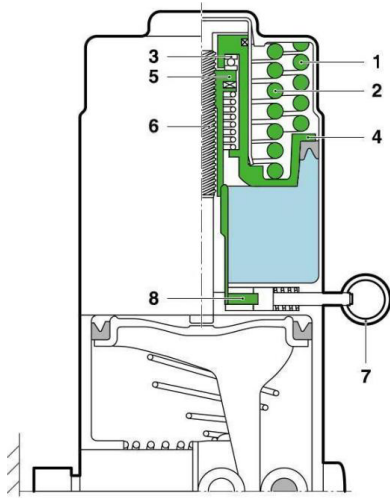


停放或系统发生失压故障时，停放缸排气，弹簧势能瞬间释放，推动活塞下行^[4]。通过棘轮螺母与主轴组成的螺旋副，垂直的力量被传递至常用制动活塞，实现强制制动。图3给出了BFCF型停放制动缸内部构件简图。



1, 2- 停放缸弹簧; 3- 轴承; 4- 停放缸活塞; 5- 棘轮螺母; 6- 主轴; 7- 拉环; 8- 棘轮机构。

图3 BFCF型停放制动缸内部构件简图

5.2 X 阀的智能化防护逻辑

X 阀是停放制动系统中的安全阀门，其核心任务是针对副风缸压力下降的不同速率，采取不同的应对策略，以保护闸瓦和车轮不受损伤。

充气缓解状态：当系统正常充气时，X 阀拉杆回缩并锁定棘轮装置。此时，主轴不能相对于活塞发生位移，停放功能处于就绪状态。

快速放气防护状态：若管路意外破裂导致气压极速下降，X 阀感知到压降速率异常，拉杆被顶出并解锁棘轮。此时，棘轮螺母可以随主轴旋转，使得弹簧力在未传递至闸瓦前被内部机构抵消，主轴无法推动活塞，停放制动失效。这一机制有效地避免了闸瓦因受力过猛而剧烈撞击车轮踏面。

慢速放气制动状态：在人工操作排气实施停放制动时，由于压降速率较慢，X 阀保持锁定状态。棘轮装置无法旋转，弹簧力能够平稳、全额地通过主轴传递至活塞，确保制动有效。

5.3 机械快速缓解与复位

为了应对停放制动无法通过气源缓解的极端情况，BFCF 设计了手动拉环机构。通过拉动拉环，可以直接松开棘轮销，解除棘轮装置的锁定。在这种状态下，即使弹簧力存在，棘轮的自由转动也会使主轴回缩，实现机械式的快速缓解。

6 性能参数与应用优势总结

BFCF 型踏面制动单元的各项指标参数表现优越，其在紧急情况或试验压力下可承受高达 800kPa 的高压冲击，气缸允许最高工作压力为 500kPa。该单元的调节能力很强，最大间隙调整量可达 125mm，足以应对从新闸瓦到闸瓦完全磨耗的整个生命周期。

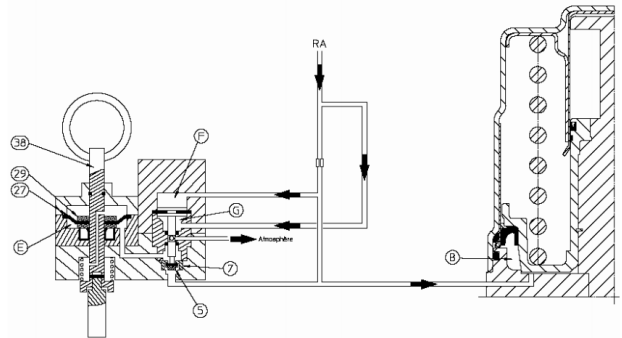


图4 X 阀气路示意图（以充气缓解状态为例）

BFCF 型踏面制动单元通过巧妙的结构设计，解决了电力机车在有限空间内布局基础制动装置的难题。其全自动的间隙补偿与可靠的弹簧停放功能，大大降低了机务人员的工作强度，同时通过 X 阀等安全逻辑，为重载铁路运输提供了多层级的制动冗余保护。其在和谐 2 型机车上的长时间可靠应用，证明了该类制动单元是轨道交通装备领域中一项成熟且具有广泛推广价值的技术成果^[5]。

7 结语

综上所述，BFCF 型踏面制动单元通过其先进的楔形力放大结构、精密的丝杠螺母调器以及具备智能化保护逻辑的停放制动系统，构建了一套高效、紧凑的基础制动方案。其“充气缓解、排气制动”的弹簧缸逻辑，与常用制动的充气制动逻辑形成了互补，显著增强了机车在各类运行工况下的安全性这对于未来研发更高性能、更长寿命的轨道交通基础制动产品具有重要的参考价值和借鉴意义。

参考文献

- [1] TB 2056-89 电力机车制动机技术条件. 中华人民共和国铁道部, 1989-10.
- [2] 王俊勇. 准高速DF11机车制动系统研究与分析 [J]. 西南交通大学学报, 1997, 32 (6): 637-642.
- [3] 刘凡, 王俊勇, 袁锦林. F8型空气分配阀及其电空制动机 [M]. 北京: 中国铁道出版社, 2003.
- [4] 杨志刚. LKJ2000型列车运行监控记录装置 [M]. 北京: 中国铁道出版社, 2007.
- [5] 王俊勇, 杨美传. 大秦线2万吨重载组合列车制动计算分析 [J]. 内燃机车, 2008 (4): 5-7.

Study on the Location of the Terminal Station of the Railway End Line Scheme

Qiaoliang He

China Railway Second Survey and Design Institute Engineering Group Co.,Ltd., Nanning, Guangxi, 530022, China

Abstract

This paper examines the Pingxiang-bound terminal line project of the Nanning-Pingxiang Railway as a case study. Through comprehensive multi-scheme evaluation, it identifies a mutually acceptable station location. Drawing on design experience, the study emphasizes conducting thorough feasibility studies for all potential options, avoiding premature abandonment of proposals, and fully incorporating stakeholder feedback. For terminal lines with future expansion needs, the research should extend to the next interval level in feasibility studies. The findings should be integrated into territorial spatial planning for regulatory purposes.

Keywords

End line; Railway; Station layout; Route selection

铁路尽头线终点站位选址方案研究

何乔亮

中铁二院工程集团有限责任公司, 中国·广西南宁 530022

摘要

本文以尽头线南宁至凭祥铁路引入凭祥地区方案为例, 通过详细多方案比选论证, 找到了各方都接受的合理站位。通过对设计经验进行总结, 提出了方案研究中, 要对可能的方案进行饱和式研究, 不要轻易放弃方案, 要充分参考相关各方的意见, 对有预留需求的尽头线, 要按可研深度研究到下一个区间, 研究成果要纳入国土空间规划进行控制等观点。

关键词

尽头线; 铁路; 站位方案; 选线

1 引言

铁路尽头线是指一端终止, 另一端与铁路网相连的铁路线。其与两端都与路网相连的铁路线最大的不同点是, 其终点站自由度大, 选择多, 方案多。根据其终点是否继续延伸, 又可分为临时尽头线和永久尽头线。本文研究的南凭铁路, 远期要延伸至越南, 为临时尽头线。

本文以南宁至凭祥铁路引入凭祥地区方案为例, 以符合规划线路走向为核心、结合城市总体规划、环境及涉敏感区分布、工程及地质条件等因素, 对引入凭祥地区方案进行论证, 以期能找到一条既符合规划走向, 又能被各方接受的最优方案。

2 项目概况

2.1 南凭铁路概况

南宁至凭祥铁路是我国“十四五”规划与周边国家互

联互通的重点项目, 是一条南宁直通中越边境口岸城市的快速客运通道, 是规划“南宁-凭祥-河内”跨境高铁的国内段。

其线路总长 201 公里, 设计时速 250 公里/小时, 分南宁至崇左、崇左至凭祥两段。其中, 南宁至崇左段已于 2022 年开通运营, 崇左至凭祥段 2025 年开通运营。全线新设车站 7 座, 凭祥东站为终点站, 其也是未来中越高铁的国境站。本线引入凭祥地区, 不仅要考虑凭祥市的需要, 也要考虑预留以后通往越南方向的条件。

2.2 凭祥城市总体规划

2.2.1 城市概况

凭祥市位于中国南部, 属广西壮族自治区县级市, 与越南接壤, 边境线长 97 公里, 有“祖国南大门”之称。市域面积 650 平方公里, 2020 年人口为 12.98 万人。境内有友谊关公路口岸和凭祥铁路口岸 2 个国家一类口岸, 1 个二类口岸, 5 个边民互市点, 是广西口岸数量最多, 种类最全, 规模最大的边境口岸城市, 是内陆通往越南及东南亚最大和最便捷的陆路通道。

【作者简介】何乔亮(1980—), 男, 壮族, 中国广西南宁人, 本科, 高工, 从事铁路工程建设、设计研究。

2.2.2 城市总体规划概况

根据《凭祥市城市总体规划（2015—2035年）》，凭祥市是面向东盟开放合作的口岸城市，以发展国际贸易、跨国旅游、进出口加工为重点，是具有边关历史景观风貌特色的国门城市。

城市发展总体规划结构为：“一廊两区、四心九组团”。

一廊引领：即以城市综合服务设施走廊引领城市发展骨架。

两区一体：即跨境经济合作区和城市主城区联动发展。

四心引擎：构建老城商业核心、中央商务核心（CBD）、中央活动区

核心（CAZ）、跨境经济合作区商贸旅游核心。

九组团拓展：老城组团、新区综合组团、旅游生态宜居组团、行政文化活力组团、红木文化研发组团、跨境经济合作区进出口加工组团、跨境经济合作区商贸旅游组团、叫隘边贸组团和平而边贸组团。

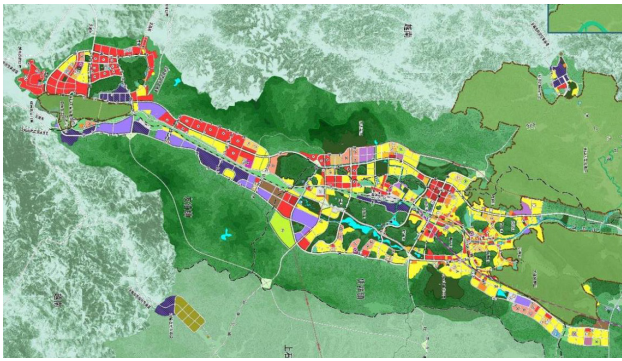


图1 凭祥市城市总体规划图

3 铁路引入凭祥地区方案研究

3.1 地区既有铁路概况

凭祥地区既有铁路为湘桂线南凭段，既有湘桂铁路从北端引入凭祥地区，从北至南纵贯全境。地区范围设有夏石、上石、凭祥北、凭祥站4个车站。其中凭祥北站为办理货运业务的中间站，凭祥站为办理客货运业务的区段站兼国境口岸站。线路出凭祥站后衔接越南同登方向。

3.1.1 地区内主要既有车站概况

凭祥地区主要车站有凭祥站和凭祥北站。

(1) 凭祥北站：车站现有到发线3条（含正线），有效长695m~699m，客运设备设有基本站台1座，站房面积320m²。站房同侧凭祥端设货物线1条，对侧为中国外运公司专用线，专用线内设装卸线3条。本站现已停办客运业务。

(2) 凭祥站

湘桂线的一个综合性客、货联运二等国境站，是我国铁路与越南铁路接轨的国家一类口岸站。站房与联检大楼于2001年合建，面积分别为4204m²和2700m²。本站主要办理本地客、货运业务及国际旅客出入境、进出口物资检验检

疫运输服务，可以办理列车接、发和调车作业。

车站到发场设到发线7条（含正线），有效长362~500m，编组场设有编组线6条，有效长634~708m；车站南北两端各设牵出线1条，有效长为510m。到发场和编组场间设有综合性货场，站房对侧设有凭祥口岸物流中心，规划总用地约400亩，内设装卸线2条。车站友谊关端右侧设有机务折返段，目前无专用线接轨。

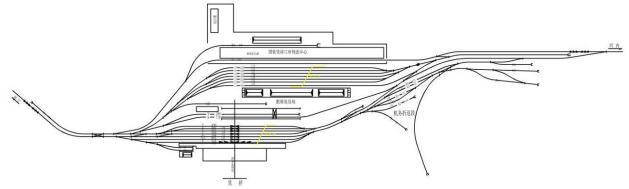


图2 凭祥站平面现状示意图

3.1.2 地区铁路存在的问题

(1) 既有线技术标准低，湘桂线工程始建于1950年10月，次年11月正式通车至凭祥国境站，1955年与越南铁路接轨联运。崇左至凭祥段至今无改扩建工程，列车通行能力低，运行时分长。

(2) 地区沿线车站设备除凭祥站于2019年翻新外，其他车站设备老旧，服务水平较低；部分车站也已停止使用。

3.2 引入凭祥地区方案比选

本线结合既有凭祥站条件、沿线敏感点分布，地形地质条件、城市总体规划情况，引入凭祥地区研究了引入既有站（方案I）和新建车站（方案II）两系列共10个站位方案。方案构成图、方案示意如图3、图4所示。

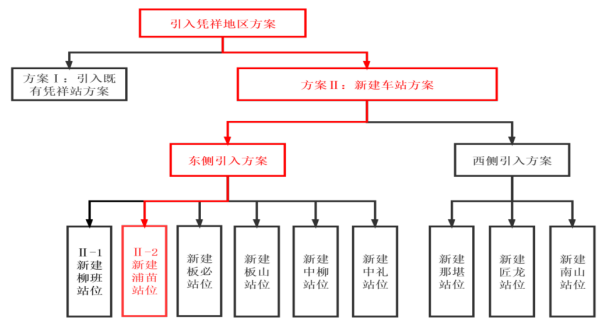


图3 引入凭祥地区方案构成图

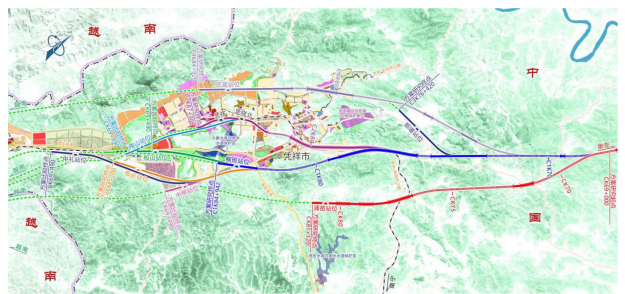


图4 引入凭祥地区方案示意图

3.2.1 方案 I：引入既有凭祥站方案

本方案线路走向沿用城市总体规划中预留的铁路通道接入既有车站，即线路经那堪后，沿既有湘桂铁路通道行进至既有凭祥北站东端往南以隧道穿越狮子山，向南前行上跨金象大道后引入凭祥站既有到发场。线路长度 31.307km。

凭祥站按横列式布置改造，车站自西向东分为高速场—普速场—调车场—货运中心，维持既有机务段不变，改建方案示意图如图 5。

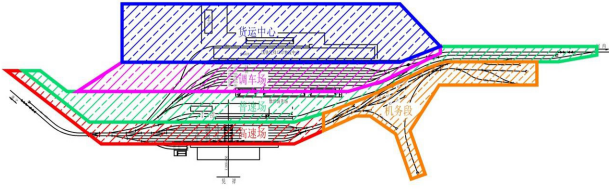


图 5 凭祥站改建方案示意图

3.2.2 方案 II：新建站方案研究

新建站根据地形地质情况，结合城市规划及各类敏感区的分布，共研究新建凭祥东柳班、浦苗、板必、板山、中柳、中礼站位，新建凭祥西匠龙、那堪、南山站位，共 9 个站位方案。

经与凭祥市多次对接和现场核对，由于涉密敏感区、用地等原因，新建车站系列方案中，西侧引入方案的新建那堪站位方案、新建匠龙站位方案、新建南山站位方案不确定因素大，研究后放弃。东侧引入方案的新建板必站位方案位于北投集团地块范围内，周边场地已完成三通一平，需要协调土地调规和置换，且该区域主要规划为仓储，距离城市居民集中区较远，研究后放弃；新建板山站位方案离城区较远，不方便城区乘客乘降，且车站夹在高速公路与物流园之间，空间较小，研究后放弃；新建中柳站位方案站位地形条件较差，且出站端穿越涉密敏感区，研究后放弃；新建中礼站位方案位于凭祥市城区南端礼茶村与中礼村内，车站周边有南友高速公路凭祥至友谊关段及在建的东环路及城区相连，距既有凭祥站 6.2 公里、距老城区中心约 10 公里，目前该地块已开发，线路与既有湘桂线距离只有 160 米，空间过窄，不满足站房及站前广场需要，研究后放弃。

因此，本次研究仅对引入既有凭祥站方案、新建浦苗站位方案和新建柳班站位方案做深入比较，比较方案示意图见图 6。

(1) 方案 II -1：凭祥东 - 柳班站位方案

本方案线路自比较起点 CK56+000 起，而后行进与城市东侧，在进站前在白云山隧道出口下穿南友高速公路，再上跨规划的东环路后进入凭祥东站，线路长度 28.942km，示意图如图 7 所示。

该站位于凭祥市东部的板透和柳班村，车站周边有南友高速公路、友谊关大道、金象大道以及在建的东环路及城区各方向相连，距既有凭祥站 2km、距城中心约 3.5km，距

市政中心 1.6km，交通方便，站位条件较好。



图 6 比较方案示意图



图 7 凭祥东 - 柳班站位方案示意图

(2) 方案 II -2：凭祥东 - 浦苗站位方案

本方案线路自比较起点起，经那堪后，在天桥上跨湘桂铁路和 322 国道，之后在白云山东侧设凭祥东站，线路长度 25.120km。该站位位于凭祥市上石镇浦苗屯西南侧，与市区有白云山相隔，距既有凭祥站 5.5km、距老城区中心约 3km，距市政中心 6km，示意图如图 8。



图 8 凭祥东 - 浦苗站位方案示意图

本方案线路短，缺点是现状交通条件不便，需增设市政配套工程。

3.2.3 主要工程数量及投资比较

主要工程数量及投资比较表如表 1。

3.2.4 优缺点比较及推荐意见

交通时间如表 2。

方案优缺点比较如表 3。

表 1 凭祥站位方案主要工程数量及投资比较表

项 目	单 位	引入既有凭祥站方案	新建柳班站位	新建浦苗站位
建筑长度	km	31.307	28.942	25.12
用地	亩	1153.1	808.1	837.1
拆迁	10 ⁴ m ²	9.21687	9.96539	2.07324
路基	土石方	10 ⁴ m ³	364.68	140.2332
	圪工	10 ⁴ m ³	11.7279	6.2991
桥涵	桥梁合计	座 - 延长米	12-12279.012	15-8840.683
隧道	隧道总长	座 - 延长米	9-13860	9-16530
桥隧总长		km	26.139	25.37
桥隧比重		%	83.4	87.6
静态主要工程投资		亿元	34.501	29.534
差额		亿元	+11.245	+6.278

表 2 凭祥站位方案交通时间对比表

项 目	单 位	引入既有凭祥站方案	新建柳班站位	新建浦苗站位
			方案	方案
居民中心（祥和广场）到站距离	km	3.6	4.7	4.1
旅行时间	公交车	min	11	13
	私家车	min	8	9

注：本次旅行时间按公交车平均速度 20km/h，自驾车平均速度 30km/h 计算。

表 3 凭祥站位方案优缺点比较表

编号	方案	优点	缺点
I	引入既有凭祥站	1、引入既有站，方便车站附近老城区居民乘降； 2、与既有站合设，有利于运营期集中管理； 3、占用城市规划用地较少。	1、接入既有凭祥站，需对车站客、货运系统重新布局，既有站改造工程大； 2、沿线及站区房屋拆迁量大； 3、车站改扩建施工期间对既有线运营干扰大，施工过渡复杂； 4、穿狮子山段线路附近分布有军事设施，线路通过对军事设施是否有影响有待进一步与相关部门协调落实，线路方案具有不确定性； 5、工程投资高。
II -1	新建柳班站位	1、站位离城区较近，与城市规划适应性较好。有多条道路与各城区相连，交通方便，方便乘客乘降，有利于吸引客流； 2、站区地形相对开阔；站区范围土地综合利用条件较好； 3、线路方案无环境、军事敏感点控制。	1、车站范围民房拆迁量大； 2、下穿南友高速公路施工对公路有干扰； 3、线路与在建东环路干扰较大。 4、拆迁难度大。
II -2	新建浦苗站位	1、拆迁量小； 2、线路长度短，工程投资省； 3、线路方案无环境、军事敏感点控制。 4、地方政府积极支持该站位方案。	1、站位处于城市规划外，城市配套工程大； 2、站位所在地地形起伏较大，地形条件差。

(3) 研究结论

综合分析，引入既有站方案受控于涉密敏感区，不确定性大；施工对运营干扰大；近期工程投资大。新建柳班站位距城区近，交通便利，且位于城市规划区中部，客流吸引能力好，但该方案涉及搬迁柳班、板透村两个较大的村庄，搬迁安置难度大。新建浦苗站位虽处于城市规划区外，城市配套工程大，但站位距离城市建成区及居民集中区约 3 公里，东面约 5km 规划有夏石工业区，既能覆盖建成区，亦能带动新区的发展，区位优势较好，近期新建线路长度短，拆迁

量小，工程投资省，地方政府积极支持该站位方案，结合建设单位及运营单位意见，推荐采用新建浦苗站位方案。

4 凭祥东至友谊关段方案研究

南宁经崇左至凭祥铁路作为我国面向东盟的形象工程，是中越高等级铁路的一部分，本项目延伸至友谊关十分必要。因此，虽本线的设计终点为凭祥东站，但为论证本线方案的合理性及保证后续延伸方案的可行性，本次研究按可行性研究深度，将研究范围延伸到了友谊关站。为确保后续方