

铁路隧道施工安全管理及风险预警技术的运用分析

朱海涛

中铁上海工程局集团第一工程有限公司

摘要：铁路隧道施工是铁路建设中的重要环节，由于其作业环境的特殊性，安全管理及风险预警显得尤为重要。随着我国铁路建设的快速发展，隧道施工规模和难度不断增大，这给施工安全管理带来了新的挑战。因此，本文旨在探讨铁路隧道施工安全管理及风险预警技术的运用，以期提高施工安全水平，减少安全事故的发生。

关键词：铁路隧道；施工安全；安全管理；风险预警

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2024.06.048

引言：伴随着科技的不断发展，铁路隧道的施工技术也经历了一系列的更新和优化。目前，在我国的大部分地区都已经使用到了新技术来进行隧道工程的开挖工作，包括爆破法、光面爆破作业等。这些创新的技术手段不仅提升了铁路隧道工程的整体质量，还在施工过程中减少了潜在的安全隐患。在铁路隧道施工的过程中需要使用很多设备，比如机械设备、施工人员等都是为了保证工程顺利进行而服务的，所以说铁路隧道的施工环境非常特殊，并且具有一定危险性。为了确保施工团队的安全性，施工企业有责任加强对铁路隧道施工过程中的安全管理措施。本文通过分析目前铁路隧道在施工时存在的一些安全隐患，提出了基于风险管理的铁路隧道施工风险预警系统。通过引进风险预警技术，施工过程得以有效地进行监控和管理，从而能更准确地了解施工的实际情况，并依据收集到的数据来制定合适的安全管理方案，进一步提升整体建设质量。

一、铁路隧道施工安全管理的意义

铁路隧道施工安全管理的意义不可忽视。隧道作为铁路线路中的重要组成部分，其施工安全管理直接关系到人员生命安全和工程质量的保障。

首先，铁路隧道施工安全管理能够有效预防和避免事故发生。施工中涉及的爆破、钻孔、掏挖等工作，往往伴随着高风险和复杂的地质条件，安全隐患处处存在。通过合理的施工方案设计、安全技术措施的制定和执行，能够有效减少由于突发事故导致的人身伤亡和财产损失。同时，通过对施工现场进行全面的监测和控制，及时发现和解决可能存在的安全隐患，有效避免事故的发生。

其次，铁路隧道施工安全管理对于工程质量的保障起着重要作用。在复杂的地质环境中，一旦发生工程失效，不仅会影响铁路通行的安全性和便捷性，还会增加后续隧道维护和修复的难度和成本。通过科学的施工管理，能够保证隧道结构的稳定性和可靠性，提高工程的

质量和可持续性，确保铁路线路的永久安全运营。

此外，铁路隧道施工安全管理还对保护环境和生态起到积极作用。隧道的施工和运营过程中，可能会涉及土壤破坏、水资源污染等环境问题。通过严格的施工安全管理，能够合理避免或减少对自然环境的损害，保护生态系统的完整性和稳定性。

综上所述，铁路隧道施工安全管理的意义在于保护人员的生命安全、提高工程质量和保护环境。只有重视和加强施工安全管理，才能确保铁路隧道建设的持续发展，为人民群众提供更加安全、便捷和可靠的交通服务。

二、铁路隧道施工安全管理的内容分析

就铁路隧道工程安全管理而言，每个施工单位首先要确定安全管理目标并以此为依据和指导开展一切工作。只有明确了这个目标，才能够保证安全工作落实不偏离工作重点，从而提高整体安全管理规范性与标准化水平。

为保证每个单位都能深刻了解安全管理的内容，就必须结合铁路隧道实际状况来开展二次测量与规划工作。通过准确测量可对铁路隧道基本构造及周围环境信息有一个整体认识。与先进雷达监测技术相结合可以更加精确把握隧道区域内地质及岩层情况。基于此，要针对项目实际情况展开了深入的分析与评价，然后制定相关施工计划与内容。

铁路隧道施工风险较大，所以保证施工人员安全非常关键。为此，必须制定全面的安全管理计划，以保障工人的生命安全。另外在施工区域附近适当地点设置监控设备对隧道周围岩层及地质变化进行实时监控。从而可以及时发现可能存在的安全隐患，避免由于岩层隐蔽危害而给施工带来不良影响。

项目的安全管理人员需要保证使用的安全管理方法能够匹配项目的实际需要，配合施工人员进行日常工作，从而保持项目的正常进行，提升项目的整体质量。

三、铁路隧道施工安全管理存在的问题

（一）安全风险管理体系不完善

在铁路隧道的建设过程中，有关部门没有按照国家的统一标准来建立一个完整的安全风险管理体系，这导致了实际使用的管理体系与国家的标准之间存在显著的差异。更具体地说，这个体系在风险内容、安全风险的评估、鉴别手段以及风险管理的职责等多个方面都存在不足，不能达到施工阶段的安全标准。另外，施工公司还没有对其现行的安全风险管理体系进行全面的总结和更新，也没有为施工的关键环节建立专门的风险管理框

架。这样的状况有可能在施工过程中产生安全隐患，这不仅威胁到施工人员的生命安全，还可能对施工的进度和质量产生不良影响。因此，各相关部门与施工公司应当深化合作，严格遵循国家的统一标准来构建和完善安全风险管理体系，强化对风险源的识别和管理，以确保施工过程的安全性和可控性。

（二）地质灾害危险性与人安全意识淡薄

在铁路隧道的建设过程中，外部的自然条件是最主要的安全隐患。施工现场周围的自然条件，尤其是与人文地质相关的因素，经常为施工过程带来巨大的挑战和风险。施工场地所处的环境具有高度的多样性和复杂性，这经常导致地面发生塌陷、沉降、滑坡以及流沙等各种自然状况。虽然我们不能改变这些自然现象，但我们可以实施预防措施来应对它们。尽管如此，部分施工单位的安全管理团队并没有完全意识到这些潜在风险的重要性，这导致了工程的安全隐患，进而对工程的进度和总体品质产生了不良影响。

（三）施工准备工作不到位

在铁路隧道项目的建设阶段，施工前的准备工作是否充足，将直接影响到整个施工过程的安全性。铁路隧道工程因其长时间的建设周期和复杂的技术特点，再加上涉及如线路布局、通讯设备和交通管理等多个方面的因素，这无疑增加了施工的难度。为了解决这一复杂问题，施工团队在开始施工之前必须进行深入的设计和策划，以确保任何环节的失误都不会对后续施工产生负面影响，从而提高施工过程中的安全管理难度。但是，在实际的施工过程中，各个部门间的交流和合作显得不够充分，出现了一些不连贯的情况，这无疑给施工的顺利进行带来了障碍。

四、风险预警技术在铁路隧道施工安全管理的具体应用

（一）风险评估

利用风险预警技术对施工过程中可能存在的各类安全风险进行评估，可以有效地提前采取相应的安全措施，减少事故发生的可能性。首先，地质灾害是铁路隧道施工中常见的安全风险因素，通过利用风险预警技术，可以对隧道所处地质环境进行全面、系统的调查和分析。通过采集地质勘探数据、使用地质雷达和地震传感器等设备，可以实时监测地质体的稳定性，发现可能的地质灾害隐患，及时进行预警和处理。其次，水文泥石流也是隧道施工中的重要安全风险。利用风险预警技术，可以通过监测水文气象和泥石流流动情况等数据，并进行实时分析，及时预警可能发生的水文泥石流灾害。基于水文数据的动态模型和监测设备，能够帮助工程师及时掌握泥石流的状态和发展趋势，以便采取适当的应对措施，确保隧道施工的安全进行。此外，构筑物的失稳也是隧道施工中需要重视的安全风险。风险预警技术可以结合结构监测设备和传感器，实时监测隧道的变形、应力和振动等情况。通过数据分析，可以及时

发现构筑物失稳的预警信号，以便工程师及时采取加固措施，避免事故的发生。总之，风险预警技术在铁路隧道施工中的应用，可以通过对地质灾害、水文泥石流、构筑物失稳等风险因素的评估和预测，提前采取安全措施，降低事故风险。通过实时监测和预警，工程师可以及时了解施工环境的变化，采取相应的措施，确保隧道施工的安全进行。

（二）监测预警

在铁路隧道施工中，监测预警技术通过设置各种传感器和监测设备，实时监测隧道施工过程中的地质、结构和环境变化。通过监测数据的分析和处理，可以及时发现并预警可能存在的安全隐患，如隧道变形、土层沉降、水位波动等，从而采取相应的措施，避免事故发生。

首先，地质监测传感器可以实时监测隧道周围的地质状况，包括岩石裂隙、地层位移等。这些数据能够提供给工程师们关于地质活动情况的准确信息，帮助他们判断可能的地质灾害风险，并及时采取措施，如加固隧道结构或者紧急撤离。

其次，结构监测传感器可以监测隧道结构的变化和变形情况。通过对隧道内部和周边结构的监测，可以实时掌握结构的稳定性以及任何潜在的威胁。例如，当监测数据显示隧道变形或位移超过预定阈值时，系统会立即发出预警信号，让工作人员及时采取应对措施，如加固工程、排水等。

此外，环境监测设备还可以监测隧道周边的水位、土壤含水量等变化情况。这些数据可以提供给施工人员关于水文泥石流和地下水涌入的预警信息，帮助他们采取相应的应对措施，如加固隧道出口、加大排水能力等，以确保施工过程的安全。

综上所述，通过监测预警技术，铁路隧道施工可以及时获取地质、结构和环境方面的数据，预警可能存在的安全隐患，并采取相应的措施以避免事故发生。这些技术的应用不仅可以提高施工过程的安全性，还可以减少潜在的经济损失，为施工人员和乘客提供更加安全可靠的铁路交通。

（三）预警信息传递

在铁路隧道施工中，风险预警技术具备将预警信息快速传递给相关管理人员和施工人员的能力。通过采用无线通信技术和互联网技术，可以实现实时监测和及时报警，确保预警信息的及时传递和有效处理。

首先，风险预警技术借助无线通信技术可以实现监测设备与中央监控中心之间的无缝链接。在铁路隧道施工现场，各种传感器和监测设备被布置在关键位置，监测隧道施工过程中的地质、结构和环境变化。这些传感器会实时感知并采集数据，一旦监测到异常情况，如地质滑坡、裂缝出现等，就会立即通过无线通信技术将预警信息发送至中央监控中心。

其次，中央监控中心接收到预警信息后，能够立即

进行分析和处理。预警信号经过处理后，系统会自动识别诱发因素、风险程度和可能影响范围，并根据事先设定的标准和规则进行评估判断。一旦识别为紧急情况，预警信息会通过互联网技术发送给相关的管理人员和施工人员，包括手机短信、电子邮件或即时通讯工具等多种方式，确保他们能够及时获知并采取相应的措施。

最后，相关人员接收到预警信息后，能够迅速采取必要的行动。他们可以根据预警信息确定紧急情况的性质和位置，参考已制定的紧急预案，组织人员进行紧急疏散、设备转移、临时支护等应对措施。同时，在采取措施的过程中，风险预警技术可以持续监测和更新数据，确保及时掌握施工现场的实时情况，以便根据需要调整预警信息和措施。

综上所述，风险预警技术在铁路隧道施工中通过无线通信技术和互联网技术实现了预警信息的快速传递和有效处理，能够大大提高施工安全管理的效率和响应能力，确保隧道施工的安全性和可靠性。

（四）数据分析和应用

数据分析和应用在铁路隧道施工安全管理中具有重要的作用，通过风险预警技术产生的大量数据，可以进行数据挖掘和分析，从中提取有用的信息和规律。这些数据包括隧道施工过程中的地质、结构、环境等方面的监测数据，以及与施工相关的各种因素数据。

通过数据分析，可以深入了解隧道施工中存在的风险特征和规律。例如，通过分析地质数据，可以了解地质灾害的分布、类型和可能引发的危险性。通过分析结构数据，可以了解隧道施工过程中可能存在的结构失稳风险。通过分析环境数据，可以了解隧道施工过程中可能受到的水文泥石流、自然灾害等影响。通过分析其他相关因素的数据，如施工进度、人员管理等，可以了解隧道施工的整体风险情况。

基于数据分析的结果，可以为隧道施工提供参考。根据分析得出的风险特征和规律，可以制定相应的预防措施和应急预案。例如，对于地质灾害风险较高的地区，可以采取加固措施或选择合适的施工时间。对于可能存在的结构失稳风险，可以调整施工方法或增强结构的稳定性。对于可能受到自然灾害影响的区域，可以加强防护措施等。

此外，数据分析还有助于追踪和监测施工过程中的风险变化。通过与实际施工情况的对比，可以及时发现和处理潜在的安全隐患，为施工过程提供及时的调整和决策支持。

综上所述，通过深入了解隧道施工中的风险特征和规律，可以为之后的施工提供参考，并制定相应的预防措施和应急预案，从而提升施工的安全性和效率。

（五）构建安全管理与风险预警模型

为了保证风险预警模型的实际应用价值，我们必须根据工程的实际需求来构建它。这表明在建立模型的过程中，必须对所有已经监测到的信息进行全方位的考

量。同时，充分发挥数据采集层、数据库层以及数据访问层这三个层次的系统架构的作用也显得尤为关键。数据采集层的核心职责是整合所有收集到的数据，并确保其被准确地录入到数据库里。数据库层的职责是对这些数据进行有序的分类和存储，以方便后续的数据分析和处理工作。借助先进的信息技术和科技手段，对收集到的数据进行深入的分析和融合，有助于实现风险预警的功能。数据访问层的主要职责是以一种直观的形式向管理层展示经过处理的数据信息。利用GIS技术，我们能够迅速地获取各种报警信息，为接下来的安全操作提供坚实的后盾。只有当这三个层次的系统架构紧密相连时，我们才能确保预警信息的时效性和准确性，从而为工程项目的安全管理提供稳固的支持。

（六）建立完善的风险预警制度

为了提高铁路隧道建设的安全管理水平，首要任务是建立一个全方位的安全管理体系，并对整个施工过程进行严格的监督，一旦检测到任何潜在的安全隐患，都必须迅速采取行动。在正式签署施工合同之前，企业有责任明确规定每名员工的具体职责，并应定期对施工现场的各种机械设备进行安全检查，以确保它们能够稳定和地运行，进而有效地减少施工过程中的风险。再者，传统的铁路隧道建设方式带有一定的风险，并且其工作效率也不是很高。因此，我们有必要采纳前沿的施工方法，并构建一个全面的铁路隧道施工风险预警体系。相关管理机构应当加大对高端设备和技术的资金支持，以便为施工团队提供更多创新设备，从而降低潜在的安全风险并预防施工过程中的安全事故。最终，施工团队必须提高他们的安全预防意识，周期性地参加安全培训课程，以提高他们的专业技术水平，确保铁路隧道工程的安全隐患被最大限度地减少。

结束语：在我国的铁路隧道建设中，各种安全隐患仍然悬而未决，这对施工的安全性形成了潜在风险。由于铁路隧道具有一定复杂性，其安全性直接关系到行车人员以及设备的人身安全，同时也是保障铁路运输畅通的重要条件之一。因此，为铁路隧道建立一个安全的管理体系和风险预警系统显得尤为关键。当前，随着科学技术的进步和人们生活方式的改变，对于铁路隧道施工提出了更高要求，这也使得相关工作人员面临着新的挑战。然而，为了保证工程能够长期稳定运行，安全管理人员必须不断提高自身的素质和技术能力，并从过去的经验中吸取教训。

参考文献

- [1] 殷艳萍, 顾向阳. 关于铁路隧道施工安全管理与风险预警技术的运用分析[J]. 绿色环保建材, 2018(04): 161.
- [2] 白晓路. 铁路隧道施工安全管理及风险预警技术应用[J]. 建筑技术开发, 2018, 45(06): 80-81.
- [3] 刘园, 王峥. 试析铁路隧道施工安全管理与风险预警技术的应用[J]. 绿色环保建材, 2017(9): 117.