

基于新型配套装备的 CRTSIII 型板式无砟轨道施工工法

中铁十七局集团有限公司

李浩宇 马瑞华 韩三平 王青蕊 席红星

1 前言

无砟轨道在国内、外的高速铁路中已得到广泛应用，因其具有平顺性好、稳定性好、耐久性好、使用寿命长、维修工作量少的显著特点，已显示出明显的优越性，取得了良好的社会效益和经济效益。为了完善我国无砟轨道建造技术，提高我国高速铁路技术国际竞争力，实现“走出去”和“一带一路”发展战略的需要，必需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，在总结我国既有无砟轨道研究与应用经验的基础上，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。

在学习、借鉴成灌铁路、武汉城际圈城际铁路及沈丹客专等试验段项目施工经验的基础上，郑徐客专 CRTSIII 型板式无砟轨道施工时，逐渐发现了一些值得改进和完善的不足之处，具体表现为施工技术综合水平不高，存在着诸如用工量大、作业不标准、工装设计水平偏低、施工工效较低、质量控制难度大、施工成本高等问题。

在深入研究 CRTSIII 型板式无砟轨道设计理念和现有施工工艺的前提下，针对存在的问题，采用理论分析、模拟计算和现场试验相结合的方法，从完善现有工装的功能、提高作业效率、保证施工质量出发，对底座施工、轨道板铺设、自密实混凝土灌注等施工环节的工艺进行改进，对相应工装结构进行设计、试制、改进。通过场外试制及试验、郑徐客专现场试用并改进、京沈客专推广应用等步骤，逐步满足了施工需要，提升了 CRTSIII 型板式无砟轨道综合技术水平，为 CRTSIII 型板式无砟轨道技术走出国门做好技术储备工作。

本工法于 2018 年 12 月 6 日通过了山西省住建厅组织的鉴定，达到了国内领先水平。其关键技术已获中国铁道建筑总公司科学技术奖一等奖；获中国铁建股份有限公司优秀发明专

利奖；获中国施工企业管理协会科学技术进步奖二等奖；获河北省科学技术奖技术发明奖三等奖。

2 工法特点

2.1 本工法采用现场试验和模拟仿真相结合的方法进行研究，既保证了施工安全和质量，又降低了成本，具有科学性和先进性。

2.2 本工法采用自主研发的底座施工配套工装（底座纵向和横向模板、独立式凹槽模板、底座混凝土整平收面机及作业轨道系统），改进底座混凝土施工工艺，为底座混凝土施工实现机械化作业创造了条件。其中底座纵向和横向模板、独立式凹槽模板，具有“通用性好、拆装方便、凹槽模板防上浮”等优点，克服了底部漏浆、凹槽易变形损伤等质量通病；底座混凝土振捣收面装置及轨道走行系统，具有操控简单、升降灵活、标高控制准确、振捣器隔离保护、作业宽度和作业形状可调换、跨越横向模板等功能，改善了底座的平整度及排水坡等质量、提高了工效、替代了繁重的人工作业。该底座施工配套工装已分别获国家实用新型专利授权（ZL 2016 2 0837827.2、ZL 2016 2 0832539.8、ZL 2016 2 0838027.2、ZL 2016 2 0837826.8）。

2.3 本工法采用自主研发的土工布铺设配套工装（土工布快速裁剪方法及装置、土工布临时压紧装置），改进隔离层裁剪和压紧工艺，提高了质量和工效。其中土工布快速裁剪方法及装置，解决了手工剪刀作业易造成土工布错位、裁口歪斜、工效低、劳动强度大等问题；土工布临时压紧装置具有成本低、操作简便、重复利率高、压紧效果好的特点，解决了土工布铺设后，受刮风和后续工序影响，常出现的错位、褶皱、卷曲、折角等问题。该土工布铺设配套工装已分别获得国家发明专利和实用新型专利授权（ZL201410357813.6、ZL201420413593.X）。

2.4 本工法采用自主研发的轨道板铺设配套工装（高速铁路轨道板铺设精度快速调整装置），设计合理，安全可靠，具备轨道板纵、横向微调功能，替代轨道板粗调工序，填补了轨道板铺设吊装的技术空白；该装置已获得国家发明专利授权（ZL201610760786.6）。

2.5 本工法采用自主研发的自密实混凝土灌注配套工装（自密实混凝土灌注组合模板、底座排水坡度快速检测尺、轨道板铺设精度保持方法及装置），改进了自密实混凝土灌注施工工艺，解决了模板漏浆、转角模板与底座坡度的适应性、自密实混凝土排气效果和饱满度、扣压装置布局合理性、轨道板防止上浮扣压力量化操作等实际问题。该配套工装已分别获得国家发明专利和实用新型专利授权（ZL201410830752.0、ZL201520823695.3、ZL201410357660.5）。

2.6 本工法自主研发的无砟轨道施工工装，优化了传统施工工艺，改善了施工环境，具有施工速度快、施工精度高等特点。

3 适用范围

本工法适用于 CRTSIII 型板式无砟轨道施工。

4 工艺原理

4.1 底座纵向模板

将传统底座纵向模板由“[”形或“E”形断面改为“F”形断面，使得模板底部与基面的接触宽度由 50mm 减小到 5mm，同时模板横肋提高后，视线通畅，便于发现漏浆点，并方便用聚氨酯等封堵材料在模板外侧快速封堵。

4.2 底座横向模板

横向模板采用“2+1”方式，即采用 2 块 8mm 厚的钢板加工成通长模板，然后在 2 块通长模板之间插入若干 4mm 厚的小块钢板，便于拆模。

4.3 独立式凹槽模板

利用锚固装置将凹槽模板与地面固定，并实现模板位置的确定。利用模板上的盖板，为混凝土布料、摊平、振捣等提供作业平台。脱模时，松开压紧螺母，旋紧调高支撑螺杆，使凹槽模板整体抬升，实现无损伤脱模。

4.4 底座混凝土整平收面机

利用设置在纵向模板顶部的走行轨道系统，实现机具的纵向导向及高程控制；通长作业

横梁沿轨道纵向移动，完成底座表面及两侧排水坡度的整平和收面作业，其上安装的附着式振捣器实现混凝土振捣。

4.5 土工布快速裁剪技术

按照凹槽尺寸制作的金属矩形框尺压住土工布，利用电热裁剪刀将土工布裁下，裁剪后的土工布与凹槽底部所需尺寸吻合，无需二次裁剪。

4.6 土工布临时压紧装置

枕式砂袋挂于橡皮条两端挂钩处，将土工布压在底座表面上，压紧质量好，重复利用率高。

4.7 高速铁路轨道板铺设精度快速调整装置

利用托板钩及液压抱紧装置，实现吊具与轨道板的快速联结与分离；利用螺栓摇柄推拉托板钩在吊具纵梁上前后移动，实现轨道板纵向微调；利用液压千斤顶顶推轨道板在托板钩上横向移动，实现轨道板横向微调。

4.8 轨道板铺设精度保持技术

每块轨道板设置4组（8点）竖向压盘，防止轨道板上浮，同时在装置侧面布置2组（4点）横向压盘，预防轨道板侧移；利用受压螺杆实施扣压力；采用在底座内预埋螺旋套筒的方式，提供扣压装置的反力。

4.9 自密实混凝土灌注组合模板

将传统“L”形断面模板的上下加强肋改为方钢管并离开模板上下缘10mm，便于观察和封堵漏浆点，并且正倒置通用；仅需更换中部不同长度的纵向模板，就能满足各种规格型号轨道板的施工需要；横向模板之间采用渐开线方式无冲击顶紧，避免对轨道板精度产生影响。

5 施工工艺流程及操作要点

5.1 施工工艺流程（见图5.1）。

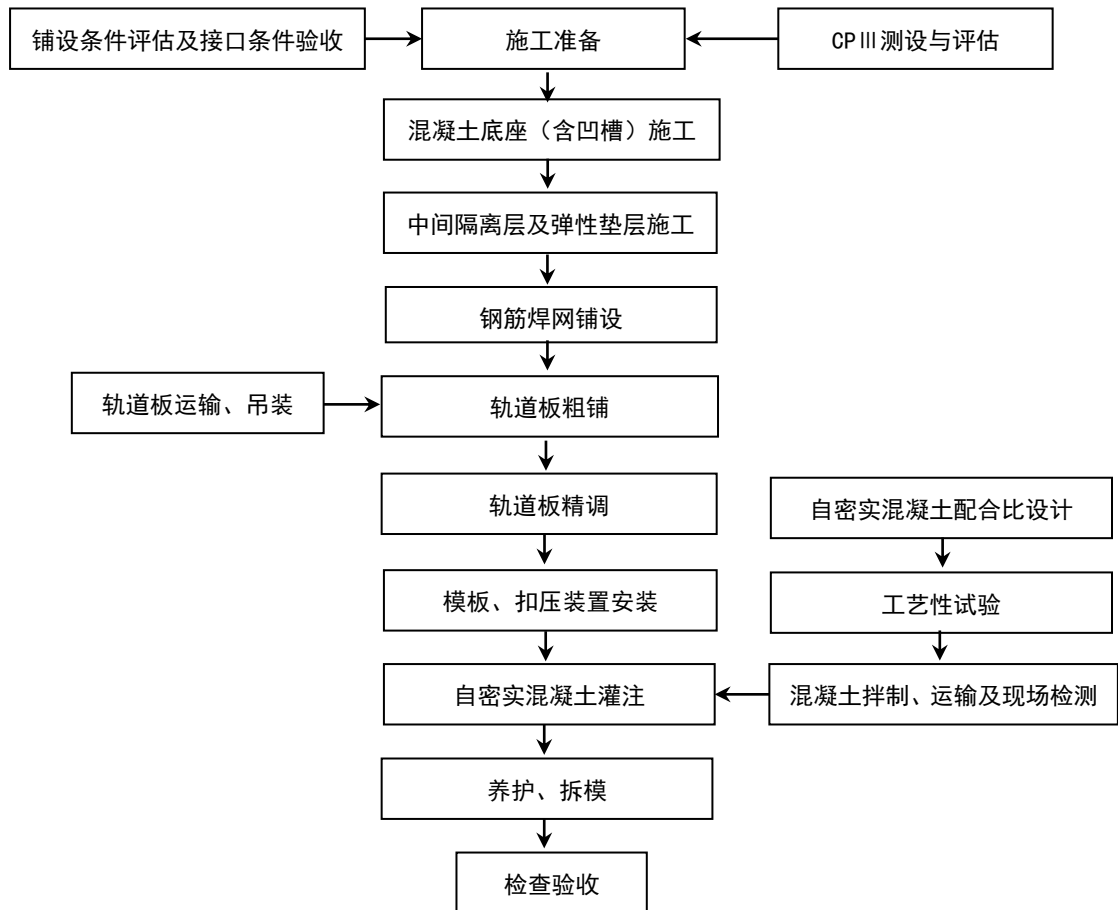


图 5.1 CRTS III 型板式无砟轨道道床施工工艺流程图

5.2 操作要点

5.2.1 混凝土底座（含凹槽）施工

1. 底座施工前，将底座板范围内的基面清扫干净，并适度湿润，不得有积水。路基段轨道中心线 2.9m 范围内基床表面、桥梁段轨道中心线 2.7m 范围内梁面、隧道段轨道中心线 2.7m 范围内仰拱回填层表面进行拉毛处理，拉毛深度为 1.5~2 mm。

2. 混凝土底座施工前，对基床表面、梁面顶面高程、平整度、及预埋套筒进行验收，验收合格后将底座内配套连接钢筋旋入预埋套筒内拧入长度为套筒长度的 1/2，底座内 L 型连接钢筋按设计深度旋入套筒并拧紧，拧紧力矩应符合《铁路混凝土工程钢筋机械连接技术暂行规定》（铁建设[2010]41 号文）的要求。

3. 根据布板数据，利用 CPIII 控制网对每块轨道板对应的底座进行测量放样，放样完成后做好标记，用墨线弹出底座边线，并记录每个标记点的高程，作为底座立模的依据。

4. 钢筋焊接网片由钢筋加工厂集中焊接制作，用运输车运到现场。将运至现场的钢筋网片按照事先划好的段落集中存放，并下垫上盖。下层网片放置保护层垫块，每平方米不少于 4 个，并确保保护层满足设计要求，上层网片铺设时需将凹槽范围钢筋剪断，留出凹槽位置。

5. 为了便于自主研发的扣压装置的固定，在每块底座板预留孔位置设置 4 对套筒，如图 5.2.1-1 所示。



图 5.2.1-1 自制底座预埋套筒

6. 底座模板采用自主研发的底座纵向模板、横向模板、独立式凹槽模板，如图 5.2.1-2、5.2.1-3、5.2.1-4 所示。模板安装前必须对模板表面清理后涂刷脱模剂。模板安装时，根据测量放样的模板边线、凹槽钻孔位置（为了便于自主研发的独立式凹槽模板安装定位，在凹槽对应位置预埋 2 根膨胀螺栓）及高程测量数据，精确安装模板。通过 3（或 4）根调高支撑螺杆，实现凹槽模板的平面及高程的调整；通过底座混凝土整平收面机和测量数据反算走形轨道高程，并通过调整机构进行调整，确保底座平面符合设计要求。模板安装应稳固牢靠，接缝不得漏浆。



图 5.2.1-2 底座纵向模板及收面机走行轨道



图 5.2.1-3 底座横向模板

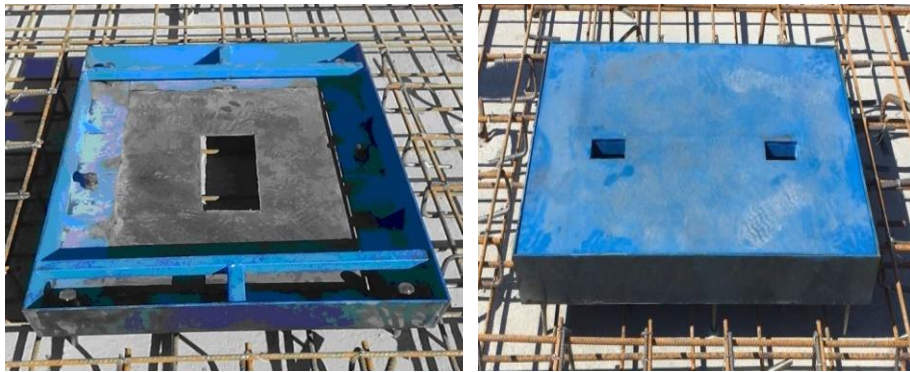


图 5.2.1-4 独立式凹槽模板

7. 混凝土浇筑时，采用所研发的底座混凝土整平收面机进行振捣整平，如图 5.2.1-5 所示。施工时底座混凝土整平收面机上的振捣器接通电源开始振捣，两边各站一人推其前进，往返 3 次即可满足要求。当一块底座板收面结束时，操作人员利用手动液压泵推动液压千斤顶升降作业横梁，跨越横向模板，实现机具的连续作业；



图 5.2.1-5 设备走行轨道及混凝土整平收面机

8. 底座混凝土浇筑后在 12 小时内覆盖保水土工布或土工膜，进行洒水或滴水养护，养护时间一般不少于 7 天。覆盖的保水土工布或土工膜应用所研发的临时压紧装置进行压紧，如图 5.2.1-6 所示。



图 5.2.1-6 土工布临时压紧装置

9. 底座伸缩缝应在底座施工完成后加以保护，防止杂物进入，并应在中间隔离层土工布铺设前完成嵌缝板安装和密封胶灌注。

5.2.2 中间隔离层及弹性垫层施工

1. 底座混凝土强度达到设计强度的 75%后，方可施工隔离层和弹性垫层。
2. 中间隔离层和弹性垫层施工前应将底座表面和限位凹槽清理干净。
3. 根据 CPIII 控制网对无砟轨道底座施工段进行测量放样，根据中间隔离层边线控制点用墨线弹出铺设边线。
4. 土工布铺平后，用土工布临时压紧装置进行压紧，保证土工布平顺整齐，同时起到防

止因土工布被风掀起造成偏位的作用，如图 5.2.1-6 所示。在限位凹槽处土工布裁剪采用所研发的土工布快速裁剪技术，由于刀片的热熔作用，裁下的部分刚好补在下面凹槽结构的底面，如图 5.2.2 所示。

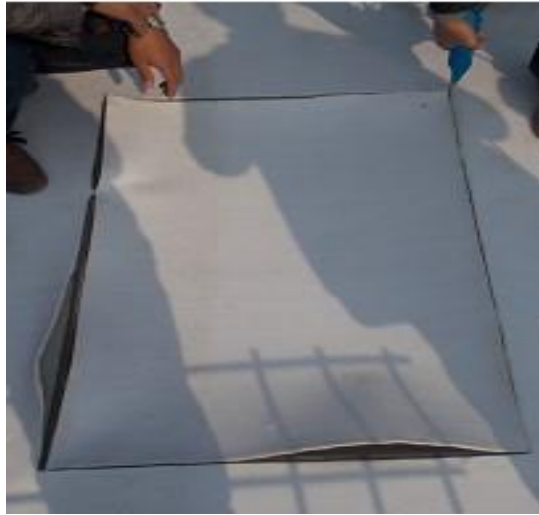


图 5.2.2 凹槽土工布裁剪

5. 弹性垫层应与凹槽周边混凝土粘贴牢固，不得有鼓泡、脱离现象。弹性缓冲垫层安装完成后应采用胶带与周边隔离层进行密封。

5.2.3 钢筋焊网铺设

轨道板铺设前清理中间隔离层表面，确保清洁、无积水等，并在底座上放出轨道板的四个角点，用墨线标示出轨道板四边轮廓。安装自密实混凝土层钢筋焊网及保护层垫块，钢筋焊网安装完毕后严禁踩踏。

5.2.4 轨道板粗铺

1. 轨道板铺设前应核对轨道板型号及外观质量，清理轨道板表面杂物，并预先在底座表面放置支撑垫木。

2. 轨道板吊装铺设采用汽车吊配合所研发的高速铁路轨道板铺设精度快速调整装置，如图 5.2.4-1 所示。轨道板铺设采用汽车吊双线交错铺设法，轨道板吊装时，汽车吊停放在底座上，汽车吊每次占位粗铺左右线各 2 块轨道板。



图 5.2.4-1 高速铁路轨道板铺设精度快速调整装置

3. 轨道板运输车从临时存板场运至铺设现场后，采用汽车吊吊装轨道板至铺设位置。落板前需采用人工将纵向钢筋与轨道板底门型钢筋进行绑扎。纵向钢筋绑扎完成后将轨道板移至铺板位置，操作微调吊具将轨道板紧靠底座上的安装边线。到位后移除微调吊具，使轨道板落在预先放置的支撑垫木上。

4. 粗铺完成后，插入轨道板与自密实混凝土连接的“U”型钢筋。并采用胶带封闭轨道板顶灌注孔和观测孔，避免杂物和雨水进入板腔。

5. 为了减少安装压紧装置和封边模板对已精调轨道板的扰动，在精调之前进行扣压装置和封边模板初装。扣压装置和封边模板采用所研发的球铰式压盘扣压装置和自密实混凝土灌注组合模板，如图 5.2.4-2、5.2.4-3 所示。

首先应先去除土工布临时压紧装置，并用所研发的底座排水坡度快速检测尺，选择合适的转角模板，防止转角处漏浆。根据不同的轨道板型号选用相应的组合模板，模板内侧应粘贴模板布，根据底座上预埋的套筒位置安装扣压装置的靴座，并将门形支架竖直插入靴座内，用插销与靴座连接牢固。



图 5.2.4-2 定型的轨道板铺设精度保持装置



图 5.2.4-3 自密实混凝土灌注组合模板实物

5.2.5 轨道板精调

轨道板的精调测量应采用专业轨道板精调测量系统，全站仪自由设站，观测的 CPIII 控制点不应少于 4 对，全站仪宜设在线路中线附近，位于所观测的 CPIII 控制点的中间。更换测站后，相邻测站重叠观测的 CPIII 控制点不应少于 2 对。

5.2.6 模板及扣压装置安装

1. 轨道板精调后，及时对轨道板压紧装置进行终装，以控制自密实混凝土灌注过程中轨道板上浮，同时对封边模板进行加固。利用扣压板使相邻模板相互支撑，并使用端板法兰及螺栓使模板连接；利用扣压装置靴套上的螺栓顶紧纵向模板；利用套筒扳手将压盘旋紧，使横向模板相互顶紧；利用定值扭矩扳手按规定数值进行竖向和横向扣压，确保自密实混凝土灌注过程轨道板精度。

2. 扣压装置及模板安装完成后，对轨道板位置再次进行检测，若有偏差再次精调到位；

若无偏差，应放置等待灌注标识牌，禁止人员机具踩踏。

5.2.7 自密实混凝土施工

1. 自密实混凝土灌注前，由专人负责对轨道板的精调状态、扣压装置的压紧状态、曲线段防侧移装置的压紧状态进行检查确认，防止灌浆过程中轨道板上浮或偏位超限。

2. 尽量减少混凝土的转载次数和运输时间。从搅拌机卸出混凝土到混凝土浇筑完毕的延续时间应小于 120min。罐车到达浇筑现场时，罐车高速旋转 20~30s，再将混凝土拌合物卸入混凝土料斗。

3. 自密实混凝土灌注应连续灌注完成，确保灌注漏斗混凝土量满足单块板的用量。在灌注孔上方安装灌注漏斗，漏斗底部与灌注孔下料管结合严密，不得漏浆。灌注时先快后慢，直线板灌注时间控制在 6~8min，曲线板灌注时间控制在 8~12min。

5.2.8 养护和拆模

自密实混凝土灌注完成后，及时清理灌注孔、观察孔及排气孔处多余的混凝土。拆模时混凝土表面及棱角不得受损为准，且不得少于 3d。拆模后，应对自密实混凝土采取养护膜覆盖或刷养护剂等保湿养护措施，保湿养护时间不少于 14d。待养护结束后，用土工布快速裁剪装置，裁剪掉轨道板边缘外露土工布，如图 5.2.8 所示。



图 5.2.8 轨道板边缘外露土工布裁剪

5.2.9 检查验收

自密实混凝土灌注完成拆模后，应及时对轨道板进行复测，轨道板位置允许偏差应符合

合相关规定。自密实混凝土施工完成后轨道板顶不宜承重，必要时应满足自密实混凝土强度达到设计强度的 100%方可承受不超过设计荷载的机具设备，并设立警示标志，做好成品保护。

5.3 劳动力组织

CRTSIII型板式无砟轨道施工劳动力组织如表 5.3.1-5.3.3 所示。

表 5.3.1 底座施工劳动力组织安排统计表（每个作业面）

序号	工序名称	主要工作岗位或内容	人数
1		技术员	1
2		工班长	1
3	施工准备	桥面连接筋安装	4
4	钢筋班组	钢筋网装卸、凹槽网片切割	2
5		钢筋网片安装	4
6	模板班组	配合放样、模板弹线、接收测量交底	1
7		模板清理、刷脱模剂	2
8		模板安装	6
9		模板拆除、倒运	
10		桥面清理	
11	混凝土班组	混凝土卸料	1
12		混凝土浇筑	6
13		摊铺	
14		抹面	8
15		混凝土养护、成品保护	1
16	伸缩缝	伸缩缝嵌缝板安装、密封材料填充	2
17		合计	39

表 5.3.2 轨道板铺设劳动力组织安排表

序号	工序名称	主要工作岗位或内容	人数
1	轨道板铺设	工班长	1
2		钢筋网片安装	4
3		现场吊装指挥	1
4		汽车吊司机	1
5		运板汽车司机	2
6		轨道板清洗、整修	2
7		轨道板粗铺	6
8		小计	17
1	轨道板精调	测量人员	2
2		精调配合人员	4
3		封边模板清理、倒运及安装	3
4		扣压及防侧移装置安装	2
7		小计	11
15		合计	28

表 5.3.3 自密实混凝土施工劳动力组织安排统计表（每个作业面）

序号	工序或岗位名称		主要工作岗位或内容	人数
1	工班长		工序交接验收、组织协调	1
2	技术员		技术交底、过程检查、施工记录	1
3	自密实混凝土拌制、运输	拌合站站长	混凝土生产调配、协调	1
4		材料员	材料进场接收、报验	2
5		试验员	材料进场检验、试验报告及配料单填写、报验，混凝土拌和物性能出厂检验	3
6		操作人员	混凝土搅拌	2
7	罐车司机		混凝土运输	4
8	自密实混凝土灌注	普工	混凝土卸料	1
9		吊车司机	混凝土垂直运输	1
10		吊车指挥	指挥吊车	1
11	混凝土灌注		自密实混凝土灌注作业	2
12	试验员		自密实混凝土现场性能检测、试件制作、保护、收集	1
13	灌板辅助人员		现场清理、成品保护、板端土工布修剪	2
14	合计			22

6 材料与设备

6.1 主要材料

主要材料包括水泥、钢材（含焊网）、砂、碎石、外加剂、粉煤灰、矿粉、隔离层土工布、弹性橡胶垫层等。所用材料提前编制计划报物资部门，按施工进度计划组织进场，满足施工需要。

6.2 主要工装设备配置

CRTSIII型板式无砟轨道施工主要工装设备配置如表 6.1.1-6.1.3 所示。

表 6.1.1 混凝土底座及凹槽施工主要机械设备配置表（一个作业面）

序号	名称	规格、技术参数	单位	数量	备注
1	汽车起重机	25t	台	1	物料吊运
2	平板运输车		台	2	物料运输
3	混凝土料斗	满足施工需要	个	2	混凝土浇筑
4	整平收面机	与模板配合控制高程	台	1	底座混凝土摊铺、刮平、振捣
5	底座模板		套	80	底座施工
6	凹槽模板		套	160	凹槽施工
7	全站仪	测角精度 $\leq 1''$ ；测距精度 $\leq 1\text{mm}+2\text{ppm}$ ；	台	1	底座控制点放样
8	水准仪	每公里往返测高差中数中误差不大于 $\pm 0.9\text{mm}$	台	1	底座立模标高测量
9	高压风枪或水枪	满足施工要求	台	1	底座表面清理
10	平板运输车	8t	辆	2	材料运输
11	滚轮式卷料架	满足施工要求	个	1	铺设隔离层
12	快速裁剪装置	自制	套	2	凹槽部位土工布快速裁剪
13	隔离层临时压紧装置	自制	套	50	土工布铺设位置保持

表 6.1.2 CRTS III型轨道板铺设主要设备配置表

序号	名称	规格、技术参数	单位	数量	备注
1	吊车	25t	台	1	钢筋网片、轨道板吊装
2	轨道板微调吊具	自制	个	1	轨道板无损吊装、粗铺
3	载重卡车		台	1	钢筋、模板运输
4	运板车	25t	台	3	轨道板运输
5	双向轨道板运输车	30t	台	3	轨道板运输
6	铺板门式起重机	10t	台	1	轨道板铺设
7	临时支承垫块		个	1200	轨道板粗铺支承
8	自密实混凝土封边模板	自制	套	120	自密实混凝土四周封闭
9	轨道板扣压固定装置	自制	个	480	铺设精度保持
10	汽车起重机	25t	台	1	中转料斗吊装
11	混凝土中转料斗	容积 ≥ 1.5 m ³	个	2	自密实混凝土灌注
12	自密实混凝土检测仪器	坍落扩展度、T500、泌水率、含气量、温度等	套	1	自密实混凝土性能检测
13	自密实混凝土灌注作业台架		套	1	含溜槽、漏斗
14	喷雾器		台	2	板底腔预湿、混凝土养护
15	强力吹风机		台	2	吹干板底腔积水
16	百分表		个	8	测轨道板位移量

表 6.1.3 自密实混凝土灌注施工主要机械设备配置表

序号	名称	规格、技术参数	单位	数量	备注
1	汽车起重机	25t	台	1	中转料斗吊装
2	混凝土中转料斗	容积 ≥ 1.5 m ³	个	2	自密实混凝土灌注
3	自密实混凝土检测仪器	坍落扩展度、T500、泌水率、含气量、温度等	套	1	自密实混凝土性能检测
4	自密实混凝土灌注作业台架		套	1	含溜槽、漏斗
5	喷雾器		台	2	板底腔预湿、混凝土养护
6	强力吹风机		台	2	吹干板底腔积水
7	百分表		个	8	测轨道板位移量

7 质量控制

7.1 底座及自密实混凝土层用钢筋焊接网技术要求及进场检验和安装应符合现行《钢筋混凝土用钢第3部分:钢筋焊接网》GB/T1499.3及《钢筋焊接网混凝土结构技术规程》JGJ114的规定。钢筋焊接网片吊装应采用专门吊具,避免造成网片变形和开焊。

7.2 自密实混凝土原材料技术要求及储存、混凝土配制、施工、试验方法及检验应符合现行《高速铁路CRTSIII型板式无砟轨道自密实混凝土暂行技术条件》TJ/GW112的规定。

7.3 铺板前应核对轨道板类型、规格,并检查外观质量,合格后方可进行铺设。

7.4 轨道板精调合格后应及时安装扣压装置,扣压装置应有足够的强度、刚度和稳定性,

防止自密实混凝土灌注时轨道板出现纵、横向移位及上浮。

7.5 保证从事自密实混凝土关键工序施工的操作人员和试验检验人员相对稳定,并经专业培训后上岗。

7.6 自密实混凝土施工前应依据原材料、气候及实际工况等现场情况进行配合比试验,满足相关技术条件规定后,进行现场灌注、揭板工艺性试验,验证和完善自密实混凝土的配合比、施工工艺、施工设备及施工组织。

7.7 无砟道床施工过程中应加强轨道部件的防护,防止混凝土、嵌缝材料等产生污染。

7.8 制定科学的质量管理规章,严格执行国家/行业/甲方的规范标准,细化施工工艺,完善质量通病预防技术措施,规范质量记录填写,保证工程质量始终处于受控状态,确保工程质量达到设计要求。

8 安全措施

8.1 组织全体施工人员,认真学习有关施工安全规则和安全技术操作规程,提高全员安全生产意识。施工人员上岗前进行岗前培训,特殊工种经考试合格,持证上岗。

8.2 施工机械设备使用前进行强制性的安全检查,加强保养,使其保持良好的工作状态及具备完好的安全装置

8.3 施工现场做到布局合理,场地平整,机械设备安置稳固,材料堆放整齐。施工现场设置醒目的安全标语和安全警示标志,提醒所有施工人员注意安全,并做好必要的防护。

8.4 认真实施标准化作业,严肃施工纪律和劳动纪律,杜绝违章指挥与违章操作,保证防护设施的投入,使安全生产建立在管理科学、技术先进、防护可靠的基础上。对可能突发的意外情况,制定应急预案。

9 环保、节能措施

9.1 及时与环境保护管理机构取得联系,遵守有关控制环境污染的法规,从组织管理、防止和减轻水、气污染、施工噪音及震动控制、水土保持、粉尘控制等多方面采取一切合理措施,将施工现场周围环境的污染降至最小程度,搞好污水处理,防止污染水质,做好水土

保持。

9.2 项目部制定和下发环境保护细则，对职工进行环保教育，采取有效措施保护自然环境。废弃物和垃圾弃到指定地点。

9.3 定期清理工程废弃物，废水按照当地环保要求的指定地点排放；施工过程中尽量减少对附近居民日常生活的干扰。

9.4 对施工道路进行硬化，经常对其进行洒水，防止尘土飞扬，污染周围环境。

10 效益分析

10.1 社会效益

10.1.1 在郑徐客专工程建设中，中铁十七局集团优质高效按期完成了站前3标段无砟轨道施工任务，在动态验收期间，受到中国铁路总公司领导和业内专家多次赞誉。研究成果的全面应用为企业赢得了信誉，为郑徐客专如期开通运营做出了贡献。

10.1.2 在京沈客专站前8标段无砟轨道施工过程中，课题组研究成果的应用，提高了质量，保证了进度，为超额完成京沈客专无砟轨道施工任务提供了技术支撑，受到了建设单位京沈公司的多次赞誉和通报表扬，为企业赢得了声誉。

10.1.3 提升了企业技术水平。目前，已获授权的发明专利4项、实用新型专利6项，发表科技论文2篇。

10.1.4 培养出了板式无砟轨道专业技术骨干和施工专业队伍，为企业发展储备了资源。

10.1.5 该工法成功应用，完善了我国完全自主知识产权的高铁技术，推进了CRTSI型板式无砟轨道施工技术的进步。

10.2 经济效益

10.2.1 在郑徐客专采用土工布快速裁剪方法，与常规裁剪方法相比，裁剪一处土工布时间由原来的10分钟减少至2.5分钟，工效提高4倍，节约成本6.1万元。

10.2.2 在郑徐客专采用土工布临时压紧装置，铺设一块土工布用时12分钟，相比常规方法，时间节约5分钟，节约成本3.5万元。

10.2.3 在郑徐客专采用板式无砟轨道精度保持方法及装置, 每块板的作业时间由 80 分钟, 减少至 60 分钟, 共节约费用 100.4 万元。

10.2.4 在郑徐客专采用无砟轨道底座板横向排水坡度误差检测装置, 每块板的作业时间由 25 分钟减少至 15 分钟, 共节约费用 25.1 万元。

10.2.5 在京沈客专应用底座混凝土组合模板和振捣收面行走装置, 可调式轨道板自密实混凝土灌注组合模板及轨道板铺设等相关装置, 提高工效明显, 节约材料显著, 经核算降低成本 511.8 万元。

11 工程实例

11.1 工程概况

郑徐客专是 CRTSIII 型板式无砟轨道扩大应用的首条试验线, 设计时速 350km/h。中铁十七局集团承建站前 3 标段工程, 标段全长 53km (双线), 其中桥梁 51.1km, 车站 1.5km。轨道板铺设有效工期 7 个月。工程地处河南省开封市境内, 地势平坦, 大多为高架桥梁, 地材较缺且材质差异较大。

京沈客专全线亦采用 CRTSIII 型板式无砟轨道结构, 设计时速 350km/h。中铁十七局集团承建站前 8 标段工程, 标段全长 36km (双线), 其中路基 13km, 隧道 2km, 桥梁 21km。轨道板铺设有效工期 6 个月。工程位于辽宁省阜新市境内, 地形起伏较大, 路桥隧相连, 冬季寒冷期长, 春秋季昼夜温差大且常有大风气候发生, 干燥少雨。

11.2 应用效果

本工法郑徐客专从 2014 年 10 月开始实施, 到 2016 年 3 月完成, 京沈客专从 2016 年 4 月开始实施, 到 2018 年 12 月完成。本工法研发的无砟道床底座混凝土浇筑工艺及成套工装、隔离层土工布裁剪及压紧装置、轨道板铺设微调吊具、轨道板精度保持装置、自密实混凝土灌注组合模板等, 具有精度高、通用性好、操作简便等特点, 提高了无砟道床工程质量, 提升了机械化标准作业水平, 填补了轨道板铺设吊装的设备空白, 实现了轨道板扣压技术的突破, 取得了优质高效、省工省时、降低成本的效果。

该工法在郑徐客专工程建设中的应用,保证了中铁十七局集团优质高效按期完成了站前3标段无砟轨道施工任务。在京沈客专站前8标段无砟轨道施工过程中,将该工法全面推广应用,同样取得了显著成效。

目前该工法已经成熟,其全面应用为企业赢得了信誉,为郑徐客专和京沈客专如期开通做出了贡献。