

4752~4755

关于四显示进枢纽的探讨

北京全路通信信号研究设计院 傅世善

1. 四显示进枢纽的困惑

1.1 目前设计四显示自动闭塞时一般都不进枢纽,其原因如下:

(1) 四显示自动闭塞区段和其他区段的信号显示意义是有不同的,而枢纽是若干条铁路线交汇点,若枢纽内改成四显示的方式,则其他区段的机车信号定义要改,可能信息量不够,也可能车载设备要改,这会增加投资;司机及其他铁路员工概念要改,涉及面会加大。

(2) 枢纽内由于条件所限,信号机间距离一般较近,以往在站内没有一条对于信号机间距离的正面规定,只有一条信号机间距离不满足制动距离时要求降级显示的规定,这原有的规定显然对提速不大适应,而调整信号机间距离是不容易的。

1.2 四显示进枢纽的问题已急需解决

四显示不进枢纽,枢纽行车速度提不高,点线能力不协调,最终会影响四显示提速区段能力的发挥。

提速的区段越来越多,甚至单线非自动闭塞区段也在提速,枢纽内的原有信号显示方式越来越不适应形势的发展。

四显示和其他区段信号显示的意义应该统一,四显示进枢纽的问题急需解决。

1.3 四显示和其他区段信号显示意义的不同

提速后采用了四显示自动闭塞,用两个闭塞分区来满足制动距离的要求,强化了信号显示的速度意义,四显示自动闭塞区段和其他区段的信号显示意义是有不同的。

第9版《技规》修订时强调小改,由于当时采用四显示自动闭塞的区段局限在四大干线,为了方便广大非四显示自动闭塞的区段的

职工学习和执行,把四显示自动闭塞的信号显示条款单独列出,采用了三显示和四显示自动闭塞分开定义的方式。

四显示和其他区段信号显示意义的不同参见“进站信号机的显示比较表”。

1.4 信号机间距离应满足制动距离要求

《技规》第9版和《信号设规》明确了信号显示与速度、距离的关系,适应了提速的形势,确保行车安全。一架信号机的开放,应保证按照信号机显示的速度意义进入,来得及在下一架信号机前降至规定的速度或停车,这就是说要求信号机间有一定的距离。

在站内没有一条正面的对于信号机间距离的规定,只有一条信号机间距离不满足制动距离时要求降级显示的规定,即《技规》第66条:“特殊地段,因条件限制,同方向相邻两架指示列车运行的信号机间的距离小于制动距离时,按下列方式处理:

(1) 在列车运行速度不超过120km/h的区段,当两架信号机间的距离小于400m时,前架信号机的显示,必须完全重复后架信号机的显示;当两架信号机间的距离在400m及其以上,但小于800m时,后架信号机在关闭状态时,则前架信号机不准开放。

(2) 在列车运行速度超过120km/h的区段,两架有联系的信号机间的距离小于规定级差的制动距离时,应采取必要的降级或重复措施”。

以往因为列车实际速度低,最高速度实际并未达到120km/h,制动距离小于800m,大站的通过列车也少,所以执行上述规定后并无实际问题。

但随着提速和其他情况的变化,就不一样

了：有超过 120km/h 的区段或列车实际速度已达 120km/h；根据实际试验和计算，采用高磷铸铁闸瓦的普通客车 120km/h 的紧急制动距离达 1100m，满足 800m 紧急制动距离的速度是 110km/h；旅客列车从 14 辆扩编到 20 辆，制

动空走时间从 3s 延长到 3.5~4s 要影响制动距离 15~30m。所以原来信号机间的距离可能就满足不了制动距离要求，执行《技规》第 66 条是有困难的。

进站信号机的显示比较表

	非四显示区段	四显示区段	差异点	统一方案
绿	进直出直，通过车站 $v_{绿} / v_{绿}$	进直出直，三个分区空闲 $v_{绿} / v_{绿}$	①两个与三个 ②通过与不一定	进直出直，三个分区空闲 $v_{绿} / v_{绿}$
黄	注意信号，一个分区空闲或正线准备停车 $v_{黄} / 0$ 或 $v_{黄}$	限速信号，一个分区空闲或正线准备停车 $v_{黄} / 0$ 或 $v_{黄}$	①注意与限速	注意限速，一个分区空闲或正线准备停车 $v_{黄} / 0$ 或 $v_{黄}$
绿、黄	站内专用前方进路信号开放 $v_{绿} / v_{黄}$ 或 $v_{黄}$	注意信号两个分区空闲 $v_{绿} / v_{黄}$	①站内专用与注意信号	注意信号两个分区空闲 $v_{绿} / v_{黄}$
双黄	道岔开通侧向 $v_{黄} / 0$ 或其它	道岔开通侧向 $v_{黄} / 0$ 或其它	无	道岔开通侧向 $v_{黄} / 0$ 或其它
黄闪、黄	18 号及以上道岔开通侧向，前方信号开放并道岔直向 $v_{大} / v_{黄}$ 或 $v_{大}$	18 号及以上道岔开通侧向，前方信号开放并道岔直向 $v_{大} / v_{黄}$ 或 $v_{大}$	无	18 号及以上道岔开通侧向 $v_{大} / 0$ 或其它
其它	略	略	无	略

其中：非四显示区段包括三显示自动闭塞、自动站间闭塞和半自动闭塞等；

$v_{绿}$ —规定速度（规定的允许最高速度）；

$v_{黄}$ —黄灯限速（四显示自动闭塞的黄灯限速）；

$v_{大}$ —大出道岔侧向限速（18 号道岔侧向限速 80km/h）；

$v_{黄}$ —道岔侧向限速（45 或 30km/h）。

2. 信号显示意义的统一

2.1 向速差式方向统一

速差式信号显示制度表达的是速度意义，具有更多更准确的信号命令，信号显示制度应

该向速差式发展，这是技术进步的必然。过去曾探讨过信号显示制式的改革，提出过地面信号机增加闪光或组合特征来增加信号显示数目，来达到速差式信号显示制度的基本要求。增加黄闪黄显示就是采用了这种方法。

时至今日，随着提速机车信号成为主体信号已刻不容缓，技术上也趋于成熟，指日可待；列车运行控制系统也开始运用，得到发展。机车信号与地面信号机的“显示相符”的原则改成“显示含义相符”，多信息的机车信号可以提供更多的显示意义，甚至可直接显示速度值，显示方式有色灯式、数字式和指针式。机务的

运控器和列车运行控制系统还可显示制动曲线，甚至直接控制列车制动。

信号是指示列车运行的命令，信号显示包括地面信号机和机车信号的显示。地面信号机增加显示数目总是极有限的，且改造起来难度太大，相对而言，机车信号信息量大，显示方式可以多样，改造起来比较容易。所以时至今日，信号显示制式的改革可以以机车信号为主，当然地面信号机的显示也应作相应的变化和适应，总的说，就是要作系统研究、总体规划、分步实施。

四显示和其他区段信号显示的意义应该统一，四显示进枢纽的问题急需解决，这也是信号显示制式改革的一个环节。

四显示自动闭塞区段的信号显示更接近于速差式，相对其他区段信号显示而言，表达了更多的速度意义，讲统一，当然要尽量向速差式靠近。

统一的地面信号显示意义应当简洁，鉴于显示数目有限，立足于把入口速度表达清楚，更多的预告信息依靠机车信号。

2.2 统一信号显示意义的表述

试将四显示和其他区段信号显示意义统一后的定义表述如下，以进站色灯信号机为例：

(1)一个绿色灯光 — 准许列车按规定速度越过本信号机进入或通过车站，表示本信号机及下架信号机所防护进路上的道岔均开通直向位置。

(2)一个黄色灯光 — 准许列车按规定的限速越过信号机进入站内正线准备停车，表示信号机所防护进路上的道岔均开通直向位置。

(3)两个黄色灯光 — 准许列车按道岔侧向限速越过本信号机进入站内准备停车，表示信号机所防护进路上有道岔开通侧向位置。

(4)一个黄色闪光和一个黄色灯光 — 准许列车按 18 号道岔侧向限速越过信号机进入站内，表示本信号机所防护进路上有 18 号及以上

的道岔开通侧向位置，且下架开放信号机所防护进路经道岔直向或 18 号及以上道岔的侧向位置。

(5)一个绿色灯光和一个黄色灯光 — 准许列车按规定的限速越过本信号机进入或通过车站，表示本信号机及下架信号机所防护进路上的道岔均开通直向位置，且下架信号机开放一个黄色灯光。

(6)一个红色灯光 — 不准许列车越过该信号机。

为便于总览比较，见前面进站信号机的显示比较表。

2.3 统一显示中的几点说明

(1)关于显示意义的表述方法

统一显示意义加强了速度意义的表述，着重表述入口速度与出口速度，取消了一些特定含义。入口速度系指列车进入信号机所防护的区段时的限制速度，出口速度系指列车离开信号机所防护的区段时的限制速度。

面对众多情况，目前尚不能定死一个速度值，所以用“规定速度”、“道岔侧向限速”、“黄灯限速”等代名词表述，各种类型的列车自己知道自己的速度值。

(2)关于绿灯的显示意义

所谓三显示和四显示，广义讲是指自动闭塞制式，狭义讲是指区间通过信号机的显示数目。车站内情况复杂，例如还有道岔侧向限速，信号机的显示数目需要更多一些。

抛开道岔侧向限速不说，单就正线而言，三显示自动闭塞在区间是只有三个显示，但在有进路信号机的大站，不通过车站用绿黄灯表示，通过车站才用绿灯表示，岂不也是四个显示，只不过绿灯与绿黄灯用于区分通过与不通过。

其实信号显示只需管好入口速度和出口速度，也就是说只要能预告下一架信号机的状态就不错了，不必管得太多，通过与不通过车站

不涉及安全,并非必须在显示上予以区分。按照统一定义,对120km/h及以下速度区段的列车来说,在无进路信号机的车站,两个闭塞分区空闲可仍显示绿灯;但在有进路信号机的大站,绿灯取消了原来通过车站的特定意义,绿灯与绿黄灯用来预告区分越过下一架信号机后是否要减速,变成两个闭塞分区空闲显示绿黄灯,三个闭塞分区空闲才显示绿灯。两者虽有特点不一样,但这与原来的显示方式是类似的。

(3)关于绿黄灯的显示

原来非四显示自动闭塞区段,绿黄灯的显示意义表述为:准许列车经道岔直向位置,进入站内越过下一架已经开放的接车进路信号机准备停车。由于本信号机的绿黄灯的显示不能预告区分下一架接车进路信号机究竟是显示绿黄、黄或双黄,所以在两架信号间的距离中需要考虑确认信号时间内所走行的长度。在120km/h时确认信号时间内所走行的距离约需500m,从120km/h减速到45km/h,在平道上需要最小长度为1879m,站内一般满足不了这长度,所以这是一个漏洞和隐患。按照统一定义,绿黄灯的显示定义中排除了下一架接车进路信号机显示双黄的情况,消除了安全隐患。

(4)关于黄灯的限速值

列车运行速度在120km/h及以下时一般采用三显示自动闭塞,其区间速度等级只有二级,就是规定速度和零速;列车运行最高速度在160km/h或140km/h时采用四显示自动闭塞,其区间速度等级一般分三级,例如:160、115、0km/h或140、110、0km/h。

160~115km/h、115~0km/h或140~110km/h、110~0km/h就称为一个速度等级。自动闭塞设计确定中间速度时,尽量使每个速度等级所需的制动距离大致相同,这样就有利于缩短最小闭塞分区长度,使每一个闭塞分区均能满足每一速度等级所需的制动距离。

黄灯至红灯间的距离尤为重要,必须满足

意外情况下紧急制动距离的要求。从上述可以看出,仅客车而言黄灯的限速值至少已有三个,即:120、115、110km/h。

关于黄灯的限速值有两个处理方法:

①各种运行速度的列车各有自己的黄灯的限速值。

相对于最高运行速度为120、160、140km/h的列车,其黄灯的限速值分别为120、115、110km/h,就像客、货车各有自己的黄灯的限速值一样。

问题在于枢纽或车站可能要面对各种运行速度的列车,设计正线上信号机间的距离(或者说站内闭塞分区的长度)时,黄灯的限速值要取最高值120km/h。

从保持现有习惯和理论的角度出发,各种运行速度的列车各有自己的黄灯的限速值的方案是可行的。

②统一黄灯的限速值。

例如黄灯的限速值统一定为110km/h或115km/h。对于最高运行速度为120km/h列车,原来黄灯是注意信号,理论上可以120km/h越过,实际上为了安全,司机往往采取见黄减速的措施。黄灯的限速值统一定为110km/h或115km/h后,与绿灯的速度差别才5~10km/h,可认为黄灯是注意减速信号,《技规》上对黄色的定义也是“注意或减低速度”,所以概念变化不大,对实际运行并无影响,对安全还有点好处。

对于最高运行速度为160km/h和140km/h列车,似乎不应该分这两档,《技规》已是160km/h了,待《设规》一改,就取消140km/h这一档。规范不宜分的过细,就象过去规定120km/h时也并非全部列车均跑到120km/h,规范简洁些利于执行。

从规范简洁明确、意义统一这角度来看,统一黄灯的限速值的方案是可取的。

(5)关于黄闪黄的显示

目前黄闪黄的显示定义是统一的,但它完全是一种侧线通过的特定意义,统一定义时也可有两个方案:其一,保持现有侧线通过的特定意义,有其好处,因为大号道岔侧线通过的机率确实很多;其二,按照显示定义的规律,只表述经 18 号及以上道岔侧向的限速,不预告下一架信号机的状态,其预告在机车信号中再解决。第二方案有利于显示定义的简洁与规律性,前面统一定义的描述暂取第二方案。

3. 信号显示与信号机间距离有关规定的统一

信号显示、信号机间距离和列车速度三者之间是有一定关系的,过去的规定有一些缺陷,提速后更引起一些复杂性,统一并明确有关规定是十分必要的。

一架信号机的开放,应保证按照信号机显示的速度意义进入,来得及在下一架信号机前降至规定的速度或停车。

(1)黄灯的限速值统一定为 110km/h 或 115km/h,那么速度级差就定了,110km/h 或 115km/h 均小于 120km/h,所以原来的信号机设置基本上就可以继续适用。

(2)按照统一定义,下一架接车进路信号机显示双黄时,本信号机显示黄灯,司机准备停车,已经有了减速,甚至停车的思想准备,无需再考虑确认信号时间。至于下一架接车进路信号机究竟显示双黄还是红灯,可由机车信号显示黄 2 或黄来预告区分。也就是说,当出口速度低于黄灯限速的,地面信号一律按零速来预告,这符合导向安全原则。如机车信号为主体信号的,给予明确预告;机车信号为辅助信号的,给予辅助预告。如此,基本上信号显示都有了预告,信号机间的距离上无需再考虑确认信号时间。

(3)正线上同方向相邻两架信号机间的距离小于制动距离,按理是不允许的,把《技规》第 66 条降级显示的规定用于站内正线是不妥

当的,《铁路信号站内联锁设计规范》第 2.2.2 条把正线剔除在外,是正确的。信号机显示黄灯,必须满足按黄灯限速进来能在下架显示红灯的信号机前停住,这是任何降级显示措施也解决不了的事情。

自动闭塞区段站内正线有通过列车,列车信号机间的距离应和区间一样,满足闭塞分区长度的要求,除了要考虑制动距离(紧急制动和 0.8 常用制动)外还需要考虑设备应变时间和确认信号时间内的走行距离。

一般说来,信号机间距离应满足 $L \geq L_{\text{制}} + L_{\text{确}} + L_{\text{变}}$ 。

L —信号机间距离;

$L_{\text{制}}$ —始端速度与终端速度间速度级差所需的制动距离;

$L_{\text{确}}$ —司机确认信号所需时间内的走行距离;

$L_{\text{变}}$ —信号设备应变时间内的走行距离。

根据具体情况确定 $L_{\text{制}}$ 、 $L_{\text{确}}$ 和 $L_{\text{变}}$ 的数值,不同的轨道电路设备、电码化方式、车载设备有不同的应变时间;根据部《铁路列车间隔时间查定办法》规定,司机确认信号时间为 0.1~0.3min,设计一般采用 0.25min,信号机有无预告显示决定要不要考虑确认信号时间。

(4)站内情况复杂,当正线上同方向相邻两架信号机间的距离小于制动距离时怎么办?

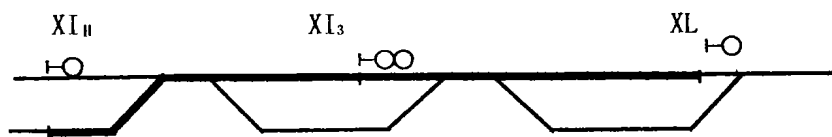
①既然信号机间的距离满足不了制动距离,较好的办法就是取消一架信号机,效率服从于安全。

②历史上曾采取过显示蓝灯的办法,例如,一架接发车进路信号机,开通经道岔直向进路而距下架信号机不够制动距离时,它关闭红灯显示蓝灯,相当于关闭的调车信号,以示列车可以经过。这种比较科学的方法,1983 年修改《技规》时被否定。称它为比较科学的方法,表明个人还是蛮欣赏的,可以重新审查和探讨。

③限制速度,这办法目前还在运用,即:

距下架信号机的距离满足不了信号显示所规定速度的制动距离时,限制其入口速度,例如90km/h,直到够制动距离为止。这种办法不能赞同,设计图纸和站管细则上是明确了,责任分清了,但假若弄多了,司机如何记得住。假若限速的信号机能增加标识,例如发光二极管组成的数字9,表明限速90km/h,那到是可以考虑的。

④最好的办法就是《技规》有关信号机间距离的明确规定,在站场设计时统一规划。站场设计时是要能力核算的,假若设计者知悉信



如图,接发车进路信号机XL与出站信号机 X_{II} 间的显示关系按正线上的规定处理;发车进路信号机 XI_3 与接发车进路信号机XL间的显示关系按侧线上的规定处理。

②经道岔侧向进路上的信号机,因为入口速度小于黄灯限速值,它的制动距离要求也少。为了有一个统一的规定,当两架信号机间的距离小于制动距离时,可以按《技规》第66条降级显示的规定执行,《技规》第66条没有明说,只是个人的理解。《铁路信号站内联锁设计规范》第2.2.2条是笔者起草修改的,内含有上述观点。

③实际上,经道岔侧向进路上的信号机,一般情况下,其入口速度小于等于45km/h,小于800m,可能仍然满足相对于其入口速度的制动距离。所以只能说成是“为了有一个统一的规定”的理由,《技规》第66条应当重新审视。

4. 实施对策

(1)本文题为关于四显示进枢纽的探讨,从讨论四显示进枢纽引出一些为难之处,实质上是在探讨《技规》一些条款的修改问题。随着

号机间距离的规定,有些情况是可以避免的,可以力求效率和安全的兼顾。

(5)侧线上两架信号机间的距离小于制动距离时怎么办?

①何谓正线上、侧线上?这只是一个区分两类情况的说法,不一定确切和全面。确切一些说,所谓正线是指:两架信号机间的进路经道岔直向的情况,即本信号机的入口速度大于或等于黄灯限速;所谓侧线是指:两架信号机间的进路经道岔侧向的情况,即本信号机的入口速度小于黄灯限速。

提速进度加快,提速面加大,对一些运行基础和理论依据必须加紧与其相适应。《技规》一般习惯十年一改,似乎离第10版的时间还早,《技规》事关重大,不宜大改,但老是“小改”也不行,改动稍大的应早些研究和探讨,甚至做些试验,不然到修改第10版的时候,因不能形成共识又只能“小改”。本文旨在抛砖引玉,引起重视和讨论。

(2)关于四显示进枢纽问题,可以有以下几个方案:四显示暂不进枢纽,与目前一样;枢纽内全改成四显示,变成非四显示在进站口外;采用统一显示方案,搞一个试验段,总结经验。关键在于三条:信号显示意义不同,总要有人换概念,看谁换合适;非四显示区段的机车信号信息量够不够,看工程造价;站场内原信号机布置验算一下,看有没有难度。

(3)关于本文所议论的问题,笔者限于能力和精力,只是粗略的分析,一些数据应计算、定量确定,例:信号确认时间、黄灯界限限速值、信号机间最小距离、降级显示的界限等等。最好能列研究课题,组织专人研究。