

WUCHA GUIDAO JISHU

无碴轨道

技 术

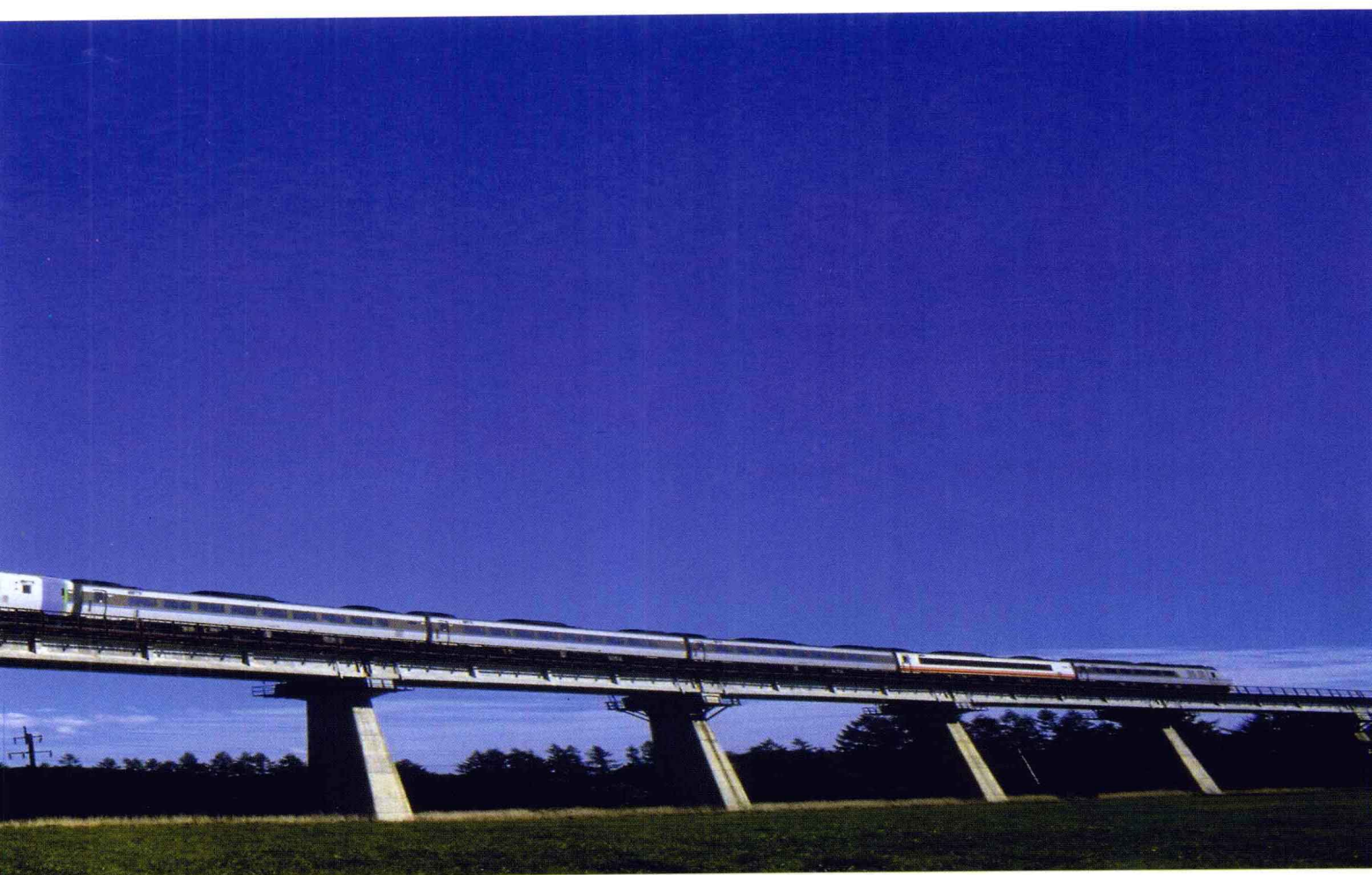
何华武 编著

中国铁道出版社

CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

无碴轨道技术

何华武 编著



中国铁道出版社

内 容 简 介

本书全面系统地介绍无碴轨道技术和经验。全书共分5章及1个附录。第1章介绍无碴轨道主要技术特点及无碴轨道在世界各国的发展历程,对有碴轨道和无碴轨道进行技术经济对比分析。第2章介绍国外主要型式的无碴轨道的结构组成和主要特点。第3章介绍我国无碴轨道设计技术及经验。第4章介绍无碴轨道对相关工程的影响,包括无碴轨道对线路、路基、桥梁、隧道、过渡段、轨道电路、噪声振动的影响和需要采用的相关技术。第5章介绍国内外无碴轨道施工技术及各类无碴轨道使用的施工机械。全书配有大量的彩色图片,图文并茂,可供科研、设计、制造、施工、运营及教学部门的人员阅读。

图书在版编目(CIP)数据

无碴轨道技术/何华武编著. —北京:中国铁道出版社, 2005.6 (2009.2重印)
ISBN978-7-113-06535-5

I. 无… II. 何… III. 无碴轨道 IV. U213.2

中国版本图书馆CIP数据核字(2005)第056490号

书 名: 无碴轨道技术
作 者: 何华武
出版发行: 中国铁道出版社(100054,北京市宣武区右安门西街8号)
策划编辑: 熊安春
责任编辑: 熊安春 陈若伟 傅希刚
封面设计: 冯龙彬
印 刷: 北京精彩雅恒印刷有限公司
开 本: 880×1230 1/16 印张: 14.75 字数: 311千
版 本: 2005年7月第1版 2009年2月第2次印刷
印 数: 6 001~8 000册
书 号: ISBN978-7-113-06535-5/U·1801
定 价: 100.00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,请与本社发行部调换。
编辑部电话 (010) 51873078 发行部电话 (010) 63545969



《无碴轨道技术》编委会

主 编：何华武

编 委：康 熊 赵有明 王 澜 叶阳升 王俊彪 韩自力
刘彦青 常荣生 殷宁俊 史存林 牛 斌 姚沅海

执行主编：侯文葳

编撰人员：（按姓氏笔划排列）

王 锋	王 澜	王继军	毛俊杰	毛鲲鹏	史玉杰
江 成	刘增杰	李海燕	辛学忠	肖俊恒	吴 彬
张千里	杨奎芳	范 佳	林之珉	赵国堂	侯文葳
徐 上	钱立新	钱振地	顾培雄	黄建苒	曾树谷
焦大化	魏 峰				

编 辑 组：侯文葳 刘卫华 杨宁清 吴 彬 刘文兰 刘 鑑

序

铁路是国家重要的基础设施、国民经济的大动脉和大众化的交通工具，在综合交通运输体系中处于骨干地位。为适应全面建设小康社会的要求，铁路必须以科学发展观为指导，快速扩充运输能力，快速提升技术装备水平，努力实现跨越式发展。

2004年初，国务院批准了《中长期铁路网规划》，确立了铁路建设蓝图：到2020年，全国铁路营业里程达到10万公里，建设客运专线1.2万公里，主要繁忙干线实现客货分线，复线率和电气化率达到50%，运输能力满足国民经济和社会发展需要。实施《中长期铁路网规划》，特别是建设世界一流客运专线，需要采用一整套先进、成熟、经济、适用、可靠的技术。目前在德国、日本等一些发达国家，铁路广泛采用的无碴轨道技术，具有轨道稳定性高、刚度均匀性好、结构耐久性强、维修工作量显著减少和技术相对成熟等特点。学习借鉴国外成熟经验，通过引进、消化、吸收和自主创新，发展我国的无碴轨道技术，对于组织新一轮大规模铁路建设，特别是建设世界一流客运专线，快速提升我国铁路技术装备，具有十分重要的作用。

从20世纪60年代起，我国就开展了无碴轨道技术的研究，并在一些铁路干线隧道和大型客站试验应用了这一技术，经过40多年的研究与实践，在无碴轨道的结构设计、施工方法、轨道基础的技术要求等方面积累了一些经验。但是由于我国对无碴轨道技术的研究还不够深入，特别是铺设无碴轨道的数量少、时间短，尚缺乏系统、成熟的设计、施工与运营经验，很多同志对无碴轨道技术还缺乏全面、系统的了解和认识，因此，迫切需要加强对无碴轨道技术相关知识、理论和经验的介绍、学习、研究，迫切需要培训大量掌握无碴轨道技术的干部、工程技术人员和技术工人。

《无碴轨道技术》一书，全面系统地介绍了国外无碴轨道技术和经验，同时汇集了我无碴轨道技术几十年的研究成果，内容十分丰富，可供从事无碴轨道技术研究和实践的工程建设人员、研究人员、大专院校师生学习参考，也可作为无碴轨道技术培训的教材。

铁路跨越式发展的全面深入推进，《中长期铁路网规划》实施工作的全面开展，为无碴轨道技术及其他先进铁路技术在我国铁路建设与发展中

的推广和运用，提供了非常有利的时机和条件。期待我国铁路工作者，按照立足国产化，引进和吸收国外先进经验和技术，增强自主创新能力，带动相关产业发展的要求，进一步开展包括无碴轨道技术在内的新技术的研究与实践，争取在较短时间内研制出符合我国国情、路情的铁路先进技术，以满足大规模铁路建设，特别是客运专线建设的需要，为快速提升我国铁路技术装备水平，实现铁路跨越式发展做出应有的贡献。

刘志军

2005年6月5日

前 言

《中长期铁路网规划》描绘了我国铁路发展的宏伟蓝图。到 2020 年，我国铁路营业总里程将达到 10 万公里，要建设“四纵四横”快速客运专线及三处城际快速轨道交通系统，实现主要繁忙干线客货分线运输。客运专线列车运行的安全性和舒适性，对轨道的平顺性、稳定性提出了更高的要求，也带来了我国线路设施方面技术路线的深刻变革。

无碴轨道具有轨道稳定性高、刚度均匀性好、结构耐久性强、维修工作量显著减少和技术相对成熟的突出优点。发展无碴轨道技术是我国铁路快速提升技术装备水平，实现铁路跨越式发展的重要举措之一。20 世纪 60 年代，世界各国开始研究使用无碴轨道，从室内试验，现场试铺到在高速铁路上的普遍推广，历经 40 余年，形成了具有各国特色的系列化、标准化产品。无碴轨道在铁道线路上的使用，从根本上改善列车走行的基础条件，实现了旅客列车平稳性、安全性、舒适性要求，并且大大缩短了维修时间，降低了维护成本。

无碴轨道技术发展比较成熟的主要国家是德国和日本，而德国和日本的发展道路又不相同。

德国采用的体制是自主研发、统一管理的模式。由德铁制定统一的技术要求，企业自主研究开发不同型号的无碴轨道，在指定的试验室进行实尺模型激振试验及性能综合评估，并经德铁技术检查团（EBA）认证、批准后，方有资格在线路上进行有限长度的试铺。试铺的无碴轨道要经过 5 年的运营考验并经 EBA 的审定，通过后方可正式使用。上述体制，大大调动了全社会研发无碴轨道的积极性，因此，德国铁路自 1959 年开始研究到现在先后在土质路基、高架桥上及隧道内试铺了各种混凝土道床和沥青混凝土道床的无碴轨道。经过不断改进、优化和完善，不仅形成了德国铁路的无碴轨道系列，而且还形成了比较成熟的技术规范和管理体系，研制了成套的施工机械设备和工程质量检测设备，使无碴轨道在德国顺利推广。

到 2003 年，德国铁路无碴轨道总铺设长度 600 多延长公里。德国无碴轨道的主型结构是轨枕埋入式和博格板式无碴轨道。雷达 2000、旭普林和柏林同属双块式埋入式无碴轨道，ATD、Getrac 等则为直接支承式无碴轨

道,与雷达、博格式轨道结构有较大差别。初期铺设的雷达型和博格式轨道都经历了30年的运营考验,轨道状态始终良好。2002年完工的科隆—法兰克福新建线铺设的雷达2000、旭普林和柏林无碴轨道占全长的87.6%,正在建设的纽伦堡—英戈尔施塔特线博格式无碴轨道占线路全长的84.3%。

日本研制发展无碴轨道采取有组织的统一研发推广模式,并且始终围绕各种类型的板式轨道展开。20世纪60年代中期,日本开始了板式无碴轨道结构系统的理论研究与试验。铁道综合技术研究所汇集轨道、土工、桥隧、材料以及化工等专业的研究人员组成系统攻关研究小组。在研究开发初期,研究小组针对不同的板式轨道方案进行了设计选型,并通过部件试验、实尺模型加载试验、设计修改、运营线试验段铺设,最终形成了日本板式轨道的系列产品。

日本板式轨道基本构成比较统一,但对于不同线路等级、不同自然条件、不同基础条件、不同车速和运营条件其构造与尺寸略有不同。板式轨道研发过程中,研究人员曾提出多种结构设计方案,如A型、M型、L型和RA型等。目前定型的板式轨道有普通A型、框架型及在特殊减振区段使用的减振G型等。

日本板式轨道在新干线的推广有一定的过程。1964年建成的东海道新干线,没有铺设无碴轨道。1972年建成的山阳新干线冈山以东铺设了8 km无碴轨道,占线路全长的5%;1992年建成的山阳新干线冈山以西修建了273 km的无碴轨道,占线路全长的69%;东北新干线无碴轨道占线路全长的82%;上越新干线无碴轨道占线路全长的90%。目前,日本不仅在桥梁、隧道中铺设无碴轨道,而且在路基上也全面推广使用。到目前为止,日本板式轨道铺设已经超过2 700延长公里。说明无碴轨道日益成为高速铁路客运专线首选道床结构,也说明无碴轨道技术在日本已经成熟,并且大面积推广。

法国是以有碴轨道为代表的高速铁路国家,一直以有碴轨道能够以 $270\sim 300\text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ 运营而感到骄傲。但后来发现早期建造的东南线、大西洋线,道碴粉化严重,轨道几何尺寸难于保持,维修周期缩短,维修费用大大增加,甚至影响正常的运营,使用不到10年不得不全面大修,更换道碴。法铁对道碴的粒径级配、颗粒形状指标、硬度系数标准进行了重新研究,拟订了新的规定。比如针对道碴的洛杉矶磨耗率、硬度系数标准(CH),TGV东南线原规定为洛杉矶磨耗率 $\leq 20\%$ 和 $\text{CH}\geq 17$,TGV北方线把其提高到洛杉矶磨耗率 $\leq 17\%$ 和 $\text{CH}\geq 20$,新建的地中海线再提高到

洛杉矶磨耗率 $\leq 16\%$ 和 $CH \geq 21$ 。除此之外,为减缓道碴的粉化,在桥梁上还采取了道碴下铺设橡胶垫的方式。与此同时,法国开始认识到无碴轨道的优越性,开展了无碴轨道的研究与试验。在新建的地中海线的隧道里铺设了 4.8 km 双块式无碴轨道,进行试验,还准备在东部高速线 40~50 km 的一个区间修建无碴轨道。

目前,无碴轨道的优越性已经被世界许多建设高速铁路的国家和地区认可。韩国、印度、荷兰、中国台湾近年修建的高速铁路都成段、成线地采用无碴轨道技术。

我国对无碴轨道的研究始于 20 世纪 60 年代。与国外的研究几乎同步。初期试铺过支承块式、短木枕式、整体灌注式等整体道床以及框架式沥青道床等多种型式。在成昆线、京原线、京通线、南疆线的隧道内铺设过长度约 300 km 的支承块式无碴轨道。后来试铺过由沥青混凝土铺装层与宽枕组成的沥青混凝土无碴轨道,全部铺设在大型客站和隧道内。在京九线九江长江大桥引桥上还铺设过无碴无枕结构。

1995 年~1997 年间,我国试铺弹性支承块式无碴轨道,并在秦岭隧道一线、二线推广使用,合计铺设长度 36.8 km。以后在宁西线(西安—南京)、兰武复线、宜万线、湘渝线等隧道内及城市轨道中得到广泛应用。1999 年在秦沈客运专线的沙河桥、狗河桥和双何桥上,分别铺设了长枕埋入式和板式无碴轨道,同时,提出了秦沈线无碴轨道设计技术条件、施工技术细则和无碴轨道工程质量检验评定标准。

在 40 多年的研究与实践中,我国在无碴轨道的结构设计、施工方法、轨道基础的技术要求等方面积累了宝贵的经验,为进一步发展无碴轨道技术打下了基础。

虽然修建无碴轨道的造价高于有碴轨道。但由于无碴轨道结构具有建筑高度低、每延米重量轻的特点,可使桥梁、隧道结构物的建设费用降低。此外,采用无碴轨道结构,还可大大减少工务综合维修工区的设置和大型养路机械的配备。据国外资料分析,无碴轨道造价大约是有碴轨道的两倍,这些费用可以在以后 10 年节约的养护维修费用中得到补偿。客运专线无碴轨道与有碴轨道的技术、经济比较,已经有了初步的结论,无碴轨道已成为客运专线的发展趋势。我国国民经济的快速发展和对铁路运输的迫切需求,使今后一段时间,成为无碴轨道技术在我国客运专线大面积推广的最佳时机。

我国无碴轨道铺设的数量少、时间短,设计、施工与运营经验不足。围绕一些关键技术问题,如路基地段特殊地质和土的处理、施工有关技

术与标准，大跨度梁的徐变上拱和梁端转角控制，隧道基底和仰拱结构，轨道结构刚度的合理匹配，扣件系统和无碴轨道的绝缘措施等，需要借鉴国外成熟经验，并通过国内外联合设计、试验段的建设和相关试验在尽可能短的时间内研究解决。

无碴轨道的推广，离不开技术装备的现代化。纵观世界各国无碴轨道的发展，优质的轨道结构与高度的机械化程度紧密相连。各国在发展无碴轨道技术的同时，研制了与无碴轨道施工、监控、检测相适应的成套机械设备和现代化程度高、使用方便的测试设备，使施工质量得到可靠保证。我国在发展无碴轨道技术时，应当通过引进、消化、吸收和自主创新，研制覆盖生产、运输、工地铺设等各个工序的成套设备，同时，还应当完善测试设备，实现我国无碴轨道技术装备的系列化、现代化、标准化。

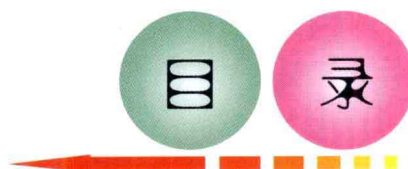
无碴轨道的建设需要科学的工程管理和严格的过程控制才能够保证工程质量。为此，需要培训大量懂得无碴轨道的各类人员。无碴轨道是系统工程，除了轨道结构本身，还涉及地基基础、支承结构、排水、通信信号、接触网等方方面面。由于我国铁路仅在少数桥梁和隧道里铺设无碴轨道，路基上铺设无碴轨道的试验还刚刚开展，道岔区还没有铺设经验，很多人对无碴轨道技术的理解还不够全面。在铁道部何华武总工程师的带领下，铁道科学研究院组成《无碴轨道技术》编写组，不仅汇集了大量国外技术资料和图片，还特别介绍了我国铁路专家研究无碴轨道的最新成果，在短时间内编写了这部培训教材。

《无碴轨道技术》一书涉及线路、土工、桥梁、隧道、电力、材料各领域，全书共分5章及1个附录。主要编写人员是：第1章，曾树谷；第2章，刘增杰；第3章、第4章，侯文葳；第5章，吴彬。何华武负责全书的修改、统校、定稿和关键段落的撰写。侯文葳负责全书内容的组织，协助通校、定稿工作。

为本书提供电子文档、研究报告、各类资料的人员有（按照姓氏笔划排列）：王 锋、王 澜、王继军、毛俊杰、毛鲲鹏、史玉杰、江 成、辛学忠、李海燕、辛学忠、肖俊恒、张千里、杨奎芳、范 佳、林之珉、赵国堂、徐 上、钱立新、钱振地、顾培雄、黄建苒、常荣生、焦大化、魏 峰。

本书在编写过程中，得到德国铁路有限责任公司、博格公司、弗莱德公司、韩国铁路施工工团、日本海外协力协会周敏西先生的帮助，在这里一并表示感谢。

本书中共有插图239幅，信息丰富、资料全面、图文并茂，通俗易懂，可供不同层次的人员学习无碴轨道知识。



第 1 章 无碴轨道概述 1

- 第一节 无碴轨道主要技术特点 2
- 第二节 世界各国无碴轨道的发展历程 5
- 第三节 我国无碴轨道的研究与应用 11
- 第四节 无碴轨道技术经济分析 15

第 2 章 国外无碴轨道类型及特点 27

- 第一节 无碴轨道类型 28
- 第二节 博格板式无碴轨道 28
- 第三节 雷达型无碴轨道 33
- 第四节 旭普林型无碴轨道 37
- 第五节 日本板式无碴轨道 39
- 第六节 弹性支承块型 (LVT) 无碴轨道 ... 46
- 第七节 其他类型无碴轨道 48
- 第八节 国外无碴轨道扣件 56
- 第九节 国外道岔区无碴轨道 60

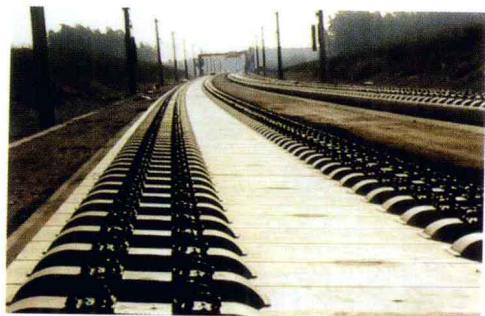
第 3 章 我国无碴轨道设计 67

- 第一节 无碴轨道选型原则与计算 68
- 第二节 板式轨道 74
- 第三节 双块式无碴轨道 87
- 第四节 长枕埋入式无碴轨道 89
- 第五节 无碴轨道扣件设计 90





第4章 无碴轨道相关工程	97
第一节 无碴轨道线路设计参数	98
第二节 无碴轨道路基工程	102
第三节 无碴轨道桥梁工程	111
第四节 无碴轨道隧道工程	115
第五节 无碴轨道过渡段	115
第六节 无碴轨道轨道电路	121
第七节 无碴轨道的噪声与振动	129
第5章 无碴轨道的施工	137
第一节 德国无碴轨道的施工技术	138
第二节 日本板式轨道施工技术	166
第三节 我国无碴轨道施工技术	185
附录 秦沈客运专线桥上无碴轨道工程的质量检验评定标准	202
参考文献	219



第1章

无碴轨道概述



根据我国《中长期铁路网规划》，到 2020 年我国铁路将建成“四纵四横”快速客运通道及三个区域城际快速客运系统。高速度、高密度、长距离跨线运输是我国客运专线主要运营特点。为满足行车安全、乘车舒适和准点行车的要求，铁路线路必须具有结构连续、平顺、稳定、耐久和少维修的性能。无碴轨道在国外高速铁路已得到广泛应用，并已在上述性能方面显示出明显的优越性，取得了良好的技术和经济效益。我国铁路对无碴轨道也进行了大量的研究与应用，特别是在桥上及隧道内已铺设过若干试验段，积累了一定的经验，这些都为在我国客运专线上继续研究、开发和推广无碴轨道打下了技术基础。

第一节 无碴轨道主要技术特点

一、良好的结构连续性和平顺性

有碴轨道采用均一性较差的天然道碴材料，在列车荷载作用下其道床肩宽、碴肩堆高、道床边坡、轨枕间距及轨枕在道床中的支承状态相对易于变化，并导致轨道几何形变。

无碴轨道的下部基础、底座、道床板（或 CA 砂浆调整层）均为现场工业化浇注；双块式轨枕、轨道板、微孔橡胶垫层、轨下胶垫、扣件、钢轨等均为工厂预制件或标准产品，可以保证其性能有较好的均一性。由此组成的轨道整体结构与有碴轨道相比具有更好的结构连续性和弹性均匀性，为提高轨道的平顺性，改善乘车质量提供了有利条件。

二、良好的结构恒定性和稳定性

无碴轨道结构中，作为无缝线路稳定性计算参数的轨道横向阻力、轨道纵向阻力不再依赖于材质和状态多变的有碴道床，其整体式轨下基础可为无缝线路提供更高和更恒定的轨道纵、横向阻力，具有更好的耐久性和更长的使用寿命。

三、良好的结构耐久性和少维修性能

无碴轨道维修工作量大大减少，被称为“省维修”轨道，为延长线路的维修周期以及客运专线列车的高密度、准点正常运行提供重要保证。

客运专线的行车速度高、密度大，所有线路地面检查、维修作业都必须在“天窗”时间内进行。我国客运专线由于跨线列车多，自身的行车密度又大，不可能完全像国外高速铁路那样白天行车、夜间轨道维修作业。要在白天、夜间均行车的条件下，安排“天窗”作业就更加困难。减少线路维修工作量是保证客运专线列车准点正常运行的前提条件。

无碴轨道采用整体式轨下基础。与采用散粒体结构的有碴道床基础相比，在列车荷载作用下不会产生道碴颗粒磨耗、粉化、相对错位所引起的道床结构变形；在列车荷载反复作用下不会产生变形积累，使轨道几何尺寸的变化基本控制在轨下胶垫、扣件及钢轨的松动和磨损等因素之内，从而大大降低轨道几何状态变化的速率，减少养护维修工作量，延长维修周期和轨道使用寿命。

四、工务养护、维修设施减少

由于维修工作量减少，可以延长每个综合维修中心和维修工区的管辖范围，从而减少上述维修部门的数量。同时也可相应减少每个部门配置的维修机械、停车股道数量和房屋等设施。

五、免除高速条件下有碴轨道的道碴飞溅

我国秦沈客运专线在线路开通之前进行的行车试验表明：行车速度达到 $250 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ 时，道心道碴出现飞碴现象，造成车辆转向架部分的车轴、制动缸等被道碴打击的现象（这种飞碴现象与线路开通前道床表面细碴、粉尘较多也有一定的关系）。根据法国 TGV 铁路的运营经验，有碴轨道在列车速度达到 $350 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ 时，出现较严重的道碴飞溅现象。后将速度降到 $320 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ 时，飞碴现象才有所改善。此外，在严寒冬季，冻结在车体下部的冰块融化时，冰块打在道碴上，溅起的道碴会打坏钢轨踏面。另外，在进行道床维修施工作业后，由于表层道碴松散，粉粒较多，也会产生飞碴，此时要求限速 $170 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ 行车。法国 TGV 铁路在严寒多雪地区，为了防止下雪天因道碴表面裹雪被列车风吹起，曾采取过在道床表面喷撒乳胶和雪天降速运行等措施。

采用无碴轨道之后，就可以完全免除道碴飞溅的顾虑。

六、有利于适应地形选线，减少线路的工程投资

无碴轨道的纵、横向稳定性较之有碴轨道大大增加。在选线困难的地段可以利用无碴轨道能承受较大轮轨横向力的有利条件，在保证舒适度的前提条件下，适当放宽曲线允许超高、欠超高的限制，减小最小曲线半径，从而有利于选线，减少工程量。

七、减少客运专线特级道碴的需求

为了延缓客运专线有碴轨道上道碴的磨耗和粉化，道碴材料要求采用为客运专线专门制定的特级道碴标准。我国特级道碴标准与国外高速铁路道碴标准相比，尽管在性能指标上仍有一定的差距，但符合这种性能要求的岩藏资源在我国，特别是中南和西南地区仍相当稀少，可能难以满足我国新建客运专线的需求。发展无碴轨道可以减少客运专线建设对特级道碴的需求量。

八、无碴轨道弹性较差

日本、德国开发无碴轨道的初衷是力求无碴轨道的轨道弹性等于或接近于有碴轨道的轨道弹性。但实际开发的结果却是无碴轨道的弹性仍低于有碴轨道。轨道弹性的降低会增加轴重对轨道破坏、失效和轨道状态恶化的影响，也会随着轴重的增加加剧环境振动和噪声。因此，在轴重较大的客货共线铁路以及轴重更大的重载铁路，国内外规模铺设无碴轨道的范例尚属罕见。

高速列车的轴重较轻、车辆转向架悬挂性能改善、簧下质量减小，为在高速铁路上采用无碴轨道创造了有利条件。

进一步改善无碴轨道弹性和降低列车轴重是今后在客运专线上发展无碴轨道的努力方向。

九、建设期工程总投资大于有碴轨道

与有碴轨道相比，尽管无碴轨道的结构高度低、自重轻，无碴轨道在隧道中铺设

时, 轨顶面以下的隧道开挖面积可适当减小; 在桥上铺设时, 由于其二期恒载相应减轻, 从而降低桥、隧工程费用。但无砟轨道结构本身的工程费用高于有砟轨道, 特别是在对振动和噪声等环境要求较高的地段, 用于减振降噪措施的费用比有砟轨道要高。总体来说, 无砟轨道建设期投资大于有砟轨道。

十、对地震和环保的适应性

日本是多地震国家。根据日本的经验, 无砟轨道在低等级地震条件下, 比有砟轨道具有更好的稳定性, 从而提高行车的安全性; 但在大地震情况下, 有砟、无砟轨道都会遭到破坏, 而无砟轨道的修复更为困难。

和有砟轨道相比, 无砟轨道的弹性较差、环境振动和噪声的量级较高。在靠近人口居住区及诸如学校、医院、办公区、度假区等环保要求较高的地段, 其减振降噪措施及相应的工程费用也会增加。

十一、关于线下工程的“工后零沉降”建设理念

无砟轨道的永久变形只能通过扣件进行调整以恢复其正常的轨道几何形状。由于扣件的调整量非常有限, 因此对于无砟轨道的变形, 特别是由于线下工程的沉降所引起的轨道永久变形必须做出严格的限制。线下工程工后沉降能否控制在规定的范围之内, 是无砟轨道能否在线路上进行规模铺设的关键。线下工程“工后零沉降”建设理念正是基于这样的要求而提出的。

“工后零沉降”建设理念就是在客运专线线下工程的设计(特别是合理的工程预算)、施工(特别是严格的工程质量监控)和管理(特别是合理的施工期限)中, 都要以“工后零沉降”为追求目标。传统设计、施工、管理中“预留沉降”的概念不再适用。我们把“工后零沉降”说成是一种“理念”, 而不是说成一种“理论”或“原理”, 是因为在实际工程中我们还没有一种可靠的理论或方法, 把工后沉降准确、可靠地控制为零。但是人们只有“求其上”, 才能保证至少“得其中”, 只有按“零沉降”理念要求, 最后才能取得实际工程“小沉降”的结果。为此, 人们在线路上部结构的设计中为这种“小沉降”提供了进行调整的手段, 并为线路下部工程的工后沉降规定了一个允许值(“零沉降”理念基础上的允许偏差), 作为工程实际操作和控制的标准, 从而在目标和现实之间留有一定的余地。

国外的高速铁路不仅在无砟轨道, 即使在有砟轨道的线下工程中也已引入了“工后零沉降”理念。德国高速铁路路基“追求的目标是不再产生工后沉降”。韩国高速铁路路基的要求是“一般情况为运营后要求路基零沉降”。日本高速铁路也要求路基工后零沉降。可以认为, 高速铁路的线下工程, 不论其上部是采用有砟轨道还是无砟轨道, 其工后沉降的追求目标和设计、施工、管理理念是相同的, 即“工后零沉降”。由此可以推论, 在通常的、大多数的地基条件下, 统一按“工后零沉降”理念建设的有砟轨道和无砟轨道线下工程, 其工程造价就应当在同一水平。正是高速铁路(不论是有砟轨道还是无砟轨道)对线下工程所提出的上述严格要求, 为无砟轨道铺设提供了所必须的线下基础条件。