

普速铁路钢轨探伤及伤损原因研究

赵嘉琪

(中国铁路西安局集团有限公司工务机械段, 陕西 西安 710016)

摘要: 普速铁路是我国铁路网的重要组成部分, 承担着大量的客货运输任务。钢轨是普速铁路线路的关键部件, 其质量和状态直接影响铁路运输的安全和效率。然而, 由于长期使用、环境侵蚀、材料疲劳等因素的影响, 钢轨不可避免地会出现各种伤损。因此, 开展普速铁路钢轨探伤及伤损原因研究, 对保障铁路运输的安全和稳定具有重要意义。本研究旨在深入了解普速铁路钢轨的伤损类型、规律和特点, 探索有效的钢轨防断措施。通过对钢轨探伤周期、主要伤损类型以及钢轨防断措施的详细探讨和研究, 我们希望能够为铁路线路的维护和保养提供有价值的参考和建议, 为铁路运输的安全和稳定做出更大的贡献。

关键词: 普速铁路; 钢轨探伤; 伤损原因; 措施

一、钢轨探伤周期

(一) 规定的探伤检查周期

规定的探伤检查周期是基于实际情况和经验总结确定的, 旨在维护铁路线路的安全运行。具体的探伤周期可能由铁路行业的相关标准和规范、钢轨制造商的要求、实际运营情况等多种因素决定。一般情况下, 规定的探伤周期为一年或两年进行一次。探伤周期的确定通常需要考虑以下几个方面的因素: 运营里程。钢轨的探伤周期应与列车运行的里程数相关。因为长时间的列车运行会对钢轨产生疲劳并造成缺陷的发生, 所以较高运营里程的线路通常需要较短的探伤周期; 钢轨年限。钢轨的使用寿命有一定的年限, 超过一定年限后需要进行更加频繁的探伤检查。一般来说, 钢轨的使用寿命为 20 年左右, 超过这个年限的钢轨需要增加探伤周期; 环境因素。特殊的环境条件可能会加速钢轨的老化和损坏, 例如多雨多潮湿的地区或者海岸线附近的线路。在这些环境下, 需要缩短探伤周期以及加强对钢轨的监控。

(二) 动态的探伤周期

动态的探伤周期是指对钢轨进行实时监测和评估, 并根据实际情况和信号调整探伤周期的时间间隔。随着科技的不断进步, 动态的探伤周期成为了钢轨探伤领域的研究热点。动态的探伤周期主要包括以下几个方面的内容: 多参量监测。通过采集钢轨的多参数数据, 如应力、温度、振动等, 结合相关的物理模型和算法, 实时监测钢轨的状态。基于这些数据, 可以评估钢轨的性能并判定是否需要探伤检查; 特征提取与分析。通过对钢轨数据进行特征提取和分析, 可以识别出潜在的伤损和缺陷。这些特征包括振动频谱、应力分布、温度变化等。通过分析这些特征, 可以得出钢轨健康状况的评估结果, 并决定是否需要进行探伤检查; 自适应探伤周期。动态的探伤周期可以根据实际情况和信号自动调整。

二、普速铁路主要伤损类型

(一) 轨头磨损和压溃

在列车运行过程中, 车轮和钢轨之间无形成一定的压力和摩擦, 导致了轨头的磨损和压溃。轨头磨损通常分为两种形式, 一种是切向磨损, 另一种是径向磨损。切向磨损是指轨头表面的金属被车轮滚动切削所引起的磨损, 而径向磨损是因为轮缘的径向力作用于轨头表面所致。压溃是由于车辆的荷载作用、车轮的滚

动和轨道几何形状等因素共同引起的, 主要表现为轨道表面的凹陷、变形和压痕。轨头磨损和压溃的主要原因有以下几点: 列车的运行速度对磨损的程度有明显的影 响, 高速列车由于车轮与轨道之间的摩擦力增大, 因此磨损程度更为严重; 轨道的材料和质量也是影响磨损和压溃的因素之一。材料的硬度和强度直接影响其耐磨损和抗压性能, 而杂质、夹杂、针孔等缺陷则会降低轨道的质量, 增加磨损和压溃的风险; 轨道的几何形状也对磨损和压溃产生了一定的影响, 例如轨道的水平度、垂直度等几何参数, 若不符合规定的要求, 会加大磨损和压溃的可能性。

(二) 剥离与剥离掉块

剥离是指铁路钢轨表层的金属材料出现与基层分离或脱落的现象。剥离掉块则是指剥离现象进一步发展, 形成局部的脱落或掉块。剥离通常表现为钢轨表层金属材料的松动、鼓起或分离, 并且会在运行过程中逐渐加大, 最终导致钢轨表面出现明显的凹凸不平现象。剥离和剥离掉块的发生与多种因素有关, 其中包括钢轨的材料和质量、安装条件、运行速度、轨距等等。钢轨剥离的原因主要有以下几点: 钢轨材料的质量和组织结构对剥离现象具有重要影响。当钢轨中存在内部缺陷和组织结构不均匀时, 会影响到钢轨的硬度和强度, 加大剥离的风险; 安装条件是导致钢轨剥离的重要因素之一。如果钢轨的铺设不规范, 例如未能保证适当的压力或温度, 就会导致钢轨表层与基层之间的粘接性减弱, 从而促使剥离的发生; 运行速度和轨距的大小也对剥离有一定的影响。高速列车由于行驶速度较快, 会给钢轨表层带来更大的动态应力, 从而增加剥离的风险。

(三) 钢轨裂纹

钢轨裂纹指钢轨中出现的线状或点状的裂纹现象。钢轨裂纹主要包括应力裂纹、疲劳裂纹和断裂裂纹等。裂纹的形成与钢轨的材料、应力裂纹的形成与钢轨的材料、应力状态、使用环境等多种因素有关。钢轨的材料和质量是裂纹形成的重要因素。如果钢轨的材料存在缺陷、夹杂、硬化层异常或晶粒细度不均等问题, 容易导致裂纹的发生。此外, 质量不合格的钢轨也容易出现裂纹, 例如表层硬度不均匀、焊接接头强度不达标等。另外, 钢轨的使用寿命也会间接影响裂纹的形成。当钢轨使用时间较长, 表面出现磨损、压痕和剥离等现象时, 会削弱钢轨的抗裂性能, 从而增加裂纹的风险; 钢轨的应力状态对裂纹的形成也有重大影响。应力过大或过小都容易导致裂纹的产生。正常的列车运行会对钢轨产生一定的载荷和应力, 而应力过大会使钢轨的抗裂性能下降, 从而增加裂纹的产生。应力过小可能导致钢轨的松动和相对移动, 加剧了裂纹的产生和扩展; 使用环境也是裂纹形成的重要因素之一。例如, 钢轨在湿润的环境中容易受到腐蚀和氢脆的影响, 从而加速了裂纹的形成。同时, 温度的变化也会对裂纹产生影响。冷热冲击会导致钢轨出现热裂纹, 而高温环境下的热膨胀也可能诱发裂纹的形成。

三、钢轨防断措施

(一) 健全制度, 夯实基础、完善作业标准

钢轨探伤工作是保障铁路线路安全稳定运行的重要环节, 而

健全的制度、完善的作业标准是钢轨探伤工作的基础。因此，必须重视制度建设和作业标准的完善，为钢轨探伤工作提供有力的保障。首先，建立健全的钢轨探伤管理制度是保障钢轨探伤工作顺利开展的前提。该制度应明确钢轨探伤工作的目的、任务、职责和要求，规范钢轨探伤工作的流程和方法，确保钢轨探伤工作的质量和效果。同时，该制度还应建立健全的钢轨探伤档案管理制度，记录每一次钢轨探伤的详细情况，以便于后期的数据分析和问题研究。其次，夯实钢轨探伤工作的基础是提高钢轨探伤工作质量的关键。钢轨探伤工作涉及到多个方面，如设备、人员、技术等，必须确保这些方面的基础扎实可靠。例如，在设备方面，应选用先进的钢轨探伤设备，并定期进行维护和保养，确保设备的稳定性和准确性。在人员方面，应加强对钢轨探伤人员的培训和管理，提高其专业技能和责任心。在技术方面，应加强钢轨探伤技术的研究和应用，不断提高钢轨探伤的准确性和效率。最后，完善作业标准是确保钢轨探伤工作规范化、标准化的重要手段。作业标准应详细规定每一个钢轨探伤环节的操作要求和质量标准，使钢轨探伤工作有章可循、有据可查。同时，作业标准还应根据实际情况进行不断的修订和完善，以适应新的钢轨材料和工艺技术的发展。

（二）补强短板，科学回放

在钢轨探伤工作中，除了建立健全的制度和完善作业标准外，还需要针对钢轨探伤工作的短板进行补强，并采用科学的方法进行回放分析，以提高钢轨探伤工作的质量和效果。首先，针对钢轨探伤工作的短板进行补强是提高钢轨探伤工作质量的必要手段。钢轨探伤工作中存在的短板可能包括设备、人员、技术等方面，必须针对这些问题采取相应的补强措施。例如，在设备方面，可以采用更先进的钢轨探伤设备，以提高探伤的准确性和效率。在人员方面，可以加强对钢轨探伤人员的培训和管理，提高其专业技能和责任心。在技术方面，可以加强钢轨探伤技术的研究和应用，以提高探伤的准确性和效率。其次，采用科学的方法进行回放分析是提高钢轨探伤工作效果的重要环节。回放分析是对钢轨探伤数据进行详细分析和研究的过程，可以发现钢轨伤损的规律和特点，为采取有效的预防和修复措施提供重要依据。在回放分析中，可以采用多种方法，如数据分析、图像识别、模式识别等，对钢轨探伤数据进行处理和分析。同时，还可以采用人工智能等先进技术对回放分析进行自动化和智能化处理，以提高分析的准确性和效率。最后，需要强调的是，在补强短板和科学回放的过程中，必须始终坚持科学性和客观性原则。钢轨探伤工作是一项专业性很强的工作，必须依靠科学的方法和手段进行分析和处理。同时，回放分析的结果也必须客观公正，不能受到主观因素的影响。只有这样，才能真正提高钢轨探伤工作的质量和效果，为铁路线路的安全和稳定运行提供更好的保障。

（三）完善检测设备，提升作业质量

钢轨探伤工作是保障铁路线路安全稳定运行的重要环节，而完善的检测设备则是提高钢轨探伤工作质量和效果的关键。因此，必须重视检测设备的完善和提升，为钢轨探伤工作提供有力的保障。首先，选用先进的钢轨探伤设备是提高钢轨探伤工作质量和效果的前提。随着科学技术的不断发展，新的钢轨探伤设备不断涌现，如超声波相控阵技术、电磁超声技术等。这些新技术具有更高的探伤精度和效率，可以更好地发现和修复钢轨的伤损。因此，我们应该加强对这些新技术的研究和应用，不断提高钢轨探伤的准确性和效率。其次，定期对钢轨探伤设备进行维护和保养是确

保设备稳定性和准确性的重要手段。钢轨探伤设备在使用过程中会受到各种因素的影响，如环境、温度、湿度等，可能会导致设备的稳定性和准确性下降。因此，必须定期对设备进行维护和保养，检查设备的各项性能指标是否正常，及时发现和处理潜在的问题。最后，加强钢轨探伤设备的检测和管理是提高钢轨探伤工作质量和效果的保障。钢轨探伤设备在使用过程中会产生大量的数据和信息，必须对这些数据进行详细的检测和管理，以确保数据的准确性和可靠性。同时，还应该建立健全的设备管理制度，规范设备的使用、维护和保养流程，确保设备的稳定性和准确性。

（四）课题攻关，持续改善

在钢轨探伤工作中，除了完善检测设备和加强作业管理外，还需要针对钢轨伤损的规律和特点进行深入的课题攻关和持续改善，以提高钢轨探伤工作的质量和效果。首先，针对钢轨伤损的规律和特点进行深入的课题攻关是提高钢轨探伤工作质量和效果的重要途径。钢轨伤损的产生和发展受到多种因素的影响，如材料、环境、载荷等。因此，需要对钢轨伤损的规律和特点进行深入的研究和分析，探索有效的预防和修复措施。在这个过程中，可以采用多种方法，如实验研究、数值模拟、现场观测等，对钢轨伤损的产生和发展进行深入的研究和分析。同时，还可以采用先进的检测技术和方法，如无损检测、微观结构分析等，对钢轨伤损进行检测和分析。其次，采用PDCA循环法进行持续改善是提高钢轨探伤工作质量和效果的有效手段。PDCA循环法是一种常用的质量管理方法，包括计划（Plan）、执行（Do）、检查（Check）、处理（Act）四个阶段。在钢轨探伤工作中，可以采用PDCA循环法进行持续改善，不断提高钢轨探伤的准确性和效率。具体来说，可以制定详细的计划和目标，明确每个阶段的任务和要求；然后按照计划执行各项任务，并对执行情况进行检查和评估；接着对检查结果进行分析和处理，找出存在的问题和不足；最后根据处理结果制定新的计划和目标，开始下一轮的循环。最后，需要强调的是，在课题攻关和持续改善的过程中，必须始终坚持创新性和实用性原则。课题攻关和持续改善是一项长期而艰巨的工作，需要不断探索和创新。同时，改善的措施和方法也必须具有实用性和可操作性，能够在实际工作中得到应用和推广。只有这样，才能真正提高钢轨探伤工作的质量和效果，为铁路线路的安全和稳定运行提供更好的保障。

四、结语

普速铁路钢轨探伤及伤损原因研究是一项长期而艰巨的任务，需要不断探索和创新。通过对钢轨探伤周期、主要伤损类型以及钢轨防断措施的详细探讨和研究，我们已经取得了许多宝贵的成果和经验。在未来的研究中，我们将进一步加强与相关领域的合作与交流，引入先进的检测技术和方法，提高钢轨探伤的准确性和效率。同时，我们也将关注新材料、新工艺的开发和应用，以提高钢轨的质量和性能。相信在我们的共同努力下，普速铁路钢轨探伤及伤损原因研究必将取得更加丰硕的成果，为铁路运输的安全和稳定做出更大的贡献。

参考文献：

- [1] 刘永章. 铁路钢轨焊缝超声波探伤技术及便携式检测仪器分析[J]. 中华建设, 2021(02): 104-105.
- [2] 兰晓峰, 张渝. 重载铁路钢轨相控阵探伤系统研究[J]. 仪器仪表学报, 2019, 40(12): 47-55.