



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 30152—2013

---

## 光伏发电系统接入配电网检测规程

Testing code for photovoltaic generation system connected to distribution network

2013-12-17 发布

2014-08-01 实施

---

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布  
中国国家标准化管理委员会

## 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 总则 .....	2
5 测量设备 .....	2
6 无功功率 .....	3
7 运行适应性 .....	3
8 电能质量 .....	4
9 低/高压保护、频率保护和恢复并网 .....	6
10 防孤岛保护 .....	7
11 通用技术条件 .....	8
12 检测文件 .....	9
附录 A (规范性附录) 检测记录 .....	10



## 前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

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、国网电力科学研究院。

本标准主要起草人：丁杰、吕宏水、张军军、秦筱迪、李臻、陈志磊、王伟、刘纯、夏烈、何国庆、迟永宁、黄晶生、王建秋。

# 光伏发电系统接入配电网检测规程

## 1 范围

本标准规定了光伏发电系统接入配电网的检测项目、检测条件、检测设备和检测步骤等。

本标准适用于通过 380 V 电压等级接入电网,以及 10(6)kV 电压等级接入用户侧的新建、改建和扩建光伏发电系统。

## 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 1207 电磁式电压互感器

GB 1208 电流互感器

GB 2894 安全标志及其使用导则

GB/T 12325 电能质量 供电电压偏差

GB/T 12326 电能质量 电压波动和闪变

GB/T 14549 电能质量 公用电网谐波

GB/T 15543 电能质量 三相电压不平衡

GB/T 15945 电能质量 电力系统频率偏差

GB/T 17626.15 电磁兼容 试验和测量技术 闪烁仪 功能和设计规范

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 21431 建筑物防雷装置测试技术规范

GB/T 29319 光伏发电系统接入配电网技术规定

DL/T 474.4 现场绝缘试验实施导则 第 4 部分:交流耐压试验

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**光伏发电系统 photovoltaic(PV) generation system**

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。

### 3.2

**电网模拟装置 grid simulator**

模拟电网输出特性的可控交流电源。

### 3.3

**谐波子群的有效值 r.m.s.value of a harmonic subgroup**

$G_{sg,n}$

某一谐波的有效值以及与其紧邻的两个频谱分量的方和根。在测量研究过程中,为顾及电压波动

的影响,通过对所求谐波以及与其紧邻的频谱分量的能量累加而得到离散傅立叶变换(DFT)输出分量的一个子群。其阶数由所考虑的谐波给出。

3.4

时间窗 time window

$T_w$

测量电流谐波、间谐波所取的时间宽度。

注:对于 50 Hz 电力系统,时间窗  $T_w$  取 10 个额定基波周期,即为 200 ms。两条连续的频谱线之间的频率间隔是时间窗的倒数,因此两条连续的频谱线之间的频率间隔是 5 Hz。

3.5

间谐波中心子群的有效值 r.m.s.value of a interharmonic central subgroup

$C_{\text{isg},n}$

位于两个连续的谐波频率之间、且不包括与谐波频率直接相邻的频谱分量的全部间谐波分量的方和根。

注 1:间谐波分量的频率由频谱线的频率决定,该频率不是基波频率的整数倍。

注 2:谐波阶数  $n$  和  $n+1$  之间的间谐波中心子群用  $C_{\text{isg},n}$  表示;例如,5 次和 6 次谐波之间的间谐波中心子群用  $C_{\text{isg},5}$  表示。

3.6

孤岛 islanding

包含负荷和电源的部分电网,从主网脱离后继续孤立运行的状态。孤岛可分为非计划性孤岛和计划性孤岛。

注:非计划性孤岛指非计划、不受控地发生孤岛。计划性孤岛指按预先配置的控制策略,有计划地发生孤岛。

4 总则

4.1 光伏发电系统并网性能应满足 GB/T 29319 的规定。

4.2 检测项目应至少包括无功功率、运行适应性、电能质量、低/高压保护、频率保护和防孤岛保护等。测试宜以整个发电系统作为被测对象。当光伏发电系统更换不同型号变压器或逆变器时,应重新进行检测,当光伏发电系统更换同型号变压器或逆变器数量达到一半以上时,也应重新进行检测。

5 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 1 的要求,电压互感器应满足 GB 1207 的要求,电流互感器应满足 GB 1208 的要求,数据采集装置通道带宽应不小于 10 MHz。

表 1 测量设备准确度要求

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

## 6 无功功率

### 6.1 无功容量

检测应选择在晴天少云的气象条件下按照如下步骤进行：

- 运行被测光伏发电系统,使其输出有功功率分别至光伏发电系统所配逆变器总额定功率的10%~40%、40%~60%和60%以上；
- 调节光伏发电系统功率因数从滞后0.95开始,连续调节至超前0.95；
- 测量并记录光伏发电系统实际输出的功率因数。

### 6.2 电压调节

按电网调度机构给定的电压调节方式、参考电压及电压调差率等参数设置光伏发电系统的参数,利用数据采集装置,记录光伏发电系统全天运行数据。选取电压波动较明显时段的运行数据进行分析,确定被测光伏发电系统发出的无功功率是否随并网点电压水平自动变化,且变化趋势正确。

## 7 运行适应性



### 7.1 检测装置

运行适应性检测应使用电网模拟装置,其技术指标应符合如下要求：

- 电网模拟装置与光伏发电系统连接侧的电压谐波应小于 GB/T 14549 中谐波允许值的50%；
- 电网模拟装置应具备电能双向流动的能力,对电网的安全性不应造成影响,向电网注入的电流谐波应小于 GB/T 14549 中谐波允许值的50%；
- 正常运行时,电网模拟装置的输出电压偏差值应小于0.2%；
- 正常运行时,电网模拟装置输出频率偏差值应小于0.01 Hz,可调节步长至少为0.05 Hz；
- 电网模拟装置的响应时间应小于0.02 s;正常运行时,三相电压不平衡度应小于1%,相位偏差应小于1%；
- 装置能向并网点输出三相不平衡电压、叠加电压谐波和电压间谐波。

注：电压谐波至少能叠加3、5、7、9次谐波。

### 7.2 检测示意图

检测开始前应按照图1连接检测电路。

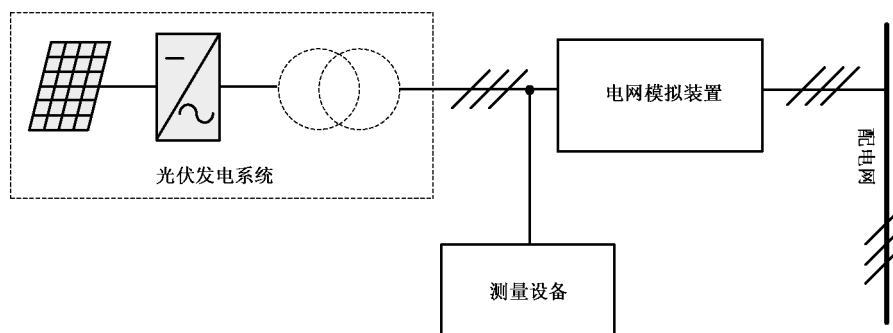


图1 运行适应性检测示意图

### 7.3 电压适应性

检测应按照如下步骤进行：

- a) 在公共连接点标称频率条件下,调节电网模拟装置,使公共连接点电压至  $86\%U_N$ ,并保持时间为 1 min,记录光伏发电系统运行时间或脱网跳闸时间;
- b) 在公共连接点标称频率条件下,调节电网模拟装置,使公共连接点电压至  $109\%U_N$ ,并保持时间为 1 min,记录光伏发电系统运行时间或脱网跳闸时间;
- c) 在公共连接点标称频率条件下,调节电网模拟装置,使公共连接点电压至  $86\%U_N \sim 109\%U_N$  之间任意值,并保持时间为 1 min,记录光伏发电系统运行时间或脱网跳闸时间。

注:  $U_N$  为公共连接点标称电压。

### 7.4 频率适应性

检测应按照如下步骤进行：

- a) 在公共连接点标称电压条件下,调节电网模拟装置,使公共连接点频率至 49.55 Hz,并保持时间为 20 min,记录光伏发电系统运行时间或脱网跳闸时间;
- b) 在公共连接点标称电压条件下,调节电网模拟装置,使公共连接点频率至 50.15 Hz,并保持时间为 20 min,记录光伏发电系统运行时间或脱网跳闸时间;
- c) 在公共连接点标称电压条件下,调节电网模拟装置,使公共连接点频率至 49.55 Hz~50.15 Hz 之间任意值,并保持时间为 20 min,记录光伏发电系统运行时间或脱网跳闸时间。

### 7.5 电能质量适应性

调节电网模拟装置,使公共连接点的谐波值、三相电压不平衡度、间谐波值分别至 GB/T 29319 要求的限值,记录光伏发电系统运行时间或脱网跳闸时间。宜同时记录并网点电流谐波。

## 8 电能质量

### 8.1 检测装置

电能质量测量装置应符合 GB/T 17626.30 的要求,测量装置的闪变算法应符合 GB/T 17626.15 的要求。

### 8.2 电网条件

光伏发电系统停止运行时,并网点处相关技术指标应符合下列要求:

- a) 电压谐波总畸变率在 10 min 内测得的方均根值应满足 GB/T 14549 的规定;
- b) 电网频率 10 s 测量平均值的偏差应满足 GB/T 15945 的规定;
- c) 电网电压 10 min 方均根值的偏差应满足 GB/T 12325 的规定;
- d) 电网电压三相不平衡度应满足 GB/T 15543 的规定。

### 8.3 三相不平衡度

#### 8.3.1 三相电压不平衡度

检测应按照如下步骤进行:

- a) 在光伏发电系统公共连接点处接入电能质量测量装置;
- b) 运行光伏发电系统,从光伏发电系统持续正常运行的最小功率开始,以 10% 的光伏发电站所

配逆变器总额定功率为一个区间,每个区间内连续测量 10 min,从区间开始按每 3 s 时段计算方均根值,共计算 200 个 3 s 时段方均根值;

- c) 应分别记录其负序电压不平衡度测量值的 95% 概率大值以及所有测量值中的最大值;
- d) 重复测量 1 次。

注:最后一个区间的终点取测量日光伏发电系统持续正常运行的最大功率。

### 8.3.2 三相电流不平衡度

宜同时测量三相电流不平衡度。

## 8.4 闪变

在光伏发电系统公共连接点处接入电能质量测量装置,测量电压和电流的截止频率应不小于 400 Hz。从光伏发电系统持续正常运行的最小功率开始,以 10% 的光伏发电系统所配逆变器总额定功率为一个区间,每个区间内分别测量 2 次 10 min 短时闪变值  $P_{st}$ 。光伏发电系统的长时闪变值应通过短时闪变值  $P_{st}$  计算。检测方法应满足 GB/T 12326 的要求。

注:最后一个区间的终点取测量日光伏发电系统持续正常运行的最大功率。

## 8.5 谐波、间谐波

### 8.5.1 电流谐波

检测应按照如下步骤进行:

- a) 在光伏发电系统公共连接点处接入电能质量测量装置;
- b) 从光伏发电系统持续正常运行的最小功率开始,以 10% 的光伏发电系统所配逆变器总额定功率为一个区间,每个区间内连续测量 10 min;
- c) 按公式(1)取时间窗  $T_w$  测量电流谐波子群的有效值,取 3 s 内的 15 个电流谐波子群有效值计算方均根值;
- d) 计算 10 min 内所包含的各 3 s 电流谐波子群的方均根值;
- e) 电流谐波子群应记录到第 50 次,利用公式(2)计算电流谐波子群总畸变率并记录。

注 1:  $h$  次电流谐波子群的有效值:

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

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:

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

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。

注 3: 最后一个区间的终点取测量日光伏发电系统持续正常运行的最大功率。

注 4: 持续在短暂周期内的谐波可以认为是对公用电网无害的。因此,这里不要求测量因光伏发电系统启停操作而引起的短暂谐波。

### 8.5.2 电流间谐波

检测应按照如下步骤进行:

- a) 在光伏发电系统公共连接点处接入电能质量测量装置;



- b) 从光伏发电系统持续正常运行的最小功率开始,以 10% 的光伏发电系统所配逆变器总额定功率为一个区间,每个区间内连续测量 10 min;
- c) 按公式(3)取时间窗  $T_w$  测量电流间谐波中心子群的有效值,取 3 s 内的 15 个电流间谐波中心子群有效值计算方均根值;
- d) 计算 10 min 内所包含的各 3 s 电流间谐波中心子群的方均根值;
- e) 电流间谐波测量最高频率应达到 2 kHz。

注 1:  $h$  次电流间谐波中心子群的有效值:

$$I_h = \sqrt{\sum_{i=2}^8 C_{10h+i}^2} \dots\dots\dots (3)$$

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: 最后一个区间的终点取测量日光伏发电系统持续正常运行的最大功率。

## 8.6 直流分量



检测应按照如下步骤进行:

- a) 在光伏发电系统公共连接点处接入电能质量测量装置;
- b) 电能质量检测装置分别在光伏发电系统所配逆变器总额定功率的 10%~40%、40%~60% 和 60% 以上时,测量注入电网的直流分量大小。

## 9 低/高压保护、频率保护和恢复并网

### 9.1 检测装置

低/高压保护和频率保护及恢复并网检测通过电网模拟装置实现,其技术要求应符合 7.1 的规定。检测开始前应按照图 1 连接检测电路。

### 9.2 低/高压保护

检测应按照如下步骤进行:

- a) 在公共连接点标称频率条件下,调节电网模拟装置使公共连接点电压从额定值阶跃至  $49\%U_N$  并保持至少 0.4s,测量光伏发电系统跳闸时间;
- b) 在公共连接点标称频率条件下,调节电网模拟装置使公共连接点电压分别从额定值阶跃至  $51\%U_N$ 、 $84\%U_N$  和  $51\%U_N \sim 84\%U_N$  之间的任意值并保持至少 4 s,测量光伏发电系统跳闸时间;
- c) 在公共连接点标称频率条件下,调节电网模拟装置使公共连接点电压分别从额定值阶跃至  $111\%U_N$ 、 $134\%U_N$  和  $111\%U_N \sim 134\%U_N$  之间的任意值并保持至少 4 s,测量光伏发电系统跳闸时间;
- d) 在公共连接点标称频率条件下,调节电网模拟装置使公共连接点电压从额定值阶跃至  $136\%U_N$  并保持至少 0.4 s,测量光伏发电系统跳闸时间。

注:  $U_N$  为公共连接点标称电压。

### 9.3 频率保护

检测应按照如下步骤进行:

- a) 在公共连接点标称电压条件下,调节电网模拟装置使公共连接点频率从额定值阶跃至 47.45 Hz 并保持至少 0.4 s,测量光伏发电系统跳闸时间;

- b) 在公共连接点标称电压条件下,调节电网模拟装置使公共连接点频率从额定值阶跃至 50.25 Hz 并保持至少 0.4 s,测量光伏发电系统跳闸时间;
- c) 在公共连接点标称电压条件下,调节电网模拟装置使公共连接点频率从额定值分别阶跃至 47.55 Hz、49.45 Hz 和 47.55 Hz~49.45 Hz 之间的任意值保持 10 min 后恢复到额定值,测量光伏发电系统运行时间或跳闸时间。

#### 9.4 恢复并网

在进行低/高压保护及频率保护测试后,调节电网模拟装置使并网点电压、频率恢复至光伏发电系统可以正常运行的条件,测试光伏发电系统能否经过一个可调设定的时间后重新恢复并网。



### 10 防孤岛保护

#### 10.1 交流负载

防孤岛保护检测应使用能够精确模拟三相独立交流用电设备谐振发生的 RLC 负载,且满足三相负载不平衡时的检测要求。

#### 10.2 检测示意图

应按照图 2 连接检测电路。

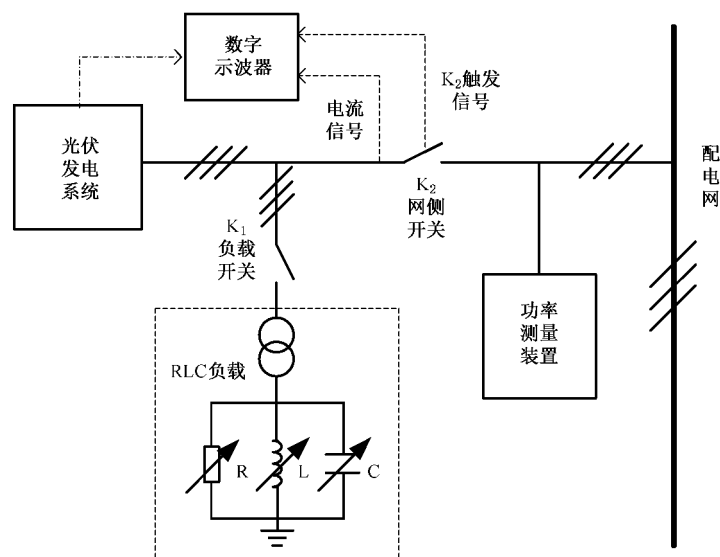


图 2 防孤岛保护检测示意图

#### 10.3 检测方法

##### 10.3.1 抽检原则

抽检应按照如下原则进行:

- a) 对于只配备单台逆变器且该逆变器已通过防孤岛测试的光伏发电系统可不测试;
- b) 对于具备多个并网的光伏发电系统,应按照所配逆变器型号进行分类,每类子系统随机抽取一个并网点开展测试。

10.3.2 检测步骤

- 检测应按照如下步骤进行：
- a) 防孤岛能力检测点应选择在光伏发电系统并网点处。
  - b) 通过功率检测装置测量被测光伏发电系统的有功功率和无功功率输出。
  - c) 依次投入电感 L、电容 C、电阻 R,使得：
    - 1) LC 消耗的无功功率等于被测光伏发电系统发出的无功功率；
    - 2) RLC 消耗的有功功率等于被测光伏发电系统发出的有功功率；
    - 3) RLC 谐振电路的品质因数为  $1 \pm 0.2$ ；
    - 4) 流过  $K_2$  的基波电流小于被测光伏发电系统输出电流的 5%。
  - d) 断开  $K_2$ ,通过数字示波器记录被测光伏发电系统运行情况。
  - e) 读取数字示波器和功率检测装置数据进行分析,若被测光伏发电系统在 2 s 内停止向交流负载供电,则不再继续检测。否则应进行下步检测。
  - f) 调节电感 L、电容 C,使 L、C 的无功功率按表 2 的规定每次变化  $\pm 2\%$ ;表 2 中的参数表示的是图 2 中流经开关  $K_2$  的无功功率流的方向,正号表示功率流从被测光伏发电系统到电网。
  - g) 每次调节后,断开  $K_2$ ,通过数字示波器记录被测光伏发电系统运行情况;若记录的时间呈持续上升趋势,则应继续以 2%的增量扩大调节范围,直至记录的时间呈下降趋势。
  - h) 读取数字示波器数据进行分析,输出报表和测量曲线,并判别是否满足 GB/T 29319 的要求,检测记录见附录 A。

表 2 负载不匹配检测条件 %

有功功率偏差百分比 <sup>a</sup>	无功功率偏差百分比 <sup>b</sup>
0	—1
0	—3
0	—5
0	+1
0	+3
0	+5
<sup>a</sup> 被测光伏发电系统逆变器总额定有功功率值与 RLC 负载实际消耗的有功功率值之差与被测光伏发电系统逆变器总额定有功功率值之比。 <sup>b</sup> 被测光伏发电系统逆变器总额定无功功率值与 RLC 负载实际消耗的无功功率值之差与被测光伏发电系统逆变器总额定无功功率值之比。	

11 通用技术条件

11.1 防雷和接地

使用防雷和接地测试装置测量光伏发电系统和并网点设备的防雷接地电阻。光伏发电系统和并网点设备的防雷和接地测试应符合 GB/T 21431 的要求。

11.2 电磁兼容

光伏发电系统设备的电磁兼容测试应满足相关标准的要求。

### 11.3 耐压

使用耐压测试装置测量光伏发电系统设备的耐压。并网点设备的耐压测试应符合 DL/T 474.4 的要求。

### 11.4 安全标识检查

按照 GB 2894 的要求,对光伏发电系统的安全标识进行检查。

## 12 检测文件

### 12.1 检测文件内容

12.1.1 检测结果应记录并包括以下内容:

- a) 被测光伏发电系统的规格参数;
- b) 检测设备的规格参数;
- c) 现场检测环境参数;
- d) 被测光伏发电系统的检测结果;
- e) 其他相关内容。

12.1.2 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员签名。

### 12.2 检测报告

检测记录格式见附录 A。

附 录 A  
(规范性附录)  
检 测 记 录

A.1 光伏发电系统基本信息(见表 A.1)

表 A.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:	
	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:	
	变压器型号:	
气候条件	年均日照小时数	
	夏季平均气温	
	冬季平均气温	

A.2 无功功率和电压调节能力

无功功率检测时,记录光伏发电系统的无功功率因数实测值,同时记录光伏发电系统的无功配置信息。

A.3 电压适应性检测(见表 A.2)

表 A.2 电压适应性检测表

并网点设定电压 V	并网点实际测量电压 V	设定时间 s	系统运行时间 s
86% $U_N$			
109% $U_N$			

## A.4 频率适应性(见表 A.3)

表 A.3 频率适应性检测表

并网点设定频率 Hz	并网点实际测量频率 Hz	设定时间 s	系统运行时间 s
49.55			
50.15			



## A.5 低/高压保护(见表 A.4)

表 A.4 低/高压保护检测表

并网点设定电压 V	并网点实际测量电压 V	设定时间 s	系统跳闸时间 s
$49\%U_N$			
$51\%U_N$			
$51\%U_N < \text{ } < 84\%U_N$			
$84\%U_N$			
$111\%U_N$			
$111\%U_N < \text{ } < 134\%U_N$			
$134\%U_N$			
$136\%U_N$			

## A.6 频率保护(见表 A.5)

表 A.5 频率保护检测表

并网点设定频率 Hz	并网点实际测量频率 Hz	设定时间 s	系统运行时间 s
47.45			
50.25			
47.55			
$47.55 < \text{ } < 49.45$			
49.45			

A.7 防孤岛保护(见表 A.6)

表 A.6 防孤岛保护检测表

序号	被测光伏发电系统逆变器总额定有功功率 W	被测光伏发电系统实际输出有功功率百分比 %	负载不匹配有功偏差百分比 %	负载不匹配无功偏差百分比 %	被测光伏电站无功功率 Var	品质因数	运行时间 s
1			0	0			
2			0	-5			
3			0	-3			
4			0	-1			
5			0	+1			
6			0	+3			
7			0	+5			

A.8 电能质量

A.8.1 三相电压不平衡度(见表 A.7)

表 A.7 三相电压不平衡度检测表

运行功率 kW	实测最大值	95%概率大值

A.8.2 闪变(见表 A.8)

表 A.8 闪变检测表

无功功率 $Q =$ _____										
电压等级										
__ 相闪变值 $P_{st}$										
测量次数	功率区间 kW									
	__ ~ __	__ ~ __	__ ~ __	__ ~ __	__ ~ __	__ ~ __	__ ~ __	__ ~ __	__ ~ __	__ ~ __
1										
2										

