



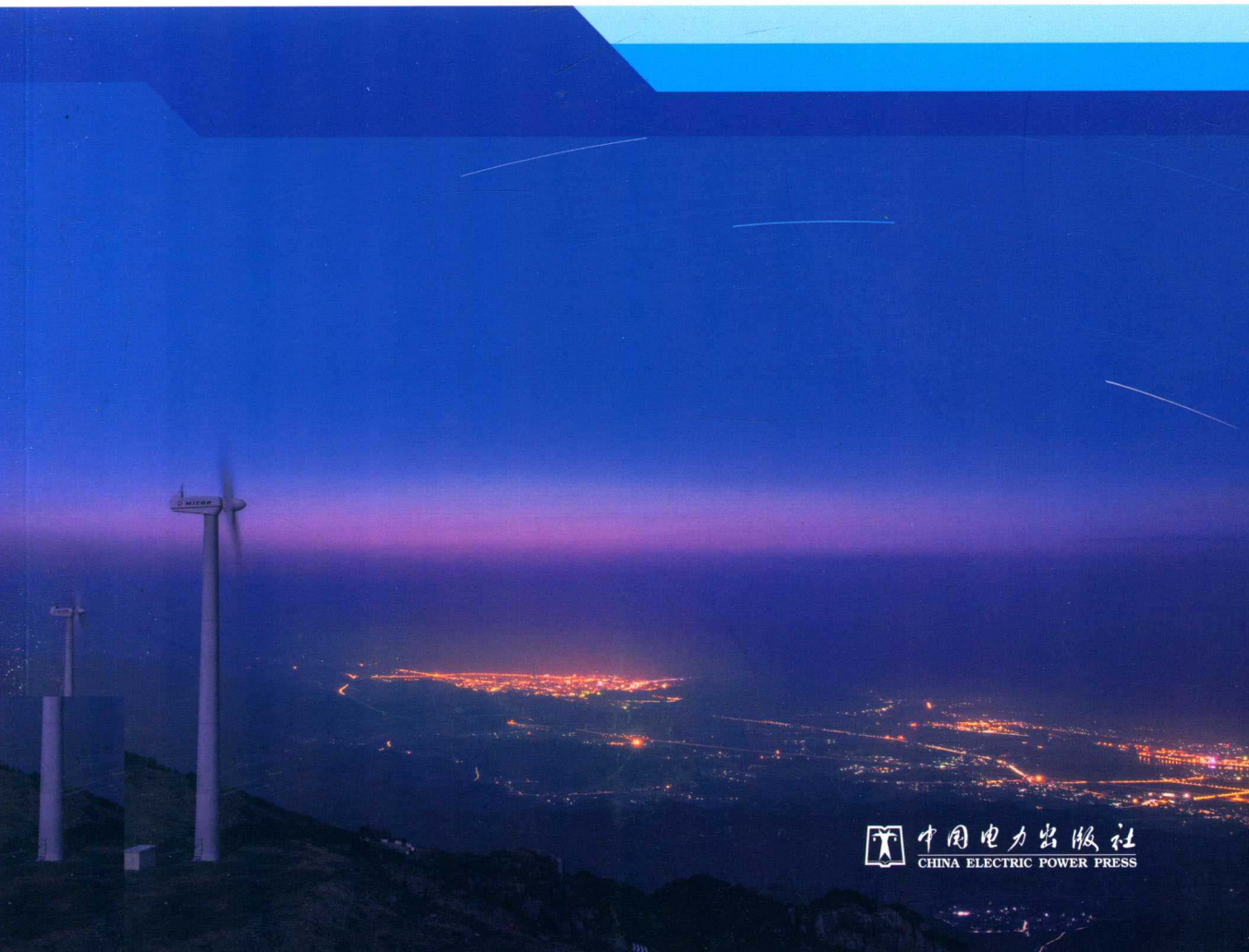
风力发电职业培训教材

Vocational Training Materials for Wind Farm

第三分册

风电场生产运行

Wind Farm Operation



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS



风力发电职业培训教材

Vocational Training Materials for Wind Farm

第三分册

风电场生产运行

Wind Farm Operation

龙源电力集团股份有限公司 编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

为了提高风电从业人员的职业技能水平,特编写了本套《风力发电职业培训教材》,该教材共分四个分册,《风力发电基础理论》《风电场安全管理》《风电场生产运行》《风力发电机组检修与维护》。

《风力发电运行管理》分册共分7章,内容包括风电场运行管理模式及主要工作内容、风电场电气设备、风电场运行监控、操作与故障处理、风电场巡视检查等运行管理制度和要求等内容。

本套教材内容丰富,图文并茂,条理清晰,实用性强,编写人员是有丰富经验的行业专家。本套书可作为风电行业新入职工、安全管理人员、风电场运行检修人员技能培训教材使用,也可供职业院校风电专业师生及从事风电行业的科研、技术人员自学使用。

图书在版编目(CIP)数据

风力发电职业培训教材.第3分册,风电场生产运行/龙源电力集团股份有限公司编. —北京:中国电力出版社,2016.3(2016.10重印)

ISBN 978-7-5123-8975-5

I. ①风… II. ①龙… III. ①风力发电-职业培训-教材 ②风力发电-发电厂-生产运行-职业培训-教材 IV. ①TM614 ②TM62

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第039953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)

北京天宇星印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2016年3月第一版 2016年10月北京第二次印刷

787毫米×1092毫米 16开本 14印张 318千字

印数3001—6000册 定价80.00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

编辑委员会

主任委员 李恩仪 黄群

常务副主任委员兼主编 张宝全

副主任委员兼副主编 吴金城 杜杰 张敏 岳俊红

朱炬兵 李力怀 夏晖 孙海鸿

秘书长 孙海鸿(兼)

委员 (按姓氏笔画排序)

王博 王贺 王延峰 邓杰

叶杭冶 田文奇 冯江哲 冯宝平

司松 朱耀春 朱辉玉 任淮辉

庄加利 刘钟淇 刘智益 刘瑞华

刘锦如 孙浩 江建军 汤涛祺

李晓雪 李闯 肖剑 吴声声

何灏 何文雄 宋中波 张冬平

张海涛 张悦超 张国珍 陈刚

陈默 范晓旭 和军梁 周世东

郎斌斌 赵小明 杨天宇 荣兴汉

宣安光 胡宾 胡鹏 胥佳

徐海华 郭慧东 唐元祥 陶钢正

黄晓杰 曹建忠 寇福平 曾繁礼

薛蕾 魏亮

序 言

随着以煤炭、石油为主的一次能源日渐匮乏，全球气候变暖、环境污染等问题的不断加剧，人类生存环境面临严峻挑战。有鉴于此，风力发电作为绿色清洁能源的主要代表，已成为世界各主要国家一致的选择，在全球范围内得到了大规模开发。龙源电力集团股份有限公司是中国国电集团公司所属，以风力发电为主的新能源发电集团，经过多年的快速发展，2015年6月底以1457万千瓦的风电装机规模，成为世界第一大风电运营商。

在风电持续十多年的开发建设中，风力发电设备日渐大型化，机型结构和控制策略日新月异，设备运行、检修和管理标准、规程逐步完善，并网技术初成系统。然而风电场地处偏远、环境恶劣、机型复杂、设备众多，人员分散且作业面广。随着装机容量和出质保机组数量的逐年增加，安全生产局面日趋严峻，如何加速培养成熟可靠的运行、检修人员，成为龙源电力乃至整个行业亟待解决的问题。

为强化风电运行和检修岗位人员岗位培训，龙源电力组织专业技术人员和专家学者，历时两年半，三易其稿，自主编著完成了《风力发电职业培训教材》。该套教材分为《风力发电基础理论》《风电场安全管理》《风电场生产运行》《风力发电机组检修与维护》四册，凝聚了龙源电力多年来在风电前期测风选址、基建工艺流程、安全生产管理以及科学技术创新的成果和积淀，填补了业内空白！

教材的主要特点有：一是突出行业特色，内容紧跟行业最新的政策、标准、规程及新设备、新技术、新知识、新工艺；二是立足岗位技能教育，贴合现场生产实际，结合风电运行、检修具体工作，图文并茂地介绍相应的知识和技能，在广度和深度上适用于各级岗位人员；三是文字通俗易懂，内容详略得当，具有一定的科普性。教材对其他机电类书籍已包含的内容不作详细介绍，不涉及深层次的风电研发、设计理论和推导，便于运检人员阅读和自学。

龙源电力作为国内风电界的领跑者，全球第一大风电运营商，国际一流的新能源上市公司，肩负着节能减排、开拓发展、育人成才的重任，上岗培训教材和其他系列培训教材的陆续出版将为风电行业的开发经营、人才培养起到积极作用！

编 者

前 言

风能是一种取之不尽的可再生能源。近几年来，我国的风力发电技术日趋成熟。目前，我国累计风电装机容量排名世界第一，这就需要加快培养风力发电专业人才的步伐。龙源电力集团股份有限公司是国内风力发电专业运营企业之一，为适应行业发展，其根据多年运营管理经验，组织编撰风电专业系列丛书，旨在提高行业基层技术人员工作技能，夯实企业经营管理基础，推进行业持续健康发展。

本书编者均为风力发电企业专业技术人员，通过多年从事风电企业运行工作实际经验，结合风力发电场运行工作标准中规定的工作要求，归纳、整理相关知识内容，编写出本书。本书可作为风力发电专业生产一线人员培训和自学的教材，也可作为风电技术人员的学习参考资料。

本书的写作特点是：结合风电企业运营实际工作要求，切实按照解决风电企业运营工作中“做什么、怎么做”的工作标准，强化一线生产人员的实际工作能力。从一线员工的工作岗位需求及后续发展能力培养出发，遵循以风电场生产运行过程为主线，以典型工作任务为导向设计课程的整体框架。为保证风电运行岗位所需知识与技能的完整性和实用性，依据专业基础知识来设置相关内容，本书分为7个章节，即风电场运行管理模式和主要工作内容、风电场电气设备、风电场运行监控、风电场运行操作、风电场巡视检查、风电场运行管理、风电场运行故障分析与事故处理，每个章节均为风电场现场运行人员在实际工作的必备业务知识。

本书第1章由冯宝平编写，第2章由吴金城、魏亮、江建军编写，第3章由岳俊红、徐海华编写，第4章和第5章由徐海华、司松编写，第6章由寇福平编写，第7章由江建军、魏亮编写；全书由杜杰、吴金城共同完成统稿并审定全书。

在本书的编写过程中，得到了龙源电力人力资源部朱炬兵、胡宾、汤涛祺的大力支持和帮助，多次组织专家审阅校核，才得以如期完成编写任务。同时，在编写过程中很多领导和专家也对本书提供了很多宝贵的经验和技术支持。在此一并表示真挚的感谢。在本书编写过程中，我们还参阅了大量参考文献和资料，但由于风力发电技术涉及面广，技术发展迅猛，知识更新快且编者水平局限，书中内容难免有不足和疏漏之处，恳请读者批评指正。

目 录

序 言
前 言

1	风电场运行管理模式和主要工作内容	1
1.1	风电场运行管理模式介绍	1
1.1.1	国内现有典型运行管理模式	1
1.1.2	运行管理模式的新方向和国外专业化管理介绍	3
1.2	风电场运行主要工作内容	5
1.2.1	输变电设备运行主要工作内容	5
1.2.2	风电机组运行主要工作内容	5
1.2.3	风电场其他运行主要工作内容	6
1.2.4	海上风电场运行工作的特殊要求	7
	思考题	7
2	风电场电气设备	8
2.1	电力系统及风电场电气系统	8
2.1.1	电力系统	8
2.1.2	电力系统的特点及其要求	9
2.1.3	电力系统的电压等级	9
2.1.4	风电场电气系统	11
2.1.5	风电机组电气系统	12
2.1.6	风电场接入系统若干技术要求	13
2.2	电气主接线	15
2.2.1	电气主接线的基本概念	15
2.2.2	电气主接线的基本形式	17
2.2.3	风电场电气主接线	18
2.3	电力系统中性点接地方式	19

2.3.1	中性点不接地系统	19
2.3.2	中性点经消弧线圈接地系统	20
2.3.3	中性点经电阻接地系统	21
2.3.4	中性点直接接地系统	21
2.3.5	风电场集电系统中性点接地方式	21
2.4	一次设备	22
2.4.1	变压器	22
2.4.2	箱式变电站	26
2.4.3	高压断路器	27
2.4.4	高压开关柜	31
2.4.5	高压负荷开关	32
2.4.6	高压隔离开关	34
2.4.7	高压熔断器	36
2.4.8	互感器	37
2.4.9	无功补偿设备	46
2.4.10	母线、绝缘子	53
2.4.11	电力电缆	58
2.4.12	组合电器	61
2.4.13	防雷设备	65
2.5	二次设备	68
2.5.1	二次接线图	68
2.5.2	继电保护及安全自动装置	71
2.5.3	微机监控系统	85
2.5.4	仪表及计量装置	87
2.5.5	电力调度通信与自动化	88
2.5.6	风电场通信系统	89
2.5.7	直流系统	90
	思考题	93

3 风电场运行监控

3.1	运行监控的主要内容	94
3.1.1	监视	94
3.1.2	控制	94
3.1.3	调整	95
3.2	风电场风电机组监控系统	95
3.2.1	系统构成	95
3.2.2	系统硬件及要求	97
3.2.3	系统数据管理	99

3.2.4	系统功能模块	100
3.2.5	应用实例	102
3.3	变电监控系统	106
3.3.1	变电监控系统主要功能	106
3.3.2	变电监控系统的结构	110
3.4	风电场有功功率和无功功率控制	114
3.4.1	有功功率的控制要求	114
3.4.2	有功功率的控制方式	115
3.4.3	有功功率的控制范围	116
3.4.4	有功功率的控制接口	116
3.4.5	无功功率的控制要求	116
3.5	风电场功率预测	117
3.5.1	风电场功率预测的意义	117
3.5.2	风电场功率预测的方法	118
3.6	风电场集中监控系统	119
3.6.1	风电场集中监控系统的作用	119
3.6.2	风电场集中监控系统的组成	119
	思考题	121

4 风电场运行操作

4.1	倒闸操作	122
4.1.1	电气设备的4种状态和调度术语	122
4.1.2	倒闸操作基本条件	124
4.1.3	倒闸操作的步骤	125
4.1.4	倒闸操作的注意事项	127
4.1.5	倒闸操作的技术原则	128
4.1.6	典型操作票	129
4.2	定期切换试验、检查和测量	129
4.2.1	风电场定期切换的设备和注意事项	130
4.2.2	风电场定期检查的设备和注意事项	130
4.2.3	风电场定期测量的设备和注意事项	131
4.2.4	定期切换试验和检查工作的其他注意事项	133

	思考题	134
--	-----------	-----

5 风电场巡视检查

5.1	巡视检查的方法和规定	135
5.1.1	巡视检查的方法	135

5.1.2	巡视检查的规定和注意事项	136
5.1.3	特殊巡视的重点检查项目	137
5.2	风电场主要电气设备的巡视检查项目	138
5.2.1	变压器的巡视检查项目	138
5.2.2	GIS、高压开关柜的巡视检查项目	139
5.2.3	高压断路器的巡视检查项目	139
5.2.4	隔离开关、母线的巡视检查项目	139
5.2.5	电压互感器、电流互感器的巡视检查项目	140
5.2.6	无功补偿装置、消弧线圈的巡视检查项目	140
5.2.7	直流系统、二次设备的巡视检查项目	141
5.2.8	输电线路的巡视检查项目	141
5.2.9	箱式变压器的巡视检查项目	142
5.2.10	测风塔的巡视检查项目	142
5.3	风电机组的巡视检查项目	142
5.3.1	风电机组基础及塔架的巡视检查项目	142
5.3.2	偏航系统的巡视检查项目	143
5.3.3	叶片与变桨系统的巡视检查项目	143
5.3.4	传动系统的巡视检查项目	144
5.3.5	发电机的巡视检查项目	144
5.3.6	液压系统及水冷系统的巡视检查项目	144
5.3.7	电控系统的巡视检查项目	145
5.3.8	其他巡视检查项目	145
	思考题	145

6 风电场运行管理 147

6.1	风电场运行管理制度	147
6.1.1	风电场工作制度	147
6.1.2	风电场安全工作制度	148
6.1.3	风电场运行工作制度	149
6.1.4	风电场备件管理制度	153
6.1.5	风电场交接班制度	156
6.1.6	风电场应具有规程制度	158
6.2	风电场运行技术管理	158
6.2.1	风电场技术档案管理	158
6.2.2	现场运行记录	160
6.2.3	风电场运行分析	165
6.2.4	风电场保护定值管理	165

6.2.5	风电场技术监督	166
6.2.6	风电场状态监测	168
6.2.7	风电场管理信息系统	171
6.2.8	风电场点检系统	171
6.3	风电场生产指标与运行资料	174
6.3.1	风电场应具备的记录台账	174
6.3.2	风电场数据储存	176
6.3.3	风电场安全生产指标统计	176
6.3.4	风电场报表清单	181
6.4	风电场班组建设	182
6.4.1	风电场班组生产组织	182
6.4.2	风电场班组工作要求	182
6.4.3	风电场班组文明生产	184
6.4.4	风电场班组安全管理	185
6.4.5	风电场班组技能培训	190
6.4.6	风电场班组劳动竞赛	191
6.4.7	风电场班组创新管理	192
6.4.8	风电场班组对标管理	193
6.4.9	风电场班组民主建设	195
	思考题	198

7 风电场运行故障分析与事故处理

7.1	风电场异常运行与事故处理基本要求	199
7.2	风电场输变电设备故障分析与事故处理	199
7.2.1	风电场输变电设备常见故障	199
7.2.2	电气设备火灾事故处理原则	200
7.2.3	变压器事故处理	200
7.2.4	互感器异常处理	202
7.2.5	集电线路故障处理	203
7.2.6	断路器、隔离开关异常运行与处理	203
7.2.7	避雷器异常运行与处理	204
7.2.8	电气系统谐振过电压	204
7.2.9	母线故障处理	204
7.2.10	电容器异常运行与处理	205
7.2.11	直流系统异常运行与处理	205
7.3	风电机组异常运行与事故处理	206
7.3.1	风电机组故障发生的一般性规律	206

7.3.2	风电机组故障分类	206
7.3.3	风电机组故障原因分析方法	206
7.3.4	风电机组故障的检查与分析	207
7.3.5	风电机组常见异常的分析处理	208
7.3.6	风电机组典型事故应对处理	210
	思考题	211
	参考文献	212

风电场运行管理模式和主要工作内容

从 21 世纪初以来，风力发电开始在全国范围内快速发展。2006 年，《中华人民共和国可再生能源法》颁布后，风力发电得以更加迅猛地发展。机组的单机容量从千瓦级发展到了兆瓦级，风力发电场（以下简称风电场）的规模也发展到了万千瓦级和十万千瓦级甚至百万千瓦级。随着风电场规模和数量的急剧扩大，风力发电企业对风电场运行管理的科学性、规范性和标准性都提出了更高的要求。

相比火力发电和水力发电，风力发电机组容量小、数量多、分布广、专业分工少、人员精简，因此在运行管理模式上与其他类型发电企业有着很大的区别。如何找到适合风电企业的运行管理模式不能一概而论，应结合风电场的规模、地理位置、数量分布、人员结构等特点综合考虑。为适应现代风电场运行管理的要求，风电行业的从业人员除应具备相关的专业知识和技能外，还应全面了解、掌握运行工作的内容和要求。本章将对风电场的运行模式和运行主要工作内容做一梳理，为风电企业确定风电场的运检模式提供参考。

1.1 风电场运行管理模式介绍

1.1.1 国内现有典型运行管理模式

目前，国内风电场的运行管理模式主要有运检合一、运检分离、运检外委、区域远程监控等管理模式。从实际情况看，容量十万千瓦及以下的风电场较多采用运检合一管理模式，容量十万千瓦以上风电场较多采用运检分离模式。部分企业在同一区域建立多个风场，存在点多面广、人员分散、资源不能有效利用的情况，因此采用了远程集中控制、区域检修维护、现场少人值守、规范统一管理的集中监控管理模式。

1. 运检合一模式

运检合一模式是指风电场运检人员同时负责风电场运行、检修工作，风电场运检人员由场长管理。此种模式下，运行和检修人员无明确分工，共同负责风电场的安全运行与检修维护。该模式对现场人员综合能力要求较高，要求现场人员具备倒闸操作、设备运行参数及告警信息监视、风电机组运行数据统计与分析、设备巡检、异常故障处理、风机定检、风机维护、设备异常状况分析、变电设备简单维修的能力。该种模式下运检人员综合技能水平提高较快，有利于综合技能人才的培养，企业管理机构相对简单。



2. 运检分离模式

随着风电场规模的不断扩大,当达到一定规模后,运检合一模式就逐渐显现出运检人员检修工作量过大、专业分工不明确等诸多问题。为找到更合适的运检模式,风电企业开始尝试运检分离模式,它是指运行人员负责风电场升压站及风电机组的运行检查和现场复位及其他基础性管理工作,检修人员负责风电机组检修工作的一种模式,运检分离又可分为3种模式。但无论哪种分离模式都对风电企业的人员管理和设备管理提出了更高的要求。

(1) 风电场级的运检分离,即在一个风电场内分运行班组与检修班组。这种分离模式目前在国内应用较多,从专业划分角度出发,运行检修各尽所责,有利于提高风电机组的维护管理水平和变电设备的运行管理水平。缺点是由于风电场人员数量有限,大型检修工作对场内检修人员的要求较高,队伍建设需要相当长的时间,检修人员只在一个场内流动,不利于对有多个风电场的风电企业人才资源的利用。

(2) 公司级的运检分离,即一个风电企业建立自己公司级的检修队伍,专门负责公司内各风电场风电机组的检修工作,风电场的运行工作由风电场自行负责开展。该种模式克服了风电场级运检分离的缺点,从专业分工及人才资源利用角度出发具有较大的优势,尤其适合风电场数量多、机型少的风电企业。该模式的缺点是人才队伍建设需要较长时间,风电场企业的检修管理相对复杂。

(3) 检修外委的运检分离,专业的风电机组检修维护公司目前有两种形式,一种是承揽各个故障风电机组的维修工作,收取维修费用;另一种是以年为单位承包风电机组每年的定检和维护工作,风电公司以年为单位付给专业公司承包费,检修维护公司承包风电机组后,必须保证该年度所有风电机组的正常运行,如果出现风电机组故障和损坏,维护成本超出了承包费,也将由检修维护公司承担。这种模式下,检修维护公司必须有很强的技术力量和专用工具,以满足检修的需要。

(4) 运检分离的总体优势。

1) 运检分离,可以解决风电企业机构臃肿、人力资源浪费等情况,满足企业减员增效的要求,提高企业全员劳动生产率。可以解决新建单位技术力量不足和检修维护人员配置问题,节约了大量人力和物力。同时,解决了制造厂家技术封锁等问题。

2) 按照传统管理模式,运行和检修是两个平行的生产管理部门,但还是“一家人”。检修质量的验收仍然属于自己检修、自己监督、自己验收,不符合现代化管理的要求。实行“运检分离”,对检修维护公司的检修实现全过程管理和监督,做到规范化管理,风电公司可以集中精力做好定检维护、科技、技改项目的管理工作。

3) 成立专业化、社会化检修队伍,可以逐步做到备品备件和专用工器具的集中管理。社会化、网络化管理更可以减少资金积压、库存压力、人员开支和检测费用。

3. 运检外委模式

风力发电机组(以下简称风电机组)是按照无人值守、高度自动化、高可靠性原则设计的发电设备。而现阶段国内大多数风电公司仍按照旧的管理体制来管理,检修人员的编制和风电机组的检修按老的设备大、小修管理办法来安排。因此当风电机组运转进入平稳期后,平时的设备维护工作量少,检修人员任务不饱满。而当风电机组需要批量检修时,工作量又大量增加,检修人员又显不足,往往因抢工期而忽略安全和质量。随着装机容量



的不断增加,此种矛盾更加突出。

随着国内风电产业的不断发展,风电场的建设规模越来越大,一些专业投资公司也开始更多地涉足风电产业。而有些风电企业由于自身检修力量不够,因此更希望将维护检修工作委托给专业检修公司,或是只愿意参与风电场的运行管理,而不希望进行具体运行维护工作。业主便将风电场的运行维护工作部分或者全部委托给专业检修公司负责。目前,这种运行管理方式在国内还处于起步阶段。

(1) 运检外委的优势。

一般来说,外包维修要比自行维修便宜,不仅可以减少检修费用,还能使员工的工作量保持均衡。运行人员兼顾维修工作,负责正常的运行和一般缺陷消除。而定检、科技项目、技改工程等委托专门的检修公司进行。这样做有如下优势:

1) 专业公司人员稳定、技术力量雄厚、工器具齐全、检修经验丰富。相对于风电公司来说能更快、更好、更省、更专业地完成各项检修维护任务。

2) 风电公司人员结构更加合理,避免了机构人员臃肿,提高了效率,减少了成本,符合精简机构和缩减人员的要求。

3) 运行人员参与检修工作有利于运行人员熟悉和了解设备和存在的问题,从而提高运行水平。同时运行人员能够及时发现问题并采取措施,可以避免问题的扩大,减少了维修工作量和成本,确保了设备安全运行。

(2) 运检外委的不足。

无论是建立独立的检修公司还是委托管理,目的是走专业化管理道路。在实际操作中,由于种种复杂的关系,常使委托合同流于形式,难以严格执行,服务质量大受影响,使得专业化管理难以真正实现。实行运检外委管理模式,业主可能要面临以下一些主要问题:

- 1) 单位千瓦维护成本较高,一次性支付金额较大。
- 2) 技术监督工作完全依赖或受控于外委单位。
- 3) 运行工作完全依赖于外委单位,不利于运行经验的积累。
- 4) 生产指标统计准确性和分析深度受影响。
- 5) 外委单位理解和适应业主的管理思路需要一段时间。

1.1.2 运行管理模式的新方向和国外专业化管理介绍

1. 区域远程监控模式

区域远程监控模式,即根据实际情况划定某一区域实施集中监控,实现全部机组的远程启停操作控制。随着风电企业发展到一定规模,如何管理好已有风电场,是风力发电公司生产管理中的重要问题,集中化、区域化管理模式可以有效地改善和解决目前生产模式中存在的一些问题。SCADA的逐步完善也为远控系统的实现提供了条件,利用基于信息化平台的生产管理系统,人们全面系统地提出了“远程集中控制、区域检修维护、现场少人值守、规范统一管理”这一新型风电企业生产运行管理模式,即将多个风电场运行工况和生产信息统一接入一个控制室实现集中控制,做到风电场的少人值守或无人值守运行,实现经济运行。

区域检修维护,即统一实现区域巡检和维护,建立区域巡检维护队伍,实施分级检



修,实现巡检、维护和检修的一体化、专业化管理。风电企业大多具有项目分布范围广、现场维护周期长的特点,客观上增加了风电检修的成本和难度,因此需要建立独立的区域检修部门。这种做法的好处是结合风电企业部分项目呈区域集中的特点,一方面可以为风力发电企业减员增效,另一方面可以利用风电维护工作不均衡的特点,使专业检修合理分配检修任务。专业化管理不仅可以避免任务的不均衡,还能提高检修质量和安全可靠性。

集中监控系统投运初期,集控中心主要是对风电场设备的运行状况进行监视,培养和提高集控中心人员的技术水平和业务能力;设备主要操作仍然以风电场运行人员为主,集控中心则只进行一些计划内试验性和演习性的简单操作。风电场运行人员将视集中监控系统运行状况和集控中心人员技术水平的状况,有计划地逐步减少,最终取消风电场的运行值班,只保留少数的值守人员。采用先进的网络技术确保网络安全运行,在设计、招标、施工、运行管理等各个环节充分考虑网络安全问题,制定具体的技术措施、组织措施、管理措施。

合理解决集中监控系统与各风机厂家的通信接口规约问题。在风机设备招标协议中,要与厂家明确风机对外接口的标准及版本,提供接口数据类型和更新率要求,确保通信接口满足远程监控的安全及技术要求。已投产项目要与厂商沟通、协调好相关技术问题。风电管理模式在新能源企业中具有通用性,可以广泛应用于中小水电和太阳能产业。

在实现远程集中监控和区域集中巡检维护后,适时减少现场人员,实施生产现场少人值守。现场留守人员仅负责完成设备停送电、倒闸操作、设置安全措施、简单缺陷处理以及安全保卫等职能。

规范统一管理,在全企业层面建立一套符合新能源特色的安全生产管理制度,编制统一的规章、制度、规程及考核标准,统一管理模式,统一管理要求,实现优势互补、资源共享。

与现有一些风电管控模式相比,实施“远程集中监控、区域检修维护、现场少人值守、规范统一管理”的生产运行管理新模式后,一是提供了信息共享、技术支持、信息化管理平台,实现了对不同控制系统的风机在同一平台下统一监控、统一管理和调度,使风电场效率达到最大化,有效提高了风电发电效率;二是优化人力资源配置,集中现有优秀风电专业技术人才于集控中心,充分发挥专业人才潜力,为风电运行提供强有力的技术保障;三是提高风电生产工艺过程自动化程度,降低劳动强度,提高劳动效率;四是便于决策人员及时掌控所有风电场的生产运行,及时做出正确的判断,提高管理层指导风电场生产工作的及时性、针对性和科学性;五是人员配置和机构设置将比实施前大幅减少,交通车辆、外购电量、生活消耗、基建成本等也将有所下降。

2. 国外专业化管理介绍

在国外,由于发电设备维修的社会化和专业化体系已日臻完善,因此风电机组的维护保养甚至运行等都已实现社会化和专业化管理。所谓社会化,就是将设备日常维护保养工作交由社会公用的专业检修公司来承担。专业化是指专业检修公司通过合同方式,按区域或风电机组类别对风电企业进行设备检修。例如,美国企业一般都由第三方专业公司来负责运行和维护,自己仅负责日常的故障排除和一些临修工作,定期检修或者大修则由专业公司来完成。这些公司包括咨询顾问公司、检修公司、备品备件公司等。在德国,专业化



和社会化的维修服务也相当普及。专业化公司可以提供全面的维修改造咨询, 维修计划编制与实施、监理, 设备安装及改造, 事故分析处理等。法国的企业也已普及推行专业化的维修服务, 中小发电企业一般不设置专门的维修部门, 大型企业也只配备少量维修人员, 维修任务大多依靠社会力量。

1.2 风电场运行主要工作内容

风电场的运行工作主要包括输变电设备、风电机组及其他相关设备的运行。

1.2.1 输变电设备运行主要工作内容

风电场的输变电设备将风电以高电压、大电流方式输送到电网, 对这些高压设备的操作并确保这些设备工作正常就是输变电设备运行所要做的工作。

风电场地处偏远, 自然环境都较为恶劣, 输变电设施在设计时就应充分考虑到高温、严寒、高风速、沙尘暴、盐雾、雨雪、冰冻、雷电等恶劣气象条件对输变电设备的影响。风电场的输变电设施地理位置分布相对比较分散, 设备负荷变化较大, 规律性不强, 并且设备高负荷运行时往往气象条件比较恶劣, 这就要求运行人员在日常的运行工作中应加强巡视检查的力度。在巡视时应配备相应的检测、防护和照明设备, 以保证工作的正常进行。

与风电设备的运行相似, 输变电设备的运行工作主要包括电气设备的运行状态监视、运行操作、巡视及常见故障判断处理。

(1) 运行状态监视。

输变电设备的所有运行状态都通过变电监控计算机呈现, 运行人员需要对这些设备的运行参数和运行状态进行监视, 发现异常及时处理。

(2) 运行操作。

电气设备的倒闸操作是运行人员的一大工作内容。另外, 设备的定期切换试验、定期检查、设备的参数调节和更改, 包括系统电压和功率的调节等都属于运行操作的范畴。

(3) 巡视。

运行人员需要定时对电气设备进行巡视, 观察设备运行中是否有异常现象, 如异常气味、异常光亮等现象, 判断设备的健康状态。

(4) 常见故障判断处理。

升压站变电设备的可靠性日益提高, 但输变电系统的常见故障并不会消失, 运行人员必须掌握常见故障的处理方法, 如直流系统接地的故障查找、小电流接地系统单相接地的故障查找、设备缺陷的认定与查找等。

1.2.2 风电机组运行主要工作内容

风电机组的日常运行工作主要包括通过中控室的监控计算机, 监视风电机组的各项参数变化及运行状态, 并按规定填写风电场运行日志。当发现异常现象时, 应对该机组的运行状态连续监视, 根据实际情况采取相应的处理措施。遇到常规故障, 应及时通知维护人