

文章编号:1673-0291(2010)06-0001-04

客运专线不同列车控制系统共线对通过能力的影响

王俊峰

(北京交通大学 轨道交通控制与安全国家重点实验室,北京 100044)

摘要:客运专线由于运输需要、GSM-R 通信中断或部分设备故障等原因,形成不同列车控制系统共线.在高速 350 km/h 线路上同时并存 250 km/h 列车运行现象的基础上,本文按照 3 种影响模式,分析不同列车控制系统共线对列车通过能力的影响,并给出具体计算方法.提出通过提高运输组织水平、提高 GSM-R 信道 QoS 及采用增强型 CTCS-235 列车控制系统等措施,以减少对通过能力的影响.

关键词:客运专线;列车控制系统;追踪间隔;通过能力;GSM-R 中断

中图分类号:U284 **文献标志码:**A

Traffic Ability Impact Analysis About Different Train Control System on the Same Passenger Dedicated Line

WANG Junfeng

(State Key Laboratory of Rail Traffic Control and Safety, Beijing Jiaotong University, Beijing 100044, China)

Abstract: Due to transportation, GSM-R Interrupt, some equipment fault, it produces such phenomena: operating 250 km/h trains on 350 km/h high speed line and different train control system operated on the need of same passenger dedicated line (PDL). According to the three kinds of influencing modes, author analyses the impact on traffic ability of different train control system on the same PDL and presents the concrete calculating method. Measures of reducing the impact on traffic ability include the improving level of transportation organization, improving QoS of GSM-R channel, using enhancement type of CTCS-235 Train Control System, and so on.

Key words: passenger dedicated line(PDL); train control system; tracing interval; traffic ability; GSM-R interrupt

中国铁路实施跨越式发展战略,大力发展高速铁路,在铁路规划中,至 2012 年将建成 13 000 km 客运专线.中国列车控制系统(CTCS)发展也取得重大突破:CTCS-2 和 CTCS-3 为客运专线列车控制系统,CTCS-2 采用轨道电路传输列控信息,控制 200 ~ 250 km/h 列车;CTCS-3 采用 GSM-R 传输列控信息,控制 300 ~ 350 km/h 列车.在实际运行中,胶济和石太客专等采用了 CTCS-2 列控系统;京津高速铁路采用了德国西门子 ETCS-1,且与 CTCS-2 兼

容;近期开通的武广线、郑西线及在建中的京沪线采用了 CTCS-3 列控系统^[1].

在一定运输条件下,一个铁路区段一昼夜内能够通过列车数,称为该区段的通过能力.

在影响区间通过能力的因素(如:区间正线数目、区间长度、线路平纵断面、信号、闭塞设备等)和车站通过能力的因素(如:车站到发线数目与咽喉道岔的布置、牵出线数目、信号、联锁等)相对固定的情况下,列车的运行速度、追踪间隔是确定通过能力大

收稿日期:2010-04-07

基金项目:教育部科学技术研究重点项目资助(107006)

作者简介:王俊峰(1962—),男,山西五寨人,副教授,博士. email: jfwang@bjtu.edu.cn.

小的关键因素。

建设客运专线的根本目的有两个,一个是提高列车运行速度和旅客服务质量,另一个是大幅度扩大线路通过能力。而目前我国在客运专线上应用不同等级列车控制系统共线,对线路通过能力有较大的影响。特别是由于 GSM-R 通信中断的不确定性、随机性,所产生对通过能力的影响难以预测,直接导致列车晚点,对行车计划和调度指挥带来很大挑战。

鉴于上述情况,研究分析客运专线不同列车控制系统共线运行对行车效率、线路通过能力的影响,具有重要的现实意义。

1 不同列控系统共线的基本形式

1.1 客运专线列控系统共线的基本形式

1) 京津客运专线, ETCS-1 与 CTCS-2 兼容, ETCS-1 控制 350 km/h 列车, CTCS-2 是 ETCS-1 的备用方式,当 ETCS-1 设备故障时,采用 CTCS-2 降级运行。另外,按照行车计划,京津客运专线上运行着大量开往济南的列车,这些列车上仅安装了 CTCS-2 列控系统,只能按照 CTCS-2 方式运行。京津客运专线属于由 ETCS-1 控制 350 km/h 列车和由 CTCS-2 控制的 250 km/h 列车混跑的线路。

2) 武广、郑西客运专线采用 CTCS-3 列车控制系统, CTCS-3 与 CTCS-2 兼容, CTCS-3 由于 GSM-R 通信中断或设备故障,降级运行时由 CTCS-2 控制列车。现场运行数据表明,由于 GSM-R 通信中断导致 CTCS-3 切换到 CTCS-2 的现象时有发生。GSM-R 中断次数越多、中断时间越长对客运专线能力影响就越大。

3) 在客运专线线路反向行车时, 350 km/h 线路按照 CTCS-2 方式运行, 250 km/h 线路按照 LKJ2000 方式运行。

1.2 不同列控系统共线对通过能力影响模式

1) 影响模式一:为了满足铁路运输需求,根据行车计划列车上线运行,如:安装 CTCS-2 列车允许运行在 350 km/h 线路。

2) 影响模式二: GSM-R 通信中断,发生的时间是随机的,中断的次数和时间长短也难以预测。通信中断后,对列车控制系统的影响表现为:如果个别车因通信设备故障或受干扰中断通信, CTCS-3 列车控制系统车载设备立即实施制动,当列车速度降低为 250 km/h 时, CTCS-3 降级为备用模式,由 CTCS-2 控制列车,此后列车只能按照 250 km/h 进行追踪。

3) 影响模式三:如果因 GSM-R 通信故障造成

CTCS-3 地面无线闭塞中心(RBC)无法与车载设备通信,则由 RBC 控制区域内的所有列车,都只能按照降级模式,即全部按照 250 km/h 进行追踪。

2 3种影响模式对通过能力的影响

不同列控系统共线的几种基本形式实质上表现为高中速列车速度匹配的列车追踪间隔对通过能力的影响,类似于既有三显示和四显示客货混跑的情况。此外,影响通过能力的因素还包括:客运专线综合维修天窗、中间站设置、临时限速以及列车的部分监控(PS)、目视方式(OS)和机车信号模式等。

2.1 列车追踪间隔时间^[2-3]

列车追踪间隔时间 $I_{\text{追}}$ 是指同一线路、同方向相邻的两个列车运行的最小间隔时间。列车追踪间隔时间 $I_{\text{追}}$ 涉及列车在区间追踪间隔时间 $I_{\text{区}}$ 、在车站的发车间隔时间 $I_{\text{发}}$ 、到达车站的间隔时间 $I_{\text{到}}$ 及列车通过车站的追踪间隔时间 $I_{\text{通}}$ 4 种情况,需要对各部分逐点计算并取其最大值,即

$$I_{\text{追}} = \max(I_{\text{区}}, I_{\text{到}}, I_{\text{发}}, I_{\text{通}}).$$

列车在区间按照准移动闭塞进行追踪运行,准移动闭塞方式的列控系统采取目标距离控制模式(又称连续式一次速度控制)。根据目标距离、目标速度及列车本身的性能确定列车制动曲线,不必设定每个闭塞分区速度等级,采用一次制动方式。准移动闭塞的追踪目标点是前行列车所占用闭塞分区的始端。目标点相对固定,在同一闭塞分区内不依前行列车的走行而变化,而制动的起始点是随线路参数和列车本身性能不同而变化。

1) 区间的追踪间隔时间 $I_{\text{区}}$ 。

$$I_{\text{区}} = 0.06 \frac{L_{\text{区}}}{v_{\text{运}}} = 0.06 \frac{l_{\text{列}} + l_{\text{分区}} + l_{\text{防}} + l_{\text{制}}}{v_{\text{运}}} + t_{\text{附}} \quad (1)$$

式中: $l_{\text{列}}$ 为列车长度, m; $l_{\text{分区}}$ 为闭塞分区长度, m; $l_{\text{防}}$ 为列车安全防护距离, m; $l_{\text{制}}$ 为车载 ATP 形成的制动模式曲线区域长度, m; $v_{\text{运}}$ 为前后列车追踪间隔距离内列车平均运行速度, km/h; $t_{\text{附}}$ 为包含信号系统应变时间及司机确认目标距离和速度变化的时间, min。见图 1。

2) 到达车站间隔时间 $I_{\text{到}}$ 。

$$I_{\text{到}} = 0.06 \frac{L_{\text{到}}}{v_{\text{运}}} = 0.06 \frac{l_{\text{列}} + l_{\text{分区}} + l_{\text{防}} + l_{\text{制}}}{v_{\text{运}}} + t_{\text{到作}} + t_{\text{司}} \quad (2)$$

其中: $t_{\text{到作}}$ 为车站办理列车到达作业时间, min; $t_{\text{司}}$ 为司机确认目标时间, min。根据实际检算,通常情况 $I_{\text{到}}$ 在 4 个追踪间隔中起决定作用,即 $I_{\text{追}} = I_{\text{到}}$ 。

计,对应列车安全追踪间隔 16 000~19 200 m,达到 350 km/h 列车控制目的.闭塞分区长度、传输信

息量和列车安全追踪间隔,如表 1.

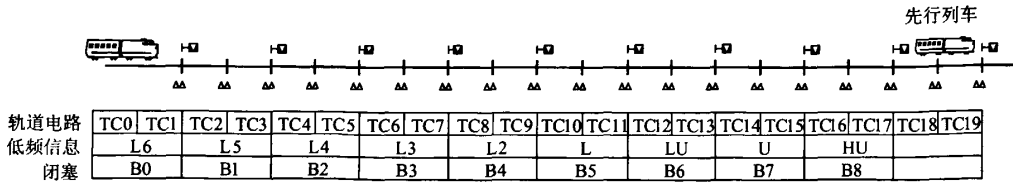


图 3 闭塞分区及应答器设置示意图

Fig.3 Settings of block section and balise

表 1 闭塞分区长度、传输信息量和列车安全追踪间隔

Tab.1 Length of block section, transmission information content and safe following operation distance

内 容	CTCS-2 系统	CTCS-3 系统	CTCS-235 系统
行车许可信息	轨道电路追踪码序: L5、L4、L3、L2、L、LU、U、HU 即 8 显示	GSM-R 传输的行车许可信息 MA	轨道电路追踪码序: L6、L5、L4、L3、L2、L、LU、U、HU 即 9 显示
最大可预告的空闲闭塞分区个数	7 个	可足够多,一般不超过 15 个	8 个
构成闭塞分区轨道电路数量/个	1	2	2
闭塞分区长度/m	1 200~1 500	2 000	2 000~2 400
列车安全追踪间隔/m	8 400~10 500	> 13 500	16 000~19 200
无源应答器设置	客专 C2 每 2 个闭塞分区设置 2 个;既有线 C2 每 2~3 个闭塞分区设置 1 个	每个闭塞分区设两组,每组 2 个	每个闭塞分区设两组,每组 2 个

4 结论

不同列车控制系统共线,在高速 350 km/h 线路上开行 250 km/h 列车,对区段列车通过能力的影响很大,设计的 350 km/h 线路不能充分发挥运能,导致资源浪费.由于 GSM-R 通信中断导致列车控制系统 CTCS-3 转 CTCS-2 现象时常发生,通信中断的不确定性、随机性,所产生对通过能力的影响难以预测,对行车计划编制和调度指挥带来很大挑战.本文按照 3 种影响模式对列车通过能力的影响分析设计了计算方法,并提出减少影响力的具体措施,对提高高速铁路运行调度能力,充分发挥高速铁路的运力资源具有重要的借鉴意义.

参考文献:

- [1] 王俊峰,王化深,汪希时,等.一种新型 CTCS-2 级列车控制系统研究[J].铁道学报,2008,30(1): 109-112.
WANG Junfeng, WANG Huashen, WANG Xishi, et al. Research on A New Type of Train Control System CTCS-Level2[J]. Journal of the China Railway Society, 2008,

30(1): 109-112. (in Chinese)

- [2] 张曙光. CTCS-3 级列控系统总体技术方案[M].北京:中国铁道出版社,2008.
ZHANG Shuguang. Overall Technical Scheme of CTCS-Level3 Train Control System[M]. Beijing: China Railway Publishing House, 2008. (in Chinese)
- [3] 傅世善. 闭塞与列控[M].北京:中国铁道出版社,2008.
FU Shishan. Blocking and Train Control[M]. Beijing: China Railway Publishing House, 2008. (in Chinese)
- [4] 铁道部运输局. 既有提速 200 km/h 行车组织[M].北京:中国铁道出版社,2006.
Transportation Bureau of MOR. Organization of Train Operation for Speed Acceleration 200 km/h in Existing Line [M]. Beijing: China Railway Publishing House, 2006. (in Chinese)
- [5] 王化深,王俊峰. 200~350 km/h 列车运行控制系统关键技术研究[J].铁道学报,2008,30(5): 122-126.
WANG Huashen, WANG Junfeng. Research of the Key Technology About Train Control System Used 200~350km/h [J]. Journal of the China Railway Society, 2008, 30(5): 122-126. (in Chinese)