

文章编号: 1005-8451 (2011) 09-0045-03

## 增强无线调车系统场强的方案

温晓明, 陈济涛, 李 梁, 陈国丰

(莱芜钢铁集团 运输部, 莱芜 271104)

**摘 要:** 针对高炉、山区弯道等特殊地段限制了无线电波的传播, 使正在这些地段作业的机车司机、调车人员与值班员失去语音通信, 形成了无线电弱场强区和盲区, 给机车运行造成安全隐患, 本文提出了改造天线支架, 提高设备功率的有效方案。

**关键词:** 天线; 天线增益; 天线功率

**中图分类号:** U28

**文献标识码:** A

### Scheme to enhance field strength for Radio Dispatching System

WEN Xiao-ming, CHEN Ji-tao, LI Liang, CHEN Guo-feng

(Transportation Department, Laiwu Steel Group, Laiwu 271104, China)

**Abstract:** The special sections such as the blast furnaces and mountain curves limited the transmission of radio waves, which made the locomotive drivers and shunters lose the voice communication with attendants. So it was formed weak radio field strength areas and blind areas, which brought safe hidden trouble for locomotive running. It was proposed effective schemes to reform the antenna bracket and increase the power of equipment.

**Key words:** antenna; antenna gain; antenna power

无线调车系统是指行车专用的数字调度系统, 是值班员、调车员和机车司机联系的专用行车指挥, 其系统是否正常直接影响到行车安全。

莱钢铁路运输线路复杂, 列车经常在高炉、山区弯道等地段作业, 这些特殊的地段限制了无线电波的传播, 从而形成了通信弱场强区和盲区, 使机车司机、调车人员与值班员失去语音通信, 给机车运行造成安全隐患, 影响到了铁路运输的正常运行, 尤其是自3号高炉投产后, 机车在3个高炉之间作业时, 经常出现语音不稳定现象。因此, 解决弱场强区问题变得至关重要。

目前铁路无线通信系统的弱场强区解决措施除了天线升高、采用低损耗馈线、高增益天线方式, 还主要有漏泄同轴电缆加中继器方式、光纤直放站方式、无线直放站方式。

### 1 天线理论基础

#### 1.1 天线原理

天线是无线电设备的重要组成部分, 其性能的好坏直接影响到无线电设备的性能。其原理图

如图1。

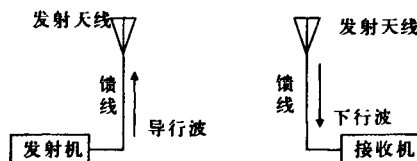


图1 原理框图

在发射机端, 发射机的末级回路中产生的高频振荡电流经过馈线(电缆)发送到发射天线, 并通过发射天线将其转换成电磁波辐射出去; 在接收端, 电磁波在接收天线上感应高频振荡电流, 然后经馈线(电缆)将高频振荡电流传送到接收机的输入回路中, 这就完成了信息从发射机到接收机的传递。整个过程中, 经历了电磁波的传输、发射、传播、接收等过程。

#### 1.2 天线性能

##### 1.2.1 天线增益

天线增益定量地描述一个天线把输入功率集中辐射的程度, 即它在波阵面某一给定方向天线辐射强度的量度, 是被研究天线在最大辐射方向的辐射强度与被研究天线具有同等输入功率的各向同性天线在同一点所产生的最大辐射强度之比, 其定义表达式为:

收稿日期: 2010-11-19

作者简介: 温晓明, 工程师; 陈济涛, 高级工程师。

$$G = \frac{\text{单位立体角最大辐射功率}}{\frac{\text{馈入天线总功率}}{4\pi}}$$

天线方向性  $G_D$  与天线增益  $G$  类似, 但是与天线增益定义略有不同, 其定义表达式为:

$$G_D = \frac{\text{单位立体角最大辐射功率}}{\frac{\text{总的辐射功率}}{4\pi}}$$

理想的天线能把全部馈入天线的功率限制在某一立体角  $\Omega_B$  内辐射出去, 并均匀分布, 这种情况下天线增益与天线方向性相等, 如图2。

$$G = G_D = \frac{4\pi}{\Omega_B} \quad (1)$$

其中天线的辐射波束立体角  $\Omega_B$  及波束宽度  $\theta_B$ 。

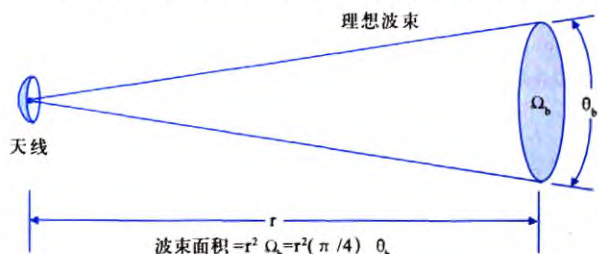


图2 天线理想辐射图

在实际应用中, 天线总是有损耗的, 其辐射功率比馈入功率总是要小一些, 所以天线增益总要比天线方向性小一些。因此实际天线的辐射功率并不限制在一个波束中, 在一个波束内也非均匀分布。在波束中心辐射强度最大, 偏离波束中心, 辐射强度减小。辐射强度减小到3 dB时的立体角即定义为  $\Omega_B$ 。波束宽度  $\theta_B$  与立体角  $\Omega_B$  关系为:

$$\Omega_B = \frac{\pi}{4} \theta_B^2 \quad (2)$$

### 1.2.2 天线增益的若干近似估算式

天线主瓣宽度越窄, 其增益越高。

对于一般天线而言, 天线增益估算式为:

$$G(\text{dBi}) = 10 \lg \left\{ 32000 / (20_{3\text{dB},E} \times 20_{3\text{dB},H}) \right\} \quad (3)$$

其中,  $20_{3\text{dB},E}$  和  $20_{3\text{dB},H}$  分别为天线在2个主平面上的波瓣宽度。

对于抛物面天线, 天线增益估算式为:

$$G(\text{dBi}) = 10 \lg \left\{ 4.5 \times (D/\lambda_0)^2 \right\} \quad (4)$$

其中,  $D$  为抛物面直径,  $\lambda_0$  为中心工作波长;

对于直立全向天线, 天线增益估算式为:

$$G(\text{dBi}) = 10 \lg \left\{ 2L/\lambda_0 \right\} \quad (5)$$

其中,  $L$  为天线长度;  $\lambda_0$  为中心工作波长。

### 1.2.3 天线效率

天线效率是指天线辐射出去的功率 (即有效地转换电磁波部分的功率) 和输入到天线的有功功率之比, 是恒小于1的数值, 其定义表达式为:

$$\eta_A = \frac{P_\Sigma}{P_i} = \frac{P_\Sigma}{P_\Sigma + P_i} \quad (6)$$

其中,  $P_i$  为输入功率;  $P_i$  为欧姆损耗;  $P_\Sigma$  为辐射功率。

因此, 要提高天线效率, 可适当提高输入功率。

### 1.2.4 天线的工作频率范围 (频带宽度)

天线无论是发射天线还是接收天线, 它们总是工作在一定的频率范围 (频带宽度) 内, 天线的频带宽度有2种不同的定义: (1) 在驻波比  $\text{SWR} \leq 1.5$  条件下, 天线的工作频带宽度; (2) 天线增益下降3 dB范围内的频带宽度。但是, 在工作频带宽度内的各个频率点上, 天线性能是存在差异的, 这种差异造成的性能下降是可以接受的。

## 2 站场试验与分析

为了确保3号高炉顺利投产、铁路运输的安全运行和平调设备的安全可靠, 平调小组分区分段在现场多次进行了实验。站场分布图如图3。

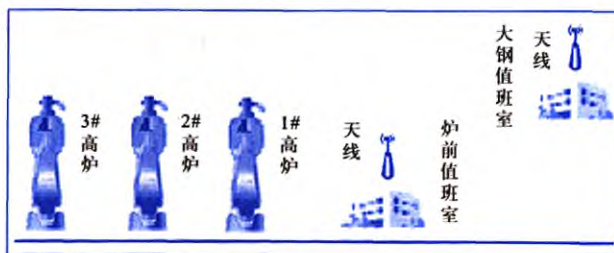


图3 站场分布图

### 2.1 站场试验

炉前值班室与3号高炉的直线距离为1200 m左右, 由于之间相隔1号、2号高炉, 无线电波在传播过程中遇到障碍物后对电波产生反射, 使得信号场强的空间分布变得十分复杂, 波动较大, 有的区域信号场强增强, 有的区域信号场强减弱。因此经过反复试验, 3号高炉附近区域, 语音存在不清晰, 有杂音, 甚至盲区, 即形成了无线通信弱场强区和盲区, 给铁路运输带来了安全隐患。为此我们选择时间快、效果佳的解决方案改良天线, (下转 P50)

想的结果相同。

分析以上3组仿真结果可知,ZOOM-FFT的频率分辨率与实际的采样频率和采样点数有关系,要达到与普通FFT相同的频率分辨率,需要采样更多的点数,这样采样持续时间很长。ZOOM-FFT只是在计算中处理少量的点数,降低了计算的复杂程度。而在工程应用中,现场测试设备对实时性有较高要求,不能允许测试时间过长。如对ZPW-2000型轨道电路移频信号载频 $f_0=2000\text{ Hz}$ ,低频 $f_1=10.3\text{ Hz}$ 来说,要求载频分辨率为 $0.1\text{ Hz}$ ,ZOOM-FFT方法实际采样时间需要 $10\text{ s}$ ,使用该方法也达不到实时性的要求。

## 5 结束语

本文在分析轨道电路移频信号的频谱特点的基础上,研究发现ZOOM-FFT方法达不到工程中

现场测试设备对实时性的要求,指出该方法在研究检测轨道电路移频信号参数中的误区。对研究移频信号的检测方法有一定的指导意义,避免在设计移频信号参数测试仪时做重复的研究。同时也表明了理论研究和工程应用存在差距,在做工程产品开发时要分析实际需求,多考虑限制条件,而不是只做理论上的分析。

### 参考文献:

- [1] 武中奇, 杨世武. ZFFT算法在铁路移频信号分析中的应用及其DSP实现[J]. 铁道通信信号, 2008, 44 (7): 32-34.
- [2] 吕剑飞, 卢迪. ZOOMFFT算法在车载FSK信号高精度检测中的应用[J]. 自动化技术与应用, 2007, 26 (1): 63-64.
- [3] 焦玮琦, 陈特放. 基于局部频谱细化的轨道移频信号高精度检测[J]. 机车电传动, 2009 (2): 48-50.
- [4] 杨少军, 李杭生. 基于DSP的移频机车信号分析研究与实现[D]. 武汉大学硕士学位论文, 2005 (4): 8-10.

责任编辑 陈 蓉

(上接 P46)

即设计天线支架, 提高设备增益。

### 2.2 天线支架设计

天线涉及到机车控制器天线、手持台天线和室内区长台天线。然而为避免机车进出炉下、桥涵等发生碰撞, 机车控制器天线通常为 $8\text{--}15\text{ m}$ , 一般直接放置机车顶部; 手持电台天线是固定不变的; 区长台天线安装一般为 $10\text{--}20\text{ m}$ , 放置在炉前值班室房顶的天线架上, 房顶高约 $6\text{ m}$ , 天线架高 $1\text{ m}$ 。显然区长台天线有较大的升高容量, 天馈线余量也很足。将天线支架加高至 $6\text{ m}$ , 天线高度升高近一倍。满足天线支架的设计方案如下:

(1) 根据炉前值班室使用区长台的数量: 3台868区长台, 5台HI-IV区长台, 考虑今后天线的扩容情况, 需做一些余量确定制作天线支架固定点的个数为12; (2) 根据天线支架安装位置, 以天线安装稳定、可承载重量及安装便利为前提, 确定天线架的高度为 $6\text{ m}$ 以及制作天线支架的材料; (3) 根据天线的安装工艺及技术要求, 确定每两根天线之间的直线距离不得小于 $75\text{ cm}$ , 天线定点到避雷针的仰角需大于 $45^\circ$ ; (4) 平调天线架避雷针的制作与安装应严格按照规范要求, 避雷针采用镀锌材料制成, 并需在避雷针上焊接鼻子,

保证地线能够有效连接到避雷针上。

根据直立全向天线的增益估算式可知, 天线增高, 其增益提高, 增强了站场信号场强。

### 2.3 调整设备功率

功率过大将影响到无线对讲机和电台的工作稳定性, 不利于设备安全运行, 因此适当调大设备功率, 提高天线的效率, 增加弱场强信号。把机车控制器内置电台功率调整到 $3.0\text{ W}$ , 调车对讲机功率调整到 $2.0\text{ W}\text{--}2.5\text{ W}$ , 机车控制器电台和对讲机最大功率可调整 $4.0\text{ W}$ 。

大钢炉前作业机车较多, 共有2种型号的8个区长台。把HT-VI型区长台的功率调整到最大功率状态 $4.0\text{ W}$ ; 把TK868型区长台的低功率状态调整到最大功率输出 $5\text{ W}$ , 高功率状态调整到最大功率输出可达 $25\text{ W}$ 。

## 3 结束语

改造天线支架以及提高设备功率后, 经过现场试验后发现, 通信信号质量有了较大的提高。保证了铁路运输的安全运行。

责任编辑 陈 蓉