



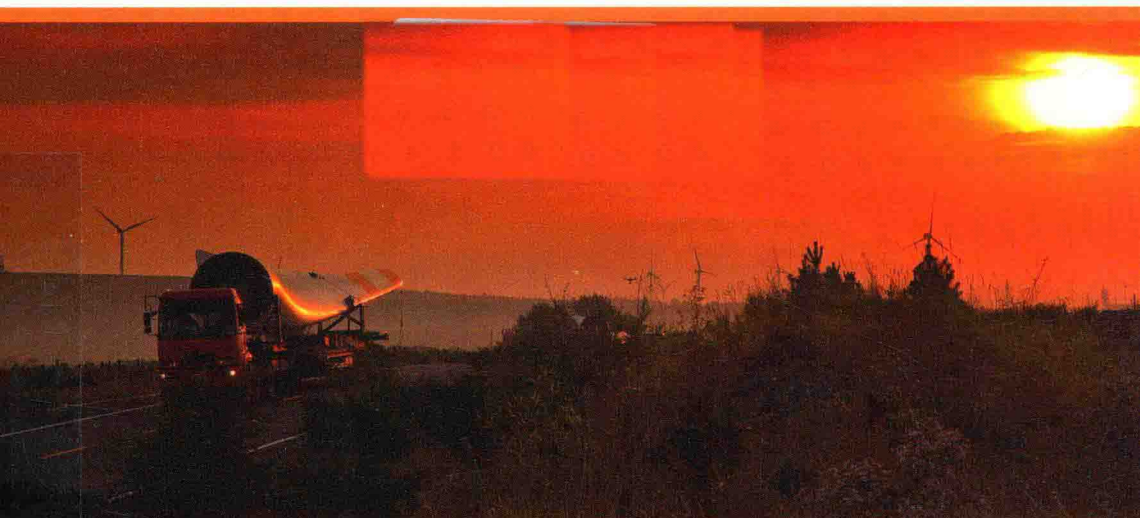
风力发电职业技能鉴定教材

风力发电机组 维修保养工

FENGLI FADIAN JIZU WEIXIU BAOYANGGONG

中 级

《风力发电职业技能鉴定教材》编写委员会◎组织编写



知识产权出版社

全国百佳图书出版单位

风力发电职业技能鉴定教材

风力发电机组维修保养工——中级

《风力发电职业技能鉴定教材》编写委员会 组织编写



知识产权出版社

全国百佳图书出版单位

图书在版编目 (CIP) 数据

风力发电机组维修保养工：中级 / 《风力发电职业技能鉴定教材》编写委员会组织编写.
—北京：知识产权出版社，2016.10

风力发电职业技能鉴定教材

ISBN 978-7-5130-4464-6

I . ①风… II . ①风… III . ①风力发电机—发电机组—维修 IV . ① TM315

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 221453 号

内容提要

本书主要介绍风力发电机组机械维修保养工器具及使用、轮毂和变桨系统的保养和维护、机舱的保养和维修、整流罩及机舱罩的保养和维修、塔架的保养和维修、电气故障检查处理技巧及常用工器具、风电机组电气控制系统的保养和维护、变桨备用电源的检查和维修、滑环的检查和维修、发电机的检查和维修、风电机组其他电气元件的维护保养；同时，还介绍了部分元件的结构及工作原理，以及风力发电机组的主要控制系统的程序及参数的下载方法。

本书是从风电专业保养和维修知识及技术出发，论述了风力发电机组中重要机械部件和电气部件的保养和维护的原理、要求及操作方法，讲解了保养和维护技术在风电行业中的应用。

本书可以作为风电行业从业人员及相关工程技术人员参考书使用。

策划编辑：刘晓庆

责任编辑：刘晓庆 于晓菲

责任出版：刘译文

风力发电职业技能鉴定教材

风力发电机组维修保养工——中级

FENGLI FADIAN JIZU WEIXIU BAOYANGGONG——ZHONGJI

《风力发电职业技能鉴定教材》编写委员会 组织编写

出版发行：知识产权出版社有限责任公司

电 话：010-82004826

社 址：北京市海淀区西外太平庄 55 号

责编电话：010-82000860 转 8363

发行电话：010-82000860 转 8101/8029

印 刷：北京嘉恒彩色印刷有限责任公司

开 本：787mm×1000mm 1/16

版 次：2016 年 10 月第 1 版

字 数：395 千字

ISBN 978-7-5130-4464-6

网 址：<http://www.ipph.cn>

<http://www.laichushu.com>

邮 编：100081

责编邮箱：yuxiaofei@cnipr.com

发行传真：010-82000893/83003279

经 销：各大网上书店、新华书店及相关专业书店

印 张：24.75

印 次：2016 年 10 月第 1 次印刷

定 价：48.00 元

出版权专有 侵权必究

如有印装质量问题，本社负责调换。

《风力发电职业技能鉴定教材》编写委员会

委员会名单

主 任 武 钢

副主任 郭振岩 方晓燕 李 飞 卢琛钰

委 员 郭丽平 果 岩 庄建新 宁巧珍 王 瑞

潘振云 王 旭 乔 鑫 李永生 于晓飞

王大伟 孙 伟 程 伟 范瑞建 肖明明

本书编写委员 孙 伟

序 言

近年来，我国风力发电产业发展迅速。自 2010 年年底至今，风力发电总装机容量连续 5 年位居世界第一，风力发电机组关键技术日趋成熟，风力发电整机制造企业已基本掌握兆瓦级风力发电机组关键技术，形成了覆盖风力发电场勘测、设计、施工、安装、运行、维护、管理，以及风力发电机组研发、制造等方面的全产业链条。目前，风力发电机组研发专业人员、高级管理人员、制造专业人员和高级技工等人才储备不足，尚未能满足我国风力发电产业发展的需求。

对此，中国电器工业协会委托下属风力发电电器设备分会开展了技术创新、质量提升、标准研究、职业培训等方面工作。其中，对于风力发电机组制造工专业人员的培养和鉴定方面，开展了如下工作。

2012 年 8 月起，中国电器工业协会风力发电电器设备分会组织开展风力发电机组制造工领域职业标准、考评大纲、试题库和培训教材等方面的编制工作。

2012 年年底，中国电器工业协会风力发电电器设备分会组织风力发电行业相关专家，研究并提出了“风力发电机组电气装调工”“风力发电机组机械装调工”“风力发电机组维修保养工”“风力发电机组叶片成型工”共四个风力发电机组制造工职业工种需求，并将其纳入《中华人民共和国职业分类大典（2015 版）》。

2014 年 12 月初，由中国电器工业协会风力发电电器设备分会与金风大学联合承办了“机械行业职业技能鉴定风力发电北京点”，双方联合牵头开展了风力发电机组制造工相关国家职业技能标准的编制工作，并依据标准，组织了本套教材

的编制。

希望本教材的出版，能够帮助风力发电制造企业、大专院校等，在培养风力发电机组制造工方面，提供一定的帮助和指导。

中国电器工业协会

前 言

为促进风力发电行业职业技能鉴定点的规范化运作，推动风力发电行业职业培训与职业技能鉴定工作的有效开展，大力培养更多的专业风力发电人才，中国电器工业协会风力发电电器设备分会与金风大学在合作筹建风力发电行业职业技能鉴定点的基础上，共同组织完成了风力发电机组维修保养工、风力发电机组电器装调工和风力发电机组机械装调工，三个工种不同级别的风力发电行业职业技能鉴定系列培训教材。

本套教材是以“以职业活动为导向，以职业技能为核心”为指导思想，突出职业培训特色，以鉴定人员能够“易懂、易学、易用”为基本原则，力求通俗易懂、理论联系实际，体现了实用性和可操作性。在结构上，教材针对风力发电行业三个特有职业领域，分为初级、中级和高级三个级别，按照模块化的方式进行编写。《风力发电机组维修保养工》涵盖风力发电机组维修保养中各种维修工具的辨识、使用方法、风机零部件结构、运行原理、故障检查，故障维修，以及安全事项等内容。《风力发电机组电气装调工》涵盖风力发电机电器装配工具辨识、工具使用方法、偏航变桨系统装配、冷却控制系统装配，以及装配注意事项和安全等内容。《风力发电机组机械装调工》涵盖风力发电机组各机械结构部件的辨识与装配，如机舱、轮毂、变桨系统、传动链、联轴器、制动器、液压站、齿轮箱等部件。每本教材的编写涵盖了风力发电行业相关职业标准的基本要求，各职业技能部分的章对应该职业标准中的“职业功能”，节对应标准中的“工作内容”，节中阐述的内容对应标准中的“技

能要求”和“相关知识”。本套教材既注重理论又充分联系实际，应用了大量真实的操作图片及操作流程案例，方便读者直观学习，快速辨识各个部件，掌握风机相关工种的操作流程及操作方法，解决实际工作中的问题。本套教材可作为风力发电行业相关从业人员参加等级培训、职业技能鉴定使用，也可作为有关技术人员自学的参考用书。

本套教材的编写得到了风力发电行业骨干企业金风科技的大力支持。金风科技内部各相关岗位技术专家承担了整体教材的编写工作，金风科技相关技术专家对全书进行了审阅。中国电器协会风力发电电器设备分会的专家对全书组织了集中审稿，并提供了大量的帮助，知识产权出版社策划编辑对书籍编写、组稿给予了极大的支持。借此一隅，向所有为本书的编写、审核、编辑、出版提供帮助与支持的工作人员表示感谢！

《风力发电机组维修保养工——中级》系本套教材之一。本书由孙伟负责编写。程伟委员为本书提供了部分风力发电机组机械方面的编写素材，在此表示感谢。

由于时间仓促，编写过程中难免有疏漏和不足之处，欢迎广大读者和专家提出宝贵意见和建议。

《风力发电职业技能鉴定教材》编写委员会

目 录

第一章 风力发电机组机械维修保养工器具及其使用	1
第一节 常用维护工具	1
一、螺钉旋具的分类及使用	1
二、扳手的分类及使用	2
三、常用钳、剪类工具的分类及使用	8
四、组套类工具	12
五、液压扭矩扳手	12
六、力矩倍增器	21
七、液压螺栓拉伸器	25
八、敲击类工具	27
九、粗齿 / 细齿平锉	29
十、钢锯弓 / 钢锯条	29
十一、手动丝锥	30
十二、断丝取出器	31
十三、电动冲击扳手	32
十四、油脂加注枪	32
第二节 测量工具	33
一、百分表	33
二、塞尺	35
三、游标卡尺	36
四、齿形带张紧仪	37

第三节 特殊用途工具	39
一、工业用内窥镜	39
二、激光对中测量仪	41
第二章 轮毂和变桨系统的保养和维修	48
第一节 变桨传动链的检查和维修	49
一、变桨轴承的检查和维修	49
二、变桨轴承螺栓检查	50
三、变桨轴承润滑检查和维修	51
四、变桨电机检查	51
五、变桨减速器检查	52
六、轮毂检查和维修	53
第二节 变桨传动链各部件拆卸及更换	53
一、变桨电机、减速器的拆卸和更换（以某机型 SSB 变桨系统为例）	53
二、变桨齿形带更换及跑偏调整	63
第三节 润滑系统的检查	66
第四节 液压变桨系统的检查及维修	72
一、液压系统部件的检查及维修	75
二、液压管路的检查及维修	78
三、液压系统储能器的检查及维修	78
第三章 机舱的保养和维修	83
第一节 紧固件的检查和维修	83
第二节 传动系统的检查	84
一、风力发电机组高速轴制动器摩擦片的检查及更换	84
二、偏航制动器摩擦片的更换（主动偏航制动器）	92
三、液压盘式偏航制动器常见故障与处理方法	101
四、偏航制动器阻尼力矩的调整和摩擦片的更换（被动偏航制动器）	104
五、联轴器的更换及检查	110
六、机舱偏航减速器的更换	114

七、机舱偏航齿轮面的检查	118
第三节 冷却、润滑和液压系统的检查	120
一、齿轮箱主轴轴承密封性能检查及密封圈更换	120
二、齿轮箱各个部位漏油检查及处理	121
三、齿轮箱润滑油位的要求及更换	123
四、齿轮箱润滑油滤芯检查及更换	124
五、液压系统过滤器更换	127
七、液压系统蓄能器的检查和维护	128
八、失速型风力发电机组液压系统防爆膜更换（金风 S48/750 机组）	129
第四章 整流罩（或导流罩）、机舱罩的保养和维修	133
第一节 整流罩（或导流罩）、机舱罩的表面检查	133
第二节 整流罩（或导流罩）、机舱罩的维修	134
一、整流罩（或导流罩）、机舱罩维修的前提要求	134
二、整流罩（或导流罩）、机舱罩维修的工艺准备	134
三、整流罩（或导流罩）、机舱罩维修的修复操作	135
第五章 塔架（或塔筒）的保养和维修	137
第一节 紧固件的检查与紧固	137
一、塔筒连接螺栓力矩检查和紧固	137
二、塔筒紧固件、梯子紧固件、电缆夹组件紧固力矩的检查、判定及 对松动部件的紧固	137
三、螺栓松动的检查方法	138
第二节 内饰件的检查与维修	139
一、塔筒内部照明和紧急照明系统的检查和修复	139
二、塔筒防护装置的检查	140
三、防腐层修复相关知识	140
第六章 电气故障检查处理技巧及常用工器具	143
第一节 线路元件的损坏及问题查找	143

一、电气故障的初步检查处理方法·····	143
二、使用工具检查处理电气故障的方法·····	145
三、查找电气设备故障的一般步骤·····	147
第二节 电气维修保养工器具及其使用方法·····	149
一、电工工具·····	149
二、测量工具·····	152
第七章 电气控制系统保养和维护 ·····	177
第一节 机组主控系统故障处理·····	177
一、机组内部通信故障的检查和处理·····	177
二、中央监控与就地机组通信网络故障的检查和处理·····	184
三、柜体冷却风扇的检查和更换·····	187
第二节 变流系统及其冷却系统维护·····	197
一、ABB 断路器的保养和维护·····	197
二、接触器维护·····	204
三、MCB 并网开关维护（双馈型风力发电机组）·····	206
四、金风 The Switch 变流器风扇更换·····	222
五、金风 The Switch 变流器滤波器更换·····	223
六、金风 The Switch 变流器功率单元更换·····	224
七、The Switch 变流器散热片更换·····	232
八、The Switch 变流器水冷滤芯清洗·····	234
九、风冷变流器轴流散热风扇及过滤网检查维护·····	236
十、水冷变流器冷却系统检查和维修·····	239
第三节 机舱控制系统、偏航及液压系统的故障处理·····	261
一、液压系统的故障检查处理·····	261
二、偏航系统的故障检查处理·····	263
第四节 变桨控制系统故障处理·····	265
一、变桨安全链故障·····	266
二、变桨通信故障·····	266
三、变桨限位开关故障·····	267

四、变桨电容电压高故障	267
五、变桨电容电压低故障	268
六、变桨变频器温度高故障	268
七、变桨电机温度高故障	269
八、变桨电容电压不平衡故障	269
九、变桨速度超限故障	269
十、变桨电池充电监视故障	269
十一、变桨电机编码器和冗余编码器角度差 2° 故障	270
十二、驱动器过温故障	270
第八章 变桨备用电源的检查和维护	272
第一节 变桨系统蓄电池的检查和维护	272
一、对未运行的变桨系统蓄电池的要求	272
二、对于已经投入运行的变桨蓄电池要求	273
三、变桨系统蓄电池的更换	276
第二节 变桨系统超级电容的检查及维护	280
第九章 滑环的检查和维护	289
第一节 导电环及电刷的维护	289
一、材料及工具准备	290
二、检查电刷及导电环的润滑	290
三、电刷和电刷板更换	291
四、电刷板的更换	291
五、滑环的清洗	291
六、长期闲置滑环的维护	296
七、滑环大修周期	296
八、滑环运输及包装要求	296
九、滑环的储存	297
十、滑环的故障检查处理	297
第二节 滑环的接线及哈丁插头	298

一、滑环内部接线检查	298
二、哈丁插头的接线与拆除	298
第十章 发电机的检查和维护	302
第一节 发电机空气冷却器的检查	302
一、风扇功能及接线检查	302
二、清理散热孔	302
三、排气罩检查	303
四、定子绕组加热器的检查	303
第二节 发电机滑环及碳刷的检查和维护	303
一、发电机滑环和碳刷检查	304
二、发电机碳刷更换方法及步骤（以湘电电机为例）	305
三、集电环的维护	309
四、集电环室的清洁	309
五、检查并清理碳粉收集器	310
六、碳刷磨损信号检测系统检查	310
七、发电机绝缘检查	310
八、定子、转子雷电保护装置检查	311
九、碳刷刷架检查	311
第十一章 其他电气元件的维护保养	313
第一节 易事特 UPS 产品电池更换	313
一、易事特 UPS 电源 901S 机型的机器	313
二、易事特 UPS 电源 902S 机型的机器	314
第二节 变桨系统旋转编码器的更换	315
一、准备工作	315
二、操作工序	316
第三节 变桨系统变频器 AC2 更换	318
一、准备工作	318
二、更换步骤	318

第四节 风向标、风速仪的更换	320
一、准备工作	320
二、更换工序	320
第五节 主控组态及软件程序下载（以金风风力发电机组为例）	321
一、设置 IP 地址	322
二、机组主控程序组态的下载	333
三、PLC CE 系统下辅助程序的安装	335
四、PLC 无源程序下载	339
第六节 菲尼克斯面板程序下载	341
一、下载工具及软件配置	341
二、进行面板程序下载的条件	341
三、面板按键说明	342
四、面板 IP 地址和 Subnet 设置	343
五、面板日期和时间设置	344
六、无源面板程序下载步骤（通过 FTP 方式）	345
七、显示屏的配置	347
八、CX1020 的配置	348
第七节 软件安全链下载（以金风风力发电机组为例）	350
一、准备工作	350
二、下装软件流程	350
第八节 就地监控面板机程序安装设置	354
一、准备工作	354
二、安装软件	354
第九节 变流器程序下载（The Switch 变流器）	359
一、准备工作	359
二、操作工序	359
第十节 变流器急停故障监测设置	368
第十一节 变流器故障文件下载	369
一、准备工作	369
二、操作前说明及注意事项	370

第十二节 变桨 BC3150 程序下载	374
一、准备工作	374
二、串行通讯参数设置	374
三、BC3150 通信参数设置	375
四、PC 机与 BC3150 连接	376
五、下载后程序校验	377
第十三节 导电轨的检查维护	378
一、维护保养要求	378
二、导电轨的一般故障处理	378

第一章 风力发电机组 机械维修保养工器具及其使用

学习目的：

1. 了解风力发电机组日常常用维护工具并掌握正确的使用方法。
2. 了解常用测量器具并掌握正确的使用操作方法。
3. 了解风力发电机组维护中使用的特殊工器具并掌握正确的使用操作方法。

第一节 常用维护工具

一、螺钉旋具的分类及使用

螺钉旋具又称起子、改锥和螺丝刀，它是一种紧固和拆卸螺钉的工具。螺钉旋具的样式和规格很多，常用的有一字形螺钉旋具、十字形螺钉旋具、内六角螺钉旋具和内六花螺钉旋具。

一字形螺钉旋具用于紧固或拆卸一字槽螺钉、木螺钉，如图 1-1 所示。十字形螺钉旋具用于拆装十字槽螺钉，如图 1-2 所示。

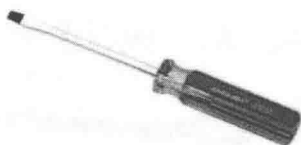


图 1-1 一字形螺钉旋具



图 1-2 十字形螺钉旋具