第 5 卷◆第 02 期◆版本 1.0◆2023 年
文章类型：论文|刊号（ISSN）：2705-0637(P) / 2705-0645(O)

市域铁路轨道施工曲线病害成因及整治措施

朱春柏
江苏中车城市发展有限公司
DOI：10.12238/ems.v5i2.6096

[摘　要] 为促进市域铁路轨道施工质量及轨道后期运行安全性提升，开展市域铁路轨道施工曲线病害成因及整治措施研究。通过研究明确市域铁路轨道施工曲线病害成因包括：外轨超高设置不合理、轨底坡度设置不合理、曲线半径与圆顺度不良、铁路轨道材质选择不合理等，在此基础上调整曲线外轨超高、选择合理轨底坡度、提高曲线圆顺度、选用耐磨钢轨材质等整治措施。以期为实现对市域铁路轨道整体施工方案的优化，促进铁路轨道使用质量的提升和使用寿命的延长提供意见和建议。
[关键词] 市域；轨道；曲线；病害；施工；铁路；

Causes and Remediation Measures for Defects in Construction Curves of Urban Railway Tracks

Zhu Chunbai
Jiangsu CRRC Urban Development Co., Ltd
[Abstract] In order to promote the quality of urban railway track construction and improve the safety of track operation in the later stage, research has been carried out on the causes and remediation measures of urban railway track construction curve diseases. Through research, it is clear that the causes of defects in the construction curve of urban railway tracks include: unreasonable setting of outer rail superelevation, unreasonable setting of rail bottom slope, poor curve radius and roundness, and unreasonable selection of railway track materials. Based on this, adjustment of outer rail superelevation, selection of reasonable rail bottom slope, improvement of curve roundness, selection of wear-resistant steel rail materials, and other remediation measures are taken. To provide opinions and suggestions for optimizing the overall construction plan of the municipal railway track, promoting the improvement of the quality of railway track use and the extension of its service life.
[Key words] City; Track; Curve; Disease; Construction; Railway;

引言

当前，影响市域铁路轨道施工质量以及后期铁路运行的主要因素是铁路轨道病害问题。而在众多病害问题中，曲线病害是影响程度最大，且成因众多的一种轨道病害类型。轨道施工的曲线病害问题，一直是该领域研究人员重点关注的话题[1]。由于在市域完成铁路轨道的建设需要考虑到城市未来规划以及对其他工程项目的建设影响，轨道的设置必须绕过各类特殊的地质地段以及名胜古迹等，只能采用曲线轨道结构。同时，由于施工单位为了进一步降低工程投资，会尽可能选用半径更小的曲线结构，因此更容易发生轨道施工的曲线病害问题。为了确保市域铁路轨道施工及后期运行的安全，本文对造成钢轨曲线病害问题的具体原因进行分析，并以此为依据提出相应的整治措施。

1、市域铁路轨道施工曲线病害成因分析

1.1 外轨超高设置不合理

通常情况下，设置铁路轨道的外轨超高参数需要考虑轨道结构组成以及列车在行驶过程中通过曲线时的平均速度[2]。图1为铁路轨道结构组成示意图。

Copyright © This work is licensed under a Commons Attibution-Non Commercial 4.0 International License.

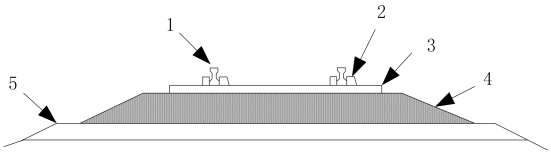

图1 铁路轨道结构组成示意图

图1中，编号1~5分别表示为连接零件、轨道加强设备、钢轨、轨枕、道床。超高、电客车等运行瞬时速度要求的理论超高与每一条曲线外轨超高实际值相差较大。当存在超高实际值过大的问题时，车辆在运行的过程中会重量偏载，造成车辆大部分负荷被里股钢轨结构承受，使得里股钢轨结构在垂直方向上产生的摩擦力进一步增加，进而最终造成压溃现象的产生，而对于铁路轨道的外轨结构而言，也会产生侧磨等不利影响。当存在超高过小的问题时，车辆在运行中外轮结构会紧贴外轨运行，这一现象也会对钢轨造成侧磨影响，进而造成曲线病害问题的产生。

1.2 轨底坡设置不正确或存在施工偏差

在对市域铁路轨道施工过程中，轨底坡度的设置会在极大程度上影响到轨道与轮轨之间接触点的位置，并且对于轨道承载力大小的影响也十分明显。若能够降低车轮与轨道之间的滑动摩擦，则其摩擦距离也能够适当缩减。在对轨底坡度进行设置时，适当增加坡度，则相应曲线位置上外股轨底坡的坡度会降低，进而促使列车的车轮对通过曲线位置上的轮规滑动量进一步降低，对于减缓曲线位置上钢轨结构的侧磨具有一定作用。

1.3 曲线圆顺度不良

除上述造成曲线病害问题的原因外，曲线半径设置不合理和曲线位置轨道圆顺度不良，也会造成曲线病害问题产生，进而产生侧磨现象，轨道两侧结构表面受到损伤，更严重者还会导致结构整体破裂，造成不可挽回的严重后果[3]。车辆在运行过程中若遇到曲线，则轨道的上股与下股半径会存在一定差异，这一差异的产生会使得列车内轮与外轮的运行长度发生较大改变，轮轨之间也会产生新的滑动摩擦力。通常情况下，曲线位置上的半径越大，圆顺度越低，则轨道之间产生的冲击角越大，曲线病害越严重。

除此之外，当曲线上存在圆顺度不良的问题，也会在一定程度上，造成列车轮对、转向架等结构产生来自水平方向上的振动力作用，进而在列车运行过程中改变车轮的方向，造成轮轨之间出现振荡型的曲线病害问题。

1.4 铁路轨道材质选择不合理

在市域铁路轨道施工的过程中，若轨道材质的选择不合理，则也会造成曲线病害问题的产生[4-5]。轨道的类型与材质都能够反映轨道的等级水平，列车的车轮的强度与轨道强度相比更高，则会造成轨道磨损的进一步加剧。因此，在实际施工过程中，若选择具备更高耐磨性的轨道材质完成施工，则能够有效减缓曲线位置上轨道的磨损，进而减轻曲线病害严重程度，甚至避免曲线病害问题的产生，促进整个铁路轨道的使用寿命延长。除此之外，通过合理选择铁路轨道的材质，也能够减少日常对铁路轨道的养护和维修工作量，从而进一步提高轨道施工的成效。

2、整治措施

2.1 正确设置曲线外轨超高

为了适应市域铁路运行的实际情况，并避免施工曲线病害问题产生，结合列车在行驶过程中的速度控制要求，对其超高参数进行重新设置。在实际设置超高参数时，需要首先完成对现场轨道具体磨损程度的检测，并根据检验结果对超高参数进行分析，选择最佳数值。表1为列车不同平均运行速度对应超高应降低的比例记录表。

表1 不同平均运行速度对应超高应降低的比例记录表

序号	列车平均运行速度	超高设置
（1）	120km/h	10%
（2）	100km/h	8%
（3）	80km/h	6%
（4）	60km/h	4%

按照表1中的数据，针对具体市域铁路列车运行的平均速度确定相应的超高，以此减小轨道钢轨侧的磨损，避免曲线病害问题产生。

2.2 调整轨底坡度

针对轨底坡设置不正确或存在施工偏差的问题，结合轨道

Copyright © This work is licensed under a Commons Attibution-Non Commercial 4.0 International License.

接触几何学对轨底坡大小进行设置，通常采用1/30轨底坡。在具体施工中，由于存在施工误差，因此需要引入钢轨平直度测量仪对轨底坡进行测定。图2为钢轨平直度测量仪及相关结构示意图。

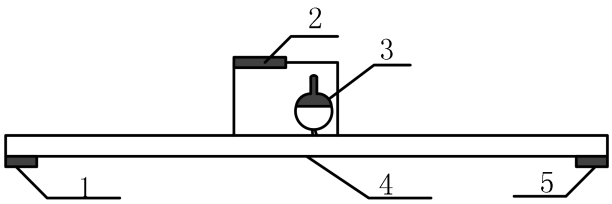

图2 钢轨平直度测量仪及相关结构示意图

图2所示的钢轨平直度测量仪为HT1-S0H5型号测量仪，图2中编号1~5分别表示为：左基垫块、提手、数显表、数显表测头、右基垫块。HT1-S0H5型号测量仪的基本性能参数如表2所示。

表2 HT1-S0H5型号测量仪基本性能参数

序号	性能参数	数值
（1）	工作量程	±1:10～±1:200
（2）	精度	-0.05° ~0.05°
（3）	分辨率	0.001°
（4）	工作温度	-25° C~55° C
（5）	运行时间	>50h
（6）	规格尺寸	220mm×90mm×90mm
（7）	重量	1.26kg

利用具备上述性能的测量仪对施工中的铁路轨道曲线轨底坡度进行测定，并结合测定结构进行相应调整。

2.3 提高曲线圆顺度

针对曲线半径与圆顺度不良造成的曲线病害问题，在允许维修的标准范围内，降低轨距，则列车在行驶过程中产生的水平方向位移减小，进一步降低轮轨之间的导向力。在这样的相互作用下，曲线位置上的轨道磨损程度降低，以此有效减轻或避免曲线圆顺度病害问题。

2.4 选用耐磨钢轨材质

针对铁路轨道材质选择不合理问题，可尝试选择合金材料制备钢轨和淬火冶炼制备的钢轨替代现有钢轨材质，以此提高轨道整体耐磨性和断裂韧性。除此之外，根据实际施工条件，还可选用表3中所示的各类耐磨钢轨材质，根据其性能进行合理选择。

表3 钢轨材质性能对应表

序号	钢轨材质	性能
（1）	U71Mn 锰钢轨	抗拉强度高、耐磨、硬度高
（2）	含钒微合金 U75V	耐磨性
（3）	Q235 钢轨	耐高温、耐磨等

在对钢轨材料选择时，需要结合施工成本、施工条件、施工区域地质特殊条件、曲线结构参数等多种因素，明确所需钢轨材质的性能，并对照表3中内容确定钢轨材质。

3、结束语

通过本文上述论述，明确了铁路轨道施工曲线的病害问题成因，并以此为依据提出了在施工中应当注意的重点并给出了明确的整治措施。同时，通过研究得出，针对市域铁路轨道施工中存在的曲线钢轨侧磨损情况进行实时监测能够有效避免曲线病害问题的产生，进而促进铁路设备的使用寿命得到延长。除此之外，为了进一步提高市域铁路车辆运行及轨道使用的安全性，还应当针对轨道状态进行实时监测，并将重点监测区域放在曲线轨道部分，例如针对曲线位置上轨道的轨下垫层弹性、扣件口压力等进行监测，并结合监测到的数据对其相关参数进行定期调整，从而保障市域铁路运行的安全性，提高城市铁路交通运输成效。

[参考文献]

[1]温浩,易忠来,涂英辉,等.CRTSⅡ型板式无砟轨道支承层斜裂病害整治效果评价[J].铁道建筑,2021,61(05):129-133+155.

[2]舒志乐,朱思宇,张华杰.无砟轨道CA砂浆层病害探地雷达检测及三维正演模拟[J].铁道科学与工程学报,2021,18(07):1679-1685.

[3]战家旺,史灼,潘龙江等.基于动刚度的CRTS Ⅰ型板式无砟轨道CA砂浆层病害评估方法[J].中国铁道科学,2020,41(04):21-28.

[4]刘井林,陈刚,高东泉.严寒地区CRTSⅠ型板式无砟轨道底座板病害修复技术[J].中国铁路,2020(07):127-130.

[5]李东昇,熊昌盛,杨怀志.京沪高速铁路CRTSⅡ型板式无砟轨道结构病害检查的优化建议[J]. 铁道建筑,2020,60(11):115-118.

Copyright © This work is licensed under a Commons Attibution-Non Commercial 4.0 International License.