通常部署在室外或车站内，它们必须能够抵抗恶劣的天气条件、物理冲击以及可能的盗窃行为，因此，设备防盗措施、防雷击保护、防电磁干扰等都成为了确保物理安全的必要手段，例如，通过在信号设备周围安装监控摄像头和报警系统，可以及时发现并应对任何盗窃或破坏行为，同时，对设

备外壳进行特殊设计,增强其防雷击和电磁干扰的能力,也是物理安全的关键措施之一。(2)网络安全同样不容忽视。随着信息技术的不断发展,网络攻击的手段也日益复杂,城市轨道交通信号系统作为关键基础设施,其网络安全防护尤为重要,在这一方面,部署高效的防火墙和入侵检测系统成为了必不可少的措施。防火墙能够过滤掉不安全的网络流量,阻止潜在的攻击者进入系统,而入侵检测系统则能够实时监控网络流量,一旦发现异常行为,立即发出报警并采取相应的防御措施^[1]。

(3)应用安全主要关注软件层面的安全防护。城市轨道交通信号系统的应用软件是列车运行控制和信息处理的核心,因此,确保这些软件不受恶意攻击或未经授权的访问至关重要,在这一方面,数据加密、身份认证和权限控制成为了关键措施,通过对关键数据进行加密处理,即使在数据传输过程中被截获,攻击者也无法轻易解读,同时,严格的身份认证和权限控制能够确保只有经过授权的用户才能访问和操作系统。为城市轨道交通信号系统构建了一个坚实的安全基础。通过综合考虑物理安全、网络安全和应用安全等多个层面,这一层级确保了信号系统在面对各种威胁时能够保持稳定运行,从而为列车的安全运行提供了坚实的保障。

2.2 第二级保护:监控与应急响应

在三级等级保护体系中,第二级保护——监控与应急响应,扮演着承上启下的关键角色,在第一级保护确保了基础安全防护的基础上,第二级保护通过实时监控、及时报警和高效应对,进一步提升了城市轨道交通信号系统的安全性和稳定性。(1)建立完善的监控体系是第二级保护的核心内容之一,通过部署多种传感器和监控设备,这一体系能够实现对信号系统各个环节的实时监控,无论是轨道电路的工作状态,还是列车控制系统的运行情况,都能通过这些设备被实时捕捉和传输到控制中心,一旦监控体系发现任何异常情况,如列车速度异常、轨道电路故障等,它会立即启动报警机制,将警情通知给运维人员,这种实时监控和报警机制,确保了任何潜在的安全风险都能被及时发现和处理^[2]。(2)应急响应机制同样不可或缺。为了确保在突发情况下能够迅速、有效地应对,第二级保护要求制定详细的应急预案,这些预案涵盖了各种可能的安全事件,包括列车脱轨、信号系统瘫痪等,并对应急处置流程、资源调配、人员配合等方面进行了明确规定,同时,还需要组建专业的应急处理团队,这支团队需要具备丰富的专业知识和实践经验,能够在接到警情后迅速响应,采取有效措施控制事态发展。(3)定期进行应急演练也是提升应急

响应能力的重要手段,通过模拟真实的安全事件场景,演练可以检验应急预案的合理性和有效性,同时也能提升应急处理团队的协作能力和应对能力,这样,在真实的突发情况发生时,就能够更加从容和高效地进行应对,通过建立完善的监控体系和应急响应机制,进一步提升了城市轨道交通信号系统的安全性和稳定性,这种保护方式不仅确保了信号系统的持续稳定运行,也为乘客的安全出行提供了坚实保障,同时,它还通过不断的预案演练和团队培训,提升了应对安全风险的能力,为城市轨道交通的可持续发展奠定了坚实基础。

2.3 第三级保护:风险评估与持续改进

第三级保护作为三级等级保护体系的最高层次,其重要性不言而喻,此层级着重于全面评估信号系统的安全风险,并根据评估结果制定持续改进的措施,确保系统始终维持在最佳安全状态。(1)全面的风险评估是第三级保护的核心。风险评估是一个系统性的过程,它涵盖了信号系统的所有关键组件和操作环节,在这一过程中,专家团队会深入分析系统的硬件、软件、通信、控制等方面,寻找可能存在的安全漏洞和薄弱环节,这种深入的分析不仅关注当前系统的状态,还会考虑到外部环境和内部操作可能带来的变化,通过这样的风险评估,我们能够全面了解系统的安全风险,为后续制定改进措施提供科学依据。(2)制定针对性的改进措施是风险评估的延续。根据评估结果,我们可以清晰地认识到系统中存在的安全问题和隐患,这时,制定针对性的改进措施就显得尤为重要,这些措施可能涉及到软硬件的升级、安全流程的优化、员工安全培训等多个方面,每一个改进措施都旨在解决一个具体的安全问题,共同提升系统的安全性能。(3)持续改进的理念也是第三级保护的重要特征。安全是一个永无止境的过程,没有绝对的安全,只有相对的安全,因此,我们不能仅仅满足于当前的安全状况,而是需要不断地进行评估和改进,这就需要我们定期对信号系统进行安全评估,根据评估结果调整改进措施,确保系统的安全性能始终处于最佳状态,同时,我们还需要关注新技术、新方法的发展,将它们及时应用到系统中,进一步提升系统的安全性能。通过全面深入的风险评估和持续不断的改进措施,我们能够不断提升系统的安全性能,为乘客的安全出行提供坚实保障。同时,这种持续改进的理念也推动了信号系统技术的不断进步和发展,为城市轨道交通的可持续发展奠定了坚实基础^[3]。

3 三级等级保护的实施策略

3.1 制度建设

制度建设在三级等级保护体系的实施中起着至关重要的作用，它为信号系统的安全管理提供了明确的指导和规范，针对信号系统的特点，我们需要制定详细而全面的安全管理制度和操作规程，这些制度不仅能够明确各级人员的职责和权限，还能够规范工作流程，确保在发生安全事件时能够迅速而有效地应对。在制度建设中，我们还应特别关注安全评估和审查机制的建立，通过定期的安全评估，我们可以对信号系统的安全性能进行全面监控，及时发现潜在的安全隐患并进行改进，同时，与其他相关部门的沟通和协调也是不可忽视的一环。通过跨部门合作，我们可以共同制定安全策略和应急预案，实现对安全风险的全面管控，进一步提高整体安全水平，因此，制度建设不仅是三级等级保护体系实施的基础，更是提升信号系统安全性能的关键所在，只有建立完善的制度体系，并确保其得到有效执行，我们才能为城市轨道交通信号系统的安全稳定运行提供有力保障。

3.2 技术保障

在城市轨道交通信号系统的三级等级保护体系中，技术保障扮演着至关重要的角色，为了确保信号系统的安全稳定运行，我们必须采取切实有效的技术措施。第一，是对信号系统的硬件和软件进行定期的技术升级和改造，随着技术的不断进步，新的安全漏洞和威胁不断涌现，只有不断跟进最新技术，才能确保信号系统具备强大的抗攻击能力和稳定性。第二，我们需要建立完善的监控体系，实时监测信号系统的运行状态，通过对关键指标和异常行为的深入分析，我们能够及时发现潜在的安全风险，并迅速采取相应措施进行防范和应对。第三，加强网络安全防护同样重要，通过建立多层次的安全防御体系，包括部署先进的防火墙、入侵检测系统等网络安全设备，我们能够有效防止恶意攻击和非法侵入，确保信号系统的数据安全和网络安全。

3.3 人员培训

人员培训是确保三级等级保护体系有效运行的关键环节，针对信号系统的特点和安全要求，应定期组织针对性的安全培训和技能培训课程，通过培训，员工能够深入了解信号系统的基本原理、安全操作规程以及应急处置流程，从而提高对安全风险的认识和应对能力。除了传统的课堂培训，还应加强应急演练和模拟演练，通过模拟真实的安全事件场景，员工能够在实践中熟悉应急处置流程，锻炼快速响应和处置能力，这种以实践为导向的培训方式能够更好地帮助员工掌握安全知识和技能，提高应对突发事件的能力。同时，为了激发员工参与安全管理和应急处置工作的积极性，应建立相应的激励机制和奖惩制度，通过表彰优秀员工、给予奖励和晋升机会等措施，能够鼓励员工更加自觉地遵守安全规定和操作规程，而对于违反安全规定和操作规程的行为，应给予相应的惩罚和纠正，以维护整个安全管理体系的严肃性和有效性。

结束语

通过对城市轨道交通信号系统安全的三级等级保护的详细分析，我们可以看到这一体系在确保城市轨道交通运营方面的重要作用。三级等级保护不仅提供了坚实的安全基础，而且通过实时监控、应急响应和持续改进，不断提升系统的安全性和稳定性。未来，随着技术的不断进步和安全管理水平的提升，我们有理由相信城市轨道交通信号系统的安全性将得到进一步保障。让我们携手努力，为城市轨道交通的可持续发展贡献力量，为广大市民提供更加安全、高效的出行服务。

参考文献

- [1]刘敏,范培东,马元新.基于深度学习的轨道交通信号系统安全研究[J].计算机科学,2021,46(1):48-52.
- [2]王长吉.城市轨道交通信号系统安全问题研究[J].交通信号与控制,2020(5):15-19.
- [3]高建春,周蕤,张红.城市轨道交通信号系统安全防护技术研究[J].公路交通技术,2019,35(11):79-82.