



中华人民共和国国家标准

GB/T 34931—2017

光伏电站无功补偿装置检测技术规程

Testing code for reactive power compensation
device of photovoltaic power station

2017-11-01 发布

2018-05-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会 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 基本规定 2

5 检测方法 4

6 检测文件 9

附录 A（资料性附录） 电压特性曲线 10

附录 B（规范性附录） 无功响应特性计算方法 11

附录 C（资料性附录） 检测报告 12

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

请注意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这些专利的责任。

本标准由中国电力企业联合会提出并归口。

本标准起草单位：中国电力科学研究院、江苏省电力公司电力科学研究院、特变电工新疆新能源股份有限公司、南京南瑞继保电气有限公司、国网甘肃省电力公司电力科学研究院、北京群菱能源科技有限公司。

本标准主要起草人：丁杰、张军军、秦筱迪、陈梅、李政、李臻、牛晨晖、陈志磊、包斯嘉、袁晓东、李红涛、刘伟增、董开松、刘为群、林小进、吴蓓蓓、张双庆、赵耀、王涛、彭国平、钱敏慧、张进滨。

光伏电站无功补偿装置检测技术规程

1 范围

本标准规定了光伏电站无功补偿装置的检测条件、检测设备、检测内容、检测步骤等。

本标准适用于通过 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、扩建和改建的光伏发电站。

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 2829 周期检验计数抽样程序及表(适用于对过程稳定性的检验)

GB/T 14549 电能质量 公用电网谐波

GB/T 17626.30 电磁兼容 试验和测量技术 电能质量测量方法

GB/T 19964—2012 光伏发电站接入电力系统技术规定

GB/T 20840.2 互感器 第 2 部分:电流互感器的补充技术要求

GB/T 20840.3 互感器 第 3 部分:电磁式电压互感器的补充技术要求

GB/T 31365 光伏发电站接入电网检测规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

光伏发电站 photovoltaic(PV) power station

利用光伏电池的光生伏特效应,将太阳辐射能直接转换成电能的发电系统,一般包含变压器、逆变器和光伏方阵,以及相关辅助设施等。

3.2

并网点 point of interconnection

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

3.3

光伏电站无功补偿装置 reactive power compensation device in PV power station

能够跟踪光伏电站要求,发出可调节的容性或感性无功功率的成套装置,包括具有无功调节能力的光伏逆变器或静止无功补偿器、静止无功发生器等集中无功补偿装置及站级无功控制装置。

3.4

光伏电站动态无功响应时间 response time of dynamic reactive power in PV power station

光伏电站自并网点电压异常升高或者降低达到触发设定值开始,直到光伏电站并网点无功功率实际输出变化量(目标值与初始值之差)达到变化量目标值的 90%所需的时间。

3.5

光伏电站无功/电压控制系统响应时间 response time of reactive power/voltage control system in PV power station

光伏电站无功电压控制系统自接收到电网调度机构实时下达(或预先设定)的无功功率/电压控制指令开始,直到光伏电站无功并网点无功功率实际输出变化量(目标值与初始值之差)达到变化量目标值的90%所需的时间。

3.6

电网模拟装置 grid simulator

模拟电网输出特性的可控交流电源。

3.7

无功扰动装置 reactive power disturbance device

由有源或无源设备组成,能够输出一定容性或感性无功功率,对光伏电站站内汇集母线/并网点电压产生的扰动的固定或可移动的成套装置。

4 基本规定

4.1 现场条件

光伏电站无功补偿装置检测现场条件应满足如下要求:

- a) 光伏电站配备的无功补偿装置已通过相关第三方产品检测并取得相应的检测报告;
- b) 光伏电站配备的无功补偿装置应具有出厂合格证及检测报告;
- c) 检测期间,辐照度最大值应不小于 400 W/m^2 ,光伏逆变器并网运行,集中无功补偿装置处于正常运行状态,光伏电站并网点电压应在正常运行限值以内。

4.2 检测项目

光伏电站无功补偿装置检测项目如表1所示:

表1 检测项目表

序号	检测项目		对应章条号	检测对象	
				光伏电站	集中无功补偿装置
1	基本性能检测	连续运行范围	5.2.1	√	
2		控制响应特性	5.2.2	√	
3		动态响应特性	5.2.3	√	
4		同步性	5.2.4	√	
5		控制模式切换	5.2.5	√	
6		注入谐波电流	5.2.6		√
7	运行适应性检测	过压适应性检测	5.3.1		√
8		过欠频适应性检测	5.3.2		√
9		低电压穿越检测	5.3.3		√

4.3 检测设备

4.3.1 电网模拟装置

电网模拟装置应能模拟公用电网的电压与频率的扰动,并满足以下技术条件:

- a) 与集中无功补偿装置连接侧的电压谐波应小于 GB/T 14549 中谐波允许值的 50%;
- b) 具备电能双向流动的能力,对电网的安全性不应造成影响;
- c) 向电网注入的电流谐波应小于 GB/T 14549 中谐波允许值的 50%;
- d) 正常运行时,电网模拟装置的输出电压基波偏差值应小于 0.2%;
- e) 正常运行时,电网模拟装置的输出频率偏差值应小于 0.01 Hz,可调节步长至少为 0.05 Hz;
- f) 三相电压不平衡度应小于 1%,相位偏差应小于 1%;
- g) 响应时间应小于 0.02 s。

4.3.2 无功扰动装置

无功扰动装置应能输出可调节的容性无功功率或感性无功功率,装置可采用无源装置通过串并联的结构实现,也可采用有源设备实现,响应时间应小于 0.02 s。

4.3.3 电压跌落发生装置

电压跌落发生装置如图 1 所示,电压跌落宜通过无源电抗器接地短路或相间短路实现,并应满足以下要求:

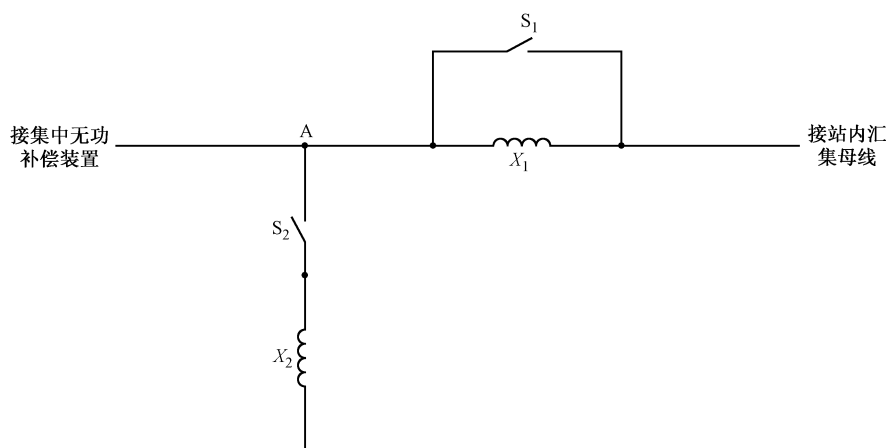


图 1 电压跌落发生装置示意图

- a) 装置应能模拟三相对称电压跌落、相间电压跌落和单相电压跌落;
- b) 限流电抗器 X_1 和短路电抗器 X_2 均应可调,装置应在 A 点产生不同深度的电压跌落;
- c) 电抗值与电阻值之比(X/R)应至少大于 3;
- d) A 点三相对称短路容量应为被测光伏发电单元的 3 倍以上;
- e) 开关 S_1 、 S_2 应使用机械断路器或电力电子开关;
- f) 电压阶跃时间应小于 20 ms。

4.3.4 测量设备

测量设备包括电压互感器、电流互感器和数据采集装置等。测量设备准确度应至少满足表 2 的要求,电流互感器应满足 GB/T 20840.2 的要求,电压互感器应满足 GB/T 20840.3 的要求,电能质量测量

装置应满足 GB/T 17626.30 的要求,数据采集装置采样频率不应小于 10 kHz。

表 2 测量设备准确度等级要求

设备仪器	准确度等级要求
电压互感器	0.5(0.2 ^a)级
电流互感器	0.5(0.2 ^a)级
数据采集装置	0.2 级
^a 0.2 级为电能质量测量时的准确度要求。	

4.4 检测回路

光伏电站无功补偿装置检测回路如图 2 所示。

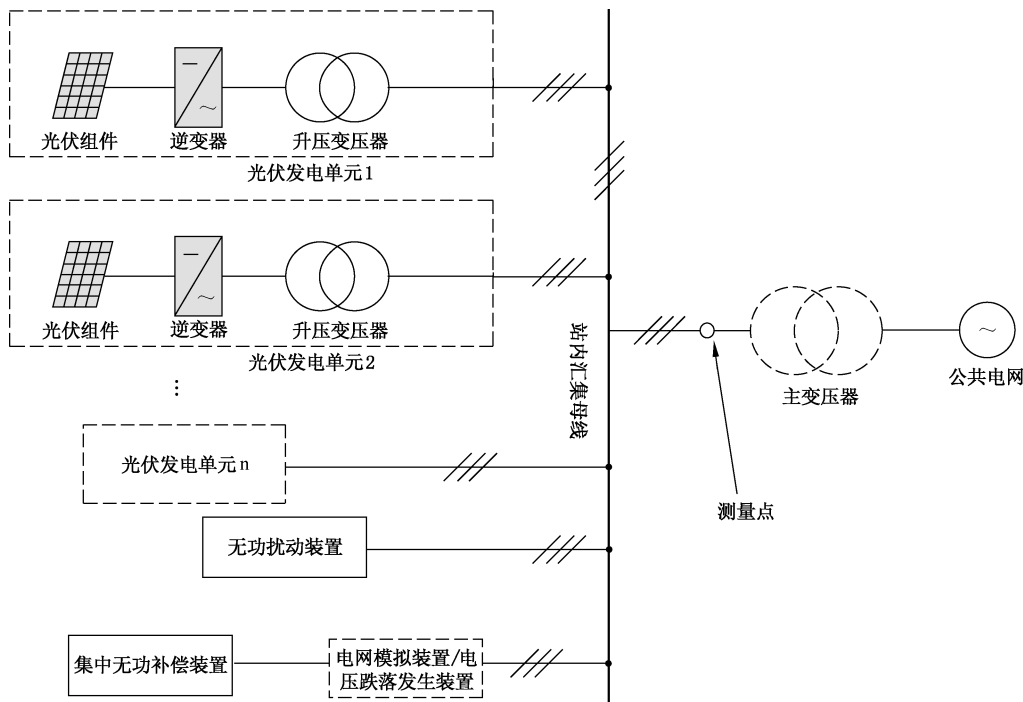


图 2 无功补偿装置检测回路示意图

5 检测方法

5.1 基本性能检测

5.1.1 连续运行范围检测

连续运行范围检测应按如下步骤进行：

- a) 调节光伏电站有功控制系统,发出当前最大有功功率 P_0 ;
- b) 调节光伏电站无功控制系统,发出最大感性无功并保持至少 2 min 后恢复正常运行;
- c) 调节光伏电站无功控制系统,发出最大容性无功并保持至少 2 min 后恢复正常运行;
- d) 在光伏电站并网点通过数据采集装置记录检测过程中光伏电站输出的电压、电流波形,计

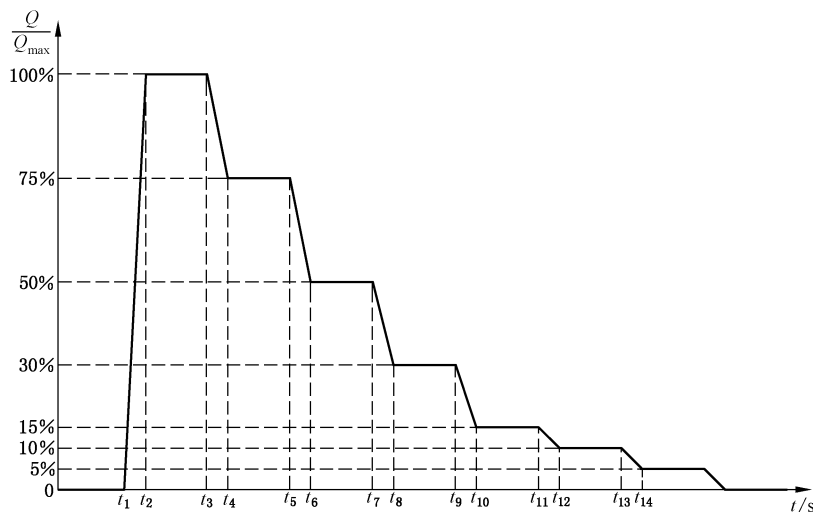
算当前运行工况下光伏电站输出的最大感性和容性无功功率；

- e) 调节光伏电站有功控制系统,分别发出 $90\%P_0$ 、 $80\%P_0$ 、 $70\%P_0$ 、 $60\%P_0$ 、 $50\%P_0$ 、 $40\%P_0$ 、 $30\%P_0$ 、 $20\%P_0$ 、 $10\%P_0$ (若光伏逆变器停机,则以停机前运行的最小功率为最后运行工况),重复步骤 b)~d);
- f) 以有功功率为横轴,无功功率为纵轴绘制光伏电站功率运行范围包络线。

5.1.2 控制响应特性检测

控制响应特性检测应按如下步骤进行:

- a) 调节光伏电站有功控制系统,输出有功功率稳定至 $50\%P_0$;
- b) 调节光伏电站无功控制系统,按图 3 所示:使其依次发出 5.1.1 检测到的最大感性无功功率的 $100\%Q_{Lmax}$ 、 $75\%Q_{Lmax}$ 、 $50\%Q_{Lmax}$ 、 $30\%Q_{Lmax}$ 、 $15\%Q_{Lmax}$ 、 $10\%Q_{Lmax}$ 、 $5\%Q_{Lmax}$ (或能输出的最小感性无功功率值),并在每个状态下保持运行至少 30 s;
- c) 调节光伏电站无功控制系统,按图 3 所示:使其依次发出 5.1.1 检测到的最大容性无功功率的 $100\%Q_{Cmax}$ 、 $75\%Q_{Cmax}$ 、 $50\%Q_{Cmax}$ 、 $30\%Q_{Cmax}$ 、 $15\%Q_{Cmax}$ 、 $10\%Q_{Cmax}$ 、 $5\%Q_{Cmax}$ (或能输出的最小容性无功功率值),并在每个状态下保持运行至少 30 s;
- d) 在光伏电站并网点通过数据采集装置记录检测过程中光伏电站输出的电压、电流波形;
- e) 以时间为横轴,无功功率为纵轴,绘制光伏电站无功响应特性曲线并计算响应时间和控制精度;
- f) 以无功功率为横轴,并网点电压为纵轴,绘制和无功电压特性曲线,无功电压特性曲线绘制方法可参见附录 A。



注 1: 无功阶跃时间为 $t_1 \sim t_2$ 、 $t_3 \sim t_4$ 、 $\dots$ 、 $t_{13} \sim t_{14}$ 的时间间隔。

注 2: 无功保持时间为 $t_2 \sim t_3$ 、 $t_4 \sim t_5$ 、 $\dots$ 、 $t_{12} \sim t_{13}$ 的时间间隔。

图 3 无功调节步骤示意图

5.1.3 动态响应特性检测

5.1.3.1 检测原则

动态响应特性检测应满足如下原则:

- a) 检测时应同时对集中无功补偿装置和参与无功调节的光伏逆变器进行检测;

- b) 动态响应特性宜采用无功扰动装置进行检测,若条件不满足也可采用投切合适容量的电容器/电抗器,投切汇集线路等方法进行检测;
- c) 若无功扰动装置容量小于光伏电站无功补偿装置容量时,则应按无功扰动装置能提供的最大容量进行检测。

5.1.3.2 检测步骤

动态响应特性检测应按如下步骤进行:

- a) 按图 2 连接无功扰动装置;
- b) 设置光伏电站无功补偿装置与实际投入运行时一致的控制模式;
- c) 调节光伏电站有功控制系统,输出有功功率稳定至 $50\%P_0$ (若光伏逆变器不参与无功调节,则对光伏电站输出有功功率不作要求);
- d) 投入无功扰动装置并调节使其输出感性无功功率为 5.1.1 检测到的最大感性无功功率并保持至少 2 min 后恢复正常,测量光伏电站站内汇集母线电压升高值 ΔU_1 ;
- e) 投入无功扰动装置并调节使其输出容性无功功率为 5.1.1 检测到的最大容性无功功率并保持至少 2 min 后恢复正常,测量光伏电站站内汇集母线电压降低值 ΔU_2 ;
- f) 投入无功扰动装置并调节使其输出感性无功功率为 5.1.1 检测到的最大感性无功功率;
- g) 调节光伏电站主变压器抽头,使得站内汇集母线的电压降至 $90\%U_n + U_1$ ($U_1 < \Delta U_1$);
- h) 断开无功扰动装置出口断路器,使站内汇集母线的电压降至 $90\%U_n$ 以下,在并网点通过数据采集装置记录检测过程中光伏电站输出的电压、电流波形;
- i) 投入无功扰动装置并调节使其输出容性无功功率为 5.1.1 检测到的最大容性无功功率;
- j) 调节光伏电站主变压器抽头,使得站内汇集母线的电压升至 $110\%U_n - U_2$ ($U_2 < \Delta U_2$);
- k) 断开无功扰动装置出口断路器,使站内汇集母线的电压升至 $110\%U_n$ 以上,在并网点通过数据采集装置记录检测过程中光伏电站输出的电压、电流波形;
- l) 光伏电站无功补偿装置动态无功响应时间计算方法见附录 B。

5.1.4 装置间协调性检测

5.1.4.1 检测原则

检测应以随机抽样的方式开展,相同拓扑结构、配置相同型号逆变器和单元升压变压器的光伏发电单元属于同一类型,应按照 GB/T 2829 进行选取,不同类型的光伏发电单元均应选取并检测。

5.1.4.2 检测步骤

协调性检测应按如下步骤进行:

- a) 调节光伏电站有功控制系统,发出当前最大有功功率 P_0 ;
- b) 调节光伏电站无功控制系统,发出 5.1.1 检测到的最大感性无功功率,待系统稳定运行后保持至少 2 min;
- c) 调节光伏电站无功控制系统,发出 5.1.1 检测到的最大容性无功功率,待系统稳定运行后保持至少 2 min;
- d) 利用数据采集装置记录集中无功补偿装置和抽样的光伏发电单元出口侧电压、电流波形;
- e) 在同一坐标轴下分别绘制不同无功补偿装置的无功调节曲线;
- f) 调节光伏电站有功控制系统,使其依次发出 $40\%P_0 \sim 60\%P_0$ 和 $10\%P_0 \sim 30\%P_0$ 的额定有功功率,重复步骤 b)~e)。

5.1.5 控制模式切换检测

控制模式切换检测应按如下步骤进行：

- 设置光伏电站无功运行方式在恒无功控制模式与恒电压控制模式间切换；
- 每种控制模式下系统稳定运行时间不小于 30 s；
- 在并网点通过数据采集装置记录检测过程中光伏电站输出的电压、电流波形；
- 设置光伏电站无功运行方式在恒无功控制模式与恒功率因数控制模式间切换，重复步骤 b)～c)；
- 设置光伏电站无功运行方式在恒电压控制模式与恒功率因数控制模式间切换，重复步骤 b)～c)。

注：在模式切换期间，如因系统电压波动导致无法稳定运行，则每个控制模式运行至少 5 min。

5.1.6 注入电流谐波检测

光伏电站注入谐波电流检测可依据标准 GB/T 31365 中规定的检测方法进行检测，检测集中无功补偿装置向电网注入的谐波电流值应按照如下步骤进行：

- 在集中无功补偿装置出口侧接入电能质量测量装置；
- 调节集中无功补偿装置输出每递增 10% 的额定感性无功功率为一个区间，对每个区间进行检测，测量时间为 10 min；
- 按公式(1)测量电流谐波子群的有效值，取 3 s 内 15 次输出结果的方均根值；
- 计算 10 min 内所包含的各 3 s 电流谐波子群的方均根值；
- 计算电流谐波子群第 1 次至第 50 次；
- 利用公式(2)计算电流谐波子群总畸变率；
- 调节集中无功补偿装置输出容性无功，重复步骤 b)～d)；

注 1：h 次电流谐波子群的有效值：

$$I_h = \sqrt{\sum_{i=-1}^1 C_{10h+i}^2} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

C_{10h+i} ——DFT 输出对应的第 $10h+i$ 根频谱分量的有效值。

注 2：电流谐波子群总畸变率：

$$THDS_i = \sqrt{\sum_{h=2}^{50} \left(\frac{I_h}{I_1}\right)^2} \times 100\% \dots\dots\dots (2)$$

式中：

I_h ——在 10 min 内 h 次电流谐波子群的方均根值；

I_1 ——在 10 min 内电流基波子群的方均根值。

5.2 运行适应性检测

5.2.1 过压适应性检测

光伏电站过压适应性检测可依据标准 GB/T 31365 中规定的检测方法进行检测，若只检测集中无功补偿装置，应按照图 2 连接集中无功补偿装置、电网模拟装置以及其他相关设备，调节集中无功补偿装置输出额定电流或电网模拟装置所能承受的最大电流，检测应按如下步骤进行：

- 在站内汇集母线标称频率条件下，调节电网模拟装置，使集中无功补偿装置输出侧电压从额定值分别阶跃至 $101\%U_N$ 、 $109\%U_N$ 和 $101\%U_N \sim 109\%U_N$ 之间的任意值保持至少 20 s 后恢复到额定值。记录集中无功补偿装置运行时间或脱网跳闸时间；

- b) 在站内汇集母线标称频率条件下,调节电网模拟装置,使集中无功补偿装置输出侧电压从额定值分别阶跃至 $111\%U_N$ 、 $119\%U_N$ 和 $111\%U_N \sim 119\%U_N$ 之间的任意值保持至少 4 s 后恢复到额定值。记录集中无功补偿装置运行时间或脱网跳闸时间;
- c) 在站内汇集母线标称频率条件下,调节电网模拟装置,使集中无功补偿装置输出侧电压从额定值分别阶跃至 $121\%U_N$ 、 $129\%U_N$ 和 $121\%U_N \sim 129\%U_N$ 之间的任意值保持至少 0.5 s 后恢复到额定值。记录集中无功补偿装置运行时间或脱网跳闸时间;
- d) 通过数据采集装置在集中无功补偿装置输出侧记录检测过程中电压、电流波形。

注: U_N 为站内汇集母线标称电压。

5.2.2 过欠频适应性检测

光伏电站过压适应性检测可依据标准 GB/T 31365 中规定的检测方法进行检测,若只检测集中无功补偿装置,应按照图 2 连接集中无功补偿装置、电网模拟装置以及其他相关设备,调节集中无功补偿装置输出额定电流或电网模拟装置所能承受的最大电流,检测应按如下步骤进行:

- a) 在站内汇集母线标称电压条件下,调节电网模拟装置,使集中无功补偿装置输出侧电压频率从额定值分别阶跃至 49.55 Hz、50.15 Hz 和 49.55 Hz~50.15 Hz 之间的任意值保持至少 20 min 后恢复到额定值。记录集中无功补偿装置运行时间或脱网跳闸时间;
- b) 在站内汇集母线标称电压条件下,调节电网模拟装置,使集中无功补偿装置输出侧电压频率从额定值分别阶跃至 48.05 Hz、49.45 Hz 和 48.05 Hz~49.45 Hz 之间的任意值保持至少 10 min 后恢复到额定值。记录集中无功补偿装置运行时间或脱网跳闸时间;
- c) 在站内汇集母线标称电压条件下,调节电网模拟装置,使集中无功补偿装置输出侧电压频率从额定值分别阶跃至 50.25 Hz、50.45 Hz 和 50.25 Hz~50.45 Hz 之间的任意值保持至少 2 min 后恢复到额定值。记录集中无功补偿装置运行时间或脱网跳闸时间;
- d) 通过数据采集装置在集中无功补偿装置输出侧记录检测过程中电压、电流波形。

5.2.3 低电压穿越检测

5.2.3.1 检测准备

进行低电压穿越测试时,集中无功补偿装置的控制模式应与实际投入运行时一致。按照图 2 连接集中无功补偿装置、电压跌落发生装置以及其他相关设备。

检测应至少选取 5 个跌落点,其中应包含 $0\%U_n$ 和 $20\%U_n$ 跌落点,其他各点应在 $(20\% \sim 50\%)U_n$ 、 $(50\% \sim 75\%)U_n$ 、 $(75\% \sim 90\%)U_n$ 三个区间内均有分布,并按照 GB/T 19964—2012 中图 2 曲线要求选取跌落时间。

注: U_N 为光伏电站内汇集母线标称电压。

5.2.3.2 空载测试

集中无功补偿装置投入运行前应先进行空载测试,检测应按如下步骤进行:

- a) 确定被测集中无功补偿装置处于停运状态;
- b) 调节电压跌落发生装置,模拟线路三相对称故障,电压跌落点应满足本规程 5.2.3.1 的要求;
- c) 调节电压跌落发生装置,随机模拟一种线路不对称故障,电压跌落点应满足本规程 5.2.3.1 的要求;
- d) 测量并调整检测装置参数,使得电压跌落幅值和跌落时间满足图 4 的容差要求。

注: 线路三相对称故障指三相短路的工况,线路不对称故障包含: A 相接地短路、B 相接地短路、C 相接地短路、AB 相间短路、BC 相间短路、CA 相间短路、AB 接地短路、BC 接地短路、CA 接地短路 9 种工况。

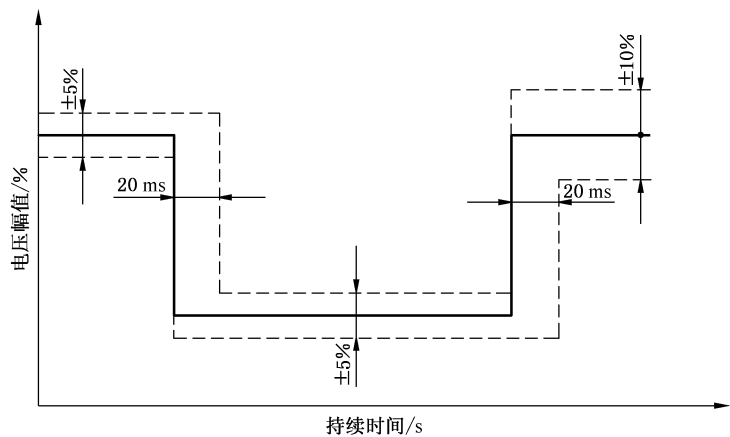


图 4 电压跌落容差

注：0% U_n 和 20% U_n 跌落点电压跌落幅值容差为+5%。

5.2.3.3 负载测试

应在空载测试结果满足要求的情况下,进行低电压穿越负载测试。负载测试时电抗器参数配置、不对称故障模拟工况的选择以及电压跌落时间选取均应与空载测试保持一致,测试应满足如下要求:

- 将集中无功补偿装置投入运行;
- 调节集中无功补偿装置输出感性无功功率;
- 控制电压跌落发生装置进行三相对称电压跌落和不对称电压跌落;
- 在集中无功补偿装置输出侧通过数据采集装置记录被测集中无功补偿装置电压和电流的波形,记录从电压跌落前 10 s 到电压恢复正常后 6 s 之间的数据;
- 调节集中无功补偿装置输出容性无功功率,重复步骤 c)~d)。

6 检测文件

6.1 检测文件内容

检测结果应记录并包括以下内容:

- 被测光伏电站的规格参数;
- 检测设备的规格参数;
- 现场检测环境参数;
- 被测光伏电站无功补偿装置的检测结果;
- 其他相关内容。

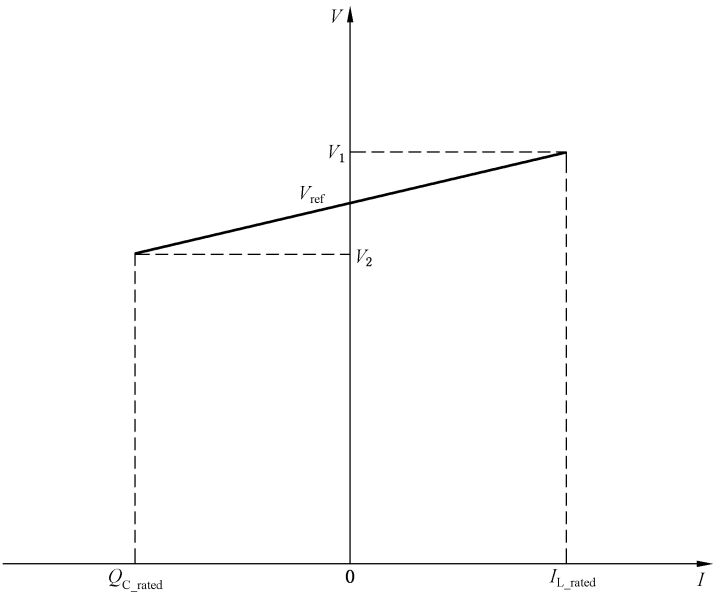
在现场将各项检测结果如实记入原始记录表,原始记录表应有检测人员、校核人员和技术负责人签名。

6.2 检测报告

参照附录 C 填写检测记录。

附 录 A
(资料性附录)
电压特性曲线

电压特性曲线表征光伏电站并网点电压与输出无功功率之间的关系。电压特性曲线与光伏电站并网点短路容量有关,电压特性曲线如图 A.1 所示。



说明:

Q_{L_rated} —— 输出额定感性无功功率;

Q_{C_rated} —— 输出额定容性无功功率;

V_1 —— 输出额定感性无功功率时的电压值;

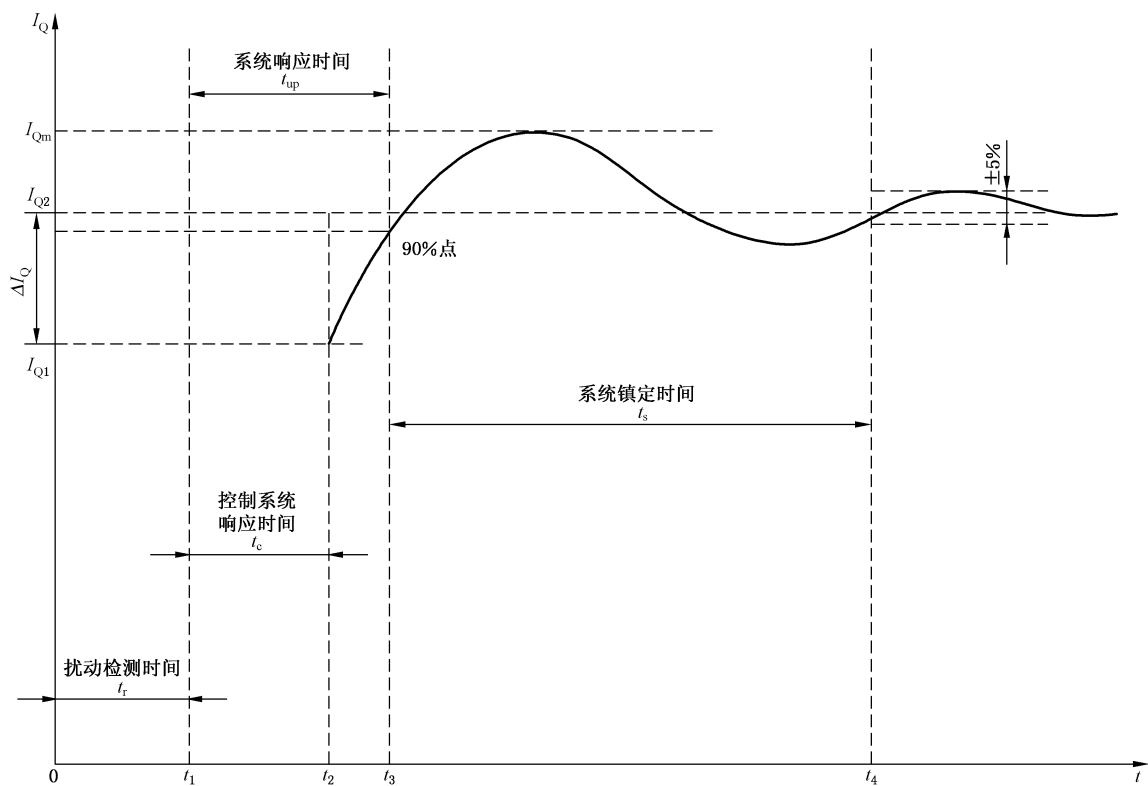
V_2 —— 输出额定容性无功功率时的电压值;

V_{ref} —— 参考电压。

图 A.1 电压特性曲线

附录 B
(规范性附录)
无功响应特性计算方法

动态无功特性响应时间的计算方法如图 B.1 所示。



说明：

- t_1 —— 控制信号输入时刻；
- t_2 —— 无功功率开始变化时刻；
- t_3 —— 无功功率首次达到阶跃值的 90% 的时刻；
- t_4 —— 无功功率进入稳态时刻；
- t_r —— 扰动检测时间；
- t_c —— 控制系统响应时间；
- t_{up} —— 系统响应时间；
- t_s —— 系统调节时间；
- I_{Q1} —— 输出无功功率起始值；
- I_{Q2} —— 输出无功功率目标值；
- I_{Qm} —— 输出无功功率最大值；
- ΔI_Q —— 输出无功功率阶跃值。

图 B.1 无功功率调节特性曲线

附 录 C
(资料性附录)
检测报告

C.1 光伏电站基本信息

光伏电站基本情况见表 C.1。

表 C.1 光伏电站基本情况表

检测机构		
电站名称		
电站业主		
电站地理位置信息	建设地址：	
	经度：	
	纬度：	
	海拔：	
电站基本信息	占地面积：	
	装机容量：	
	所配逆变器总额定功率：	
	组件类型：	
	组件型号：	
	逆变器型号：	
	无功配置：	
	接入电压等级：	
	单元升压变型号：	
气候条件	年均日照小时数	
	夏季平均气温	
	冬季平均气温	

C.2 基本性能检测

C.2.1 连续运行范围检测

连续运行范围检测见表 C.2。

表 C.2 连续运行范围检测表

有功功率设定值 kW	感性无功功率 kvar	并网点电压 kV		
		A 相	B 相	C 相
$P_0 =$				
$90\% P_0 =$				
$80\% P_0 =$				
$70\% P_0 =$				
.....				
$10\% P_0 =$				
有功功率设定值 kW	容性无功功率 kvar	并网点电压 kV		
		A 相	B 相	C 相
$P_0 =$				
$90\% P_0 =$				
$80\% P_0 =$				
$70\% P_0 =$				
.....				
$10\% P_0 =$				

C.2.2 控制响应特性检测

控制响应特性检测见表 C.3。

表 C.3 控制响应特性检测表

光伏电站输出有功功率		$P = \underline{\hspace{1cm}}$ kW (50% P_0)		
序号	无功功率设定值	无功功率实际测量值	控制精度	响应时间
1	100% Q_L	$Q = \underline{\hspace{1cm}}$ kvar(感性)		
2	75% Q_L	$Q = \underline{\hspace{1cm}}$ kvar(感性)		
3	50% Q_L	$Q = \underline{\hspace{1cm}}$ kvar(感性)		
4	30% Q_L	$Q = \underline{\hspace{1cm}}$ kvar(感性)		
5	15% Q_L	$Q = \underline{\hspace{1cm}}$ kvar(感性)		
6	10% Q_L	$Q = \underline{\hspace{1cm}}$ kvar(感性)		
7	5% Q_L	$Q = \underline{\hspace{1cm}}$ kvar(感性)		
8	100% Q_C	$Q = \underline{\hspace{1cm}}$ kvar(容性)		
9	75% Q_C	$Q = \underline{\hspace{1cm}}$ kvar(容性)		
10	50% Q_C	$Q = \underline{\hspace{1cm}}$ kvar(容性)		

表 C.3 (续)

光伏电站输出有功功率		$P = \underline{\hspace{2cm}}$ kW (50% P_0)		
序号	无功功率设定值	无功功率实际测量值	控制精度	响应时间
11	30% Q_c	$Q = \underline{\hspace{2cm}}$ kvar(容性)		
12	15% Q_c	$Q = \underline{\hspace{2cm}}$ kvar(容性)		
13	10% Q_c	$Q = \underline{\hspace{2cm}}$ kvar(容性)		
14	5% Q_c	$Q = \underline{\hspace{2cm}}$ kvar(容性)		

C.2.3 动态响应特性检测

动态响应特性检测见表 C.4。

表 C.4 动态响应特性检测表

光伏电站有功功率				$P = \rule{1cm}{0.4pt} \text{ kW} \quad (50\%P_0)$		
测量最大感性无功		$\rule{1cm}{0.4pt} \text{ kvar}$		测量最大容性无功		$\rule{1cm}{0.4pt} \text{ kvar}$
无功扰动装置输出感性无功		$\rule{1cm}{0.4pt} \text{ kvar}$		无功扰动装置输出容性无功		$\rule{1cm}{0.4pt} \text{ kvar}$
序号	动作阈值	并网点电压 (动作前/动作后)			输出无功功率	响应时间
		A 相	B 相	C 相		
1	$110\%U_n$	—	—	—	$\rule{1cm}{0.4pt} \text{ kvar}$	$\rule{1cm}{0.4pt} \text{ ms}$
2	$90\%U_n$	—	—	—	$\rule{1cm}{0.4pt} \text{ kvar}$	$\rule{1cm}{0.4pt} \text{ ms}$

C.2.4 装置间协调性能检测

记录无功功率变化过程中光伏电站各无功补偿装置出口侧电压、电流波形。

C.2.5 控制模式切换检测

记录模式切换过程中光伏电站升压变压器低压侧的电压、电流波形,观察切换过程是否平稳。

C.2.6 电流谐波检测

电流谐波子群的检测记录按表 C.5 填写。

表 C.5 谐波检测表

□无功功率 Q=										
电压等级										
__相电流谐波子群有效值 A										
谐波次数	功率区间 kW									
	__ ~ __	__ ~ __	__ ~ __	__ ~ __	__ ~ __	__ ~ __	__ ~ __	__ ~ __	__ ~ __	__ ~ __
1 st										
2 nd										
.....										
50 th										
THDS _i										

C.2.7 过压适应性检测

过压适应性检测见表 C.6。

表 C.6 过压适应性检测表

集中无功补偿装置 输出侧设定电压	集中无功补偿装置 输出侧实测电压	设定时间	运行时间	是否跳闸
101%U _n		≥20 s		
109%U _n		≥20 s		
101%U _n <____<109%U _n		≥20 s		
111%U _n		≥4 s		
119%U _n		≥4 s		
111%U _n <____<119%U _n		≥4 s		
121%U _n		≥0.5 s		
129%U _n		≥0.5 s		
121%U _n <____<129%U _n		≥0.5 s		

C.2.8 过欠频适应性检测

过欠频适应性检测见表 C.7。

表 C.7 过欠频适应性检测表

集中无功补偿装置 输出侧设定电压频率	集中无功补偿装置 输出侧实测电压频率	设定时间	运行时间	是否跳闸
49.55 Hz		≥ 20 min		
50.15 Hz		≥ 20 min		
49.55 Hz < _____ < 50.15 Hz		≥ 20 min		
48.05 Hz		≥ 10 min		
49.45 Hz		≥ 10 min		
48.05 Hz < _____ < 49.45 Hz		≥ 10 min		
50.25 Hz		≥ 2 min		
51.45 Hz		≥ 2 min		
50.15 Hz < _____ < 51.45 Hz		≥ 2 min		

C.2.9 低电压穿越检测

低电压穿越检测见表 C.8。

表 C.8 低电压穿越检测信息表

故障类型		三相对称跌落		两相不对称跌落	
序号	No.	Q_L	Q_C	Q_L	Q_C
日期	Date				
时间	Time				
交流侧电压	$U/(kV)$				
无功输出功率	$Q/(kvar)$				
跌落时间	$t/(ms)$				
电压跌落比	U/U_n				