

《商用移动机器人数字地图技术规范 (征求意见稿)》编制说明

一、工作简况

(一) 任务来源

根据深圳市标准化协会〔2026〕44号立项通知,《商用移动机器人数字地图技术规范》列入深圳市标准化协会2026年度团体标准制修订计划。本标准由深圳大学和万物云空间科技有限公司组织开展编制工作。

随着商用移动机器人在清扫、巡检、安防、送餐等领域的应用场景不断拓展,不同机器人系统在地图数据表达方式、数据组织形式和应用环境适配等方面存在显著差异,导致机器人在跨场景应用、跨设备协同和规模化部署过程中面临地图数据无法共享、交换困难、质量参差不齐等问题。具体表现为:A厂商机器人构建的地图无法直接被B厂商机器人读取使用;同一场景下不同机器人需要重复建图,造成资源浪费;地图数据格式、坐标体系、语义定义不统一,导致多机协同调度困难;地图质量缺乏统一评价标准,用户难以判断地图是否满足使用要求。行业内亟需建立统一的数字地图技术规范,以支持不同机器人系统之间的地图共享与互操作。在此背景下,深圳大学和万物云空间科技有限公司于2026年7月提出立项申请,经深圳市标准化协会立项审议通过后正式列入制修订计划。

(二) 起草单位

本标准由深圳大学牵头起草,万物云空间科技有限公司、武汉大学、深圳技术大学、人工智能与数字经济广东省实验室(深圳)、北京邮电大学、丰图科技有限公司、北京中创川海科技有限公司、苏州广目智能科技有限公司、汉宁云智技术(深圳)有限公司等单位参与起草。各起草单位在标准编制过程中承担的主要工作如下:

深圳大学和万物云空间科技有限公司：负责标准总体框架设计、核心技术内容确定、标准文本统稿及编制说明撰写；主持起草工作组研讨会；协调各参与单位分工及进度。

武汉大学、深圳技术大学、人工智能与数字经济广东省实验室（深圳）、北京邮电大学、丰图科技有限公司、北京中创川海科技有限公司、苏州广目智能科技有限公司、汉宁云智技术（深圳）有限公司：承担资料提供、各个章节的内容编写以及试验验证等工作。

（三）主要工作过程

1、预研阶段

起草工作组对国内外商用移动机器人数字地图相关技术文献、标准规范进行了系统调研。重点收集了以下资料：

国际标准：IEEE 1873-2015《IEEE Standard for Robot Map Data》、IEEE 2751-2025《IEEE Standard for 3D Map Data》、ISO 18646-2:2024《Robotics — Performance criteria and related test methods for service robots — Part 2: Navigation》；

国家标准：GB/T 38834.2—2023《机器人 服务机器人性能规范及其试验方法 第2部分：导航》、GB/T 16977—2019《机器人与机器人装备 坐标系和运动命名原则》、GB/T 35646—2017《导航电子地图增量更新基本要求》、GB/T 22239—2019《信息安全技术 网络安全等级保护基本要求》；

行业标准：CH/T 2014—2016《大地测量控制点坐标转换技术规范》；

行业调研：国内主要商用移动机器人企业的地图数据格式和应用实践，包括清扫机器人、巡检机器人、送餐机器人等典型产品的建图方案、地图存储格式、交换方式等。

2026年5月至7月，组建标准起草工作组，明确分工，形成标准草案初稿。

起草工作组由机器人整机厂商、地图服务商、科研院所等单位的专家组成。工作组明确了各参与单位的任务分工和进度安排，在充分研讨的基础上形成标准草案初稿。初稿框架包括：范围、规范性引用

文件、术语和定义、商用移动机器人数字地图数据模型与格式要求、空间坐标体系要求、数字地图构建要求、地图交换与互操作要求、质量要求、存储与应用要求以及管理与运维要求等章节。

2、立项阶段

2026 年 7 月，深圳大学和万物云空间科技有限公司向深圳市标准化协会提出立项申请，2026 年 7 月 16 日，深圳市标准化协会针对标准提案稿和立项书召开了标准立项评审会，经专家审议，同意本标准立项。2026 年 7 月 28 日，深圳市标准化协会正式批准本标准立项。

3、起草阶段

2026 年 8 月至 10 月，起草工作组多次组织内部研讨会，对标准草案的框架结构、技术指标、条款表述等进行逐条讨论和修改。重点讨论了以下核心技术内容：

地图数据模型的分类和定义：确定采用点云地图、二维栅格地图、语义地图、拓扑地图四类数据模型；

空间坐标体系要求：确定地图坐标系应采用右手笛卡尔坐标系，明确坐标转换关系和传感器标定要求；

地图交换与互操作要求：确定交换内容、交换格式、交换元数据、交换接口和一致性检查要求；

质量指标确定：讨论了点云地图空间精度、点云密度、栅格分辨率、动态目标残留比例等指标的量化依据；

附录设置：确定将具体技术方案（标定步骤、建图流程、参数建议、验收方法等）放入资料性附录。

经反复修改完善后形成征求意见稿。

二、编制原则

（一）合规性原则

本标准符合《中华人民共和国标准化法》《团体标准管理规定》（国标委联〔2019〕1 号）及地方相关标准化管理文件要求。标准技术要求不低于现行强制性国家标准、行业标准、地方标准。强制性标准更新时，将适时开展评估复审。本标准在编制过程中，对现行相关

标准进行了系统梳理，确保与现行标准协调一致，不存在与现行强制性标准相抵触的内容。

（二）市场需求导向

商用移动机器人在清扫、巡检、安防、送餐等领域的应用场景不断拓展，不同机器人系统在地图数据表达方式、数据组织形式和应用环境适配等方面存在差异，导致跨场景应用、跨设备协同和规模化部署面临挑战。本标准立足市场和创新需要，聚焦商用移动机器人数字地图的统一技术要求，填补该领域团体标准空白。标准化对象不属于《产业结构调整指导目录》淘汰类。本标准重点解决以下行业痛点：地图数据格式不统一导致跨厂商机器人无法共享地图；地图质量缺乏评价标准导致用户难以判断地图是否满足使用要求；地图交换缺乏规范导致多机协同调度困难。

（三）技术先进、经济合理

本标准在编制过程中参考了 IEEE 1873-2015、IEEE 2751-2025 等国际标准，结合国内商用移动机器人导航地图相关技术实践，充分考虑机器人地图数据在生成、应用和交互过程中的技术发展趋势。标准中规定的模型、交换格式、质量指标等均基于行业主流技术水平和实际验证数据确定，兼顾经济效益和社会效益。

具体而言：数据模型设计参考了 IEEE 1873-2015 的二维地图交换格式和 IEEE 2751-2025 的三维地图交换格式，同时结合国内商用移动机器人的实际应用需求进行了扩展；质量指标依据行业调研数据和技术验证结果确定，既保证了指标的先进性，又确保了指标的可达性；交换格式采用 XML 和 JSON 两种结构化格式，兼顾了二维地图和三维地图的不同需求。

（四）公平竞争原则

标准内容不存在排除、限制市场竞争，不设置排他性条款，不指定特定品牌、供应商。标准中涉及的格式、接口、指标等均为通用技术要求，不针对特定厂商的产品或技术方案。

（五）格式规范

标准文本编写按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定执行。

三、编制依据

1、法律法规：

《中华人民共和国标准化法》

《团体标准管理规定》（国标委联〔2019〕1 号）

2、基础性标准：

GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》

3、主要技术内容的依据或来源：

GB/T 16977—2019《机器人与机器人装备 坐标系和运动命名原则》：机器人坐标系定义及命名依据。本标准第 5.1 条明确规定机器人坐标系的定义及命名原则应符合该标准要求。

GB/T 22239—2019《信息安全技术 网络安全等级保护基本要求》：数字地图系统网络安全防护依据。本标准第 10.3 条明确规定数字地图相关系统的网络安全防护要求应符合该标准要求。

GB/T 35646—2017《导航电子地图增量更新基本要求》：地图增量更新数据组织与管理依据。本标准第 6.6 条明确规定地图增量更新的数据组织与管理、数据传输的相关要求应符合该标准规定。

GB/T 38834.2—2023《机器人 服务机器人性能规范及其试验方法 第 2 部分：导航》：实机验证中定位稳定性测试、路径规划测试和避障测试的方法依据。本标准第 8.6.3 条明确规定上述测试的试验条件及方法宜参照该标准执行。

CH/T 2014—2016《大地测量控制点坐标转换技术规范》：坐标转换至 2000 国家大地坐标系的依据。本标准第 5.2 条明确规定涉及大地测量控制点坐标转换至 2000 国家大地坐标系时，宜符合该标准要求。

IEEE 1873-2015《IEEE Standard for Robot Map Data》：二维地图交换格式参考。该标准为二维地图定义了 XML 交换格式，本标准第 7.2 条参考了该标准的格式定义思路。

IEEE 2751-2025《IEEE Standard for 3D Map Data》：三维地图交换格式参考。该标准为三维地图定义了 JSON 交换格式，本标准第 7.2 条参考了该标准的格式定义思路。

行业调研数据：主要技术指标（点云密度、空间精度、栅格分辨率等）的确定依据。起草工作组对国内主要商用移动机器人企业的建图方案、地图存储格式、质量指标等进行了调研。

四、主要技术内容说明

（一）标准章节设置

本标准共设 10 章及 6 个附录，各章主要技术内容说明如下：

第 1 章 范围

规定了本文件的内容范围和适用对象。本文件适用于商业及公共服务场景中室内及室外环境下，移动引导机器人、移动广告机器人、清扫机器人、巡检机器人、安防机器人、送餐机器人等具有自主移动能力的商用移动机器人数字地图的构建、验收、交换与应用。对于仓储物流、港口作业等封闭或相对独立区域内使用的自主搬运机器人、物流分拣机器人，其数字地图的表示、交换与质量要求可参照本文件执行。本文件不适用于军用特种机器人地图，山区、沙漠、树林、野外等极限场景中的特种机器人地图，公共道路上的自动驾驶车辆导航地图，以及用于测绘目的的高精度地图和面向公众服务的导航电子地图。

第 2 章 规范性引用文件

引用了 GB/T 16977—2019、GB/T 22239—2019、GB/T 35646—2017、GB/T 38834.2—2023、CH/T 2014—2016 共 5 项现行有效的国家/行业标准。

第 3 章 术语和定义

界定了商用移动机器人、数字地图、点云地图、二维栅格地图、语义地图、拓扑地图、几何地图、坐标参考系统、空间参考、坐标转换、增量更新、动态目标残留等术语及其定义。

第4章 数据模型与格式要求

规定了点云地图、二维栅格地图、语义地图、拓扑地图的数据模型和表达格式，以及地图数据组织要求。

第5章 空间坐标体系要求

规定了地图坐标系要求、坐标转换要求和传感器标定要求。

第6章 数字地图构建要求

规定了建图准备、数据采集、数据预处理、地图生成、地图优化、地图扩展合并与增量更新、成果输出等要求。

第7章 地图交换与互操作要求

规定了交换内容与格式、交换元数据、交换接口及交换一致性检查要求，是保障不同机器人系统间地图共享与复用的核心章节。

第8章 数字地图质量要求

从完整性、一致性、准确性、时效性四个维度规定了通用质量要求，并分别规定了点云地图、二维栅格地图、语义地图、拓扑地图的专项质量要求和质量验证方法。

第9章 数字地图存储与应用要求

规定了存储结构、文件管理、地图加载、机器人应用及地图修改要求。存储结构应包括地图数据、元数据、索引数据和质量信息。地图加载应先校验地图标识、坐标系、楼层、外参版本及依赖关系，再整体生效。地图修改应保持对象标识的稳定性，涉及安全相关对象时应经人工审核后方可生效。

第10章 数字地图管理与运维要求

规定了版本管理、更新维护及异常处理要求。版本管理方面，规定了版本信息内容、版本更新触发条件、版本回滚要求。更新维护方面，规定了增量更新方式、紧急更新要求和更新验证要求。异常处理方面，规定了异常分类、异常处理和异常记录与恢复要求。

附录 A—F（资料性）

附录 A: 数字地图数据格式示例, 给出 PCD、LAS、PGM/YAML、语义 JSON、拓扑 JSON 的字段定义;

附录 B: 数字地图质量验证方法示例, 给出点云地图、二维栅格地图、语义地图的质量验证方法;

附录 C: 数字地图存储结构示例, 给出文件组织结构、元数据 JSON、索引 JSON、语义 JSON、拓扑 JSON 示例;

附录 D: 传感器标定流程与验收方法, 给出标定前检查、标定流程、标定场景与数据要求、标定验收指标、误差估算方法;

附录 E: 数字地图建图作业流程与参数示例, 给出数据采集参数、预处理方法、地图生成方法、优化方法与验收指标;

附录 F: 数字地图管理与运维示例, 给出管理权限、版本状态管理、运维周期建议、审计备份要求。

(二) 核心指标确定依据

(1) 点云地图空间精度要求

室内复杂场景平面精度 $\leq 2\text{ cm}$ 、高程精度 $\leq 1\text{ cm}$, 主要依据激光雷达外参标定和建图技术的实际能力水平确定。当前主流激光雷达在室内环境下的测距精度可达 $\pm 2\text{ cm}$ 以内, 配合高精度标定和优化算法, 建图精度可达到厘米级。普通室内场景平面及高程精度 $\leq 5\text{ cm}$, 依据行业内主流建图系统的实际表现确定。室外一般区域平面精度 $\leq 5\text{ cm}$, 高程精度 $\leq 50\text{ cm}$, 平面精度结合 RTK 定位精度确定, 高程精度结合 RTK 高程测量精度及坡道和层间判断需求确定。

(2) 点云密度要求

高复杂度区域 $\geq 600\text{ 点/m}^2$ 、一般区域 $\geq 200\text{ 点/m}^2$ 、低复杂度区域 $\geq 80\text{ 点/m}^2$, 依据不同场景下机器人定位和环境识别对点云密度的需求确定。高复杂度区域(设备间、狭窄通道、复杂结构区域)需要更高密度的点云以支撑精确的环境建模和障碍物识别; 一般区域(大厅、办公区域、普通通行区域)对点云密度要求适中; 低复杂度区域(开放道路、停车区域、园区空旷区域)对点云密度要求相对较低。

(3) 二维栅格地图分辨率要求

室内精细导航场景 $\leq 0.05\text{ m}$ 、普通室内导航场景 $\leq 0.10\text{ m}$ 、室外区域导航场景 $\leq 0.20\text{ m}$ ，依据机器人尺寸、定位精度和路径规划需求确定。精细导航场景需要更高分辨率以支撑精确的路径规划和避障；普通室内场景可采用适中的分辨率；室外场景对分辨率要求相对较低，与室外环境的通行空间较大相适应。

（4）传感器标定验收指标

雷达间标定点到平面 RMSE $\leq 0.02\text{ m}$ 、P95 $\leq 0.05\text{ m}$ ；雷达与相机间标定重投影 RMSE $\leq 2.0\text{ pixel}$ 、P95 $\leq 4.0\text{ pixel}$ ；相机内参标定重投影 RMSE $\leq 0.5\text{ pixel}$ 。上述指标依据标定技术实践和行业调研数据确定，与当前主流标定方法的实际精度水平相匹配。

（5）定位动态误差指标

普通室内 P95 $\leq 0.10\text{ m}$ 及 2° ，室外一般区 P95 $\leq 0.20\text{ m}$ 及 3° ，依据商用移动机器人导航定位的实际需求和行业主流技术水平确定。该指标与 GB/T 38834.2—2023 规定的试验方法配套使用，为地图质量验证提供量化判据。

（三）检验/试验方法说明

本标准第 8 章质量验证方法规定了自动检测、人工检查和实机验证三种方式。自动检测内容包括空间精度计算、数据完整性检查、点云密度统计、空间一致性分析；人工检查内容包括地图覆盖范围、环境对象表达情况、关键区域数据质量、语义标注情况；实机验证包括定位稳定性测试、路径规划测试、避障测试、任务执行测试。

实机验证中定位稳定性测试、路径规划测试和避障测试的试验条件及方法，宜参照 GB/T 38834.2—2023 执行。该标准等同采用 ISO 18646-2:2019，是服务机器人导航性能评估领域公认的权威方法标准，规定了移动服务机器人导航性能的评估方法，包括位姿准确度与重复性、检测和避免障碍物的能力、路径偏差、狭窄通道及绘制地图准确度等。

附录 B 给出了各类地图的质量验证方法示例，包括几何精度验证步骤、点到平面误差计算公式、语义完整率/属性正确率/路线完成率计算公式、示例工具等，作为标准实施的参考资料。

（四）专利情况

本标准不涉及必要专利。

五、与现行法律法规、强制性标准及相关标准的关系

（一）与法律法规的关系

本标准内容符合《中华人民共和国标准化法》《团体标准管理规定》（国标委联〔2019〕1号）等法律法规要求。本标准不涉及国家安全、人身健康、生命财产安全等强制性标准领域，属于自愿性团体标准。

（二）与强制性标准的关系

本标准所有技术要求均不低于现行强制性国家标准、行业标准、地方标准。经检索，本标准涉及的领域暂无现行强制性国家标准。

（三）与推荐性标准的比对

本标准规定的各项技术指标均为本标准根据商用移动机器人数字地图的实际应用需求自主确定，现行国家标准、行业标准中暂无直接对应的量化限值。本标准指标均不低于现行推荐性国家标准和行业标准，与现行标准不存在冲突。

（四）与现行标准的关系

本标准与 GB/T 38834.2—2023 在实机验证方法上存在引用关系，具体为：定位稳定性测试、路径规划测试和避障测试的试验条件及方法参照该标准执行。本标准聚焦于数字地图的数据模型、坐标体系、构建、交换、质量等全生命周期技术要求，与 GB/T 38834.2—2023 侧重于机器人导航性能试验的定位互补。

本标准与 GB/T 16977—2019 在机器人坐标系定义及命名方面存在引用关系，第 5.1 条明确规定机器人坐标系的定义及命名原则应符合该标准要求。

本标准与 CH/T 2014—2016 在坐标转换方面存在引用关系，第 5.2 条明确规定涉及大地测量控制点坐标转换至 2000 国家大地坐标系时，宜符合该标准要求。

本标准与 GB/T 35646—2017 在增量更新方面存在引用关系，第 6.6 条明确规定地图增量更新的数据组织与管理、数据传输的相关要求应符合该标准规定。

本标准与 GB/T 22239—2019 在网络安全防护方面存在引用关系，第 10.3 条明确规定数字地图相关系统的网络安全防护要求应符合该标准要求。

本标准与上述标准不存在大量重复的情形。本标准聚焦于商用移动机器人数字地图的全生命周期技术要求，上述标准分别聚焦于导航性能试验、坐标系命名、坐标转换、增量更新、网络安全防护等特定领域，两者定位互补，不存在重复。

（五）与产业政策的关系

本标准不存在与现行国家产业政策相抵触的内容，标准化对象不属于《产业结构调整指导目录》中的淘汰类领域。本标准涉及的商用移动机器人数字地图技术属于人工智能和机器人产业鼓励发展的领域，符合国家产业政策方向。

六、重大分歧意见的处理经过和依据

本标准编制过程中未出现重大分歧意见。

七、标准实施建议

（一）实施方式

本团体标准由本团体成员约定采用，或者供社会自愿采用。不将缴费、培训、购买服务、取得指定机构检测结果等作为采用本标准的不合理前置条件。不得依据本团体标准，以表彰、评奖、发文授牌形式开展认定命名活动。

（二）实施建议

- 1、建议标准发布后 1 个月正式实施；
- 2、建议社会团体组织开展标准宣贯、培训及推广应用工作，鼓励在产业政策、政府采购、招投标、认证认可等场景采信本标准；

3、后续按团体标准管理制度开展定期复审，当相关强制性标准发生更新时，及时评估，必要时启动复审修订；

4、本标准实施效果良好、满足条件时，可申请转化为国家标准、行业标准或地方标准；

5、建议机器人整机厂商、地图服务商、科研机构等在商用移动机器人数字地图的构建、验收、交换与应用中参照本标准执行；

6、建议在标准实施过程中，收集用户反馈意见，对标准中涉及的指标值、方法示例等进行持续优化。

八、其他应予说明的事项

无。