

VSAT 天线压重估算

徐东亮

(黑龙江省气象局, 哈尔滨 150001)

提 要

针对 VSAT 天线产生的压重对房顶的影响, 指出了其压重产生的 3 个因素, 并重点介绍了压重的估算方法。该方法也适用于其它卫星天线压重的估算。

关键词: 天线 压重 估算

引 言

9210 工程(气象卫星综合应用业务系统)所用 VSAT (Very Small Aperture Terminal) 天线是卫星接收系统的重要设备之一。为获得良好的接收效果, 通常将 VSAT 抛物面天线安放在大楼房顶上。由于 VSAT 天线及其底座有一定的重量, 天线锅面在房顶又要受到风压的作用, 故承受安放天线的房顶, 其强度应能满足天线的重量和各种应力、压力的负荷要求。为了确保当地在大风季节, 特别是在遭受台风袭击时, 仍能维持抛物面天线的稳定性、可靠性和安全性, 则在安装 VSAT 天线时, 必须估算由 VSAT 天线所产生的各种压力负荷。

1 VSAT 天线压重的产生因素

VSAT 天线压重的产生, 主要有 3 个因素: 一是天线的自重 G ; 二是天线底座重量 N ; 三是天线风压负荷 F 。天线的自重 G 和天线底座重量 N 都直接作用于房顶; 而天线风压负荷 F , 因天线的迎风角度的不同(见图 1), 既可分解成水平方向作用于天线所产生的水平力和倾覆力矩, 也可分解成垂直方向

作用于天线所产生的向下的压力或向上的升力。本文只关心天线风压负荷垂直方向作用于天线所产生的向下的压力, 即“风力压重”。为方便起见, 更为安全起见, 则将天线风压负荷直接视为对房顶的压力, 那么, 显而易见, 天线所产生的压重 P , 可用公式表示为:

$$P = G + N + F \quad (1)$$

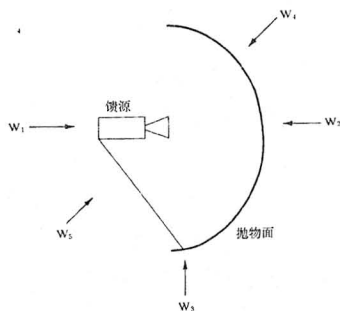


图 1 天线迎风角度示意
 $W_1 - W_5$ 为风压

2 VSAT 天线压重的估算

2.1 天线自重 G 的确定

天线的自重, 由天线生产厂家提供, 一般可在其技术手册中查到。

9210 工程所用 VSAT 天线有两种: 一种是省级信息控制中心(PICC)的 TES 所采用的 3.7m 口径环焦抛物面天线(电子工业部

石家庄54所设计,锦江电机厂生产),天线自重 $G=500\text{kg}$;另一种是PICC的PES和地级以上信息管理系统(CIMS)的混合站所采用的2.4m口径偏馈式抛物面天线(美国休斯网络系统公司——HNS生产),天线自重 $G\leq 300\text{kg}$ 。

2.2 天线底座重量 N 的估算

天线底座分活动式和固定式两种。活动式天线底座(包括支柱)为天线生产厂家原配,其重量由其厂家提供。对于休斯公司2.4m口径天线,其底座重量 $N=400\text{kg}$ 。

固定式天线底座的重量 N 与天线底座的体积大小有关,即天线底座体积越大,天线底座的重量也越大。而天线底座的体积又与风速有关,即风速越大,所产生的倾覆力矩也越大,则要求天线底座的牢固程度越高,也即天线底座的面积也就越大。

另外,为了使天线底座达到一定的强度,要求使用C30标号的混凝土,其强度等级可达 5MPa ^[1],即每平方毫米可承受5牛顿的力。为了达到C30标号混凝土的技术要求,应合理选择材料的级配、水灰比和骨料(碎石或砾石)的比例。

根据中国气象局9210工程办公室推荐的配方一的材料配合比,并设水灰比为0.5,则可分别算出材料的用量及天线底座的重量 N 。表1给出了2.4m偏馈天线风速与最大倾覆力矩、基础平面尺寸^[2]的关系和配方一的水泥用量^[2]及底座的估重。

表1 2.4m 天线风速 V 与最大倾覆力矩 f 、基础尺寸 L 的关系和配方一的水泥用量 Q 及底座估重 N

$V/\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$	$f/\text{kg}\cdot\text{m}$	L/m^2	Q/kg	N/kg
28.4	650	0.7×0.7	160	1040
37	1100	0.8×0.8	200	1300
55	2300	1.0×1.0	300	1950

2.3 天线风压负荷 F 的估算

风压系指与风向垂直的结构平面上所受到的最大风速的压强。

天线风压负荷 F 与很多因素有关,若用数学公式表示,则有如下关系:

$$F = WS \quad (2)$$

式中: W 为单位面积的风压负荷($\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$); S 为抛物面天线的最大迎风面积(m^2)。

2.3.1 单位面积的风压负荷 W ^[3,4]

$$W = \mu_z \mu_s \mu_0 W_0 \quad (3)$$

式中: W_0 为水平面上的基本风压($\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$); μ_z 为风压高度变化系数; μ_s 为风载体型系数; μ_0 为风压负荷调整系数。

基本风压 W_0 以一般空旷平坦地面,离地10m高处,统计得到的30年一遇的10分钟平均最大风速 $V(\text{m}\cdot\text{s}^{-1})$ 为标准,建筑学上通常由下式确定^[4,5]:

$$W_0 = V^2/16 \quad (4)$$

式中: V 为按基本风压定义要求的一定概率下(30年一遇)和一定时距下(10分钟)的平均最大风速($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)。实用中,应根据风速极值的重复发生情况,利用概率分布外推来确定^[5],同时将定时观测记录经“时次转换”^[5]变成10分钟的平均最大风速,操作起来有一定难度,建议从有关资料,如文献^[5]中直接查用。

基本风压也可以根据全国基本风压分布图查得。但无论是估算还是查图,其基本风压的最小值都不得小于 $25\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$ 。

2.3.2 风压高度变化系数 μ_z

风压随高度不同而变化,通常以陆地10m高度的风压为基准。天线安装位置越高, μ_z 越大(见表2)。风压高度变化根据下垫面粗糙程度分为A、B、C三类:

表2 风压高度变化系数 μ_z 与天线位置高度的关系

天线离地面或 海拔高度/m	5	10	15	20	30	40	50	60	70	80	90	100	150	200	250	300	350	≥ 400
A	1.17	1.38	1.52	1.63	1.80	1.92	2.03	2.12	2.20	2.27	2.34	2.40	2.64	2.83	2.99	3.12	3.12	3.12
B	0.80	1.00	1.14	1.25	1.42	1.56	1.67	1.77	1.86	1.95	2.02	2.09	2.38	2.61	2.80	2.97	3.12	3.12
C	0.54	0.71	0.84	0.94	1.11	1.24	1.36	1.46	1.55	1.64	1.72	1.79	2.11	2.36	2.58	2.78	2.96	3.12

A类:近海海面、海岛、海岸、湖岸及沙漠地区;

B类:田野、乡村、丛林、丘陵、房屋比较稀疏的中小城镇、大城市郊区;

C类:密集建筑群的大城市市区。在该区域内,天线总是高于周围建筑物,这时可按照天线高度选用规定的 μ_z 。

2.3.3 风载体型系数 μ_s

抛物面天线的风载体型系数 μ_s 与天线的体型、口径尺寸、迎风角度、物理结构等因素有关。图1为典型的整块板状结构的抛物面天线的迎风示意图。由于迎风角度不同,所受的风压不同,系数 μ_s 的值也不同。表3^[3]给出了抛物面天线在各种迎风角度时的 μ_s 取值。

表3 风载体型系数 μ_s 与迎风角度的关系

风压	迎风角度	风载体型系数 μ_s
W_1	0°(正面)	1.2
W_2	180°(背面)	0.8
W_3	90°(垂直)	0.4
W_4	45°、135°(背侧面)	0.6
W_5	45°、135°(正侧面)	1.1

2.3.4 风压负荷调整系数 μ_0

由于天线的安装位置,周围的特殊环境,天线本身的物理结构等因素,需要考虑风压负荷调整系数,一般情况下可按其相邻地区的基本风压,取不同的调整系数 μ_0 。

如果天线位于山间盆地、谷地等闭塞地

形,视具体情况,取 $\mu_0=0.75-0.85$ 。

如果天线位于山口、谷口地区(即俗称风口),视具体情况,取 $\mu_0=1.2-1.5$ 。

如果天线位于山顶或山坡、可根据山麓附近的基本风压和山顶的海拔高度,参照表2取适当的 μ_z 值。当山顶高500m以上时,取调整系数 $\mu_0=3.2$ 。

对沿海海面、海岛,可按天线距海岸距离(100m之内)取 $\mu_0=1.0-1.2$ 。

如果抛物面天线采用栅网式结构,设栅网的管径为 d ,栅网的间隙为 s ,当 $s/d=1$ 时,应按照管状体计算风压负荷,与面结构相比,另加调整系数 $\mu_0=0.7$ (见图2)。

有时出现多种情况,有很多调整系数,即出现 $\mu_1, \mu_2, \dots$,在估算时都应列入计算式。

3 估算实例

黑龙江省气象台安装一副 PES 用 2.4m

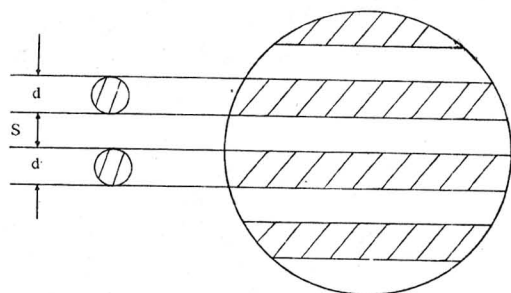


图2 栅网天线结构示意图

口径偏馈抛物面天线,天线底座为固定式,安装高度 25m,周围无明显阻挡物,试计算天线所产生的压重。

3.1 确定天线的自重 G 。根据所给参数可知,天线的自重为 $G=300\text{kg}$;

3.2 估算天线底座重 N 。为安全起见,采用 1.0×1.0 的基础平面,此时由表 1 查得,天线底座重量 $N=1950\text{kg}$;

3.3 估算天线风压负荷 F 。根据所给参数可知,抛物面天线的最大迎风面积为 $S=\pi(\text{天线口径}/2)^2=4.52\text{m}^2$;由资料查得^[6],哈尔滨 30 年一遇的平均最大风速为 $26.8\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$,由公式(4)算得哈尔滨的基本风压为 $W=45\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$;由表 2 知其风压高度变化系数 $\mu_z=1.42$;由表 3 确定其最大风载体型系数 $\mu_s=1.2$;因天线置于空旷地区,故风压负荷调整系数 $\mu_0=1$ (无调整)。代入公式(2)、(3),则算得 $F=\mu_z\mu_s\mu_0W_0S=346.9\text{kg}$;

最后由公式(1)可算出,天线所产生的压重为 $P=2596.9\text{kg}\approx 2.6$ 吨。

4 小 结

VSAT 天线压重的估算虽不复杂,但却十分重要,它直接关系到房顶的承重和安全,也关系到天线的可靠性和稳定性。在安装天线前,一方面要认真估算其压重的大小;另一方面,要与原建筑设计单位取得联系,以期得到承放天线的房顶的承重允许数值。在施工时,应注意将天线底座的混凝土基础置于柱顶或靠近柱子的梁上,这样才能确保以后的安全使用。

参考文献

- 1 胡仙山,邹定全,张兰芳.混凝土工班组长手册.北京:中国建筑工业出版社,1996.
- 2 中国气象局 9210 工程办公室.设计与施工说明.打印件.北京:1996.
- 3 范东平,杜之云.卫星电视接收机原理与制作.北京:电子工业出版社,1991:130—132.
- 4 章天恩.实用建筑结构设计手册.北京:机械工业出版社,1995:41—55.
- 5 谭冠日,严济远,朱瑞兆.应用气候.上海:上海科学技术出版社,1985:97—114.
- 6 《建筑设计资料集》编写组.建筑设计资料集(第二版)第 1 集.北京:中国建筑工业出版社,1995:166—172.

The Calculation of Pressure of VSAT Antenna

Xu Dongliang

(Meteorological Bureau of Heilongjiang Province, Harbin 150001)

Abstract

Since the pressure of VSAT antenna has an effect on the roof of the building, the reason of the pressure and the way of calculating the pressure are explored. The way also can be used to calculate the pressure of another satellite's antenna.

Key Words: antenna pressure calculation