

机车信号车载系统设备中 载频信息切换与机车信号灵敏度的分析

陈海康

(铁道部产品质量监督检验中心通信信号检验站, 北京 100081)

摘要: 科技运 [2006]82 号对 JT-C 系列机车信号车载系统设备做出新的规定。但在设备检验中, 发现对 ZPW-2000 闭环电码化车站中列车进出站时(包括特殊进站时)载频切换信息码使用、机车信号灵敏度等测试指标存在不同理解。本文分析了设备检验与实际使用中遇到的问题, 提出了改进措施。

关键词: 机车信号车载系统; 机车信号灵敏度; 载频切换; 检验

中图分类号: U284.4 文献标识码: B 文章编号: 1006-9178(2007)09-0003-03

Abstract: The document No. KJY[2006]82 lays new regulations on the JT-C series of equipments of the on-board system of cab signal. However, during the testing of equipments, it is found that there are different understandings on some testing indicators, including sensitivity of cab signal, the use of information codes of carrier frequency handover when trains depart or arrive at the stations the with ZPW-2000 Closed-loop Coding System or arrive at these kind of stations specially.

Keywords: On-board System of Cab Signal; Sensitivity of Cab Signal; Handover of Carrier Frequency; Testing

为规范机车信号车载设备的可靠使用与检验, 铁道部科技司于 2006 年 8 月下发了科技运 [2006] 82 号《JT-C 系列机车信号车载系统设备技术规范(暂行)》(以下简称规范)。新规范的执行中存在对载频信息切换(闭环电码化车站列车进出站载频切换信息)与机车信号灵敏度等问题不同理解。

1 技术规范中的具体规定

新规范规定了机车信号车载设备的技术要求、试验方法、检验规则等内容。其中 4.8 规定了机车信号灵敏度; 4.12 规定了 ZPW-2000 闭环电码化载频信息切换码的使用; 4.17 规定了机车信号双路接收线圈(为了便于理解, 本文全部采用规范中对应条款与图表)。

1.1 规范 4.8 关于‘机车信号灵敏度’的规定

设备按照 4.8.1 中表 4-2 所示的机车信号灵敏度(钢轨短路电流值), 应能正确接收 ZPW-2000 系列信息, 输出符合 4.5 规定设备按照 4.8.2 中表 4-3 所示的机车信号灵敏度(钢轨短路电流值), 应能正确接收移频信息。

收稿日期: 2007-08-02
作者简介: 陈海康, 研究实习员

表 4-2 ZPW-2000 系列钢轨最小
短路电流及机车信号灵敏度

载频(Hz)	1 700	2 000	2 300	2 600
钢轨最小短路电流 mA	500	500	500	450
机车信号灵敏度 (钢轨短路电流值) mA	310±31	275±28	255±26	235±24

表 4-3 移频钢轨最小短路电流及机车信号灵敏度

载频(Hz)		550	650	750	850
电化区段	钢轨最小短路电流 mA	150	120	92	66
	机车信号灵敏度 (钢轨短路电流值) mA	113±11	90±9	69±7	50±5
非电化区段	钢轨最小短路电流 mA	50	40	33	27
	机车信号灵敏度 (钢轨短路电流值) mA	40±4	32±4	26±3	22±3

设备按照 4.8.3 中以下机车信号灵敏度(钢轨短路电流值):

- a) 对非电化区段 50 Hz 交流计数的机车信号灵敏度的钢轨短路电流值为 (0.75±0.15) A。
- b) 对电化区段 25 Hz 交流计数的机车信号灵

敏度的钢轨短路电流值为(1.05±0.1) A。
应能正确接收交流计数信息，输出符合 4.5 规定。

1.2 规范 4.12 关于“ZPW-2000 闭环电码化载频信息切换的使用”的规定

设备按照 4.12.3 收到 UU/UUS 码，可以接收载频切换信息码，并进行相应的载频锁定；如果没有接收到载频切换信息码，按照载频选择开关（上下行）进行信息接收。

1.3 规范 4.17 关于“机车信号双路接收线圈”的规定

接收线圈按照 4.17.1 中表 4-6 所示的钢轨短路电流和频率下，串联后每路接收线圈应达到规定的电压。当一路接收线圈开路时，另一路接收电压变化不大于 15%。

2 对以上规定的分析

2.1 机车信号灵敏度的问题

2.1.1 规范中 ZPW-2000 和移频制式下机车信号灵敏度测试指标与信号维规中不统一的问题

机车信号车载设备的主要功能是接收钢轨线路（或环线）中传输的机车信号信息，给出机车信号显示。设备由机车信号主机、机车信号机、双路接收线圈等构成。机车车载设备工作原理简述如下：列车在驶入轨道区段后（主要是区间、站内正线、站内侧线股道）通过接收线圈来感应钢轨中发送的移频电码电流（钢轨短路电流）产生感应电压信号并送至机车信号接收主机，给出机车信号机显示。

接收线圈是电压信号传感器，考察它有 3 个电气参数，即线圈直流电阻、电感、品质因数。接收线圈的铁芯、绕组一旦确定，上述 3 个参数也就确

定了。所以在接收线圈上通过一定值的工作频率电流，感应电压就确定了。由于每一对线圈电气参数不能完全相同，只要接收线圈频率响应（负载 4 k Ω 下测试）在表 4-6 范围内，即认为线圈频率响应合格。

规范 4.8 的表 4-2 和表 4-3 中明确了机车信号灵敏度是变化范围为 1±10% 钢轨短路电流值，衡量指标以规范 4-5 中实际使用机车信号机上灯显示为准。目前检验机车信号接收主机性能一般是在机车信号主机测试台下进行的，直接以机车信号上灯显示不能定量地反应灵敏度，所以机车信号灵敏度测试指标是按照规范 4.17 中接收线圈频率响应（即表 4-6）执行的。但在执行中发现规范中表 4-6 与铁路信号维护规则中的接收频率响应不一致。新版铁路信号维护规则中的接收频率响应如表 4-6a 所示。

对比后可知维规中的接收灵敏度更高。接收灵敏度高会造成车载主机易受干扰信号影响，误动作机车信号。灵敏度低会造成机车信号丢码，这 2 种危害毋庸置疑。所以在直接考察机车信号上灯显示不易定量情况下，用线圈的接收频响为测试指标，就需将 2 文件中的指标统一。

2.1.2 电化区段交流计数 25 Hz 机车信号灵敏度问题

规范 4.8.3 有 2 个主要问题，一是非电化区段 50 Hz 交流计数与电化区段 25 Hz 的交流计数机车信号灵敏度的钢轨短路电流值分别为（0.75±0.15）A、（1 050±100）mA，这 2 种制式没有类似于 ZPW-2000 或移频制式下规定钢轨最小短路电流值（机车入口电流值），因而规范执行就只能以此值作为钢轨最小短路电流值；二是也使用线圈的频响考察机车信号主机，与信号维规中不能对应。

表 4-6 接收线圈的频率响应

频率 (Hz)	25	550	650	750	850	1 700	2 000	2 300	2 600
钢轨短路电流 mA	1 050	113	90	69	50	310	275	255	235
接收电压 mV	9.3±7.5%	15.9±7.5%	14.6±7.5%	12.4±7.5%	10.0±7.5%	100±7.5%	100±7.5%	100±7.5%	100±7.5%

表 4-6a 接收线圈的频率响应（根据新维规 10.3.8b 编制）

频率 (Hz)	25	550	650	750	850	1 700	2 000	2 300	2 600
钢轨短路电流 mA	1 050	113	90	69	50	310	275	255	235
接收电压 mV	9.3±15%	15.9±15%	14.6±15%	12.4±15%	10.0±15%	100±15%	100±15%	100±15%	100±15%

2.1.3 机车信号主机输入阻抗要与测试负载阻抗匹配的问题

规范中表 4-6 与信号维规中的接收频率响应都是在接收负载电阻 4 k 条件下测试值。考察机车信号主机灵敏度指标也以此频率响应值为依据,那么就涉及到机车信号主机带电工作情况下主机的输入阻抗是不是 4 k 。否则用负载电阻 4 k 测试的接收线圈频响去考察输入阻抗为不定值的机车信号主机的灵敏度(实际使用中是以机车信号机上灯显示为准的)是没有意义的。

2.2 载频切换信息码使用覆盖不全面的问题

规范 4.12 是对 ZPW-2000 制式下车站闭环电码化安全措施的规定。主要是考虑列车进站与出站时都有可能受到邻线信息干扰,误动作车载主机信号。4.12.3 只强调了机车信号车载设备可以接收载频切换信息码,并进行相应的载频锁定(锁定股道载频),而没有强调在列车出站后准备载频切换(切换至第一个闭塞分区的载频上)。

机车信号信息定义及分配中 UUS 定义是:要求列车限速运行,列车接近的地面信号机开放经 18 号及以上道岔侧向位置进路,且次架信号机开放经道岔直向或 18 号道岔及以上道岔侧向位置进路;或表示列车接近设有分歧道岔线路所的地面信号机开放经 18 号及以上道岔侧向位置进路。UU 定义是:列车限速运行,表示列车接近的地面信号机开放经道岔侧向位置的进路。

那么机车信号显示的 UU/UUS 对应列车接近的地面信号机就有 2 层显示意义,一是列车接近的进站信号机显示为 UU/USU;二是列车接近的出站信号机为 L/LU/U(从这 2 条也可以看出,机车信号显示只是与地面信号显示意义一致,不是显示一致)。

由以上分析,可以理解列车在站内载频切换信息码包括了 2 种列车进路的载频切换含义,一是进站收到 UU/UUS 时至股道后的载频锁定(载频-1);二是出站收到 UU/UUS(地面出站信号显示是 L/LU/U)至区间前的载频信息切换(载频-2)。显然 4.12.3 中的规定是不完整的。

2.3 地面信号显示 LU, 列车进站“进直出弯”设置载频锁定与切换的问题

这里首先需要明确的是车站地面信号显示是纳入车站联锁的,与发码、收码没有直接关系。机车信号显示要与地面信号显示含义相符,这一点在出站

地面信号显示 L(LU)而机车信号显示 UU/UUS 时就可以看出。

如果 1 个车站包括几个车场,为使列车由 1 个车场驶入另 1 车场(转场进路)则涉及到“进直出弯”。“进直”表明通过进站信号机的速度可能达到规定速度,一般应按正线情况处理。后架信号机为接车进路性质信号机,当后架信号机显示 UU 时,前架信号机(进站信号机)显示 U 灯;当进站信号机显示 LU 灯,LU 灯后面的信号机可能显示 U 或 UU,列车“出弯”,因此是否要在闭环电码化车站列车进站,地面显示 LU 时进行载频锁定、出站(出弯)载频切换的问题值得商讨。

3 结语

(1) 机车信号灵敏度是以输出显示即上灯显示为指标的项目。ZPW-2000 制式与移频制式都有钢轨最小短路电流值(机车入口电流),这是在轨道电路最不利条件下,正常安全行车可靠保证接收主机工作的电流值。建议:在执行钢轨短路电流值频率响应的情况下,在规范 4.8 与 4.17 中加入考察钢轨最小短路电流值的频率响应;将规范中线圈频响与信号维规统一。

(2) 电化区段的交流计数 25 Hz 下增加钢轨最小短路电流值(机车入口电流),也以此电流值考察线圈频率响应。

(3) 接收频响测试负载是 4 k ,那么机车信号主机带电工作情况下输入阻抗也是 4 k 。建议规范中加入主机带电在 25~2 600 Hz 情况下输入阻抗值为 4 k 。

(4) 规范中 4.12.3 只是规定了进站时情况,即进站时至股道后的载频锁定(载频-1),建议加入出站至区间前的解锁切换(载频-2)。

(5) 考虑加入列车进站转场,进站地面信号 LU 显时,增加列车进站“进直出弯”直接出站这一实际情况下的机车信号车载主机载频锁频与载频切换功能。

参考文献:

- [1] 中华人民共和国铁道部. TB/T 3060-2002 机车信号信息定义及分配.
- [2] 中华人民共和国铁道部科学技术司. JT-C 系列机车信号车载系统设备技术规范(暂行) 2006.
- [3] 中华人民共和国铁道部. 铁路信号维护规则. 技术标准 I 2006.
- [4] 中华人民共和国铁道部. 铁路技术管理规程. 2006.
- [5] 傅世善. 铁路信号显示. 北京:中国铁道出版社, 2001.