

简易可收缩式移动箱涵模板台车的研制与应用

候亚峰

(中交一航局第二工程有限公司, 山东 青岛 266071)

摘要: 国内整体式混凝土衬砌模板台车在隧道领域应用较为广泛,但在公路箱涵施工方面因其周转率低和液压系统保养成本高等原因,应用相对较为少见。在牙买加南部沿海路项目箱涵施工中,结合海外项目特点,研制了简易可收缩式移动箱涵模板台车,并应用成功。解决了本项目因采用常规支架与竹胶板模板体系造成的木模板浪费、施工速度慢及投入成本大等常见问题,从根本上解决了拉条孔处渗水、沉降缝错台和漏浆、涨模、混凝土外观质量差等质量问题,本文详细地介绍了模板台车的加工制作方法、现场施工工艺及质量控制措施。

关键词: 整体移动式; 箱涵施工; 可收缩; 海外; 模板台车

中图分类号: U449 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006—7973 (2023) 01—0050—03

牙买加南部沿海路升级改造工程共有箱涵 12 座,结构形式分为单孔式和双孔式两种,结构尺寸分别为 $3 \times 2.2\text{m}$ 、 $2 \times 2.0\text{m}$ 、 $2.5 \times 2.0\text{m}$ 、 $2.0 \times 1.5\text{m}$,箱涵顶板、底板和墙体厚度均为 30cm,每节箱涵长度为 4 至 6m。经过前期市场询价,海外项目采购 2 套长约 6.0m 的液压式或者组拼式箱涵台车至少需要 30 万人民币,况且大多数液压油缸或者丝杆的行程有限,无法较好地适用本项目 4 种结构尺寸,同时由于牙买加后续公路项目规模小及后续项目市场不确定,综合考虑以上因素,采购液压式或者组拼式箱涵台车不经济。为加快现场施工进度、降低施工成本和提高施工质量,项目部自主设计的简易可伸缩式移动箱涵模板台车,为业内类似工程的施工提供推广参考。

1 箱涵施工常用支架工艺优缺点

序号	常用支架方式	利弊分析
1	满堂支架 + 木模板体系	优点: 前期投入少,不需要起重设备,施工灵活; 缺点: 模板安拆时间较长,在相邻节段施工时需要大量的人工进行搬运,同时木模板加固需要较多的拉杆,易发生渗水等质量问题,箱涵线型及平整度一般;
2	满堂支架 + 钢模板体系	优点: 需要起重设备,模板安拆时间相对较短,箱涵线型及平整度较好; 缺点: 在相邻节段施工时需要大量的人工进行搬运支架;
3	液压式/组拼式台车	优点: 模板安拆时间最短,不需要拉杆,节省人工,施工安全系数高,箱涵线型及平整度较好; 缺点: 造价较高,热带地区液压系统围护成本高,对施工进度控制效果不明显且一次投入成本较大,不适合海外项目。

综合考虑到进度、成本控制和现场安全文明施工,经分析采用简易的可移动式小钢模台车为最优方案。

2 简易可收缩式移动箱涵模板台车的研制

为保证研制台车的使用率,通过设计变更,将本项目所有箱涵内侧涵身倒角统一调整为 $10\text{cm} \times 10\text{cm}$ 。下面将简易可收缩式移动箱涵模板台车的结构设计、加工制作、调试过程介绍如下:

2.1 箱涵台车的结构设计

台车的结构分为车体桁架、模板、千斤顶、横向滑轮和纵向滑轮,所有的加工制作均为项目部自主加工。

台车材料全部为旧模板和现有钢材的再利用,整套台车总重量约为 3.3 吨,车体为桁架结构,根据箱涵沉降缝预留长度,台车按照每节 5.2m 设计,横梁和纵梁采用 I22 工字钢,台车侧面和顶面为两块倒“L”型整体式钢模板,竖向升降系统由底部直径 20cm、壁厚 1cm 的钢管和顶部直径 18cm、壁厚 5mm 的钢管及千斤顶组成,台车下部设置行走机构,台车在相邻箱涵段之间通过人力或者机动设备进行移动,其具有灵活性高、机动性强等特点。为解决整体式“L”型钢模板的横向移动,设计时在台车两端设置了横向滑轮;为更好地适用最小箱涵尺寸,设计时将两片倒“L”型模板在收缩到极限时仍有 20cm 宽度,此宽度使用 1.5cm 钢板替代,该设计另一方面可以大大提高模板台车托膜。同时采用上述结构可以较好地满足刚度和稳定性要求,台车结构如下图 1。

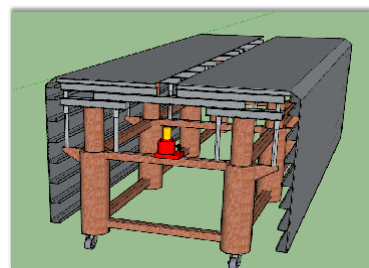


图 1 箱涵台车设计效果图

2.2 箱涵台车的设计要求和技术参数

(1) 根据设计图纸要求，箱涵顶板混凝土厚度为0.30 m，长为5.0m，宽3.0m，以0.30m钢筋混凝土浇筑厚度作为台车设计的基本荷载。

(2) 箱涵顶板施工过程中工作人员及浇筑设备、工具等施工荷载；台车上模板自重荷载；新浇混凝土侧压力荷载。

2.3 箱涵台车的加工制作

台车的倒“L”型模板采用厚度为10mm、宽200cm的冷轧钢板，模板龙骨采用10#槽钢，间距20cm，侧面模板的最大升降量为50cm，横向模板的最大伸缩量为80cm。为保证旧模板在加工制作时不发生变形，模板的切割全部使用等离子切割机，立柱安装就位后，使用20#槽钢将所有立柱连成整体。

2.3.1 顶升液压千斤顶、丝杠临时支撑系统和模板横向滑轮系统

台车两端各设置一个竖向顶升调节系统，每端立柱上设置2根加固支撑丝杠系统，保证千斤顶的安全使用，由于模板采用的倒“L”型模板，为保证整个模板的稳定性，在侧面模板的底部两端外侧也设置丝杠临时支撑系统。模板的横向移动是通过设置在台车立柱牛腿上的滑轮来实现的，滑轮直径为10cm，现场可以采用人力轻松推动来完成横向移动，见图2和图3。



图2 丝杠临时支撑系统



图3 横向滑轮系统

2.3.2 台车的设计尺寸

根据本项目箱涵最大尺寸和最小尺寸之差设置竖向和横向伸缩量，通过台车侧面模板的高度最终确定涵身首次浇筑高度为30~40cm，本项目箱涵沉降缝间距为5m，所以台车设计长度为5.2m，每循环间搭接长度为10cm，其有效长度为5.1m，台车模板与上一节涵身的纵向搭接长度不小于10cm，搭接长度过小，会导致搭接部位上一模的混凝土破损，过大则搭接处不易密贴，出现漏浆现象。

2.3.3 台车振捣器的设置

台车振捣器采用附着式振捣器与插入式振捣器相结合，由于涵身厚度较薄，平板振捣器共4个，通过螺栓设置于内侧钢模板上。

2.3.4 台车纵向滑轮的设置和拼装调试

台车纵向移动通过设置在底部立柱上的滑轮来实现，滑轮的直径为10cm，通过1cm厚钢板与台车两端立柱进行焊接固定。

台车车体桁架、模板局部变形、加工尺寸偏差是造成混凝土外观质量问题的主要原因。台车拼装后调试结果对混凝土外观质量影响较大，调试过程中重点注意以下几个方面：

(1) 现场拼装完成后，必须在轨道上往返行走和原地进行起吊试验后，再次对部分连接部位加强焊接以提高整体性。

(2) 检查台车模板尺寸是否准确，其两端的结构尺寸相对偏差宜不大于5mm，否则进行整修。

(3) 使用前对钢模板表面采用抛光机或者角磨机进行打磨，清除锈斑，涂油防锈。



图4 纵向滑轮移动



图5 整体组装完成调试

3 主要工艺注意事项

(1) 箱涵台车安装前必须确保轨道梁的宽度和台车轮距宽度一致,且轨道梁最终定位后应该固定牢靠。为避免台车安装时与钢筋发生刮蹭,安装前需要将台车调整到适当的宽度和高度。

(2) 箱涵台车内外模安装前,为防止接茬部位漏浆,需要在混凝土接茬部位贴3cm宽止浆条,防止漏浆的发生。

(3) 箱涵台车内模安装后,要保证内模与混凝土密贴,待完全密贴后使用丝杠进行永久固定。

(4) 整个台车的内外模板仅在底部混凝土接茬部位和外侧模板顶端使用对拉拉条,拉条直径为14mm,待外侧模板安装完成后及时进行临边防护,临边防护形状采用U型,高度为1.2m。

4 实施效果和推广范围

本台车已经成功在牙买加南部沿海路升价改造工程箱涵上应用,单节箱涵施工效率较常规工艺提高约50%,直接节约成本约为28万元。台车适用性强,模板采用大块钢模板,内外模安拆方便,且箱涵墙身不设置拉条,避免了箱涵漏水造成路基病害等质量问题,机械化作业程度高,节省人工,施工安全系数高。

本台车加工制作简单,使用安全系数较高,避免了海外因液压式台车故障造成现场窝工的现象,对于施工规模较小且箱涵数量较多的项目具有较好的适用条件,此台车的应用可以大大缩短箱涵施工时间,达到较好的流水作业效果。

5 实践中的经验、教训

此台车为整体式模板,宽度较宽,在山区公路运输时较为繁琐,其次在模板多次转运后易发生变形,对于箱涵宽度较大的项目,施工时建议加工成可拼装式的台车。对于大尺寸箱涵需要考虑运输和施工方便。

6 结语

通过本台车的实际应用,进一步提升了项目部在进度、成本和质量方面的管理水平,该台车对于施工规模较小且箱涵数量较多的项目具有较好的适用条件,此台车的应用可以大大缩短箱涵施工时间,达到较好的流水作业效果。

参考文献:

- [1] JTGD60-2015 公路桥涵设计通用规范[S].
- [2] 吴恒辉,李培旺,肖灿明.简易钢模台车在箱涵混凝土施工中的应用[J].甘肃水力水电技术,2012,(8):49-56.
- [3] 庞计来,丁东.整体移动式混凝土衬砌模板台车的研制与应用[J].中国矿业,2010,(8):323-329.

