

附件 2

植物园南门入口区项目二期工程

一、基本情况

（一）项目概况

植物园南门入口区项目二期工程是连接植物园南门主游客中心与万石路的重要环节，也是植物园创 5A 的关键工程。项目主要由人行步道和扶梯快速通道系统组成。其中人行步道起于植物园南门主游客中心，终于南门站，总长约 825m；扶梯快速通道系统由与人行步道交替并行布置的 12 部双向扶梯和两座建筑内的电梯组成。项目概算 1.3 亿元，合同价 7327 万元。

（二）主要技术指标

建设标准等级：市级绿道步道，郊野型绿道。

步道横断宽度：台阶步道净宽 3.0m；坡道步道净宽 3.0m；自动扶梯净宽 1.0m（上下行）。

横坡：0%。

纵坡：坡道步道纵坡 $\leq 1/12$ ，台阶步道 1:2（15cm：30cm），自动扶梯角度（27.3° 和 30°）。

桥梁净空：机动车道净空 $\geq 5.0\text{m}$ ，人行道净空 $\geq 2.5\text{m}$ 。

（三）参建单位

建设单位：厦门市园林植物园

代建单位：厦门市政城市开发建设有限公司

勘察单位：江西省勘察设计研究院

设计单位：厦门市市政工程设计院有限公司

监理单位：福建互华土木工程管理有限公司

施工单位：中铁科建工程有限公司

二、项目应用的装配式建造技术及特点

（一）项目采用的装配式建筑技术

本工程位于万石山南侧陡峭山坡面，现浇钢筋混凝土结构施工困难，安全隐患大，施工周期长，为加快项目建设和减少对周边环境的影响，项目采取预制装配式技术方案。其中步道起点至节点 7 采用预制钢筋混凝土整体式台阶步道；节点 7 至节点 9 采用预制钢结构桥梁。扶梯架空层采用预制混凝土结构，节点 8、节点 9 处建筑主体采用装配式钢结构建筑。



图 1 建设效果图

制装配式结构，结合现场节点湿接连接的装配整体式结构设计对保证此类台阶步道结构的整体性、稳定性常成功。扶梯纵横梁 115 块预制块，立柱 42 块预制块，最重预制块 8.9t。

4. 本工程的台阶步道采用花岗岩作为踏面装饰石材，采用石材反打技术将装饰石材与台阶步道板一体预制，减少现场石材铺贴作业，有效减少施工污染、施工噪音及施工周期，有利于在人员密集区域施工作业。

本工程的台阶步道、护栏、立柱、扶梯纵横梁、桥梁钢结构、节点 8、9 钢结构等均采用装配式结构，产业化程度高，减少现场混凝土浇筑、钢筋绑扎、模板支护等作业，有效减少施工污染、施工噪音及施工周期，有利于在风景景区等需要建设盘山步道的区域展开施工作业。

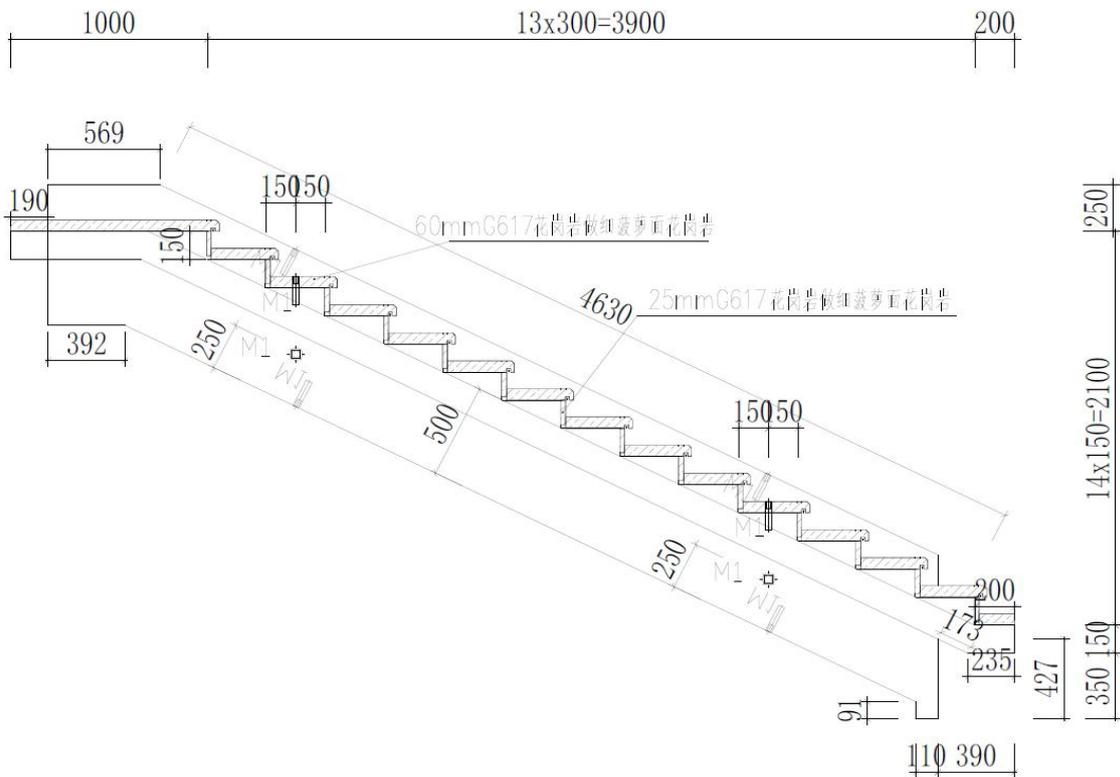


图 4 台阶步道剖面图

(二) 构件生产、安装施工技术

构件集中预制生产，模具误差在±2mm 范围内，预制构件成品误差控制在±5mm 以内。预制构件场内主要依靠桁车起吊、装车，施工现场采用履带吊安装构件。

台阶步道主要施工顺序：前期准备、预制构件生产→基础现浇→预制立柱安装→柱底灌浆→预制梁安装→梁柱节点湿接→台阶步道安装→节点湿接→预制护栏安装→预制护栏灌浆→预制护栏湿接连接→装饰装修施工。

扶梯主要施工顺序：前期准备、预制构件生产→挖孔桩基础施工→承台现浇→预制立柱安装→柱底灌浆→预制梁安装→梁柱节点湿接→扶梯设备安装→调试运行。

(三) 预制构件吊装

台阶步道及扶梯均沿山体展线，山体坡度约 30°，施工难度大，采用 100t 大型履带吊吊装，在施工便道上修筑吊装平台，满足履带吊工作需求，修筑吊装平台的土质较差、承载力较低时，在履带行走处铺设钢板加强，有利的保证了吊装作业的安全，适合于山地作业。

台阶步道及扶梯立柱、纵、横梁在工厂预制完成后，由拖车运输至现场。通过卷扬机拖至起吊位置。由100吨履带吊安装就位。部件节点间通过螺纹套筒和灌浆套筒连接，后进行湿接缝浇筑。



图 5 台阶步道预制构件吊装



图 6 扶梯预制构件吊装

（四）预制构件现场运输

由于预制台阶步道板及扶梯纵横梁重量较大，而安装作业位于约 30° 的山体上，构件的场内运输难度较大，运输安全风险较大，对比几种运输方案，采用钢板作为滑板装载构件，卷扬机作为控制滑板下滑的拖拽装置确保安全，有力保证了构件场内运输的安全，运输效率非常可观。

（五）钢桥节段施工技术

桥下净空较大，不利于大面积搭设支架，同时为加快施工进度，考虑起重设备情况、现场地质情况等因素，将钢梁梁段尽可能按大型构件划分制作，减少由于现场拼装误差、焊接作业环境差等施工不利因素造成钢梁桥内力复杂化。

钢结构步道桥小箱梁及角钢翼缘在工厂加工完成后，由拖车运输至现场。在现场平整场地组拼为 12 米标准跨，利用 2 台 100 吨吊车安装就位。



图 7 钢梁吊装图

(六) 节点 8、节点 9 装配式钢结构施工技术

节点 8 为 4 层钢结构瞭望台，兼做旋梯，节点 9 为 3 层钢结构公交站，兼做配电室、管理中心。主体均为装配式钢结构、楼面均采用钢筋桁架楼承板、不锈钢格栅围栏，在工厂加工制作，

运输至现场安装。

（七）信息化技术

1. 在立柱结构内设置安全性检测的应力计，检测本项目预制装配式结构的安全性尤其在预制构件安装过程中的安全性，取得了完善的检测数据，同时在安装过程中通过对数据的读取，有效的指导了预制构件安装施工。

2. 建立三维立体模型，模拟预制构件安装，实现三维拼装预制尺寸误差分析、拼装碰撞检查、实现拼装精度控制，使作业人员提前熟悉安装程序以及需要注意的事项，确保了安装作业顺利的推进。



图 8 台阶步道与扶梯快速通道建成图



图 9 桥梁建成图



图 10 节点 8 钢结构建筑建成图



图 11 节点 9 钢结构建筑建成图

四、应用成效

（一）绿色环保、节能、节材。该项目台阶步道的步道板和护栏、扶梯纵横梁、钢桥梁、两座钢结构建筑（节点 8、节点 9）等采用装配式结构形式，主要构件均由工厂制作完成，现场进行拼装，减少现场的模板搭设、钢筋连接、混凝土浇筑等作业量，同时，现场拼装只需搭设少量支撑，对施工区域外的自然环境影响很小。通过建筑产业化，做到绿色环保、节能、节材，适用范围广。

（二）工期短，成效快。台阶步道上部结构及扶梯纵横梁采用预制装配式混凝土结构，工厂内标准化、模数化生产，运到现场后，按照编号顺序拼装，施工速度快，施工工期短，大大缩短施工、交通、环境扰民的时间。原方案理论施工工期为 150 天，采用装配式方案实际施工周期为 100 天，节约了三分之一的施工周期。

（三）工程造价与现浇大体持平。本项目如果采用传统现浇施工，模板和支架的使用措施费用预计为 500 万元。采用预制装配式技术，由于大部分构件在工厂预制，现场模板和支架的使用量大大减少，节省的措施费用预计为 330 万元。传统现浇施工需要 50 多名作业人员参与整个施工过程。预制装配式施工由工厂化、智能化、机械化程度高，现场作业人员需求减少，实际只需要 20 名作业人员。尽管预制生产和吊装费用较高，但由于施工周期的缩短和作业人员的减少，总体成本与传统现浇施工持平。预制生产成本增加 220 万元，吊装费用增加 100 万元，但节省的人工成本和措施费用可以抵消这部分增加。预制装配式技术的总成本与传统现浇施工基本持平。采用预制装配式技术，施工周期短、作业人员少，且减少大量模板、支架等措施费，但预制生产、吊装费用相对较高，综合平衡下来对工程造价基本与现浇持平。

（四）施工质量好。预制构件在工厂浇筑混凝土，模板采用高精度钢模具，采用室内养护效果比现场好，质量比施工现场好控制，生产成型的混凝土构件精度高，外观尺寸美观。整个施工过程没有隐蔽工程，都是明造明作，没有质量隐患。

（五）施工安全程度高。构件拼装、节点现浇等施工环境明亮，工作面宽敞，大面积敞开施工，构件吊装无需设置支撑或少设置支撑，危险源少，施工安全程度较高。

该项目采用的预制装配式台阶步道等施工过程摸索出一套新的高效施工工艺，具有较高的技术含量，施工便捷，经济社会效益好，有广泛的推广价值和应用前景，为类似景区台阶登山步道

施工难问题提供了一种可推广、可复制的台阶步道建造模式，其社会效益是深远的。

通过科技推广、科技创新、优化施工方案，可进一步节约投资，通过施工创新和信息化技术应用提高施工效率。