

铁路职业教育铁道部规划教材

轨道检测技术

GUIDAOJIANCEJISHU

TIELU ZHIYE JIAOYU TIEDAOBU GUIHUA JIAOCAI

成都铁路局重庆职工培训基地 编

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE



铁路职业教育铁道部规划教材

轨道检测技术

成都铁路局重庆职工培训基地 编

中国铁道出版社

2008年·北京

内 容 简 介

本书系铁路职业教育铁道部规划教材,根据铁道部颁布的铁路职业教育教学计划、教学大纲进行编写,全书共分五章。本书针对现场的实际需要,对常用的轨道检测技术及其评定标准作了系统阐述,主要包括线路的静态检测、线路的动态检测和线路检测的技术标准、评分标准。

图书在版编目(CIP)数据

轨道检测技术/成都铁路局重庆职工培训基地编. —北京:中国铁道出版社,2008.1
铁路职业教育铁道部规划教材
ISBN 978-7-113-08590-2

I. 轨… II. 成… III. 轨道(铁路)-检测-职业教育-教材 IV. U216.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 005971 号

书 名: 轨道检测技术

作 者: 成都铁路局重庆职工培训基地 编

责任编辑: 李丽娟 电话: 010-51873135

封面设计: 陈东山

责任校对: 张玉华

责任印制: 金洪泽

出版发行: 中国铁道出版社(北京市宣武区右安门西街8号 邮政编码: 100054)

印 刷: 三河市华丰印刷厂

版 次: 2008年2月第1版 2008年2月第1次印刷

开 本: 787mm × 1092mm 1/16 印张: 7.25 字数: 180千

书 号: ISBN 978-7-113-08590-2/·2183

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

前言

第一章

概述

本书为铁路职业教育铁道部规划教材,是根据铁路职业教育铁道工程(工务)专业教学计划“轨道检测技术”课程教学大纲编写的。

线路检测是铁路工务部门获得轨道状态信息、指导线路养护维修、评价养护维修工作质量、实施科学管理的重要手段。该书可作为铁道工程专业高职、中专、技工学校的教材,亦可供从事线路养护维修工作的人员自学或参考。

本书共五章,第一章对线路检测技术进行了简要介绍,第二章介绍了轨道不平顺的种类及产生原因,第三章系统叙述了线路静态检测的方法和设备的使用,第四章着重介绍了线路动态检测的方法和动态检测设备——添乘仪、轨检车、车载式线路检查仪的原理和使用方法,第五章对线路静态、动态检测的结果进行分析判定。

本书由成都铁路局职工教育处牵头,重庆职工培训基地工程教研组负责编写。第一章由梁晓华编写,第二章及第四章的第三节由陈科伟编写,第三章由席庆明编写,第四章的第一、二节由鄢世林编写,第五章由刘颖编写。在编写过程中,成都铁路局职工教育处刘建镍和陈小春提出了许多宝贵意见。成都铁路局工务处线路检测所、北京三岭基业科技发展有限公司、重庆工务段等单位给予了大力支持,在此一并表示感谢。

由于编者水平有限,书中难免有不足之处,敬请读者批评指正。

编者

2007年12月

目 录

第一章 概 述	1
第一节 线路检测对维修工作的意义	1
第二节 线路检测技术的发展	2
复习思考题	4
第二章 轨道不平顺与线路检测	5
第一节 轨道不平顺的原因及分析	5
第二节 轨道不平顺管理	12
复习思考题	16
第三章 线路静态检查	17
第一节 线路静态检查的传统方法	17
第二节 轨道检查仪检查线路	20
复习思考题	33
第四章 轨道的动态检测	34
第一节 添 乘 仪	34
第二节 车载式线路检查仪	54
第三节 轨道检查车	68
复习思考题	88
第五章 线路检测的技术标准与评分标准	89
第一节 静态检测的技术标准和评分标准	89
第二节 动态检测的技术标准和评分标准	95
复习思考题	111
参考文献	112

第一章

概 述

【主要内容】 我国铁路轨道的特点,线路检测的方法,线路检测对线路养护维修的作用,线路检测的发展历程和现状。

【重点掌握】 线路检测的方法。

第一节 线路检测对维修工作的意义

铁路线路设备是铁路运输业的基础设备,它常年裸露在大自然中,经受着风雨、冻融和列车荷载的作用,轨道几何尺寸不断变化,路基及道床不断产生变形,钢轨、联结零件及轨枕不断磨损,从而使线路设备技术状态不断地发生变化。因此,工务部门掌握线路设备的变化规律,及时掌握线路状态,加强线路检测管理成为确保线路质量、保证运输安全的重要的基础性工作。及时指导现场养护维修,消除危及行车安全的隐患,在各种复杂特殊任务中确保线路安全。

一、线路检测方式

(一) 静态检查

静态检查指在没有车轮荷载作用时,用人工或轻型测量小车对线路进行的检查。检查主要包括轨距、水平、高低、方向、空吊板、钢轨接头、防爬设备、联结零件、轨枕及道口设备等。

线路静态检查是各工务段、车间、工区对线路进行检查的主要方式之一,工务段段长、副段长、指导主任、检查监控车间主任、线路车间主任和线路工长应定期检查线路、道岔和其他线路设备,并重点检查薄弱处所。

(二) 动态检测

线路动态检测是在列车车轮荷载作用下通过添乘仪、车载式线路检查仪、轨道检查车等设备对线路进行的检测。

动态检测是对线路进行检查的主要方式之一,也是我国线路检测技术发展的主要方向。

二、线路检测对养护维修工作的指导作用

安全生产是铁路永恒的主题。铁路线路设备是铁路运输业的基础设备,经常保持线路设备完整和质量均衡,保证列车以规定速度安全、平稳和不间断地运行,并尽量延长设备的使用寿命是铁路工务部门的重要职责。因此,合理养护线路,确保线路质量是保证工务部门安全生产的前提,也是保证铁路运输安全的基础。通过线路检测可以了解线路的设备技术状态和变化规律及变化程度,从而合理安排线路的养护和维修工作,确保线路处于良好质量状态,保证铁路运输的安全生产。

第二节 线路检测技术的发展

随着铁路运输的速度、轴重的不断提高,铁路技术迅猛发展,管理技术不断更新,以往靠传统和经验进行的铁路线路检测技术已无法适应铁路运输安全生产的需要,尊重科学、尊重客观规律、不断改进线路检测技术才能适应铁路运输发展的要求。经过铁路工程技术人员、科研管理者多年的不懈努力和探索,逐步摸索和研究总结出了一套具有实用科学性、规范性的铁路线路检测技术,使得铁路高速重载运输的安全性、舒适性得到了可靠的保障。

一、国内线路检测技术的发展

(一) 静态检查技术的发展

1. 轨距尺

轨距尺是检测线路轨距的主要量具。其中使用最早的是木质的铁路轨距尺,由于这种轨距尺本身变形量很大,故量测的精度很低且使用寿命很短,现已淘汰。目前测量轨距采用的量具主要是专作检测用的 RTG-1 型铁路轨距尺和用于作业的 RTG-2 型铁路轨距尺。这两种轨距尺的尺体以铝镁合金制作,大大地提高了轨距尺的使用寿命和精度。

2. 高度板和木折尺

高度板和木折尺是检测线路水平的主要量具。自制高度板选用优质木材,高度 10~60 mm,宽度 5~15 mm。

3. 弦线

10 m、20 m 弦线是检测线路的高低和方向的主要量具。其中检测直线方向用 10 m 弦线,检测曲线正矢通常用 20 m 弦线。

4. 轨道检查仪

轨道检查仪是测量轨道几何尺寸的手推式静态检查仪器,其测量结果随着仪器在线路上推行实时显示并记录在内存中。

轨道检查仪近年来在线路检测中推广使用,它与用轨距尺检测几何尺寸相比较,具有速度快、易于统计查询、结构简单、重量轻、上下道方便等优点。

(二) 动态检测技术的发展

1. 丢灰包

丢灰包是我国线路检测技术中使用最早、最传统的一种动态线路检测方法。

丢灰包主要是添乘人员在列车尾部的守车上,在其检测的线路范围内通过坐在车上感受列车的上下颠簸和左右晃动情况,估计线路的情况,对上下颠簸和左右晃动比较严重的区段立即将准备好的灰包抛到车下,地面人员根据灰包所在位置的前后范围进行仔细检测,查找出线路质量状态问题,从而指导线路的养护维修工作。

此种方法优点是操作简便易行,在一般车间都能实现。但此种方法主要凭借检测人员的经验,对检测人员业务水平要求较高;检测的精度较差,只是确定一个大致范围,还需进一步的检测;没有一个统一标准,操作人员不容易准确把握。

2. 添乘仪

添乘仪是以振动图幅显示的峰值大小确定线路上存在的病害类型及等级,属于线路动态检测的一种方法,是各工务段目前较常使用的一种方法。

我国工务部门最早使用的添乘仪是 TG-85 型铁路工务添乘仪,这种添乘仪是利用车体振动的垂直和水平加速度值来判断轨道的晃车等级、病害等级,具有使用简单、携带方便、判断准确的特点,但这种设备使用前需录入一些资料,并且检测结果须书写在记录纸上,使用效率降低。

目前,在全国范围内使用较多的是轨道智能添乘仪,主要有 ZT-3、ZT-4、ZT-5、ZT-6、ZT-6B 型,其中使用最广的是 ZT-5 型和 ZT-6 型两种轨道智能添乘仪。除此之外,还有便携式添乘仪,主要有 BT-4 型、SY-1 和 SY-2 型便携添乘仪。

智能添乘仪是根据检测车体走行时的振动加速度来确定线路状态的检测方法,通过使用添乘仪添乘检测,能够及时准确地发现线路病害处所,有针对性地进行维修,防止病害蔓延,可以大大提高维修工效,保证线路质量,确保行车安全。

但此种方法由于受到设备本身的限制,还不能做到同速检测的要求,因此在检测精度方面还不能完全与线路实际运营状态下的要求相符合。

3. 车载式线路检查仪

车载式线路检查仪是通过测量机车或动车组车体加速度,实现实时监测轨道状况,及时发现轨道不良处所。车载式线路检查仪分机车和动车组车载式线路检查仪两种。这种装置加强了对轨道状况的动态监测,对严重超限处所能及时报警,使得对于危及行车安全的严重超限处所能够及时做出处理。该装置在保证行车安全方面起到了较好的监控作用。

4. 轨道检查车

轨道检查车通过定期或不定期动态检测轨道状态,实时处理分析检测结果,发现轨道严重超限,及时指导现场养护维修,消灭危及行车安全的隐患。在各种专运特殊任务中所扮演的角色充分说明了轨检车是保障列车安全运输的重要手段。

我国使用最早的轨道检查车是 20 世纪 50 年代起采用 1 型轨检车,该轨检车的特点是采用弦测法,机械传动,可以将轨距、水平、三角坑、摇晃(用单摆测量)项目的幅值绘在图纸上,人工判读超限并计算扣分。60 年代后期研制的 2 型轨检车仍采用弦测法,但改为电传动,检测项目比 1 型车增加了长波高低和短波高低,超限判读和扣分计算方式与 1 型车相同。80 年代初期研制成功的 GJ-3 型轨检车是我国轨检车技术的一次重大飞跃,它可以检测高低、水平、三角坑、车体垂直和水平振动加速度,但轨距、轨向无法检测。1985 年我国成功研制了 GJ-4 型车,这使我国线路检测和轨检车技术跨入世界先进行列。这种轨道检查车检测项目齐全,包括轨距、轨向、高低、水平、曲率、三角坑等轨道几何不平顺、车体水平和垂直振动加速度。由于 GJ-4 型车(包括 GJ-3 型轨检车)复杂的机械系统在恶劣的使用环境下容易出现故障,目前新型轨检车即 GJ-5 型轨检车已投入使用。

轨检车的成功运用,不仅改变了工务检测的模式,同时促进了工务管理养修体制的变革。经过轨检车多年的运用,结合对干线轨道状态检测数据的大量分析,以及和现场工务主管的相互交流,如何利用好现有轨检车检测数据,充分发挥检测数据的作用是指导现场养护维修,提高轨道作业质量,实现轨道“状态修”模式的主要依据。

我国轨检车的发展过程,是我国铁路工务设备机械化、管理现代化、养护维修科学化的一个重要标志之一。

二、国外线路检测技术的发展

从运输高速、安全角度出发,日本、意大利、法国、德国、美国分别研制适用于高速线路的综

合安全检测车,检测从过去的单一项目检测发展为多用途、多项目、多任务的检测,对轨道基础设施状态检测、控制、维护打下了基础,也为轨道安全、高速运输提供了有力保障。

East-i 是日本完全利用其国内的技术开发的综合检测列车,由 7 辆车组成,可以检测轨道几何参数、接触网、通信信号、轮轨作用力、环境噪声等内容,最高检测速度可达 275 km/h,各检测系统独立完成检测工作,整个检测列车在速度、时间和里程位置上保持同步。德国“阿基米德号”是继日本铁路以外仅有的综合检测列车。“阿基米德号”高速检测列车检测速度达到 220 km/h,能检测 119 个不同参数,能检测轨道几何参数、钢轨断面、钢轨波浪磨耗、接触网及受流状态、通信和信号、车体和轴箱加速度、轮轨作用力等。MGV 是专为法国高速铁路研制的综合检测列车,检测速度设计为 320 km/h,检测线路的总长为 $2 \times 1\,800$ km,检测周期预计为两周一次,设计目标是在列车正常运行条件下采集各基础设施参数。

伴随线路检测技术的发展,轨道状态检测手段由以往单纯的手工静态检查,发展成当今依靠激光、陀螺、摄像、电子、计算机网络等技术产品实现的轨道动态检测,真实再现轮轨作用下的轨道实际状态,使在配备齐全的铁路轨道机械化设备情况下,实现轨道状态养修分开、管修分开、天窗修、状态修、针对性维修变成现实。

随着铁路高速重载运输的不断发展,世界各国不仅重视高技术、高科技产品在铁路的应用,更加高度重视成熟先进的管理技术与管理方法的应用和借鉴。在铁路硬件设施趋于完善的情况下,配套相应的铁路基础设施软件将是实现铁路安全运输的重要保障。其软件部分包括轨道管理体制,轨道养修模式和养修手段,轨道状态检测手段,轨道状态管理、评价标准,安全标准的确立,以及其他管理技术的补充与完善等等。以上软硬件技术和管理技术的成功应用,在世界铁路高速发达国家的铁路运输实践中已充分得到了验证。

复习思考题

1. 线路设备检测的方式有哪几种?
2. 简述线路检测技术的发展对线路维修工作的指导意义。
3. 国内线路检测技术的发展经过几个阶段,各有什么特点?

第二章

轨道不平顺与线路检测

【主要内容】 轨道不平顺的种类及产生原因,分析轨道不平顺的特征、相互联系及与行车的关系,提出工作中对不平顺的管理方法。

【重点掌握】 轨道不平顺的特征,轨道不平顺的管理方法。

第一节 轨道不平顺的原因及分析

一、轨道不平顺的种类及产生原因

(一) 轨道不平顺的含义

轨道不平顺是指轨道几何形状、尺寸和空间位置相对其正常状态的偏差。直线轨道不平、不直,对中心线位置和轨道高度、宽度正确尺寸的偏离;曲线轨道不圆顺,偏离曲线中心线位置,偏离曲率、超高、轨距的正确数值,偏离顺坡变化尺寸等轨道几何偏差通称轨道不平顺。

(二) 轨道不平顺的种类

轨道不平顺具有种类、性质多样性的特点,分类方法不尽相同。

按轨道不平顺波长可分为短波、中波、长波不平顺;按照轨道不平顺项目可分为轨道几何不平顺、钢轨表面不平顺、钢轨断面不平顺;按照轨道不平顺发生的先后可分为轨道初始不平顺、轨道运用不平顺。

根据对机车车辆的激扰方向,轨道不平顺可分以下三类(图 2-1-1)。

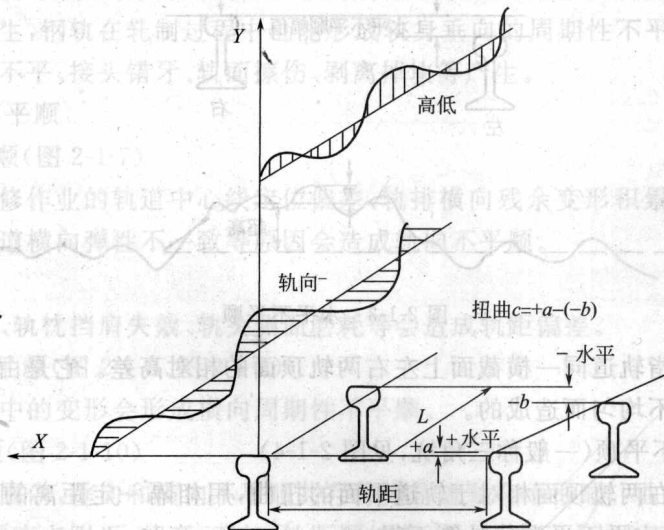


图 2-1-1 轨道不平顺类型示意图

1. 垂向轨道不平顺

包括高低、水平、扭曲、轨面等短波不平顺及钢轨轧制校直过程中形成的垂向周期性不平顺。

2. 横向轨道不平顺

包括轨向、轨距及钢轨轧制校直过程中形成的横向周期性不平顺。

3. 复合不平顺

包括轨向水平逆向复合和曲线头尾的几何偏差。

(三) 轨道不平顺的产生原因

1. 垂向轨道不平顺

(1) 高低不平顺(图 2-1-2)

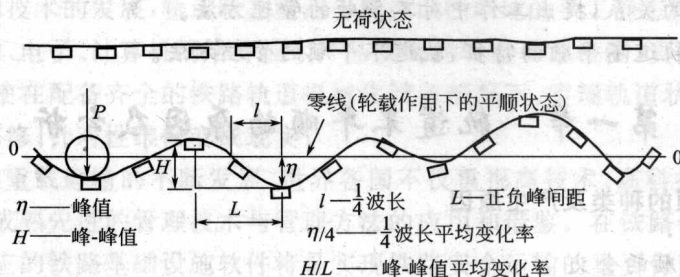


图 2-1-2 高低不平顺

高低不平顺是指钢轨顶面或线路中心线竖向(与轨道平面垂直的方向)的凹凸不平,它主要是由线路施工和大修作业的高程偏差、桥梁挠曲变形、轨道垂向刚度不一致、道床和路基的不均匀残余变形或沉降不均匀、轨道各部件间的间隔不相等、存在暗坑、吊板等造成的。

(2) 水平不平顺(图 2-1-3)

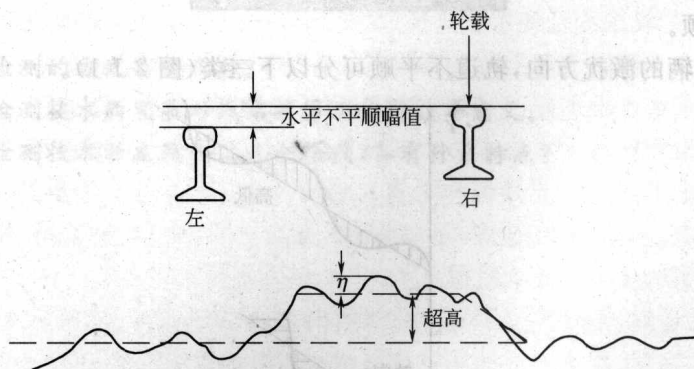


图 2-1-3 水平不平顺

水平不平顺是指轨道同一横截面上左右两轨顶面的相对高差。它是由于左右轨道两侧强度的不一致或受力不均匀而造成的。

(3) 平面扭曲不平顺(一般称三角坑,见图 2-1-4)

三角坑是指左右两轨顶面相对于轨道平面的扭曲,用相隔一定距离的两个横截面水平幅值的代数差度量,由水平不平顺值计算而得。

(4) 轨面短波不平顺(图 2-1-5)

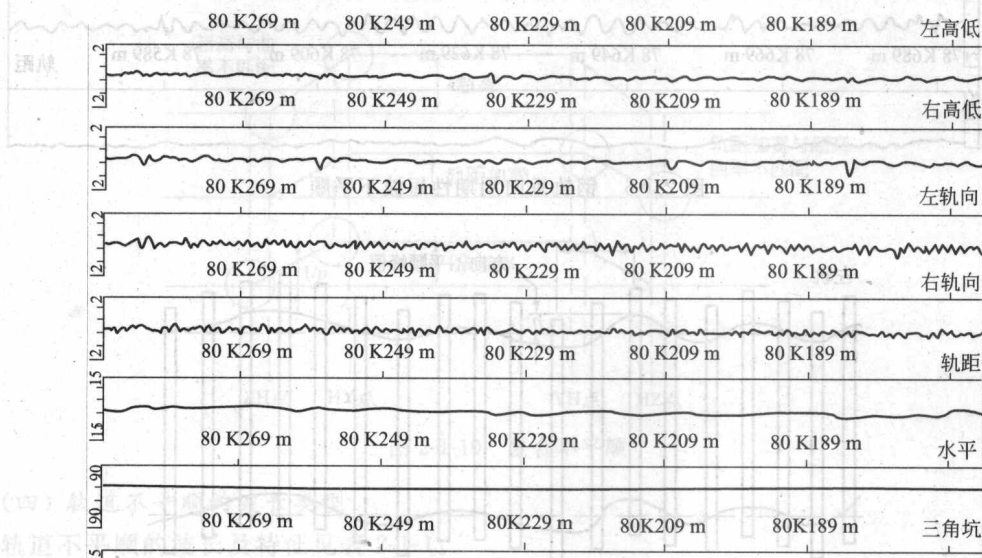
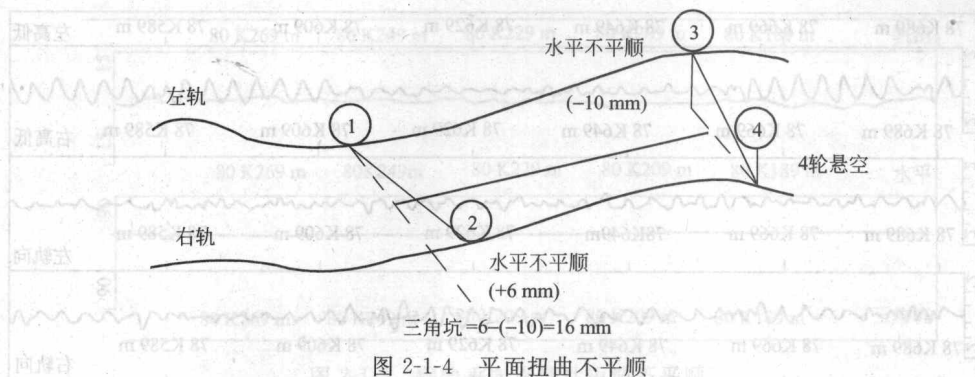


图 2-1-5 轨道短波不平顺

轨面短波不平顺是指钢轨顶面小范围内的不平顺,它是由焊缝不平、轨面不均匀磨耗、擦伤、接头错牙等形成。其形式分为周期性和非周期性不平顺两种。周期性不平顺主要由波纹磨耗和波浪磨耗产生,钢轨在轧制过程中也能形成轨身垂向的周期性不平顺(图 2-1-6);非周期性不平顺由焊缝不平、接头错牙、轨面擦伤、剥离掉块等产生。

2. 横向轨道不平顺

(1) 轨向不平顺(图 2-1-7)

铺轨施工和大修作业的轨道中心线定位偏差、轨排横向残余变形积累和轨头侧面磨耗不均匀、扣件失效、轨道横向弹性不一致等原因会造成轨向不平顺。

(2) 轨距偏差

通常扣件不良、轨枕挡肩失效、轨头侧面磨耗等会造成轨距偏差。

(3) 周期性不平顺(图 2-1-8、图 2-1-9)

钢轨轧制过程中的变形会形成横向周期性不平顺。

3. 复合不平顺(图 2-1-10)

在轨道一定范围内,垂向和横向不平顺共存称为轨道复合不平顺。曲线头尾的几何偏差,曲线圆缓点附近、缓直点附近,超高、正矢、轨距顺坡起点、终点不一致或不匹配形成的几何偏差,曲线圆缓点、缓直点的几何偏差造成了复合不平顺。

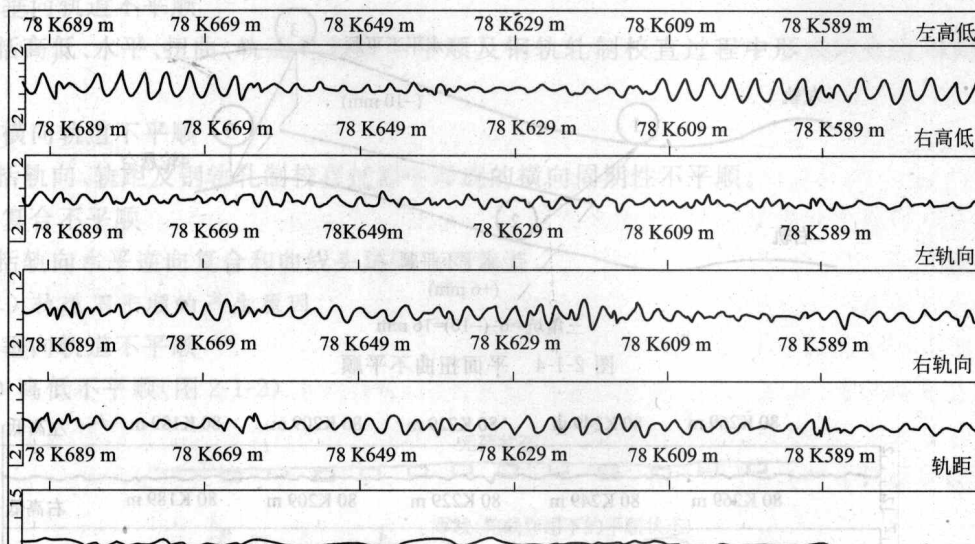


图 2-1-6 钢轨垂向周期性短波不平顺

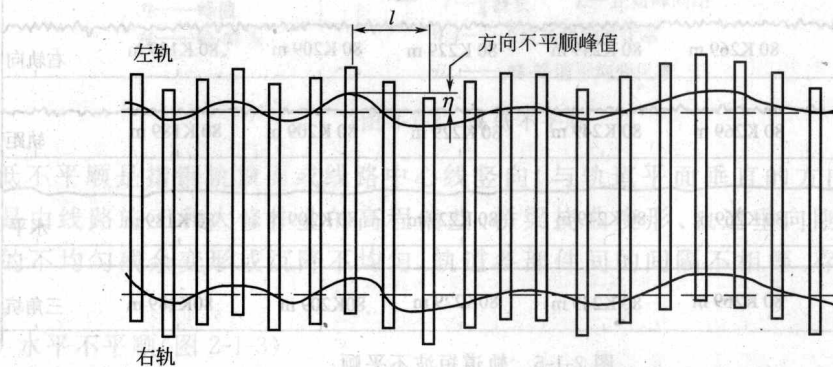


图 2-1-7 轨向不平顺

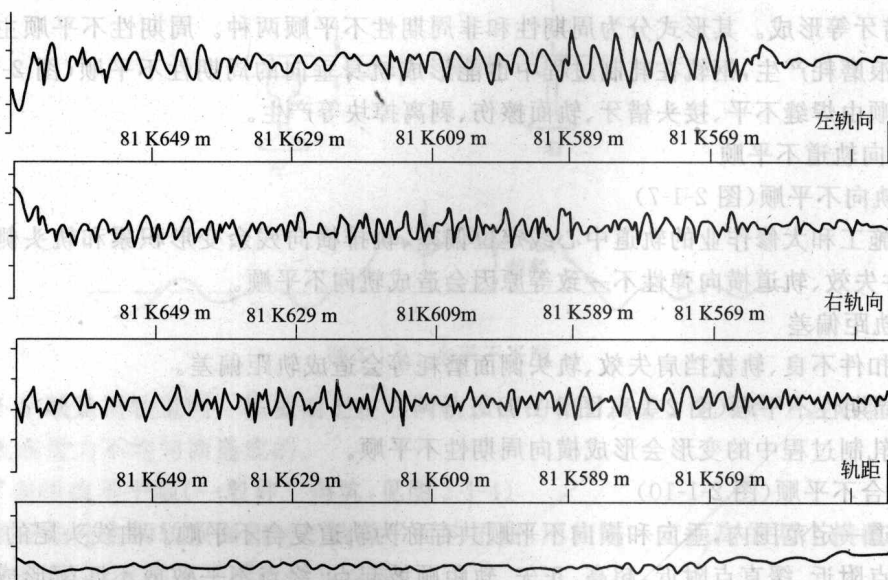


图 2-1-8 钢轨横向不平顺波形

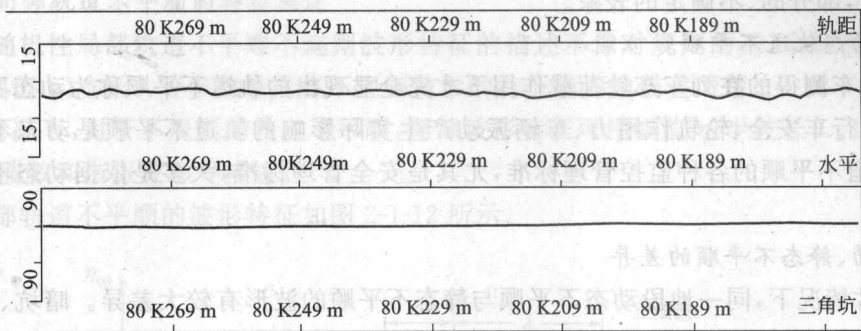


图 2-1-9 钢轨垂向周期性短波不平顺

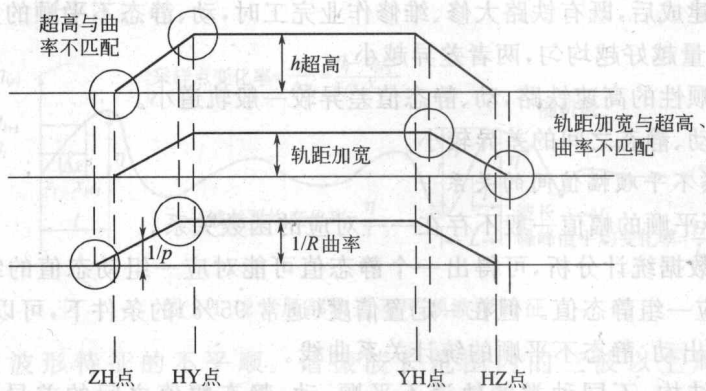


图 2-1-10 复合不平顺

(四) 轨道不平顺的波长类型

轨道不平顺的波长及特征见表 2-1-1。

表 2-1-1 轨道不平顺波长及特征

种 类	范 围	特 征
短 波	数毫米至数十毫米	轨面擦伤、剥离掉块、波纹磨耗、焊缝
	数百毫米	波浪形磨耗
中 波	2~3.5 m 周期性	钢轨生产过程中形成的周期性不平顺
	12.5 m 和 25 m 周期性	钢轨接头、焊缝处道床沉降
	3~30 m 非周期性	高低、轨向、扭曲、水平、轨距不平顺
长 波	30 m 以上非周期性	路基、道床不均匀沉降, 桥、涵两端刚度差异, 单跨、多跨不等距桥梁挠曲变形
	30 m 以上周期性	多跨、等距桥梁的挠曲变形, 路基因素形成的长波不平顺, 桥梁挠度形成的周期性不平顺

二、静态和动态轨道不平顺

(一) 静态轨道不平顺

无论载作用时, 人工或轻型测量小车测得的不平顺通常称为静态不平顺。

静态不平顺不能如实反映暗坑、空吊板、刚度不均匀等形成的不平顺, 只能部分反映路基道床不均匀残余变形积累形成的不平顺。静态不平顺只是行车条件下完整的轨道不平顺在无

列车轮载时,部分的、不确定的表象。

(二) 动态轨道不平顺

用轨检车测得的在列车车轮荷载作用下才完全显现出的轨道不平顺称为动态不平顺。

真正对行车安全、轮轨作用力、车辆振动产生实际影响的轨道不平顺是动态不平顺。因此,各国轨道不平顺的各种监控管理标准,尤其是安全管理标准,大多是依据动态不平顺值来制定。

(三) 动、静态不平顺的差异

1. 通常情况下,同一地段动态不平顺与静态不平顺的波形有较大差异。暗坑、吊板越多,不良扣件越多,道床密实度越不均匀,差异就越大。

2. 动态不平顺的幅值越大,动、静态之间的差异越大。

3. 新线铺轨建成后,既有铁路大修、维修作业完工时,动、静态不平顺的差异较小;起道捣固、拨道作业的质量越好越均匀,两者差异越小。

4. 具有高平顺性的高速铁路,动、静态值差异较一般轨道小。

5. 无砟轨道动、静态之间的差异较小。

(四) 动、静态不平顺幅值间的关系

1. 动、静态不平顺的幅值一般不存在一一对应的函数关系。

2. 通过大量数据统计分析,可得出一个静态值可能对应一组动态值的结论。同样,一个动态值也可能对应一组静态值。但在一定置信度(通常 95%)的条件下,可以找到相互间对应的最大可能值,绘出动、静态不平顺的统计关系曲线。

3. 相同轨道结构、不同种类的轨道不平顺,动、静态幅值之间的差异和相互关系各不相同。

三、轨道不平顺的特征描述

(一) 轨道不平顺的随机性

实际存在的轨道不平顺都是经常变化且不规则的,不同位置轨道不平顺的幅值和波长各不相同。

轨道不平顺波形大多不是单一规则的简谐波、三角波或抛物线形波,而是由许多无法预知的不同幅值、不同波长、不同相位的简谐波迭加而成的杂乱无章的随机波(图 2-1-11)。

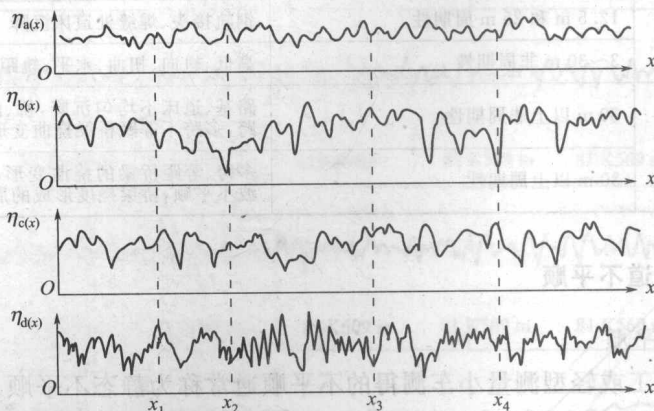


图 2-1-11 随机性轨道不平顺波形

(二) 局部轨道不平顺的特征描述

1. 对随机性局部轨道不平顺不规则波形特征的描述不像对规则的正、余弦波那样简单, 只用一个幅值 η 、波长 λ 等参数就能将不规则波形的特征确切地描述清楚。

通常情况下, 对于不规则的轨道不平顺, 局部波形特征可用幅值 η 、半波长 L 、 $1/4$ 波长、平均变化率、波数和谐振波形等描述。

2. 局部轨道不平顺的波形特征如图 2-1-12 所示。

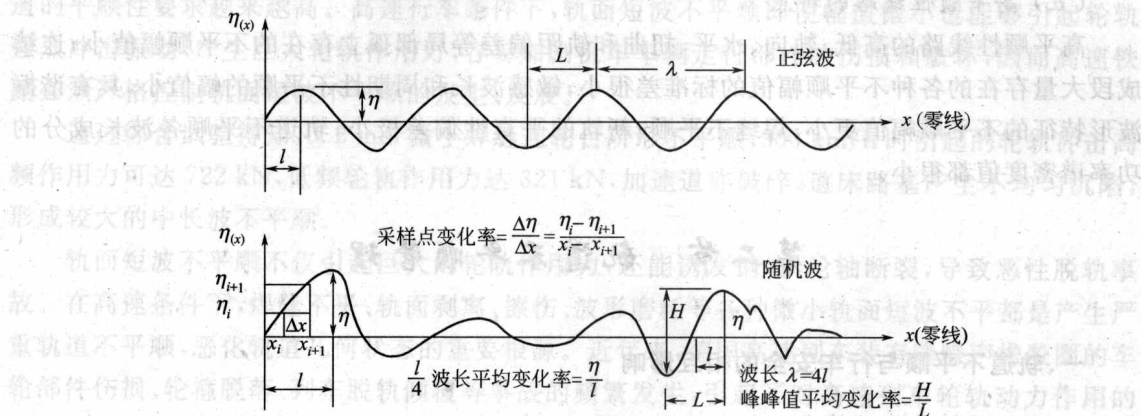


图 2-1-12 局部轨道不平顺波形特征

3. 具有谐振波形特征的不平顺。谐振波长范围内的三波以上周期性不平顺见图 2-1-13。

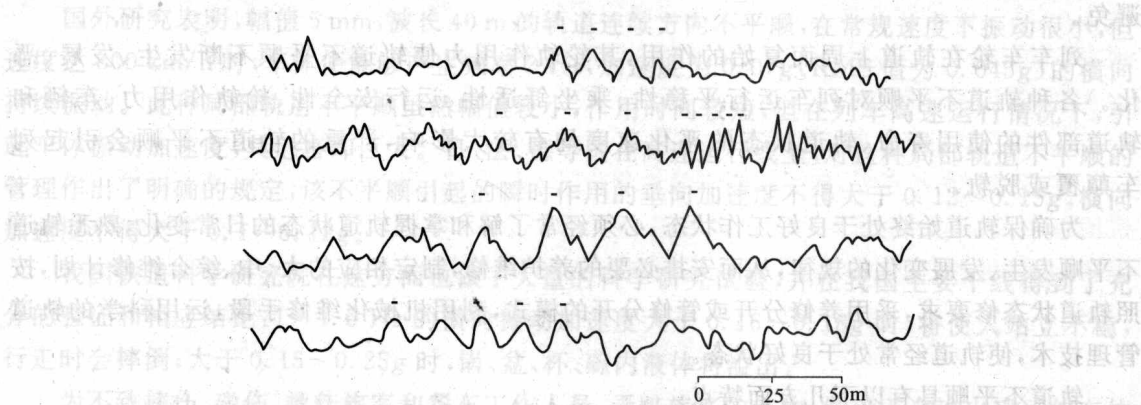


图 2-1-13 具有谐振波形特征的不平顺

(三) 连续轨道不平顺的幅值统计特征

个别地点的局部波形特征不能代表一段轨道的总体状态, 区段轨道的平顺状态应根据标准差、均方差等统计特征进行描述。以里程位置 x 为横坐标的某段轨道不平顺 $\eta(x)$ 的公式如下:

均方值公式:
$$\psi_{\eta}^2 = \frac{1}{x} \int_0^x \eta^2(x) dx$$

标准差公式:
$$\sigma_{\eta} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\eta_i - \mu_{\eta})^2}$$

轨道不平顺的标准差能确切地表示各段轨道不平顺在幅值方面的严重程度。轨道不平顺

的均方值与激励能量相关。

(四) 轨道不平顺的功率谱密度

功率谱密度是全面表达轨道不平顺特征的统计函数,能够揭示看起来杂乱无章随机变化的轨道不平顺的幅值和波长两方面的信息,对于科学评定轨道的平顺状态、诊断轨道的病害,研究轨道不平顺引起的车辆响应以及对高速机车车辆悬挂系统的设计等非常重要。

(五) 高平顺性线路的特点

高平顺性线路的高低、轨向、水平、扭曲和轨距偏差等局部孤立存在的平顺幅值小;连续成段大量存在的各种平顺幅值的标准差很小;敏感波长和周期性不平顺的幅值小,具有谐振波形特征的不平顺幅值更小;焊缝不平顺、新轨的平直性偏差极小;轨道不平顺各波长成分的功率谱密度值都很小。

第二节 轨道不平顺管理

一、轨道不平顺与行车安全的相互影响

(一) 轨道不平顺的特点

轨道是由泥土、岩石、钢材、木材、混凝土等多种材料组成的,它有别于房屋、桥梁等建筑物,是一种较为松散的建筑结构形式,在列车和各种外力作用下,容许存在一定的弹性和塑性变形。伴随列车的不间断运行,轨道结构的状态不断变化,轨道不平顺不可避免。

列车车轮在轨道上周而复始的作用,其轮轨作用力使轨道不平顺不断发生、发展、恶化。各种轨道不平顺对列车运行平稳性、乘坐舒适性、运行安全性、轮轨作用力、车辆和轨道部件的使用寿命、轨道状态的恶化速度均有较大影响,严重的轨道不平顺会引起列车颠覆或脱轨。

为确保轨道始终处于良好工作状态,必须经常了解和掌握轨道状态的日常变化,熟悉轨道不平顺发生、发展变化的规律,从而安排必要的养护维修,制定相应的大、中、综合维修计划,按照轨道状态修要求,采用养修分开或管修分开的模式,利用机械化维修手段,运用科学的轨道管理技术,使轨道经常处于良好状态。

轨道不平顺具有以下几方面特点:

1. 轨道不平顺是引起列车振动、轮轨作用力增大的主要根源之一。

2. 对行车安全和平稳舒适都有重要影响。

3. 平顺性是轨道直接限制行车速度的主要因素。

4. 轮轨相互作用的理论研究和国外高速铁路实践证明,在高平顺的轨道上,稳定运行的高速列车的振动和轮轨间的作用力都不大,行车安全和平稳舒适性能够得到保证,轨道和车辆部件的寿命和维修周期较长。

5. 即使线、桥、路基在结构强度方面完全满足要求,高速条件下各种轨道不平顺引起的车辆振动、轮轨噪声和轮轨作用力将大幅增加,使平稳、舒适、安全性严重恶化,甚至导致列车脱轨。

(二) 机车车辆与轨道平顺状态的相互影响