

铁路线路检测与分析

李超雄 磨巧梅 尤 军 桂 军 主编
任能林 袁中华 付高丰 主审

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

第一章 线路检测要求及标准

线路检测是进行铁路线路质量状态评估并科学合理地制订维护计划的重要手段和基础,同时也能为线路病害原因分析及线路维护等提供重要的实测数据。铁路线路检测应积极采用先进的线路检查设备,提高线路检查质量,加强线路设备状态分析,指导线路养修工作。

第一节 线路检测内容

线路检测从检测内容上可分为轨道几何形位检查、线路设备状态检查及行车平稳性检查;从检测方式上可分为静态检查和动态检查。

一、轨道几何尺寸检查

(一) 轨道几何尺寸静态检查

静态检测利用轨检小车、道尺、弦线及板尺等检测工具沿线路逐点进行检测,包括线路几何尺寸和道岔几何尺寸。线路几何尺寸检测的主要项目为轨距(含曲线轨距加宽)、水平(含曲线外轨超高、线路扭曲或三角坑)、轨向(含曲线圆顺程度)、高低及轨底坡。道岔几何尺寸的检测项目主要有道岔各部分轨距、水平、高低、导曲线支距、查照间隔、护背距离、尖轨与基本轨的密贴程度等。

(二) 轨道几何尺寸动态检查

轨道几何尺寸动态检测的主要设备是轨道检查车,检查结果为轨道动态几何尺寸误差、走行部振动情况和行车平稳性情况。我国轨检车可检查 13 项内容,主要包括左右轨的前后高低、左右轨的方向、水平、曲线外轨超高、曲线半径、轨距、线路扭曲、车体水平和垂直振动加速度、左右轴箱垂直振动加速度等。除检查轨道动态几何尺寸误差外,还可以从轮轨相互作用效果所反映的走行部振动(轴箱振动加速度)和行车平稳(车体振动加速度)等方面对轨道几何状态作出综合评价。

(三) 行车平稳性检查

除轨检车上车体加速度可反映行车平稳性外,工务段或铁路局的管理人员及技术人员还要定期添乘列车,携带便携式线路检查仪对行车平稳性进行检查。便携式线路检查仪通常是振动加速度测量仪。当便携式线路检查仪测得的振动加速度超过限值时,会自动发出警报声,添乘人员则随时记录警报发出时的线路位置,并通知相关工务段或工区寻找晃车原因,加以整治。机车和动车组还安装了车载式线路检查仪,对行车平稳性进行检查。

二、线路设备状态检查

(一) 钢轨状态检查

钢轨状态主要包括轨头磨耗、钢轨表面伤损和波形磨耗、钢轨接头(焊缝)不平顺以及钢轨内部核伤和裂纹等,分别采用测磨仪或轨头轮廓仪、波磨检测装置或波磨检测车及钢轨探伤

车等检查设备进行静态或动态检查。

(二) 轨枕状态检查

钢筋混凝土轨枕在使用中常发生裂纹、掉块及挡肩破损等病害,影响线路质量,轨枕裂纹一旦形成环状或残余裂纹达到一定宽度,将影响轨枕承载能力或加速预应力钢筋锈蚀,造成轨枕失效,严重时还会危及行车安全,因此有必要加强对轨枕状态的检查。轨枕状态检查内容一般包括轨枕顶面螺栓孔附近或两螺栓孔间的纵向裂纹、轨枕顶面螺栓孔附近横向裂纹、轨枕中部顶面和侧面垂直裂纹、轨枕挡肩处水平裂纹及挡肩损坏、钢筋外露、空吊枕等。轨枕状态检查方式一般采用目测、钢尺或塞尺测量的手段,对于失效以及严重伤损的混凝土枕,应当及时更换。

(三) 扣件状态检查

扣件系统是轨道重要组成部件,用来连接钢轨和轨枕(轨道板),起到固定钢轨、提供弹性、保证轨道稳定可靠的作用。扣件系统日常检测一般包括扣件安装状态、部件缺损、预埋套管、弹条紧固状态、弹条扣压状态、钢轨与绝缘块、轨距挡板间隙、铁垫板锚固螺栓扭矩、弹性垫板刚度等。检测方式通常为工务人员目测及使用巡检车检测等。

(四) 道床状态检查

1. 有砟道床通常由具有一定粒径、级配和强度的硬质碎石堆集而成,主要起到支撑轨枕,把轨枕上部的压力均匀地传递给路基面,固定轨枕位置,阻止轨枕纵向或横向移动,减少路基变形及缓和机车车辆轮对对钢轨冲击的作用。有砟道床随着列车荷载反复作用,会出现永久变形、道砟粉化及脏污、道床翻浆及道床板结等现象,影响列车运行的安全性和舒适性,因此有必要加强对道床状态的检查。道床状态检查内容一般包括道床尺寸、道床脏污和板结程度等,通常采用目测、全断面测量仪等手段进行测量。根据道床脏污程度应有计划地进行清筛,保持道床弹性和排水良好,防止轨枕空吊和道床翻浆。

2. 无砟道床分为 CRTS I 型板式、CRTS II 型板式、CRTS III 型板式、双块式以及道岔区轨枕埋入式和板式无砟道床等。

CRTS I 型板式无砟道床由轨道板、水泥乳化沥青砂浆充填层、混凝土底座、凸形挡台及其周围填充树脂等部分组成。CRTS I 型板式无砟道床伤损形式包括轨道板、凸形挡台、底座板裂缝及掉块,水泥乳化沥青砂浆、凸形挡台周围填充树脂离缝等。

CRTS II 型板式无砟道床路基和隧道地段由轨道板、水泥乳化沥青砂浆充填层、支承层等部分组成;桥梁地段由轨道板、水泥乳化沥青砂浆充填层、底座板、滑动层、高强度挤塑板、侧向挡块及弹性限位板等部分组成。CRTS II 型板式无砟道床伤损形式包括轨道板、支承层、底座板、侧向挡块裂缝及掉块,板间接缝、水泥乳化沥青砂浆充填层离缝等。

CRTS III 型板式无砟道床主要由轨道板、自密实混凝土填充层、钢筋混凝土底座或支承层等部分组成。CRTS III 型板式无砟道床伤损形式包括轨道板、自密实混凝土填充层等。

双块式无砟道床路基和隧道地段由双块式轨枕、道床板、支承层等部分组成;桥梁地段由双块式轨枕、道床板、隔离层、底座(或钢筋混凝土保护层)、凹槽(或凸台)周围弹性垫层等部分组成。双块式无砟道床伤损形式包括双块式轨枕、道床板、支承层、底座板裂缝及掉块等。

道岔区轨枕埋入式无砟道床路基和隧道地段由桁架式预应力岔枕、道床板、底座或支承层等部分组成;桥梁地段由桁架式预应力岔枕、道床板、隔离层、底座及凹槽周围弹性垫层等部分组成。道岔区轨枕埋入式无砟道床伤损形式包括岔枕、道床板、底座板、支承层裂缝及掉块,底

座伸缩缝离缝等。

道岔区板式无砟道床路基地段由道岔板、底座(自密实混凝土层)及找平层等部分组成;桥梁地段由道岔板、水泥乳化沥青砂浆充填层、底座板、滑动层、高强度挤塑板、侧向挡块及弹性限位板等部分组成。道岔区板式无砟道床伤损形式包括道岔板、底座、找平层、侧向挡块裂缝及掉块,水泥乳化沥青砂浆充填层、挤塑板离缝等。

无砟道床通常采用目测、钢尺或塞尺、巡检车的方法进行测量,其伤损等级分为Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ级;对Ⅰ级伤损应做好记录,对Ⅱ级伤损应列入维修计划并适时进行修补,对Ⅲ级伤损应及时修补。

(五)其他线路状态检查

1. 线路弹性检测

轨道弹性在很大程度上反映了轨道承受列车荷载时的动作用力情况,是线路质量状态均衡性的重要指标。采用轨道弹性检测车,可快速连续地对轨道弹性进行检测。

2. 无缝线路状态检测

无缝线路的位移、轨温及温度应力是影响其正常工作的主要技术参数,须采用无缝线路监测系统长期的收集与分析处理。

3. 道岔状态检测

道岔是影响行车平稳性及安全性的关键设备之一,其技术状态,如道岔尖轨及心轨的开口量、位移及振动情况等,须采用道岔监测系统进行实时监控。

4. 巡检车

当需要对线路的表观状态,如钢轨、扣件、轨枕及道床进行快速大范围检查时,可采用巡检车进行。巡检车应用高速摄影及图像处理技术,快速连续地获取轨道及其各部件的图像,而车载数据处理系统能够快速实时对图像进行比对,并及时发现线路状态及边坡等附近结构物的状态异常。

三、线路状态及行车平稳性的其他检查设备

(一)综合检测列车

高速铁路上,为节省线路检查的时间,同时也便于对不同专业的检测数据进行同步和对比分析,一般将线路、车辆、供电、信号等专业的检查集中起来,称为综合检测列车。综合检测列车中有一节检测列车专门对轨道几何状态及设备状态进行检测。

(二)轨道状态确认车

进行过线路作业的地段,或每天开行第一列高速列车以前,运用轨道状态确认车对线路状态进行确认。轨道状态确认车具备部分轨道检查车和巡检车的功能,可对重要的轨道不平顺及行车平稳性进行检测,对线路及其附近结构物的异常状态进行识别。

(三)车载式线路检查仪

车载式线路检查仪装载于机车或动车上,能实时检测车辆的横向和垂向加速度,随着列车的运行,对主要的轨道几何尺寸及行车平稳性进行不间断地检查,对大值不平顺进行实时报警和信息传递。

第二节 线路检测要求

一、普速线路检测要求

(一) 静态检查要求

1. 设有检查监控车间的工务段,应由检查监控车间有计划地对工务段管辖线路设备进行月度周期性检查,线路车间参加月度周期性检查并负责检查监控车间检查内容以外的检查工作。

2. 未设检查监控车间的工务段,应由线路车间组织检查监控工区有计划地对线路车间管辖线路设备进行月度周期性检查,组织线路工区参加月度周期性检查并进行检查监控工区检查内容以外的检查工作。

3. 线路设备检查内容及检查周期:

(1) 正线线路和道岔,每月应检查 2 次(当月有轨检车检查的线路可减少 1 次);其他线路和道岔,每月应检查 1 次。轨距、水平、三角坑应全面检查,轨向、高低及设备其他状态应全面查看,重点检查,对伤损钢轨、夹板和焊缝应同时检查。

(2) 曲线正矢,每季应至少全面检查 1 次。

(3) 对无缝线路轨条位移,每月应观测 1 次。

(4) 对钢轨焊接接头的表面质量及平直度,每半年应检查 1 次。

(5) 对严重线路病害地段和薄弱处所,应经常检查。

检查结果应做好记录。

4. 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,具体办法由铁路局规定。

(二) 动态检测要求

检测周期根据运量和线路状态确定。

1. 铁路总公司轨道检查车,对允许速度大于 120 km/h 的线路及其他主要繁忙干线进行定期检查。

2. 铁路局轨道检查车,对允许速度大于 120 km/h 的线路每月检查不少于 2 遍(含铁路总公司轨道检查车检查);对年通过总重不小于 80 Mt 的正线,15~30 天检查 1 遍;对年通过总重为 25~80 Mt 以内的正线,每月检查 1 遍;对年通过总重小于 25 Mt 的正线,每季检查 1 遍;对状态较差的线路可适当增加检查遍数。

(三) 钢轨检查要求

1. 铁路总公司和铁路局钢轨探伤车,对年通过总重不小于 50 Mt 或允许速度大于 120 km/h 的线路,每年应至少检查 2 遍;对年通过总重不小于 25 Mt 的干线,每年应至少检查 1 遍。特殊地段增加检查遍数由铁路局确定。钢轨探伤车检查的伤损应采用探伤仪进行复核。

2. 铁路总公司钢轨探伤车检查中发现问题,应及时向有关单位发出通知,并于每月末(或年底)向铁路总公司提报月度(或年度)检测、分析报告。

铁路局钢轨探伤车检查中发现问题,应立即通知工务段处理,检查后向有关单位通报检查结果,每月上旬(或年初)向铁路总公司提报上月(或上年度)检查、分析报告。

3. 钢轨探伤检查应实行定期检查制度,依据年通过总重、轨型等条件确定钢轨探伤周期。

(1) 正线、到发线线路和道岔钢轨探伤周期见表 1-2-1。

表 1-2-1 正线、到发线线路和道岔钢轨探伤周期

年通过总重(Mt)	年 探 伤 遍 数		
	75 kg/m、60 kg/m 轨	50 kg/m 轨	43 kg/m 及以下轨
≥80	10		
50~80	8	10	
25~50	7	8	9
8~25	6	7	8
<8	5	6	7

注:冬季应缩短探伤间隔时间。

其他站线、专用线的线路和道岔每半年应检查 1 遍。

(2) 下列情况应适当增加探伤遍数:

①冬季;

②在桥梁上、隧道内、小半径曲线、大坡道及钢轨状态不良地段;

③伤轨数量出现异常,连续两个探伤周期内都发现疲劳伤损(如核伤、鱼鳞伤、螺孔裂纹、水平裂纹等)地段;

④大修换轨初期(75 kg/m、60 kg/m 钢轨为累计通过总重 50 Mt,50 kg/m 钢轨为累计通过总重 25 Mt)、超过大修周期地段、钢轨与运量不匹配地段。

(3) 无缝线路和道岔钢轨的焊缝除按规定周期探伤外,应用专用仪器对焊缝全断面探伤,每半年不少于 1 次。

4. 对钢轨、道岔磨耗情况,每年结合秋检应全面检查 1 次。对磨耗接近轻伤和重伤的钢轨和道岔,每季至少应组织检查 1 次。

二、高速线路检测要求

(一) 静态检查要求

1. 工务段负责对线路设备进行周期性检查,并做好详细记录,掌握线路设备状态及变化规律,具体办法由铁路局规定。

2. 轨道几何尺寸检查每半年不少于 1 遍,重点地段应加强检查。对重点病害或轨道不平顺地段,应使用轨道测量仪、轨道检查仪进行检查。

3. 无砟道床静态检查每半年检查 1 遍,对未处理的Ⅱ级伤损处所每季度检查 1 遍。

4. 扣件系统静态检查内容及周期

(1) 扣件系统检查内容和周期见表 1-2-2。

表 1-2-2 扣件检查内容与周期

序号	检 查 内 容	检 查 周 期
1	扣件安装状态、部件缺损、预埋件等	每半年检查 1 遍
2	有螺栓弹条紧固状态(弹条 V 型扣件)	每半年检查 1 遍,每公里连续抽查 50 个
3	钢轨、绝缘轨距块、轨距挡板间隙	每半年检查 1 遍,每公里连续抽查 50 个
4	无螺栓弹条扣压力(弹条Ⅳ型、FC 型扣件)	每半年检查 1 遍,每公里连续抽查 50 个

续上表

序号	检 查 内 容	检 查 周 期
5	扣件安装状态、部件缺损、预埋套管等	每半年检查 1 遍
6	弹条紧固状态(WJ-7、WJ-8、W300-1 型扣件)	每半年检查 1 遍,每公里连续抽查 50 个
7	弹条扣压状态(SFC 型扣件)	每半年检查 1 遍,每公里连续抽查 50 个
8	钢轨与绝缘块(绝缘轨距块)、轨距挡板间隙	每半年检查 1 遍,每公里连续抽查 50 个
9	锚固螺栓扭矩(WJ-7、SFC 型扣件)	每半年检查 1 遍
10	弹性垫板刚度	每年抽检 1 次,抽检数量 3 块/50 km

(2)线路开通前,应对扣件安装状态、部件缺损、预埋套管等全面检查,对弹条紧固状态全面查看、重点检测。

5. 道岔静态检查内容和周期见表 1-2-3。

表 1-2-3 道岔检查内容与周期

序 号	检 查 内 容	检 查 方 式	检查周期
1	轨距、水平、支距、高低、轨向	全面检测	每月检查 1 遍
2	斥离尖轨非工作边与基本轨工作边最小间距	全面查看 重点检测	
3	查照间隔		
4	护轨轮缘槽宽度		
5	尖轨与基本轨、心轨与翼轨、短心轨和叉跟尖轨间隙、尖轨与滑床台、心轨与滑床台间隙,尖轨与顶铁、心轨与顶铁间隙		
6	辊轮状态		
7	滑床台与基板脱焊及台面磨损情况		
8	扣件状态		
9	弹性夹、拉簧状态		
10	弹性铁垫板、弹性基板等各种垫板状态		
11	限位器、间隔铁、顶铁、轨撑、接头铁、连杆等联结螺栓松动、变形或损坏情况		
12	尖轨防跳限位装置与斥离尖轨(标准开口)间隙,尖轨防跳顶铁与密贴尖轨间隙,心轨防跳顶铁、卡铁、间隔铁与心轨间隙		
13	尖轨相对于基本轨、心轨相对于翼轨的伸缩位移;两尖轨相对伸缩位移		
14	轮轨接触面(光带)检查,重点检查尖轨与基本轨共同受力部位接触面(位置、塑性变形、磨损等)		
15	其他零件损坏、变形或缺失情况		
16	尖轨各控制断面相对于基本轨高差	全面检测	每季度 检查 1 遍
17	心轨各控制断面相对于翼轨高差		

6. 调节器静态检查内容和周期见表 1-2-4。

表 1-2-4 调节器检查内容与周期

序 号	检 查 内 容	检查方式	检 查 周 期
1	轨距、水平、高低、轨向	全面检测	每月检查 1 遍
2	尖轨与基本轨、扣件、轨撑间隙	全面查看 重点检测	
3	扣件、垫板、轨撑状态		
4	其他零件损坏、变形或缺失情况		
5	尖轨控制断面相对于基本轨高差	全面检测	每季度检查 1 遍

7. 对无缝线路、道岔及调节器钢轨纵向位移每季度全面观测一次,对需进行应力放散和调整的区段应分析原因,及时处理。

8. 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,应在昼间进行巡视,每年应不少于一遍。对道岔的结构及联结零件巡视每周不少于一次。

(二) 动态检测要求

1. 应采用综合检测列车、车载式线路检查仪等检测设备对线路进行周期性检查,按局部不平顺(峰值)和区段整体不平顺(均值)进行动态质量管理。

2. 检查周期

(1) 综合检测列车每 10~15 天检查 1 遍。

(2) 动车组应安装车载式线路检查仪,每天对线路检查不少于 1 遍。

(3) 工务段应使用便携式线路检查仪添乘检查线路,每月不少于 2 遍。

(4) 应采用巡检设备检查线路设备状态,每半年不少于 1 遍。

3. 综合检测列车检查报告

(1) 检查发现Ⅲ级及以上偏差或车辆动力学指标超限时,检测单位应立即通知铁路局。

(2) 检测单位应及时将检测报告提交给有关单位,并向铁路总公司提报月度和年度检测分析报告(含综合检测列车线路评分统计报告表)。

(3) 综合检测列车对线路局部不平顺采用偏差扣分办法进行评定,对整体不平顺采用 TQI 进行评定。综合检测列车检查结果应分线、分段汇入综合检测列车线路评分统计报告表中。

4. 工务段应设专人对动态检测结果进行全面分析,并进行必要的现场复核,编制月度动态检测分析报告,以指导线路维修作业。

5. 对综合检测列车发现的Ⅲ级及以上偏差处所,应及时安排临时补修;对超过轨道质量指数(TQI)管理值的区段或成段几何尺寸超过轨道经常保养容许偏差管理值的处所,应安排经常保养;对车辆动力学指标超限处所,应及时分析原因,安排整修;对Ⅳ级偏差处所或Ⅲ级偏差且车辆动力学指标超限处,所应立即限速,200~250 km/h 线路限速不超过 160 km/h,250(不含)~300 km/h 线路限速不超过 200 km/h。

6. 综合检测列车发现的轨向水平逆向复合不平顺和连续三波及多波高低、轨向不平顺,以及车载式线路检查仪和添乘检查发现的不良处所,应及时进行分析和处理,具体办法由铁路局规定。

(三) 钢轨检查要求

1. 钢轨探伤

(1) 应采用以探伤车为主、探伤仪为辅的方式对正线钢轨进行周期性探伤,探伤车检查发

现的伤损应采用探伤仪进行复核。

(2)应采用探伤仪对焊接接头、站线、道岔(包括尖轨和心轨变截面部分)、调节器(含尖轨变截面部分)及其前后 60 m 钢轨进行周期性探伤。

2. 探伤周期

(1)使用探伤车对正线钢轨每年检查不少于 7 遍,冬季应缩短检查周期;使用钢轨探伤仪对正线钢轨每年检查 1 遍;使用钢轨探伤仪对到发线钢轨每年检查 4 遍,其他站线每年检查 1 遍。冬季可适当缩短探伤周期。

(2)使用钢轨探伤仪正线道岔及调节器的钢轨每月检查 1 遍,对到发线道岔每年检查 4 遍,其他站线道岔每年检查 1 遍。

(3)对正线无缝线路和道岔、调节器钢轨的焊缝还应使用焊缝探伤仪进行全断面探伤,厂焊焊缝每 5 年检查 1 遍;现场闪光焊焊缝每年检查 1 遍,铝热焊焊缝每半年检查 1 遍。

3. 钢轨外观及表面伤损检查

(1)应采用巡检设备与人工巡视相结合的方式对钢轨外观进行检查。人工巡视检查每年不少于 1 遍。发现钢轨擦伤、鱼鳞裂纹、磨耗、锈蚀及其他伤损时,应进行复核。

(2)对磨耗达到轻伤的钢轨、道岔及调节器应使用钢轨轮廓(磨耗)测量仪每季度至少检查 1 遍。

(3)对剥离裂纹、表面裂纹和擦伤每季度检查 1 遍,必要时进行涡流和磁粉探伤。

涡流探伤主要用于曲线区段钢轨表面及近表面缺陷,特别是表面斜裂纹检查。

磁粉探伤主要用于焊后焊接接头及道岔表面及近表面缺陷检查。道岔磁粉探伤主要部位是尖轨全长的轨顶面、轨腰外侧面和轨底上表面;心轨的轨顶面以及高锰钢铸造翼轨的轨顶面和轨腰外侧面。磁粉探伤方法依据《无损检测 磁粉检测 第 1 部分:总则》(GB/T15822.1)进行。

(4)对正线钢轨现场焊焊缝平直度,应使用钢轨平直度测量仪每年至少检查 1 遍,对低塌达到轻伤的焊接接头,每季度至少检查 1 遍。

(5)应对钢轨外观及表面伤损检查结果做好记录。

第三节 线路检测标准

一、普速铁路线路设备修理标准

1. 线路轨道静态几何尺寸容许偏差管理值见表 1-3-1。

表 1-3-1 线路轨道静态几何尺寸容许偏差管理值

项 目	$v_{\max}>160\text{ km/h}$ 正线			$160\text{ km/h}\geq v_{\max}>120\text{ km/h}$ 正线			$v_{\max}\leq 120\text{ km/h}$ 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(mm)	+2 -2	+4 -2	+6 -4	+4 -2	+6 -4	+8 -4	+6 -2	+7 -4	+9 -4	+6 -2	+9 -4	+10 -4
水平(mm)	3	5	8	4	6	8	4	6	10	5	8	11
高低(mm)	3	5	8	4	6	8	4	6	10	5	8	11
轨向(直线)(mm)	3	4	7	4	6	8	4	6	10	5	8	11

续上表

项 目		$v_{\max}>160\text{ km/h}$ 正线			$160\text{ km/h}\geq v_{\max}>120\text{ km/h}$ 正线			$v_{\max}\leq 120\text{ km/h}$ 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
三角坑 (扭曲) (mm)	缓和曲线	3	4	6	4	5	6	4	5	7	5	7	8
	直线和圆曲线	3	4	6	4	6	8	4	6	9	5	8	10

- 注:①轨距偏差含曲线上按规定设置的轨距加宽值,但最大轨距(含加宽值和偏差)不得超过1456 mm;
②轨向偏差和高低偏差为10 m弦测量的最大矢度值;
③三角坑偏差含曲线超高顺坡造成的扭曲量,检查三角坑时基长为6.25 m,但在延长18 m的距离内无超过表列的三角坑;
④专用线按其他站线办理。

2. 道岔轨道静态几何尺寸容许偏差管理值见表1-3-2。

表 1-3-2 道岔轨道静态几何尺寸容许偏差管理值

项 目		$v_{\max}>160\text{ km/h}$ 正线			$160\text{ km/h}\geq v_{\max}>120\text{ km/h}$ 正线			$v_{\max}\leq 120\text{ km/h}$ 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(mm)		+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(mm)		3	5	7	4	5	8	4	6	9	6	8	10
高低(mm)		3	5	7	4	5	8	4	6	9	6	8	10
轨向 (mm)	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
三角坑(扭曲)(mm)		3	4	6	4	6	8	4	6	9	5	8	10

- 注:①支距偏差为现场支距与计算支距之差;
②导曲线下股高于上股的限值:作业验收为0,经常保养为2 mm,临时补修为3 mm;
③三角坑偏差含曲线超高顺坡造成的扭曲量,检查三角坑时基长为6.25 m,但在延长18 m的距离内无超过表列的三角坑;
④尖轨尖处轨距的作业验收的容许偏差管理值为±1 mm;
⑤专用线道岔按其他站线道岔办理。

3. 轨道检查车对轨道动态局部不平顺(峰值管理)检查的项目为轨距、水平、高低、轨向、三角坑、车体垂向振动加速度和横向振动加速度七项。各项偏差等级划分为四级:I级为保养标准,II级为舒适度标准,III级为临时补修标准,IV级为限速标准。各级容许偏差管理值见表1-3-3。

表 1-3-3 轨道动态质量容许偏差管理值

项 目	$v_{\max}>160\text{ km/h}$ 正线				$160\text{ km/h}\geq v_{\max}>120\text{ km/h}$ 正线				$v_{\max}\leq 120\text{ km/h}$ 正线			
	I级	II级	III级	IV级	I级	II级	III级	IV级	I级	II级	III级	IV级
轨距(mm)	+4 -3	+8 -4	+12 -6	+15 -8	+6 -4	+10 -7	+15 -8	+20 -10	+8 -6	+12 -8	+20 -10	+24 -12
水平(mm)	5	8	12	14	6	10	14	18	8	12	18	22

续上表

项 目	$v_{\max} > 160 \text{ km/h}$				$160 \text{ km/h} \geq v_{\max}$				$v_{\max} \leq 120 \text{ km/h}$			
	正线				>120 km/h 正线				正线			
	I 级	II 级	III 级	IV 级	I 级	II 级	III 级	IV 级	I 级	II 级	III 级	IV 级
高低(mm)	5	8	12	15	6	10	15	20	8	12	20	24
轨向(mm)	5	7	10	12	5	8	12	16	8	10	16	20
扭曲(三角坑) (mm) (基线 2.4 m)	4	6	9	12	5	8	12	14	8	10	14	16
车体垂向加速度(g)	0.10	0.15	0.20	0.25	0.10	0.15	0.20	0.25	0.10	0.15	0.20	0.25
车体横向加速度(g)	0.06	0.10	0.15	0.20	0.06	0.10	0.15	0.20	0.06	0.10	0.15	0.20

注:①表中各种偏差限值为实际幅值的半峰值;

②高低、轨向不平顺按实际值评定;

③水平限值不含曲线上按规定设置的超高值及超高顺坡量;

④三角坑限值包含缓和曲线超高展坡造成的扭曲量;

⑤固定型辙叉的有害空间部分不检查轨距、轨向;其他检查项目及检查标准与线路相同。

4. 轨道检查车检查线路区段整体不平顺(均值管理)的动态质量用轨道质量指数(TQI)评定。轨道质量指数管理值见表 1-3-4。

表 1-3-4 轨道质量指数(TQI)管理值

项 目		高低	轨向	轨距	水平	三角坑	TQI
管理值	$v_{\max} \leq 160 \text{ m/h}$	2.5×2	2.2×2	1.6	1.9	2.1	15.0
	$v_{\max} > 160 \text{ km/h}$	1.5×2	1.6×2	1.1	1.3	1.4	10.0

5. 钢轨扣件修理标准

扣件伤损达到下列标准,应有计划地修理或更换:

- (1)螺旋道钉折断、浮起,螺帽或螺杆丝扣损坏,严重锈蚀。
- (2)垫圈损坏或作用不良。
- (3)弹条、扣板(弹片)损坏或不能保持应有的扣压力。
- (4)扣板、轨距挡板严重磨损,扣板、轨距挡板前后离缝超过 2 mm。
- (5)挡板座、铁座损坏或作用不良。

6. 钢轨伤损分类及评判标准

钢轨伤损按程度分为轻伤、重伤和折断三类。

(1)钢轨轻伤和重伤标准

钢轨轻伤和重伤标准见表 1-3-5~表 1-3-7。探伤人员、线路(检查)工长认为钢轨有伤损时,也可判为轻伤或重伤。

(2)钢轨折断标准

钢轨折断是指发生下列情况之一者:

- ①钢轨全截面断裂;
- ②裂纹贯通整个轨头截面;
- ③裂纹贯通整个轨底截面;

④允许速度不大于 160 km/h 区段钢轨顶面上有长度大于 50 mm 且深度大于 10 mm 的掉块,允许速度大于 160 km/h 区段钢轨顶面上有长度大于 30 mm 且深度大于 5 mm 的掉块。

表 1-3-5 钢轨轻伤和重伤标准

伤损项目	伤 损 程 度						备 注
	轻 伤			重 伤			
	$v_{\max}>160\text{ km/h}$	$160\text{ km/h}\geq v_{\max}>120\text{ km/h}$	$v_{\max}\leq 120\text{ km/h}$	$v_{\max}>160\text{ km/h}$	$160\text{ km/h}\geq v_{\max}>120\text{ km/h}$	$v_{\max}\leq 120\text{ km/h}$	
钢 轨 头 部 磨 耗	磨耗量超过表 1-3-6 所列限度之一者			磨耗量超过表 1-3-7 所列限度之一者			
轨 端 或 轨 顶 面 剥 落 掉 块	长度超过 15 mm 且深度超过 3 mm	长度超过 15 mm且深度超过 3 mm	长度超过 15 mm 且深度超过 4 mm	长度超过 25 mm 且深度超过 3 mm	长度超过 25 mm 且深度超过 3 mm	长度超过 30 mm且深度超过 8 mm	
钢 轨 顶 面 擦 伤	深度超过 0.5 mm	深度超过 0.5 mm	深度超过 1 mm	深度超过 1 mm	深度超过 1 mm	深度超过 2 mm	
钢 轨 低 头	超过 1 mm	超过 1.5 mm	超过 3 mm	超过 1.5 mm	超过 2.5 mm	超过 3.5 mm	用 1 m 直尺测量最低处矢度,包括轨端轨顶面压伤和磨耗在内
波 浪 形 磨 耗	谷深超过 0.3 mm	谷深超过 0.3 mm	谷深超过 0.5 mm				
钢 轨 表 面 裂 纹				有	有	有	包括螺孔裂纹、轨头下颏水平裂纹(透锈)、轨腰水平裂纹、轨头纵向裂纹、轨底裂纹等(不含轮轨接触疲劳引起轨顶面表面或近表面的鱼鳞裂纹)
钢 轨 内 部 裂 纹				有	有	有	包括核伤(黑核、白核)、钢轨纵向裂纹等
钢 轨 变 形				有	有	有	轨头扩大、轨腰扭曲或臃包等,经判断确认内部有暗裂
钢 轨 锈 蚀				经除锈后,轨底厚度不足 8 mm 或轨腰厚度不足 14 mm		经除锈后,轨底厚度不足 5 mm或轨腰厚度不足 8 mm	

表 1-3-6 钢轨头部磨耗轻伤标准 (mm)

钢轨 (kg/m)	总 磨 耗				垂 直 磨 耗				侧 面 磨 耗			
	$v_{\max}>160\text{ km/h}$ 正线	$160\text{ km/h}\geq v_{\max}>120\text{ km/h}$ 正线	$v_{\max}\leq 120\text{ km/h}$ 正线及 到发线	其他 站线	$v_{\max}>160\text{ km/h}$ 正线	$160\text{ km/h}\geq v_{\max}>120\text{ km/h}$ 正线	$v_{\max}\leq 120\text{ km/h}$ 正线及 到发线	其他 站线	$v_{\max}>160\text{ km/h}$ 正线	$160\text{ km/h}\geq v_{\max}>120\text{ km/h}$ 正线	$v_{\max}\leq 120\text{ km/h}$ 正线及 到发线	其他 站线
75	9	12	16	18	8	9	10	11	10	17	16	18
75 以下 ~60	9	12	14	16	8	9	9	10	10	12	14	16
60 以下 ~50			12	14			8	9			12	14
50 以下 ~43			10	12			7	8			10	12
43 以下			9	10			7	7			9	11

注:①总磨耗=垂直磨耗+1/2 侧面磨耗;
②垂直磨耗在钢轨顶面宽 1/3 处(距标准工作边)测量;
③侧面磨耗在钢轨踏面(按标准断面)下 16 mm. 处测量。

表 1-3-7 钢轨头部磨耗重伤标准 (mm)

钢轨 (kg/m)	垂 直 磨 耗			侧 面 磨 耗		
	$v_{\max}>160\text{ km/h}$ 正线	$160\text{ km/h}\geq v_{\max}>120\text{ km/h}$ 正线	$v_{\max}\leq 120\text{ km/h}$ 正线及到发线 及其他站线	$v_{\max}>160\text{ km/h}$ 正线	$160\text{ km/h}\geq v_{\max}>120\text{ km/h}$ 正线	$v_{\max}\leq 120\text{ km/h}$ 正线及到发线 及其他站线
75	10	11	12	12	16	21
75 以下~60	10	11	11	12	16	19
60 以下~50			10			17
50 以下~43			9			15
43 以下			8			13

二、高速铁路线路设备修理标准

(一)无砟轨道修理标准

1. 线路静态几何尺寸容许偏差管理值见表 1-3-8 和表 1-3-9。

表 1-3-8 200~250 km/h 线路轨道静态几何尺寸容许偏差管理值

项 目	作业验收	经常保养	临时补修	限速(160 km/h)
轨距(mm)	+1 -1	+4 -2	+6 -4	+8 -6
水平(mm)	2	5	8	10
高低(mm)	2	5	8	11
轨向(直线)(mm)	2	4	7	9
扭曲(mm/3 m)	2	4	6	8
轨距变化率	1/1 500	1/1 000	—	—

注:①高低和轨向偏差为 10 m 及以下弦测量的最大矢度值;
②扭曲偏差不含曲线超高顺坡造成的扭曲量。

表 1-3-9 250(不含)~350 km/h 线路轨道静态几何尺寸容许偏差管理值

项 目	作业验收	经常保养	临时补修	限速(200 km/h)
轨距(mm)	+1	+4	+5	+6
	-1	-2	-3	-4
水平(mm)	2	4	6	7
高低(mm)	2	4	7	8
轨向(直线)(mm)	2	4	5	6
扭曲(mm/3 m)	2	3	5	6
轨距变化率	1/1 500	1/1 000	—	—

注:①高低和轨向偏差为 10 m 及以下弦测量的最大矢度值;

②扭曲偏差不含曲线超高顺坡造成的扭曲量。

2. 轨道静态几何尺寸长弦测量作业验收容许偏差管理值见表 1-3-10。

表 1-3-10 长弦测量作业验收容许偏差管理值

项 目	基线长(m)	测点间距(m)	容许偏差(mm)
高 低	480a	240a	≤10
	48a	8a	≤2
轨 向	480a	240a	≤10
	48a	8a	≤2

注:①表中 a 为扣件节点间距,单位为 m。

②当弦长为 48a 时,相距 8a 的任意两测点实际矢度差与设计矢度差的偏差不得大于 2 mm;当弦长为 480a 时,相距 240a 的任意两测点实际矢度差与设计矢度差的偏差不得大于 10 mm。

③容许偏差指相距测点间距的任意两测点实际矢度差与设计矢度差的偏差。

3. 曲线正矢作业验收、经常保养和临时补修容许偏差管理值见表 1-3-11 和表 1-3-12。

表 1-3-11 200~250 km/h 线路曲线正矢容许偏差管理值(mm)

项 目	实测正矢与计算正矢差		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

注:曲线正矢用 20 m 弦在钢轨踏面下 16 mm 处测量。

表 1-3-12 250(不含)~350 km/h 线路曲线正矢容许偏差管理值(mm)

项 目	实测正矢与计算正矢差		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	3	5
经常保养	3	4	5	6
临时补修	4	5	6	8

注:曲线正矢用 20 m 弦在钢轨踏面下 16 mm 处测量。

4. 线路动态不平顺管理值见表 1-3-13 和表 1-3-14。

表 1-3-13 200~250 km/h 线路轨道动态质量容许偏差管理值

项 目		经常保养	舒适度	临时补修	限速(160 km/h)
偏差等级		I 级	Ⅱ 级	Ⅲ 级	Ⅳ 级
轨距(mm)		+4 -3	+6 -4	+8 -6	+12 -8
水平(mm)		5	8	10	13
扭曲(基长 3 m)(mm)		4	6	8	10
高低(mm)	波长 1.5~42 m	5	8	11	14
轨向(mm)		5	7	8	10
高低(mm)	波长 1.5~70 m	6	10	15	—
轨向(mm)		6	8	12	—
车体垂向加速度(m/s ²)		1.0	1.5	2.0	2.5
车体横向加速度(m/s ²)		0.6	0.9	1.5	2.0
轨距变化率(基长 3 m)(‰)		1.0	1.2	—	—

注:①表中管理值为轨道不平顺实际幅值的半峰值;
②水平限值不包含曲线按规定设置的超高值及超高顺坡量;
③扭曲限值包含缓和曲线超高顺坡造成的扭曲量;
④车体垂向加速度采用 20 Hz 低通滤波,车体横向加速度 I、Ⅱ级标准采用 0.5~10 Hz 带通滤波处理的值进行评判,Ⅲ、Ⅳ级标准采用 10 Hz 低通滤波处理的值进行评判;
⑤避免出现连续多波不平顺和轨向、水平逆向复合不平顺。

表 1-3-14 250(不含)~350 km/h 线路轨道动态质量容许偏差管理值

项 目		经常保养	舒适度	临时补修	限速(200 km/h)
偏差等级		I 级	Ⅱ 级	Ⅲ级	Ⅳ级
轨距(mm)		+4 -3	+6 -4	+7 -5	+8 -6
水平(mm)		5	6	7	8
扭 曲(基长 3 m)(mm)		4	6	7	8
高低(mm)	波长 1.5~42 m	4	6	8	10
轨向(mm)		4	5	6	7
高低(mm)	波长 1.5~120 m	7	9	12	15
轨向(mm)		6	8	10	12
复合不平顺(mm)		6	8	—	—
车体垂向加速度(m/s ²)		1.0	1.5	2.0	2.5
车体横向加速度(m/s ²)		0.6	0.9	1.5	2.0
轨距变化率(基长 3 m)(‰)		1.0	1.2	—	—

注:①表中管理值为轨道不平顺实际幅值的半峰值;
②水平限值不包含曲线按规定设置的超高值及超高顺坡量;
③扭曲限值包含缓和曲线超高顺坡造成的扭曲量;
④车体垂向加速度采用 20 Hz 低通滤波;车体横向加速度 I、Ⅱ级标准采用 0.5~10 Hz 带通滤波处理的值进行评判,Ⅲ、Ⅳ级标准采用 10 Hz 低通滤波处理的值进行评判;
⑤复合不平顺指水平和轨向逆向复合不平顺,按水平和 1.5~42 m 轨向代数差计算。避免出现连续多波不平顺。

5. 均值管理。200~250 km/h 和 250(不含)~350 km/h 线路轨道质量指数(TQI)和单项标准差管理值见表 1-3-15 和表 1-3-16。

表 1-3-15 200~250 km/h 线路轨道质量指数(TQI)管理值

项 目		高低	轨 向	轨 距	水 平	扭 曲	TQI
波长范围	1.5~42 m	1.4×2	1.0×2	0.9	1.1	1.2	8.0

注:波长范围为 1.5~42 m 的单项标准差计算长度 200 m。

表 1-3-16 250(不含)~350 km/h 线路轨道质量指数(TQI)管理值

项 目	高低	轨 向	轨 距	水 平	扭 曲	TQI
波长范围	1.5~42 m	0.8×2	0.7×2	0.6	0.7	5.0

注:波长范围为 1.5~42 m 的单项标准差计算长度 200 m。

(二)有砟轨道修理标准

1. 线路静态几何尺寸容许偏差管理值见表 1-3-17 和表 1-3-18。

表 1-3-17 200~250 km/h 线路轨道静态几何尺寸容许偏差管理值

项 目	作业验收	经常保养	临时补修	限速(160 km/h)
轨距(mm)	+2 -2	+4 -2	+6 -4	+8 -6
水平(mm)	3	5	8	10
高低(mm)	3	5	8	11
轨向(直线)(mm)	3	4	7	9
扭曲(mm/3m)	3	4	6	8
轨距变化率	1/1 500	1/1 000	—	—

注:①高低和轨向偏差为 10 m 及以下弦测量的最大矢度值;

②扭曲偏差不含曲线超高顺坡造成的扭曲量。

表 1-3-18 250(不含)~300 km/h 线路轨道静态几何尺寸容许偏差管理值

项 目	作业验收	经常保养	临时补修	限速(200 km/h)
轨距(mm)	+2 -2	+4 -2	+5 -3	+6 -4
水平(mm)	2	4	6	7
高低(mm)	2	4	7	8
轨向(直线)(mm)	2	4	5	6
扭曲(mm/3 m)	2	3	5	6
轨距变化率	1/1 500	1/1 000	—	—

注:①高低和轨向偏差为 10 m 及以下弦测量的最大矢度值;

②扭曲偏差不含曲线超高顺坡造成的扭曲量。

2. 轨道静态几何尺寸长弦测量作业验收容许偏差管理值见表 1-3-19。

表 1-3-19 长弦测量作业验收容许偏差管理值

项 目	基线长(m)	测点间距(m)	容许偏差(mm)
高 低	300	150	≤10
	30	5	≤2
方 向	300	150	≤10
	30	5	≤2

注:当弦长为 30 m 时,相距 5 m 的任意两测点实际矢度差与设计矢度差的偏差不得大于 2 mm;当弦长为 300 m 时,相距 150 m 的任意两测点实际矢度差与设计矢度差的偏差不得大于 10 mm。

3. 曲线正矢作业验收、经常保养和临时补修容许偏差管理值见表 1-3-20 和表 1-3-21。

表 1-3-20 200~250 km/h 线路曲线正矢容许偏差管理值

项 目	实测正矢与计算正矢差		圆曲线正矢连续差 (mm)	圆曲线最大最小正矢差 (mm)
	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

注:曲线正矢用 20 m 弦在钢轨踏面下 16 mm 处测量。

表 1-3-21 250(不含)~300 km/h 线路曲线正矢容许偏差管理值

项 目	实测正矢与计算正矢差		圆曲线正矢连续差 (mm)	圆曲线最大最小正矢差 (mm)
	缓和曲线	圆曲线		
作业验收	2	3	3	5
经常保养	3	4	5	6
临时补修	4	5	6	8

注:曲线正矢用 20 m 弦在钢轨踏面下 16 mm 处测量。

4. 线路动态不平顺管理值见表 1-3-22 和表 1-3-23。

表 1-3-22 200~250 km/h 线路轨道动态质量容许偏差管理值

项 目		经常保养	舒适度	临时补修	限速(160 km/h)
偏差等级		I 级	Ⅱ 级	Ⅲ 级	Ⅳ 级
轨距(mm)		+4 -3	+6 -4	+8 -6	+12 -8
水平(mm)		5	8	10	13
扭曲(基长 3 m)(mm)		4	6	8	10
高低(mm)	波长 1.5~42 m	5	8	11	14
轨向(mm)		5	7	8	10
高低(mm)	波长 1.5~70 m	6	10	15	—
轨向(mm)		6	8	12	—
车体垂向加速度(m/s ²)		1.0	1.5	2.0	2.5
车体横向加速度(m/s ²)		0.6	0.9	1.5	2.0
轨距变化率(基长 3 m)(‰)		1.0	1.2	—	—

- 注:①表中管理值为轨道不平顺实际幅值的半峰值;
②水平限值不包含曲线按规定设置的超高值及超高顺坡量;
③扭曲限值包含缓和曲线超高顺坡造成的扭曲量;
④车体垂向加速度采用 20 Hz 低通滤波,车体横向加速度 I、Ⅱ级标准采用 0.5~10 Hz 带通滤波处理的值进行评判,Ⅲ、Ⅳ级标准采用 10 Hz 低通滤波处理的值进行评判;
⑤避免出现连续多波不平顺和轨向、水平逆向复合不平顺。

表 1-3-23 250(不含)~300 km/h 线路轨道动态质量容许偏差管理值

项 目		经常保养	舒适度	临时补修	限速(200 km/h)
偏差等级		I 级	Ⅱ 级	Ⅲ 级	Ⅳ 级
轨距(mm)		+4 -3	+6 -4	+7 -5	+8 -6
水平(mm)		5	6	7	8
扭曲(基长 3 m)(mm)		4	6	7	8
高低(mm)	波长 1.5~42 m	5	6	8	10
轨向(mm)		4	5	6	7
高低(mm)	波长 1.5~120 m	7	9	12	15
轨向(mm)		6	8	10	12
复合不平顺(mm)		6	8	—	—
车体垂向加速度(m/s ²)		1.0	1.5	2.0	2.5
车体横向加速度(m/s ²)		0.6	0.9	1.5	2.0
轨距变化率(基长 3 m)(‰)		1.0	1.2	—	—

- 注:①表中管理值为轨道不平顺实际幅值的半峰值;
②水平限值不包含曲线按规定设置的超高值及超高顺坡量;
③扭曲限值包含缓和曲线超高顺坡造成的扭曲量;
④车体垂向加速度采用 20 Hz 低通滤波,车体横向加速度 I、Ⅱ级标准采用 0.5~10 Hz 带通滤波处理的值进行评判,Ⅲ、Ⅳ级标准采用 10 Hz 低通滤波处理的值进行评判;
⑤复合不平顺指水平和轨向逆相位复合不平顺,按水平和 1.5~42 m 轨向代数差计算。避免出现连续多波不平顺。