

新型自动闭塞

〔苏〕 伏·希·德米特里也夫 著

伏·阿·米尼恩

武 正 贵 译

中 国 铁 道 出 版 社

1986年·北京

加机车信号的显示。

为了满足这些要求，应用现代基础元件，研制出新型自动闭塞设备：频率电码式自动闭塞、交流75Hz连续轨道电路和差频接收器的自动闭塞及集中式自动闭塞。该设备的研制是考虑到它们与多显式频率式机车信号共用，而且在各种运营条件下进行了试验，并运用到铁路上。

内 容 简 介

本书介绍苏联采用的新型自动闭塞设备，包括高速运行区段采用的频率式自动闭塞；差频轨道电路的自动闭塞；无绝缘轨道电路的设备集中式自动闭塞。比较详细叙述该设备的构成原理及电路的特点，并提出有关其设计和维护方面的建议。

本书可供有关工程技术人员、科学研究人员及高等院校师生参考。

НОВЫЕ СИСТЕМЫ АВТОБЛОКРОВКИ

В.С.Дмитриев, В.А.Минин

Москва «Транспорт» 1981

新型自动闭塞

〔苏〕伏·希·德米特里也夫等 著

武 正 贵 译

莫斯科 铁路运输出版社1981年

中国铁道出版社出版

责任编辑 陈广存

新华书店北京发行所发行

各地新华书店 经售

中国铁道出版社印刷厂印

开本：850×1168毫米 1/32 印张：7.625 字数：197千

1986年11月 第1版 第1次印刷

印数：0001—4,000 册 定价 1.75 元

出版者的话

随着我国社会主义建设事业的飞跃发展，在铁路运输方面，不仅运量增加，并要求行车速度不断提高，自动闭塞设备如何进一步满足工作可靠性、增加信号显示及提高应变速度的要求，日益成为不可忽视的问题。

苏联研制出三种新型自动闭塞设备：频率式自动闭塞；75Hz差频轨道电路的自动闭塞；集中式无绝缘轨道电路的自动闭塞。该新型自动闭塞设备与原有自动闭塞设备相比较是先进的。它们不仅采用现代基础元件，而且还考虑与原有自动闭塞设备的结合使用问题。尤其是，设备集中布置的无绝缘轨道电路的自动闭塞设备是构成自动化设备的铁路信号的主要发展方向。

书中对上述三种新型自动闭塞设备的构成原理、原理接线图及其使用的器材叙述得比较详细。为使运营工程技术人员及科研工作者了解这些情况及进一步完善我国现有自动闭塞设备和研制具有发展前途的新型自动闭塞设备，因而将本书译成中文出版，供有关方面参考。译文如有不妥之处，敬请读者批评指正。

本书译出后经陈述同志提出宝贵意见，在此表示感谢。

1985.12.

前 言

苏联铁路承担着满足国民经济和居民在运输方面需要的极重要的任务。该任务的实现促进国民经济各部门和国家经济的蓬勃发展及提高苏联人民生活物质和文化的水平具有重大作用。

由于加强对铁路技术设备的使用，因而必须广泛地采用科学和技术的成果及先进工作方法。运用自动控制及远程控制的现代设备，极其有助于完成上述任务。当用较小的基本费用时，自动控制及远程控制设备可提高线路的通过能力及运送能力和站内的改编能力，显著地提高铁路职工的劳动生产率和改善其劳动条件及保证行车安全。

自动闭塞及机车信号（АЛС）是保证行车安全及铁路线路较高通过能力的主要设备之一。因此，采用这种设备的数量逐年增加。目前，在总长度的一半以上的铁路线路上已安装了自动闭塞和机车信号，较重要的铁路线路均安装这种设备。在双线上采用自动闭塞及机车信号与安装半自动闭塞线路相比较，其通过能力能提高到2~3倍。在安装单线自动闭塞及调度集中的情况下，其通过能力约增加50%。

目前，在铁路线路上使用两种主要自动闭塞设备。在动车牵引区段上，采用直流脉冲轨道电路的自动闭塞。当电力牵引线路时，在直流电力牵引区段上，采用频率50Hz交流轨道电路的电码自动闭塞，而在交流电力牵引线路上，采用25或75Hz交流轨道电路的电码自动闭塞。这些设备投入运营已有很长时间。其元件基础及构成原则，在很大程度上，取决于采用该设备初期技术发展的一般水平。

由于列车运行速度及密度的提高，对自动闭塞及机车信号设备提出较高的要求。其中包括提高其工作可靠性、应变速度及增

目 录

1. 列车运行间隔调整设备	1
1.1. 概 述	1
1.2. 设备对牵引电流干扰的防护	7
2. 频率式电码自动闭塞	12
2.1. 构成原理	12
2.2. 器 械	15
2.3. 扼流变压器的选择	36
2.4. 轨道电路的基本工作状态	40
2.5. 钢轨线路非线性参数对频率式自动闭塞 工作的影响	43
2.6. 频率式自动闭塞电路	47
2.7. 预告信号装置及预计限速点的电路设计特征	57
2.8. 本设备工作可靠性的保证	60
2.9. 站内轨道电路的发码	64
2.10. 技术维护	67
3. 75Hz差频轨道电路的自动闭塞	70
3.1. 用途及构成原理	70
3.2. 差频轨道电路的主要特征	75
3.3. 频率式机车信号的信号发送条件	79
3.4. 器械对牵引电流影响的防护	81
3.5. 器械	85
3.6. 自动闭塞单置信号点电路	96
3.7. 动车牵引区段自动闭塞的特征	103
3.8. 自动闭塞与站内设备的结合电路	105
3.9. 道口区段外线电路的特征	110

3.10.	单线自动闭塞构成的特征	111
3.11.	站内轨道电路	116
3.12.	自动闭塞维护方面的建议	121
4.	集中布置设备	127
4.1.	设备的特征	127
4.2.	UAB的用途和构成原理	129
4.3.	器械布置点之间距离的计算	135
4.4.	轨道电路特性	138
4.5.	轨道电路原理接线图	150
4.6.	接收设备灵敏度的计算	153
4.7.	有关轨道电路长度选择的建议	157
4.8.	分路区数值及极限距离的计算	161
4.9.	地面设备的器械	165
4.10.	电缆线路	176
4.11.	送电端及受电端的器械接线图	179
4.12.	结合电路	193
4.13.	频率75Hz计数电码式机车信号的信号发送电路	195
4.14.	计数电码式机车信号无接点器械的接线	196
4.15.	组合设备的接线	197
4.16.	方向改变电路及道口信号电路	201
4.17.	有关设计方面的建议	202
4.18.	有关地面设备调整及维护的建议	204
4.19.	UAB工作算法的检查	211
4.20.	电缆线路良好的监督	213
4.21.	机车设备	217
4.22.	安装UAB设备的线路通过能力	228

1. 列车运行间隔调整设备

1.1. 概 述

在苏联铁路上采用的自动闭塞和机车信号设备基于应用轨道电路。借助该轨道电路，表示闭塞分区的占用和空闲状态，以及钢轨线路的完整状态。当设计轨道电路时，钢轨线路的正常计算道碴电阻取 $1\Omega \cdot \text{km}$ 。实际上，在大多数情况下，轨道电路的性能保证在所采用自动闭塞设备中道碴电阻下降到 $0.7 \sim 0.6\Omega \cdot \text{km}$ 。列车分路的标准电阻为 0.06Ω 。

利用电压 6kV 或 10kV 的自动闭塞纵向高压线作为主用电源。其备用电源为：直流电力牵引时电压为 6kV 或 10kV 的悬挂在接触网电杆上的电力线路（ЛЭП）；交流电力牵引时电压 27.5kV 的双附加导线——钢轨制线路；动车牵引时蓄电池组。

在个别情况下，利用固定及移动的柴油发电机组作为临时备用电源。

在苏联铁路上所采用的自动闭塞设备系利用有钢轨绝缘的轨道电路。在该设备中，有关前方闭塞分区状态及列车接近前方运行列车驾驶方法的信息，是用地面色灯信号机向司机发送的。为了提高行车安全及扩大调整设备的运营可能性，借助机车信号设备，同时用机车色灯信号机向司机传输上述信息。

在线路上采用计数电码式机车信号的四显示设备，在该设备上增加自动停车装置及速度控制和司机警惕性检查的设备。全部机车都安装有接收器械。

自动闭塞的主要器械及机车信号的地面设备安装在继电器箱内，该继电器箱直接布置在每个地面色灯信号机附近的线路上。就在此处安装高压线与降压变压器的动力器械，以便给器械及色

灯信号机供电。

在动车牵引区段上，采用直流自动闭塞。该自动闭塞采用直流脉冲轨道电路，其长度可达到2600m。用相邻轨道电路电源电压的极性交叉保证钢轨绝缘短路时消除危险状态。

用外线电路实现地面色灯信号机显示之间的结合，传输有关列车接近车站和道口的通知及区段遥信设备和运行方向改变电路的工作。

脉冲轨道电路遭受蓄电效应的影响，特别是，在钢筋混凝土轨枕的区段上，对直流及交流干扰作用的防护较差。当由备用电源（蓄电池）供电时，机车信号作用便停止。实际上，高压线切断时，特别是，重复切断时，不可能在所有情况下保证自动闭塞设备正常工作。由于使用蓄电池，使设备维修复杂化。

这些缺点使设备整个运营技术特性变坏。因此，目前有在动车牵引区段上推广带双回路高压线的交流电码轨道电路的趋势。

在电力牵引区段上，采用带电码轨道电路的交流电码自动闭塞。利用计数式机车信号的电码信号作为轨道电路的信号。在直流电力牵引的情况下，该载频信号的频率取50Hz，当交流电力牵引时，载频信号的频率取25或75Hz。如果道碴电阻额定值为 $1\Omega\cdot\text{km}$ ，列车分路电阻为 0.06Ω ，而实际上所实现的返还系数和轨道接收器的安全系数分别为0.75及1.1（考虑到电源电压波动正常值范围 $\pm 5\%$ 及 -10% ），那末频率25、50及75Hz时轨道电路的计算极限长度分别为3500、3000及2700m。

实际上，在铁路线路运营的自动闭塞设备中，信号电流频率50Hz时轨道电路最大长度局限到2600m，而频率25及75Hz时轨道电路道大长度局限到2500m。

降低与轨道电路极限长度相比较的最大长度，可保证它们于道碴电阻偶然低于标准值时的工作能力。

当75Hz轨道电路的自动闭塞时，高压线的电源电压也有这种频率。在这种情况下无备用电源。

由轨道电路实现电码自动闭塞的地面色灯信号机显示之间的

结合。用外线电路实现向车站及道口传输的通知和区段遥信及运行方向改变设备的工作。在直流电力牵引的情况下，利用架空线或电缆线，而在交流电力牵引的情况下，仅应用电缆线。

为了计数电码信号的形成、传输、接收及译码，使用工作于脉冲状态的发码器和传输继电器、脉冲继电器及其它继电器。

用电路防护的方法，消除钢轨绝缘短路时相邻轨道电路电流对信号继电器错误动作的可能性。同时，只有向相邻轨道电路发送电码循环之间的间隔上，方能从本身轨道电路发码器接收电码信号而且使信号继电器励磁。为了保证这种情况下的设备正常动作，由保证相邻轨道电路发送非同步信号的电码循环持续时间1.6及1.86s的不同类型发码器向相邻轨道电路发送电码信号。

为了使译码器的信号继电器稳定工作，采用大容量电解电容器（主3000 μ F），能保证在两三个电码循环内使信号继电器衔铁保持吸起状态，因而，使信号显示的改变较慢。

安装数量较多的电解电容器和工作于脉冲状态下的继电器，会降低设备工作可靠性，并要求经常对器械的检查和修理。

为了在计数设备中发送机车信号的信号，共采用3个电码信号（红黄灯、黄灯及绿灯）。在计数式机车信号设备构成中，增加信号显示是有显著的技术和运营的困难。

双线自动闭塞设备的设计，应考虑按照信号机的反方向行车组织的可能性（某一线路修理的情况）。

在行车密度较大的市郊运输区段上，采用四显示自动闭塞，而在其他区段上采用三显示自动闭塞。

由于速度提高及在线路上不同最大速度列车种类增多的趋势，因而需要提高设备速动性及增加向机车上信息传输容量。鉴于行车速度和电力机车功率的提高，要求加强地面及机车设备对牵引电流及其谐波成分作用的防护性。此外，必须保证相邻线路钢轨条连接时地而设备对错误动作的可靠防护。为了解决这些问题，考虑到采用现代基础元件，研制出新型自动闭塞及机车自动信号设备：频率式、通用式及集中式。带钢轨绝缘的电

码轨道电路是频率式自动闭塞的基础。为了使轨道电路及机车信号设备工作,采用频段为 $100\sim 400\text{Hz}$ 连续频率信号(共六个频段,其中心频率为 $f_2=125$ 、 $f_3=175$ 、 $f_4=225$ 、 $f_5=275$ 、 $f_6=325$ 及 $f_7=375\text{Hz}$)。发送的每个电码信号是由两个不同频段组成的频率组合,也就是说,根据组合规则产生电码。由于从可能组合总数(64)中为发送信号仅利用15个6取2组合,这种电码构成是有很大的冗余。同时,任何电码组合之间的电码距离为20由于发送通路中所有单一的故障均导致即由轨道接收器又由机车接收器控制的防护障碍,所以,在电码构成中所采用的这种相对较大的冗长,使频率式自动闭塞及机车信号设备取得相当高的抗干扰性。

利用每个线路邻近及相邻轨道电路中的不同频率及采用从轨道接收器接收信号的差频方法,消除钢轨绝缘短路及相邻线路钢轨条连接时的危险状态。

在每个信号点上,频率式自动闭塞设备表示必要的闭塞分区数量状态,而且,不需要采用外线电路。

频率式机车信号的列车设备增设有自动停车装置、速度控制设备及司机警惕性检查设备,以及在安装有相应制动设备的情况下,还增设速度自动调整设备。

当周围温度改变从 -40 至 $+60^{\circ}\text{C}$ 时保证频率式自动闭塞设备的可靠工作能力。为了提高周围较低温度时设备的工作可靠性,考虑有保温箱的内部加热。这样一来,能保证保持保温箱内部温度于周围温度为 -40°C 时,不低于 -10°C 。

用外线电路实现向车站及道口发送通知,区段遥信设备工作及运行方向改变电路。

与计数电码式自动闭塞中所采用的 $25\sim 75\text{Hz}$ 相比较,应用频段 $100\sim 400\text{Hz}$ 信号的频率式自动闭塞的轨道电路,其道碴电阻降低是关键的问题。因此,设计时频率式自动闭塞轨道电路的最大长度不应超过 1500m 。此外,为了带分离低频差频(约 8Hz)的频率式自动闭塞接收设备的正常动作,区间信号设备电源应由

联合动力系统来实现，以便差频稳定，这在某些情况下是有困难的，例如，在备用柴油发电机组供电的情况下。

当研制通用式自动闭塞及机车信号时，应用频率式自动闭塞原理和技术决定，从而前者的上述缺点已得到克服。采用带差频轨道接收器的连续式轨道电路及发送信号显示时的频率特征和器械用现代的基础元件是属于这种设备。为轨道电路工作的信号电流布置在频带71~83Hz。而且这种频率能保证计数式机车信号工作。为频率式机车信号的工作，选择了与频率式自动闭塞相同的频带（100~400Hz），但是，非利用电源线路的工频产生该频带。因此通用式自动闭塞及机车信号的电源可由交流及直流电源来实现。由外线电路实现信号显示之间的结合。轨道电路的最大长度取2000m。

所有上面所讨论设备的特征是器械分散布置。靠近铁路线路布置包括色灯信号机，为操纵色灯信号机灯光和选择机车信号电码信号的器械箱，带钢轨绝缘的轨道电路及电源的高压变压器等信号装置。

沿着铁路路基修建保证信号设备供电的主用及备用高压线。此外，为了与相邻信号装置及双方向运行时邻近车站器械的联系，以及各种通知和区段遥信的传输，采用架空回路及电缆回路。

自动闭塞设备的构成及其所采用的个别元件，在许多情况下取决于作为行车调整主要设备的地面色灯信号机。自动闭塞设备的构成及其元件也取决于整个间隔调整系统的运营技术及经济指标。

自动闭塞及机车信号的工作可靠性，在很大程度上取决于钢轨绝缘及色灯信号机灯泡的良好状态等。它们在工作中的故障为设备总故障数的25~30%。

对分散在区间设备的维修需消费很大劳力，特别是在寒冷气候的条件下。由于设备复杂，查找故障和及时修理的可能性均属困难。在铁路线路信号装置上故障的查找和排除平均占1.5小时。

同时，信号工大部分时间消费在路上，也就是说，信号工工作时间利用的不合理。

为了改善维修人员的劳动条件及加速排除设备故障的过程，不得不采用信号装置个别部件良好状态的遥控设备。这种遥控设备需要增设通信通路，从而使信号装置地面设备复杂化。采用遥控设备时，个别遥控器件和部件的自动转换重复备用装置问题尚未解决。

从本质上改善运营技术及经济指标观点来看，应用无绝缘轨道电路时器械集中布置列车间隔运行设备（LIAE）是有发展前途的。

根据机车信号组织行车时，能最有效地实现器械集中布置及采用无绝缘轨道电路的优点。既在苏联铁路上又在外国铁路上，较广泛地采用根据机车信号的列车运行间隔调整设备。带设备集中布置，无绝缘轨道电路及无通过色灯信号机的间隔调整设备，是间隔调整和保证行车安全的最有发展前途及最完善的设备之一。

在全苏铁路运输科学研究院与交通部电务总局设计事务所共同研制的LIAE设备中，采用无绝缘轨道电路（利用载频频段为400~500Hz的调幅信号）。载频在相邻轨道电路上交替配置。为了消除双线区段不同线路轨道电路信号的相互影响，相邻线路中的信号用调制频率区分。

除无源匹配变压器（或扼流变压器）外，所有设备均布置在防护区间的车站上。

机车信号是区间上行车调整的主要设备。因此，考虑采用两种机车信号。向机车上传输所需信息数量的多显示频率式机车信号是主用机车信号，而计数电码式机车信号是备用机车信号。计数式机车信号与频率式机车信号的共用，能保证安装该设备的机车“可以到处行车”。

LIAE 轨道电路允许既从送电端又从受电端，同时传输独立的计数式及频率式电码信号，以便使计数式机车信号及频率式机

车信号都工作，因此，当运行方向改变时，不需要转换轨道电路，因而提高设备工作的稳定性。

在集中楼布置地面设备和从整套设备中取消钢轨绝缘、地面色灯信号机及分布在沿线的高压供电设备，从而显著地提高调整设备的可靠性。由于缩短故障查找及其排除的时间，上述特征能改善调整设备的适修性。借助遥信和遥控现代设备，也可以达到极大地缩短故障排除时间。器械集中布置可以最大效率利用这些设备，极大地改善劳动条件。缩短维修人员在线路即较高危险区上的停留时间，有助于较顺利地解决有关劳动安全的问题。在专用修建房屋内能实际执行所有技术作业过程表，从而缩短设备经常维修的消耗时间。减少重体力作业，特别是在采用固定测量技术和必要设备的推广工业化维护方法的情况下，提高完成工作和劳动技艺的质量。设备集中布置间隔调整设备的特征，是给技术人员显著提高劳动生产率及降低运营费用提供基础。

把所有设备均集中在车站上，车站值班（ДСП）能从操纵台上操纵区间的机车信号电码信号。当线路临时损坏及修理和线路上突然发生及发现故障或威胁行车安全的其他障碍时，值班车长可切断区间任何轨道电路的电码信号或将电码信号改变成较限制信号。这样可以提高调整设备的工作效率和保证行车安全。

设备集中布置可提供间隔调整设备与作为行车组织的其它技术设备之间构成最简单动作联系的可能性。这适合控制铁路运输构成整套自动化设备的铁路自动控制的主要发展方向。

1.2. 设备对牵引电流干扰的防护

沿电气化铁路钢轨条通过的牵引电流对自动闭塞及机车信号设备的工作有影响。其影响程度取决于牵引电流的大小和种类，谐波含量百分数，确定牵引电流不平衡的线路上部建筑特性及轨道电路长度等。

接触网的负载取决于行车量，牵引电流种类（直流、交流）

及电源制式（单边供电及双边供电）等。

由于一部分牵引电流通过道碴分流到大地，再由大地返回到牵引变电所，从牵引变电所重新返回到钢轨，然后沿着回归馈电线回到牵引电源的另一极，因此，牵引电流沿钢轨线路的分布是不均匀的。从而牵引变电所区域内的自动闭塞轨道电路及机车信号接收设备遭受到最严重的影响。

距牵引变电所和负载（电力机车）愈远，钢轨电流成指数地减小，由于对直流牵引电流来说的钢轨阻抗小于对频率 50Hz 交流牵引电流来说的钢轨阻抗，因此直流牵引电流时流散区域要显著的大。

根据测量确定，当直流设备时，距牵引变电所为 10m 的钢轨电流约为负载电流的 10%，当交流设备时，距牵引变电所为 2.5km 的钢轨电流不超过 5%。

但是，当交流设备时，除决定于电力机车负载的牵引回归电流外，还有感应电流，该感应电流的数值与钢轨线路某点的坐标无关。此时，钢轨总电流取决于回归电流及感应电流之和。

在交流电力牵引线路上，出现基波 50Hz 倍数的奇次谐波的影响。偶次谐波电平不超过 0.5%。

牵引电流 250 A 时谐波量百分数及谐波分量计算电平：

电流频率 (Hz)	50	150	250	350	450	550	650	750	850
谐波量 (%)	100	26.2	12.0	6.0	2.85	1.73	1.45	1.0	0.85
计算不平衡电流 (A)	30	8.0	3.6	1.8	0.86	0.52	0.43	0.3	0.255

当设计自动闭塞及机车信号运营设备时，取上述干扰数值作为计算数值。由交流电力牵引线路轨道电路实际运营表明，在某些区段上，牵引电流不平衡超出以前所取的计算数值 12%，从而破坏自动闭塞设备的正常动作，而且在某些情况下引起设备故障。

因此，当研制新型自动闭塞及机车信号时，最好增加牵引电

流不平衡的计算数值至20~25%。此外，由于将来列车重量及列车速度有显著增加，预料接触网负载电流将要增加至2~3倍。

在这种条件下，采用干扰电流的计算电平高于上表5~6倍是最合适的，从而保证考虑将来铁路运输其他技术设备发展的自动闭塞及机车信号设备的正常动作。

在直流电力牵引线路上，为了抑制整流电流（频率300Hz的倍数谐波）的脉动，在牵引变电所安装单节或二节平滑滤波器，该滤波器接在整流器与接触网之间。调谐干频率300、600、900及1200Hz的滤波器谐振电路是该频率谐波的分路，并在接触网中降低它们电平，因此，在平滑滤波器及供电设备处在良好状态的情况下，牵引电流的谐波不会给自动闭塞及机车信号设备带来较大的影响。

由于平滑滤波器的某些故障（工作于不完整相位状态及相电压不对称），会产生50Hz倍数的谐波。

当切断平滑滤波器时，出现300Hz倍数的谐波。

直流电力牵引线路上奇次谐波的电平显著地低于交流电力牵引区段上该谐波的电平。因此，当研制考虑通用性的自动闭塞及机车信号设备时，采用交流电力牵引区段设备工作条件的奇次谐波电平。偶次谐波干扰电流的计算电平取10A，

由选择滤波器衰减的适当特性，实现自动闭塞及机车信号设备对牵引电流谐波成分即频率和振幅静态值的正弦振荡的防护。

除上述谐波（集中的）干扰外，接收设备（特别是机车接收设备）遭受到牵引电流脉冲干扰的影响，而且对其干扰用滤波器进行防护是不可能的，这是因为在滤波器内产生与信号频率相同的自由振荡。

提高信号电流频率，增加其电平及用接收设备最有效地增加信号接收持续时间是牵引电流脉冲谐波的防护方法。

在大多数情况下，机车走行部分一次磁通改变或钢轨谐振电流改变及行车时电力机车轮对轮箍与钢轨之间接触电阻的改变均产生脉冲干扰。

直流电力牵引时，不同信号电流频率脉冲干扰相对强度如下：

信号电流频率(Hz)	25	50	75	100	200	400	600	800	1000
干扰相对强度	2.52	1.0	0.58	0.38	0.145	0.053	0.03	0.02	0.014

信号电流50Hz时的脉冲干扰强度假如取1，在直流电力牵引线路上，信号电流频率为75Hz时脉冲干扰强度比25Hz低到4.35分之一。

当继续增加信号电流频率时，脉冲干扰强度不断地下降。

受交流牵引电流影响的脉冲干扰相对强度为：

信号电流频率(Hz)	25	50	75	100	200	300	400	600	800	1000
干扰的相对强度	2.83	1.23	2.83	1.42	0.47	0.28	0.20	0.13	0.95	0.075

从此可以看出，当信号频率接近交流牵引电流50Hz时，脉冲干扰强度便急剧的增加。各种信号频率的交流牵引电流脉冲干扰强度显著地高于牵引负载相同功率及接触网相同电压条件时直流牵引电流脉冲干扰强度。当接触网电压为25kV时，牵引电流比直流电力牵引时约低到1/8。因此，实际上在交流电力牵引线路上，由于牵引电流降低几分之一，所以脉冲干扰强度低于直流牵引电流脉冲干扰强度。当研制适用于接收设备相同灵敏度的直流及交流电力牵引线路运营的通用式自动闭塞及机车信号设备时，应根据接收设备对直流牵引电流脉冲干扰的防护条件，选择信号电平及其接收持续时间和频率。

脉冲干扰对具有继电器特性的接收器的作用是短时的：它主要取决于输入滤波器的通频带。

根据对牵引电流干扰的试验研究结果，该干扰是考虑作用到计数式机车信号电流频率50Hz时灵敏度为1.5A的通频带为18~20¹Hz的滤波器上，还作用到地铁速度自动调整设备较低信号电平的频率式机车信号滤波器上，当研制频率式机车信号时，采用