

# 微波路由设计和天线挂高计算的探讨

河南安阳供电公司调度通信中心 张旭

数字微波通信是指利用微波作为载体携带数字信息,通过电波空间进行通信的方式。理论上微波是沿直线传播,在自由空间传播的电磁波不产生反射、折射、吸收、散射。但在实际工程应用中,当地面的地形时,对电波的影响也不同。主要有反射、绕射、地面散射。由于地面散射对主波的影响较小,工程中更多的是考虑地面反射、大气折射、衰落等现象对微波通信的干扰。

不同的路由会产生截然相反的通信效果,路由的设计就显的极其重要。工程设计人员应本着目前和长远相结合的原则,做到既符合国家、本行业的通信规划,又能适合本地区本行业当前通信任务的实际需要,做到经济合理、发展和谐。

## 一、路由选择的原则

1. 为保证通信质量,站距不宜过长,站距过长会使微波发生深度衰落。站间距离应小于 60 公里,实际应用中一般应使站间距离小于 45 公里,若两地之间为丘陵地带时,这一距离可适当加长。

2. 路由线路应尽量避免跨越水面和平坦的开阔地面,以防地面造成强反射使信号深衰落,所以路由应选择起伏不平的断面,并注意充分利用地形条件阻挡反射波,减少反射波在收信点的强度,当然还要保证足够的天线余隙;若反射不能阻挡,应增加收发天线高度差,使反射点落在低天线一端。

3. 应避免其他微波电路的干扰,不同行业、不同系统的微波电路会对其他路由的微波电路产生干扰,所以在路由选择和站址确定时应注意这些影响。具体做法可以进行电测,并且咨询相关管理部门。

4. 具体站址的考虑还应顾及投资、施工和维护方便,以及运行成本。具体应尽量利用原有地形地物,选在交通方便、供水供电可靠的地方。

## 二、天线高度的计算

1. 做路径剖面图,确定反射点位置。

2. 计算第一菲区半径。

3. 选取天线高度。

4. 余隙的计算及验证。

天线的计算只是从理论上验证了路由选择的可行性,因为有之前的电波传输测试模拟,所以基本可以保证路由的畅通。具体工程安装调试时还要按照有关规程



进行,以保证理论设计与实际安装一致。电路开通调试时还要不断分析总结,为以后的设计路由提供经验。

## 三、应用实例

以安阳供电公司西郊变电站微波通信工程为例来看微波通信的路由设计和天线挂高计算。本站设计原则符合安阳供电公司一点多址微波通信系统的发展规划,满足西郊变电站通信及远动信息的传输。

1. 路由方案。西郊变电站距安阳供电公司调度通信中心(基地站)8.3公里,距西郊变电站0.8公里处有161.8米海拔高程的障碍物,在西郊变电站18米的楼上建20米的通信铁塔用以架设一点多址微波的天线。

因为电力通信是为电力系统服务,微波站只能建在已经建好的变电站,所以路由选择有很大的局限性,针对这一障碍物,我们只能尝试加高西郊变电站的天线来实现微波通信。

2. 电测报告。从安阳供电公司调度大楼高110米处发射信号,在西郊变电站第二层楼顶上接收信号(高10米)。电测仪表:场强仪,频率:1445MHz,信号源输出功率:P=1W(30dB),两端天线增益之和:26dB,两端距离:8.3km。

$$\text{自由空间损耗} = 92.4 + 20\lg(f \cdot 8)$$

$$= 92.4 + 20\lg(1.445 \cdot 8) = 113.7 \text{ dB}$$

两端馈线及连接器损耗:1.6dB。

理论接受电平=输出功率+天线增益-自由空间损耗-馈线及连接器损耗=30+26-113.7-1.6

$$=-59.3 \text{ (dBmW)}$$

电测结果:在西郊变电站第二层楼顶上可稳定接收到-61dBmW的信号,并确认为本次信号。

电测结果与理论计算接收电平相符,说明基地站——西郊变电站之间的路由畅通。在实际测量中,因为障碍点的高度也比较高,所以我们在可选范围内进行了多次测量,为以后的工程建设提供尽可能高的余量。

3. 天线挂高计算。天线高度应满足:考虑障碍影响时,保证各段余隙比( $H_c/F_1$ )在 $K=2/3$ 时不小于0.3,并保证各段的传输衰耗在 $K=4/3$ 时不大于自由空间的衰耗。考虑反射影响时,保证各段余隙比( $H_c/F_1$ )在

# 高差悬殊采暖系统 并网的一种连接方式

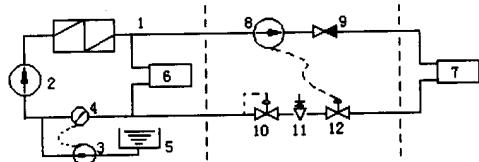
郑州市热力总公司供热管理部 贵祥震 张昌豪

随着社会的发展,高层建筑越来越多,高低悬殊的采暖系统并网的情况也就显得普遍了。在供热的初、中期,多采用在二次网的基础上进行再次热交换,这种方法会出现整个高层区供热系统水温太低,不能满足供热需要,或采用双水箱分层式热水采暖系统,这种系统在实际施工中又很难找到合适的位置安装高低水箱。在处理这一问题中,本文介绍了一种已在实践中获得成功的中继加压、减压装置,这一装置可以有效解决热源和采暖建筑高低悬殊的供热问题。

## 一、中继加压、减压装置的简介

以热源在低处为例,介绍中继加压、减压系统,见图1。

图中:1.热交换器,2.循环水泵,3.补水泵,4.电接点压力表,5.补水箱,6.低处热用户,7.高处热用户,8.中继



低区 中继加压装置 高区、图1

加压泵,9.止回阀,10.阀后压力调节阀,11.流量控制器,12.电磁阀。

系统中,中继加压泵和阀后压力控制器将高处和低处的压力隔离,对于高处热用户7来说,中继加压、减压系统的另一端相当于一个热源或加热装置;中继加压泵8相当于循环水泵;但和普通供热系统相比,本系统高压区可省去补水装置。

表1 站址参数表

站名	海拔高 程(m)	天线挂 高(m)	地理位置		站距 (km)	通信方位 (坐标北)
			北纬	东经		
基地站	76	110	36°6'30"	114°21'15"	8.3	276°10'
西效站	90	35	36°6'47"	114°15'		

表2 反射参数及地面反射系数表

站名	站距 (Km)	海拔高 程(m)	天线挂 高(m)	K=2/3 反 射点位 置(km)	K=4/3 反 射点位 置(km)	K=∞ 反 射点位 置(km)
基地站	8.3	76	110	3.8122	3.8125	3.813
西效站		90	35			

表3 反射系数表

反射点地面分类	水面	稻田	田野	城市、山地、森林
Pe	0.9~0.8	0.6~0.8	0.3~0.5	0.1~0.2

K=∞ 时不大于 1.38。基地站——西郊变电站反射区域为田野,反射系数应为 0.3~0.5。

计算公式为:  $Hc = h1 - hs - D1 * (h1 - h2) / D0 - 0.0784 * D1 * D2 / K$

hs: 障碍点海拔高度,h1、h2: 两站天线海拔高度,D0: 两站距离 (km),D1: 站址 1 到障碍点的距离 (km),D2: 站址 2 到障碍点的距离 (km),K: 地球等效

半径系数分别取 2/3、4/3、∞, 第一菲区半径  $F1 = (\lambda * D1 * D2 / D0)$ ,  $\lambda$  为波长, 余隙比  $M = Hc / F1$ 。

4. 取基地站天线挂高  $T1=110m$ , 取西郊变电站天线挂高  $T2=35m$  时, (因为障碍点比较高, 所以西郊变电站天线挂高相应提高) 计算可得障碍点处的余隙及余隙比如下:

障碍点处第一菲区半径  $F1=18.52m$ 。当  $K=2/3$  时, 余隙  $Hc=11.86m$ , 余隙比  $(Hc/F1)=0.64$ 。当  $K=4/3$  时, 余隙  $Hc=12.6m$ , 余隙比  $(Hc/F1)=0.85$ 。当  $K=\infty$  时, 余隙  $Hc=13.32m$ , 余隙比  $(Hc/F1)=0.72$  从以上计算结果可知余隙比满足要求, 说明路由畅通。

## 四、结论

在安阳供电公司调度大楼天线挂高  $T1=110m$ , 在西郊变电站的 18 米楼上建 20 米的通信铁塔, 用以架设一点多址微波的天线。这一工程实例比较有典型性, 因为基地站和所选变电站(通信站)本身距离比较近, 只有 8.3 公里; 而且安阳供电公司调度大楼的天线高度也很高, 但是现场勘测后发现距西郊变电站 0.8 公里处有 161.8 米海拔高程的障碍物(安阳电厂的冷却塔)。根据电测分析和计算, 只有加高变电站的微波天线才能满足对通信质量的要求。

## 如何学习天线设计

天线设计理论晦涩高深，让许多工程师望而却步，然而实际工程或实际工作中在设计天线时却很少用到这些高深晦涩的理论。实际上，我们只需要懂得最基本的天线和射频基础知识，借助于 HFSS、CST 软件或者测试仪器就可以设计出工作性能良好的各类天线。

易迪拓培训([www.edatop.com](http://www.edatop.com))专注于微波射频和天线设计人才的培养，推出了一系列天线设计培训视频课程。我们的视频培训课程，化繁为简，直观易学，可以帮助您快速学习掌握天线设计的真谛，让天线设计不再难…



### HFSS 天线设计培训课程套装

套装包含 6 门视频课程和 1 本图书，课程从基础讲起，内容由浅入深，理论介绍和实际操作讲解相结合，全面系统的讲解了 HFSS 天线设计的全过程。是国内最全面、最专业的 HFSS 天线设计课程，可以帮助你快速学习掌握如何使用 HFSS 软件进行天线设计，让天线设计不再难…

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/hfss/122.html>

### CST 天线设计视频培训课程套装

套装包含 5 门视频培训课程，由经验丰富的专家授课，旨在帮助您从零开始，全面系统地学习掌握 CST 微波工作室的功能应用和使用 CST 微波工作室进行天线设计实际过程和具体操作。视频课程，边操作边讲解，直观易学；购买套装同时赠送 3 个月在线答疑，帮您解答学习中遇到的问题，让您学习无忧。

详情浏览: <http://www.edatop.com/peixun/cst/127.html>



### 13.56MHz NFC/RFID 线圈天线设计培训课程套装

套装包含 4 门视频培训课程，培训将 13.56MHz 线圈天线设计原理和仿真设计实践相结合，全面系统地讲解了 13.56MHz 线圈天线的工作原理、设计方法、设计考量以及使用 HFSS 和 CST 仿真分析线圈天线的具体操作，同时还介绍了 13.56MHz 线圈天线匹配电路的设计和调试。通过该套课程的学习，可以帮助您快速学习掌握 13.56MHz 线圈天线及其匹配电路的原理、设计和调试…

详情浏览: <http://www.edatop.com/peixun/antenna/116.html>



## 关于易迪拓培训:

易迪拓培训([www.edatop.com](http://www.edatop.com))由数名来自于研发第一线的资深工程师发起成立,一直致力于专注于微波、射频、天线设计研发人才的培养;后于 2006 年整合合并微波 EDA 网([www.mweda.com](http://www.mweda.com)),现已发展成为国内最大的微波射频和天线设计人才培养基地,成功推出多套微波射频以及天线设计经典培训课程和 **ADS**、**HFSS** 等专业软件使用培训课程,广受客户好评;并先后与人民邮电出版社、电子工业出版社合作出版了多本专业图书,帮助数万名工程师提升了专业技术能力。客户遍布中兴通讯、研通高频、埃威航电、国人通信等多家国内知名公司,以及台湾工业技术研究院、永业科技、全一电子等多家台湾地区企业。

## 我们的课程优势:

- ※ 成立于 2004 年, 10 多年丰富的行业经验
- ※ 一直专注于微波射频和天线设计工程师的培养, 更了解该行业对人才的要求
- ※ 视频课程、既能达到了现场培训的效果, 又能免除您舟车劳顿的辛苦, 学习工作两不误
- ※ 经验丰富的一线资深工程师主讲, 结合实际工程案例, 直观、实用、易学

## 联系我们:

- ※ 易迪拓培训官网: <http://www.edatop.com>
- ※ 微波 EDA 网: <http://www.mweda.com>
- ※ 官方淘宝店: <http://shop36920890.taobao.com>