

《室内三维测图数据获取与处理技术规程》

编制说明

一、工作简况

1. 任务来源

本标准任务来源由国家测绘地理信息局科技与国际合作司，于2016年下达测绘行业标准项目的通知，文号测科函[2016]49号。

2. 目的意义

室内空间是封闭或者半封闭的空间，其不仅包含通常所说的一般建筑物内部，还包括地下矿井、地下轨道交通等室内空间。据统计，人的一生有17%时间在室外，83%的时间则是在室内度过的，70%的商业活动发生在室内。室内和地下空间位置服务、应急响应和安全监测和运营管理需要建立在对其透明感知的基础之上，而室内和地下空间高精度三维地理信息则是支撑透明感知的关键因素。快速、高效、高精度获取室内和地下空间精细的三维地理信息数据，建立三维地下空间信息系统，是实现室内和地下空间监测和运营管理的关键，也是对室内和地下空间科学规划、合理有序的开发利用，实现城市室内和地下空间建设和运营管理的迫切需求。

2016年4月，国家住房城乡建设部发布《城市地下空间开发利用“十三五”规划》，明确“到2020年，不低于50%的城市完成地下空间开发利用规划编制和审批工作，补充完善城市重点地区控制性详

细规划中涉及地下空间开发利用的内容。同时,将开展地下空间普查,推进城市地下空间综合管理信息系统建设。到 2020 年,不低于 50%的城市初步建立包括地下空间开发利用现状、规划建设管理、档案管理等的综合管理系统,有效提升城市地下空间信息化管理能力”。当前,国内很多城市已经在开展室内空间调查和测绘工作试点,受制于装备和技术限制,室内和地下空间三维地理信息数据获取与处理面临建设发展需求旺盛但系统性不足、有关标准和规范缺乏、调查测绘手段不统一、成果形式差异大等系列问题。

《测绘地理信息标准化“十三五”规划》也提出要加大先进技术、新市场和产业方向的标准研究力度,明确提出“室内多维位置信息”相关标准规划。为规范室内空间的界定、室内空间三维测图的技术手段、室内多维位置信息的形式、内容、表达、精度等,形成统一的认识和了解,形成统一的室内三维测图数据获取与处理的技术体系,根据 2016 年度国家测绘地理信息局有关标准制修订计划的安排,结合测绘地理信息标准体系,课题单位联合室内三维测图装备、工程服务和行业应用等单位,于 2017 年 1 月成立《室内三维测图数据获取与处理技术规程》行业标准编写课题组,启动本标准的制定。

3. 起草单位及主要起草人

1) 承担单位和协作单位

本标准承担单位为武汉海达数云技术有限公司。

本标准协作单位包括武汉大学、自然资源部测绘标准化研究所、南京测绘勘察研究院有限公司、北京城建勘测设计院有限公司、厦门亿力吉奥科技有限公司、浙江省测绘科学技术研究院、南宁市勘察测绘地理信息院。

2) 主要起草人及其所做工作

标准主要起草人为：胡庆武、杨晶、李加元、汪开理、艾明耀、刘小强、胡春霞、唐超、李静、陈辉、韦廖军、赵鹏程、熊成利

胡庆武作为标准编制负责人，主持标准大纲审定、标准编制组织、标准条目 1、5、6、7 的内容编写等工作。杨晶、李加元、汪开理、艾明耀负责标准条目 7、8、9 的内容编写工作，刘小强负责标准规范化工作，胡春霞、唐超负责标准条目 2、10 的内容编写工作，李静、陈辉、韦廖军、赵鹏程、熊成利负责标准条目 4、11 及附录的内容编制工作。

4. 主要工作过程

1) 立项启动

本标准编写工作于 2016 年 12 月正式启动，成立了标准编写组，并编写《推荐性国家标准项目建议书》、标准提纲草案报送全国地理信息标准化技术委员会，随后编写组召集主要编写人员进行了实施方案确定和编写分工。

2) 起草阶段

2017 年 1 月，标准编写者主要编写人员收集了博物馆、地铁、大型车库、矿山巷道等典型的室内和地下空间三维测图的需求、作业设备、作业过程和三维测图成果等资料，了解相关工程对三维测图的技术要求、空间基准、测绘调查的方法、测绘调查的内容、外业控制、数据获取和数据处理的要求与流程，为本标准编写提供了详实技术资料和数据资料。在此基础上，标准编写组组织工程技术人员对以上资料进行对比，并经系统分析，经过主要编写人员多次讨论分析，统一

了编写组对于室内三维测图范围和内容的认识，确定了有关标准的主要技术指标、和内容，于2017年2月形成标准编制大纲。

3) 征求意见

2017年3月，标准编写组在武汉召开了《室内三维测图数据获取与处理技术规程》测绘行业标准启动会，各参会专家就标准编写的框架、方案、技术路线、工作进度等方面进行了深入细致的探讨，确定了标准编写提纲、任务分工和进度计划等。

2017年4月-6月，标准编写组各成员单位组织人员，对承担的标准编写内容进行编写，并组织讨论，形成标准初步草案。

2017年7月，标准编写组主要负责人对标准各个部分内容进行汇总、整理，形成标准初稿，并组织各个单位对标准初稿进行讨论，根据征集的多项反馈意见，对标准初稿进行修改完善，形成标准征求意见稿，送全国地理信息标准化技术委员会对标准进行征求意见工作。

2017年11月，全国地理信息标准化技术委员会公开发布标准征求意见稿（测标委秘函〔2017〕26号），发送《征求意见稿》的单位或专家数共56个，测标委委员数53人。

4) 审查

2018年1月-2018年12月，标准编制单位共收到26份回函，共154条标准修改意见或建议。标准编写组组织各参编单位成员组织讨论，形成标准意见处理方案，并对标准进行修改。其中采纳109条，部分采纳13条，未采纳32条，形成标准送审稿。

2020年9月，全国地理信息标准化技术委员会测绘分技术委员会在西安组织召开了标准送审稿审查会。会上，标准审查委员会共提出59条修改意见。标准编写组采纳了总共59条修改意见，对标准文

件进行修改，形成标准报批稿。

二、标准编制原则和依据

1. 编制原则

1) 科学性与系统性

标准编写以科学理论和先进技术为依据，根据室内三维测图方法涉及到的空间基准、室内高精度定位和多传感器集成三维扫描移动测绘的特点，系统梳理室内三维数据获取的技术手段、数据获取、数据处理和质量控制等关键问题，提出相应的技术规程。

2) 实用性和可操作性

标准来源于实际需求，标准编制过程中既调研了生产单位意见，也进行了生产实验，制定过程广泛吸取现有各种实际经验和成果，各种指标及作业模式、技术流程经过了实验验证，满足实际作业的需要，具有可操作性。

3) 技术成熟度与先进性相结合

标准编写涉及当前飞速发展的室内高精度定位、SLAM 测图等技术，在制定室内三维测图数据获取手段时，即要考虑对先进技术的使用，也要充分考虑与可操作、成熟度高的技术手段进行联合作业，确保标准的可用性。

2. 主要内容

1、关于室内空间的概念和范畴

对室内空间的认识当前存在一些过大或者过小的认识，其概念和

范畴直接影响到相关技术方法手段和成果要求。在标准编写过程中，通过对典型工程的调研和分析，形成对室内空间的界定。室内空间是指由一系列面围合而成、相对独立、相对封闭的立体空间，无法通过GNSS定位测量或采用传统方法施测困难的狭小空间，包括建、构筑物地上室内空间和地下空间。以相对封闭为空间特征、以无非用GNSS进行定位为其技术特征，为其数据获取和处理采用的技术手段和方法提供依据。

2、有关室内三维测图成果数据及其精度的说明

室内三维测图成果包括各种常规的二维平、立面图、断面（图、表）、室内空间三维模型、室内实景地图、元数据等。对于相关成果的要求和精度，直接参考现有的相关标准，具体情况如下：

- 室内二维平、立面图执行GB/T 17160-2008和GB 50104标准。
- 属性成果表应包含室内空间对象的类别、名称、使用性质及所属分层等信息，室内空间对象分类标准按照《GB/T28590-2012城市地下空间设施分类与代码》执行。
- 横断面精度要求不低于5cm，点间隔不大于2m。每个横断面需要有断面所在中心三维坐标。
- 室内三维模型按照《CJJT157-2010城市三维建模技术规范》中LOD4要求。
- 室内实景地图参照《实景地图数据产品》。
- 室内空间三维测图成果根据不同需求和测图方法，选择成果形式，但至少应包括建（构）筑物室内平面图、建（构）筑物属性成果表。
- 室内空间三维测图成果应以城市基本地形图图幅为单位，分

类别整理编制,并编写制表说明,成果以电子文件形式提交。

(二) 标准的一致性

本标准为新标准,针对当前室内和地下空间定位技术、三维测图方法还在不断研发,考虑到标准实际指导意义,标准编写中,对室内空间三维测图数据获取方法采取成熟手段和先进技术相结合的手段,室内三维测图数据的获取方法包括现场测量调绘法、基于规划与设计资料处理法、地面站三维激光扫描测量法、SLAM 三维测图法等。需根据室内三维测图成果技术要求和使用要求,采用合适的室内三维测图数据获取和处理方法。

对于成熟手段,通常有已有的标准或规范指导其作业,直接引用相应的标准和规范,重点放在对室内三维测图共性的控制测量、方案制定和成果验收上,对本规程的主体以新近较为成熟的 SLAM 三维测图法为主进行室内三维测图数据获取与处理。

三、主要试验分析

在某城市地铁站商业体空间普查试验项目中,测区总面积约 5 万平方米,总共有地下三层空间,要求平面与高程精度优于 10cm,成果为地下空间实景地图和三维模型,测量前没有现存的档案资料。考虑项目对测图成果精度和效率的要求,选用 SLAM 三维测图法能满足精度指标并较快地得到测图成果。项目中按照标准规范制定采集方案,首先进行了控制网布设,保证了控制点在测区中均匀分布;然后采用 SLAM 移动测图系统对地下空间进行了数据采集并进行数据后处理和成果制作,得到地下空间三维模型和带有地理参考的实景地图。

由于 SLAM 技术无需 GNSS 信号,数据操作简单方便,无需像地面扫描仪作业时换站,可边行走边采集,同时采集全景影像,在后处理

的过程中自动得到点云已经配准好的全景。相对于传统的现场测量调绘法和地面站三维激光扫描方法，SLAM 测图法采集数据效率高，人工干预较少，对于室内空间的测量调查工作能加倍提升作业效率，具有极高的经济社会价值。

四、与国际标准和国外同类标准比较

目前尚未见与标准相关的国际标准。本标准中涉及到的地面扫描仪和室内移动测图系统在国内和国外均有研究机构和企业推出相关的产品。

当前比较著名的室内移动测图系统产品有：英国的 GeoSLAM 公司开发的 ZEB 系列移动测图系统，意大利的 Gexcel 公司开发的 HERON 系列移动测图系统，国内的海达数云公司开发的 HiScan-SLAM 室内移动测量系统。产品指标对比如下表。

表 1 我国产品与国外同类产品间的比较

指标	英国 GeoSLAM 公司 ZEB Horizon 产品	意大利 Gexcel 公司 HERON LITE 产品	中国海达数云公司 HiScan-SLAM 产品
最大测距	100 米	100 米	120 米
相对测量精度	3 厘米	3 厘米	5 厘米
绝对测量精度	5 厘米	5 厘米	10 厘米
每秒扫描点数	30 万	30 万	30 万
扫描仪重量	1.3kg	2.5kg	1.8kg

当前比较著名的地面三维激光扫描仪产品有：奥地利的 Riegl 公司开发的 VZ 系列扫描仪，美国的 FARO 公司开发的 Focus 系列扫描仪；国内的海达数云公司开发的 HS 系列扫描仪。产品指标对比如下表。

表 2 我国产品与国外同类产品间的比较

指标	奥地利 Riegl 公司	美国 FARO 公司	中国海达数云公司
----	--------------	------------	----------

	VZ400i 产品	Focus ^s 350 产品	HS1200 产品
最大测距	800 米	350 米	1200 米
最小测距	0.5 米	0.6 米	1.5 米
测量精度	5 厘米	1 毫米	5 厘米
最大激光频率	1.2MHz	0.97MHz	1.0MHz
扫描仪重量	9.7kg	4.2kg	10.5kg

从以上国内外产品对比可以看出目前市面上主流的激光扫描仪和室内移动测量系统的精度均优于 10 厘米，符合本标准规定的精度指标要求。

五、与有关的现行法律、法规和强制性标准的关系

本标准的制定严格保持与国家法律法规、标准体系的协调一致，保持与现有国家和行业标准的协调一致。

与本标准中规定的获取手段相关标准主要有《GB/T 14912 1:500 1:1000 1:2000 外业数字测图技术规程》、《GB/T 17160 1:500 1:1000 1:2000 地形图数字化规范》、《CH/Z 3017 地面三维激光扫描作业技术规程》、《GB 50026 工程测量规范》等。

本标准中数据处理和成果制作按照现有的标准规定执行。其中，室内空间设施分类与编码按照 GB/T 28590 的规定执行，三维模型制作按照 CH/T 9015 的规定执行，室内实景地图制作按照 GB/T 35628 的规定执行。

六、重大分歧意见的处理经过和依据

无。

七、标准作为强制性标准或推荐性标准的建议

建议本标准作为我国室内三维测图数据获取的技术规定，在测绘地理信息采集部门逐步规范执行；推荐标准中所定义的采集手段与方法作为全国室内三维测图数据获取的主要采集手段和方法。

八、贯彻标准的要求和措施建议

在采集效率要求和成本允许的情况下，建议推广采用 SLAM 测图方法，按照本标准中规定的数据采集和成果制作技术规程执行。

九、废止现行有关标准的建议

无。

十、其他应予说明的事项

无。