

[类型] 机具设备微改造

[关键词] 箱涵预制，移动式台座，流水线

移动式台座流水线箱涵预制施工

JWC2020-007

甘肃路桥建设集团有限公司、甘肃路桥第四公路工程有限责任公司

王延文、范森、颀旭飞、李大江、骆维斌、郑冬

1. 成果简介

1.1 技术背景

预制箱涵作为涵洞施工常见的一种施工方式，具有设计标准化、生产工厂化、施工装配化等优势，目前，使用传统施工方法（固定台座+移动养生棚）仍然居多，此方法不仅预制场地需求大，耗费人力、物力，增加施工成本的同时，延长施工周期，而且施工过程中工序复杂、进度缓慢、养生棚操作频繁，临建材料浪费严重。通过本项目预制箱涵施工中，为加快施工进度，降低施工成本，在总结“固定台座+移动养生棚”的基础上，通过对施工工艺的改进和发明施工机具，改进创新了“移动式台座+集中养生”的施工方法，形成箱涵预制流水线施工技术。

1.2 解决的主要问题

本技术利用流水生产线的优点，制作集中蒸汽养生棚，节能减耗；实现工厂化生产，减少各工作面穿插作业带来的影响，减少安全隐患；采用钢轨、钢板等钢材加工制作，材料重复利用率高，降低施工成本。

1.3 适用范围

可应用于公路工程预制箱涵施工。

1.4 技术特点

采用一种由钢轨、钢板等钢材加工制作的移动式台座，实现“施工工序区域固定，流水线作业”的施工新模式；工厂化程度高，降低施工成本的同时，减少安全隐患，现场整洁有序，文明施工水平高。

2. 技术内容

2.1 工作原理

建设功能分区合理，设置规范标准的工厂化预制场地，开展流水化生产。移动式台座是由 6 个定向滑轮（承重 30T）及 10mm 高强度钢板配合槽钢制作而成的平板车，卧式电动葫芦配变频控制柜作为牵引系统。

施工时，当箱涵浇筑完成后，移动至第一个养生棚内带模养生，控制养生棚内的温湿度，达到拆模强度后，在拆模区有专人拆除模板，外观加以修饰后，移动至第二个养生棚内，让其达到设计强度，牵引系统将其移动至存放区，然后，利用龙门吊把移动台座从安全通道调回模板安装支护区，依次循环形成流水化生产线。



图1 箱涵厂移动式台座生产流水线平面布置图

2.2 操作要点

2.2.1 箱涵预制流水线施工工艺流程

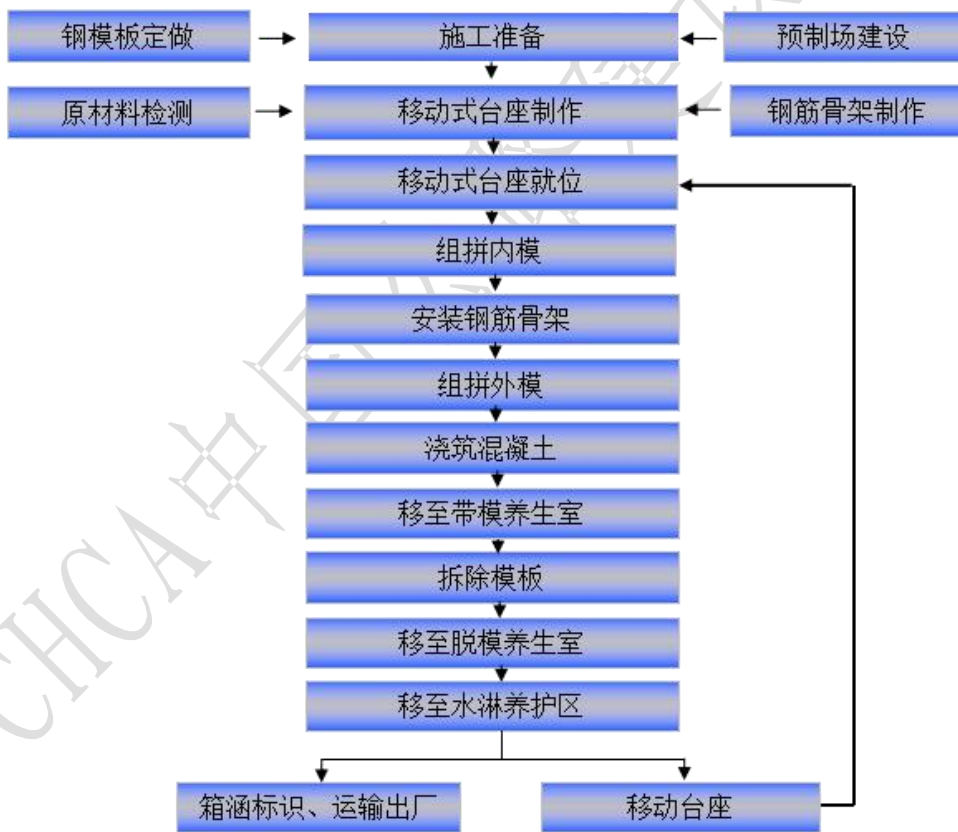


图2 箱涵预制流水线施工工艺流程图

2.2.2 施工操作要点

(1) 移动式台座制作

移动式台座是由 6 个定向滑轮组（承重 30T）、可调式牵引装置及 10mm 高强度钢板配合槽钢制作而成的平板车，基本结构如图 3。根据预制箱涵自重、施工荷载情况、受力面积，并考虑一定的安全系数，计算出台座需要达到最小承载力，对每一个牵引式平板车进行承载力测试，满足要求即可施工。

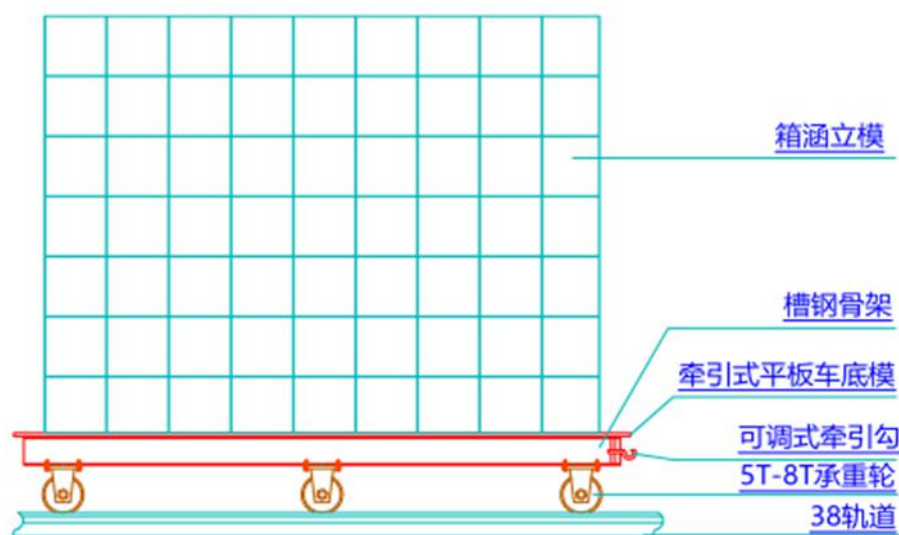


图 3 移动式台座平板牵引车立面图

(2) 轨道布设安装

与平板车连接的轨道采用高强度 38 轨，轨道安装前，施做混凝土基础，水准仪配合使用，控制纵坡在 0.5% 之内，并精确设置预埋连接件；钢轨铺设完成后，通过高强度螺栓压板固定在混凝土基础上，每一钢轨接头附近至少设置 4 处固定点。保证临近两根钢轨中心线的位置在一条线上，以防止安装完成时，通常有弯曲不直现象发生。

根据预制箱涵的数量和厂区的大小，确定卧式牵引系统安装位置。确保牵引轮与平板车、轨道连接牢固，此区域内不发生变形和位移。

(3) 移动式台座就位

将平板车放置在轨道上后，按照图纸对平板车精确定位，移动式台座需要承受所有应力，确保台座与轨道连接部分要有足够的强度、刚度和稳定性，以免因变形、倾覆、滑移而引起安全问题，这就要求台座与钢轨连接部位具有较高的安装精度。

(4) 拼装内模

安装模板时，在底模已刻画好的立模线上用 M16 螺栓将箱涵模板和牵引车底模连成整体，且封堵严密。为使得箱涵内在质量优、外在形象美，杜绝使用对拉丝杆。因此，在台座制作时提前考虑内外模底口定位装置。结构如图 4。

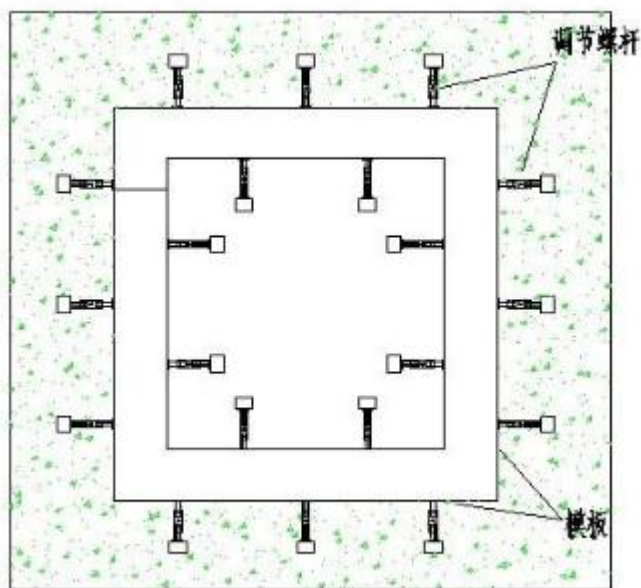


图4 移动式台座与模板底口加固图

当箱涵高度 $\geq 1.5\text{m}$ 时，避免内模发生微小的胀模现象，内模组装时对其进行加固处理。如图5。



图5 内模加固图

(5) 钢筋骨架加工

钢筋绑扎采用胎具，占地面积小、移动方便、钢筋间距定位精确、施工规范。该结构简单（L75*4方钢+ L50*4方钢+ $\varnothing 20\text{mm}$ 钢筋），利用标准胎具每个涵节钢筋绑扎可缩短2h，提高了绑扎效率；同时解决了钢筋间距和保护层控制精度低的问题，保证了绑扎质量。



图6 预制涵节钢筋绑扎胎具

(6) 安装钢筋骨架

钢筋按照结构要求，在内外层钢筋网之间设置足够的撑筋，以保证钢筋骨架的整体刚度，防止吊装过程和浇注混凝土时钢筋骨架错位和变形。

(7) 外模拼装

模板在浇筑砼前务必保护处理好板面，保证脱模剂涂刷均匀。严格控制好模板之间拼接和安装质量，确保拼缝满足规范要求。与底模接触面在模板两侧粘贴海绵条，以防止漏浆。

(8) 浇筑施工

箱涵混凝土塌落度控制在 140mm-160mm 之间，采用搅拌站集中拌合。通过龙门吊提升料斗进行浇筑。浇筑时，从四个角依次向中间布料，在布料高度约 50cm 时用手持振捣棒开始振捣，振捣须密实，以不再冒出气泡，表面平坦泛浆为宜。过程中，不得碰撞钢模板和钢筋骨架。在混凝土终凝前，完成收面，与钢模板上端面平齐为准。

(9) 带模养生

封闭式养生棚包括由钢管和型钢焊接而成的门型骨架，内附挤塑板（5cm+3cm）交叉叠加用铁丝及螺栓固定在门型骨架上，外侧铺设彩钢板，板缝处用泡沫胶处理，保证棚内热量不散失；采用 0.5T 压力蒸汽锅炉，铺设蒸汽管道 300 延米，加湿量大，可从 5~9kg/h 进行五级调节，10min 内雾气可充满棚内，实现了全方位养生，根据同条件砼试件试验对比，8h 内可将砼强度上升速率提高 30%，极大地提高生产效率。

混凝土浇筑后，为防止热量的散失和表面产生干缩裂缝，将其移至带模养生室，保持环境温度不低于 10℃，静放 4h。然后开始通入蒸汽进行养生，升温速度 $\leq 5^{\circ}\text{C}/\text{h}$ 。保持构件均匀受热，并安排专人每小时观测一次。

当温度升至 30℃左右、湿度达到 90%时，暂停通入蒸汽，恒温恒湿环境养生 8h 达到拆模强度。

(10) 拆模施工

当混凝土强度达到 2.5MPa 后，可进行模板拆除，拆模前，将室内温度降至与外界温度相差不大于 10℃，降温速率 $< 5^{\circ}\text{C}/\text{h}$ 。拆模过程中，特别注意不得对混凝土表面产生撞击，以免损坏混凝土边角。模板拆除后，将模板表面灰浆、污垢清理干净，并维修整理，分类妥善存放，以备下次使用。

(11) 脱模养生

将拆除模板后的构件移至脱模养生室继续养生，在室内温度保持在 40℃左右、湿度保持在 95%以上的环境下养生 48h，具体可根据现场同期养生混凝土试块强度作为停止蒸汽养生的依据。

混凝土蒸汽养护结束后，由轨道平板运输小车将箱涵构件运输至车间外水淋养护区，继续进行混凝土的洒水养护，洒水养护时间不少于 7 天时间。然后利用龙门吊将移动台座调回模板支护区。

3. 应用效果

依托甘肃路桥第四公路工程有限责任公司承建的 G215 线马鬃山至桥湾公路工程项目，箱涵预制共设计有 1536 节，全部采用“移动式台座+固定养生室”的施工新模式，在施工期间未发生一起安全责任事故，并多次获得业主奖励，在施工任务重的情况下，节省施工工期，为马桥项目按期通车奠定了坚实的基础，社会效益良好。



图 7 箱涵预制场全貌



图8 在移动式台座上安装模板



图9 在移动式台座上浇筑混凝土

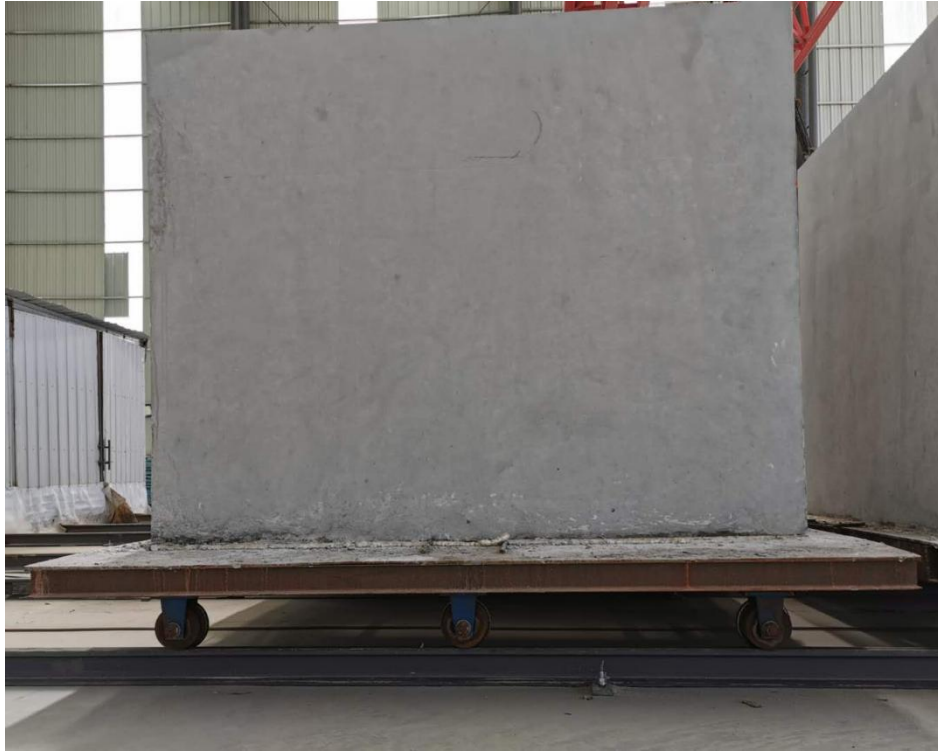


图 10 砼制品养生完成

4. 推广应用前景

在该技术实际应用中，采用钢板、滑轮、轨道等新型材料代替传统砼预制台座的施工方法，节约预制场建设用地，减少设备投入，提高模板利用率，同时一次性投入场地基础设施，可回收利用，减少后期拆除、恢复的费用和不利影响，根据测算结果，该工法使综合成本降低 20%，社会效益和环保效益显著。