



# 中华人民共和国电力行业标准

DL/T 1709.4 — 2017

---

## 智能电网调度控制系统技术规范 第 4 部分: 实时监控与预警

Smart grid dispatching and control system specification-  
Part 4: Realtime monitoring and early warning

2017-08-02 发布

2017-12-01 实施

国家能源局 发布







## 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 总体原则与接口要求	3
4.1 总体原则	3
4.2 接口要求	3
5 电网实时监控与智能告警	4
5.1 电网运行稳态监控	4
5.2 电网运行动态监视与分析	5
5.3 继电保护设备在线监视与分析	6
5.4 安全稳定控制装置(系统)在线监测	7
5.5 综合智能分析与告警	8
6 电网自动控制	9
6.1 自动发电控制	9
6.2 自动电压控制	10
7 电网运行分析与决策	11
7.1 网络拓扑分析	11
7.2 状态估计	11
7.3 调度员潮流	12
7.4 灵敏度分析	13
7.5 静态安全分析	13
7.6 可用输电能力计算	14
7.7 短路电流计算	14
7.8 在线安全稳定分析	15
7.9 调度运行辅助决策	16
7.10 继电保护定值在线校核及预警	16
7.11 调度员培训模拟	17
8 辅助监测	19
8.1 火电机组监测	19
8.2 输变电设备在线监测	19
8.3 气象监测分析	20
8.4 雷电监测	21
8.5 水电监测分析	21
8.6 新能源监测分析	22
8.7 电能质量监视	22
8.8 调度控制系统监视	23



## 前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》给出的规则起草。

本标准由中国电力企业联合会提出。

本标准由全国电网运行与控制标准化委员会（SAC/TC446）归口。

本标准起草单位：国家电网公司国家电力调度控制中心、中国南方电网电力调度控制中心、国家电网公司华北分部、国家电网公司华中分部、国电南瑞科技股份有限公司、北京科东电力控制系统有限责任公司、中国电力科学研究院有限公司、国网天津市电力公司、国网浙江省电力有限公司、广东电网有限责任公司、北京四方继保自动化股份有限公司。

本标准主要起草人：南贵林、张勇、常乃超、许洪强、陆进军、胡荣、张哲、陶洪铸、刘金波、腾贤亮、金芬兰、王磊、严剑锋、宁剑、陈亦平、孙世明、於益军、李强、张伟、严亚勤、王茂海、郭骏、赵化时、魏文辉、孟勇亮、王健、范广明、陈利跃、刘洋、尚学伟、高宗和、谢晓冬、张华宁、谢旭、郭磊、刘之滨、董晓亮、闪鑫、王毅、戴则梅、曹敬、李晓红、庄卫金、李华、黄越辉、李时光。

本标准首次发布。

本标准在执行过程中的意见或建议反馈至中国电力企业联合会标准化管理中心（北京市白广路二条一号，100761）。



# 智能电网调度控制系统技术规范

## 第 4 部分：实时监控与预警

### 1 范围

本标准规定了智能电网调度控制系统实时监控与预警类应用的功能要求。

本标准适用于智能电网调度控制系统实时监控与预警类软件的研究、设计、开发、建设、运行和维护等。

### 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件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。凡是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 15544 三相交流系统短路电流计算
- GB/T 30149 电网通用模型描述规范
- GB/T 31464 电网运行准则
- GB/T 31992 电力系统通用告警格式
- GB/T 33607 智能电网调度控制系统总体框架
- GB/T 33590.2 智能电网调度控制系统技术规范 第 2 部分：术语
- GB/T 33601 电网设备通用模型数据命名规范
- GB/T 33602 电力系统通用服务协议
- GB/T 33604 电力系统简单服务接口规范
- GB/T 33605 电力系统消息邮件传输规范
- GB/T 35682 电网运行与控制数据规范
- DL/T 1230 电力系统图形描述规范
- DL/T 1380 电网运行模型数据交换规范
- DL/T 1456 电力系统数据库通用访问接口规范
- 电力监控系统安全防护规定 国家发展和改革委员会 2014 年第 14 号令

### 3 术语和定义

GB/T 33590.2 中界定的以及下列术语和定义适用于本标准。为了便于使用，以下重复列出了 GB/T 33590.2 中的某些术语和定义。

#### 3.1

**电网运行驾驶舱类应用 power system operational cockpit application**

电网运行 KPI 监视预警、信息挖掘、辅助决策和控制的技术支撑，主要包括运行 KPI 监视预警、运行全景视图、集中操控台等。

[GB/T 33590.2—2017，术语和定义 2.3]

#### 3.2

**调度管理类应用 operation management application**

调度机构日常调度生产管理的技术支撑，实现电网调度规范化、流程化和一体化管理的技术



保障。

[GB/T 33590.2—2017, 术语和定义 2.4]

### 3.3

#### 调度计划类应用 **dispatching schedule application**

调度计划编制业务的技术支撑, 主要完成多目标、多约束、多时段调度计划的自动编制、优化和分析评估。

[GB/T 33590.2—2017, 术语和定义 2.5]

### 3.4

#### 实时监控与预警类应用 **real-time supervisory control and early warning application**

电网实时调度业务的技术支撑, 主要实现电网运行监视全景化, 安全分析、调整控制前瞻化和智能化, 运行评价动态化。

[GB/T 33590.2—2017, 术语和定义 2.8]

### 3.5

#### 智能电网调度控制系统 **smart grid dispatching and control system**

面向智能电网调度生产业务的自动化系统, 对电网运行监视、操作控制、安全分析、计划编制、辅助决策、调度管理等业务提供技术支持。

[GB/T 33590.2—2017, 术语和定义 2.18]

### 3.6

#### 网络分析 **network analysis**

利用电网运行数据和其他应用软件提供的结果数据来分析和评估电网运行情况, 确定母线模型, 为运行分析软件提供实时运行方式数据, 研究分析实时方式和各种预想方式下电网的运行情况; 分析在电力系统中的某些元件或元件组合发生故障时, 对电力系统安全运行可能产生的影响。

[GB/T 33590.2—2017, 术语和定义 4.72]

### 3.7

#### 在线安全稳定分析 **online security and stability analysis**

[GB/T 33590.2—2017, 术语和定义 4.83] 综合利用稳态、动态数据, 通过稳态、动态、暂态多角度在线安全分析评估, 以及电力系统运行全过程的稳定裕度评估, 实现大电网运行的全面安全预警和多维多层协调的主动安全防御。

### 3.8

#### 自动发电控制 **automatic generation control**

通过自动控制软件, 实现对控制区内各发电机组有功出力的自动调节分配, 来维持系统频率和/或联络线交换功率在计划目标范围内的控制过程。它是由主站自动控制软件、信息传输通道、信息接收装置(远方终端)、机组协调控制系统(电厂监控系统)、执行装置、发电机组自动化装置等环节组成的整体。

[GB/T 33590.2—2017, 术语和定义 4.90]

### 3.9

#### 自动电压控制 **automatic voltage control**

通过自动控制程序的运行, 根据电网实时运行工况在线计算无功电压控制策略, 自动闭环控制无功和电压调节设备, 以实现合理的无功电压分布。它是由主站自动电压控制软件、信息传输通道、信息接收装置、子站 AVC 控制系统及执行机构等环节组成的整体。

[GB/T 33590.2—2017, 术语和定义 4.91]



## 4 总体原则与接口要求

### 4.1 总体原则

实时监控与预警类应用包括电网实时监控与智能告警、水电及新能源监测分析、电网自动控制、电网运行分析与决策、在线安全稳定分析、调度运行辅助决策、继电保护定值在线校核及预警、调度员培训模拟、辅助监测及运行分析与评价等应用，是电网实时调度业务的主要技术支撑，其总体原则要求如下：

- a) 结构体系应符合 GB/T 33607 的要求。
- b) 安全防护应符合国家发展与改革委员会 2014 年 14 号令《电力监控系统安全防护规定》。
- c) 应能从时间、空间、业务等多个层面和维度，实现电网运行的全方位实时监视、在线故障诊断和智能告警。
- d) 应能实时跟踪、分析电网运行变化并进行闭环优化调整和控制。
- e) 应能在线分析和评估电网运行风险，及时发布告警、预警信息并提出紧急控制、预防控制策略。
- f) 应能在线分析评价电网运行的安全性、经济性、运行控制水平等。

### 4.2 接口要求

#### 4.2.1 与调度计划类应用接口

相关要求如下：

- a) 应能向调度计划类应用输出电网模型、实时和历史数据、断面潮流数据及安全稳定限值等数据。
- b) 应能从调度计划类应用获取负荷预测数据及日前、日内和实时计划等数据。

#### 4.2.2 与调度管理类应用接口

相关要求如下：

- a) 实时监控与预警类应用应能向调度管理类应用输出电网运行实时和历史数据。
- b) 实时监控与预警类应用应能从调度管理类应用获取电网设备模型及参数、检修票及气象、雷电等信息。

#### 4.2.3 与电网运行驾驶舱类应用接口

相关要求如下：

- a) 应能向电网运行驾驶舱类应用输出电网模型、实时和计划数据、电网故障信息、安全裕度指标及水情、环境保护、气象等关键绩效指标（KPI）信息。
- b) 应能从电网运行驾驶舱类应用获取 KPI 计算结果。

#### 4.2.4 安全防护要求

相关要求如下：

- a) 位于安全防护 I 区的实时监控预警类应用应通过防火墙与安全防护 II 区的调度计划类应用相互隔离。
- b) 位于安全防护 I 区的实时监控预警类应用应通过单向物理隔离装置与安全防护 III 区的调度管理类应用相互隔离。



## 5 电网实时监控与智能告警

### 5.1 电网运行稳态监控

#### 5.1.1 数据处理

相关要求如下：

- a) 应能处理一次设备有功、无功、电流、电压、变压器档位与温度及电网频率等模拟量，包括换流器的直流功率和电流及其升降速率等。
- b) 应能处理断路器、隔离开关、接地刀闸、继电保护及安全自动装置等设备状态和远方控制投退信号、一次调频状态信号，以及换流器闭锁信号等状态量。
- c) 应能处理由人工输入或计算获得的非实测数据。
- d) 应能处理从外部系统或调度计划类应用获取的计划值，实现实时监视和统计计算等功能。
- e) 应具备点多源数据处理功能。
- f) 应具备数据质量码处理功能。
- g) 应具备旁路代替、对端代替和状态估计代替功能，支持手动和自动两种方式。

#### 5.1.2 计算与统计

相关要求如下：

- a) 应支持公式定义和计算，具备加、减、乘、除、三角、对数等运算功能，以及逻辑和条件判断运算功能。
- b) 应支持公式优先级的自动判定与自循环的识别。
- c) 应支持公式分量修改后的重计算、重统计功能。
- d) 应支持设备平衡分析，提供母线、变压器、线路平衡的计算库。
- e) 应提供负载率、变压器档位、功率因数等常用的计算库。
- f) 应支持对各类数据进行实时统计，提供统计结果。

#### 5.1.3 系统监视

相关要求如下：

- a) 应支持电网运行工况监视功能，包括电网频率、有功、无功、电流、电压监视及越限监视，断路器、隔离开关状态及变位监视等。
- b) 应支持一次设备运行状态监视功能，包括冷备、热备、运行、检修、闭锁、过载或越限等。
- c) 应支持输电断面的定义和监视功能。
- d) 应具备交直流系统的动态拓扑分析与着色功能。
- e) 应提供系统备用监视功能。
- f) 应提供低频低压减载和紧急拉路投入容量监视功能。
- g) 应支持设备平衡率监视功能，包括设备不平衡自动识别与系统、分区平衡率计算功能。

#### 5.1.4 设备监控

相关要求如下：

- a) 应具备电网设备责任区定义和告警信息分流功能。
- b) 应具备光字牌处理功能。
- c) 应具备间隔建模与显示功能。



- d) 应支持设备告警分类显示/屏蔽功能。

### 5.1.5 数据记录

相关要求如下：

- a) 应支持事件顺序记录的存储、显示与检索功能，记录开关和继电保护信号的状态、动作顺序及毫秒级精度动作时间，形成动作事件顺序表。
- b) 应支持事故追忆与反演功能，记录事故前后一段时间的实时稳态信息，并支持事后进行查看、分析和反演。
- c) 应支持遥测、遥信的采样定义与查询功能。

### 5.1.6 操作与控制

相关要求如下：

- a) 应支持人工置数功能，包括状态量、模拟值、计算量等，并支持有效性检查。
- b) 应支持自定义标识牌功能，具备批量拆牌和挂牌功能。
- c) 应提供批量负荷控制功能。
- d) 应提供解闭锁功能，包括数据采集、告警处理和远方操作等的解锁和闭锁。
- e) 应支持断路器和隔离开关、变压器的分接头等设备的远方控制和调节。
- f) 应支持顺序控制功能。

### 5.1.7 安全操作要求

相关要求如下：

- a) 只有经过身份认证的当值调度员在调度操作台插入自己的调度数字证书才有权下发调度操作指令。
- b) 调控指令下发过程中应提供对被操作设备及其所在厂站和间隔的安全校验措施。

## 5.2 电网运行动态监视与分析

### 5.2.1 数据处理

相关要求如下：

- a) 应提供动态量测和稳态量测数据的对比功能。
- b) 应提供坏数据的辨识功能。
- c) 应提供数据统计分析功能。
- d) 应支持公式定义和计算，具备加、减、乘、除、三角、对数等运算功能，以及逻辑和条件判断运算功能。
- e) 应提供一次设备分相及合相功率计算等常用的计算库。

### 5.2.2 电网运行动态监视

相关要求如下：

- a) 应提供相角测量归算功能，消除变压器接线方式产生的相角偏移。
- b) 应提供机组运行状态在线监视功能，包括进相运行监视、励磁电压/励磁电流监视、功角监视等。
- c) 应提供母线平衡和断面监视功能。
- d) 应提供相角参考点的人工或自动设置功能。



- e) 应提供量测值越限告警功能、相角差越限告警功能。
- f) 应提供不同主站之间的向量测量装置(PMU)实时/历史数据远程调阅功能。
- g) 应提供对越限告警进行屏蔽设置功能。

### 5.2.3 低频振荡在线监视

相关要求如下:

- a) 应具备低频振荡在线监视功能,给出振荡主导模式和参与机组,并提供低频振荡案例的自动触发保存,强迫振荡应具备扰动源定位功能。
- b) 应支持低频振荡事件离线分析功能。
- c) 应能向综合智能分析与告警功能模块发出低频振荡告警信息,并支持调阅低频振荡事件相关动态过程数据。

### 5.2.4 在线扰动识别

相关要求如下:

- a) 应具备扰动事件在线识别功能,包括短路扰动识别、机组跳闸识别、非同期并列识别、非全相运行识别、直流故障识别等功能。
- b) 应具备扰动事件数据存储与离线分析功能。
- c) 应能向综合智能分析与告警功能模块发出扰动识别告警信息,并支持调阅扰动事件相关动态过程数据。

### 5.2.5 并网机组涉网行为在线分析与监测

相关要求如下:

- a) 应具备机组一次调频性能在线分析功能。
- b) 应具备机组励磁系统性能在线监测功能。

## 5.3 继电保护设备在线监视与分析

### 5.3.1 数据处理

相关要求如下:

- a) 应能实时处理继电保护设备状态量、模拟量、事件信息、定值信息、软压板信息、故障录波等数据。
- b) 应能处理异常告警、自检、动作及通信状态等信息,正确识别继电保护设备运行状态,并能对硬触点与软报文两种方式上送的信息进行时序校核及有效性检查。

### 5.3.2 运行监视

相关要求如下:

- a) 应能实时显示继电保护设备运行/退出、正常/告警等运行状态。
- b) 应能对继电保护设备动作信息进行自动及手动筛选、分级、分类,且可以为各类各级动作信息配置行为及功能定义。
- c) 应能在电网发生故障时显示故障信息,并推出告警提示和故障简报。
- d) 应能自动向综合智能告警模块推送电网故障信息,包括继电保护设备动作信息、测距信息、故障相别、录波文件等。



### 5.3.3 定值查询与核对

相关要求如下：

- a) 应能查询继电保护设备的实时运行定值和多组备用定值及运行定值区，并可和主站定值或者定值单进行核对。
- b) 应支持继电保护设备信息的自动召唤功能，并与主站对应信息进行核对，轮询时间、信息类型和召唤区域应可配置，可对厂站和设备进行限定。

### 5.3.4 远程操作

相关要求如下：

- a) 应具备继电保护装置远程操作能力，包括切换运行定值区和投/退软压板。远程操作应满足“双确认”要求。
- b) 应具备必要的安全机制，包括数据合理性校验、操作人和监护人审核等。
- c) 应遵循数据召唤、预修改、返校确认、修改执行和结果返回的控制流程。
- d) 应能完整记录操作人、操作时间、修改前后的值和操作结果等信息。

### 5.3.5 统计分析

相关要求如下：

- a) 应能对继电保护设备的通信状态、运行情况、异常情况、动作情况及其他数据进行统计。
- b) 应支持多种方式查询统计结果，包括时间、区域、设备和故障类型等。

### 5.3.6 智能分析

相关要求如下：

- a) 应能综合电网拓扑变化、事件顺序记录（SOE）信号、保护动作信息和故障录波数据等进行故障分析。
- b) 应提供故障测距功能。
- c) 应提供故障简报，并能对故障信息进行归档管理。

## 5.4 安全稳定控制装置（系统）在线监测

### 5.4.1 数据处理

相关要求如下：

- a) 应能接收并解析安全稳定控制装置上送的压板状态、允许切除状态、可控量、当前运行方式、通道状态、异常告警、装置动作等信息。
- b) 应提供安全稳定控制装置或系统的动作行为和异常状态的统计分析功能。

### 5.4.2 运行监视

相关要求如下：

- a) 应提供安全稳定控制装置的运行方式监视功能，包括压板投/退状态、元件允许切除状态、可切负荷量、可切机组量、直流最大可提升量和最大可回降量等信息。
- b) 应具备事件告警监视功能。
- c) 应具备当值策略控制量不足告警功能。



#### 5.4.3 装置录波、定值和策略表召唤

相关要求如下：

- a) 应支持手工触发召唤录波列表文件、录波数据文件功能。
- b) 应支持自动或手动触发召唤装置的定值和策略表描述文件。

### 5.5 综合智能分析与告警

#### 5.5.1 告警信息

相关要求如下：

- a) 应能分析并产生电力系统运行异常告警，包括设备故障跳闸、系统频率越限、厂站电压越限、线路/主变压器/断面过载、低频振荡、备用不足、负荷突变，以及直流系统接地极不平衡等电力系统运行异常告警信息。
- b) 应能分析并产生继电保护设备异常告警，包括保护及安全自动装置的动作、自身异常、通道异常及远方控制异常等相关告警信息。
- c) 应能分析并产生电网运行预警，包括网络分析和在线安全稳定分析等预警信息。
- d) 应能分析并产生气象水情预警。
- e) 应能分析并产生雷电监测预警及告警。
- f) 应提供规范的告警信息描述格式。

#### 5.5.2 告警智能分析推理

相关要求如下：

- a) 应支持可配置的告警信息规则库，支持按照电压等级、设备类型对设备故障告警规则进行配置。
- b) 应支持单一事件推理功能，可根据每条告警信息推理出故障或异常发生的可能原因。
- c) 应支持关联事件推理功能，可对系统中由同一原因引起的多个告警信息进行合并处理和详细告警查询。
- d) 应支持基于时序告警事件的故障智能推理，给出包括故障类型、故障过程等相关信息在内的故障报告。
- e) 应支持手动或自动触发电网分析功能，包括网络分析、在线安全稳定分析等。

#### 5.5.3 告警信息展示

相关要求如下：

- a) 应提供最新告警信息行、图形变色或闪烁、告警总表等画面。
- b) 应支持自动推出发生故障的相关厂站图及相关厂站视频。
- c) 应支持音响、语音提示。
- d) 应支持按策略显示不同类型、不同等级的告警。

#### 5.5.4 告警共享

相关要求如下：

- a) 应支持调度系统间设备故障告警信息的实时推送。
- b) 应支持调度系统间设备故障告警推送的校验机制。



## 6 电网自动控制

### 6.1 自动发电控制

#### 6.1.1 控制建模

相关要求如下：

- a) 应支持建立控制区域模型，描述控制区的内外部属性。
- b) 应支持控制区内分级控制目标建模，分级目标包括断面、调峰约束等。支持多级目标自动优化调整。
- c) 应支持水、火发电机组单机控制方式和全厂控制方式及梯级水电厂多厂控制方式建模。
- d) 应支持建立风电场、光伏电站等新能源场站控制对象模型。
- e) 应支持控制模型的校验和在线装载功能，更新控制模型不影响实时控制运行。

#### 6.1.2 区域控制

相关要求如下：

- a) 自动发电控制（AGC）运行状态应具备在线、暂停、离线三种运行状态。
- b) AGC 执行周期应包括数据采集周期、控制命令周期、响应命令周期，并可人工设定。
- c) 应具备恒定频率控制（FFC）、恒定联络线功率控制（FTC）和联络线和频率偏差控制（TBC）三种控制模式。
- d) 应根据不同的控制模式实施区域控制偏差（ACE）计算，并支持遥测 ACE 接收和 ACE 滤波功能。
- e) 应及时纠正系统频率偏差产生的时钟误差和净交换功率偏离计划值时所产生的无意交换电量，时差校正和电量偿还应支持人工和自动两种启动方式。
- f) 在计算区域调节功率时，应综合考虑 ACE、时差校正启动时对应的校正分量、电量偿还启动时对应的校正分量、超短期负荷预测得到的修正分量与 AGC 性能评价标准相关的修正分量。
- g) 应具备基于多区域模型的多目标控制功能。

#### 6.1.3 电厂控制器（PLC）控制

相关要求如下：

- a) 应支持由一个或多个机组、厂（场）站、场站群等构成 AGC 控制对象。
- b) 应支持手动控制和自动控制两种机组控制模式。
- c) 应具备对控制指令的校验功能，以保证机组运行的安全性。
- d) 应支持设定值、升/降脉冲与新能源场站计划曲线等多种方式下发控制对象目标功率命令。
- e) 应支持运行区域性能指标、机组性能指标，以及频率、交换功率、ACE 等在不同门槛值及条件下的合格率计算和统计。
- f) 应提供机组响应测试功能。

#### 6.1.4 安全控制要求

相关要求如下：

- a) 应基于交叉校验、层级闭锁的安全原则建立包括主站数据源安全控制、过程安全控制、后台安全控制、指令安全校验和执行效果检验的全过程自动防误策略体系。



- b) 只有经过身份认证的 AGC 控制模块在相应主机上才能通过前置机下发经过校验的控制调节指令。

### 6.1.5 数据记录及统计分析

相关要求如下：

- a) 应支持区域性能指标的统计分析，包括控制性能标准（A 标准、C 标准）规定的 A1、A2 指标和 CPS1、CPS2 指标，区域的 ACE、频率、在不同时段的最大、最小和平均值。
- b) 应支持 PLC 性能指标的统计分析，包括 PLC 投运率、调节速度和精度、下发的控制命令次数。
- c) 应支持将上述指标存放到历史数据库，并提供方便的查询手段。

## 6.2 自动电压控制

### 6.2.1 控制建模

相关要求如下：

- a) 应支持分级、分区协调控制模式的建模。
- b) 应支持中枢母线、控制母线建模，可人工设定母线的电压计划曲线。
- c) 应支持电压曲线建模，可输入和修改全天不同时段及全年不同运行方式下的母线电压曲线，包括上限、下限和目标值。
- d) 应支持修改参与控制发电机的无功上、下限等参数，支持功率圆图建模。
- e) 应支持有载调压开关（OLTC）、电容器组、电抗器组的调节范围、动作次数及动作时间间隔等参数的修改。
- f) 应支持修改调相机和静止无功补偿器（SVC）的无功上、下限等参数。
- g) 支持修改无功储备和关口功率因数等约束。
- h) 应能对控制建模参数进行合理性校核。

### 6.2.2 无功优化计算

相关要求如下：

- a) 无功优化计算应在满足电网正常运行和安全约束的前提下，以全网网损最小为优化目标，给出母线电压和关键联络线无功的优化设定值。
- b) 参与优化的变量应包括发电机无功、调相机无功及 OLTC、电容/电抗器、SVC 无功等。
- c) 约束条件应包括母线电压约束、发电机无功功率约束、调相机和 SVC 无功功率约束、分区无功储备和关口功率因数约束，以及 OLTC、电容器组和电抗器组的调节范围等。
- d) 优化结果应包括分区中枢母线电压和关键联络线无功的设定值、优化前后的网损对比、优化前后控制变量的对比，以及优化前后各种约束条件是否满足。

### 6.2.3 监视与控制

相关要求如下：

- a) 应对自动电压控制（AVC）相关的实时数据进行合理性校核和处理。
- b) 应能根据系统在线运行方式自动划分电压控制分区。
- c) 应能分区域统计和监视静态、动态无功备用，包括发电机、调相机和 SVC 的无功调节备用，可按功率圆图考虑发电机不同有功水平下的无功备用。
- d) 应能监视母线、发电机、变电站无功设备的实时运行信息。



- e) 应能监视 AVC 主站和子站的实时运行工况。
- f) 可分区域进行控制, 在满足安全运行前提下将中枢母线电压和重要联络线无功控制在设定值的死区之内, 并保留足够的动态无功裕度。
- g) 对变电站的控制, 可选择分散控制或集中控制模式。
- h) 应支持无功电压连续调节手段和离散调节手段之间的协调控制。
- i) 应具备开环和闭环控制模式, 开环控制模式下 AVC 命令只在主站显示不下发至子站, 闭环控制模式下 AVC 命令自动下发到子站端执行。
- j) 应具备闭锁设置功能, 支撑系统、厂站和设备三个级别的闭锁。

#### 6.2.4 上下级协调控制

相关要求如下:

- a) 应支持上下级协调的电压无功控制, 实现无功的分层分区平衡, 降低网损。
- b) 上下级电网 AVC 主站失去联系时, 各级电网能自动切换至本地独立控制模式运行。

#### 6.2.5 安全控制要求

相关要求如下:

- a) 应基于交叉校验、层级闭锁的安全原则建立包括主站数据源安全控制、过程安全控制、后台安全控制、指令安全校验和执行效果检验的全过程自动防误策略体系。
- c) 只有经过身份认证的 AVC 模块在相应主机上才能通过前置机下发经过校验的控制调节指令。

#### 6.2.6 历史记录和统计分析

相关要求如下:

- a) 应支持控制命令、报警、异常信息的记录与统计。
- b) 应提供网损、电压合格率、调节合格率等的统计信息。
- c) 应支持上下级协调控制统计, 记录上下级间的协调控制指令和控制结果。

### 7 电网运行分析与决策

#### 7.1 网络拓扑分析

相关要求如下:

- a) 应能根据电网接线连接关系和断路器/隔离开关的分/合状态, 形成状态估计计算中使用的母线-支路计算模型。
- b) 应提供站内拓扑接线分析、设备带电状态分析、按设备拓扑连接关系划分电气岛、按电气岛带电状态划分活岛和死岛等功能。
- c) 应能处理各种类型的厂站接线方式, 支持直流换流站的拓扑分析。

#### 7.2 状态估计

##### 7.2.1 可观测性分析

相关要求如下:

- a) 应支持根据拓扑分析结果和量测冗余配置情况, 进行电网的可观测性分析, 判断电网配置的遥信、遥测覆盖范围是否满足状态估计的计算条件。
- b) 应支持分析电网的量测配置, 确定电网的可观测区域和不可观测区域。



- c) 应支持为电网的不可观测区域自动生成伪量测。
- d) 当电网的量测配置不满足状态估计的计算条件时, 能提供电网不可观测区域的量测配置建议。

### 7.2.2 量测预检测

应支持对量测量进行状态估计计算前的检测分析, 确定量测中的简单错误。

### 7.2.3 状态估计计算

相关要求如下:

- a) 应支持根据电网设备参数、电网拓扑连接关系、实时量测数据, 计算电网的母线电压幅值和相角的估计值, 支持计算各类量测的估计值。
- b) 应支持交直流混合系统、稳态和动态混合量测、多电气岛的计算。
- c) 应支持量测误差分析, 计算量测的误差和方差, 可按量测类型进行分类误差统计。
- d) 应支持人工调整量测的权重系数, 允许使用大范围的量测权重。
- e) 应支持自动或人工排除特定间隔或厂站坏数据, 支持自动或人工修正设备连接关系。
- f) 应支持人工启动、周期计算和事件触发三种启动方式。
- g) 计算不收敛时, 应提供计算迭代信息。

### 7.2.4 不良数据检测和辨识

相关要求如下:

- a) 应支持基于量测残差分析和量测突变检测辨识出量测中的坏数据, 应支持多个相关不良数据的辨识。
- b) 应提供对状态估计计算中连续多次辨识出的坏数据进行统计和告警。
- c) 应支持为坏数据提供合理的状态估计值。
- d) 应支持检测和辨识出断路器/隔离开关的遥信状态错误, 并提供断路器/隔离开关的合理分/合状态。

### 7.2.5 参数辨识

应支持根据电网的量测和冗余度, 对电网设备的可疑参数进行检测和辨识, 并提供合理的参数估计值。

## 7.3 调度员潮流

### 7.3.1 参数设置

相关要求如下:

- a) 应支持设置各电气岛的参考节点。
- b) 应支持设置不平衡功率的分配方式和分配系数。
- c) 应支持设置 PQ、PV 节点。
- d) 应支持设置潮流收敛精度、最大迭代次数。

### 7.3.2 潮流计算

相关要求如下:

- a) 应支持根据电网模型参数、拓扑连接关系、给定的注入功率及母线电压, 求解各母线的电压幅值和相角, 并计算出各支路上的有功功率和无功功率。



- b) 应支持实时模式和研究模式。
- c) 应支持从状态估计或断面案例 (CASE) 管理获取初始运行方式, 支持从调度计划类应用获取未来预测值和计划值生成的未来运行方式。
- d) 应支持交直流混合系统、多电气岛的潮流计算。
- e) 应支持大功率缺失故障的动态潮流计算, 提供故障后的系统频率和潮流断面。
- f) 应支持按分布系数调整不平衡功率到相关机组。
- g) 应支持按母线负荷分配系数自动分配系统的用电负荷。
- h) 应提供潮流计算迭代信息界面。
- i) 潮流计算不收敛时, 应支持自动调整潮流给出一个合理的收敛解, 并给出相关的调整信息。
- j) 应提供输电断面限额、设备热稳限值、母线电压限值提示信息。
- k) 应提供多数据断面的潮流计算结果比较功能。
- l) 应支持设置机组/负荷的功率值、母线的电压值, 支持改变各种设备的投运/停运状态, 支持单步调整或调度综合令调整。
- m) 应提供调度员潮流动态滚动模拟计算功能。

## 7.4 灵敏度分析

相关要求如下:

- a) 应支持母线电压灵敏度计算, 包括母线电压对机组无功出力的灵敏度、母线电压对机端电压的灵敏度、母线电压对负荷无功功率的灵敏度、母线电压对无功补偿装置的灵敏度、母线电压对变压器抽头的灵敏度。
- b) 应支持支路功率灵敏度计算, 包括支路有功对机组有功出力的灵敏度、支路无功对机组无功出力的灵敏度、支路有功对负荷有功功率的灵敏度、支路无功对负荷无功功率的灵敏度、支路无功对无功补偿装置的灵敏度、支路无功对变压器抽头的灵敏度。
- c) 应支持输电断面灵敏度计算, 包括输电断面有功对机组有功出力的灵敏度、输电断面有功对负荷有功功率的灵敏度。

## 7.5 静态安全分析

### 7.5.1 参数设置

相关要求如下:

- a) 应支持设置在实时模式或研究模式下运行。
- b) 实时模式下, 应支持人工启动、周期计算和事件触发三种启动方式。

### 7.5.2 故障及故障集定义

相关要求如下:

- a) 应能定义单重故障和多重故障, 故障元件包括线路、变压器、发电机、断路器、母线等。
- b) 应支持定义条件故障, 即带有条件监视元件和条件开断元件的故障。
- c) 应支持通过画面交互方式进行故障定义和管理。
- d) 应支持按地域、设备类型和电压等级批量生成故障组。

### 7.5.3 预想故障分析计算

相关要求如下:

- a) 应支持根据电网模型参数、电网运行方式数据进行快速故障扫描, 确定严重故障集, 对扫描阶



段发现的有潜在危害的故障做进一步研究。

- b) 应支持按故障的危害程度进行故障过滤和排序, 确定需要详细计算的严重故障集。
- c) 应支持处理解列形式故障。
- d) 应考虑故障元件开断后, 安全自动装置的动作行为对电网潮流分布的影响。
- e) 应支持对输电断面越限进行判断, 能根据元件开断后的电网运行方式自动匹配稳定断面定义, 给出断面越限告警信息。
- f) 应提供对潮流不收敛的严重故障进行告警并记录。
- g) 应支持对交直流混合系统中的直流系统故障进行分析计算。

## 7.6 可用输电能力计算

### 7.6.1 分布系数计算

相关要求如下:

- a) 应支持功率传输分布系数计算, 即从送电端向受电端输送单位功率增量时, 支路的潮流增量。
- b) 应支持支路开断分布系数计算, 即从发电机节点向负荷节点输送功率时, 输电网中某条支路发生开断故障, 非故障支路潮流变化量对故障支路潮流变化量的转移系数。
- c) 应支持发电机开断分布系数计算, 即从发电机节点向负荷节点输送单位功率增量时, 若某台发电机发生开断, 非故障线路的潮流增量。

### 7.6.2 可用输电能力分析

相关要求如下:

- a) 应支持根据系统运行数据、网络拓扑结构、设备参数、发电机约束、支路和断面约束等, 在某种负荷增长模式下, 计算满足安全约束的线路和断面输送能力。
- b) 应支持对联络线、大电厂出线断面、重要线路或断面进行定义, 直观监视发电机信息、线路信息、电网设备检修信息、负荷信息和断面信息。
- c) 应支持在线监视可用输电能力和实际传输功率。
- d) 应能考虑不确定性因素, 如线路和发电机故障, 对输电系统可用输电能力的影响。
- e) 当联络线、大电厂出线断面、重要线路或断面的可用输电能力低于给定的门槛值时, 应支持给出告警信息。

### 7.6.3 调整策略分析

相关要求如下:

- a) 应支持根据电力系统运行状态及机组出力约束、支路和断面的热稳定极限、电压约束、稳定性约束、节点注入功率对各条支路功率的灵敏度, 形成以区域间联络线最大输电容量为目标的优化模型, 进行优化计算, 得到满足各个约束条件下的区域间联络线传输容量最大时的机组调整策略。
- b) 应提供某一运行状态下, 满足各类约束条件的某一区域间联络线断面最大输电能力的机组出力策略表。

## 7.7 短路电流计算

### 7.7.1 故障设置

相关要求如下:



- a) 应支持在厂站潮流图、单线图、间隔图或故障定义画面上设置各类故障，并提供对已设置故障的统一查看、修改、删除等操作，可修改故障类型、短路故障时的接地阻抗等参数。
- b) 应支持设置母线、发电机端、线路任意点、变压器端口等故障位置。
- c) 应支持设置单相接地短路、两相接地短路、两相相间短路、三相短路等故障类型，并可设置多重故障。

### 7.7.2 序网计算模型形成

相关要求如下：

- a) 应支持根据电力系统各种元件的正、负、零序参数，计算正、负、零序网络模型。
- b) 应考虑变压器绕组接线方式、中性点接地方式、中性点阻抗等信息。

### 7.7.3 故障计算

应支持根据电网的正、负、零序参数，计算电力系统发生各种短路故障后的故障电流和电压分布，并能对计算结果进行分类排序。

### 7.7.4 遮断容量扫描

相关要求如下：

- a) 在实时电网模型和实时运行断面数据的基础上，应支持扫描网络中每个物理母线发生三相短路、单相接地等故障时的短路容量，校核断路器的遮断容量。
- b) 应提供越限和重载信息，包括故障节点、故障类型、越限/重载断路器、短路电流、遮断容量、越限百分比等信息。
- c) 应支持人工启动、周期计算和事件触发三种启动方式。

## 7.8 在线安全稳定分析

### 7.8.1 功能要求

相关要求如下：

- a) 应能获取电网模型、故障集、断面信息等计算所需数据并进行校验，生成整合潮流，支持数据导出供离线分析软件使用。
- b) 应支持机电暂态稳定分析、小扰动稳定分析、静态稳定分析、静态电压稳定分析等功能，可支持机电-电磁暂态混合仿真功能。
- c) 机电暂态稳定分析应根据机电暂态稳定分析故障集，进行详细的时域仿真计算，分析电力系统受到大扰动后各同步发电机保持同步运行并过渡到稳态运行方式的能力，给出暂态功角稳定性、暂态电压稳定性和暂态频率稳定性等安全分析结果及其排序。
- d) 小扰动稳定分析应能分析全网振荡模式，筛选出关键的若干主导振荡模式。
- e) 静态电压稳定分析应能分析电力系统经受一定扰动后各负荷节点维持原有电压水平的能力。
- f) 应提供稳定裕度评估功能，针对指定稳定断面，按照给定策略通过校核静态安全、机电暂态稳定、小扰动动态稳定、静态电压稳定、频率稳定等多种约束，确定断面稳定极限。

### 7.8.2 分析模式

相关要求如下：

- a) 应支持实时分析、研究分析和趋势分析三种模式。
- b) 实时分析模式应具备自动完成对当前电网方式的安全扫描，对当前的电网运行方式进行安全稳



定分析、稳定裕度评估，应支持周期触发、事件触发和人工触发三种启动方式。

- c) 研究分析模式应具备采用上级调控机构下发的全网计算数据或者网络分析功能的状态估计结果作为研究方式，支持对研究方式进行方式调整、安全稳定分析和稳定裕度评估功能。
- d) 研究分析模式应支持独立计算分析和多级调度联合计算分析，支持各类仿真曲线与实测数据的对比分析。
- e) 在线安全稳定分析应具备趋势分析模式功能，基于当前实时方式数据，根据调度计划类数据生成未来一段时间内的电网运行方式，并进行安全稳定分析和稳定裕度评估的滚动计算，应支持从本级调度计划类应用获取超短期负荷预测、实时发电计划、新能源发电能力预测、交换计划和检修计划等数据。

## 7.9 调度运行辅助决策

### 7.9.1 预防控制辅助决策

相关要求如下：

- a) 应能针对安全稳定隐患，给出满足系统安全稳定要求、控制代价最小的调整方案。
- b) 应支持静态安全辅助决策、短路电流辅助决策、机电暂态稳定辅助决策、小扰动动态稳定辅助决策、静态稳定辅助决策和静态电压稳定辅助决策等。
- c) 应支持发电机启/停及出力调整、新能源发电出力调整、直流功率调整，线路投/退、变压器投/退及分接头调节，SVC 投/退、电容电抗器投/退或负荷调整等预防控制辅助决策调整措施。
- d) 应支持各类调整措施及其代价的定义和修改。

### 7.9.2 辅助决策综合分析

相关要求如下：

- a) 应能针对各类在线安全稳定分析结果及辅助决策信息进行分类汇总，按给定策略综合处理后得出统一的辅助决策信息。
- b) 应支持发电机启/停及出力调整、新能源发电出力调整、直流功率调整，线路投/退、变压器投/退及分接头调节，SVC 投/退、电容电抗器投/退或负荷调整等综合分析调整措施。
- c) 应能保证各类措施之间的协调统一，对于无法给出统一调整措施的情况，应分别给出每个稳定约束问题的调整措施。
- d) 应支持辅助决策综合分析结果的详细展示，包括调整措施的设备名称和状态变化、调整前后运行方式变化、安全稳定分析结果变化等。

## 7.10 继电保护定值在线校核及预警

### 7.10.1 计算分析

相关要求如下：

- a) 应能根据待校核定值的实际要求，支持考虑潮流影响和不考虑潮流影响的故障电流计算方法。
- b) 应支持单相接地短路、两相接地短路、两相相间短路、三相短路、断线故障等简单故障及跨线故障等复故障的计算。对于各种短路故障，应具备设置过渡电阻的功能，故障点可设置于线路上的任意位置、母线、变压器绕组出口、发电机出口及串补两侧等。
- c) 应能处理各种特殊的电网结构，如小阻抗支路、母联及分段开关、孤立区域等。可处理多重零序全线互感、部分互感支路。
- d) 应能处理任何元件的方式变更，如线路投运、停运、检修，变压器中性点直接接地、不接地和



经阻抗接地等。

- e) 故障电流计算结果准确性应满足 GB/T 15544 的要求。

### 7.10.2 在线校核及预警

相关要求如下：

- a) 应支持利用电网运行数据自动对当前方式和研究方式下主保护及后备保护的相关定值进行校核，可实现对同一变电站、同一送电断面内的元件进行轮断，自动生成“N-k”故障集等比较严重的电网运行方式。
- b) 应支持周期启动、事件启动和人工启动三种方式。
- c) 应支持对电压启动值、电流启动值等的校核。
- d) 应支持对动作定值、闭锁定值等主保护定值的校核。
- e) 应支持对距离保护、失灵保护、零序电流保护、变压器过电流保护等后备保护的校核。
- f) 应支持利用在线数据或历史数据分析保护定值的适应性，如临时检修、系统接线修改等。
- g) 应能根据在线校核结果进行预警。

### 7.10.3 故障分析

相关要求如下：

- a) 应支持故障再现分析，根据故障录波等信息，模拟故障发生的过程，计算故障点的位置及过渡电阻的大小。
- b) 应支持继电保护装置、安全自动装置的逻辑建模，通过故障模拟分析装置的动作情况及内部不同元件间的相互作用关系等。
- c) 应能模拟继电保护装置的典型动作逻辑，如距离保护的阻抗圆（阻抗四边形）、母线保护的复压闭锁等。
- d) 应能体现保护动作的时序性，以图形、动画等方式直观展示保护动作情况。

## 7.11 调度员培训模拟

### 7.11.1 电力系统培训仿真建模

相关要求如下：

- a) 应提供常见电力一次设备的仿真模型，包括发电机、线路、变压器、容抗器、断路器、隔离开关、负荷、直流输电系统等。
- b) 应提供常见继电保护装置仿真模型，包括线路、母线、变压器、发电机等设备保护。
- c) 应提供常见安全自动装置仿真模型，包括分布式稳定控制、低频/低压减载、跳闸联切机组、高频切机、备用电源自投等装置。
- d) 应提供调度自动化数据采集环节仿真模型，包括远动终端（RTU）、远动通道等。

### 7.11.2 电力系统动态潮流仿真

相关要求如下：

- a) 动态潮流仿真应支持正常、异常及故障工况下电力系统稳态过程的模拟。
- b) 应支持常见的电力一、二次设备单重、多重异常、故障的仿真。
- c) 应支持正常、异常及故障工况下的继电保护、安全自动装置操作和动作仿真。



- d) 应支持电网操作及故障时的潮流和频率仿真。

### 7.11.3 教员台

相关要求如下：

- a) 应提供培训教案设置功能，支持通过实时状态估计结果、历史教案等多种途径获取初始运行方式，支持初始运行方式和仿真事件序列的编辑、保存、删除、加密和调用。
- b) 应提供电力设备或设备集合运行状态的调整功能，包括断路器、隔离开关、变压器、发电机、负荷、直流输电系统等单设备运行状态的调整，以及厂站、区域等出力、负荷的有功和无功的调节，支持调度综合令的模拟与执行。
- c) 应提供电力设备故障设置功能，包括线路、变压器等一次设备的短路、断线、接地等故障，以及断路器、继电保护和自动装置等设备的拒动作、误动作。
- d) 应提供培训监视、控制与评估功能，支持调度员培训模拟系统（DTS）的启/停控制，快照功能，支持电网运行状态、仿真事件等信息监视，支持培训信息自动记录并对学员量化评估。

### 7.11.4 控制中心仿真

控制中心仿真应为学员提供与实际调度控制中心高度一致的软硬件系统和培训环境，具备电网实时监控与智能告警、电网自动控制、网络分析、实时调度计划等应用的功能，与实际系统一致。

### 7.11.5 联合反事故演习

相关要求如下：

- a) 应提供网络（WEB）远程发布及交互服务，实现基于 WEB 交互方式的电网联合反事故演习功能，支持电力系统设备调节、故障设置的 WEB 远程操作，支持电网仿真结果及演习信息的 WEB 远程发布。
- b) 应提供基于多级 DTS 互联方式的电网联合反事故演习功能，支持上下级 DTS 的联合教案的协同制作、多级电网分布式系统仿真及多级 DTS 的协同控制、监视与管理。

### 7.11.6 变电站集中监控仿真

相关要求如下：

- a) 应提供变电站一、二次设备及辅助设备的详细机理模型，包括断路器、隔离开关、变压器、容抗器、互感器、避雷器等一次设备的本体、控制系统及操作机构模型，继电保护、测控装置、操作箱及安全自动装置等二次设备模型，以及站用交流系统、站用直流系统及防误系统等变电站辅助设备模型。
- b) 应提供变电站一、二次设备操作仿真功能，包括断路器、隔离开关、变压器等一次设备的遥控、遥调操作，以及继电保护、测控装置等二次设备软/硬压板投/退、按钮操作等。
- c) 应提供变电站一、二次设备及二次系统异常和故障的仿真功能，包括断路器操作机构、控制回路、本体故障及异常，带地线合隔离开关，以及继电保护及安全自动装置异常、失电及回路断线等异常和故障。
- d) 应为监控学员提供与实际调度控制中心高度一致的变电站设备集中监控软/硬件系统和培训环境，包括集中光字牌监视、设备遥控与遥调、告警等功能的模拟。



## 8 辅助监测

### 8.1 火电机组监测

#### 8.1.1 数据采集与处理

相关要求如下：

- a) 应支持火电机组脱硫、脱硝、除尘相关参数的实时采集监测、数据分析与告警、数据统计与查询等功能。
- b) 应支持火电机组的脱硫设施的进、出口二氧化硫浓度、烟气含氧量、烟气温度等模拟量的处理。
- c) 应支持火电机组的脱硝设施的进、出口氮氧化物浓度、烟气含氧量、氨逃逸浓度、稀释风机电流等模拟量的处理。
- d) 应支持火电机组的除尘设施的烟尘排放浓度、出口烟气含氧量、消灰压力等模拟量的处理。
- e) 应能处理包括脱硫、除尘设施旁路挡板门启停状态等各种信号量在内的状态量。

#### 8.1.2 数据分析与告警

相关要求如下：

- a) 应支持实时监测机组脱硫、脱硝和除尘设施的运行信息，并能通过人机界面形象直观地显示。
- b) 应能对采集数据进行合理性校核，对不合理的数据提示告警并设置异常标志。

#### 8.1.3 数据统计与查询

相关要求如下：

- a) 应支持火电机组污染物排放浓度小时均值及超限值时段和对应电量的统计与查询。
- b) 应支持火电机组和电厂的脱硫、脱硝及除尘设施投运情况的统计与查询。

### 8.2 输变电设备在线监测

#### 8.2.1 数据采集与处理

相关要求如下：

- a) 采集范围应包括输电设备监测信息和变电设备监测信息，对具备条件的装置，还应采集装置本体异常运行状态信息。
- b) 输电设备在线监测信息应包括架空线路微气象监测、杆塔倾斜监测、电缆护层电流监测等。
- c) 变电设备在线监测信息应包括变压器/电抗器油中溶解气体监测、变压器/电抗器套管绝缘监测、电压互感器绝缘监测、电流互感器绝缘监测、金属氧化物避雷器泄漏电流监测等。
- d) 应支持数据合理性检查和数据过滤功能，具备数据不更新和异常变化等多种坏数据判断能力。
- e) 应支持数据监视功能，包括在线监测信息监视、在线监测装置运行工况监视、告警阈值监视。
- f) 应支持对历史采集数据进行人工修正功能，具备对原始数据进行可信度辨识功能。
- g) 应支持历史数据采样周期可按采样对象分别配置功能。
- h) 应支持告警管理功能，包括告警抑制、优化和确认等。

#### 8.2.2 查询统计

相关要求如下：

- a) 应提供在线监测装置的数量统计及清单查询功能。



- b) 应支持在线监测装置各监测量的查询功能, 提供多台同类设备和监测装置的数据比对查询功能。
- c) 应支持对被监测设备、监测装置进行自身告警信息的查询统计功能。

### 8.2.3 辅助分析

相关要求如下:

- a) 应支持设备状态差异化对比分析功能, 形成设备正常运行状态的参考值和异常状态的预警阈值, 实现设备状态的动态预警机制。
- b) 应支持监测数据和故障典型案例库比对功能, 根据故障模式分类收集整理设备故障案例数据, 对设备运行状况进行辅助分析判断。
- c) 应支持设备状态量的发展趋势相关性分析功能, 支持设备状态的横向比对分析。

## 8.3 气象监测分析

### 8.3.1 气象信息监测

相关要求如下:

- a) 气象监测分析使用的数据应包括电力自动气象站采集信息、气象实时和历史天气要素数据、电量和负荷信息、气象预报产品及气象灾害信息。
- b) 应支持按不同时间尺度、不同流域、不同电网、不同行政区域进行气温监视, 包括最高、最低气温及空间分布等信息。
- c) 应支持按不同时间尺度、不同流域、不同电网、不同行政区域进行雨量监视, 并提供雨量实时和历史数据统计的空间分布图。
- d) 应能展示红外、水汽等卫星云图产品, 提供多幅卫星云图连续播放功能。
- e) 应能展示逐站多时次雷达产品或多时次天气雷达的拼图产品, 能够单幅或多幅展示天气雷达同区域内相同或邻近时次的气压、降水等物理量信息。
- f) 应能显示台风源地, 逐时次对台风的中心位置、移向、移速及强度变化进行跟踪监视, 以及台风 24h、48h 警戒线, 逐时次展示台风七级、十级风圈范围, 提供台风运动轨迹的动画展示。
- g) 应能展示未来 24h~72h 天气预报文字内容及每日降水量、气温、风速、风向等气象要素预报值信息。
- h) 应能展示台风、暴雨、冰雪、雷电、大风、大雾、沙尘暴、高温、低温等灾害性天气警报。

### 8.3.2 应用分析

相关要求如下:

- a) 应能比较分析气象信息对电网负荷、电量的影响。
- b) 应能对高温、冷害、强降水、台风等极端天气事件进行分析与统计。
- c) 应能对气象预报结果进行评价。
- d) 应能对气象监测重要数据异常进行监视报警。
- e) 应能对气象灾害可能导致的电网故障进行预警。
- f) 应能对数值天气预报和电网设备进行叠加分析, 并进行预警信息的标注。
- g) 应能对强对流天气过程进行预警。
- h) 应具备历史断面气象综合信息反演功能。
- i) 应具备气象多要素敏感性等综合分析功能。



## 8.4 雷电监测

### 8.4.1 雷电监测及告警

应能以画面或短信方式显示雷电活动情况，并针对区域和电网输电线路提出雷电预警及告警信息，包括雷电活动展示、电网雷电活动告警等。

### 8.4.2 雷电定位

相关要求如下：

- a) 应能根据线路跳闸信息自动查询线路的落雷情况，分析线路故障是否由雷击引起及雷击的具体位置。
- b) 应支持根据输入的线路跳闸信息查询线路雷击情况。

### 8.4.3 雷电统计分析

相关要求如下：

- a) 应能生成地闪密度分布图。
- b) 应能对区域、输电线路、电厂、变电站等进行雷电统计分析。
- c) 应能对地闪密度、雷电日、雷电小时数、落雷总数、平均强度进行分析统计，并形成日报表、月报表、年报表。

## 8.5 水电监测分析

### 8.5.1 水电运行监测

相关要求如下：

- a) 水电监测分析使用的数据应包括雨水情、流量、闸门开度、机组出力、机端电量、库容、耗水率等信息。
- b) 应提供全网水电综合监视图、流域雨水情监视图、大坝防洪监视图、枢纽监视图、日发电计划跟踪监视图、水电厂实时运行综合状态图等监视图形，综合反映水电运行情况。
- c) 应提供水情异常监测功能，包括水位、雨量、流量越限及使用情况等。

### 8.5.2 水务综合计算

相关要求如下：

- a) 可进行水库水量平衡计算。
- b) 可对不同时段的数据特征值进行自动统计计算，按小时、日、旬、月、年等时段对水位、降雨、流量、出力、电量等数据进行均值、极值及发生时间进行统计，并标注来源标识。
- c) 可实现水位-流量、水位-库容查算功能。
- d) 可进行流域面雨量计算，参与计算的各雨量站权重可设置。
- e) 可对可调水量、蓄能值等水库运行状态进行计算。
- f) 水务综合计算的算法可配置，计算中间过程可查看，并提供自动和手动计算功能。

### 8.5.3 水电厂运行趋势分析

相关要求如下：

- a) 应滚动预测水库未来运行趋势，并显示水库水位、发电流量、出库流量等预测结果。
- b) 应在水位运行趋势图上显示水库水位上、下限警戒线。



- c) 应支持弃水计算与统计功能。
- d) 应滚动显示水电厂承担的负荷计划及计算同时段的可调出力。
- e) 可对趋势预测结果的水位越限、发电能力不足、出库流量越限等异常信息进行提示,越限值边界可进行设置。
- f) 可对趋势预测时间长度进行设置。

## 8.6 新能源监测分析

### 8.6.1 新能源运行监测

相关要求如下:

- a) 新能源监测分析使用的数据应包括新能源发电场(站)运行数据、并网点监测数据、测风塔观测数据、光伏电站环境监测站观测数据、区域内的地形地貌数据、场站基础信息、设备运行状态、预测功率等。
- b) 应提供气象信息监测图,实时监测风速、风向、辐照度等气象信息的变化。
- c) 应提供新能源发电场(站)和集群的出力监测图。
- d) 应提供发电计划限额跟踪监视图,在新能源发电场(站)和集群发电计划曲线上实时反映实际发电出力及计划执行情况和调度设定限额。
- e) 应提供新能源发电场(站)及其集群的理论出力曲线图。
- f) 应计算监测区域的风能资源分布图,包括不同层高风速分布图和风功率密度分布图,可显示水平截面上的风能分布和流线分布及垂直截面上的风廓线分布等。
- g) 应实时监测风电场内风电机组的运行状态、光伏电站内逆变器的工作状态。
- h) 应提供综合统计分析功能,包括装机容量、发电量、利用小时数、限制电量、测风数据、发电偏差等。
- i) 应提供新能源异常运行监测及告警功能,包括出力与发电计划偏差越限、风电场大风切出和光伏电站出力剧烈波动等。

### 8.6.2 新能源运行趋势分析

相关要求如下:

- a) 应能同时显示多个新能源发电场(站)总加的预测结果,并统计其同时率。
- b) 应能滚动显示新能源发电场(站)的预测功率及发电计划,对功率越限提供预警。
- c) 应能滚动显示新能源发电场(站)的预测功率变化率,对爬坡率越限提供预警,对风电场大风切出和光伏电站出力剧烈波动等极端情况提供预警。
- d) 应能提供弃风、弃光计算与统计功能。

## 8.7 电能质量监视

### 8.7.1 频率运行指标

应统计如下频率运行指标数据:

- a)  $(50 \pm 0.1)\text{Hz}$ 、 $(50 \pm 0.2)\text{Hz}$  的责任频率越限运行时间。
- b) 电网最高、最低频率。
- c) 机组一次调频投入情况。



### 8.7.2 电压运行指标

应统计如下电压运行指标数据：

- a) 全网电压合格率及电压越限厂站个数占所辖厂站总数的比例。
- b) 所辖厂站每 15min 1 个点、全天 96 个点的电压及电压极值。
- c) 当变电站电压不合格时，该站电容、电抗器投运率。
- d) 当电厂电压不合格时，统计该厂机组功率因数和 AVC 投运情况。

## 8.8 调度控制系统监视

### 8.8.1 运行监视

相关要求如下：

- a) 应能对调度控制系统各应用功能中的重要数据异常进行监视报警，如重要量测数据不变化、越限、跳跃变化、异常波动及重要统计考核指标数据的异常等，对计算结果跳变应自动定位跳跃变化分量。
- b) 应能对调度控制系统内的服务器和工作站工况、网络设备状况、通信通道工况、主要进程运行情况等进行监视。
- c) 应能对自动化机房运行的物理环境及辅助设备运行工况进行监视。

### 8.8.2 报警管理

相关要求如下：

- a) 应提供直观方便的人机界面定义每个报警对象的报警属性，同时应提供批量和模板的定义方式。
  - b) 报警对象之间应建立逻辑相关性，当主要报警对象发生报警时应自动屏蔽相关的子报警。
  - c) 应提供报警信息的综合查询功能，支持按报警对象的特性对报警进行分类、分时段检索，可分值班人、时间段进行查询统计。
-



















中 华 人 民 共 和 国  
电 力 行 业 标 准  
智能电网调度控制系统技术规范  
第 4 部分：实时监控与预警  
DL/T 1709.4—2017

\*

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>)  
北京传奇佳彩印刷有限公司印刷

\*

2018 年 8 月第一版 2018 年 8 月北京第一次印刷  
880 毫米×1230 毫米 16 开本 1.75 印张 47 千字  
印数 001—500 册

\*

统一书号 155198·843 定价 22.00 元

版 权 专 有 侵 权 必 究  
本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换

