

塑钢模板+移动支撑体系在箱涵中的应用

王浩，解宝东，张明晖，牟文凯，刘长旭
(中交一航局第三工程有限公司)

摘 要：为解决传统木模板、脚手架施工效率低及成品质量相对不足等问题，以海口临空水系项目现浇排水箱涵工程为依托，经充分工艺比选，在综合考虑成本的前提下，自主设计研发了“ABS 塑钢模板+移动式盘扣架支撑体系”进行现浇等截面箱涵模架搭设及周转，使用 ABS 塑钢模板代替传统木模板作为面板材料，通过在单元盘扣架体下增设脚轮，人工与液压推车配合的方式，在保障主体结构施工质量、安全的前提下显著提升模架体系周转效率、降低成本支出，取得了较好的效果，可为类似项目提供借鉴。

关键词：现浇箱涵；ABS 塑钢模板；移动式盘扣架支撑体系；周转效率

1 工程概况

海口临空经济区水系整治工程—I 期治理工程施工一标段是解决海口临空经济区美兰机场南侧区域雨水堆积问题的重要水利设施枢纽。箱涵工程为三孔矩形现浇箱涵结构，共设 114 节段，约 1 400 m，标准段结构长度 12.06 m、宽度 14.8 m、高度 5.6 m，内仓尺寸 4 m×4 m。顶板、底板厚度 0.8 m、外墙厚度 0.8 m、中隔墙厚度 0.6 m，主体结构采用 C30W4 混凝土，分 2 次进行浇筑。结合箱涵多为等截面形式的特点，使用“ABS 塑钢模板+移动式盘扣架支撑体系”进行模架体系搭设及模架周转。

除端模模板外，墙体及顶板底模均采用 0.3 m×0.3 m ABS 塑钢模板作为面板材料，按高度不同分为 0.35 m、0.5 m、0.6 m 及腋角部位定制板块等定制板块，各板块间使用加固件进行连接，箱涵内墙、外墙、腋角均由上述板块拼接而成。墙体模板主楞使用 $\phi 48\text{ mm}\times 3.5\text{ mm}$ 双钢管间距 600 mm 纵向布置，次楞使用 40 mm×80 mm 方钢距 600 mm 横向布置。其中外墙采用 T14 三段式止水螺杆对拉加固，中隔墙采用 M14 精轧螺纹钢对拉加固。

2 ABS 塑钢模板+移动式盘扣架支撑体系

2.1 施工工艺流程

箱涵主体结构直线段根据结构设计尺寸要求，使用“场外拼装，吊车整体吊装”的模板安装工艺进行安装。现浇箱涵工程每个作业面使用 2 套“80 mm 厚 ABS 塑钢模板+盘扣式脚手架”模板支撑体系进行周转。

箱涵达到拆除强度(设计强度的 75%)后，下调立杆顶托 10~15 cm 后安装脚轮，拆除顶板腋角部位小块塑钢模板，然后依次拆除墙体对拉螺杆、主楞、次楞面板，使用液压推车提升架体，依次在架体下安装工字钢，工字钢下安装脚轮，脚轮横向间距 900 mm、纵向间距 3 m 布置一组，6~8 名工人推动盘扣架体系+顶板主楞、次楞、面板至下节箱涵施工段，施工工艺流程如图 1 所示。

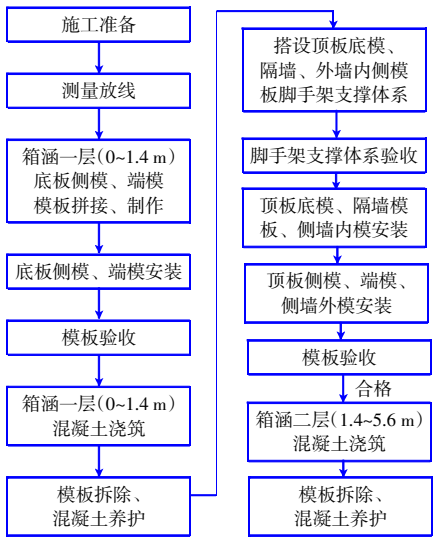


图 1 施工工艺流程

2.2 施工准备

开挖完成后，检测地基承载力^[1]。在箱涵施工前完成材料进场及验收、测量放样、复核等工作，无误后进行箱涵主体施工。

2.3 面板拼装

1) 面板规格、性能

ABS 塑钢模板具有良好的物理、化学性能,其弹性模量 2.2 GPa、许用应力(抗弯)24.5 MPa、内楞间距 ≥ 30 cm 时截面抵抗距 W 、截面惯性距 I 参考值分别为 77.357 cm²、394.772 cm²,厚度 80 mm、重量 16~22 kg/m²、承重 10~14 t/m²、面板材料标准网格 0.3 m \times 0.3 m,按高度不同分为 0.35 m、0.5 m、0.6 m 及腋角部位定制板块等定制板块,箱涵内墙、外墙、腋角均由上述板块拼接而成,各板块间使用加固件进行连接,如图 2 所示。

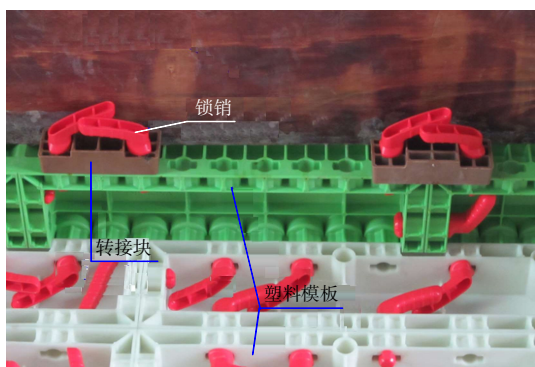


图 2 塑钢模板面板板块间连接方式

2) 面板拼装

ABS 塑钢模板材料进场后在模板组装机将塑钢模板分块拼接,板块间采用专用加固件加固,第一段(0~1.4 m)箱涵塑钢模板分为①号板体和②号板体(腋角板块),①号板体为外墙 0~1.4 m 段模板,②号板体为外墙内侧及隔墙腋角上 300 mm 段模板。按照模板安装顺序,将第二段(1.4~5.6 m)箱涵塑钢模板分为③号板体(外墙板块)、④号板体(内墙隔墙板块)、⑤号板体(上腋角板块)和⑥号板体(顶板板块)。

2.4 第一段箱涵结构模板支立

1) 第一层端模支立

将已加工完成的端部模板放置在已放线完成的垫层上,保证端模中心线与墨线重合。端模放置完成后,依次安装次楞、主楞,模板支立过程中将橡胶止水带平铺于端模板两片面板中缝隙处固定上,控制橡胶止水带与底层端模中心线在同一纵断面上,将顶层端模板压在橡胶止水带上,并通过 U 形卡进行固定。对拉螺杆焊接主筋上,外侧使用定位钢筋间距 1 m 固定,主楞与次楞间使用木楔子固定紧固。

2) 底腋角模板支立

底腋角模板拼装完成后进行安装,面板安装完成后依次安装次楞、主楞,使用 M14 螺栓对拉。底板腋角部位使用 $\phi 20$ mm 圆钢间距 1 000 mm 制作 L 形模板托架。完成后将外墙第一段模板(0~1.4 m)进行安装,使用山形卡进行加固。内部使用 $\phi 48$ mm 钢管间距 3 000 mm 对撑。腋角端部使用钢丝线拉紧在主筋上,外侧进行挂线校核。底腋角部设置 M14 抗浮拉杆控制,浇筑混凝土前铺设篷布,避免混凝土散落。

3) 第一层外墙模板支立

端模及底腋角模板安装后,进行第一段外墙模板施工。将第一段外墙模板放置于垫层上,依次安装次楞、主楞。外部使用 $\phi 48$ mm 钢管间距 2 000 mm 抛撑,将外模板进行加固,钢管一端支撑在模板上,另一端支撑在垫层预埋的定位钢管上,M14 对拉螺栓一侧焊在主筋上。

2.5 第二段箱涵结构模板支立

1) 第二层墙体模板支立

墙体模板主楞采用 $\phi 48$ mm \times 3.5 mm 双钢管间距 600 mm 纵向布置,次楞采用 40 mm \times 80 mm 方钢间距 600 mm 横向布置。搭设脚手架时同时进行墙体支撑体系搭设,外墙 T14 三段式止水螺栓对拉,隔墙 M14 对拉螺栓对拉,外墙模板顶板部位使用对拉杆焊接在箱涵主筋上。对拉螺栓横向间距 600 mm,纵向间距 450 mm。模板、面板周转次数较多时采用胶带填补缝隙,支模前涂刷脱模剂并在施工缝以下 3 cm 位置及相邻模板间贴止浆条避免漏浆,模板底口增设主楞紧固。

2) 顶板模架体系搭设

箱涵主体结构顶板底模、上腋角模板采用“80 mm 厚 ABS 塑钢模板+盘扣式脚手架”模板支撑体系。脚手架立杆横向间距 900 mm,纵向间距 900 mm,3 层步距均为 1 000 mm,如图 3 所示。主楞 10 号工字钢横向布置间距 900 mm,次楞 8 号槽钢纵向布置间距 350 mm。在箱涵底板腋角部位钻孔,采用 $\phi 20$ mm 圆钢固定盘扣架底部定制钢楔,设置盘扣架架体低腋角垂直控制设施,保证腋角部位盘扣架立杆受力竖直、不移位。顶板底模、上腋角模板采用“80 mm 厚 ABS 塑钢模板+盘扣式脚手架”模板支撑体系。体系主楞上方设置卡槽,次楞受力不移动,主楞底部焊接三角形工字钢钢楔,保证盘扣架立杆垂直受力、不移位。

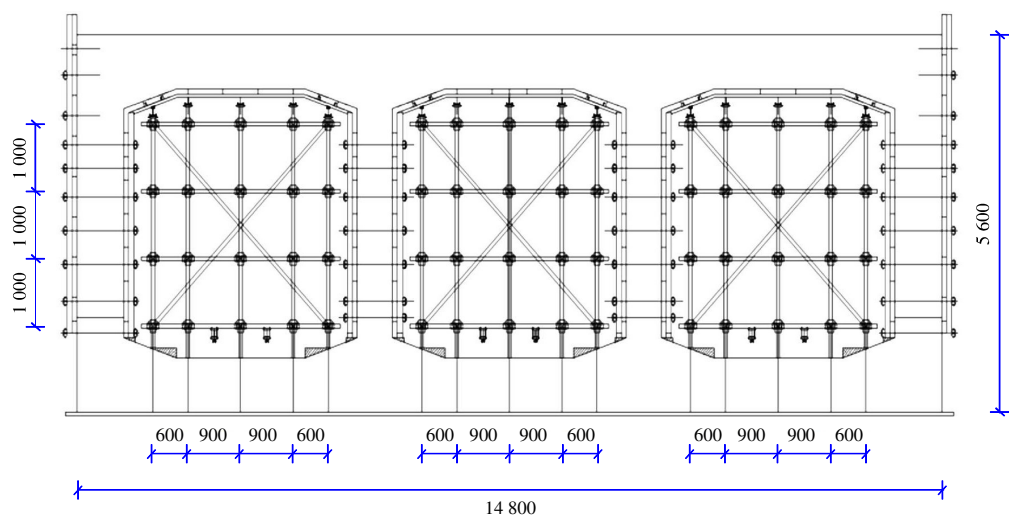


图3 模架体系断面图

3) 第二层端模模板支立

端模采用16 mm厚胶合板,次楞采用60 mm×90 mm木方间距600 mm纵向布置,主楞采用 $\phi 48$ mm×3.5 mm双钢管横向布置,钢管与墙体主楞双钢管自由端使用扣件固定^[2]。模板拼装完毕后检查模板间拼缝,拼缝不大于1 mm,并在拼缝处粘贴止浆带进行封堵。M14对拉螺杆焊接在箱涵顶层主筋上。

4) 外墙及端部作业架搭设

铺设通长垫板前在脚手架底部铺设25 cm厚碎石垫层并进行整平,垫板材质选用16 mm厚胶合板。作业架选用成品门式脚手架,顶层跳板高度与箱涵顶面高度一致(5.6 m)。搭设要求同盘扣式脚手架搭设要求。在门式脚手架每层间安装栏杆,在顶层铺设通往基坑马道跳板,跳板与门式脚手架使用钢丝绑扎,在基坑边坡马道上埋设长500 mm的 $\phi 25$ mm圆钢与之连接。钢筋保证与马道地基固定。顶部通道宽度2 m。箱涵施工完成后,平整下段地基,铺设通长木垫板,将门式脚手架移动至下一箱涵施工段。

2.6 模架体系拆除及移动

- 1) 墙体模板拆除
- 采用100 t履带吊对外墙模板拆除吊运,100 t履带吊驻位于箱涵基坑顶部施工便道上,次楞与面板间采用铁丝连接,作为整体成片安拆。
- 2) 盘扣架支撑体系拆除及移动
- 箱涵主体结构达拆模强度(设计强度的75%)后,进行顶板底模拆除^[3],横杆底部焊接与箱涵

内仓尺寸等长的12 m 10号工字钢。模板体系周转时首先拆除墙体对拉螺杆及墙体模板体系,拆除顶板腋角部位小条塑钢模板后,下调立杆顶托10~15 cm使得顶板体系整体下降至盘扣架体系上,于盘扣架底部安装脚轮,间距3 000 mm,使用液压小推车提升架体,在架体底部横杆下安装10号工字钢及成品脚轮,如图4所示,脚轮横向间距900 mm、纵向间距3 m布设一组,安装后适当下降液压小推车使脚轮落地,6~8名工人推动盘扣架体系、顶板主楞、次楞、面板至下节箱涵施工段完成盘扣架体系周转。

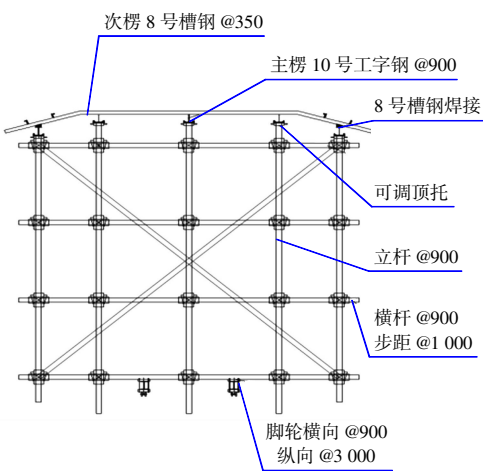


图4 脚轮安装示意图

3 效益分析

3.1 质量效益

塑钢模板面板材料表面光洁,较木模板模板

拼缝相对较少,从根源上减少了箱涵混凝土错台、麻面、平整度差等质量问题。箱涵成品混凝土外观质量的提升,为后续防碳化施工提供良好的施工作业基面、降低混凝土修补工作量,为项目交验提供有利保障。

3.2 经济效益

ABS 塑钢模板+可移动盘扣架支撑体系适用于大埋深、等截面、分层浇筑现浇箱涵、现浇管廊等结构。解决了传统竹胶板散支散拆模架搭设工艺施工效率相对较低等问题,操作简便、剪安全性强、实体质量较好;且芯模体系支拆无需使用大型吊装设备,仅箱涵外墙模板安拆时需大型吊装设备辅助吊运、模板支架体系安拆较传统散支散拆工艺可提升整体施工效率 1 倍,节省项目成本投入约 280.66 万元。

3.3 安全效益

ABS 塑钢模板面板材质轻便,模板拼装加固采用专用紧固件代替传统木模板使用钢钉加固等方式,提升现场作业安全及文明施工标准,同时

面板材质轻,拆模安全风险相对较低,除外墙大片面板拆模外其余部位模板拆除无需使用大型吊装设备,箱涵顶板模架支撑体系无需反复安拆,避免了箱涵顶板模架体系拆除时模板面板掉落产生的伤人风险。仅利用人工辅以小型机具的方式即可完成箱涵顶板模架体系拆模工作,实现施工全周期内无等级事故发生。

4 结语

ABS 塑钢模板+移动式盘扣架支撑体系结构简单、移动方便、安拆快捷,成功应用于海口临空水系项目箱涵工程中,成品混凝土质量较高,在保障箱涵混凝土外观质量的同时大大减轻模板自重,提升模架周转效率,整体模架体系更经济、更系统、更安全,实现了更加系统化的盘扣模架体系移动,最大程度上降低了施工成本投入。

参考文献:

- [1] SL 721—2015,水利水电工程施工安全管理导则[S].
- [2] JGJ 231—2010,建筑施工承插型盘扣件钢管支架安全技术规程[S].
- [3] DL/T 5110—2013,水电水利工程模板施工规范[S].