

山区架空输电线路设计风速计算分析

谢直卉

(四川省电力设计院,四川成都 610072)

摘要:设计风速是架空输电线路设计中重要的气象要素之一,设计风速的合理取值直接关系到工程的安全与经济。绝大多数地处山区的输电线路无专门的气象观测站,在确定线路设计风速时,可通过代表性气象参证站风速资料进行频率计算以及利用基本风压反算的方法先计算设计风速,再将该设计风速按照调整公式计算出山区风速,通过大风调查以及结合附近已有线路的运行经验,综上对山区架空输电线路设计风速进行分析和取值。根据现行新的《建筑结构荷载规范》和《电力工程气象勘测技术规程》,为山区架空输电线路设计风速的计算和确定提供了分析思路和方法。

关键词:设计风速;输电线路;计算;方法

Abstract: Design wind speed is one of the most important meteorological elements in the design of overhead transmission lines, and the reasonable value of design wind speed is directly related to the security and economy of the projects. There is no special meteorological observation station for transmission lines in most mountainous area. So when determining the design wind speed of those lines, the frequency calculation can be done by the wind speed data of representative meteorological station and the design wind speed can be calculated firstly using back calculation method with basic wind pressure. And then the design wind speed is adjusted according to the formula to calculate the wind speed in mountainous area. Through the wind investigation and combining with the experiences of the existing running lines nearby, the design wind speed of overhead transmission line in mountainous area is analyzed and set the values. According to the current "Load Code for the Design of Building Structures" and "Technical Code for Meteorological Survey in Electric Power Engineering", the proposed method provides the analyzing ideas and methods for the calculation and determination of design wind speed of overhead transmission line in mountainous areas.

Key words: design wind speed; transmission line; calculation; method

中图分类号: TM75 文献标志码: A 文章编号: 1003-6954(2015)03-0030-03

DOI:10.16527/j.cnki.cn51-1315/tm.2015.03.007

0 引言

山区架空输电线路由于受地形、地貌、下垫面因素以及收资条件的影响,其设计风速的确定应综合分析各种影响因素。有资料条件的地区,可利用附近气象参证站的风速资料进行选用、统计和数学分析,资料条件差的地区,可利用基本风压反算设计风速的方法。结合大风调查情况以及结合附近已有线路的运行经验,确定出山区架空输电线路的设计风速,为山区架空输电线路设计风速的计算和确定提供了分析思路和方法。

1 气象站设计风速计算

1.1 代表性气象站风速资料进行频率计算推求设计风速

该方法计算设计风速主要分为原始资料的收集与审查、风速的高度订正、次时换算、频率计算4个步骤。

首先选择代表性、距线路工程区域最近的气象站作为参证站,历年观测的至少25年以上的最大风速资料作为样本,资料年限不足的,应选择邻近有长期资料观测站的资料进行插补延长资料系列,对选择的风速样本进行“三性”(代表性、可靠性、一致性)审查。若观测的风速仪高度与标准高度不一致时,要将台站的风速记录统一换算为离地面10 m高处风速,根据风速随高度变化的指数公式计算高度为 Z 处的风速为

$$V_z = V_1 \left(\frac{10}{Z_1} \right)^\alpha$$

式中,地面粗糙度系数 α 的取值根据以下类别进行选择。A类区指近海海面、海岛、海岸及沙漠地区,取 $\alpha=0.12$;B类区指田野、乡村、丛林、丘陵及房屋比较稀疏的中小城镇和大城市郊区,取 $\alpha=0.16$;C类区指有密集建筑群的城市市区,取 $\alpha=0.22$;D类区指有密集建筑群且房屋较高的大城市市区,取 $\alpha=0.30$ 。若气象站为定时观测2min平均最大风速,应将其进行次数和时距的换算至自记10min平均最大风速,换算公式为 $V_{10} = \alpha V_{2\min} + b$,系数 a 、 b 可通过搜集当地分析成果或根据资料计算确定。

最后,按上述风速资料进行均一化处理,换算成10m高自记10min平均最大风速资料后,进行频率计算,常采用的方法有P-III型曲线法和极值分布法(耿贝尔),其中P-III型曲线法在电力系统中应用较为广泛,应用时可根据各地不同情况采用不同的线型。

在计算设计风速时,根据《电力工程气象勘测技术规程》架空输电线路工程的设计标准要求,110~330kV架空输电线路工程的基本风速设计重现期为30年,500~750kV、±500kV输电线路工程的基本风速设计重现期为50年,1000kV、±800kV输电线路工程的基本风速设计重现期为100年。

1.2 利用基本风压反算设计风速

GB 50009-2012《建筑结构荷载规范》规定,基本风压是50年重现期、离地10m高、采用自记式风速仪记录的10min平均年最大风速为标准,计算的风压,现行规范补充了全国各气象台站处1995年至2008年的年极值风速数据,重新进行了统计,并编制出全国各城市的风压表和全国基本风压分布图。当线路工程在当地无风速资料时,可根据附近地区的基本风压(风压表或基本风压图)近似确定。

在输电线路工程中,气象上要提供的是设计风速资料,这时就需利用基本风压反算出设计风速。按伯努利(Bernoulli)公式换算设计风速,公式如下。

$$V = \sqrt{W/K_v}$$

式中, V 为基本风速,m/s; W 为基本风压,kN/m²; K_v 为风压系数。其中,基本风速和基本风压的定义是:“根据当地气象台站历年来的最大风速记录,按基本风速的标准要求,将不同风速仪高度和时次时距的年最大风速,统一换算为离地10m高,自记10

min平均年最大风速数据,经统计分析确定重现期为50年的最大风速,作为当地的基本风速 V'' 。风压系数 K_v 在标准状态下,纬度45°的海平面处,760mmHg标准大气压、气温为15℃时的干空气应采用1/1600。在非标准状态下,风压系数的计算如下。

$$K_v = \rho/2$$

式中, ρ 为空气密度,t/m³。空气密度 ρ 可按下式计算。

$$\rho = \frac{0.001276}{1 + 0.00366t} \left(\frac{p - 0.378p_{vap}}{100000} \right)$$

式中, t 为空气温度,℃; p 为气压,Pa; p_{vap} 为水汽压,Pa。 t 、 p 、 p_{vap} 均为当地多年平均值。若缺乏平均气温资料时,空气密度 ρ 也可根据所在地的海拔高度 z (m)按下式近似估算。

$$\rho = 0.00125e^{-0.0001z}$$

设计风速的计算根据输电线路设计标准要求,不同等级的输电线路设计风速采用不同的重现期,可按照伯努利公式反算出某一设计重现期离地10m高自记10min平均最大风速。

2 山区设计风速计算

由于受地形的影响,山区设计风速最行之有效的的方法是直接在工程地点建站观测,并与邻近气象站进行相关分析,生成输电线路的风速系列。华北电力设计院与中国气象科学研究院合作,采用Taylor-Lor-Lee的风谱模型,结合华北地区的山峰风速的实测资料,对山顶与山下气象站的风速关系进行研究,但成果仍有一定的局限性,无普遍适用性。

当无实测资料时,山区架空输电线路设计风速应由参证站设计风速相应的风压值乘以调整系数后,再反算得出设计风速。山区风压调整系数,尽可能采用实测资料分析成果。

表1 山区风压调整系数

山区地形条件	调整系数
山间盆地、谷地等闭塞地形	0.75 ~ 0.85
与大风方向一致的风口	1.20 ~ 1.50

3 山区大风调查

大风调查是对气象站风速资料的补充和完善,为分析确定设计风速提供参考。一般情况下,大风

调查在工程地点附近 3 ~ 5 km 范围进行,先搜集工程地点附近的风灾资料,根据灾情定出风力,可查阅风力等级表,换算成相应风速;还可搜集当地气象、工程建设部门对风速、风压知情人员进行调查。对调查大风资料进行可靠性和重现期分析,最后分析估算出设计风速范围。

山区输电线路大风调查中还应搜集微地形气候影响、山坡山麓风速变化特征及当地山区风速分析方法,并对附近山顶、山麓的站风速资料进行分析比较。

4 山区输电线路设计风速分析及取值

确定山区输电线路设计风速是一个综合分析的过程。通过工程地区大风调查和对比观测、分析移用参证站设计风速、风压反算设计风速,结合工程地点附近大风调查以及已有输电线路的设计风速及运行情况等因素综合分析确定山区架空输电线路设计风速值并划分风区。在此过程中,应将参证站设计风速计算成果与该地区基本风压等值线图或全国基本风压等值线图作对比分析,若计算出的设计风速值小于风压图上风速时,宜采用风压图的数值。当工程点当地没有风速资料时,可根据附近地区规定的基本风压或长期资料,应通过现场踏勘调查,结合地形、气象等条件的对比分析进行综合分析确定,从安全出发取较大值,提高其安全性。

风区划分以一个风区段内各点的设计风速基本相等;一个风区段内属同一气候区,形成大风的天气条件大体一致;一个风区段内地形条件类似,海拔相当等原则,根据沿线地形情况,概化为一个或几个设计风速区段。由于输电线路设计风荷载以一个耐张段为同一风区,为方便设计计算,故风区划分不宜多,距离不宜太短,风区级差一般在 2 ~ 5 m/s。

5 算例分析

某一 220 kV 送电线路工程地处云南省山区境内,地势高差突出,气候差异较大,立体气候特征明显,路径海拔一般在 820 ~ 1 210 m 之间,以中山、低山为主,属南亚热带低热丘陵气候,线路位于低纬度季风区,主导风向为西南风。工程路径地区无气象站风速实测资料,故可利用基本风压反算设计风速。

根据查全国基本风压图,当地地区基本风压为 0.3 kN/m²(按 50 年一遇风压考虑),通过乘以山区调整风压系数后,再反估算得出设计风速,计算得该区域 10 m 高 50 年一遇 10 min 平均最大风速为 24.17 m/s,10 m 高 30 年一遇 10 min 平均最大风速为 22.96 m/s。

根据现场大风调查及查阅当地有关史料,线路附近地区的历史大风情况如下:1977 年 6 月 1 日 14 时,该市营建路的大青树被大风吹断,该市坝部分甘蔗被吹断。1984 年 3 月 15 日 22 时,遮放糖厂遭大风袭击,吹倒临时工棚 56 间,清静煮炼车间屋顶上的“风帽”吹掉 4 个,厂区水泥电杆吹断一根,部分照明电线被吹断。

线路位于低纬度季风区,主导风向为西南风,年平均风速 0.9 m/s,属于微风区,但历年大于八级的大风最多年达 19 天,以 3 ~ 5 月出现为多,占全年大风日的 75%。

沿线附近地区已建有送电线路多条,附近芒东线、芒帕线等 110 kV 线路设计风速为 25 m/s,运行至今情况良好,无风害事故;芒盈线、芒潞线等 220 kV 线路设计风速为 30 m/s,建成至今无风害事故。

根据线路地区气象站设计风速计算结果、现场大风调查情况、沿线地形地貌特点、下垫面糙度等因素分析以及附近已建线路的设计运行情况综合分析,推荐本工程全线离地 15 m 高 30 年一遇 10 min 平均最大风速为 30.0 m/s。

6 结 语

1) 山区架空输电线路设计风速的计算可采用代表性气象站风速资料进行频率计算或者利用基本风压反算法,但必须考虑地形的影响。有条件时直接在工程地点建站观测,并与邻近气象站进行相关分析,生成输电线路的风速系列;有资料地区可建立风速数值模型;无资料地区可采用压调整系数法反算出设计风速。

2) 山区输电线路设计风速确定前,宜作工程点大风调查,为分析确定设计风速提供参考。在设计风速取值时应将参证站资料、大风调查情况以及现场踏勘调查作对比分析确定。

3) 气象站所观测风速资料作设计风速计算能

(下转第 89 页)

Proceedings of the Power System Technology of IEEE , Aviva 2010.

[12] 王守相, 黄丽娟, 王成山, 等. 分布式发电系统的不平衡三相潮流计算[J]. 电力自动化设备, 2007, 27(8): 11-15.

[13] 梁双, 胡学浩, 张东霞, 等. 光伏发电置信容量的研究现状与发展趋势[J]. 电力系统自动化, 2011, 35(19): 101-107.

[14] 汪海瑛, 白晓民. 并网光伏的短期运行备用评估[J]. 电力系统自动化, 2013, 37(5): 55-60.

[15] 李峰, 李威, 薛峰, 等. 规模化光伏电站与电网暂态交互影响定量分析[J]. 电网与清洁能源, 2011, 27(11): 50-56.

[16] 龙源, 李国杰, 程林, 等. 利用光伏发电系统抑制电网功率振荡的研究[J]. 电网技术, 2006, 30(24): 44-49.

[17] 刘莉敏, 曹志峰, 许洪华. 50 kWp 并网光伏示范电站系统设计及运行数据分析[J]. 太阳能学报, 2006, 27(2): 146-151.

[18] 李斌, 袁越. 光伏并网发电对保护及重合闸的影响与对策[J]. 电力自动化设备, 2013, 33(4): 12-17.

[19] 杨国华, 姚琪. 光伏电源影响配电网线路保护的仿真研究[J]. 电力系统保护与控制, 2011, 39(15): 75-79.

[20] 黄伟, 雷金勇, 夏翔, 等. 分布式电源对配电网相间短路保护的影响[J]. 电力系统自动化, 2008, 32(1): 93-97.

[21] 丁明, 王伟胜, 王秀丽, 等. 大规模光伏发电对电力系统影响综述[J]. 中国电机工程学报, 2014, 34(1): 1-14.

[22] 孟祥林. 四川能源现状及其能源结构发展选择——从中国太阳能第一楼谈起[J]. 西华大学学报: 社会科学版, 2006(5): 46-49.

[23] 杜心远, 何荣华. 四川省新能源发展战略构想[J]. 商场现代化, 2007(35): 216.

[24] 四川省“十二五”能源发展规划[EB/OL]. <http://wenku.baidu.com/view/9bfd69ec856a561252d36fe5.html>.

[25] 陈国阶. 对四川发展若干战略问题的思考[J]. 决策咨询通讯, 2010(1): 8-9, 72.

(收稿日期: 2015-02-28)

(上接第32页)

做较为准确的计算,但对于山区架空输电线路的设计风速计算需考虑地形、下垫面等自然因素的复杂影响。在无建站条件和无资料地区,目前只有采用调整系数法进行估算;资料条件充足时可建立数值模型进行推算。当前国内外也开发了一些风能资源评估系统软件,可为计算山区架空输电线路设计风速提供一定的参考依据,由于目前的风能资源评估系统软件是平均风速的概念,尚缺乏一定的适用性,

推求山区架空输电线路设计风速还有待进行更进一步研究。

参考文献

[1] GB 50009-2012 建筑结构荷载规范[S].

[2] DL/T 5158-2012 电力工程气象勘测技术规程[S].

作者简介:
谢直卉(1982), 硕士, 工程师, 主要从事电力工程水文气象勘测工作。
(收稿日期: 2014-12-29)

(上接第45页)

次接线布置与继电保护配置都较为简单,然而与常规接线的厂站相比,其特殊性也是显而易见的。在保护设计、调试、整定等工作中应对以上列举的关键问题引起重视,根据需求和现场实际情况进行相应的取舍,力争实现方案的最优化。

参考文献

[1] 刘文. 浅析发电机-变压器-线路组保护配置特点[J]. 继电器, 2005, 33(15): 18-20.

[2] 王晶晶. 发电机-变压器-线路组保护的配置特点及实例分析[J]. 华北电力技术, 2007, 8: 37-52.

[3] 郑太一, 马丽红, 王建勋, 等. 终端线路变压器组继电

保护配置及变压器中性点接地方式研究[J]. 吉林电力, 2009, 37(5): 5-7.

[4] Q/CSG110039-2012 南方电网继电保护配置技术规范[S].

[5] 国家电力调度通信中心. 国家电网公司继电保护培训教材[Z]. 2009.

[6] 张鹏. 浅谈电流互感器二次绕组极性[J]. 云南电力技术, 2013, 41(3): 61-63.

[7] 王媛婷, 郭志彬. 变电站调度事故总信号改进方案[J]. 电力与电工, 2012, 32(4): 86-88.

作者简介:
李津津(1988), 主要从事电网继电保护整定计算及运行管理工作。
(收稿日期: 2015-01-14)