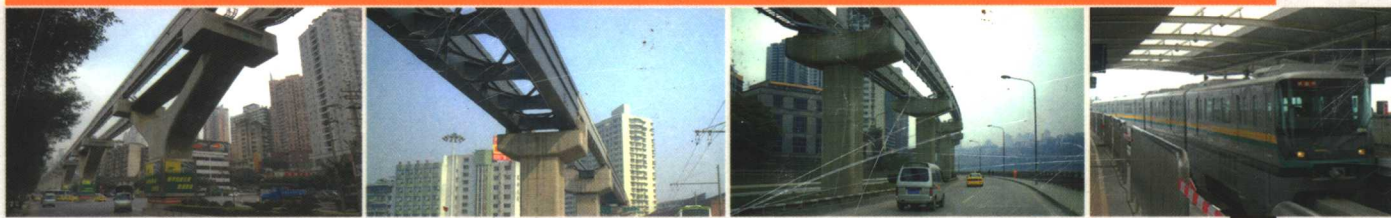


创造·创建·创新

——重庆跨座式单轨设计论文专辑



Inventive Design · Unique Construction · Bold Innovation

— Symposium of Design for Chongqing Straddle Monorail System



铁道第二勘察设计院

Second Survey & Design Institute of China Railways



人民交通出版社

China Communications Press

创造·创建·创新

—— 重庆跨座式单轨设计论文专辑

Inventive Design · Unique Construction · Bold Innovation

—— *Symposium of Design for Chongqing Straddle Monorail System*



铁道第二勘察设计院

Second Survey & Design Institute of China Railways



人民交通出版社

China Communications Press

内 容 提 要

重庆跨座式单轨交通较新线一期工程,是我国建成的第一条采用橡胶走行轮的交通系统,该系统为我国城市轨道交通建设提供了一种新型、中运量、独具特色的交通形式。

铁道第二勘察设计院全程承担了本工程的前期研究、设计总体总包和设计后服务工作,积累了大量的研究成果和经验,本论文专辑即对此进行了系统总结。相信本书会对我国跨座式单轨交通系统的推广应用提供极好的参考和借鉴,并最终推动我国城市轨道交通事业的发展。

图书在版编目(CIP)数据

创造、创建、创新:重庆跨座式单轨设计论文专辑/
铁道第二勘察设计院·—北京:人民交通出版社,
2005.6

ISBN 7-114-05576-5

I.创... II.铁... III.轻轨铁路-设计-重庆市
-文集 IV.U239.3-53

中国版本图书馆CIP数据核字(2005)第050978号

书 名:创造·创建·创新

——重庆跨座式单轨设计论文专辑

著 作 者:铁道第二勘察设计院

责任编辑:陈志敏

出版发行:人民交通出版社出版发行

(100011 北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号)

网 址: <http://www.ccpress.com.cn>

销售电话:(010) 85285656, 85285838, 85285995

总 经 销:北京中交盛世书刊有限公司

经 销:各地新华书店

印 刷:北京华联印刷有限公司

开 本:889×1194 1/16

印 张:17.25

字 数:577千

版 次:2005年12月 第1版

印 次:2005年12月 第1次印刷

书 号:ISBN 7-114-05576-5

印 数:0001~4000册

定 价:80.00元

(如有印刷、装订质量问题,由本社负责调换)



创造·创建·创新

——重庆跨座式单轨设计论文专辑

编委会 BIAN WEI HUI

主 任：漆宝瑞

副 主 任：何新权 唐志成 张文健 郑建伟 曾鸣凯
朱 颖 张明贤 杜远华

主 编：张海波

副 主 编：漆尔富 周 勇

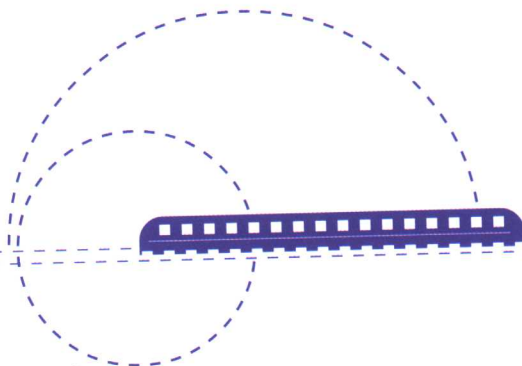
编 委：黄 炯 牟 锐 孟宪成 扈 森 王松兆
马庭林 李海光 肖道坦 敖云碧 卿三惠
王 建 许佑顶 毛 斌 赵桂和 王向东

专业审查：李泽民 韩春暄 林 骏 徐公望 唐明德
石定稷 莫文卿 周惟俊 魏德勇 游励晖
高 扬 俞济涛 朱祖华 陈炳璋 陈华君
郭振勇 徐银光 高建强 杨捍东 王仕春
任 强 王 建 巩 云 吴学全 于上勇
胡立中 沈建东 王 南 冯俊德



创造·创建·创新

——重庆跨座式单轨设计论文专辑



序 XU

随着我国经济的迅速发展,城市化进程正在加快,致使大城市交通日渐拥挤阻塞,环境污染加剧,这种状况严重影响着社会经济的持续健康发展。总结世界各国的经验会发现,发展城市轨道交通是解决现代城市交通的最佳途径之一。现今我国各大城市已陆续制定了轨道交通线网规划,加快了建设步伐,预计我国城市地铁轻轨的建设将进入持续、稳健的发展时期。

重庆跨座式单轨交通工程的建成通车,凝聚了建设者们的心血,为我国城市轨道交通提供了一种新型的交通形式,是我国建成的第一条采用橡胶走行轮的交通系统,这种系统安全、快捷、舒适、造价低、污染小、爬坡能力强、转弯半径小,独具特色。

重庆跨座式单轨较新线一期工程的建成,为这种交通形式的建设提供了宝贵的经验,铁道第二勘察设计院的广大技术人员,通过参与这项西部大开发的工程设计,编撰了这部科技论文专辑,详细论述了他们的经验和体会,很有参考价值。

希望有关部门能组织设计、施工、建设管理等各方面的技术人才进一步研究跨座式单轨交通系统,逐步形成我国跨座式单轨交通系统完整的设计、施工技术体系,制定设计、施工的专项建设标准和规范,推进设备的国产化,为跨座式单轨交通系统的推广创造条件。

中国工程院院士

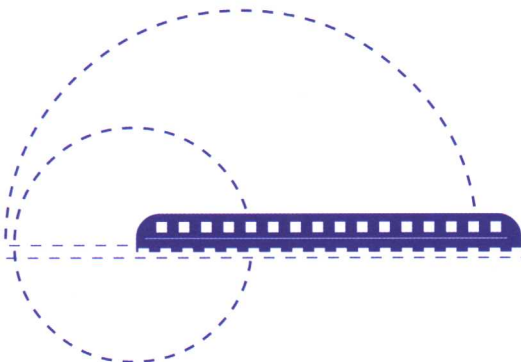
龙仲斯

2005年10月



创造·创建·创新

——重庆跨座式单轨设计论文专辑



前言 QIAN YAN

重庆轻轨较新线一期工程，是我国西部大开发的十大工程之一，是我国建成的第一条跨座式单轨线路。重庆轻轨的建成通车，方便了市民出行，缓解了城市交通压力，促进了城市经济发展。重庆轻轨在山城的山山水水之间穿行，成为了一条靓丽的风景线、山城的新景观。

跨座式单轨是日本的先进技术，技术新、难度大、要求高。重庆轻轨项目的设计工作，无论在前期研究阶段，还是由我院承担设计总体总包任务后，我们都将其作为我院在城市轨道交通设计方面的创新点，给予了足够的重视，组织了大批技术人员考察、研究、消化、吸收。在整个设计过程中，我院工程技术人员坚持以人为本、质量第一的方针，精心设计，开拓创新，经过历时十年的艰苦努力，及时为工程提供了全套施工设计文件，并认真做好设计后的服务工作，保证了工程安全顺利实施，重庆轻轨的建设凝聚了我院广大职工的心血和汗水。

为总结经验，我院组织参加设计的工程技术人员编撰了跨座式单轨交通系统设计论文专辑，以期推进相关技术的研究和交流。我院将继续致力于跨座单轨技术的开发、研究和国产化工作，逐步完善相应的专业规程、规范，为单轨技术在我国推广创造条件。

借本书出版的机会，对重庆市相关政府部门、重庆市轨道交通总公司、中国国际咨询公司、有关勘察设计院、监理和施工等单位的领导和专家，在重庆轻轨建设中对我院设计工作的指导和协助，致以诚挚的谢意，希望今后继续携手合作，共同推进我国城市轨道交通事业的发展。

重庆轻轨的成功建设和运营，为跨座式单轨系统的推广积累了丰富的经验，产生了强烈的示范效应，跨座式单轨交通系统安全、可靠、舒适、环保、节能，随着我国现代化、城市化进程的加快，在城市轨道交通大发展的今天，有着广泛的应用前景。

愿跨座式单轨交通技术在我国得到进一步推广和发展。

铁道第二勘察设计院院长

陈瑞

2005年10月

目 录

■ 重庆轻轨较新线一期工程建设掠影	1
-------------------	---

综 合 篇

■ 跨座式单轨交通系统的设计实践	张海波 7
■ 跨座式单轨交通系统的适应性分析	周 勇 向 红 17
■ 跨座式单轨交通系统接口设计的探讨	漆尔富 28

运营组织篇

■ 重庆轻轨较新线列车编组方案设计特点分析	向 红 33
■ 单轨交通系统的运输能力探讨	魏德勇 刘永欣 余 凡 36
■ 跨座式单轨交通列车最小运行间隔时间研究	洪华南 40
■ 单轨运输系统在我国适用性探讨	刘 华 吴 珏 刘永欣 45
■ 出行时间最短的轨道交通站间距离分析	宋元胜 刘 华 鄢红英 49
■ 重庆轻轨较新线运输组织探讨——列车运行交路设计	鄢红英 宋元胜 关晓频 52

线路与土建工程篇

■ 跨座式单轨交通线路设计	王仕春 57
■ 重庆轻轨较新线一期工程轨道梁桥耐久性设计	任 强 63
■ 重庆轻轨较新线一期工程轨道梁桥设计施工的特点与体会	任 强 69
■ 重庆轻轨较新线倒 T 形 PC 轨道梁设计研究	朱 敏 游励晖 李 乔 周凌远 74
■ 重庆轻轨较新线一期工程三线不等高桥墩设计	吴怡帆 81
■ 跨座式单轨轨道梁桥桥墩盖梁的设计特点	于 洋 86
■ 重庆轻轨较新线车站桥设计的技术特点	胡京涛 游励晖 89
■ 重庆轻轨较新线大溪沟车站桥的设计	胡京涛 游励晖 93
■ 关于重庆跨座式单轨交通系统的车站建筑设计	王 建 97
■ 跨座式单轨高架车站结构选型	俞济涛 102
■ 对新型轨道交通建筑的设计探索——谈重庆轻轨佛图关车站建筑设计	孙 恩 106
■ 重庆轻轨动物园站站房结构方案选型	廖笙汛 109
■ 重庆轻轨大溪沟车站结构选型	罗智勇 114



■ 重庆轻轨车辆段及综合基地综合楼设计与思考	向若力	118
------------------------	-----	-----

车辆与机电设备篇

■ 地铁环控系统现状采用新技术展望	巩云	123
■ 重庆轻轨地下车站环控系统特点与问题讨论	巩云	130
■ 重庆轻轨较场口站的环控设计	刘强	134
■ 临江门车站通风空调大系统设计	曾甫海	137
■ 重庆轻轨大坪隧道通风系统设计	姚景生	141
■ 变频控制多联式空调系统在控制中心设计中的应用	王岳怡	145
■ 浅谈重庆轻轨屏蔽门系统设计	李懋 戴廷昆 杨巨澜 苏航	149
■ 重庆轻轨车辆段及综合基地室内给排水、通风空调设计及施工浅析	杨巨澜	156
■ 重庆轻轨车站照明设计	郑川	159
■ 浅谈重庆轻轨照明工程设计	梁康渭	165
■ 矿物质绝缘电缆在重庆轻轨中的设计运用	郑雪涛	168
■ 重庆轻轨较新线综合接地系统设计	郑雪涛	173
■ 重庆跨座式单轨较新线室外安全屏蔽工程设计体会	柳希	184
■ 重庆跨座式单轨系统限界检测设备的研究	徐银光 谢林	188
■ 重庆轻轨大堰村车辆段运用检修计算机管理系统研究	徐银光	192
■ 跨座式单轨车辆段工艺设计特点	曹克非	197
■ 单轨道岔的选型与安装设计	林绍平	200
■ 跨座式单轨交通工程供电系统的特点	袁勇	204
■ 跨座式单轨道岔接触网安装设计要点	于上永	209
■ 跨座式单轨交通牵引直流系统接地保护的设计	周才发	213
■ 重庆轻轨较新线地下站自动喷水灭火系统设计	林宏	217
■ 轻轨高层合建车站消防给水和气体灭火设置考虑	孙雪松	221
■ 重庆轻轨较新线车辆段信号系统的特点	文仁广	224
■ 城市轨道交通通信系统的组成与特点	沈品海	229
■ 重庆轻轨较新线无线通信系统设计探讨	弋建强	234
■ 重庆轻轨防灾报警及设备监控系统通用要求的几点考虑	徐起万	239
■ IC卡在地铁/轻轨自动售检票系统中的应用	郭晓霞	242
■ 跨座式橡胶轮单轨交通轨道的检查原理	董松	247

其他

■ 城市轨道交通项目可研报告工程筹划编制内容及要点	刘筑贵	253
■ 谈如何做好城市轻轨工程设计档案管理工作	刘俊峰	257

重庆轻轨较新线一期工程建设掠影



动物园~大堰村高架区间与出入段线



高架区间线路 1



高架区间线路 2



高架区间线路 3



高架区间线路 4



高架区间线路 5



高架区间线路 6



袁家岗高架站远景



袁家岗高架站



袁家岗高架站站台



佛图关站



曾家园高架站



特殊桥梁



钢轨道梁



大坪地下站站厅



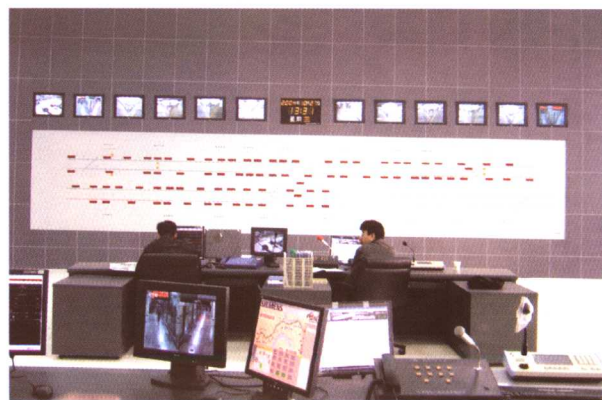
大坪地下站台



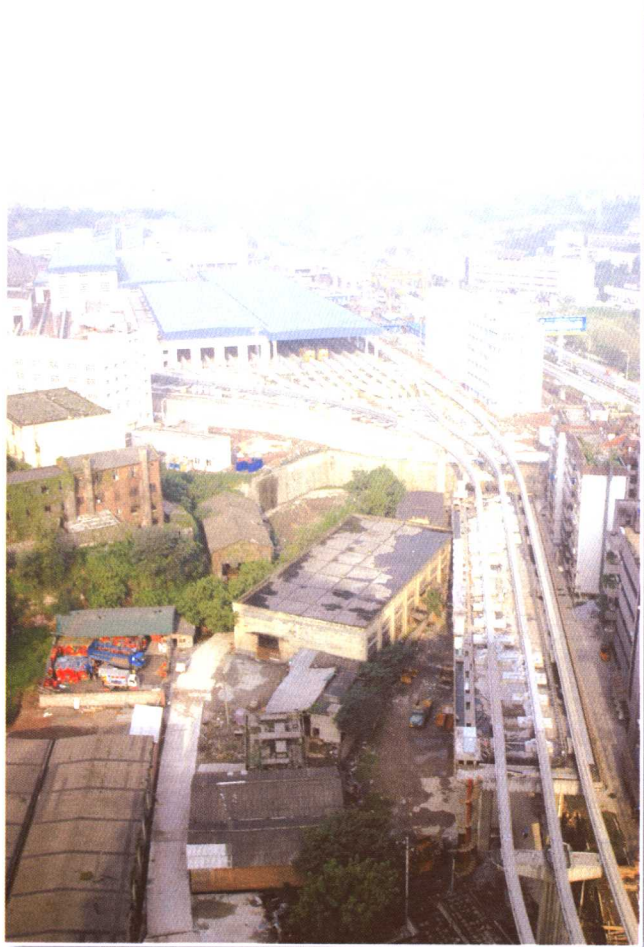
大坪地下站屏蔽门



大坪地下站折返线道岔



大坪控制中心大厅



大堰村车辆基地



检修库



检修库与单轨车



动物园站出入段线、折返线道岔



轨道梁架桥机

综合篇

创造 · 创建 · 创新



跨座式单轨交通系统的设计实践

■ 张海波

摘 要 本文介绍了重庆跨座式单轨交通的设计研究过程,提出了单轨技术在设计管理上的特点和注意事项,以及重庆轻轨较新线在引进消化日本单轨技术基础上的技术突破和技术创新,同时对跨座式单轨在我国的应用设计和在较新线后续工程中的系统上应关注的事项提出了自己的看法。

关键词 单轨 交通 跨座式

1 概述

在城市轨道交通的交通制式方面,跨座式单轨在日本成熟应用40年的基础上,现已成功地在重庆轻轨较新线一期工程中得到很好的应用,目前已在正式运营中,相信随着重庆轻轨的投入运营,具有中国特色的跨座式单轨交通系统将会越来越得到我国城市轨道交通建设市场的青睐和重视。

本文通过从1993年以来从事重庆轻轨前期研究与设计施工的亲身实践,从设计的角度出发,论述跨座式单轨交通系统应用中的经验、教训,以及应该提请重视的相关技术要点和技术管理问题,供轨道交通同行在了解和认识重庆轻轨的交通系统时更深入地透视跨座式单轨交通的技术特色。

1.1 国内外单轨的发展与应用

跨座式单轨交通起源于19世纪,早期用于德国、美国和日本的实验线和观光场所,运营线路较短(一般在2km以下),列车编组也多是1、2节编组。

在应用过程中,日本发现这种交通系统用于城市轨道交通,具有解决城市交通拥堵及与周边环境相适应、噪音小、事故率低、造价省(建设费为日本地铁的1/3至1/4)等优势。因此,从1965年开始开发和修建,并以1969年以来分段开通的东京羽田线(当时线路长13.2km)工程建设为契机,相继修建开通了大阪、北九州、多摩单轨(图1)和冲绳单轨,总运营长度已近100km,规划线路远期将达到200km以上。所以,从国外的应用情况看,单轨交通系统在日本应用最为广泛,综合技术也最成熟。

在马来西亚的吉隆坡市中心,目前也开通运营了与日本单轨系统相类似的单轨线路(长度约8.6km)。(图2)

在我国,1999年开始立项修建的重庆轻轨较新线一期工程(采用跨座式单轨交通制式、较场口~动物园、长14.35km)目前已开通运营,是



图1 日本多摩单轨车



我国修建的第一条具有中国特色的城市轨道交通线。(图3, 图4, 图5,)

从跨座式单轨系统在日本的应用情况来看, 其具有以下几个比较明显的优点:

(1) 跨座式单轨交通系统适用于路面狭窄, 曲线半径小(最小曲线半径可达100m), 线路地面起伏较大的坡陡(最大爬坡能力可达60‰)地段, 特别是未经改造的旧城区;



图2 马来西亚单轨车

(2) 跨座式单轨车体短(车长约15m左右, 车宽2.9m), 轴重轻, 接触网安装在轨道梁两侧腰部位置, 对景观影响小;

(3) 由于采用的是橡胶轮胎, 每台转向架设了2台空气弹簧, 整个车体由4个空气弹簧支撑, 因此, 车辆在行驶过程中噪音小, 稳定性及舒适性较好;

(4) 跨座式单轨交通系统的工程造价低(以重庆轻轨较新线目前的造价估算, 每公里造价约为2.5亿元人民币)。

但是, 跨座式单轨交通系统也存在需要进一步改进的地方:

(1) 运量受到一定的限制。在日本跨座式轨道交通多采用4辆或6辆编组, 最小发车间隔为3min, 其高峰小时单向运输能力在2万人次/小时左右, 在重庆我们采用了远期8辆编组, 最小发车间隔为2.5min, 并对终点折返站在车站配线、道岔技术等方面做了一定的改进, 从而使重庆轻轨较新线的系统设计能力达到了3万人次/小时;

(2) 旅行速度不高, 快速运达功能略差。根据日本单轨交通系统的运营经验, 以及重庆轻轨较新线设计经验来看, 跨座式单轨的平均旅行速度只有30km/h左右, 低于一般钢轮轨系统的轨道交通旅行速度, 这当然与重庆轻轨的站间距较小和纵坡较大有直接关系。

因此, 在选择该系统时将受到一定程度的限制, 但随着单轨技术的不断完善和后续开发, 上述缺陷将会有所改善。

另外, 该系统的技术在世界范围内仅日本运用较多、全面且成熟, 其他国家尚未得以推广应用, 某些关键技术属日本独有。如单轨系统特有的PC轨道梁、车辆、道岔、供电轨(接触网)、信号系统等技术。因此, 是否能够成功地引进关键设备技术使之达到一定的本土化率, 是能否成功采用跨座式单轨系统的关键。好在重庆轻轨较新线立项建设之前作为我国引进该项技术的第一条线路, 对采用这套系统的一些关键技术问题研究已经达到了一定的深度, 经过多年的建设和经验积累, 为其他城市选用该项轨道交通系统也奠定了较为扎实的基础, 使我国正在蓬勃发展的城市轨道交通建设在交通制式的选择上又扩大了空间。

图3 重庆轻轨沿江线路



1.2 重庆轻轨较新线工程概况

重庆轻轨较新线是我国首次采用跨座式单轨交通系统制式修建城市轨道交通的工程。该线起自重庆市著名的商业闹市区解放碑的较场口站, 终点为重庆钢铁公司所在地的新山村站, 全长17.54km, 设17座车站、一处车辆及设备维修基地、一处停车场、两座主变电所和一座控制中心。其中, 一期工

程为较场口至大堰村站，线路长度14.35km，设14座车站（其中高架站11座、地下站3座），含大堰村车辆基地、大坪控制中心及动物园、龙家湾主变电所。运营初期采用4辆编组（远期8辆），最小发车间隔远期为2.5min。一期工程总投资35.5亿元人民币，每公里造价2.47亿元人民币，除利用日元贷款270亿日元（约20亿人民币）外，其余自筹解决。

工程分二期建设：

一期工程从较新线起点较场口站至动物园站，线路长14.35km，设车站14座，另外大堰村至新山村的3站3区间以及新山村停车场为预留。

二期工程修建大堰村至新山村段，新山村停车场根据车辆配置需要适时修建。

全线预留远景延伸至中梁山等规划地的条件。

较新线的系统规模见表1，工程主要设计参数见表2。

1.3 重庆轻轨较新线设计情况

重庆轻轨较新线在重庆市轨道交通线网规划中属于二号线，在20世纪80年代末期，重庆市进行轨道交通规划研究前期阶段，结合日贷意向，曾多次邀请由日本海外协力基金会组织的日本专家代表团到重庆实地考察，针对重庆市的地形条件、客流预测情况以及当时的经济实力，在日方的技术调查报告中推荐了跨座式单轨交通系统。

重庆是我国著名的山城，市区地形起伏较大，城市道路狭窄，常规的轮轨系统从线路标准上难以满足设计选线要求，因此从重庆的城市环境来看，可充分利用单轨的小曲线半径和大爬坡能力，从而更好地满足重庆的地形和道路条件，减少选线难度和有效地控制建设投资规模，是合理的。但毕竟单轨技术在我国尚属首次，因此在采用单轨技术的论证上，包括我院在内的国内有关咨询机构也对重庆采用跨座式单轨交通系统的可行性和可实施性，进行了大量的长时间的技术方案论证工作，这其中包括了多次的国外实地技术考察调研、技术咨询、资料收集翻译整理消化、关键技术的专题研究、产品试制以及按照国家基础设施建设程序编制了预可行性研究报告和工程可行性研究报告及相关的技术论证评审工作。对工程可

较新线工程的系统规模

表1

项 目	初 期	近 期	远 期
设计年度	2007	2014	2029
高峰小时单向最大断面客流量(万人次/小时)	1.26	2.24	2.74
车辆编组(辆)	4	6	8
行车间隔(秒)	180	150	150
最大输送能力(万人次/小时)	1.26	2.30	3.10
载客量(人/列车)定/超	632/882	962/1342	1292/1802
旅行速度(km/小时)	30.6		

重庆轻轨大坪站厅效果图

图4 重庆轻轨高架线路

图5 重庆轻轨大坪地下站宽敞的站厅