

遥测台网传输信道选定

陈阵阳

(防灾技术高等专科学校)

关键词: 遥测台网 地震数据 传输信道

1 前言

遥测地震台网就是把不同空间分布的地震台网检测到的地震信号用遥测的方式实时或准实时地传送到台网中心进行集中记录和统一授时并用计算机处理地震数据的一种地震台网。遥测地震台网的速度快、精度高,使大地震参数的速报速度加快,并能及时建立地震目录库,可满足地震预报、科研、经济建设各方面对地震数据的要求。

遥测台网依信息集中方式的不同可分为无线遥测台网和有线遥测台网。其中无线遥测台网以其造价和维护费用都较低、数据传送及时等特点日益受到各级地震监测部门的重视。我国自1978年8月开始在重点监视区建立了北京、兰州等6个大型的区域遥测台网。这些台网所采用的传输方式大多是有线、无线兼有的。从70年代末期至今,全国各地建立了20余个小型的无线遥测台网。

近年建成的遥测台站大多数都采用无线电传输的方式。由于线路费用等问题,今后我国将不会再增加有线传输台网,新设台网均要采用无线电传输方式。而无线电传输台站的选择及测试与传统台的选测在许多方面都有很大的差异。下面结合实例就无线遥测台网传输信道选测过程中如何对无线传输通道——信道进行选择计算的问题进行一些讨论。

2 台站位置及传输信道的选择

在进行无线遥测台站的选定时一般要经过以下几个阶段:

首先要根据科研课题和地震监测预报工作所需要监测的范围,在尽量利用原有人值守台站的原则下,在地形图上确定出需新设台站的数目及其所在的大致区域。

第二步要在预定台站所在范围附近踏勘,按照规范和电波传播的要求,在每个预定台站区域中初选若干个待定点。在进行这一步工作的同时,可利用无线电话机对通话信道进行粗测。应当淘汰场强很小的待定点。然后利用1:100 000以上的地形图,绘制出各待定点与台网接收中心(或中转台)的地形剖面图。依据这个剖面图,结合影响无线电波传播的各种因素,利用电波传播理论计算出该传输信道所能达到的场强预期值。

3 信道的计算

定量评价一个传输信道时,可用功率储备 F 、场强 E 、终端电压 V_0 、电压裕值 V_0 等指标中任选一种或几种来表征其质量。

无线电波的传播方式大体上可分为地面传播方式、天波传播方式、视距传播方式和绕射传播方式。地面传播方式和天波传播方式对高频小功率电波的传播贡献是很小的,可以忽略不计。

视距传播方式是指电波直接从发射天线传播到接收点的一种传播方式。视距传播受到地球表面曲率的限制,因此其传播距离是有限的。在对流层中视距传播所能达到的距离是与收、发天线距离地面的相对高度成正比的,但是天线的高度总是受到各种条件的限制不可能架设

得很高。在遥测台网的孔径比较大或者在电波传播的途中有高山、丘陵、凸地、高大建筑等物体的阻挡从而使接收点落入阴影区时,就要靠绕射传播方式来进行传播了。

绕射传播方式是指电波绕过传播路径上障碍物的传播方式。绕射传播电波的能量损耗与所绕过的物体的形状、高度有关。若相距为 d 的收发两点之间地球的凸起高度为 H_b (如图 1 所示), 则 H_b 的值由下式决定:

$$H_b = \frac{d_1 \cdot d_2}{2R_0} \quad (1)$$

其中 R_0 为地球半径。

在电波传播途中,若有高山等阻挡物,如图 1 中的 d_2 部分,即使地球球面凸起没有阻挡,也会使电波的传播受到很大影响。一般把山峰的最高点与收发天线的连线间的垂直距离 H_c 称为传播余隙。由图 1 可知:

$$H_c = h_1 + (h_2 - h_1) \frac{d_1}{d} - \frac{d_1 d_2}{2R_0} - H_b \quad (2)$$

当 $H_c < 0$ 时,传输信道处于闭电路状态(接收点处于阴影区)。传输时只要能保证 H_c 大于最小菲涅尔半径,就可以获得近似自由传播的条件;若 H_c 小于最小菲涅尔半径,则传播能量要受到阻碍,电波就只有依靠绕射来进行传播。绕射场强的计算是非常复杂的,代表绕射影响的衰落因子 A 是一个无穷级数。在实际应用中往往利用 CCIR 推荐的图表来进行估算。图 2 就是其中一张。图中 H_c 在闭电路时要取负值, F_1 为第一菲涅尔区半径,即

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

利用该图可直接得到衰落因子 $A = E/E_0$ (E_0 为无衰落时的接收场强)。

实际上的电波是在有能量损耗的介质中传播的。对于某一传输通道(信道),在匹配的情况下,

发射功率 P_T 与接收功率 P_R 之比称为该电路的传输损耗 L , 即 $L = P_T/P_R$ 。

除传播损耗外,在实际的收发设备中还存在着设备、馈线等多种因素引起的能量损耗。

4 两种主要计算方法的比较

通过以上讨论可知,在无线遥测地震台网中主要是以视距传播和绕射传播方式为主。而在绕射传播时,若第一菲涅尔区受阻,则电波能量受到很大损失。因此在选定台址时这些因素都应加以考虑。在确定传输信道是否适宜进行地震信号的传输时,要确知接收点的接收场强,而接收场强可以通过实测的方法加以测定,也可以经过理论计算而得出。实测方法的优点是直观,但耗费大;后一种方法的优点是显而易见的。笔者在为某遥测台网进行选测的过程中,用几

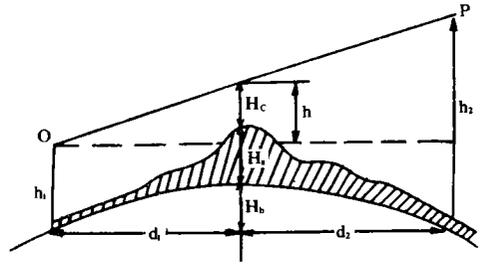


图 1 传播路径示意图

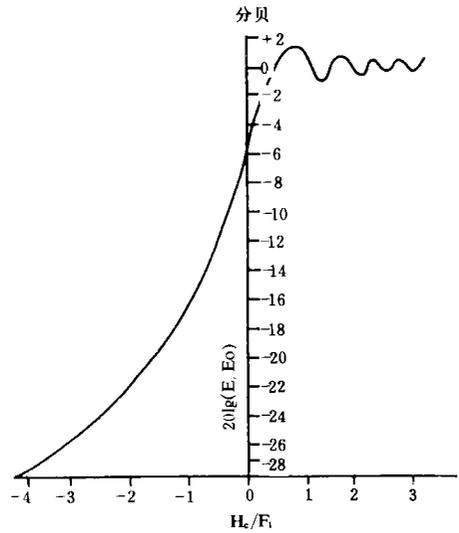


图 2 传播路径中有阻挡时电波的衰落

种不同的计算方法计算得出的结果与实际测定的数值相比较,认为用计算传输增益的方法所得结果是比较接近实际、比较准确的。下面以一个传输信道为例来讨论其中两种比较好的计算方法。

4.1 传输增益法

4.1.1 路径及设备

- | | |
|------------|--|
| (1)设备名称 | 768型无线遥测地震设备 |
| (2)工作频率 | $f=47.95\text{mHz}$ |
| (3)发射机输出功率 | $P_T=5\text{W}$ |
| (4)接收机灵敏度 | $\leq 1\mu\text{V}$ |
| (5)天线 | 五单元八木天线 $G_R, G_T \geq 9\text{dB}$, 行波系数 $k \geq 0.7$ |
| (6)天线架设高度 | 台网中心 $h_1=30\text{m}$, 浅水河 $h_2=5\text{m}$ |
| (7)传输距离 | $d=29.85\text{km}$, $r=34\text{km}$ |
| (8)馈线 | SYV-75-2型同轴电缆: 长度 20m , 特性阻抗 75Ω |
| (9)传播路径 | 有阻碍的丘陵大地(见图3) |

4.1.2 设备能力的计算

$$G = G_R + G_T + P_T - P_R \quad (4)$$

式中 $P_R = -144 + 10\lg B + N_F$ 为接收机极限灵敏度,其中 B 为中频带宽,本机取 $B=0.025\text{mHz}$; N_F 为接收机噪声系数,本机为 3dB 。故本机 $P_R = -157\text{dB}$,代入式(4)得:

$$G = 180\text{dB}$$

4.1.3 传播损耗的计算

(1)自由空间损耗

$$L_{bf} = 28.1 + 20\lg f + 20\lg r = 92.3\text{dB}$$

(f, r 单位同前)

(2)障碍损耗 A

根据式(1)~式(3)结合图3,首先计算出 a, b, c, d, e 各点的 H_b, F_1, H_c 及 H_c/F_1 值,再用图2得出 A 值。

如 b 点: $H_b = 17.3\text{m}$, $H_c = -10\text{m} - 17.3\text{m} = -27.3\text{m}$

$$F_1 = 210\text{m}, H_c/F_1 = -0.13, \quad \text{则 } A_b = -7\text{dB}$$

可分别得到: $A_a = -5\text{dB}$, $A_b = -7\text{dB}$, $A_c = -13\text{dB}$, $A_d = -6.5\text{dB}$, $A_e = -6\text{dB}$ 。

故 $A = A_a + A_b + A_c + A_d + A_e = -37.5\text{dB}$

(3)其它损耗

①馈线损耗 L_e : 本机采用的馈线在 $f=50\text{mHz}$ 时,损耗为 0.06dB/m ,故

$$L_e = 2 \times 20 \times 0.06 = 2.4\text{dB}$$

②失匹配损耗 L_M : 本机天线行波系数 k 不劣于 0.7 ,接收发两端计算,则

$$L_M = 2 \ln[(1+k)/(2\sqrt{k})] = 0.03\text{dB}$$

③滤波器损耗 L_φ : 本机有收发滤波器,发端滤波器损耗已反映在功率的减小上了。这里只计接收端滤波器损耗为: $L_\varphi = 2\text{dB}$

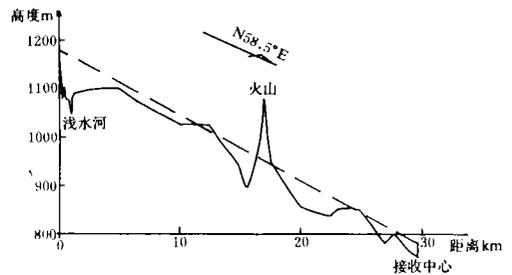


图3 遥测地震台——接收中心的地形剖面

4.1.4 解调门限

经实际测试,要使地震信号记录得较好,信噪比不应劣于 1:1,即 $S/N=0$ dB。

4.1.5 功率储备 F

功率储备 F 由下式给出:

$$F = G - L_{bf} - L_c - L_M - L_p - (S/N) + A = 45.8 \text{ dB}$$

对遥测地震设备进行实际测试,其功率储备 F 为 37 dB,相差 8 dB。

4.2 接收场强法

4.2.1 路径及设备:同方法一

4.2.2 接收场强 E 的计算:

根据定义:场强 $E=E_0A$,其中 E_0 为在理想的自由空间传播时接收点的场强。在实际工作中,可用下式来计算场强 E:

$$E = 38 + 10 \lg P_T + 20 \lg D_T + 20 \lg \lambda + G_T - 20 \lg r - 20 \lg l + 10 \lg R_i + A(\text{dB})$$

其中 λ 为波长(m), l 为天线等效长度(m)(对半波振子 $l=\lambda/\pi$), R_i 为接收机输入阻抗(768 型的 75Ω),这样可求得场强 E 在以 $1 \mu\text{V/m}$ 为参考时的分贝值为:

$$E = 15.6 \text{ dB}$$

本传输信道场强 E 的实测值为 20.5 dB,相差 4.9 dB。

5 结论

由以上数据可看出,信道场强理论计算与实测值之间是比较接近的。误差产生的原因主要有这样几方面:传输增益法的误差是所使用的遥测设备的性能参数分散(如解调门限值)所致;而接收场强法的误差往往是由于测试时天线周围的环境不佳以及测试天线的高度不够等因素造成的。例如,在测试的过程中,有时只是徒手举持测试天线进行场强的测量,这样就不可避免地引入了误差。但是,尽管存在着这样那样的误差,理论计算的可靠性还是比较高的。文中所例举的台站,自 1988 年开始进行传输以来,至今一直在稳定地进行工作。并且许多遥测台站的实践都证明了这种理论计算与实际的结果基本是一致的。

至于这两种计算方法究竟采用哪种方法好,笔者认为,若在选定台网之前遥测设备已经购置并且对其性能也已进行了测量,这时用传输增益法比较接近最终安装仪器时的实际情况。若在进行选测工作之前仪器设备还未选定或者虽有设备但将来准备更新时,采用接收场强法更为合适一些。

综上所述,我们可以看到理论计算传输信道的方法,不仅省时、省力、省资金,而且可靠性也很高,还可避免仅用实测方法时可能遇到的一些偶然性因素。因此在进行实测工作前先进行必要的理论计算以减少野外测试中的工作量和盲目性是非常重要的。

(本文 1995 年 1 月 24 日收到)

参考文献

- 1 陈颢. 地球科学中的新技术. 地震出版社, 1989. 2~22.
- 2 谢处方. 电波与天线. 人民邮电出版社, 1965. 18~156.
- 3 陈阵阳. 无线地震遥测系统传输放大率的测定. 内陆地震, 1:49~55.

SELECTION OF TRANSMISSION PASSAGEWAY OF TELEMETERED SEISMIC NET

Chen Zhenyang

(Higher Technology Training School for Calamity Precaution)