

# 山地森林景区旅游观光轨道交通发展研究

陈厚文

(中铁第四勘察设计院集团有限公司 武汉 430063)

**摘 要** 山地森林旅游景区通常地处崇山峻岭中,如何解决复杂山区地形条件下的景区交通,一方面使游客方便、愉悦地进入景区,另一方面保护景区良好的生态环境,是山地森林景区开发建设的新课题。文中通过分析山地森林景区旅游观光轨道交通建设的必要性,研究国内外已建成运营的轨道交通模式。

**关键词** 山地森林 旅游观光 轨道交通

随着人们生活水平的提高和生活节奏的加快,生态旅游在旅游业中得到了进一步的发展,以满足生态旅游者回归大自然的愿望。山地森林旅游景区通常地处崇山峻岭中,山脉相连,高低起伏,坡大沟深,山崖陡峭。长距离蜿蜒起伏的盘山公路往往令人望而生畏,且恶劣天气条件下运输安全难以得到保障,如何有效解决交通问题是山地森林景区开发的重要制约因素。

## 1 山地森林景区旅游观光轨道交通发展的必要性

(1) 满足景区游客运输需求。旅游轨道交通具有运量大、快速、安全、公交化运营等特点,旅游观光轨道交通的建设,可以从根本上改变山地森林景区的交通难题,有效地缓解“上山难”的问题,缓解道路压力,大大降低公路交通事故率,减少交通事故损失,提高景区交通服务水平和运输质量。

(2) 提升景区品位和旅游产业发展升级。山地森林景区依托旅游度假区内海拔高、生态佳、森林风景美的原始森林的资源条件,具有较高的旅游品位,因此需要特色的品牌交通方式与之匹配。与传统的汽车交通方式相比,采用新型轨道交通方式更有利于提高山地森林旅游景区的品牌效应。

(3) 有效保护景区森林资源及环境。轨道交通具有占地省、能耗低、污染少、全天候、适应性强的技术经济比较优势。完成单位运输周转量所占的土地,公路是轨道交通的 10 倍;消费的能源,公路是轨道交通的 20 倍,因此,轨道交通是公认的绿色交通系统。建设旅游观光轨道交通,可以更

加有效地节约资源,降低环境污染,对景区生态文明、促进旅游市场的可持续发展具有重要意义。

(4) 提高景区收益。轨道交通能有效地破局交通难题,实现游客方便、愉悦地进入景区,同时将交通方式转变为游览消费,一方面使特色交通工具成为山地森林旅游的吸引力因素,另一方面便利地进入方式还能使其成为旅游区最为主要的收益方式<sup>[1]</sup>。

## 2 山地森林景区轨道交通发展模式

### 2.1 国内外常见的轨道交通模式

目前世界各地广泛运营的轨道交通系统包括轻轨、地铁、有轨电车、路网铁路(含高速铁路),因其适应条件、客运量需求、以及运营管理模式与本项目完全不同,其技术条件、建设模式及运营管理尽管均有成熟的经验,但有关速度目标值、限制坡度、牵引质量、最小曲线半径等主要技术标准却无法完全满足山地森林地形条件的要求。因此,本次重点研究属于在山区内或地形起伏大的地区运行、并满足旅游观光需要的独立轨道交通系统。目前在世界上运行的此类铁路系统主要有以下几种。

(1) 普通轮轨铁路。普通轮轨铁路利用机车动力牵引观光车辆运行,依托轮轨粘着原理,机车动力通过一系列传动装置最后传递到机车动轮,在轮轨接触面没有发生滑动的前提下,车轮作用于钢轨的切向力的反作用是使机车前进的唯一外力<sup>[2]</sup>。受轮轨粘着力影响,普通轮轨铁路通常使用在地形相对平坦的区域,或地形虽有起伏,但通过合理选择轨道线路的走向使机车行驶在相对平顺的轨道线路上。受轨道纵坡的影响,一般可以攀爬的斜坡坡度约为 4%~6%,如线路条件允

许的情况下,依靠动能闯坡局部亦可越过短的 9% 路段,出于安全考虑,坡度设计不宜大于 3%。普通轮轨铁路在世界各地广泛建设,用于山地森林旅游观光的典型代表是台湾阿里山森林铁路。

(2) 缆索铁路。亦称作缆车,是一种登山铁路。用缆索拽住类似有轨电车的车厢,在陡峭路轨上拖拉行走。与其他牵引方式动力不同,车辆自身不带动力,需修建专门的动力装置。缆车的动力装置放在车站内,车上的机器很简单,故此非常适合攀爬非常斜的山坡。因此缆索铁路是一种介于索道及铁路之间的轨道交通系统,最常在山区出现<sup>[3]</sup>。车厢一般都是就行走的路轨坡度而特别订造,使车内的座位及地板保持接近水平。缆索铁路通常都会有 2 辆车,分别拽在缆索的两端。当其中一辆车上山时,另一辆则同时下山。路轨有时使用完全独立的 2 条线,亦有用单线,在正中设置分叉口供 2 辆车错过对方。

缆索铁路的运行速度约 10 km/h,一般适用于短距离、大坡度的运输要求。目前正在运营的香港太平山山顶缆车(见图 1)、美国旧金山有轨缆车,我国正待建设的庐山有轨缆车等均属缆索铁路。



图 1 香港太平山山顶缆车

(3) 齿轨铁路。齿轨铁路(rack railway)通过在普通轨道中间的轨枕上,另外放置一条特别的齿轨。行走齿轨铁路的机车,配备了一个或多个齿轮,跟齿轨啮合着行走,把列车拉上较大坡度的陡峭斜坡<sup>[4]</sup>。纯粹使用齿轨的铁路机车,动力都在齿轨轮上,其他车轮都只是随着转动,是不带动力的(见图 2)。



图 2 齿轨铁路

齿轨铁路的核心部件是齿轨,目前世界上采

用的齿轨系统主要包括 Riggerbach 系统、Abt 系统、Strub 系统、Locher 系统等。

齿轨铁路的攀斜能力不及缆索铁路,不过却可以建成更长、或更复杂的路线。特别是齿轨与黏着组合驱动可以把平地及登山铁路结合,乘客可以无需换乘。现有的齿轨铁路主要有瑞士少女峰铁路、瑞士皮拉图斯铁路、美国科罗拉多州 Manitou and Pike Peak Railway、美国新罕布什州华盛顿山上的齿轨铁路、希腊 Diahofto 到 Kallavrita 铁路、德国楚格峰铁路、智利海岸的瓦尔帕莱索到阿根廷首都布宜诺斯艾利斯的 1.0 m 轨距国际线等线路,这些线路都是山区线路,主要以观光游览为主。此外,矿山辅助运输有不少采用齿轨系统。其中瑞士皮拉特斯山铁路,最斜的路段达 48%,是世界最斜的齿轨铁路。

(4) 空中轨道列车。空轨(H-bahn)属于轻型、中等速度的交通运输工具,是上世纪 80 年代在德国联邦政府的支持下开始研制的全新轨道交通系统,适用于城市繁华区、居民聚集区、风景旅游区、大型商圈、博览会、机场、地铁、火车站、长途客运站之间的中转接续工具(见图 3)。相对普通轨道列车,空轨不需要在现场进行大量的建造工程,所有的部件包括轨道梁、支柱等全是在工厂中批量完成的,现场施工十分简单快捷,对景区生态和环境的保护非常有利<sup>[5]</sup>。



图 3 空中轨道列车

空中轨道列车主要技术特征:

①空轨系统除了车站需要占用一定地面空间外,轨道基础占地面积非常小,由于轨道曲线半径设计比较灵活,最小曲线半径可用 30 m,非常适用复杂的地形条件。

②空轨为全封闭电力驱动,所有的输电线、通信线也全部封闭在轨道梁内,无噪音,无任何污染,占地面积极小,是最为环保的交通工具,外观整洁、美观。

③拆卸简单,可以根据工程建设需要随时延长或改变路线,拆卸下来的部件经改制后则可以移至其他需要的地方,再进行搭建使用,不会造成

资源上的浪费。

④在列车运行过程中,走行轮和导向轮始终在箱形轨道梁内部,不受恶劣天气影响,因此充分保障了系统的运营安全。

(5) 跨座式独轨铁路。这是一种把独轨铺设在高架桥上的新型铁路。它通常区分为跨座式和悬挂式2种,目前广泛采用的跨座式是车辆跨座在轨道梁上行驶,悬挂式则是车辆悬挂在轨道梁下方行驶。独轨车辆走行轮采用特制橡胶车轮,以减少振动噪音。独轨车辆两侧还装有导向轮和稳定轮,控制列车转弯,保证列车运行稳定可靠。

1820年英国在伦敦北部建成世界上最早的一条用于货物运输的独轨铁路。美国洛杉矶迪斯尼游乐场、西雅图世界博览会、意大利都灵博览会、东京读卖游乐场、大阪万国博览会等等旅游景点,都建成有独轨铁路。我国重庆市已经建成的较新线跨座式独轨系统,这是我国修建的第一条独轨铁路(见图4),其技术从日本引进,于2004年7月开始试运行。



图4 重庆市独轨铁路

独轨铁路主要技术特征:

①占地少、噪声小、无废气污染。

②高架独轨不需要很大空间,可以适应复杂地形要求;高架独轨结构简单,易于建造,建设工期短。

③尤其适用于公园和景区内旅游观光。列车奔驰于城市上空或山区森林,乘客可临窗饱览风光,为旅游开辟新途径,为都市增添立体新景观。

④随着科学技术的发展,独轨铁路已广泛采用世界最新技术。新型独轨铁路用混凝土导轨代替钢轨,用充气轮代替钢轮,大大降低了列车行驶噪声。采用橡胶轮胎,可以适应大坡度和小曲线,对复杂地形适应性强。

⑤列车运行由中央调度室利用计算机集中控制,司机只起监视作用,通过人和计算机的密切配合,共同保障安全行车<sup>[6]</sup>。

## 2.2 不同轨道交通模式对比分析

不同模式的轨道交通存在不同的优缺点,主

要表现在适应地形条件及爬坡能力、运行速度、运输能力、建设成本及建设长度限制等方面。

(1) 适应地形条件及爬坡能力。普通轮轨铁路依靠轮轨粘着力牵引列车前进,坡度过大会导致轮轨接触面发生滑动,产生轨道交通安全问题,因此普通轮轨铁路对坡度设计有很高的要求。当坡度需求超过轮轨粘着力范围时,需要通过延展轨道线路长度、降低坡度来达到攀爬的高度目标,而延展线路长度往往受到诸多因素的限制和增加工程投资。齿轨及缆索铁路则可有效解决轮轨粘着力不足的问题。相比而言,齿轨及缆索铁路具有较强的适应地形条件及爬坡能力,空中轨道列车和独轨铁路次之,普通轮轨铁路最差。

(2) 运输能力。缆索铁路依靠绳索牵引车辆,受缆索铁路自身技术条件的限制,车辆多为1辆或2辆编组,目前运行的缆索铁路每辆载客最多约为120人,且运行速度较低,因此缆索铁路运输能力较小,尤其是在长距离运输时运输能力低下表现尤为突出。而普通轮轨铁路、齿轨铁路、独轨铁路及空轨铁路则通过动力机车牵引列车前进,可以通过车辆多编组来有效解决运输需求,因此,普通轮轨铁路、齿轨铁路、独轨铁路及空轨铁路运输能力远大于缆索铁路。

(3) 建设成本。轨道交通建设费用较高,且投资额与线路设置方式(路基方式、桥梁或隧道方式)紧密相关,对同等规模及相同设置方式的线路,缆索铁路、独轨铁路、空轨铁路较高,投资0.8~1.5亿元/km,齿轨铁路及普通轮轨铁路较低,投资0.2亿~0.5亿元/km。

(4) 建设长度。缆索铁路全程使用缆索牵引,车辆自身不带动力,需修建专门的动力车库,长距离运输效率低下,因此建设长度受自身技术条件的限制。从目前已建成运营和待建的项目情况来看,香港太平山山顶缆车全长1.4 km,我国正待建设的庐山有轨缆车居亚洲第一、世界第二,全长3.2 km。而普通轮轨铁路、齿轨铁路、独轨铁路及空轨铁路则不受建设长度的限制,如台湾阿里山森林铁路全长71.4 km。

(5) 运行速度。列车运行速度是轨道交通工程的重要技术指标,列车运行速度对提高线路运输能力及缩短列车运行时间等均产生重要影响。目前国内外旅游观光轨道交通运营调查表明:普通轮轨铁路、独轨铁路及空轨铁路时速约为

(下转第116页)

### 3 结论

综上所述,不含滑坡处治费用,3个方案造价比较:A1线最高,A5线居中,K线最低。连续长陡下坡平均纵坡A1线和A5线相当,K线相对较大。另外,A1线A1K123+360~A1K123+565段经过了洋仔2号滑坡,K线K122+780~K123+250段经过了洋仔1号滑坡,K123+520~K123+670段经过了洋仔2号滑坡,K122+405~K122+460段经过了洋仔3号滑坡,K124+780~K124+980段经过了煤炭采空区,A1线和K线工程上均存在安全隐患。A5线A5K125+250附近路线尽管离堆积体前缘距离约80m,但采用合理布设桥墩并适当加大桥梁孔跨且在堆积体下方桥梁孔跨前设置导流坝等措施可以保证工程安全。结合滑坡等不良地质处治费用,3个方案造价比较A5线最低。因此,综合考虑工程造价、工程安全隐患以及连续长陡下坡运营安全,设计推荐A5线方案<sup>[4]</sup>。

本方案比较完成后,得到了业主和地方政府

的认同,经过交通主管部门组织专家审查,专家组一致认为,A5线方案避开了滑坡、采空区等不良地质体,消除了安全隐患,工程造价较低,同意推荐A5线方案,下阶段继续完善地质勘察工作,选择合理工程处治措施,确保工程安全。

#### 参考文献

- [1] JTG B01-2003 公路工程技术标准[S]. 北京:人民交通出版社,2003.
- [2] JTG D20-2006 公路路线设计规范[S]. 北京:人民交通出版社,2006.
- [3] 福建省交通规划设计院. 海峡西岸经济区高速公路网厦门至沙县高速公路(安溪至沙县段)工程可行性研究报告[R]. 福州:福建省交通规划设计院,2010.
- [4] 中铁第四勘察设计院集团有限公司. 海西高速公路网厦沙线三明段S2合同段(A9K109+359.707~K132+839.562)两阶段初步设计[Z]. 武汉:中铁第四勘察设计院集团有限公司,2011.

(上接第74页)

80 km/h,齿轨铁路为10~25 km/h,而缆索铁路最高运行车速一般不超过15 km/h。

### 3 结语

目前国外许多国家均有建成并运营的山地森林旅游观光轨道交通,我国是一个生态旅游资源非常丰富的国家,世界上的各种生态旅游资源在我国都能找到,而山地森林景区依托旅游区内海拔高、生态佳、森林风景美的原始森林资源条件,具有广阔的发展空间,我国的神农架林区、宜昌大老岭国家森林公园已经开展山地森林景区轨道交通的规划研究。建设山地森林景区轨道交通,对满足景区游客运输需求、提升山地森林景区品位和旅游产业发展升级、有效保护景区森林资源及环境、提高景区收益等方面具有其他交通制式无法比拟的优越性。

不同模式的轨道交通存在不同的优缺点,其适用条件各不相同。因此,山地森林景区轨道模

式的选择应根据景区所在地形条件,运输能力需求,轨道交通旅游观光速度,线路建设长度,工程建设投资等诸多因素综合比较研究决定。

#### 参考文献

- [1] 中铁第四勘察设计院集团有限公司. 三峡云顶旅游观光轨道交通工程规划研究[R]. 武汉:中铁第四勘察设计院集团有限公司,2012.
- [2] 沈利人. 铁道车辆系统动力学[M]. 成都:西南交通大学出版社,1998.
- [3] 靳贵深. 奇特的缆索铁路[J]. 铁道知识,2002(1):30-32.
- [4] 高建荣,刘靖燕,管晓强,等. CK-66齿轨车轨道系统的设计与应用[J]. 煤矿自动化,2000(3):39-40.
- [5] 李凤桃. 空中列车驶入中国[J]. 中国经济周刊,2012(16):72-73.
- [6] 王省茜. 跨座式单轨铁路的特点及其应用前景[J]. 中国铁道科学,2004(1):131-135.