

风力发电机组的载荷特征及计算

罗静

东方电气风电有限公司

摘要:风电机组在复杂的自然环境中长期运行,并要将其不稳定的风能转化为持续的电能,需要在百米之外的高空中矗立,势必要格外承担着巨大输入的载荷,而风电发电机组设计中载荷计算是其不可或缺的必要基础性工作。因此文章以下就载荷计算的作用及相关标准为开篇,结合载荷种类及工况分类进行阐述分析,最后对载荷计算方法及常用计算软件进行列举。

关键词:风力发电机组; 荷载; 特征; 计算; 标准

【DOI】 10.12254/j.issn.2096-6539.2021.06.286

风力发电机组即风力机,属于一种高技术密集型科技产物,其是通过将叶片运转收集风能,并利用自身作用将其转化为机械能,继而在发电机的助力之下,将机械能转化为电能的间接过程。风力发电机组的外部载荷源被称之为风载。在每天风速、风向等不可控作用力的不确定性和叶片旋转效能之间相互耦合,会使得叶片所承受的空间动力载荷量的情况变得复杂且不稳定。这些载荷通过轮毂分散作用于其他部件之上,例如主轴、主机架、塔筒、发电机等,对风力机的工作效率和工作年限都将产生较大影响。因而有人将其比喻成野外环境中的疲劳驾驶机。对于中大型的风力发电机组,除却叶片转动时会带动大量载荷产生之外,其自身机舱体积及和塔筒的受力面积均为较大,也会具有一定量的气动载荷。因此风力发电机组的载荷计算是风力机设计中涵盖面较广的关键工作,尤其对于中大型的风力机组来说,其现实意义和价值更加深远。

一、载荷计算的作用及相关标准

在风力发电机组的设计研发之初,载荷计算属于其中一项基础类又必要性的工作,其主要可以体现于两个方面之中:

(一) 设计方面

首先要对各部件的受力强度、结构动力、使用寿命等方面进行详细分析,以此作为切实准确的载荷依据,并以此为基础性前提,确保风力发电机组各部件之间承载率均在设计可控范围内。并利用运行载荷量的不断升级优化,将风力发电机组的可靠率持续提升^[1]。风力机是具有高动态载荷动力系统的,其规划设计给出的最终标准年限为20年,简单来说,也就是必须要确保其可以安全稳定地运行20年之久。因此其必须可以承担起设计寿命之内要承受的载荷和之外的破坏力,而要百分之百地做到这一点,就要确保机组在这20年内首要做到正常运转,以此基于上述情况,就必须首先得到科学、合理、真实可靠的载荷数据。

(二) 认证方面

要确保载荷计算应用就必须运用适当的方法和真实数据为基底,工况暂定全面符合国家标准,其产生的结果也是真实可靠的,载荷计算翔实报告是风力发电机组在认证时必须提供和报备的文件之一^[2]。风力发电机组系统具有复杂的特点,每个子系统既独立运行,又相互影响和作用。因而为了确保其设计的可靠性和使用的高效性,必须在建立之初就合理构建出一套整体整机的力学模型,除却体积比例的不同,需要对其风力发电机组的所有的运行状态和外在环境进行模拟实验,以此得到翔实可靠的各工况之下的载荷历程原始数据分析,并通过一定的处理办法,得到各部分零件之间用于极限强度的最大限度值,和风力发电机组在真实使用寿命的过程中可承受的最大载荷。

二、载荷种类及工况分类

总结下来,真实作用于风力发电机组上的载荷主要可以分为

以下几点:1. 空气动力载荷,空气动力是风力发电机载荷的重要来源,其动力大小和发电机产生的功率息息相关。2. 重力载荷,每一个作用在叶片之上的重要力都统称为重力,而机舱重量之于塔架设计和机组的安装又具有举足轻重的作用。3. 惯性载荷,叶片的转动定然会产生离心力,而在偏航旋转时也会出现另一个作用力即陀螺力。在叶片偏航速率越高时,陀螺力会有越大,也可以说,其双方呈现正向关系。4. 操纵载荷,风力发电机组在实际运行过程中,刹车、变桨等随时会发生的情况都会影响和引发机组结构和部件载荷的波动大小^[3]。5. 其他载荷,在风力发电机组设计之初,就必须考虑到很多会发生的不确定因素,其中可以包括为风力发电机组要经受多变的环境条件和电力条件等。环境条件可以进一步划分为风况和其他不可控条件,电力条件顾名思义即电网的实际状况。每种类型之下又可以细化为正常外部条件和极端外部条件。正常外部条件则是指代经常发生的大概率事件,即长时间作用下结构受载情况和实际的运行状态等。而极端外界条件则是指50年内才会出现一次的极小概率事件,也是极小可能下发生的极端结构受载和运行状态。而对于我国中大型的载荷风力发电机组来说,风况外部条件是决定载荷的关键因素之一,其中极端风况模型模拟和仿真情况的真正正确性属于该工作的重中之重。其中按照GL Bladed规范定义的中心风速为25米每秒称之为极端操作的阵风。

三、载荷计算方法及常用软件

计算风力发电机组的启动载荷主要包含动量,叶素理论、CFD等方法,可以便捷的使用在估算机组初始设计时的整机启动性能。在现代也被广泛的普及应用在风力发电机组的设计和功性能计算之中,并且还可以使用于确定在风力发电机组的动态载荷上,而伴随科学技术的不断进步之上,正在被不断地改进和完善中。CDF数值计算不能对数学建模做近似处理,但是可以使用在计算风力机气动特性的方法之上。但是因为很多其他因素的存在,例如数值计算的稳定性、工作量等原因的存在,目前该方法还在逐渐升级和使用中。所以当前在风力发电机组的载荷计算中主要是利用软件进行计算的,例如GL Bladed、FAST等,其中GL Bladed才是该行业内更具权威的存在,也是用户量最多的软件之一,其涵盖了完整全面的计算工具包,也是依附于互联网之上Windows图形化的使用界面,其使用空间可以涵盖陆上和海上。

四、结束语

风力发电机组的载荷计算涉及大量数据参数,是一项复杂且细致的工程,其中任何一个数据产生的变量,之于载荷计算结果的变化都是巨大的。因此要完成风力发电机组的载荷计算,不但要切实掌握风力机空气力学的相关知识,还必须全面了解系统所有结构的理论知识和控制措施,以及大量的相关经验。

参考文献

- [1] 刘为,王瑞良,孙勇,章培成,杨翀.不同风况条件对风力发电机组等效疲劳载荷的影响[J].机电工程技术,2020,49(12):114-117.
- [2] 张学文,阳雪兵,宋晓萍,刘明,康辉民.基于SCADA数据的风力发电机组主轴承润滑脂寿命预测[J].机械与电子,2020,38(09):41-45.
- [3] 苏柯文,张永明,胡维飞.基于参数测量的风力发电场等值建模方法研究[J].电测与仪表,2020,57(18):29-35.