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±25cm，高程精度±30cm。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。