高等职业教育“双高”建设新形态规划教材

钢轨探伤实训手册

（智媒体活页式）

主编 ◎ 亓伟　王国良

西南交通大学出版社

内容简介

本书针对钢轨探伤岗位（初级、中级、高级）所需知识和技能，以典型工作任务为载体，将《钢轨探伤》实训部分进行梳理，编写了 SZT-800 数字式钢轨探伤仪基础操作、SDW-900 数字钢轨焊缝探伤仪基础操作、手工检查基础实操、钢轨探伤上道作业标准，这些实训任务将常用钢轨探伤仪器、设备、试块的使用方法及钢轨探伤专业知识融入其中，是对《钢轨探伤》教材主要知识点和技能的强化与拓展。

本书结构设置合理，任务选取恰当，内容安排贴近工作实际，由简及难，由浅入深，逐步加深学习者对教材内容的理解，提高任务分析、团队协作及实践操作等能力，同时在完成实训任务的过程中培养其良好的职业道德和工匠精神。

本书可作为高职高专院校铁道工程技术、城市轨道交通工程技术、高速铁路综合维修技术等相关专业的钢轨探伤实训教学用书，也可作为轮对探伤、锻件超声波探伤、铸件超声波探伤等相关的技术人员的参考用书。

图书在版编目（CIP）数据

钢轨探伤实训手册：智媒体活页式 / 亓伟，王国良主编. —成都：西南交通大学出版社，2023.4
ISBN 978-7-5643-9230-7

Ⅰ. ①钢… Ⅱ. ①亓… ②王… Ⅲ. ①钢轨 – 探伤 – 手册 Ⅳ. ①U213.4-62

中国国家版本馆 CIP 数据核字（2023）第 053584 号

Ganggui Tanshang Shixun Shouce（Zhimeiti Huoyeshi）

钢轨探伤实训手册（智媒体活页式）

主　编 / 亓　伟　王国良

责任编辑 / 韩洪黎
封面设计 / 吴　兵

西南交通大学出版社出版发行
（四川省成都市金牛区二环路北一段 111 号西南交通大学创新大厦 21 楼　610031）
发行部电话：028-87600564　028-87600533
网址：http://www.xnjdcbs.com
印刷：四川玖艺呈现印刷有限公司

成品尺寸　185 mm × 260 mm
印张　15.5　　字数　384 千
版次　2023 年 4 月第 1 版　　印次　2023 年 4 月第 1 次

书号　ISBN 978-7-5643-9230-7
定价　46.00 元

课件咨询电话：028-81435775
图书如有印装质量问题　本社负责退换
版权所有　盗版必究　举报电话：028-87600562

前 言

钢轨探伤是一门专业性、实践性都很强的专业课。为了真正体现“教”“学”“做”一体化的教育理念，我们编写了《钢轨探伤实训手册》。

本书可作为《钢轨探伤》配套教材使用，也可单独使用，是对《钢轨探伤》教材内容的强化与拓展，侧重于任务实施的过程及考核。通过对实训目的的分析，学习者以小组为单位进行任务分工，再根据任务内容，应用仪器工具，按照任务实施方法，对照考核评价的内容、标准，最终完成实训任务。任务完成过程中，锻炼了学习者任务分析、组织管理、团队协作、实践操作、仪器维护等多方面的能力，使理论与实践相结合，让学习更有针对性和有效性，更能激发学习者的学习兴趣，增强学习者的操作技能，强化学习者的能力素养。

本书由成都工业职业技术学院亓伟、成都西南交大高铁轨道设备有限责任公司王国良主编；成都工业职业技术学院陈爱平、余俊、豆银玲、陈爽、陈建男，上海申声科技有限公司辛安红参与编写完成。本书在编写过程中参阅了许多相关文献，咨询了许多专业从业者，在此对这些作者、一线工作者表示诚挚感谢。

由于编者水平有限，书中可能存在不足之处，恳请各位读者批评指正，以便进一步修改完善。

作　者

2023 年 3 月

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

二维码目录

序号	项目	二维码名称	资源类型	页码
1	项目一 钢轨探伤基础实操	认识 SZT-800 数字式钢轨探伤仪	视频	2
2		认识钢轨探伤仪按键	视频	4
3		钢轨探伤仪基本操作 1	视频	11
4		钢轨探伤仪拼图作业	视频	14
5		钢轨探伤仪基本操作 3	视频	18
6		钢轨探伤仪安装作业	视频	26
7		0° 探头探伤原理	视频	31
8		钢轨探伤仪 0° 探头识别与操作	视频	31
9		37° 探头探伤原理	视频	38
10		钢轨探伤仪 37° 探头识别与操作	视频	38
11		70° 探头探伤原理	视频	45
12		正常钢轨轨端 70° 探头 B 显出波	视频	45
13		钢轨探伤仪 70° 探头识别与操作	视频	45
14		钢轨探伤仪回放软件操作	视频	58
15	项目二 焊缝探伤基础实操	K2.5 探头前沿与折射角测试	视频	93
16		0° 探头水平线性与垂直线性测试	视频	95
17		扫查架扫查灵敏度校准	视频	97
18		K1 探头灵敏度校准	视频	99
19	项目三 手工检查基础实操	手工检测作业	视频	122

目 录

项目一　钢轨探伤基础实操 …… 001

任务一　钢轨探伤仪基础操作（一） …… 010

任务二　钢轨探伤仪基础操作（二） …… 013

任务三　钢轨探伤仪基础操作（三） …… 018

任务四　特殊功能键操作 …… 022

任务五　探伤准备工作与探伤操作 …… 026

任务六　钢轨探伤仪 0°探头识别与操作 …… 029

任务七　钢轨探伤仪 37°探头识别与操作 …… 037

任务八　钢轨探伤仪 70°探头识别与操作 …… 044

任务九　钢轨探伤仪探头灵敏度和灵敏度余量的测试 …… 053

任务十　下道及文件的导出、删除与回放 …… 055

任务十一　钢轨探伤仪 B 显与数据回放 …… 058

任务十二　钢轨探伤仪的保养与维护 …… 074

项目二　焊缝探伤基础实操 …… 075

任务一　焊缝探伤仪基础操作 …… 086

任务二　焊缝探伤仪基础操作 …… 089

任务三　斜探头入射点和折射角的测试 …… 093

任务四　焊缝探伤仪水平线性与保护膜衰减值测试 …… 095

任务五　焊缝探伤仪探头标定——GHT-1 试块 …… 097

任务六　焊缝探伤仪探头标定——GHT-5 试块 …… 099
任务七　焊缝探伤仪现场灵敏度调试 …… 101
任务八　焊缝探伤仪数据存储、导出与删除 …… 107
任务九　焊缝探伤仪数据回放 …… 113
任务十　焊缝探伤仪维护 …… 120

项目三　手工检查基础实操 …… 121
任务一　手工操作基本操作 …… 122
任务二　道岔手工检查 …… 124

项目四　钢轨探伤上道作业标准 …… 125

项目五　钢轨探伤技能鉴定 …… 133
任务一　钢轨探伤工初级操作技能考核 …… 134
任务二　钢轨探伤工中级操作技能考核 …… 158
任务三　钢轨探伤工高级操作技能考核 …… 191

参考文献 …… 239

项目一

钢轨探伤基础实操

学习目标

1. 知识目标

（1）掌握 SZT-800 数字式钢轨探伤仪组成、界面、按键功能。

（2）掌握 SZT-800 数字式钢轨探伤仪各探头 A 显、B 显回波。

（3）掌握 SZT-800 数字式钢轨探伤仪维护与注意事项。

2. 能力目标

（1）能够完成 SZT-800 数字式钢轨探伤仪界面识别与基本操作。

（2）能够识别 SZT-800 数字式钢轨探伤仪 A 显、B 显出波，并判断钢轨是否有伤损，找到钢轨伤损位置。

（3）能够利用 SZT-800 数字式钢轨探伤仪对标准试块进行伤损识别与探头标定。

（4）能够对 SZT-800 数字式钢轨探伤仪进行保养。

3. 素质目标

（1）培养学生的爱国主义情怀和民族自豪感。

（2）培养学生爱岗敬业、遵纪守法的职业精神、岗位精神。

（3）培养学生求真务实、踏实严谨、吃苦耐劳、精益求精的优秀品质。

知识学习

1. SZT-800 数字式钢轨探伤仪概述

SZT-800 数字式钢轨探伤仪由 SZT-800 主机、组合探头及探头架和专用手推车组成（见图 1-0-1）。SZT-800 主机主要由显示屏、按键、提手、控制通道等部分组成（见图 1-0-2）。

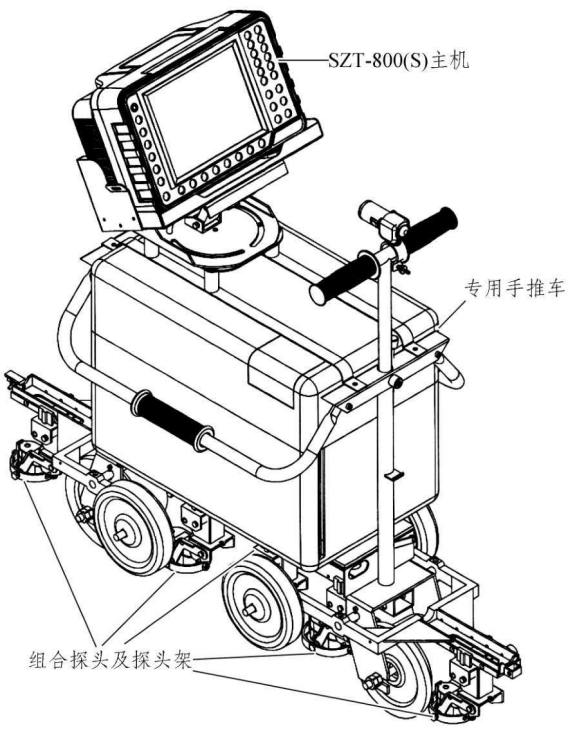
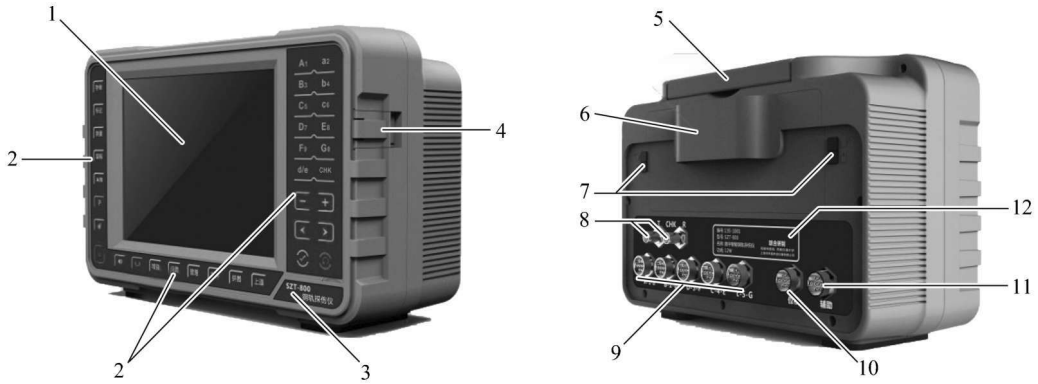


图 1-0-1　SZT-800 数字式钢轨探伤仪

认识 SZT-800 数字式钢轨探伤仪



1—显示屏；2—按键；3—型号牌；4—USB 门；5—提手；6—锂电池；7—电池锁扣；8—校对通道接口（Q9）；9—组合探头接口（GX16-7 芯）；10—位移轮接口（GX16-5 芯）；11—辅助接口（GX16-4 芯）；12—铭牌。

图 1-0-2　SZT-800 主机组成

2. 标记符号说明

探伤仪内设标记符号说明见表 1-0-1。

表 1-0-1　标记符号说明

△	“黄色空心三角”为仪器自动标记的 2 级或 3 级疑似伤损
△	“红色空心三角”为仪器自动标记的 1 级疑似伤损
▲	“红色实心三角”为探伤人员标定的伤损
#	仪器自动识别的轨缝
@	回退标志，在回退处自动产生
T	测量的相对位置，测量时仪器自动显示光标距离此标志的水平距离
C	校验标志，进入 CHK 通道时自动产生
>	超速标志，超速超过设定的距离时自动标记
S	上道，或换操作员标志
*	人工标记的轨缝或其他意义的标志（有*，*1～*7 八种自定义标记）
Y	道岔标志，人工标记
$	曲线标志（进曲线为$起，出曲线为$止），人工标记
Q	桥梁或隧道标志（进桥/隧为 Q 起，出桥/隧为 Q 止），人工标记
Auto	使用自动增益探伤标志

3. 探头插座

仪器的后面板有 5 个 GX16-7 芯航空插座，为 5 个组合探头的接口，从左至右分别为 A-1-a、B-2-b、D-3-F、C-4-E、c-5-G，其中的数字分别对应探头电缆上标示的数字。当探伤仪作为右手机时，分别接轨内侧双 70°、轨外侧双 70°、向前 37°加后 0°、前直 70°加向后 37°和后直 70°加前 0°等 5 个组合探头。当为左手机时，分别接轨外侧双 70°、轨内侧双 70°、向前 37°加后 0°、前直 70°加向后 37°和后直 70°加前 0°等 5 个组合探头。编号见图 1-0-3。

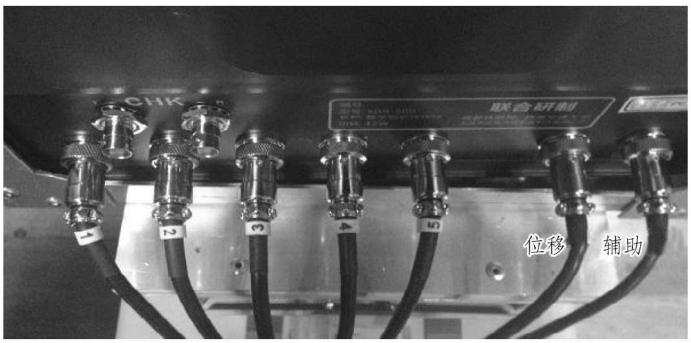


图 1-0-3　仪器后面板组合探头的接口

4. 按键说明

SZT-800 数字式钢轨探伤仪常用按键说明见表 1-0-2。

认识钢轨探伤仪按键

表 1-0-2　按键说明

按　键	功　能	说　明
A1 a2 B3 b4 C5 c6 D7 E8 F9 G0 d/e CHK	通道选择	（1）短按作为通道选择，相应通道（A~F、a~c）的 B 超图形显示在前。 （2）长按 A~F，单独显示该通道的 B 显图像，短按任意通道键恢复全 B 超。长按 G，G 通道的 AB 显同时隐藏，短按打开。长按 d/e 打开或关闭 d/e 通道，短按 de 通道 A 超切换显示。 （3）在菜单设置时，当某个菜单项为超过 4 位的数字时，作为数字键使用。 （4）按 CHK 键，进入或退出校对通道 A 显模式
− +	加/减	（1）通常作为数值的增加或减少，以及菜单值的选择。 （2）在“测量”功能时，上下移动光标
< >	左/右	（1）通常作为左右或上下依次移动来选择项目。 （2）在“测量”功能时，左右移动光标
	确认	菜单设置的确认
	撤销	菜单设置的撤销
上道	菜单键	长按进入“上道设置”菜单，短按功能保留
拼图	菜单键	长按进入“探头位置校正”菜单，短按功能保留
文件	菜单键	长按进入“文件”菜单，短按功能保留
管理	菜单键	长按进入“系统管理”菜单，短按功能保留

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

续表

按　键	功　能	说　明
设置	菜单键	长按进入“探测设置”菜单，短按查看原始波形
增益	菜单键	长按进入“增益设置”菜单，短按查看 3 dB 增强 B 显图形（软件版本 V2.0 及以上，FPGA 版本 V3.5 及以上）
	菜单键	长按进入“小方门设置”菜单，短按开/关 Qaa 和 QBb
	菜单键	长按进入“报警设置”菜单，短按打开或关闭报警声音
	电源键	开关机按键
	锁轨	长按进入“GPS 引导点列表”，短按锁定轨型/解锁轨型。 校对模式中按下作为屏幕冻结键
P	长链	长按作为斜 70°B 显翻折功能键，短按作为长链确认键
A/B	显示模式键	（1）短按在“全通道 AB 显”“全通道拼图 B 显”和“全通道分区 B 显”模式之间切换。 （2）长按切换到“单通道 AB 显”模式
里程	里程键	（1）短按进行里程校对。 （2）长按进入“里程系数校正”菜单
测量	测量键	按下进入“测量”菜单，测量伤损深度及水平相对距离
标记	标记键	（1）短按作为特殊标记键标记。 （2）长按进入“伤损标记”菜单
存储	存储键	按下存储当前屏幕显示的 AB 超数据

5. 仪器显示界面

（1）全通道 AB 显模式（见图 1-0-4）。

① 探测状态区：位于屏幕的左上部分。显示报警编码、速度、里程、轨型等。

② A 显区域：位于屏幕中上部。该模式下 A 超最多有 7 条基线，分别显示 11 个通道的 A 超。从上到下，第 1 根基线为 A 和 a 通道共用，第 2 根基线为 B 和 b 通道共用，第 3 根基线左边为 C 和 c 通道共用，右边为 d/e 通道，第 4、第 5、第 6、第 7 根基线分别为 D 通道、E 通道、F 通道、G 通道。A、a、B、b、C、c 这六个通道波形往上，d/e、D、E、F、G 这几个通道的波形往下。

③ 增益显示区域：位于屏幕右上部。A、a、B、b、C、c、D、E、F、G、d/e 分别对应各个通道的增益。S、H、L 为当前选中通道的声程、深度、水平距离。

④ B 超区域：位于屏幕下部。各通道 B 超的颜色、增益显示的颜色和 A 超波形的颜色相同。B 显区域的下方为里程标尺，标尺每一格为 20 cm。

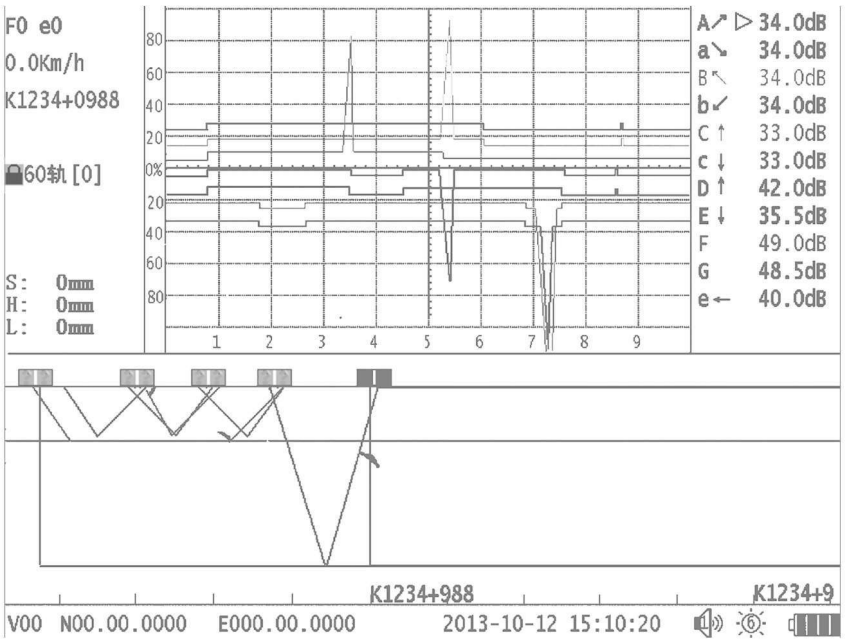


图 1-0-4　全通道 AB 显模式

⑤ 仪器状态区域：位于屏幕最下方一栏，左边 V00、N00.00.0000、E000.00.0000 分别表示 GPS 的有效卫星的个数、纬度、经度。右边分别为日期、时间、音量、亮度、电池剩余电量。

（2）全通道拼图 B 显模式（见图 1-0-5）。

该模式最上部分为探测状态区，中间为 B 显区，下边分别为增益显示区和仪器状态区，B 显区域中的标尺每格为 10 cm。

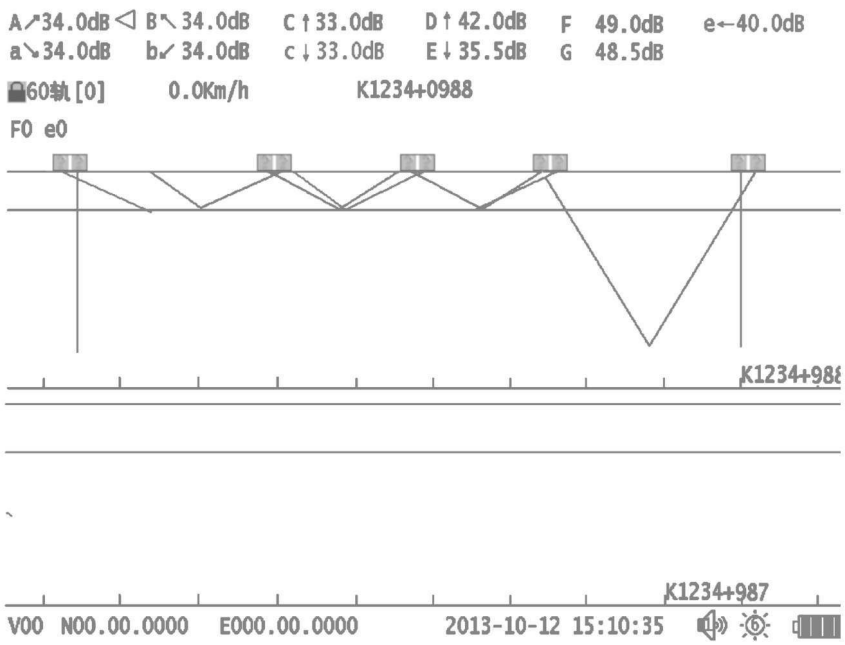


图 1-0-5　全通道拼图 B 显模式

（3）全通道分区 B 显模式（见图 1-0-6）。

该模式将 B 显区域分为 3 个区域，从上到下依次为 70°区域、37°区域和 0°区域。

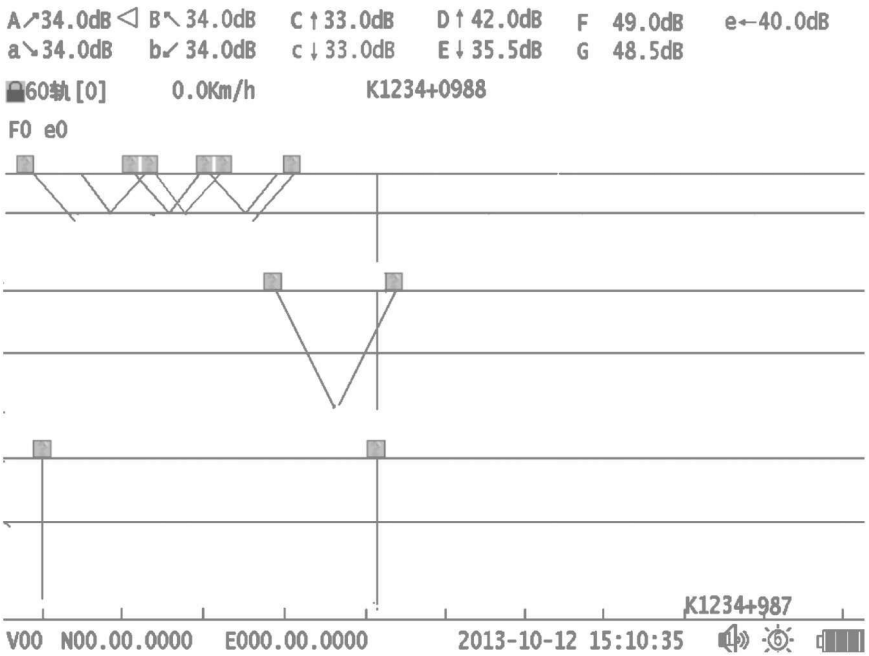


图 1-0-6　全通道分区 B 显模式

6. 手推车的结构

（1）手推车结构图。

手推车结构图如图 1-0-7 所示。

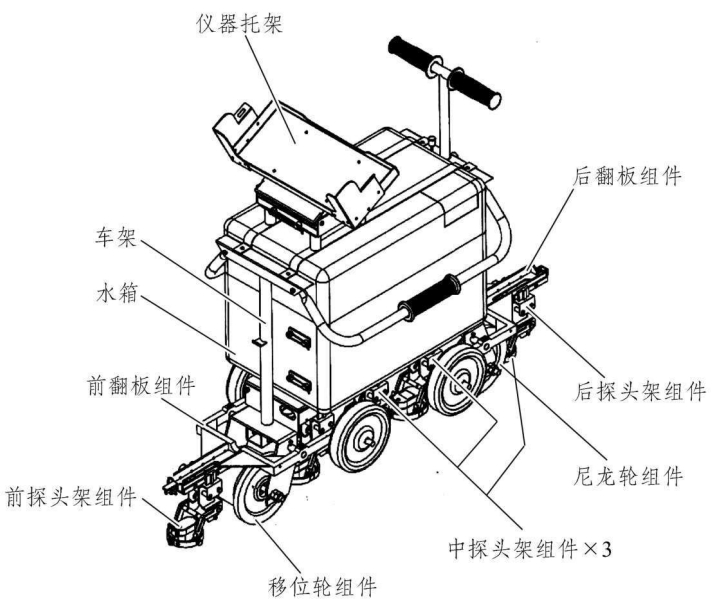


图 1-0-7　手推车结构

（2）探头架。

探头架共有 5 个，车体下部有 3 个，前后翻板各 1 个。

车体下部的 3 个探头架具有简易手动升降装置，用手轻轻往上托探头架，即将其升起并挂住，使探头脱离轨面。按下探头架一侧的按钮，探头架即自行落下，使探头紧贴轨面。

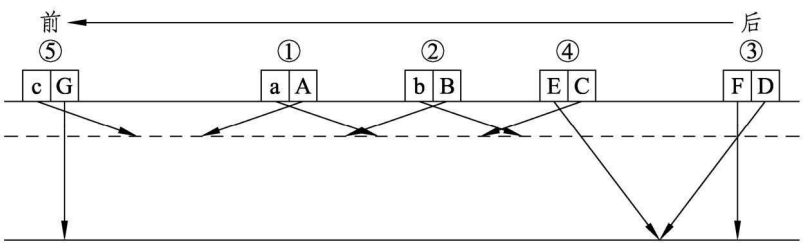
每个探头架由 2 个内六角螺丝固定在车架上，松开 2 个内六角螺丝，可纵向调节探头架。

此外，5 个探头架均有横向细调装置，并有锁定螺母，以便将探头固定在轨面横向的适当位置上。

当手推车从轨道上抬下时，仅需将前后翻板翻起即可，而不需将车体下部的探头架升起。只有当手推车在轨道上推行并不探伤时，为了减少探头磨耗，才需将车体下部的 3 只探头架升起。

（3）探头布置。

SZT-800 和 SZT-800S 最多可用 10 个双晶片探头同时探伤，10 个探头组成 5 个组合探头，探头在小车上的分布位置如图 1-0-8 所示。其中，Aa 组合为 1 号探头，Bb 为 2 号探头，DF 为 3 号探头，CE 为 4 号探头，cG 为 5 号探头。



A—70°前内；a—70°后内；B—70°前外；b—70°后外；C—70°前直；c—70°后直；D—37°前；E—37°后；d—E 探头发射，D 探头接收（SZT-800S 无此通道）；F—后 0°；G—前 0°；e—D 探头发射，E 探头接收（SZT-800S 无此通道）。

图 1-0-8　探头布置

（4）俯仰旋转托架。

手推车上的仪器托架，有俯仰旋转装置。俯仰有多个角度，适合于不同身高的探伤人员的需要。松开托架底架两只缩紧螺栓，托架左右可旋转最大至 45°，调节至适当角度再锁定，以使仪器处于便于观测的位置。托架上有减震器，用于防止仪器受外界冲击震动的影响。

（5）翻板。

探伤车要使 5 组探头同时工作，必须有较长的长度，这就使探伤车增加了体积，不便于机动。为了解决这一问题，探伤车采用了翻板结构。

当探伤车在钢轨上探伤时，须把前后翻板放下，此时长度增加到 1 000 mm，可放置 5 只探头架。翻板有锁定装置，只需将翻板翻下至一定位置，即自动锁定。

当探伤车在公路上推行时，或在钢轨上推行而不探伤时，须将翻板翻起，此时车身长度缩减至 660 mm，便于机动。只需上拉手推车把手下面的拨杆，翻板即自动翻起。

当翻板已翻起而在钢轨上推行时，由于橡胶轮已放下，在过道岔时会碰撞胶轮，需将探伤车抬起方能通过。

（6）给水系统。

给水系统是由水箱、水路调节阀及水管组成，为探头提供耦合剂。探头保护膜与钢轨表面虽很光滑，但还不能保证探头与钢轨之间有良好的声接触。若其间有极小的空气夹层，也将使进入钢轨的超声波能量大为减少，影响探伤质量。因此，在探伤时，必须有适量的水作为探头和钢轨的声耦合。

水箱容量约为 20 L，水位高低可从手推车侧面的游标读出。水流量调节，除有总水阀门控制外，另有 4 个分阀门，控制 5 个探头架的流水量，可分别调节到适当位置，一般第 1 只探头的水流量应充分保证，其余探头可适当调节得小些。

位移传感器、尼龙轮、保险轮、橡胶轮位移传感器位于后尼龙轮侧面，用于采集行走的距离、速度、方向信息。

尼龙轮是供探伤车在钢轨上探伤时行走之用。能在不同宽度的钢轨上前进或倒退。为使探头始终保持在钢轨中心部位，特将其做成单面轮边。前、后轮的平行角度可以适当调节，以便使尼龙轮有一定的斜行力，保证轮边靠在钢轨一侧滚动。

任务一　钢轨探伤仪基础操作（一）

1. 试验目的

熟悉 SZT-800 数字式钢轨探伤仪模式切换、通道选择等功能，掌握上道设置、探测设置等基本设置。

2. 试验内容

（1）探伤仪模式切换；

（2）探伤仪通道选择；

（3）上道设置；

（4）探测设置。

3. 试验设备

SZT-800 数字式钢轨探伤仪主机。

4. 操作方法

（1）探伤仪模式切换。

按“A/B”键切换显示模式，在“全通道 AB 显模式”与“全通道 B 显模式”之间切换，长按“A/B”键切换到“单通道 AB 显模式”。

按“CHK”键，进入或退出校对通道 A 显模式。

全通道 AB 显模式：该显示模式显示所有通道的 A 超和 B 超（见图 1-0-4）。

（2）探伤仪通道选择。

SZT-800（S）仪器右边 12 个通道按键，分别对应仪器的 12 个通道。其中 A~G 及 a~c 等 10 个通道按键在进入菜单时又可以作为菜单设置时的数字按键，如图 1-1-1 所示。

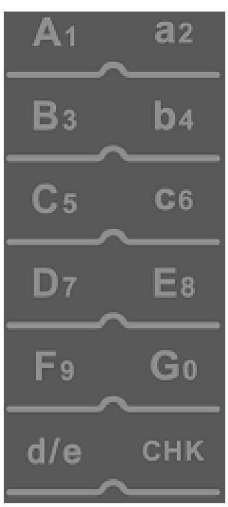


图 1-1-1　数字按键

短按上面的按键，光标定位在所选通道，此时按“－　＋”可以设置所选通道增益，也

可以按“< >”键选择通道。

短按 A~F，相应通道的 B 超显示在前。长按 A~F，单独显示该通道的 B 显图像。

长按 G，G 通道的 AB 显同时隐藏，短按打开。长按 d/e 打开或关闭 d/e 通道。

短按 d/e 键，切换显示 d 或 e 通道的波形。

（3）上道设置。

如果开机距离上次关机的时间超过 15 分钟，开机后仪器自动进入“上道设置菜单”，否则需要长按“上道”进入“上道设置”菜单，如图 1-1-2 所示。

图 1-1-2　上道设置界面　　钢轨探伤仪基本操作 1

①工号：设置操作者的工号，共 4 位数字编码，按数字键逐位设置。

②线别：有正线、站线供用户选择，正线表示仪器检测线路在正线条件下探伤，站线表示在站场条件下探伤，按+/–设置。

③股道编号/行别：在站线模式时为“股道编号”，4 位数字编码，按数字键设置；在正线模式时为“行别”，有单线、上行、下行 3 项可供选择，按+/–设置。

④左右股：有左股、右股 2 项，按+/–设置。

⑤推行方向：有顺里程、逆里程 2 项，按+/–设置。

⑥起始里程：用于设置探伤开始的起始里程，分为 2 部分，第 1 部分是公里数，第 2 部分是米数，它们都是逐位修改的，除米数的“千位”外，各位的修改范围为 0～9，按数字键设置，如果在长链超过 10 km 的情况下，米数的“千位”可以按“– +”设置，设置好此位后按“< >”定位到“百位”，然后按数字键逐位设置。

注：当里程为长链并且超过 9 999 m 时，为了能够用 4 位表示“千位”用大写字母（ABCD…Z）表示，比如 10 000 用 A000 表示、11 000 用 B000 表示、12 000 用 C000 表示，每增加 1 km 字母增加 1，以此类推 35 000 用 Z000 表示，所以“A503”表示 10 503 m，“B500”表示 11 500 m，“Z999”表示 35 999 m，最大的长链为“Z999”。

⑦轨型：默认为上次关机时的轨型，当 G 通道的灵敏度正常时，在一定距离内能自动识别轨型；也可按+/–键手动设置轨型，有 43、50、60、75 可选。

⑧轨号：用于修改起始钢轨编号，它是逐位修改的，各位的修改范围为 0～9。按数字键设置。

⑨车站编号：为 5 位数字编码，在站线时才有显示，各位修改范围为 0～9。按数字键设置。

（4）探测设置。

长按“设置”进入“探测设置”菜单，如图 1-1-3 所示。

① 长短轨：选择长轨或短轨，选择长轨时轨缝识别无效。

② 抑制：可以选择抑制大或抑制小。

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com