

钢轨探伤史话

GANGGUI TANSANG SHIHUA

陈春生 编著



中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

013066381

U213.4
01

钢轨探伤史话

陈春生 编著

龚佩毅 审定



北航

C1673265

中国铁道出版社

2013年·北京

U213.4
01

183380310

钢轨探伤是铁路工务的基础行业,对行车安全的作用至关重要,自建国以来上海铁路局在全路此行业中一直居于领先地位。本书以该局的钢轨探伤工作为主线,从设备、技术、管理三个方面回顾了半个多世纪的钢轨探伤发展历程。

图书在版编目(CIP)数据

钢轨探伤史话 / 陈春生编著. — 北京: 中国铁道出版社, 2013.5

ISBN 978-7-113-16281-8

I. ①钢… II. ①陈… III. ①钢轨-探伤-技术史-中国 IV. ①U213.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 091285 号

书 名: 钢轨探伤史话

作 者: 陈春生

责任编辑: 张 悦

封面设计: 郑春鹏

责任校对: 胡明锋

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: 三河市华丰印刷厂

版 次: 2013年5月第1版 2013年5月第1次印刷

开 本: 787 mm×1 092 mm 1/32 印张: 6.25 插页: 1 字数: 142 千

书 号: ISBN 978-7-113-16281-8

定 价: 15.00 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版的图书,如有缺页、倒页、脱页者,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

作者的话

钢轨探伤工作是铁路工务的基础行业，对行车安全的作用至关重要。本书以上海铁路局的钢轨探伤工作为主线，从设备、技术、管理三个方面回顾了六十余年钢轨探伤的发展历程，反映了这一行业的前辈和当代骨干在推动技术进步过程中艰苦奋斗、开拓创新的时代精神。期盼这种精神能薪火相传、发扬光大，使全路钢轨探伤事业兴旺发达，为确保全国铁路运输安全、高速运营创造出更大的辉煌。

该史话凝聚了上海铁路局几代钢轨探伤工作者的智慧和汗水，也倾注了如周光华、李庆鸿、张正伟、龚佩毅等局处领导同志的培育之情。编写中得到李庆鸿、刘伯川、黎连修、汪至中、郁振炜等领导专家的大力支持与指导，并获得吴付儿、马跃平、于心慧、严月清、俞海荣、蒋德义、李涛、王志学、柳鸣图等同志提供的宝贵资料，其中小型探伤车的研制由陈志远同志撰写。特别感谢铁道部运输局原副局长、基础部主任卢祖文同志生前给予了热情支持；上海铁路局原副局长、教授级高工李庆鸿同志为之作序；现任上海铁路局局长、教授级高工李庆鸿同志为之作序；现任上海铁路局局长、教授级高工李庆鸿同志为之作序；现任上海铁路局局长、教授级高工李庆鸿同志为之作序；现任上海铁路局局长、教授级高工李庆鸿同志为之作序，在此以表达我诚挚的感谢之情。

由于作者水平有限，书中错误和不妥之处在所难免，恳请读者批评指正。我深知三十多年的奋斗历程以及退休前后编写出版的钢轨探伤工四部作品都离不开各级领导的关爱和支持，更离不开工务系统探伤工作者的智慧和创造。我将以领导的鼓励为动力，继续为钢轨探伤事业的发展、铁路运输的畅通发挥余热。跟上时代步伐，跟上青年一代，相信一代新人定能谱写出新的篇章。

陈春生

序

“以铜为镜可以正衣冠；以史为鉴可以知兴替。”这是中国唐代流传至今的醒世箴言。它告诫人们：认真了解历史，从中汲取经验教训，能够更加清醒地审视现在，展望未来，有助于驾驭自己，把握兴衰成败。这里蕴含着深刻的人生哲理。

陈春生同志是我国铁路钢轨探伤队伍中的知名专家。他在钢轨探伤专业领域摸爬滚打了三十多个春夏秋冬，积累了丰富的理论知识与实践经验。在退休前后的十多年中，先后出版了《铁路职工岗位培训统编教材·钢轨探伤工》《铁路职业技能鉴定问答丛书·钢轨探伤工》（初、中、高）四部力作。近年又撰写了《钢轨探伤史话》一书。该史话以上海铁路局的钢轨探伤工作渐进轨迹为主要历史脉络，有代表性地诠释了全路钢轨探伤工作各个历史时期的重要经验，从中透析出建国以来我国铁路钢轨探伤事业的发展历程。

《钢轨探伤史话》以忠于事实的笔风，详细记述了钢轨探伤工作的典型史实。其中有许多决定成败的创业细节，不仅鲜为人知，更令人叹为观止。该书是

目 录

引 言 常抓不懈四十载,防断保畅当表率	1
第一章 设 备	3
第一节 仪 器	3
一、最早的钢轨探伤仪	3
二、首台脉冲反射式钢轨探伤仪问世前后	5
三、开发 JGT-2 型仪器的由来	8
四、JGT-3 型仪器在积极研讨、艰辛研制中诞生 ...	10
五、JGT-5 型的研发是技术进步的体现、 合作的交流的结果	12
六、JGT-6 型仪器在不断总结中完善和提高	14
七、数字化钢轨探伤仪的特点和应用	15
八、钢轨探伤车的使用由梦想变成成为现实	18
九、钢轨焊缝探伤仪的运用和发展	20

第二节 探 头	22
一、早期的手杖探头	22
二、拉拔式的自重探头	23
三、改进后的新型探头	24
四、自制的胶合探头	25
五、防搁的高脚探头	25
六、多形式的组合探头	26
七、测量鱼鳞伤深度的双晶聚焦探头	29
八、探测螺孔小角度裂纹的 37° 扩束探头	30
九、探焊缝的单探头	31
十、阵列式和串列式探头	33
十一、探伤车配用的轮探头	34
第三节 试 块	36
一、三角试块的应用	36
二、对比试块的推广	39
三、实物试块的演变	41
四、钢轨焊缝探伤试块的发展	46
第二章 技 术	52
第一节 钢轨核伤检测在实践中提高	52
一、久卧床下的核伤轨	53
二、照片背后的故事	54
三、换轨中折断的多面核	57

四、大核伤却没有明显二次波的原因分析	61
五、钢轨核伤检测的重大突破	63
六、裁判的惊骇	67
七、实践的收获	68
八、疲劳试验的启迪	73
第二节 钢轨裂纹检查在发展中完善	75
一、早期的钢轨检查方法	75
二、查好一孔是关键	77
三、0°探头功能的充分发挥	79
四、组合探头的巧妙运用	82
五、断轨声引出新课题	84
六、优胜者“漏检”找原因	85
第三节 钢轨焊缝探伤在探索中发展	88
一、轨头伤损的初探	89
二、轨腰伤损的探索	90
三、轨底伤损的检测	91
四、全断面探伤工艺的形成	96
五、探伤工艺的统一	98
六、钢轨焊缝探伤的新发展	99
第四节 钢轨探伤设备技术在实践中开拓	99
一、增设螺孔上裂监视器	100
二、开发螺孔伤损检测仪	100
三、积极用好探伤车	101

第三章 管 理	105
第一节 人员组织管理	105
一、选对人,引对路	105
二、抓组织,抓落实	117
第二节 设备技术管理	124
一、在检测性能上把好关	124
二、在机械保养上做文章	130
三、在设备检修上下功夫	137
第三节 作业规范管理	140
一、作业标准来自教训	140
二、作业标准逐步深化	157
三、道岔作业不断强化	159
四、研制提示器,实现最优化	162
五、执行标准显示成效	164
第四节 伤损信息管理	172
一、逐步完善的管理模式	172
二、形式多样的伤损分析	177
三、抓早抓实的防断系统	187
参考文献	189
附 录	191

引言 常抓不懈四十载，防断保畅当表率

20 世纪 90 年代，上海铁路局工务系统实现无断轨重大、大事故 40 周年。在《上海铁路局无断轨重大、大事故 40 周年总结表彰大会》上，铁道部工务局领导代表铁道部宣读贺信并授予《常抓不懈四十载，防断保畅当表率》锦旗一面。会后部领导一行在局处领导陪同下亲临上海铁路局钢轨探伤技术管理组，听取探伤工作汇报，参观探伤成果展览，并与部分受表彰的钢轨探伤工前辈、技术骨干座谈。勉励大家“珍惜成果，防骄破满，更加牢固地树立‘安全第一’的思想，把两根钢轨管好”。在全路探伤系统技能比赛中，上海铁路局代表队曾荣获个人冠军。冠军代表吴付儿同志表达了全局钢轨探伤工作者的心声：“一定要继承老一代钢轨探伤工作者的优良传统，踏踏实实把钢轨探伤工作搞好。”

第一章 设 备

铁路是国内最早开展无损检测的部门之一，1950 年铁道部引进瑞士生产的共振式超声波探伤仪检查钢轨，是国内超声波探伤的开端。60 多年来，钢轨探伤设备有了长足的发展，大体经历了电子管—晶体管—集成化—数字式共四个阶段，钢轨探伤车的引进使国内钢轨探伤跨入了新阶段。为全面了解钢轨探伤设备的发展历程，本章分别回顾仪器、探头、试块的发展和演变历程。

第一节 仪 器

一、最早的钢轨探伤仪

1950 年，铁道部引进瑞士生产的共振式探伤仪，事后又从前苏联引进 52 型手杖式探伤仪，先后在各局试用。自 1960 年开始，北京、武汉又自行研制、生产电子管共振式手杖探伤仪，超声波钢轨探伤在全路有较大发展。

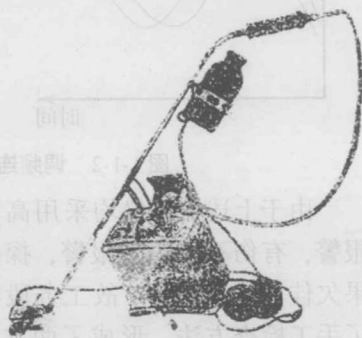


图 1-1-1 为武汉电子仪器厂生产的 GTC-1

图 1-1-1 GTC-1 型探伤仪外形图

型手杖式钢轨探伤仪，采用电子管，以调频连续波探测。

调频连续波的探伤原理，可以用图 1-1-2 来说明。用石英晶体制作的探头，发出由低频调制的连续超声波。所谓低频调制，即超声波的频率不是恒定不变，而是随着时间的增长而作低频的周期性的变化，如图 1-1-2a 所示。发出的超声波经轨面、轨腰而到达轨底，再反射回来，被同一晶体探头所接收（图 1-1-2b）。由于发射的超声波频率在作周期性地变化，因而发射波和接收波之间有一频率差。此频差可通过接收放大，利用拍频效应将其检出，即为可听到的音频信号。经过放大后，可以由耳机、喇叭和电表显示出来。在钢轨内部有伤损时，则声波受到阻挡和衰减，反射回来的声波强度将降低，听到的音频信号将减弱，电表指示的读数将减小，由此可判别钢轨内部有伤。

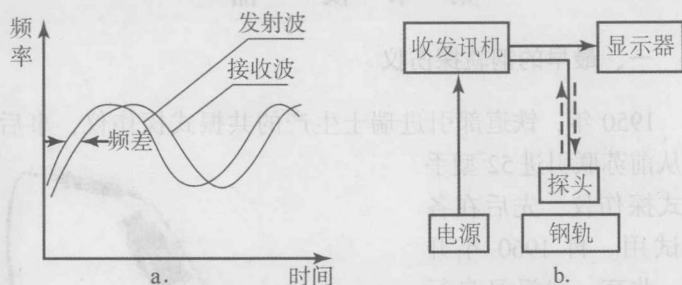


图 1-1-2 调频连续波探测原理

由于上述探伤仪均采用高频连续波探测，呈现无伤常报警，有伤不（弱）报警，探伤工作者作业劳累且探测效果欠佳，前探后漏。故工务段在使用探伤仪的同时还保留了手工检查方法，形成了两支队伍并存、两种检测方式并举的探伤格局。这种手杖式探伤仪到了 20 世纪 70 年代也有

新的发展，在东北地区以 JSH-1 型为主体的手杖仪改变了电子管式的调频连续波探测，采用晶体管配有 0° 和 50° 探头互换，用脉冲反射法和穿透法探测，对严寒低温条件下探伤起了一定作用。

二、首台脉冲反射式钢轨探伤仪问世前后

1967 年夏正值“文化大革命”高潮时期。学校停课，学生各地串联，给铁路运输带来了沉重压力。为确保安全，上海工务段探伤组南下广州，寻求新的探伤设备。原上海无线电 22 厂工程技术人员也来到广州开发新的产品，两支队伍巧遇广州，一拍即合决定返沪后共同研制钢轨探伤仪。

1968 年 4 月 28 日，国内首台全晶体管化的脉冲反射式钢轨探伤仪探仪，即 JGT-1 型问世（图 1-1-3）。

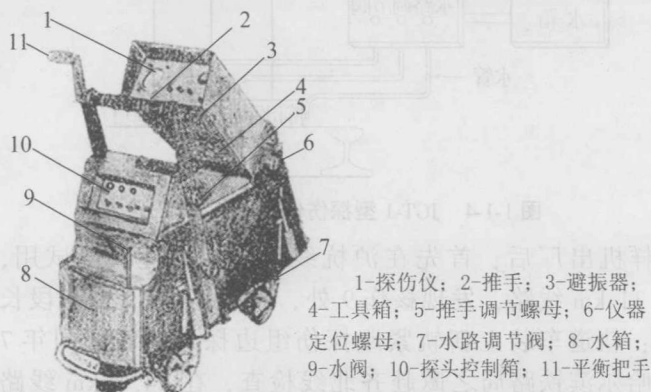


图 1-1-3 JGT-1 型探伤仪外形图

这种脉冲反射式探伤仪，配有三组探头即前 30° 、后 30° 和 50° 探头（分别为 $\beta=37^\circ$ 和 $\beta=70^\circ$ ，下同）。其工

作布置如图 1-1-4 所示。前 30°探头和后 30°探头分别放置在小车底部的前后探头架上，产生折射角为 37°的横波，分别向前后发射超声波，从轨面射向轨底，以探测螺孔周边的裂纹和钢轨腰部的伤损。50°探头放置在小车底部的中探头架上。产生折射角为 70°的横波，主要探测轨头部分的核伤。由于 JGT-1 型仪器只有一个通道，即只有一路发射，一路接收。因此，这三组探头都并联在一起，同时发射，同时接收，并在同一条基线上显示。在发现伤损回波后，则可利用探头控制箱，分别关闭某一只探头，使其不再发射和收，以此来判定是哪一只探头发现了伤损。

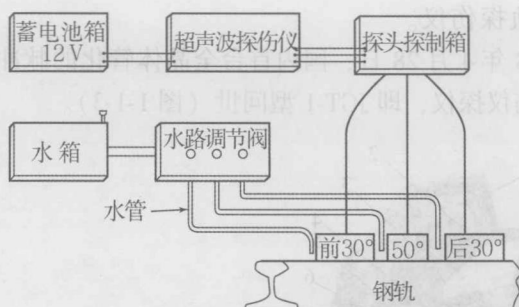


图 1-1-4 JGT-1 型探伤仪工作布置图

样机出厂后，首先在沪杭线松江—上海区段试用，初探 31 km 线路，发现核伤 9 处，孔裂 37 根，工务段长下令：轨道车装上新轨紧跟探伤组边探边换轨。同年 7 月受哈尔滨铁路局之邀赴齐北线检查，在 24.8 km 线路上查出 64 根核伤轨（图 1-1-5 为在齐齐哈尔局管内齐北线发现的最小核伤）。随机检查的军代表惊叹：这仪器真可谓“一扫光”。

旗开得胜，初见成效。为尽快实现新产品的批量生产，