

快拆定型装配式 PVC 模板在综合管廊中的应用研究

王润泽

(中交路桥华东工程有限公司,上海市 201203)

摘要:城市综合管廊、过水涵洞等生命线是城市基础建设的重要设施,常采用现浇混凝土结构。在施工过程中,模板工程是一个重要的施工环节,快拆型装配式 PVC 模板的应用可以极大提高舱体结构模板拆装速度、提升施工速率,并保证结构外观质量。以泰州市高港区地下综合管廊工程为例,介绍快拆型装配式 PVC 模板的应用,可为同类型的工程施工提供借鉴和参考。

关键词:舱体;定型装配;PVC 模板

中图分类号: TU992.24

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2024)04-0210-05

0 引言

模板施工是混凝土结构工程中的关键步骤,模板的施工质量不仅关系到混凝土结构的尺寸及外观,更彰显城市文明。模板的施工质量主要表现在模板安装拼缝、模板固定、清理、保管、转运 5 个方面。模板拆装速度是影响城市舱体结构施工效率的重要方面。

1 工程概况

高港区地下综合管廊布置在高港大道一侧绿化带处,起于扬子江路,终于蔡圩中沟,横穿港城路与春港路,全长 2.462 km,实施桩号范围 K0+000~K2+461.442。综合管廊宽 8.7 m,高 4.0 m,覆盖土厚约 2.5 m,结构防水等级为二级,管廊附属系统包括供电、消防、通风、电气、监控、排水及标识等系统。

综合管廊舱体结构为现浇,分燃气舱、综合舱和电力舱。管廊底板厚 40 cm,顶板厚 40 cm,墙高 315 cm。迎水面墙厚 40 cm,非迎水面墙厚 30 cm,分两次浇筑(见图 1)。

2 现状调查

2.1 现场调查

(1)综合管廊舱体结构初期使用木质胶合板施工,模板加工工程量大,且人工加工质量参差不齐,返工次数较多,极大影响模板施工效率。

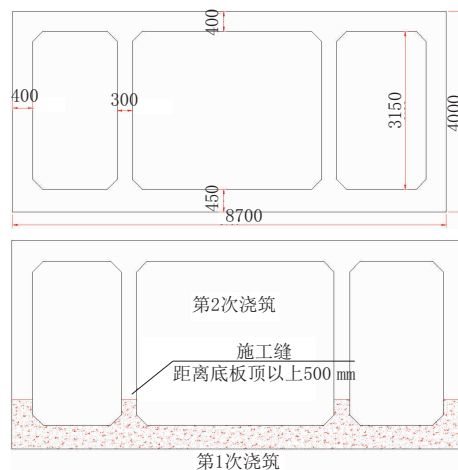


图1 综合管廊标准横断面及施工顺序图

(2)木质胶合板在安装过程中,模板拼缝问题较为突出,安装完墙体一侧模板后,另一侧模板拼缝质量难以控制,导致混凝土浇筑外观质量不佳。

(3)模板拆除过程中,木质胶合板边角处易受到损伤,卷边、掉皮现象较为严重,材料损耗率较高。

(4)模板在清理、储存、转运过程中受到碰撞、挠曲、浸水后极易损伤,二次利用会加大施工难度,增加工作量,降低施工效率,且易影响混凝土外观。

2.2 文献调查

根据文献调查,市场上主流的建筑模板为胶合板模板和金属类模板。胶合板模板主要包括木质胶合板和竹胶合板。这类模板幅面大,现场加工比较灵活,能够满足各种平面形式的混凝土浇筑,但胶合板模板循环利用次数有限。据统计,我国用量最大的木胶合板 75% 周转次数为 1.3 次,其中周转 3 次的占 23.5%,周转 2 次的占 41.7%,周转 1 次的占 9.8%^[1]。胶合板模板利用次数太少且回收利用率低,且拼缝质量不易

收稿日期: 2023-04-19

作者简介: 王润泽(1992—),男,硕士,工程师,一级注册建造师,从事市政公路桥梁施工工作。

控制,对工人施工工艺要求较高。

钢模板与传统的木模板相比,尺寸稳定性好,适用范围广。但钢模板拼缝多,造成混凝土表面平整度差;自重大,搬运与装卸不方便,需要大型吊装设备协助施工,且安全风险较高^[2]。

PVC模板采用一次注塑成型工艺,无需脱模剂,周转次数高,可回收循环利用;组合式密肋,成本低、刚性强、整体性好、质量轻便、安拆简易、平整光洁、耐酸碱度高,可以作为替代木模板在混凝土工程中的部分用途。其制作生产能耗仅为钢模的20%,是一种低耗能、绿色环保的产品^[3]。

3 原因与对策

3.1 原因分析

针对“舱体模板装拆施工效率偏低”这一问题,运用因果分析图对原因进行了细致深入的分析,对“舱体模板装拆施工效率偏低”的影响因素进行分析,共分析出影响因素8种(见图2),并逐条进行验证(见表1)。

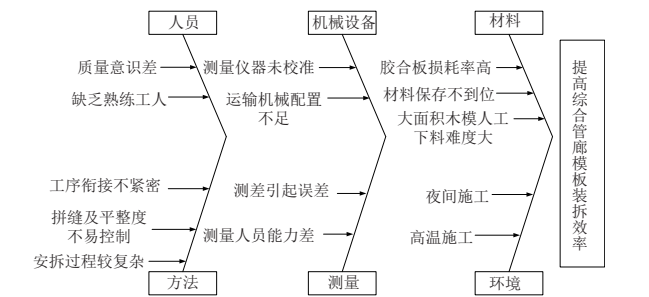


图2 因果分析

表1 影响因素确认分析

序号	影响因素	确认内容	确认方法	确认依据
1	人员质量意识差	人员质量意识	技术、质量、操作培训及考核	培训及考核资料
2	大面积木模人工下料难度大	现场调查	询问管理及施工人员	询问记录分析
3	材料保存不到位	现场调查	对现场材料存放情况进行摸排	摸排情况
4	模板损耗率过高,材料供应不及时	现场调查,资料查询	调查模板损耗情况,检查物资采购计划及清单	物资采购计划及清单
5	工序衔接不紧密	现场调查,台账查询	检查施工台账登记记录	施工台账
6	不易操作,不便安装拆卸	现场调查	询问管理及施工人员	询问记录分析
7	拼缝及平整度控制不到位,返工次数多	现场调查	实地调查,检查质量巡查记录	巡查记录
8	夜间施工	现场调查	询问管理及施工人员	询问记录分析

最终确认,影响舱体模板装拆施工效率的制约性因素为:大面积木模人工下料难度大,准确率低;模板损耗率过高,材料供应不及时;胶合板不易操作,不便安装拆卸;拼缝及平整度控制不到位,返工次数多。

(1)大面积木模人工下料难度大,准确率低。现场使用2440mm×1220mm×15mm和1830mm×915mm×15mm木质胶合板,材料进场后,必须由工人按结构尺寸进行模板加工,很难使尺寸精确到拼接时严丝合缝,往往在现场检查过程中需要返工整改,极大耗费了作业时间,且混凝土浇筑过程中漏浆现象较为普遍。

综合管廊底板模板及顶板腋角模板下料难度大、耗时长,且人工下料存在较大误差,下料验收及安装过程返工次数较多(见表2),大大降低了模板安装的施工效率及质量。

表2 模板下料、返工情况统计

检查点	项目	下料时间	返工情况
1	管廊30#舱底板模板	11工×1工日	下料验收3处,安装过程返工3处
2	管廊31#舱底板模板	10工×1工日	下料验收3处,安装过程返工2处
3	管廊32#舱底板模板	13工×1工日	下料验收2处,安装过程返工1处
4	管廊33#舱底板模板	10工×1工日	下料验收3处,安装过程返工2处
5	管廊34#舱底板模板	12工×1工日	下料验收4处,安装过程返工1处
6	管廊35#舱底板模板	14工×1工日	下料验收5处,安装过程返工3处
7	管廊30#舱侧墙顶板模板	8工×1工日	下料验收2处,安装过程返工1处
8	管廊31#舱侧墙顶板模板	4工×1工日	下料验收1处,安装过程返工2处
9	管廊32#舱侧墙顶板模板	5工×1工日	下料验收1处,安装过程返工0处
10	管廊33#舱侧墙顶板模板	5工×1工日	下料验收3处,安装过程返工0处
11	管廊34#舱侧墙顶板模板	5工×1工日	下料验收2处,安装过程返工2处
12	管廊35#舱侧墙顶板模板	6工×1工日	下料验收4处,安装过程返工3处
平均每舱工耗/工日		17.17	

(2)模板损耗率过高,材料供应不及时。综合管廊第30~34节为25m标准段,第35节为24m加宽段,模板平均损耗率达到28.28%(见表3、图3)。由于一开始对模板损耗的估计不足,材料未能及时跟进,导致第36节侧墙顶板模板施工出现2d的工期延误。

(3)不易操作,不便安装拆卸。胶合板施工过程中安装固定需要通过钢钉连接。加固模板的方木背

表 3 模板损耗情况统计

检查点	项目	投入模板 /m ²	作废模板 /m ²	损耗率 /%
1	管廊 30# 舱模板	850	170	20
2	管廊 31# 舱模板	850	270	31.8
3	管廊 32# 舱模板	850	240	28.2
4	管廊 33# 舱模板	850	280	32.9
5	管廊 34# 舱模板	850	240	28.2
6	管廊 35# 舱模板	770	220	28.6
平均每舱损耗率 /%		28.28		



图 3 破损模板

楞也需要用钢钉钉在模板上,需要消耗较多的人工和时间。模板拆除时同样需要投入大量的人工及时间起出钢钉。

由表 4 可知,底板模板一节安装需要 20 个工日,拆除需要 8 个工日,侧墙顶板模板安装需要 50 个工日,拆除需要 15 个工日。

表 4 模板安装、拆除工时统计

检查点	项目	安装时间	拆除时间
1	管廊 30# 舱底板模板	10 工×2 工日	8 工×1 工日
2	管廊 31# 舱底板模板	10 工×2 工日	8 工×1 工日
3	管廊 32# 舱底板模板	10 工×2 工日	8 工×1 工日
4	管廊 33# 舱底板模板	10 工×2 工日	8 工×1 工日
5	管廊 34# 舱底板模板	10 工×2 工日	8 工×1 工日
6	管廊 35# 舱底板模板	12 工×2 工日	8 工×1 工日
7	管廊 30# 舱侧墙顶板模板	10 工×5 工日	10 工×1.5 工日
8	管廊 31# 舱侧墙顶板模板	10 工×5 工日	10 工×1.5 工日
9	管廊 32# 舱侧墙顶板模板	10 工×5 工日	10 工×1.5 工日
10	管廊 33# 舱侧墙顶板模板	10 工×5 工日	10 工×1.5 工日
11	管廊 34# 舱侧墙顶板模板	10 工×5 工日	10 工×1.5 工日
12	管廊 35# 舱侧墙顶板模板	11 工×5 工日	10 工×1.5 工日
每舱平均工耗 / 工日		94.5	

(4)拼缝及平整度控制不到位。胶合板拼装过程中,安装完墙体一侧模板后,另一侧模板拼缝质量难以控制,且胶合板在对拉螺杆的作用下易产生变形,导致混凝土浇筑平整度不佳且易产生错台。模板安装返工情况见表 5。

表 5 模板安装返工情况统计

检查点	项目	返工情况	返工耗时 / 工日
1	管廊 30# 舱底板模板	错台 5 处,拼缝 3 处	0.5
2	管廊 31# 舱底板模板	错台 4 处,拼缝 4 处	0.5
3	管廊 32# 舱底板模板	错台 5 处,拼缝 4 处	0.5
4	管廊 33# 舱底板模板	错台 4 处,拼缝 6 处	0.5
5	管廊 34# 舱底板模板	错台 5 处,拼缝 5 处	0.5
6	管廊 35# 舱底板模板	错台 6 处,拼缝 8 处	0.8
7	管廊 30# 舱侧墙顶板模板	错台 3 处,拼缝 2 处	0.4
8	管廊 31# 舱侧墙顶板模板	错台 2 处,拼缝 2 处	0.4
9	管廊 32# 舱侧墙顶板模板	错台 2 处,拼缝 2 处	0.4
10	管廊 33# 舱侧墙顶板模板	错台 3 处,拼缝 1 处	0.4
11	管廊 34# 舱侧墙顶板模板	错台 3 处,拼缝 0 处	0.4
12	管廊 35# 舱侧墙顶板模板	错台 4 处,拼缝 5 处	0.6
每舱平均工耗 / 工日		0.98	

3.2 应对策略

3.2.1 对策制定

针对舱体模板装拆施工效率低的问题,充分分析 4 种制约性影响因素,决定采用快拆定型装配式 PVC 模板。

- (1)PVC 模板按照混凝土结构尺寸由厂家定做。
- (2)PVC 模板有着远超于木质胶合板的强度及刚度,不易损坏,可多次循环利用。
- (3)采用装配式 PVC 模板,重量轻,安拆方便。
- (4)采用手柄连接,在保证拼接质量和平整度的前提下实现快速拼装。

如此一来,可以保证结构尺寸均匀,节省人工下料时间及返工时间;提高模板使用效率,节约成本及资源;提高安拆效率,节省人工;提高模板安装质量,控制拼缝,保证结构面平整度。

3.2.2 对策实施

采用快拆定型装配式 PVC 模板代替胶合板。
(1)定型装配式 PVC 模板加工。经过多方比选,选定模板制作厂家并及时对接,技术部出具模板加工方案。根据本项目综合管廊结构施工特点,PVC 模板拟配置 7 种模数的模板,有 1 500 mm×1 000 mm×75 mm 平面板、1 500 mm×600 mm×75 mm 平面板、1 500 mm×500 mm×75 mm 平面板、1 500 mm×350 mm×75 mm 平面板、1 500 mm×250 mm×75 mm 平面板、1 500 mm×200 mm×75 mm 平面板、750 mm×

300 mm×75 mm 倒角模板(倒角为 200 mm×200 mm)
(见图 4)。

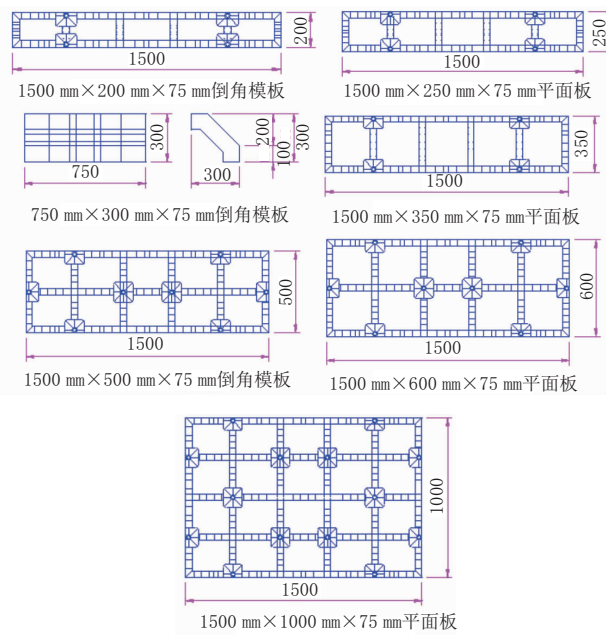


图 4 PVC 模板设计

由技术部组织,质检部参与再次对模板施工班组进行交底,明确关键信息。材料进场前后,各部门联合对进场装配式定型 PVC 模板组织验收。

(2)定型装配式 PVC 模板安装。模板安装前,现场技术人员逐个对钢筋保护层垫块和 PVC 模板进行查验(见图 5),剔除受损模板,对清理不到位的模板要求二次清理,完善工前检查工作,避免返工。PVC 模板拼装横断面见图 6,布置参数见表 6。

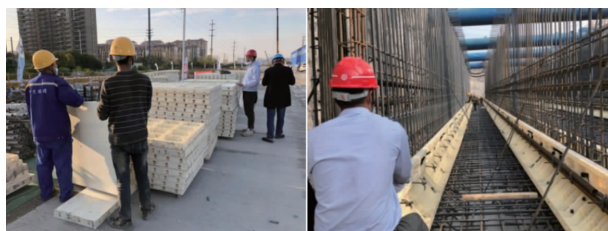


图 5 模板检查

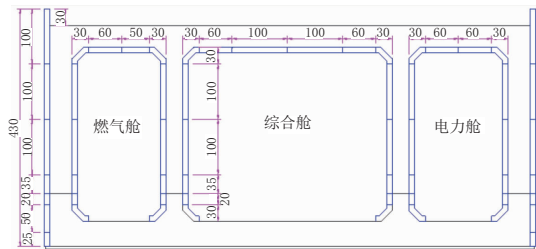


图 6 PVC 模板拼装横断面(单位:cm)

连接手柄可以有效地将模板连接成一个整体(见图 7)。模板安装后、背楞加固前,逐一排查手柄是否安装齐全,避免因手柄缺失导致模板拼接不紧密,混凝土浇筑过程漏浆,影响混凝土外观,并且可以实现模板的快速安拆。

表 6 标准断面模板拼装布置参数

序号	类型	尺寸	数量/块
1	倒角板	750 mm×300 mm×75 mm	738
2	平直板	1 500 mm×200 mm×75 mm	336
3	平直板	1 500 mm×250 mm×75 mm	84
4	平直板	1 500 mm×350 mm×75 mm	168
5	平直板	1 500 mm×500 mm×75 mm	105
6	平直板	1 500 mm×600 mm×75 mm	105
7	平直板	1 500 mm×1 000 mm×75 mm	420

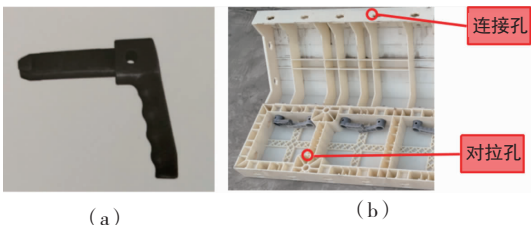


图 7 PVC 模板连接手柄

模板安装与盘口支架结构、横撑、拉杆共同组成模板结构体系(见图 8、图 9)。

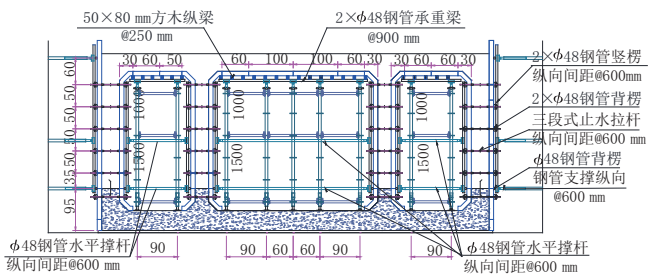


图 8 标准断面舱体模板配置(单位:mm)



图 9 PVC 模板安装

(3)模板拆除。待混凝土强度达到 2.5 MPa 后,拆除外侧墙模板。待混凝土强度达到 50%(40 MPa)后,拆除电力舱及燃气舱模板。待混凝土强度达到 75%(30 MPa)后,拆除综合舱模板。PVC 模板拆除顺序为:侧墙模板→倒角模板→顶板模板。松开连接手柄,用橡胶锤在模板边缘敲击,使模板与混凝土面脱开后即可将模板拆卸下来。

(4)模板清理及保存(见图 10)。模板拆除后,必须随拆随运至模板存放点码放整齐。要求:先清理、再刷油、再清理,确保模板表面清理干净,手柄孔眼清理到位,防止孔眼堵塞。清理过程中一并将破损模板剔除运送至不合格品存放区。对清理后的模板统

一运输至模板集中存放区,码放整齐,下垫上盖。



图 10 模板清理与保存

4 效果验证

4.1 成果检验

应用快拆定型装配式 PVC 模板后,对模板安装拆除情况及拆模后混凝土状况进行随机抽样检查,模板安装拆除情况及拆模后混凝土状况见图 11、图 12、表 7 至表 10。



图 11 胶合板模板浇筑面



图 12 PVC 模板浇筑面

表 7 模板损耗情况统计

序号	项目	投入模板 /m ²	作废模板 /m ²	损耗率 /%
1	管廊 21# 舱模板	900	25.8	2.9
2	管廊 23# 舱模板	1 100	35.1	3.2
3	管廊 25# 舱模板	1 050	28.8	2.7
4	管廊 38# 舱模板	1 000	28.05	2.8
5	管廊 84# 舱模板	1 000	28.8	2.9
6	管廊 88# 舱模板	950	26.1	2.7
平均每舱损耗率 /%			2.87	

表 8 模板安装、拆除工时统计

序号	项目	安装时间	拆除时间
1	管廊 25# 舱底板模板	13 工 × 1 工日	5 工 × 1 工日
2	管廊 21# 舱底板模板	14 工 × 1 工日	5 工 × 1 工日
3	管廊 23# 舱底板模板	15 工 × 1 工日	5 工 × 1 工日
4	管廊 38# 舱底板模板	12 工 × 1 工日	5 工 × 1 工日
5	管廊 88# 舱底板模板	12 工 × 1 工日	5 工 × 1 工日
6	管廊 84# 舱底板模板	12 工 × 1 工日	5 工 × 1 工日
7	管廊 25# 舱侧墙顶板模板	9 工 × 4.5 工日	7 工 × 1.5 工日
8	管廊 21# 舱侧墙顶板模板	9 工 × 5 工日	8 工 × 1.5 工日
9	管廊 38# 舱侧墙顶板模板	9 工 × 5 工日	8 工 × 1.5 工日
10	管廊 23# 舱侧墙顶板模板	10 工 × 5 工日	8 工 × 1.5 工日
11	管廊 88# 舱侧墙顶板模板	9 工 × 5 工日	8 工 × 1.5 工日
12	管廊 84# 舱侧墙顶板模板	9 工 × 5 工日	8 工 × 1.5 工日
每舱平均工耗 / 工日		74.83	

表 9 模板安装返工情况统计

序号	项目	返工情况	返工耗时 / 工日
1	管廊 21# 舱底板模板	线型 1 处	0.1
2	管廊 23# 舱底板模板	连接手柄 3 处	0.1
3	管廊 25# 舱底板模板	—	—
4	管廊 38# 舱底板模板	—	—
5	管廊 84# 舱底板模板	—	—
6	管廊 88# 舱底板模板	线型 1 处	0.1
7	管廊 21# 舱侧墙顶板模板	连接手柄 3 处	0.1
8	管廊 23# 舱侧墙顶板模板	连接手柄 4 处	0.1
9	管廊 25# 舱侧墙顶板模板	—	—
10	管廊 38# 舱侧墙顶板模板	连接手柄 2 处	0.1
11	管廊 84# 舱侧墙顶板模板	—	—
12	管廊 88# 舱侧墙顶板模板	连接手柄 3 处	0.1
每舱平均工耗 / 工日		0.12	

表 10 快拆定型装配式 PVC 模板应用前后对比

每舱体	下料消耗 / 工日	模板损耗率 / %	模板安、拆耗时 / 工日	返工耗时 / 工日
应用前	17.17	28.28	94.5	0.98
应用后	0	2.87	74.83	0.12

快拆定型装配式 PVC 模板的应用使得模板安拆效率在原有基础上提升 20.8%,模板整体施工效率提升 33.5%,同时模板损耗率降低了 25.41%,混凝土平整度及漏浆问题显著改善。

4.2 经济效益

快拆定型装配式 PVC 模板的应用在提升模板安拆效率、降低损耗的同时,节省了人工和材料费用共计约 88 万元。管廊共 89 段舱体,其中 37 段舱体应

(下转第 223 页)

参考文献:

[1] 何源,杨钊,杨擎,等.孟加拉卡纳普里河水下隧道大直径泥水盾构钢套筒始发关键技术研究[J].隧道建设(中英文),2020,40(3): 426-434.

[2] 岳丰田,等.海底联络通道冻结施工关键技术[M].北京:中国地质大学出版社.2020.

[3] 陈湘生编著.地层冻结法[M].第1版.北京:人民交通出版社.2013(2):3-4.

[4] 李康宏,林润辉,董坤祥.管制、规范、认知制度距离与跨国公司海外进入模式关系研究—基于制度逆差背景下中国跨国公司的实证研究[J].现代管理科学,2015(12):24-26.

[5] 蔡雪梅.新时期国企人力资源管理及人才开发策略探讨[J].现代经济信息,2021(12):29-31.

[6] 吕廷婷,倪静静.现代企业人力资源管理中薪酬管理体系存在的问题及对策[J].中国投资,2013(增刊1):155-156.

[7] 石剑宝.“一带一路”视阈下海外项目劳务用工属地化管理研究[J].东方企业文化,2019(S1):158-159.

[8] 严叶丽.国际工程企业“走出去”战略下人力资源属地化改造——以某大型国有企业三级海外分公司为例[J].产权导刊,2019(9): 27-32.

[9] 周月萍,孟奕,纪晓晨.知人善任,唯才所宜——国际工程劳务用工的属地化管理[J].施工企业管理,2016(10):117-118.

[10] 王玉娥.海外工程项目财务管理问题初探[J].现代商业,2011(35): 239-240.

[11] 王焕妮.海外工程项目的成本管理探析[J].中国集体经济,2020(1): 52-53.

[12] 季晓勇.转型发展抢抓后疫情时代发展机遇[J].建筑,2020(15): 15-16.

[13] 李志展,张之.后疫情时代“走出去”的发展趋势[J].施工企业管理,2020(10):28-30.

[14] 周晶.后疫情时代“一带一路”合作发展研究[J].学术交流,2020(8):96-104.

[15] 沈晓雷.南非“抗疫”与后疫情时代的中南合作[J].当代世界,2020(10):58-65.

(上接第214页)

用了快拆定型装配式PVC模板施工,人工共节省41.85万元(37.7工日/节×300元/工日×37舱),材料共节省46.25万元(1.25万元/节×37舱)。

表11 经济效益

项目	价格/万元	备注
人工	41.85	37.7工日/节×300元/工日×37舱
材料	46.25	1.25万元/节×37舱
合计	88.1	

5 结 语

快拆定型装配式PVC模板的应用,可以有效提升模板的安装拆除效率、降低损耗率、降低材料存储

难度。本文通过实际案例论证了快拆定型装配式PVC模板在城市综合管廊中应用的可行性和经济性。快拆定型装配式PVC模板在城市综合管廊、过水涵洞等混凝土结构施工领域,有着极大的推广价值,其经济、环保的特性与国家发展建设节约型社会的理念不谋而合,对同类型的工程有着较大的借鉴和参考价值。

参考文献:

[1] 张斌.高分子PVC模板在建筑工程中的应用——评《建筑材料》[J].塑料工业,2022,50(1):172.

[2] 金振.钢框塑料模板、钢支撑木模板和铝合金模板的应用对比分析[J].建筑技术,2020,51(5):522-524.

[3] 刘晓飞,胡雷嵩,魏亚奇,等.塑料模板在城市地下综合管廊施工中的应用[J].建筑工程与管理,2020(5):66-68.