



# 严寒地区高速铁路

## CRTS I型 无砟轨道板制造

张先军 编著



SEU 2634410

YANHAN DIQU GAOSU TIELU

CRTS I XING WUZHA GUIDAOBAN ZHIZAO

中国铁道出版社  
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

2634410

U238  
23

# 严寒地区高速铁路 CRTS I 型 无砟轨道板制造

张先军 编著



中国铁道出版社

2012年·北京

011438S

### 图书在版编目(CIP)数据

严寒地区高速铁路 CRTS I 型无砟轨道板制造/张先军  
编著. —北京:中国铁道出版社,2012.5  
ISBN 978-7-113-14654-2

I. ①严… II. ①张… III. ①高速铁路-无砟轨道-  
板式轨道-制造 IV. ①U213.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 084944 号

书 名:严寒地区高速铁路 CRTS I 型无砟轨道板制造  
作 者:张先军

责任编辑:曹艳芳 编辑部电话:010-51873017 电子信箱:chengcheng0322@163.com  
封面设计:郑春鹏  
责任校对:张玉华  
责任印制:郭向伟

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:北京精彩雅恒印刷有限公司

版 次:2012年5月第1版 2012年5月第1次印刷

开 本:787mm×960mm 1/16 印张:7.75 插页:1 字数:150千

书 号:ISBN 978-7-113-14654-2

定 价:29.00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



## 作者简介

张先军,男,1971年出生于山西晋城,博士,高级工程师,现任哈大客专公司工程管理部副部长。1996年毕业于石家庄铁道学院铁道工程专业,2005年获得兰州大学工学博士学位,2009年12月获得铁道部火车头奖章,2010年4月,参加的《青藏铁路沿线典型冻土地震震动特征及其震害研究》获甘肃省科学技术进步二等奖,2011年获得第20届茅以升科学技术奖——铁道工程师奖。工作期间,取得了全国注册造价工程师、注册监理工程师、注册安全工程师、注册一级建造师、投资建设项目管理师执业资格。在哈大客专工作期间,主持编写了哈大客专各专业《质量控制手册》,并在全线印发,推广使用;主持或参加了哈大多个项目的科研工作,攻克了严寒地区无砟轨道施工多项施工技术难题,工作期间发表技术论文10余篇。



根据我国铁路的《中长期铁路网规划》，到2020年，全国铁路营业里程要达到12万km以上，其中建设包括“四纵四横”客运专线及人口稠密地区城际客运系统的里程将达到1.6万km以上。

轨道结构是高速铁路系统的重要组成部分，高速铁路轨道结构从总体上可分为有砟轨道和无砟轨道两种类型，与有砟轨道线路相比，无砟轨道线路具有平顺性高、稳定性好、使用寿命长、轨道几何形位能持久保持、线路养修工作量显著减少，对运营干扰小等突出的技术特点，随着无砟轨道技术的逐渐成熟，目前已成为世界高速铁路轨道结构的发展方向，我国速度目标值达到250 km/h及以上的高速铁路或客运专线多采用无砟轨道。

我国经过近50年的无砟轨道的理论研究、室内模型试验、桥上和隧道内试验段铺设，取得了一系列的研究成果。通过实践，针对不同的工程条件和环境条件，我国研发了不同类型的无砟轨道系统（CRTS I型板式、CRTS II型板式、CRTS I型双块式和岔区无砟轨道），确定了不同结构物上（路基、桥梁、隧道、道岔区）的无砟轨道标准设计断面及技术要求，为进一步发展无砟轨道技术打下了坚实的基础。

CRTS I型板式无砟轨道系统是我国在日本板式无砟轨道的基础上通过引进、消化吸收和创新形成具有自主知识产权的新型高速铁路系统，在经过秦沈客专和遂渝线无砟轨道的实车验证后，2005年6月，CRTS I型板式无砟轨道系统率先开始在新建的武广高铁部分路段修建，此后该系统先后应用于广深、京沪、沪宁、成灌等多条客运专线高速铁路。

## 严寒地区高速铁路 CRTS I 型无砟轨道板制造

近年来尽管我国先后在数条客运专线铺设了无砟轨道，积累了一些经验，但针对严寒地区的无砟轨道缺乏系统全面的研究。哈大高铁所经地区最冷月平均气温多在 $-10^{\circ}\text{C}$ 以下，极端最低气温达到 $-39.9^{\circ}\text{C}$ ，在东北严寒地区采用 CRTS I 型板式无砟轨道板尚属首次，无成功的经验可供借鉴。为了确定哈大客专无砟轨道板的选型，2007 年在铁道部相关部门的指导下，科研单位开始了严寒地区无砟轨道关键技术研究，针对东北严寒地区的环境特点，科研设计单位对无砟轨道板的结构及乳化沥青砂浆的技术指标等进行了创新优化设计，2008 年 1 月，在哈尔滨铁路局滨绥线成高子车站铺设无砟轨道试验段，并进行实车试验验证，最终确定了严寒地区高速铁路无砟轨道板选型为 CRTS I 型板式无砟轨道，并在哈大客专全线铺设。

截至目前，哈大客专是国内采用 CRTS I 型板式无砟轨道里程最长的高速铁路，也是我国在东北严寒地区首次铺设无砟轨道的线路。在无砟轨道建设过程中，无砟轨道板的制造质量关系着无砟轨道运营安全，随着我国客运专线高速铁路的陆续开工建设，针对不同的无砟轨道结构型式，工程界关于无砟轨道板预制场的规划布局、制造工艺及配套装备的研究也已经相继展开，取得了初步的成果，但对于 CRTS I 型板式无砟轨道板制造还需要进一步的系统研究。尤其在东北严寒地区，存在气温低、温差大、冻融循环严重等特殊环境条件，对 CRTS I 型无砟轨道板的提出了更高的质量要求，而国内严寒地区的轨道板制造的研究还处于探索阶段，有必要进行系统研究和总结。

本文分为四章，第一章介绍了无砟轨道国内外应用现状及严寒地区高速铁路无砟轨道板的选型设计；第二章对严寒地区 CRTS I 型轨道板预制场规划设计进行了系统总结；第三章对轨道板的制造工艺及主要创新点进行阐述和归纳；第四章对成品轨道板的型式试验及出厂检验工作进行总结，并介绍了无砟轨道板平整度检测系统的使用情况；第五章从冬施准备、钢筋加工、混凝土生产、养护、预应力施工五个关键环节介绍了严寒地区 CRTS I 型轨道板制造所应采取的冬季施工措施。



本书编写过程得到了铁道部工程管理中心，铁科院，哈大客专公司，铁一、三、五院，中国中铁、中交、中建总公司等单位的领导及技术人员的支持和帮助，在此一并表示感谢。

本书主要供从事 CRTS I 型板式无砟轨道板制造工作的工程技术管理人员和作业人员使用和参考。

由于编者水平有限，书中难免有遗漏和错误，请使用者给予批评指正。

著者

2012 年 2 月



<b>第一章 概 述</b> .....	1
第一节 无砟轨道国外应用现状 .....	1
第二节 无砟轨道国内研究历程及应用 .....	3
第三节 严寒地区高速铁路无砟轨道板的选型及设计 .....	4
第四节 哈大高速铁路无砟轨道工程概况 .....	8
<b>第二章 严寒地区 CRTS I 型轨道板预制场规划设计</b> .....	11
第一节 概 述 .....	11
第二节 预制场整体规划设计 .....	14
第三节 预制场施工规划设计 .....	22
<b>第三章 轨道板预制施工</b> .....	29
第一节 施工准备 .....	29
第二节 轨道板生产工艺流程 .....	30
第三节 原材料控制及检验 .....	31
第四节 模型工程 .....	42
第五节 钢筋工程 .....	50
第六节 混凝土工程 .....	60
第七节 预应力施工 .....	64
第八节 封锚施工 .....	77
第九节 混凝土养护 .....	81
第十节 轨道板存放及运输 .....	88
<b>第四章 轨道板成品检验</b> .....	91
第一节 型式检验 .....	91
第二节 出厂检验 .....	92





第五章 冬季施工	103
第一节 冬施准备	103
第二节 钢筋加工冬施措施	104
第三节 混凝土工程冬施措施	105
第四节 轨道板养护冬施措施	106
第五节 预应力工程冬施措施	107
参考文献	108
附录一 哈大客专轨道板预制场基本情况表	109
附录二 轨道板制造冬季施工热工计算实例	110
附录三 哈大客专典型轨道板预制场平面布置图	112

# 第一章

## 概 述

《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 12 万 km 以上,其中建设包括“四纵四横”客运专线及人口稠密地区城际客运系统的里程将达到 1.6 万 km 以上。高速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。

轨道结构是高速铁路系统的重要组成部分,高速铁路轨道结构从总体上可分为两类,即:以碎石道床、轨枕为基础的有砟轨道和以钢筋混凝土或沥青混合料为基础的无砟轨道。与有砟轨道线路相比,无砟轨道线路具有平顺性高、稳定性好、使用寿命长、轨道几何形位能持久保持、线路养修工作量显著减少,对运营干扰小等突出的技术特点。因此,自 20 世纪 60 年代开始,世界各国开始研究使用无砟轨道,从室内试验,现场试铺到在高速铁路上的普遍推广,历经近 50 年时间,形成了具有各国特色的系列化、标准化产品。无砟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,满足了旅客列车平稳性、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。随着无砟轨道技术的逐渐成熟,目前已成为世界高速铁路轨道结构的发展方向,我国速度目标值达到每小时 250 km 及以上的高速铁路多采用无砟轨道。

### 第一节 无砟轨道国外应用现状

德国和日本是无砟轨道技术研究及应用最早的国家,也是目前无砟轨道技术发展比较成熟的国家。

德国自 1959 年开始研究、试铺无砟轨道。德国研究开发无砟轨道采用的体制是由德铁制定统一设计基本要求,由公司、企业自行研制开发。企业自主研发的无砟轨道在进入德铁路网之前,必须通过指定试验室的实尺模型激振试验及性能综合评估,并经 EBA(德铁技术检查团)认证、批准后,方有资格在铁路线上进行有线长度的试铺。试铺的无砟轨道要经过 5 年的运营考验并经 EBA 的审定,通过后方可正式使用。从 1959 年开始,首先在希尔塞德车站试铺了 3 种结构,随后又在雷达车站和奥尔德车站



## 严寒地区高速铁路 CRTS I 型无砟轨道板制造

试铺了 2 种结构,1977 年又在慕尼黑试验线试铺了 6 种。到 1988 年,德国共铺设无砟轨道 36 处,累积 21.6 km。在此期间先后在土质路基、高架桥及隧道内试铺了各种混凝土道床的无砟轨道。

德国的无砟轨道技术经过不断改进、优化和完善,形成了德国铁路无砟轨道系列和比较成熟的技术规范及管理体系,研制了成套的施工机械设备和工程质量检测设备,为无砟轨道在德铁的推广应用创造了良好的条件。经过几十年的开发和研究,德国已经成功研发了雷达型、Bog1 型、Zubin 型、ATD 型、Getrac 型、BTD 型、SATO 型、FFYS 型、Walter 型、Heitkamp 型等十几种无砟轨道结构形式。到 2003 年,德国铁路无砟轨道总铺设长度达到 600 多公里。

日本是发展无砟轨道较早的国家之一,从 20 世纪 60 年代中期开始进行板式无砟轨道的研究到目前大规模地推广应用,走过了 40 年的历程。日本研制发展无砟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,日本开始了板式无砟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。

日本板式轨道的应用是从桥梁和隧道开始的,在既有线和新干线上先后共铺设了 20 多处近 30 km 的试验段。在土质路基上应用板式轨道同样经历了 30 多年的发展历程,开展了大量的室内外试验研究工作。1968 年提出 RA 型板式轨道,并在铁道技术研究所进行性能试验。20 世纪 70 年代,日本将板式轨道作为铁路建设的国家标准进行推广,板式轨道得到了广泛应用。20 世纪 90 年代初,提出用混凝土道床代替沥青混凝土道床的结构方案,并用普通 A 型轨道板取代 RA 轨道板,实现板式轨道结构型式的统一。目前,日本不仅在桥梁、隧道中铺设无砟轨道,而且在路基上也全面推广使用。为了适应东北、上越新干线的寒冷地区,又研制出双向预应力结构轨道板,后来为了节省投资,在标准 A 型轨道板的基础上,研制出框架式轨道板。另外,为解决新干线的噪声及振动问题,实现客运专线高速铁路发展与社会环保兼容的目的,经试验后,将减振 G 型板式轨道作为标准形式,规定在减震降噪区段铺设。

到目前为止,日本板式轨道累计铺设里程达到 2 700 多公里(其中新干线约 1 600 多公里),在规模发展的同时,日本还不断改进、完善结构设计参数和技术条件,最终将普通 A 型和框架型板式结构作为标准定型。框架型轨道板在混凝土和 CA 砂浆用量

上较 A 型板少,可减少板的成本,也可减少日温差引起的板的翘曲。最初的 A 型和框架型板为普通钢筋混凝土结构,适用于温暖地区和隧道内,在东北、上越新干线等寒冷地区则采用双向预应力 A 型板。

目前,无砟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、荷兰等国近年修建的高速铁路都采用了无砟轨道技术。

## 第二节 无砟轨道国内研究历程及应用

我国研究发展无砟轨道采用以政府主导、科研机构研发为主的模式。主要技术路线为:通过理论研究确定设计参数→进行实尺模型铺设和技术性能试验→完善设计参数→提出施工方案→试铺。我国对无砟轨道的研究始于 20 世纪 60 年代,与国外的研究几乎同步。

无砟轨道开发初期,在成昆线、京原线、京通线、南疆线等长度超过 1 km 的隧道内铺设支承块式整体道床,总铺设长度约 300 km。

20 世纪 80 年代曾试铺过由沥青混凝土铺装层与宽枕组成的沥青混凝土整体道床,全部铺设在大型客站和隧道内,总长约 10 km。

1995 年开始对弹性支承块式无砟轨道展开研究,并得到推广应用。1996 年~1997 年先后在陇海线白清隧道和安康线大瓢沟隧道铺设弹性支承块式无砟轨道试验段,在秦岭隧道一线、秦岭二线隧道正式推广使用,合计铺设 36.8 km;以后又陆续在宁西线(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,累计铺设弹性支承块式无砟轨道近 200 km。

在国家科技攻关专题“高速铁路无砟轨道设计参数的研究”中,我国提出了适用于高速铁路桥隧结构上的长枕埋入式、弹性支承块式、板式 3 种无砟轨道结构型式及其设计参数;在铁道部科技开发计划项目“高速铁路高架桥上无砟轨道关键技术的试验研究”中,完成了以上 3 种无砟轨道实尺模型的铺设及各项性能指标试验,初步提出高架桥上无砟轨道的施工方案。1999 年在秦沈客运专线沙河特大桥开始试铺长枕埋入式无砟轨道,在秦沈客运专线狗河特大桥直线和双河特大桥曲线上开始试铺板式无砟轨道,在赣龙线枫树排隧道也进行试铺验证。

我国经过近 50 年的无砟轨道的理论研究、室内模型试验、桥上和隧道内试验段铺设,取得了一系列的研究成果。通过实践,在无砟轨道的结构设计、施工方法、轨道基础技术等方面积累了宝贵的经验,为进一步发展无砟轨道技术打下了坚实的基础。目前,我国铁路无砟轨道系统的研究成果已全面投入到京津、武广、郑西、石太、京沪、京广、哈大、石太等客运专线和沪宁、广深港、广珠等城际铁路的工程建设中,其中京津、武广、郑西、石太、沪宁、沪杭等客运专线或城际铁路已经顺利开通运营。



### 第三节 严寒地区高速铁路无砟轨道板的选型及设计

#### 一、严寒地区高速铁路无砟轨道板选型

为了满足我国高速铁路的建设需要,尽快形成具有我国自主知识产权、世界一流水平的高速铁路无砟轨道技术体系,近年来我国铁路在前期研究成果和消化吸收国外高速铁路无砟轨道引进技术的基础上,针对我国国情、路情和技术难题,铁道部组织开展了无砟轨道系统研究,取得了一系列的研究成果。

为全面验证无砟轨道的研究成果,研发适合我国国情的具有自主知识产权的无砟轨道技术,2004年,我国开始首先在设计速度为200 km/h的遂渝线建立无砟轨道综合试验段,该试验段位于重庆枢纽遂渝引入工程的桐子林隧道出口DK125+676~蒋家桥大桥遂宁端DK138+893,正线全长13.157 km,试验段内有车站1座,桥梁3座711 m,涵洞22座,隧道4座7048 m,路基5398 m。针对不同线下基础、不同轨道结构形式开展了试验,在试验段铺设了双块式无砟轨道、岔区轨枕埋入式无砟轨道、平板板形式轨道、框架形板式轨道及纵连板式无砟轨道等多种型式的无砟轨道结构。2005年,为了进一步实践验证无砟轨道的研究成果,解决成区段铺设无砟轨道的技术难题,在遂渝线实车验证取得的成果基础上,我国又开始在武广客运专线建立无砟轨道综合试验段,试验段起自武汉江夏区,终点至咸宁市咸安区,为双线高速铁路,途经新乌龙泉站、新咸宁站两个车站,正线全长63.124 km。试验段内铺设了双块式、CRTS I型、CRTS II型等类型的无砟轨道,通过试验段实车验证和不同类型的无砟轨道的比对试验,我国研发了单元板式、纵连板式、双块式及岔区轨枕埋入式无砟轨道,为确定适合我国国情的无砟轨道结构形式提供了依据,其设计、制造、施工技术及配套装备,为大规模无砟轨道施工进行了探索,提供了经验,为我国高速铁路工程建设提供了有力的技术支撑。总之,近年来我国无砟轨道通过无砟轨道技术的研究和再创新,取得了一大批创新成果,可归纳为以下几个方面:

1. 构建了具有我国自主知识产权的高速铁路无砟轨道设计理论体系,确定了结构设计理论和设计方法。

2. 基于设计理论体系,针对不同的工程条件和环境条件,研发了不同类型的无砟轨道系统(CRTS I型板式、CRTS II型板式、CRTS I型双块式和岔区无砟轨道),确定了不同结构物上(路基、桥梁、隧道、道岔区)的无砟轨道标准设计断面及技术要求;明确了无砟轨道与线下基础工程的相关接口。

3. 研究解决了无砟轨道与站后工程的接口技术难题,提出了无砟轨道绝缘处理措施和范围,无砟轨道综合接地设计措施等。

4. 自主研发了适合我国国情的无砟轨道工程材料(乳化沥青水泥砂浆、树脂、支承层、路基面防水层材料等),在原材料选择、配合比设计和室内性能试验的基础上,进行



了设备和工艺现场放大试验,并通过试验段和客运专线工程应用,效果良好,从工程材料上保证了无砟轨道结构的耐久性。

5. 自主研发了无砟轨道制造和施工成套装备,包括:无砟轨道精调设备、水泥乳化沥青搅拌设备、混凝土轨道板和双块式轨枕制造设备等,并相继投入到我国客运专线的工程建设中。

6. 建立了我国客运专线铁路工程测量技术体系,提出了“三网合一”(用于勘测、施工、运营维护的平面和高程测量控制网)的测量控制思路,为客运专线铁路的高平顺性提供了技术保障。

7. 在创新成果的基础上,研究制订了客运专线无砟轨道设计、制造、施工、验收和维修等方面的十多项技术标准,编制了客运专线铁路无砟轨道设计通用图,并正式颁布。

随着我国高速铁路的规模化建设,我国铁路无砟轨道系统技术的创新成果已全面投入到京津、武广、郑西、石太、京沪、京广、哈大、石太等客运专线和沪宁、广深港、广珠等城际铁路的工程建设中,其中京津、武广、郑西、石太、沪宁、沪杭等客运专线或城际铁路已经顺利开通运营,实践证明在高速运行条件下,我国的无砟轨道线路平稳、安全、舒适性好,各项满足设计要求。

尽管近年来我国无砟轨道研究取得了丰硕的成果,但是对于严寒地区客运专线的无砟轨道,缺乏全面系统的研究,仅仅在秦沈客专狗河特大桥等处铺设了极小的段落,而且哈大客专的气候严寒程度远远甚于秦沈客专。资料显示,哈大高铁所经地区最冷月平均气温多在 $-10^{\circ}\text{C}$ 以下,极端最低气温达到 $-39.9^{\circ}\text{C}$ ,如此严寒地区铺设无砟轨道,在世界上尚属首次,无成功的经验可供借鉴。虽然日本纬度与我国东北大连营口地区基本一致,但其大部分地区属于温带海洋性季风气候,目前已修建无砟轨道的地区最冷月平均气温在 $-8^{\circ}\text{C}$ 以上,极端最低气温在 $-20^{\circ}\text{C}$ 以上,气候条件较哈大高铁条件要好得多。因此,深入研究轨道关键材料、部件、结构对严寒地区气候条件的适应性、耐久性,对于我国修建世界上第一条严寒地区铺设无砟轨道的高速铁路来说,是十分必要和迫切的。

为了确定哈大客专无砟轨道板的选型,2007年初,在铁道部科技司、工管中心的指导下,铁一院等科研院校开展了题目为“严寒地区无砟轨道关键技术研究”科研项目,对严寒地区无砟轨道的结构选型和设计、关键技术等进行深入研究。为了验证严寒地区无砟轨道的结构选型和设计、关键施工技术等方面的研究成果,2008年1月,我国开始在哈尔滨铁路局滨绥线成高子车站铺设无砟轨道试验段,进行实车试验验证。在实车验证的基础上,经部内外专家多次论证,最终确定严寒地区高速铁路无砟轨道板选型为CRTS I型板式无砟轨道,并在哈大客专全线铺设。

## 二、严寒地区高速铁路 CRTS I 型无砟轨道板的创新优化

“严寒地区无砟轨道关键技术研究”的再创新攻关组针对严寒地区的环境特征,对

## 严寒地区高速铁路 CRTS I 型无砟轨道板制造

CRTS I 型无砟轨道板的结构、CA 砂浆的配方等方面进行了创新优化设计,其中在严寒地区 CRTS I 型无砟轨道板的结构方面的优化主要表现为以下两个方面:

### (一)轨道板厚度优化

根据梁-板-板理论计算结果,轨道板厚度同轨道板应力的关系如图 1-1 所示。轨道板厚度在 15~25 cm 范围内,随着厚度的增加,列车荷载作用下其纵横向应力均呈明显下降趋势,板体应力与轨道板厚度的关系如图 1-1 所示。

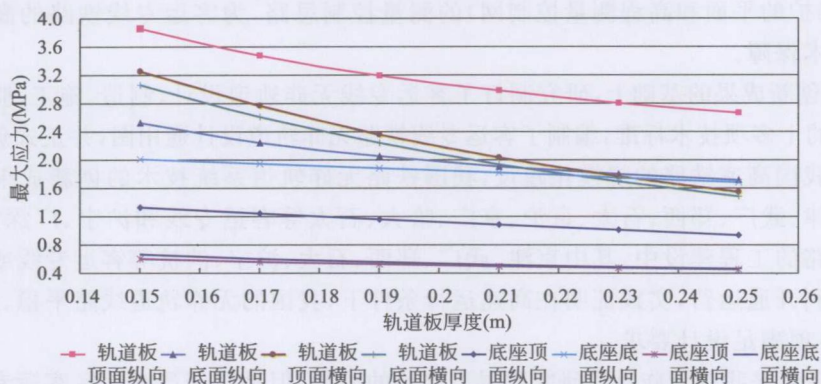


图 1-1 荷载作用下普通板式轨道结构应力与板厚的关系趋势图

根据温度翘曲应力计算公式分析温度变化对轨道板翘曲的影响,轨道板的厚度对轨道板的温度应力无影响,且在相同的温差条件下,增加板厚相当于减小了温度梯度,对减小板的翘曲变形是有利的。

从耐久性角度考虑,板厚由 190 mm 增加至 200 mm,混凝土保护层厚度由 30 mm 增加至 35 mm,有利于严寒地区混凝土耐久性。

### (二)设置高 20 mm 的承轨台

针对严寒地区特点,考虑在板上扣件支点位置增设 20 mm 厚的承轨台。设置承轨台可使冰雪融化后迅速排走,避免长时间冻结对扣件系统性能和耐久性的影响;对于施工时钢轨焊接及运营维修抬轨有利,且有利于轨道电路绝缘和道床漏泄电阻的提升;另外,模板加工精度由整体板面控制缩小到小范围承轨台精度控制,有利于模板精加工控制。缺点是轨道板模具成本有所增加。

从工厂的制造来说,承轨台的设置对于钢模的制造加工带来一定难处,钢模的使用寿命也会带来一定的影响,并会增加一定的制造成本;承台的设置会增加板式无砟轨道的结构高度。

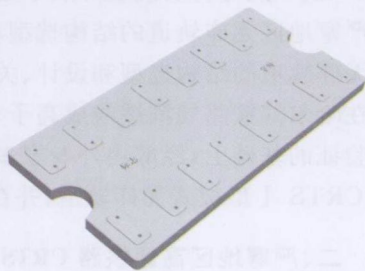


图 1-2 CRTS I 型轨道板结构示意图

CRTS I 型轨道板结构如图 1-2 所示。



### 三、哈大客专 CRTS I 型无砟轨道板设计概况

#### (一)设计依据

1. 关于印发“严寒地区无砟轨道结构选型、试验段建设方案审查意见”的通知(科技基[2008]35号)。
2. 关于哈大客运专线无砟轨道结构型式的复函(工管技[2008]128号)。
3. 《CRTS I 型板式无砟轨道时速 300~350 公里客运专线铁路》(通线(2008)2301 第二册 轨道板)。
4. 《客运专线铁路 CRTS I 型板式无砟轨道混凝土轨道板暂行技术条件》(科技基[2008]74号)。
5. 《铁路桥涵钢筋混凝土和预应力混凝土结构设计规范》(TB 10002.3—2005)。
6. 《客运专线高性能混凝土暂行技术条件》(科技基[2005]101号)。
7. 《铁路混凝土工程施工质量验收补充标准》(铁建设[2005]160号)。

#### (二)适用范围

适用于哈大客运专线设计行车速度为 300~350km/h 的标准轨距铁路 CRTS I 型板式无砟轨道结构设计。

#### (三)轨道板类型

哈大客专共设计含 P4962、P3685、P4856、P4856A、P4962A 五种 CRTS I 型标准轨道板,其中路基、隧道地段主要采用 P4962,32m 梁上采用 P3685+5 块 P4962+P3685,24m 梁上采用 P4856A+3 块 P4856+P4856A,无砟~有砟过渡段采用 P4962A。异型板需特殊设计。

#### (四)结构特点

1. 轨道板采用双向后张法部分预应力混凝土结构。
2. 轨道板配套采用 WJ-7B 型扣件。
3. 设计考虑轨道板的耐久性。
4. 满足谐振式轨道电路的相关要求。
5. 满足客运专线综合接地系统的相关要求。

#### (五)原材料规格和技术要求

1. 轨道板混凝土强度等级为 C60 级;其性能应满足《客运专线高性能混凝土暂行技术条件》(科技基[2005]101号)的要求。
2. 锚具封端应采用砂浆封锚,其性能指标及施工工艺应符合《客运专线铁路 CRTS I 型板式无砟轨道混凝土轨道板暂行技术条件》(科技基[2008]74号)的要求。
3. 预应力张拉体系:

(1)预应力体系由护套包裹的无黏结预应力钢棒、锚固螺母、锚垫板及螺旋筋四部





分组成,为保证其整体性能,预应力体系应配套提供。

(2) 预应力筋采用低松弛无黏结预应力钢棒,公称直径 13 mm,钢棒表面不得有划伤或其他瑕疵;PC 钢棒抗拉强度 $\geq 1\ 420$  MPa,屈服强度 $\geq 1\ 280$  MPa,断裂延伸率 $\geq 7\%$ ;其他物理力学性能应符合《预应力混凝土用钢棒》(GB/T 5223.3)的相关要求。

(3) 预应力筋端部螺纹采用滚轧成型,配套采用锚固螺母,预应力筋——锚固螺母组装件的静力、疲劳和周期荷载性能应符合《预应力筋用锚具、夹具和连接器》(GB/T 14370)的规定。钢棒端部螺纹中径 13 mm,螺距 1.5 mm,螺纹公差带采用 6H/6g 组合,其基本尺寸及公差等应满足普通螺纹系列标准的相关要求。

(4) 预应力筋无黏结方式宜采用护套包裹,护套原材料应采用挤塑型高密度聚乙烯树脂,其性能应符合 GB 11116 的规定。预应力筋和护套间应涂敷防腐润滑脂,其用量和性能应符合 JG 3007 的规定;为避免预应力钢棒和护套之间残留空隙,使之在制造及使用过程中进入空气或水分,造成应力腐蚀,钢棒表面的护套制作应采用挤塑成型工艺,不得采用后穿入护套成型工艺。

(5) 锚固螺母及锚垫板应采用 45 号优质碳素钢,锚固螺母应进行调质热处理。

#### 4. 普通钢筋:

(1) 采用  $\phi 12$  mm 的 II 级热轧带肋钢筋,其性能符合《钢筋混凝土用热轧带肋钢筋》(GB 1499)的规定。

(2) 纵向普通钢筋、箍筋和架立筋采用环氧树脂涂层钢筋,其性能应符合《环氧树脂涂层钢筋》(JG 3042)的规定。

(3) 螺旋筋采用低碳冷拔钢丝,其性能应符合《一般用途低碳钢丝》(YB/T 5294)的规定。

(4) 轨道板内预埋绝缘套管的性能应符合《WJ-7 型扣件零部件制造验收暂行技术条件》(科技基[2007]207 号)的要求。

### 第四节 哈大高速铁路无砟轨道工程概况

哈大客专贯穿东北三省,南起大连,终至哈尔滨,线路全长 904 km。所经地区冬季气温多在 $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以下,极端最低气温达到 $-39.9\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,气候条件恶劣(沿线最冷月平均气温统计如图 1-3 所示)。全线无砟轨道铺设长度为 847 双线公里,其中除岔区铺设轨枕埋入式无砟轨道外,其余地段均铺设 CRTS I 型板式无砟轨道。

为确保哈大客专 I 型轨道板生产质量及精度满足相关要求,哈大客专公司以“标准化、工厂化、机械化、专业化、信息化”为手段,组织相关单位对轨道板制造过程中的钢筋加工、预应力张拉、蒸汽养护等五道关键工序进行研究和工艺创新,并进行了全线推广。

根据施工组织安排,全线设共设置了 16 个轨道板预制厂,预制无砟轨道板 354 094 块。

CRTS I 型板式无砟轨道预应力混凝土轨道板结构类型为无砟轨道预应力混凝土