

文章编号: 1674—8247(2012)06—0065—06

沪昆客运专线玉屏至昆明段地质选线研究

乐重 陈建国

(中铁二院工程集团有限责任公司技术中心, 成都 610031)

摘要:在西南艰险山区修建铁路,不仅要克服地形条件上的困难,还得面对复杂的不良地质环境。文章对沪昆客运专线玉屏至昆明段的煤层瓦斯及采空区、深厚层软土以及岩溶发育等重大不良地质的选线研究进行了详细论述,并在此基础上总结出在线路选线中处理煤层瓦斯及采空区、软土、岩溶等重大不良地质的思路和原则。

关键词:客运专线;山区;地质选线;沪昆线

中图分类号:U212.32 **文献标识码:**A

Research on Geological Route Selection of Yuping-Kunming Section on Shanghai-Kunming Passenger Dedicated Line

LE Zhong CHEN Jian-guo

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

Abstract: To build railways in complex dangerous southwest mountainous areas, we have to get over the topographic difficulties, and deal with unfavorable geological phenomena. The article discusses the route selection in unfavorable geology circumstances in detail, which includes coal seams gas, abandoned workings, deep soft soil, strongly developed karsts distributed in the Yuping-Kunming section of Shanghai-Kunming passenger dedicated line. Thought and principle of route selection in unfavorable geologic areas with above mentioned difficulties are summarized based on the discussion.

Key words: passenger dedicated line; mountainous area; geological route selection; Shanghai-Kunming railway

65

1 概况

1.1 项目概况

沪昆客运专线经由上海、浙江、江西、湖南、贵州、云南五省一市,全长约2 200 km,是国家客运专线网“四纵四横”中的“一横”。其中玉屏至昆明段位于贵州、云南两省,东起贵州省铜仁地区玉屏县,向西经贵州省的凯里、贵阳、安顺、云南省的曲靖后,到达终点昆明市,线路全长 746.530 km。

1.2 地形地貌及主要地质特征

线路主要位于云贵高原及边缘过渡地带,属云贵高原剥蚀—溶蚀低中山、低山丘陵和高原盆地地貌,总体地势东低西高。海拔高程由玉屏的 350 m 逐渐上升至昆明的近2 000 m,受多条深切峡谷切割及高原盆地

影响,地势起伏较大。

沿线地层出露较为完全,自前震旦系至第四系地层皆有分布。岩性以灰岩、白云岩类可溶岩为主,相间分布板岩、泥岩、砂岩、页岩及煤系地层,局部地段有玄武岩分布。

沿线地质条件复杂,区域地质作用剧烈,碳酸盐分布广泛,不良地质特别发育,地质灾害发生频繁,类型众多,主要不良地质有煤层瓦斯及采空区、岩溶和岩溶水、软土、崩塌和危岩落石、高烈度地震区、砂土液化、顺层等。

2 地质选线研究

2.1 绕避煤层瓦斯及采空区的方案研究

贵州号称“江南煤都”,煤系地层分布较广。沪昆客运专线玉屏至昆明段沿线宣威群及龙潭组、吴家坪组含煤丰富,煤层厚度大,变质程度高,具工业价值,属

收稿日期:2012-04-20

作者简介:乐重(1962-),男,高级工程师。

高瓦斯煤层,部分层次具煤与瓦斯突出危险。对线路影响较大的大厂煤矿采空区主要分布于凯里至富源段,尤其是贵阳、盘县一带采空区密集;沿线还多存在小煤窑采空问题,特别是贵阳清镇附近、黄果树至关岭段小煤窑密集,对工程影响极大。

沿线金属矿采空区对线路方案也有很大影响,尤其是万山汞矿采空区、贵定铅锌矿采空区对线路方案影响极大。

2.1.1 怀化至羊坪间绕避万山采空区地质选线研究

预可行性研究审查会议精神要求线路尽量靠近铜仁市,以吸引客流、带动铜仁经济发展。但线路靠近铜仁则需经过万山,而万山曾是中国最大的汞工业生产基地,有“中国汞都”之称,线路经万山存在通过采空区的风险。

为此,本段研究了靠近铜仁市、经万山的北线方案,绕避万山的南线方案及位于两方案之间的中线方案,其长度分别为144.009 km、146.852 km、128.635 km,如图1所示。

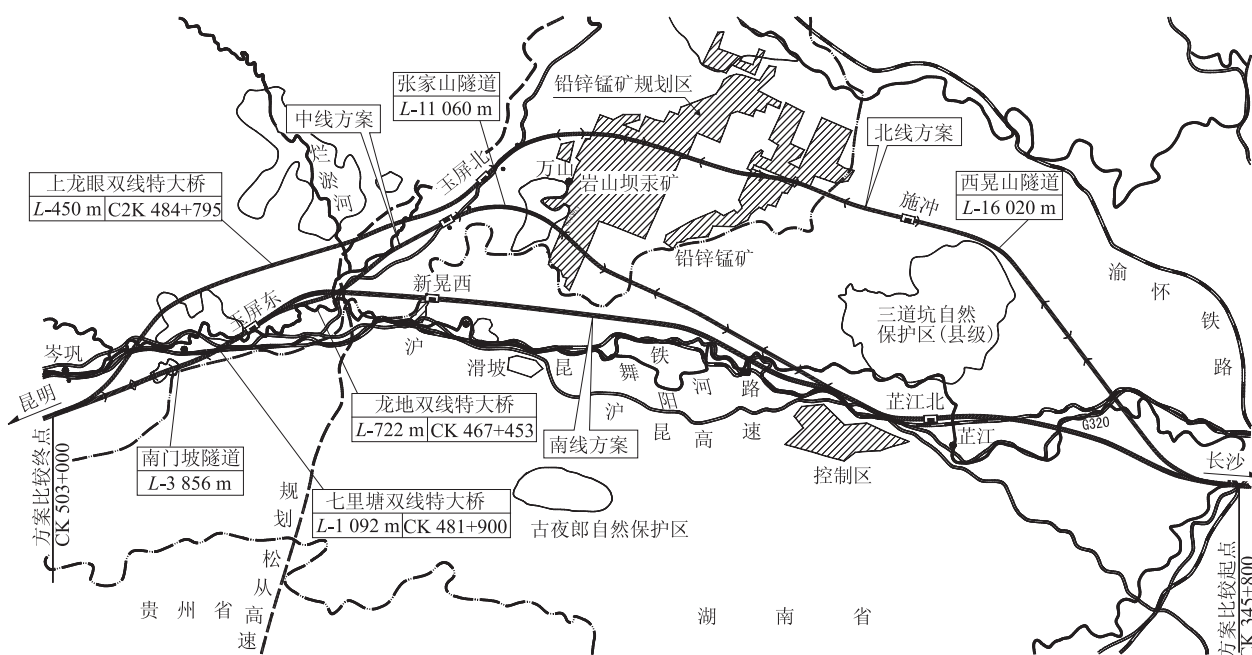


图1 怀化至羊坪段线路方案比较示意图

尽管北线、中线方案更利于吸引客流和带动地方经济发展,但均通过万山。根据现场踏勘和搜集资料,经多年开采,万山已形成了庞大而复杂的开采坑道,采空区面积约 3.75 km^2 ,地下纵横长度约 970 km ,号称“地下长城”,有的竖井开采达13层,采空区高 $6\sim 36\text{ m}$ 。由于开采年代久远,要全部查清采空区技术难度较大,且从已查明的坑道及采空区来看,线路很难完全躲避,线路若从该段通过,风险极大。

因此,从绕避采空区、保证线路施工和运营安全的角度出发,对北线、中线方案予以放弃,推荐采用南线方案。

2.1.2 黄果树至北盘江段绕避矿区地质选线研究

该段线路跨越北盘江,其河谷深切,需设大跨度桥梁,在经过多个桥位比选后,选定了地形和地质条件俱佳的光照桥位。在桥位选定后,对其以东的线位比较了穿丙坝矿区取直、经关岭两个方案,其长度分别为 51.406 km 、 57.379 km ,如图2所示。

穿丙坝矿区取直方案与经关岭方案相比,其线路长度短 5.973 km ,投资少 12.6 亿元 ;穿丙坝矿区取直方案最长隧道 7.8 km ,经关岭方案最长隧道 13.1 km 。因此,穿丙坝矿区取直方案在工程及投资方面优势明显。

从地质条件来看,穿丙坝矿区取直方案正穿规划的丙坝煤矿,该矿勘探查明储量约 8 000万 t ,可采煤层约8层,目前尚未投入基建和开采,无大型采空区分布。但矿区分布有数十个小煤窑,为当地居民自采自用,多沿煤层露头掘进,煤矿勘探报告调查资料显示开采深度一般小于 50 m ,最大开采深度约 200 m ,约于2002年全部关闭,部分洞口已爆破封闭;除近期开采封闭的煤窑外,当地村民介绍还存在解放前开挖的一些小煤窑,位置难以确定。线路附近实测小煤窑洞口高程一般在 $980\sim 1\text{ 030 m}$,最近煤洞距线路仅 19 m ,对工程安全性影响极大。

综上所述,穿丙坝矿区取直方案尽管线路较短、投

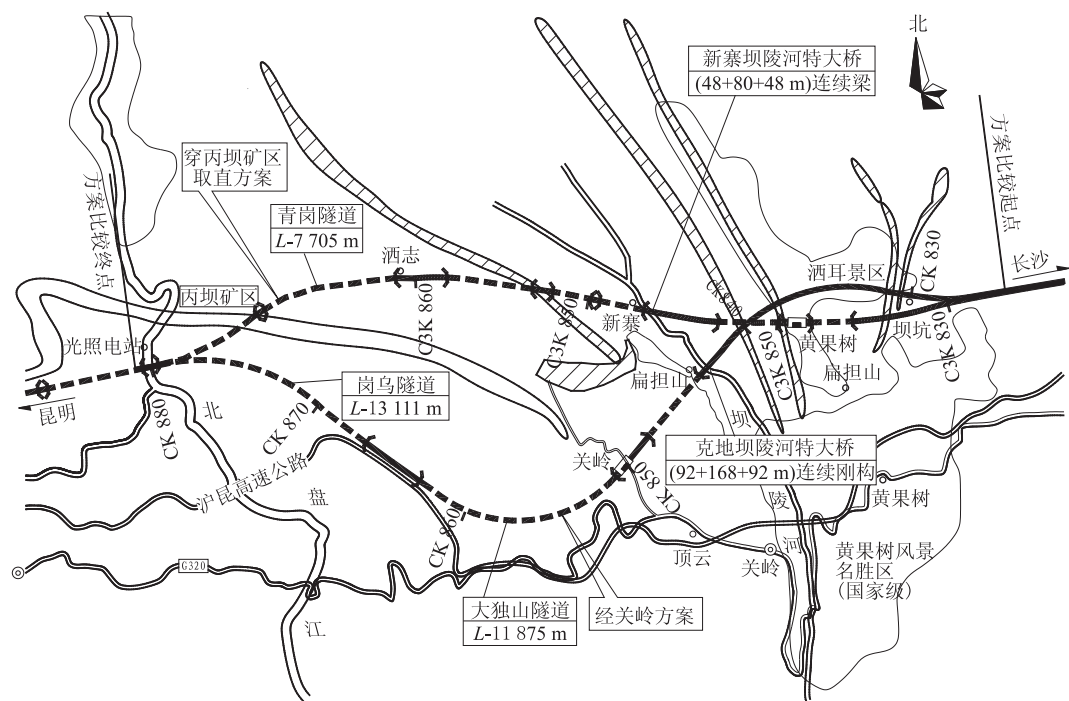


图2 黄果树至北盘江段线路方案比较示意图

资较少,但由于通过小煤窑分布区和规划矿区,不能保证客运专线的施工和运营安全,因此推荐采用绕避丙坝矿区的经关岭方案。

2.1.3 盘县至富源绕避矿采空区地质选线研究

本段线路方案近东西向经盘县,需横穿南北向分布的煤系地层,由于煤矿采空区分布密集,线路无法绕避。在广泛筛选的基础上,详细分析比较了穿仲恒矿区方案和上纸厂与中纸厂间方案,如图3所示。

两方案的线路长度、工程投资、重点工程分布情况

基本相当,决定方案取舍的关键是线路通过采空区的情况。

通过采用物探、钻探等地质勘探手段,揭示两方案均存在采空区。其中上纸厂与中纸厂间的煤矿采空区范围明确,且仅深54 m,可采用128 m的大跨桥梁跨越,工程风险可控;而穿仲恒矿区方案通过的老采空区深达140 m,新采空区亦可能危及线路安全,且查明采空区难度大,处理困难,安全隐患严重。因此,推荐采用上纸厂与中纸厂间方案。

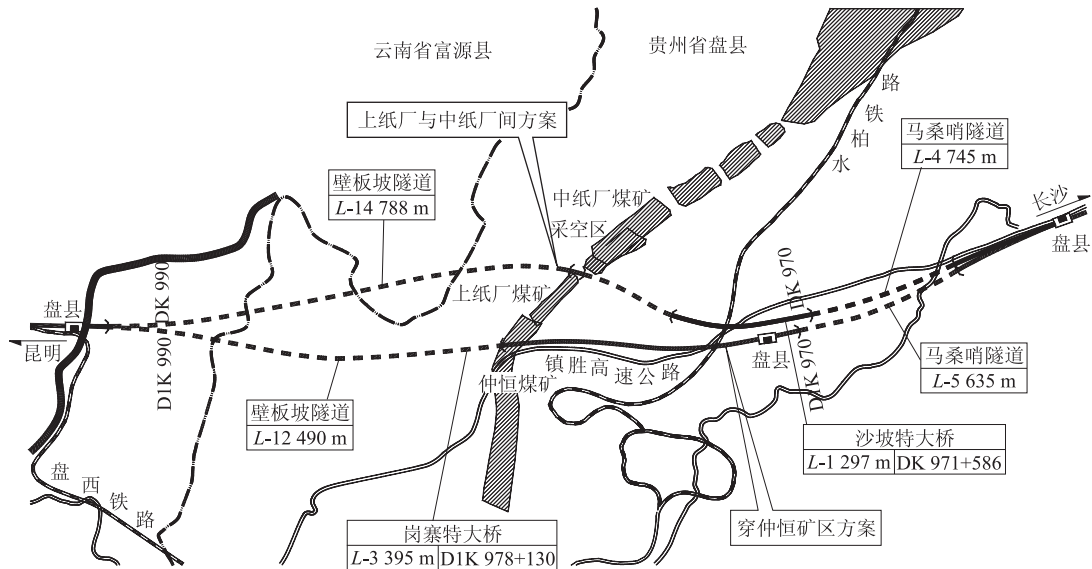


图3 盘县至富源段线路方案比较示意图

2.1.4 小结

由以上几段绕避煤层瓦斯及采空区的方案研究可见,在遇煤层瓦斯及采空区时,关键是要通过资料搜集、现场踏勘,必要时采用物探、钻探等地质勘探手段,把煤层、采空区的分布情况了解清楚,选线时尽量有针对性地进行绕避,实在不能绕避时,应选择工程措施可处理的、影响最小的方案通过。

2.2 富源至小哨(曲靖站位方案)绕避深厚层软土地质选线研究

2.2.1 方案比选

本段影响线路走向方案的主要因素是曲靖站位的选择,曲靖市强烈要求将车站设于城市南侧三宝附近。

结合地形、地质条件、城市发展规划,研究了北线方案、中线方案、南线北站位、南线南站位4个方案。其中中线方案引入既有曲靖站,其余方案新建曲靖车站,如图4所示。

其中南线的两个站位方案均正穿曲靖断陷盆地软土坝子,经钻探揭示,软土厚度大于80 m,为满足通过断陷盆地地段的无砟轨道工后沉降要求,需以小跨度连续梁通过,且采用大于110 m的超长桩基础,施工成桩极其困难,施工难度极大,技术风险高,方案难以成立。同时小跨度连续梁紧接跨越南盘江的大跨度桥梁,两者交界处的工后沉降不能满足无砟轨道要求。因此,南线方案技术上不可行,予以放弃。

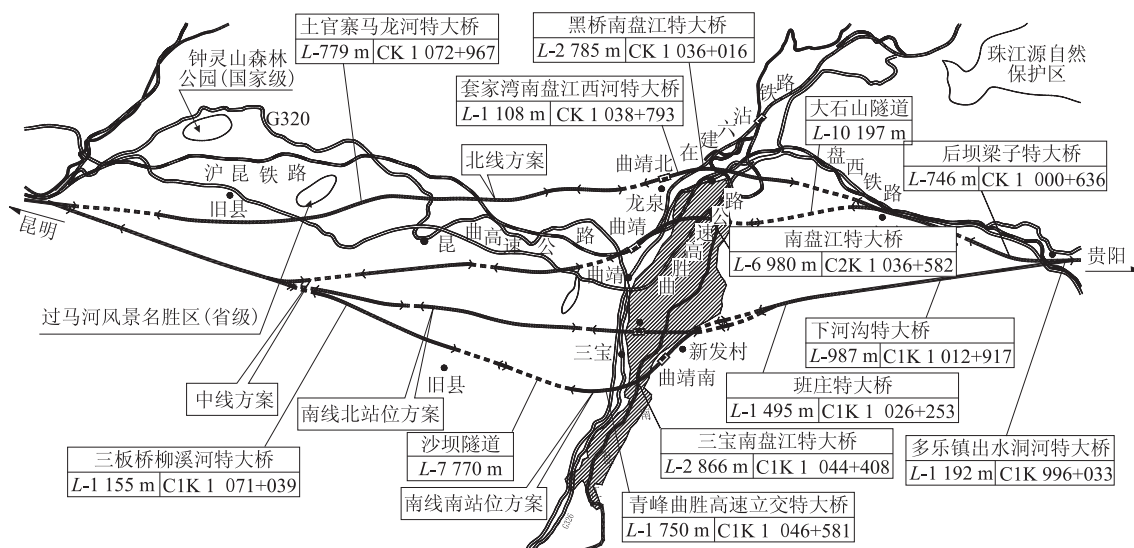


图4 富源至小哨(曲靖站位)线路方案比较示意图

中线方案从曲靖盆地正中穿过,通过深厚软土段长约7.2 km,软土厚度52~65 m,处理难度较大。同时该方案走行于曲靖市区范围,需拆迁多个厂矿和居民小区,总拆迁量达36万m²,其中涉及多家工矿企业和高档别墅小区。若考虑整体搬迁,代价较大,特别是曲靖卷烟厂动力车间,地方意见是无搬迁位置,若施工期间停产,损失较大。因此对该方案予以放弃。

北线方案距离城区较远,不满足地方政府车站位置选择要求,但其通过断陷盆地边缘,软土厚度最厚仅19 m,工程简单可靠,且拆迁工程较小,与城市规划无干扰,同时该方案还具有线路长度最短、投资最省的优点。因此,推荐采用北线方案。

2.2.2 小结

在软土分布范围广、厚度大的区域,线路应尽量绕避,以降低工程处理难度,减少工程投资;不能绕避时,应通过钻探确定软土厚度,通过试验确定力学指标,并据此确定具体的工程措施,进行相关的检算,落实工程

措施的可行性,工程措施可行后方可采用通过软土的方案。

2.3 岩溶发育段(贵阳东站位)地质选线研究

2.3.1 地形地质概况

研究段落地处云贵高原东斜坡上,属高原溶盆区,主要山峰、河谷走向与大的地质构造线一致,呈南北向展布。岩溶地貌在测区占据主导地位,以溶蚀峰丛与溶丘洼地区相间地貌为主,次为构造低山区。海拔高程在1 000~1 400 m之间,一般相对高差100~200 m,最高点位于贵阳东附近的大井坡,海拔1 418 m,最低点为南明河河床,海拔1 001 m。

测区以岩溶水为主,裂隙水次之,以较均匀的网状岩溶裂隙水为主要特征。这些富水区多位于网状构造发育或线性构造密集的低洼地区,地形上往往是岩溶盆地、岩溶谷地或浅切割的盆地分水岭地形。背斜、向斜翼部,被夹持在碎屑岩之间的碳酸盐岩岩溶水呈南北向带状分布,并以管道水为特征,排泄带在东西向横

谷中;在砂页岩与石灰岩的接触处往往有岩溶大泉或地下河出露,如鱼梁河畔出露的汪家大井,地下水多以潜水形式存在,部分微具承压性。

2.3.2 方案比选

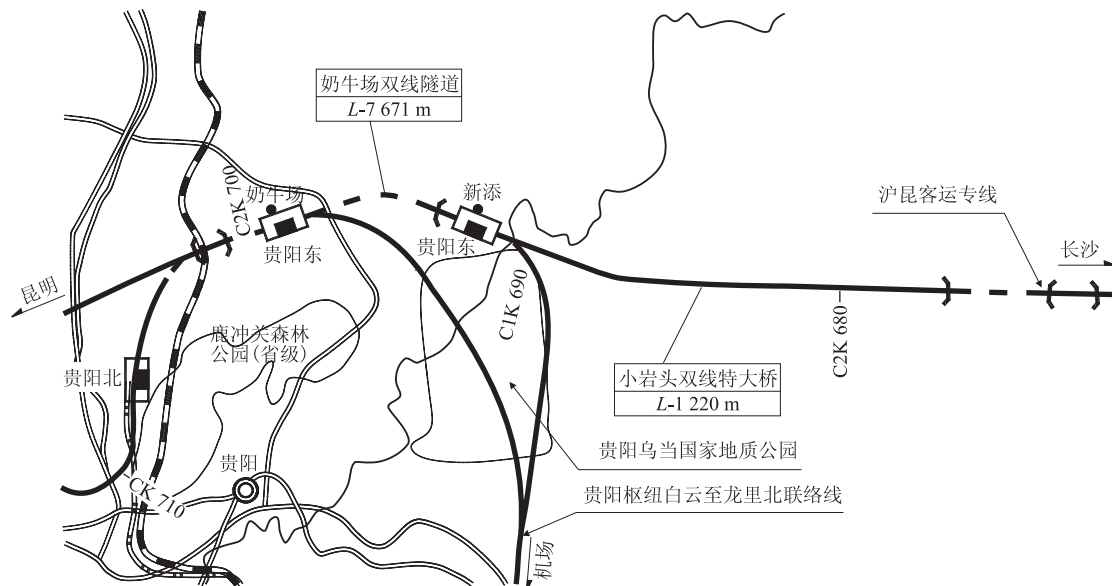


图5 贵阳东站位方案比较示意图

新添站位方案引入贵阳北前有1座7 671 m的单面坡岩溶隧道(奶牛场双线隧道),其长沙端进口标高1 045 m,昆明端出口标高1 210 m。隧道内线路标高位于当地岩溶水水平循环带以内,地下水富集,不仅隧道施工存在严重安全隐患,且极有可能造成地下水漏失,对当地居民的生产生活环境、自然生态环境产生严重破坏,造成不良的社会影响。而奶牛场站位由于设站点较新添站位更靠西,车站标高较高,线位位于地下水水平循环带之上,并以短隧通过,施工风险小,且不会对当地居民的生产生活用水造成影响,不会对自然生态环境产生较大影响。因此,推荐采用奶牛场站位方案。

2.3.3 小结

一方面,岩溶地质灾害对铁路工程的施工和运营安全影响较大,尤其是对隧道工程的影响,可能会造成严重的突水、突泥事故;另一方面,岩溶地区隧道还与地表(地下)水环境有着密切的联系,处理不当,可能对水环境造成毁灭性破坏。因此,岩溶地区选线应特别注意,一般按以下思路和原则进行:首先要根据地层岩性、地下水出露情况(包括水量、出露高程等),结合岩层产状、构造分布、地形条件等分析岩溶及岩溶水的发育情况(包括暗河、溶洞位置,地下水走向、水量及与地表水的关系等),必要时可采用物探、钻探等地质勘探手段;根据分析得出的岩溶及岩溶水发育情况开

结合贵阳枢纽白云至龙里北联络线的走向,对贵阳东车站研究了新添、奶牛场2个站位方案,由于受城市规划控制,两方案的线路走向基本一致,区别在于车站位置和线路标高,如图5所示。

展选线工作,选线的原则是尽量不要采用长大隧道通过岩溶发育段落,线路标高应尽量走在岩溶水的水平循环带以上。

3 结论

在地质复杂艰险山区,地质条件对选线方案的选择具有决定性的影响,是铁路选线中必须优先考虑的因素。本文按照地质优先的原则,着重围绕煤层瓦斯及采空区、软土、岩溶等重大不良地质,对沪昆客运专线玉屏至昆明段进行了地质选线研究,通过对地质条件的分析论证,得出各段线路的推荐方案,并在此基础上提出了线路在遇煤层瓦斯及采空区、软土、岩溶等重大不良地质时的选线思路 and 原则。

参考文献:

- [1] 中铁二院工程集团有限责任公司. 新建铁路沪昆客运专线长沙至昆明段可行性研究总说明书(下册 玉屏至昆明)[R]. 成都:中国中铁二院工程集团有限责任公司,2009.
General Specification of Changsha-Kunming Section of New Shanghai-Kunming Passenger Line (Volume two, Yuping-Kunming) [R]. Chengdu: CREEC. 2009.
- [2] 铁建设[2007]47号,新建时速300~350公里客运专线铁路设计暂行规定(上、下)[S].
Tiejianshe [2007] No. 47, Provisional Regulations for The Design of New Passenger Line with Highest Speed per Hour Achieves 300~350 Kilometers (Volume one, Volume two) [S].

[3]

朱颖. 铁路选线理念的创新与实践[J]. 铁道工程学报, 2009(06):3-7.
Zhu Ying. The Innovation and Practice of the Idea about Railway Line Selection[J]. Journal of Railway Engineering Society, 2009(06):3-7.

[4]

郑天池. 沪昆客运专线长沙至昆明段安顺至普安段线路方案研究[C]//朱颖. 复杂艰险山区铁路选线与总体设计论文集. 北京: 中国铁道出版社, 2010:211-216.
Zheng Tianchi. Line Scheme Research of the Anshun-Puan Section of the Changsha-Kunming Section of Shanghai-Kunming Passenger Line [C]//Zhu Ying. Essays of Railway Line Selection and General Design in Complex and Dangerous Mountains. Beijing: China Railway Publishing House, 2010:211-216.

[5]

曹化平, 等. 西南复杂艰险山区铁路地质选线[C]//朱颖. 复杂艰险山区铁路选线与总体设计论文集. 北京: 中国铁道出版社, 2010:103-108.
Cao Huaping. Railway Line Selection Considering Geological Environments in Complex and Dangerous Mountains of South West Region [C]//Zhu Ying. Essays of Railway Line Selection and General Design in Complex and Dangerous Mountains. Beijing: China Railway Publishing House, 2010:103-108.

[6]

何小勇. 渝利线岩溶地区选线技术总结[C]//朱颖. 复杂艰险山区铁路选线与总体设计论文集. 北京: 中国铁道出版社, 2010:55-62.
He Xiaoyong. Technical Summary about Line Selection in Karst Area of Chongqing-Lichuan Line [C]//Zhu Ying. Essays of Railway Line Selection and General Design in Complex and Dangerous Mountains. Beijing: China Railway Publishing House, 2010:55-62.

[7]

何振宇. 铁路地质选线及主要技术原则[C]//朱颖. 复杂艰险山区铁路选线与总体设计论文集. 北京: 中国铁道出版社, 2010:97-102.
He Zhenning. Railway Line Selection Considering Geological Environments and Main Technology Principle [C]//Zhu Ying. Essays of Railway Line Selection and General Design in Complex and Dangerous Mountains [C]. Beijing: China Railway Publishing House, 2010:97-102.

(上接第58页)

案,同时,高填方方案具有实施较方便、养护较简单、与地方协调关系较简单等优点。故双绕段纵断面设计应适当抬高设计标高,避免对既有道路的改建,实现原位立交。

4 结论

平原铁路虽然工程技术较简单,但设计上应高度重视;增建二线应结合实际情况注意左、右侧的选择,两线高差较大时,出于安全考虑宜避免线间结构物适当加大线间距,纵断面设计尽量与既有线等高,但要重视设计水位和桥涵结构等的要求;平纵断面设计相辅相成,互相影响。双绕新建段平面设计应全面收集资料,积极与地方沟通,尽量满足地方规划要求,认真核对现场以稳定线路平面;纵断面设计宜适当抬高设计标高以利于道路交叉。

参考文献:

[1]

GB 50090-2006 铁路线路设计规范[S].

GB 50090-2006 Code for Design of Railway Line[S].

[2]

TB 10001-2005 铁路路基设计规范[S].
TB 10001-2005 Code for Design on Subgrade of Railway[S].

[3]

TB 10002.1-2005 铁路桥涵设计基本规范[S].
TB 10002.1-2005 Fundamental Code for Design of Railway Bridge and Culvert[S].

[4]

赵清为. 铁路工程设计技术手册·线路[K]. 北京:中国铁道出版社,1994.
ZHAO Qingwei. Technical Manual for Design of Railway Engineering-Line[K]. Beijing: China Railway Publishing House, 1994.

[5]

中铁二院工程集团有限责任公司. 改建铁路漯河至阜阳增建二线可行性研究[Z]. 成都:中铁二院工程集团有限责任公司.
China Railway Eryuan Engineering Group Co., Ltd. The Feasibility Study of Double line Track from Luohe to Fuyang[Z]. Chengdu: China Railway Eryuan Engineering Group Co., Ltd.

[6]

中铁二院工程集团有限责任公司. 改建铁路漯河至阜阳增建二线初步设计[Z]. 成都:中铁二院工程集团有限责任公司.
China Railway Eryuan Engineering Group Co., Ltd. The Preliminary Design of Double Line Track from Luohe to Fuyang[Z]. Chengdu: China Railway Eryuan Engineering Group Co., Ltd.