



全国高职高专新能源类“十三五”精品规划教材

# 风力发电机组安装与调试

主 编 方占萍

副主编 张 康 冯黎成



中国水利水电出版社  
www.waterpub.com.cn

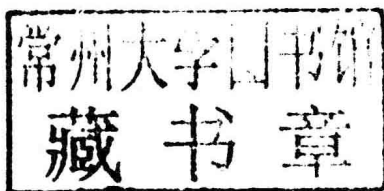


全国高职高专新能源类“十三五”精品规划教材

# 风力发电机组安装与调试

主 编 方占萍

副主编 张 康 冯黎成



中国水利水电出版社  
www.waterpub.com.cn

## 内 容 提 要

本书按照“基于工作过程情境化教学”模式编写，按照风力发电机组实际安装的完整工作过程编排，内容包括装配基础知识、风力发电机组机舱的安装与调试、风力发电机组叶轮的安装与调试、风力发电机组的吊装等四个学习情境。

本书图文并茂，内容丰富，可作为高职高专教育三年制风电类专业教材，也适合相关专业成人高校、中等职业学校教学使用，也可供风力发电安装企业的工程技术人员及管理人员参考。

### 图书在版编目（C I P）数据

风力发电机组安装与调试 / 方占萍主编. -- 北京 :  
中国水利水电出版社, 2015. 10  
全国高职高专新能源类“十三五”精品规划教材  
ISBN 978-7-5170-3695-1

I. ①风… II. ①方… III. ①风力发电机—发电机组—安装—高等教育—教材②风力发电机—发电机组—调试方法—高等教育—教材 IV. ①TM315

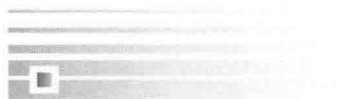
中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第239176号

书 名	全国高职高专新能源类“十三五”精品规划教材 <b>风力发电机组安装与调试</b>
作 者	主编 方占萍 副主编 张康 冯黎成
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: <a href="http://www.waterpub.com.cn">www.waterpub.com.cn</a> E-mail: <a href="mailto:sales@waterpub.com.cn">sales@waterpub.com.cn</a> 电话: (010) 68367658 (发行部)
经 售	北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京嘉恒彩色印刷有限责任公司
规 格	184mm×260mm 16开本 10.5印张 248千字
版 次	2015年10月第1版 2015年10月第1次印刷
印 数	0001—2000册
定 价	<b>32.00元</b>

凡购买我社图书，如有缺页、倒页、脱页的，本社发行部负责调换

版权所有·侵权必究

# 前 言



风能是清洁的可再生能源，风力发电是新能源领域中技术最成熟、最具规模化开发条件和商业化发展前景的发电方式之一。发展风电在调整能源结构、减轻环境污染等方面有着非常重要的意义。近年来，世界风电装机容量以年均30%以上的速度快速增长，风电技术日渐成熟，单机容量不断增大，发电成本大幅降低，展现了良好的发展前景。

为了促进风力发电事业更好更快地发展，培养风力发电机组安装工程技术人员，提高风力发电机组安装质量，规范安装工艺，推进技术创新，本书编委会根据国内有关风力发电机组安装工艺要求、有关设计及设备资料，结合风力发电企业的管理等通用经验，并参考了出版的有关文献、报告，编写了此书。

本书的突出特点是：以典型的工作任务为载体，按照资讯、计划决策、实施、检查评估四步法进行，培养学生的方法能力、专业能力、社会能力；在本书的编写过程中，大量采用任务导向的教学方法，突出了与工程实际和应用相结合，强化了与后续课程的联系与衔接。希望通过使用本书进行教学，既能明显提高学生解决安装过程实际问题的能力，实现学生毕业与就业的“零距离”，又能为学生可持续发展和创新能力的提高打下坚实的基础。

本书由方占萍老师统筹策划，编写分工如下：学习情境一和学习情境四由方占萍老师编写，学习情境二由冯黎成老师编写，学习情境三由张康老师编写。

本书在编写过程中得到了国内知名风电企业——金风科技股份有限公司、东方汽轮机有限公司等企业工程技术人员的大力支持和帮助，他们对本书的编写提出了很多宝贵意见，在此一并表示感谢！

由于编者水平有限，时间仓促，书中内容难免有不足和疏误，敬请读者批评指正。

作者

2015年8月

# 目 录



前言	
学习情境一 装配基础知识	1
任务一 装配工艺概述	1
任务二 工器具的使用	7
习题与思考题	43
学习情境二 风力发电机组机舱的安装与调试	44
任务一 机舱部件介绍	44
任务二 风力发电机组机舱安装与调试工艺	54
习题与思考题	82
学习情境三 风力发电机组叶轮的安装与调试	83
任务一 叶轮部件介绍	83
任务二 风力发电机组叶轮安装与调试工艺	86
习题与思考题	111
学习情境四 风力发电机组的吊装	112
任务一 塔筒的吊装	112
任务二 机舱的吊装	118
任务三 叶轮的吊装	125
任务四 电气安装	131
习题与思考题	156
附录 安全细则	159
参考文献	163

# 学习情境一 装配基础知识

## 任务一 装配工艺概述

### 【能力目标】

掌握连接的装配工艺。

### 【知识目标】

1. 了解装配基础知识。
2. 熟悉各种装配方法的技术要求。

#### 一、装配基础知识

任何一台机器设备都是由许多零件所组成，按规定的技术要求，将若干个零件（包括自制的、外购的、外协的）按照装配图样结合成部件或将若干个零部件按照总装图结合成最终产品的过程，称为装配；前者简称为部装，后者简称为总装。例如，一辆自行车有几十个零件组成，前轮和后轮就是部件。装配是机器制造中的最后一道工序，因此它是保证机器达到各项技术要求的关键。

##### 1. 装配工作

装配工作是产品制造工艺过程中的后期工作，它包括各种装配准备工作，即部装、总装、调整、检验和试机等工作。装配质量的好坏，对整个产品的质量起着决定性的作用。通过装配才能形成最终产品，并保证它具有规定的精度及所设计的使用功能及验收质量标准。装配工作是一项非常重要而细致的工作，必须认真按照产品装配图的要求，制定出合理的装配工艺规程，采用新的装配工艺，以提高装配精度，达到优质、低耗、高效。

##### 2. 产品的装配工艺过程

产品的装配工艺过程由以下四个部分组成。

###### (1) 装配前的准备工作。

1) 研究和熟悉产品装配图、工艺文件以及技术要求；了解产品的结构、功能、各主要零部件的作用以及相互的连接关系，并对装配零部件配套的品种及其数量加以检查。

2) 确定装配的方法、顺序，并准备所需要的工具。

3) 对装配零件进行清洗和清理，去掉零件上的毛刺、锈蚀、切屑、油污以及其他脏物，以获得所需的清洁度。

4) 对有些零部件需要进行铰配或配刮等修配工作，有的还要进行平衡试验、渗漏试验

和气密性试验等。

(2) 装配。比较复杂的产品，其装配工艺常分为部装和总装两个过程。

1) 部装。一般来说，凡是两个以上的零件组合在一起，或将零件与几个组件结合在一起，成为一个装配单元的装配工作，都可以称为部装。部装是把产品划分成若干个装配单元式保证缩短装配周期的基本措施。划分为若干个装配单元后，可以在装配工艺上组织平行装配作业，扩大装配工作面，而且能使装配按流水线组织生产，或便于大协作生产。同时，各装配单元能预先调整试验，各部分以比较完善的状态送去总装，有利于保证产品质量。

2) 总装。产品的总装通常是在工厂的总装场地内进行，但在某些场合下，产品在制造厂内只进行部装工作，而在产品安装的现场进行总装工作。

(3) 调整、精度检测和试机。

1) 调整。调整工作是调节零件或机构的相互位置、配合间隙、结合松紧等。其目的是使机构或机器工作协调，如轴承间隙、镶条位置、蜗轮轴向位置及锥齿轮副啮合位置的调整等。

2) 精度检测。精度检测包括工作精度检验、几何精度检验等。

3) 试机。试机包括机构及其运转的灵活性、性能参数等指标，工作温升，密封性、振动、噪声、转速、功率和效率等方面的检查及最后测试。

(4) 喷漆、涂油、装箱。喷漆是为了防止不加工面的锈蚀和使机器外表美观；涂油是使工作表面及零件已加工表面不生锈；装箱是为了便于运输。它们也都需结合装配工序进行。

### 3. 装配工艺规程

装配工艺规程是规定装配全部部件和整个产品的工艺过程，以及所使用的设备和工夹具等的技术文件。工艺规程是生产实践和科学实验的总结，符合“优质、低耗、高效”的原则，是提高产品质量和劳动生产率的必要措施，也是组织生产的重要依据。

## 二、固定连接的装配

### (一) 螺纹连接的装配工艺

螺纹连接是一种可拆卸的紧固连接，它具有结构简单、连接可靠、装拆方便等优点，故在固定连接中应用广泛。

#### 1. 装配技术要求

(1) 保证有一定的拧紧力矩。绝大多数的螺纹连接在装配时都要预紧，以保证螺纹副具有一定的摩擦阻力矩，目的在于增强连接的刚性、紧密性和放松能力等。所以在螺纹连接装配时，应保证有一定的拧紧力矩，使螺纹副产生足够的预紧力。预紧力的大小与螺纹连接件材料预紧应力的应力大小及螺纹直径有关，一般规定预紧力不得大于其材料屈服极限的80%。对于规定预紧力的螺纹连接，常用控制转矩法、控制螺纹弹性伸长法和控制螺母转角法来保证预紧力的准确性。对于预紧力无严格要求的螺纹连接，可使用普通扳手、气动扳手或电动扳手拧紧，凭操作者的经验来判断预紧力是否适当。

(2) 有可靠的防松装置。螺纹连接一般都有自锁性，在受静载荷和工作温度变化不大



时,不会自行松脱。但在冲击、振动或变载荷作用下,以及工作温度变化很大时,为了确保连接可靠,防止松动,必须采取可靠的防松措施。常用的螺纹防松方法有双螺母防松、弹簧垫圈防松、止动垫圈防松、串联钢丝防松和开口销与带槽螺母防松等。

## 2. 装配要点(螺栓、螺母和螺钉)

(1) 螺栓、螺钉或螺母与贴合的表面要光洁、平整,贴合处的表面应经过加工,否则容易使连接件松动或使螺钉弯曲。

(2) 螺栓、螺钉或螺母和接触的表面之间应保持清洁,螺孔内的脏物应当清理干净。

(3) 拧紧成组多点螺纹连接时,必须按一定的顺序进行,并做到分次逐步拧紧(一般分三次拧紧),否则会使零件或螺杆产生松紧不一致甚至变形。在拧紧长方形布置的成组螺母时,应从中间开始,逐渐向两边对称地扩展;在拧紧方形或圆形布置的成组螺母时,必须对称进行。

(4) 装配在同一位置的螺栓或螺钉,应保证长短一致,受压均匀。

(5) 主要部位的螺钉必须按一定的拧紧力矩来拧紧(可用扭力扳手紧固)。

(6) 连接件要有一定的夹紧力,紧密牢固,在工作中有振动或冲击时,为了防止螺钉和螺母松动,必须采用可靠的防松装置。

(7) 凡采用螺栓连接的场合,螺栓外径与光孔直径之间都有相当的空隙,装配时应先把被连接的上下零件相互位置调整好,方可拧紧螺栓或螺母。

## (二) 键连接的装配工艺

键是用来连接轴和旋转套件(如齿轮、带轮、联轴器等)的一种机械零件,主要用于周向固定以传递转矩。它具有结构简单、工作可靠、装拆方便等优点,因此得到广泛应用。

键连接包括松键连接、紧键连接和花键连接等。其中松键连接所采用的键有普通平键、导向平键、半圆键三种。其特点是靠键的侧面来传递转矩,只能对轴上零件做周向固定,不能承受轴向力。如需轴向固定,则需附加紧固螺钉或定位环等定位零件。松键连接的对中性好,在高速及精密的连接中应用较多。

### 1. 松键连接的装配技术要求

(1) 保证键与键槽的配合要求。由于键是标准件,键与键槽的配合是靠改变轴槽和轮毂槽的极限尺寸得到的。

(2) 键与键槽应具有较小的表面粗糙度。

(3) 键安装于轴槽中应与槽底贴紧,键长方向与轴槽应有 0.1mm 的间隙。键的顶面与套件的轮毂槽之间有 0.3~0.5mm 的间隙。

### 2. 松键连接的装配要点

(1) 清理键及键槽上的毛刺。

(2) 对重要的键连接,装配前应检查键的直线度误差以及轴槽对轴线的对称度和平行度误差等。

(3) 对普通平键和导向平键,可用键的头部与轴槽铪配,其松紧程度应能达到配合要求。铪配键长应与轴槽保持 0.1mm 的间隙。

(4) 在配合面上加机油时,注意将键压入轴槽中,使键与槽底贴紧,但禁止用铁锤敲打。



(5) 试配并安装旋转套件的轮毂槽时, 键的上表面应留有间隙, 套件在轴上不许有周向摆动, 否则在机器工作时会引起冲击或振动。

### (三) 销连接的装配工艺

销连接从用途上可分为定位销、连接销和安全销。定位销主要用来固定两个或两个以上零件之间的相对位置; 连接销用于连接零件; 安全销作为安全装置中的过载剪断元件。从形状上可分为普通圆柱销、圆锥销及异形销。销的结构简单, 装拆方便, 在各种固定连接中应用很广, 但只能传递不大的载荷。

#### 1. 圆柱销的装配工艺

圆柱销依靠少量过盈固定在孔中, 用以固定零件、传递动力或作为定位元件。用圆柱销定位时, 为了保证连接质量, 通常情况下被连接件的两孔应同时钻铰, 并使孔壁表面粗糙度达到  $R_a 1.6$ 。装配时, 在销子上涂上机油, 用铜棒垫在销子端面上, 把销子打入孔中, 也可用弓形夹头将销子压入销孔。圆柱销不宜多次装拆, 否则将降低配合精度。

#### 2. 圆锥销的装配工艺

圆锥销具有 1:50 的锥度, 定位准确、装拆方便, 在横向力作用下可保证自锁, 一般多用作定位, 常用于需要多次装拆的场合。圆锥销以小头直径和长度代表其规格, 钻孔时按小头直径选用钻头。装配时, 被连接的两孔也应同时钻铰, 但必须控制孔径, 一般用试装法测定, 以销钉能自由插入孔中的长度约占销子长度的 80% 为宜。用锤敲入后, 销钉头应与被连接件表面齐平或露出不超过倒角值。拆卸圆锥销时, 可从小头向外敲击。对于带有外螺纹的圆锥销可用螺母旋出, 带内螺纹的圆锥销可用拔销器拔出。

### (四) 过盈连接及其装配工艺

过盈连接是依靠包容件(孔)和被包容件(轴)配合后的过盈量, 来达到紧固连接的目的。装配后, 轴的直径被压缩, 孔的直径被扩大, 由于材料发生弹性变形, 在包容件和被包容件配合表面产生压力。依靠此压力产生摩擦力来传递转矩和轴向力。过盈连接结构简单、同轴度高、承载能力强, 并能承受变载和冲击力, 还可避免配合零件由于切削键槽而削弱被连接零件的强度。但对配合表面的加工精度要求较高, 装配和拆卸困难。

#### 1. 装配技术要求

(1) 有适当的过盈量。配合后的过盈量按被连接件要求的紧固程度确定。一般应选择配合的最小过盈量等于或稍大于连接所需的最小过盈量。

(2) 有较高的配合表面精度。配合表面应有较高的形状、位置精度和较细的表面粗糙度。装配时, 应注意保持轴孔的同轴度以保证有较高的对中性。

(3) 有适当的倒角。为了便于装配, 孔端和轴的进入端应有  $5^\circ \sim 10^\circ$  倒角, 长度视零件直径大小而定。

#### 2. 装配工艺

(1) 压装法。当配合尺寸较小和过盈量不大时, 可选用在常温下将配合的两零件压到配合位置的压装法。对于 H/m、H/h、H/j、H/js 等过渡配合或配合长度较短的连接件, 可用锤子加垫块敲击压入的方法, 方法简单但导向性不好。用压力机进行压合时, 其导向性比敲击压入好, 适用于压装过渡配合和较小过盈量的配合。

(2) 热装法。利用金属材料热胀冷缩的物理特性进行装配。将具有过盈配合的两零件

加热,使之胀大,然后将被包容件装入到配合位置,待冷缩后,配合件就形成能传递轴向力、转矩或轴向力与转矩同时存在的结合体。热装的加热方法应根据套件尺寸的大小而定,可采用燃气炉或电炉加热、浸入油中加热或感应加热器加热等方法。

(3) 冷装法。将被包容件用冷却剂冷却使之缩小,再把被包容件装入到配合位置。对小过盈量的小型配合件或薄壁衬套等可用干冰冷缩,对过盈量较大的配合件可采用液氮冷缩。与热装法相比,冷装法收缩变形量较小,因而多用于过渡配合,有时也用于过盈配合。

### 3. 装配要点

(1) 注意清洁度。在装配前,要十分注意配合件的清洁度,若用加热或冷却法装配时,配合件经加热或冷却后,配合面还要擦拭干净。

(2) 注意润滑。若采用压装时,在压合前,配合表面必须用油润滑,以免压入时擦伤配合表面。压入过程应连续,速度不宜太快,并需准确控制压入行程。压装时还要用 $90^\circ$ 角尺检查轴孔的中心线的位置是否正确,以保证同轴度的要求。

(3) 注意过盈量和形状误差。对于细长的薄壁件,要特别注意检查其过盈量和形状误差,装配时最好垂直压入,以防变形,压入速度也不宜过快。

过盈连接配合件的装配方法见表 1-1-1。

表 1-1-1 过盈连接配合件的装配方法

过盈类型	配合公差	主要用途	装配方法
轻型过盈	H7/p6、H6/p5、H8/r7、H6/r5	精确定位,较少拆卸或不拆卸的配合,若需传递转矩时,要加紧固件	用钢锤击打或压力机
中型过盈	H8/s7、H7/s6、H6/s5、H7/t7、H7/t6、H6/t5	钢铁件的永久或半永久结合,传递较大负荷或动负荷时需加紧固件	压力机、热装、冷装
重型过盈	H8/u7、H7/u6、H7/v6	传递大的转矩或承受大的冲击负荷,不需加紧固件	热装、冷装
特重型过盈	H7/x6、H7/y6、H7/z6	承受很大的转矩和动负荷,目前较少使用	热装、冷装

## 三、轴承装配

### (一) 滑动轴承的装配工艺

滑动轴承是仅产生滑动摩擦的轴承,有动压滑动轴承和静压滑动轴承之分。动压滑动轴承又可分为半液体润滑滑动轴承和液体润滑滑动轴承。

目前广泛采用的是半液体润滑滑动轴承,这种轴承的轴颈与轴承的工作表面没有被润滑油完全隔开,只是由于工作表面对润滑油的吸附作用而形成一层极薄的油膜,它使轴颈与轴瓦表面有一部分直接接触,另一部分则被油膜隔开而不能直接接触。在一般情况下能保证正常工作,且结构简单,加工方便,故常用于低速、轻载、间隙工作的场合。常用的有整体式滑动轴承(又称轴套)和剖分式滑动轴承(又称轴瓦)。

#### 1. 整体式滑动轴承(轴套)的装配

(1) 清洁。将符合要求的轴套和轴承孔除去毛刺,并经擦洗干净之后,在轴套外径或轴承座孔内涂抹机油。

(2) 压入轴套。压入时可根据轴套的尺寸和配合的过盈量选择压入方法。当尺寸和过盈量较小时,可用锤子敲入,但需要垫板保护;在尺寸或过盈量较大时,则宜用压力机压

入。压入时,如果轴套上有油孔,应与机体上的油孔对准。直径较大或过盈量超过 0.1mm 时,如在常温下压装轴套,就会引起损坏,因此常用加热机体或冷却轴套的方法装配。加热或冷却时间的长短按零件的形状、尺寸和材料来确定。

(3) 轴套定位。在压入轴套后,对负荷较大的轴套还要用紧定螺钉或定位销等固定。

(4) 轴套的修整。对于整体的轴套,在压装后,内孔易发生变形,如内孔缩小或成椭圆形,可用铰削或刮削等方法,修整轴套孔的形状误差与轴颈保持规定的间隙(对因轴套外径过盈配合产生的压装后内孔缩小,工艺上采用在加工时放大内孔的方法补偿,见 Q/DZQ1120—2007《切削加工余量标准》第 4.2.8 条)。

## 2. 剖分式滑动轴承(轴瓦)的装配

(1) 轴瓦与轴承座、盖的装配。上下轴瓦与轴承座、盖在装配时,应使轴瓦背与座孔接触良好,如不符合要求,对厚壁轴瓦应以座孔为基准刮削轴瓦背部,同时应注意轴瓦的台肩紧靠座孔的两端面,达到 H7/f7 配合,如太紧也需进行修刮。对于薄壁轴瓦则无需修刮,只要进行选配即可。为了达到配合的要求,轴瓦的剖分面应比轴承体的剖分面稍高,一般高 0.05~0.10mm。轴瓦装入时,在剖分面上应垫上木板,用锤子轻轻敲入,避免将剖分面敲毛,影响装配质量。

(2) 轴瓦的定位。轴瓦安装在机体中,无论在圆周方向和轴向都不允许有位移,通常可用定位销和轴瓦上的凸台来止动。

(3) 轴瓦孔的配刮。剖分式轴瓦一般多用与其相配的轴来研点,通常先配刮下轴瓦再配刮上轴瓦。为了提高配刮效率,在刮下轴瓦时暂不装轴瓦盖,当下轴瓦的接触点基本符合要求时,再将上轴瓦盖压紧,并拧上螺母,在配刮上轴瓦的同时进一步修正下轴瓦的接触点。对于配刮轴的松紧,可随着刮削的次数调整垫片的尺寸。均匀紧固螺母后,配刮轴能够轻松地转动,无明显间隙,且接触点符合要求即可。

(4) 清洗轴瓦,然后重新装入。

## (二) 滚动轴承的装配工艺

滚动轴承由外圈、内圈、滚动体和保持架四部分组成。工作时,滚动体在内外圈的滚道上滚动,形成滚动摩擦。它具有摩擦阻力小、效率高、轴向尺寸小、装拆方便等优点,是近代机器中的重要部件之一。滚动轴承按轴承承受负荷的方向可分为向心轴承、推力轴承和向心推力轴承;按轴承的滚动体种类可分为球轴承和滚子轴承(圆柱滚子轴承、滚针轴承、圆锥滚子轴承、调心滚子轴承)。

### 1. 装配方法

滚动轴承的装配方法应根据轴承的结构、尺寸和轴承部件的配合性质而定。装配时的压力应直接加在待配合的套圈端面上,不能通过滚动体传递压力。

(1) 当轴承内圈与轴颈为较紧的配合、外圈与轴承座孔为较松的配合时,可先将轴承装在轴上。压装时,在轴承端面垫上铜或较软的装配套筒,然后把轴承与轴一起装入座孔中。

(2) 当轴承外圈与轴承座孔为较紧配合、内圈与轴颈为较松配合时,应先将轴承先压入座孔中,装配时使用的装配套筒的外径应略小于座孔直径。

(3) 当轴承内圈与轴颈、外圈与座孔都是较紧配合时,装配套筒的端面应做成能同时

压紧轴承内外圈端面的圆环，使压力同时传到内外圈上，把轴承压入轴上和座孔中。

(4) 对于圆锥滚子轴承，因其内外圈可以分离，先分别把内圈装在轴上，外圈装在座孔中，然后装成一体。

(5) 压入轴承时采用的方法和工具可根据配合过盈量的大小确定。配合过盈量较小时，可用手锤敲击；过盈量较大时，可用压力机压入，用压入法压入时应放上套筒。当过盈量过大时，可用温差法装配，热装时加热油温不得超过  $100^{\circ}\text{C}$ ，冷装时冷却温度不低于  $-80^{\circ}\text{C}$ 。

**注意：**内部充满润滑脂带防尘盖或密封圈的轴承不能采用温差法装配。

## 2. 装拆注意事项

(1) 滚动轴承上标有代号的端面应装在可见的部位，以便于修理更换。

(2) 轴承装配在轴上和座孔中后，不能有歪斜和卡住现象。

(3) 为了保证滚动轴承工作时有一定的热胀余地，在同轴的两个轴承中，必须有一个轴承的外圈（或内圈）可以在热胀时产生轴向移动，以免轴或轴承产生附加应力，甚至在工作时使轴承咬住。

(4) 在装拆滚动轴承的过程中，应严格保持清洁度，防止杂物进入轴承和座孔内。

(5) 装配后轴承运转应灵活无噪声，工作时温升不超过  $50^{\circ}\text{C}$ 。

(6) 对于拆卸后需重新使用的轴承，拆卸过程不能损坏其配合表面和精度，拆卸时严禁将作用力加在滚动体上。

# 任务二 工器具的使用

## 【能力目标】

通过各种工器具性能和操作规程介绍，具备熟练操作风力发电机组安装中常用工器具的能力。

## 【知识目标】

1. 熟悉风力发电机在安装与调试过程中需要的各种工器具。
2. 掌握常用工器具的使用方法。
3. 掌握工器具使用过程中的注意事项。

### 一、扳手

#### 1. 梅花扳手

梅花扳手如图 1-2-1 所示。



图 1-2-1 梅花扳手

双头梅花扳手两端都为梅花形，用于拧转不同规格的螺栓或螺母。以铍青铜合金和铝青铜合金为材质，这两种特殊材质的产品在经过加工处理后都能起到同样的防爆作用，特别适合于在易燃易爆的工作场所使用。

(1) 使用方法。

- 1) 使用时可用扳手套头将螺栓或者螺母的头部全部围住。
- 2) 然后用力扳动扳手另一头。
- 3) 扳手扳动 30°后, 则可更换位置继续使用。

(2) 注意事项。

- 1) 梅花扳手类似于两头套筒扳手, 适用于狭窄场合, 使用时首先要选择合适的尺寸, 尺寸不对, 容易造成螺栓或者螺母滑牙。
- 2) 使用时要将两端套头套牢螺栓或螺母, 不能够倾斜或者只套进一小部分, 这样会造成螺栓或者螺母滑牙。

2. 开口扳手

双开口扳手如图 1-2-2 所示。

(1) 使用方法。

- 1) 扳口大小应与螺栓、螺母的头部尺寸一致。
- 2) 扳口厚的一边应置于受力大的一侧。
- 3) 扳动时以拉动为好, 若必须推动式, 以防止伤手, 可用手掌推动。

(2) 注意事项。

- 1) 多用于拧紧或拧标准规格的螺栓或螺母。
- 2) 不可用于拧紧力矩较大的螺母或螺栓。
- 3) 可以上、下套入或者横向插入, 使用方便。
- 4) 要区分公英制, 不能混用, 尺寸要选择合适的, 不能够用大尺寸扳手旋小螺栓。

3. 活动扳手

活动扳手如图 1-2-3 所示。

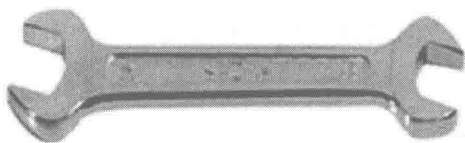


图 1-2-2 双开口扳手



图 1-2-3 活动扳手

活动扳手是一种旋紧或拧松六角螺钉或螺母的工具。常用的有 200mm、250mm、300mm 三种, 使用时应根据螺母的大小选配。

(1) 使用方法。

- 1) 使用时, 右手握手柄, 手越靠后, 扳动起来越省力。
- 2) 扳动小的螺母时, 因需要不断地转动涡轮, 调节扳口的大小, 所以手应握在靠近呆扳唇, 并用大拇指调节涡轮, 以适应螺母的大小。

(2) 注意事项。

- 1) 活动扳手的扳口夹持螺母时, 呆扳唇在上, 活扳唇在下, 切不可反过来使用。
- 2) 在扳动生锈的螺母时, 可在螺母上滴上几滴煤油或机油, 以便易拧动。
- 3) 在拧不动时, 切不可采用钢管套在活动扳手的手柄上来增加扭力, 因为这样极易损

伤活动扳唇。

4) 不得把活动扳手当锤子用。

#### 4. 电动套筒扳手

电动套筒扳手如图 1-2-4 所示。生产车间经常使用的电动套筒扳手主要是从其最大紧固力矩上区分, 分为:

①200N·M 电动扳手, 1/2 英寸; ②580N·M 电动扳手, 3/4 英寸; ③800N·M 电动扳手, 1 英寸。

(1) 电动套筒扳手的用途。

1) 安装侧把手。

a. 将侧把手装入锤子护盖上的凹锤, 并牢牢固定, 用于把手安装的凹槽共有两处, 应根据工作实际要求将把手安装在适当的位置。

b. 必须根据螺栓和螺母选择正确套筒的尺寸, 套筒的尺寸不正确将导致紧固扭矩不正确, 有可能会造成螺栓或螺母受损。

2) 安装和拆卸套筒。安装或拆卸套筒之前, 必须关闭工具电源开关, 拔下电源插头。

a. 对于无 O 形环和销的套筒, 安装套筒时, 将其按压在工具的占座上直至完全就位; 拆卸套筒时, 只需将其拔下即可。

b. 对于有 O 形环和销的套筒, 将 O 形环移出套筒凹槽, 取下套筒上的销, 将套筒置于占座上, 将套筒上的孔对齐, 将销穿过套筒和占座上的孔, 然后将 O 形环移回到套筒内的原始位置使销固定; 需拆下套筒时, 按安装的相反步骤进行。

(2) 电动扳手的操作说明。

1) 开关说明。

a. 接通工具电源前, 必须检查扳机开关是否工作正常并在释放时回到“OFF”位置, 只有当工具完全停止后方可改变旋转方向, 否则工具可能受损。

b. 开关可反向操作实现顺时针方向旋转, 按压扳机开关的下部(A)侧可进行顺时针方向旋转, 或按上部(B)侧进行逆时针方向旋转。松开扳机开关工具即停止, 在工具上进行任何工作之前, 必须关闭工具电源开关, 并拔下电源插头。

2) 注意事项。

a. 使工具平直对准螺栓和螺母(图 1-2-5)。

b. 紧固扭矩过大可能损坏螺栓/螺母或套筒, 开始工作前, 必须进行试运转以确定适用于螺栓或螺母的适当紧固时间;

c. 紧固扭矩会受到包括下列因素的影响, 紧固后请务必用扭矩扳手检查扭矩。

d. 电压: 电压降会导致紧固扭矩减小。

e. 套筒: 未使用正确尺寸的套筒会导致紧固扭矩减小。

f. 已磨损的套筒(六角端或矩形端磨损)会导致紧固扭矩减小。

g. 螺栓: 即使螺栓的扭矩系数和等级相同, 适当的紧固扭矩同样会随着螺栓直径的不同而不同, 即使螺栓的直径相同, 适当的紧固扭矩同样会随着扭矩系数、螺栓等级和螺栓长度不同而不同。



图 1-2-4 电动套筒扳手

h. 使用万向节或延伸杆会在某种程度上减少电动扳手的紧固力,可通过延长紧固时间进行弥补。



图 1-2-5 电动扳手操作示意图

i. 握持工具的方式、紧固位置的材质都会影响扭矩。

#### 5. 液压扳手

液压扳手如图 1-2-6 所示。

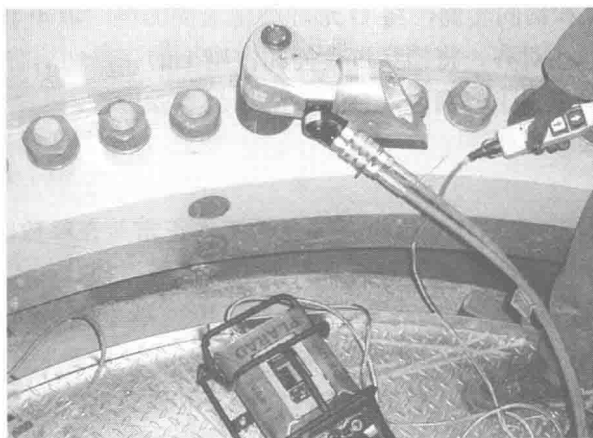


图 1-2-6 液压扳手

液压扳手使用时应注意以下事项:

- (1) 尽量使工作现场干净明亮,如工作现场的大气环境存在爆炸的可能,就要停止工作,以免电动泵发出火花引起爆炸。
- (2) 需认真调整反作用力臂,以免发生人身或紧固件的事故。
- (3) 避免工具的误操作,泵的操作遥控器只为操作者使用。
- (4) 避免触电,使用前应检查接地以及其他的接线。
- (5) 扳手不用时应保存好。
- (6) 油管不要弯折,经常检查油管,避免有杂物进入,如有损坏要更换。
- (7) 在工作时时刻注意,在电压不稳或其他的一些不稳定状态下不可用。



(8) 使用前应确保液压连接件都连接良好, 油管没有缠绕, 方向正确, 反作用力臂安装可靠, 反作用点牢固可靠, 人的手或衣物尽量不要放在不安全的地方。

## 6. 扭力扳手

扭力扳手如图 1-2-7 所示。

### (1) 设置扭矩。

1) 首先必须将凹槽锁环调在“打开 UNLOCK”状态, 为此需单手握住手柄, 然后顺时针转动锁环直至末端。

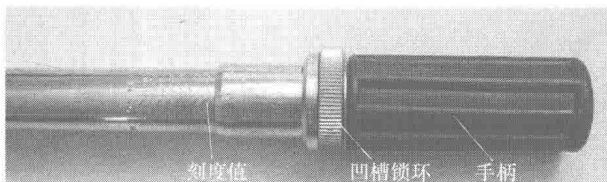


图 1-2-7 扭力扳手

2) 转动手柄, 直至手柄上部的“0”刻度与所需设置扭力值所对应的中线重合。

3) 若所需扭力值在两个示值之间, 则继续转动手柄, 直至扳手杆上示值之和等于所需设置的扭力值。

4) 若锁紧扳手, 则应单手握住手柄, 然后逆时针转动锁环直至末端。

### (2) 正确的施力方法:

1) 将套筒紧密安全地固定在扭力扳手的方头上, 然后将套筒置于紧固件上, 不可倾斜, 施力时, 手紧握住手柄中部, 并在垂直扭力扳手、方头、套筒及紧固件所在公共平面的方向用力。

2) 在均匀地增加施力时, 必须保持方头、套筒及紧固件在同一平面上, 以保证扳手在发出警告声响后读数的准确性。

### (3) 注意事项。

1) 根据需要使用范围内的扭力扳手。

2) 调整适当扭力前, 须确认锁紧装置处于开锁“UNLOCK”状态, 当锁环处于“LOCK”(锁紧)时切勿转动手柄(图 1-2-7)。

3) 用扭力扳手前, 请确认锁紧装置处于锁紧状态。

4) 为了使扭力扳手可以再次使用(测试), 务必以高扭矩力操作 5~10 次, 以使其中精密部件能得到内部特殊的润滑剂的充分润滑。

5) 保持正确的握紧手柄的姿势, 握紧手柄, 而不是扳手杆, 然后平稳地拉扳手, 使用时应缓慢平稳地施加扭力, 严禁施加冲击扭力, 施加冲击扭力除了对扭力扳手造成本身损伤外, 还会大大超出设定的扭力值, 损害螺母或工作。

### (4) 警告。

1) 使用扭力扳手时, 切勿倾斜扳手手柄(图 1-2-8), 倾斜扳手手柄易导致扭力偏差, 甚至损伤紧固件。拧紧紧固件时, 请注意均匀平衡地施力于扭力扳手手柄上, 随着力矩的不断增大, 施力的速度相应放缓。

2) 切勿当达到预置扭力继续旋力, 当听到“咔哒”声响后立即停止旋力, 以保证精度, 延长扭力扳手的使用寿命, 继续旋力除了会对扳手本身造成严重的损害外, 还会使扭力大大超出所设定的扭力值, 损坏螺母, 当扳手扭力设定在较低扭力值时, “咔哒”声响可能轻于其设定的高扭矩值, 因此较低扭力值操作时, 要特别注意“咔哒”声。

## 7. 电动定扭矩扳手

电动定扭矩扳手如图 1-2-9 所示。

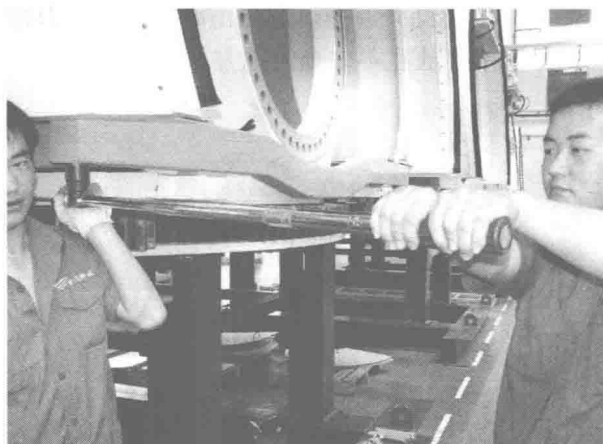


图 1-2-8 扭力扳手正确使用方法



图 1-2-9 电动定扭矩扳手

使用电动定扭矩扳手时应注意以下事项:

- (1) 使扭矩扳手保持垂直于扳手中轴线, 以防止损坏套筒或避免出现边缘超载荷。
- (2) 将支撑栓插入孔中以避免损坏, 在 alkitronic-EFR 的径向驱动上, 扭矩扳手可以在与驱动方向成  $90^\circ$  的角度上操作, 一个固定套筒被电机驱动产生旋转, STA 用于改变套筒尺寸。扭力反作用由一个支撑螺栓承担, 确保工作稳定、安全。
- (3) 绝对不得把手放在支撑螺栓荷热转换板之间, 搬运扭矩扳手时必须努力抓紧。
- (4) 将电源与电源线断开。
- (5) 将扭矩扳手放在平整的表面上。
- (6) 移开 O 形橡胶圈和安全螺栓及销子, 移除标准套筒。
- (7) 从扳手上移除反作用力臂。
- (8) 以相反操作更换配件。
- (9) 定扭矩电动扳手用于对重型螺栓的不间断拧紧和松开, 它不能被用做搅拌器或钻孔器, 这会损坏扭矩扳手或使操作人员受伤, 避免在扭矩扳手上使用撬杆等工具。

## 二、激光对中仪

激光对中仪(图 1-2-10)广泛应用于风力发电机组齿轮箱高速输出轴与发电机输入的对中(图 1-2-11)。

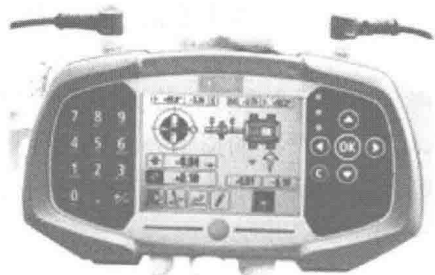


图 1-2-10 激光对中仪



激光对中仪演示视频