

无缝道岔与普通道岔的性能对比与优化建议

乔龙彬 张旭文

国能新朔铁路有限责任公司大准铁路分公司 内蒙古 鄂尔多斯 010300

摘要：本文深入对比了无缝道岔与普通道岔在行车安全性与平稳性、维护与养护工作量、使用寿命与耐久性以及经济效益等方面的性能差异。通过实际案例——老牛湾7#-9#道岔无缝化技术改造实践，展示了无缝道岔在提升铁路运输效率 and 安全性方面的显著效果。文章进一步提出了无缝道岔的优化建议，包括提高结构稳定性和耐久性、智能化监测与维护以及环境适应性改进等方面。同时，对未来无缝道岔的发展趋势进行预测，重点探讨了新材料、新工艺的应用前景以及智能化、自动化技术的发展趋势。

关键词：无缝道岔；普通道岔；性能对比；优化建议

引言：在铁路运输系统中，道岔作为列车转向的关键设备，其性能直接影响着铁路运输的安全性和效率。随着技术的不断进步，无缝道岔逐渐取代了传统的普通道岔，成为现代铁路的重要组成部分。无缝道岔通过消除或减少道岔中的接头，实现了轨道的连续性和平顺性，显著提高了行车平稳性和安全性。因此，本文旨在对比无缝道岔与普通道岔的性能差异，提出优化建议，并预测未来发展趋势，为铁路运输的安全、高效运行提供有力保障。

1 无缝道岔与普通道岔的基本特性

在铁路运输系统中，道岔作为引导列车从一股轨道转向另一股轨道的关键设备，其性能直接影响着列车运行的安全性和效率。随着技术的不断进步，无缝道岔逐渐取代了传统的普通道岔，成为现代铁路的重要组成部分。

1.1 普通道岔的结构

普通道岔主要由转辙器、辙叉及护轨、连接部分以及岔枕等组成。转辙器用于实现道岔的转换功能，由尖轨、基本轨、滑床板、转辙机械等组成。辙叉及护轨部分则负责引导列车平稳通过道岔的交叉点，防止车轮跳出轨道。连接部分连接转辙器和辙叉，确保轨道的连续性。岔枕则用于支撑整个道岔结构，保证轨道的几何尺寸和稳定性。普通道岔的结构相对简单，但其存在明显的接头，这些接头在列车通过时会产生冲击和振动，影响行车平稳性和安全性。此外，接头处容易出现磨损、松动等问题，增加了维护工作量。

1.2 无缝道岔的设计原理

无缝道岔的设计原理主要在于消除或减少道岔中的接头，实现轨道的连续性和平顺性。这主要通过采用长钢轨焊接技术，将道岔各部件（如基本轨、尖轨等）焊接成长段无接头轨道来实现。无缝道岔的设计还需考虑

温度变化对轨道长度的影响，因此通常采用温度应力分散装置或伸缩调节器等措施，以适应温度变化引起的轨道长度变化。无缝道岔的设计还注重提高道岔的刚度和稳定性，以减少列车通过时的动态响应，提高行车平稳性和安全性。无缝道岔的辙叉部分通常采用高锰钢整铸辙叉或合金钢组合辙叉，以提高辙叉的耐磨性和使用寿命。

1.3 两者的主要区别与特点对比

与普通道岔相比，无缝道岔在结构、性能和维护等方面具有显著优势。（1）结构连续性：无缝道岔通过焊接技术消除了接头，实现了轨道的连续性，而普通道岔则存在明显的接头。（2）行车平稳性：无缝道岔能够显著减少列车通过时的冲击和振动，提高行车平稳性。而普通道岔由于接头的存在，列车通过时容易产生晃动和颠簸。（3）安全性：无缝道岔减少因接头松动、磨损等问题导致的安全隐患，提高了行车安全性。普通道岔则更容易出现这些问题，增加行车风险。（4）维护工作量：无缝道岔由于减少接头数量，降低维护工作量。普通道岔则需要定期检查接头状态，及时处理松动、磨损等问题^[1]。（5）使用寿命：无缝道岔由于结构连续、刚度高，使用寿命相对较长。普通道岔则因接头处容易出现磨损和损坏，使用寿命相对较短。无缝道岔在结构、性能和维护等方面均优于普通道岔，是现代铁路发展的重要趋势。

2 无缝道岔与普通道岔的性能对比

2.1 行车安全性与平稳性对比

行车安全性与平稳性是评价道岔性能的关键指标。普通道岔由于存在接头，当列车通过时，车轮与接头处的撞击会产生冲击力和振动，这不仅影响乘客的舒适度，还可能对轨道结构造成损害，增加行车风险。此外，接头处的磨损和松动也可能导致轨道几何尺寸的变

化,进一步影响行车安全。相比之下,无缝道岔通过焊接技术将各部件连接成整体,消除了接头,从而大大减少列车通过时的冲击力和振动。这不仅提高行车平稳性,降低了噪音和振动对列车和轨道结构的损害,还显著增强行车安全性。无缝道岔的设计还考虑了温度应力的释放,通过特殊的伸缩装置适应轨道长度的变化,进一步保障行车安全。在实际应用中,无缝道岔在保障列车高速、重载运行的安全性方面表现出色。例如,在高速铁路和重载铁路上,无缝道岔的应用显著减少列车脱轨、颠覆等安全事故的发生,为铁路运输的安全提供了有力保障。另外,无缝道岔在恶劣天气条件下的表现也更为优异。在雨雪、冰冻等天气下,普通道岔的接头处容易积水、结冰,导致轨道几何尺寸变化,增加行车风险。而无缝道岔由于消除了接头,减少了水分和冰块的积聚,因此在这些天气条件下仍能保持较高的行车安全性和平稳性。

2.2 维护与养护工作量对比

普通道岔由于存在接头,接头处容易出现磨损、松动等问题,因此需要定期检查和维修。这不仅增加了维护人员的工作量,还可能导致列车运行的中断,影响铁路运输的效率和可靠性。无缝道岔由于消除了接头,减少因接头问题导致的维护工作。无缝道岔的维护主要集中在轨道结构的整体稳定性和几何尺寸的保持上。虽然无缝道岔的初期安装成本较高,但由于减少了接头处的维护工作,长期来看,其维护成本相对较低。另外,无缝道岔的维护周期相对较长,维护工作量也较为集中。这有利于铁路部门合理安排维护计划,减少因维护导致的列车运行中断。同时,无缝道岔的维护还可以采用现代化的检测技术和手段,如激光测距、轨道几何状态检测车等,提高维护的准确性和效率^[2]。

2.3 使用寿命与耐久性对比

使用寿命与耐久性是评价道岔性能的重要指标。普通道岔由于接头处的磨损和松动等问题,其使用寿命相对较短。同时,接头处的磨损和松动还可能导致轨道几何尺寸的变化,进一步缩短道岔的使用寿命。无缝道岔由于消除了接头,减少了因接头问题导致的轨道结构损害。无缝道岔采用高强度、耐磨的材料制成,如高锰钢整铸辙叉、合金钢组合辙叉等,提高了辙叉的耐磨性和使用寿命。此外,无缝道岔的设计还考虑了轨道结构的整体稳定性和刚度,减少列车通过时的动态响应,进一步延长道岔的使用寿命。在实际应用中,无缝道岔的使用寿命通常比普通道岔长数倍甚至数十倍。这不仅可以减少铁路部门的维护成本,还可以提高铁路运输的效率

和可靠性。同时,无缝道岔的耐久性也更强,能够适应更恶劣的运行环境和更高的运行要求。

2.4 经济效益对比

普通道岔由于存在接头问题,需要频繁进行维护和更换,增加了维护成本和列车运行中断的损失。接头处的磨损和松动还可能导致轨道几何尺寸的变化,影响列车运行的平稳性和安全性,进一步降低铁路运输的经济效益。无缝道岔虽然初期安装成本较高,但由于消除了接头问题,减少维护和更换的频率,长期来看,其维护成本相对较低。同时,无缝道岔提高了行车平稳性和安全性,降低列车运行中断的损失,提高铁路运输的效率和可靠性。此外,无缝道岔的使用寿命更长,耐久性更强,能够适应更恶劣的运行环境和更高的运行要求,进一步提高了铁路运输的经济效益。在实际应用中,无缝道岔的经济效益通常比普通道岔更为显著。特别是在高速铁路、重载铁路等要求列车高速、重载运行的线路上,无缝道岔的应用可以显著提高铁路运输的效率和可靠性,降低维护成本和列车运行中断的损失,为铁路部门带来可观的经济效益。

3 案例:老牛湾7#-9#道岔无缝化技术改造实践

3.1 背景与目标

随着大准线运输需求的日益增长,对铁路设施的性

能和安全性提出了更高要求。唐公塔站区为了提升管内老牛湾工区道岔设备的质量,决定对7#-9#道岔进行无缝化技术改造。这一决策旨在通过技术升级,提高道岔的耐久性、平稳性和安全性,以更好地适应日益增长的运输需求。

3.2 改造内容

老牛湾7#-9#道岔(SC443-75/12型号)的无缝化改造工程涉及对岔区前后的短轨进行同步焊接更换为长钢轨。具体而言,通过焊接2根23.4米和1根58.5米的基本轨,以及2根14.211米和2根14米的尖轨,实现2组道岔的整体连接,总长度达到105.3米。这一改造工程采用了铝热焊焊接方式,成功取消了原有的7个接头,从而实现道岔的无缝化处理^[3]。

3.3 改造效果

无缝化技术改造的实施带来了显著的效果。首先,岔区的行车安全风险得到大幅降低,列车通过岔区时的平稳性得到了显著提高。由于消除了接头,列车在通过道岔时不再受到接头的冲击和振动,从而提高行车的舒适性和安全性。其次,这一改造减少工务维修工作量,降低接头养护的难度。接头是道岔中容易出现磨损和损坏的部位,无缝化处理后,这些部位的维护需求大幅减

少,从而减轻维修人员的负担。另外,无缝化道岔还改善了列车通过时的平稳性,延长道岔轨件的使用寿命。通过数据对比,改造后的道岔在材料消耗和经济效益上均优于改造前。这一改造不仅提升了道岔的性能,还为铁路部门带来可观的经济效益。

4 无缝道岔的优化建议与未来发展趋势

无缝道岔作为现代铁路系统中的重要组成部分,其性能的优化和未来的发展趋势对于提高铁路运输的安全性、效率和可靠性具有重要意义。

4.1 优化建议

4.1.1 提高结构稳定性和耐久性

无缝道岔在使用过程中,由于长期承受列车荷载和温度变化的影响,可能会出现结构变形和损坏。为了提高无缝道岔的结构稳定性和耐久性,可以采取以下优化措施:(1)采用更高强度的材料,如高性能合金钢,以提高道岔部件的承载能力和抗变形能力。(2)优化道岔结构设计,减少应力集中点,提高整体结构的稳定性和耐久性。(3)加强道岔部件的焊接质量和检测,确保焊接接头的强度和可靠性。

4.1.2 智能化监测与维护

随着物联网、大数据和人工智能技术的不断发展,智能化监测与维护已经成为无缝道岔优化的重要方向。通过安装传感器和监测设备,实时监测道岔的工作状态和性能指标,及时发现潜在问题并进行预警和维修,可以显著提高道岔的安全性和可靠性。建立无缝道岔智能化监测系统,实时监测道岔的几何尺寸、温度应力、振动等关键指标;利用大数据分析和人工智能技术,对监测数据进行深度挖掘和分析,预测道岔的寿命和潜在故障;建立智能化维护系统,根据监测结果自动生成维护计划,指导维护人员进行有针对性的维修工作。

4.1.3 环境适应性改进

无缝道岔在不同气候和地质条件下使用时,可能会面临不同的挑战。为了提高道岔的环境适应性,可以采取以下优化措施:针对严寒地区和高海拔地区,研发具有低温韧性和耐腐蚀性的特殊材料,以提高道岔在这些极端环境下的使用寿命;加强道岔的防水和排水设计,防止水分对道岔部件的侵蚀和损坏;针对不同地质条件,优化道岔的基础结构和支撑方式,提高道岔的稳定性和承载能力。

4.2 未来发展趋势预测

4.2.1 新材料、新工艺的应用前景

未来,随着材料科学和制造工艺的不断进步,新材料和新工艺将广泛应用于无缝道岔的研发和生产中。这些新材料和新工艺将带来更高的强度、更好的耐磨性和耐腐蚀性,以及更长的使用寿命。同时,新工艺的应用还将提高道岔的生产效率和降低成本,推动无缝道岔的普及和应用^[4]。

4.2.2 智能化、自动化技术的发展趋势

智能化和自动化技术将成为无缝道岔未来发展的主要方向。随着物联网、大数据、人工智能等技术的不断发展,无缝道岔将实现更加精准的监测和维护。通过实时监测道岔的工作状态和性能指标,可以及时发现潜在问题并进行预警和维修,从而避免重大事故的发生。自动化技术将应用于道岔的转换和维护过程中,减少人工干预和误差,提高道岔的转换效率和可靠性。另外,未来无缝道岔还将与整个铁路系统的智能化和自动化水平相协调,实现与列车控制系统、信号系统等的无缝连接和协同工作。这将进一步提高铁路运输的安全性、效率和可靠性,推动铁路行业的持续发展和创新。

结束语

综上所述,无缝道岔在行车安全性、平稳性、使用寿命以及经济效益等方面均表现出显著优势。通过实际案例的验证,无缝道岔的改造和应用对于提升铁路运输效率和安全性具有重要意义。未来,随着新材料、新工艺以及智能化、自动化技术的不断发展,无缝道岔的性能将进一步优化,应用领域也将不断扩大。铁路部门应积极跟进这些新技术和新方法的应用,不断提升铁路运输的安全性和效率,为经济社会的发展做出更大贡献。

参考文献

- [1]李柏军.探讨高速铁路道岔结构及维修养护[J].中国机械,2021(2):133-134.
- [2]谢爱华.铁路道岔便梁技术条件与结构方案研究[J].铁道建筑技术,2021(12):19-21,68.
- [3]崔帆.铁路道岔结构优化与性能提升研究[J].科技创新与应用,2024,14(02):79-81+86.
- [4]冯毅.高速与重载铁路道岔用支距垫板结构优化研究[J].山西建筑,2023,49(23):139-143.