

# 恶劣环境下风力发电设备的运输与安装

新结构迎接新挑战

Peder Hansen , 李 一

(美国维蒙特工业公司)

## 1 风力发电设备大型化带来的挑战

风力发电设备大型化有优势吗？从风力发电机的角度看，答案是肯定的。这也可从过去 20 多年来大型风力发电机技术的不断进步得到印证。随着高效风力发电机逐渐大型化，则制造风力发电机的材料需求也随之增大。到 2003 年底，功率为 2MW 及以上的风力发电机已经得到广泛的应用，由此也会刺激大型风力发电设备的市场需求，因此，大型风力发电设备的市场前景非常广阔。

轮毂高度是风力发电设备中非常重要的一个参数。以平均功率在 1.5 到 2.5MW 的风力发电机为例，叶轮直径接近 100 米。随着叶轮直径和风力发电机重量的增加，风力发电塔也越来越大；随着塔的高度增加，塔的弯矩也随之增加。通常可以用两种方法解决大型风力发电机塔体的载荷。一是增加塔体的壁厚，二是增加塔体底径。目前，由于运输限制和焊接能力不足，这两种方法都不可行。

### 1.1 大型化带来的不便

风力发电设备大型化给客户造成的主要不便之一是运输和安装。发电机增大，塔体就要相应增大，这些都受到运输的要求限制。大型风力发电塔，一般以圆锥型管状结构为主，已经开始受到运输的限制，因为底节直径超过 4 米、重量超过 40,000kg、长度超过 20 米，这样的尺寸在运输中已经属于超长、超高、超宽和超重。同时，现代风力发电机主要零部件也受到了限制，风力发电机舱超重，宽度也属于特殊规格，需要重型拖车和特别安全驾驶。相比较而言，叶片仍以轻取胜，但由于叶片长度的增加，仍需要超常运输的许可。特殊规格运输势必要增加成本，这在商业竞争激烈的今天，高成本的运输对提高企业的竞争力是非常不利的。

为使风电设备经得住时间和自然风蚀的考验，必须要进行表面处理。如今，

表面处理技术以喷漆处理为主。尽管喷漆效果不错而且操作简单，但在安装时就会暴露很多问题。比如喷漆的表面容易被划伤，导致生锈，而且，风电设备一旦安装完成，修补划伤的表面会有很多困难。经过风蚀日晒后的喷漆易发生碎片脱层，不易于维护。

## 2 解决风力发电设备面临的具体问题

怎样生产出更大底径的风力发电塔，以保证承载大型发电设备及其塔体本身的重量？有没有最经济的运输方式来运输此种庞然大物？有什么办法能够避免风力发电塔生锈，如何实施这项技术？

针对以上问题，维蒙特工业公司有自己独特的解决方法。维蒙特工业公司是专业从事钢结构工程和表面处理的国际化公司。公司成立于 1947 年，总部位于美国奥马哈市，起步阶段主要以推广灌溉业务为主，1954 年研制开发了高效灌溉设备 - 圆形喷灌机。后来维蒙特的业务范围扩大到生产应用于照明、公共事业和通讯事业的各种钢结构杆、钢结构塔和其他钢结构，并为各种工业用户提供表面处理和加工产品。维蒙特工业公司在全球有 44 座工厂，在 100 多个国家设有办事处。在中国北京、上海和广州，均设有办事处。借助于在钢结构杆制造业领域积累的专业知识和经验，维蒙特介入风能领域的起点高，致力于以技术革新解决目前风力发电塔的不足。

### 2.1 表面处理

首先要解决的是钢结构的生锈问题。由于维蒙特拥有世界级的热镀锌设备，和在镀锌方面的成功经验，其专业化的镀锌技术能够解决风力发电设备的防锈问题。以热镀锌技术解决防锈问题，那么大型风力发电塔如何镀锌？如何找到如此巨大的热镀锌槽？如何采用常规的运输方法来实现风力发电塔运输？维蒙特的解决方案是采用模块组件的方法扩大风力发电塔的管径以满足 1.5 MW 以上风机的需要，即圆锥形风力发电塔由若干节构成，每一节又分成若干瓣，每一瓣通过螺栓联接构成一个圆形。

## 2.2 大型风力发电塔的运输与安装

为解决大型风力发电塔的运输与安装问题,维蒙特钢结构专家组成员进行了技术革新和发明。锥形塔体由模块组件构造,并已经在全世界范围内申请了专利。新结构的风力发电塔为锥形,而且规格尺寸可以做到与传统惯用的风力发电塔保持一致。以一个 65 米高 1.5MW 系列风力塔为例,塔身由四部分组成,每部分由四瓣模块组件组成,如下图所示。正因为是模块组件设计,所以所有的组件不仅镀锌容易,而且易于利用普通平板卡车运输从而不需要特殊申请。在现场利用普通的装卸车和小型起重机即可进行装卸,各组件由螺栓联接,从而完成塔体安装。



该方法大大节省了传统风力发电塔在运输和安装方面的费用。前面已经提到,每一组件都是镀锌的,因此能够避免划伤而引起锈迹斑斑甚至导致潜在的整体结构危险。利用该新技术,维蒙特公司已经成功的安装了超过 100 米高的风力发电塔用于支撑 2.5MW 系列和更大功率系列的风力发电机,所有这些风力发电塔的运输均采用的是常规运输方式。

目前维蒙特关于风力发电塔的另一发明是风力发电设备安装系统。该安装系统能够完成从叶轮,塔体和发电设备的整个安装,整个安装过程可以不用吊车。工程设计人员设计出利用塔体外自动升降“电梯”沿着锥形体坡度滑升,运载能力足可以将巨大的发电机运送到所需高度。随着发电机变得越来越大,塔体变得

越来越高，超大功能的起重机的难觅，自动升降系统会变得更加可行，该设计结构已经获得德国 GL 公司 IEC 风力发电专业二级认证。

### 3 对新技术新产品的认识与接受

模块组件风力发电塔能够解决运输、表面处理、高度、重量、塔体底径等等诸多问题。因此，选择该结构塔体则是发电机生产和开发企业的正确选择。对于风能客户来说，该设计和结构展示给他们的是一个崭新的世界。

对于发电机生产商来说，因为与小型发电机配套的风力发电塔产生的问题较少，选择何种风力发电塔往往不会被优先考虑。但随着发电机变得越来越大，维蒙特的创新发明的优越性就凸显出来了，总之，该设计不仅降低了安装成本，而且降低了整个项目的费用。这种“面向未来的结构”给风能世界带来一个新的理念，将风能世界带入了一个崭新的高度。