

基于风力发电的高层建筑形体优化设计研究

孙晓铭¹, 史南² (1. 东北林业大学土木工程学院, 黑龙江哈尔滨 150040; 2. 哈尔滨工业大学, 黑龙江哈尔滨 150000)

摘要 探讨高层建筑风环境, 结合风电建筑的设计原理, 提出高层建筑形体的优化设计策略, 对规则几何体、变形几何体、群体形体的高层建筑形体优化进行初步研究, 为风力发电高层建筑形体优化设计提供参考。

关键词 风力发电; 高层建筑形体; 优化设计

中图分类号 S26 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2014)27-09461-02

早在 18 世纪, 欧洲就开始使用风车和帆船, 人类在当时就已经开始利用风能解决生活中的实际问题。例如, 当时的荷兰拥有将近一万台风车昼夜不停地运转。伴随 19 世纪风力发电机的发明, 接踵而至的是风能被广泛利用。20 世纪 70 年代, 随着能源问题的加剧, 风力发电逐渐开始了商业应用, 往往设置在城市的边缘地带, 但随着发达国家对于风力发电在高层建筑上的研究的不断深入, 风力发电在高层建筑上的应用被推广开来, 而我国在这方面的研究和实践还处于起步阶段。笔者试从高层建筑形态与风力发电的适应性入手, 探讨有利于风力发电的高层建筑形态的优化设计^[1]。

1 高层建筑形体及其风环境

1.1 高层建筑周围风环境的组成 高层建筑对于风的阻挡作用较为突出。风在和高层建筑接触时, 受到高层建筑的阻挡, 一部分越过高层建筑的顶部和侧边流向建筑后部, 另一部分则在高层建筑的迎风面形成下冲风, 同时形成迎面的涡流区。根据高层建筑周围的风环境以及气流的变化方向, 可以将风环境分为两大类型: 分流风和回流风。分流风包含了建筑边角侧风、开口部风、穿堂风、下冲风; 回流风可以分为迎风面逆风和风影区涡流^[2] (图 1)。

1.2 不同形体的高层建筑主导风环境 穿堂风是高层建筑分流风的一种类型, 是气象学中空气流动的一种现象。由于建筑物的迎风面与背风面形成了气压差异, 以至于在楼体中有贯通的通道形成时, 气流会迅速通过此通道形成穿堂风。另外边角侧风使建筑物的边角处形成大于周边风速的现象, 风经过建筑物的两侧绕过边角区域, 造成高层建筑边角部位流体加速现象的产生, 同时会产生涡旋分流的现象, 导致风速急剧上升。在体型较宽的高层建筑中容易产生这种现象。

在组团式的高层建筑群体中, “狭管效应”与“风漏斗效应”也会形成较大的风速。“狭管效应”在气流由开阔地带进入狭窄的地形构成时形成, 在组团式的高层建筑群体中经常发生。由于此效应的形成, 组团内部的风速较快, 更利于风力发电。“风漏斗效应”则是在建筑进行规划布局时, 高度相近的建筑分布在道路的两侧, 而当两侧的距离是高层建筑高度的 2~3 倍时, 就会形成此效应, 造成风速迅速提高^[3-5]。

2 高层建筑形体对风机位置的影响

2.1 风机安装位置 高层建筑的风环境有其自身的特点, 而风机的安装通常会选择风阻小而风速大的部位, 例如高层建筑的开口、边角、屋顶等部分。

(1) 建筑顶部往往风力较大, 而且对于高层建筑形态的影响较小, 风机高出屋面一定的距离, 从而避免檐口处的涡流区, 更有利于风力发电。

(2) 楼身洞口根据穿堂风的原理, 在高层建筑的中上部开口形成通道, 让高速穿过的风带动风机运转, 此处风速提高, 风力加强, 形成了“穿堂风”, 也更加适合安装定向的风力发电机。

(3) 建筑角边由于风速在此加大, 适宜安装小型的风力发电机组, 也可以将高层建筑的整个外墙作为受风体, 成为风力发电的旋转式的高层建筑。

(4) 建筑“峡谷”区域针对高层建筑群体而设置, 由于建筑形成组团时, 可以产生“狭管效应”, 风速在建筑的体量加大后得到加强, 此处更加适合安装垂直的风力机组, 在占用空间较小的同时, 增加了风能的利用效率。

2.2 不同形体对风机位置的影响 在对高层建筑形体的研究总结中, 可以将其形体分为规则几何体和变形几何体, 从风环境的影响角度出发, 又可以将不同的几何形体进行细分。规则几何体包括了立方体、圆柱体、椎体; 变形几何体则包括扭转体、切割体、渐变体等造型新颖的高层建筑形体, 但对于风力发电的高层建筑而言, 对变形几何体的要求更加复杂。规则几何形体的高层建筑风机的位置主要放置在建筑的中部和顶部, 因此, 规则几何形体高层建筑的中部形体和顶部造型将直接影响风能在建筑中的有效利用。出于对高层建筑形体的美学考虑, 建筑的边角不放置风机。例如, 迈阿密的 COR 大厦是规则形体的高层建筑, 建筑采用多项的绿色技术, 形成集住宅、办公和商业等功能于一身的高层建筑, 该建筑将风力机放置在建筑顶部的四面墙上, 并安装多个固定式水平轴风力机。大厦在 2007 年开工, 2009 年建成并投入使用。圆柱体造型的迪拜“能源塔”, 68 层, 高 322 m, 大厦在顶部安装了直径为 60m 的风力发电机, 采用了垂直轴风力机。风力机的造型与圆柱形的高层建筑形体非常协调, 整个楼体能够实现能源的自给自足。

对于变形几何形体的高层建筑而言, 风机的位置需要根据具体的形体造型考虑。例如迪拜的旋转大厦, 整个建筑的外墙面作为受风体, 在选装的楼层间安装了 48 台风力发电

基金项目 中央高校基本科研业务费专项资金项目资助 (DL12BB10)。
作者简介 孙晓铭 (1979-), 女, 黑龙江哈尔滨人, 讲师, 硕士, 从事建筑设计及其理论研究。

收稿日期 2014-08-11

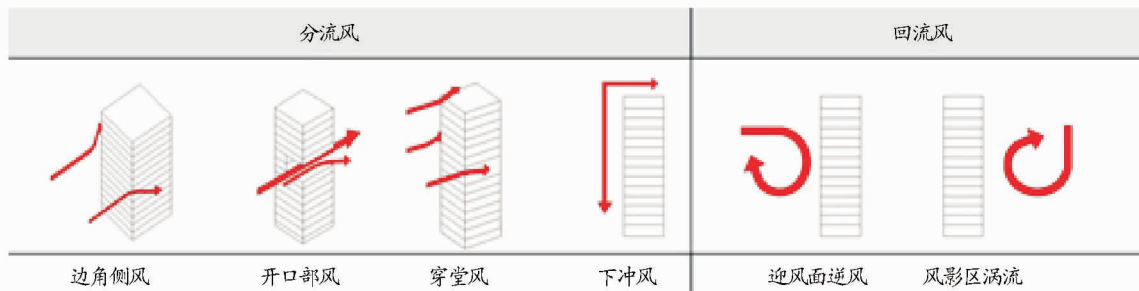


图1 分流风与回流风图示

机,全年可发电 60 万 ~ 120 万 kW · h,整座大厦成为一个巨型的风力机组。

群体组合式高层建筑风机的位置取决于高层建筑群体的位置关系,对于两栋高层建筑组合而形成的形体而言,风机则处于两栋建筑之间,通过将高层建筑形体调整为有利于产生“狭管效应”的形体间关系,通过建筑形体将风速提高,更有利于风机发电,产生更多的电能。例如巴林世界贸易中心的双子塔,通过利用建筑形体来引导风的流向和流速,在建筑间安装风力机,从而将风能转化为电能。该高层建筑将双塔间形成狭窄的风道,利用“狭管效应”增大了风速。而更多高层建筑单体组成的群体则要通过形体和位置的调整达到最利于风能的利用。

3 高层建筑形体的优化设计策略

3.1 规则几何体的“微变形” 高层建筑受自身结构和功能的限制较大,其风能利用上的形体优化设计也必须考虑安全与美观,在形体上进行细微改动是行之有效的处理方式。

3.1.1 贯通洞口。由于高层建筑的高度和宽度的不断加大,会对其周边的风环境带来极大的改变。通过在形体上采取贯通洞口的处理方式,可避免高层建筑受到风振效应和背部涡流区等不良风环境的影响。与此同时,通过设置风力机使流经此洞口的风能得到了有效的利用。通过此种处理方式,加强了风速,也为风机的安装提供了合理空间。例如,广州的珠江城大厦,由美国的 SOM 公司设计,目前是国内较为先进的引用了风力发电的超高层建筑,设备层的 2 个洞口设置在大楼的中部和上部,利用“穿堂风”原理进行发电。

3.1.2 曲面处理。高层建筑形体的风机设置部分的曲面处理有利于形成局部“狭管效应”,使风速在与风机接触之前得到提高。无论是在高层建筑的中部洞口处,还是在顶部设置风机,局部曲面化的处理都是力图在风环境一定的前提下改善局部风速,从而优化形体并提高风能的利用率。

在建筑平面上,可以将建筑的平面设计为扇形,这样的处理使高层建筑扇形形体的短边处于迎风面,将迎面风汇聚于建筑的上风向,曲线型展开,使气流按照设计的方向运动,有效控制了风向。

3.2 变形几何体的顶部一体化设计 由于变形几何体自身形体的复杂多变,要考虑风力机的工作原理和外观。与规则的几何体高层建筑不同,变形几何体的顶部是风机设置的合理位置,在不影响其整体造型的基础上,使风力发电成为可能。变形几何体顶部的一体化设计主要注重两个方面:一是

整体形体的美学塑造;二是空气动力学原理的合理应用。例如,迪拜的“能源塔”,在不影响其整体形态的基础上,在建筑的顶部设置了垂直轴风力发电机。

3.3 群体的组合位置与形体的有效控制

3.3.1 高层建筑群体高度与间距的合理组合。在进行高层建筑群体布局时,建筑的高度与间距是影响周围风环境的主要因素,如果高度相近的建筑以间距为高度的 2 ~ 3 倍排列,便会产生“风漏斗效应”,可以使风速迅速提高 30%。在巴林世界贸易中心的设计中,建筑师采用了环抱式开口的建筑布局,接受来自波斯湾的海风,三台风力机为大厦提供了 11% ~ 15% 的电力。

3.3.2 群体形体的有效控制。设计之初就应考虑高层建筑群体形体的有效控制。在高层建筑群体的高度和距离得到合理化组合之后,群体形体的控制则需在设计者的愿想与风环境模拟间展开博弈。流线造型可以减少群体对于风速的减缓作用,规则形体从经济效益角度考虑,更利于提高单体对于风能的利用效益。所以,对于群体形体的控制,需要在 CFD 等模拟软件的辅助下进行有效分析,最终生成合理形体。

4 结论

高层建筑是我国未来城市发展建设中不可或缺的建筑类型,从能源节约与生态建筑的角度看,风力发电与高层建筑的结合是未来发展的趋势。建筑风电的利用有利于保护生态环境和节约能源,但在设计上也存在很多未解决的问题。因此,在设计之初就应该把高层建筑形体与风力发电结合考虑,为建筑形体的选择提供风环境的模拟依据。贯通洞口、曲面化处理等总是在力图改善和优化建筑与风力发电的有效结合。同时,不同地区的风力资源条件不尽相同,宏观亦或是微观的条件都会对高层建筑形体的设计产生影响,因此,在当今建造技术进步,有能力去创造更为丰富和多样的建筑形体的过程时,更应该与自然、生态等环境条件建立起有效的关联。

参考文献

- [1] 王其英. 谈风力发电概况[J]. 电源技术应用, 2008(10): 1-3.
- [2] 田蕾, 秦佑国. 可再生能源在建筑设计中的利用[J]. 建筑学报, 2006(2): 13-17.
- [3] 涂逢祥. 建筑节能[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2009.
- [4] 艾志刚. 形式随风—高层建筑与风力发电一体化设计策略[J]. 建筑学报, 2009(5): 74-75
- [5] G·Z 布朗, 马克·得凯. 太阳辐射·风·自然光—建筑设计策略[M]. 常志刚, 刘毅军, 朱宏涛, 译. 北京: 中国建筑工业出版社, 2008.