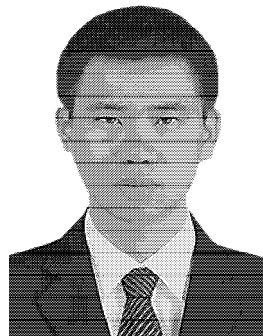


研
究
开
发

IATP 后备模式下环线 速度码的分布及研究

杨海鹏, 宋 岩

(北京南车时代信息技术有限公司, 北京 100070)



作者简介: 杨海鹏(1987-), 男, 硕士, 现从事联锁应用软件设计。

摘 要: 鉴于目前在建及拟建的城轨交通项目中, 信号系统绝大多数采用基于通信移动闭塞列车控制(CBTC)系统以及大部分城市的CBTC系统都考虑了适当的后备模式, 在结合具体工程实践的基础上, 对IATP(Intermittent Automatic Train Protection)后备模式下速度码的分布及各种失效模式下对速度码的影响进行了深入研究, 给出了速度码的分布方案并对其进行了详细设计。通过对速度码安全性分析, 结果表明该方案满足设计要求。

关键词: IATP; 防护原理; 环线; 速度码; 失效模式; 城轨交通

中图分类号: U231; U298.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-128X(2014)01-0048-04

Distribution and Research of Loop Speed Codes under IATP Fallback Mode

YANG Hai-peng, SONG Yan

(Beijing CSR Times IT Co., Ltd., Beijing 100070, China)

Abstract: Aim to the present condition that signal system for urban rail transits project mostly was based on moving block train traffic control system (CBTC) and appropriate fallback mode was taken into consideration for the CBTC systems in most cities, distribution principle of speed codes and speed codes changes in case of various failure modes under IATP fallback mode was studied with specific engineering practice, and detailed design was carried on for speed codes distribution scheme. With analysis of speed codes safety, the scheme was proved satisfy the design requirements.

Keywords: IATP; protection principles; loop; speed codes; failure mode; urban rail transit

0 引言

后备模式是城市轨道交通信号系统在设备故障或无线通信断开时降级运行、保持一定运营秩序的一种手段, 也是保证故障列车安全退出运营的一种技术保障^[1-2]。在国内城轨交通CBTC信号系统项目中, 开通初期无线通信不能及时调试完成、开通后通信中断或者信号系统在部分设备故障时, 后备模式均作为保持一定运营水平和安全防护的手段。

长沙轨道交通2号线(以下简称2号线)一期工程信号系统由株洲南车时代电气股份有限公司和英维思铁路集团提供, 工程范围为: 全长22.08 km的正线及辅助线路、1座控制中心、19座正线车站、1座黄兴车辆段及综合基地、16列初期配属车、培训中心、维修中心、试车线。

株洲南车时代电气股份有限公司和英维思铁路集团为2号线提供的后备系统是基于点式环线的点式ATP系统, 通过利用计轴实现占用检测, 采用固定应答器(无源信标)传输线路数据(前方闭塞分区的长度等)到列车, 采用5~10 m的点式环线传输可变信息(速度码, 含前方闭塞分区的入口和出口速度), 实现了IATP后备模式。

1 IATP 后备模式防护原理

点式ATP设备分为地面设备与轨旁设备, 信号通信过程如下:

①TCOM模块接收来自联锁VLM的信息, 生成振幅键控信号, 并提供给点式ATP环线发送器;

②点式ATP环线发送器将TCOM产生的振幅键控信号调制成移频键控(FSK)信号并发送至轨旁环线馈电单元(LFU);

③环线馈电单元(LFU)通过电阻箱RB将信号发送至点式ATP环线。点式ATP环线发送器至轨旁接线盒的可支持的最大距离为2.5 km。

点式ATP环线设备如图1所示。

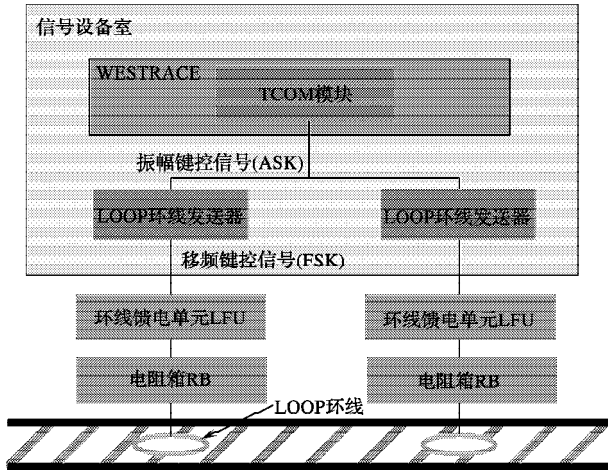


图1 IATP 环线设备示意图

长沙2号线WESTRACE联锁与点式ATP环线之间存在接口。在CBTC运行模式不可用情况时,车载ATP系统通过接收安装在线路上的点式ATP感应环线和APR信标所传送地面的速度和授权运行距离控制的信息,可以控制列车的运行。在IATP模式下,联锁通过本接口向环线提供速度码信息。

IATP环线传送的速度码根据所有可能的最大安全速度和目标速度组合进行编码。发送的移频键控(FSK)信号包含了一组在音频频段内的载波信号和低频调制信号。该移频键控(FSK)信号对应一个载波频率,它代表了一个最大安全速度/目标速度组合。

IATP环线使用到8种载频。上行和下行各采用3个频率并按照交替方式使用,剩下的2个频率用于道岔和道岔分叉区域(变轨轨道)等场合。这种分配是为了避免相互间的串扰。

载频的分布如图2所示。

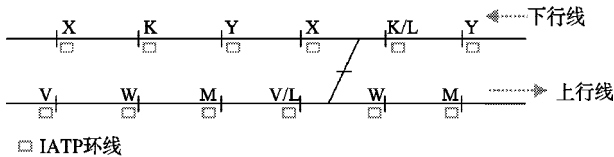


图2 载波频率模式示意图

图2中频段V、W、M用于上行线,频段K、X、Y用于下行线。频段L和Z用于道岔分叉处,并建立一个新的排列序列。这样可以削弱从一个轨道到另一个轨道的干扰,如表1所示。

2 IATP环线和接口硬件

IATP环线布置在每个区段的开始处紧挨着计轴磁

头,该环线传输信息至车载ATP设备。传输的信息的内容决定于前方区段的占用状态。如果前方区段被占用,IATP将不会授予列车前进方区段的移动授权。如果当前一辆列车处于点式ATP运行控制模式下,该列车将会被阻止进入前方被占用的区段。如果前方区段是空闲的,感应环线将传输一个速度码至车载ATP。同时APR信标将会传送给车载ATP前方可运行的距离值,便于车载ATP系统计算“速度—距离”曲线。环线传送的速度码中包含了将要进入的区段所允许的最大速度和目标速度。

IATP环线有以下3个特点:①成熟可靠,点式ATP环线系统结合WESTRACE计算机联锁系统,已经在多条地铁中投入使用,系统运行稳定可靠。②传输可靠,点式ATP环线长度是根据车辆经过环线时运行最大可能速度设计的,从而保证了车辆可靠地接收信号。③维护简单,点式ATP环线具有在线自检功能,如果出现断线等其他故障时,点式ATP环线可以通过周期性自检操作判断出故障,从而便于维护人员故障检修。

接口硬件包括室内设备和室外设备。室内设备有FS2550发送模块(信号设备室)、Cable连接线缆,室外设备有环线馈电单元(LFU)、电阻箱(RB)、Cable连接线缆。

3 IATP 速度码分布

3.1 速度码表

对于每种载波最多有14种速度码组合(最大安全速度/目标速度)。速度表如表2。

表2 速度表

速度范围	速度码
M1	80/80
M2	80/55
M3	reserve
M4	55/55
M5	55/35
M6	55/20
M7	reserve
M8	35/35
M9	35/20
M10	35/0
M11	20/20
M12	20/0
M13	0/0
M14	0/0S

除“S”码(0/0S)外,其他所有速度码都可应用于下个轨道区段。车载设备在读取到“S”码后将立即作出反应。

当环线天线读到一个0/0码,列车进入下一个轨道区段前,车载设备不会使用紧急制动。如果列车停在0/0码环线位置,则车载设备将不允许列车移动。

如果环线天线读取到了0/0S码,车载设备立即执行紧急制动,列车将停车。

速度码中的最大安全速度等于或高于列车之前读取的速度码,在现场环线天线读取到该码后会立即生效,这时目标速度也会生效,如图3所示。

当速度码中的最大安全速度低于列车之前读取的速度码时,直到环线天线不再接收速度码时才生效。这时,最大安全速度MSS=目标速度TS,如图4所示。

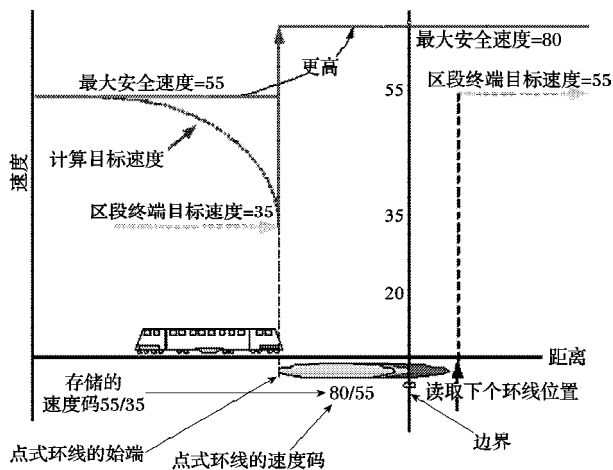


图3 速度码中高于或等于之前读取到的速度码

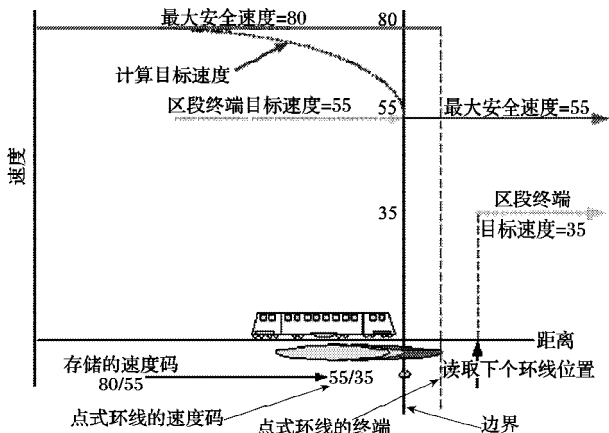


图4 速度码低于之前读取到的速度码

3.2 正常进路中的速度码

当进路设置后,一个顺序的IATP码会发送到进路中对应的每个环线上。轨道区段最高允许速度取决于可用的制动距离和轨道参数。如图5所示。

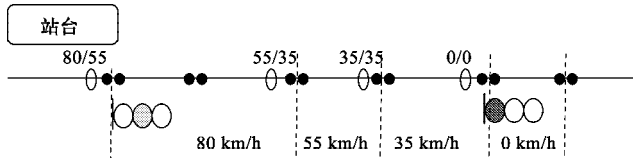


图5 正常进路速度码

3.3 引导进路中的速度码

当一条引导进路设置后,引导进路中所有环线传输0/0速度码。运行在IATP模式下的列车不能进入引导进路。为了进入引导进路,司机必须将车载设备的工作模式切换到RM模式。如图6所示。

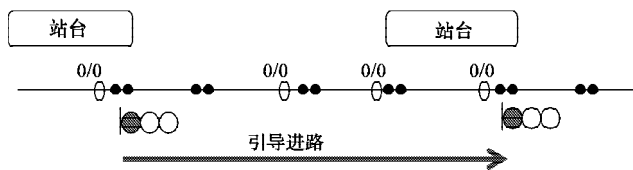


图6 引导进路速度码

3.4 反向进路设置时的速度码

若一条进路上存在反向IATP环线,在进路设置后,通过将反向IATP环线传输通道上串接的继电器断开,

不再向环线发送任何速度码,避免列车收到反向速度码,如图7所示。

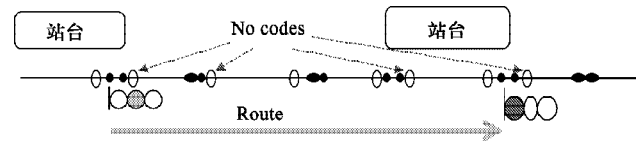


图7 反向进路速度码

进路中最远端区段对应的环线速度码取决于保护区段的长度。如果保护区段比较短,速度码必须降低。

比如,对于梯度0‰和150 m的保护区段,与站台相关的速度码的最大安全速度是35 km/h。如果仅有80 m的保护区段(望城坡站),速度码的最大安全速度必须降到20 km/h。

3.5 各种模式对速度码的影响

正常情况下,进路已经设置。进路中存在的命令和故障模式包括:逐段解锁、轨道占用、道岔故障、信号机管制、没有设置并锁闭进路、激活ESB、PSD检测为打开状态、激活站台HOLD命令、激活站台SKIP命令、AFG检测为关闭状态、接近解锁、进路开放引导进路。环线速度码会根据这些命令和故障模式的改变而变化。下面将分别介绍每种情况对码位的影响。

1) 逐段解锁

如果进路已经设置,并且列车从接近区段逐段进入到排好进路的区段,当列车不占用当前轨道区段时,该轨道区段出清。当列车移动到进路最后一个区段时会停止,10 s后最后一个环线的速度码从0/0变为0/0S,又10 s之后,进路及保护区段会被释放。

2) 轨道占用

如果进路已经设置,并且列车占用进路上任何一个轨道区段时,速度码会根据轨道的占用情况而变化,若进路上没有轨道区段占用,速度码会变回正常的码位。

3) 道岔故障

如果进路已经设置,并且在进路中存在道岔,当道岔失效时,道岔前对应的环线会变为传输0/0S速度码。

4) 信号机管制

如果进路已经设置,并且信号机处于管制状态,该信号机前对应的环线会传输0/0速度码。

5) 没有设置并锁闭进路

如果进路已经设置,并且有进路没有设置或锁闭,该信号机对应的环线会传输从0/0到0/0S的码位。

6) 激活ESB

如果进路已经设置,并且ESB被激活,该ESB对应的环线会传输0/0S的码位。

7) PSD检测为打开

如果进路已经设置,并且PSD没有检测到关闭状态,该PSD对应的环线会传输0/0S码位。

8) 激活站台 HOLD 命令

如果进路已经设置, 并且激活 HOLD 命令, 该 HOLD 对应的环线会传输 0/0 码位。

9) 激活站台 SKIP 命令

如果进路已经设置, 并且激活 SKIP 命令, 该 SKIP 对应的环线将保持原来的码位。

10) 激活 AFG 命令

如果进路已经设置, 并且激活 AFG 命令, 该 AFG 对应的环线会传输 0/0S 码位。

11) 接近解锁

如果进路已经设置, 并且解锁进路, 该信号机对应的环线会立即从原来码位变为 0/0, 然后会从 0/0 变为 0/0S。

12) 进路开放引导进路

如果进路已经设置, 并且设置引导进路, 该信号机对应的环线会传输 0/0 码位。

4 结语

IATP 后备模式为 CBTC 系统的降级备用模式, 后

备模式的设置, 增加了 CBTC 系统的安全性、完整性、通用型和灵活性。环线速度码的分布是后备模式下的重要特征, 通过了解环线发送速度码的原理及各种轨道元素故障对速度码的影响, 更好地保证了信号系统的安全性和可靠性^[3-7]。

参考文献:

[1] 董波. 浅谈 CBTC 信号系统后备模式的分类及其应用[J]. 铁道通信信号, 2013, 49(3): 44-47.
[2] 张琼燕. 基于无线通信的列车控制系统下后备模式的选择与应用[J]. 城市轨道交通研究, 2012(7): 33-36.
[3] 刘剑. 城市轨道交通移动闭塞系统后备模式的研究[D]. 北京: 铁道科学研究院, 2005.
[4] 汪小勇. 浅谈点式信号系统[J]. 铁道通信信号, 2011, 47(6): 15-16.
[5] 何成才, 杨海. CBTC 系统中移动闭塞与后备模式追踪间隔研究[J]. 西南交通大学学报, 2012, 47(3): 446-450.
[6] 吕浩炯, 李 辉. 基于点式信息传输的 LKJ 系统控制模式在城市轨道交通中的应用研究[J]. 机车电传动, 2013(2): 56-59.
[7] 吴金水, 唐国平. ATO 系统在城际客运专线列控系统的应用探讨[J]. 机车电传动, 2012(5): 76-78.

(上接第 40 页) 350 km/h 高速动车组换气装置国产化 后满足技术要求, 能实现与进口件完成对等互换。

表1 型式试验报告数据对比

对比项目	技术要求	进口件	国产件
换气装置性能	最大风量 28.4 m ³ /min	最大风量 28.4 m ³ /min	在满足技术要求条件下风量最大可调到 30 m ³ /min
气密试验	在装置内加压 8 kPa 空气压力 30 s, 确认箱体无异常	在装置内加压 8 kPa 空气压力 30 s, 确认箱体无异常	在装置内加压 12 kPa 空气压力 30 s, 确认箱体无异常
振动冲击试验	参照 GB/T 21563 — 2008	采用 JIS 标准	参照 GB/T 21563 — 2008
噪声试验	小于 95 dB (A)	最大 82 dB (A)	最大 83 dB (A)
形状和尺寸检查	接口	与接口一致	与接口一致
质量	装置主体: 小于 265 kg 逆变电源: 小于 100 kg	装置主体: 256 kg 逆变电源: 92 kg	装置主体: 244 kg 逆变电源: 95 kg
振动加速度值	最大 0.15g(RMS)	最大 0.084g (RMS)	最大 0.09g (RMS)
外壳防护等级试验	低于标准《GB 4208 — 2008 外壳防护等级 (IP 代码)》IPX5	低于标准《GB 4208 — 2008 外壳防护等级 (IP 代码)》IPX5	满足标准《GB 4208 — 2008 外壳防护等级 (IP 代码)》IPX5

4 结语

通过对 350 km/h 高速动车组用换气装置国产化, 完成了样机和相关型式试验, 目前正在等待装车考核, 该项技术填补了国内在此项速度级上完全自主研发换气装置的空白, 并能缩短制造采购周期。国产化后 350 km/h 高速动车组用换气装置在重量、检修、价格上也有明显优势。该装置每节车箱需安装一套, 市场前景大, 具有很大的经济效益和社会效益。

参考文献:

[1] 于庆祯, 李锋. 电气设备机械结构设计手册[M]. 北京: 机械工业出版社, 2005: 420-599.
[2] 任广强. 高速动车组新型压力控制装置[J]. 机车电传动, 2012(6): 12-14.
[3] GB/T 21563—2008 轨道交通 机车车辆设备冲击与振动试验[S]. 北京: 中国标准出版社, 2008.
[4] GB/T 1236—2000 工业通风机用标准化风道性能试验[S]. 北京: 中国标准出版社, 2001.
[5] GB 4208—2008 外壳防护等级 (IP 代码)[S]. 北京: 中国标准出版社, 2009.

