

山岭区旅游轨道交通车辆选型策略^{*}

黄小通^{1,2}

(1. 中铁建云南投资有限公司, 650220, 昆明;

2. 中国铁建昆仑投资集团有限公司, 610040, 成都//高级工程师)

摘要 鉴于山岭区旅游轨道交通项目的系统性研究仍处于空白阶段,基于旅游乘客的观光需求、景区生态环境的保护、山岭地区的线路条件等特征,确定山岭区旅游轨道交通车辆的选型依据和选型原则。以典型的有轨电车为例,对车辆结构、轮轨型式、地板型式等车辆选型的主要内容进行深入研究,建立了山岭区旅游轨道交通车辆选型的策略,并对其实施重点进行了阐释。

关键词 山岭区; 旅游轨道交通; 车辆选型

中图分类号 U270.9: U239.8

DOI:10.16037/j.1007-869x.2022.10.048

Vehicle Selection Strategy for Tourist Rail Transit in Mountainous Area

HUANG Xiaotong

Abstract The systematic study of tourist rail transit project in mountainous area is still in blank stage. Based on the characteristics of tourists sightseeing demand, scenic spot environment protection and mountainous area route condition, the selection reference and principle of tourist rail transit vehicle in mountainous area is determined. Taking the typical tram as example, main subjects of vehicle selection including vehicle structure, wheel/rail format and floor types are explored in depth. A vehicle selection strategy for tourist rail transit in mountainous area is established, and its implementation focus is explained.

Key words mountainous area; tourist rail transit; vehicle selection

Author's address China Railway Construction Yunnan Investment Co., Ltd., 650220, Kunming, China

据联合国世界旅游组织的统计,山地旅游占全球旅游总量的20%左右,成为新的旅游发展热点^[1]。山岭旅游区生态环境优美,但环境脆弱,在低碳环保的发展理念下,轨道交通在山岭旅游地区

具有十分广阔的发展前景^[2]。与常见的城市轨道交通项目不同,山岭区旅游轨道交通发展处于起步阶段,其车辆选型还有待于进行系统性、针对性的梳理研究。现有研究主要针对城市范围内的轨道交通车辆系统,从线路的主要特征、系统制式、供电系统、资源共享等方面,提出系统选型方案^[3];并从车辆编组、供电制式、受流方式等方面,确定车辆选型的具体技术要求^[4]。而山岭区旅游轨道交通线路的车辆选型还有许多不同之处。文献[5]从系统制式、地板形式、供电系统选择等方面出发,对车辆选型进行了探讨;文献[6]分析了齿轨制式、普通轮轨制式、单轨制式、缆索制式和磁悬浮制式在旅游观光线上的适应性。本文在汲取上述研究成果的基础上,以山岭区旅游项目特征为切入点,对车辆的系统制式及选型进行研究,以期后续山岭区旅游轨道交通项目的车辆选型决策提供借鉴。

1 山岭区旅游轨道交通系统特征分析

由于运用场景的不同,山岭区旅游轨道交通与城市内部的轨道交通存在一定的差异,体现在线路功能定位、客流特征、线路特征及环保等方面,这些因素都会对车辆选型产生较大的影响。

1.1 功能定位

山岭区旅游轨道交通线路不仅要满足游客在景区内各景点之间的观光出行需求,还需要兼顾沿线居民的日常通勤需要。旅游轨道交通线路的建设不仅应具备生态环境保护功能,作为特色旅游项目的组成部分更重要的是与周边地方文化、生态环境相适应,成为乘客欣赏沿途风光的观景平台。

1.2 客流特征

山岭区旅游轨道交通主要以旅游客流为主,对出行体验较为敏感,注重出行过程中的舒适程度,

^{*} 云南省交通运输厅科技创新及示范项目(云交教科便<2021>85号)

同时客流分布不均衡、客流潮汐现象等相较城市轨道交通项目更为明显。全年月均客流及淡季、旺季客流差异性较大,旺季客流约为淡季的 2 倍,游客多为早、晚进出景区,且早高峰客流更为集中^[7]。

1.3 线路特征

山岭区旅游轨道交通相较常规城市轨道交通而言,线路条件差别较大,具体体现在线路海拔高差、坡道和曲线半径上^[8]。如丽江城市综合轨道交通项目一期工程(1 号线),线路海拔高差约 600 m,全线共设坡段 28 个,最大纵坡为 55.0‰;车站最大坡度 10‰,最小曲线半径为 80 m。其中,区间最长连续坡道的长度约 11 km,平均坡度约 39‰。线路条件对车辆牵引系统、制动系统等的性能提出了更高的要求^[9]。

1.4 环保景观

山岭区旅游轨道交通线路途经风景名胜区、自然保护区,对景区景观和环境保护要求较高。除了自身造型美观外,车辆设计还需与景区自然景观相协调,同时强调对沿途环境的友好,体现出绿色交通的特性。

2 车辆选型原则

车辆选型通常分为系统制式选择和车辆型式选择两个阶段。系统制式选择是指根据拟建轨道交通系统的功能定位、运量等级及服务水平等宏观因素,确定拟建轨道交通系统的制式。车辆型式选择是指在明确系统制式后,结合拟建项目的实际情况,进一步确定轨道交通车辆的驱动、支撑、导向等涉及车辆重要结构性能特性的决策过程。对于山岭区旅游轨道交通车辆选型,除满足常规轨道交通车辆的技术要求之外,还需充分考虑线路条件、客流特征及功能定位等的特殊性。

1) 车辆选型应符合山岭区的气候环境条件,其运输能力需满足景区客流普遍分布较为不均的运量要求,并保证远期线路运能有适当的储备。

2) 车辆应符合山岭区线路较高的技术要求,以及安全可靠、节约能源、噪声低、外形美观、乘坐舒适等要求。

3) 由于山岭区轨道交通线路周围环境的特殊性 & 风险性,车辆的配置应具有更强的故障运行能力和故障救援能力。

4) 车辆选型应综合考虑整个城市轨道交通线网车辆选型的规划和统一协调,实现线网资源的最

大共享和利用。

5) 车辆的技术性能既要代表国内外发展趋势,又要符合中国国情,以取得技术先进和经济合理的最佳平衡。

3 山岭区轨道交通系统制式选择

作为山岭旅游景区观光客流的承载主体,系统制式选择除了满足日常运能要求外,更应具备应对季节性客流和突发性客流变化的运营调整能力。

3.1 系统制式的选择依据

山岭区轨道交通系统制式的选择应符合线路特征,满足运能要求,与城市规划结合较好,并具有技术可靠、节能、环境友好性高的原则。具体选择依据如下:

1) 系统制式应满足高峰小时最大单向断面客流要求,同时应考虑远期规划及旺季极端客流情况,采用列车扩编或重联方式满足客流量要求。

2) 对于景区项目而言,特别应注重提升游客舒适便捷的乘坐服务和优质的观光体验,并兼顾通勤客流需求。

3) 适应山岭区复杂的地质条件和气候环境条件,特别是具备应对极端气候的能力,尽可能降低对线路周边环境的影响,降低施工风险和工程投资。

4) 系统应采用成熟、先进的技术方案,适应线路运行条件(尤其是在列车处于故障运行及救援情况下)。

3.2 系统制式适用性分析

根据本文提到的山地旅游景区的客流分布、线路条件、施工建设难度、环境气候因素等特点,可选择的轨道交通系统制式主要包括有轨电车、单轨交通、中低速磁浮交通、胶轮自动导向轨道系统和齿轨铁路等。本文对各系统制式的特点及其适应性进行了分析,并对比了各系统制式的主要特征,具体见表 1^[10-11]。

1) 有轨电车。有轨电车是一种由电气牵引、轮轨导向、环境友好的中低运量轨道交通制式,通常采用钢轮-钢轨或胶轮导轨。该制式适用于高峰小时单向断面客流量为 0.5 ~ 1.0 万人次/h 的轨道交通线路,其旅行速度可达 20 ~ 30 km/h;该制式一般采用地面敷设,环境适应性强、噪声小;可根据客流季节性变化调整车辆编组和运行方式,站间距选择自由度高;建设费用低;乘降方便。如南平市武夷新区旅游观光轨道交通项目。

2) 单轨交通。单轨交通分为跨坐式与悬挂式两类。单轨交通一般是通过单根轨道梁对其进行支撑、稳定和导向。它具有较强的爬坡与曲线通过能力,同时具备转弯半径小、运行噪声低、运行平稳舒适等特点;适用于高峰小时单向断面客流量为 0.5~2.0 万人次/h 的线路。单轨交通的缺点是建设条件较为复杂,高架结构建设成本较大,且轮轨磨损产生的粉尘会对景区环境产生污染,不适用于对环保要求较高的山岭区轨道交通项目。

3) 中低速磁浮交通。中低速磁浮交通依靠磁浮列车转向架、悬浮系统及直线电机牵引系统实现无接触抱轨运行,具有工程造价相对较低、爬坡转弯能力强、绿色环保等运行特点。中低速磁浮交通最大单向运能为 3 万人次/h。但现阶段运营成本较高,工程运用相对较少,故障救援能力相对较差,在山岭景区投资建设的市场风险较大。

4) 胶轮自动导向轨道系统。胶轮自动导向轨道系统是采用特制胶轮车辆在专用轨道上运行的中运量无人驾驶旅客运输系统。该系统具有敷设方式灵活、工程难度小、安全可靠、绿色环保的特点。自动导向轨道系统最大单向运能为 0.5~1.0 万人次/h,旅行速度可达 20~35 km/h。但由于其高昂的造价以及有限的线路延展性,该制式在国内尚未普遍推广,成本较高,不推荐在山岭景区使用。

5) 齿轨铁路。齿轨铁路是一种登山铁路,在普通路轨的轨枕上放置一条特殊齿轨条,在爬坡时车辆上的齿轮与齿轨条啮合。该铁路适用于极陡的山地地形,具有很强的坡度适应性,可缩短线路展线长度,节约建设成本。如瑞士少女峰齿轨铁路,但其运行速度较为缓慢、运能较低,仅作为小规模景区游乐设施使用。

表 1 不同制式轨道交通系统的主要特征对比
Tab.1 Comparison of main characteristics of different rail transit systems

| | 项目 | 有轨电车 | 中低速磁浮交通 | 胶轮自动导向 轨道系统 | 单轨交通 | | 齿轨铁路 |
|----------|-------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|----------------|----------------|
| | | | | | 跨坐式 | 悬挂式 | |
| 技术 参数 | 旅行速度/(km/h) | 15~25 | 50~70 | 25~30 | 30~35 | 20~30 | 20 |
| | 最大坡度/‰ | 60 | 70 | 60 | 6 | 10 | 250 |
| | 最小曲线半径/m | 30 | 50 | 30 | 50 | 30 | 150 |
| | 运能/(万人次/h) | 0.6~1.2 | 1.5~3.0 | 0.5~1.5 | 1.5~4.0 | 0.5~2.0 | 0.5~1.0 |
| 适应性 | 运营组织 | 系统开放,编组灵活 | 全封闭 | 全封闭,编组灵活 | 全封闭 | 全封闭 | 全封闭 |
| | 气候适应能力 | 雨雪天较差 | 雨雪天较好 | 雨雪天较差 | 雨雪天较差 | 雨雪天较差 | 雨雪天较差 |
| | 线路适应能力 | 好 | 好 | 好 | 好 | 好 | 好 |
| 经济性 | 工程造价 | 为地铁的 1/5~1/4 | 为地铁的 1/3 左右 | 为地铁的 1/3 左右 | 为地铁的 1/3~1/4 | 为地铁的 1/4 左右 | 为地铁的 1/4 左右 |
| | 维修养护费 | 相对低 | 相对低 | 相对高 | 较高 | 较高 | 相对高 |
| | 运营能耗 | 相对低 | 相对高 | 较高 | 相对高 | 相对高 | 相对低 |
| 安全性 | 技术成熟度 | 好 | 好 | 较好 | 较好 | 较好 | 较差 |
| | 设备可靠性 | 好 | 好 | 好 | 好 | 好 | 一般 |
| | 应急救援 | 好 | 相对差 | 较好 | 相对差 | 相对差 | 较好 |
| 社会 效益 | 环境影响 | 低碳、低噪、低振 | 低碳、低噪、低振 | 低碳、低噪、低振 | 低碳、低噪、低振 | 低碳、低噪、低振 | 低碳 |
| | 景观影响 | 较好 | 好 | 一般 | 较好 | 较好 | 一般 |
| | 国产化率 | >80% | >95% | 较低 | 较低 | 较低 | 较低 |

结合山岭区旅游项目的实际情况,对系统制式选择进行综合决策:① 工程条件——既有项目大多站间距长、坡度大、线路曲线半径小;② 气候条件——是否存在较多雨雪天气;③ 景区旅游特

征——要求系统具有观光性、大视野、旅行速度适中的特点;④ 沿线交通状况——交通状况是否复杂。国内外已建成的山岭区旅游轨道交通项目多选用线路和环境适应能力较强、成本较低、技术成

熟的有轨电车。因此本文以有轨电车为例,对车辆型式选择进行深入研究。

4 车辆型式的确定

车辆型式选择应在系统制式确定的基础上,综合线路条件、客流特征及功能定位等山岭景区的特

殊影响因素进行考虑。以有轨电车为例,选取决定车辆型式的重要点,对车辆型式选择进行分析。

4.1 轮轨型式选择

有轨电车按轮轨型式,可分为胶轮导轨和钢轮-钢轨有轨电车。不同轮轨型式下的有轨电车车辆及其线路特点,见表 2。

表 2 不同轮轨型式下的有轨电车车辆及其线路特点

| Tab.2 Characteristics of tram vehicles and lines with different wheel/rail formats | | | |
|--|--------------------------------|-------|--------------------------|
| 项目 | | 钢轮-钢轨 | 胶轮导轨 |
| 列车长度/m | 32 | | 32 |
| 列车满载量/(人/ m ²) | 6 | | 4 ~ 6 |
| 最大坡度/% | 80 | | 130 |
| 最小曲线半径/m | 18 | | 10. 5 |
| 列车定员/人 | 200 ~ 220 | | 160 ~ 170 |
| 后期维护 | 简单 | | 繁琐 |
| 经济与环保 | 车轮使用寿命长,成本低,环保性好 | | 车轮使用寿命短,价格昂贵,产生橡胶粉尘,污染环境 |
| 区间路面 | 采用槽型钢轨,铺设于地面;路面能够绿化,可与周边景观融为一体 | | 采用轨道梁,沥青路面,景观欠佳 |
| 列车运行阻力 | 运行阻力小,牵引能耗低 | | 运行阻力大,牵引能耗相对较高 |
| 列车运行安全性 | 列车运行平稳性较高 | | 列车运行平稳性较低,脱轨概率大 |

从技术性能层面来看,钢轮-钢轨和胶轮导轨都能满足大多数山岭区线路坡度大、曲线半径小的运行需求,在部分技术性能参数上互有优劣。但钢轮-钢轨相较于胶轮导轨具有更强的气候、环境适应性,更加符合山岭旅游景区对于列车性能与环境友好的较高要求,以及乘客对乘车舒适度和安全性的

需求。

4.2 地板面高度选择

有轨电车一般有高地板、70% 的低地板和 100% 的低地板 3 种地板面型式。不同地板面型式的车辆特征分析见表 3。

表 3 不同地板面型式的有轨电车车辆特征

| Tab.3 Characteristics of tram vehicles with different floor surface types | | | | |
|---|--------------------------------------|-----|-------------------------------------|---------------------------------------|
| 项目 | | 高地板 | 70% 低地板 | 100% 低地板 |
| 最高运行速度/(km/h) | 80 | | 70 | 70 |
| 爬坡能力/% | 60 | | 60 | 60 |
| 转弯半径/m | 50 | | 25 | 25 |
| 牵引 | 转向架空间大,可选择大功率电机 | | 转向架空间小,电机功率受限 | 转向架空间小,电机功率受限 |
| 制动 | 轮径大,制动容量充足 | | 轮径小,制动容量受限 | 轮径小,制动容量受限 |
| 国产化情况 | 基本能实现国产化 | | 基本能实现国产化 | 部分核心部件需进口 |
| 外观及内部舒适度 | 外观可定制,客室空间较大,车厢地板面处于同一水平面,车窗可采用大视野设计 | | 外观可定制,内部空间较窄,车厢内部有台阶,车窗设置受限,乘客舒适度降低 | 外观可定制,内部空间较大,车厢地板面有小斜坡,车窗设置受限,乘客舒适度降低 |
| 制造成本 | 结构简单,市场成熟,价格较低 | | 结构复杂,价格较高 | 结构复杂,价格较高 |

从技术层面来看,3 种地板面高度的车辆都能满足山岭区对爬坡能力、转弯半径、牵引、制动能力的要求。相较而言,高地板车辆转向架空间和轮径

均较大,有空间安装大功率牵引电机,更适应高海拔地区电机功率下降的情况,制动容量更充足,更能适应山岭区线路条件。考虑到景区项目本身带

有的旅游观光属性,高地板车辆的客室空间及侧窗设计都更加符合旅游功能定位。同时,山岭区旅游有轨电车多为观光专线,可视情况放宽对地板面高度的要求,在满足车辆性能需求的条件下,可将旅游观光的需求置于首要位置。

4.3 供电制式选择

4.3.1 受流方式

目前,国内外有轨电车的受流方式主要有接触网、接触轨和车载储能等形式。不同受流方式有轨电车的特点,见表 4。

表 4 有轨电车不同受流方式的特点

Tab.4 Characteristics of different current collection modes of tram

| 项目 | 接触网式 | 接触轨式 | 车载储能式 |
|-------|--------|----------------------|-----------------------------------|
| 成本 | 较低 | 适中 | 较高 |
| 技术成熟度 | 成熟 | 成熟 | 成熟 |
| 站间距要求 | 无 | 无 | <1.5 km |
| 缺点 | 景观效果不好 | 极端天气对系统影响较大;地面线路安全性低 | 运行能力受电容性能影响;对站间距有条件限制;后期需定时更换储能装置 |

1) 接触网式。接触网受流方式是指将接触网设置在线路上方,列车通过安装在顶部的受电弓与接触网接触进行取电。该受流方式受流质量较好、造价低、应用广泛,但需要在线路上方设置接触网,会对项目沿线景观存在负面影响。

2) 接触轨式。接触轨受流方式是指将接触轨设置在列车走行轨的一侧,列车通过安装在列车侧的集电靴与接触轨接触取电。该受流方式技术成熟且对景观影响较小,但建设成本较高,对项目所在的气候环境有一定要求。由于接触轨位置离地面较近,存在安全风险,因此还要求线路为全封闭式。该受流方式在有轨电车系统中应用稍少。

3) 车载储能式。车载储能受流方式是在列车上设置储能装置,当列车通过无电区时,由列车储能装置供电;当列车运行至有电区段时,由外部电源对列车进行供电或充电。其最大优点是可以实现全线或重要路口的无网化,但亦存在列车牵引性能、行驶距离受限于车载储能设备等缺点。

山岭区旅游有轨电车线路通常运量较低、线路环境简单、站间距较大,相较于城市轨道交通线路坡度更大。受流方式应满足有轨电车在山岭区坡道的牵引力和最大站间距的需求,还需考虑项目所在地的极端气候状况及雨雪情况。在满足技术需求后,受流方式方可根据旅游区对于景观效果的诉求,结合成本等因素来综合决策。

4.3.2 牵引供电电压等级

国内有轨电车牵引供电系统电压有 DC 750 V 和 DC 1 500 V 两个等级可供选择。目前,国内新建轨道交通项目大多选用 DC 1 500 V。一般而言,采

用较高的电压等级,从牵引供电距离、电能损耗和投资成本的角度来看,都具有一定的优势。城市有轨电车项目由于站间距普遍较短,大多采用 DC 750 V 的电压等级,但考虑到山岭区旅游项目站间距大、坡度大等特点,车辆制造成本差别不大的情况下,更推荐采用 DC 1 500 V 的电压等级来进一步提高牵引系统功率、减少供电系统投资。

4.4 列车最高运行速度

列车速度目标值的选择与线路的平纵断面条件、车站分布及项目功能定位关系密切。与城市内部的有轨电车线路不同,旅游项目由于自身具有的观光属性,乘客往往倾向于慢速行驶,同时也对列车的运行噪声有更严格的要求。因此,对于有轨电车最高运行速度的选择,既要考虑山岭区的特殊线路情况,也要考虑旅游属性的特点。目前,普遍选择 80 km/h 作为列车最高运行速度,以求在投资、能耗及环保各方面达到最优平衡。

4.5 有轨电车车辆服务性设施设备选择

根据线路特点、旅行速度、客流来源以及以人为本的设计理念,旅游线路应着重考虑车辆设计应具有舒适的座椅、大视野车窗及信息化设施等服务特性。

4.6 有轨电车车辆与景观和文化的协调

山岭区旅游有轨电车本身作为一个旅游产品,除了自身造型美观外,其设计还需与景区的自然景观和民俗文化相协调。在对车型外观进行具体比选时,需兼顾景观与民俗文化,同时还需关注色彩、图案及装饰设计等因素,以增强景区视觉冲击,提高旅游景区观光效果,实现“车中人看风景,车外人

看车辆”的目标。

5 结语

山岭区旅游发展空间巨大,旅游轨道交通既可以作为交通工具,亦可以作为一种新的旅游业态。旅游轨道交通车辆应符合前瞻性的选型原则,参考国内外中低运量轨道交通线路系统制式的应用经验进行综合比选,将“山区”和“景区”两大重要特征作为重要选型依据来确定轨道交通项目使用的系统制式,并在此基础上进行车辆型式等的确定。

参考文献

- [1] 张轶群. 丽江玉龙雪山景区旅游投资驱动效应研究[D]. 昆明:云南师范大学,2021.
ZHANG Yiqun. Study on the driving effect of tourism investment in Yulong Snow Mountain scenic spot in Lijiang [D]. Kunming: Yunnan Normal University, 2021.
- [2] 陈厚文. 山地森林景区旅游观光轨道交通发展研究[J]. 交通科技,2013(1):72.
CHEN Houwen. Study on the development of tourism rail transit in mountain forest scenic spots [J]. Transportation Science & Technology, 2013 (1):72.
- [3] 王亚丽. 中小运量城市轨道交通车辆选型分析[J]. 城市轨道交通研究,2019(7):97.
WANG Yali. Analysis of vehicle type section for medium and small capacity rail transit [J]. Urban Mass Transit, 2019 (7): 97.
- [4] 庄哲,张晓江,寇玮琛. 市域快速轨道交通车辆选型分析[J]. 城市轨道交通研究,2021(6):42.
ZHUANG Zhe, ZHANG Xiaojang, KOU Weichen. Vehicles type selection of urban rapid rail transit [J]. Urban Mass Transit, 2021(6): 42.
- [5] 刘义,袁秀平,刘家栋,等. 丽江1号线车辆系统制式选型研究[J]. 技术与市场,2021(4):55.
LIU Yi, YUAN Xiuping, LIU Jiadong, et al. Study on vehicle system selection of Lijiang Line 1 [J]. Technology and Market, 2021(4): 55.
- [6] 冯帅. 对齿轨铁路在旅游观光铁路上的适用性分析[J]. 交通企业管理,2015(1):66.

FENG Shuai. Applicability analysis of rack railway in tourism railway [J]. Transportation Enterprise Management, 2015 (1): 66.

- [7] 韩亚品,卢祝清,李三兵. 基于旅游交通出行链的旅游轨道交通规划分析[J]. 铁道标准设计,2019(10):27.
HAN Yapin, LU Zhuqing, LI Sanbing. Analysis of tourism rail transit planning based on tourism traffic trip chain [J]. Railway Standard Design, 2019(10): 27.
- [8] 李艳,徐银光,鄢红英,等. 山地旅游轨道交通列车工程设计的特殊性[J]. 交通世界,2020(21):154.
LI Yan, XU Yinguang, YAN Hongying, et al. Particularity of train engineering design for mountain tourism rail transit [J]. Transportation World, 2020(21): 154.
- [9] 中铁二院工程集团有限责任公司. 丽江城市综合轨道交通项目一期工程(1号线)可行性研究报告[R]. 成都:中铁二院工程集团有限责任公司,2019.
China Railway Eryuan Engineering Group Co., Ltd. Feasibility study report of Lijiang city comprehensive rail transit project phase I (Line 1) [R]. Chengdu: China Railway Eryuan Engineering Group Co., Ltd., 2019.
- [10] 马永红,黄海明. 各种中低运量制式轨道交通优势比较研究[J]. 世界轨道交通,2013(12):64.
MA Yonghong, HUANG Haiming. Comparative study on the advantages of various medium and low volume rail transit systems [J]. World Railway, 2013(12): 64.
- [11] 刘挺. 浅谈旅游连接线轨道交通的系统制式比选[J]. 四川建筑,2018(3):61.
LIU Ting. Comparison and selection of system of tourism connecting line rail transit [J]. Sichuan Architecture, 2018(3): 61.
- [12] 赵杰群. 平顶山至尧山景区旅游观光轨道交通系统制式研究[J]. 铁道勘测与设计,2019(3):11.
ZHAO Jiequn. Study on the system of tourism rail transit in Pingdingshan to Yaoshan scenic spot [J]. Railway Survey and Design, 2019(3): 11.
- [13] 张也萌. 匈牙利布达佩斯机场快线车辆选型分析[J]. 铁道标准设计,2013(11):120.
ZHANG Yemeng. Analysis of type selection of rolling stock used in Budapest Airport Express in Hungary [J]. Railway Standard Design, 2013 (11): 120.

(收稿日期:2022-07-08)

欢迎投稿《城市轨道交通研究》

投稿网址:tougao. umt1998. com