

基于 Google Earth 保护微波通道的地理信息系统

· 实用设计 ·

赵洪勤

(厦门广播电视集团, 福建 厦门 361004)

摘要】探讨了城市规划建设中不容忽视的微波传输通道的保护问题, 在理论上推导了障碍物顶点的允许高程, 提出了利用 Google Earth 建立微波通道保护地理信息系统的构想, 并以厦门西姑岭微波站和狐尾山电视发射台为例, 具体介绍了两站间微波通道保护地理信息数据库的构建, 为城市规划建设提供了可靠的技术依据。

关键词】费涅尔区; 传播余隙; 地理信息系统

中图分类号】TN925

文献标识码】B

Geographic Information System for Protecting Microwave Path Based on Google Earth

ZHAO Hong-qin

(Xiamen Media Group, Fujian Xiamen 361004, China)

Abstract】In this paper, the problem of protecting microwave radio link is discussed, and the maximum vertical height of obstacles is illustrated theoretically. Based on the practice of constructing database between Xiamen Xiguling Microwave Station and Huweishan TV Transmitting Station, a new conception of using Google Earth to establish GIS (Geographic Information System) is presented, and it provides a reliable basis for city construction planning.

Key words】Fresnel zone; clearance; GIS

1 引言

许多城市都发生过因高层建筑物的阻挡导致微波信号质量下降甚至中断的情况。厦门广电集团发射中心 203 台西姑岭机房海沧 202 台传送的省台广播节目, 曾在 2006 年下半年因受传播路径上高层建筑的影响, 信号质量急剧下降, 只能加大发信端发射功率, 并同时提高接收端天线高度, 才使信号恢复正常。因此, 如何有效保障微波通信网络的安全, 成为急需解决的问题。

传统的保护方法是绘制微波通道保护图^[1], 但如果地图不够详细, 城市规划部门无法准确判断待审批的项目是否位于微波传输保护通路上。而且如果采样点数目有限, 待审批项目很难落在已知的采样点上, 仍需通过线性内插法进一步测算。因此, 实际操作难度较大。Google Earth 的地标文件库可很好解决这些问题, 从而建立一个保护微波通道的地理信息系统。

2 数据的转换

Google Earth 的地标文件以 KML 或 KMZ 为后缀, 支持 XML 语法和文件格式, 用来描述和保存地理信息, 如点、线、图片、折线, 并在 Google Earth 客户端中显示。如果将 EXCEL 文件导入 Google Earth, 必须先把 XLS 文件转换成 KML 文件。这里使用一款名为 KML Generator 的软件对单点、EXCEL 文件和文本文件进行 KML 制作。生

成的 KML 文件在规范成如表 1 所示的格式后, 就可直接导入 Google Earth 进行显示并供用户使用。

表 1 EXCEL 文件转换格式

样点经度/°	样点纬度/°	样点序号	属性描述
118.109 338	24.454 699 44	1	限高 281.277 125 086 342 m, 第一费涅尔半径 2.68 m
118.108 164 32	24.456 115 88	2	限高 273.511 009 748 823 m, 第一费涅尔半径 3.71 m
118.106 990 48	24.457 532 32	3	限高 265.916 933 987 441 m, 第一费涅尔半径 4.45 m

3 系统涉及的重要参数

系统建立的关键是 EXCEL 报表数据的获取, 即如何得到微波传输通路上样点的经纬度、第一费涅尔半径以及该位置建筑物的限高等参数。

3.1 样点经纬度

地球表面是一个球面, 因收发两点的距离一般在数十公里以内, 可以将球面简化为平面计算, 首先利用 GPS 测得发射点 A、接收点 B 的经纬度, 如图 2 所示。

图 2 中, A 点坐标为 (X_0, Y_0) , B 点坐标为 (X_n, Y_n) , x 代表经度, y 代表纬度, 将 AB 连线分成 n 等份, 则任意一点的经纬度可以表示为

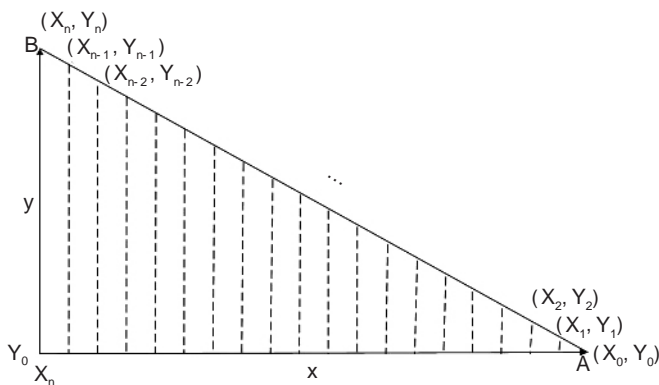


图2 经纬度计算示意图

$$X_i = X_0 + \frac{X_n - X_0}{n} \times i \quad (i=1, 2, 3, \dots, n-1) \quad (1)$$

$$Y_i = Y_0 + \frac{Y_n - Y_0}{n} \times i \quad (i=1, 2, 3, \dots, n-1) \quad (2)$$

式中: i 代表等分点, 当 n 足够大, 理论上可以求得微波传输通路上任意点的经纬度。

3.2 第一费涅尔半径

根据惠更斯-费涅尔原理, 可以认为在自由空间从波源 T 到接收点 R 的电波是通过许多费涅尔半波带传播的, 考虑到以传播路径为轴线的旋转对称性, 不同位置的同一费涅尔半波带的外围轮廓线应是一个以收、发两点为焦点的旋转椭球, 如图3所示。其中, 第一费涅尔椭球为电波传播的主要通道。

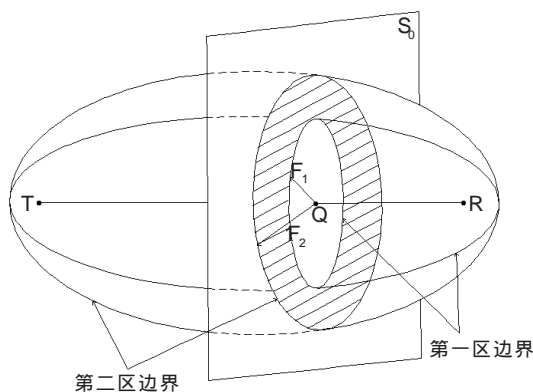


图3 费涅尔区示意图

图3中, F_1 为第一费涅尔半径, 单位 m , S_0 为费涅尔带所在平面。在实际通信中, 第一费涅尔半径意义重大, 其表达式为

$$F_1 = \sqrt{\frac{\lambda d_1 d_2}{d}} \quad (3)$$

式中: λ 为工作波长; d 为发送点至接收点距离; d_1 为发送点至计算点距离; d_2 为接收点至计算点距离。各参数单位均为 m 。

对 F_1 求导, 可得在路径中央, 即 $d_1 = d_2 = d/2$ 处, F_1 达到最大值。设 F_{1max} 为最大第一费涅尔半径, 则算式简化为

$$F_{1max} = \frac{1}{2} \sqrt{\lambda d} \quad (4)$$

理论上, 只要围绕图3中 Q 点存在第一费涅尔区面积 $1/3$ 的圆孔就能获得自由空间传播的能量, 该圆孔半径 F_0 满足

$$F_0 = \frac{1}{\sqrt{3}} F_1 = 0.577 F_1 \quad (5)$$

第一费涅尔半径 F_1 和最小费涅尔半径 F_0 是微波通路勘测中两个重要的物理参量, F_0 被称为障碍物禁区^[4]。

3.3 地物限高

在计算地物限高之前, 必须先引入传播余隙的概念。收发两点的连线与最高障碍物顶点之间的距离称为传播余隙, 如图4所示。

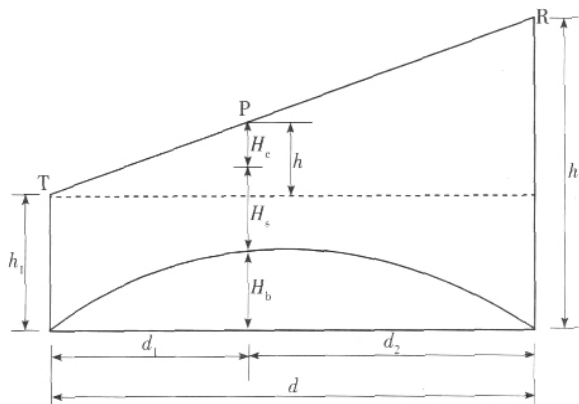


图4 传播余隙示意图

图中, T 为发点, R 为收点, h_1 和 h_2 分别为收发天线的有效高度, H_0 为地形最高点处的地球凸起高度, 考虑了大气折射因素, $H_0 = \frac{d_1 d_2}{2KR_0}$, K 为地球等效半径系数, 在标准折射的情况下, $K=4/3$, R_0 为地球半径 (6370 km), H_s 为障碍物的高度, H_c 为传播余隙。

从图4中几何关系可知, $h = (h_2 - h_1) \frac{d_1}{d}$, 于是, P 点在剖面图上的余隙为^[5]

$$H_c = h_1 + (h_2 - h_1) \frac{d_1}{d} - \frac{d_1 d_2}{2KR_0} - H_s = \frac{d_2 h_1 + d_1 h_2}{d} - \frac{d_1 d_2}{2KR_0} - H_s \quad (6)$$

根据费涅尔区的概念, 传播余隙必须大于等于最小费涅尔半径, 才符合电路开路传播的条件, 因此, H_s 必须满足

$$H_s \leq \frac{d_2 h_1 + d_1 h_2}{d} - \frac{d_1 d_2}{2KR_0} - F_0 = \frac{d_2 h_1 + d_1 h_2}{d} - \frac{d_1 d_2}{2KR_0} - \frac{1}{\sqrt{3}} \sqrt{\frac{\lambda d_1 d_2}{d}} \quad (7)$$

因此, 地物限高为 $\frac{d_2 h_1 + d_1 h_2}{d} - \frac{d_1 d_2}{2KR_0} - \frac{1}{\sqrt{3}} \sqrt{\frac{\lambda d_1 d_2}{d}}$ 。

4 实例分析

本文以厦门西姑岭微波站和狐尾山电视发射台为例, 具体介绍两站间保护微波通道的地理信息数据库的构建。西姑岭微波站位于东经 118.110 512°, 北纬 24.453 283°, 海拔 264 m, 天线挂高 26 m, 距狐尾山电视发射台 5 km, 工作频率 8 GHz, 天线半径 2 m, 狐尾山发射台位于东经 118.081 166°, 北纬 24.488 694°, 海拔 97 m, 天线挂高 15 m。在标准折射情况下, 可以根据公式(1)、(3)和(7)生成 EXCEL 报表, 再利用 KML Generator 将上述报



图 5 保护微波通道的地理信息系统

表转换成 KML 文件, 直接导入 Google Earth, 结果如图 5 所示, 狐尾山与西姑岭之间的连线是利用 Google Earth 的 Add Path 功能实现的, 24 个样点是利用 KML 文件直接导入的。并可根据需要

确定样点个数以及是否显示。

同时在 Google Earth 上可随意缩放所取样点, 屏幕左下角会显示光标所在点的经纬度和海拔高度, 点击任

意点, 该点的第一费涅尔半径和地物限高立即以标注的形式显示出来, 如图 6 所示。

5 小结

基于 Google Earth 保护微波通道



图 6 保护微波通道的系统属性描述

的地理信息系统简洁明了、直观形象。除了给规划局的审批提供方便外, 在建立新的微波链路时, 也可以利用 Google Earth 本身提供的海拔高度与数据库建立的地物限高对比, 来判断该链路是否畅通。日趋完善的系统将为城市规划建设提供更有力的技术支持。

参考文献

- [1] 李晓剑. 微波通道保护图的绘制方法[J]. 西部广播电视, 2001 (10): 16-18.
- [2] 李白萍, 姚军. 微波与卫星通信[M]. 西安: 西安电子科技大学出版社, 2006.
- [3] 唐贤远, 李兴. 数字微波通信系统[M]. 北京: 电子工业出版社, 2004.

作者简介:

赵洪勤(1957-), 工程师, 发射中心主任, 从事微波信号传输工作。

责任编辑: 许盈

收稿日期: 2007-09-20

(上接第 62 页)

4 IPTV 组播安全控制

根据 ACR 特有的树形结构, EMD 和 RIU 下接固定的 IPTV 用户, 组播树的配置相对固定, 从结构上控制了组播树的范围和方向, 不接收范围之外的动态组播成员的加入请求, 保证 IPTV 组播源的报文在规定的范围内扩散。本方案采用这种静态组播树的方式可在一定程度上对 IPTV 组播安全进行控制。

5 小结

随着 IPTV 业务迅猛发展, 对组播技术提出了更高要求。本文根据 IPTV 业务的特点, 从 ACR 总体结构出发, 利用第二层设备 EMD, 设计了一套可控组播实现方案, 该方案可对 IPTV 组播源、IPTV 组播用户和 IPTV 组播安全进行有效的控制, 解决了用户认证、计费 and 频道切换等问题。本方案实现了对每个 EMD 下接的 960 个 IPTV 组播用户的控制, 而针对 EMD 的扩容, 对更多的

IPTV 组播用户的控制将是下一步研究的方向。

参考文献

- [1] Nortel Networks. Solutions reference design: IP multicast television distribution version 1.2[R]. Toronto: Nortel Corporation, 2003.
- [2] 汪斌强, 郭江兴. 基于 IPv6 的大规模接入汇聚路由器的设想与实现[J]. 电信科学, 2006, 22(1): 5-9.
- [3] 国家数字交换系统工程技术研究中心. 大规模接入汇聚路由器 (ACR) 总体技术规范[S]. 2005.
- [4] 华为技术. 受控组播技术白皮书[R]. 深圳: 华为技术有限公司, 2004-2-27.
- [5] FENNER B, HE H, HABERMAN B, et al. RFC 4605, Internet Group Management Protocol (IGMP) Multicast Listener Discovery (MLD)-Based Multicast Forwarding ("IGMP/MLD Proxying") [S]. 2006.

作者简介:

张鹏(1981-), 硕士生, 主要从事可控组播技术的研究;

张兴明(1963-), 教授, 硕导, 从事高速宽带信息网络技术研究。

责任编辑: 刘伯义

收稿日期: 2007-09-06