

GJ-5型轨检车 检测系统原理及应用

谢文军 主编

GJ-5 XING GUIJIANCHE
JIANCE XITONG YUANLI JI YINGYONG

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

GJ-5



中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

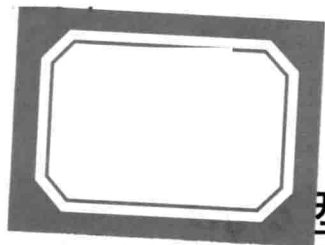
地址：北京市西城区右安门西街8号
邮编：100054
网址：<http://www.tdpress.com>

ISBN 978-7-113-15104-1



9 787113 151041 >

定 价：20.00 元



型轨检车 检测系统原理及应用

谢文军 主编

中国铁道出版社

2012年·北京

内 容 简 介

随着铁路提速和重载运输的不断发展,工务新型60kg/m混凝土枕道岔、跨区间无缝线路全面应用,检测手段不断提高,GJ-5型轨检车全面投入使用,但现场缺乏相应监测分析资料,在一定程度上制约了工务人员的作业效率。本书作者根据多年现场工作经验,从轨检车资料分析等方面收集相关资料编写了本书。资料均为现场实际的记录图和数据,对现场具有一定参考价值。

本书包括 GJ-5 型轨检车检测系统概述、记录表格与波形图查看、轨道几何偏差与波形图分析等内容。根据轨检车检测出的记录图和检测数据进行分析,对现场病害整修提供指导意见。

图书在版编目(CIP)数据

GJ-5 型轨检车检测系统原理及应用 / 谢文军

主编. —北京:中国铁道出版社,2012.8

ISBN 978-7-113-15104-1

I. ①G… II. ①谢… III. ①轨道检查车—自动检测系统—研究 IV. ①U216.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 170510 号

书 名: **GJ-5 型轨检车检测系统原理及应用**
作 者: 谢文军

责任编辑: 张悦
封面设计: 崔丽芳
责任校对: 龚长江
责任印制: 陆宁

编辑部电话: 010-63583273

出版发行: 中国铁道出版社 (100054, 北京市西城区右安门西街 8 号)
网 址: <http://www.tlpress.com>
印 刷: 北京市燕鑫印刷有限公司
版 次: 2012 年 8 月第 1 版 2012 年 8 月第 1 次印刷
开 本: 787mm × 1092mm 1/32 印张: 5 字数: 115 千
书 号: ISBN 978-7-113-15104-1
定 价: 20.00 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版图书,如有印制质量问题,请与本社读者服务部联系调换。

电话: (010) 51873170 (发行部)

打击盗版举报电话: 市电 (010) 63549504, 路电 (021) 73187

前 言

随着铁路提速和重载运输的不断发展,工务新型 60 kg/m 混凝土轨枕道岔、跨区间无缝线路开始全面应用,检测手段不断提高,GJ-5 型轨检车全面投入使用,但现场缺乏相应检测分析资料,在一定程度上制约了工务人员的作业效率。本书编者根据多年现场工作经验,从 GJ-5 型轨检车原理、实测资料等方面收集资料,编写了本书。重点介绍 GJ-5 型轨检车原理、WinDBC 软件使用及典型病害分析,对 GJ-5 型轨检车检测病害分析有一定参考价值。

本书由汉中工务段谢文军主编,郑武雄高工审核。参加编写的有:西安铁路局工务检测所王建华(第一章第一节),汉中工务段谢文军(第一章至第三章),张家明(第二章第一节),杨刚(第三章第二节),晏真凯、黎西军(第三章第四节),庞亚玲协助并校对资料。

由于编者水平有限,书中错误在所难免,如果书中内容与现行规章、规范有出入,请以规章、规范为准。欢迎广大读者批评指正。

编 者

2012 年 7 月

目 录

第一章 GJ-5 型轨检车检测系统	1
第一节 概 述	1
第二节 检测原理及数据处理系统	15
第二章 GJ-5 型轨检车记录报表与波形图检测	33
第一节 超限报表	33
第二节 图形识别	51
第三节 利用 WinDBC 软件分析检测资料	65
第三章 轨道几何偏差与波形图分析	105
第一节 概 述	105
第二节 轨道几何偏差的检测与分析	106
第三节 综合分析波形图	124
第四节 现场查找轨道病害	131
第五节 复合病害研究	139
参考文献	156

第一章 GJ-5 型轨检车检测系统

第一节 概 述

一、轨道检查车的应用

铁路线路在机车车辆的动力作用下,在自然因素如风、雪、雨、雾以及温度变化等的影响下,不仅产生弹性变形,而且产生永久变形,从而造成线路几何状态的改变,产生轨道几何偏差。轨道几何偏差是引起机车车辆各种振动和轮轨作用力发生变化的主要原因。由于轨道几何形态经常变化,因此需要对线路经常进行检查和养护维修。为准确掌握线路设备变化,一般使用轨道检查车(以下称轨检车)检查线路动态几何不平顺状态。

轨检车是检查线路动态几何不平顺的高科技检测设备,利用轨检车可以掌握线路在列车实际动载作用下轨道几何尺寸偏差和相关的各项参数及相应的轨道质量指数,使用轨检车不但使检查结果真实可靠,而且还能对线路质量进行综合分析及评价,提供整修指导意见。

根据轨检车检测出的记录图和检测数据,可查知轨道几何偏差的幅值和发生的地点,分析病害成因,确定具体的维修方法。利用计算机存储的检测数据,查阅、分析区段线路病害成因,做出准确评价,有计划、有目的且最经济地对线路进行维修。

为了保持轨道的平顺性状态,避免维修作业的盲目性,需要利用轨检车对线路进行定期检查,及时发现线路设备

病害并组织养护维修。因此,轨检车是检查轨道病害、评价轨道维修质量、指导轨道维修作业和保障运输安全的重要工具,也是实现轨道状态科学管理的重要环节。另一方面,积累测量资料可有利于展开全面质量管理,建立线路质量保障体系。

西安铁路局 GJ-5 型轨检车 WX25K998945 外形如图1—1所示。



图 1—1

二、GJ-5 型检测系统的组成

GJ-5 型轨道检测系统由 Laserail™ 钢轨断面测量系统和 LPGMS 轨道几何测量系统组成,能实时提供钢轨断面和轨道几何测量数据,轨道检测系统结构如图 1—2 所示。

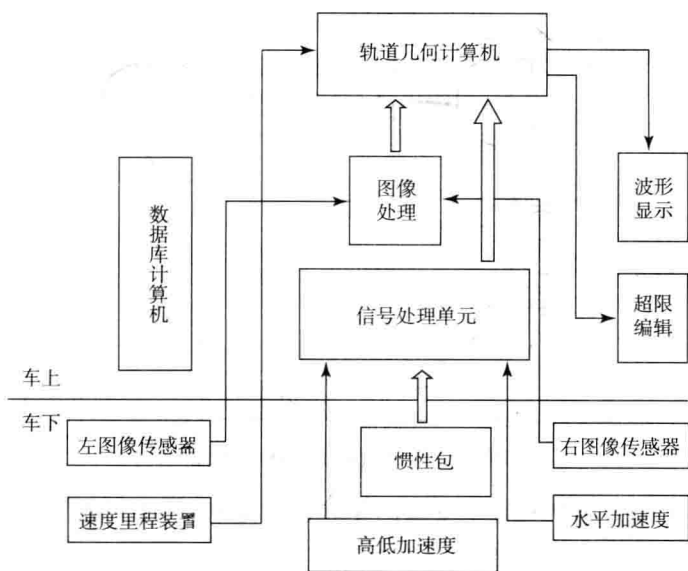


图 1—2 轨道检测系统结构图

(一) Laserail™ 钢轨断面测量系统

钢轨断面测量系统是把左右钢轨内外两侧的激光摄像，通过图像处理，将钢轨的内外侧断面图像拟合成完整的钢轨断面图像，与系统中存储的标准钢轨断面相互比较，从而获得左右钢轨顶面和侧面的水平、垂直磨耗，并计算钢轨的总磨耗，见图 1—3。

1. 钢轨波浪磨检测系统

钢轨波浪磨耗是钢轨顶面沿纵向具有一定规律性的凹凸不平，波长范围一般在 $0.01 \sim 3 \text{ m}$ 。钢轨表面的波浪磨耗是产生轮轨噪声和引起轮轨相互作用力的主要原因之一，严重时会引起钢轨折断或列车颠覆。因此，需要严格控制钢轨的表面形状和形态。

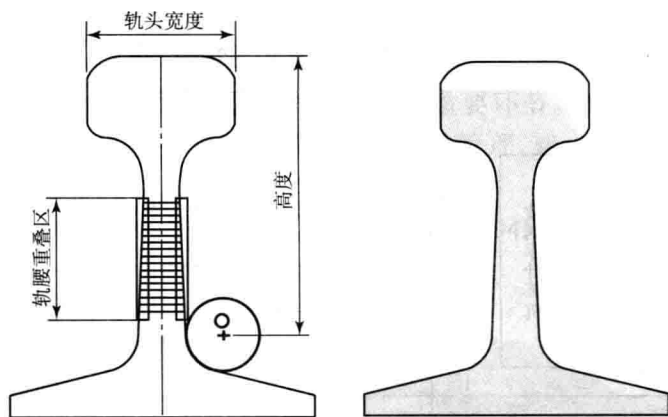


图 1—3 钢轨断面检测示意图

GJ-5 型轨检车上安装的钢轨波浪磨耗检测装置, 主要采用惯性基准检测原理。

钢轨波浪磨耗检测的基本原理是: 在轨检车同一轮对的左右轴头两侧安装加速度传感器, 对其感受到的加速度信号进行抗混迭滤波处理, 由计算机对上述信号进行数字化、数字积分、数字滤波、评价计算等处理, 最终获取左右两根钢轨波浪磨耗值。钢轨波浪磨耗检测基本原理如图 1—4 所示。

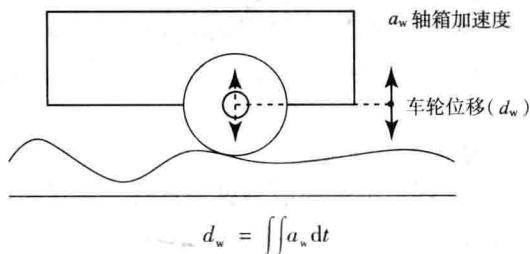


图 1—4 钢轨波浪磨耗检测基本原理图

惯性基准法在低速检测时加速度信号比较微弱, 信噪比

较低,作积分运算时,低频信号容易引起积分饱和,为解决积分稳定性问题,需将二次积分与二阶或二阶以上高通滤波结合并用。轨检车钢轨波磨检测设备如图 1—5 所示。

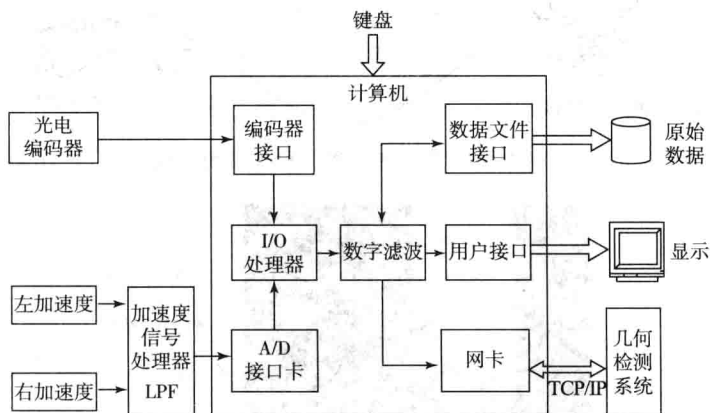


图 1—5 GJ-5 型轨检车钢轨波磨检测设备框图

2. 钢轨表面擦伤检测系统

钢轨表面擦伤检测系统是实现钢轨表面其他病害识别的另一种检测设备。其总体技术特点是高度自动化、自动检测和识别钢轨表面缺陷等。

GJ-5 型轨检车中钢轨表面擦伤检测系统主要由线阵 CCD 摄像机、光源、轴头光电编码器、图像采集卡和计算机组成。系统每 0.8 mm 采集一条线,计算机适时记录并处理钢轨图像,实现钢轨表面擦伤的自动识别功能。钢轨表面擦伤检测系统组成如图 1—6 所示。

该检测系统对钢轨表面擦伤个数实行按里程进行分级统计管理,对于面积大于 314 mm² 的擦伤能够打印输出具体的擦伤位置和面积,检出率达到 70%。钢轨表面擦伤检测系统结果输出如图 1—7 所示。

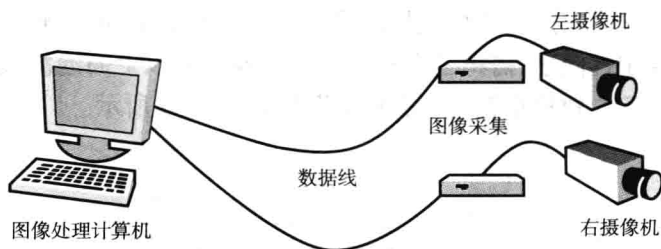


图 1—6 钢轨表面擦伤检测系统组成

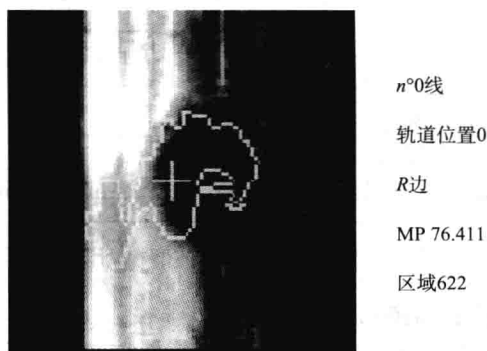


图 1—7 钢轨表面擦伤检测系统结果输出图

(二) 轨道几何测量系统

轨道几何测量系统 LPGMS 包括如下三个主要部分:

- 非接触测量总成(车底下);
- VME 计算机系统;
- 通用几何 Windows 软件。

1. 非接触测量总成

非接触测量总成安装在轨检车底下, LPGMS 摄像机组配置使用 10 个视频 CCD 摄像机和 4 个激光器, 用于钢轨断面的非接触测量, 摄像机和激光器被固定安装在车底下的封闭梁里, 如图 1—8 所示。钢轨内、外两侧激光器发出一扇形光

带,垂直照射在钢轨上,在钢轨上形成一垂直断面;同时,断面和轨距摄像机捕捉到激光线的图像,视频图像输出到 VMEbus 计算机系统,经数字化拟合成完整的钢轨断面图像,通过坐标变换、合成和滤波处理等,得到轨道几何数据和钢轨断面磨损等。

惯性测量包安装在激光器/摄像机梁的中部,惯性测量包测量车辆转向架的横向和垂向加速度以及滚动和摇头速率等。

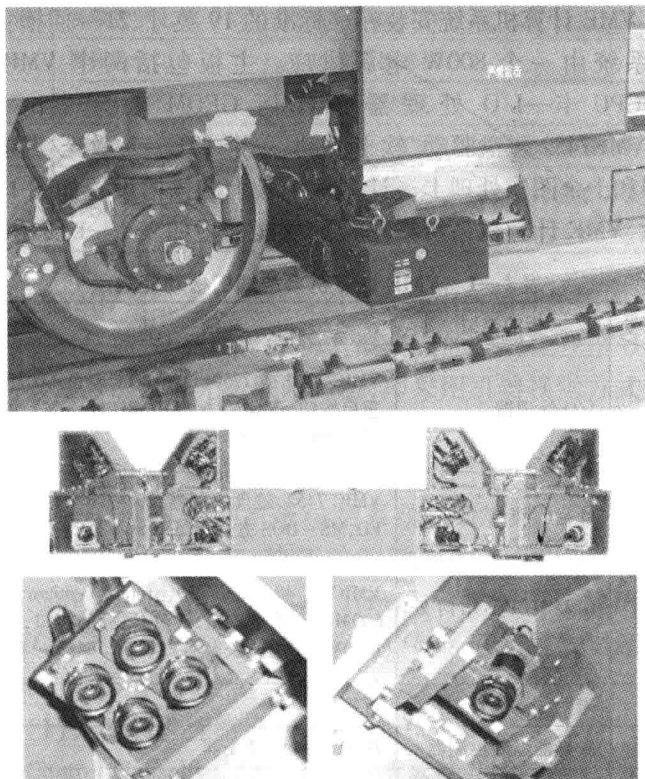


图 1—8 非接触测量传感器布置示意图

2. VME 计算机系统

VME 计算机系统使用两个处理器配置,第一个是 I/O CPU 处理器,提供操作界面、测量与标准处理、数据日志和报告、文件管理、系统功能监视、出错检查及故障诊断等功能。第二个 GEOM CPU 处理器,负责惯性测量包和传感器原始信号接收、合成轨道几何数据,并将合成数据传输到 I/O CPU 处理器作进一步的处理和储存。

VME 计算机系统安装在一标准的 19 英寸、21 - 插槽主板上,系统由一个 800W 电源供应。主板包括两个 VMIC - 7740CPU 卡—I/O 处理器和几何 GEOM 处理器;一个 VMIVME7452 磁盘驱动/软卡驱动;一个 LTC - 3 激光/温度控制器和十个图像处理卡。计算机主板上的插槽设置如图 1—9 所示,VME 计算机系统插槽板的功能描述如表 1—1 所示。

表 1—1 VME 计算机系统插槽板功能表

插槽号	板的类型	描 述
1	I/O 处理器	VMIC 7740 或 7750, Intel Pentium III, 600MHz, 重启按钮, 键盘/鼠标接口, 串口 (COM), 网络 (以太网), VGA
2	硬盘驱动/软盘驱动	VMIC 7452, 磁盘控制器, 20 - GBHD, 1.44MB FD, MS - DOS 方式下可用 8GB 硬盘。
3	GEOM CPU 几何处理器	VMIC 7740 或 7750, Intel Pentium III, 600MHz。重启按钮, 键盘/鼠标的接口, 串口 (COM), 网络 (以太网), VGA
4	未用	可扩展
5	激光器温度控制器	用于 1 - 4 号激光器
6	视频数字化卡	用于 4 号摄像机
7	视频数字化卡	用于 3 号摄像机

续上表

插槽号	板的类型	描 述
8	视频数字化卡	用于 2 号摄像机
9	视频数字化卡	用于 1 号摄像机
10	视频数字化卡	用于 8 号摄像机
11	视频数字化卡	用于 7 号摄像机
12	视频数字化卡	用于 6 号摄像机
13	视频数字化卡	用于 5 号摄像机
14	视频数字化卡	用于 10 号摄像机
15	视频数字化卡	用于 9 号摄像机
16	SBS BITS 板	具有与其他测量系统连接的光学接口界面
17	SBS VIPC 616	支持与外部系统接口的 I/O, 模拟 - 数字界面的承载板

该 VME 系统通过摄像传感器获取钢轨断面轮廓图像,经图像实时处理,从而获得钢轨上被测点的空间位置信号。该实时处理方法又称光截取断面法,即采用机器视觉方式并配备一套带状结构光源照明系统。

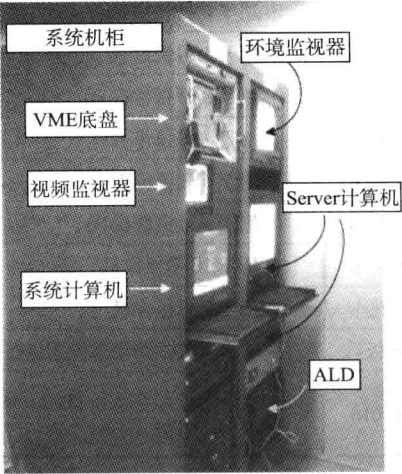
3. 通用几何 Windows 软件处理系统

Laserail 软件处理系统包括系统软件控制平台 Control Console、断面监视系统、轨道检测数据波形输出软件 WinDBC、检测系统里程控制软件 Termiflex、视频图像检测软件 WinVCR、视频图像编辑软件 WinVCG、轨道检测数据超限编辑软件 EDIT 等。

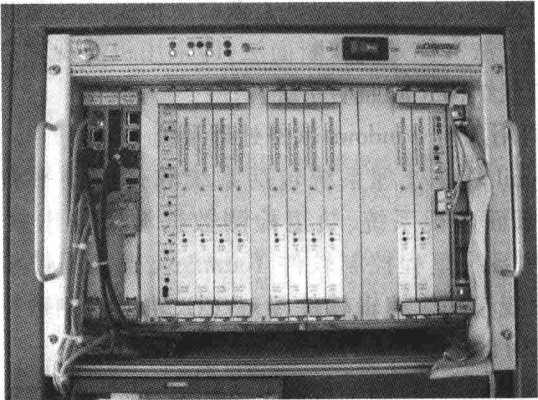
(1) 系统软件控制平台 (Control Console)

Control Console 是整个检测系统软件处理控制平台,是所有应用软件的核心。它从 VME 计算机接收几何数据,进行超限判断,建立轨道检测数据库,生成相关检测几何参数波形图

文件,为其他事后处理应用软件提供数据接口;并对 VME 计算机数据采集进行控制等。



车厢设备安装图



VME 计算机系统插槽示意图

图 1—9

(2) 断面监视器系统

断面监视器显示来自 VME 的实时断面数据。该数据被传送到 Control Console 里,并在 Control Console 里显示通道信息。WinDBC 从 Control Console 获取几何断面数据并以检测波形图显示输出。

(3) 轨道检测数据波形输出软件(WinDBC)

WinDBC 是显示轨道几何数据的波形图输出软件,可实时显示、测量、打印波形图,可实现当前检测数据与历史数据的波形对比与输出等功能。

(4) 检测系统里程控制软件(Termiflex)

Termiflex 是用于接收和控制里程校核输入的手持单元应用软件。操作者可输入发生在轨检车记录过程中的事件,包括公里标、桥梁、隧道、道口及道岔等位置信息,该程序在判定轨道超限位置具有良好的辅助作用。

(5) 视频图像检测软件(WinVCR)

WinVCR 控制视频控制器(VCR),该 VCR 通过一串行 RS-232 电缆与本地 PC 机相联。Win VCR 允许在记录轨道几何数据过程中记录轨道线路的视频图像。

(6) 视频图像编辑软件(WinVCG)

WinVCG 视频字幕编写器通过一串行 RS-232 电缆与本地 PC 机相联。该程序与 WinVCR 一起使用来给被记录的轨道线路的视频图像增加标题。WinVCG(Windows 视频字符发生器)是视频字幕编写通用几何工具软件,它被用于在监视器上显示诸如摄像机的特性、实时里程标、日期和时间。

(7) 轨道检测数据超限编辑软件(EDIT)

超限编辑器能显示并编辑由 Control Console 产生的实时轨道检测超限数据。