



新能源系列 —— 风能专业规划教材

风力发电机组 装配与调试

FENGLI
FADIAN JIZU
ZHUANGPEI YU
TIAOSHI

卢为平 卢卫萍 主编



化学工业出版社



新能源系列 —— 风能专业规划教材

风力发电机组 装配与调试

FENGLI
FADIAN JIZU
ZHUANGPEI YU
TIAOSHI

卢为平 卢卫萍 主编



化学工业出版社

北京

本书系统介绍了风力发电机的构成, 风力发电机组的装配与调试步骤, 风力发电机组系统的运行、维护与检修, 以及蓄能装置的维修与保养, 重点介绍了风力发电机组的选型、机头部分的装配与调试、发电机的性能检测、控制系统的装配与调试、塔架的安装与调试。

本书立足于技术领域和职业岗位(群)的任职要求, 参照相关的国家或行业标准编写, 可以作为学校风能与动力相关专业的教材, 也可以为风力发电领域的工程技术人员和技术工人提供参考。

图书在版编目(CIP)数据

风力发电机组装配与调试/卢为平, 卢卫萍主编.
北京: 化学工业出版社, 2011.6
(新能源系列)
风能专业规划教材
ISBN 978-7-122-11462-4

I. 风… II. ①卢…②卢… III. ①风力发电机-机组-装配
(机械)-教材②风力发电机-机组-调试-教材 IV. TM315

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 104971 号

责任编辑: 刘 哲 张建茹
责任校对: 徐贞珍


装帧设计: 韩 飞

出版发行: 化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)
印 装: 化学工业出版社印刷厂
787mm×1092mm 1/16 印张 14 $\frac{1}{4}$ 字数 367 千字 2011 年 8 月北京第 1 版第 1 次印刷


购书咨询: 010-64518888(传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899
网 址: <http://www.cip.com.cn>
凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 30.00 元

版权所有 违者必究



前言



当今世界正面临着以化石燃料为基础的能源系统带来的一系列威胁：能源枯竭、环境恶化、气候变化、贫富不均，乃至为争夺能源而引发的国与国之间、地区之间的冲突、纠纷，甚至战争，因此，无论如何强调发展新能源和可再生能源的意义都不为过。特别是2011年3月日本发生大地震引发的一系列核危机，此次危机无疑为除核电外其他的新能源子行业提供了难得的发展契机和空间，尤其是风力发电。目前，很多风电企业也从中看到了更多的商机，因此风力发电行业的人才需求也将大大增加。在此背景下，我们编写了《风力发电机组的装配与调试》。本书主要是以职业能力培养为重点，与行业企业合作，进行基于工作过程的课程开发与与设计，充分体现职业性、实践性和开放性的要求，根据风电企业发展需要和完成职业岗位实际工作任务所需要的知识、能力以及素质要求，选取教学内容。

本书的编写立足于技术领域和职业岗位（群）的任职要求，参照相关的国家或者行业标准，分解出从事相关岗位的综合能力和相关专项能力，从必备的基础知识、职业素质和关键能力的综合需要出发，设置各个模块，并下分各个工作任务，再现了企业风力发电系统设备的装配与调试的全过程。

本书系统介绍了风力发电机的构成，风力发电机组的装配与调试步骤，风力发电机组系统的运行、维护与检修，以及蓄能装置的维修与保养，重点介绍了风力发电机组的选型、机头部分的装配与调试、发电机的性能检测、控制系统的装配与调试、塔架的安装与调试。

本书由卢为平、卢卫萍担任主编，负责内容编排设计、部分内容的撰写以及全书统稿。张鹏义、丁宏林、赵旭担任副主编，参加编写的还有张翠霞、秦燕等。同时，在本书的编写过程中，得到了风电企业多位工程



师的支持和帮助，他们提供了大量的宝贵资料，在此表示感谢。

本书可作为学校风能与动力相关专业的教材，同时还可以为风力发电领域的工程技术人员和技术工人提供参考。


本书在编写过程中得到了化学工业出版社以及编者单位领导的支持和帮助，并参考了很多相关资料。但由于编者水平有限，书中难免有疏漏之处，恳请广大读者批评指正。

编者
2011.4





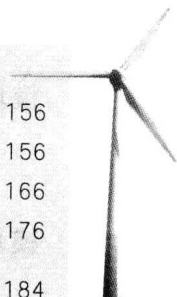
目 录



模块一 风力发电机组概述	1
任务一 认识风力发电机组的构成	1
任务二 风电机组的装调过程	6
模块二 风力发电机组装配的前期工作	17
任务一 常用工器具的使用	17
任务二 风力发电机组的选型	27
任务三 风力发电机组部件的运输	32
模块三 风力发电机组机头部分的装配与调试	40
任务一 风轮的安装与调试	40
任务二 定子的安装与调试	48
任务三 转子的安装与调试	53
任务四 回转体的安装与调试	59
任务五 机头组件的安装与调试	66
模块四 风力发电机组用发电机的检测	77
任务一 了解风力发电机组用发电机技术条件	77
任务二 学习风力发电机组用发电机试验方法	80
模块五 风力发电机组控制系统的装配与调试	86
任务一 了解控制系统的装配前期准备	87
任务二 控制系统的装配	102
任务三 控制系统的检查与调试	129
模块六 塔架的安装与调试	138
任务一 了解地基基础的设计原则及注意事项	138
任务二 塔架的制造、检测、安装与验收	144



模块七 风力发电机组部件及系统的运行、维护与检修	156
任务一 齿轮箱的维护与检修	156
任务二 液压系统的调试与检修	166
任务三 偏航系统的调试与检修	176
模块八 蓄能装置的维修与保养	184
任务一 了解蓄能装置的种类及选用原则	184
任务二 蓄能装置的维修	193
任务三 蓄能装置的保养	202
模块九 风机产品现行标准及质量检测	209
任务 产品质量检测项目及报告	209
附录	218
参考文献	219





模块一

风力发电机组概述

风力发电是利用风能来发电，而风力发电机（简称风电机组）是将风能转化为电能的装置。风轮是风电机组最主要的部件，由叶片和轮毂组成。叶片具有良好的空气动力外形，在气流作用下能产生空气动力使风轮旋转，将风能转换成机械能，再通过传动轴驱动发电机，将机械能转变成电能。

任务一 认识风力发电机组的构成

风力发电机就安装结构而言，可分为两种类型：一种是水平轴风力发电机，叶片安装在水平轴上；另一种是垂直轴风力发电机，风轮轴是垂直布置的，由叶片带动垂直轴转动，再去带动发电机进行发电。垂直轴风力发电机的增速器、联轴器、发电机、制动器等都是安装在地面上的，整个机组的安装、调试和维修均比水平轴风力发电机要方便一些。但由于一些难以解决的技术问题，垂直轴风力发电机的发展和应用受到了很大的限制。下面主要介绍水平轴风力发电机的结构以及工作过程。



能力目标

- ① 了解风力发电的基本原理。
- ② 了解风力发电机的分类。
- ③ 掌握小型水平轴风力发电机的各组成部分结构。
- ④ 掌握大型水平轴风力发电机组的各组成部分结构。



基础知识

1. 风力发电机的基本组成

小型水平轴风力发电机主要组成部分有风轮、发电机、塔架、调向机构、蓄能系统、逆变器。

(1) 风轮

风轮是风力机从风中吸收能量的部件，其作用是把空气流动的动能转变为风轮旋转的机械能。水平轴风力发电机的风轮是由1~3个叶片组成的。叶片的结构形式多样，材料因风力机型号和功率大小而定，如木心外蒙玻璃钢叶片、玻璃纤维增强塑料树脂叶片等。

(2) 发电机

在风力发电机中，已采用的发电机有3种，即直流发电机、同步交流发电机和异步交流发电机。小型风力发电机多采用同步或异步交流发电机，发出的交流电通过整流装置转换成直流电。

(3) 塔架

塔架用于支撑发电机和调向机构等。因风速随离地面的高度增加而增加，塔架越高，风轮单位面积捕捉的风能越多，但造价、安装费等也随之加大。

(4) 调向机构

垂直轴风力机可接受任何方向吹来的风，因此不需要调向机构。对于水平轴风力机，为了得到最高的风能利用效率，应使风轮的旋转面经常对准风向，需要对风装置。常用的调向机构主要有尾舵、舵轮、电动对风装置。

(5) 限速机构

当风速高于风力机的设计风速时，为了防止叶片损坏，需要对风轮转速进行控制。

(6) 储能装置

储能装置对独立运行的小型风力机是十分重要的。其储能方式有热能储能、化学能储存。

(7) 逆变器

逆变器用于将直流电转换为交流电，以满足交流电气设备用电的要求。

大型风力发电机组由两大部分组成：气动机械部分和电气部分。气动机械部分包括风轮、低速轴、增速齿轮箱、高速轴，其功能是驱动发电机转子，将风能转换为机械能。电气部分包括异步发电机、电力电子变频器、变压器和电网，其功能是将机械能转换为频率恒定的电能。近年来，又研制成功了直驱式变速恒频风力发电机组（无增速齿轮箱）。

2. 风力发电机各部分结构

下面以目前使用最为广泛的水平轴风力发电机为例，对其结构作详细介绍。它主要由叶轮、调速或限速装置、偏航系统、传动机构、发电机系统、塔架等组成，如图1-1所示。

(1) 叶轮

风力发电机区别于其他机械的最主要特征就是叶轮，如图1-2所示。叶轮一般由1~3个叶片和轮毂所组成，其功能是将风能转换为机械能。除小型风力发电机的叶片部分采用木质材料外，中、大型风力发电机的叶片都采用玻璃纤维或高强度复合材料制成。风力发电机

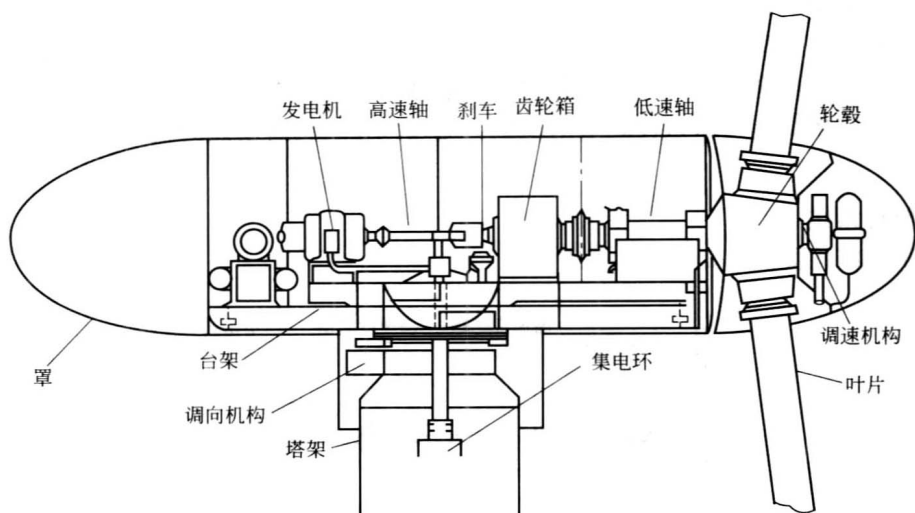
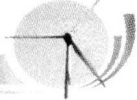


图 1-1 水平轴风力发电机结构示意图

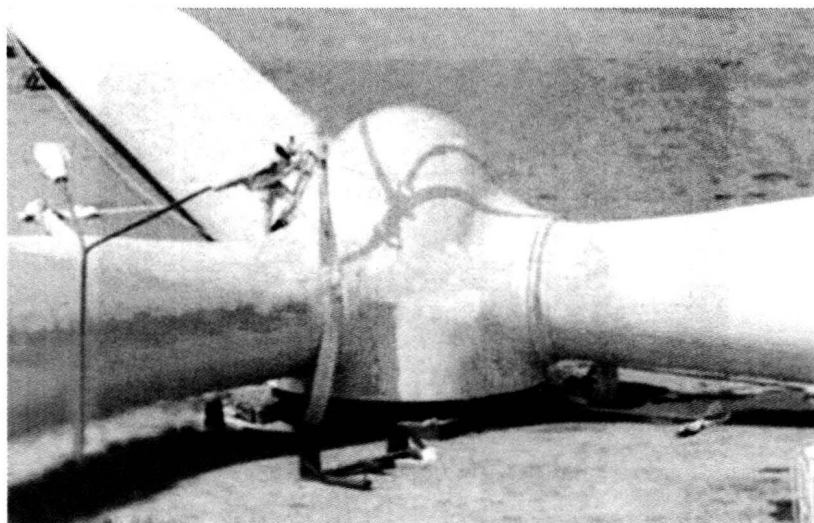


图 1-2 叶轮

叶片都要装在轮毂上。轮毂是叶轮的枢纽，也是叶片根部与主轴的连接件。所有从叶片传来的力，都通过轮毂传递到传动系统，再传到风力发电机驱动的对象。同时轮毂也是控制叶片桨距（使叶片作俯仰转动）的所在。轮毂的作用是连接叶片和低速轴，要求能承受大而复杂的载荷。中小型风力发电机常采用刚性连接，兆瓦级风力发电机常采用跷跷板连接方式。

(2) 调速或限速装置

在很多情况下，要求风力发电机不论风速如何变化，转速总保持恒定或不超过某一定值，为此采用了调速或限速装置。当风速过高时，这些装置还用来限制功率，并减小作用在叶片上的力。调速或限速装置有各种各样的类型，但从原理上来看大致有三类：一类是使叶轮偏离主风向，另一类是利用气动阻力，第三类是改变叶片的桨距角。

(3) 偏航系统

为了让叶轮能自然地对准风向，通常风力发电机都会采用调向装置，对大型风力发电机

组而言，一般采用的是电动机驱动的风向跟踪系统。整个偏航系统由电动机及减速机构、偏航调节系统和扭缆保护装置等部分组成。偏航调节系统包括风向标和偏航系统调节软件。风向标对应每一个风向都有一个相应的脉冲输出信号，通过偏航系统软件确定其偏航方向和偏航角度，然后将偏航信号放大传送给电动机，通过减速机构转动风力机平台，直到对准风向为止。

(4) 传动系统

传动系统结构如图 1-3 和图 1-4 所示。

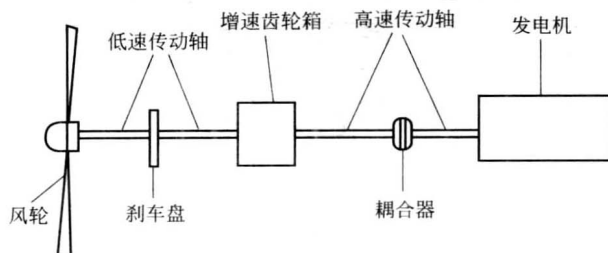


图 1-3 风力发电机传动系统示意图

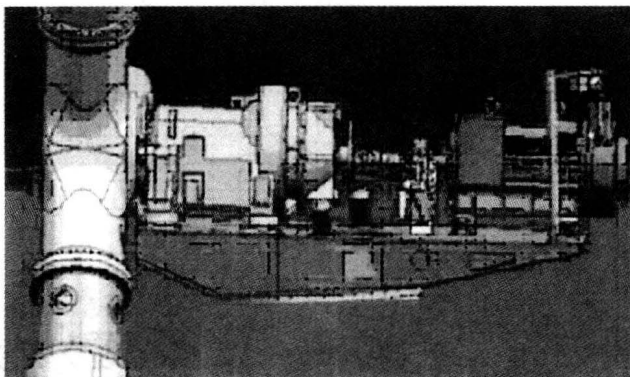


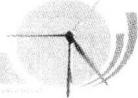
图 1-4 风力发电机传动系统

风力发电机的传动系统一般包括低速轴、高速轴、齿轮箱、联轴器和制动器等。但不是每一种风力发电机都必须具备所有这些环节。有些风力发电机的轮毂直接连接到齿轮箱上，不需要低速传动轴。也有一些风力发电机设计成无齿轮箱的，叶轮直接连接到发电机。

叶轮叶片产生的机械能由机舱里的传动系统传递给发电机，它包括一个齿轮箱、离合器和一个能使风力发电机在停止运行时的紧急情况下复位的刹车系统。齿轮箱用于增加叶轮转速，从 20~50r/min 到 1000~1500r/min，后者是驱动大多数发电机所需的转速。齿轮箱可以是一个简单的平行轴齿轮箱，其中输出轴是不同轴的，或者也可以是较昂贵的一种，允许输入、输出轴共线，使结构更紧凑。传动系统要按输出功率和最大动态扭矩荷载来设计。由于叶轮功率输出有波动，一些设计者试图通过增加机械适应性和缓冲驱动来控制动态载荷，这对大型的风力发电机来说是非常重要的，因其动态载荷很大，而且感应发电机的缓冲余地比小型风力机的小。

(5) 发电机系统

风力发电包含了由风能到机械能和由机械能到电能两个能量转换过程，发电机及其控制系



统承担了后一种能量转换任务。恒速恒频发电机系统一般来说比较简单，所采用的发电机主要有两种，即同步发电机和笼型感应发电机。变速恒频发电机系统是 20 世纪 70 年代中期以后逐渐发展起来的一种新型风力发电系统，其主要优点在于叶轮以变速运行，可以在很宽的风速范围内保持近乎恒定的最佳叶尖速比，从而提高了风力发电机的运行效率，从风中获取的能量可以比恒速风力机高得多。此外，这种风力发电机在结构上和实用中还有很多的优越性。

(6) 塔架

风力发电机的塔架除了要支撑风力机的重量，还要承受吹向风力发电机和塔架的风压，以及风力发电机运行中的动载荷。它的刚度和风力发电机的振动有密切关系。水平轴风力发电机的塔架主要可分为管柱型和桁架型两类。管柱型塔架(图 1-5)可从最简单的木杆，一直到大型钢管和混凝土管柱。小型风力机塔杆为了增加抗弯矩的能力，可以用拉线来加强。中、大型塔架为了运输方便，可以将钢管分成几段。一般管柱型塔架对风的阻力较小，特别是对于下风向风力发电机，产生紊流的影响要比桁架型塔架小。桁架型塔架常用于中小型风力机上，其优点是造价不高，运输也方便。但这种塔架会使下风向风力机的叶片产生很大的紊流。

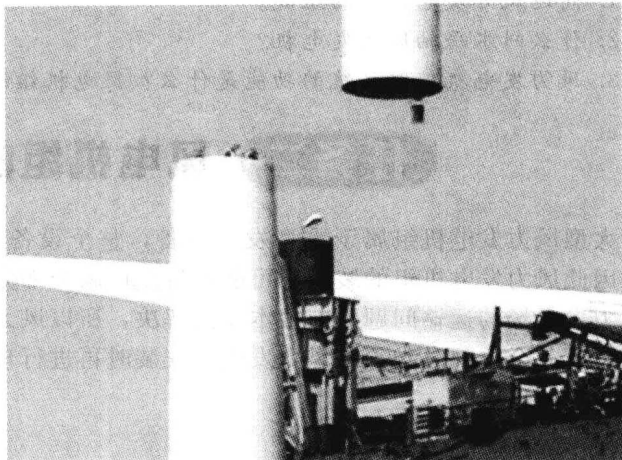


图 1-5 管柱型塔架



操作指导

1. 任务布置

对 1kW 的水平轴风力发电机(图 1-6)进行拆装，了解风力发电机各部分的结构及其功用。

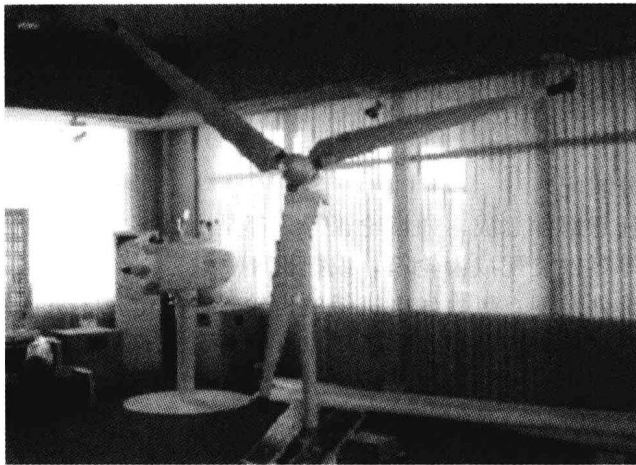


图 1-6 1kW 的水平轴风力发电机

2. 操作指导

前面已经详细介绍，这里不再赘述。

思考题

1. 简述风力发电机组的组成。
2. 什么叫水平轴风力发电机？
3. 风力发电机偏航系统的功能是什么？风电机组的偏航系统一般由哪几部分组成？

任务二 风电机组的装调过程

大型风力发电机组属于重型发电设备，整个设备高达几十米甚至百米以上，重量数百吨，因此风力发电机组的装配不可能在生产厂家全部完成。因为一台装配好的风力发电机组到风力发电场的运输问题目前根本无法解决，所以风力发电机组的装配是在生产厂进行部分装配，而其余的部分必须在风力发电场安装时再进行现场装配。

能力目标

- ① 了解装配的基本概念和一般装配工艺过程。
- ② 掌握常用的装配方法。
- ③ 掌握典型工艺的装配过程。
- ④ 掌握风力发电机组的调试项目。
- ⑤ 掌握风力发电机组的验收检验内容及试验方法。

基础知识

1. 装配的概念

(1) 装配

风力发电机组和任何其他机器一样，都是由若干零件和部件总成组成的。部件总成和各种零件按照规定的技术要求，依一定的顺序和相互关联关系，组合成一台风力发电机组的工艺过程，称为装配。

(2) 部件装配（分装配）

风力发电机组的任意部件总成，如齿轮箱等，都是由许多零件和小部件组成的，把由齿轮、轴、轴承、箱体等零件装配成齿轮箱，或把机座、端盖、转子、定子等装配成发电机的这类装配过程，称为部件装配。风力发电机组的齿轮箱、发电机、液压站、润滑站、控制器等部件一般由专业生产厂商生产装配，主机厂以外构件方式订货采购。

(3) 总装配

以风力发电的机舱底座为基础件，把包括风轮轴及轴座、齿轮箱、发电机等部件总成和零件，按一定的技术要求和工艺顺序，组合成一台完整的风力发电机组的工艺过程，称为总装配。这个过程是风力发电机组主机厂的最主要的生产过程。实际上，由于风力发电机组结

构的特殊性，主机厂的风力发电机组总装配过程不可能将尺寸巨大的风轮和塔架等在生产车间全部装配在一起，而必须在风力发电现场才能完成最终装配，这是不同于一般机电产品（如汽车、内燃机、机床等）的特点。

2. 装配过程

装配过程包括以下几个阶段。

(1) 装配前的准备阶段

- ① 熟悉风力发电机组总装配图、装配工艺和质量要求等技术文件。
- ② 准备好装配台架（台车），其他工艺装备、工具量具等。
- ③ 按明细表清理零部件，品种数量要齐全，确认拟投入装配的零部件均是经检验合格的，对有锈蚀或不清洁的零件表面进行清洗处理。
- ④ 确认装配现场所需电、水、油品等能满足需要，现场空间、场地、起重运输设备、照明、安全设施等符合要求。

(2) 装配工作阶段

按照主机厂的具体情况组织装配工艺作业，一般部件装配均应先期完成，现场只进行总装配。

(3) 装配后期阶段

- ① 调整 是调节零部件间的相对位置、结合松紧程度、配合间隙等，使之协调地操作。如齿轮箱输出轴与发电机轴同心度的调整，刹车摩擦片与刹车盘间隙的调整等。
- ② 检验 对装配工艺主要控制点的装配精度，按技术要求和质量监测标准进行检测。
- ③ 喷漆、防锈和包装 按要求的标准对零部件进行喷漆，用防锈油对指定部位加以防护，最后进行包装出厂。

3. 装配方法

为满足对整机装配的要求，通常采用如下几种方法。

(1) 完全互换法

在装配时，同一个零部件总成任选其中之一，不经任何修配调整即可装入，且都能达到规定的装配要求，这种方法称为完全互换法。它的优点是达到同种零件完全互换，装配简便，生产效率高，能保证规定的生产节奏，便于组织流水生产。

(2) 选配法

这种方法是通过放宽了零部件的制造公差要求，在装配前按照尺寸、重量等参数分组，将同一组内的零件装入机器时，可满足规定的要求。如风轮叶片，每台机组的三片叶片都按规定的质量要求经分组后打上编号，编号错乱的一组叶片不能装在同一个风轮上。

(3) 调整法

这种方法是通过调整零部件的相对关系来满足规定的要求。前述的齿侧隙调整、轴的同心度调整均属于此法。此方法的特点是在装配时，仅需要通过必要的调整即可满足要求。虽调整后紧固牢靠，但还需定期复查。

4. 装配组织形式

(1) 按生产规模划分

- ① 大量生产 产品的生产规模很大，生产线具有严格规定的节拍，装配对象有顺序地

由一个装配工位转移给下一个装配工位，这种转移可以是装配对象移动，例如在输送带上的移动式装配，也可以是装配对象不动，而装配工移动。这种装配生产线一般称之为流水装配线。为保证流水线上装配工作的连续性，每一个工作位置上完成装配工作所需的时间都是相等或互成倍数的。流水线上广泛采用互换性原则，因此装配质量好，效率高，生产周期短，占用生产面积小。

② 单件生产 产品数量很小，一般只有几台甚至一两台，装配对象固定在一个位置，由一组装配工从开始到结束完成全部装配工作。这种方法生产率低，工艺设备利用率低，占地面积大，要求装配工人的技术素质高。

③ 成批生产 产品产量介于上述两者之间，是批量生产的，可采用类似大量生产的生产组织形式进行流水生产。但由于产品产量不够大，不能用输送带上移动式装配方法，但可采用装配工专业分工。这种方式在生产定型风力发电机组生产时采用较多。

(2) 按组织作业方式分

① 小组承包式 一组工人从开始到结束完成一台风力发电机组全部的装配。这种装配方式适用于单件小批量生产。

② 专业分工式 按照装配工艺要求，装配生产线上每一个装配工人只负责一项装配工序工作，完成第一台风力发电机组产品的某工序后，即转入对下一台产品进行该道工序的操作，而另一个工人则对第一台产品进行下一道工序的操作。由于分工明确，便于专业化，故装配工的技能专而精，产品质量好，效率高，但需装配工人较多。此方式适合成批大量生产。

5. 风力发电机组一般装配工艺过程

① 机舱底座的清理 主要包括防锈面的清洗、安装配合面的去毛刺、精加工面划伤的修复、螺孔的清理等。

② 附件安装 包括盖板、电缆桥架、接油盒、提升机支架、各种传感器支架、防雷碳刷支架等的安装。

③ 弹性支承座的安装 一般包括齿轮箱弹性支承座、发电机弹性支承座、液压站弹性支承座和机舱罩弹性支承座。

④ 偏航轴承（支撑）的安装

⑤ 偏航减速器的安装

⑥ 偏航刹车的安装

⑦ 发电机的安装

⑧ 主轴轴承的安装

⑨ 主轴的安装 主要用胀紧套将主轴与齿轮箱连接起来。

⑩ 齿轮箱的安装 主要是齿轮箱与机舱底座的连接。

⑪ 发电机齿轮箱同心度的调整

⑫ 联轴器的安装

⑬ 主轴刹车的安装

⑭ 液压泵站的安装

⑮ 润滑泵站的安装

⑯ 刹车及润滑管路连接

⑰ 电气接线

6. 风力发电机组的调试

风力发电机组在工厂装配时都已经进行过台架调试试验，一般机舱内设备不会有什么问

题。现场调试主要是解决叶片、轮毂、机舱、塔架、控制柜配套安装后可能出现的问题，应在调试结束后，使机组的各项技术指标全部达到设计要求。

(1) 现场调试程序

① 调试前的检查 风力发电机组安装工程完成后，调试工作由经过培训的人员或在专业人员的指导下进行。设备通电前的检查应满足下列要求：

- a. 现场清扫整理完毕；
- b. 机组安装检查结束并经确认；
- c. 机组电气系统的接地装置连接可靠，接地电阻经测量应符合被测机组的设计要求，并做好记录；
- d. 测定发电机定子绕组、转子绕组等的对地绝缘电阻，应符合被测机组的设计要求，做好记录；

e. 发电机等引出线相序正确，固定牢固，连接紧密，测量电压值和电压平衡性；

f. 使用力矩扳手将所有螺栓拧紧到标准力矩值；

g. 照明、通信、安全防护装置齐全。

② 完成安装检查后，根据设备制造商规定的初次接通电源程序要求，接通电源。

③ 气动机组安装前应进行控制功能和安全保护功能的检查和试验，确认各项控制功能和保护动作准确、可靠。

a. 所有风力发电机组试验应有两名以上工作人员参加。

b. 风力发电机组调试期间，应在机组控制柜、远程控制系统操作盘处挂禁止操作的警示牌。

c. 按照设备技术要求进行超速试验、飞车试验、振动试验、正常停机试验及安全停机、事故停机试验。

d. 在进行超速的飞车试验时，风速不能超过规定数值。试验以后应将风力发电机的参数值设定调整到额定值。

④ 检查风力发电机组控制系统的参数设定，控制系统应能完成对风力发电机组的正常运行控制。

⑤ 首次启动宜在较低风速下进行，一般不宜超过额定风速。

(2) 风电机组的调试项目

按风力发电机组安装及调试手册规定，调试一般应包括以下项目：

① 检查主回路相序、断路器设定值和接地情况；

② 检查控制柜功能，检查各传感器、扭缆解缆、液压、制动器功能及各电动机启动运行状况；

③ 调整液压系统压力至规定值；

④ 启动风力发电机组；

⑤ 定变距机型叶尖排气，变桨距机型检查变桨距功能；

⑥ 检查润滑系统、加热及冷却系统工作情况；

⑦ 调整盘式制动器制动间隙；

⑧ 设定控制参数；

⑨ 安全链测试。

当某一调试项目一直不合格时，应停机，进行分析判断并采取相应措施（如更换不合格元器件等），直至调试合格。



操作指导

1. 任务布置

风力发电机的一般装配流程。

2. 操作指导

(1) 主轴总成

① 按照所安装的轴承准备好所需的量具和工具。

② 在轴承安装前, 应按照图纸的要求检查与轴承相配合的零件, 如轴、轴承座、紧定套、密封圈等的加工质量, 包括尺寸精度、开头精度和表面粗糙度。不符合要求的零件不允许装配。与轴承相配合的表面不应有凹陷、毛刺、锈蚀和固体微粒。

③ 用汽油或煤油清洗与轴承配合的零件。安装轴承前应用干净的布(不能用棉丝)将轴、轴承座和紧定套等零件的配合表面仔细擦净, 然后涂上一层薄油, 以利安装。所有润滑油路都应清洗, 检查清除污垢。

④ 打开轴承包装后, 应首先检查轴承型号与图纸要求是否一致。

⑤ 轴承在安装前必须仔细清洗。经过清洗的轴承不能直接放在工作台上, 应垫以干净的布或纸。

(2) 增速箱——主轴组件

① 准备进行组装前, 为了保证装配的安全, 应准备增速箱和主轴的支撑架。

② 将增速箱水平安放在支架上。

③ 将胀紧套上所有的螺栓松开, 慢慢地套入增速箱低速轴端。

④ 使用吊带将主轴组件水平吊起, 调整位置, 使其正对增速箱低速轴孔, 并穿入孔中, 直到穿不动为止。

⑤ 上紧胀紧套。用液压扳手分三次顺序上紧压缩环螺栓到规定力矩, 此时胀紧套内外环端面应平齐。

⑥ 将4个增速箱支座装到增速箱的支臂上(装配时应注意方向, 清洁装配面后在配合面上涂抹润滑油)。注意不要划伤配合面。

⑦ 装配完成后, 用4根吊带将主轴支撑、主轴、增速箱吊起, 调整好位置, 并向上倾斜 4° 放到机架上。

⑧ 在轴承座齿轮箱支撑上穿入螺栓连同平垫圈, 将螺栓拧紧到规定力矩。

(3) 发电机安装找正

发电机的找正可以用激光对中仪, 操作简单, 效率较高, 但价格较贵, 适于批量生产。单件小批量可以用千分表采用以下方法找正。

安装中, 一般都是先将齿轮箱固定, 再移动、调整发电机, 通过测量两轴套同时旋转中径向和轴向相对位置的变化情况进行判定。

安装好齿轮箱和发电机轴套后, 可以做一个简单的工装, 用千分表进行测量找正, 如图1-7所示。测量找正时, 用螺栓将测量工具架固定在发电机轴套上。在未连接成一体的两半联轴器外圈, 沿轴向划一直线, 做上记号, 并用径向千分表和端面千分表分别对好位置。径向千分表对准齿轮箱轴套外圆记号处, 端面千分表对准齿轮箱轴套侧面记号处。将两轴套记号处于垂直或水平位置作为零位, 再依次同时转动两根转轴, 回转 0° 、 90° 、 180° 、 270° ,