

SHUZI GANGGUI TANSHANGYI DE YINGYONG

数字钢轨探伤仪的应用

《数字钢轨探伤仪的应用》编委会◎编

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

数字钢轨探伤仪的应用

《数字钢轨探伤仪的应用》编委会

中国铁道出版社

2014年·北京

内 容 简 介

本书本淹“通俗易懂、贴近现场”的原则,分“数字钢轨探伤仪简介、数字钢轨探伤仪性能、数字钢轨探伤仪使用、常见伤损 B 型显示图形判别、B 型显示图形与实物对比、常见问题及处理”六个章节,对数字钢轨探伤仪的原理和使用进行介绍,对探伤管理人员和现场职工的工作学习具有重要参考价值。

图书在版编目(CIP)数据

数字钢轨探伤仪的应用/《数字钢轨探伤仪的应用》编委会编. —北京:中国铁道出版社,2013.10(2014.1 重印)
ISBN 978-7-113-17437-8

I. ①数… II. ①数… III. ①数字技术—应用—钢轨—探伤仪 IV. ①U213.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 236443 号

书 名:数字钢轨探伤仪的应用
作 者:《数字钢轨探伤仪的应用》编委会

责任编辑:洪学英 刘 霞 电话:路(021)73347 市(010)51873347
电子邮箱:lovelxia2012@gmail.com
封面设计:崔 欣
责任校对:马 丽
责任印制:陆 宁

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.tdpress.com>
印 刷:北京铭成印刷有限公司
版 次:2013 年 10 月第 1 版 2014 年 1 月第 2 次印刷
开 本:880 mm×1 230 mm 1/32 印张:4.5 字数:108 千
书 号:ISBN 978-7-113-17437-8
定 价:31.00 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:市电(010)51873170,路电(021)73170(发行部)
打击盗版举报电话:市电(010)63549504,路电(021)73187

编委会名单

主 任：方俊奇

主 编：连 军 牛君芳

编写人员：穆红西 薛宗仁 庞国永 田宝英

张金刚 刘志韬

主 审：张 维 杨卓奇



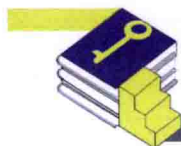
前言 PREFACE

数字钢轨探伤仪器保留了传统模拟钢轨探伤仪的基本性能,并可实时进行模拟、数字转换,完成数据储存、传输、分析等功能。全路 2008 年初数字钢轨探伤仪开始上道试用,2010 年后在现场得到了普及和应用。为大力推进数字钢轨探伤仪使用进程,提高现场作业人员业务技能,本书编委会多次组织探伤专业人员开展技术研讨会,对现场发现的各类伤损,结合 B 型显示图形进行分析研究,总结摸索出了一套较为成熟的 B 型显示知识和管理办法,并在现场推广使用。本书本着“通俗易懂、贴近现场”的原则,分“数字钢轨探伤仪简介、数字钢轨探伤仪性能、数字钢轨探伤仪使用、常见伤损 B 型显示图形判别、B 型显示图形与实物对比、常见问题及处理”六章,对数字钢轨探伤仪现场使用进行全面介绍,可供探伤管理人员和现场职工参考。

由于时间仓促,水平有限,本书难免存在不足之处,恳请广大读者提出宝贵意见,以便修订。

编 者

2013 年 7 月



目 录 CONTENTS



第一章 数字钢轨探伤仪简介	1
第一节 数字钢轨探伤仪工作原理	1
第二节 数字探伤仪结构组成	5
第二章 数字钢轨探伤仪性能	9
第一节 参数和性能	9
第二节 数据分析功能	22
第三章 数字钢轨探伤仪使用	30
第一节 仪器调试	30
第二节 作业准备	36
第三节 钢轨探伤作业	37
第四节 数据分析	43
第五节 数字钢轨探伤仪保养	50
第六节 B 型显示在探伤时需要注意的方面	52
第四章 常见伤损 B 型显示图形判别	53
第一节 轨头核伤 B 型显示图形	53



第二节	螺孔裂纹	73
第三节	焊缝伤损	81
第四节	轨头表面伤损	93
第五节	其他部位的伤损	100
第六节	假象图像的判别	109
第五章	B 型显示图形与实物对比	114
第一节	轨头核伤	114
第二节	鱼鳞纹下核伤	118
第三节	接触焊轨头核伤	119
第四节	轨腰水平裂纹	120
第五节	钢轨焊缝伤损	123
第六章	常见问题及处理	129
第一节	数据丢失	129
第二节	仪器故障	130
第三节	U 盘病毒	133



第一章

数字钢轨探伤仪简介

数字钢轨探伤仪是在原模拟钢轨探伤仪基础上发展起来的,它既保留了传统模拟钢轨探伤仪的基本性能,又可实时进行模拟、数字转换,实现数据储存、传输、分析等功能。

随着电子科技的飞速发展,国内仪器生产厂家陆续开发出具有 A、B 型显示的数字超声波钢轨探伤仪,使 B 型显示在钢轨探伤中成为主力军。

数字钢轨探伤仪是新一代实用、可靠的钢轨探伤设备。根据近几年数字钢轨探伤仪的使用情况,使用 B 型显示探伤的同时,有效开展数据回放分析工作,伤损判别准确率提高了 30%,安全效益十分显著。可以肯定,随着 B 型显示在钢轨探伤中的运用,必将迎来钢轨探伤的一场革命。

第一节 数字钢轨探伤仪工作原理

运用超声检测的方法来检测工件内部缺陷的仪器称之为超声波探伤仪。超声检测方法通常有脉冲反射法、穿透法、串列法等。钢轨超声波探伤仪一般采用脉冲反射法和穿透法。

超声波探伤仪工作原理是发射电路产生激励电脉冲并加于压电晶片——探头,激励探头产生超声波。超声波以一定速度在工件内部传播,当遇到缺陷或工件底面时,就会引起反射,反射后的超声波返回到晶片,由于压电效应原理被晶片转换为电脉冲信号,



探伤仪将送回的电信号进行放大处理后以一定方式显示和报警,根据这些显示的信息可以分析出被探测工件内部有无缺陷及缺陷的位置和大小。

模拟式 A 型显示脉冲超声波探伤仪的基本工作原理可用图 1-1 所示。整机主要由同步、发射、扫描、接收放大、显示电路以及报警、电源七大部分组成。同步电路的作用是产生周期性的同步脉冲信号,用以同时触发超声波探伤仪各部分电路协同工作,它相当于全机的指挥中心。

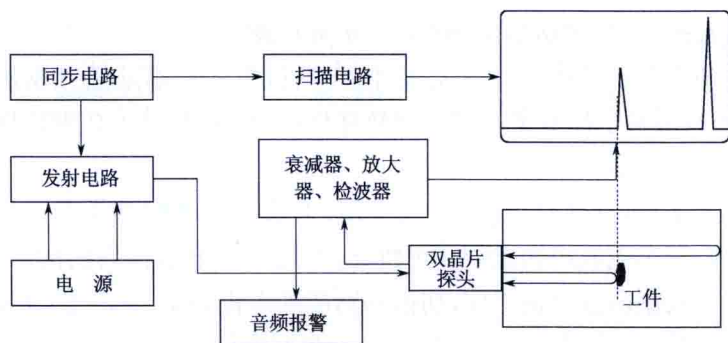


图 1-1 模拟式 A 型显示脉冲超声波探伤仪的基本工作原理

一、仪器主要组成部分的作用

(一)同步电路

同步电路又称触发电路,是整个探伤仪的“中枢”,它每秒钟产生数十至数千个脉冲,用来触发探伤仪扫描电路、发射电路等,使之按设定的时序工作。

(二)扫描电路

扫描电路又称时基电路,用来产生锯齿波电压,使管荧光屏上的光点沿水平方向作等速移动,产生一条水平扫描时基线。



(三)发射电路

利用闸流管或可控硅的开关特性,产生几百伏至上千伏的电脉冲,施加于发射探头,激励压电晶片振动,使之产生超声波。

(四)接收电路

接收电路由衰减器、射频放大器、检波器和视频放大器等组成。它将来自探头的电信号进行放大、检波,最后在荧光屏上显示回波信号。

(五)显示电路

主要由显示器及外围电路组成,用来显示探伤图形。

二、工作过程

同步电路产生的触发脉冲同时加至扫描和发射电路,扫描电路受触发产生锯齿波电压,在荧光屏上产生一条水平扫描线。同时,发射电路受触发产生高频窄脉冲,加至探头,激励压电晶片振动,在工件中产生超声波。超声波在工件中传播,遇缺陷或底面发生反射时,被探头中的压电晶片接收、转变为电脉冲,经接收电路放大和检波,加至水平扫描线的相应位置上产生缺陷波和底波,根据缺陷波的幅度可以估算缺陷的当量大小。如果将显示器扫描线的扫描速率同步于超声波在被测工件中的传播速度,则根据回波的水平显示位置可以确定缺陷的位置。

较小缺陷可以根据回波强度和标准试块的模拟缺陷回波的幅度对比,判断缺陷的当量大小,大缺陷则根据回波的幅度和探头位移量来判断缺陷的当量大小。图 1-2 是用直探头检测被测工件中无缺陷、小缺陷、大缺陷的显示原理图。

我国的钢轨超声波探伤仪具有多个探测通道(一般为 7~9 个),探头采用双收发方式,配置有 70°、37°、0°探头,可以同时检测钢轨的 I、II 两个区域的多种取向缺陷。

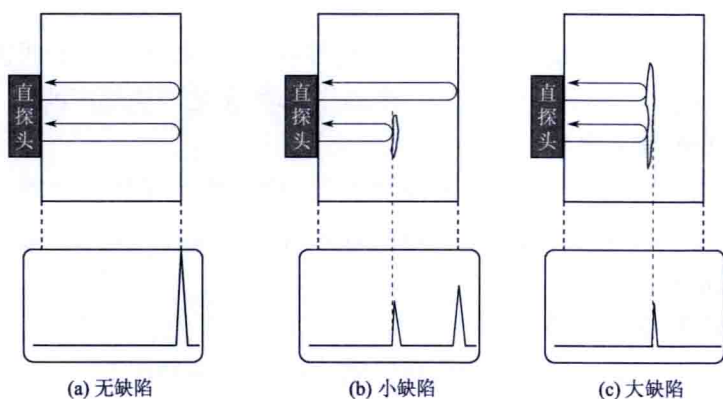


图 1-2 直探头检测被测工件显示原理

对于回波的处理方式而言,钢轨探伤仪有模拟探伤仪和数字探伤仪的区分。

(一)模拟探伤仪

模拟探伤仪一般为 CRT(示波管)屏幕。A 型脉冲显示方法,用水平基线(X 轴)表示超声波传播的距离或者时间,垂直方向(Y 轴)表示回波幅度。可以显示回波的强度、位置信息,同时具有回波抑制、报警等功能。

A 型脉冲反射式超声波检测仪是 B 型、C 型超声检测仪器的基础或基本元素,各种成像记录的超声波检测仪器或装置包含 A 型脉冲反射式超声波检测仪的功能或组合。

(二)数字探伤仪

数字探伤仪除了具备模拟探伤仪的特性外,还具有 B 型显示功能和动态记录、转储功能,实现数据共享。还具有作业参数输入、机内回放,数值量化显示(显示回波的声程、垂直、水平位置的数值功能),通过数据回放软件,可对现场采集的探伤数据进行二次分析,同时可根据需要输出探伤报告,探伤数据可以永久保存。



第二节 数字探伤仪结构组成

数字钢轨探伤仪一般由探伤仪主机、探头、耦合剂容器、运载小车构成主体,较传统的钢轨探伤仪增加了 B 型显示、数据存储、传输、本机回放分析等功能。

一、主 机

图 1-3 是一款数字钢轨探伤仪的原理方框图。从图 1-3 可以看出,它比模拟机型要复杂,具有人机对话的键盘、数据采集模块、存储器、导出探伤记录的 USB 接口、编码器、主控模块和同步与处理模块,显示器具有 A、B 型显示区域,还具有 GPS 定位功能,探伤记录与地理信息匹配功能。电源部分提供各种直流电压供各单元使用。

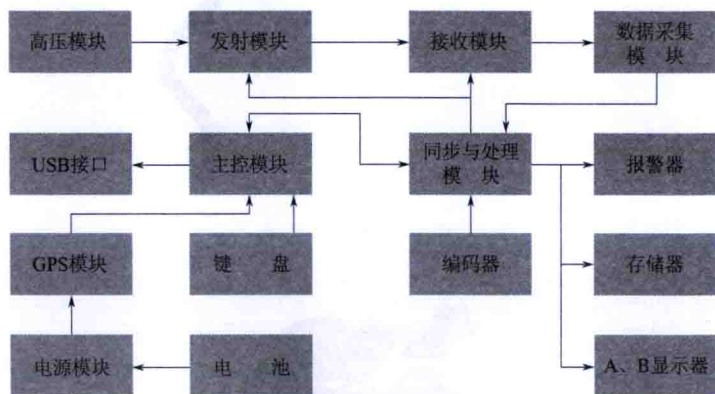


图 1-3 数字钢轨探伤仪的原理方框

二、显示器

显示器多采用 LCD 液晶显示器、EL 场致发光显示器,由于 EL 屏成本较高,目前这类显示屏只有单色屏。



A、B 型图像在屏幕上的显示方式基本有三种：

(1) A、B 型显示通过键盘转换，分别显示。

(2) A、B 型图像叠加显示。

(3) A、B 型图像同屏分区显示，这种现实方式需要较大的屏幕尺寸，给现场的探伤分析带来极大的方便。

三、编码器

编码器有光电编码器和磁性编码器两种，其中磁性编码器是和尼龙轮轴组合在一起，易于安装、可靠性较高，精度可以达到 256 ~ 1 024 个脉冲/转。图 1-4、图 1-5 是实物图。

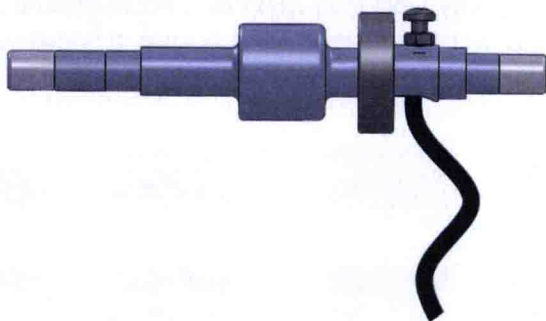


图 1-4 光电编码器



图 1-5 磁性编码器



四、探 头

钢轨超声波探头由双晶片构成,工作频率多数为 2 MHz,晶片材料为锆钛酸铅,晶片尺寸 8 mm×12 mm。其他技术指标在 TB/T 2340—2012 做出了详细的规定。图 1-6~图 1-8 是常见的钢轨探伤仪探头实物图。



图 1-6

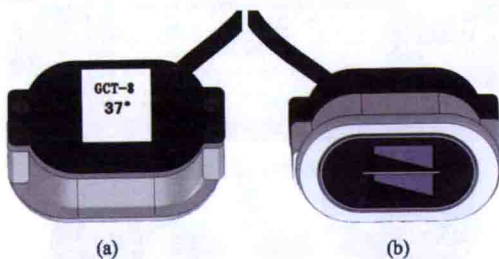


图 1-7



图 1-8



五、运载小车和水箱

图 1-9 是一种应用较多的钢轨探伤小车,耦合剂容器安装到小车上,并附加有工具箱。小车上安装有主机托架、探头架、翻板、水阀、水刷、探头尼龙轮、陆地行走轮、推手、抬手等部件。

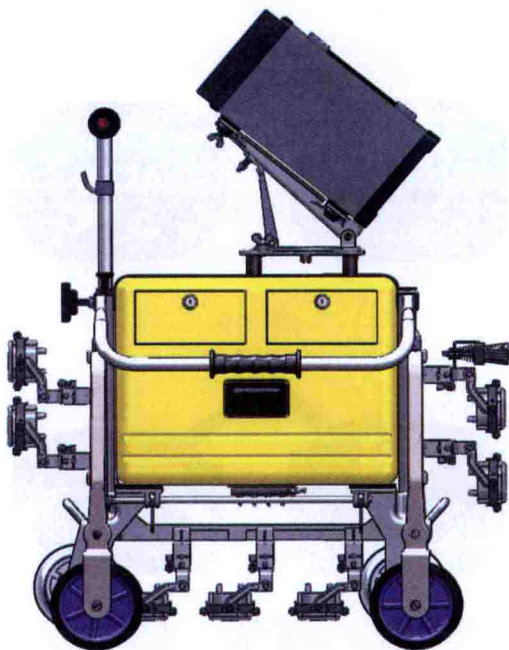


图 1-9 数字钢轨探伤仪

第二章

数字钢轨探伤仪性能

第一节 参数和性能

钢轨探伤仪应具备 TB/T 2340—2012、JJG(铁道)130—2003 等标准和规范中的功能要求,满足其中的技术指标。

由于我国南北温差大,地域环境不同,现场的实际需要也不尽相同,所以除标准要求以外,不同厂家的仪器还具备了一些实用的探伤功能,例如探头故障自动检测、探测灵敏度自动检测、GPS定位、全程记录、数据分析、网络通讯、远程实时监控、联机打印等。

一、探伤仪基本性能指标

钢轨探伤仪都应具备以下最基本的性能指标。

1. 能适用于 $43\text{ kg/m}\sim 75\text{ kg/m}$ 在役钢轨的超声波探伤作业;有同时探测轨头、轨腰和轨底横向疲劳裂纹、其他部位裂纹(包括纵向垂直裂、斜裂、纵向平裂和螺孔裂纹等)的能力(自轨面入射的超声束无法射及的部位除外)。

2. 有携带多个(不少于 6 个)无源探头同时工作的能力,一般为 1 个 0° 探头,2 个折射角 37° (或 $35^\circ\sim 45^\circ$ 间的其他某个角度)探头,多个折射角 70° (或其他有利于探测轨头核伤的角度)探头。 70° 探头具有相对走行方向偏斜 $14^\circ\sim 20^\circ$ 范围内的某角度调整的能力。探头各项技术指标应符合有关规定。



3. 各通道应有音响报警装置,各通道的音响应易于分辨,音量应能满足野外作业的需要,并配备观察探伤图形用的遮光罩。报警方式、闸门位置和闸门宽度的调节应能与钢轨各探测方式相适应。

4. 应具备衰减器;蓄电池供电时,电池的容量应能满足探伤仪连续工作 8 h 的需要;应有连接校正探头用的插座或接头。

5. 探伤仪的供水系统能够保证每个探头耦合良好,阀门易于调节;耐蚀水箱容量不小于 10 L。

6. 探伤小车应是重量轻的框架结构,可在平地上推行和直立,能承受正常使用情况下的冲击和振动。在线路上推移时,滚动轮应具有横向限位轮缘。所有与轨面接触部分都应采用电绝缘材料制作。车架上有便于上下道的抬手柄,车体设计应便于在旅客列车上搭乘。

7. 探伤仪外观无伤损,器件、部件无破损,各开关、旋钮性能稳定,指示灯、示波管或显示屏等显示正常。

8. 同型号探伤仪的零部件应有互换性。

9. 数字钢轨探伤仪应有测速、数据回放、超速报警,并能按照指定的数据格式导出数据等功能。

二、仪器综合性能指标

(一)重复频率

单个通道脉冲的重复频率不应低于 400 Hz。测量值与标称值之差应在标称值的 $\pm 10\%$ 以内。

(二)增益控制范围

总量不小于 60 dB。在探伤仪规定的工作频率范围内,衰减器每 12 dB 的工作误差不超过 ± 1 dB。

(三)动态范围

抑制最小时,不低于 16 dB;抑制最大时,2~6 dB。