

FENGLI FADIANCHANG BINGWANG
ANQUANXING PINGJIA YIJU

风力发电场并网 安全性评价依据

国家电力监管委员会安全监管局 编
国家电力监管委员会东北监管局



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

FENGLI FADIANCHANG BINGWANG
ANQUANXING PINGJIA YIJU

风力发电场并网 安全性评价依据

国家电力监管委员会安全监管局 编
国家电力监管委员会东北监管局



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

风力发电场并网安全性评价,作为电力安全生产监督管理工作的重要手段,对全面诊断和评价风电场并网运行安全保障能力,维护电网和并网风电场安全稳定运行有着十分重要的意义。为进一步加强风电场安全生产监督管理,有效开展风力发电场并网安全性评价工作,国家电力监管委员会组织制定了《风力发电场并网安全条件及评价规范》。

本书针对《风力发电场并网安全条件及评价规范》,详细给出了必备条件和评价项目查评依据的出处和具体条款,以方便风电企业工作人员开展风力发电场并网安全条件自查、有关专家现场开展风力发电场并网安全性评价时查阅使用。

本书可供电力安全生产监督管理人员和有关机构专业技术人员在风电场并网安全性评价中阅读使用,也可供风电企业开展风电安全检查和技能培训时参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

风力发电场并网安全性评价依据/国家电力监管委员会安全监管局,国家电力监管委员会东北监管局编. —北京:中国电力出版社,2012.8

ISBN 978-7-5123-3414-4

I. ①风… II. ①国…②国… III. ①风力发电-安全评价 IV. ①TM614

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 194876 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](http://www.cepp.sgcc.com.cn))

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2012 年 9 月第一版 2012 年 9 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 15 印张 364 千字

印数 0001—3000 册 定价 60.00 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

编写人员名单

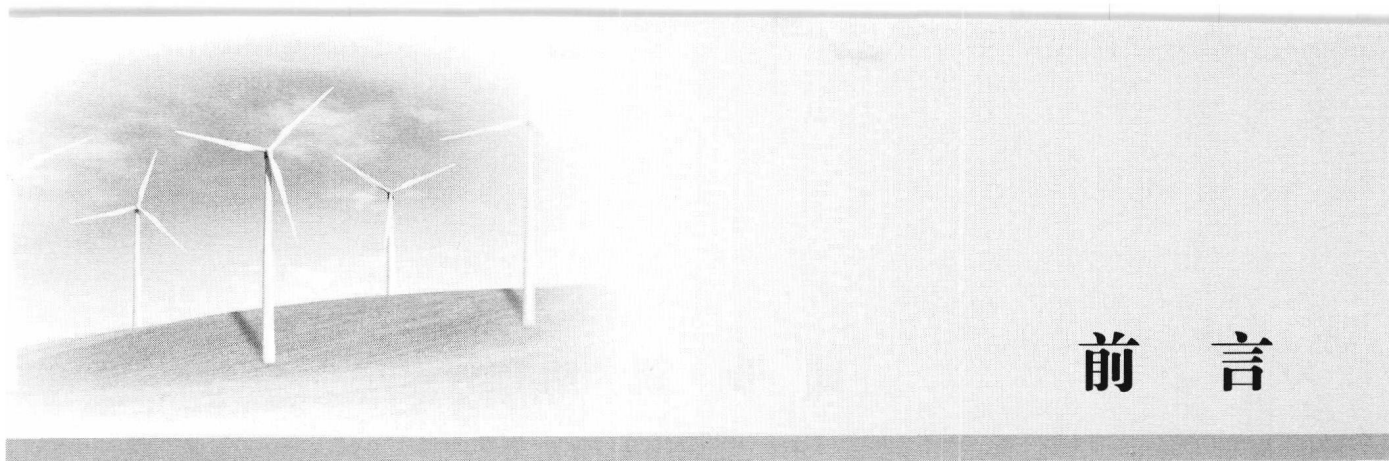
主 编 韩 水 池建军

副 主 编 苑 舜 李 晔 吴茂林 闫振宏

编写组成员 李清江 戴方涛 赵 杰 杨丽君

徐 哲 牟 琳 苗冬子 盛天鹰

吕 忠



前 言

近年来,我国风电产业持续快速发展。“十一五”期间风电装机容量连续五年翻番,成为全球风电装机规模第一大国。随着风电发展,风电企业和风电设备制造企业迅速成长,配套电网建设不断加强,风电市场规模不断扩大、整体运行态势良好,为我国能源结构调整战略的顺利实施和节能减排目标的实现作出了重要贡献。

风电作为一个新兴产业,既给电力行业带来了发展机遇,也带来了新的挑战。2011年初发生的几起风电机组大规模脱网事故,暴露出了风电发展过程中存在的一些问题。为了进一步加强风电安全监管工作,国家电力监管委员会(简称电监会)先后印发了《关于切实加强风电场安全监督管理遏制大规模风电机组脱网事故的通知》和《关于加强风电安全工作的意见》,编制《风力发电场并网安全条件及评价规范》,并开展了风电场并网安全性评价,组织了全国风电安全大检查,发布《风电安全监管报告(2011年)》披露存在的问题,提出加强风电安全监督管理的措施和建议。

作为风电安全监管的重要手段,风力发电场并网安全性评价工作能够实现对风电场并网运行安全保障能力的全面诊断和评价,对确保电网和并网风电场的安全稳定运行十分重要。为了进一步提高风电场并网安全性评价工作效果,电监会安全监管局和东北监管局共同梳理《风力发电场并网安全条件及评价规范》所引用的国家法律法规和标准规范,认真整理各项并网安全条件及评价项目查评依据的出处和具体条款,最终汇编成册,形成了《风力发电场并网安全性评价依据》。

希望本书能为风电企业、有关评价机构和电力监管机构开展风电场并网安全性评价工作提供有益帮助,为有效加强风电安全监管工作、切实提高风电场并网安全运行水平发挥积极作用。

编 者
2012年3月

编 制 说 明

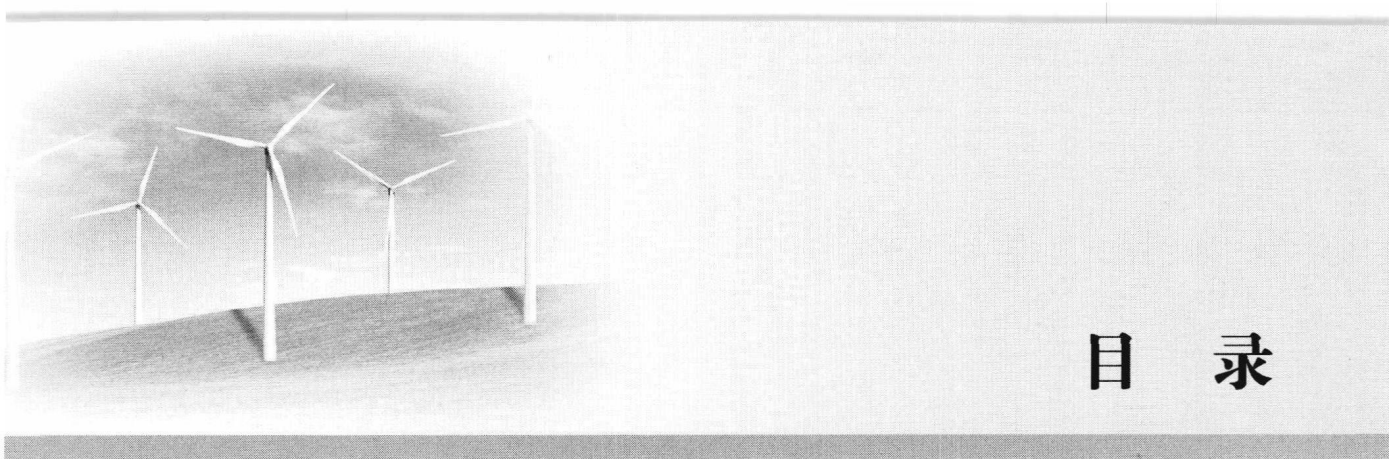
1. 本书按照国家电力监管委员会 2011 年 9 月发布的《风力发电场并网安全条件及评价规范》评价项目的序号编排。

2. 为检索方便，在编排上评价项目序号及内容采用黑体，引用标准、规定、文件等名称用宋体加粗字体，引用标准、规定、文件内容一律用宋体。

3. 同一评价项目的依据，按各有关标准和反措内容分别集中编排，且同一标准或反措的有关内容仍按原条文序号编排。

4. 查评时，若本书引用的标准、规定、文件等已修订或作废，请以新版本为准。标准之间有矛盾时，一般以颁发日期较后者为准。

5. 引用的标准没有指明具体条款的，只将引用标准名称列入。引用的标准内容中提出参见其他标准的，一般不再编入本书。



目 录

前言
编制说明

1	必备条件	1
---	------	---

2	评价项目	81
---	------	----

5.1	电气一次设备	82
-----	--------	----

5.1.1	风力发电机组	82
-------	--------	----

5.1.2	高压变压器	96
-------	-------	----

5.1.3	涉网高压配电装置	120
-------	----------	-----

5.1.4	过电压	132
-------	-----	-----

5.1.5	接地装置	142
-------	------	-----

5.1.6	涉网设备的外绝缘	146
-------	----------	-----

5.2	电气二次设备	149
-----	--------	-----

5.2.1	继电保护及安全自动装置	149
-------	-------------	-----

5.2.2	电力系统通信	158
-------	--------	-----

5.2.3	调度自动化	165
-------	-------	-----

5.2.4	直流系统	169
-------	------	-----

5.3	安全管理	181
-----	------	-----

5.3.1	现场规章制度	181
-------	--------	-----

5.3.2	安全生产监督管理	183
-------	----------	-----

5.3.3	技术监督管理	184
-------	--------	-----

5.3.4	应急管理	196
-------	------	-----

5.3.5	电力二次系统安全防护	200
-------	------------	-----

5.3.6	反事故措施制定与落实	203
-------	------------	-----

5.3.7	安全警示标志	204
-------	--------	-----

附录 A	风力发电场并网安全条件及评价规范 办安全〔2011〕79 号	206
------	--------------------------------	-----

附录 B	关于加强风电安全工作的意见 电监安全〔2012〕16 号	225
------	------------------------------	-----

附录 C	关于切实加强风电场安全监督管理遏制大规模风电机组脱网事故的通知 办安全〔2011〕26 号	229
------	--	-----



必备条件

1

【4.1】新、改、扩建风电场应具有齐全的立项审批文件，按规定经政府有关部门核准。

【依据 I】《中华人民共和国可再生能源法（修正案）》（中华人民共和国主席令第 23 号）第十三条

第十三条 国家鼓励和支持可再生能源并网发电。

建设可再生能源并网发电项目，应当依照法律和国务院的规定取得行政许可或者报送备案。

建设应当取得行政许可的可再生能源并网发电项目，有多人申请同一项目许可的，应当依法通过招标确定被许可人。

【依据 II】《国务院关于投资体制改革的决定》（国发〔2004〕20 号）第二条

二、转变政府管理职能，确立企业的投资主体地位

（一）改革项目审批制度，落实企业投资自主权。彻底改革现行不分投资主体、不分资金来源、不分项目性质，一律按投资规模大小分别由各级政府及有关部门审批的企业投资管理做法。对于企业不使用政府投资建设的项目，一律不再实行审批制，区别不同情况实行核准制和备案制。其中，政府仅对重大项目和限制类项目从维护社会公共利益角度进行核准，其他项目无论规模大小，均改为备案制，项目的市场前景、经济效益、资金来源和产品技术方案等均由企业自主决策、自担风险，并依法办理环境保护、土地使用、资源利用、安全生产、城市规划等许可手续和减免税确认手续。

【4.2】风电场应与所在电网调度机构按有关规定签订《并网调度协议》。

【依据 I】《中华人民共和国电力法》（主席令第 60 号）第二十二条

第二十二条 国家提倡电力生产企业与电网、电网与电网并网运行。具有独立法人资格的电力生产企业要求将生产的电力并网运行的，电网经营企业应当接受。

并网运行必须符合国家标准或者电力行业标准。

并网双方应当按照统一调度、分级管理和平等互利、协商一致的原则，签订并网协议，确定双方的权利和义务；并网双方达不成协议的，由省级以上电力管理部门协调决定。

【依据 II】《中华人民共和国可再生能源法（修正案）》（主席令第 23 号）第十四条

第十四条 国家实行可再生能源发电全额保障性收购制度。

国务院能源主管部门会同国家电力监管机构和国务院财政部门，按照全国可再生能源开发利用规划，确定在规划期内应当达到的可再生能源发电量占全部发电量的比重，制定电网企业优先调度和全额收购可再生能源发电的具体办法，并由国务院能源主管部门会同国家电力监管机构在年度中督促落实。

电网企业应当与按照可再生能源开发利用规划建设，依法取得行政许可或者报送备案的可再生能源发电企业签订并网协议，全额收购其电网覆盖范围内符合并网技术标准的可再生能源并网发电项目的上网电量。发电企业有义务配合电网企业保障电网安全。

电网企业应当加强电网建设，扩大可再生能源电力配置范围，发展和应用智能电网、储

能等技术，完善电网运行管理，提高吸纳可再生能源电力的能力，为可再生能源发电提供上网服务。

【依据Ⅲ】《电网运行规则（试行）》（电监会 22 号令）第十八条

第十八条 发电厂需要并网运行的，并网双方应当在并网前签订并网调度协议。

电网与电网需要互联运行的，互联双方应当在互联前签订互联调度协议。

并网双方或者互联双方应当根据平等互利、协商一致和确保电力系统安全运行的原则签订协议并严格执行。

【依据Ⅳ】《电网运行准则》（DL/T 1040—2007）第 5.1.1、5.1.2 条

5. 并网、联网与接入条件

5.1 并网程序

5.1.1 拟并网方应该与电网企业根据平等互利、协商一致和确保电力系统安全运行的原则签订《并网调度协议》。互联电网各方在联网前应签订电网互联调度协议等文件。

5.1.2 《并网调度协议》的基本内容包括但不限于：双方的责任和义务、调度指挥关系、调度管辖范围界定。

【依据Ⅴ】《并网调度协议（示范文本）》（国家电力监管委员会、国家工商行政管理总局）

【4.3】当风电场并网点电压波动和闪变、谐波、三相不平衡等电能质量指标满足国家标准的规定时，风电场运行频率在规程要求的偏离范围内，风电场并网点电压在额定电压的 90%~110% 范围内，风力发电机组应能正常运行。风电场电能质量应满足规程要求，电压偏差、电压变动、闪变和谐波在规定的范围内。

【依据Ⅰ】《电网运行准则》第 5.2.2、5.2.3、5.2.4 条

5.2.2 特殊情况下，系统频率在短时间内可能上升到 51Hz 或下降到 48Hz。发电厂和其他相关设备的设计应保证发电厂和其他相关设备运行特性满足以下要求：

- a) 在 48.5Hz~50.5Hz 范围内能够连续运行。
- b) 在 48Hz~48.5Hz 范围内，每次连续运行时间不少于 300s，累计运行不少于 300min。
- c) 在 50.5Hz~51Hz 范围内，每次连续运行时间不少于 180s，累计运行不少于 180min。

5.2.3 电网电压偏差。在电力系统的每个并网点，电力系统电压偏差应符合 SD 325 和 GB 12325 的要求。在事故等特殊情况下，电力系统电压可以不受上述标准限制。

5.2.4 电压波形质量。电网使用者向电网注入的谐波应当不超过国家标准和电力行业标准。接入电力系统的所有设备，应该能够承受下列范围内谐波和三相不平衡导致的电压波形畸变：

- a) 谐波含量。在计划停电和故障停电 48.5 条件下（除非发生异常工况）电力系统谐波应符合 GB/T 14549 要求；
- b) 三相不平衡。电力系统三相不平衡量应符合 GB/T 15543 的要求；
- c) 电压波动。接入设备对并网点电压波动的影响应符合 GB 12326 的要求。

【依据Ⅱ】《风电场接入电力系统技术规定》第 10.1、10.2、11.1、11.2、11.3 条

10 风电场运行适应性

10.1 电压范围

10.1.1 当风电场并网点电压在标称电压的 90%~110%之间时,风电机组应能正常运行;当风电场并网点电压超过标称电压的 110%时,风电场的运行状态由风电机组的性能确定。

10.1.2 当风电场并网点的闪变值满足 GB/T 12326、谐波值满足 GB/T 14549、三相电压不平衡度满足 GB/T 15543 的规定时,风电场内的风电机组应能正常运行。

10.2 频率范围

风电场应在表 3 所示电力系统频率范围内按规定运行。

表 3 风电场在不同电力系统频率范围内的运行规定

电力系统频率范围	要 求
低于48Hz	根据风电场内风电机组允许运行的最低频率而定
48Hz~49.5Hz	每次频率低于 49.5Hz 时要求风电场具有至少运行 30min 的能力
49.5Hz~50.2Hz	连续运行
高于50.2Hz	每次频率高于 50.2Hz 时,要求风电场具有至少运行 5min 的能力,并执行电力系统调度机构下达的降低出力或高频率切机策略,不允许停机状态的风电机组并网

11 风电场电能质量

11.1 电压偏差

风电场并网点电压正、负偏差绝对值之和不超过标称电压的 10%,正常运行方式下,其电压偏差应在标称电压的-3%~+7%范围内。

11.2 闪变

风电场所接入公共连接点的闪变干扰值应满足 GB/T 12326 的要求,其中风电场引起的长时间闪变值 P_L 的限值应按照风电场装机容量与公共连接点上的干扰源总容量之比进行分配。

11.3 谐波

风电场所接入公共连接点的谐波注入电流应满足 GB/T 14549 的要求,其中风电场向电力系统注入的谐波电流允许值应按照风电场装机容量与公共连接点上具有谐波源的发/供电设备总容量之比进行分配。

【依据Ⅲ】《大型风电场并网设计技术规范》第 4.0.4.1、5.4、6.3 条

4.0.4 风电场及所接入的公共连接点配置的无功容量应结合风电场实际接入系统情况,通过风电场接入系统无功专题研究来确定,应按照分层分区的原则进行配置,并应具有灵活的无功调节能力与检修备用。无功配置须满足如下要求:

1 在公共电网电压处于正常范围内时,风电场应能控制并网点电压偏差在额定电压的-3%~+7%范围内。

5.4 风电场电能质量

5.4.1 当风电场所接入的公共连接点的闪变值满足国家标准 GB/T 12326—2008《电能质

量 电压波动和闪变》、谐波值满足国家标准 GB/T 14549、三相不平衡度满足国家标准 GB/T 15543—2008《电能质量 三相电压不平衡》的规定时，风电场应能正常运行。

5.4.2 风电场在所接入的公共连接点引起的电压变动 d (%) 应当满足表 5.4.2 的要求。

表 5.4.2 电压变动限值

r (次/h)	d (%)
$r \leq 1$	3
$1 < r \leq 10$	2.5
$10 < r \leq 100$	1.5
$100 < r \leq 1000$	1

注： d 表示电压变动，为电压方均根值曲线上相邻两个极值电压之差，以系统标称电压的百分数表示；
 r 表示电压变动频度，指单位时间内电压变动的次数（电压由大到小或由小到大各算一次变动）。
不同方向的若干次变动，如间隔时间小于 30ms，则算一次变动。

5.4.3 风电场所接入的公共连接点的闪变干扰值应满足 GB 12326—2008《电能质量 电压波动和闪变》的要求。风电场引起的公共连接点上长时间闪变值按照风电场装机容量与公共连接点上的干扰源总容量之比进行分配。

5.4.4 风电场所接入的公共连接点的谐波注入电流应满足 GB/T 14549。风电场向公共连接点注入谐波电流允许值按照风电场装机容量与公共连接点上具有谐波源的发供电设备总容量之比进行分配。

6.3 频率调节

- 6.3.1 电网频率变化在 49.5Hz~50.5Hz 范围内时，风电机组应具有连续运行的能力。
- 6.3.2 电网频率低于 47.5Hz 时，风电机组的持续运行能力根据风电机组允许运行的最低频率而定。
- 6.3.3 电网频率变化在 47.5Hz~49.5Hz 范围内时，风电机组应具有至少运行 10min 的能力。
- 6.3.4 电网频率变化在 50.5Hz~51Hz 范围内时，风电机组应具有至少运行 2min 的能力。

【依据Ⅳ】《电能质量 电压波动和闪变》

【依据Ⅴ】《电能质量 三相电压不平衡》

【依据Ⅵ】《电能质量 公用电网谐波》

【依据Ⅶ】《电能质量 电力系统频率允许偏差》

【依据Ⅷ】《电能质量 供电电压偏差》

【依据Ⅸ】《风力发电机组电能质量测量和评估方法》

【依据 X】《风电场电能质量测试方法》

【4.4】风电机组应具有低电压穿越能力。风电场并网点电压跌至 20%标称电压时，风电机组应保证不脱网连续运行 625ms；风电场并网点电压在发生跌落后 2s 内恢复到标称电压的 90%时，风电机组应保证不脱网连续运行。对电力系统故障期间没有切出的风电机组，应具有有功功率在故障清除后快速恢复的能力，自故障清除时刻开始，以至少 10%额定功率/秒的功率变化率恢复至故障前的状态。

【依据 I】《关于切实加强风电场安全监督管理 遏制大规模风电机组脱网事故的通知》第二条

二、并网运行风电场应满足接入电力系统的技术规定，风电机组必须具备低电压穿越能力。已经并网运行风电场要进行风电机组低电压穿越能力核查，不具备低电压穿越能力的要尽快制定切实可行的低电压穿越能力改造计划，督促设备制造厂商配合实施。尚未投入运行的风电场，在并网前必须具备低电压穿越能力。

电网企业应加强风电机组低电压穿越检测能力建设，确保风电机组低电压穿越检测工作顺利开展。

【依据 II】《国家能源局关于加强风电场并网运行管理的通知》第三条

三、提高并网运行风电机组的低压穿越能力。新核准并网运行的风电机组应严格按照《风电机组并网检测管理暂行办法》的要求，具备低电压穿越能力并通过有关机构的检测认证。已并网运行的风电机组，具备低电压穿越能力的应在年底前完成调试，确保该功能正常开放；不具备低电压穿越能力的机组和风电场，开发企业应会同设备制造企业尽快制订切实可行的技术方案，在一年内完成设备或风电场的改造，使其符合并网运行要求。未按规定完成改造的风电机组和风电场，不得并网运行。

【依据III】《风电场接入电力系统技术规定》第 9.1、9.3 条

9 风电场低电压穿越

9.1 基本要求

图 1 为风电场的低电压穿越要求。

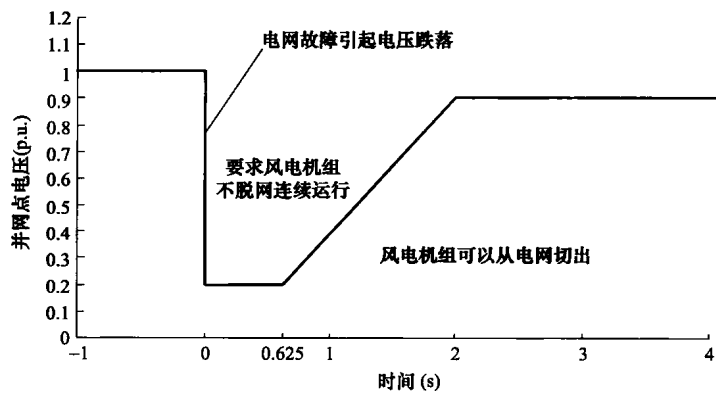


图 1 风电场低电压穿越要求

a) 风电场并网点电压跌至 20%标称电压时, 风电场内的风电机组应保证不脱网连续运行 625ms。

b) 风电场并网点电压在发生跌落后 2s 内能够恢复到标称电压的 90%时, 风电场内的风电机组应保证不脱网连续运行。

9.3 有功恢复

对电力系统故障期间没有切出的风电场, 其有功功率在故障清除后应快速恢复, 自故障清除时刻开始, 以至少 10%额定功率/秒的功率变化率恢复至故障前的值。

【依据IV】《大型风电场并网设计技术规范》第 6.4 条

6.4 低电压穿越

6.4.1 风电机组应具有低电压穿越能力。风电机组低电压穿越能力的技术要求如图 1 所示。

注: 风电场并网点电压在图中电压轮廓线以上, 风电机组应具有不间断并网运行的能力; 并网点电压在图中电压轮廓线以下时, 风电场内风电机组允许从电网切出。

6.4.2 风电机组应具有在并网点电压跌至 20%额定电压时能够维持并网运行 625ms 的低电压穿越能力。

6.4.3 风电场并网点电压在发生跌落后 2s 内能够恢复到额定电压的 90%时, 风电机组应具有不脱网连续运行的能力。

6.4.4 对电力系统故障期间没有切出的风电机组, 应具有有功功率在故障清除后快速恢复的能力, 自故障清除时刻开始, 以至少 10%额定功率/秒的功率变化率恢复至故障前的状态。

【依据V】《风力发电机组 第 1 部分: 通用技术条件》第 4.1.3 条

4.1.3 机组输出端电网条件

- 电压范围为额定电压 (1+/-10%);
- 频率范围为额定频率 (1+/-2%);
- 电压对称性, 即电压不平衡值应保持在电压负序分量与正序分量的比例不超过 2%;
- 每年电网停电应少于 20 次, 每次最长停电持续时间应不超过 1 周。

【4.5】风电场无功容量配置和无功补偿装置(含滤波装置)选型配置符合相关标准, 其响应能力、控制策略应满足电力系统运行需求。装置应无缺陷, 交接试验项目应齐全, 试验结果合格, 并按规定周期进行预防性试验。

【依据 I】《关于切实加强风电场安全监督管理 遏制大规模风电机组脱网事故的通知》第三条

三、并网运行风电场, 无功容量配置和有关参数整定应满足系统电压调节需要, 对于配置的无功补偿装置要切实做到运行可靠。无功补偿装置不能按要求投入、无法正常调节的, 风电场要尽快实施整改。

《依据Ⅱ》《国家能源局关于加强风电场并网运行管理的通知》第二条

二、加强风电场并网运行管理。风电开发企业应规范风电场无功补偿装置运行管理，按照要求配备无功补偿和调节装置并保障其正常运转，确保所属各风电场严格按照国家和行业相关标准并网运行，并具备承受一定的过电压的能力。要深入研究和完善改造场内升压站，实现风电场汇集线单相故障的快速切除，避免故障扩大。

《依据Ⅲ》《电气装置安装工程电气设备交接试验标准》（GB 50150—2006）第 19 条

19.0.1 电容器的试验项目，应包括下列内容：

- 1 测量绝缘电阻；
- 2 测量耦合电容器、断路器电容器的介质损耗角正切值 $\tan\delta$ 及电容值；
- 3 耦合电容器的局部放电试验；
- 4 并联电容器交流耐压试验；
- 5 冲击合闸试验。

19.0.2 测量耦合电容器、断路器电容器的绝缘电阻应在二极间进行，并联电容器应在电极对外壳之间进行，并采用 1000V 绝缘电阻表测量小套管对地绝缘电阻。

19.0.3 测量耦合电容器、断路器电容器的介质损耗角正切值 $\tan\delta$ 及电容值，应符合下列规定：

- 1 测得的介质损耗角正切值 $\tan\delta$ 应符合产品技术条件的规定；
- 2 耦合电容器电容值的偏差应在额定电容值的 $-5\% \sim +10\%$ 范围内，电容器叠柱中任何两单元的实测电容之比与这两单元的额定电压之比值的倒数之差不应大于 5%；断路器电容器电容值的偏差应在额定电容值的 $\pm 5\%$ 范围内。对电容器组，还应测量各相、各臂及总的电容值。

19.0.4 耦合电容器的局部放电试验，应符合下列规定：

- 1 对 500kV 的耦合电容器，当对其绝缘性能或密封有怀疑而又有试验设备时，可进行局部放电试验。多节组合的耦合电容器可分节试验；
- 2 局部放电试验的预加电压值为 $0.8U_m \times 1.3U_m$ ，停留时间大于 10s；降至测量电压值为 $1.1U_m/\sqrt{3}$ ，维持 1min 后，测量局部放电量，放电量不宜大于 10pC。

19.0.5 并联电容器的交流耐压试验，应符合下列规定：

- 1 并联电容器电极对外壳交流耐压试验电压值应符合表 19.0.5 的规定；
- 2 当产品出厂试验电压值不符合表 19.0.5 的规定时，交接试验电压应按产品出厂试验电压值的 75% 进行。

表 19.0.5 并联电容器交流耐压试验电压标准

额定电压（kV）	<1	1	3	6	10	15	20	35
出厂试验电压（kV）	3	6	8/25	23/30	30/42	40/55	50/65	80/95
交接试验电压（kV）	2.25	4.5	18.76	22.5	31.5	41.25	48.75	71.25
注：斜线下的数据为外绝缘的干耐受电压。								

19.0.6 在电网额定电压下,对电力电容器组的冲击合闸试验,应进行3次,熔断器不应熔断;电容器组中各相电容的最大值和最小值之比,不应超过1.08。

【依据Ⅳ】《电力设备预防性试验规程》(DL/T 596—1996)第12条

12.1 高压并联电容器、串联电容器和交流滤波电容器

12.1.1 高压并联电容器、串联电容器和交流滤波电容器的试验项目、周期和要求见表29。

表29 高压并联电容器、串联电容器和交流滤波电容器的试验项目、周期和要求

序号	试验项目	周 期	要 求	说 明
1	极对壳绝缘电阻	1) 投运后1年内 2) 1~5年	不低于2000MΩ	1) 串联电容器用1000V绝缘电阻表,其他用2500V绝缘电阻表 2) 单套管电容器不测
2	电容值	1) 投运后1年内 2) 1~5年	1) 电容值偏差不超出额定值的-5%~+10%范围 2) 电容值不应小于出厂值的95%	用电桥法或电流电压法测量
3	并联电阻值测量	1) 投运后1年内 2) 1~5年	电阻值与出厂值的偏差应在±10%范围内	用自放电法测量
4	渗漏油检查	6个月	漏油时停止使用	观察法

12.1.2 定期试验项目见表29中全部项目。

12.1.3 交流滤波电容器组的总电容值应满足交流滤波器调谐的要求。

12.2 耦合电容器和电容式电压互感器的电容分压器

12.2.1 耦合电容器和电容式电压互感器的电容分压器的试验项目、周期和要求见表30。

表30 耦合电容器和电容式电压互感器的电容分压器的试验项目、周期和要求

序号	试验项目	周 期	要 求	说 明
1	极间绝缘电阻	1) 投运后1年内 2) 1~3年	一般不低于5000MΩ	用2500V绝缘电阻表
2	电容值	1) 投运后1年内 2) 1~3年	1) 每节电容值偏差不超出额定值的-5%~+10%范围 2) 电容值大于出厂值的102%时应缩短试验周期 3) 一相中任两节实测电容值相差不超过5%	用电桥法

续表

序号	试验项目	周 期	要 求	说 明
3	$\tan\delta$	1) 投运后 1 年内 2) 1~3 年	10kV 下的 $\tan\delta$ 值不大于 下列数值: 油纸绝缘 0.005 膜纸复合绝缘 0.002	1) 当 $\tan\delta$ 值不符合要求时, 可在额定电压下复测, 复测值如符合 10kV 下的要求, 可继续投运 2) 电容式电压互感器低压电容的试验电压值自定
4	渗漏油检查	6 个月	漏油时停止使用	用观察法
5	低压端对地绝缘电阻	1~3 年	一般不低于 100M Ω	采用 1000V 绝缘电阻表
6	局部放电试验	必要时	预加电压 $0.8 \times 1.3U_m$, 持续时间不小于 10s, 然后在测量电压 $1.1U_m/\sqrt{3}$ 下保持 1min, 局部放电量一般不大于 10pC	如受试验设备限制预加电压可以适当降低
7	交流耐压试验	必要时	试验电压为出厂试验电压的 75%	

12.2.2 定期试验项目见表 30 中序号 1~5。

12.2.3 电容式电压互感器的电容分压器的电容值与出厂值相差超出 $\pm 2\%$ 范围时, 或电容分压比与出厂试验实测分压比相差超过 2%时, 准确度 0.5 级及 0.2 级的互感器应进行准确度试验。

12.2.4 局部放电试验仅在其他试验项目判断电容器绝缘有疑问时进行。放电量超过规定时, 应综合判断。局部放电量无明显增长时一般仍可用, 但应加强监视。

12.2.5 带电测量耦合电容器的电容值能够判断设备的绝缘状况, 可以在运行中随时进行测量。

12.2.5.1 测量方法: 在运行电压下, 用电流表或电流变换器测量流过耦合电容器接地线上的工作电流, 并同时记录运行电压, 然后计算其电容值。

12.2.5.2 判断方法:

- 计算得到的电容值的偏差超出额定值的 $-5\% \sim +10\%$ 范围时, 应停电进行试验。
- 与上次测量相比, 电容值变化超过 $\pm 10\%$ 时, 应停电进行试验。
- 电容值与出厂试验值相差超出 $\pm 5\%$ 时, 应增加带电测量次数, 若测量数据基本稳定, 可以继续运行。

12.2.5.3 对每台由两节组成的耦合电容器, 仅对整台进行测量, 判断方法中的偏差限值均除以 2。本方法不适用于每台由三节及四节组成的耦合电容器。

12.3 断路器电容器

断路器电容器的试验项目、周期和要求见表 31。