

南京城墙人防工事结构检测及安全性评估项目

1. 立项背景

1969 年~1980 年，南京城墙内部修建了大规模的人防工事，是南京特定历史时期的产物，具有一定历史见证价值和重要纪念意义，是南京城墙的一大特色，有着较高的保护和利用价值。

南京城墙历经 600 多年风雨，自然风化、城市发展、经济开发、保护技术等使其内外墙面均出现不同程度的破损，病害对南京城墙本体安全构成极大的风险。为保证城墙安全，应掌握既有南京城墙内部人防工事的结构现状，评定南京城墙内部人防结构的安全性及其对城墙本体结构安全影响，制定加固、利用和监测方案，为城墙的管理、利用、安全维护提供及时可靠的信息，对可能发生的病害及事故提供及时、准确的预报，避免恶性事件的发生。

2. 建设概况

2017 年 12 月，南京城墙保护管理中心就南京城墙人防工事结构检测及安全性评估项目进行公开招标。最终我司为牵头单位，联合其他两家单位组成联合体中标。本项目总合同额 848.84 万元，其中测绘总产值为 442.855 万元。项目实施时间 2018 年 3 月 12 日~9 月 30 日，完成 24 处人防工事（19.403km）的勘测、检测、安全评估与利用方案制定。

3. 项目实施过程

3.1 整体设计及技术路线

(1) 准备工作

包括文保预案制定、门洞开启、通排风、垃圾清理和运输、抽排水。

(2) 三维建模与测绘

根据城墙分布和项目实际情况划分 4 个测区，分区实施。1) 以测区为单位分两级布设控制网，形成统一的坐标框架。2) 完成城墙外部及人防工事的三维建模。城墙三维模型等级为 LOD2；人防工事采用 P40 扫描仪、测距仪采集及外业调绘补采（相机采集纹理）多种方式相结合，利用 3DMAX 进行三维模型的生产。3) 人防工事与城墙三维模型融合和展示。通过三维模型实现人防工事分布及空间位置展示，其特征点平面精度 $\pm 25\text{cm}$ ，高程精度 $\pm 30\text{cm}$ 。4) 衬砌外观采用人工检查与三维激光扫描相结合。

(3) 人防工事及城墙病害数据成果管理系统

直接获取人防工事及城墙的位置、属性、指标等信息，完成三维模型、属性信息、照片、视频等统一管理。

(4) 倾斜摄影城墙三维模型构建

倾斜摄影包括航空数据获取、外业像控测量、实景三维模型制作等。

3.2 项目实施及关键技术

遵照“少投入、高产出”的原则，在管理模式上进行创新，分级管理，责任到人；同时为降低项目运行成本，对项目运行的每个环节进行细化、分解，并通过不断地优化作业流程和运用新技术、新方法，进行技术革新：

1) 充分利用已有城墙及周边的三维模型，减少外业工作，提高生产效率，降低生产成本；

2) 分区段设计控制网，优化网型设计，充分利用周边已有南京地铁建设首级控制网点作为起算点，减少外业工作；

3) 成果管理系统采用分布式多层架构，提供规范接口，满足主流平台和跨平台快速应用需求。考虑系统可扩展性，益于南京城墙预警平台升级；

4) 设置专人负责内外业工作衔接，保证内外业一体化的高效无缝完成。

据统计工程成本降低 25%。

4. 质量水平和运行现状

实行“二级检查，一级验收”。2018年11月15日通过公司二级检查。2018年11月16日，项目通过专家组验收。目前系统运行状况稳定可靠，数据使用情况良好，完全符合项目建设要求，项目成果提交后一直应用于南京城墙保护工作中，为南京古城墙的保护与管理、开发与利用提高保障，提升了中心的信息化监管和监测能力，充分体现南京城墙作为中国明清城墙申报世界遗产牵头城市的引领性和示范性作用。