

《城中村既有建筑供用电安全改造技术规范》（送审稿）

编制说明

一、项目背景

2019年老旧小区改造问题首次出现在政府工作报告中，标志着“旧房改造”成为全国性的民生工程。目前，中国老旧小区最基础的环节是“水电网”的改造，既要保障居民基本的用水用电用气用网需求，而且要对于居民建筑历史遗留的安全隐患进行整治。这一部分通常由电业、热力、供水、排水、燃气等部门应按规定无偿同步建设至社区红线，其安全隐患的整治需要公共服务事业公司、政府街道、业主共同解决。

深圳作为15个旧改试点城市之一，老旧小区相对较少（2000个以下），改造的重点在于其特殊的居民建筑群形态：“城中村”。根据《深圳城中村（旧村）综合整治总体规划（2019—2025）》统计，深圳拥有城中村2336个，占地面积320平方公里，独栋楼房约40万栋，900万间房，总建筑面积4.2亿平方米，容纳了接近1200万人口在内居住生活。近年来深圳市“城中村”，“三小场所”，“老旧住宅”等区域触电事故频发，市政府相关部门高度重视，是深圳“城中村”综合整治工程的工作重点之一。2019年3月，深圳工业与信息化局会同深圳市供电局积极推进深圳市“城中村”等高风险建筑群的用电安全治理指引的制定工作，编制了《城中村居民楼用电安全隐患整改技术方案》，并以此为基础形成了《深圳市城中村“用电安全治理”工作指引》，强调了“三线入户”，建筑接地与等电位联结改造，分级漏电保护开关的改造和检查重点，提出引入第三方检测的方式改善类似于“城中村”等高风险建筑群的用电安全环境。

然而，在实际的执行环节中，仍有三个问题需要解决。首先是首先是存量建筑改造难。深圳市的改造工作指引是根据现行国家规范标准，基于针对新建居民建筑提出的改造目标，并没有给出针对存量建筑的改造技术路径，这导致项目实际推进中工程目标难以落实。其次是基于传统的防触电（电击

）理论体系的技术路线效果差，以往的改造项目成效不佳。同时，缺乏一种从理论及实际评估及优化技术路线成效的方法，特别对于类似于“城中村”居民楼群。他们在不同地域、时期、建筑类别、可靠性要求，投资主体下的的低压配电系统会呈现出不同的接地方式，保护方式以及设备选择，这给在对存量建筑物中进行防触电工程改造中，如何平衡投资、可靠性及安全带来了极大困难。第三是改造原则解读难。“城中村”等高风险建筑群用电环境复杂，各检测公司对于用电安全的改造和检测原则的理解不同，缺少一个细致的操作流程指引。为此，深圳工业与信息化局在2020年2月对市政府的《关于城中村综合治理既有建筑等电位联结有关情况的报告》中提出“出台针对城中村存量建筑等电位联结改造和验收标准”的建议。

居民建筑历史遗留的安全隐患整治难题不仅仅是深圳独有的课题，在广州，上海、成都、北京也存在数量庞大的城中村和老旧住宅等待被整改。上海、成都、北京的老旧居民住宅存量均超过5000个小区，广州的老旧居民小区超过3000个，他们有一大部分沿用的老旧的建筑电气设计方案，少部分缺乏正规的建筑设计验收手续，致使其社区在“防触电”的保护环节的缺失，使其居民在不同程度上暴露在触电风险之下，触电事故和“电楼”现象屡见不鲜。因此，无论是深圳市“城中村”综合整治类工程的紧迫需求，还是全国范围内随后几年铺开的大面积“旧房改造”需求，都亟需一套科学的，低成本，可执行的，针对既有居民建筑群的系统性防触电改造技术改造和检测指引。

本方案是深圳供电局有限公司会同香港理工大学屋宇设备工程系，根据大量的现场调查，案例分析和实验，参考国内外相关标准，以实事求是，有效易用为原则，提出了针对类似于“城中村”的触电高风险存量建筑群供电设施的改造方案和检测程序，以及供电公司为用户产权分界点位置电气设备设施驳接的具体要求，供市城市环境品质提升行动总指挥部参考。

二、工作简况

（一）任务来源

根据深圳市市场监督管理局《关于下达2021年第一批深圳市地方标准计划项目的通知》，由深圳供电局有限公司负责牵头起草《“城中村”触电高风险区域防触电改造和检测标准》。本标准计划编号为102号，计划完成日期为2022年12月。本标准的提出和归口单位为深圳市发展和改革委员会。

（二）主要起草过程

1. 前期准备

2020年6月起，标准编制组开展了前期研究与资料收集工作，分析、总结国内外有关标准资料和文献，探讨本标准立项必要性和结构要点，为标准的编制打下了良好的工作基础。

2. 标准立项

2021年3月，标准编制组讨论并确定了标准的适用范围、评价对象和评价内容框架等关键性技术内容，填写了深圳市地方标准制修订项目建议书，提交至深圳市市场监督管理局立项。

3. 确定标准编制的原则

本方案是深圳供电局有限公司会同香港理工大学屋宇设备工程系，根据大量的现场调查，触电案例分析、触电事故复现实验以及部分“城中村”低压台区的示范工程改造实践，参考国内外相关标准，以实事求是，有效易用为原则，结合深圳市“城中村”和老旧住宅的实际情况和发展要求，确定了本标准的编制原则。

4. 标准起草

2022年1—5月，按照标准编制原则，在文献调研和实地调研的基础上，标准编制组提出了标准基本框架并完善形成标准初稿。2022年5—7月标准编制组组织了多次讨论会，对标准的科学性、适用性及先进性进行讨论，形成《城中村既有建筑供用电安全改造技术规范》（征求意见稿）。

5. 标准征求意见

2022年8月，由深圳市电力行业协会挂网征求意见，共收到专家意见16条。经过起草小组讨论，采纳9条，部分采纳2条，未采纳4条。根据意见修改后，形成《城中村既有建筑供用电安全改造技术规范》（送审稿）。

三、编制原则及技术依据

（一）编制原则

本方案是根据大量的现场调查，触电案例分析、触电事故复现实验以及部分“城中村”低压台区的示范工程改造实践，参考国内外相关标准，以实事求是，有效易用为原则，结合深圳市“城中村”和老旧住宅的实际情况和改造要求，为支撑深圳“城中村”供用电设施安全改造工程，确定了本标准的编制原则。

（二）编制依据

1. 本标准的编写按照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》的要求进行。

2. 规范性引用文件包括：

GB 55024—2022 建筑电气与智能化通用规范

GB 50303—2015 建筑电气工程施工质量验收规范

GB 51348—2019 民用建筑电气设计标准

GB 50169—2016 电气装置安装工程接地装置施工及验收规范

GB/T 16895.3—2017 低压电气装置 第5—54部分：电气设备的选择和安装 接地配置和保护导体

IEC 60364—6 Low Voltage Electrical Installations—Part 6: Verification Edition 2.0 2016—04

COP—C—2015 电力（线路）规例工作守则（香港机电工程署）

NFPA 70 National Electrical Code, 2017 Edition。

（三）国内外对标情况

数十年来，众多学者和工程师为降低低压配电系统的触电风险做出了研究和实践，他们的大部分成果被整合和梳理，形成工业界认可的规范。他们的主要代表有：北美大陆普遍使用的《National Electrical Code (NEC)》，英国使用的《BSI—7671》，以及国际电工委员会推荐使用的《IEC 60364—4—41》（同我国《GB 16895.21》）其中，国际电工委员会编撰的《IEC 60364—4—41》使用范围最广，影响最大，也是我国在撰写相关标准时参考的主要标准。《IEC 60364—4—41》（Edition 5.1 2017—03）推荐了自动切断故障电源、双重和加强绝缘，电气分隔、安全特低电压（SELV）和保护特低电压（PELV）、剩余电流保护装置（RCDs）以及等电位联结这几种保护方式，并给出了使用他们的条件和原则。值得注意的是，《IEC 60364—4—41》的条款是纲领性质，不具备直接的操作性，具体的防触电措施的采用，需要根据各地方的实际情况制定更具体的方案。实际上，该标准的附件中亦列举了爱尔兰，意大利，瑞士等19个国家和地区的附加要求条款。

我国在规范低压配电系统的电击防护上，参考了国外的先行经验，结合我国现实情况，形成了《GB 16895系列》、《GB 50054—2011低压配电设计规范》等一系列国家级或行业级标准，以及15D500系列典型设计图集。其中：

《GB 16895.21—2012低压电气装置第4—41部分》为《IEC 60364—4—41》的翻译件，全面的论述了防电击的原则和要求；但没有给出具体的操作方法；

《GB/T 17045—2008电击防护装置和设备的通用部分》为《IEC 61140》的翻译件，规定了低压电力装置中设备的应用的的原则和要求，但不涉及配电系统设计环节；《GB/T 6895.3—2017低压电气装置第5—54部分》为《IEC 60364—5—54》的翻译件，对电气设备的选择和安装，接地配置，保护导体和保护联结导体做了原则性规定，但同样没有给出具体的操作方法；《GB 50054—2011低压配电设计规范》内包含了低压配电系统中防电击的原则和要求，内容和《GB 16895.21—2012低压电气装置第4—41部分》基本一致，并增补了更细致的解释，但该标准年限较长，一些新出现的情况和技术未被考虑；《GB

51348—2019民用建筑电气设计标准》对低压配电系统的电击防护以及医疗场所等特殊场所的安全防护做出约定，该部分内容与《IEC 60364》系列一致，但考虑到当时国内条件所限，并未对非重要负荷的保护选择性做出要求；《JGJ 242—2011住宅建筑电气设计规范》在防电击方面直接引用了《GB 50054—2011低压配电设计规范》和《GB 51348—2019民用建筑电气设计标准》的有关规定，并特别强调了卫生间内的等电位联结安装，但不涉及住宅配电系统如何和电网侧中压电源以及低压电源配合的内容；《GB/T 50065—2011交流电器装置的接地设计规范》对低压系统接地型式、电气装置的接地装置和保护总等电位联结做了约定，但内容完全引自《GB 16895.3—2004建筑物电气装置第5—54部分：电气设备的选择和安装—接地配置、保护导体和保护联结导体》（等同于《IEC 60364—5—54》），条文说明部分也未做更详细的解释。《15D502等电位联结安装》根据《GB 50054—2011低压配电设计规范》中的论述，以及《IEC 62305—3:2010》给出了适用于一般工业与民用建筑保护等电位联结和功能等电位联结的具体安装方法，但本图集主要适用于新建建筑的，对于既有存量建筑未给出指导性方案。

综上所述，我国的标准体系主要基于IEC 60364系列，并在此基础上做了一些解释性工作。但是有两点不足，第一是标准的解释详细度不足，正确使用该标准仍对设计人员的水平有较高的要求；第二是标准的时效性不足，我国的标准体系并没有仿照IEC 60364系列进行每年一度的修编和订正，在我国高速的发展背景下，部分标准的部分条款已经不适用于当今的现实条件，尤其是针对类似于“城中村”的触电高风险存量建筑群供电设施的改造方面。

四、主要条款说明

（一）主要条款

标准主体内容包括1 范围、2 规范性引用文件、3 术语和定义、4 城中村配电系统接地安排、5 城中村居民既有建筑电气部分整改程序、6 城中村居民既有建筑电气部分安全检验程序、附录和参考文献。

范围方面，为加强深圳“城中村”居民建筑用电安全管理，统一既有建筑电气工程改造和检验，保证工程质量，制定本规范。提出了针对类似于“城中村”的触电高风险存量建筑群供电设施的改造方案和检测程序，以及供电公司与用户产权分界点位置电气设备设施驳接的具体要求。

术语和定义方面，本标准中引用或制定了一些术语，总接地端子、接地极、接地导体、接地干线、外露可导电部分、外界可导电部分、保护导体、接地故障、等电位联结、总等电位联结、局部等电位联结、局部等电位联结端子、等电位联结导体、总等电位联结母线、自然接地极是本标准用到的关键的几个术语。

城中村配电系统接地安排方面。城中村供电电源设置在居民建筑物外的，宜采用TT接地方式，即变压器中性点以及建筑物中的配电和用电设备外壳均直接接地。配电变压器设置在居民建筑物内的，宜采用TN—S接地方式，即变压器中性点直接接地，建筑物中的配电和用电点外壳通过保护线与变压器中性点相连接并接地。

城中村居民既有建筑电气部分整改程序方面。防电击改造工程可按照接地改造，等电位联结改造，开关和保护元器件改造的次序执行。具体改造条目和顺序为：首先进行接地极改造，包括新建接地极、新建总接地端子、连接供电点的接驳、新建接地干线。其次是等电位联结改造，包括新建总等电位联结端子箱、新建局部电位联结（楼梯间）、新建局部等电位联结（浴室）。最后是配电箱、插座和保护元器件改造，包括安装配电箱、安装插座、安装分级剩余电流保护装置。

城中村居民既有建筑电气部分安全检验程序方面。检验分为视检和测试两个部分，用于判定目标建筑物是否在供用电安全方面达到基本的安全要求

，其中测试应在切断电源后进行。检验完毕后应编写检验报告，对检验中发现的问题提出改正意见，并以此为依据填写安全隐患告知函。按照产权关系，检验分为建筑公共部分和户内部分。

检测应按照建筑公共部分到建筑户内部分依次进行，如果测试的任何一项出现故障，则该测试及以前的任何与该测试显示的故障有关的测试，应在消除缺陷后重新进行。

附录方面。附录A检验建筑公共部分的表格；附录B提供安全隐患告知函；附录C提供判定是否为外界可导电部分的方法指引；附录D提供浴室等电位联结图例附录E提供整改技术方案示意图；附录F提供既有建筑基础钢筋与接地导体连接方法；附录G提供了等电位联结（建筑金属结构体—混凝土钢筋）对接触电压抑制的有校性检测方法。

（二）亮点特色

因此本项目为城中村既有建筑的供用电安全改造与检测提出了全新的解决思路和可靠可行的解决方案。

一是确定了城中村低压配电系统的接地方式。针对城中村现有的混杂的接地现状态进行改造。考虑到城中村的基础条件，不同接地系统的预期风险和改造成本，建议按照国际标准，以TT系统为基础进行整改。尤其是考虑到城中村一大部分的既有建筑未有效执行“三线入户”政策，PE保护线缺失的现状，强调了用户应安装独立的垂直接地极，并从此将接地干线引入户内用电装置。

二是提出了针对既有建筑的强化等电位联结方案。其基本思路是，建筑物各种大型金属构件要联结到总接地端子，包括建筑物结构钢筋体（包括有外露与不外露结构钢筋体），金属管道，楼梯金属扶手等。它能起到，当开关保护失效时，人体接触电压保持在一个安全水平，防止触电事故再次发生，达到有效的多重保护。

三是为了量化的评估改造后预期接触电压的下降水平，本标准提出了一种等电位联结（建筑金属结构体—混凝土钢筋）对接触电压抑制的有校性检测方法，可以在居民楼触电改造后的验收环节使用。尽管钢筋混凝土，砖块和等材料可以在实验室进行电阻率的测量进行测量，但是在真实建筑环境中进一步评估整个组件、故障回路而不是单一材料样本的电气参数是一项更为复杂的工作。因此，本项目设计了一套能够安全的评估涉及不同类型的地板和外部可导电部分（EXCP）（例如，用于燃气，水，暖气和钢筋的导电管道系统）接地系统的测量方案。从而完成对故障回路中各部分的回路电阻测量，理清故障发生时的故障回路，排除外部寄生回路，确保强化等电位联结的工程方案有效。

五、是否涉及专利等知识产权问题

否。

六、重大意见分歧的处理依据和结果

无。

七、实施标准的措施建议

针对我市城中村既有建筑突出的用电安全隐患，建议完善城中村治理的法律和政策体系。首先将城中村“综合整治”进行立法规范，完善《深圳经济特区城市更新条例》中相关法条，解决法律和政策盲点问题。二是制定从条例、规定、指引等一系列针对城中村治理的法律和政策，明确具体的整治对象、整治主体、评价体系、违法处理及利益关系等，达到压实业主主体责任，提升城中村既有建筑本质安全水平的最终目的。在这一方面，香港特别行政区机电工程署通过草拟和执行《电力条例》及其附属法例，确保港府市民用电安全。

整治对象方面，《电力条例》规定负载量超过100A的处所包括商业和住宅大厦供电系统的总开关、上升母线、各层分表、接地、等电位联结、保护

断路器动作等重要装置每一年或五年最少安排一次检查、测试并领取检测报告。整治主体方面，《电力条例》规定电力装置定期检查和测试的责任人是大厦电力装置拥有人（包括大厦业主、业主立法团和物业公司）。评价体系方面，全港按照机电工程署印发，香港中华电力有限公司、香港电灯有限公司参编的《电力（线路）规例工作守则》22D及附录13的测试记录表和核对表执行。我市可参考正在市发改牵头起草、深圳供电局有限公司主编的《城中村既有建筑供用电安全改造技术规范》的检查表执行。违法处理方面，香港机电工程署一方面负责对违反《电力条例》的业主进行起诉，对未按要求开展定期检测的业主强制执行。另一方面保存整理并公示注册电业工程人员及承包商名册，监管他们在安全准则上的表现，必要时采取纪律处分。我市可考虑市应急局或市城管局牵头，对未通过出租屋用电安全检测的既有建筑进行“赋色”。如政策支持，可考虑与出租屋房租税抵扣金额相关联。应急局可考虑在官网公示注册电业工程人员及承包商名册，并通报其工作不力或违规行为。利益关系方面，香港机电工程署与楼宇署、市区重建局合作，制定了《有需要人士维修自住物业津贴计划》，为市民提供财政上的支援，用于改善房屋安全问题，每个津贴申请上限为8万港元。我市可考虑为符合需求的业主提供供用电安全改造和检测服务补贴，据测算，一栋投影面积120平米，7层建筑的供用电安全改造和检测费用大约为17000元。

根据香港机电工程署以往的经验，对于一些没有成立业主立案法团的大厦，在统筹大厦电力装置检测工作往往有困难。因此，机电工程署也十分重视教育和宣传，通过举办电视、电台、举办讲座、张贴海报、举行研讨会及嘉年华，以及寄发安全指引、教育录影带及多媒体互动游戏的方式，推广《电力条例》的执行。

八、其他需要说明的事项

无