

文章编号: 1674—8247(2022)02—0094—06

DOI:10.12098/j.issn.1674-8247.2022.02.019

黔桂铁路增建二线综合选线研究

魏昌辛

(中铁二院工程集团有限责任公司, 成都 610031)

摘 要:本文以黔桂铁路增建二线为例,深入分析黔桂铁路 2004 年按照国铁 I 级、单线预留复线电气化铁路扩能改造的资料,探讨复杂艰险山区铁路增建二线综合选线原则:宏观方案应根据项目功能定位、客货流特点,综合考虑运输组织、预留工程、工程投资等因素,合理确定增建二线与既有线相协调的主要技术标准;局部方案要充分考虑车站分布、重大不良地质、预留工程及环境敏感点等对线路方案的影响,从线路左右侧位置进行比选,并从开关站设计的灵活应用等方面进行研究,最终确定出安全、经济、合理的最优方案。

关键词:黔桂铁路; 增建二线; 综合选线; 既有线; 方案

中图分类号:U212.32 **文献标志码:**A

A Study on Comprehensive Comparison of Route for the Second Line of Guizhou-Guangxi Railway

WEI Changxin

(China Railway Eryuan Engineering Group Co., Ltd., Chengdu 610031, China)

Abstract: Taking the construction of the second line of Guizhou-Guangxi Railway as an example, the paper made an in-depth analysis of the data of capacity expansion and upgrading of Guizhou-Guangxi Railway in 2004 to a National Railway Class I electrified single-track railway with double-track conditions reserved, and discussed the principle of comprehensive comparison of route for the second line of complex and difficult mountainous railways; For the macro scheme, the main technical standards for coordination between the second line and the existing line shall be reasonably determined according to the functional orientation of the project, the characteristics of passenger and freight flows, and comprehensive consideration of transportation organization, reserved conditions, project investment, and other factors; for the local schemes, the impact of station distribution, major unfavorable geological conditions, reserved conditions, and environmental sensitive points on the route scheme shall be fully considered. The comparison between a new line on the left or right side of the existing line was carried out, and the flexible application of switchyard design was studied to finally determine the safe, economical and reasonable optimal scheme.

Key words: Guizhou-Guangxi Railway; second line; comprehensive comparison; existing line; scheme

黔桂铁路始建于抗日战争时期,1939 年 9 月开工,1958 年 12 月分段建成,其间遭受多次毁坏,历经修复和重建,于 1959 年 3 月正式交付运营。随着国民经济的发展,自 1965 年起,黔桂铁路先后进行了三次

较大规模的技术改造,最近一次改造工程于 2004 年 12 月开工,2009 年 1 月全线通车。改造后主要技术标准为国铁 I 级单线、预留双线电气化铁路,牵引质量 3 800 t,限制坡度 6‰、加力坡 13‰,设计速度贵阳至

收稿日期:2021-09-01

作者简介:魏昌辛(1991-),男,工程师。

引文格式:魏昌辛. 黔桂铁路增建二线综合选线研究[J]. 高速铁路技术,2022,13(2):94-99.

WEI Changxin. A Study on Comprehensive Comparison of Route for the Second Line of Guizhou-Guangxi Railway[J]. High Speed Railway Technology, 2022, 13(2):94-99.

金城江段为120~140 km/h,金城江至柳州为160 km/h^[1]。目前重车方向最大区段每天开行7对旅客列车,26对货物列车,其能力利用率高达99.6%,急需复线改造。

1 宏观方案研究

本项目为既有线复线改造,线路宏观走向与既有线基本一致,但技术标准对增建二线线路方案影响较大,鉴于既有线柳州至金城江段、金城江至贵阳段标准不一致,故对增建二线的技术标准分段进行研究。

1.1 柳州至金城江段

柳州枢纽内柳州至洛满段已建成双线,洛满至金城江段既有线设计速度为160 km/h,本次增建二线结合工程投资、既有线平纵断面条件等因素,研究了设计速度120 km/h、160 km/h、200 km/h共3个方案^[2]。对设计速度200 km/h方案,又分别研究了既有线维持现状和提速至200 km/h两个方案。

设计速度120 km/h方案因低于既有线设计标准且投资较设计速度160 km/h方案仅节省1.2亿元,研究后予以舍弃。既有线提速至200 km/h将引起大量废弃工程,增加投资较多,研究后予以舍弃。既有线维持现状、增建二线采用200 km/h方案即使在增建二线不换边情况下,单向运行时间也仅较160 km/h节省约10 min,提速效果不明显,因线间距原因预留工程不能利用,工程投资大,研究后舍弃。故推荐设计速度160 km/h方案。

1.2 金城江至贵阳段

贵阳枢纽内小西堡(线路所)至贵阳段已建成双线,本次对金城江至小西堡(线路所)段既有线提速改造和增建二线方案分别进行了研究。

1.2.1 既有线提速方案研究

本段既有线设计速度为140 km/h(困难地段为120 km/h),线路平面条件大部分段落满足160 km/h标准,具备提速至160 km/h的条件。将既有线提速至160 km/h,虽可节省运行时间16.1 min,但需对不满足160 km/h标准的部分段落进行改造,对隧道进行扩挖。经研究,需扩挖隧道120座,共104 172 m,同时部分预留工程废弃,改造工程量较大,对列车运营干扰较大。综合投资及运营干扰等因素,本段既有线维持既有标准不变。

1.2.2 增建二线方案研究

结合沿线工程地质条件、既有线条件、预留工程条件等,研究了与既有线同标准增建二线(方案Ⅰ)、增建二线采用160 km/h标准(方案Ⅱ)和增建二线采用

120 km/h标准(方案Ⅲ)共3个方案。3个方案主要技术标准差异如表1所示。3个方案主要工程数量及投资比较如表2所示。

表1 主要技术标准差异表

技术参数	与既有线同标准 增建二线	增建二线采用 160 km/h 标准	增建二线采用 120 km/h 标准
最小曲线 半径/m	1 200	1 600	800
线间距/m	4.2	4.2	4.0
隧道	直线地段单线 隧道轨面以上 内净空面积不 小于30 m ²	单线隧道轨面 以上内净空面 积不小于42 m ²	直线地段单线 隧道轨面以上 内净空面积不 小于30 m ²

表2 主要工程数量及投资比较表

序号	工程 项 目	与既有线同 标准增建 二线方案	增建二线采用 160 km/h 标准方案	增建二线采用 120 km/h 标准方案
1	建筑长度/km	275.808	275.762	277.282
2	房屋拆迁/m ²	510 070.49	511 871.53	507 428.8
3	新征用地/亩	9 896.13	9 997.86	10 237.57
4	特大桥 /(座-延长米)	17-11 269.43	17-11 319.43	17-11 173.98
	大中桥 /(座-延长米)	124-24 941.10	124-24 941.10	122-24 108.64
	桥梁合计 /(座-延长米)	142-36 210.53	142-36 260.53	139-35 282.62
5	L≤1 km /(座-延长米)	79-29 832	79-29 882	78-29 675
	1 km<L≤4 km /(座-延长米)	41-75 939	41-75 939	41-75 263
	L>4 km /(座-延长米)	4-28 931	4-28 931	4-28 876
	隧道合计 /(座-延长米)	124-134 702	124-134 752	123-133 814
6	桥隧总长/km	170.91	171.01	169.10
7	桥隧比重/%	61.97	62.01	60.98
8	正线/km	290.31	290.27	291.78
	站线/km	39.96	39.96	39.96
9	越行站/个	2	2	2
	中间站/个	11	11	11
10	预估算(静态)/亿元	232.52	240.14	231.73
12	差 额/亿元	0	+7.62	-0.79

经研究,与方案Ⅰ相比,方案Ⅲ因标准差异较小,节省投资较小,不但运行时间增加10.8 min,还降低了线路标准,不宜采用。方案Ⅱ运行时间仅节省3.8~4.5 min,但投资增加了7.62亿元,投资节时比高,极不经济。本线功能定位以货为主,对运行速度要求不高,故建议增建二线采用方案Ⅰ,即与既有线同标准建设。

2 局部方案研究

与新建铁路不同,既有线增建二线线路走向受经济据点影响小,其控制因素主要包括车站分布、重

大不良地质、特殊岩土、矿山、采空区、环境敏感点等。黔桂铁路在第三次扩能改造过程中预留了复线条件并实施了部分二线工程,充分利用既有工程,确定合理的线路走向能最大程度地节省工程投资。本文着重论述车站分布、重大不良地质和预留工程对线路方案的影响。

2.1 车站分布对线路方案的影响

鉴于黔桂铁路站间距小、车站密集的现状,按照“强本简末、服务运输”的总技术路线,将年货运量较小(小于10万t/年)的车站作业整合至邻近较大中间站办理^[3],并进行封闭车站方案的比选,确保在满足运输需求的同时,关站个数最多。车站封闭原则为:

- (1)根据增建二线后满足通过能力需要的合理站间距来确定需封闭的车站。
- (2)对现状货运量不足10万t/年的中间站,原则

- 上考虑封闭。
- (3)充分考虑既有站与牵引供电设施的结合。
- (4)有客货运作业、技术作业或与专用线、支线铁路接轨的车站原则上不封闭。

根据拟定的车站封闭原则,对符合关闭条件的车站进行逐一和组合关站研究。黔桂铁路增建二线后,共封闭车站23个,正线(不含龙里)设站20座,其中区段站1个,中间站17个,越行站2个(肯洛和峰洞)。除有客运作业中间站外,其余有货运作业的车站的货运量均大于20万t/年。本线增建二线后,上行运营长度415.5 km,平均站间距20.8 km,最大站间距38.9 km(峰洞—独山),最小站间距5.5 km(都匀—绿荫湖);下行运营长度417.9 km,平均站间距20.9 km,最大站间距39.3 km(峰洞—独山),最小站间距5.5 km(都匀—绿荫湖)。车站分布如图1所示。

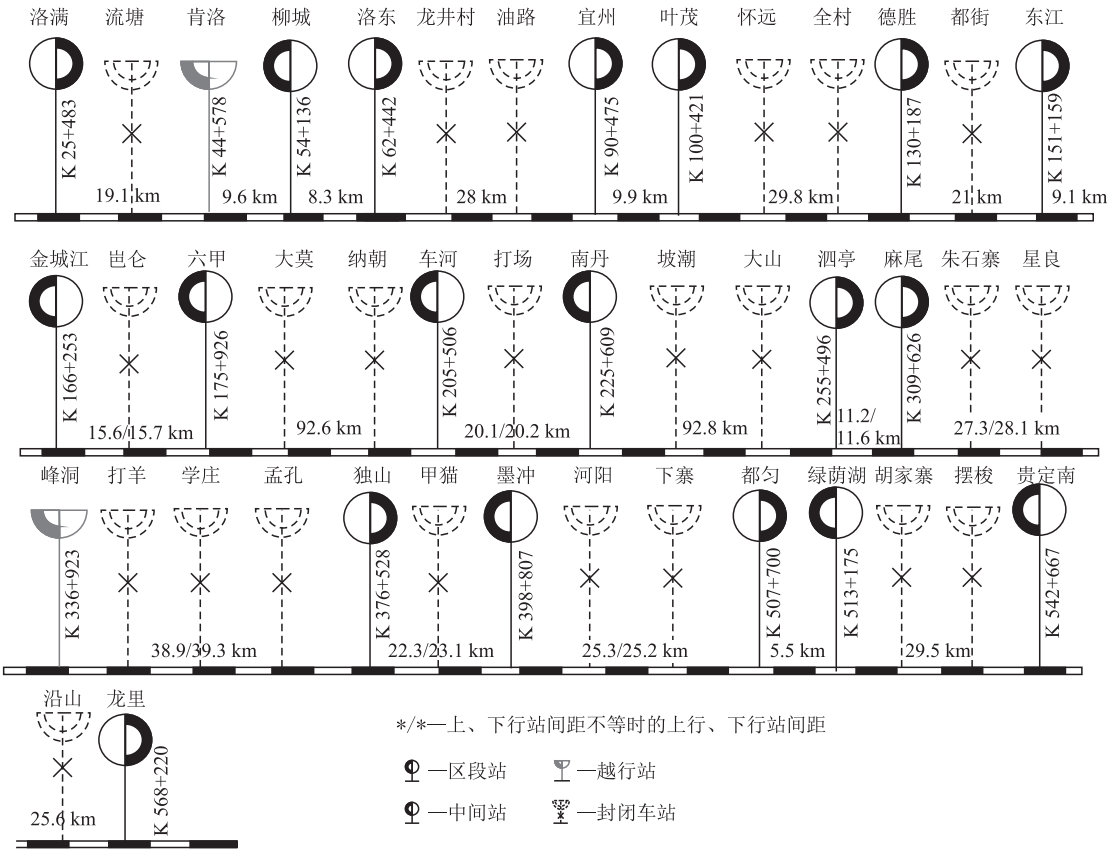


图1 车站分布示意图

2.2 重大不良地质对线路方案的影响

本线起于广西盆地,经高原斜坡带爬升至贵州高原,地质构造复杂,岩体破碎,主要的不良工程地质问题有岩溶、危岩落石、滑坡、岩堆与错落、软土膨胀土、红黏土等^[4]。

2.2.1 叶茂至怀远段危岩落石对线路方案的影响
受构造剥蚀、溶蚀及差异风化的影响,沿线危岩落石、崩塌分布广泛。叶茂至怀远段既有线 K 103 + 900、K 105 + 400 左侧山体危岩落石发育,设有拦石墙、被动网及雷达监测防护措施,增建二线及接入两端

车站的线位均预留在既有线左侧。

危岩落石灾害具有分布广而散,不确定性因素多,无规律性的特点^[5],本段线路方案结合危岩落石整治、地形条件、G323国道等因素,研究了沿既有线左侧增建二线、沿既有线右侧增建二线、增建二线左侧绕行3个方案^[6],如图2所示。

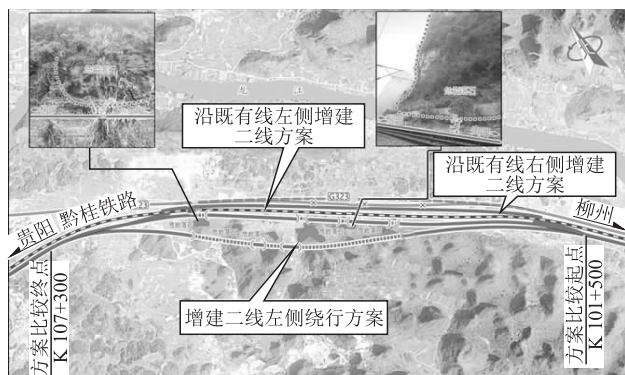


图2 叶茂至怀远段线路方案示意图

沿既有线左侧增建二线方案线路自比较起点引出,增建沿既有线左侧预留二线位置与既有线并行至比较终点,增建二线更靠近高陡危岩体,在危岩落石发育地段分别设双线棚洞各1处,并设主被动防护网和钢轨栅栏拦挡危石^[7];沿既有线右侧增建二线方案利用叶茂出站端曲线换边至既有线右侧,沿既有线右侧并行通过危岩体后,再利用曲线换边至既有线左侧。该方案线路需两次换边,在危岩落石发育地段分别设双线棚洞各1处,并设主被动防护网和钢轨栅栏拦挡危石,另需改建半幅G323国道,长880 m;增建二线左

侧绕行方案线路自比较起点引出,以隧道形式穿山至比较终点。

从工程投资来看,3个方案线路长度基本相当,沿既有线右侧增建二线方案有两次换边,另需改建国道880 m,投资较大;增建二线左侧绕行方案隧道比例高,且隧道洞口均存在危岩落石风险;沿既有线左侧增建二线方案投资最省。

从地质条件分析,该段影响线路的主要工程地质问题为危岩落石,危岩体岩质为灰岩,受节理裂隙切割,局部呈倒悬状,线路紧邻危岩落石坡脚,受左侧危岩落石影响大。增建二线左侧绕行方案规避了原既有线左侧危岩落石,但隧道进出口仍存在落石风险,需对隧道进出口危岩落石进行防护,且未解决既有线危岩落石隐患;沿既有线左侧增建二线方案需增设棚洞等措施对线路进行防护;沿既有线右侧增建二线方案线路虽远离了危岩落石区域,但仍处于危岩落石崩落影响范围内。

综合来看,沿既有线左侧增建二线方案能同时解决既有线与增建二线危岩落石风险,且投资最省,故推荐采用。

2.2.2 坡朝至大山段采空区影响的线路方案的影响

既有坡朝站(本次关闭)增建二线预留在既有线右侧,既有大山站(本次关闭)增建二线预留在既有线左侧。结合地质地形条件、大山采空区(151号矿)及预留工程,研究了按预留条件增建二线方案和沿既有线右侧增建二线方案,如图3所示。

按预留条件增建二线方案线路自坡朝站右侧引

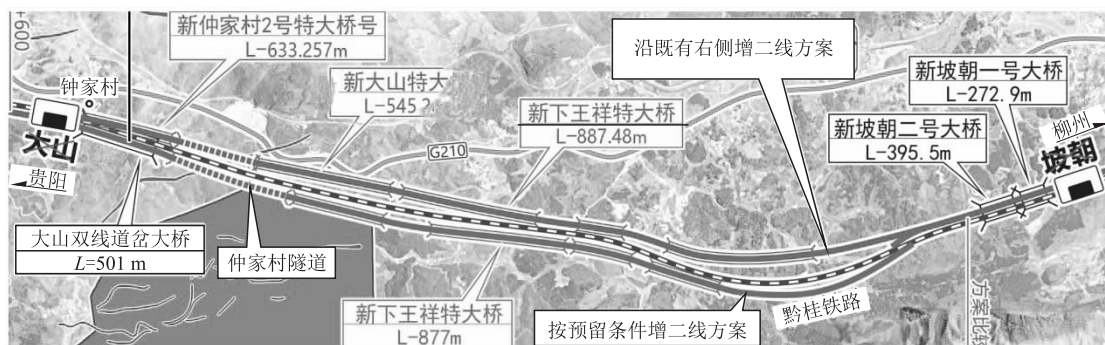


图3 坡朝至大山段线路方案示意图

出,利用出站端弯道路基段换边至既有线左侧,并沿既有线左侧行至大山站,线路长7.12 km。大山双线道岔桥线间距5 m,桥台距仲家村隧道洞口仅137.4 m,若完全利用大山双线道岔桥,隧道洞口间距仅12 m,无法分修,在满足隧道洞口分修条件下,大山双线道岔

桥可利用380 m(原长501.5 m)。沿既有右侧增建二线方案线路自坡朝站右侧引出后一直沿既有线右侧前行,至大山站后利用大山站内曲线换边至线路左侧,线路长6.96 km。该方案未利用预留的大山双线道岔桥(长501.5 m)。

既有线 K 242 + 650 ~ K 242 + 780 左侧 30 ~ 40 m 为大山矿 151 号矿窿采空区边缘,因山体内部矿窿开挖掘进的随意性,要彻底查清山体内部坑道的位置、走向及与大山隧道之间的空间关系非常困难^[8]。按预留条件增建二线方案线路位于该段采空区边缘、移动盆地内,虽部分利用了预留工程,但工程风险高。沿既有线右侧增建二线方案避开了采空区,工程风险较小。

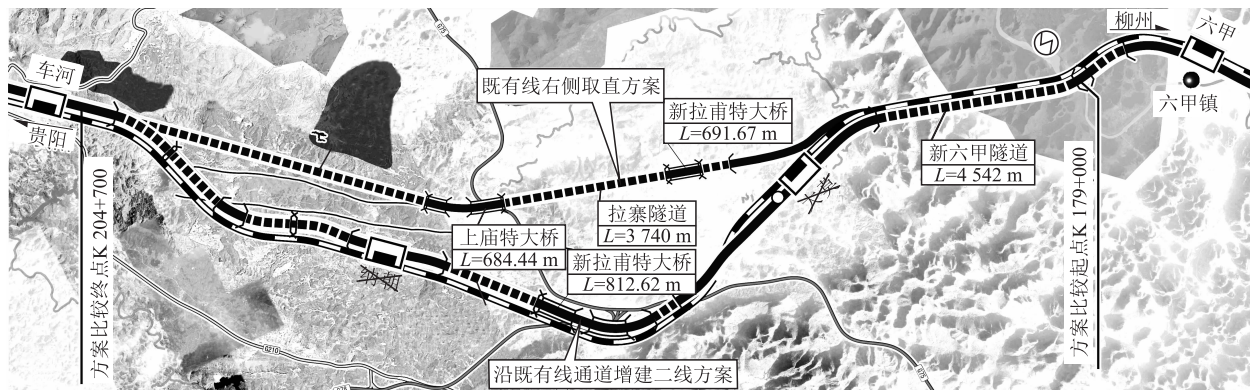


图4 六甲至车河段线路方案示意图

(1) 沿既有线增建二线方案

线路自六甲站出站后,沿既有线左侧并行,利用 2.675 km 既有六甲隧道进口段平导扩挖成增建二线隧道,出隧道后经过既有大莫站,该段线路有 3.5 km 并行于既有线路基,且大莫站内 1.2 km 到发线可作为增建二线路基使用,然后利用弯道换边至既有线右侧,经过既有纳朝站并利用纳朝站预留工程,终至车河站。

(2) 沿既有线右侧取直方案

线路自六甲站出站后,利用预留平导扩挖成增建二线隧道,于既有线六甲隧道出口端引出,换边至既有线右侧后以隧道形式至上庙屯附近,上跨兰海高速,随后长隧取直至车河站。

两方案均利用了既有六甲隧道左侧预留的平导 (2.675 km) 作为增建二线隧道,利用了车河站进站端预留的车河双线大桥。既有线右侧取直方案未利用预留工程,沿既有线增建二线方案经过既有大莫站和既有纳朝站,可利用站内 1.2 km 路基及到发线轨道工程作为增建二线路基使用,同时完全利用 4 座桥梁和 1 座隧道 (共计 0.776 km)。虽然既有线右侧取直方案线路长度较沿既有线增建二线方案短 2.56 km,但是该方案设有 2 座墩高超过 50 m 的桥梁和 1 座长度超过 7 km 的隧道,工程投资较既有线增建二线方案增加 10 277.42 万元。沿既有线增建二线方案能充分利用预留工程,桥隧比较低,工程规模小,地质条件明确,

故本次推荐采用沿既有线右侧增建二线方案。

2.3 预留工程对线路方案的影响

六甲至车河段既有六甲站增建二线预留在既有线左侧,既有车河站增建二线预留在既有线右侧。本段线路方案结合预留工程和地质条件等因素研究了沿既有线增建二线和既有线右侧取直两个方案^[6],如图 4 所示。

且工程投资低,故采用沿既有线增建二线方案。

3 结论

本文深入分析了黔桂铁路 2004 年按照国铁 I 级、单线预留复线电气化铁路扩能改造的资料,得出主要结论如下:

(1) 根据项目的功能定位、客货流特点,综合运输组织、预留工程、工程投资等因素,合理确定复线与既有线相协调的主要技术标准。

(2) 既有单线站间距小、车站密集,增建二线应根据预测运量和运输组织需要,进行多个封闭车站的方案比选,在方便运营管理的前提下,做到封闭车站个数最大化,科学合理分布车站。

(3) 对于预留复线条件的单线铁路,在复线改造线路方案研究时,要按照“充分利用既有工程,避免大拆大改”的既有线改建原则,合理确定线路方案,最大程度节省工程投资。

(4) 对于复线改造工程,要充分考虑石方开挖、软基处理、既有工程拆除、预留工程使用等邻近既有线路对铁路运营的影响,在充分调查既有线现状的基础上,采取合理可靠的措施,尽量减少对铁路运营的干扰,确保运营安全。

参考文献:

[1] 黄波. 黔桂线扩能改造工程主要技术标准研究[J]. 铁道工程学

- 报, 2010, 27(8): 1-6.
- HUANG Bo. Research on Main Technical Standards for Upgrading of Guizhou-Guangxi Railway [J]. Journal of Railway Engineering Society, 2010, 27(8): 1-6.
- [2] 胡海. 贵昆铁路六盘水至沾益段增建二线总体设计[J]. 四川建材, 2018, 44(11): 114-116.
- HU Hai. The Overall Design of the Second Line on the Liupanshui-Zhanyi Section for the Gui-Kun Railway [J]. Sichuan Building Materials, 2018, 44(11): 114-116.
- [3] 周定祥. 渝怀铁路增建二线综合选线研究与实践[J]. 重庆建筑, 2011, 10(5): 19-22.
- ZHOU Dingxiang. On Comprehensive Route Selection for Chongqing-Huaihua Railway's Newly-Built Second Line [J]. Chongqing Architecture, 2011, 10(5): 19-22.
- [4] 黄波. 黔桂线地质选线特点及实例[J]. 铁道工程学报, 2011, 28(2): 37-43.
- HUANG Bo. Features and Practical Examples of Geological Alignment of Guizhou-Guangxi Railway [J]. Journal of Railway Engineering Society, 2011, 28(2): 37-43.
- [5] 何振宁. 区域工程地质与铁路选线[M]. 北京: 中国铁道出版社, 2004.
- HE Zhenning. Regional Engineering Geology and Railway Line Selection [M]. Beijing: China Railway Publishing House, 2004.
- [6] 中铁二院工程集团有限责任公司. 改建铁路黔桂线复线改造工程可行性研究第一篇总说明书[R]. 成都: 中铁二院工程集团有限责任公司, 2021.
- China Railway Eryuan Engineering Group Co., Ltd. The First General Manual of the Feasibility Study on Double Track Reconstruction Project of Guizhou-Guangxi Line Rebuilding [R]. Chengdu: China Railway Eryuan Engineering Group Co., Ltd., 2021.
- [7] 郑亚飞. 危岩落石地区高速铁路安全选线探讨[J]. 高速铁路技术, 2018, 9(S2): 75-79.
- ZHENG Yafei. Discussion on Safety Line Selection of High-speed Railway in Dangerous Rockfall Area [J]. High Speed Railway Technology, 2018, 9(S2): 75-79.
- [8] 王茂靖, 张羽军, 马建军. 黔桂线改扩建工程几处典型的地质选线[J]. 铁道工程学报, 2006, 23(7): 24-29.
- WANG Maojing, ZHANG Yujun, MA Jianjun. Typical Examples of Route Selection Based on Geological Conditions for Reconstruction of Guizhou-Guangxi Railway [J]. Journal of Railway Engineering Society, 2006, 23(7): 24-29.

(上接第89页)

国土空间规划和相关铁路引入方案研究具有一定的指导意义,同时对于类似引入既有站情况下,新建车场的敷设形式的选择有一定的参考作用。

参考文献:

- [1] 中国铁路设计集团有限公司. 新建沪渝蓉高速铁路工程上海至南京至合肥段可行性研究[R]. 天津: 中国铁路设计集团有限公司, 2019.
- China Railway Design Corporation. Feasibility Study Report of Shanghai-Nanjing-Hefei High-speed Railway [R]. Tianjin: China Railway Design Corporation, 2019.
- [2] 张卫星. 宁启铁路既有扩能改造项目分析[J]. 铁道运输与经济, 2011, 33(03): 44-46.
- ZHANG Weixing. Analysis of Expansion and Reconstruction of Existing Nanjing-Qidong Railway [J]. Railway Transport and Economy, 2011, 33(03): 44-46.
- [3] 中国铁路设计集团有限公司. 新建盐城至南通铁路施工图[R]. 天津: 中国铁路设计集团有限公司 2018.
- China Railway Design Corporation. Detailed Design Report of Yancheng-Nantong Railway [R]. Tianjin: China Railway Design Corporation, 2018.
- [4] 赵海燕. 城际铁路引入城市中心区探索[J]. 高速铁路技术, 2019, 10(2): 72-74.
- ZHAO Haiyan. Discussion on the introduction of Intercity Railway into Urban Center [J]. High Speed Railway Technology, 2019, 10(2): 72-74.
- [5] 钟成, 张家发. 客运专线铁路引入枢纽(地区)模式探讨[J]. 高速铁路技术, 2016, 7(3): 23-28.
- ZHONG Cheng, ZHANG Jiafa. Discussion on Modes of Leading Passenger Dedicated Railway into Hub (Area) [J]. High Speed Railway Technology, 2016, 7(3): 23-28.
- [6] TB 10098-2017 铁路线路设计规范[S]
- TB 10098-2017 Code for Design of Railway Line[S].
- [7] 王铁中, 张家发. 城际铁路引入城市的方式探讨[J]. 高速铁路技术, 2015, 6(6): 39-44.
- WANG Tiezhong, ZHANG Jiafa. Study on Way of Introducing Intercity Railway into Cities [J]. High Speed Railway Technology, 2015, 6(6): 39-44.