

# 2000KW风力发电机组总体设计

崔慧娟

(咸阳职业技术学院机电学院, 陕西 咸阳 712046)

**摘要:** 风力发电机组的单机容量继续增大。20年前, 风电机组单机容量仅为25千瓦, 今天商业化机组的容量一般为750—2500KW。未来海上机组的容量将更大, 目前德国已经生产出5MW的机组, 10MW以上的机组正在研发中。现代的风力发电机主要有两种设计: 水平轴风力发电机和垂直轴风力发电机。风力发电机的结构设计内容主要包括轮毂、偏航系统、变桨系统、主轴、主轴承、齿轮箱、刹车系统、机舱等的结构设计。本文对2000KW的风力发电机组进行了总体设计, 在零部件的设计方面采用了SolidWorks三维实体设计软件, 使设计者能够直观的看到零部件的结构及干涉与否。在机械部分对一些主要的零件做了详细的三维设计。

**关键词:** 兆瓦级; 风力发电机组; 总体设计; SolidWorks

**中图分类号:** TM315

**文献标识码:** A

**文章编号:** 94047-(2015)03-028-04

风能作为绿色能源越来越受到人们的重视, 这次设计对2000KW的风力发电机组进行了总体设计, 主要设计了机械零部件, 对其它的一些装置及控制系统进行了介绍。在零部件的设计方面采用了SolidWorks三维实体设计软件, 使设计者能够直观地看到零部件的结构及干涉与否。在机械部分对一些主要的零件做了详细的三维设计, 对主轴和轮毂与叶片相联的螺栓组的强度进行了校核, 而且强度符合要求。在机舱底座的设计上采用了焊接方式, 使其强度高和刚度高、重量轻、生产周期短。

## 1 风力发电机的原理

风力发电的原理, 是利用风力带动风车叶片旋转, 再透过增速机将旋转的速度提升, 来促使发电机发电。依据目前的风车技术, 大约是每秒三公尺的微风速度(微风的程度), 便可以开始发电。风力发电正在世界上形成一股热潮, 为风力发电没有燃料问题, 也不会产生辐射或空气污染。

叶片用来接受风力并通过机头转为电能; 尾翼使叶片始终对着来风的方向从而获得最大的风能。

## 2 风力发电机的分类

现代的风力发电机主要有两种设计: 水平

轴风力发电机和垂直轴风力发电机。我所设计的风力发电机组属于水平轴风力发电机。

风力发电机的结构设计内容主要包括轮毂、偏航系统、变桨系统、主轴、主轴承、齿轮箱、刹车系统、机舱等的结构设计。

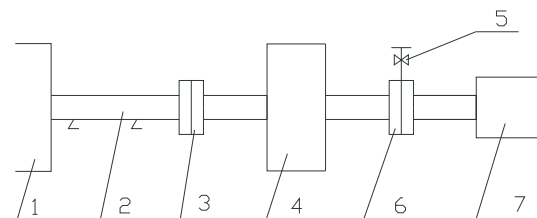


图2-1 一字型

1.轮毂 2.主轴 3.6.联轴器 4.齿轮箱 5.制动器 7.发电机

“一字型”, 这种布置形式, 是风力发电机组中采用最多的形式, 其主要特点是对中性好, 负载分布均匀; 其缺点是占轴线长, 可能使主轴太短。

## 3 零件设计

### 3.1 轮毂的设计

轮毂是联接叶片与主轴的重要部件, 它承受了风力作用在叶片上推力、扭矩、弯矩及陀螺力矩。通常轮毂的形状为三通形或三角形。三叶片风力发电机, 因此选择“刚性轮毂”。

### 3.2 主轴的设计

在风力发电机组中, 主轴承担了支撑轮毂处传递过来的各种负载的作用, 并将扭矩传递给增速齿轮箱, 将轴向推力、气动弯矩传递给机舱、塔架。轴的最小直径为570mm。

### 3.3 轴承座体的设计

轴承座体包括轴承座、轴承盖、密封装置、吊环等。

1)、轴承座: 轴承座上有安装吊环的螺纹孔, 利用吊环来将轴承座吊起安装; 在轴承座上还设有通油孔, 用来给里面的轴承加润滑剂。

2)、轴承盖: 轴承盖用来固定轴承的外圈, 轴承盖与轴承座的接合面要涂厌氧密封胶。

3)、密封装置: 这次设计选用曲路密封。曲路密封是由旋转的和固定的密封零件之间拼合而成的曲折的隙缝所形成的。隙缝中填入润滑脂, 可以增加密封效果。根据部件的结构, 曲路的布置可以是径向的或轴向的。根据这次的主轴情况, 我们采用的是径向布置。

### 3.4 变桨轴承

变桨轴承属于转盘轴承。转盘轴承, 又称回转支承, 是一种能够同时承受较大的轴向载荷、径向载荷和倾覆力矩的大型轴承。转盘轴承一般都带有安装孔、内齿轮或外齿轮、润滑油孔和密封装置, 因而能使主机机构设计紧凑、引导可靠、维护方便。

### 3.5 偏航系统的设计

偏航系统是水平轴式风力发电机组必不可少的组成系统之一。

1) 偏航轴承: 偏航轴承的轴承内外圈分别与机组的机舱和塔体用螺栓连接。

2) 驱动装置: 驱动装置一般由驱动电动机或驱动马达、减速器、传动齿轮、轮齿间隙调整机构等组成。

### 3.6 联轴器的设计

在风力发电机组中通常在低速轴端( 主轴与齿轮箱低速轴联接处) 选用刚性联轴器。一般多选用涨套式联轴器、柱销式联轴器等。在高速轴端( 发电机与齿轮箱高速轴联接处) 选用弹性联轴器( 或万向联轴器), 一般选用轮胎联轴器, 或十字节联轴器。

### 3.7 刹车系统的设计

一台风力发电机组有两套原理不同的刹车: 一套是叶尖刹车, 另一套是机械刹车。机械刹车被安装在发电机与齿轮箱之间的高速轴上, 它仅仅被用于当叶尖刹车失败需要紧急刹车时。当风力发电机在停机检修状态时, 启动刹车装置避免因风力发电机突然启动而产生的隐患。

### 3.8 塔筒的设计

筒状塔架是由许多钢板焊接而成的, 钢板的边缘是倾斜的, 这样保证了做成的塔筒是上窄下宽的锥形。竖立起来的塔架由好几部分组成, 塔架的每一部分都有20~30米高, 2000KW的风力发电机塔架有60多米, 不可能组装好再运输。法兰被焊接在塔架每部分的两端, 塔架各部分的连接是用法兰之间螺栓固定完成的。塔架上的焊接必须紧密牢固, 因此需用超声波来检测。

### 3.9 发电机的选择

同步发电机在火电和水电系统中占有绝对的主流地位, 它在电压调节和工作效率以及可靠性等方面具有发电机系统无法相比的稳定性和经济性。使用增速箱使发电机转子高速运转的方案也是基于同步发电机的这一主导地位而做出的选择。这种发电机具有同等功率下体积小、效率高和安装方便的特点

### 3.10 机舱底座

风力发电机组的机舱除了承担容纳所有机械部件外, 还承受所有外力( 包括静负载及动负载) 的作用。尤其是现代风力发电机组为了获得更多的风能, 往往将塔架高度提得很高, 有的已高达100m, 对机舱的强度及刚度的要求将更为苛刻, 特别是对机舱底座的结构设计要求较高焊接机舱底座具有强度和刚度、重量轻、生产周期短以及施工简便等优点, 因此在风力发电机组中大多采用焊接机舱底座。焊接机舱底座多采用Q345板材, 在高寒地区还应采用Q345D板材。为了保持尺寸稳定, 消除内应力, 焊接后必须进行热处理, 第一次热处理安排在焊接完成后, 第二次热处理安排在粗加工之后进行。

## 4 校核

### 4.1 主轴的校核

按扭转强度校核和按弯扭合成强度校核, 经过

校核证明强度符合。

#### 4.2 轮毂与叶片间螺栓组的校核

通过正常运行的载荷、当叶片处于水平位置时的校核、当叶片处于铅垂位置时校核的计算校核,证明该强度也符合。

### 5 其他装置

其它装置包括:齿轮箱、风轮系统、控制系统、地基等装置。

1) 齿轮箱:风力发电机的传动系统主要是轮毂、主轴和齿轮箱,主轴缓慢旋转将很大的力传送到齿轮箱里,通过传动装置将转速成比例提高,来带动发电机工作。

2) 风轮系统:风轮的作用是把风的动能转换成风轮的旋转机械能。风轮应尽可能设计得最佳,以提高其能量转换效率。

3) 控制系统:在风力发电机中,还有控制系统,与机械部分配合组成完整的风力发电机。风力发电机始终被若干台计算机控制着,这些计算机统称风力发电机控制系统。其中主要的计算机被称为控制器。

4) 地基:地基是用混凝土浇筑的。在地上挖个足够大的坑,铺上钢筋以固定混凝土的位置。没有绝缘外壳的铜线铺设在地基周围,当风力发电机

被雷电击中时,强大的电流通过铜线导入地下,这样就防止风力发电机被击毁。

### 6 装配与焊接

1) 装配:将零部件按照一定的装配关系和技术要求装配而成,来表示连接、装配关系。

2) 焊接:在风力发电机机舱座的设计上采用了焊接的方式。这样可以获得更大的刚度,密封性,使风力发电机更好的工作。

#### 参考文献

- [1]濮良贵,纪名刚.机械设计(第八版)[M].高等教育出版社,2006.05.
- [2]周开勤.机械零件手册(第五版)[M].高等教育出版社,2001.5.
- [3]GB324—1988,焊缝符号表示法[S].北京:国家技术监督局,1989.
- [4]JB/T10471—2004,滚动轴承转盘轴承[S].北京:中华人民共和国国家发展和改革委员会,2004.
- [5]机械设计手册编委会.机械设计手册(滚动轴承)[M].机械工业出版社,2007.5.
- [6]成大先.机械设计手册(联接与紧固)[M].化学工业出版社,2004.1.

[责任编辑、校对:王军利]

## Design of 2000KW Wind Turbine Generator System

CUI Hui-juan

(Xianyang Vocational & Technical College, 712046)

**Abstract:** Stand-alone wind turbine capacity to continue to increase. 20 years ago, stand-alone wind turbine is only 25 kilowatts of capacity, today the commercialization of the capacity of generating units is generally 750-2500KW. The future capacity of the sea will be more units, at present, Germany has been producing 5MW of generating units, 10MW or more units are being developed. Modern wind turbines have the following two major design: horizontal axis wind turbine and vertical axis wind turbine. The structural design of wind turbine includes wheel, yaw system, paddle change system, main, main bearings, gear box, brake system, such as the structural design of the cabin. The specification of the wind turbine 2000KW a design, the design of the components of three-dimensional entities using SolidWorks design software, allows designers to see the intuitive parts of the structure and interfere with it or not. Mechanical parts in some of the major parts of a detailed three-dimensional design

**Keywords:** MW-class; wind turbine generator system; integrated design; SolidWorks