

重庆城市轨道交通网络化发展进程和启示

梁莉¹ 张望成² 王雄³

(1. 重庆建筑工程职业学院, 重庆 400072;

2. 中煤科工集团重庆设计研究院有限公司, 重庆 400016;

3. 核工业西南勘察设计研究院有限公司, 成都 610061)

【摘要】: 本文结合城市轨道交通网络化建设的基本特点, 论述了重庆市轨道交通建设从单线阶段到轨道交通骨架阶段, 再到初步网络化阶段及最终基本网络化阶段的发展进程。从重庆市轨道交通发展进程分析, 提出我国轨道交通网络化发展需要考虑六个主要问题, 包括: 编制好轨道交通线网规划和建设规划; 积极探索多渠道和多元化投融资方式; 合理选择系统制式, 提高运输效率; 做好网络化运营准备和网络化运营体系; 加强轨道交通的一体化服务, 提高服务水平以及加强资源共享等。

【关键词】: 轨道交通; 单线建设; 网络化

【中图分类号】: U293. +3; U231 **【文献标识码】**: A **【文章编号】**: 1000-713X(2015)06-0083-05

截至 2014 年末, 国家已先后批复 37 个城市的轨道交通建设规划, 累计有 22 个城市建成投运城轨线路 101 条, 运营线路长度 3155 公里, 每天超过 2000 万人次的运输量。2014 年新增长沙、宁波、无锡等 3 个运营城市; 全国新增 9 条运营线路, 轨道交通长度新增 409 公里。我国的城市轨道交通发展驶入快车道, 轨道交通建造技术和运营水平也得到大幅度提升。目前, 国内一些经济较为发达的城市(北京、上海、广州等)已具备了较高的轨道交通网络化程度, 重庆、成都、武汉等城市的轨道交通网络化也初见端倪。

重庆地处大巴山脉, 境内多山, 上坡下坎, 落差较大, 因此重庆的经济发展定位为多中心、组团式的发展结构, 重庆市的城市总体规划将其结构分为都市圈、主城区、核心区共三个层次, 各层次、各组团间是否能高效链接是重庆作为特大城市首要解决的问题之一, 为缩短相互间的时空距离, 提供便捷的交通方式, 轨道交通网络化以其独特的大容量、快速、准时的优越性成为城市公共客运交通方式的首选。重庆市的城市轨道交通发展主要经历了四个阶段: (1) 单线阶段; (2) 轨道交通骨架阶段; (3) 初步网络化阶段; (4) 基本网络阶段。

1 单线阶段

¹收稿日期: 2015-05-13 修回日期: 2015-06-01 录用日期: 2015-06-06

基金项目: 重庆市高等教育教学改革研究重点项目资助(142085); 重庆建筑工程职业学院教育教学改革研究重点项目资助(14B1); 重庆市教委科学技术研究项目资助(KJ1404106)。

作者简介: 梁莉(1976-), 女, 讲师, 硕士, 主要从事轨道交通工程教学和研究。

通讯作者: 37241883@qq.com

2004~2006年期间，重庆仅有轨道交通2号线一条线路。该线路是中国首个建成通车的单轨铁路，也是我国西部地区第一条修建并运营的轨交线路。该线路起于较场口，止于鱼洞，全长共30.05km，总投资约47亿元，分为两期建设实施，一期工程较场口至动物园段，长14.3km，设站13座，于2004年11月6日投入运营；二期工程大堰村至新山村段，长4.8km，设站5座。

2号线跨越渝中区、九龙坡区、大渡口区、巴南区，途径核心城区的商业区、公共活动区等大型客流集散点；2号线辐射九个片区，衔接六大行政区，是国家西部开发十大重点工程之一。重庆轨道交通2号线于2000年12月全线正式开工，2006年7月1日全线贯通并试运营，如图1所示。

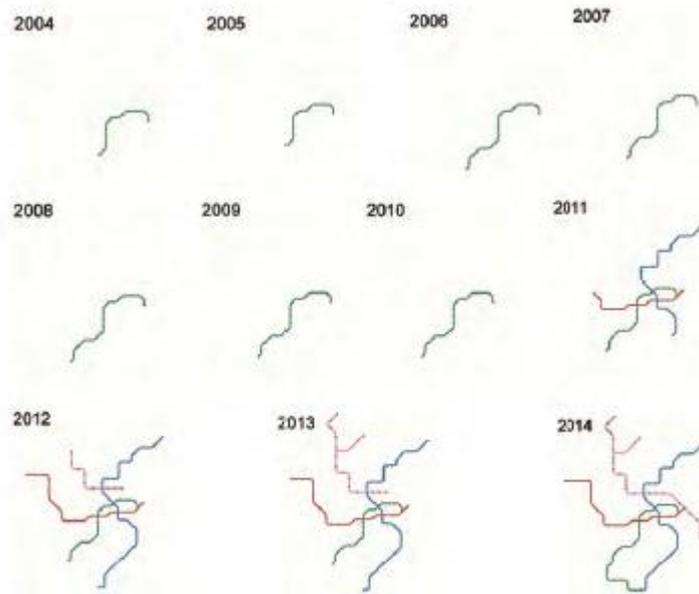


图1 重庆市城市轨道交通发展进程

资料来源：维基百科

2 轨道交通骨架阶段

2007~2014年期间，重庆逐步形成了由1号、2号、3号、6号线组成的轨道交通骨干线网，线路总长193.65km，如图1所示。

轨道交通1号线一期工程朝天门至沙坪坝段，长16.5km，设站14座，于2007年开工建设，2011年7月28日投入运营；二期工程沙坪坝至大学城段，长20.2km，设站9座，于2009年开工建设，2012年12月20日投入运营。

轨道交通2号线南延伸段新山村至鱼洞段12km，2014年12月30日开通运营。

轨道交通3号线一期工程二塘至重庆北站段，长20.2km，设站17座，于2007年4月6日开工建设，2011年9月29日投入运营；二期工程龙头寺至江北机场段，长18.9km，设站12座，于2009年开工建设，2011年9月29日投入运营；南延伸线八公里至鱼洞段，长16.5km，设站10座，于2010年开工建设，2012年12月28日投入运营。

重庆轨道交通6号线一期工程礼嘉至上新街段，长23.6km，设站16座，于2009年开工建设，2012年9月28日投入运营；二期工程茶园至刘家坪、金山寺至五路口段，长37.3km，设站12座，于2010年开工建设，2013年投入运营；6号线支线国博

线礼嘉至悦来段，长 12.1km，设站 6 座，于 2010 年开工建设，于 2013 年投入运营；6 号线二期工程（茶园—五里店，礼嘉—北碚）线路长约 37.5km，设 13 座车站，北段（礼嘉—北碚）已于 2013 年 12 月 31 日建成通车，南段（茶园—五里店）已于 2014 年 12 月 30 日正式投入运营。

轨道交通 2 号线与 1、3、6 号线构成轨道交通线网骨架，连接主城 8 区、13 个组团、5 大商圈以及北部新区和航空、铁路、长途客运等对外交通枢纽，充分发挥容量大、速度快的优势，有效缓解沿线交通压力。

3 初步网络化阶段

2015 年~2017 年，重庆市将陆续开通 4 号、5 号、10 号以及交通环线，并同时建成多条线路的延伸线，与原有线路一起形成“九线一环”的初步轨道交通网络形态，如图 2 所示。届时重庆轨道交通线网将达 350km，市民出行将更加方便。

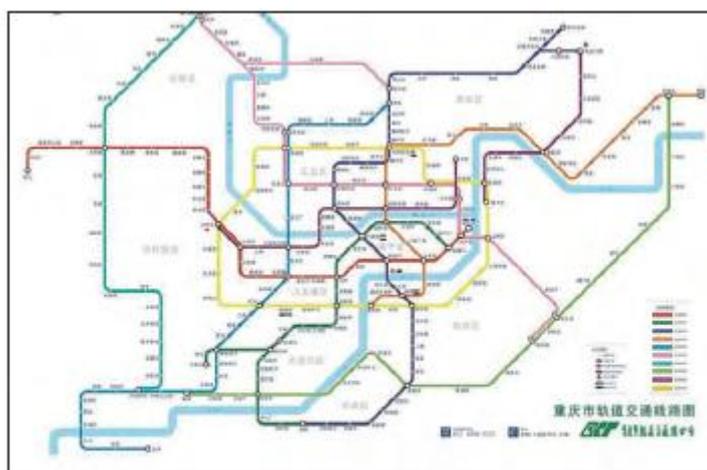


图 2 重庆市城市轨道交通“九线一环”

资料来源：重庆市轨道交通总公司

2013 年，重庆轨道交通启动了第二轮建设规划。具体包括，轨道环线（重庆西—重庆北—重庆西），全长 51km，设车站 33 座；4 号线一期（唐家沱—民安大道），全长 19.5km，共设 8 个站；5 号线一期（园博园—跳磴），全长 36km，设 25 个站；10 号线一期（建新东路—王家庄），全长 33.8km，共设 19 个站。按计划轨道环线、4 号线、5 号线、10 号线的一期都将于 2017 年建成通车。

轨道交通 1 号线向西延伸线尖顶坡至璧山青杠，长 7.5km，设站 5 座，其中大学城至尖顶坡段于 2012 年 9 月 20 日开工建设，2014 年 12 月 30 日开通运营，全线计划于 2016 年建成。

轨道交通 3 号线北延伸线双凤桥至举人坝段，长 10.4km，设站 7 座，计划于 2013 年开工建设，2015 年投入运营。

3 号线支线（碧津—外环北路）将在 2014 年动工，预计 2016 年达成通车；三号线北延段（江北机场—举人坝工业园区）将在 2013 年动工，预计 2015 年达成通车。

4 轨道基本网络阶段

根据最新的重庆城市总体规划，至 2050 年，重庆市将建成 18 条轨道交通线路，构成轨道交通 17 线 1 环“环+放射”网络结构线网，如图 3 所示。届时轨道交通总长将达约 820km，其中主城区轨道交通线路约 780km，主城区轨道交通线网密度约 0.69km/km²。轨道交通占机动化出行比例为 45%，占公交出行比例为 60%。

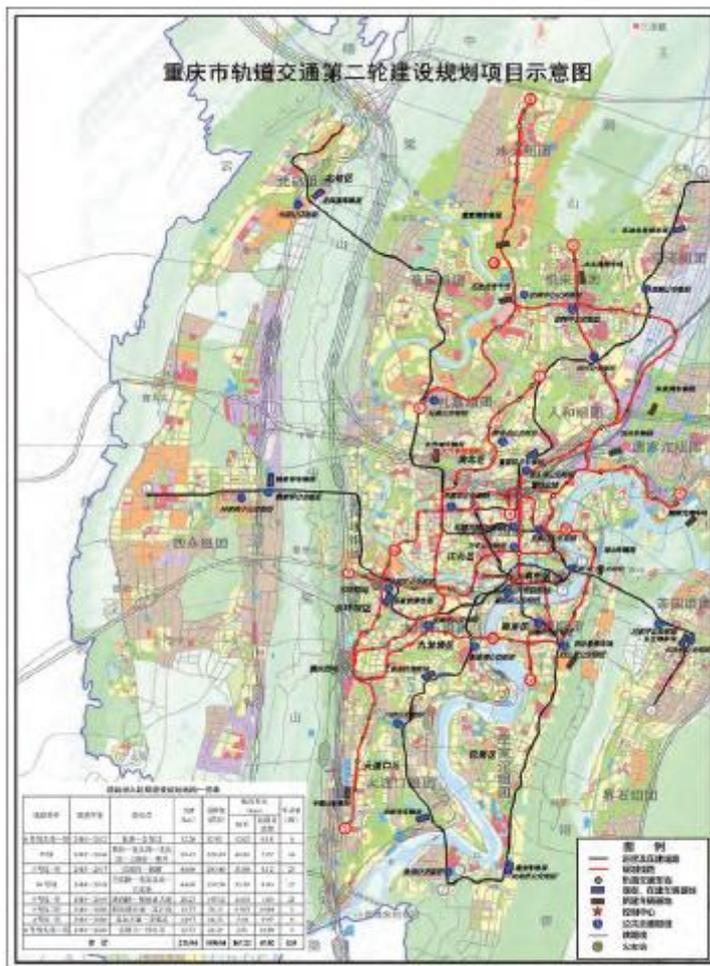


图 3 重庆市城市轨道交通第二轮建设规划项目示意图
资料来源：重庆市轨道交通总公司

5 总结和启示

综上所述，重庆市城市轨道交通发展历程经历了从单线到骨架，从初步成网再到基本成网的发展阶段（见表 1）。通过网络化发展，重庆市轨道交通运力得到大大增强，轨道交通可达性得到显著提高，轨道交通客流量快速增长。

表 1

重庆市城市轨道交通发展历程

阶段	形成时间	开通线路
单线阶段	2004 ~ 2006 年	2004 年 11 月 6 日, 重庆轨道交通二号线一期工程投入运营; 2006 年 7 月 1 日, 重庆轨道交通二号线二期工程开通试运营, 标志着重庆轨道交通 2 号线工程全线贯通
轨道交通骨架阶段	2007 ~ 2014 年	2011 年 7 月 28 日, 轨道交通 1 号线一期工程投入运营; 2012 年 12 月 20 日, 轨道交通 1 号线二期工程投入运营; 2011 年 9 月 29 日, 轨道交通 3 号线一期工程投入运营; 2011 年 9 月 29 日, 轨道交通 3 号线二期工程投入运营; 2012 年 12 月 28 日, 轨道交通 3 号线南延伸线投入运营; 2012 年 9 月 28 日, 轨道交通 6 号线一期工程投入运营; 2013 年 12 月 31 日, 轨道交通 6 号线二期工程北段投入运营; 2014 年 12 月 30 日, 轨道交通 6 号线二期工程南段投入运营; 2013 年 5 月 15 日, 轨道交通 6 号线支线建成通车
初步网络化阶段	2015 ~ 2017 年	2013 年, 轨道交通环线、4、5、10 号线一期工程开工建设, 预计 2017 年底建成试运行; 轨道交通 1 号线璧山段预计 2017 年达成通车
基本网络化阶段	2018 ~ 2050 年	至 2050 年, 重庆市将建成 18 条轨道交通线路, 构成轨道交通“环 + 放射”网络结构线网, 届时, 轨道交通总长约 820km

结合重庆市轨道交通发展进程和成效, 得到几点启示。

(1) 从网络化角度出发, 科学编制轨道交通线网规划和建设规划, 做好长远布局, 并与城市的总体规划相协调。线网规划应当与城市总体规划相一致, 并根据城市轨道交通的功能定位、城市空间结构和用地布局, 做好客流量的科学预测, 并进行多方案比选, 最终确定城市轨道交通线网布局。

建设规划是近期建设项目安排的实施性方案。城市要结合自身经济、人口、客流需求等情况, 根据线网规划编制 5~6 年期的建设规划。在城市轨道交通网络化初期, 线路建设主要受制于地形地貌, 其它需要考虑的因素较少, 工程实施相对容易; 到了在网络化建设阶段, 受制约因素将逐渐增多, 工程实施难度特别大。

因此与城市轨道交通的网络化建设必须对线网做好统一科学规划, 对资源进行合理的调配, 并对各单线项目建设组织进行适当的界面划分与协同。建设模式应由传统分散式向集约系统式转变, 逐步有计划地实施线路的建设和投运。也就是说, 建设过程中既要重视新线的投入和运营, 新线投运对既有线路的影响同样不可忽视, 相关措施及预案也必须及时跟踪, 如换乘车站的同步规划、同步实施, 以及网络停车场、车辆段、控制中心、主变电站在网络层面的规划控制等问题都显得十分重要。

(2) 积极探索多渠道和多元化投融资方式。轨道交通建设费用高昂, 在我国地铁的平均造价为 4.6 亿元/km, 轻轨平均造价为 2 亿元/km。为保持轨道交通高效、快速、安全运行, 运营所需费用也非常庞大, 建设周期长, 投资回报慢, 盈利水平低。在城市轨道交通刚刚起步之时, 其投资者大多是政府或者个人, 投资主体比较单一, 往往有财政吃紧、资金匮乏、规模受限、轨道交通效率低下的现象。重庆轨道交通除了资本金以外的其他资金主要来自于: 银行融资、债券融资、股市融资和信托融资等。这些方式在重庆轨道交通的建设中得到了充分体现。

重庆轨道交通建设网络化进程在不断的推进中, 未来对资金的需求将日益增加, 为了适应未来的融资需求, 应引入多元化的融资模式, 分散投资风险。除原有融资方式外还可考虑售后回租、资产证券化、土地融资、项目融资、产业投资基金等融资方式。同时应对城市轨道交通建设进行市场化经营, 引进市场竞争机制有利于打破垄断、充分吸收私人和社会资本、提高轨道交通的运营效率、增强市场参与和竞争能力。

(3) 合理选择系统制式，提高运输效率。城市轨道交通制式主要包括地铁、轻轨、单轨电车、有轨电车、市域快轨和磁悬浮等几种制式。截至 2014 年末，我国在全国 3155 公里运营线路长度中，地铁 2438 公里，占线路总长的 77.3%；轻轨 239 公里，占线路总长的 7.6%；单轨 87 公里，占线路总长的 2.8%；现代有轨电车 134 公里，占线路总长的 4.2%；磁浮交通 30 公里，占线路总长的 1%；市域快轨 227 公里，占线路总长的 7.2%。可以看出当前我国的城轨交通的问题是制式过于单一，地铁占比过高，直接带来有关工程造价过高等一系列问题。由于重庆主城区地理条件复杂，重庆轨道交通集团通过引进和自主创新，建成了我国第一条跨座式单轨交通示范线（2 号线）和世界上最长的跨座式单轨交通线（3 号线）。1 号线、6 号线及其支线国博线采用钢轮钢轨的地铁制式。两种制式在建设成本、适宜环境、噪音控制、速度运力等方面各有不同。截至 2014 年末，重庆市地铁运营长度 115 公里，单轨运营长度 87 公里。未来还可根据线路不同功能考虑增加市域快轨、磁浮交通等多样化制式结构趋势。另外，一个城市的轨道交通制式也不是越多越好，一般不应超过 4 种，同时要注意实现不同制式线路之间的网络化和互联互通，提高资源共享程度，降低运营成本。

(4) 做好网络化运营准备和网络化运营体系。围绕城市轨道交通网络建设运营目标和需求，一是要在规划及建设过程中做好网络系统的优化和统筹，从源头上为网络运营创造好条件；二是要做好网络化运营的各项准备工作，确保城市轨道交通网络的安全高效地运营。

网络化运营的特征是“统一、协调、联动、共享”，这与单线运营模式有着显著的区别。网络化运营是一个具有复杂性、全局性、系统性、长期性的问题，包括管理体制的变革和管理层次的变化；包括管理思路的调整和操作流程的重构；包括硬件设施的建设和软件系统的实施等。

(5) 加强轨道交通的一体化服务，提高服务水平。公共需求的大幅提升对城市轨道交通的依赖性提高，对服务质量的要求提高，以及由此带来更加严峻的运营安全保障问题。城市轨道交通网络化系统运行要求在多方面都有较高关联度，如系统互通、资源共享、换乘枢纽、应急保障、共线运营等。某个点事故往往会扩散到多个线路，甚至会导致整个网络瘫痪。所以，相应的协调管理机制和网络化运营协调优化工具在网络化系统运营中就显得尤为重要。

(6) 加强资源共享。主要，要做好停车场、换乘站、控制中心、主变电所、车辆段等设施的合址共建，做到地上、地下资源综合利用，做到设施、设备、信息的共享。一个有效、安全、可靠和协调的信息管理系统是必须的，这对管理过程中各项信息的有机集成，保障信息的完整性和数据的交换通畅必不可少，从而有效保证整个城市轨道交通网络的易维护性、易拓展性及可控性。

参考文献

- [1]朱沪生. 上海城市轨道交通网络化运营体系的建设[J]. 城市轨道交通研究, 2008(10).
- [2]朱霞, 毕艳祥. 上海轨道交通网络化对客流的影响研究[J]. 城市轨道交通研究, 2010(3).
- [3]朱军. 我国城市轨道交通发展现状与对策建议[J]. 城市轨道交通研究, 2005(6).
- [4]吕雅慧. 重庆市轨道交通融资模式研究[D]. 重庆: 重庆大学, 2012.
- [5]周红波, 王广斌. 上海市城市轨道交通网络化建设组织模式研究[J]. 建筑经济, 2008(7).
- [6]蔡涵哲. 网络化条件下城市轨道交通行车组织优化问题研究[D]. 北京: 北京交通大学, 2012.

[7]杨维.城市轨道交通路网承载能力计算方法研究[D].北京:北京交通大学,2011.

[8]赵小窠.城市轨道交通 BOT 项目融资模式研究[D].上海:上海交通大学,2010.