

我国城市轨道交通的发展,应该从市情出发,根据不同区域交通需求特点,因地制宜地选择地铁、轻轨、单轨、现代有轨电车、市域铁路和中低速磁浮交通等不同制式,多制式协调发展。重庆的跨座式单轨是一种有特色的城轨交通制式,创造了许多全国第一。单轨交通有它独特的优势,噪音小、爬坡能力强、转弯半径小,比较适合像重庆这样的山区城市。

地铁全地下线每千米综合造价6亿至8亿元,高架线为4亿至5.5亿元,轻轨或跨座式单轨为2.8亿至3.2亿元,现代有轨电车为1亿至3亿元,不同制式和铺设方式的造价相差很大。线网规划中地铁比例过大,必然造成工程造价高,投资大。因此,线网规划在满足城市发展、环境保护、交通顺畅的前提下,能地面(有轨电车)不高架(轻轨、单轨),能高架不地下(地铁),能远期上的近期不上。特别是二、三线城市,能用轻轨的不用地铁,构建多层次、多制式的轨道交通网,合理确定地铁、轻轨、现代有轨电车的构成比例,使线网架构经济适用。

城市轨道交通制式很多,远不只有地铁一种。不管是地铁、跨座式单轨、磁悬浮、直线电机列车或现代有轨电车,适合自己城市实际情况的才是最好的。重庆的跨座式单轨交通为其他城市发展轨道交通,提供了一种新的思路。单轨交通在全国各个城市不一定都适合,但对于二、三线城市,尤其是山城、坡度较大的城市,效果最佳。

——中国城市轨道交通协会会长包叙定

——中国工程院院士施仲衡:《城市轨道交通工程应提高经济效益》,见《都市快轨交通》,2014年第1期

——北京交通大学校长宁滨

在国家大力推进城镇化、大力发展城市轨道交通的背景下,城市轨道交通建设工程如何降低造价、提高经济效益?

跨座式单轨:比地铁更经济更环保

——重庆城市轨道交通特色单轨技术扫描

□ 本报记者 冷德熙

现代城市轨道交通如何降低工程造价、提高经济效益?

城市轨道交通建设项目造价极高,如地铁,在有些城市每公里的造价高达6亿至8亿元,如果建设规划不科学不合理,不但不能推动城市经济社会的发展,反而会给城市、给国家和人民带来巨大的损失。

截至2013年底,我国已有50多个城市开展了城市轨道交通规划,19个城市开始了运营。目前总运营里程2539公里,其中地铁2074公里,占总里程的81.7%。是全球地铁线路最长,占比最高的国家,并还有继续升高的趋势。

据统计,全球现有62个国家建立了城市轨道交通,总的运营线路32600多公里。其中地铁里程,占三分之一。其他的制式,包括轻轨、单轨、现代有轨电车、市域快轨等,占三分之二。

与国外城市相比,在我国已经建成的城市轨道交通里程中地铁的比例明显过大。城市线网规划中,地铁比例过大必然造成工程造价过高。正如有关专家指出,我国城市轨道交通应该走因地制宜、多制式协调发展的路子。在多种交通制式中,跨座式单轨为现代城市在地铁之外,提供了一种全新的交通选择。由于单轨一般建在地上,没有地铁地下照明、通风、能耗高等要求,是一种比地铁更为经济环保的轨道交通制式。目前在世界上,跨座式单轨在欧美国家和日本发展迅速。我国西部直辖市重庆,经过20多年的引进消化吸收和自主创新,建成了两条跨座式单轨交通线路2号、3号线,其中3号线是我国目前已经建成的世界上最长的单轨交通线路。

创业故事:重庆跨座式单轨交通从无到有

20年前,当北上广深等大城市都在建地铁的时候,重庆选择了跨座式单轨。因为重庆是山城,道路崎岖,弯多坡陡。选择能爬坡、易拐弯、造价较低的跨座式单轨,不但解决了公共地铁的问题,还增加了城市景观;不但成就了经久耐用的城市基础设施,还“无中生有”,建成了百亿级的城市轨道交通产业。

说起重庆跨座式单轨交通,不能不提两个名字。一个是包叙定,一个是仲建华。

包叙定,现任中国城市轨道交通协会会长。曾经担任国家发改委副主任、重庆市市长、机械工业部部长。他在国家发改委副主任任上批准了重庆市建设跨座式单轨示范线2号线,作为我国西部大开发几大本建设工之一。后来他调任重庆市市长,此工程进而成为他的“市长一号工程”。

仲建华,重庆轨道交通集团董事长。这是重庆轨道交通界一位传奇性人物。30年前,许多人还不敢想像重庆会有地铁的时候,他已经在日本专门学习轨道交通;20年前,重庆轨道交通公司成立,他开始担任公司总工程师。此后他先后担任过副总经理兼总工程师、总经理和董事长,一步也没有离开过他的城市轨道交通事业。

2000年,重庆单轨交通建设工程终于上马,此前已经历经10年研究、论证。仲建华和他的团队充分使用了作为项目业主单位的独特优势,组织国内相关单位科技力量投入到跨座式单轨的科技攻关。这些单位既包括重庆本地的科研力量,也包括来自当时铁道部、国内著名院校和一些著名的设备制造企业。“用户是上帝”,大型建设工程项目的业主就是用户。当时的重庆地铁建设部门利用业主的有利地位,有效地组织了跨座式单轨产学研结合的协同创新,在2号线开始建设之前已经取得一批重要科技成果。

除了早期从日本进口的两辆单轨列车,以及相关的电气牵引和制动系统是使用日本的设备,其他许多零部件已经实现了国产化:绝大部分的编组列车是当时的长春客车厂制造的——通过引进消化吸收和创新,当时的重庆地铁公司和长春客车厂一道共同实现

了跨座式单轨列车的国产化、自主化。到2007年,世界上里程最长的重庆单轨3号线开工兴建,2011年9月一期工程建成,2013年3月3号线全长55公里全程贯通。车辆、转向架、轨道梁等一大批自主创新重要成果在3号线上得到应用,使得3号线的国产化率达到95%以上。

山城重庆的轨道交通创造了许多国内外第一

就重庆市轨道交通的跨座式单轨特色而言,在国内是独一无二的。由于是第一家选择跨座式单轨交通制式,作为中国西部直辖市的重庆,获得了多项中国和世界第一:重庆2号线,全长19.15公里,是国内建成最早的跨座式单轨交通示范线;重庆3号线,全长55.5公里,是当今世界上线路最长、客流量最大的单轨交通线;建成了世界上第一座公路单轨两用城市大桥——菜园坝长江大桥,它的钢拱梁跨距世界最长,也是第一座采用缆索吊机安装的大桥;建成了世界上最大的跨座式单轨交通车辆维修、检测中心“童家院子车辆段”;创立了全球第一个跨座式单轨交通标准体系,其中部分标准已被多个国家译成本国文字参照采用。

到现在为止,重庆已经开通运营的轨道交通的里程是170公里,4条线路,其中2条地铁、2条跨座式单轨交通。在建的工程178公里。建完以后的2017年,重庆市的轨道交通运营线路就可以达到350公里,其中跨座式单轨交通是100公里,目前已经建成的跨座式单轨交通有2条线路,是75公里。正在建设的还有2号线延伸段和3号线的延伸段单轨线路。单轨线路这种交通方式的优点非常突出,因为跨座式单轨交通采用的是橡胶轮胎和混凝土的轨道梁。重庆市第一轮建设规划200公里已经接近尾声,第二轮建设规划215公里,已经全面启动。总结第一轮建设规划的建造经验、运行经验,一个城市的轨道交通多制式协调发展非常有必要。重庆第二轮建设规划地铁比较多,也有轻轨和单轨,在地铁方面,重庆提出了网络化运营这一理念,就是要因地制宜,实现都市快轨、单轨交通、大型地铁(A型车、B型车)等多制式的协调发展,不同的地区、不同的客流圈采用不同的交通制式,同一种交通制式要做到标准统一。重庆是山地城市,平面城市的地铁标准不适应重庆地铁的发展。所以重庆轨道现在制定的标准,爬坡能力必须达到百分之五十,转弯半径不大于250米,已经形成地方标准。其次,网络化的概念,重庆的第二轮建设规划,包含对第一轮建设规划的一些改造,要实现互联互通,每一条线路可以跨线运营、越线运营,和都市快轨贯通运营。

都市快轨是连接主城区和郊区铁路的纽带。通常说高速铁路的速度在每小时200公里以上,地方铁路是160公里以上,地铁一般在100公里以下。速度在130到160之间的都市快轨采用直流和交流的“双流制”,既可以和地铁贯通运营,也可以和城市铁路、地方铁路贯通运营,这样的话就形成了城乡一体化的轨道交通网络。

重庆的城市轨道交通除了有跨座式单轨,还有地铁,现在还规划在渝西郊县与主城区之间修建速度超过地铁的都市快轨。这样,整个城市轨道交通就将形成新的网络。而围绕城市轨道交通网络,重庆人还在建设“P+R”(私家车换乘点),发展城市轨道交通经济。

跨座式单轨交通的基本特点:广泛的适应性

所谓跨座式单轨交通是一种轨道为一条带形梁体,车辆跨座于其上行驶的交通系统。世界上第一条跨座式单轨线诞生于1888年,由法国人设计,由蒸汽机车牵引。在第二次世界大战以后,跨座式单轨技术逐渐完善和成熟起来。1952年,德国人在科隆附

近的非林根成功建造了一条单轨线。后来美国、日本和意大利等许多国家都修建了这种形式的单轨,其中尤以日本建成的线路最多。目前世界上普遍使用的德国ALWEG型跨座式单轨系统,采用跨座式、混凝土轨道和橡胶充气轮胎相结合的建造方式。

重庆2号、3号线的成功建设和安全运营为跨座式单轨交通的推广起到了很好的示范作用。重庆轨道交通的2号线是我国首次引进跨座式单轨交通的示范性工程。在2005年6月份开通运营,到现在已经是第9个年头。这样一种快速、方便、准点、安全的系统,目前在重庆深受老百姓的认可。重庆为什么选择跨座式单轨?实际上重庆前后一共考察了5、6种制式,包括地铁、直线电机、直线马达、新交通、悬挂式等,都进行过考察。重庆确定采用单轨,第一是因为它爬坡能力强。它爬的坡度能够达到8%,这一点对于重庆很重要;第二是因为转弯半径比地铁小,地铁一般是300米,它小到150米、100米,这个可以帮助重庆节约用地;第三是经济性,因为重庆过去比较穷,它的投资比地铁省30%到50%;第四是它的环保性能好,透气、没噪音。重庆在现场做过实验。晚上在25米外,声音在60分贝以内,感觉非常好。与此同时,因为它是高架的,周围绿化很好,这点对于重庆也很有吸引力。第五点就是安全性。重庆对安全性很重视,胶轮轮胎爆了怎么办?紧急情况下单轨车不像人在平地上,怎么从高架上下来等等安全问题,都必须考虑好,重庆都建有相应的危机管理机制。这些都是它的优点。一些山区城市、二线城市、旅游城市选择建设单轨,既不需要太大的财力,成本相对较低(不到地铁的一半),又有建设周期短、提高城市观赏度的优点,同时解决了城市拥堵的问题,每小时运送客人在两三万人之间(乘客运量不如地铁)。事实上,即使是北京、上海这样的特大型城市,也可以在一些郊区或风光带建设跨座式单轨。据了解,北京已经决定今明年在东西四环、玉泉路建设两条跨座式单轨交通线。

重庆创造了国际上第一个跨座式单轨交通标准体系

重庆跨座式单轨交通以2号线、3号线为依托,主要有三大关键技术。第一是提升轨道梁精度的技术,包括制造精度、架设精度、桥梁精度;第二是机电一体化的产品与道岔系统;第三是单轨车辆的转向架技术。自2007年开始,为了进一步推进重庆单轨交通装备的自主创新,科技部将“跨座式单轨交通装备研发”项目列入国家科技支撑计划。重庆市科委和重庆轨道交通集团联合主持了这个重庆有史以来最大的科技项目,重庆市轨道交通设计研究院、重庆交通大学、长春轨道客车公司等机构均参与到项目中来。2011年该项目通过国家验收,在单轨交通车辆整车系统集成、转向架关键技术等十大方向及其应用上取得一系列重大成果,掌握了单轨交通各个系统的关键技术,填补了我们国家单轨交通产业化和装备制造空白,创建了一系列的国家标准、行业标准和自主知识产权成果。

推广单轨交通有三个必要条件,一是标准,二是成果,三是成功运行的经验。重庆已经向国家成功申报《单轨交通的设计规范》《施工及验收规范》《单轨车辆技术条件》,都已经成为国家级标准规范,分别在2008年、2009年和不久前正式颁布实施,填补了国家和行业标准的空白,也使中国成为目前世界上唯一拥有跨座式单轨交通国家标准的国家。地方标准正在不断完善。同时,重庆在单轨交通的发展、地铁的发展过程中,专门组织制定了《重庆市轨道交通发展纲要》,这个纲要的制定、评审、完成得到了中国工程院,还有国家有关部门的大力支持。当时审查发展纲要提纲的时候,工程院组织了10多位院士来把脉,在最后咨询的时候,工程院的院长、副院长带领很多院士



重庆3号线:现代都市中的跨座式单轨交通

亲自来到重庆,为重庆轨道交通的发展出谋划策。

重庆轨道交通建设管理部门对跨座式单轨交通的安全保障进行了大量的专门研究,开发了专门的安全保障设备,构筑起完整的单轨交通安全保障系统,大大提高了单轨交通事故快速反应能力和快速处置能力。

另一方面,重庆地方的主管部门高度重视,建委、科委、发改委一起组织大家开展研究,重庆轨道交通集团、北京交通大学共同完成了围绕发展纲要的10多个研究课题,为重庆单轨交通的顺利推进和发展起了很大的支撑作用。2013年,由重庆轨道交通集团牵头的“跨座式单轨交通装备关键技术研发及产业化”项目荣获重庆市科技进步一等奖。

重庆跨座式单轨交通装备产业位列全球前三甲

目前重庆已经在两江新区建成我国第一个、也是最大的跨座式单轨交通产业基地(其中包括重庆长客集团、设计研究院、单轨工程公司等),与日立、庞巴迪

并列,位居全球单轨交通车辆制造企业前三甲,并因此成为世界城市轨道交通车辆十大制造商之一,直接经济效益超过100亿元。

目前重庆单轨交通产业从无到有,逐步培育,形成了比较完善的单轨交通产业链,组成了单轨交通产业技术创新战略联盟,成立了重庆国际单轨协会。2013年4月份,重庆专门召开了协会主办的国际论坛,世界上拥有单轨的国家和城市、地区到重庆一起进行经验交流。协会现在有会员45家,17家理事单位,包含了车辆、信号、供电以及机电设备、轨道梁桥等专业企业,形成了一个完整的产业链条。目前重庆单轨交通对外推广的产业化和技术条件已经成熟,国内已经有部分城市正在积极采用重庆的单轨制式,国外也有不少合作伙伴,包括韩国大丘、巴西、印尼等等很多国外城市都运用了重庆单轨技术,韩国最近建成的单轨应用了重庆的道岔模板,同时在工程设计和施工技术咨询等方面开展了合作,为今后在国内外进一步推广跨座式单轨交通奠定了坚实的基础。



单轨交通与车流对比优势明显



单轨交通在城市楼宇间穿行



重庆已经建成全球第三的跨座式单轨交通产业基地