

# 钢轨探伤车对钢轨焊缝缺陷的检测能力

邓翔宇

青岛地铁运营有限公司 山东 青岛 266100

**摘要:** 随着铁路运输事业的快速发展,钢轨焊缝缺陷的检测和修复工作变得越来越重要。钢轨焊缝是铁路轨道的重要组成部分,其质量直接关系到铁路运输的安全和可靠性。钢轨探伤车作为一种先进的检测设备,具有快速、准确、可靠等优点,已经被广泛应用于钢轨焊缝缺陷的检测和评估工作中。本文将对钢轨探伤车对钢轨焊缝缺陷的检测能力进行详细的介绍和分析,以期对相关领域的研究和应用提供参考和借鉴。

**关键词:** 钢轨探伤车; 钢轨焊缝; 缺陷; 检测能力

引言: 钢轨探伤车是一种专门用于检测钢轨焊缝缺陷的专用车辆,它能够快速、准确地检测出钢轨焊缝中的各种缺陷,如气孔、裂纹、夹杂等。本文对钢轨探伤车对钢轨焊缝缺陷的类型和特点进行了详细的分析,包括焊缝裂纹、焊缝夹杂和焊缝未熔合等方面。此外,本文还对钢轨探伤车的定义和工作原理进行了详细的阐述,为今后的发展具有重要的意义。

## 1 钢轨探伤车的定义

钢轨探伤车是一种专用的检测设备,用于检测铁路钢轨内部的损伤和缺陷。它是铁路工务部门进行钢轨检修和维护的重要工具之一。钢轨探伤车通常由一个或多个探伤仪器和相应的控制系统组成。这些探伤仪器可以发射超声波、电磁波或光学信号,然后接收并分析这些信号以确定钢轨内部是否存在缺陷或损伤。通过使用先进的信号处理技术和算法,钢轨探伤车可以准确地检测出钢轨内部的裂纹、夹杂物、孔洞等损伤,同时还可以对钢轨的几何形状和表面质量进行检测<sup>[1]</sup>。钢轨探伤车的出现极大地提高了钢轨检测的效率和准确性,降低了工人的劳动强度,并且可以及时发现并处理钢轨损伤,从而保证了铁路运输的安全性和可靠性。除了用于日常检测和维修,钢轨探伤车还可以在铁路新线建设和旧线大修时进行全面的钢轨检测,以确保新铺设或维修后的钢轨符合相关标准和要求。

## 2 钢轨探伤车的工作原理

### 2.1 超声波探伤的基本原理

超声波探伤是钢轨探伤车中一种常用的探伤方法。超声波是一种机械波,具有穿透性强的特点,可以穿透钢轨材料,并在遇到缺陷或界面时产生反射和折射。利用这一特性,超声波探伤技术可以实现对钢轨内部的全面检测。超声波探伤的基本原理是:通过探头发射超声波,这些超声波在遇到钢轨内部的缺陷或界面时会被

反射回来。反射回来的超声波被接收并转换成电信号,这些电信号可以被进一步处理和分析。通过分析这些信号,可以确定钢轨内部是否存在缺陷以及缺陷的位置、大小和形状。

### 2.2 钢轨探伤车的主要组成部分

钢轨探伤车主要由以下几个部分组成:(1)动力系统:钢轨探伤车的动力系统主要包括发动机、变速箱和传动轴等部件。发动机是车辆的动力源,为车辆提供动力;变速箱可以将发动机的高速转动转化为车轮的低速转动;传动轴则将变速箱的动力传递到车轮,从而推动车辆前进。(2)控制系统:控制系统是钢轨探伤车的核心部分之一,它控制着车辆的行驶和探伤设备的操作。控制系统包括驾驶室的控制面板、刹车系统、转向系统等部件。控制面板可以控制车辆的行驶速度、转向角度等参数;刹车系统可以控制车辆的制动;转向系统则可以控制车辆的转向。(3)探伤系统:探伤系统是钢轨探伤车的核心部分,它包括探头、信号处理单元、数据显示单元等部件。探头是超声波探伤的关键部件,它可以发射超声波并接收反射回来的超声波;信号处理单元则将接收到的信号进行处理和分析;数据显示单元则将分析结果以图像或数据的形式显示出来,方便工作人员查看。(4)辅助设备:辅助设备包括照明设备、空调设备、通讯设备等,它们可以保证车辆的正常运行和检测工作的顺利进行<sup>[2]</sup>。照明设备可以为夜间检测提供照明;空调设备可以调节车内温度和湿度;通讯设备则可以保证工作人员之间的通讯联系。

## 3 钢轨探伤车对钢轨焊缝缺陷的类型

### 3.1 焊缝裂纹

焊缝裂纹是焊接过程中常见的缺陷,由于焊接材料和工艺的不完善,或受外界干扰,易产生焊缝裂纹。其产生机理复杂,主要是焊接过程中应力作用导致焊缝局

部金属原子结合力破坏,形成新界面产生的缝隙。裂纹表现为尖锐缺口,长宽比大,严重影响焊接接头的强度和稳定性,甚至导致其失效,因此必须采取措施加以控制。为防止焊缝裂纹的产生,可采取以下措施:选择合适的焊接材料和工艺,降低焊接过程中的应力;采用预热、层间温度控制、缓冷等工艺措施,降低因温度变化所产生的应力;采用锤击、挤压等机械方法消除焊接应力。同时,在生产实践中还需注意:保证焊接接头结构设计合理,避免应力集中;严格控制焊接参数,确保电流和电压的稳定性和适宜性;注意环境因素的影响,如温度、湿度等,以避免因环境因素导致焊缝裂纹的产生。

### 3.2 焊缝未熔合

焊缝未熔合是一种常见的焊接缺陷,它指的是在焊接过程中,焊缝金属与母材金属之间没有完全熔合在一起,形成了一种分离的状态。这种缺陷通常会导致焊接接头的强度和耐腐蚀性下降,严重时甚至会导致焊接失败。焊缝未熔合的产生原因有很多,如焊接电流过小、焊接速度过快、焊接角度不对等。为了防止焊缝未熔合的产生,可以采取一系列的措施。首先,要选择合适的焊接电流和电压,确保足够的热量输入来熔合焊缝金属和母材金属。其次,要控制焊接速度,保持适当的焊接时间,使焊缝金属和母材金属有足够的时间来熔合。此外,还要注意焊接角度的控制,避免焊缝金属和母材金属之间的间隙过大或过小。

### 3.3 焊缝过热和过烧

焊缝过热和过烧是两种常见的焊接缺陷。焊缝过热是指由于焊接过程中热输入过大,导致金属材料晶粒粗化、韧性降低、塑性变差的现象。过热会使金属材料的强度降低,影响其承载能力。而焊缝过烧则更为严重,它指的是在焊接过程中,焊缝金属达到了熔点温度但未熔合在一起,从而形成了缺陷。过烧会导致金属材料中的晶粒粗大,甚至出现魏氏组织等异常组织形态<sup>[3]</sup>。这些变化都会使材料的强度和韧性大幅下降,无法满足使用要求。在实际操作中,可以通过调节焊接参数如电流、电压、焊接速度等来控制焊接热输入,避免出现过热和过烧现象。同时,也需要严格控制焊接工艺规程,确保每个环节都符合规范要求。对于已经出现过热或过烧的工件,视情况可以选择进行返修或报废处理。返修时需要将过热或过烧区域清理干净,并采用适当的焊接工艺进行修复。如果工件的结构允许,也可以考虑采用其他连接方式如螺栓连接等来代替焊接。

### 3.4 钢轨探伤车对钢轨焊缝的不足

钢轨探伤车是一种先进的检测设备,能够检测出钢

轨焊缝中的多种缺陷。包括:1)检测盲区:虽然钢轨探伤车能够检测出大部分的钢轨焊缝缺陷,但是在某些情况下,它仍然存在一定的检测盲区。这可能是由于设备本身的设计、操作方式或者检测参数等原因所导致。2)数据分析难度:钢轨探伤车所收集的数据量较大,需要进行专业的分析才能准确判断是否存在缺陷。然而,目前仍然缺乏高效、准确的数据分析方法,这可能会导致漏检或者误判的情况出现。3)维护成本高:钢轨探伤车的价格较高,而且需要专业的维护和保养。由于操作和维护成本较高,所以这种设备的普及程度还有待提高。4)对操作人员要求高:钢轨探伤车的操作需要专业人员进行,操作人员的技能和经验对检测结果有着直接的影响。因此,需要加强对操作人员的培训和技能提高。

## 4 钢轨探伤车对钢轨焊缝缺陷的检测能力

### 4.1 检测灵敏度和精度

检测灵敏度和精度是衡量检测结果质量和可靠性的重要指标。在各种检测领域中,如化学分析、生物医学、环境监测等,都需要对检测灵敏度和精度进行评估和优化。检测灵敏度是指检测方法能够检测出目标物质的最小量。对于不同的检测方法,其检测灵敏度可能不同。例如,在化学分析中,色谱法的灵敏度通常比光谱法高。提高检测灵敏度的方法包括优化实验条件、选择高灵敏度的仪器和试剂等。(1)选择合适的分析方法,根据被测样品的性质和待测组分的含量水平,选择适合的分析方法,例如使用色谱法或光谱法等。(2)严格控制实验条件,确保实验操作的一致性和规范性,避免因操作不当导致的误差。(3)定期校准仪器和试剂,确保其性能指标达到要求,避免因仪器或试剂的问题导致的误差。(4)多次重复实验,对同一份样品进行多次测定,并对结果进行平均值计算,以减小随机误差。(5)建立质量控制体系,通过对实验过程进行监督和控制,及时发现和纠正问题,确保检测结果的准确性和可靠性。在实际应用中,需要根据具体检测需求来选择合适的检测方法和实验条件,以达到所需的检测灵敏度和精度要求。

### 4.2 检测速度和效率

检测速度和效率是衡量检测过程是否高效和快速的重要指标。检测速度通常指的是单位时间内能够完成检测的样品数量。提高检测速度的方法包括自动化检测、采用高效的样品处理方法、使用高精度的仪器等。例如,在医学诊断中,通过自动化免疫分析系统可以快速检测多种疾病标志物,提高检测速度和准确性。在环境监测中,采用在线监测仪器可以实时监测水质、空气质

量等指标,提高监测速度和效率。检测效率是指完成一项检测任务所需的时间和资源。高效率的检测可以节省时间和成本,提高检测的效益。提高检测效率的方法包括优化检测流程、减少样品处理时间、采用快速检测方法等。例如,在食品检测中,通过采用快速检测试剂盒可以缩短样品处理时间,提高检测效率。在工业生产中,通过采用机器人和自动化技术可以提高生产线上的检测效率。在实际应用中,需要根据具体检测需求来选择合适的检测方法和流程,以达到所需的检测速度和效率要求。同时,也需要对检测结果进行合理的分析和解释,以便更好地满足实际需求。

#### 4.3 检测结果的准确性和可靠性

检测结果的准确性和可靠性是检测工作质量的重要保证,也是检测结果可信度和价值的重要体现。为了提高检测结果的准确性,需要采取一系列措施,如选择高精度的仪器和试剂、优化实验条件、严格控制操作过程等。可靠性则是指检测结果的可重复性和可信赖程度。一个可靠的检测结果应该是可重复的,即多次重复实验的结果应该是一致的。为了提高检测结果的可靠性,需要采取一系列措施,如建立严格的质控体系、对实验数据进行审核和验证、对实验人员进行培训和考核等。在保证检测结果的准确性和可靠性方面,还应注意以下几点:(1)选用经过权威机构认证的检测方法和试剂,以确保检测结果的可靠性。(2)对实验数据进行严格审核和验证,避免因数据处理不当导致的误差。(3)对实验人员进行专业培训和考核,提高其操作技能和实验能力。(4)建立完善的质控体系,对实验过程进行监督和控制,确保实验数据的准确性和可靠性。

#### 4.4 对不同类型焊缝缺陷的识别能力

焊缝缺陷是指焊接过程中出现的各种缺陷,如气孔、裂纹、夹杂等。以下是焊接缺陷的简要介绍:(1)气孔:气孔是指在焊接过程中,熔融金属中产生的气泡在冷却后未能逸出而形成的缺陷<sup>[4]</sup>。气孔通常表现为圆形或椭圆形,表面光滑,一般有明亮的光泽。气孔可能是由于保护气体流量不足、保护气体纯度低、母材或焊接材料表面污染等原因造成的。(2)裂纹:裂纹是指

焊接过程中,在应力作用下,母材或焊接材料中的晶体结构发生变化,形成新的界面而产生的缺陷。裂纹通常表现为断开的缺口或缝隙,具有明显的方向性,可能是纵向或横向的。裂纹可能是由于结构设计不合理、应力集中、母材或焊接材料中含有脆性杂质等原因造成的。

(3)夹杂:夹杂是指焊接过程中,母材或焊接材料中混入的其他金属或非金属杂质,如氧化物、硫化物、硅酸盐等。夹杂通常表现为不规则的形状和分布,可能是点状、片状或条状的。夹杂可能是由于母材或焊接材料表面污染、保护气体流量不足等原因造成的。(4)未熔合:未熔合是指焊接过程中,母材和填充金属之间没有完全熔合在一起而形成的缺陷。未熔合通常表现为焊缝中存在未熔化的金属或金属颗粒。未熔合可能是由于焊接电流过小、焊接速度过快、母材和填充金属不匹配等原因造成的。(5)未焊透:未焊透是指焊接过程中,母材之间没有完全熔合在一起而形成的缺陷。未焊透通常表现为焊缝中存在未熔化的金属或金属边界。未焊透可能是由于焊接电流过小、焊接速度过快、母材厚度过大等原因造成的。

结语:钢轨探伤车在钢轨焊缝缺陷的检测和评估工作中发挥着重要作用,它能够快速、准确地检测出钢轨焊缝中的各种缺陷,并且具有高精度的检测能力和高可靠性的检测结果。然而,目前钢轨探伤车在应用中仍存在一些问题和不足,需要进一步研究和改进。未来,随着技术的不断进步和应用需求的不断增长,钢轨探伤车将会得到更加广泛的应用和发展。

#### 参考文献

- [1]田常海.大秦重载铁路75kg/m钢轨伤损特点及规律[J].铁道工程学报,2019,36(1):38-42,53.
- [2]李培,石永生,张玉华,马运忠,钟艳春,熊龙辉.钢轨探伤车对钢轨焊缝缺陷的检测能力[J].无损检测,2019,43(04):1-4.
- [3]宋文涛.钢轨焊缝超声波探伤系统设计分析[J].企业科技与发展,2019(12):46-47.
- [4]周翔,宋伟.钢轨焊缝超声波探伤系统设计与实现[J].四川冶金,2019,41(01):39-43.