

闭塞与列控概论

第八讲 主体机车信号的标准与实施

(北京全路通信信号研究设计院 傅世善)

1 主体机车信号系统的标准

一般来说,列车速度超过160km/h后,司机就难以及时准确辨认地面信号的显示,所以要求机车信号成为主体信号。

装备CTCS2级列控系统后,原来的机车信号信息作为提供目标距离的列车移动许可凭证。

过去全国各路段由于所用的机车信号低频信息定义不一致,由于机车交路短,机车信号又不是主体信号,所以没引起足够的重视。提速后,直达、快速列车增加,机车交路加长,要求机车信号成为主体信号的呼声强烈,机车信号低频信息定义的不一致,会引起危险和不便。

《机车信号信息定义及分配》的行业标准“TB/T3060-2002”于2002年颁布,统一了机车信号低频信息定义,这是机车信号作为主体信号的前提,目前全路除京广线外,机车信号低频信息定义基本实现了统一。调整和改造机车信号低频信息定义是要付出一定代价的,亡羊补牢当然是必要的,但又一次体验了标准先行的科学性。

铁道部又以科技运函[2004]114号文发布了《主体机车信号系统技术条件(暂行)》。进一步明确和补充了主体机车信号的信息定义,使其更符合200km/h区段CTCS2级列控系统的需求。

至此,主体机车信号的信息定义统一和明确了:在160km/h区段三、四显示自动闭塞中的运用;在200km/h区段CTCS2级列控系统中的应用;如要发展在350km/h区段CTCS2级列控系统中的应用,也只能在不影响前两者的前提下作适当调整。

《主体机车信号系统技术条件(暂行)》对主体机车信号系统的定义术语、总则、地面设备、车载设备、可靠性和安全性等作了明确的规定。指出:作为行车凭证的主体信号机车信号,是由车载信号和地面信号设备共同构成的系统,必须符合故障导向安全原则,具有高安全、高可靠的性能。

2 主体机车信号的实施

长期以来,由于原有机车信号系统的安全性与可靠性差,时有断码与干扰的现象发生,甚至偶有信号升级现象出现,所以一直不敢确认机车信号为主体信号。经系统分析,认真做了以下几方面的改进工作,构架起主体信号机车信号系统。

2.1 提高轨道电路的安全性与可靠性

经实际运用总结和理论分析,充分肯定了技术引进的法国UM71无绝缘轨道电路具有整体结构上的优势,它体现在抗干扰性能好、传输特性强、系统稳定可靠、有断轨检查等重要技术指标上。经技术引进UM71无绝缘轨道电路已经实现了国产化。

ZPW-2000A型无绝缘轨道电路是在法国UM71无绝缘轨道电路技术引进、国产化基础上,结合国情进行了再开发。ZPW-2000A型无绝缘轨道电路具有以下特点:

(1)保持了UM71整体结构上的优势,系统稳定可靠。

(2)利用调谐区资源,采用数字信息处理技术突破了同类系统没能解决的四大安全技术难题,满足了信号控制系统对基础设施高安全性的要求:对调谐区设为短小轨道电路,进行断轨检查,实现了轨道电路全程断轨检查;实现对调谐单元断线故障的检查,防止设备故障后信号越区传输;设置了短小轨道电路,减少了调谐区分路死区,分路死区小于5m;发送器及接收器均采用双CPU电路,实现自检和互检,设备对载频、低频和幅度三个特征进行检测或判断,实现对拍频干扰的防护。

(3)应用计算机仿真技术对传输通道参数的优化设计,结合对国产新型铁路内屏蔽数字信号电缆的同步开发,提高了轨道电路传输性能,使轨道电路长度较国外同类产品提高了67%到87%,电缆传输长度提高了33%,从而提高了系统技术性能价格比,降低工程造价。

(4)系统中发送设备采用N+1冗余,接收设

备采用成对双机并联冗余运用,大幅度提高系统可靠性。

(5) 轨道电路调整按固定轨道电路传输长度与允许最小道碴电阻方式进行,既满足了 $1\ \Omega \cdot \text{km}$ 标准道碴电阻、低道碴电阻最大传输长度要求,又为一般长度轨道电路最大限度提供了调整裕度,提高了轨道电路工作稳定性。

(6) 采用长钢包铜引接线取代 75mm^2 铜引接线,利于维修。

经过审查,具有自主知识产权ZPW-2000A无绝缘轨道电路较其它移频轨道电路制式,在安全性和可靠性方面有明显提高,可以作为主体机车信号系统的轨道电路,于是大力推广,第5次铁路大提速信号改造工程中拆除了原有4信息的有绝缘轨道电路,一律采用了ZPW-2000A型无绝缘轨道电路。

2.2 车站闭环电码化

(1) 为了满足主体化机车信号的需求,车站轨道区段电码化要解决以下几个问题:

1) 站内轨道区段过去采用叠加发码方式,为保持机车信号信息时间上的连贯性,后有改为预叠加发码方式的。但无论是叠加发码或预叠加发码方式,总是两层皮,平时发码方式系统故障得不到检查。

2) 相邻股道或咽喉区可能存在同频信息串扰,易造成机车信号干扰,甚至产生显示升级。

3) 站内轨道区段过去只设计正线电码化和股道电码化,道岔区段的侧线是没有电码化的。有时过机械绝缘节或短小轨道区段时容易丢码。要保持机车信号信息空间上的连贯性。

4) 接发车时,需要自动切换载频。

(2) 车站闭环电码化方式较好地解决了上述问题。

1) 站内电码化载频频谱的排列

利用数字处理技术能精密正确识别载频的技术特点,将原有的载频1700、2000、2300、2600Hz采用加1.3Hz和减1.4Hz的方法,分别变成1700-1、1700-2等8种载频,从而可以实现站内股道或咽喉区纵向和横向相邻轨道电路载频频谱的交错排列,有效防止同频信息串扰。

2) 站内电码化的检测

车站每条正线分为接车进路、正线股道、发车进路三个发码区,分别由三个发送盒发码,采用N+1的方式备用1个。设低频27.9Hz为检测码,

平时对各发码区段的传输通道及设备进行检测。当接、发车进路的各区段未被车列占用,检测盘未收到检测码时,可判断为传输通道或设备故障,系统提供故障报警,必要时可关闭防护该进路的信号机。

3) 站内电码化载频的自动切换

列车仅在经道岔侧向接、发车时进行载频的切换,直向通过车站时不进行载频的切换。例如,办理股道弯进时接车进路,在机车信号收到UU码后又断码的基础上,列车压入股道发送2s载频为-2的25.7Hz的转频码,然后发送相应信号显示的低频码。车载信号设备在收到UU码后又断码的基础上,接收到转频码就自动切换到相应的载频。

4) 站内无码区的锁频

目前既有铁路上,咽喉区经道岔弯股的进路是不电码化的,无码区就更容易收到串扰码。车站闭环电码化方式采用了如下的逻辑:车载信号设备在收到UU码后又断码的基础上,将一直搜索25.7Hz的转频码,如果未找到25.7Hz的转频码,则不能接收其它的低频信号。如此就能有效地实现站内无码区的锁频,防止收到串扰码。

2.3 保持机车信号连续性的措施

保持机车信号连续性,如有必要可采取以下措施。

(1) 在绝缘节处信息连续性

对于地面为机械绝缘节的轨道电路,在绝缘节处,由于受轨道连接线和机车接收线圈的安装位置的限制,在绝缘节两边均有一小段实际上机车线圈收不到或收不到足够的机车信号信息,从而造成车载设备接收的盲区。轨道电路的钢轨连接线与钢轨相连时,需要躲开鱼尾板一定的距离,其距轨缝约0.6~0.8m,而机车接收线圈距第一轮对的距离最大可达1m。因此,接收盲区约为1.6~1.8m。为了克服这一盲区引起的机车信号信息的中断,应对轨道电路的钢轨连接线的安装方式可进行特殊处理,如图1所示。

(2) 道岔跳线和弯股跳线的连接

为了简化道岔区段轨道电路结构和确保机车信号接收线圈下钢轨内车载信号信息的连续性,应对轨道电路的“道岔跳线”和道岔的弯股部分可采取如下措施:

1) 对“道岔跳线”可进行“交叉换位”,如图2所示。

TTCI 和 FRA 建立列车控制试验台

美国运输技术中心 (TTCI) 和联邦铁路管理局 (FRA) 正在美国科罗拉多州 (Colorado) 普韦布洛市 (Pueblo) 的铁路试验中心建立通信和列车控制试验台, 此举将避免与在运行的铁路上测试新系统相关的一些问题。

如果您的铁路或项目开发队正在考虑是否实施新的通信系统、基于通信的应用系统或列车控制系统, 您可能会在实行一个特别的系统或配置之前, 有需要解答的问题或需要确认的理念。在诸多选项中总有取舍, 您如何解决这些令人关注的问题, 如何对确信节省成本方法的取舍进行评估? 有许多通过模拟和实验室测试确定最佳解决方案的方法, 从对光谱一端进行分析一直到试点安装。

尽管各种分析方法的出发点是好的, 但在解决复杂的系统问题时, 这些方法的能力通常是有限的。模拟容许较复杂的模型制造, 但却通常把各种细节省略掉——其中有些细节很可能是非常重要的

——因为通常不可能对所有的变量进行模拟。实验室测试一般没有物理动态、地理分布和与现场设备接口的尺寸。在运行的铁路线上进行反复试验和测试是一种昂贵的确定是否已经选择了正确的系统和配置的方法, 而同时运营列车和来自运营列车的干扰也是一个问题。

这些方法的融合通常对确定解决特殊问题的最佳系统是必要的。尽管美国运输技术中心已经运用了所有这些方法, 但我仍然要对在现场使用试验台进行测试的问题进行强调, 试验台反映物理和气候环境, 无需考虑运营铁路的环境。

美国运输技术中心和联邦道路管理局正在共同实施四期项目项下的试验台工作, 以使承担得起和可控制测试能在实际铁路环境中进行。通信试验台已经完成, 被称作列车绝对控制使用基于通信的列车控制 (CBTC) 系统的列车控制试验台正在使用中。随后将对 PTC 扩能, 还将增加其它通信和列

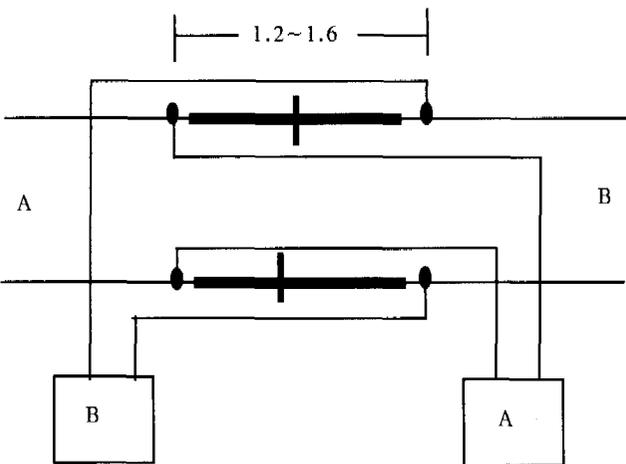


图 1

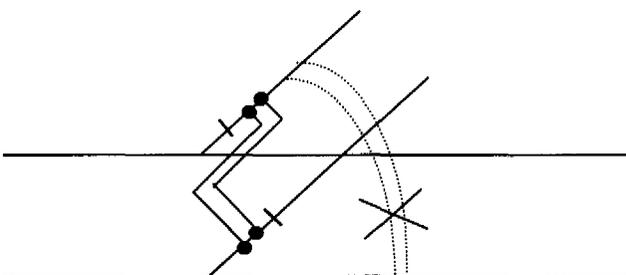


图 2

2) 对道岔的弯股部分可采取间隔一定的距离与直股进行并联。

(3) 保持足够的信息量

机车信号信息不仅要保证其连续, 而且还必须保证有足够的量, 即机车信号接收线圈下钢轨内的电流必须处处大于机车信号最低的动作电流。考虑到机车在道岔区段内运行时, 存在机车信号接收线圈单线圈接收的情况, 要求机车信号运行于机车信号接收线圈单线圈接收地段时, 其单线圈下钢轨内或道岔跳线内的电流大于机车信号最低动作电流的两倍。

告 读 者

《闭塞与列控概论》在本刊“知识讲座”连载后, 蒙读者欢迎, 经作者整理、加工、补充后, 已由中国铁道出版社于今年3月出版。本刊连载将于十讲结束。