

# 浅析上海轨道交通设施设备更新改造工作进展

赵天驰

上海投资咨询集团有限公司

**摘要：**轨道交通因其大运量、安全、快捷、准点、节能、舒适、低污染等优点，已成为城市公共交通体系中最重要的重要组成部分。作为国内运营里程最长的轨道交通系统，上海轨道交通线网组成逐渐完备，建设发展阶段也逐步过渡至“新建+运营+更新改造”的多进程模式，且更新改造工作量呈现逐年上升趋势。为了保障既有线路的安全运营，更新改造工作在时间、空间、技术等方面存在诸多挑战。本文以上海轨道交通系统更新改造工程为主要研究对象，对现阶段工作进展及取得成果进行分析总结，并结合轨道交通更新改造工程特征，分析实施过程中存在的关键问题，提出有针对性的对策和优化建议，为后续工程的实施提供相关借鉴，促进改造计划和方案的优化完善。

**关键词：**城市轨道交通；更新改造；成果总结；问题分析

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2022.21.043

## 引言

上海城市轨道交通经历三十余年集中、快速建设，建成了以人民广场等大型换乘枢纽为核心，多向辐射、相互交织、功能完备的轨道系统，已呈现网络化运营特征，网络效应显现。截至2022年3月，上海轨道交通共有20条运营线路（含磁浮线），运营里程达到844千米，线网运营里程数位列全国首位，运营年限仅次于北京和天津，位列全国第三。据统计，上海轨道交通现有车站459座，车辆基地30座，控制中心12座，变电站1180余座，区间隧道900余千米，电客列车7000余辆（50种车型），接触网（轨）2000余千米，轨道1800余千米，信号车载设备1500余套，站台门27000余樘，自动扶梯3600余台。由于建设时间较长，各系统均处于新老共存的状态。

结合上海轨道交通运营现状可知，线网运营总体上呈现出规模庞大、内容复杂、服务时间长、服务要求高等特点。但随着设施设备服役时间的增长，各类设施设备逐渐出现老化损伤，故障率不断上升，甚至出现结构渗漏水、电子设备宕机、弓网磨损、车辆零部件损坏等严重病害和问题，日常运维压力和成本不断升高。据统计，目前上海市轨道交通网络中约有400千米线路运营期超过10年，约占总里程的47%，其中，运营超过20年的线路约64千米（1号线南段约20千米区段运营时间已超过25年）。按照列车5年架修、10年大修，通信、供电、车站附属设施等平均寿命10年，轨道、信号等设备

平均寿命15年考虑，上海市轨道交通网络中有超过半数设施设备达到相关规程规定的大修更新改造周期。

目前，国内针对轨道交通系统更新改造工作的研究主要集中在工程量预测、项目决策、系统方案、资金渠道等方面。周鹤群<sup>[1]</sup>、徐爱民<sup>[2]</sup>等对轨道交通周期、发展趋势和特性进行了分析；刘智丽等<sup>[3]</sup>建立了项目前期评价模型；贾文崢等<sup>[4]</sup>、张乐等<sup>[5]</sup>从管理角度提出了相关措施；徐爱民<sup>[6]</sup>、张正亮<sup>[7]</sup>、许玉德等<sup>[8]</sup>、刘忠贵<sup>[9]</sup>、侯妍君等<sup>[10]</sup>对不同系统的改造方案提出了相关技术方案建议；杨亦慧<sup>[11]</sup>、吴燕伶<sup>[12]</sup>、田振清<sup>[13]</sup>等对轨道交通更新改造项目的相关资金核算、补贴等内容进行了分析。

本文以现阶段上海轨道交通系统更新改造工程为主要研究对象，对现有工作进展及取得成果进行分析总结。结合工程特征，分析实施过程中存在的问题，并提出有针对性的对策和优化建议，为工程实施提供相关理论基础，促进改造计划和方案的优化完善，进而提高工程实施的安全性、稳定性和高效性。

## 一、上海轨道交通更新改造工作进展

### （一）工作机制

2013年，上海轨道交通在相关主管部门的支持下开展系统性更新改造工作，利用有限资金补贴相关支出。但随着运营时间和里程的增加，越来越多的设施设备进入大修周期或达到了使用寿命，补贴资金已无法完全满足工作需求。据统计，针对线网的大修更新改造工程实际支出从2013年的10亿元增长到了2020年的29亿元，原有的资金保障机制难以维持工作的顺利推进。为解决上述问题，自2020年二季度起，上海市相关主管部门持续推进上海轨道交通大修更新改造新机制的建立。经过反复研究，确定采用“先计划、后项目”的方式，实行“实施计划+项目审批”的主要申报审批流程。由运营单位现行上报“三年实施计划”，明确未来三年拟开展的项目；计划得到批复后，再针对各个项目编制实施方案，获得批复后逐项实施，资金从轨道交通全网票务收入中安排，并纳入运营收支准许缺口补偿机制统一平衡。

### （二）已取得工作进展

新机制下首轮（三年）上海轨道交通大修更新改造工程由32个项目组成，主要涵盖车辆及基地设备、机电设备、土建设施、线路等设施设备的大修更新改造内容，计划总投资为近150亿元。作为新机制下首轮轨道交通更新改造工程，相关项目的实施具有以下重要意

义：

(1) 实施范围较全面，解决线网运营关键问题。首轮上海轨道交通大修更新改造项目包含内容较为全面，部分项目以“提升线网运营能力”为目标，着力开展增购、扩建等工作，旨在满足日益增长的公共交通运力需求；其他项目则是以“恢复设备性能与运行可靠性”为目标，及时更换已达寿命或接近寿命的设备老化部件，提高线网可靠度，全力保障日常运营。

(2) 资源配置较合理，引导工程推进高效有序。设施设备整体或零部件在达到规定的使用年限后需要及时进行更换，如果因计划不足，导致较为严重的欠修，则会明显增加运营的安全风险；当遇到隧道结构渗漏水、钢轨及扣件脱落、损坏等直接危及行车安全的病害时，更需立即开展整治甚至抢修工作。因此，大修更新改造工程相较于传统新建工程，在实施上存在着较强的迫切性。相关单位充分调配相关力量，并将资源优先配置于迫切性较强的项目（如：变形及渗漏水整治、接触网相关工程、轨道相关工程等），及时解决了影响运营安全的问题。

(3) 服务水平明显提升，社会效益显著。轨道交通大修更新改造项目缓解了隧道结构渗漏水、收敛变形问题，改善了乘车环境；对供电、通信、信号、技术防范、通风空调、给排水及消防、设备监控、防灾报警、自动售检票、乘客信息、屏蔽门、电梯及自动扶梯等电子设备进行更新，降低设备故障率解决系统标准无法满足现阶段运营需求的问题，提高线网整体服务水平，乘客乘车满意度也将随之提高，项目实施的预期社会效益显著。

(4) 运维条件明显改善，经济效益可观。按计划实施大修更新改造，将提高系统可靠度，避免因故障而导致停运甚至严重灾害。改造后的系统设备能够跟进最新技术发展，性能提升，故障率下降，缩减日常运营维护工作量，解决部分老旧设备停产所带来的服务终止、零部件缺失等问题，减少维护成本。同时，在改造过程中逐渐统一系统设施设备型号，有力推进统型工作的进行，降低日常备品备件采购成本和采购难度。

## 二、新时期轨道交通更新改造工作要求

### （一）跟进技术发展，改善服务水平

作为集成各类系统于一身的轨道交通网络，应及时跟进技术发展，不断提升自身服务水平，而大修更新改造则是实现技术提升的最好契机。轨道交通系统中，通信技术、信号技术、安检技术等更新迭代速度最快，应及时顺应发展，结合相关改造机会，实现技术提升，提高服务品质。对于已预留技术改造接口，且已明确发展方向的线网系统，可优先作为试点，在更新改造过程中实施技术革新，改善服务水平，并验证相关技术的可靠性和优越性，为后续改造工作提供扎实的实践基础。

### （二）扩充系统容量，满足增量需求

轨道交通建设的外部性是极其明显的，在建设初期，周边地块开发强度较低，对公共交通的需求也相对较低，但轨道交通线路的建设会不断吸引资源和人口流向周边地块。因此，随着运营年限的增长，周边地块不断发展，对于运营能力的要求也逐渐提高。对于运营时间较长，或是在建设初期因条件限制而采取临时措施的线路系统，亟须通过大修更新改造工程来实现扩容，进而满足运营需求，提高系统冗余量，避免因系统工作负荷较高而发生故障，保障运营稳定。

### （三）破除通行障碍，提升出行效率

随着线网建设逐步完善，上海轨道交通站点在城市中的覆盖范围基本能够满足现阶段乘客出行需求。除了提高单一线路运营能力外，破除换乘过程中的通行障碍，缩短换乘时间也是提升出行效率的重要措施。上海轨道交通全网络现有换乘站83座，其中四线换乘2座，三线换乘11座，两线换乘70座。换乘便捷是实现乘客高效出行的关键，而站内换乘则是实现上述目标的基础。然而由于建设时条件限制，如：已有建筑物阻碍、征地成本较高、换乘需求不强等因素，仍存在部分出站换乘车站，对于有条件破除换乘通行障碍，且换乘需求较大的站点，应抓住轨道交通大修更新改造的契机，尽快实现站内换乘通道的辟通。

## 三、现阶段工作存在问题

### （一）实施范围和界面需要明确

首轮上海轨道交通大修更新改造项目中内容较为全面，基本涵盖现阶段线网中亟待解决的问题。但部分项目所包含内容较为复杂，不同项目涉及系统范围存在交叉，项目分类与既定项目划分原则存在出入，工作规范性需要进一步加强，项目类型需要进一步细化，对应的实施范围需要进一步明确。在日常工作中，轨道交通各系统间相互配合，具有较强关联性，这也对大修更新改造工作带来了一定挑战，部分项目所涉及的系统存在其他关联系统和关联工程，其工程界面的清楚切分是保证日后工程实施顺利的必要条件，也是明确工程实施责任主体的关键。

### （二）实施方案需要优化

现阶段制定的实施方案已结合系统需求以及大修更新改造工程的特征进行了针对性设计，有较高的指导作用，但在后续实施阶段仍需要结合现场情况，对实施方案不断深化优化。针对与既有其他系统存在接口、兼容问题的更新改造工程，应在今后相关项目中重点优化深化，减少中间过渡时间和过渡工程，提高项目安排的合理性和经济性，以及项目实施阶段运营安全性和可靠性。

### （三）实施进度需要加快

从现阶段的已开展的实施内容和资金使用情况来看

看,大修更新改造项目的实施进度稍有滞后,部分已完成批复手续的项目,仍处于工程实施的初级阶段,已完成投资较少。因疫情、物料准备、运营保障等因素的影响,部分项目实施情况与原先制定的实施计划存在一定的差异,实施进度有待加快。

#### (四) 安全保障措施需要加强

由于大修更新改造工程,特别是非基本建设类项目,需要在保证日常运营安全稳定的前提下实施,因此,相关的安全保障措施十分重要。现阶段方案文本中,对于该部分内容多为概述性文字,未能有针对性地分析具体项目特征及其风险点,安全保障措施还需要进一步加强。

### 四、解决对策与建议

#### (一) 制定更为详细的工作要求

针对实施计划和项目申报等阶段,应明确工作任务,制定更为详细的工作要求,从而指导各阶段工作内容,进一步提高轨道交通大修更新改造项目的推进效率,从而加快新工作机制的磨合过程。计划制定阶段,应详细排查线网内亟待解决的关键问题,针对各类型设施设备投入使用的时间和设计寿命进行详细的记录和跟踪,通过合理的计划安排避免欠修。另外,还应重点关注各个大修更新改造项目的紧迫程度、对日常运营的影响程度以及相互间的关联程度。必要时,可针对实施计划开展评估论证工作,提高计划安排的全面性、合理性。项目申报阶段,应确保技术文本内容与实施计划批复内容的一致性,对于实施条件和工作要求发生变化,确需调整方案的项目,应详细论述调整原因,从技术、经济、工期、社会效益等方面充分论证调整的必要性。

#### (二) 规范技术文本编制内容

为了保证相关技术文本在内容和深度上满足相关工作要求,应按照相关编制规范和技术范本的要求,规范撰写各个章节的内容。对于存在设施设备采购内容的项目,应说明现有系统中同类设施设备的情况;对于存在设施设备更换内容的项目,应提供完整、详细的设备更换信息表,以对维修情况进行核对和记录。编制的技术文本需要全面论述工程必要性、可行性、内容与规模、技术标准、详细方案设计、工程投资概算、工期及资金计划安排等内容,进一步明确需要实施的工程内容,严格划分与相关系统的工程界面。

#### (三) 建立全过程状态评估机制

针对大修更新改造工程涉及的设施设备,应建立贯穿全寿命、全过程的状态监测和评估机制,持续跟进安全指标、运行指标、服役状态与能力等,从而不断完善相关修程修制,优化实施方案。在项目实施阶段,综合考虑系统组成特征,结合现场情况,动态优化调整计划安排,对于具有较强关联性的项目,经过现场评估后,应尽量同步实施,在保证施工安全和运营安全的前提

下,尽量减少临时过渡工程,优化资源配置,节约工程投资。

#### (四) 细化安全保障措施

对于各个项目在实施过程中的风险应进行充分论述,主要包括施工本身的风险和施工影响运营的风险。除了大修更新改造工程普遍存在的风险外,还应根据项目特点,重点分析项目特有的风险点(如:带电作业、明火作业、新老系统搭接等),以及涉及地站点和区间的现状,进而针对各个风险点提出有针对性的安全保障措施。

### 五、结论

本文以上海轨道交通系统为主要研究对象,针对现阶段更新改造工程取得的成果进行了分析总结,并针对计划安排、实施方案等方面存在的问题提出了相关建议,为后续工程的实施起到了相关借鉴作用。

#### 参考文献

- [1]周鹤群.上海轨道交通更新改造工程趋势分析和特征研究[J].隧道与轨道交通,2022(2):7.
- [2]徐爱民,高亮,袁昊.北京地铁轨道结构大修周期研究[J].铁道标准设计,2009(2):5.
- [3]刘智丽,柏赞,吴燕伶.轨道交通基础设施更新改造项目投资决策方法研究[C].
- [4]贾文峰,崔学忠,蔡昌俊,等.城市轨道交通设施设备更新改造管理.
- [5]张乐,杨强,陈亚兰,等.城市地铁架大修管理信息化目标与需求分析[J].无线互联科技,2020,17(4):4.
- [6]徐爱民.北京地铁轨道结构大修周期及施工关键技术的研究[D].2008.
- [7]张正亮.关于重庆轨道交通1号线通信系统大修更新改造方案研究的探讨[J].百科论坛电子杂志,2018.
- [8]许玉德,黄玉纯.不确定性条件下整体道床的检测和大修策略[J].同济大学学报:自然科学版,2008,36(11):5.
- [9]刘忠贵.城市轨道交通弹性短轨枕大修方案研究[J].商品与质量,2016,000(007):122-123.
- [10]侯妍君,沈建文,申樟虹,等.城市轨道交通车辆检修与运用的关系研究[J].交通科技与经济.
- [11]杨亦慧.城市轨道交通更新改造资金核算模式研究[D].北京交通大学.
- [12]吴燕伶.城市轨道交通固定资产更新改造补贴激励机制研究[D].北京交通大学.
- [13]田振清.典型城市轨道交通固定资产更新改造补贴模式分析[J].交通运输系统工程与信息,2011,11(3):7.