

Construction Technology of Modular Mobile Formwork of Box Culvert

Weiwei Guo Yanqi Che Zhaoyu Wang Qiang Zhang Yunqi Cui

Sinohydro Fifth Engineering Bureau Limited, Chengdu, Sichuan, 610066, China

Abstract

This construction technique mainly adopts a movable modular box culvert quick construction device, which has obtained patented utility mode; adopts modular design to realize rapid installation of municipal box structure pipe corridor or highway box culvert formwork, and running operation; relying on the safety and combined characteristics of type 60 plate buckle bracket, equipped with side mold hydraulic receiving and release system, realize the rapid conversion between the moving template "overall landing support state" to "roller walking state" after mold removal; high automation of equipment can effectively reduce manual labor intensity and improve the construction efficiency of box culvert structure. Well solve the municipal or highway box structure construction template of low turnover rate, long cycle, poor appearance quality, high safety risk problems.

Keywords

box culvert; modular; moving template; flow work

箱涵模块化移动模板施工技术

郭伟伟 车彦奇 王赵煜 张强 崔云奇

中国水利水电第五工程局有限公司, 中国·四川成都 610066

摘要

本施工技术主要采用了一种可移动的模块化箱涵快速施工装置, 该装置已取得实用新型专利授权; 采用模块化设计, 实现市政箱型结构管廊或公路箱涵模板的快速安装, 以及流水作业; 依靠Φ60型盘扣支架的安全和可组合特性, 配备侧模液压收放系统、底部液压行走单元, 实现移动模板“整体落地支撑状态”到拆模后的“滚轮行走状态”之间快速转换; 设备自动化程度高, 能有效降低人工劳动强度、提高箱涵结构施工效率。很好地解决了市政或公路箱型结构施工模板周转率低、周期长、外观质量差、安全风险高等问题。

关键词

箱涵; 模块化; 移动模板; 流水作业

1 引言

以目前国际的研究水平来看, 箱涵施工机械化和自动化程度均在逐步提高, 提高箱涵混凝土浇筑质量和施工效率, 缩短建设工期, 改善工人工作环境, 提高模板安装移动的机械化、轻型化和自动化程度是未来的主要趋势。

传统箱涵施工工艺, 常采用组合钢模板或型钢结构模板台车; 组合钢模板需要重复安装和拆卸支架和钢模板, 人工配合汽车吊安拆作业工作量大。采用常规模板进行施工, 模板和支架安装拆除工作量大、工序多、周期长、投入大量人力物力, 不仅安全风险高、钢筋容易锈蚀, 且模板易变形破坏、被污染, 混凝土外观质量难以保证。型钢结构模板台

车施工工艺, 模板台车造价较高, 体型较大且较笨重, 改装和转移困难, 难以适用位置分散、数量多、角度多、尺寸类型多的箱涵施工。

2 模块化移动模板结构特点

主要包括盘扣式支架、底托、行走单元、导向单元以及以盘扣式支架为基础的液压系统, 包括底部的行走单元及侧模液压收放部分; 依靠Φ60型盘扣支架的安全和可组合特性, 靠侧模液压收放系统实现侧模的安拆, 靠底部的液压行走单元实现移动模板从“行走状态”到“落地支撑状态”之间的快速转换; 设备自动化程度高, 能有效降低人工劳动强度、提高箱涵施工效率。

采用盘扣式架管作为主体支撑结构实现了箱涵移动模板的快速组装, 通过盘扣支架杆件的不同组合实现了不同尺寸类型箱涵的模块化安装和良好的通用性。底部液压滑轮回

【作者简介】郭伟伟(1988-), 男, 中国河南周口人, 本科, 工程师, 从事公路及市政工程技术管理研究。

走模块实现了滑模装置从混凝土浇筑施工到拆模后两种状态之间的快速转换,通过在前进方向两侧安装导向装置实现在滑模行走过程中简单、准确的导向。通过在箱涵倒角位置安装定制的“折叠式组合钢模”,实现箱涵顶板与侧墙定型钢模板之间的活动连接。采用侧模液压收放模块铰接连接盘扣支架立杆、侧模实现侧模的支撑固定和快速收放安拆。

采用该装置进行箱涵施工,共设置四个“施工区段”进行跳仓浇筑,实现流水作业,充分利用箱涵工作面,达到节约成本、快速施工的目的。结构如图1所示,模块化箱涵快速施工移动模板流水施工示意图如图2所示。

①通用性:该装置以盘扣式架管为主体结构,具备了盘扣式支架的稳定、牢固、拆装高效、便捷运输等优越性能。与地下管廊中常用的型钢主体结构移动滑模相比较,该装置能够在不同尺寸类型的箱涵之间重复使用。

②高效性:采用该装置进行箱涵施工时,每套设备设置四个“施工区段”进行流水化作业;每座箱涵,仅进行一次分仓范围内的模块化支架安装,极大地减少了支架和模板安装的工作量,有效缩短了开仓浇筑与备仓之间的时间间隔。

③优质性:采用该装置流水化施工时,解决了各仓段间隔时间过长而导致模板污染的问题,有效减少了箱涵混凝土外观缺陷。

④安全性:相对传统支架搭拆、模板拼装工艺,模块化移动模板能够减少作业人员30%以上,减少了汽车吊等大型设备的占用率;采用流水化施工,有效减少了模板安装与钢筋绑扎交叉作业安全风险,该装置采用盘扣支架、小型液压系统、轻型模板,结构更加轻便,移动、拆装、运输更加安全可靠。

3 施工方法

3.1 箱涵钢筋加工与安装

把加工好的钢筋运至工地现场绑扎,绑扎钢筋要求钢筋绑扎牢固,特别是墙体钢筋要临时支撑牢固。

待底板施工完毕强度达到70%以后,采用Φ48扣件式钢管搭设箱涵“预绑扎区”施工区段钢筋安装支撑平台,平台顶部铺设竹胶板,周边设防护栏杆;平台顶部标高与箱涵顶板底面标高一致。其中第一仓段箱涵侧墙及顶板钢筋绑扎在移动模板装置安装完毕后进行。

3.2 底板及下部侧墙施工

混凝土首先浇筑底板,浇筑高度至侧墙下倒角位置,超出约1~2cm,底腹板振捣找平;稳定一段时间后,在初凝前浇筑下部侧墙第二层混凝土,层高约20cm,避免压力过大造成底板混凝土上涌;浇筑至侧墙预定高度后,人工收面找平,清理多余混凝土。

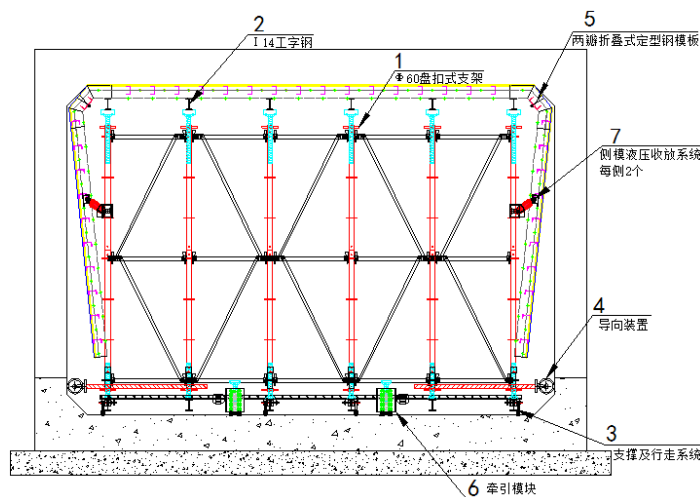


图1 模块化箱涵快速施工装置横断面结构示意图

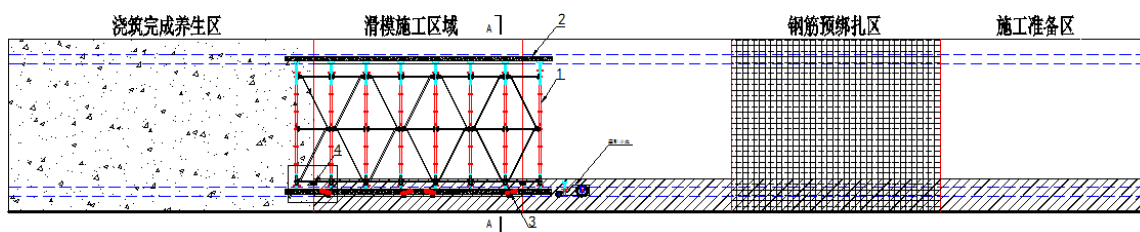


图2 模块化箱涵快速施工移动模板流水施工示意图

3.3 模块化移动模板安装

一种可移动的模块化箱涵快速施工装置,包括盘扣式支架主体支撑模块、底部支撑模块、液压滑轮行走模块、导向装置、折叠侧模液压收放模块、牵引模块。顶板及侧墙采用定型组合钢模板或轻型复合模板,上部倒角采用定制“两瓣折叠式定型钢模板”。

3.3.1 安装步骤

划线定位→安装固定底部工字钢支撑→安装盘扣支架主体支撑模块→安装导向装置→安装折叠侧模液压收放模块→安装液压滑轮行走模块→安装移动式电气平台→顶板、倒角模板安装→侧墙内侧模板安装固定。

3.3.2 安装方法

①划线定位:根据箱涵尺寸及盘扣支架间排距设计,在箱涵底板表面划线确定工字钢安装位置。

②安装固定底部工字钢支撑: I14# 工字钢在既定位置放置后,采用 $\Phi 48$ 钢管作为工字钢的横向连接固定杆,采用卡扣固定牢固后在进行后续盘扣支架主体支撑体系的安装。

③安装盘扣支架主体支撑模块: $\Phi 60$ 系列盘扣式支架按照箱涵尺寸及设计间排距、步距组合安装移动滑模主体支撑模块,主体支架底部与 I14 的工字钢配合顶托、底托作为固定支撑系统。

每两根相邻的立杆均用斜杆连接固定;水平杆、斜杆通过杆端自带的活动卡扣和插销与立杆连接,底座和顶撑承插与立杆内,通过丝扣调整高度。为保证大横杆、小横杆水平,要求底托调节幅度不小于 10cm。

搭设支架时底层立杆的垂直度很重要,底部水平杆拼装的同时注意检查立杆是否垂直。

底层纵、横向水平杆作为扫地杆,距地面高度应小于或等于 350mm,立杆底部设置可调底座;立杆上端包括可调螺杆伸出顶层水平杆的长度不得大于 0.7m。

④安装导向装置:移动滑模导向装置共设置 4 个,在移动模板支架两端左右对称布置;导向装置采用 $\Phi 15\text{cm}$ 的硬质塑胶滑轮,采用 $\Phi 48$ 钢管与盘扣支架安装固定,支撑于箱涵基础侧墙,实现导向及限位功能。

⑤安装折叠侧模液压收放模块:侧模液压收放系统模块设置于盘扣式支架第二层横杆上方,通过箱涵倒角位置“折叠式组合钢模”实现箱涵顶板与侧墙模板之间的快速折叠和牢固连接,通过侧模液压收放模块实现盘扣式支架立杆与侧模之间的连接支撑,以及侧模的快速拆除和安装;一套侧模液压收放系统,主要包括 1 个 HST-2T 型号的液压油缸、1 个与盘扣支架立杆相连的“扣件式连接件”、1 个与侧模固定的插销孔和底座;首先将“扣件式连接件”与支架立杆

扣接牢固,扣件一侧有带倾角的固定油缸角度的钢板,并且钢板角度可通过楔形块调节;再在卸落侧模的对应位置焊接钢板底座和插销孔;侧模液压收放系统的液压油缸与立杆、侧模之间均采用铰接连接,通过螺栓固定和拆卸。

⑥安装液压滑轮行走模块:液压油缸及滑轮通过钢板及销轴采用高强螺栓与支架底部工字钢连接,液压油缸与滑轮支腿铰接连接;移动滑模装置底部行走滚轮左右对称安装,使之均匀受力。

⑦安装移动式电气平台:移动滑模靠后侧位置设置移动式电气平台,接通电源、液压油管之后,首先进行试运行,并对各部件进行全面检查,确保电气平台的安全可靠。

⑧顶板、倒角模板安装:顶板选用优质、无破损的模板,根据箱涵尺寸类型选配合适尺寸的定型钢模板或新型复合建筑模板进行组配。

⑨侧墙内侧模板安装固定:侧墙内侧模板先在周边平坦区域逐块打磨、修整完好,选择一块定型钢模板采用角钢、筋板进行加强,并在对应侧模“液压收放模块”位置焊接钢板底座和插销孔。侧模根据箱涵侧墙尺寸组拼完毕后,采用人工配合 25T 汽车吊,吊装至箱涵内侧后,先采用侧墙下拉杆及钢管进行临时支撑固定,顶部与倒角模板采用螺栓连接固定,随后与侧模液压油缸铰接固定。

3.3.3 安装要求

①液压滑轮行走模块在安装之前,首先根据设计尺寸对工字钢进行改装,准确计算定位液压油缸与滑轮间距、贴焊加强钢板、设置销轴孔。安装液压滑轮行走模块时,横向、纵向应对称安装,液压油缸与滑轮杆件间的三角尺寸保持一致,减少误差,确保滑轮能够同步升降。

②箱涵侧墙内侧模板采用纵横向 $\Phi 48$ 钢管作为加劲肋,对侧模模板进行加强,减小侧模在吊装、移动、组合过程中的变形; $\Phi 48$ 钢管布置间距为 60~80cm,采用卡扣与模板连接固定。

③待“施工区段”侧墙、顶板钢筋绑扎完毕后,再安装侧墙外侧模板;侧墙内外模板采用对拉杆连接固定(拉杆外套 PVC 管,以便于拆模后抽出拉杆)。

3.4 侧墙、顶板混凝土施工

3.4.1 混凝土浇筑

箱涵混凝土运至施工现场后,采用汽车吊配备料斗进行入仓。混凝土必须进行连续浇筑,不得中途停止。上层混凝土在下层混凝土初凝前浇筑完成。

3.4.2 侧模拆除

侧墙模板:待混凝土强度达到 2.5MPa 后即可拆除侧墙模板;拆模时先拆除对拉螺杆,将侧墙外侧模板拆除移走后,通过“折叠侧模液压收放模块”控制液压油缸缓慢收回油缸

杆件，逐渐卸落侧墙内侧模板。

采用千斤顶配合人工卸落支架顶托，左右对称卸落，顶托每次卸落高度约 0.5cm，逐渐卸落顶板模板，顶板模板整体卸落高度约 10~15cm，以便于底部滑轮的启用。

3.5 模板移动至下一仓段

①移动滑模底部“液压滑轮行走模块”实现了滑模装置从浇筑混凝土施工时的“整体落地支撑状态”到拆模后的“滚轮行走状态”之间的快速转换。

②待顶板模板卸落之后，通过电气操作平台，将与下工字钢连接的行走液压油缸支出行走轮，支撑起整个结构，初步实现“整体落地支撑状态”到拆模后的“滚轮行走状态”之间转换，再次调整行走液压油缸最终达到所有行走单元的行走轮与箱涵底板紧密接触。

③运用电动牵引模块，将牵引车与支架主体横杆相连接，牵引整个装置从已施工完毕的“滑模施工区域”水平移动至“钢筋预绑扎区”，即进行下一仓段的施工。

4 结语

通过实际应用的验证，在箱涵或管廊等框型结构物施工时，箱涵模块化移动模板在实现模块化施工、流水作业的同时，显著提高了施工效率、加快了施工进度，降低安全风险、提高施工质量，并且可以与多种新型复合材料建筑模板组合使用。可为同类工程提供参考。

参考文献

- [1] 胡开东.移动模板台车施工长大箱涵技术[J].中国新技术新产品,2009(4):65-66.
- [2] 韩伟,张政权,何泽山.南水北调干渠整体移动箱涵模板的运用[J].云南水力发电,2011(3):81-87.
- [3] 梁邦岳.城市地下综合管廊施工技术研究与运用[J].智能城市,2019(6):64-65.
- [4] 陈古龙,邱永钦.基于综合管廊移动模板支架施工技术研究[J].广东建材,2021(1):61-63.
- [5] 郭伟伟.一种可移动的模块化箱涵快速施工装置.中国:ZL2019 2 0669975.1[P].2020.