引文格式：张竞强,史经华,赵荣军. 南京市竣工验收阶段多测合一精度融合研究[J]. 地理空间信息, 2024, 22(1): 88-91. doi:10. 3969/j.issn. 1672-4623.2024.01.021

南京市竣工验收阶段多测合一精度融合研究

张竞强[1]，史经华[1]，赵荣军[1]
（1. 南京市不动产登记中心，江苏 南京 210008）

摘　要：建设工程测绘事项涉及规划资源、房产、人防、园林绿化等多个部门，测绘精度要求不尽相同，多测合一的实施面临诸多技术难题[1]。统一的测绘精度标准是实现外业一体化现场数据采集作业模式的前提，为顺利实施多测合一，研究了现有南京市竣工验收阶段不同测绘类型的精度要求，总结了其共同点和不同点，提出了南京市竣工验收阶段多测合一精度融合方法。精度融合结果可为南京市工程建设项目全面推行多测合一提供标准化依据和技术支撑。

关键词：多测合一；竣工验收；统一测绘；精度融合
中图分类号：P271　　**文献标志码：**B　　**文章编号：**1672-4623（2024）01-0088-04

Research on the Accuracy Fusion of Multiple Surveys in One in Nanjing Completion Acceptance Stage

ZHANG Jingqiang[1], SHI Jinghua[1], ZHAO Rongjun[1]
(1. Nanjing Real Estate Registration Center, Nanjing 210008, China)

Abstract: Surveying and mapping matters of construction projects involve planning resources, real estate, civil air defense, landscaping and other departments, and the requirements of surveying and mapping accuracy are not the same, so the implementation of multiple surveys in one faces many technical difficulties. Unified surveying and mapping accuracy standard is the premise of realizing the integration field data acquisition operation mode. In order to smoothly implement the multiple surveys in one, we studied the accuracy requirements of different surveying and mapping types in the completion acceptance stage of Nanjing City, summarized the common points and differences of them, and proposed an accuracy fusion method of multiple surveys in one in the completion acceptance stage of Nanjing City. The accuracy fusion results can provide standardization basis and technical support for the comprehensive implementation of multiple surveys in one in Nanjing engineering construction projects.

Key words: multiple surveys in one, completion acceptance, unified surveying and mapping, accuracy fusion

工程建设项目实施主要包括用地许可阶段、施工阶段和竣工验收阶段[2]。南京市工程建设项目在用地许可阶段涉及的测绘事项已由政府承担，项目实施单位可向南京市规划和自然资源局申请获取相关测绘成果，无需另外委托测绘；在施工阶段的验线已采取告知承诺制，其余测绘服务均由市场统一承担；在竣工验收阶段涉及的测绘工作包括土地核验、房产测绘、规划竣工测绘（含管线测量、绿地测量、停车位和人防测量）[3]，目前的主管部门为规划和自然资源部门以及房产部门，各测绘事项适用的作业模式、技术标准、测量方法和成果形式既有不同又存交叉。在竣工验收阶段实施多测合一，能降低建设单位的经济和时间成本，优化南京市营商环境，具有良好的经济效益和社会效益。多测合一的统一测绘形式，即测绘服务机构根据项目建设进度自行安排进场测量时间，按照统一的测量精度要求，形成统一的测绘成果[4]。由于各类测绘事项执行不同的技术规范，精度要求不尽相同，实施多测合一需融合原有不同类型的测绘精度指标，形成统一的标准。南京市竣工验收阶段测绘涉及的工程一般位于城市建成区范围，成图比例尺基本为1∶500，由于规范、规程中设定地物点的中误差是按测图比例尺限定的，因此融合测量精度时均按解析法外业采集、1∶500比例尺成图标准进行研究。

1　原有各分项测量的精度要求

规划竣工测量主要执行《城市测量规范》《城市地下管线探测技术规程》，房产测量主要执行《房产测量规范》，土地核验主要执行《地籍调查规程》。

1.1　平面控制测量精度要求

规划竣工平面控制测量的城市平面控制网分为

收稿日期：2023-01-11。
项目来源：江苏省自然资源厅2021年度科技计划指导性资助项目（2021055）。
第一作者简介：张竞强（1968—），高级工程师，研究方向为不动产登记与权籍调查，E-mail：zjq113@163.com。

二、三、四等和一、二、三级。房产平面控制测量的控制点包括二、三、四等平面控制点和一、二、三级平面控制点。土地核验平面控制测量的地籍首级平面控制网点等级分为三、四等或D、E级和一、二级。各等级最弱点点位中误差不大于±5 cm。

1.2　高程控制测量精度要求

规划竣工高程控制测量的城市高程控制网分为一、二、三、四等，其中城市首级高程控制网不低于三等，各等级高程控制网中相对于起算点的最弱点高程中误差不应大于±2 cm。房产测绘无高程测量要求。土地核验高程控制测量的首级控制点达到四等或等外水准点要求即可。

1.3　图根测量精度要求

规划竣工测量的图根控制测量宜在城市各等级控制点下进行，可采用卫星定位测量、导线测量和电磁波测距极坐标法进行作业。图根点点位中误差和高程中误差精度要求见表1。

表1　规划竣工测量图根点点位和高程中误差精度要求/cm

中误差类型	相对于图根起算点	相对于邻近图根点
点位中误差	≤±5	≤±15
平地高程中误差	≤±5	≤±5
丘陵高程中误差	≤±5	≤±6.3
山地、高山地高程中误差	≤±5	≤±8.3

房产测量未规定相应图根测量内容。土地核验图根控制测量精度要求与规划竣工测量相同。

1.4　细部点测量精度要求

1）规划竣工测量细部点精度要求。规划竣工测量细部点分为条件点、非条件点、管线点和各类地形地物点等。其平面精度要求为：相对于起算点的中误差，条件点、管线点为±5 cm，非条件点为±7 cm，平地、丘陵地物点为±25 cm，山地、高山地地物点为±37.5 cm；邻近地物点间距中误差，条件点为±5 cm，非条件点为±7 cm，平地、丘陵地物点为±20 cm，山地、高山地地物点为±30 cm。其高程精度要求为：相对于起算点的中误差，固定地物点、管线点、平地地形点、丘陵地形点、山地地形点、高山地地形点分别为±4 cm、±3 cm、±16.7 cm、±25 cm、±33.3 cm和±50 cm。

2）房产测量细部点精度要求。房产测量细部点主要为房屋界址点，精度分为3级。各级界址点相对于邻近控制点的点位误差和间距超过50 m的相邻界址点的间距误差要求：一级、二级、三级界址点分别为±2 cm、±5 cm、±10 cm。房地产要素点和地物点相对于邻近控制点的点位误差及其间距误差为±5 cm。间距未超过50 m的相邻界址点的间距误差限差按$\Delta D=\pm(m_j+0.02m_jD)$计算，$m_j$为相应等级界址点的点位中误差；$D$为相邻界址点的间距，单位均为m。房产测绘细部测量的高程精度未作要求。

3）土地核验细部点精度要求。土地核验涉及的地籍界址点精度分为3级，其相对于邻近控制点的点位误差和相邻界址点间距误差：一级、二级、三级界址点分别为±5 cm、±7.5 cm和±10 cm。地物点相对于邻近控制点的点位误差为±25 cm，邻近地物点的间距误差为±20 cm。土地核验细部测量的高程精度未作要求。

2　竣工验收阶段测绘精度融合分析

只有将各种测量的精度要求融合统一后，多测合一的实施才能得到技术保证。为满足竣工验收阶段不同种类测绘的精度要求，融合过程中基本遵循控制测量“从严就高”和细部测量满足审批要求的原则。

2.1　控制测量精度融合

规划竣工测量、房产测量首级平面控制点精度要求均为二、三、四等和一、二、三级，地籍首级平面控制网点等级分为三、四等或D、E级和一、二级。经比较分析，《地籍调查规程》取消了三级控制点等级。测量方法采用卫星定位测量、导线测量、边角组合测量等，基本一致。因此，对于竣工验收阶段测绘，将首级平面控制点等级统一为二、三、四等和一、二级，最弱点点位中误差不大于±5 cm，可满足竣工验收阶段所有测绘类型首级控制测量精度要求。

规划竣工测量对高程首级控制的要求较高，分为一、二、三、四等，各等级高程控制网中相对于起算点的最弱点高程中误差不应大于±2 cm，四等以上采用水准测量方法施测，四等也可采用卫星定位和高程导线测量方法施测。该要求可作为竣工验收阶段测绘首级高程控制测量要求。

2.2　图根测量精度融合

对比规划竣工测量、房产测量、土地核验的图根控制测量精度与技术要求发现，《城市测量规范》规定图根控制测量在首级控制点下进行，可采用卫星定位测量、导线测量和电磁波测距极坐标法进行作业，采用导线测量时可附合两次，在极个别困难地区可附合3次；《地籍调查规程》规定与之类似，但采用导线测量时只可附合两次，比较二者平面首级控制和图根控制测量精度与技术要求可知，《地籍调查规程》规定的一级图根精度和技术指标要求与《城市测量规范》规定的三级控制点要求类似。房产测量对图根控制未作相关规定。《城市测量规范》对图根控制点的高程测量有详尽规定，土地核验参照执行，房产测量

未作相关规定。综上所述，在竣工验收阶段测绘3类测量图根平面控制点的精度技术要求中，土地核验要求最高，可作为竣工验收阶段测绘图根平面控制测量的基本要求；图根高程控制测量按照规划竣工测量要求。

2.3 数字测图精度融合

竣工验收阶段测绘在细部测量方面存在较大的工作量，细部测量精度和技术要求的统一，对竣工验收阶段多测合一具有重大意义。在竣工验收阶段测绘采集的细部点中，房产测量的一级房屋界址点精度要求最高，中误差为±2 cm，规划竣工测量和土地核验困难地区一般地物点精度要求最低，中误差为±37.5 cm。土地核验和竣工测量中涉及的最高平面点位中误差均为±5 cm，二者已有统一基础，而在房产测绘中，虽然一级界址点的精度要求高于土地核验和竣工测量，但其仅适用于城市的特殊地区或特殊建筑物的测量，该类项目可特别处理。多测合一项目主要涉及的是商品房或单位自建房，均为社会生活中常见的房屋类型，其界址点测量精度均执行二级精度要求。在日常土地核验调查中，所有建构筑物以及可能成为界址点的房角、围墙、栅栏等固定地物，多用作权属分界线，在土地核验时，通常将这些固定地物点按照界址点的精度要求采集。因此，将竣工验收阶段测绘各类界址点和固定建构筑物地物点的点位精度中误差设定为±5 cm，其他地形点位仍按原规范要求执行。细部点高程测量精度仅规划竣工测量涉及，其中管线点高程中误差不大于±3 cm，固定地物点为±4 cm，其他地形点仍执行DLG等高线插值点中误差要求。

2.4 测量精度融合分析

传统城市工程基础控制网的建立遵循“从整体到局部、分级布网”的原则。对于首级控制网，首先应查询测区附近已有的高级控制点情况，再根据工程需要布设相应等级的控制网，其作业过程包括选点、埋石、观测、平差计算、成果整理与提交等环节。竣工验收阶段测绘所涉项目范围一般不大，常位于城市范围，成图比例尺为1∶500[5]。常用的测量方法是全野外数字测图。原规范中设定的地物点误差与测绘方法有较大关系，如房产测量规范中规定了平板仪测绘的精度要求，地籍调查规程规定了图解界址点精度，已不符合南京市测绘现状。

随着现代测绘技术、测绘装备的迅猛发展，现阶段国内大部分城市的基础测绘控制网建设已相当完备。在平面控制测量方面，网络RTK、CORS参考站等建设已较普遍，利用RTK的移动端可轻松完成竣工验收阶段测绘首级控制；在高程控制测量方面，大部分城市已建立了精化似大地水准面，通过卫星定位测定的大地高，加上各点位的高程异常改正，即可得出正常高高程；在细部测量方面，在控制点或图根点上设站，采用全站仪极坐标法或RTK直接采集细部点，对于界址点和地物点采用一次设站、统一采集的方法，内业统一采用图形软件编辑成图，因此绝大部分的细部点精度是均匀统一的。因此，竣工验收阶段多测合一统一的测量精度和技术要求对测绘单位的工作不会带来额外的成本负担。

3 南京市竣工验收阶段测绘现状分析

南京市国土资源局于2006年11月建成了南京市（国土系统）连续运行卫星定位基准站系统（NJCORS）。2009年12月江苏省测绘产品质量监督检验站对NJCORS进行了检验，报告质量总评认为：该系统信号覆盖较全、定位精度良好，可服务于控制测量，大、中、小比例尺等基础测绘行业，检验合格。NJCORS自启用以来，被广泛应用于土地调查、勘测定界、不动产权籍调查、各比例尺地形测绘等领域，取得了良好的经济效益和社会效益。2019年1月14日因机构整合，原国土和规划部门的CORS系统也进行了相应融合，目前形成了过渡期南京CORS系统，被广泛应用于全市的规划测绘和自然资源管理工作中。

2012年7月南京市国土资源局建成南京市似大地水准面精化项目。项目综合利用GPS定位技术、水准资料、重力资料、DTM模型资料等，通过严密的数据处理，在南京市域建立了高精度区域似大地水准面格网模型。59个GPS水准资料与重力似大地水准面独立比较精度为±0.015 m。利用球冠谐调和分析方法将GPS水准与重力似大地水准面联合求解得到的2′×2′格网似大地水准面精度可达±0.009 m。目前南京精化似大地水准面对RTK点高程改化功能已集成到过渡期南京CORS系统中，在全市广泛应用。

对于南京市的竣工验收阶段测绘项目，在控制测量方面，只需在南京市规划和自然资源局测绘主管部门注册为南京CORS系统用户，即可直接采用CORS系统布设测区首级控制点，再采用导线测量方式发展图根点；细部测量一般采用全野外数字化测图方式，主要作业方法包括CORS-RTK测量方法、全站仪极坐标法和距离交会法，采用统一的全野外测量方式、统一的数据采集要求，得到统一的细部测绘精度。

4 南京市竣工验收阶段测绘精度融合结果

结合南京市基础测绘现状，本文提出了南京市竣

工验收阶段多测合一的测绘精度要求。

1）平面控制测量。首级控制测量方法为以NJ-CORS为起算依据，采用RTK布设测区首级平面控制点或直接布设图根点。布设图根导线时，只能在首级控制点上发展两级。其精度要求为相对于起算点中误差不大于±5 cm。

2）高程控制测量。首级采用四等及以上水准测量方法施测；图根高程控制测量采用南京精化似大地水准面改正RTK所测大地高、等外水准测量、三角高程测量等方法，其精度要求为各等级高程控制网中相对于起算点的最弱点高程中误差不大于±2 cm，图根控制点不大于±3 cm。

3）细部点测量。平面测量可采用CORS-RTK测量方法、全站仪极坐标法、距离交会法；细部高程测量方法同图根高程控制测量。其精度要求见表2。

表2　南京市竣工验收阶段多测合一细部点测量中误差/cm

点位类别	相对于起算控制点的点位中误差	相邻点位间距中误差	高程中误差
条件点	±5	±5	±4
非条件点	±7	±10	±4
地下管线点	±5	–	±3
固定建构筑物地物点	±5	±5	±4
平地地形点	±25	±20	±16.7
丘陵地形点	±25	±20	±25
山地地形点	±37.5	±30	±33.3
高山地地形点	±37.5	±30	±50

5　结　语

建立统一的精度标准，是实施多测合一工作的重要前提[6]。在分析各类测绘事项精度技术指标的基础上，按照“从严就高”和满足审批的原则，统筹考虑工作效率和技术成本，对原竣工验收阶段测绘精度技术指标进行融合，形成统一的精度技术指标；然后统筹安排控制测量和外业细部数据采集，避免相同要素重复采集，从而提升测绘效率、降低企业成本，以获取更好的经济效益和社会效益[7]。

参考文献

[1] 焦明连.“卓越计划”视域下校企联合培养测绘人才的探讨[J].测绘科学,2013,38(6):198-199

[2] 王楠,李穗浓,张郁,等.工程建设项目的多测整合对策研究[J].地理空间信息,2022,20(2):156-158

[3] 吴小龙,李旺民,李自然,等.基于规则库技术的联合测绘数据处理方法[J].地理空间信息,2022,20(7):124-126

[4] 刘凯程,徐启恒.东莞市工程建设项目联合测绘思路及模式探讨[J].测绘与空间地理信息,2022,45(4):219-222

[5] 吴洪涛,张秀.浅议建筑工程规划竣工测量成果的拓展应用[J].测绘与空间地理信息,2013,36(6):164-166

[6] 孙晓玮,邱俊武.工程建设项目全生命周期“多测合一”综合服务平台研究及应用[J].测绘通报,2021(12):153-157

[7] 吕树春.无人机倾斜摄影测量在多测合一中的应用研究[J].测绘与空间地理信息,2022,45(增刊1):249-251

（上接第84页）

静态PPP的影响。结果表明，固体潮改正模型对U方向的改正量大于N、E方向，其中U方向最大改正量超过10 cm，测站所处地理位置会对模型改正量产生一定影响。因此，各系统PPP过程中应加入固体潮改正模型，以提高PPP精度。

参考文献

[1] 于凤军,鞠林,汤振杰,等.固体潮相关的地球表面形变和涨落[J].大学物理,2022,41(2):22-25

[2] 翟丽娜,孔祥瑞,杨锦玲,等.大连台重力固体潮受海潮负荷影响特征研究[J].中国地震,2020,36(4):953-960

[3] 李艳红,成芳,沈朋礼,等.固体潮对BDS精密单点定位的影响研究[J].测绘科学,2022,47(1):66-75

[4] 卢鋆,张弓,陈谷仓,等.卫星导航系统发展现状及前景展望[J].航天器工程,2020,29(4):1-10

[5] 刘艳亮,张海平,徐彦田,等.全球卫星导航系统的现状与进展[J].导航定位学报,2019,7(1):18-21

[6] 师思超,武文锐.BDS-2/BDS-3/GPS精密单点定位精度分析[J].地理空间信息,2021,19(6):68-71

[7] 张玉爽,黄张裕,张文祥.BDS/GPS及其组合系统伪距单点定位精度研究[J].地理空间信息,2018,16(12):28-31

[8] 张乾坤.BDS-2/BDS-3组合精密单点定位技术研究[D].赣州:江西理工大学,2021

[9] 胡金林.精密GPS定位中地球潮汐改正模型的研究与分析[C]//第十三届华东六省一市测绘学会学术交流会论文集,2011:8-9

[10] 肖亮明,蒋胜华.潮汐对精密单点定位的影响[J].测绘信息与工程,2010,35(1):19-21

[11] 刘生锋,杨文龙,谷涛.BDS-3双频组合精密单点定位精度分析[J].测绘通报,2021(3):7-11

[12] 龚婷婷.GNSS精密单点定位及其质量控制方法研究[D].淮南:安徽理工大学,2020