

CET

中国电力技术市场协会标准

CET

海上风电场无功资源配置与自动电压控制 技术导则

Technical guidelines for reactive power resource allocation and
automatic voltage control in offshore wind farms

(征求意见稿)

20XX—XX—XX 发布

20XX—XX—XX 实施

中国电力技术市场协会

发

目 次

前 言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 无功容量 3

 4.1 无功电源 3

 4.2 无功容量配置 3

5 故障穿越 3

 5.1 基本要求 3

 5.2 低电压穿越 3

 5.3 高电压穿越 4

6 无功补偿装置 5

7 电压控制 6

 7.1 控制对象 6

 7.2 控制目标 6

 7.3 控制模式 6

8 无功电压控制系统 7

 8.1 基本要求 7

 8.2 海上风电场无功电压控制策略 7

 8.3 功能要求 7

9 无功电压控制系统的监测与考核 9

 9.1 监测数据 9

 9.2 无功和电压监测装置 9

 9.3 无功和电压考核 9

10 海上风电场无功电压控制系统的数据交互 错误！未定义书签。

附 录 A （资料性附录） 海上风电场无功配置和控制示意图 11

附 录 B （资料性） 基本采集信息表 12

前 言

标准按照(标准)GB/T1.1——2020《标准化工作导则第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由...组织提出。

本文件主要起草单位：...。

本文件主要起草人：...。

海上风电场无功资源配置与自动电压控制技术导则

1 范围

本文件规定了海上风电场中的无功容量配置、故障穿越要求、无功电压控制系统要求以及系统的检测与考核等。

本文件适用于 110kV 及以上电压等级线路接入电力系统的海上风电场。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应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 12326-2008 电能质量 电压波动和闪变

GB/T 14549-1993 电能质量 公用电网谐波

GB/T 15543-2008 电能质量 三相电压不平衡

GB/T 19963-2011 风电场接入电力系统技术规定

GB/T 24337-2009 电能质量 公用电网间谐波

NB/T 10321-2019 风电场监控系统技术规范

Q/GDW 1392—2015 风电场接入电网技术规定

Q/GDW 1878-2013 风电场无功配置及电压控制技术标准

Q/GDW 11274-2014 风电无功电压自动控制技术规范

Q/GDW 11410—2015 海上风电场接入电网技术规定

Q/CSG 1211004-2016 南方电网风电场无功补偿及电压控制技术规范

3 术语和定义

3.1

海上风电场 offshore wind farm

由一批海上风电机组或风电机组群（包括机组单元变压器）、汇集线路、主升压变压器及其他设备组成且主升压变压器在海上平台的发电站。

3.2

海上风电场并网点 point of connection of offshore wind farm

与公共电网直接连接的海上风电场陆上开关站高压侧母线或节点。

3.3

海上风电场送出线路 transmission line of offshore wind farm

从海上风电场并网点至公共电网的输电线路。

3.4

海上风电场有功功率 active power of offshore wind farm

海上风电场输入到并网点的有功功率。

CET

3.5

海上风电场无功功率 reactive power of offshore wind farm

海上风电场输入到并网点无功功率。

3.6

海上风电场低电压穿越 low voltage ride through of offshore wind farm

当电网事故或扰动引起并网点电压跌落时，在规定的电压跌落范围和时间间隔内，海上风电场能够保证不脱网连续运行。

3.7

海上风电场高电压穿越 high voltage ride through of offshore wind farm

当电网事故或扰动引起并网点电压升高时，在规定的电压升高范围和时间间隔内，海上风电场能够保证不脱网连续运行。

3.8

海上风电场无功电源 reactive power source of offshore wind farm

海上风电场内的风电机组、并联电容器、并联电抗器、静止无功补偿器、静止无功发生器等无功补偿装置。

3.9

海上风电场无功容量 reactive power compensation capacity of offshore wind farm

海上风电场内全部无功电源的无功容量总和，可分为容性无功容量和感性无功容量。

3.10

海上风电场动态无功电流响应时间 response time of offshore wind farm dynamic reactive current

自并网点电压升高或者降低达到触发设定值开始，直到海上风电场动态无功电流实际输出值的变化量达到控制目标值与初始值之差的 90%所需的时间。响应特性曲线示意图如图 A.1 所示。

3.11

海上风电场动态无功电流调节时间 regulation time of offshore wind farm dynamic reactive current

自并网点电压升高或者降低达到触发设定值开始，直到海上风电场动态无功电流实际输出值的变化量达到并保持在控制目标值与初始值之差的 95%~105%范围内所需的最短时间。如图 A.1 所示。

3.12

海上风电场无功电压控制系统 reactive power and voltage control system of offshore wind farm

海上风电场无功电压控制系统指利用计算机系统、通信网络和可控制的无功设备，根据电网实时运行工况以及控制策略，对海上风电场中海上升压站在内的无功电压调节设备进行在线控制，以实现合理的无功电压分布。

3.13

风电机组监控系统 supervision and control system for wind generators

以计算机技术和通信技术为基础对风电机组运行过程进行实时监测和控制的系统。

3.14

海上风电场升压站监控系统 supervision and control system for offshore wind farm step-up station

是指监测海上升压站实时数据，并对海上升压站进行控制的系统。

3.15

动态无功补偿装置 dynamic reactive power compensation equipment

是指风电场用于产生无功，调节高压母线电压，综合治理电压波动和闪变、谐波以及电压不平衡的设备，包括静止动态无功补偿装置（static var compensator 简称 SVC）和静止无功发生器（static var generator 简称 SVG）等。

3.16

电力调度机构 power system dispatch department

是指负责电力系统运行的组织、指挥、指导和协调的单位。

4 无功容量

4.1 无功电源

4.1.1 海上风电场的无功电源包括风电场中的风电机组和无功补偿装置，无功补偿装置包括并联电容器、并联电抗器、静止无功补偿器、静止无功发生器等。海上风电场应在风电场集中配置无功补偿装置，在综合考虑各种发电出力水平和接入系统各种运行工况下的暂态、动态过程来配置足够的动态无功补偿容量，并充分利用风电机组的无功容量及其调节能力。

4.1.2 风电机组应满足功率因数在超前 0.95~滞后 0.95 的范围内动态可调。当风电机组的无功容量不能满足系统电压调节需要时，应在风电场集中加装适当容量的无功补偿装置，其中动态无功补偿装置的容量应不小于总补偿容量的 50%。

4.1.3 在升压变压器低压侧配置的无功补偿装置主要补偿场内汇集线路、主变压器的无功，无升压变压器风电场应在汇集点配置无功补偿装置；送出线路上应配置的高压电抗器主要补偿线路的充电无功。

4.2 无功容量配置

4.2.1 海上风电场的无功容量应按照分（电压）层和分（供电）区基本平衡的原则进行配置，并满足检修备用要求。

4.2.2 对于直接接入公共电网的海上风电场，其配置的容性无功容量除能够补偿并网点以下风电场汇集系统及主变压器的感性无功损耗外，还要能够补偿风电场满发时送出线路一半的感性无功损耗；其配置的感性无功容量能够补偿风电场自身的容性充电无功功率及风电场送出线路一半的充电无功功率。

4.2.3 对于通过 220kV（或 330kV）风电汇集系统升压至 500kV（或 750kV）电压等级接入公共电网的海上风电场群中的风电场，其配置的容性无功容量除能够补偿并网点以下风电场汇集系统及主变压器的感性无功损耗外，还要能够补偿风电场满发时送出线路的全部感性无功损耗；其配置的感性无功容量能够补偿风电场自身的容性充电无功功率及风电场送出线路的全部充电无功功率。

4.2.4 海上风电场配置的无功装置类型及其容量范围应结合风电场实际接入情况，通过风电场接入电网无功电压专题研究来确定

5 故障穿越

5.1 基本要求

海上风电场在动态无功支撑下应具备低电压穿越能力和高电压穿越能力。

5.2 低电压穿越

5.2.1 基本要求

图 1 为对海上风电场低电压穿越的要求。

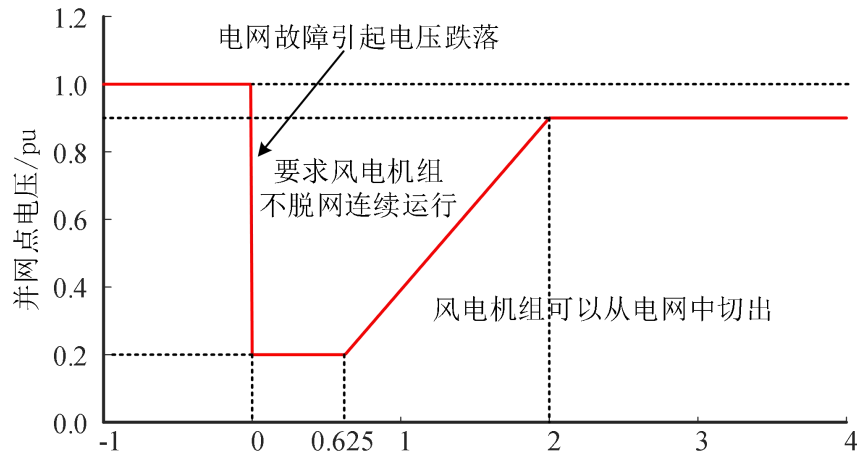


图 1 海上风电场低电压穿越要求

- a) 当海上风电场内风电机组跌落至 20%额定电压时，风电机组应能保证不脱网连续运行 625ms。
- b) 并网点电压跌落后在 2s 内恢复至 90%额定电压以上时，风电机组能够保证不脱网连续运行。

5.2.2 故障类型及考核电压

电网发生不同类型故障时，若并网点考核电压在图 1 中电压轮廓线及以上的区域，海上风电机组应保证不脱网连续运行；否则，允许海上风电机组切出。

针对不同故障类型的考核电压如表 1 所示：

表 1 海上风电场低电压穿越考核电压

故障类型	考核电压
三相短路故障	并网点线电压
两相短路故障	并网点故障两相的线电压
单相接地短路故障	并网点故障相的相电压

5.2.3 动态无功支撑能力

当电网发生三相短路故障引起电压跌落时，海上风电场在低电压穿越过程中应具有以下动态无功支撑能力：并网点电压处于标称电压的 20%~90%区间内时，海上风电场应通过注入无功电流支撑电压恢复；自并网点电压跌落出现的时刻起，海上风电场动态无功电流响应时间不大于 60ms，最大超调量不大于目标值的 20%，海上风电场动态无功电流调节时间不大于 150ms，无功电流注入持续时间不应少于该低电压持续的时间；海上风电场注入电网的动态无功电流如式（1）所示。

$$I_T \geq 1.5 \times (0.9 - U_T) I_N, (0.2 \leq U_T \leq 0.9)$$
 (1)

式中： I_T 为海上风电场注入电网的动态无功电流； U_T 为海上风电场并网点电压标么值； I_N 为海上风电场额定电流。

5.3 高电压穿越

5.3.1 基本要求

海上风电场高电压穿越基本要求如表 2 所示。

表 2 海上风电场高电压穿越运行时间要求

并网点工频电压值/p.u.	运行时间
$1.10 < U_T \leq 1.15$	10s
$1.15 < U_T \leq 1.20$	具有每次运行 200ms 的能力
$1.20 < U_T$	允许退出运行

5.3.2 海上风电场无功动态调整的响应速度应与场内风电机组高电压穿越能力相匹配，确保在调节过程中风电机组不因高电压而脱网。

6 无功补偿装置

6.1 基本要求

在电网正常运行情况下（电压偏差值在额定电压的-3%~+7%内），海上风电场无功补偿装置应适应电网各种运行方式变化和运行控制要求。

6.2 响应时间

6.2.1 海上风电场配置的并联电容器/电抗器、调压式无功补偿装置响应时间应不大于 2s。

6.2.2 海上风电场内动态无功补偿装置响应时间应不大于 30ms；动态无功补偿装置应具有自动调节功能，且其电容器、电抗器支路在紧急情况下能被快速正确投切。

6.3 技术性能要求

6.3.1 无功输出能连续平滑的从容性满发变化到感性满发，从感性满发变化到容性满发。

6.3.2 无功补偿装置可在恒无功、恒电压及恒功率因数等控制模式之间灵活、平稳切换。

6.3.3 无功补偿装置的目标控制点应为海上风电场并网点。

6.3.4 恒无功运行模式且系统稳态下，无功输出和设定值之间偏差的绝对值不大于设定值的 5%，或不大于额定感性输出容量的 2%。

6.3.5 恒电压运行模式且系统稳态下，并网点电压与设定值的控制偏差的绝对值≤ 设定值的 1%。

6.3.6 恒功率因数运行模式且系统稳态下，功率因数波动范围≤3%。

6.3.7 无功补偿装置扰动检测时间≤15ms。

6.3.8 无功补偿装置系统调节时间≤100ms。

6.3.9 无功补偿装置注入测量点的谐波电流限值参照 GB/T 14549。无功补偿装置向测量点注入的谐波电流允许值应按照无功补偿装置容量与该测量点上具有谐波源的发/供电设备总容量之比进行分配。

6.3.10 无功补偿装置可调部分最大出力下本体损耗不超过额定容量的 2.5%，无功补偿装置可调部分最小出力下本体损耗不超过额定容量的 0.8%。

6.3.11 投切电容器/电抗器组时，每组投切引起的母线暂态电压波动应≤ 2%，稳态电压波动应≤ 1%。同时，为防止投切引起有载调压变压器分接头频繁波动，每组投切引起的母线稳态电压波动也不宜大于变压器每级步长电压的 75%。

6.3.12 同一升压站的多套无功补偿装置之间应具备协调控制能力，其暂态响应满足同步性和一致性的要求。

6.3.13 无功补偿装置应具备接受无功电压控制系统的指令、自动调整无功出力的功能，满足无功电压控制系统协议及统一接口的要求。

6.3.14 无功补偿装置应具备欠压和过压运行能力，应与风电机组的低电压和高电压穿越能力相配合。

6.3.15 无功补偿装置应具备故障录波功能及数据文件的查阅功能。

6.4 运行要求

CET

6.4.1 在电网故障或异常情况下，海上风电场并网点升高时，高压电抗器应按照表 3 中的要求运行。

表 3 不同电压水平下高压电抗器运行时间要求

并网点工频电压值/p.u.	运行时间
$U_T \leq 1.10$	应能持续稳定运行
$1.10 < U_T \leq 1.15$	具有每次运行 20min 的能力
$1.15 < U_T \leq 1.20$	具有每次运行 30min 的能力
$1.20 < U_T$	允许退出运行

6.4.2 风电场内动态无功补偿装置应按照表 4 中的要求运行。

表 4 不同电压水平下高压电抗器运行时间要求

并网点工频电压值/p.u.	运行时间
$0.2 \leq U_T \leq 0.9$	不少于低电压持续时间
$0.9 < U_T \leq 1.10$	连续
$1.10 < U_T \leq 1.15$	具有每次运行 5min 的能力
$1.15 < U_T \leq 1.20$	具有每次运行 1min 的能力
$1.20 < U_T$	允许退出运行

7 电压控制

7.1 控制对象

风电场内的各类无功调节设备，包括但不限于：风电机组、动态无功补偿装置、电容/电抗器以及海上升压站主变分接头等。

7.2 控制目标

7.2.1 海上风电场并网点电压正、负偏差绝对值之和不应超过标称电压的 10%，在公共电网电压处于正常范围内时，海上风电场应当能够控制并网点电压在标称电压的 97%~+107%范围内。

7.2.2 当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。

7.2.3 当并网点电压的闪变值满足 GB/T 12326、谐波值满足 GB/T 14549、间歇谐波值满足 GB/T 24337、三相不平衡度满足 GB/T 15543 的规定时，海上风电场应能正常运行。

7.2.4 维持场内无功平衡，并保留较大的动态无功裕度。

7.2.5 降低风电场发电系统网损。

7.3 控制模式

7.3.1 风电场的无功电源应具有多种控制模式，包括恒无功功率控制、恒功率因数控制和恒电压控制等，具备根据调度指令自动切换控制模式的能力。

7.3.2 风电场的海上升压站的主变压器宜采用有载调压变压器，以用于在无功备用不足的情况下调节系统电压。

7.3.3 具备远方/就地两种控制方式：

a) 在远方控制模式下，风电无功电压控制系统追踪电力调度机构下发的无功/电压控制目标；

b) 在就地控制方式下，风电无功电压控制系统按照预先给定的风电场并网点电压目标曲线进行跟踪控制。

7.3.4 海上风电场电压控制可按系统级、设备级支持以下控制模式：

- a) 开环控制：给出海上风电场无功电压控制策略供运行方式的分析使用，不发送控制指令。
- b) 闭环控制：给出海上风电场无功电压控制策略，通过 SCADA 系统发送遥控遥调命令，并根据反馈信息改变控制指令。

8 无功电压控制系统

8.1 基本要求

- 8.1.1 海上风电场应配置无功电压控制系统。系统主要由风电无功电压控制中心、风电机组监控系统、升压站监控系统、动态无功补偿装置等共同参与，如图 A.2 所示。风电场无功电压控制系统跟随电力调度机构的电压控制指令，参与大规模风电场集中接入区域电网的全局稳定控制，而风电场无功电压控制系统维持风电场自身电压合格，提高对风电的消纳能力，保证风机连续不脱网的稳定运行。
- 8.1.2 海上风电场无功电压控制系统，具备无功功率及电压控制能力。在电网正常运行或者扰动后动态恢复过程中，根据电力调度机构指令，风电场无功电压控制系统自动调节其发出（或吸收）的无功功率，实现对并网点电压或无功功率的控制，其控制速度应能满足系统电压调节的要求。
- 8.1.3 海上风电场的无功控制应符合国家有关技术标准和行业标准，满足电力二次系统安全防护规范的要求。
- 8.1.4 海上风电场的无功控制应实现对并网点的母线电压和各风机母线端电压控制，控制目标的实现必须满足国家有关技术标准和行业标准。
- 8.1.5 海上风电场的无功控制必须保证用于闭环控制数据的完整性、一致性和准确性，必须保证控制指令和动作行为的安全性、稳定性和可靠性。
- 8.1.6 海上风电场的无功控制应确保连续、稳定运行，各功能模块必须在指定的周期内有序地完成闭环控制的全部过程，保证闭环控制的实时性和有效性。
- 8.1.7 海上风电场的无功控制应满足与各相关系统间的互联的要求，其结构设计应注重系统的可维护性，并提供系统自身运行状态的实时监视信息。

8.2 海上风电场无功电压控制策略

- 8.2.1 海上风电场无功电压控制策略应能够协调控制风电机组、动态无功补偿设备、电容/抗器等无功调节设备，快速跟随无功电压控制中心下发的控制目标；
- 8.2.2 策略应优先调节速度快的设备，调整较慢的设备应随后跟进，保证风电场留有充足的动态（调节速度较快的）无功补偿容量，从而最大化风场的无功动态调节储备，提高风电场抵抗电压异常波动的能力；
- 8.2.3 当场内 SVC/SVG 无功、风机无功以及电容/电抗器无功出力均达到极限，仍不能满足电力调度机构下发的并网点母线电压控制需求时，海上风电场无功电压控制系统应给出调节主变分接头调节提示信息；
- 8.2.4 在电网暂态情况下，风电机组和动态无功补偿装置可以自主动作，快速调节无功。
- 8.2.5 控制约束
 - a) 风电机组机端电压上下限约束、风电机组无功/功率因素上下限约束；
 - b) 海上升压站各级母线电压上下限约束、分接头可调档位约束；
 - c) 动态无功补偿装置的无功出力约束；
 - d) 场内可投电容器、电抗器的组数约束；
 - e) 场内电容器、电抗器、分接头等设备的动作次数、动作时间间隔等约束。

8.3 功能要求

CET

8.3.1 设备控制限制

海上风电场无功电压控制策略满足以下对设备控制的限制；

- a) 能够对场内无功设备的控制次数及时间间隔进行设置，防止设备频繁调节；
- b) 能够分时段设置无功设备控制次数限制；
- c) 能够对主变分接头可对调档位以及调档次数的限制进行设置；
- d) 能够对控制设备的状态与控制策略进行校核，防止对已投运的电容/电抗器控合或对已退出的电容/电抗器控分等；
- e) 能够对无功设备的控制步长进行设置，防止控制对电网产生大的波动。

8.3.2 控制闭锁

海上风电场无功电压控制系统应充分考虑场内各设备的安全，在设备出现异常时应能自动报警并闭锁无功电压控制。当出现以下情况之一者，海上风电场无功电压控制系统自动闭锁，给出告警，正常后恢复调节功能；

- a) 并网点母线（节点）电压越限闭锁值；
- b) 电力调度机构下发的指令异常；
- c) 与风机监控系统通信故障；
- d) 与海上升压站主变监控系统通信故障。

8.3.3 异常处理

a) 具备报警处理功能，当海上风电场无功电压控制系统运行异常闭锁时能自动报警，停止分配结果输出，并形成事件记录；

b) 无功设备具备自动转就地控制功能。当超过一定时间无法接收到系统下发的控制指令或指令通不过校验时，无功设备应报警并自动切换到就地控制模式。

c) 具备安全闭锁功能，当设备出现异常时应能自动闭锁，退出自动控制，并给出告警，正常后恢复自动控制。

8.3.4 实时数据处理

a) 能够处理实时数据的量测质量位，防止使用无效量测。

b) 系统应具有对遥测数据中的不良数据进行检测和辨识的能力。

8.3.5 记录、统计以及查询

系统应具备以下记录、统计以及查询功能：

a) 能够记录所有控制方案、控制命令以及控制设备动作情况，实现控制设备相关控制信息的统计与分析功能；

b) 能够记录海上风电场内各无功设备的控制次数、动作次数、正确动作次数、拒动次数，并可分时段统计查询；

c) 能够记录中枢点和考核点的电压，以及考核点的无功和功率因数；

d) 能够记录系统设备或控制装置的运行状态，并进行统计和评估；

e) 能够分时段统计电压合格率、功率因数合格率；

f) 能够记录和统计系统各项性能指标；

g) 能够记录告警、闭锁原因以及人员操作等事件。

系统对上述记录以及统计的数据均提供查询功能。

8.3.6 系统性能指标

a) 月可用率: $\geq 99\%$;

其中, 月可用率 = $\frac{\text{系统功能月正常运行小时数}}{\text{全月小时数}} \times 100\%$ 。

b) 月控制合格率: $\geq 99\%$;

其中, 月合格率 = $\frac{\text{月控制总次数} - \text{月拒动次数}}{\text{月控制总次数}} \times 100\%$ 。

c) 单次控制计算时间: ≤ 1 秒;

d) 与风机监控系统通信周期: ≤ 5 秒;

e) 与海上升压站监控系统通信周期: ≤ 5 秒;

f) 与 SVC/SVC 装置通信周期: ≤ 5 秒;

g) 与电力调度机构通信周期: ≤ 10 秒;

h) 风电场并网点无功的控制跟踪偏差: $\leq 1\text{MVar}$;

i) 风电场并网点电压的控制跟踪偏差: $\leq 0.2\text{kV}$ 。

9 无功电压控制系统的监测与考核

海上风电场应具有对场内当前无功电压信息进行监视的功能, 并以直观的方式展示监视结果, 至少包括以下功能:

9.1 监测数据

9.1.1 监视范围包括控制区域的无功电源与无功负荷、线路的无功潮流、中枢点及考核点的电压、以及考核点无功及功率因数等, 能根据参数设置在有关监视目标越限时给出告警。

9.1.2 能根据 SCADA 数据, 实时统计海上风电场全系统和各控制区域的无功备用, 并进行分层分类统计, 能根据参数设置在无功备用不足时告警并提示。

9.1.3 对于重要母线可用曲线方式给出无功电压的实时变化情况。

9.1.4 能实时显示控制设备对于控制目标曲线的追随情况。

9.1.5 对于所有监视信息可以按控制区域进行分区显示。

9.1.6 可实时监视海上风电场内的无功电压运行状态, 当前控制策略、控制时间、策略依据以及控制执行状态等。

9.1.7 可以实时监视无功电压控制系统、受控装置的运行状态。

9.2 无功和电压监测装置

风电场应在风电场并网点配置无功和电压监测装置, 监测装置应具有连续监测和统计功能, 其配置和技术要求应符合 NB/T 10321—2019。

9.3 无功和电压考核

9.3.1 海上风电场无功和电压考核点为风电场并网点。

9.3.2 海上风电场无功和电压考核指标为风电场并网点的无功功率、电压合格率、电压波动与闪变等。

9.4 海上风电场无功电压控制系统的数据交互

a) 电力调度机构与海上风电场无功电压控制系统的数据交互: 电力调度机构下发给海上风电场的控制指令可依据实际情况选择确定, 如: 风电场并网点电压设定值或调整量、风电场无功功率约束等, 具体通信内容见附表 B.1。

CET

b) 无功电压控制中心与风电机组监控系统的数据交互：实时采集各风电机组的运行信息，通过控制决策，下发针对各风电机组的无功/功率因数控制指令，具体通信内容见附表 B.2。

c) 无功电压控制中心与海上升压站监控系统的数据交互：实时采集升压站的相关无功电压运行信息，并将分接头的遥控、遥调指令转发到升压站监控系统，由其响应执行，具体通信内容见附表 B.3。

d) 无功电压控制中心与无功补偿装置的数据交互：实时下发采集各动态无功补偿装置的无功和电压实测值，并通过控制决策，下发电压上下限和无功设定值，具体通信内容见附表 B.4。

附 录 A
(资料性附录)
海上风电场无功配置和控制示意图

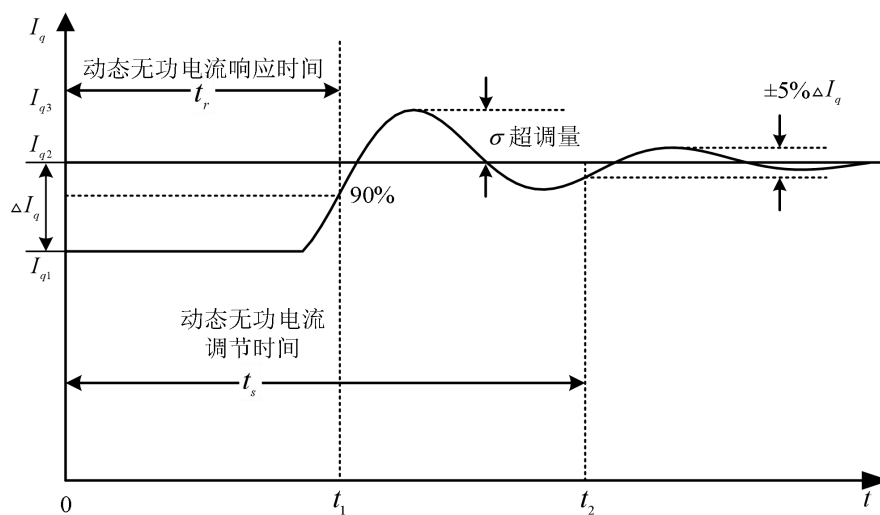


图 A.1 海上风电场动态无功电流响应特性示意图

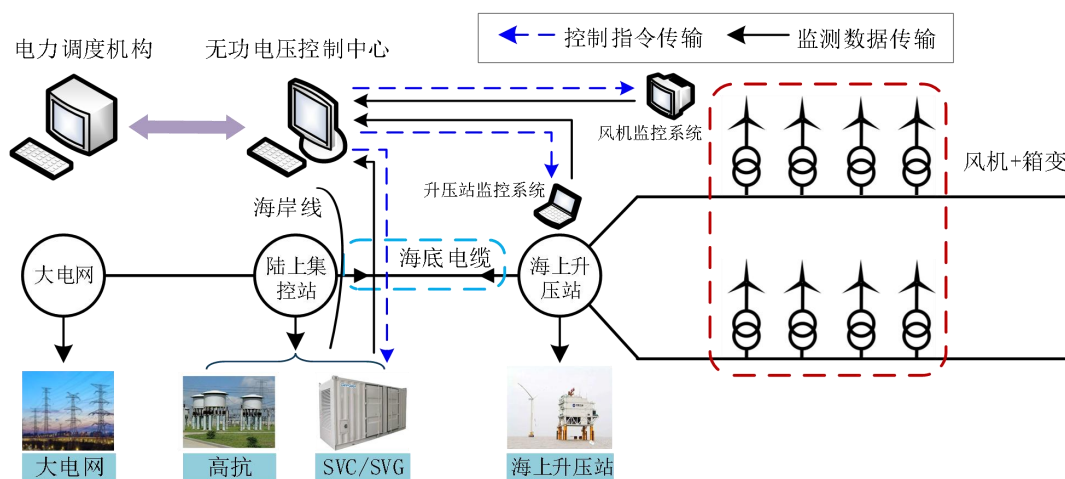


图 A.2 海上风电场无功电压控制的结构示意图

附 录 B
(资料性附录)
基本采集信息表

表 B.1 电力调度机构与风电场无功电压控制系统的数据交互

	序号	名称		备注
电力调度机构发送数据	1	遥调	海上风电场并网点电压控制目标或者调整量	
	2		风电场无功功率调节期望	
	3		海上风电场有功输出控制目标	
海上风电场无功电压控制系统发送数据	1	遥测	风场实时可增/减无功	
	2		风场实时可增/减有功	
	5	遥信	系统运行状态	0 正常、1 异常
	6		有功控制状态	0 就地控制/1 远方控制
	7		无功控制状态	0 就地控制/1 远方控制

表 B.2 无功电压控制中心与风电机组监控系统的数据交互

	序号	名称		备注
无功电压控制中心发送数据	1	遥调	单台风机无功值	对每台风机，选择一个指令下发
	2		单台风机功率因数	
	3		单台风机有功值	
风电机组监控系统发送数据	1	遥测	各风电机组机端电压	三相电压
	2		各风电机组机端电流	
	3		各风电机组实发无功	
	4		各风电机组风速	
	5	遥信	各风电机组正常发电状态	0 非正常发电、1 正常发电
	6		各风电机组限功率状态	0 非限功率、1 限功率
	7		各风电机组运行状态	0 正常、1 故障
	8		各风电机组通信状态	0 正常、1 中断

注：在调整风机功率因数模式下，由于在 2 次控制指令的间隔风机保持功率因数不变，在此期间的无功要受风机有功波动的影响，机端电压也受有功波的影响，不利于风场电压控制。因此，建议在有条件时均采用直接调整风机无功的方式。电压传输精度应满足：35kV：精度≤0.1kV；110kV：精度≤0.2kV。

表 B.3 无功电压控制中心与海上升压站监控系统的数据交互

	序号	名称		备注
无功电压控制中心发送数据	1	遥调	各主变分接头指令	如变压器为有载调压变压器
	2	遥控	电容电抗器遥控指令	如有独立电容/电抗器
海上升压站监控系统发送数据	1	遥测	各条集电线电流	三相电压
	2		各条集电线有功	
	3		各条集电线无功	
	4		高压出线有功	
	5		高压出线无功	
	6		高压侧母线电压	三相、三线
	7		低压侧母线电压	三相、三线
	8		主变高/低压侧无功	
	9	遥信	主变分头档位	
	10		电容/电抗器无功	
	11		低压侧 PT 断线故障信号	
	12		低压侧母线单相接地故障信号	
	13		主变低压侧开关状态	
	14		各集电线开关状态	
	15		独立电容/电抗器开关状态	

注：电压传输精度应满足：35kV：精度 $\leq 0.1\text{kV}$ ；110kV：精度 $\leq 0.2\text{kV}$ 。

表 B.4 无功电压控制中心与无功补偿装置的数据交互

	序号	名称		备注
无功电压控制中心发送数据	1	遥调	电压上限值和下限值	针对动态无功补偿装置
	2		无功设定值	
	3	遥控	电容/电抗器遥控指令	
无功补偿装置发送数据	1	遥测	可增加/减少动态无功	针对动态无功补偿装置
	2		实发无功功率	
	3		实测高压侧母线电压	
	4	遥信	电容/电抗器开关状态	
	5		装置投运信息	0 未投运, 1 投运
	6		装置闭锁信息	0 未闭锁, 1 闭锁

注：并网点母线电压在设定的电压限值范围内时，动态无功补偿装置响应无功电压控制中心下发的无功设定值，发出指定的无功；当并网点母线电压越出电压设定的电压限值范围时，动态无功补偿装置不再等待无功电压控制中心的无功指令，自行动作进行毫秒级的快速无功调整。电压传输精度应满足：35kV：精度 $\leq 0.1\text{kV}$ ；110kV：精度 $\leq 0.2\text{kV}$ 。