

钢筋混凝土杆的防风标准对比和防风措施研究

吴培烽, 金晓华, 邱昊

(中国能源建设集团广东省电力设计研究院有限公司, 广州 510663)

摘要: 对比了不同版本的架空配电线路规范关于重现期、基准高度和最大设计风速的规定, 可知配电线路在防风方面的设计标准逐步得到了提升。然后通过计算典型的直线杆和转角杆, 结果表明现行规范下钢筋混凝土杆的底部弯矩设计值增大, 文章最后提出若干配电线路防风措施。

关键词: 重现期; 基准高度; 最大设计风速; 钢筋混凝土杆

中图分类号: TU375.4

文献标志码: A

文章编号: 2095-8676(2015)S1-0218-04

Research on Anti-wind Standards and Measures for Reinforced Concrete Pole

WU Peifeng, JIN Xiaohua, QIU Hao

(China Energy Engineering Group Guangdong Electric Power Design Institute Co., Ltd., Guangzhou 510663, China)

Abstract: The standards of different versions on return period, reference height and maximum design wind speed for overhead distributed net were compared in this paper. This comparison showed that the design standards on windbreak of designed distributed nets have been gradually advanced. Then, the calculation for the typical straight-line pole and the angle pole showed that in this current standard, the design base moment of the reinforced concrete pole has been increased. Finally, some measures of windbreak for distributed nets were advised.

Key words: return period; reference height; maximum design wind speed; reinforced concrete pole

随着我国电力工业技术水平的不断发展, 配电线路设计规范已经多次升版, 从《工业与民用 35 千伏及以下架空电力线路设计规范》(GBJ 61—83) (以下简称“83 版规范”)^[1]到《66 kV 及以下架空电力线路设计规范》(GB 50061—97) (以下简称“97 版规范”)^[2], 再到现行的《66 kV 及以下架空电力线路设计规范》(GB 50061—2010) (以下简称“2010 版规范”)^[3]。

近年来, 极端自然灾害频繁发生, 特别是每年数次的台风严重威胁沿海地区电力系统的安全稳定运行。笔者等人曾对南方沿海地区的输配电线路进行风灾情况调查, 结果表明每当强台风过境, 配电线路均会出现较大规模的倒杆(塔)、跳闸事故, 即便是一些中心风力等级不太高的台风, 也会产生较为恶劣的影响, 因此有必要对在配网建设中使用率很高的钢筋混凝土电杆进行防风分析。

收稿日期: 2015-11-20

作者简介: 吴培烽(1988), 男, 广东茂名, 工程师, 硕士, 主要从事输电线路设计研究工作(e-mail) wupeifeng@gedi.com.cn。

1 设计参数

1.1 重现期

为了减少配电线路在自然灾害中的损失, 提高供电可靠性, 2010 版规范对于 10 kV 等级和 35 kV 等级配电线路设计气象条件的重现期进行了调整, 见表 1。

表 1 最大设计风速重现期

Table 1 The Return Period of Max Designed Wind Speed		83 版规范	97 版规范	2010 版规范
重现期	35 kV	15 年	15 年	30 年
	10 kV	10 年	15 年	30 年

1.2 基准高度

通过比较可知, 10 kV 架空线路最大设计风速基准高度取值相同, 35 kV 线路最大设计风速基准高度的取值由 15 m 降低为 10 m, 这一点主要是考虑与现行国家标准《建筑结构荷载规范》^[4] (GB 50009—2001) 一致, 将导线风荷载与杆塔风荷载的计算统一在同一基准高度, 见表 2。

表 2 最大设计风速基准高度

Table 2 The Reference Height of Max Designed Wind Speed

		83 版规范	97 版规范	2010 版规范
基准	35 kV	15 m	10 m	10 m
高度	10 kV	10 m	10 m	10 m

1.3 最大设计风速取值

综合考虑重现期和基准高度对配电线路最大设计风速的影响, 以 83 版规范最大设计风速值作为基准值, 表 3 给出了最大设计风速取值与基准值的相对关系一览表。上述规范对配电线路最大设计风速的最小保证取值也有相关规定。

表 3 最大设计风速相对关系

Table 3 The Relation of Max Designed Wind Speed

风速		83 版规范	97 版规范	2010 版规范
最大设计风速	35 kV	100%	94%	101%
	10 kV	100%	103%	110%
最大设计风速最小保证值(空旷平坦地区)		25 m/s	25 m/s	23.5 m/s

从表 3 可以看出, 对于 35 kV 架空线路, 97 版规范和 2010 版规范分别比 83 版规范的最大设计风速低 6% 和高 1%。对于 10 kV 架空线路, 97 版规范和 2010 版规范均比 83 版规范的最大设计风速分别高 3% 和 10%, 可以看出 10 kV 架空线路在防风方面的设计标准逐步得到了提升。

2 算例

根据文献[5]的方法, 选择配电线路建设中典型的钢筋混凝土拔梢杆, 计算其关键截面的弯矩值。

2.1 设计条件

2.1.1 直线杆

10 kV 单回路, 导线型号 LGJ—120/20, 导线直径 0.015 07 m, 体型系数 1.2, 水平档距 100 m, 导线风荷载计算结果见表 4。

表 4 直线杆导线风荷载

Table 4 The Wind Load on Conductor of Tangent Tower

对比	直线杆	风速	档距	μ_z	单相风荷载
工况	12 m	(m/s)	系数 α		W_k/kN
1	83 版规范	30	0.75	1	0.763
	2010 版规范	33	0.75	1	0.923
2	97 版规范	30	0.75	1	0.763
	2010 版规范	31.9	0.75	1	0.863

注: 风速因重现期不同而取值不一样。

2.1.2 转角杆

10 kV 单回路, 导线型号 LGJ—120/20, 安全系数 3.5, 导线直径 0.015 07 m, 体型系数 1.2, 水平档距 100 m, 60°转角, 导线风荷载计算结果见表 5。

表 5 转角杆导线风荷载

Table 5 The Wind Load on Conductor of Angle Tower

对比	转角杆	风速	单相风荷载	60°角平分线
工况	12 m	(m/s)	W_k/kN	张力/kN
1	83 版规范	30	0.763	10.30
	2010 版规范	33	0.923	10.92
2	97 版规范	30	0.763	10.30
	2010 版规范	31.9	0.863	10.68

2.2 计算模型

2.2.1 直线杆

梢径 $\delta=190$ mm, 杆长 $L=12$ m, 锥度 1:75, 杆头形式见图 1, 埋置情况见图 2。截面 A、B 分别表示在大风作用下易产生破坏的抱箍位置和根部嵌固位置。计算模型见图 3。

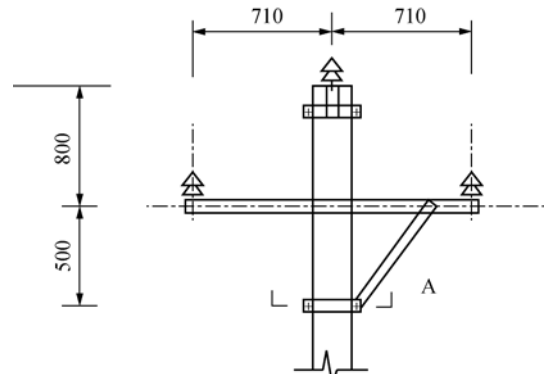


图 1 直线杆杆头部尺寸

Fig. 1 Dimension of the Top of Tangent Pole

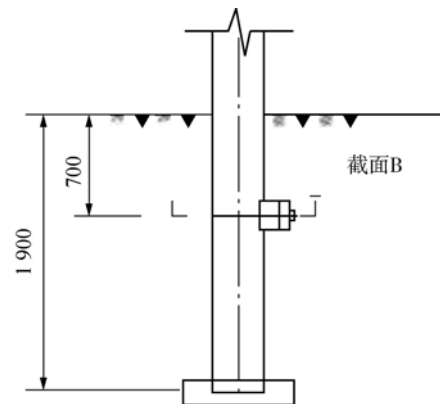


图 2 直线杆埋置情况

Fig. 2 Embedment Profile of Tangent Pole

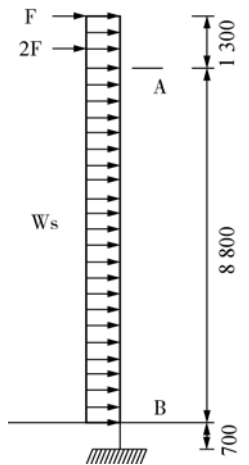
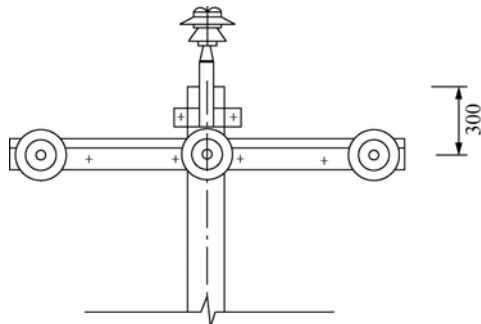


图 3 1 直线杆计算模型

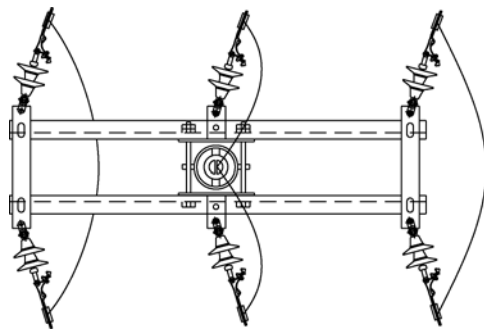
Fig. 3 Calculation Model of Tangent Pole

2.2.2 转角杆

梢径 $\delta = 190 \text{ mm}$ ，杆长 $L = 12 \text{ m}$ ，锥度 $1 : 75$ ，杆头形式见图 4，埋置情况见图 5。截面 B 表示在大风作用下易产生破坏的根部嵌固位置。计算模型见图 6。



(a) 转角杆立面图



(b) 转角杆俯视图

图 4 转角杆杆头形状

Fig. 4 Shape of the Top of Angle Pole

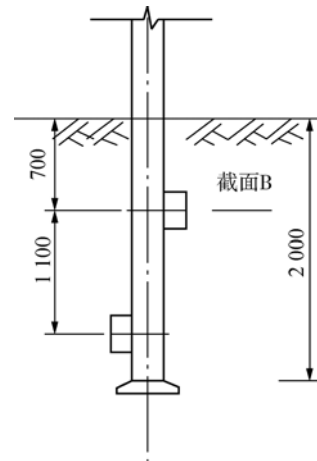


图 5 转角杆埋置情况

Fig. 5 Embedment Profile of Angle Pole

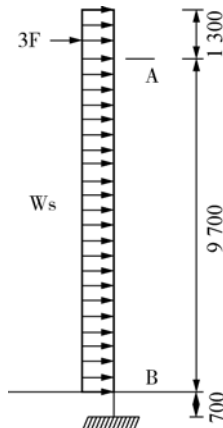


图 6 转角杆计算模型

Fig. 6 Calculation Model of Angle Pole

2.3 直线杆和转角杆计算分析

2.3.1 直线杆

根据以上计算模型，计算截面 A、B 的弯矩设计值，结果见表 6。

表 6 直线杆截面 A、B 弯矩设计值

Table 6 Designed Moment of Section A and B of Tangent Pole			
对比工况	直线杆 12 m	截面 A/kN · m	截面 B/kN · m
工况 1	83 版规范	2.97	47.3
	2010 版规范	3.57	55.6
工况 2	97 版规范	2.97	47.3
	2010 版规范	3.34	52.0

对比可知，按 2010 版规范计算的截面 B 弯矩设计值有所提高。根部截面 B 弯矩的组成及比例，见表 7。

表 7 直线杆根部弯矩及比例

Table 7 Moment and Ratio of the Tangent Pole End

对比 工况	截面 B	杆身风荷载		导线风荷载	
		弯矩/kN·m	比例	弯矩/kN·m	比例
工况 1	83 版规范	9.47	20%	37.83	80%
	2010 版规范	9.82	18%	45.78	82%
工况 2	97 版规范	9.47	20%	37.83	80%
	2010 版规范	9.18	18%	42.78	82%

由表 7 可知, 截面 B 的弯矩主要由导线风荷载产生。因此, 折减档距, 能有效减小根部弯矩。

2.3.2 转角杆

根据以上计算模型, 计算截面 B 的弯矩设计值, 结果见表 8。

表 8 转角杆截面 B 弯矩设计值

Table 8 Designed Moment of Section B of Angle Pole

对比工况	转角杆 12 m	截面 B/(kN·m)
工况 1	83 版规范	581.18
	2010 版规范	621.65
工况 2	97 版规范	581.18
	2010 版规范	605.77

对比可知, 按 2010 版规范计算的截面 B 弯矩值有所提高。根部截面 B 弯矩的组成及比例, 见表 9。

表 9 转角杆根部弯矩及比例

Table 9 The Moment and Ratio of the Angle Pole End

对比 工况	截面 B	杆身风荷载		导线风荷载		角度张力	
		弯矩	比例	弯矩	比例	弯矩	比例
工况 1	83 版规范	9.3	1.6%	39.4	6.78%	532.5	91.6%
	2010 规范	9.6	1.6%	47.7	7.67%	564.3	90.8%
工况 2	897 版规范	9.3	1.6%	39.4	6.8%	532.5	91.6%
	2010 规范	9.0	1.5%	44.6	7.4%	552.2	91.1%

由表 9 可知, 截面 B 的弯矩主要由角度张力产生。因此, 折减转角度数, 能有效减小根部弯矩。

2.3.3 防风措施

对于已建线路, 应校核其设计资料, 判断原使用条件能否满足现行规范的要求。对于不满足要求的配电线路, 应根据使用条件的超限幅度, 区分重点、次重点、普通和无需改造的范围, 制定科学的

加固措施。

1) 加强改造工程建设程序质量监控

质量监控是已建线路抗风改造成功与否的重要因素, 在各工程建设阶段, 都应采取正规化管理, 保证工程质量。

2) 防串倒加强措施

对于较长的耐张段, 如未采取保安塔措施^[6], 可以在线路关键位置上增设加强型杆(塔)。

3) 提高基础稳定性

通过增加基础埋深、增设卡盘或地基处理等措施, 提高基础稳定性。

4) 微地形处理

从微地形地区通过的线路段, 是防风的重点区域。应对杆塔进行全面的荷载校验, 根据校核的结果, 采取增加杆塔、装设拉线或更换耐张段等措施, 提高薄弱环节的抗风能力。

5) 配电线路电缆化

对于经济条件允许地区, 在保证电力系统安全运行的前提下, 宜采用电缆线路替代架空配电线路。

6) 线路走廊清障

积极开展线路走廊清障, 保证线路通道畅通, 防止树木倾倒等导致跳闸、倒杆事故发生。

3 结论

架空配电线路建设规模大、分布区域广, 应遵循重点防御、因地制宜、分级加固的原则, 全面提高架空配电线路抵御风灾的能力。

参考文献:

- [1] GBJ 61—83, 工业与民用 35 千伏及以下架空电力线路设计规范 [S].
- [2] GB 50061—97, 66 kV 及以下架空电力线路设计规范 [S].
- [3] GB 50061—2010, 66 kV 及以下架空电力线路设计规范 [S].
- [4] GB 50009—2001, 建筑结构荷载规范 [S].
- [5] 张殿生. 电力工程高压送电线路设计手册 [M]. 北京: 中国电力出版社, 2003.
- [6] JEC 127—1979 送电用杆塔设计标准 [S].

(责任编辑 高春萌)