

TIELU
SHUANGKUAISHI
GUIZHEN
ZHIZAO JISHU

铁路 双块式轨枕 制造技术

主编 张振兴



西南交通大学出版社
[Http://press.swjtu.edu.cn](http://press.swjtu.edu.cn)

高速铁路的基石

铁路双块式轨枕制造技术

主 编 张振兴

编委会 (以姓氏笔画为序)

王 强 王勇周 张作义

宋富荣 赵 勇 赵善同

郭汝涛 原郭兵

：

西南交通大学出版社

• 成 都 •

图书在版编目 (C I P) 数据

铁路双块式轨枕制造技术 / 张振兴主编. —成都: 西南交通大学出版社, 2008.9

ISBN 978-7-5643-0079-1

I. 铁… II. 张… III. 高速铁路—轨枕—制造 IV. U213.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 137897 号

铁路双块式轨枕制造技术

主编 张振兴

责任编辑	张 波
封面设计	本格设计
出版发行	西南交通大学出版社 (成都二环路北一段 111 号)
发行部电话	028-87600564 028-87600533
邮 编	610031
网 址	http://press.swjtu.edu.cn
印 刷	四川森林印务有限责任公司
成品尺寸	170 mm×230 mm
印 张	6.125 插页: 1
字 数	106 千字
版 次	2008 年 9 月第 1 版
印 次	2008 年 9 月第 1 次印刷
书 号	ISBN 978-7-5643-0079-1
定 价	19.00 元

图书如有印装质量问题 本社负责退换
版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

前 言

近年来，随着铁路建设事业的快速发展，许多先进的工艺和设备逐渐被应用到铁路建设之中。先进工艺和设备的应用除可以降低劳动强度外，还可以在很大程度上提高施工效率。

本书作者结合亲自参与双块式轨枕制造的具体事例，依据国家现行的有关技术标准、规范等，编写了本书。可供从事铁路双块式轨枕制造的设计、施工、监理、试验、养护和管理的技术人员使用，也可供广大用户参考。

本书具有如下特点：

(1) 对双块式轨枕制造技术涉及的建场、施工、养护、存放等各个环节均做了较为详尽的介绍，实用性强；

(2) 文中既有常规技术的应用，也对新的技术方案做了探讨和总结；

(3) 图文并茂，力求通过文字并结合图表清晰明白地说明问题。

编写本书时，作者借鉴和参考了部分规范和技术条件等，在此，本书作者向原作者致以衷心的感谢！

作者由于亲自参与了双块式轨枕制造的全过程，在轨枕制造过程中针对关键技术和存在问题进行过专题研究和分析，将理论和实践进行了较好的结合，因此，在编写本书的过程，力求以实际事例为依据，做到表述清晰、浅显易懂，能够对铁路双块式轨枕制造起到较好的指导作用。但是，由于作者水平有限，书中如有不当及谬误之处敬请指正，作者不胜感谢！

作 者

2008 年 5 月于郑西客运专线

目 录

绪 论	1
第 1 章 建场概述及双块式轨枕技术要求	4
1.1 建场概述	4
1.2 双块式轨枕的技术要求	5
第 2 章 双块式轨枕预制工艺	6
2.1 双块式轨枕预制工艺概述	6
2.2 双块式轨枕预制工艺流程	6
2.3 生产线设备组成	6
2.4 生产线系统构成	6
2.5 工艺研究解决的主要问题	25
第 3 章 人员、机械及试验仪器的配备	37
3.1 人员的配备	37
3.2 机械设备及试验仪器的配备	38
第 4 章 双块式轨枕技术要求及其控制措施	46
4.1 技术要求	46
4.2 质量控制措施	52
4.3 质量检验	66
4.4 标志及质量证明书	77
第 5 章 技术方案的探讨和总结	79
5.1 双块式轨枕场建场方案	79
5.2 存枕方案	83
5.3 打包方案	85
5.4 轨枕缺陷修补方案	87
5.5 漏浆处理方案	89
5.6 结束语	91
参考文献	92

绪 论

客运专线是集土木工程、机械制造、自动控制和信息化处理于一体的高新技术的集成工程。客运专线以其运量大、效能高、社会效益显著等突出特点成为建设节约型、和谐型社会的大众化交通工具。

建设具有中国自主知识产权的客运专线一直是国人孜孜以求的夙愿，又是极具挑战性的科技工程。实现客运专线高速度、高安全性、高舒适性的目标，无砟轨道工程起着关键作用。

国内外无砟轨道现状

1.1 国外现状

近 40 年来，高速铁路先行发展的国家大力开发以混凝土或沥青混合料等取代道砟道床的各类新型无砟轨道，旨在提高轨道的稳定性、平顺性，大幅减少维修工作量。无砟轨道在新建高速铁路干线大量铺设应用，取得了很好的技术经济效益。各国的新型轨道根据不同组件、材料的组合或开发公司命名了不同名称的结构形式，无砟轨道则是该类轨道结构的总称，以区别传统的有砟轨道。

日本于 20 世纪 70 年代率先开发和使用板式轨道技术，至今，铺设的板式轨道已占日本新干线的 60% 以上。近年来，德国铺设了双块式无砟轨道和博格型板式无砟轨道。国外无砟轨道已具有成熟的技术和丰富的施工经验，其铺设范围已从桥梁、隧道发展到土质路基和道岔区。

国外应用较成熟的几种无砟轨道结构形式有：

长枕埋入式轨道：由横向穿孔轨枕、道床板、底座等部件组成。

双块式无砟轨道：由混凝土支承层、混凝土道床板、双块式轨枕等几部分组成。

板式轨道：由预制轨道板（PC 或 RC）、CA 砂浆调整层、凸形挡台、混凝土底座等部件组成。

1.2 国内现状

我国于 20 世纪 50 年代开展了隧道内整体道床的研究。1995 年我国开始进行长枕埋入式无砟轨道结构研究。2002 年在秦沈客运专线部分桥上进行了长枕埋入式无砟轨道和板式无砟轨道的试验研究工作，又在渝怀线、赣龙线隧道内试铺了长枕埋入式和板式轨道。秦沈客运专线动车试验结果表明：轨道各项动力参数均在安全控制范围内，轨道结构强度及轨道横向稳定性具有相当的安全储备；轨道平顺性较好，随速度提高轨道各项动力参数变化不大，动力附加荷载较小。

现阶段，在武广、郑西等客运专线建设中大量采用无砟轨道结构形式，并相继和德国博格集团公司、德国福莱德尔公司、德国旭普林工程股份公司等签订了无砟轨道系统及相关接口的技术转让合同，全面引进和消化吸收国外成熟的无砟轨道技术。

2 国内双块式轨枕制造技术的研究

与国外相比，我国针对高速铁路无砟轨道系统的研究起步较晚，在设计、制造和施工成套技术方面存在一定差距，为满足我国建设世界一流客运专线的要求，根据铁道部的统一部署，科研、设计、制造和施工单位组成了客运专线无砟轨道技术再创新攻关小组，全面开展对国外无砟轨道引进技术的消化吸收工作，在客运专线无砟轨道系统设计、制造和施工技术方面均得到了不同程度的提高。

中国的铁路客运专线已进入快速发展时期，双块式无砟轨道和板式无砟轨道等作为客运专线的基本轨道形式正逐渐在我国实施，尽快打造出我国自己的品牌显得尤为重要。作者作为率先对铁路双块式轨枕预制技术开展系统研究的人员，在双块式轨枕预制方面率先引进、消化、吸收了国外相关技术，自主研发、制造了铁路双块式轨枕预制工艺及设备，形成了高精度、标准化的自动流水线，替代了进口设备，全套设备可自动也可根据需求手动进行生产。

同时，还进行了多处创新，体现在：

（1）在混凝土搅拌站出料口至布料系统的物料运输，采用了供料小车，与

皮带输送相比具有以下优点：

① 接料、落料位置准确，运送过程安全可靠。

② 避免了皮带输送机运输过程中混凝土物料产生环境污染；避免了混凝土在运输过程中产生离析的可能性。

(2) 布料机构料门的开启采用气动控制，开启、停止速度比液压更快捷，布料更为精确。

(3) 振动台采用完全悬浮式振动，有如下优点：

① 提供牢固稳定的抗振减振结构，最大限度发挥了振动电机的功用；

② 振动过程中振动参数由计算机自动变换，达到最佳的振动效果。

同时采取多种减少噪声的措施，提供更好的工作环境。

(4) 在成品运输设备方面采用柔性非金属材料部件运输轨枕，从而避免了金属材料对成品轨枕底表面的破坏，保证了产品表面完整。

更为重要的是，依靠自主研发的设备，较引进设备节约了大量资金，具有显著的经济与社会效益，且积累了较为丰富的经验。作为祖国客运专线的建设者，作者愿与兄弟单位和业内同行分享轨枕预制科研成果，为祖国的铁路事业做出更大的贡献。

第1章 建场概述及双块式轨枕技术要求

1.1 建场概述

双块式轨枕场应建于所供标段的中部，这主要是基于减少运输费用、加快轨枕运送效率考虑。轨枕场从功能上可分为3个区，分别是：生产区、存枕区和办公生活区。占地主要根据需要临时存放的轨枕数量确定，占地 5 hm^2 时，可存放约8万根轨枕，见附图1。

各功能区相对独立又彼此联系，以图中占地 5 hm^2 的轨枕场为例，各功能区主要功能及建设情况如下：

1.1.1 生产区

生产区占地 2.5 hm^2 ，其主要功能为完成轨枕预制，由钢结构生产车间、搅拌站、钢筋垫木存放场、试验室和材料库等组成。

钢结构生产车间共两个：一个是轨枕生产车间，在车间内安装双块式轨枕生产线，用于轨枕预制，设计尺寸为 $96\text{ m}\times 20\text{ m}$ ；另一个车间是钢筋加工车间，在车间内安装冷轧生产线、桁架生产线、焊网机、冲弯机等设备，用于加工轨枕所用各种规格的钢筋，设计尺寸为 $96\text{ m}\times 18\text{ m}$ 。为方便车间内的材料运输，两个车间共用中间一排钢柱，并布置在一起。

搅拌站主要功能是为轨枕预制提供搅拌好的混凝土物料，主要设施为搅拌机及其配套设备，在搅拌机旁修建砂石料棚堆放经检验合格的砂石料。另外需就近设置砂石料堆放场用于堆放未经检验的砂石料，洗石机安装于堆放场内，用于清洗含泥量超标的石子。

钢筋垫木存放场主要功能是储存新进场的钢筋和轨枕打包用垫木，需进行简易硬化。为有效节约成本，建议采用级配水泥稳定碎石硬化。从实际应用的效果看，较为理想，完全能够满足使用要求。

试验室和材料库需在生产区修建彩钢板房屋。试验室配备常用检测仪器和设备，用于完成日常钢筋、水泥、砂石料以及混凝土试件的检测。材料库用于存放预

埋尼龙套管、绝缘卡、定位轴以及生产设备日常维修所用的备品备件等。

1.1.2 存枕区

存枕区占地 2.5 hm^2 亩，可存放大约 8 万根双块式轨枕。为避免轨枕存放时发生扭曲变形和地面下陷，存枕区场地仍需进行硬化。

存枕区占地面积较大，采用何种硬化方式对临建费用会造成较大影响。场地硬化可考虑采用条形基础、整体硬化和水泥稳定碎石方式硬化。硬化方案需结合场地地基情况综合考虑确定，如果碾压后的场地地基承载力 $\geq 0.25 \text{ MPa}$ ，建议采用级配水泥稳定碎石进行硬化，从笔者参建轨枕场投入使用后的效果看，完全可满足功能要求，且节约了大笔临建费用。

1.1.3 办公生活区

办公生活区占地 0.3 hm^2 ，包括各部门办公室、厨房、餐厅、会议室、职工宿舍、厕所等，均修建彩钢房屋，作为办公生活的场所。

1.2 双块式轨枕的技术要求

铁路客运专线对双块式轨枕预制质量和尺寸精度要求均很高，以德国旭普林双块式无砟轨道技术为例，双块式轨枕扣件槽 a 值容许偏差为 $\pm 1.5 \text{ mm}$ ， b 值和 c 值容许偏差为 $\pm 1.0 \text{ mm}$ ，尼龙套管的预埋精度要求达到 $\pm 0.5 \text{ mm}$ ，只有采用高精度的模具、稳定的生产模式才能生产出精度高、质量稳定的轨枕。双块式轨枕示意图见图 1.1。

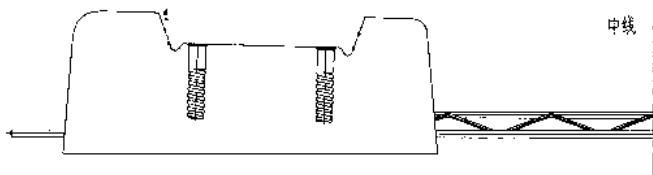


图 1.1 双块式轨枕示意图

另外，为了提高轨枕的耐久性，轨枕混凝土通常设计为 C60 干硬性高强高性能混凝土，对所用砂、石、水泥、粉煤灰等原材料的质量和配比也提出了较高要求。

第2章 双块式轨枕预制工艺

2.1 双块式轨枕预制工艺概述

双块式轨枕通常在厂房内利用循环生产线生产，模具以连续的闭合循环形式运作。主要工序有混凝土搅拌、混凝土运输、混凝土浇筑、振动、轨枕养护、翻转脱模、模具清理、喷涂脱模剂、绝缘套管安装、钢筋和桁架安装、挡浆夹安装等控制工序。

2.2 双块式轨枕预制工艺流程

如图 2.1 所示。

2.3 生产线设备组成

双块式轨枕生产线采用封闭环流水线生产工艺，生产线设备组成情况见表 2.1

2.4 生产线系统构成

生产线按照设备功能可分为七大系统，分别是：控制系统、搅拌供料系统、布料振动系统、养护系统、翻转脱模系统、模具返回系统及成品输送系统。

2.4.1 控制系统

控制系统是整条轨枕生产线的核心部分，高技术、高质量、高稳定性是电器自动化控制的特点。设计时需把传感检测、精密控制、现代信息处理、网络

控制技术、变频驱动、安全防护技术、PLC 控制和系统总体有机地融合在一起,进行系统综合设计。控制系统外观如图 2.2 所示。

表 2.1 双块式轨枕生产线设备组成

序号	设备名称	数量
1	搅拌机构	1 台套
2	供料小车	1 台套
3	布料机构	1 台套
4	钢模横向运输小车	1 台套
5	主动输送辊道	6 台套
6	振动台	2 台套
7	钢模吊具	2 台套
8	钢模	213 台套
9	钢模运输小车	39 台套
10	液压推进装置	2 台套
11	牵引机构	2 台套
12	缓存输送辊道	1 台套
13	翻转机构	1 台套
14	脱模机构	1 台套
15	脱模站用运输小车	1 台套
16	回模输送辊道	17 台套
17	倾翻辊道	2 台套
18	链式输送机	1 台套
19	轨枕吊具	1 台套
20	控制系统	1 台套

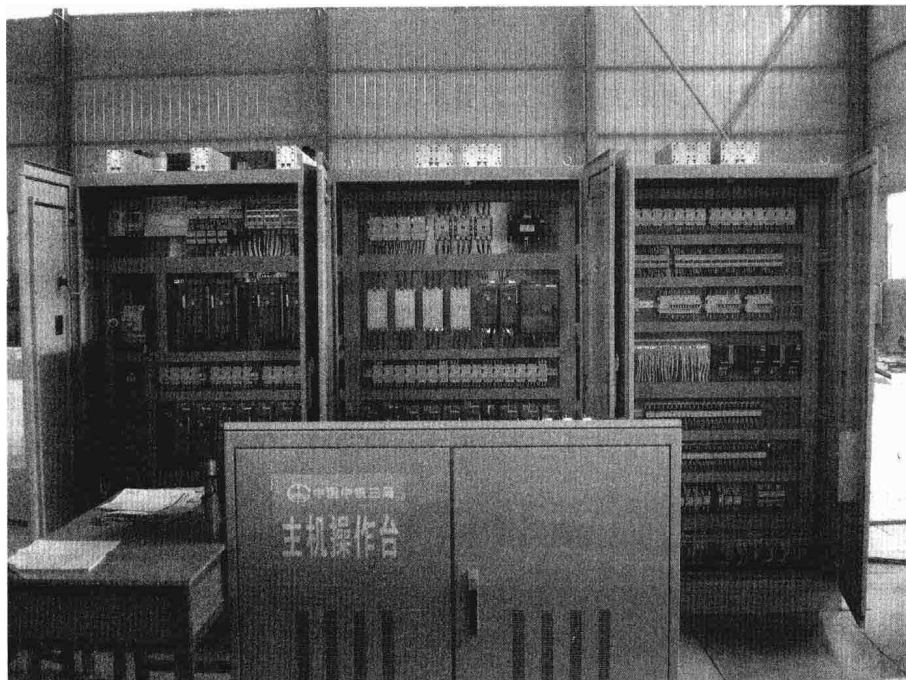


图 2.2 控制系统外观图

控制系统总体可分类如下：中央控制系统（PLC 输入输出及 CPU 人机界面等）；翻转脱模系统（含行走小车、模具翻转脱模机构、链式输送机、缓存输送辊道及牵引机构）；模具返回系统（含回模输送辊道、倾翻辊道、钢模横向运输小车）；浇筑振动系统（含布料机构、振动平台、主动输送辊道、顶推装置）。

控制系统操作模式分类如下：调整模式（Set up mode）、手动模式（Hand mode）、自动模式（Auto mode）。

系统中央控制单元采用可编程控制器（PLC），从根本上保证了生产线的先进性，同时配以人机交换界面，便于适时进行数据处理、保存及修改；现场分布式控制采用总线控制模式、连接远程 I/O 以及现场变频器，可最大限度地保证数据适时稳定的传输，同时保证现场维修的极大方便；使用机械设备避雷专用装置可最大限度避免雷电及电涌对设备的破坏；使用安全开关、光幕及安全继电器确保操作人员的安全，使生产得到根本性保障；低压附件全部采用质量可靠的产品，以保证设备运行的稳定性；驱动系统全部采用变频器+电机减速机模式，确保系统的耐用性；传感器全部采用光电传感器，保证设备运行的精确可靠性。

2.4.2 搅拌供料系统

无砟轨道双块式轨枕的生产工艺要求使用干硬性高性能混凝土，经振动密实成型，强度等级要求达到 C60。高品质的搅拌物料是生产出高品质制品的基本保证，物料的搅拌由搅拌供料系统负责完成。

搅拌站的位置与轨枕生产车间相邻，距离应适当。搅拌站宜选用立式行星强制搅拌机。立式行星强制搅拌机具有搅拌效率高、匀质性强、无搅拌死角、操作维护简便等优点，是最适合生产干硬性、半干硬性混凝土的搅拌设备，可手动也可通过微机控制自动完成所需物料的储存、输送、计量、搅拌等全过程。搅拌站选用型号为 HZN-35 时，3~4 min 可出料 0.75 m³，控制系统建议配备自动检测原材料及混凝土含水率功能的装置，可对混凝土的含水率进行较好的控制。

混凝土搅拌站由立式行星强制式搅拌机、骨料配料机、骨料提升机、水泥仓、螺旋输送机、水泥计量、粉煤灰计量、水计量、气路系统、电控系统等部分组成。工作中，骨料、水泥、粉煤灰、水分别经计量后按一定配比卸入搅拌机内进行搅拌，以满足双块式轨枕预制要求。搅拌站如图 2.3 所示。

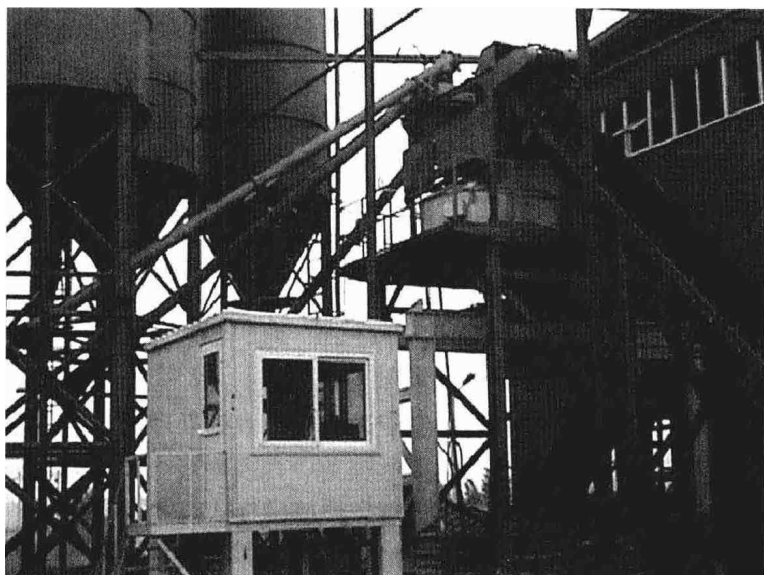


图 2.3 混凝土搅拌站

搅拌机主要技术参数：

- 型号 HZN-35；
- 进料容量 1 400 L；

- 出料容量 750 L;
- 搅拌行星数 2;
- 搅拌叶片数 2×2 ;
- 刮板叶片数 2;
- 公转体转速 10 r/min;
- 行星轴转速 33 r/min;
- 搅拌电机功率 60 kW;
- 电压 380 V。

送料小车在搅拌机出料口接料,沿轨道自动行走,直接将混凝土运送到布料系统的布料机内。供料小车如图 2.4 所示。



图 2.4 供料小车与布料机

供料小车技术参数:

- 4 个车轮,其中两个为驱动轮,驱动电机功率 1.1 kW (变频控制驱动);
- 走行轨长度 8 m;
- 走行速度 0~0.4 m/s;
- 储料体积 1.2 m^3 。

水泥、粉煤灰:水泥、粉煤灰采用筒仓存储,存储、输送、计量均采用密闭方式。

砂石:砂石采用四位直列式料仓进行存储,砂石的计量采用重量计量方式。场内砂石库区修建防雨棚,并设置必要的排水沟,地面采用 20 cm 厚 C20

混凝土硬化。存储能力根据资源情况设置足够的砂石料存放面积,保证满足生产需要,采用多级级配粗骨料时,粗骨料分级采购、分级运输、分级堆放、分级计量。

2.4.3 布料振动系统

布料振动系统(图 2.5)由布料机、双工位振动台(两条生产线)、主动输送辊道组成,主要功能是完成混凝土的布料、振动成型。布料振动系统是双块式轨枕生产线的重要系统,布料速度影响到生产效率,振动效果则直接影响到轨枕的质量。

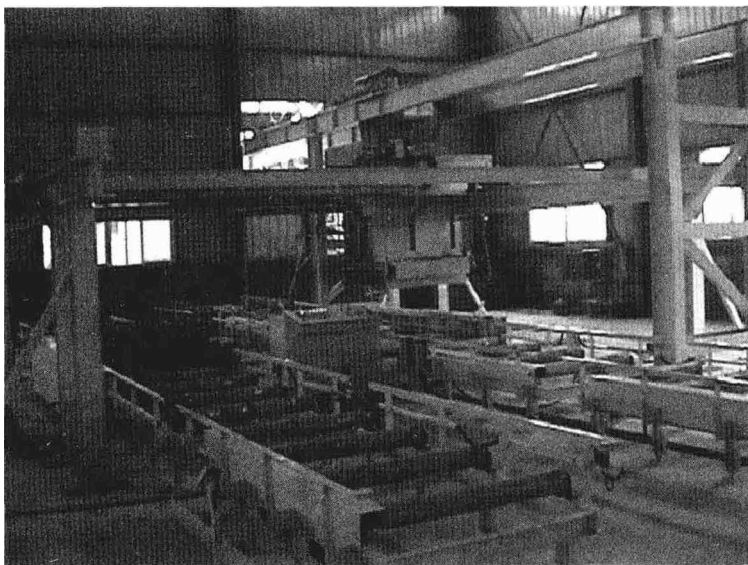


图 2.5 布料振动系统

搅拌系统将搅拌好的混凝土物料通过供料小车送至布料机的储料仓中。

布料机由前后行走机构、左右行走机构及布料机三部分组成。布料机的前后、左右行走均通过电机驱动实现,驱动机构设计为变频控制,具有行走平稳、行走速度可调的优点。布料机下出口由四个螺旋给料器组成,每个螺旋给料器都有独立的驱动电机,既可实现四个给料器同步布料,也可实现每个给料器的单独控制进行补料。布料机的出料、停止通过控制驱动电机的旋转和停止来实现。配合行走机构的速度可调功能可实现布料机给料量的调整。料仓门采用气动控制,可弥补液压控制动作缓慢的缺点,实现精确布料;布料斗设碰撞急停装置,使安全性得到完善。布料机如图 2.6 所示。