

ICS 27.160

CCS F 12

DB 65

新疆维吾尔自治区地方标准

DB65/T 4621—2022

光伏电站自动电压控制系统技术要求

Technical specification for photovoltaic power station AVC system

2023 - 04 - 20 发布

2023 - 06 - 20 实施

新疆维吾尔自治区市场监督管理局 发布

目 次

前言 III

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 2

 4.1 安全性 2

 4.2 可靠性 2

 4.3 实用性 2

 4.4 开放性 2

5 总体要求 3

 5.1 控制目标 3

 5.2 控制对象 3

 5.3 控制模式 3

 5.4 控制策略 3

 5.5 性能要求 4

 5.6 数据采集与处理 4

 5.7 防误控制 4

 5.8 异常闭锁 4

 5.9 系统功能 5

6 设备要求 6

 6.1 AVC 子站 6

 6.2 光伏逆变器 6

 6.3 无功设备 6

 6.4 传输通道 6

7 计算公式 6

 7.1 AVC 投运率的计算 6

 7.2 AVC 调节合格率的计算 7

 7.3 电压合格率的计算 7

附录 A（规范性） 光伏电站 AVC 子站与主站交互信息 8

 A.1 遥信信号 8

 A.2 遥测信号 8

 A.3 遥调信号 9

附录 B（资料性） 光伏电站 AVC 子站与控制对象交互信息 10

 B.1 遥信信号 10

 B.2 遥测信号 10

 B.3 遥调信号 11

参考文献..... 12

前 言

本文件按照GB/T 1.1—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。

本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由国网新疆电力有限公司电力科学研究院提出。

本文件由国网新疆电力有限公司归口并组织实施。

本文件起草单位：国网新疆电力有限公司电力科学研究院、国网新疆电力有限公司电力调度控制中心、南京南瑞继保电气有限公司、北京清大高科系统控制有限公司、华电新疆发电有限公司红雁池分公司、国网新疆电力有限公司经济技术研究院、北京四方继保自动化股份有限公司、许继集团有限公司、长园深瑞继保自动化有限公司、中国电力科学研究院有限公司、中国计量大学。

本文件主要起草人：胡帅、王廷旺、马涛、王开科、刘国营、赵立斌、李小沛、李超、樊帅、殷君泽、刘启德、董新胜、孙谊嫔、赵红军、郭小龙、亢朋朋、宋朋飞、杨桂兴、樊国伟、刘德福、苏常胜、孙开宁、翟文辉、郭鑫溢、杨扬、王岗红、马恩矿、李国其、米春雷、陈伟伟、曹茜、李忠政、汪一、张洪钟、毛建容、王坤、潘军军、李文进、肖洋、李志强、黄新民、朱一帆、张朋越、张静。

本文件实施应用中的疑问，请咨询国网新疆电力有限公司电力科学研究院、国网新疆电力有限公司电力调度控制中心。

对本文件的修改意见建议，请反馈至国网新疆电力有限公司（乌鲁木齐市水磨沟区南湖东路68号）、国网新疆电力有限公司电力科学研究院（乌鲁木齐市高新技术产业开发区恒达街200号）、国网新疆电力有限公司电力调度控制中心（乌鲁木齐市水磨沟区南湖东路68号）、新疆维吾尔自治区市场监督管理局（乌鲁木齐市天山区新华南路167号）。

国网新疆电力有限公司 联系电话：0991-2926664；传真：0991-2926664；邮编：830002

国网新疆电力有限公司电力科学研究院 联系电话：0991-2918565；传真：0991-2918015；邮编：830011

国网新疆电力有限公司电力调度控制中心 联系电话：0991-2926534；传真：0991-2918015；邮编：830017

新疆维吾尔自治区市场监督管理局 联系电话：0991-2818750；传真：0991-2311250；邮编：830004

光伏电站自动电压控制系统技术要求

1 范围

本文件规定了光伏电站自动电压控制系统的总体原则、总体要求、设备要求、AVC投运率、调节合格率及电压合格率的计算要求。

本文件适用于通过35 kV及以上电压等级并网，以及通过10 kV电压等级与公共电网连接的新建、改建和扩建光伏电站。

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 19964 光伏电站接入电力系统技术规定
- GB/T 36572 电力监控系统网络安全防护导则
- GB/T 37408 光伏发电并网逆变器技术要求
- DL/T 634.5101 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 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IEC60870-5-101网络访问
- DL/T 860.72 电力自动化通信网络和系统 第7-2部分：基本信息和通信结构-抽象通信服务接口 (ACSI)
- DL/T 1215.1 链式静止同步补偿器 第1部分：功能规范导则
- DL/T 1707 电网自动电压控制运行技术导则
- DL/T 1860—2018 自动电压控制试验技术导则
- DL/T 5136 火力发电厂、变电站二次接线设计技术规程
- NB/T 42043 高压静止同步补偿装置

3 术语和定义

DL/T 1707、DL/T 1860—2018界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

自动电压控制 automatic voltage control (AVC)

应用计算机系统、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。

[来源：DL/T 1707—2017,3.1]

3.2

AVC 主站 AVC master station

设置在电网调度机构，用于AVC分析计算并发出控制指令的计算机系统及软件。

[来源：DL/T 1860—2018,3.2]

3.3

AVC 子站 AVC slave station

运行在电厂或者变电站的就地控制装置或软件，用于接收、执行主站的控制指令，并向主站回馈信息。

[来源：DL/T 1860—2018,3.3]

3.4

光伏电站自动电压控制系统 photovoltaic power station AVC system

由光伏电站AVC子站、光伏逆变器、无功设备、传输通道组成的能实现站内无功电压控制功能的系统。

3.5

并网点 point of interconnection

对于有升压站的光伏电站，指升压站高压侧母线或节点；对于无升压站的光伏电站，指光伏电站的输出汇总点。

[来源：GB/T 19964—2012,3.3]

3.6

电压合格率 voltage eligibility rate

实际运行电压在允许电压偏差范围内累计运行时间与对应的总运行统计时间之比的百分值。

[来源：GB/T 29321—2012,3.6]

3.7

静止无功补偿器 static var compensator (SVC)

由静止元件构成的并联可控无功功率补偿装置，通过改变其容性或(和)感性等效阻抗来调节输出，以维持或控制电力系统的特定参数（典型参数是电压、无功功率）。

[来源：DL/T 1215.1—2020,3.2]

3.8

静止无功发生器 static var generator (SVG)

一种由并联接入系统的电压源换流器构成，其输出的容性或感性无功电流连续可调且在可运行系统电压范围内与系统电压无关的无功功率补偿装置。

[来源：NB/T 42043—2014,3.1]

4 总体原则

4.1 安全性

应符合GB/T 36572中的规定，满足电网运行安全要求和电力监控系统安全防护规定的要求。

4.2 可靠性

应满足远方闭环控制以及本地闭环控制应具备的可靠性要求。

4.3 实用性

结合光伏电站实际情况，满足实时控制运行要求，便于人机交互。

4.4 开放性

系统软硬件接口应采用开放式体系结构和分布式系统设计，便于功能扩展。

5 总体要求

5.1 控制目标

在满足电网电压合格和设备安全运行的基础上，提高光伏电站并网点电压合格率，平抑电压波动，降低电网损耗。

5.2 控制对象

包括光伏逆变器及SVC、SVG等无功设备。

5.3 控制模式

5.3.1 应包含多种无功电压控制模式，包括电压控制、功率因数控制、无功功率控制等。

5.3.2 AVC 子站应具有投入、退出两种工作状态。在投入状态下，至少应包含本地开环、本地闭环、远方闭环三种控制模式。本地静态试验时，应采用本地开环控制模式。光伏电站正常运行时，AVC 子站应投入远方闭环控制模式，只有经调度部门许可或通信异常时，才可转为本地闭环控制。AVC 子站远方闭环控制与本地闭环控制切换应实现并网点电压平滑过渡。

5.3.3 远方闭环控制模式下，AVC 子站应具备接收主站无功电压控制指令的功能，根据主站指令协调控制全站光伏逆变器及 SVC、SVG 等无功设备出力。

5.3.4 本地开环控制模式应支持本地静态试验验证子站采集与控制交互数据、基本功能、控制逻辑、防误闭锁，应仅提供控制策略并不下发控制命令。

5.3.5 本地闭环控制模式下，AVC 子站应具备按预先设定的无功电压控制曲线协调控制全站光伏逆变器及 SVC、SVG 等无功设备的功能。

5.4 控制策略

5.4.1 应支持优先调节光伏逆变器和优先调节无功设备两种策略方式。采用无功设备优先调节方式时，在满足控制目标后应利用光伏逆变器置换无功设备的无功出力。

5.4.2 光伏逆变器无功出力分配可采用等比例、等裕度、等功率因数、平均等方式。

5.4.3 应综合考虑光伏逆变器及 SVC、SVG 等无功设备的运行状态、当前无功出力的方向与大小，进行合理的无功分配，避免出现站内不合理的无功环流。

5.4.4 有升压站的光伏电站，升压变低压侧母线电压应按电压幅值划分调控范围。升压变低压侧母线电压调控范围见图 1。升压变低压侧母线电压应从低到高依次设置上方向回调区、上方向闭锁区、正常调节区、下方向闭锁区、下方向回调区。

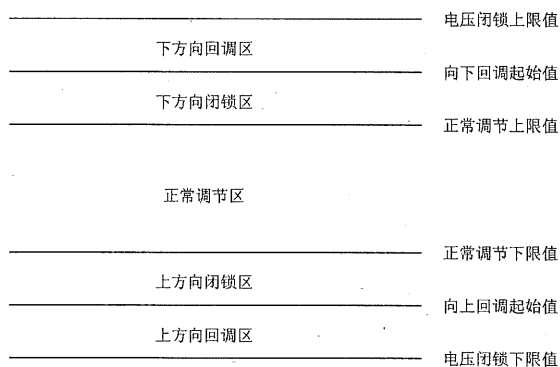


图1 升压站低压侧母线电压调控范围

5.4.5 升压变低压侧母线电压调控应符合下列规则：

- a) 当升压变低压侧母线电压在正常调节区时，AVC 子站应正常响应主站控制指令；
- b) 当升压变低压侧母线电压进入上、下方向闭锁区时，AVC 子站应闭锁控制；
- c) 当升压变低压侧母线电压进入上、下方向回调区时，AVC 子站应向反方向调节，直至电压返回正常调节区；
- d) 当升压变低压侧母线电压越过上、下方向回调区时，AVC 子站应闭锁控制；
- e) 正常调节上、下限值应按调度下发的升压变低压侧母线电压上、下限值进行整定。向上、向下回调起始值、电压闭锁上、下限值可根据并网点电压上、下限值自动计算或人工设定。

5.5 性能要求

调节精度和调节速率应符合DL/T 1860—2018中6.2.2的规定。

5.6 数据采集与处理

5.6.1 应直接满足或依靠附件装置满足电网运行数据采样的实时性和同步性的要求。

5.6.2 应具备校验量测数据的功能。

5.6.3 通过自动化系统直接获取的量测数据，其数据刷新周期、数据分辨率、数据时间偏差应符合 DL/T 1707 的规定。

5.6.4 通过附件装置采样时，模拟量精度及开关量分辨率应符合 DL/T 1860—2018 中 6.1.1 的规定。交流电压、电流回路均应取用互感器测量级二次绕组，二次回路应符合 DL/T 5136 的规定。

5.6.5 AVC 子站控制系统、监控系统及无功设备控制系统的遥测信息应准确清楚，标识统一，标识的主要内容包括：

- a) 有功功率 MW，无功功率 MVar，电流 A，电压 kV，视在容量 MVA，380 V 等级电压标注 V，零序电压 U_0 标注 V，温度标注 $^{\circ}\text{C}$ ，档位标注档；
- b) 电压、电流、有功功率、无功功率、视在容量、温度均应至少保留小数点后两位小数；
- c) 有功功率、无功功率应使用“+”、“-”符号来表示潮流方向。潮流方向以母线为参照对象，送出为“+”，不显示，受进为“-”，应标注；
- d) 光伏逆变器、无功设备应使用“+”来表示发出容性无功，使用“-”来表示发出感性无功。

5.7 防误控制

5.7.1 应具备校验调整步长、调节死区等定值合理性的功能。当误整定时，应闭锁控制并给出提示。

5.7.2 应具备本地闭环控制模式下校验无功电压控制曲线合理性的功能。当无功电压控制曲线中控制命令数值超出并网点电压限值时，应闭锁控制并给出提示。

5.7.3 应具备本地闭环控制模式下校验无功电压控制指令的功能。当控制指令超出并网点电压限值时，应闭锁控制并给出提示。

5.8 异常闭锁

5.8.1 异常闭锁包括厂站级闭锁和设备级闭锁。子站识别出系统异常或控制错误时采用厂站级闭锁，停止下发全站控制命令。子站识别出控制对象异常状态时采用设备级闭锁，停止对异常控制对象下发控制命令。当运行条件恢复时，子站自动或由人工操作解除相应等级的闭锁。

5.8.2 厂站级闭锁主要包括：

- a) 当并网点开关状态、量测数据异常时，应自动闭锁控制并给出提示，异常消失后自动解除闭锁并给出提示；

- b) 当与自动化系统通信异常时，应自动退出远方闭环控制同时转本地闭环控制并给出提示，通信恢复正常后自动恢复远方闭环控制并给出提示；
- c) 当收到主站指令超出调节步长或错误指令时，应自动闭锁控制并给出提示，主站指令恢复正常后，自动解除闭锁，执行正确主站指令并给出提示；
- d) 当收到监控系统事故总信号时，应自动退出 AVC 并给出提示，恢复正常后，应由人工操作投入 AVC；
- e) 当电力系统发生振荡或低电压穿越时，应自动闭锁控制并给出提示，系统恢复正常后，应由人工操作解除闭锁；
- f) 当并网点电压超出调度允许的上、下限值时，应闭锁越限方向的调节控制，同时向反方向调节并给出提示，电压恢复正常后，自动解除闭锁并给出提示；
- g) 当升压变低压侧母线电压超出正常调节上、下限值且未达到向下、向上回调起始值时，应闭锁所有方向的调节控制并给出提示，电压恢复正常后，自动解除闭锁并给出提示；
- h) 当升压变低压侧母线电压超出向上、向下回调起始值时，应闭锁越限方向的调节控制，同时向反方向调节并给出提示，电压恢复正常后，自动解除闭锁并给出提示；
- i) 当升压变低压侧母线电压超出电压闭锁上、下限值时，应闭锁所有方向的调节控制并给出提示，电压恢复正常后，自动解除闭锁并给出提示。

5.8.3 设备级闭锁主要包括：

- a) 当 SVC、SVG 等无功设备或光伏汇集线间隔退出运行时，应自动闭锁相应的无功设备或光伏逆变器并给出提示，间隔恢复正常运行后，应由人工操作解除闭锁；
- b) 当收到控制对象闭锁信号或人工闭锁时，应闭锁该控制对象并给出提示，满足投运条件后，应由人工操作解除闭锁；
- c) 当控制对象的调节次数超出限值，应自动闭锁该控制对象并给出提示，满足控制条件后，应由人工操作解除闭锁；
- d) 当控制对象未投入 AVC 控制功能，应自动闭锁该控制对象并给出提示，功能投入后，自动解除闭锁并给出提示；
- e) 当控制对象无功出力超出无功可调上、下限值时，应自动闭锁该控制对象并给出提示，满足控制条件后，自动解除闭锁并给出提示；
- f) 当控制对象机端电压超出电压可调上、下限值时，应自动闭锁该控制对象并给出提示，满足控制条件后，自动解除闭锁并给出提示；
- g) 当与控制对象通信中断，应自动闭锁该控制对象并给出提示，通信恢复正常后，自动解除闭锁并给出提示；
- h) 当控制对象量测数据异常，应自动闭锁该控制对象并给出提示，数据恢复正常后，自动解除闭锁并给出提示。

5.9 系统功能

AVC子站应提供友好的人机界面和运维手段，主要包括：

- a) 用户权限管理，应支持用户级别和权限设置。用户级别设置类别包括但不限于系统管理员、运行操作人员、浏览用户。不同级别的用户应设置不同安全等级的操作权限；
- b) 运行监视控制，能以直观的方式展现远方/本地下发指令、子站状态、全站无功、电压分布和控制对象运行状态、受控状态等；
- c) 告警闭锁，能快速识别系统运行异常、控制异常或控制错误，实现事件顺序记录，进行光字牌告警和控制闭锁；
- d) 压板投退，能清晰地展现功能投入状态、控制模式，并设置防误操作；

- e) 定值整定，能对控制对象额定参数、控制策略、计算周期、调节步长、调节次数、调节死区、受控母线电压限值、通道中断与恢复时间进行整定；
- f) 事件记录与查询，能查看存储的历史数据包括但不限于数据采集、无功出力分配运算、数据通信事件、厂站内无功电压值、AVC 控制指令、与主站通信状态和数据、闭锁事件等，历史数据应至少保留 14 个月，支持数据导出；
- g) 数据统计，能进行 AVC 投运率、AVC 调节合格率、分时段的电压合格率统计，支持数据导出；
- h) 系统对时，可利用对时软件实现接收时钟同步系统时钟信号的功能，实现系统对时。

6 设备要求

6.1 AVC 子站

应满足以下要求：

- a) AVC 子站应采用独立控制系统，不应与远动装置、自动发电控制系统、监控系统等其他系统合用；
- b) AVC 子站宜采用主备冗余配置，主备切换时不影响正常功能。

6.2 光伏逆变器

应满足以下要求：

- a) 功率因数调节范围应满足 GB/T 19964 规定的要求；
- b) 无功控制功能应满足 GB/T 37408 规定的要求；
- c) 应能在其无功调节范围内按照 AVC 子站的协调控制要求进行无功控制。

6.3 无功设备

应满足以下要求：

- a) 无功设备主要功能及性能要求应满足 DL/T 1215.1、NB/T 42043 规定的要求；
- b) 应能在其无功调节范围内按照 AVC 子站的协调控制要求进行无功控制。

6.4 传输通道

应满足以下要求：

- a) AVC 子站与 AVC 主站应采用电力调度数据网、专用远动通道等进行通信，通信规约应满足 DL/T 634.5101、DL/T 634.5104 的要求；
- b) AVC 子站和光伏逆变器、SVC/SVG、监控系统应采用以太网通讯，通信规约宜采用 DL/T 860.72、DL/T 634.5104、网络（串口）MODBUS 等常用标准规约；
- c) 光伏电站 AVC 子站与主站交互信息应符合附录 A 中的规定；
- d) 光伏电站 AVC 子站与控制对象交互信息见附录 B。

7 计算公式

7.1 AVC 投运率的计算

计算见式（1）。

$$R_u = \frac{T_s}{T_c} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

式中:

R_u ——AVC投运率, %;

T_s ——AVC闭环运行时间, 单位为小时(h);

T_c ——光伏电站并网运行时间, 单位为小时(h)。

注: 光伏电站并网运行时间不应包含执行调控机构调度指令退出AVC的运行时间。

7.2 AVC调节合格率的计算

计算见式(2)。

$$R_c = \frac{N_u}{N_r} \times 100\% \quad (2)$$

式中:

R_c ——AVC调节合格率, %;

N_u ——执行合格点数, 单位为个;

N_r ——调度机构下发调节指令次数, 单位为个。

7.3 电压合格率的计算

计算见式(3)。

$$R_v = \left(1 - \frac{T_o}{T_m}\right) \times 100\% \quad (3)$$

式中:

R_v ——电压合格率, %;

T_o ——电压超限时间, 单位为小时(h);

T_m ——电压监测总时间, 单位为小时(h)。

附录 A

(规范性)

光伏电站 AVC 子站与主站交互信息

A.1 遥信信号

遥信信号至少应包含表A.1内容，名称符合表A.1。

表A.1 遥信信号

编号	信号名称
1	xx厂站/全站AVC远方
2	xx厂站/全站AVC投入
3	xx厂站/全站AVC上调闭锁（增无功）
4	xx厂站/全站AVC下调闭锁（减无功）
5	xx厂站/全站恒电压运行控制方式
6	xx厂站/全站恒无功运行控制方式
7	xx厂站/全站恒功率因数运行控制方式
8	xx厂站/x号SVC/SVG AVC投入

A.2 遥测信号

遥测信号至少应包含表A.2内容，名称符合表A.2。

表A.2 遥测信号

编号	信号名称
1	xx厂站/xx kV. x母线电压
2	xx厂站/xx kV. x母线控制目标返回值°
3	xx厂站/xx kV. x母电压上限
4	xx厂站/xx kV. x母电压下限
5	xx厂站/xx kV. x母线注入有功
6	xx厂站/xx kV. x母线注入无功
7	xx厂站/xx kV. x母线注入无功上限
8	xx厂站/xx kV. x母线注入无功下限
9	xx厂站/全站光伏逆变器无功总和
10	xx厂站/全站光伏逆变器无功总和上限
11	xx厂站/全站光伏逆变器无功总和下限
12	xx厂站/x号SVC/SVG设备无功
13	xx厂站/x号SVC/SVG设备无功上限
14	xx厂站/x号SVC/SVG设备无功下限
15	xx厂站/xx kV. x母线动态无功
16	xx厂站/xx kV. x母线动态无功上限

表A.2 遥测信号（续）

编号	信号名称
17	xx厂站/xx kV. x母线动态无功下限
18	xx厂站/全站有功
19	xx厂站/全站无功
20	xx厂站/全站无功上限
21	xx厂站/全站无功下限
22	xx厂站/全站动态无功
23	xx厂站/全站动态无功上限
24	xx厂站/全站动态无功下限
25	xx厂站/xx kV. x母调节死区
注1：“母线注入无功”为该母线及并列母线所有无功发生设备（包括光伏逆变器及SVC、SVG等无功设备）所发出的无功功率总和。	
注2：“母线动态无功”为该母线及并列母线所有SVC、SVG等无功设备所发出的无功功率总和。	
注3：“全站无功”为全站光伏逆变器及SVC、SVG等无功设备所发出无功功率的总和。	
注4：“全站动态无功”为全站SVC、SVG等无功设备所发出无功功率总和。	
* 为子站反馈主站所接受到的无功电压控制目标指令值。	

A.3 遥调信号

遥调信号至少应包含表A.3内容，名称符合表A.3。

表A.3 遥调信号

编号	信号名称
1	xx厂站/xx kV. x母线电压控制目标值
2	xx厂站/xx kV. x母上调动态无功储备值 ^a
3	xx厂站/xx kV. x母下调动态无功储备值 ^b
4	xx厂站/xx kV. x母目标无功
^a 为全站 SVC、SVG 等无功设备无功可调上限。	
^b 为全站 SVC、SVG 等无功设备无功可调下限。	

附录 B

(资料性)

光伏电站 AVC 子站与控制对象交互信息

B.1 遥信信号

遥信信号包含但不限于表B.1内容，名称见表B.1。

表B.1 遥信信号

编号	对象	信号名称
1	光伏逆变器	停止/运行
2	光伏逆变器	正常/故障
3	光伏逆变器	允许/闭锁
4	SVC/SVG	停止/运行
5	SVC/SVG	正常/故障
6	SVC/SVG	允许/闭锁
7	SVC/SVG	远方/就地
8	监控系统	全站事故总信号
9	监控系统	主变高压侧断路器分位/合位

B.2 遥测信号

遥测信号包含但不限于表B.2内容，名称见表B.2。

表B.2 遥测信号

编号	对象	信号名称
1	光伏逆变器	无功功率
2	光伏逆变器	功率因数
3	光伏逆变器	可发无功最大值
4	光伏逆变器	可发无功最小值
5	光伏逆变器	无功指令返回值
6	光伏逆变器	自采的系统电压
7	SVC/SVG	自采的系统电压
8	SVC/SVG	无功功率
9	SVC/SVG	可发无功最大值
10	SVC/SVG	可发无功最小值
11	监控系统	并网点母线电压
12	监控系统	并网点无功功率
13	监控系统	并网点功率因数
14	监控系统	厂用母线电压

B.3 遥调信号

遥调信号包含但不限于表B.3内容，名称见表B.3。

表B.3 遥调信号

编号	对象	信号名称
1	光伏逆变器	无功目标值
2	SVC/SVG	电压目标值
3	SVC/SVG	无功目标值
4	SVC/SVG	功率因数目标值

参 考 文 献

- [1] GB/T 29321—2012 光伏电站无功补偿技术规范
-