

关于风力发电场风机光影影响防护距离的研究

耿晓梅 赵桂凤

(辽宁省环境工程评估审核中心, 沈阳 110031)

摘要:风力发电场的建设,极大地推动了地方经济的发展;但如果风机布置不科学,极有可能对周围民宅产生光影闪烁影响。关于风力发电场风机的光影闪烁影响预测,国家目前尚无相应的标准和规范,也无可借鉴资料。综合分析了辽宁省环境工程评估审核中心所评估的个例环评报告,初步探讨了风机产生的光影闪烁影响的各种情况,提出了风机光影影响防护距离的概念和计算方法。

关键词:风力发电场;风机光影;闪烁影响;防护距离

1 引言

辽宁省地处 38°—43°N, 风力资源丰富, 近几年先后建设了多处风力发电场。在充分利用自然资源、促进地方经济发展的同时, 也引发了一系列环境问题, 其中典型扰民问题就是风机产生的光影闪烁影响。本文针对辽宁省环境评估中发现的具体问题, 对风机光影影响防护距离的预测进行探讨, 旨在为最大限度防止扰民方面提供科学依据。

2 问题的提出

2.1 风机光影影响的概念

地球绕太阳公转, 太阳光入射方向和地平面之间的夹角称之为太阳高度角; 只要太阳高度角小于 90°, 暴露在阳光下的地平面上的任何物体都会产生影子。风电机组不停地转动的叶片, 在阳光入射方向下, 投射到居民住宅的玻璃窗户上, 即可产生一种闪烁的光影, 通常被称之为光影影响。以风电机组为中心, 东西方向为轴, 处于北纬地区, 轴北侧的居民区有可能受到风电机组的光影影响。风电机组的光影影响范围取决于太阳高度角的大小, 太阳高度角越大, 风机的影子越短; 太阳高度角越小, 风机的影子越长。

2.2 目前风电场环评中风机光影影响防护距离的计算和确定

2.2.1 太阳高度角的计算

太阳高度角:

$$h_0 = 90^\circ - \text{纬差} \quad (1)$$

式(1)中, 纬差为拟建风电场地理纬度与冬至日太阳

直射点的纬度差。

2.2.2 风机阴影长度 L 的计算

$$L = D / \text{tgh} h_0^{[1]} \quad (2)$$

式(2)中, D 为风机高度。

2.2.3 风机光影影响防护距离的确定

风机阴影长度 L 为风机光影影响防护距离, 以风机与最近民宅距离是否满足作为衡量标准。

2.3 现方法存在的问题

上述太阳高度角计算公式, 是冬至日正午时刻的太阳高度角。

目前的风电场环评一律利用冬至日正午时刻风机的影长作为光影影响的防护距离, 并且用风机与最近民宅的距离来衡量风机设置能否满足防护距离要求。

北纬地区, 冬至日的太阳高度角是一年中最小的一天, 但正午时刻, 却是该日太阳高度角最大的时刻。利用冬至日正午时刻风机的影长作为光影影响的防护距离的方法不够缜密, 用风机与最近民宅的距离来衡量风机设置能否满足防护距离要求也有失偏颇。

这里至少存在 2 个问题。

(1) 该方法忽略了风机与居民区相对位置, 如果风机布置在居民区的东南或西南方向, 风机的光影投射到民宅的时间不是正午 12 时, 而是上午或下午的某个时刻, 而此刻太阳高度角要比正午 12 时小, 风机的影子相对要长, 显然用正午 12 时风机影长作为防护距离是不科学的。

以辽宁省昌图县泉头风力发电场(124°11'E, 42°50'N)为例。风电场 29# 风机布置在窑沟村东南方

收稿日期: 2007-03-16; 修订日期: 2007-04-11。

作者简介: 耿晓梅, 女, 1956 年生, 主要从事环境影响评估工作。

通信作者: 赵桂凤, E-mail: zhaogui Feng@sina.com。

向,其与最近民宅的水平距离为 290 m,风机高度为 84 m,地势高差 56 m。利用上述公式计算太阳高度角为 23.73°,光影长度为 319 m,环评据此提出风机光影影响防护距离为 320 m,要求 29# 风机后退,调整到 320 m 以外。事实上,29# 风机光影投射到该民宅的时间约为 14 时,此刻的太阳高度角为 16.24°,光影长度为 480 m,如果用 320 m 控制,14 时的光影恰恰投射在该处民宅的窗户上。

(2)该方法忽略了居民区布置形式,如果居民区在一定范围内呈一字排开形式,早晨,风机影子投向居民区西侧;此后,日影在逐渐变短的同时,向北方移动,当太阳到达正南最高位置时,风机的日影位于正北方,为一天中最短;午后,太阳西移,风机影子东斜投射在居民区东侧。在这种情况下,仍然用正午 12 时风机影长作为防护距离是不科学的。

以辽宁省北票市北塔子风电场(120°54'E, 42°14'N)为例。11# 风机面对和成号村。该村前排民宅一字排开,长约 400 m。风机高度为 105 m,地势高差 48 m。利用上述公式计算太阳高度角为 24.3°,光影长度为 339 m,环评据此提出 11# 风机光影影响防护距离为 340 m。

视 11# 风机与该村前排民宅的具体位置,它对民宅的光影影响时段约为 11—14 时。即便 11# 风机调整到 340 m 以外,也只是在正午 12 时保证了风机对正北最近民宅没有光影影响,不能够保证在其余时间对其他民宅没有光影影响。11# 风机光影投射到该排民宅东头的时间约为 14 时,此时刻的太阳高度角为 18.00°,光影长度为 471 m,如果用 340 m 控制与最近民宅距离,则风机与该排民宅东头的距离为 392 m,小于 471 m,14 时的光影恰恰投射在该排民宅东侧的窗户上。

2.4 风机光影影响防护距离制订应遵循的原则

(1)以人为本,要全面考虑风机在不同时段产生的光影影响。

(2)不仅要根据现有民宅分布情况确定影响范围,还应考虑村镇规划。

3 风电场风机光影影响防护距离预测方法

3.1 太阳高度角的计算

太阳高度角的计算是风电场风机光影影响防护距离预测的基础。对于一个风电场而言,即对于同一地理坐标而言,太阳高度角不能仅仅用正午 12 时这样一个固定值。太阳高度角不仅是经度、纬度的函数,它还是时间的函数。太阳高度角计算公式^[2]:

$$h_0 = \arcsin[\sin\phi\sin\sigma + \cos\phi\cos\sigma\cos\alpha] \quad (3)$$

式(3)中, h_0 为太阳高度角(deg); ϕ 为当地纬度

(deg); σ 为太阳倾角(deg)。可按下式计算:

$$\sigma = \arcsin[0.006918 - 0.39912\cos\theta_0 + 0.070257\sin\theta_0 - 0.006758\cos 2\theta_0 + 0.000907\sin 2\theta_0 - 0.002697\cos 3\theta_0 + 0.00148\sin 3\theta_0] \quad (4)$$

式(4)中, θ_0 为 $360d_n/364$ (deg); d_n 为一年中日期序数,0,1,2, ..., 364; $\alpha = (15t + \lambda - 300)$; t 为进行观测时的北京时间; λ 为当地经度。

利用计算机技术,根据拟预测的风电场经纬度,则可容易得到该地理位置冬至日不同时间的太阳高度角。

3.2 风机光影影响时段的确定

根据不同时间太阳高度角、风机高度、地势高差,可以计算出各时段的风机影长。显然,当民宅东西长度一定时,风机与民宅所在的东西轴线距离越短,它对于该处民宅光影影响时段越长;反之,当风机与民宅所在的东西轴线距离一定时,民宅东西长度越短,风机对于该处民宅光影影响的时段也越短。

那么如何确认风机对于民宅的影响时段呢?太阳东升西落的运动,使得地面物体的影子随着太阳的变化而产生一定的规律,古老的日晷就是利用这种规律制作成的一种简单的计时仪器。现今的环评可以利用古老的日晷原理。根据日晷原理,地面上的一点和天球北极连成的直线,恰好与地轴平行。因此,天球就仿佛是在这条直线的周围,以每小时 15° 的速率进行周日运动,而太阳也是在这条直线上每天回转 1 次。换言之,只要将日影的位置映在平面上,就可测出时刻。根据这一原理,结合辽宁省的地理位置,初步计算结果是以 09—15 时作为影响时段,来计算风机光影防护距离和防护范围。

表 1 辽宁省昌图县泉头风力发电场和北票市北塔子风电场太阳高度角计算结果

时间	太阳高度角/°	
	昌图泉头	北票市北塔子
06:00	-13.07	-15.15
07:00	-3.14	-4.96
08:00	5.84	4.35
09:00	13.44	12.37
10:00	19.18	18.64
11:00	22.56	22.63
12:00	23.19	23.89
13:00	21.00	22.29
14:00	16.24	18.00
15:00	9.40	11.49
16:00	0.97	3.29
17:00	-8.58	-6.14
18:00	-18.90	-16.41

3.3 风机光影影响防护距离的计算

$$L = D / \tan h_0 \quad (5)$$

式(5)中, D 为风机高度,风机阴影长度 L 即为风机光影影响防护距离。

3.4 计算实例

由上述分析可知,风机光影影响防护距离的大小,取决于太阳高度角的大小。表1给出了辽宁省昌图县泉头风力发电场和辽宁省北票市北塔子风电场的太阳高度角计算结果。

从表1可以看出,09—15时太阳高度角差异很大。由此可以确认,用本文提出的方法计算风机光影影响防护距离和防护范围,与现有计算方法有很大差别。

4 结论与讨论

(1)现有计算方法是利用冬至日正午时刻风机的影长作为光影影响的防护距离,其防护范围为风

机北侧的半圆形区域。如果民宅位于该区域附近,即便在防护范围之外,只要它不是在风机的正北方向,都有可能在上或下午受到风机光影的影响。

(2)本文提出的计算方法,计算时段为09—15时,计算结果可以在风机所在位置的现势地形图上表示出来,由此确认受到影响的民宅位置,包括规划民宅。

(3)单个风机光影影响防护范围在风机北侧,是由2条渐近线形成的凹形防护区域,曲线与风机的最短距离为冬至日正午时刻风机的影长。只要民宅处于防护范围之外,一定不会受到风机的光影影响。

参考文献

- [1] 付喆. 昌图风力发电项目主要环境影响分析[J]. 气象与环境学报, 2006, 22(5): 46-49.
- [2] 国家环保总局开发监督司. 环境影响评价技术导则—大气环境(HJ/T2.2-93)[S]. 北京: 中国环境科学出版社, 1994: 9-12.

Study on prevention distance of wind turbines light shadow influence in wind power field

GENG Xiaomei ZHAO Guifeng

(Liaoning Provincial Appraisal Center of Environment and Engineering, Shenyang 110031)

Abstract: The construction of wind power field could promote the development of local economy remarkably. However, it was likely to produce light shadow glitter phenomenon for surrounding civilian houses if the disposal of wind power field was not scientific. Forecasting the light shadow glitter effect was difficult because there was not a relative standard and criterion on the environmental impact assessment (EIA) of wind power field, even there was not any information for reference. Many cases of the environmental assessment from Liaoning provincial appraisal center of environment and engineering were summarized in this paper. Furthermore, various conditions of light shadow glitter effect were discussed, and the concept and calculation method for light shadow influence prevention distance were introduced.

Key words: Wind power field; Light shadow of wind turbine; Glitter effect; Prevention distance