

估算灾区最大风速的一种方法

林务荣

何华庆

(广东高要市气象局, 526040) (广东肇庆市气象局)

提 要

根据邮电等部门的长途明线线路的有关杆线强度设计的资料, 得出了在无气象观测记录的灾区估算最大风速的方法和经验公式, 并给出了实例。

关键词: 风荷载 最大风速 估算方法

引 言

由对流性系统如强雷雨、飑线等引起的局地性大风, 具有很大的破坏力。由于气象观测点的布局所限, 往往不能测定灾区的最大风速。随着社会经济的蓬勃发展, 很多单位和个人在遭受风灾后都要求气象部门为其提供实况资料的证明, 因此, 如何科学地估算灾区的最大风速就显得很有必要了。

1 基本原理

在灾区无观测记录的情况下, 我们可以根据灾区被毁坏的通信、供电线路或其他构筑物来估算受灾时的最大风速。例如通信线路, 先计算出电杆、导线所受风的压力, 即风荷载, 再计算被毁线路的合成弯矩值 M , 然后将 M 与同一线路电杆的标准弯矩值 M_y 比较大小。若 $M > M_y$, 电杆就会折断。这是由于电杆强度不能抗拒大风的压力所导致的。这时电杆所受的合成弯矩值 M 的临界风速, 就可以认为是当时的最大风速。目前, 我国一般以多年一遇的 10 分钟平均最大风速做参照标准来确定风压荷载。本文线路弯矩值是以 30 年一遇 10 分钟平均最大风速风荷

载标准来选定电杆的。所以我们所估算的风速是 10 分钟平均最大风速。

2 计算方法

有关部门在设计长途通信、供电线路时, 都要考虑气象条件——当地的气象资料(采用 10 年一遇或更长时间的数值)或典型气象区资料^[1]。在南方沿海受台风侵袭地区, 如浙江、福建、广东、广西、上海, 一般的长途通信、供电线路都是按 10 分钟平均最大风速 $35\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ 的典型气象区标准设计施工的, 也就是说 10 分钟平均最大风速在 $35\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ 以下, 线路是安全的。当遭受大风袭击时, 电杆折断, 就可以认为当时的 10 分钟平均最大风速已超过 $35\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ 。在估算 10 分钟平均最大风速时, 只考虑 $36\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ 以上的值就可以了。

2.1 风荷载公式

作用在电杆、导线上的风荷载可按下列式计算^[2]:

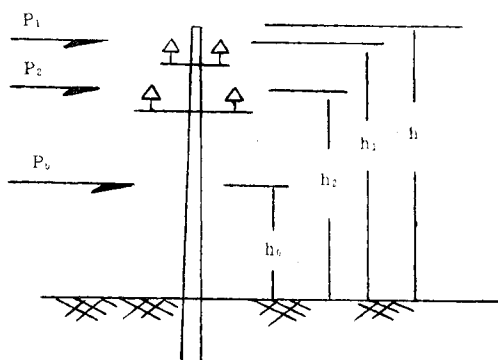
$$P = CA \frac{V^2}{16} \quad (1)$$

式中, C 为风载体型系数, 环形截面水泥电杆取 0.6; 矩形截面水泥电杆取 1.4; 导线直径

小于 17mm, 取 1.2; 导线直径大于 17mm, 取 1.1; 覆冰的导线(不论线径的大小), 取 1.2。 V 为估算最大风速($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)。 A 为电杆杆身侧面的投影面积或导线直径与水平档距的乘积(m^2)。

2.2 计算线路电杆的抗弯强度公式

计算直线电杆的抗弯强度, 一般只考虑导线和电杆本身受垂直于线路方向最大风速时的风压作用力及没打拉线的很小转角导线拉力的合成力, 其受力计算如附图所示。



附图

电杆本身风荷载产生的弯矩:

$$M_0 = p_0 h_0 = p_0 \cdot \frac{1}{2} h \quad (\text{kg} \cdot \text{m}) \quad (2)$$

分层导线风荷载产生的弯矩:

$$M_i = n_i p_i h_i l \quad (\text{kg} \cdot \text{m}) \quad (i = 1, 2, 3, \dots) \quad (3)$$

合成弯矩:

$$M = M_0 + M_1 + M_2 + \dots \quad (\text{kg} \cdot \text{m}) \quad (4)$$

式中, p_0 为电杆本身风荷载; h_0 为地面以上电杆的重心高度, 取 $h_0 = \frac{1}{2} h$; n_i 为某层导线的根数; p_i 为某层每米导线的最大风荷载

($\text{kg} \cdot \text{m}$); h_i 为某层导线安装高度(m); l 为线路档距, 即二条电杆间距离(m); M_y 为电杆近地面处的标准弯距($\text{kg} \cdot \text{m}$)。

2.3 经验公式

我们在实践中发现, 据使用精度要求, 考虑每一单位风速, M 值仅相差 40—80 $\text{kg} \cdot \text{m}$, 并且随着风速的增大, 增值并不明显。当 $M = M_y$ 时, V 增大 $1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, 这时 $M > M_y$ 。因此在实际应用时可以用 M_y 增加 5% 左右代替 M 值, 即 $M = M_y(1 + 5\%)$ 。

据式(1)、(2)、(3)、(4), 电杆的弯矩值、分层导线的弯矩值分别为:

$$M_0 = C_0 A_0 \frac{V^2}{16} \cdot h_0 = C_0 A_0 \frac{V^2}{16} \cdot \frac{h}{2}$$

$$M_1 = n_1 C_1 A_1 \cdot \frac{V^2}{16} \cdot h_1 l$$

$$M_2 = n_2 C_2 A_2 \cdot \frac{V^2}{16} \cdot h_2 l$$

$$\text{所以 } M = M_0 + M_1 + M_2 + \dots$$

$$= \frac{V^2}{16} \cdot (C_0 A_0 \cdot \frac{h}{2}$$

$$+ n_1 C_1 A_1 h_1 l + n_2 C_2 A_2 h_2 l) + \dots$$

据经验有:

$$M_y(1 + 5\%) = \frac{V^2}{16} [C_0 A_0 \frac{h}{2} +$$

$$l(n_1 C_1 A_1 h_1 + n_2 C_2 A_2 h_2)]$$

$$V^2 \approx \frac{16 M_y(1 + 5\%) }{C_0 A_0 h_0 + l \sum n_i C_i A_i h_i} \quad (5)$$

在实际应用时, 只要查出 M_y 值和受损线路有关数据代入式(5), 即可计算出 10 分钟平均最大风速。

虽然上述得到的是 10 分钟平均最大风速, 但可以利用比值 R 换算成瞬时极大风速或 2 分钟平均最大风速。具体做法是: 若要得

到瞬时最大风速(极大风速),将10分钟平均最大风速乘以比值 R (R 值为1.36—1.45)^[3]。换算时,局地对流性系统如雷雨天、飑线大风等, R 取最高值,台风, R 取中值,寒潮大风, R 取低值为宜;若要得到2分钟平均最大风速,将10分钟平均最大风速乘以比值 R (R 值为1.16)^[4]。

3 实例

1995年4月19日下午约2时至2时40分,有一强飑线袭击高要市的笏围镇和小湘镇,死亡4人,飑线所经之处,长途通信、供电线路的电杆几乎全部折断。经实地调查核实,笏围镇路段的长途通信线路是用8m长的圆形水泥杆,埋深1.5m,梢径150mm,地面处直径230mm,导线为直径20mm单根橡胶外皮通信电缆,单层悬挂高度6.25m,档距50m。小湘镇通信线路是用9m长、梢径170mm水泥杆架设的,其余数据与笏围镇线路相同。

利用式(1)计算电杆本身所受的风荷载。

8m长水泥杆侧面投影面积:

$$A_0 = \frac{(a_0 + b_0)h}{2}$$

上式中 $a_0 = 0.15\text{m}$ 为水泥杆梢径, $b_0 = 0.238\text{m}$ 为水泥杆地面处直径, $h = 6.5\text{m}$ 为水泥杆地面处以上高度。则有:

$$A_0 = 1.261\text{m}^2$$

取 $c_0 = 0.6$,圆形水泥杆风载体系数。

由式(1)有:

$$P_0 = 0.6 \times 1.261 \times \frac{V^2}{16} \quad (\text{kg})$$

设定风速值,该值应大于典型气象区的

标准值(本例为 $34\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$),按每一单位风速值,计算出 P_0 ,如表1。

表1 水泥电杆、导线的风荷载值

估算风速 $V/\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	水泥电杆 P_0/kg	单根导线 P_1/kg
34	54.6	1.6
35	57.9	1.7
36	61.2	1.8
37	64.7	1.9
38	68.2	2.0
39	71.9	2.1
40	75.6	2.2
41	79.4	2.3
42	83.3	2.4
43	87.4	2.5
44	91.5	2.7
45	95.7	2.8
46	100.0	2.9
47	104.4	3.0
48	108.9	3.2
49	113.4	3.31

同理,计算导线风荷载。

导线投影面积为:

$$A_1 = a_1 \cdot b_1$$

式中 $a_1 = 0.02\text{m}$ 是导线直径, $b_1 = 1.0\text{m}$ 是导线长度。所以 $A_1 = 0.02(\text{m}^2)$ 。这里取 $C_1 = 1.1$,则导线风荷载为:

$$P_1 = 1.1 \times 0.02 \times \frac{V^2}{16} \quad (\text{kg})$$

计算出导线风荷载,如表1。

再利用式(1)、(2)、(3)计算水泥杆、各层导线的弯矩值和合成弯矩值。水泥杆风荷载产生的弯矩为: $M_0 = P_0 h_0 = P_0 \cdot \frac{1}{2} h$ 。 P_0 取表1中的值。分层导线风荷载产生的弯矩: $M_1 = n_1 P_1 h_1 l$ 。本例 $n_1 = 1$, $h_1 = 6.25\text{m}$, $l = 50\text{m}$, P_1 见表1。然后计算合成弯矩: $M = M_0 + M_1$,其值列于表2。

表2 电杆、导线弯矩值及线路合成弯矩值

估算风速 $V/m \cdot s^{-1}$	水泥杆弯矩值 $M_0/kg \cdot m$	导线弯矩值 $M_1/kg \cdot m$	线路合成弯矩值 $M/kg \cdot m$
34	177.5	496.6	674.1
35	188.1	526.3	714.4
36	199.0	556.9	755.9
37	210.2	588.1	798.3
38	221.7	620.3	842.1
39	233.6	653.4	887.0
40	245.7	687.5	933.2
41	258.1	722.2	980.3
42	270.9	757.8	1028.7
43	283.9	794.4	1078.3
44	297.3	831.9	1129.2
45	310.9	870.0	1181.0
46	324.9	909.1	1234.0
47	339.2	949.1	1288.3
48	353.8	990.0	1343.8
49	368.7	1031.6	1400.3

将表2中的合成弯矩值 M 与给出的该线路水泥杆标准弯矩值 $M_y^{[5]}$ (一般由制造水泥杆厂家给出,见表3)比较。

表3 一般圆锥形水泥电杆标准弯矩值 $M_y/kg \cdot m$

梢径/mm	杆长/m				
	8	9	10	11	12
标准弯矩值	150	1200	1300	1500	
	170	1500	1650	1900	
	190		2100	2500	2700

若 $M \leq M_y$ 时,电杆强度才是足够的,当 $M > M_y$ 时,电杆折断。

由表3查出8m长梢径为150mm的水泥杆标准弯矩值 $M = 1200 kg \cdot m$,再由表2查出,当 $V = 46 m \cdot s^{-1}$ 时,线路合成弯距 $M = 1234 kg \cdot m$,这时 $M > M_y$, $46 m \cdot s^{-1}$ 即为临界风速,电杆折断。所以容易得出,筭围镇灾区当时曾出现不小于 $46 m \cdot s^{-1}$ 的10分钟平均最大风速。同理,计算出小湘镇灾区当时曾出现不小于 $48 m \cdot s^{-1}$ 的10分钟平均最大风速。只有出现大于 $48 m \cdot s^{-1}$ 10分钟平均

最大风速,电杆才会几乎全部折断。若取 $R = 1.45$,可算得小湘镇灾区瞬时极大风速为 $69.6 m \cdot s^{-1}$;若取 $R = 1.16$,算得小湘镇灾区2分钟平均最大风速为 $55.7 m \cdot s^{-1}$ 。

上述最大风速也可利用经验公式(5)直接算出。现将已知数据代入式(5),求出筭围镇10分钟平均最大风速为 $46.529 m \cdot s^{-1}$,小湘镇10分钟平均最大风速为 $48.817 m \cdot s^{-1}$ 。可见,用经验公式求出之值差别甚少,但非常简便。

4 结 语

4.1 通过实地调查分析证明,用本方法估算无气象观测记录的风灾地区的最大风速比其它方法效果要好,更具科学性。

4.2 本方法的局限性是灾区内被毁的构筑物或自然刚性物体必须有参照的强度值,即标准弯矩值。一般说来,长途通信、供电线路的电杆具备这个基本条件。

4.3 在计算风灾地区的最大风速时,应当筛选出最能代表当地最大风速的且容易进行计算的被毁物体。如在同一灾区内,有多条线路

被吹毁,就应选择电杆强度最大的进行计算。

4.4 如果是对通信、供电线路电杆进行计算,应注意选取平直的没有牵拉加固的线路。

对有弯折的线路计算时,还要计算转角拉力。

4.5 如果灾区内的电杆只是倒伏而没有折断,则可能是埋没不良等原因所致,不能反映电杆强度被破坏,计算出的最大风速没有意义。

参考文献

- 1 尹绍武等. 实用电工技术问答(中). 呼和浩特:内蒙古人民出版社,1988:600.
- 2 尹绍武等. 实用电工技术问答(中). 呼和浩特:内蒙古人民出版社,1988:607.
- 3 中央气象局研究所. 全国应用气候会议论文集. 北京:科学出版社,1977:36.
- 4 王肇民. 高耸结构设计手册. 北京:中国建筑工业出版社,1995:14.
- 5 吴开明等. 城乡建筑电气设计施工手册. 成都:四川科学技术出版社,1987:499.

A Method for Estimating Maximum Wind Speed in Disaster Area

Lin Wurong

(Gaoyao Meteorological Bureau, Guangdong Province 526040)

He Huaqing

(Zhaoqing Meteorological Bureau, Guangdong Province 526040)

Abstract

Depending on the data of pole intensity design of long distance line prepared by the ministry of post and telecommunication, experience formula and method for estimating maximum speed in the disaster area of lack meteorological observations are obtained and some examples are given. A new way to estimating maximum wind speed in disaster area is proposed.