

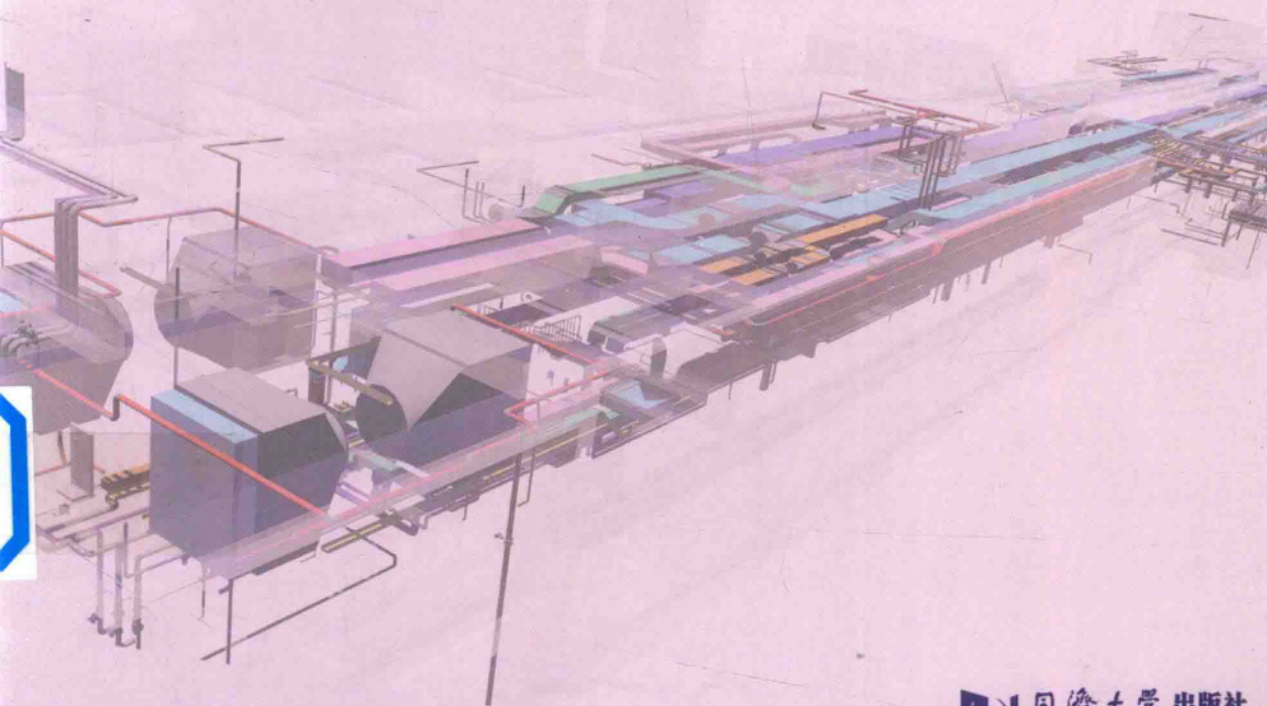


厦门地铁BIM技术创新与应用实践

Innovation and Practice of BIM Technology in Xiamen Metro

厦门轨道交通集团有限公司
上海城建信息科技有限公司

主编



内 容 提 要

本书系统介绍了 BIM 技术在厦门地铁建设管理过程的应用和实践总结,技术方案具有很强的可操作性。详细分析了全线路、全阶段、全过程、全专业的业主主导、BIM 咨询单位牵头协同、各参建方实施的新模式——“厦门模式”。本书共 7 章,分别介绍 BIM 技术的应用背景、厦门地铁 BIM 实践规划、厦门地铁 BIM 应用标准、厦门地铁 BIM 技术在各阶段的应用、BIM 技术实施管理、厦门地铁 BIM 实施的 IT 技术、BIM 技术的探索与展望等内容。本书作者是行业内的资深团队,有着多年的地铁项目管理与企业管理经验,对地铁行业有独到的见解,分析视角新颖。本书不同于一般从技术层面讨论 BIM 应用的书籍,而是以具体的工程实践经验作为支撑,站在业主方的角度对 BIM 在地铁行业的创新发展应用进行了剖析,内容极具洞察力和启发性。

本书适合从事地铁建设的建设单位、地铁相关参建单位以及有意向学习 BIM 技术的人员阅读,其经验可为国内其他城市地铁建设开展 BIM 技术应用提供十分有益的借鉴参考。

图书在版编目(CIP)数据

厦门地铁 BIM 技术创新与应用实践 / 厦门轨道交通集团有限公司, 上海城建信息科技有限公司主编. —上海: 同济大学出版社, 2019.6

ISBN 978-7-5608-8523-0

I. ①厦… II. ①厦… ②上… III. ①地下铁道—铁路工程—工程管理—应用软件 IV. ①U231-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2019)第 063605 号

厦门地铁 BIM 技术创新与应用实践

厦门轨道交通集团有限公司 上海城建信息科技有限公司 主编
责任编辑 高晓辉 马继兰 责任校对 徐春莲 封面设计 陈益平

出版发行 同济大学出版社 www.tongjipress.com.cn
(地址:上海市四平路 1239 号 邮编:200092 电话:021-65985622)

经 销 全国各地新华书店
排 版 南京新翰博图文制作有限公司
印 刷 上海丽佳制版印刷有限公司
开 本 787 mm × 1092 mm 1/16
印 张 13
字 数 324 000
版 次 2019 年 6 月第 1 版 2019 年 6 月第 1 次印刷
书 号 ISBN 978-7-5608-8523-0

定 价 98.00 元

本书若有印装质量问题,请向本社发行部调换 版权所有 侵权必究

《厦门地铁 BIM 技术创新与应用实践》

编委会

主 编：王文格 程正明 许黎明

顾 问：黄灵强 崔 勤

副主编：李明洪 熊 诚 滕 丽

编 委：（厦门轨道交通集团有限公司编委）

于用庆 魏锦地 陈绳册 杨 波 邹树琪

江洪泽 张竹清 郭少鹏 蔡光远 刘烈生

周 宇

（上海城建信息科技有限公司编委）

段创峰 乔 峰 张兴军 辛佐先 高文堃

吴湖英 周 滨 陈群源 甘英聪 许铮铭

杜秦川 徐 勇 巴雅吉呼 刘 学 顾沉颖

何 晓 钱 锦 吴 晗

序

随着我国城市化进程的加快,为缓解城市日益突出的交通拥堵和环境恶化的问题,近 20 年来,我国内地各大城市开展了大规模的轨道交通建设,目前已进入健康、有序、快速的发展阶段,取得了令世人瞩目的成绩。截至 2018 年年底,我国已有 35 个城市开通城市轨道交通运营线路 185 条,运营线路总长度约 5 761.4 km,目前北京、上海、广州、深圳、重庆、成都、南京等城市已进入网络化运营,其中北京、上海等城市的轨道交通日客流量均超过了 1 000 万人次,广州、深圳轨道交通日客流量分别达到 800 万人次和 500 万人次,有效地保障了城市交通的有序运营。截至 2018 年,国家已批准了 44 个城市轨道交通近期建设规划,预计 2020 年我国城市轨道交通运营里程将突破 7 000 km。

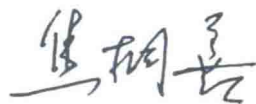
《厦门市城市轨道交通近期建设规划(2011—2020 年)》于 2012 年 5 月获国家发展和改革委员会批准,至 2020 年厦门市计划建成 1 号、2 号、3 号线共三条线的轨道交通工程,总里程约 108.8 km,初步形成放射状的轨道交通基本骨架。厦门地铁建设在充分借鉴其他城市的建设经验基础上,结合城市轨道交通项目规模大、建设周期长、专业众多、运营管理复杂等特点,为更好地应对轨道交通规划设计、建设及运营管理中存在的诸多挑战,提高轨道交通建设的精细化水平及运营管理效率,厦门轨道交通集团有限公司率先提出在轨道交通项目的全生命周期中采用最新的建筑信息化管理 BIM 技术。为此,厦门轨道交通集团有限公司会同 BIM 咨询总体单位上海市地下空间设计研究总院有限公司(现上海城建信息科技有限公司)确定以厦门地铁 1 号线工程建设为依托,按照“全线路、全阶段、全过程、全专业”应用 BIM 技术的思路,创立了“业主主导、BIM 咨询单位牵头协同、各参建方实施”的轨道交

通项目 BIM 管理“厦门模式”，明确了 BIM 应用组织架构、工作范围及内容、作业流程、各方职责、工作界面和成果交付标准等原则要求，建立了轨道交通项目 BIM 应用标准及实施管理体系，构建了轨道交通项目 BIM 单元族库、轨道交通项目 BIM 资产管理编码体系及数字化资产数据库。通过 BIM 技术在厦门地铁 1 号线工程中的应用，检查发现并修正了上万处设计接口问题，在设计阶段提前处理了接口矛盾，避免了大量的施工返工，为项目的精细化、高质量建设发挥了重要作用，并为厦门地铁 1 号线比原计划提前 3 个月建成投运奠定了基础，同时，数字化资产数据库将为长期运营提供极大的便利。厦门地铁 1 号线 BIM 成果获得了 2016 年“创新杯”建筑信息模型(BIM)设计大赛“最佳城市轨道交通应用奖”“最佳 BIM 应用奖”“工程全生命周期 BIM 应用奖”等荣誉，并获得了 2018 年工程项目建筑信息模型服务认证评价证书“荣誉白金级”。目前，依托厦门地铁 1 号线建立的 BIM 标准和管理体系已升级为厦门市级标准。厦门地铁 1 号线成功实施 BIM 技术应用的案例和经验受到了业界的广泛关注，多个城市的轨道交通建设管理单位前往交流取经，新闻媒体、专业期刊也进行了大量的报道和介绍。

本书作为轨道交通项目 BIM 技术应用“厦门模式”的经验总结，主要内容包括：BIM 技术的应用背景；厦门地铁 BIM 实践规划，重点介绍了厦门模式、实施目标、应用范围、组织模式、流程规划、合同体系；厦门地铁 BIM 应用标准，重点介绍了厦门地铁 BIM 应用标准架构，厦门轨道交通工程设备 BIM 族库交付标准、厦门轨道交通工程 BIM 交付标准、厦门轨道交通 BIM 资产管理编码；厦门地铁 BIM 技术应用，重点介绍了 BIM 技术应用点规划，BIM 技术在设计、施工、竣工阶段的应用，强调在设计阶段固化模型，后期随工程的进展不断丰富充实模型信息；BIM 技术实施管理，重点介绍了 BIM 技术应用管理实施方案、组织保障性措施、制度保障性措施、参建单位各阶段 BIM 技术应用管理体系及流程、设计施工交付运营阶段的审查、审查结果的量化考核、技术支持方案、BIM 实施效益分析；厦门地铁 BIM 实施的 IT 技术，重点介绍了 BIM 实施技术软硬件要求，网络接入与协同技术平台等；BIM 技术的探索与展望，介绍了 BIM 正向设计、BIM + GIS、BIM 机电施工管理系统、BIM

机电运维管理系统等轨道交通 BIM 应用发展方向。

全书内容丰富,结构严谨,条理清晰,技术方案具有很强的可操作性,所依托项目的成功实施为 BIM 技术在轨道交通行业的创新发展运用提供了重要的工程实践支撑,“厦门模式”成为厦门地铁后续建设项目全面、深入地开展全生命周期 BIM 技术应用的管理操作指南,其经验可为国内其他城市轨道交通建设开展 BIM 技术应用提供十分有益的借鉴参考,“厦门模式”在我国城市轨道交通领域具有广泛的应用前景。由于厦门地铁应用 BIM 技术是按照全线路、全阶段、全过程、全专业的思路进行的,且在国内尚属首次实施,难免会有不足之处,敬请指正。



2019年3月

前 言

城市轨道交通工程一般位于城市密集区域,具有建设规模大、建筑空间小、涉及专业众多、运营周期长等特点,除了建筑、结构、风、水、电之外,还涉及人防、气体灭火、车辆、牵引供电、通信、信号、自动售检票、FAS、BAS、AFC、综合监控、PIS、屏蔽门、综合支吊架等 20 多个专业设备系统;建设工期一般长达 5 年以上。在建设全过程中,由于多方面内外部条件的变化,将导致很多工程变更,且牵一发而动全身,大部分变更都要涉及不同专业与部门。

鉴于城市轨道交通工程的自身特点,在该领域创新应用 BIM 技术可显著提高设计、建设、运营管理效率,因此城市轨道交通行业对 BIM 技术存在十分强烈的内在需求,国内外很多城市都在进行积极的尝试与探索。厦门轨道交通集团有限公司在 2012 年筹备建设厦门地铁 1 号线时即进行了系统的思考:如何在地铁的设计中采用 BIM 技术优化设计空间、降低工程造价、提高设计质量;如何在施工中将 BIM 模型成果落地应用到现场;如何在未来运营信息化中结合 BIM 技术充分挖掘 BIM 数据价值。鉴于对 BIM 这项新技术长远和系统性应用的考量,厦门轨道交通集团有限公司在全国地铁建设行业最早提出了“业主主导、BIM 咨询单位牵头协同、各参建方实施”的 BIM 应用模式,并通过招标引入了上海城建集团下属子公司上海市地下空间设计研究总院有限公司作为专业 BIM 咨询方,协助完成厦门地铁 1 号线的 BIM 技术应用管理工作。

通过不懈努力和投入,厦门地铁 1 号线在 2017 年 12 月底提前开通运营,提前预留了 5G 端口;形成的数字化资产移交运营后结合大数据分析,为运营设备物联网应用、维修成本降低奠定了基础,BIM 技术在 1 号线的全线路、全阶段、全过程、

全专业的应用对提前竣工通车发挥了重要作用,缓解了城市交通拥堵与市民对发达智能公共交通迫切需求的矛盾。厦门地铁建设 BIM 技术应用的“厦门模式”在全国地铁行业范围内引起了广泛关注,相关应用创新成果受到了多方表彰,并且跨海高架段“最美海景地铁”经央视专题报道得到了广泛的赞誉。承担 BIM 咨询方工作的上海市地下空间设计研究总院有限公司 BIM 中心团队通过厦门 BIM 咨询项目看到 BIM 业务的长远发展前景,完成了从设计院 BIM 咨询团队向信息科技公司的转变,改制成立了上海城建信息科技有限公司,专业化从事建筑信息模型的数据价值挖掘和产品开发。

《厦门地铁 BIM 技术创新与应用实践》作为 BIM 技术在地铁建设应用“厦门模式”的系统性经验总结,站在业主方的管理角度,结合厦门地铁的实际项目,阐述了厦门地铁 BIM 技术应用的实施规划、统一标准、管理流程体系、技术路线、拓展应用等几个方面,为各地地铁业主全面开展 BIM 技术应用提供了完整的实践案例参照,也希望能为在地铁建设行业乃至整个工程建设行业 BIM 技术的全面推广应用做出微薄贡献。

本书由厦门轨道交通集团有限公司、上海城建信息科技有限公司(原上海市地下空间设计研究总院有限公司)共同编写完成。全书共 7 章,书名和书籍的整体框架及思路由许黎明负责编排;其中第 1 章由郭少鹏、乔峰编写,阐述了基于我国地铁的发展背景以及 BIM 技术在地铁中的发展现状;第 2 章由于用庆、吴晗编写,阐述了 BIM 技术在厦门地铁应用的整体实施规划,以及各参与方的项目组织架构、流程规划、合同体系等内容;第 3 章由李明洪、吴湖英编写,介绍了厦门地铁的 BIM 应用标准体系及不断改进完善过程,结合国内外的 BIM 标准详细例证了《厦门轨道交通工程设备 BIM 族库交付标准》《厦门轨道交通工程 BIM 交付标准》《厦门轨道交通 BIM 资产管理编码》三大标准;第 4 章由魏锦地、周滨编写,阐述了目前厦门地铁各个阶段的 BIM 应用点规划和实施效果;第 5 章由魏锦地、张兴军编写,阐述了厦门地铁 BIM 技术应用的具体实施管理体系,包含参建单位各阶段的管理范围、职责、流程、审查要求、考核体系;第 6 章由邹树琪、甘英聪编写,主要从 IT 技术角度阐述

了在厦门地铁 BIM 实施中涉及的 BIM 软硬件要求、网络接入和协同平台的管理要求、人员投入要求；第 7 章由许黎明、李明洪、于用庆编写，对厦门地铁目前正在探索的与 BIM 相关前沿技术进行了介绍，对今后 BIM 技术在轨道交通行业的应用发展方向进行展望。

希望本书能为开展地铁建设的同行建设单位、为各相关参建单位等实施 BIM 技术应用提供一个较为完整而系统的参考样本，亦可为建筑业其他相关行业管理及技术人员提供 BIM 技术应用系统性的案例，进一步促进我国地铁行业乃至建筑业的 BIM 技术应用的推广普及和应用水平提高。

由于编写人员水平有限，本书研究成果和内容尚有诸多不完善之处，殷切希望各专家学者和同行批评指正。在本书出版之际，谨对厦门地铁 1 号线 BIM 创新应用探索与实践过程中参与并提出诸多改进意见和建议，以及给予大力支持各部门、各相关单位、相关技术人员、各级领导和专家致以衷心的感谢。

编者

2019 年 3 月

目 录

序

前言

1 绪论	001
1.1 国内地铁建设发展	001
1.1.1 地铁发展历程	001
1.1.2 未来发展预测	002
1.2 厦门地铁建设现状	003
1.2.1 厦门地铁概况	003
1.2.2 厦门地铁建设历程	005
1.3 BIM 技术应用背景	006
1.3.1 BIM 技术	006
1.3.2 地铁建设应用 BIM 技术的历程	007
1.4 厦门地铁对 BIM 技术的应用需求	010
1.4.1 厦门地铁建设难点	010
1.4.2 BIM 技术在厦门地铁中的应用	012
2 厦门地铁 BIM 实施规划	014
2.1 何为“厦门模式”	014
2.1.1 模式的诞生	014
2.1.2 模式的创新	016
2.2 “厦门模式”的实施目标	018
2.2.1 厦门地铁业主对 BIM 应用的思考	018

001

2.2.2	厦门地铁业主对 BIM 应用的整体规划	020
2.3	应用范围	021
2.3.1	应用周期要求	021
2.3.2	应用广度要求	022
2.3.3	应用深度要求	022
2.3.4	参与人员范围	023
2.4	组织模式	023
2.4.1	厦门地铁 BIM 应用组织关系	023
2.4.2	厦门地铁各部门组织关系及职责	025
2.4.3	设计参与方组织关系及职责	026
2.4.4	施工参与方组织关系及职责	027
2.4.5	BIM 咨询方的引入及职责	029
2.5	流程规划	031
2.5.1	确立 BIM 实施目标	031
2.5.2	制定 BIM 路线及计划	031
2.5.3	确立 BIM 组织及团队	031
2.5.4	发布 BIM 标准	031
2.5.5	颁布 BIM 实施操作流程	032
2.5.6	搭建协同工作平台	032
2.5.7	管控 BIM 实施过程	032
2.5.8	归整验收 BIM 成果	032
2.5.9	交付 BIM 模型数据	033
2.6	合同体系	033
2.6.1	BIM 合同体系制定方式	033
2.6.2	BIM 合同体系设置原则	034
2.6.3	BIM 技术应用合同应包含的内容	035
2.6.4	地铁项目 BIM 技术收费依据	038
3	厦门地铁 BIM 应用标准	042
3.1	国内外 BIM 标准发展现状	042

3.1.1	国外 BIM 标准发展现状	043
3.1.2	国内 BIM 标准发展现状	045
3.2	厦门地铁 BIM 应用标准历程	046
3.2.1	厦门地铁 BIM 应用标准需求	047
3.2.2	厦门 BIM 标准的演变历程	047
3.3	厦门地铁 BIM 应用标准体系架构	048
3.4	厦门轨道交通工程设备 BIM 族库交付标准	050
3.4.1	基本原则	051
3.4.2	项目文件结构	052
3.4.3	成果提交技术要求	053
3.5	厦门轨道交通工程 BIM 交付标准	058
3.5.1	编制目的和编制原则	059
3.5.2	BIM 建模原则	060
3.5.3	交付标准内容	061
3.5.4	例证说明	066
3.6	厦门轨道交通 BIM 资产管理编码	067
3.6.1	编制目的	068
3.6.2	资产分类编码规则	068
3.6.3	资产编码规则	069
3.6.4	资产位置及其编码规则	070
4	厦门地铁 BIM 技术应用	073
4.1	BIM 技术应用点规划	073
4.2	BIM 技术在设计阶段的应用	074
4.2.1	应用点选择	074
4.2.2	应用实例	076
4.2.3	设计阶段固化模型(三维可视化设计交底)	082
4.2.4	设计阶段 BIM 特色应用	083
4.3	BIM 技术在施工阶段的应用	086
4.3.1	应用点选择	086

4.3.2	应用实例	086
4.3.3	施工阶段 BIM 模型特色应用	095
4.4	BIM 技术在竣工阶段的应用	099
4.4.1	应用点选择	099
4.4.2	应用实例	100
5	BIM 技术实施管理	105
5.1	BIM 技术应用管理的总体实施方案	105
5.2	BIM 管理的组织保障性措施	106
5.2.1	厦门轨道交通集团“BIM 工作推进小组”	106
5.2.2	BIM 咨询单位项目部	107
5.3	BIM 管理的制度保障性措施	107
5.3.1	流程记录制度	107
5.3.2	例会制度	108
5.3.3	项目成果定期报告制度	108
5.3.4	BIM 工作考核制度	109
5.4	参建单位各阶段 BIM 技术应用管理体系及流程	110
5.4.1	设计阶段 BIM 技术应用管理体系及流程	110
5.4.2	施工阶段 BIM 技术应用管理体系及流程	111
5.4.3	移交运维阶段 BIM 技术应用管理体系及流程	113
5.5	设计阶段的 BIM 技术应用成果审查	114
5.5.1	设计阶段的 BIM 技术应用审查范围	114
5.5.2	设计阶段 BIM 审查流程	116
5.6	施工阶段的 BIM 技术应用成果审查	118
5.6.1	施工阶段的 BIM 技术应用审查范围	118
5.6.2	施工阶段的 BIM 审查流程	120
5.7	移交运维阶段的 BIM 技术应用成果审查	123
5.7.1	移交运维阶段的 BIM 技术应用成果审查范围	123
5.7.2	移交运维阶段的 BIM 审核流程	123
5.8	审查结果的量化考核	124

5.8.1	业主方的 BIM 工作考核	124
5.8.2	设计总体的 BIM 工作考核	125
5.8.3	设计咨询监理的 BIM 工作考核	125
5.8.4	BIM 咨询管理单位的工作考核	125
5.8.5	施工总包属地管理单位的 BIM 工作考核	125
5.8.6	施工监理的 BIM 工作考核	125
5.8.7	建设管理平台提供方的 BIM 工作考核	125
5.9	审查工作的实施周期	126
5.10	技术支持方案	126
5.11	BIM 实施效益分析	128
5.11.1	项目直接效益	128
5.11.2	参建各方效益	131
6	厦门地铁 BIM 实施的 IT 技术	134
6.1	BIM 实施的技术软件与硬件要求	134
6.1.1	BIM 软件分析介绍	134
6.1.2	实施 BIM 的硬件要求	135
6.2	网络接入与协同技术平台	137
6.2.1	厦门地铁城域光纤网络应用	137
6.2.2	网络接入管理	140
6.2.3	网络性能指标	142
6.3	BIM 实施 IT 人力资源	143
6.3.1	厦门地铁 IT 信息部门的管理统筹	143
6.3.2	BIM 咨询方组织协调与培训支持	143
6.3.3	各参建方 IT 管理员配备	143
7	探索与展望	145
7.1	BIM 正向设计	145
7.1.1	BIM 正向设计的核心价值	146
7.1.2	难点分析	149

7.1.3	BIM 正向设计执行要点	150
7.2	BIM+GIS	153
7.2.1	基于 BIM+GIS 的建设管理平台	153
7.2.2	平台技术体系架构	156
7.2.3	BIM+GIS 技术应用	157
7.3	BIM 机电施工管理系统	159
7.3.1	业务特点及现状	160
7.3.2	信息化重难点分析	160
7.3.3	BIM 机电施工管理系统建设思路	162
7.3.4	BIM 机电施工管理系统优势及先进性	162
7.4	BIM 机电运维管理系统	163
7.4.1	数字化资产交付	164
7.4.2	运维信息集成监控	164
7.4.3	运维管理系统仿真培训	165
7.4.4	BIM 机电运维管理系统职能	166
7.5	展望	173
附录 A	单元集及模型单元	174
附录 B	模型单元属性表	176
附录 C	厦门地铁 BIM 大事记	184
附录 D	荣誉与奖励	188
参考文献	189

1 绪论

1.1 国内地铁建设发展

1.1.1 地铁发展历程

世界上首条地下铁路系统是 1863 年开通的伦敦大都会铁路,是为了解决当时伦敦的交通堵塞问题而建设的。欧美及亚洲发达国家从 20 世纪 70 年代开始陆续进入城市轨道交通建设的高峰期,近 10 年内全世界共建设了约 1 600 km 城市轨道交通线路,平均每年 160 km。

我国地铁建设事业起步较晚,北京是我国开通城市快速轨道交通运营的第一座城市。1969 年 10 月 1 日,北京地铁 1 号线(复兴门—苹果园)内部通车运营(凭参观券乘车,1971 年 1 月 15 日开始对社会乘客售票),揭开了我国地铁发展的序幕。20 世纪,我国开通城市快速轨道交通运营的城市有香港(1979 年)、天津(1984 年)、上海(1993 年)、台北(1996 年)和广州(1997 年)。进入 21 世纪,我国城市轨道交通建设蓬勃发展,先后有长春(2002 年),大连(2003 年),深圳、武汉(2004 年),重庆、南京(2005 年),高雄(2008 年),成都、沈阳、佛山(2010 年),西安(2011 年),苏州、昆明、杭州(2012 年),哈尔滨、郑州(2013 年),长沙、宁波、无锡(2014 年),青岛、南昌(2015 年),福州、东莞、南宁、合肥(2016 年),桃园、石家庄、贵阳、厦门(2017 年),以及乌鲁木齐(2018 年)等城市开通了城市轨道交通运营。

根据前瞻产业研究院的报告,2011—2020 年,我国城市轨道交通新增营业里程将达到 6 560 km。预计到 2020 年,我国城市轨道交通累计营业里程将达到

7 395 km,覆盖 41 个城市(图 1-1)。2010—2015 年,平均每年开通 250 km 地铁线路,从各城市的规划来看,在可预见的未来 10 年甚至 20 年内,城市轨道交通将始终处于高速发展阶段。

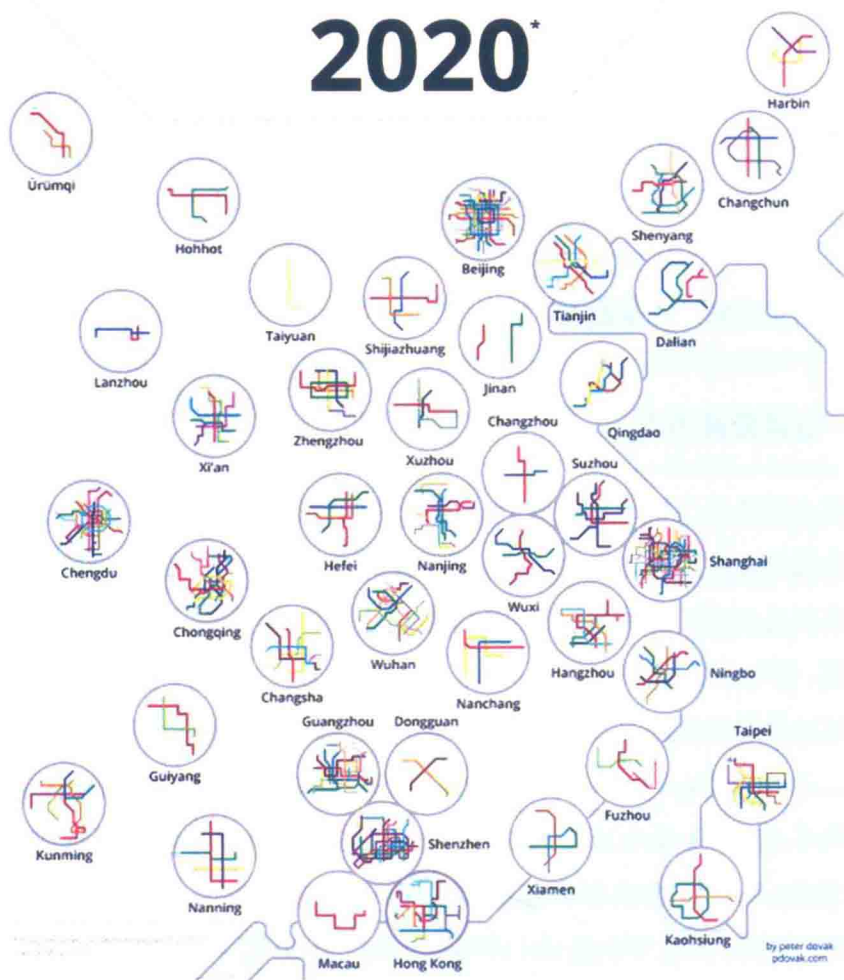


图 1-1 至 2020 年中国地铁建设城市分布

(搜狐网,观察者,网址:http://www.sohu.com/a/208339582_391621[编辑者:朱家小二姐;发布时间:2017-12-04])

1.1.2 未来发展预测

近 20 年是我国内地城镇化的快速发展时期。根据国家统计局公布的数字,2000 年我国内地城镇化率(常住人口)仅为 36.2%,50 万人口以上的城市 93 个,其中 100 万人口以上的大城市 40 个;至 2017 年末,我国内地城镇化率(常住人口)已