

中国城市轨道交通协会团体标准

T/CAMET XXXXX—XXXX

城市轨道交通隧道与地下工程三维激光扫描 测量技术规范

Technical specification of three-dimensional laser scanning for urban
rail transit tunnel and underground engineering

编制说明

XXXX - XX-XX 发布

XXXX - XX-XX 实施

中国城市轨道交通协会 发布

城市轨道交通隧道与地下工程三维激光扫描测量技术规范

编制说明

1 任务来源

本标准根据中国城市轨道交通协会“关于下达 2017 年第二次第二批团体标准制修订计划的通知”（中城轨〔2017〕020 号）及“关于做好 2017 年第二批第二次团体标准《城市轨道交通隧道与地下工程三维激光扫描测量技术规范》立项的通知”（中城建专委〔2018〕2 号）编制。

2 编制工作组概况

2.1 编制工作组参编单位

本标准由深圳市地铁集团有限公司牵头，联合南京地铁集团有限公司、中铁第六勘察设计院集团有限公司、北京城建勘测设计研究院有限责任公司、上海勘察设计院（集团）有限公司、南京航空航天大学、武汉大学、深圳市市政设计研究院有限公司、广州欧徕测绘技术有限公司等单位编制。

2.2 编制工作组成员及分工

表 1 编制工作组成员及分工

序号	章节名称	章节负责人/单位	章节编写人
1	第一章 范围	刘树亚/深圳市地铁集团有限公司	刘树亚、胡少鹏、赵华
2	第二章 规范性引用文件	王昌洪/中铁第六勘察设计院集团有限公司（原中铁隧道勘测设计院有限公司）	王昌洪、刘树亚、徐剑敏
3	第三章 术语和定义	刘树亚/深圳市地铁集团有限公司	刘树亚、徐剑敏、孔娟
4	第四章 一般要求	王昌洪/中铁第六勘察设计院集团有限公司（原中铁隧道勘测设计院有限公司）	刘树亚、王洪战
5	第五章 技术准备	余海忠/深圳市市政设计研究院有限公司	余海忠、王天孝、张伯林
6	第六章 架站式外业扫描及数据处理	尉永平/广州欧徕测绘技术有限公司	尉永平、邓世舜、邵国防
7	第七章 移动式外业扫描及数据处理	褚平进/上海勘察设计院（集团）有限公司	褚平进、郭春生

8	第八章 成果编绘	陈大勇/北京城建勘测设计研究院	陈大勇、唐超
9	第九章 质量控制	梅文胜/武汉大学测绘学院	梅文胜、邹进贵
10	第十章 数据移交与存储	汪俊/南京航空航天大学	汪俊、易程

3 主要编制过程

3.1 提案阶段（2017.10～2018.1）

- （1）成立标准编制筹备小组、拟定编制工作大纲初稿。
- （2）编写标准建议稿。
- （3）2017 年 12 月，上报标准项目申报书。

3.2 立项阶段（2017.12～2018.1）

- （1）2017 年 12 月，中国城市轨道交通协会下达 2017 年第二批第二次团体标准制修订计划（中城轨〔2017〕020 号）。
- （2）2018 年 1 月，中国城市轨道交通协会工程建设专业委员会下达做好 2017 年第二批第二次团体标准《城市轨道交通隧道与地下工程三维激光扫描测量技术规范》立项的函。

3.3 编制阶段（2018.2～2018.12）

- （1）形成初稿并组织编制组会讨论（2018.2～2018.12）

1) 2018 年 5 月 11 日，深圳地铁集团有限公司组织南京地铁集团有限公司、中铁第六勘察设计院集团有限公司（原中铁隧道勘测设计院有限公司）、北京城建勘测设计研究院有限责任公司、上海勘察设计院（集团）有限公司、南京航空航天大学、武汉大学、深圳市市政设计研究院有限公司、广州欧徕测绘技术有限公司有关参编单位在深圳召开了中国城市轨道交通协会团体标准《城市轨道交通隧道与地下工程三维激光扫描测量技术规范》第一次标准编制工作会，会议讨论了编制大纲并逐章讨论。

2) 2018 年 9 月 20 日，由中国城市轨道交通协会牵头，深圳地铁集团有限公司组织南京地铁集团有限公司、中铁第六勘察设计院集团有限公司（原中铁隧道勘测设计院有限公司）、北京城建勘测设计研究院有限责任公司、上海勘察设计院（集团）有限公司、南京航空航天大学、武汉大学、深圳市市政设计研究院有限公司、广州欧徕测绘技术有限公司有关参编单位在深圳召开了中国城市轨道交通协会团体标准《城市轨道交通隧道与地下工程三维激

光扫描测量技术规范》第一次工作会，会议讨论了编制大纲、初稿。

(2) 形成初稿修改稿并征求编制组意见 (2019.1~2019.11)

1) 2019 年 1 月 17 日~18 日，在广州召开《城市轨道交通隧道与地下工程三维激光扫描测量技术规范》初稿审查会，对初稿内容进行了讨论和修改完善。

2) 2019 年 2 月~8 月，根据协会意见对标准初稿展开多轮修改工作。

3) 2019 年 9 月 11 日，邀请协会专家在深圳召开《中国城市轨道交通工程建设和产品标准体制、问题、改革及国际借鉴》讲座，对编制组成员进行标准编制培训工作。

4) 2019 年 9 月 12 日~13 日，在深圳召开由《城市轨道交通隧道与地下工程三维激光扫描测量技术规范》标准编制研讨会，对初稿内容进行了修改完善。

5) 2019 年 11 月 6 日，完成编制组内对初稿修改稿的征求意见及修改汇总，形成了规范征求意见稿。

3.4 通过和发布阶段

待续

4 标准编制原则

4.1 标准编制原则

(1) 技术性原则

1) 适用性原则

限定明确的标准适用范围，按照“城市轨道交通隧道与地下工程”、“三维激光扫描”、“测量”、“建设阶段”、“运营阶段”等关键词，确定适用范围，并确保标准所包含的技术内容满足工程需求。

2) 先进性原则

充分调查研究，认真分析国内外同类技术标准的技术水平，在预期可达到的条件下，积极地把先进技术纳入标准，提高技术水平。

3) 统一性和协调性

标准应符合法律法规的规定以及与相关标准协调，避免与法律法规、相关标准之间出现矛盾，给标准的实施造成困难。

4) 经济性和社会效益

以满足实际需要出发，不一味地追求高性能、高指标，避免造成经济浪费。

4.2 与国家法律法规和相关标准的关系

本标准参考了 GB/T 18316-2008《数字测绘成果质量检查与验收》、GB/T 50308-2017《城市轨道交通工程测量规范》和 CH/T 6007-2018《城市轨道交通结构形变监测技术规范》等相关规范，遵循和继承了这些标准的相关条款。

在可靠性、可用性、可操作性方面，本标准参考了国内等同或非等同采用标准，并在基本要求、技术方法、质量控制和成果移交与存储等方面与其相协调，同时结合国内已实施的标准规范和工程实际对相关条款进行规范。

5 本标准主要内容

5.1 标准主要内容说明

《城市轨道交通隧道与地下工程三维激光扫描测量技术规范》主要内容包括 10 章和 14 个附录，分别为：范围、规范性引用文件、术语和定义、一般要求、技术准备、架站式外业扫描及数据处理、移动式外业扫描及数据处理、成果编绘、质量控制、成果移交与存储，以及附录 A 架站式外业扫描作业流程、附录 B 三维激光扫描日志、附录 C 移动式外业扫描作业流程、附录 D 隧道收敛及椭圆度检测成果汇总表、附录 E 盾构隧道管片错台成果检测汇总表、附录 F 隧道限界检测成果图、附录 G 隧道病害检测成果汇总表、附录 H.1 架站式激光点云成果的质量元素、权重、错漏分类表、附录 H.2 移动式激光点云成果的质量元素、权重、错漏分类表、附录 H.3 激光点云展开影像成果的质量元素、权重、错漏分类表、附录 H.4 断面数据成果的质量元素、权重、错漏分类表、附录 H.5 限界数据成果的质量元素、权重、错漏分类表、附录 H.6 错台数据成果的质量元素、权重、错漏分类表、附录 I 总结报告内容。

5.2 标准技术条件特点

相对于传统的测量手段，三维激光扫描在地铁隧道检测和监测中的应用具有明显的优势，特别是在提高工作效率，提高测量精度，节约测量成本等方面。三维激光扫描测量技术克服了传统测量技术的局限性，采用非接触主动测量方式快速获取高精度建筑空间全范围的三维空间点云数据，能够对任意物体进行扫描，且没有白天和黑夜的限制，快速将现实世界的信息转换成可以处理的数据。它具有扫描速度快、实时性强、精度高、主动性强、全数字特征等特点，可以极大地降低成本，节约时间，且使用方便；其输出格式可直接与 CAD、三维动

画等工具软件接口，通过对点云数据的处理不仅可以快速得到所需的断面信息，还可以将处理完成的高精度点云数据用于后期的隧道建模，延伸和扩展点云数据应用，最大化利用点云数据。这种测量方式能够改变传统的单点形变观测模式，使传统的“点测量”向“形测量”转化，从而有助于隧道的连续形变分析和预测。该技术可以为地铁隧道安全状态分析提供直观且精确的三维数据，具有传统测量方法难以企及的技术优势。

6 主要试验（验证）的分析、综述报告，技术经济论证，预期的经济效果

城市轨道交通隧道与地下工程三维激光扫描测量对城市经济和社会发展具有重要影响，保障地铁隧道安全运营。通过三维激光检测技术的工程应用关注隧道结构局部复杂区域，并及时进行工程治理防止变形进一步加剧，做到检测于变形、辨险于分析、预警于未然。另一方面，将会进一步拓展和扩大三维激光扫描技术在多个领域的应用和发展，更好的服务于地铁运营，使检测技术工程师更清晰的掌握先进技术，具有重要的理论意义和工程应用价值。

参编单位目前已在深圳、北京、杭州、合肥、南宁、长沙等城市若干条地铁线路区间进行了大量地铁新线竣工验收测量、地铁结构变形监测、隧道结构现状调查的三维激光扫描项目，工作效率和成果精度优于传统作业方式，充分验证了三维激光扫描的优势。因此有必要提出基于中国城市轨道交通行业实情的三维激光扫描技术规范，以推动城市轨道交通安全运维建设进程，并形成隧道和地下工程结构健康监测评估体系。

目前我国已有多个城市轨道交通工程正在应用和计划应用三维激光扫描技术，其中深圳地铁前海片区隧道、2号线东角头—登良区间隧道、深圳地铁5号线、北京地铁6、15、14号线、杭州地铁1号线、合肥轨道交通一号线、长沙市轨道交通3号线一期工程、上海轨道交通2、6、10、12号线、南京轨道交通全线网、武汉地铁2、4号线等均采用了三维激光扫描技术进行运营监测，将有效提高和规范国内城市轨道交通运营监测和维护管理水平。

三维激光扫描测量技术规范可弥补我国城市轨道交通隧道与地下工程在扫描技术相关标准方面的空白，为建设和运营单位开展快速高效的运营监测和日常维护管理，以及更加合理判定隧道安全状态提供科学的指导与技术支持。

7 采用国际标准的程度及水平

本规范编制过程中均采用国内标准，未采用国际标准。

8 重大分歧意见的处理经过和依据

此规范文件在编制完成后，均发到城市轨道交通各建设单位、运营单位、设计院和各测绘单位等广泛征求意见。在完成意见收集和意见反馈处理后，组织相关的单位共同讨论，形成初步的处理结果，再将结论上报协会，协会召开专家评审会议，针对反馈意见和处理结果进行专家评审论证，并最终形成专家意见，指导征求意见稿的修改。征求意见稿完成修改后，再经过送审稿，报批稿等的多轮次征求意见，专家评审论证，完成修改，来保证最终所有的评审反馈意见均达成一致的结论。

9 贯彻标准的要求和措施建议

将对城市轨道交通隧道与地下工程的三维激光扫描测量技术给予技术上的规范，规定其设备和测量方法、限定精度、规范数据成果内容等，具有重要意义。该技术已相对稳定，提出的标准项目可作为未来技术发展的基础。

本规范适用于城市轨道交通隧道与地下工程断面测量和变形监测，主要应用于隧道的断面形状检测，适用于隧道交竣工、定期、专项或特殊检测，尤其适用于运营隧道定期检测、现状调查和专项检测。

10 其他应予说明的事项

本标准对城市轨道交通隧道与地下工程的三维激光扫描测量技术提出要求，未涉及相关专利。