

## 中华人民共和国能源行业标准

NB / T 32033 — 2016

---

### 光伏电站逆变器电磁兼容性检测 技 术 要 求

Technical code for inverter electromagnetic compatibility testing  
of photovoltaic power station

2016-01-07 发布

2016-06-01 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 总则 ..... 2

5 检测技术要求 ..... 5

6 检测方法 ..... 7

## 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。

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。

本标准的起草单位：中国电力科学研究院、新疆特变电工股份有限公司、国网江苏电力公司电力科学研究院。

本标准主要起草人：陈志磊、李臻、张军军、牛晨晖、董颖华、陈梅、秦筱迪、吴福保、李政、刘奎、李群、黄晶生、居蓉蓉、袁晓东。

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）。

# 光伏电站逆变器电磁兼容性检测技术要求

## 1 范围

本标准适用于接入 380V 及以上电压等级的并网型光伏逆变器。

本标准对光伏逆变器产生的电磁骚扰电平及其抗扰度给出技术要求，规定了骚扰限值、抗扰度限值、严酷度等级和检测方法。

## 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 4824 工业、科学和医疗（ISM）射频设备 骚扰特性 限值和测量方法

GB/T 6113.101 无线电骚扰和抗扰度测量设备和测量方法规范 第 1-1 部分：无线电骚扰和抗扰度测量设备 测量设备

GB/T 12325 电能质量 供电电压偏差

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 17626.2 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验

GB/T 17626.3 电磁兼容 试验和测量技术 射频电磁场辐射抗扰度试验

GB/T 17626.4 电磁兼容 试验和测量技术 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验

GB/T 17626.5 电磁兼容 试验和测量技术 浪涌（冲击）抗扰度试验

GB/T 17626.6 电磁兼容 试验和测量技术 射频场感应的传导骚扰抗扰度

GB/T 17626.8 电磁兼容 试验和测量技术 工频磁场抗扰度试验

GB/T 17799.2 电磁兼容 通用标准 工业环境中的抗扰度试验

GB 17799.4 电磁兼容 通用标准 工业环境中的发射标准

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**并网型光伏逆变器 grid-connected photovoltaic inverter**

光伏电站中将直流电转换为交流电馈入电网的变流设备。

### 3.2

**互连线 interconnection lines**

除电源输入、输出线以外的所有其他用户可接触到的连线，包括控制线和通信线。

### 3.3

**电网模拟装置 grid simulator**

模拟电网输出特性的可控交流电源。

### 3.4

**光伏方阵模拟器 photovoltaic (PV) array simulator**

模拟光伏方阵  $I-U$  等效特性的可控直流电源。



## 4 总则

### 4.1 基本要求

检测应首先选用本标准依据的国标中推荐的检测设备和检测方法，当检测条件或检测设备无法满足要求时，可根据检测现场条件选取国标中给出的替代设备和替代方法进行检测。

### 4.2 电网条件

被测光伏逆变器连接的电网相关技术指标应符合下列要求：

- a) 电压谐波总畸变率在 10min 内测得的方均根值应满足 GB/T 14549 的要求；
- b) 电网频率 10s 测量平均值应满足 GB/T 15945 的要求；
- c) 电网电压 10min 方均根值应满足 GB/T 12325 的要求；
- d) 电网电压三相不平衡度应满足 GB/T 15543 的要求；
- e) 当被测光伏逆变器连接到电网模拟装置时，电网模拟装置应满足 GB/T 17799.2 和 GB 17799.4 中相应技术指标要求。

### 4.3 检测参考条件

#### 4.3.1 电磁骚扰检测参考条件

- a) 进行型式实验的检测场应能将被测逆变器的发射从环境噪声中区分出来。这种环境适用性可以在被测逆变器不工作的情况下检测环境噪声电平来确定，要保证环境噪声电平比 5.1.3 规定的限值至少低 6dB。
- b) 如果环境噪声电平加上被测逆变器的发射后，仍不超过规定的限值，则不必使环境电平减小到规定限值的 6dB 以下，在这种情况下可认为被测逆变器已满足规定的限值。
- c) 在测量电源端子骚扰电压时，本地的无线电发射可能使某些频率上的环境噪声电平增加。此时可在人工电源网络和供电电网之间接入适当的射频滤波器，或在屏蔽室内测量。构成射频滤波器的元件应封闭在一个金属屏蔽盒内，其外壳直接与测量系统的参考地连接。接入射频滤波器后，人工电源网络的阻抗仍应满足规定的要求。
- d) 在测量电磁辐射骚扰时，如果环境电平比限值低 6dB 的要求无法满足，则可将天线放置在更接近被测逆变器处。如仍无法满足要求宜放置在电波暗室进行检测。

#### 4.3.2 抗扰度检测参考条件

##### 4.3.2.1 静电放电抗扰度检测参考条件

- a) 检测应在如下气候条件下进行：
  - 环境温度：15℃～35℃；
  - 相对湿度：30%～60%；
  - 大气压力：86kPa～106kPa。

注：其他数值在产品规范中规定。

- b) 实验室的电磁环境不应影响检测结果。

##### 4.3.2.2 射频电磁场辐射抗扰度检测参考条件

检测应在如下条件下进行：

- a) 优先采用安装有吸波材料的屏蔽室进行检测。屏蔽室应具有场强控制能力，应具有足够的空间以适应被测逆变器尺寸。相关屏蔽室应适合安放场强发生设备、监视设备和遥控被测逆变器的装置。应确保穿过屏蔽室的连线对传导和辐射有充分的衰减，以保持被测逆变器信号和功率响应的真实性。
- b) 也可选择电波暗室或可调式半电波暗室进行检测，应确保低频时产生场强的均匀性。
- c) 应在被测逆变器预定的运行和气候条件下进行检测。

#### 4.3.2.3 电快速瞬变脉冲群抗扰度检测参考条件

检测应在如下条件下进行：

- a) 实验室的气候条件应在被测逆变器制造商及检测设备制造商规定的限值之内。当相对湿度过高导致被测逆变器或检测设备凝露时不应进行检测；
- b) 实验室的电磁条件应能保证被测逆变器的正常工作。

#### 4.3.2.4 浪涌（冲击）抗扰度检测参考条件

检测应在如下条件下进行：

- a) 实验室气候条件应在被测逆变器和检测设备各自的制造商规定的设备正常工作的范围内；
- b) 当相对湿度过高导致被测逆变器和检测设备产生凝露时不应进行检测。

#### 4.3.2.5 射频场感应的传导骚扰抗扰度检测参考条件

被测逆变器应在预期的运行和气候条件下进行检测。

#### 4.3.2.6 工频磁场抗扰度检测参考条件

检测应在如下条件下进行：

- a) 检测应在如下气候条件下进行：

- 温度：15℃～35℃；
- 相对湿度：25%～75%；
- 大气压力：86kPa～106kPa。

注：其他的取值可参考产品说明书。

- b) 实验室的电磁条件不应影响被测逆变器正常运行与操作，否则检测应在法拉第笼中进行。实验室的背景电磁场应至少比选定的检测等级低 20dB。

### 4.4 检测设备要求

#### 4.4.1 测量仪器

- a) 具有准峰值检波器的测量接收机和平均值检波器的测量接收机都应符合 GB/T 6113.1 的规定；

注：两种检波器可同时装入一台接收机内，以便交替使用准峰值检波器和平均值检波器进行测量。

- b) 当被测骚扰的频率变化时，测量接收机不应应对测量结果产生影响；

注：若被测的骚扰数值相同，可使用具有其他检波特性的测量仪器。在被测逆变器运行期间其工作频率会明显变化的情况下，宜使用全景接收机或频谱分析仪。

- c) 为避免测量仪器出现不符合限值的指示，测量接收机不应在接近被测逆变器指配频段边缘频率上调谐，即测量仪器调谐频率上的 6dB 带宽的频点不应与指配频段的某个边缘相衔接。

注：在测量大功率逆变器时，应保证测量接收机具有足够的屏蔽特性和假信号响应抑制特性。

#### 4.4.2 人工电源网络

测量电源端子骚扰电压时，应使用符合 GB/T 6113.101 要求的  $50\Omega/50\mu\text{H}$  的 V 形人工电源网络，并将被测逆变器与电源线上的环境噪声隔离开。

#### 4.4.3 电压探头

当不能使用人工电源网络时，可使用图 1 所示的电压探头。探头分别接在电源的每根导线和选择参考地（金属板或金属管）之间。探头主要由一个直流电容器和一个电阻组成，使线路和地之间的总阻抗至少为  $1500\Omega$ 。电容器或用于保护测量接收机抵御危险电流的装置对测量结果的影响应小于 1dB。

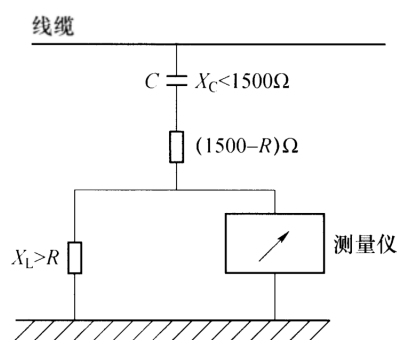


图 1 电压探头检测方法

#### 4.4.4 天线

天线应满足如下要求：

- 在 30MHz~1GHz 频段检测时，所使用的天线应满足 GB/T 6113.101 的规定，并能在水平和垂直极化方向上进行测量，天线至地面的最小距离不应小于 0.2m；
- 在测试场测量时，天线中心应能在 1m~4m 高度变化，以便在每个测量频率点获得最大指示值；
- 在现场测量时，天线中心应能固定在地面以上  $2.0\text{m} \pm 0.2\text{m}$  的高度。

注：只要测量结果和平衡偶极子天线测量结果之间的差值在  $\pm 2\text{dB}$  以内，也可使用其他型式天线。

#### 4.4.5 静电放电发生器

静电放电发生器应满足 GB/T 17626.2 中规定的设备要求。

#### 4.4.6 脉冲群发生器

脉冲群发生器应满足 GB/T 17626.4 中规定的设备要求。

#### 4.4.7 组合波发生器

组合波发生器应满足 GB/T 17626.5 中规定的设备要求。

#### 4.4.8 测试信号发生器

测试信号发生器应满足 GB/T 17626.6 中规定的设备要求。

#### 4.4.9 耦合/去耦网络

耦合/去耦网络根据检测项目不同应分别满足 GB/T 17626.4、GB/T 17626.5 及 GB/T 17626.6 中规定的

设备要求。

4.4.10 工频磁场检测平台

工频磁场检测平台应包含发生装置及感应线圈，工频磁场检测平台应满足 GB/T 17626.8 中规定的设备要求。

5 检测技术要求

5.1 电磁骚扰限值

5.1.1 电源端口传导骚扰电压限值

光伏电站逆变器电源端口传导骚扰电压限值应满足表 1 要求。

表 1 逆变器电源端口传导骚扰电压限值

频率范围 MHz	电压限值 dB (μV)	
	准峰值	平均值
0.15~0.5	79	66
0.5~5	73	60
5~30	73	60
注 1：应注意满足漏电流的要求。		
注 2：电流大于 100A/相，使用电压探头或合适的人工电源网络。		

5.1.2 互连线与电信端口的传导共模骚扰限值

光伏电站逆变器互连线与电信端口的传导共模骚扰限值应满足表 2 要求。

表 2 逆变器互连线与电信端口的传导共模骚扰限值

频率范围 MHz	电压限值 dB (μV)		电流限值 dB (μA)	
	准峰值	平均值	准峰值	平均值
0.15~0.5	97~87	84~74	53~43	40~30
0.5~30	87	74	43	30
注 1：在 0.15MHz~0.5MHz 频率范围内，限值随频率的对数呈线性减小。				
注 2：电流和电压的骚扰限值是在使用了规定阻抗的阻抗稳定网络（ISN）条件下导出的，阻抗稳定网络对于被测的互连线呈现 150Ω 的共模（不对称）阻抗。				

5.1.3 辐射骚扰限值

辐射骚扰限值检测应满足表 3 的要求。光伏逆变器宜在 10m 距离测量。

表 3 逆变器的辐射骚扰限值

频率范围 MHz	准峰值 dB (μV/m)
30~230	40
230~1000	47
注 1: 在过渡频率 (230MHz) 处应采用较低的限值。 注 2: 本表限值为测量距离 10m 条件下的限值。	

5.2 抗扰度检测等级要求

5.2.1 抗扰度检测性能判据

抗扰度检测性能判据见表 4。

表 4 抗扰度检测性能判据

性能判据等级	试 验 期 间	试 验 之 后
A	逆变器应按预定方式连续运行, 其性能降低或功能丧失不允许低于制造商规定的性能水平	逆变器应按预定方式连续运行, 其性能降低或功能丧失不允许低于制造商规定的性能水平
B	允许逆变器性能降低, 但实际工作状态或存储的数据不允许改变	逆变器应按预定方式连续运行, 能自行恢复暂时的性能降低

5.2.2 静电放电抗扰度检测等级要求

静电放电抗扰度检测等级参照 GB/T 17626.2 中规定的严酷度等级, 满足如下要求:

- 严酷度等级最低要求: 3 级;
- 性能判据应符合表 4 中性能判据 B 的要求。

5.2.3 射频电磁场辐射抗扰度检测等级要求

射频电磁场辐射抗扰度检测等级参照 GB/T 17626.3 中规定的严酷度等级, 满足如下要求:

- 严酷度等级最低要求: 3 级;
- 性能判据应符合表 4 中性能判据 A 的要求。

5.2.4 电快速瞬变脉冲群抗扰度检测等级要求

电快速瞬变脉冲群抗扰度检测等级参照 GB/T 17626.4 中规定的严酷度等级, 满足如下要求:

- 严酷度等级最低要求: 3 级;
- 性能判据应符合表 4 中性能判据 B 的要求。

5.2.5 浪涌 (冲击) 抗扰度检测等级要求

浪涌 (冲击) 抗扰度检测等级参照 GB/T 17626.5 中所规定的严酷度等级, 满足如下要求:

- 严酷度等级最低要求: 3 级;
- 性能判据应符合表 4 中性能判据 B 的要求。

5.2.6 射频场感应的传导骚扰抗扰度检测等级要求

射频场感应的传导骚扰抗扰度检测等级参照 GB/T 17626.6 中所规定的严酷度等级, 满足如下要求:

- 严酷度等级最低要求：3 级；
- 性能判据应符合表 4 中性能判据 A 的要求。

### 5.2.7 工频磁场抗扰度检测等级要求

工频磁场抗扰度检测等级参照 GB/T 17626.8 中规定的严酷度等级，满足如下要求：

- 严酷度等级最低要求：3 级；
- 性能判据应符合表 4 中性能判据 A 的要求。

## 6 检测方法

### 6.1 电磁骚扰检测

#### 6.1.1 辐射骚扰检测

辐射骚扰检测应满足下列要求：

- a) 辐射骚扰检测场地应符合 GB 4824 的要求。
- b) 被测逆变器应工作在最大功率点跟踪状态下。
- c) 应尽可能使被测逆变器的辐射中心接近其所在转台的旋转中心。
- d) 测量天线和被测逆变器之间的距离应符合 GB 4824 的规定。若因环境噪声电平或其他原因不能在规定的距离上进行场强测量时，则可在更近的距离上测量，同时在检测报告中记录该距离及测量情况。为判定合格与否，应采用每 10 倍距离按 20dB 的反比因子将测量数据归一化到规定的距离上。在 3m 距离测量时应注意频率接近 30MHz 的近场效应的影响。
- e) 分别设置测量天线处在水平和垂直极化两种状态下，调节转台在 360° 角范围旋转。在每个测量频率上记录被测逆变器辐射骚扰的最高电平。
- f) 检测被测逆变器在 10%额定功率到 90%额定功率下的辐射噪声，选取检测结果较差的数据作为被测逆变器辐射骚扰最终检测结果。
- g) 检测应满足 5.1.3 的限值要求。

#### 6.1.2 传导骚扰检测

传导骚扰检测应满足下列规定：

- a) 表 5 中 A 类情况下，被测逆变器应具有和辐射测量时相同的线路接线配置。
- b) 表 5 中 B 类和 C 类情况下，非落地式被测逆变器应放在离接地平面 0.4m 高处。落地式被测逆变器应放在接地平面上，接触点应与接地平面绝缘但在其他方面应与正常使用时一致。所有被测逆变器离开其他金属表面的距离应大于 0.8m。
- c) 人工电源网络的参考接地端应使用尽量短的导线接至接地平面上。电源线缆和信号电缆相对于接地平面的走线情况应与实际使用情况等效，并应避免造成假响应效应。
- d) 当被测逆变器装有专门的接地端子时，应用尽量短的导线接地。无接地端子时，设备应在正常连接方式下进行检测，即从电源上取得接地。
- e) 逆变器传导骚扰检测接线如图 2、图 3 所示。对于小功率光伏逆变器，宜采用人工电源网络进行检测。对于大功率光伏逆变器无法采用人工电源网络进行直接检测的，可采用电压探头进行检测。
- f) 被测逆变器应工作在最大功率点跟踪状态下。
- g) 检测被测逆变器在 10%额定功率到 90%额定功率下的传导骚扰噪声，选取检测结果中较差值作为被测逆变器传导骚扰最终检测结果。
- h) 检测应满足 5.1.1 和 5.1.2 的要求。

表 5 传导骚扰检测条件

序号	检测条件
A	在辐射检测场上测量且有金属接地平面
B	被测逆变器处在比其边界周围至少扩展 0.5m 且最小尺寸为 2m×2m 的金属接地平板的上方
C	在屏蔽室内测量，可用地面或屏蔽室的任意一壁作为接地平面

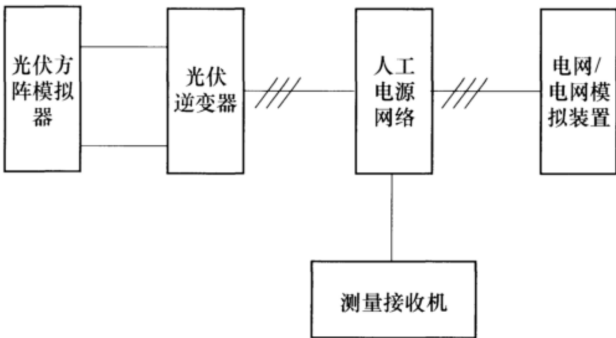


图 2 传导骚扰检测布置示意（人工电源网络检测方法）

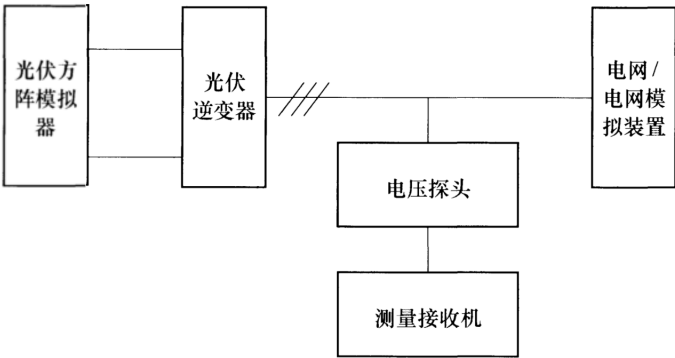


图 3 传导骚扰检测布置示意（电压探头检测方法）

6.2 抗扰度检测

6.2.1 静电放电抗扰度检测

静电放电抗扰度检测应满足下列要求：

- a) 静电放电抗扰度检测设备及检测配置应满足 GB/T 17626.2 的要求；
- b) 被测逆变器在检测时应运行在最大功率点跟踪条件下；
- c) 对于被测逆变器金属部分采用 3 级接触放电进行检测，非金属部分采用 3 级空气放电进行检测；
- d) 被测逆变器性能应满足 5.2.2 的要求。

6.2.2 射频电磁场辐射抗扰度检测

射频电磁场辐射抗扰度检测应满足下列要求：

- a) 射频电磁场辐射抗扰度检测布置应满足 GB/T 17626.3 的要求；
- b) 被测逆变器应运行在最大功率点跟踪条件下；
- c) 被测逆变器应在 10%额定功率到 90%额定功率下运行；
- d) 射频电磁场辐射抗扰度检测方法应满足 GB/T 17626.3 的要求；

- e) 被测逆变器性能应满足 5.2.3 的要求。

### 6.2.3 电快速瞬变脉冲群抗扰度检测

电快速瞬变脉冲群抗扰度检测应满足下列要求：

- a) 电快速瞬变脉冲群抗扰度检测设备及检测配置应满足 GB/T 17626.4 的要求；
- b) 被测逆变器应运行在最大功率点跟踪条件下；
- c) 被测逆变器应在 10%额定功率到 90%额定功率下运行；
- d) 电快速瞬变脉冲群抗扰度检测方法应满足 GB/T 17626.4 的要求；
- e) 应分别对被测逆变器交流侧和直流侧的电快速瞬变脉冲群抗扰度进行检测；
- f) 对于控制电路外部取电的信号、数据和控制端口也需要进行电快速瞬变脉冲群抗扰度检测；
- g) 被测逆变器性能应满足 5.2.4 的要求。

### 6.2.4 浪涌（冲击）抗扰度检测

浪涌（冲击）抗扰度检测应满足下列要求：

- a) 浪涌（冲击）抗扰度检测设备及检测配置应满足 GB/T 17626.5 的要求；
- b) 被测逆变器应运行在最大功率点跟踪条件下；
- c) 应分别对被测逆变器交流侧和直流侧的浪涌（冲击）抗扰度进行检测；
- d) 对于控制电路外部取电的信号、数据和控制端口，也需要进行浪涌（冲击）抗扰度检测；
- e) 浪涌（冲击）抗扰度检测方法应满足 GB/T 17626.5 的要求；
- f) 被测逆变器性能应满足 5.2.5 的要求。

### 6.2.5 射频场感应的传导骚扰抗扰度检测方法

射频场感应的传导骚扰抗扰度检测应满足下列要求：

- a) 射频场感应的传导骚扰抗扰度检测配置应满足 GB/T 17626.6 的要求；
- b) 被测逆变器应运行在最大功率点跟踪条件下；
- c) 应分别对被测逆变器交流侧和直流侧的射频场感应传导骚扰抗扰度进行检测；
- d) 对于控制电路外部取电的信号、数据和控制端口，也需要进行射频磁场感应传导骚扰抗扰度检测；
- e) 被测逆变器应在 10%额定功率到 90%额定功率下运行；
- f) 射频场感应的传导骚扰抗扰度检测应满足 GB/T 17626.6 的要求；
- g) 被测逆变器性能应满足 5.2.6 的要求。

### 6.2.6 工频磁场抗扰度检测方法

工频磁场抗扰度检测应满足下列要求：

- a) 工频磁场抗扰度检测设备及检测配置应满足 GB/T 17626.8 的要求；
- b) 被测逆变器应运行在最大功率点跟踪条件下；
- c) 应分别对被测逆变器主电路以及控制电路的工频磁场抗扰度性能进行检测；
- d) 被测逆变器应在 10%额定功率到 90%额定功率下运行；
- e) 工频磁场抗扰度检测应满足 GB/T 17626.8 的要求；
- f) 被测逆变器性能应满足 5.2.7 要求。



中 华 人 民 共 和 国  
能 源 行 业 标 准  
光伏电站逆变器电磁兼容性检测  
技 术 要 求  
NB/T 32033—2016

\*

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>)  
北京传奇佳彩数码印刷有限公司印刷

\*

2019年2月第一版 2019年2月北京第一次印刷  
880毫米×1230毫米 16开本 0.75印张 20千字  
印数 001—200册

\*

统一书号 155198·994 定价 11.00元

版 权 专 有 侵 权 必 究  
本书如有印装质量问题，我社营销中心负责退换



中国电力出版社官方微信



电力标准信息微信

为您提供最及时、最准确、最权威的电力标准信息



155198.994