

钢轨高速探伤系统的研究

祝连庆¹ 孙军华¹ 董明利¹ 李 刚² 陈军德² 牛守伟²

¹(北京机械工业学院 北京 100085)

²(北京世帝科学仪器公司 北京 100085)

摘要 介绍了钢轨高速探伤系统。对系统设计中的一些关键技术问题—高速轮探头,探轮自动对中装置,多通道超声发射/接收系统以及高速数据采集与处理等进行了说明。经多次试验,该系统达到钢轨高速探伤和伤损检测精度的要求。

关键词 钢轨探伤 超声检测 高速探轮

Study on High Speed Detection System for Rail Flaw

Zhu Lianqing¹ Sun Junhua¹ Dong Mingli¹ Li Gang² Chen Junde² Niu Shouwei²

¹(Beijing Institute of Machinery, Beijing 100085, China)

²(GTM-STEEL Scientific Instrument Co. Ltd, Beijing 100085, China)

Abstract A high speed detection system for rail flaw is presented. The key techniques including high speed wheel detector, wheel detector auto-control device, multiple channel ultrasonic transmitting/receiving system and high speed data accessing/processing system are introduced. The testing results showed that the testing precision of the system is satisfactory.

Key words Rail flaw inspection Ultrasonic testing(UT) High speed wheel detector

头自动对中伺服装置,以及伤损信号处理等系统组成。

1 引 言

我国铁路运输繁忙,列车运行间隔只有十几分钟,同时,运营线路近七万公里,线路状况较差,超期服役钢轨数量很大,钢轨伤损发生率高。为了保障铁路运输安全,目前检测钢轨内部缺陷的主要设备为小型钢轨超声探伤仪,由人工进行钢轨伤损的检测。为防止、监测伤损的发生、发展,平均每年每条线路检测需十遍以上,总检测里程近一百万公里,全线有近万名专职钢轨探伤人员负责钢轨内部伤损的检测。随着中国铁路的第三次提速,使铁路对于能在现有鱼尾板联结线路上完成高速探伤的设备需求日益迫切,研究开发钢轨高速探伤车,使其在检测时不影响铁路正常运营,对铁路运输业具有重要的意义。

2 钢轨探伤车系统的工作原理

钢轨探伤车系统由高速轮探头,超声发生装置,探

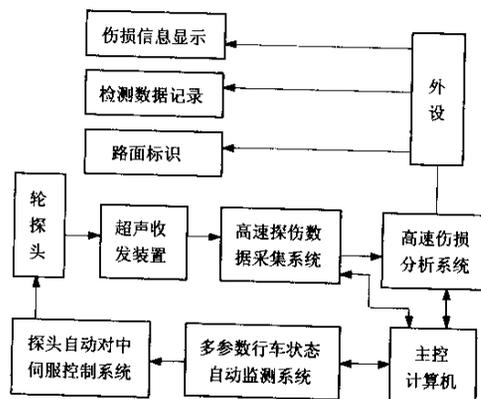


图 1 钢轨探伤车系统工作原理框图

装有超声探头组的高速探轮在钢轨上滚动,轮内充满用于传声的耦合液,超声发生接收器组合探头向钢轨发出连续超声脉冲波束,连续波束通过耦合液及探轮橡胶轮壁到达钢轨内,如无损伤存在,波束到达钢轨底面后依原路返回探头,得到底波。如有损伤,则底波前出现一个伤损波,底波降低或消失。当探头在钢轨

上滚动时,高速探伤数据采集系统接收反射回波信号并由计算机处理取得探伤信息,经高速伤损分析系统实时处理,使探伤车检测到伤损信息实时地在屏幕上显示,检测数据被记录和打印,并可随时回放,重现当时的检测结果。钢轨中对中间机构与多参数行车状况自动监测系统控制轮探头自动对中,保证超声发生接收装置始终对准钢轨轨腰的中心线位置,同时,在高速行车探伤时,也完成了探头的自动钢轨循迹跟踪。

3 高速探轮的设计

在高速探伤时,为获得较高的钢轨伤损检出率,将探测密度设为 200 微秒/次,在时速 80 公里/小时的运行速度下,超声探测重复频率为 5000 次/秒。因此,在高速探伤轮设计时,首先要使超声探头与钢轨轨面近距离耦合,减少轮式探头的轮内超声延迟。其次,必须使探头有稳定的钢轨对中循迹跟踪,保证在高速行车探伤时,轮探头和超声收发装置的自动对中,高速探轮结构如图 2 所示。

高速探轮包括探轮轮胎,超声探头悬挂支架,轮内随动控制器和超声探头组等几部分。超声探头悬挂支架一方面用于固定超声探头组,使其能与探测轨面保持较小的耦合间隙并跟随路面的高低变化,以保证轮

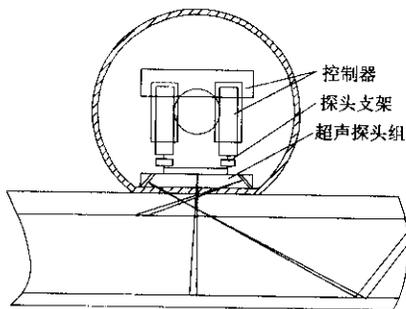


图 2 高速探轮结构图

内声程的缩短;另一方面的重要用途在于保护超声探头组在高速运行时不受损坏,当遇到钢轨接头的正向错牙时,探轮受向上的力而产生弹性变形和向上的冲击力,轮内悬挂支架此时对于探头组进行调整,避免冲击力对探头组造成损坏。轮内悬挂装置的调整方式一部分为探头位置随动伺服控制,一部分选用抗冲击力的平衡力的闭环伺服调整。图 3 为平衡力闭环伺服调整系统原理图。高频响力敏传感器将探轮及超声探头组所受的不平衡力信号送入放大器,经调整环节后进行伺服反馈变换,以反向力矩平衡控制探头组所受的冲击力,使探头组力敏传感器检测系统内总受力为零,即

冲击力、弹性力、惯性力、阻尼力及反馈力之和为零,以使探头悬挂装置达到随动调整的功能。

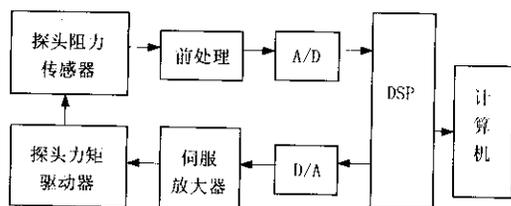


图 3 平衡力闭环伺服调整系统原理图

4 探轮自动对中伺服装置的设计

探轮自动对中装置保证每个轮探头在探测过程中,其轮内探头组的中线始终自动地保持与钢轨截面中线一致,该装置包括两组轨道对中传感器及独立的调节装置。轨道对中传感器用于钢轨轨头断面的检测,由红外光源和线阵 CCD 组成,探测范围为 100mm,线阵 CCD 有效像素为 1024,探测分辨率为 $100/1024 = 0.1\text{mm}$ 。探测部分信号采集周期为 $50\mu\text{s}$,相对于 80 公里时速 ($0.22\text{mm}/\mu\text{s}$),探测密度为: $0.22 \times 50 = 1.1$ (mm),即在 80 公里时速下每 1.1mm 探测一次。调节装置所用的驱动机构均采用无间隙的精密丝杠传动机构,并用闭环控制,具有良好的电气及机械阻尼特性。探轮自动对中装置工作原理如图所示。

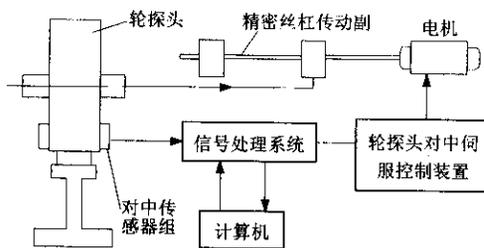


图 4 探轮自动对中装置工作原理图

5 高速数据采集与伤损分析系统

为了探测钢轨不同部位的伤损,钢轨高速探伤系统在两条路轨上采用四个探轮,每个探轮上分别以 0° , 38° , 70° 三种角度安装 5 个超声探头,全面检测钢轨、螺孔、轨腰、轨缝等部位的伤损信息。

由于探测通道数多,且超声波发射/接收单元超声波脉冲重复频率为 5kHz,在每个周期内,要保证每个通道都能采集到信号,且记录每个回波的时间和波峰值,高速数据采集及伤损分析系统所采集和处理的数据量很大。因此,采用一台主控计算机控制 4 台计算机

来完成数据采集和处理任务。其中计算机 1 和计算机 2 每台连接有 3 块数据采集卡, 每块采集卡有 4 个通道, 两台计算机共完成 20 路回波信号的采集, 所采集的数据传至计算机 3 进行整理, 再送至计算机 4 进行处理, 据此确定伤损类型、绘制伤损图形、进行自动识别和标记。主控计算机预留了多个高速数据接口, 以用于 GPS 定位系统和高速有线或无线数据转发, 使完整的探伤信息迅速到达地面计算机数据系统。

6 结 论

钢轨高速探伤系统经环行试验台多次模拟试验和

正式上路试验证明, 该探伤系统达到了时速 80 公里以上的高速探测要求, 伤损检出率达到预期目标, 并较好地解决了轮探头、超声收发装置、探轮自动对中以及高速数据采集和处理等关键技术。该系统完全适合我国高速铁路要求的大型钢轨探伤要求。

参考文献

- 1 刘镇清, 刘骁. 超声无损检测的若干新进展. 无损检测, 2000, 22(9).
- 2 Arkavyi, Malakhov, Suchkon. Use of experimental unit for the ultrasonic inspection of rail heads. Metallurgist, 1989, 32(3).

(上接第 114 页)

3 结 论

无论航天、航海还是机械工程中结构的受载情况的实时检测是工程技术人员十分关注的。目前国内外对结构的载荷分析和强度分析是分离的, 同时结构载荷的取得又限于用标准的探头来转换。本系统从实验力学的相似性关系出发, 导出一套新的实时载荷显示和强度报警的理论。并以此理论为出发点设计了一套不需要预置标准探头且又把载荷分析及强度分析融于一个微机智能仪器中, 从而既可显示结构在工作中的实时载荷值, 又能起到报警作用的控制系统。实现载荷

显示、打印、贮存、报警的一体化智能仪器的功能。由本理论而实现的仪器在轧机上进行了实验, 所得结果与理论分析完全一致, 待仪器产业化后, 将用在宝钢集团的轧机上实现现场检测。

参考文献

- 1 Handbook on Experimental Mechanics. A. S. Kobayashi prentice-Hall, Lnc, 1987.
- 2 刘大茂. 智能仪器. 北京: 机械工业出版社, 1998.
- 3 房小翠, 等. 单片机实用系统设计技术. 北京: 北京工业出版社, 1999.
- 4 赵清澄. 光测力学. 北京: 北京高教出版社, 1996.

钢轨高速探伤系统的研究

作者: 祝连庆, 孙军华, 董明利, 李刚, 陈军德, 牛守伟

作者单位: 祝连庆, 孙军华, 董明利(北京机械工业学院(北京)), 李刚, 陈军德, 牛守伟(北京世帝科学仪器有限公司(北京))

相似文献(7条)

1. 会议论文 颜丹, 顾鸣, 刘锋 钢轨探伤车自动化检测系统的升级改造 2000

应用奔腾级工业控制计算机和基于WindowsNT操作系统的新型软件升级改造基于DOS系统工控机的钢轨探伤自动化检测系统,在维持钢轨探伤车基本功能不变的情况下改善性能(包括处理速度、识别精度、存储能力和适应范围)。

2. 会议论文 陈世光, 赵爱忠 钢轨探伤车备用发电机的改造 2000

本文介绍了乌鲁木齐铁路局GTC-106号钢轨探伤车备用发电机组及相应设施改造的情况,通过改造,在保证探伤系统和其他小功率耗电设备的电力要求的基础上,不但改善了探伤车的作业环境,并且利于备用发电机的使用、保养和维护等工作。

3. 学位论文 孙军华 钢轨高速探伤检测系统的研究 2003

论文介绍了超声探伤的物理基础、原理及超声探伤方法,在分析了目前国内外钢轨探伤方法的基础上提出了一种适应高速钢轨探伤要求的检测系统。该系统由高速探头、超声接收/发射装置、探轮自动对中间控系统、高速探作数据采集系统、伤损分析系统、行车状态监控系统、耦合液喷淋装置、主控计算机及外设等组成。论文分析了现有进口探伤车探轮的工作原理及其局限性,设计了一种集靴式和轮式探头双重优点的一种新型高速探轮。该探轮利用内部自动控制装置使其能在80km/h下完成钢轨探伤工作。论文在分析几种超声换能器激励方法的基础上,设计了一种采用大功率MOSFET作为开关器件的方波脉冲激励超声发射电路和超声接收电路。在发射电路的激励下,超声换能器发射的超声波经钢轨反射产生的回波信号通过接收电路放大、检波、驱动等处理后经A/D转换送入计算机,并按一定格式保存所有回波信号。实验表明,该电路性能优良。论文给出了伤损分析系统软件的设计。根据记下的回波信号,该软件绘制出钢轨伤损的B-型图,判断出各种伤损类型,做出标记并保存。论文最后给出实验结果并提出改进方法。实验结果表明:在回转试验台上该系统检测速度达到了100km/h,在铁路上检测速度达到了60km/h。

4. 会议论文 王铁楠, 马东, 刘杰 高速轨超声探伤研究 2006

本文为满足铁道部YB/T2344-2004标准中对钢轨探伤的新要求,确定了高速轨探伤工艺,研制了可满足高速轨探伤的超声波探头、机械装置、电控系统等。

5. 期刊论文 祝连庆, 孙军华, 董明利, 李刚, 陈军德, 牛守伟 钢轨高速探伤系统的研究 - 仪器仪表学报 2002, 23(z1)

介绍了钢轨高速探伤系统,对系统设计中的一些关键技术问题—高速轮探头,探轮自动对中装置,多通道超声发射/接收系统以及高速数据采集与处理等进行了说明。经多次试验,该系统达到钢轨高速探伤和伤损检测精度的要求。

6. 会议论文 涂占宽, 黎连修 钢轨核伤探伤工艺改进的建议 2007

分析了钢轨探伤小车检测核伤工艺,从理论上计算了核伤探测时70°探头的-6 dB声场在钢轨轨头中的分布情况,提出了探伤小车应增加70°探头以加强轨头中部核伤检测能力的建议。

7. 学位论文 奚伯齐 超声探伤技术在铁路钢轨焊缝检测中的应用 2005

超声检测作为一种重要的无损检测方法。钢轨焊缝探伤作业标准化是加强钢轨探伤工作重要措施之一。随着列车速度、轴重和密度的提高,缺陷的发生和发展有提早和加快的趋势,给运输安全构成极大的威胁,特别是随着哈尔滨铁路局无缝线路长钢轨的不断的铺设,对钢轨焊缝探伤仪器的性能提出了更高的要求。为把钢轨焊缝探伤工作纳入标准作业,结合实际施工情况提高探伤工作的准确性,本课题针对这些问题提出了更为高效准确的钢轨焊缝探伤系统。

论文在对超声检测基本原理及现有钢轨焊缝探伤方法的优缺点的了解和分析的基础上,针对目前数字式钢轨焊缝超声探伤仪的特点及发展趋势,设计了一套应用复杂可编程逻辑器件和USB接口技术的数字式钢轨焊缝探伤系统,提高了探伤仪的回波信号数字处理能力和数据传输速度。文中介绍了整个系统的硬件和软件设计思路及其实现,详细介绍了系统回波信号的采集与处理和接口技术的应用,以整个系统各部分之间的数据通信为主线介绍了系统的工作过程及各部分之间的联系,以此来说明整个系统是如何协调进行工作的,并概括介绍了在设计时遇到的困难及相应的解决办法。

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Conference_3404142.aspx

下载时间: 2010年6月2日