

ICS 29.240

备案号: CEC 573-2011

Q/GDW

国家电网公司企业标准

Q / GDW 619 — 2011

地区电网自动电压控制 (AVC) 技 术 规 范

Technical specification of automatic voltage control
for district power networks

2011-05-24 发布

2011-05-24 实施



国家电网公司 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 技术原则 1

5 结构要求 2

6 功能 2

7 AVC 性能指标 5

编制说明 7

前 言

自动电压控制（Automatic Voltage Control, AVC）是现代电网运行重要的技术手段，也是电网智能调度的重要功能之一，在保证电网安全、优质和经济运行方面发挥着重要作用。

本标准根据国家电网公司技术标准制、修订总体计划安排制定。

本标准主要对地区电网自动电压控制（AVC）的技术原则、结构要求、功能及性能指标作了规定。

本标准由国家电网公司科技部提出并解释。

本标准由国家电网公司科技部归口。

本标准起草单位：安徽省电力公司、福建省电力有限公司。

本标准主要起草人：李端超、陈实、黄太贵、董瑞、汤伟、邓勇。

地区电网自动电压控制（AVC）技术规范

1 范围

本标准规定了地区电网自动电压控制（AVC）的结构、功能要求及性能指标。

本标准适用于国家电网公司地区电网自动电压控制（AVC）的规划、设计、建设和运行。

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。

DL/T 516—2006 电网调度自动化系统运行管理规程

DL/T 634.5101—2002 远动设备及系统 第 5-101 部分：传输规约 基本远动任务配套标准

DL/T 634.5104—2009 远动设备及系统 第 5-104 部分：传输规约 采用标准传输协议集的 IEC 60870-5-101 网络访问

DL 5002—2005 地区电网调度自动化设计技术规程

SD325 电力系统电压和无功电力技术导则

Q/GDW 212—2008 电力系统无功补偿配置技术原则

Q/GDW Z 461—2010 地区智能电网调度技术支持系统应用功能规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

自动电压控制（Automatic Voltage Control, AVC）

指利用计算机系统、通信网络和可调控设备，根据电网实时运行工况在线计算控制策略，自动控制无功和电压调节设备，以实现合理的无功电压分布。

3.2

AVC 主站（AVC Master Station）

指安装在各级电力调度中心的计算机系统及软件，用于完成 AVC 计算分析及下发控制调节指令等功能，同时接收 AVC 子站的反馈信息。

3.3

AVC 子站（AVC Slave Station）

指安装在电厂或变电站接收并执行 AVC 控制调节指令等功能的自动化设备及附属设备。既可执行主站命令，也可根据当地无功电压信息就地控制等功能，并向 AVC 主站回馈信息。

4 技术原则

4.1 安全性

应满足电网运行安全要求和电力二次系统安全防护规定的要求。

4.2 可靠性

应满足实时闭环控制系统所必须具备的可靠性要求。

4.3 实用性

应以工程实用为根本目标,充分考虑方案的可操作性和实用性,结合电网实际情况,满足实时控制运行要求,且易于使用,界面友好,维护方便。

4.4 开放性

系统软硬件接口符合相关国际和国家标准,采用开放式体系结构和分布式系统设计,便于功能扩展。

5 结构要求

5.1 总体结构

5.1.1 AVC 包括 AVC 主站、AVC 子站和传输通道。

5.1.2 AVC 控制对象包括地区电网调度管辖范围内的具备调压能力的发电机(包括调相机)、有载调压变压器、并联电容/电抗器、静止无功补偿器(SVC)及其他无功补偿设备。

5.2 AVC 主站

5.2.1 AVC 主站宜基于电网调度自动化系统支持平台一体化设计,除了特有的控制参数和人机界面外,共享电网模型、图形和实时运行数据。

5.2.2 地区新建的调度自动化系统,AVC 功能同步建设,宜采用一体化设计。

5.3 AVC 子站

5.3.1 电厂应具备 AVC 子站功能,可采用专用 AVC 子站模式或内嵌在其他系统的 AVC 功能模块两种方式。

5.3.2 变电站子站功能可由变电站监控系统、无功电压控制器(VQC)或其他方式实现。

5.4 传输通道

5.4.1 AVC 主站和子站通信应利用现有的自动化通信通道,并符合 DL 5002—2005 要求。

5.4.2 主站和子站通信应采用先进成熟的电力系统专用规约,优先采用 IEC101、IEC104 规约。

6 功能

6.1 AVC 主站功能

6.1.1 AVC 功能是通过地区电网实时无功电压运行信息的采集、监视和计算分析,在满足电网安全稳定运行基础上,控制电网中无功电压设备的运行状态,与上下级调度协调控制,维持电压运行在合格范围内,优化无功分布,降低电网损耗。应依次达到以下要求:

- a) 保证所辖范围内监控电压运行在合格范围内;
- b) 降低电网损耗。

6.1.2 数据辨识:

6.1.2.1 AVC 数据来源采用两种方式:数据采集与监控(SCADA)数据或经过状态估计计算后数据。

6.1.2.2 采用 SCADA 数据的,应利用遥测、遥信等信息的冗余性进行量测数据和状态量识别、纠错、闭锁和报警功能,支持单测点量测质量分析和多测点关联分析;对数据突变和高频电压波动进行多次滤波;在电网发生异常造成量测数据超出设定值范围,应自动闭锁控制功能并报警;关键测点采用主备量测方式。

6.1.2.3 采用状态估计数据的,应对数据进行可用性判别,异常时应具备闭锁或切换至 SCADA 数据功能,并进行报警。

6.1.2.4 AVC 采用的电网模型应完整、准确,覆盖调度管辖范围内的电厂或变电站和相关设备信息。

6.1.3 AVC 控制模式应具备开环、半闭环和闭环三种,并可相互切换。开环是指 AVC 主站根据电网运行信息进行计算,形成控制策略,但不下发控制命令;半闭环是指 AVC 主站根据电网运行信息进行计算,形成控制策略,由运行人员决定是否下发控制命令;闭环是指 AVC 主站根据电网运行信息进行计算,形成控制策略,并自动下发控制命令。

6.1.4 控制执行:

6.1.4.1 AVC 指令可分两种方式:遥控和遥调。遥控指的是对并联无功补偿设备的开关进行分/合控制,对有载调压变压器分接头进行升/降控制。遥调指的是对 AVC 子站下发设定值,再由各子站控制相应无功电压调节设备满足主站设定值。遥调包括以下内容:

- a) 电厂或变电站高压母线电压设定值;
- b) 发电厂总无功或单机无功设定值;
- c) 变电站无功设定值;
- d) 有载调压变压器分接头设定值。

6.1.4.2 AVC 控制命令应通过电网运行实时监控遥控/遥调下发到厂站端执行,支持不同厂站的并行下发,即对不同厂站同一时刻可下发多个遥控/遥调命令,保证大规模电网控制实时性。并满足以下要求:

- a) 对于控制失败的情况,应给出报警,并闭锁相应设备;
- b) 应自动闭锁已停运设备;
- c) 支持对选定的当地设备进行通道测试和控制试验。

6.1.5 具备动态分区功能。根据电网运行方式的变化,自动将各电厂或变电站划分为不同区域,实现无功分层分区平衡。

6.1.6 具备电压协调功能,应保证监控调度管辖电厂或变电站电压在合格范围内,部分电厂或变电站无功电压失去调节能力时,相邻电厂、变电站或相邻区域应能提供无功电压调节支持。

6.1.7 具备无功协调功能,在保证电压合格基础上,考虑各区域间的无功协调和区域内各电厂、变电站的无功协调,并考虑区域的无功储备满足电网安全运行要求,满足无功就地或就近平衡原则。

6.1.8 具备开关或有载调压变压器分接头设备控制次数限制功能,合理优化控制频次,避免频繁调节,对开关和变压器分接头调节频次应不超过设备允许的规定值,并符合现场运行规定。可根据电网典型负荷和潮流变化趋势,合理设置设备的调节时间段。

6.1.9 具备设备状态辨识功能,对设备的运行状态和保护动作信号进行采集和识别,禁止对停运或异常设备进行控制。

6.1.10 具备预估算功能,对每次控制效果进行预计算,评估控制前后的电压无功情况,防止过调节和振荡调节。

6.1.11 具备有载调压变压器分接头闭锁功能,当变压器高压侧电压低于允许最低电压设定值时,应禁止变压器分接头向降低变比方向调节。当变压器高压侧电压高于允许最高电压设定值时,应禁止变压器分接头向升高变比方向调节。

6.1.12 具备实时网损计算和显示功能,可进行全网计算和分区计算网损,对于控制设备动作前后的网损情况要进行记录和存储。

6.1.13 具备上下级 AVC 主站协调控制功能,可与上下级调度机构 AVC 主站进行数据交换,实现更大范围内电网无功电压分层协调控制。统计地区电网各分区无功设备可控(包括投、切)容量并上传上级 AVC 主站,在失去调节能力情况下向上级 AVC 主站协调控制请求;接收上级 AVC 主站下发的协调电厂或变电站母线电压或关口无功目标值,并据此作为控制目标之一;接收下级 AVC 主站上传的无功电压调节能力相关信息,并据此向下级 AVC 下发协调控制目标。

6.1.14 具备在线修改有关控制参数功能,并具备权限管理功能。参数生效前应自动对参数的合理性和有效性进行鉴别,对不合理参数进行告警和处理。

6.1.15 提供运行和维护人员友好的监视画面和维护手段。主要包括:

- a) 用户管理:可对各类用户权限进行设置;
- b) 建模维护:可对 AVC 模型进行维护;
- c) 参数配置:可设置 AVC 控制参数;
- d) 实时监视:可对 AVC 运行状态进行监视;

- e) 策略计算：可手工启动和切换 AVC 策略计算；
 - f) 闭/解锁设置：可对被控电厂、变电站或被控设备进行控制闭/解锁设置；
 - g) 历史统计数据报表：输出投运率、合格率、控制效果评估等指标的统计报表。
- 6.1.16 具备系统报警及控制闭锁功能，系统运行异常或失去调节功能时具备报警功能。应识别控制异常或控制错误，并进行报警和控制闭锁。AVC 控制闭锁功能应包括系统级闭锁、厂站级闭锁和设备级闭锁三个等级：
- a) 系统级闭锁是指 AVC 主站整体闭锁，不向所有电厂或变电站发控制命令；
 - b) 厂站级闭锁是指 AVC 主站对某个电厂或变电站停止发控制命令，其他电厂或变电站正常控制；
 - c) 设备级闭锁是指对某具体设备停止发控制命令。
- 6.1.17 具备历史数据保存及查询功能，应完整保存每次控制命令、控制原因和人工操作记录，并可方便查询。
- 6.1.18 具备对控制效果进行统计和评估功能，并可生成报表。根据评估结果，完善 AVC 功能，并可对无功资源优化配置提出建议。包括：
- a) 各电厂或机组 AVC 功能投入率和调节合格率；
 - b) 各电厂或变电站电压合格率或无功的交换电量；
 - c) 变电站电容器、电抗器的投切次数；
 - d) 变电站有载调压分接头挡位的调节次数；
 - e) 控制命令的记录与统计：包括控制时间、控制值、控制方式、是否成功、控制成功率等信息；
 - f) 电压合格率统计：根据相关管理考核规定统计电压合格率，包括最大值、最小值等；
 - g) 功率因数统计：对考核点功率因数合格率进行统计，包括每日 96 点功率因数、最大值、最小值及平均值；
 - h) 控制电网范围内实时网损和网损率统计，包括最大值、最小值等；
 - i) 对上下级间的协调控制策略和控制结果；
 - j) 可保存至少 10 天秒级历史数据，并可提供查询和曲线展示。
- 6.1.19 具备与上下级调度 AVC 接口和本级调度其他应用程序接口功能。
- ## 6.2 电厂 AVC 子站功能
- 6.2.1 AVC 子站控制模式至少包括远方、就地和退出三种模式。远方模式是指接收主站指令，按主站目标指令控制发电机组无功出力；就地模式是指子站按照预先设定的高压母线电压曲线，由子站控制发电机组无功出力跟踪电压曲线；退出模式是指子站退出运行。
- 6.2.2 具备设置接收主站指令方式的功能，如母线电压设定值、单机无功设定值或全厂无功设定值。接收母线电压或全厂无功设定值方式时，子站应合理分配单机无功。
- 6.2.3 具备对主站的指令进行安全性和有效性识别的功能。在和主站通信中断或主站指令无效时，应闭锁控制或转为就地模式。
- 6.2.4 具备参数在线设置和辨识功能。可设置各种控制参数和限值，满足机组安全要求，并和主站参数匹配。具备权限管理功能，参数生效前自动对参数的合理性和有效性进行鉴别，对不合理参数进行告警和处理。
- 6.2.5 具备数据采集功能。实时数据宜从电厂自动化系统获取，也可单独采集。
- 6.2.6 电厂运行人员可在操作台上进行 AVC 功能的控制模式切换，控制模式状态应实时上传主站。
- 6.2.7 具备安全闭锁功能。在运行参数超出规定的约束条件或相关保护动作时，子站控制功能应自动闭锁。子站自检异常时应自动闭锁控制。AVC 运行状态异常时应及时报警。
- 6.2.8 具备数据查询和报表功能。子站应可完整保存主站下发的指令以及子站的控制命令，并能方便查询和生成报表。各种异常报警和人工操作记录应完整保存。
- 6.2.9 应提供运行维护人员友好的操作界面。

6.3 变电站 AVC 子站功能

6.3.1 变电站子站可分为集中控制和分散控制两种方式。

6.3.1.1 集中控制方式：变电站侧不建设专门的子站，由地区调度 AVC 主站直接给出对电容器、电抗器和有载调压变压器分接头的遥控、遥调指令，利用现有的自动化通信通道下发，并通过变电站监控系统闭环执行。监控系统应对被控设备设置远方/就地控制切换压板，并具有必要的安全控制闭锁逻辑判断功能。控制指令包括对电容器、电抗器的投退命令（遥控）或者对有载调压变压器分接头挡位的调节命令（遥调或遥控）。

6.3.1.2 分散控制方式：借助变电站侧已经建设的电压无功控制器（VQC）或监控系统中已有的电压无功控制模块，经升级改造为具有完善安全闭锁控制逻辑的 AVC 子站，主站侧不给出电容器、电抗器和有载调压变压器分接头的具体调节指令，而是下发电压调节目标或无功调节目标，子站根据此目标计算对无功电压调节设备的控制指令并最终执行。

6.3.2 变电站子站至少包括远方、就地和退出三种控制模式。远方控制模式是指接收远方主站指令，按主站目标指令控制站内无功设备或有载调压变压器分接头；就地控制模式是指子站按照设定的高压母线电压曲线，由子站控制站内无功设备或有载调压变压器分接头来跟踪电压曲线；退出模式是指子站退出运行。

6.3.3 对于由区域集控站监控的变电站，主站 AVC 指令应下发到集控站监控系统，再由集控站转发到受控站，集控站应记录每次接收到的 AVC 指令及执行情况。

6.4 数据交互

6.4.1 上下级调度 AVC 主站数据交互宜通过调度自动化系统数据采集功能实现，采用 TASE2 通信规约，除了 6.1.13 所规定的交互内容外，还应包括协调控制目标值的时间信息，保证控制目标值的时效性。

6.4.2 AVC 主站和子站数据交互宜采用 IEC104 或 IEC101 通信规约方式，子站应能通过规约对主站指令的有效性进行识别，保证控制的安全性。

6.4.3 非一体化 AVC 主站和地区调度自动化主站接口应遵循 Q/GDW Z 461—2010 规定的相关模型和数据交互标准。

7 AVC 性能指标

7.1 主站性能指标

7.1.1 AVC 月可用率大于 90%。

$$\text{AVC 月可用率} = \frac{\text{AVC 计算结果月可用次数}}{\text{月计算次数}} \times 100\%$$

AVC 计算结果月可用次数是指全月 AVC 计算结果正确并符合控制要求的次数。

7.1.2 AVC 计算周期不大于 120s。AVC 计算周期是指主站 AVC 软件计算间隔时间。

7.1.3 AVC 控制周期不大于 300s。AVC 控制周期是指 AVC 控制命令下发间隔时间。

7.1.4 AVC 单次计算时间不大于 30s。AVC 单次计算时间是指 AVC 软件从数据读取到计算结果显示到计算机画面所需要的时间。

7.2 电厂子站性能指标

7.2.1 平均无故障时间（MTBF）大于 30 000h。

7.2.2 控制精度：

- a) 高压母线电压控制偏差不大于 $\pm 0.5\text{kV}$ ；
- b) 对于单机容量 300MW 及以下机组，无功控制偏差小于 $\pm 5\text{Mvar}$ ；
- c) 对于单机容量 300MW 以上机组，无功控制偏差小于 $\pm 10\text{Mvar}$ 。

7.2.3 控制延迟时间小于 10s。控制延迟时间是指从接收到主站指令时起到子站生成控制命令的时间。

7.2.4 调节速率：

Q / GDW 619 — 2011

- a) 电压控制方式下调节速率不低于 0.5kV/min;
- b) 无功控制方式下调节速率不低于 10Mvar/min。

7.2.5 CPU 负载率不大于 30%。

7.2.6 历史数据保存时间不小于 1 年。历史数据指子站保存的供查询的各种运行数据。

7.3 变电站子站性能指标

7.3.1 平均无故障时间 (MTBF) 大于 30 000h。

7.3.2 集中控制模式执行时间小于 10s, 分散控制模式执行时间小于 30s。执行时间是指从接收到主站指令时起到控制指令完成时间。

7.3.3 CPU 负载率不大于 30%

7.3.4 历史数据保存时间不小于 1 年。历史数据指子站保存的供查询的各种运行数据记录。

地区电网自动电压控制 (AVC) 技术规范

编制说明



目 次

一、编制背景.....	9
二、编制主要原则.....	9
三、与其他标准文件的关系	9
四、主要工作过程.....	9
五、标准结构和内容.....	9
六、条文说明.....	10

一、编制背景

自动电压控制是现代电网运行重要的技术手段，在保证电网安全、优质和经济运行方面发挥着重要作用。近几年国内不少地区电网开展了自动电压控制工作，并取得初步效果。为了统一相关技术规范，为国家电网公司地区电网 AVC 功能规划、设计、建设和运行提供依据，根据国内外电网已经投运的电网自动电压控制功能技术特点和运行经验，并结合国家电网公司的实际，安徽省电力公司提出并联合福建省电力有限公司等 AVC 技术方面的专家共同编写本技术规范。

本标准依据《关于下达 2007 年度国家电网公司技术标准制(修)订计划的通知》(国家电网科(2007)555 号)的要求编写。

二、编制主要原则

(1) 本标准的编制遵守现有的相关法律、条例、标准和导则等，认真研究了国内现行的相关国家标准、行业标准、企业标准、技术规范，以及 AVC 技术的最新发展。

(2) 本标准坚持先进性与实用性相结合的原则，以标准化引导实用功能开发。

(3) 本标准的出发点和基本原则是规范地区自动电压控制技术，保障地区电网安全优质经济运行，同时尽量使条文具有一定的可操作性，便于理解、引用和实施。

(4) 本标准的编制兼顾了各地区电网现行自动电压控制技术和装备水平，在借鉴了国内先进实用技术的基础上进一步规范地区自动电压控制技术，以工程实用为根本目标，充分考虑方案的可操作性和实用性，结合电网实际情况，满足实时控制运行要求。

(5) 本标准最终名称调整为《地区电网自动电压控制(AVC)技术规范》，比计划项目的名称有所变化，原因在于网、省调电网自动电压控制技术规范已经由华北电网牵头编制，本标准适用于地区电网。

三、与其他标准文件的关系

(1) 本标准引用了 Q/GDW 212—2008《电力系统无功补偿配置技术原则》的有关规定。

(2) 本标准引用了 DL 5003—2005《电力系统调度自动化设计技术规程》和《国家电网公司电力系统电压质量和无功电力管理规定》(国网生(2009)133 号)。

(3) 本标准引用了《能量管理系统(EMS)实用化标准(试行)》(国调自(2009)210 号)和《电网自动电压控制技术规范(试行)》(国调运(2009)307 号)的有关规定。

四、主要工作过程

2007 年 7 月，在接到国家电网公司科技部《关于下达国家电网公司 2007 年度技术标准制修订工作的通知》后，安徽省电力公司于 7 月底成立了编写工作组，拟定了编制大纲和工作计划等，开始进行标准的起草准备工作。2007 年 9 月，在合肥召开编写启动会，邀请福建省电力有限公司、江苏省电力公司、国网电科院等有关专家商讨编写计划和编写大纲。2007 年 12 月形成初稿，12 月中旬在安徽省安庆市召开专家初评会，根据专家意见进行修改。2007 年 12 月底完善修改稿发送给相关单位征求意见，并根据反馈意见进行完善。2008 年 2 月再次对修改稿进行评审，最终形成送审稿并上报。

2010 年初，根据国家电力调度通信中心(以下简称“国调中心”)颁布的《电网自动电压控制技术规范》(调运(2009)307 号)和《能量管理系统(EMS)实用化标准(试行)》(国调自(2009)210 号)，对送审稿进行了完善。2010 年 11 月 27 日，国家电网公司科技信息部在合肥组织专家对送审稿进行审查，会后按专家意见修改，形成《地区电网自动电压控制系统技术规范》报批稿。

2010 年 5 月根据报批稿反馈意见，对规范进行了修改和完善。

五、标准结构和内容

本标准参照 DL/T 600—2001《电力行业标准编写基本规定》，按照国家电网公司技术标准编写要求进行编制。标准的主要结构和内容如下：

(1) 目次。

(2) 前言。

(3) 本标准正文共分 7 章，包括范围、规范性引用文件、术语和定义、技术原则、结构要求、功能

和 AVC 性能指标。

六、条文说明

本标准内容的主要条款分析和说明如下：

(1) 根据国调中心相关要求，自动电压控制作为智能调度技术支持系统应用功能模块之一，不宜再单独称为系统，故本标准中避免出现自动电压控制系统词条。地区电网智能调度技术支持系统应包含 AVC 功能，一体化设计、建设，不应再单独设立 AVC 主站。

(2) 随着变电站自动化技术水平和通信条件的提高，不建议单独设立变电站 AVC 子站或 VQC 装置，推荐由主站直接对无功调压设备进行控制。变电站监控系统具备条件时，可以在监控系统中实现当地无功电压控制功能，以便于在与主站通信中断时，实现无功电压的就地控制。

(3) 在当前自动化基础条件下，AVC 计算数据来源可以依据状态估计结果也可利用 SCADA 采集数据，控制策略计算前，必须利用多种方法对数据的准确性和有效性进行鉴别，保证控制策略的正确性。同时对离散控制设备的调节次数和频度进行限制，保证离散设备的安全。主站必须具备不同级别的闭锁功能，保证控制安全性。

(4) 地区 AVC 可以对地区电网调度管辖的发电厂机组无功进行自动控制，根据控制方式不同，下达的指令可以是：电厂高压母线电压、全厂无功或单机无功，对于已经建成的发电厂由于牵涉到对现有设备的改造，考虑到机组的安全性，可以单独设立 AVC 子站。

(5) AVC 性能指标参照《能量管理系统 (EMS) 实用化标准 (试行)》(国调自 (2009) 210 号) 相关规定确定。

国家电网公司企业标准
地区电网自动电压控制 (AVC)
技 术 规 范
Q / GDW 619 — 2011

*

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>)
北京博图彩色印刷有限公司印刷

*

2011 年 10 月第一版 2011 年 10 月北京第一次印刷
880 毫米×1230 毫米 16 开本 0.75 印张 22 千字
印数 0001—3000 册

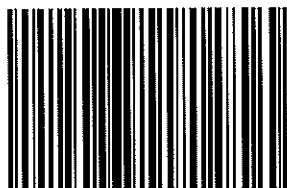
*

统一书号 155123 · 615 定价 8.00 元

敬 告 读 者

本书封面贴有防伪标签, 加热后中心图案消失
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



155123.615

上架建议: 规程规范/
电力工程/供用电