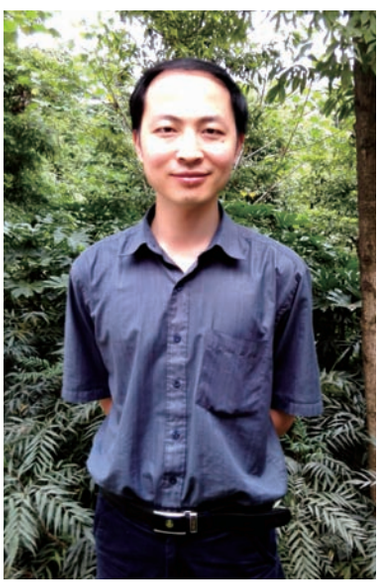
轨道交通新型无砟轨道的工艺及钢模智造技术

成都普什汽车模具有限公司　（四川　644007）　郑万全

摘要：自CRTSI、CRTSⅡ型高速铁路无砟轨道在我国投入运用以来，不断总结其优点与缺点。为打造中国无砟轨道的自身品牌，我国继续开发了一种能够实现在圆曲线段及缓和曲线段一次成型的新型轨道板——CRTSⅢ型无砟轨道板，它与CRTSI、CRTSⅡ型无砟轨道板钢模相比具有不同的工艺。



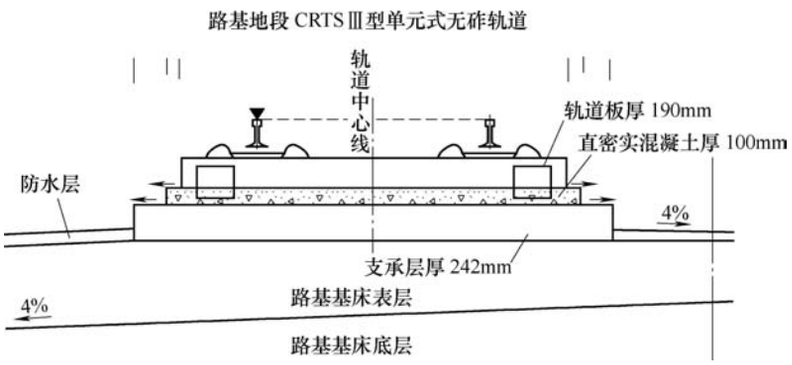
高速铁路是当今时代高新技术的集成和铁路现代化的重要标志，反映了一个国家的综合国力。我国近几年高度重视高速铁路的发展，经过多年的技术研究、工程实践和安全运营，目前我国已成为世界上高速铁路运营里程最长、在建规模最大的国家。我国高速铁路正日益改变着中国人的出行方式和生活方式，助推着我国经济社会发展。

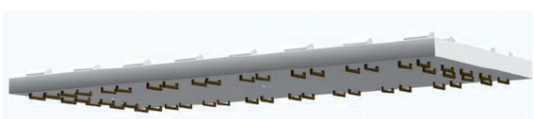
CRTSⅢ型板式无砟轨道的问世

通过在2003年2月25日开建、2005年4月23日全线贯通的隧渝线上进行有关无砟轨道的综合试验研究，我国高铁技术专家

创新研究运用了CRTSⅠ型无砟轨道。通过在2005年7月4日开建、2008年8月1日正式开通运营的、为当年北京奥运会服务的重点工程项目——京津城际上的对无砟轨道的进一步研究，创新运用了CRTSⅡ型无砟轨道。

为了适应中国铁路“走出去”战略的需要，必须提升中国无砟轨道技术的自主创新，打造中国无砟轨道的自身品牌。为此，在总结我国既有运用无砟轨道经验的基础上，结合无砟轨道技术自我创新研究成果，研发并铺设了具有完全自主知识产权的CRTSⅢ型板式无砟轨道。2008年11月4日开工，2010年5月1日正式开通运行的成灌城际正是CRTSⅢ型板式无砟轨道的问世之线，后经武汉城市圈城轨铺设再优化、再完善，从而在我国高铁技术领域开启了一种吸取以往各类无砟轨道优点，且结构简单、施工便捷、稳定耐久、方便维修的全新无砟轨道结构。





CRTSIII型无砟轨道结构特点及其轨道板关键技术

1. CRTSIII型无砟轨道结构特点

CRTSⅢ型板式无砟轨道结构，是新型带挡肩的单元板式无砟轨道结构，主要由钢轨、扣件、预制轨道板、配筋的自密实混凝土（自流平混凝土调整层）、限位挡台、中间隔离层（土工布）和钢筋混凝土底座等部分组成。

轨道板底预留的“门”形钢筋结构

CRTSⅢ型轨道结构采用单元分块式结构，在路基、桥梁和隧道地段轨道板间均采用不连接的分块式单元结构。底座板在每块轨道板范围内设置两个限位挡台（凹槽结构），底座板与自流平混凝土层间设置中间隔离层。扣件采用WJ-8C型扣件。CRTSⅢ型轨道结构具有以下六方面的显著特点。

（1）在路基上铺设的是纵连板式结构，提高了线路的平顺性。在桥梁上使用的型式是单元板式无砟轨道结构，能够方便进行施工以及维修。

（2）轨道板以有挡肩扣件以及双向预应力为配套设计标准。在曲线地段经过调整承轨台位置从而来实现轨道空间上的线形。

（3）板下的施工调整层使用的是自密实混凝土层，取消了CA砂浆（水泥沥青砂浆）填充层，简化了施工工艺，减少了对环境的污染，同时降低工程造价。

（4）自密实混凝土经过轨道板下面预留“门”形钢筋，从而能够可靠连接，致使变成了一种复合结构。

（5）在自密实混凝土与底座之间（桥梁）设置土工布隔离层。

（6）轨道板结构与WJ-8C扣件系统配套，有很好的应用性，并使其具备较好的施工性能和轨距保持的能力。

2. CRTSIII型无砟轨道板关键技术

CRTSⅢ型无砟轨道板是我国自主研制的一种新型的双向预应力钢筋混凝土型式，通常板长有这两种，5 350mm和4 856mm,而板的宽度均为2 500mm，板厚度为190mm，在其他线路也出现了板长为5 600mm、6 460mm的情况。

CRTSⅢ型无砟轨道板最开始采用的后张法生产，后不断创新致使全面采用先张法生产，是当前CRTSⅢ型无砟轨道板的关键技术。先张法CRTSⅢ型无砟轨道板，较之以前后张法在消除预应力钢棒延时断裂风险、限制裂纹产生和发展、增强电气性能、减少翘曲可能性、提高生产效率等方面有着显著的改善，是目前最新、最先进的高速铁路无砟轨道板产品。

先张法是我国无砟轨道板技术的最新研究成果，主要特点是直接采用纵、横向预应力钢丝的先张双向预应力结构，采用节点绝缘，增强粘结握裹性能，钢筋用量少，在大规模应用时具有明显的经济优势；同时，预应力钢筋端头同锚固板结合，减少了预应力损失。通过疲劳、预应力损失和工艺性能等试验，先张法CRTSⅢ型无砟轨道板具有较好的结构耐久性。

CRTSⅢ型无砟轨道相对CRTSⅠ型、CRTSⅡ型来说，拥有相对的优势。

（1）对比CRTSⅠ型、CRTSⅡ型两种板式无砟轨道系统的水泥乳化沥青砂浆材料，CRTSⅢ型板式无砟轨道充填层材料采用自密实混凝土，其经济性相对较好。

（2）轨道板制作、出厂高精度。采用移动可调轨道板生产钢模，对承轨槽和扣件挡肩平面位置（含圆曲线及缓和曲线）、竖

向位置逐个精确定位进行浇注，少量误差配合扣件进行调整。其生产工艺和CRTSⅠ型板相似，采用独立台座。采用WJ-8C扣件，承轨台带挡肩，外观和CRTSⅡ型板相似，其精度要求也与经数控轨道板磨床加工后的CRTSⅡ型轨道板相当。相当于用CRTSⅠ型板的类似工艺生产出达到或接近经数控轨道板磨床加工后的CRTSⅡ型轨道板精度的新型轨道板。

（3）底座和轨道板之间的填充、调整层用自密实混凝土代替了CA砂浆（水泥沥青砂浆），板底需预留“门”形钢筋，以确保轨道板和砂浆层结合良好，防止单元板在环境温度变化和行车重量变化时板端的翘起变形。

CRTSIII型无砟轨道板钢模及智造技术

1. CRTSIII型无砟轨道板钢模要求

CRTSIII型轨道板采用先张工艺生产之后，基于生产工艺的先张拉以及轨道板直接成形至高精度产品（省略磨床对承轨槽部分的磨削）的要求，为此CRTSⅢ型无砟轨道板钢模必须具有抗张拉时较大冲击的刚性与缓冲能力，也必须具有高精度的钢模制造工艺，以此确保CRTSⅢ型无砟轨道板钢模切实符合CRTSⅢ型无砟轨道板的生产工艺及质量要求。

2. CRTSIII型无砟轨道板钢模智造技术

CRTSⅢ型无砟轨道板钢模一般由底模、侧模、端模、承轨台壳体、振动器、预埋套管固定装置、顶出机构和模型基座等构成。基于CRTSⅢ型无砟轨道的设计要求以及轨道板的高质量、高效率低成本的制造需要，CRTSⅢ型无砟轨道板钢模应尽可能满足以下的条件。

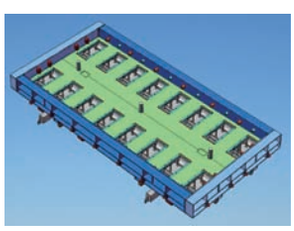
（1）优化模具结构，确保模具强度，防止变形，有效缓冲张拉冲击。底模面板钢板厚度应≥28mm，承轨台安装位厚度应≥40mm，内部结构采用型钢拼焊，形成框架结构。底模在所有附件焊接完成后务必校平、电炉去应力。数控加工中心加工后，应确保面板厚度≥20mm，承轨安装面厚度≥15mm。

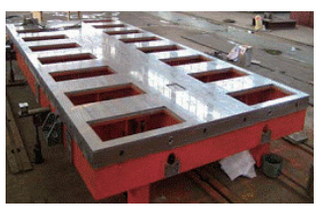
侧模、端模工作面采用钢板厚度应≥35mm，筋板加强、整体施焊。）端、侧模的定位锁紧装置采用锥套定位锁紧。端模和侧模之间连接成45°分型，脱模阻力小，操作方便、快捷。

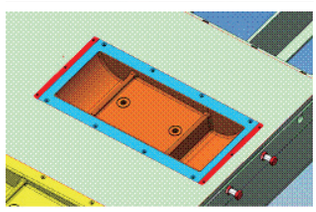
（2）高精加工，确保承轨台成型壳体安装面平面度可控。基于CRTSⅢ型无砟轨道板钢模的外形尺寸以及承轨台成形壳体安装面平面度的高要求，推荐选用匹配精度的大型龙门五面加工中心对称加工，在加工过程中务必采用浮动支撑支撑钢模的型钢或型面背面，以防止加工变形。

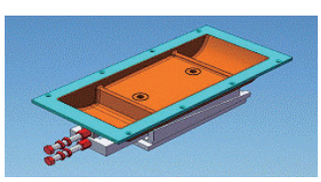
（3）尽可能自动可调，承轨槽成型机构二维调整，改进生产工艺，提高轨道板质量。CRTSⅢ型无砟轨道板钢模承轨槽的技术革新是用预制方式代替CRTSⅡ型轨道板须经磨床加工的关键，设计中可采用楔形块滑动装置，通过旋转螺杆达到承轨槽的上下和左右调整。楔形块下块采用工程塑料，保证滑动润滑和块间不锈结。设计时横向、竖向最大调整量可在8mm左右，以便调节。

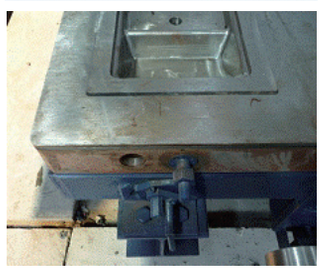
（4）采用橡胶弹簧固定钢模，以防先张法力量冲击导致钢模变形，确保寿命。一般来讲，后张法生产轨道板时，钢模是直接用螺栓固定在基坑的安装块上的。由于CRTSⅢ型无砟轨道板采用先张法生产，就会导致水平方向有作用力作用于钢模上。为既能吸收水平方向的力量冲击，又能承受钢模及轨道板混凝土重量，故在模型基座的工字钢与基坑之间增加能够减振、承重以及吸收冲击的装置——橡胶弹簧，以此与后张法的不同固定方式来











固定CRTSⅢ型无砟轨道板钢模于基坑的安装块上，确保钢模不受张力的影响而变形，切实提高钢模的寿命。

（5）设计专用检具，可靠检验钢模及轨道板，确保质量合格。为有效控制过程质量，可设计专用的检具在CRTSⅢ型无砟轨道板钢模新投入使用之前或使用中按节拍抽检模具的承轨台壳体型面质量是否合格。也可设计专用的检具（检测平板）对CRTSⅢ型无砟轨道板成品关键的承轨台面进行检测，检测平板和自定心螺孔适配器加球棱镜，测得挡肩和螺孔数据，分析成品板是否满足线路要求。

通过专用检具，把轨道板及其模板承轨台壳体相应的检验工作由空间转换为平面，简化了检验步骤，提高了检验精度（可达到0.02mm）和可操作性，为板厂生产提供很大方便。

（6）增设辅助顶出，确保生产安全，促进脱模快速。为了防止CRTSⅢ型无砟轨道板脱模、起吊时产生裂纹以及翘曲变形，可设计液压顶出机构，在脱模时辅助顶出。在起吊时采用真空吸盘，使轨道板板面整体受力，既确保安全又保证质量。

结语

CRTSⅢ型无砟轨道板是我国首个独立自主创新的高铁技术。与以往进口的CRTSⅡ型和CRTSⅠ型无砟轨道板相比具有结构简单、性能稳定、用料节省、施工便捷、工效相对提高，造价相对低廉等优点，可适用于时速300km以上的城际高铁及严寒地区高铁。未来，将持续革新轨道板技术水平、生产工艺、钢模智造技术，更加提高效率、提升质量、降低成本，为我国的高铁完全走向世界打好坚实的战略技术基础。

MW（收稿日期：20150615）