

风光电场设备检修维护 标准化手册

董小泊 郭进学 等 © 编著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

风光电场设备检修维护 标准化手册

陈维勇 陈正荣 丁 丁 董小泊 方兴祥
郭进学 户 耀 雷 磊 刘 和 李德强
李 乐 李生林 史 啸 王光军 王彦龙
魏玉新 于广汇 翟 安 赵礼永 张 伟
张 宁 张金豫 常 城 闰恩良

编 著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书共分为6篇,主要包括风光电场设备检修与维护管理、风力发电机组检修标准、光伏组件检修标准、风光发电场电气设备检修标准、在线监测系统应用及场站道路检修维护6部分内容,可帮助读者有效开展风光电场设备检修和维护管理工作,规范检修和维护管理内容、流程,使检修工作规范化、标准化,提高设备安全可靠性和提升业务技能水平。

本书适合从事风光电场设备检修与维护管理的相关从业人员阅读使用。

图书在版编目(CIP)数据

风光电场设备检修维护标准化手册/董小泊等编著. —北京:中国电力出版社,2016.12

ISBN 978-7-5123-9971-6

I. ①风… II. ①董… III. ①风力发电-发电设备-检修-标准化-手册②太阳能发电-发电设备-检修-标准化-手册 IV. ①TM621.3-65②TM615-65

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第261318号

中国电力出版社出版发行

北京市东城区北京站西街19号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>

责任编辑:李 静

责任校对:郝军燕 责任印制:赵 磊

三河市万龙印装有限公司印刷·各地新华书店经售

2016年12月第1版·2016年12月第1次印刷

787mm×1092mm 1/16开本 23.5印张·522千字

定价:98.00元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签,刮开涂层可查询真伪

本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

《风光电场设备检修维护标准化手册》

编 委 会

主 任：王和平

副主任：那仁满都拉 董小泊

委 员：郭进学 张 伟 李 乐 刘 和
王光军

编 委：李德强 于广汇 张金豫 翟 安
户 耀 丁 丁 赵礼永 王彦龙
魏玉新 雷 磊 张 宁 陈正荣
方兴祥 史 啸 陈维勇 李生林
常 城 闰恩良



前 言

近年来,新能源发电产业快速发展,截至2015年6月,全国风电装机容量近12471万kW,累计装机台数为81715台,光伏发电装机容量达3578万kW,其中,光伏电站3007万kW,分布式光伏571万kW。面临风光发电设备数量的快速增加和制造厂商陆续退出质保的现状,对风光电场设备运行和检修维护提出了更高的要求。

为有效开展风光电场设备检修和维护管理工作,规范检修和维护管理内容、流程及要求,监督检修维护过程、确保检修质量,对检修工作实现全过程管理,使检修工作规范化、标准化,提高设备安全可靠,提高机组可利用率,有效控制生产成本,提升检修维护人员业务技能水平,特编写《风光电场设备检修维护标准化手册》,以下简称《手册》。《手册》共包含风光电场设备检修与维护管理、风力发电机组检修标准、光伏组件检修标准、风光发电场电气设备检修标准、在线监测系统应用及场站道路检修维护6部分内容。其中,风光电场设备检修与维护管理由王和平、那仁满都拉、郭进学、张伟、李乐、刘和编写;风力发电机组检修标准由王和平、郭进学、李乐、张金豫、赵礼永、于广汇、翟安、王彦龙、魏玉新、张宁、雷磊、陈正荣、方兴祥、史啸编写;光伏组件检修标准由那仁满都拉、张伟、丁丁、户耀、李生林编写;风光发电场电气设备检修标准由董小泊、刘和、李生林、张金豫、常城、闰恩良编写;在线监测系统应用由李乐、李德强、赵礼永、魏玉新、陈正荣、方兴祥编写;场站道路检修维护由王和平、王光军、张金豫、史啸、张宁编写。本《手册》有效地实现风光电场各种设备标准化检修工作的整合,首次将全面质量管理理念应用在日常运维工作中,设备检修首次出现验评环节,也包括新型技术的应用。

本次编写工作得到湘电风能有限公司、中车株洲所风电事业部、中山明阳风电产业集团、中山明阳电气有限公司、北京万源科技公司、华为技术有限公司的大力支持,并对《手册》的编写提出了宝贵的意见和建议,在此表示感谢!

由于编写经验不足,本书难免有疏漏之处,希望各位读者给予谅解并不吝指正。

编 者

目 录

前言

第 1 篇 风光电场设备检修与维护管理

1.1	范围	3
1.2	规范性引用文件	3
1.3	术语和定义	3
1.3.1	状态监测 condition monitoring	3
1.3.2	定期检修 time based maintenance	4
1.3.3	状态检修 condition based maintenance	4
1.3.4	故障检修 run till failure	4
1.3.5	大型部件检修 large-part maintenance	4
1.4	总则	4
1.4.1	目的	4
1.4.2	原则和方针	4
1.4.3	内容	4
1.5	检修与维护管理	4
1.5.1	检修标准分类管理	4
1.5.2	检修计划管理	5
1.5.3	机组修前管理	5
1.5.4	机组检修过程管理	7
1.5.5	检修质量验评管理	8
1.5.6	机组修后管理	10
1.6	技改项目管理	10
1.6.1	技改项目规划、计划编制	10
1.6.2	技改项目实施全过程管理	11
1.6.3	技改项目总结评估	11
1.6.4	技改项目管理年度总结	11

附录 1. A (规范性附录) 检修策划与准备流程图	11
附录 1. B (规范性附录) 检修实施与控制流程图	13
附录 1. C (规范性附录) 检修评价与总结流程图	14
附录 1. D (规范性附录) 管理程序	15
附录 1. E (规范性附录) 管理规定	19
附录 1. F (资料性附录) 文件模板	26

第 2 篇 风力发电机组检修标准

2.1 范围	105
2.2 规范性引用文件	105
2.3 术语和定义	106
2.3.1 轮毂 hub	106
2.3.2 机舱 nacelle	106
2.3.3 锁定 blocking	106
2.3.4 导电滑环 slip ring	106
2.4 总则	106
2.4.1 总体要求	106
2.4.2 对工具和备品备件的要求	106
2.4.3 对检修维护人员的要求	106
2.4.4 检修过程的要求	107
2.5 双馈型风力发电机组定期检修项目和周期	107
2.5.1 叶片定期检修	107
2.5.2 轮毂定期检修	108
2.5.3 机舱接地定期检修	112
2.5.4 机舱控制柜定期检修	113
2.5.5 齿轮箱和油冷却系统定期检修	115
2.5.6 制动器定期检修	118
2.5.7 联轴器定期检修	120
2.5.8 发电机和水冷系统定期检修	121
2.5.9 主机架定期检修	125
2.5.10 偏航系统定期检修	127
2.5.11 电池柜定期检修	129
2.5.12 机舱内传感器定期检修	130
2.5.13 风速仪定期检修	131
2.5.14 玻璃钢罩体定期检修	131
2.5.15 塔筒定期检修	132

2.5.16	安全链定期检修	135
2.5.17	辅助电源柜定期检修	136
2.5.18	小吊车定期检修	137
2.5.19	高温季节定期检修	138
2.6	直驱型风力发电机组定期检修项目和周期	140
2.6.1	叶片定期检修	140
2.6.2	轮毂定期检修	144
2.6.3	轮毂控制柜及电气定期检修	146
2.6.4	机舱定期检修	147
2.6.5	机舱电气定期检修	148
2.6.6	发电机定期检修	149
2.6.7	塔筒定期检修	150
2.6.8	高强度螺栓定期检修	151
2.6.9	升降机定期检修	153
2.7	双馈型风电机组作业指导书	153
2.7.1	叶片修复	153
2.7.2	风轮更换	154
2.7.3	变桨变频器的更换	157
2.7.4	变桨电机的更换	157
2.7.5	变桨减速机更换	158
2.7.6	滑环更换	159
2.7.7	变桨蓄电池更换	160
2.7.8	齿轮箱轮齿工作齿面现场检查	161
2.7.9	齿轮箱润滑油更换	161
2.7.10	油泵电机的更换	162
2.7.11	油冷循环滤芯更换	163
2.7.12	油冷散热片清洗	164
2.7.13	联轴器更换方法	164
2.7.14	齿轮箱取油样	165
2.7.15	齿轮箱高速轴更换	166
2.7.16	齿轮箱滤芯技改	169
2.7.17	制动器液压油更换	169
2.7.18	制动器间隙检查调整	170
2.7.19	制动器刹车片更换	171
2.7.20	刹车盘检查	171
2.7.21	偏航摩擦片	172
2.7.22	偏航功率调节	174

2.7.23	偏航电机的更换	175
2.7.24	偏航电机微动开关调整	175
2.7.25	风速风向仪更换	176
2.7.26	发电机更换	176
2.7.27	发电机碳刷更换	178
2.7.28	发电机编码器更换	179
2.7.29	发电机轴承绝缘测试	180
2.7.30	风机对中作业	180
2.7.31	变频器检修	181
2.7.32	Bachmann 机组 PLC 更换	182
2.7.33	Bachmann PLC 程序传入	183
2.7.34	水压补偿	184
2.7.35	水管更换	184
2.8	双馈风力发电机组检修过程验评表	185
2.8.1	叶片	185
2.8.2	变桨系统	187
2.8.3	齿轮箱	192
2.8.4	联轴器	196
2.8.5	制动器	197
2.8.6	发电机	199
2.8.7	塔架验收	201
2.9	直驱型风电机组作业指导书	203
2.9.1	变桨驱动更换	203
2.9.2	变桨电机更换	204
2.9.3	变桨蓄电池更换	205
2.9.4	充电管理单元更换	205
2.9.5	滑环更换	206
2.9.6	偏航电机的更换	207
2.9.7	风向标的更换	208
2.9.8	风速仪更换	209
2.9.9	扭缆传感器更换	209
2.9.10	PLC 从站模块的更换	210
2.9.11	变频器 IGBT 的更换	211
2.9.12	塔基 UPS 更换	211
2.9.13	变频器冷却风扇更换	212
2.9.14	变频器网侧断路器更换	212
2.9.15	塔基 PLC 模块更换	213

2.9.16	变频器 RMIO 板更换	213
2.10	直驱型风电机组检修过程验评表	214
2.10.1	发电机	214
2.10.2	变频器	217

第 3 篇 光伏组件检修标准

3.1	范围	223
3.2	规范性引用文件	223
3.3	术语和定义	223
3.3.1	光伏组件	223
3.3.2	光伏组件串	223
3.3.3	光伏发电单元	224
3.3.4	光伏方阵	224
3.3.5	光伏发电系统	224
3.3.6	光伏发电站	224
3.3.7	辐射式连接	224
3.3.8	“T” 接式连接	224
3.3.9	跟踪系统	224
3.3.10	单轴跟踪系统	224
3.3.11	双轴跟踪系统	224
3.3.12	集电线路	224
3.3.13	公共连接点	225
3.3.14	并网点	225
3.3.15	孤岛现象	225
3.3.16	计划性孤岛现象	225
3.3.17	非计划性孤岛现象	225
3.3.18	防孤岛	225
3.3.19	峰值日照时数	225
3.3.20	低电压穿越	225
3.3.21	光伏电站年峰值日照时数	225
3.3.22	法向直接辐射辐照度	225
3.3.23	安装容量	225
3.3.24	峰瓦	226
3.3.25	真太阳时	226
3.4	总则	226
3.4.1	总体要求	226
3.4.2	对工器具和备品备件的要求	226

3.4.3	检修过程的要求	226
3.4.4	检修过程控制	226
3.5	光伏方阵的检修	227
3.5.1	光伏组件的运行与维护	227
3.5.2	光伏组件检查及更换条件	227
3.5.3	支架的维护规定	227
3.5.4	光伏附件要求	228
3.6	光伏组件故障处理作业指导书	228
3.6.1	常见故障判断	228
3.6.2	直流回路断线或接地	228
3.6.3	组件的更换	229
3.6.4	组件 I-V 测试	230
3.6.5	光伏方阵及逆变器效率试验	231
3.6.6	热成像测试	231
3.6.7	组串效率测量	232
3.6.8	方阵绝缘电阻测量	232
3.7	汇流箱	233
3.7.1	直流汇流箱维护	233
3.7.2	直流配电柜的维护	233
3.7.3	汇流箱故障排查	233
3.7.4	更换直流低压电缆头	234
3.7.5	更换保险底座	235
3.8	控制器、逆变器	235
3.8.1	控制器维护	235
3.8.2	逆变器维护	235
3.8.3	接地与防雷系统	236
3.8.4	控制器、逆变器故障排查	236
3.8.5	更换动、静插件	236
3.8.6	更换散热风扇	237
3.8.7	更换预充电接触器	238

第 4 篇 风光发电场电气设备检修标准

4.1	范围	241
4.2	规范性引用文件	241
4.3	术语和定义	242
4.3.1	运用中的电气设备 operating electrical equipment	242
4.3.2	网络监控系统 net control system	242

4.3.3	自动电压控制 automatic voltage control	242
4.3.4	自动发电量控制 automatic generation control	242
4.3.5	风电功率预测 wind power forecasting	242
4.3.6	不间断电源 uninterruptible power system	243
4.4	符号与缩写	243
4.5	总则	243
4.6	架空线路检修与维护	243
4.6.1	维修的项目及周期	245
4.6.2	试验	245
4.7	电力电缆检修与维护	246
4.7.1	例行检查与维护	246
4.7.2	检修项目与周期	247
4.7.3	试验	250
4.8	35kV 配电系统检修与维护	251
4.8.1	例行检查与维护	251
4.8.2	检修项目与周期	252
4.8.3	异常运行与故障处理	256
4.8.4	试验	257
4.9	主变压器检修与维护	260
4.9.1	例行检查及维护	260
4.9.2	检修项目及周期	263
4.9.3	异常处理	264
4.9.4	试验	270
4.10	GIS 及室外配电系统的检修与维护	271
4.10.1	例行检查及维护	271
4.10.2	检修项目及要求	273
4.10.3	试验	282
4.11	无功补偿装置的检修与维护	289
4.11.1	电抗器的检修与维护	289
4.11.2	电容器检修与维护	291
4.11.3	SVG 设备检修与维护	293
4.12	继电保护及自动装置检修与维护	295
4.12.1	继电保护装置检修与维护	295
4.12.2	故障录波器检修与维护	307
4.12.3	AVC 检修与维护	309
4.12.4	AGC 检修与维护	310
4.13	监控自动化系统的检修与维护	311

4.13.1	综合自动化系统检修与维护	311
4.13.2	风功率预测系统检修与维护	313
4.13.3	风光电场监控自动控制系统检修与维护	314
4.14	直流及 UPS 系统的检修与维护	316
4.14.1	直流系统检修与维护	316
4.14.2	UPS 检修与维护	319
4.15	接地装置及防雷系统检修与维护	320
4.15.1	定期检查与维护	320
4.15.2	检修项目与周期	323
4.15.3	试验	325
附录 4.A	风光电场电气系统检修维护项目表	327
附录 4.B	风光电场蓄电池充放电记录	328
附录 4.C	变压器试验报告（模板）	329
附录 4.D	断路器试验报告（模板）	330
附录 4.E	电流互感器试验报告（模板）	331
附录 4.F	电压互感器试验报告（模板）	332
附录 4.G	避雷器试验报告（模板）	334
附录 4.H	电力电缆试验报告（模板）	335
附录 4.I	油样检测报告	336

第 5 篇 在线监测系统应用

5.1	CMS 概述	341
5.1.1	系统简介	341
5.1.2	系统组成及功能	341
5.1.3	现状说明	343
5.2	CMS 管理	343
5.2.1	采集器安装	343
5.2.2	数据处理	344
5.2.3	设备故障诊断	344
5.2.4	检修管理	345
5.3	应用	345
5.3.1	振动基础	345
5.3.2	工频类故障判断	346
5.3.3	轴承故障判断	347
5.3.4	齿轮故障判断	348

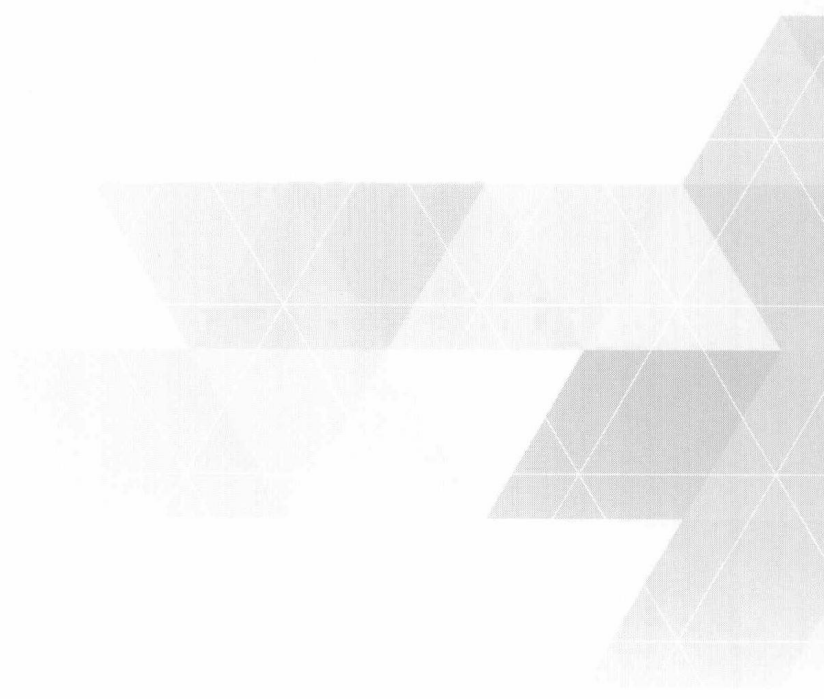
第 6 篇 场站道路检修维护

6.1	范围	353
6.2	规范性引用文件	353
6.3	术语和定义	353
6.3.1	道路交通安全设施	353
6.3.2	路面刮平	353
6.3.3	路面碾压	353
6.3.4	过水路面	353
6.3.5	排洪沟	354
6.3.6	排洪沟清淤	354
6.4	目的	354
6.5	场内道路设计要求	354
6.5.1	技术指标	354
6.5.2	路基	354
6.5.3	基层与垫层	354
6.5.4	磨耗层、保护层	355
6.5.5	施工程序及要求	355
6.6	场站道路检修维护管理	356
	参考文献	358



第 1 篇

风光电场设备检修与维护管理





1.1 范围

本篇规定了华电福新能源股份有限公司甘肃分公司（以下简称甘肃分公司）所属风力发电场和光伏电站（以下简称风光电场）标准化检修维护管理工作的内容、流程 and 基本要求。

本篇适用于甘肃分公司所属并网型风光电场。

各风光电场可根据本手册，结合本场站实际情况制定相应的实施细则。

1.2 规范性引用文件

下列文件对于本篇的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件，不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB/T 7665—2005 传感器通用术语
- GB/T 25385—2010 风力发电机组运行及维护要求
- DL/T 393—2010 输变电设备状态检修试验规程
- DL/T 573—2010 电力变压器检修导则
- DL/T 596—1996 电力设备预防性试验规程
- DL/T 666—2012 风力发电场运行规程
- DL/T 727—2000 互感器运行检修导则
- DL/T 796—2012 风力发电场安全规程
- DL/T 838—2003 发电企业设备检修导则
- GB/T 50796—2012 光伏发电验收规程
- DL/T 1364—2014 光伏电站防雷技术规范国家能源局
- GB/T 29321—2012 光伏电站无功补偿技术规范国家质量监督检验检疫
- GB/T 30153—2013 光伏电站太阳能资源实时监测技术要求国家质量监督检验
- GB/T 50866—2013 光伏电站接入电力系统设计规范
- Q/HDGS 华电福新能源股份有限公司风力发电机组检修管理办法（A）版
- Q/HDGS—2014 华电福新能源股份有限公司甘肃分公司企业标准汇编
- 中国华电生〔2005〕1375号《电力生产安全工作规定》

1.3 术语和定义

1.3.1 状态监测 condition monitoring

通过对运行中的设备整体或其零部件的技术状态进行监测，以判断其运转是否正常，有无异常与劣化的征兆，或对异常情况进行跟踪，预测其劣化的趋势，确定其劣化及磨