

铁路轨道的检测与轨控

● 陈知辉 编著

TIELU GUIDAO^{DE}
JIANCE YU GUIKONG

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

铁路轨道的检测与轨控

陈知辉 编著

中国铁道出版社

2013年·北京

内 容 简 介

本书根据列车与轨道的相对关系、线路轨道检测的要求及标准,分别对静态和动态两种态势的检测手段和方法进行了阐述。同时,结合现场实际,对正确使用检测方法、正确运用检测资料,以期得到更好的轨道质量均衡(轨控)工作的方法进行了探讨

本书有较强的实用性和针对性,可供铁路相关管理人员、技术人员、维修人员参考之用。

图书在版编目(CIP)数据

铁路轨道的检测与轨控 / 陈知辉编著. —北京:
中国铁道出版社, 2013. 4
ISBN 978-7-113-16065-4

I. ①铁… II. ①陈… III. ①轨道(铁路)—检测
②轨道(铁路)—控制 IV. ①U216.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 027770 号

书 名: 铁路轨道的检测与轨控
作 者: 陈知辉

责任编辑: 张 婕 编辑部电话: (路)021-73656 电子信箱: shuai827@126.com
编辑助理: 邱金帅
封面设计: 郑春鹏
责任校对: 孙 玫
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: 北京市燕鑫印刷有限公司
版 次: 2013年4月第1版 2013年4月第1次印刷
开 本: 787mm×1092mm 1/32 印张: 3.25 字数: 65千
书 号: ISBN 978-7-113-16065-4
定 价: 12.00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

在铁路运输中,线路轨道是列车运行的基础。基础状态的好坏,直接关系到铁路运输的能力和列车运行的安全。当基础构架定型以后,基础状态是否良好,维修进程如何安排,作业质量是否符合标准要求等,都依赖运用检测手段对设备的检测结果。从这个因果关系来说,正确的检测,是判断基础设施好坏、合理安排维修进程、最终判定结果优劣的前提,同时,检测过程及结果的正确与否,直接影响到作业安排、作业质量的最终结果。

编者根据列车与轨道的相对关系,依据铁道部对线路轨道检测的要求及标准,分别对静态和动态两种态势的检测手段和方法进行阐述,同时,编者结合现场实际,对如何做好“轨控”工作阐述了个人看法,作为抛砖引玉,以期与有关的现场人员探讨,以便正确使用检测方法,正确运用检测资料,以期得到更好的轨道质量均衡(轨控)工作的方法。

本书如果出现错误,恳请指正。

编 者

2013 年 1 月

目 录

第一章 轨道概述 1

第一节 轨道结构 1

第二节 客货共线轨道线路的特点 2

第二章 轨道检测 5

第一节 静态检测 5

一、检测制度 5

二、轨道静态管理标准 7

三、检测要求 12

第二节 动态检测 30

一、检测制度 32

二、检测要求 32

三、轨检车检测项目 33

四、动态管理标准 35

五、报告资料 39

第三节 波形图查看 47

一、波形图查看操作程序 47

二、轨(动)检车地面标记的识读 54

三、轨(动)检车超限长度及峰值的确定 59

四、检测报表的应用 59

第一节 列车振动的种类及原因	62
第二节 速度与振动的关系及波长	66
一、速度与不平顺幅值的关系	67
二、速度与轮轨动力的关系	67
三、单波、多波不平顺对行车平稳性的影响	67
四、轨道不平顺波长分类	68
第三节 波形图的运用	69
一、里程查找及确定	69
二、复合病害的分析及查找	73
第四节 如何做好轨道控制	78
一、加强线路锁定,防止线路爬行	79
二、保持钢轨与各个联结部件的应有密贴度	81
三、重视作业的“顺”,保证轨道的“平”	82
四、控制轨下垫板超垫,防止产生“动态轨距”和 “动态水平”	84
五、保持道床丰满,提高轨道框架横向位移阻力	85
六、正确运用波形图资料,合理安排轨控作业	86
七、科学管理,预防性作业	88

第一章 轨道概述

第一节 轨道结构

铁路轨道是由钢轨、轨枕、道床、联结零件、防爬设备和道岔等组成的承受机车车辆荷载并供机车车辆走行的专用通道。

钢轨用于直接支承并引导机车车辆车轮行进,同时将机车车辆的荷载重力传递给轨枕。在电气化铁路或自动闭塞区段,钢轨兼作轨道电路。

轨枕用于保持钢轨的位置和方向,同时承受自钢轨传来的运行列车的竖向垂直力、横向和纵向水平力,并将其较均匀的分布于道床上。轨枕有木枕、混凝土枕及钢枕三种。

道床是轨道的重要组成部分。由规定成分的石砟和积形堆集而成,用来保持轨枕位置,承受由轨枕传来的压力,并把这个力均匀传布于较大的路基面上。同时,道床还是调整轨道垂向和水平位置的基础材料。

钢轨联结零件分接头联结零件和中间联结零件两种。

接头联结零件由夹板、螺栓及垫圈组成。上紧螺栓的夹板用来联结两根钢轨并紧固钢轨轨端,使钢轨轨端不能横向及上下单独移动。

中间联结零件是指钢轨与轨枕之间的联结零件,用来保持钢轨在轨枕上的位置,防止钢轨在荷载条件下的横向和纵向位移。

中间联结零件分木枕联结零件和混凝土枕联结零件两种。木枕中间联结零件由道钉(或螺纹道钉)、铁垫板组成。

混凝土枕中间联结零件有扣板式、弹条式两种,扣板式联结零件由锚固好的螺旋道钉、螺母、平垫圈、弹簧垫圈、扣板及铁座组成;弹条式联结零件由锚固好的螺旋道钉、螺母、平垫圈、弹条、轨距挡板及挡板座组成。

防爬设备由防爬器、承力板、防爬支撑组成,用以锁定线路、道岔,增加阻止线路、道岔爬行的能力。

道岔是机车车辆从一股轨道转入或越过另一股轨道的线路分支设备。根据用途不同,有单开道岔、双开道岔、三开道岔、交叉渡线道岔和复式交分道岔之分。

按照用途和运输能力的不同,铁路线路分为Ⅰ级、Ⅱ级、Ⅲ级。根据线路等级的不同,轨道结构的构件及技术标准有所不同。

目前,在我国8万 km 铁路总营业里程中,客货共线线路占98.7%。

第二节 客货共线轨道线路的特点

客货共线轨道线路具有以下特点。

1. 客货列车混跑,速度差别大,轨道受力复杂,特别是曲线轨道受力更为复杂。

2. 维修保养难度大。

(1)旅客列车速度高,但轴重不大,小于等于17 t,对轨道的破坏力相对比货物列车要小。

(2)货物列车相应提速,轴重相对增大,有21 t、25 t,由于动力作用大,对线路的破坏较客车严重,易使轨道变形、轨面破损,形成轨面不平顺。运行列车对轨道线路的破坏力,可用下式计算:

$$F = \sum P \cdot K \cdot v$$

式中 F ——列车对轨道线路的破坏力,N;

ΣP ——通过总重, t;

K ——系数, 货车 $K = 0.27$, 客车 $K = 0.2$, 高速客车
 $K = 0.18$;

v ——列车速度, km/h。

例如:

客车轴重 17 t, 12 节车厢, $v = 200$ km/h, $F = 32\ 640$ N,
100.5% ;

客车轴重 17 t, 12 节车厢, $v = 250$ km/h, $F = 40\ 800$ N,
125% ;

客车轴重 17 t, 12 节车厢, $v = 300$ km/h, $F = 48\ 960$ N,
150% ;

客车轴重 17 t, 12 节车厢, $v = 350$ km/h, $F = 57\ 120$ N,
175% ;

货车轴重 21 t, 30 节车厢, $v = 50$ km/h, $F = 34\ 020$ N,
104% ;

货车轴重 21 t, 30 节车厢, $v = 80$ km/h, $F = 54\ 432$ N,
167% ;

货车轴重 21 t, 30 节车厢, $v = 100$ km/h, $F = 68\ 040$ N,
208% ;

货车轴重 21 t, 30 节车厢, $v = 120$ km/h, $F = 81\ 648$ N,
250% ;

货车轴重 25 t, 30 节车厢, $v = 80$ km/h, $F = 64\ 800$ N,
198% 。

3. 货车动力作用大, 道床及路基下沉变形大。

4. 轴重加到 25 t, 轨面剥落掉块可能性大, 易造成轨面不平顺。

在风沙雨雪、酷暑严寒的自然环境中, 在机车车辆的动力作用下, 轨道线路不仅会发生弹性变形, 而且会不断地产生永

久变形。

轨道线路的永久变形,有以下三种表现形式。

1. 空间位置发生变化,包括轨道的纵向、横向和竖向的位移,这种变化使线路轨道设备的固有状态和稳定性受到破坏。

2. 设备的疲劳破损,包括设备本身强度的不足和材质不良等所造成的各种破损。

3. 轨道线路设备各部件的磨耗腐蚀,包括动力作用、材质不良以及自然环境影响等所造成的正常和不正常的磨耗腐蚀。

为了保持轨道线路设备的均衡完好,提供良好的轨道平顺度,保证运行列车的安全,养路工作者必须及时地对轨道设备进行检测和维修养护。维修养护的进程,基于对轨道线路的检测结果。

第二章 轨道检测

轨道检测分为静态检测和动态检测。

无轮载作用时,测得的轨道不平顺称为轨道静态不平顺。

在列车车轮荷载作用下,用轨道检查车(或添乘仪)测得的轨道不平顺称为轨道动态不平顺。

第一节 静态检测

一、检测制度

1. 有砟轨道线路

速度 200 km/h 以下线路,每月对正线线路和道岔检测 2 次(当月有轨检车检查时,可减少 1 次);速度 200 km/h 以上线路,每月对正线线路和道岔检测 1 次(如每周有确认车检查时,与确认车检查内容重叠的检查项目,其静态检查周期可延长至每季不少于 1 次);其他线路和道岔,每月检查 1 次。

检查时,对轨距、水平、三角坑作全面检测;对高低、轨向、伤损钢轨、夹板和焊缝全面查看,重点检查。

对曲线正矢,每季全面检测 1 次。速度 200 km/h 以上线路,对曲线平纵面位置,根据曲线观测控制桩每季检测 1 次。

对无缝线路轨条位移,每月观测 1 次,重点地段应增加观测次数。

对钢轨焊接接头的表面质量及平直度,每半年检测 1 次。

对严重线路病害地段和薄弱处所,应经常检查。

2. 无砟轨道线路

对道岔、调节器、大跨度桥梁、过渡段和沉降等重点地段的线路设备,在昼间进行巡视,每年不少于1遍。

对道岔的结构及联结零件巡视每周不少于1遍。

线路轨道几何尺寸检查每年不少于1遍,重点地段加强检查。

无砟道床状态每半年检查1遍。对未作处理的Ⅱ级道床伤损处所每季度检查1次。

扣件系统每半年检查1遍。

道岔及调节器几何尺寸每月检查1遍。尖轨及心轨各控制断面的相对高差,每季度检查1遍。

钢轨外观人工巡视检查每年不少于1遍,对剥离裂纹、表面裂纹和有擦伤的钢轨每季度检查1遍。对磨耗达到轻伤的钢轨、道岔、调节器,使用钢轨轮廓(磨耗)测量仪每季度检查1遍。对正线钢轨现场焊焊缝平直度,使用钢轨平直度测量仪每年检测1遍。对低塌达到轻伤的焊接接头,每季度检查1遍。

对无缝线路、道岔及调节器钢轨纵向位移每季度全面观测1次。

对弹性垫板刚度,每年抽检1次。

3. 高速铁路精测

高速铁路应建立统一的精测网,精测网分平面控制网和高程控制网。

平面控制网在框架平面控制网(CP0)的基础上分为以下三级。

(1)第一级为基础平面控制网(CPI),主要为勘测、施工和运营维护提供坐标基准。

(2)第二级为线路平面控制网(CPII),主要为勘测和施

工提供控制基准。

(3) 第三级为轨道控制网(CPⅢ), 主要为轨道铺设和运营维护提供控制基准。

CP0、CPⅠ、CPⅡ、CPⅢ平面控制网每3年复测1遍。

高程控制网分以下两级布设。

(1) 第一级为线路水准基点控制网(基岩点、深埋水准点和普通水准点)。

(2) 第二级为轨道控制网(CPⅢ)。

全线高程基准采用国家85高程基准。

二、轨道静态管理标准

不同速度等级的线路轨道、道岔、调节器静态几何尺寸容许偏差管理值及曲线正矢容许偏差管理值见表2—1~表2—9。

表2—1 速度200 km/h以上线路轨道静态
几何尺寸容许偏差值(mm)

项 目	350 km/h $\geq v > 250$ km/h 正线				250 km/h $\geq v > 200$ km/h 正线			
	作业 验收	经常 保养	临时 补修	限速 (200 km/h)	作业 验收	经常 保养	临时 补修	限速 (160 km/h)
轨 距	+1 -1	+4 -2	+5 -3	+6 -4	+1 -1	+4 -2	+6 -4	+8 -6
水 平	2	4	6	7	2	5	8	10
高 低	2	4	7	8	2	5	8	11
直线轨向	2	4	5	6	2	4	7	9
扭曲 (mm/3 m)	2	3	5	6	2	4	6	8
轨距 变化率	1/1 500	1/1 000	—	—	1/1 500	1/1 000	—	—

**表 2—2 速度 200 km/h 以下线路轨道静态
几何尺寸容许偏差值 (mm)**

项 目		200 km/h $\geq v >$ 160 km/h 正线			160 km/h $\geq v >$ 120 km/h 正线			$v \leq 120$ km/h 正线及到发线			其他站线		
		作业 验收	经常 保养	临时 补修	作业 验收	经常 保养	临时 补修	作业 验收	经常 保养	临时 补修	作业 验收	经常 保养	临时 补修
轨 距		+2 -2	+4 -2	+6 -2	+4 -2	+6 -4	+8 -4	+6 -2	+7 -4	+9 -4	+6 -2	+9 -4	+10 -4
水 平		3	5	8	4	6	8	4	6	10	5	8	11
高 低		3	5	8	4	6	8	4	6	10	5	8	11
直线轨向		3	4	7	4	6	8	4	6	10	5	8	11
扭曲 (三角坑)	缓线	3	4	6	4	5	6	4	5	7	5	7	8
	直线 圆曲	3	4	6	4	6	8	4	6	9	5	8	10

**表 2—3 速度 200 km/h 以上道岔静态
几何尺寸容许偏差值 (mm)**

项 目		350 km/h $\geq v >$ 250 km/h 正线				250 km/h $\geq v >$ 200 km/h 正线			
		作业 验收	经常 保养	临时 补修	限速 (200 km/h)	作业 验收	经常 保养	临时 补修	限速 (160 km/h)
轨 距	岔 区	+1 -1	+4 -2	+5 -2	+6 -4	+1 -1	+4 -2	+5 -2	+8 -6
	尖轨尖	+1 -1	+2 -2	+3 -2	+6 -4	—	—	—	—
水 平		2	4	6	7	2	5	7	10
高 低		2	4	7	8	2	5	7	11
轨 向	直线	2	4	5	6	2	4	6	9
	支距	2	3	4	—	2	3	4	—
扭曲 (mm/3 m)		2	3	5	6	2	4	6	8
轨距变化率		1/1 500	1/1 000	—	—	1/1 500	1/1 000	—	—

**表 2—4 速度 200 km/h 以下道岔静态
几何尺寸容许偏差管理值 (mm)**

项 目		200 km/h $\geq v >$ 160 km/h 正线			160 km/h $\geq v >$ 120 km/h 正线			$v \leq 120$ km/h 正线及到发线			其他站线		
		作业 验收	经常 保养	临时 补修	作业 验收	经常 保养	临时 补修	作业 验收	经常 保养	临时 补修	作业 验收	经常 保养	临时 补修
轨 距		+2 -2	+4 -2	+5 -2	+3 -2	+4 -2	+6 -2	+3 -2	+5 -3	+6 -3	+3 -2	+5 -3	+6 -3
水 平		3	5	7	4	5	8	4	6	9	6	8	10
高 低		3	5	7	4	5	8	4	6	9	6	8	10
轨 向	直线	3	4	6	4	5	8	4	6	9	6	8	10
	支距	2	3	4	2	3	4	2	3	4	2	3	4
扭曲 (三角坑)		3	4	6	4	6	8	4	6	9	5	8	10

表 2—5 调节器道岔静态几何尺寸容许偏差管理值 (mm)

项 目		350 km/h $\geq v >$ 250 km/h 正线				250 km/h $\geq v >$ 200 km/h 正线			
		作业 验收	经常 保养	临时 补修	限速 (200 km/h)	作业 验收	经常 保养	临时 补修	限速 (160 km/h)
轨 距	尖轨尖	+1 -1	+2 -2	+3 -2	+6 -4	+1 -1	+2 -2	+3 -2	+8 -6
	其 他	+1 -1	+4 -2	+5 -2	+6 -4	+1 -1	+4 -2	+5 -2	+8 -6
水 平		2	4	6	7	2	5	7	10
高 低		2	4	7	8	2	5	7	11
轨 向		2	4	5	6	2	4	6	9
扭曲 (mm/3 m)		2	3	5	6	2	4	6	8
轨距变化率		1/1 500	1/1 000	—	—	1/1 500	1/1 000	—	—

**表 2—6 速度 200 km/h 及以下线路曲线
正矢经常保养容许偏差值 (mm)**

曲线半径 $R(\text{m})$	缓和曲线正矢差		圆曲线正矢连续差		圆曲线正矢最大最小值差	
	正线及 到发线	其他线	正线及 到发线	其他线	正线及 到发线	其他线
$R \leq 250$	7	8	14	16	21	24
$250 < R \leq 350$	6	7	12	14	18	21
$350 < R \leq 450$	5	6	10	12	15	18
$450 < R \leq 800$	4	5	8	10	12	15
$R > 800$	3	4	6	8	9	12

**表 2—7 速度 200 km/h 及以下线路曲线
正矢作业验收容许偏差 (mm)**

曲线半径 $R(\text{m})$		缓和曲线 正矢差	圆曲线正矢 连续差	圆曲线正矢最大 最小值差
$R \leq 250$		6	12	18
$250 < R \leq 350$		5	10	15
$350 < R \leq 450$		4	8	12
$450 < R \leq 800$		3	6	9
$R > 800$	$v \leq 120 \text{ km/h}$	3	6	9
	$v > 120 \text{ km/h}$	2	4	6

表 2—8 速度 200 ~ 250 km/h 曲线正矢容许偏差管理值 (mm)

项 目	实测正矢与计划正矢差		圆曲线正矢 连续差	圆曲线最大 最小正矢差
	缓和曲线	圆曲线		
作业验收	2	3	4	5
经常保养	3	4	5	6
临时补修	5	6	7	8

表 2—9 速度 250 ~ 350 km/h 曲线正矢容许偏差管理值(mm)

项 目	实测正矢与计划正矢差		圆曲线正矢 连续差	圆曲线最大 最小正矢差
	缓和曲线	圆曲线		
作业验收	2	3	4	5
经常保养	3	4	5	6
临时补修	4	5	6	8

精测网各级平面控制网主要技术要求及 GPS 测量精度指标见表 2—10 和表 2—11。

表 2—10 各级平面控制网主要技术要求

控制网级别	测量方法	测量等级	点 间 距	相邻点坐标中误差
GP0	GPS		50 km	20 mm
GP I	GPS	二等	≤4 km 一对点	10 mm
GP II	GPS	三等	50 ~ 70 m 一对点	8 mm
	导线	三等		8 mm
GP III	自由站边角交会			1 mm

表 2—11 CP0、CP I、CP II 控制网 GPS 测量精度指标

控制网级别	基线边方向中误差	最弱边相对中误差
CP0	—	1/2 000 000
CP I	≤1.3"	1/180 000
CP II	≤1.7"	1/100 000

高程控制网测量等级布点要求及测量精度指标见表 2—12 和表 2—13。