

# HIOKI

## 3156 泄漏电流测试仪

用户指南



## 内容目录

第1章: 安全标准	2
■ 电击	2
■ 泄漏电流类型	3
■ 单故障状态模式	4
■ 术语解释	5
第2章: 泄漏电流测量和 3156内部电路	6
■ 接地泄漏电流	6
■ 外壳泄漏电流	8
第3章: Q & A	11
第4章: 各种标准和 3156的网络	16

## 第1章：安全标准

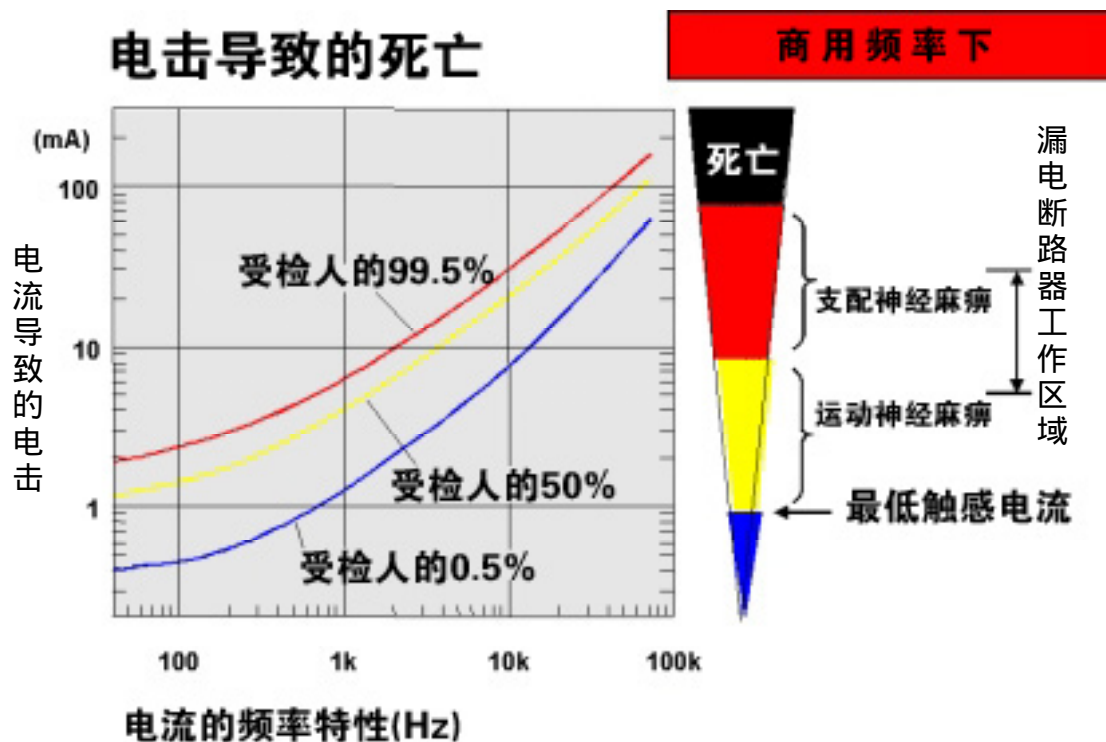
通用的医疗电气设备应该始终确保操作人员和患者的安全。因此有必要进行安全测试，并通过各种标准和法律指定测试条件。测试方法根据设备的种类而有所不同。

### 电 击

当您接触电气设备时，有可能会有受冲击的感觉。这就是电击，它是由电流通过您的身体流向地而产生的。这种电流就被称为泄漏电流。

根据电流流过的路径和环境，即使流过人体的电流十分微小，还是可能会造成死亡。因此泄漏电流测试非常重要。

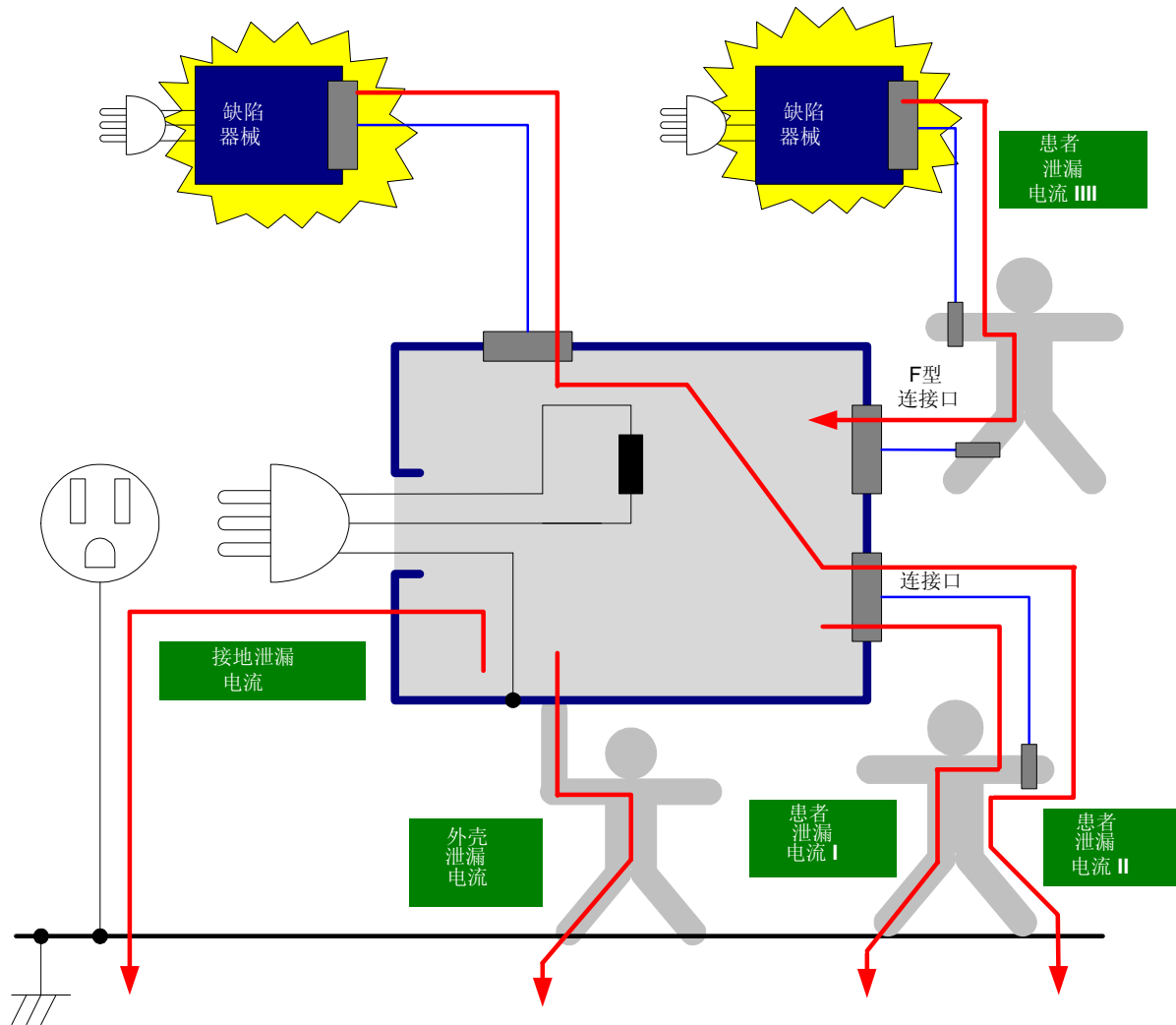
在商用电源频率下，约100mA的电流对人类来说就是致命的。



电击电流的感觉程度随泄漏电流频率的攀升而强烈。

当医疗设备在高频下使用时，电击可能在人体无知觉的情况下发生。因此，医疗电子设备的安全测试要求泄漏电流小于10mA。

简单低价的检测仪器只能测试到数千赫兹，因此测试结果与真实危险情况相比，经常会不正确或不准确。



- 接地泄漏电流 (一般电气设备、医疗设备)  
通过等级I设备的保护接地线流向大地的电流。
- 外壳泄漏电流 (一般电气设备、医疗设备)  
因接触未接地外壳部分而流经人体的电流。
- 患者泄漏电流 I (医疗设备)  
应用部分连接到人体时, 沿“应用部分 =>人体 =>大地”路径流过的电流。
- 患者泄漏电流 II (医疗设备)  
设备在单故障模式下, 沿“应用部分 =>人体 =>大地”路径流过的电流。
- 患者泄漏电流 III (医疗设备)  
沿“应用部分 =>人体 =>F型应用部分”路径流过的电流。
- 患者辅助电流 (医疗设备)  
一般的设备操作中, 允许从应用部分流过人体的电流。此电流不会有意造成任何生理影响。

## 单故障状态模式

### 什么是单故障状态？

定义：某一减少仪器危害风险的保护功能损坏，或某一外部异常存在的状态。

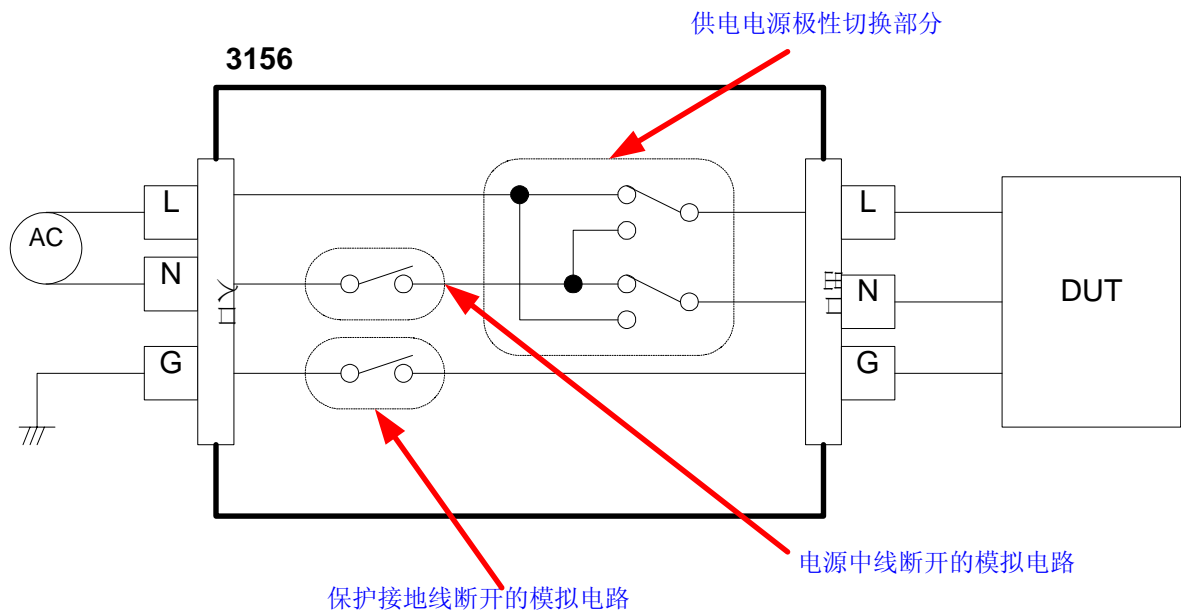
↔ 与之相反的是“正常状态”。

以下为泄漏电流测试中的3种单故障状态：

1. 没有连接保护接地线（不适用于接地泄漏电流测试）
2. 供电电源的一根线断开（供电电源的中线）
3. 外部设备故障（患者泄漏电流 I、患者泄漏电流II会发生）

虽然故障模式中没有定义，但还是要求切换供电电源极性测量以及记录较高的泄漏电流值。

### 3156 泄漏电流测试仪的内部电路



3156 内置以上所有模拟电路。

需要进行改变极性和开/关电源此类危险操作时，3156能够自动引导该过程，使测量工作简单有效。

[引用自 IEC 60601-1 (1988-12) + am1 (1991-11) + am2 (1995-03)]

**等级I设备**

此类设备不仅仅依靠基本绝缘来保护不受电击，还包括另外的安全预防措施：为设备提供保护接地线的连接，以防止基本绝缘不良时，可能接触到的金属部分带电。

**等级II设备**

此类设备不仅仅依靠基本绝缘来保护不受电击，还包括另外的安全预防措施：不规定保护接地并不依赖安装状况的双重绝缘或强化绝缘。

**带电**

此部分同大地或同一设备的其它部分连接时，流过电流可能超过允许泄漏电流的状态。

**可能接触的金属部分**

不使用工具也能接触到的设备的金属部分。

**基本绝缘**

应用在带电部分的绝缘，提供基本电击防护。

**双重绝缘**

基础绝缘和辅助绝缘构成的绝缘。

**强化绝缘**

单绝缘系统应用在带电部分的绝缘，可根据IEC60601-1参数条件，提供与双重绝缘同等的电击防护。

**辅助绝缘**

在基础绝缘之上增加的独立绝缘，用来防止基础绝缘不良时的电击。

**保护接地线**

连接在保护接地端口和外部保护接地系统的导线。

**保护接地端口**

以安全为目的，连接到等级I设备导电部分的端口。

## 第2章：泄漏电流测试和3156的内部电路

### 接地泄漏电流

通过设备保护接地线流向大地的电流。

为测量接地泄漏电流，模拟不存在保护接地线断开条件。等级II设备由于没有保护接地线，所以不需要此项测试。

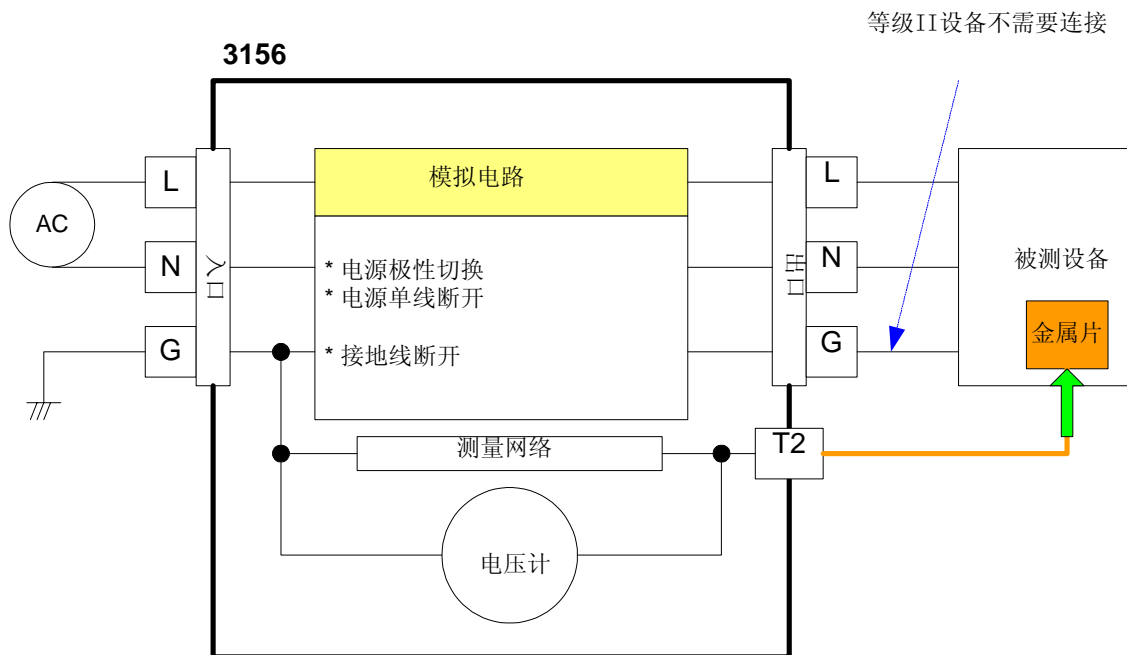
#### ● 接地泄漏电流测试的测量电路

■ 当3156设置中选择等级II设备时，该测试无法进行。

将被测设备与3156出口连接，即可进行测量。

■ 不使用测试导线。（T1、T2和T3端口没有任何连接。）

在3156内部，这些端口是开路状态，所以可以将测试探头与它们连接。



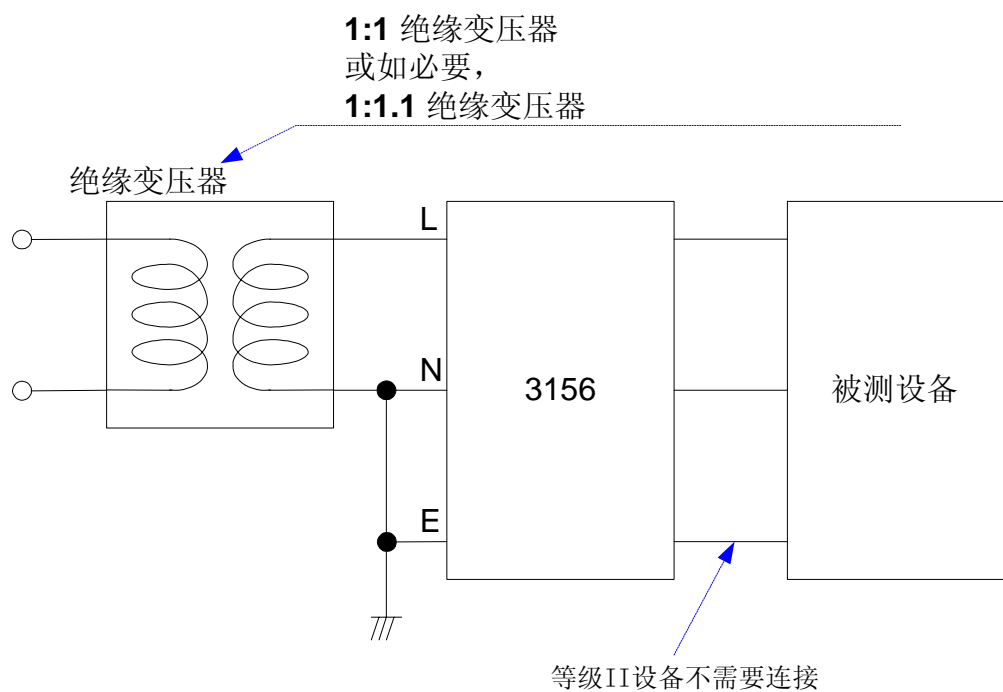
如医疗设备等被测设备有标准规定时，应用在被测设备入口的电压应相当于额定电压的110%。

或者，使用绝缘变压器或其它类似设备，将其次级端与地连接。

## ● 绝缘变压器的连接方法

当测量绝缘变压器时，变压器的次级端应接地。

参考11页“Q1：连接到自动变压器”。

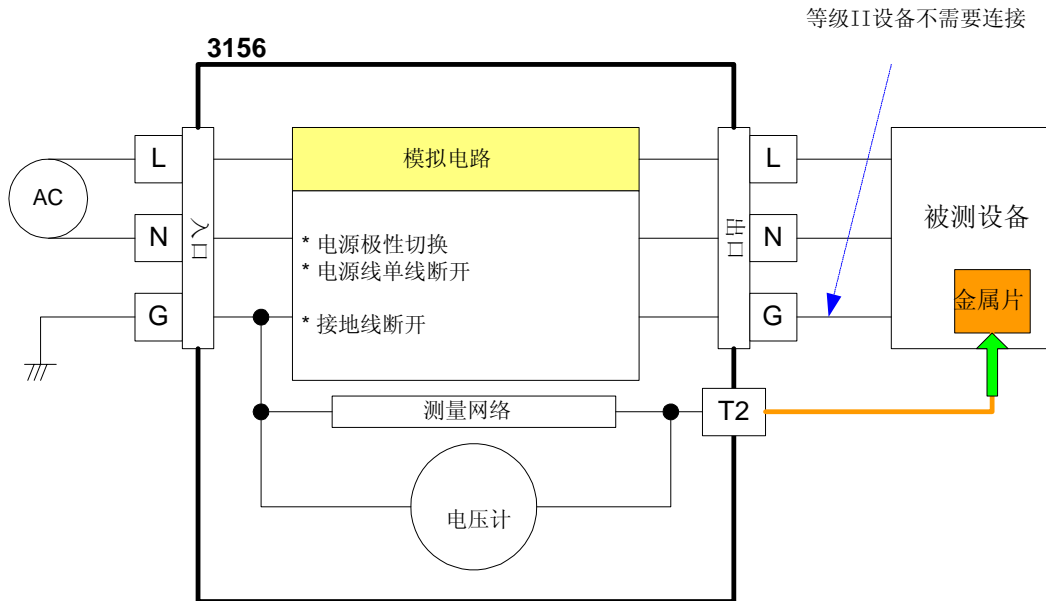


## 外壳泄漏电流

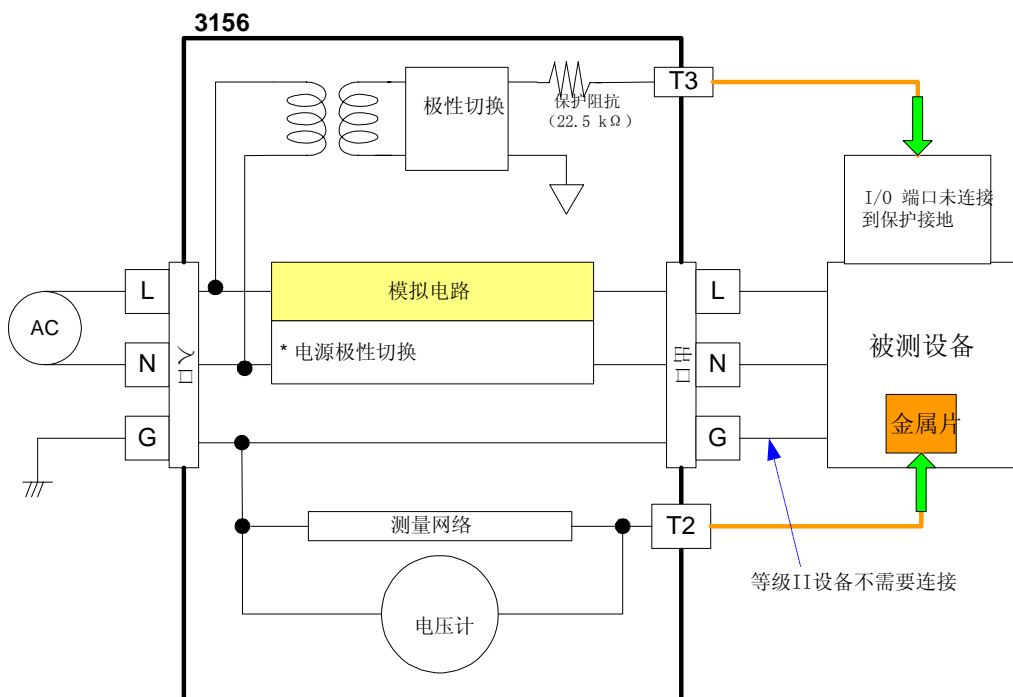
接触设备未接地外壳部分而流过人体的电流。

由于此项测试模拟人体触摸外壳的状态，所以通过被测设备外壳附加的金属片（模拟手掌），来测量流向大地的电流。

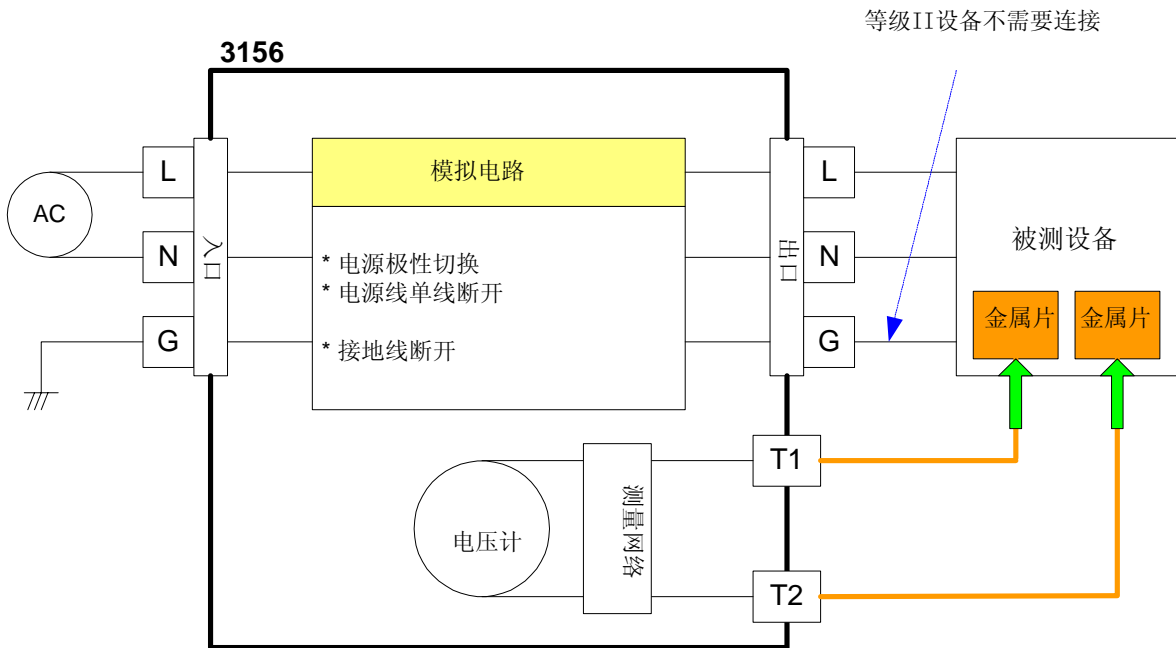
### ● 外壳泄漏电流的测量电路（外壳和大地之间）



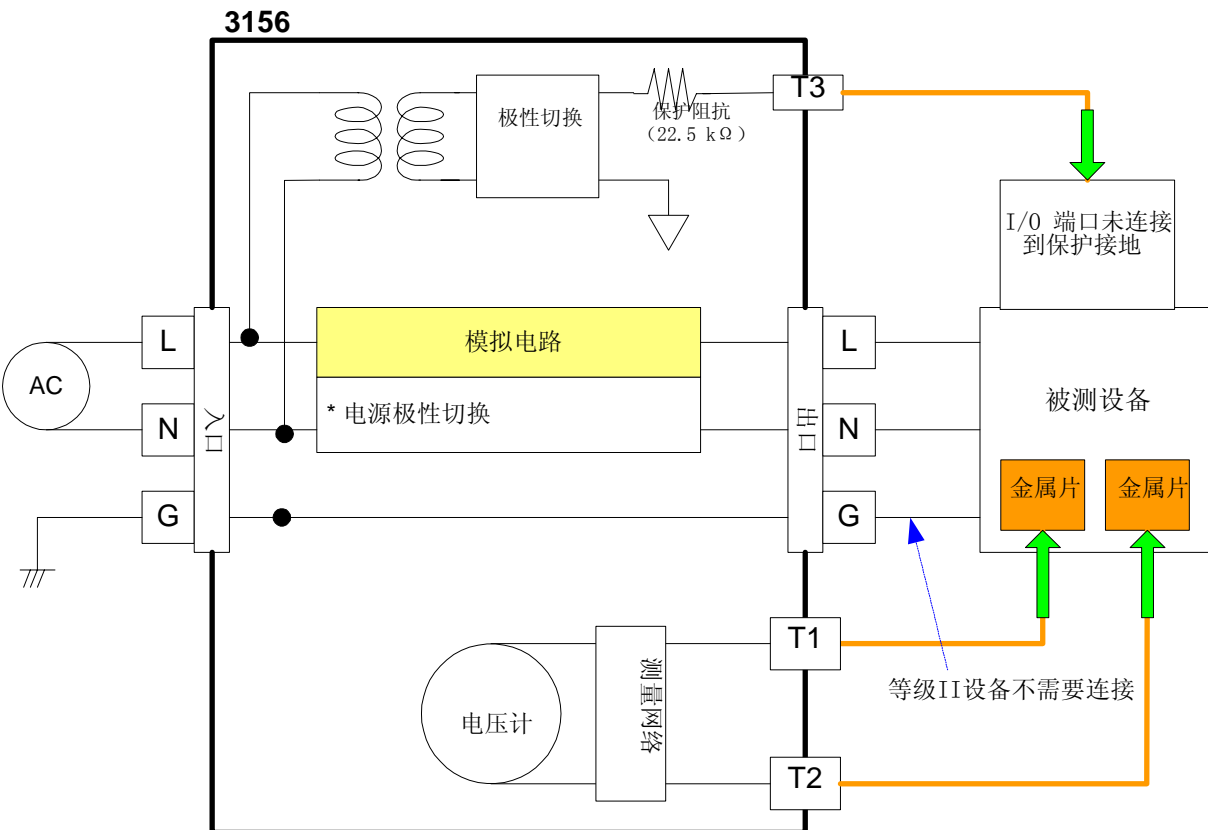
### ● 外壳泄漏电流的测量电路（外壳和大地之间，网络B：连接故障设备）



● 外壳泄漏电流的测量电路（外壳之间）



● 外壳泄漏电流的测量电路（外壳和大地之间，网络B：连接故障设备）



## ● 测量外壳泄漏电流（外壳和导线之间，除网络B外）

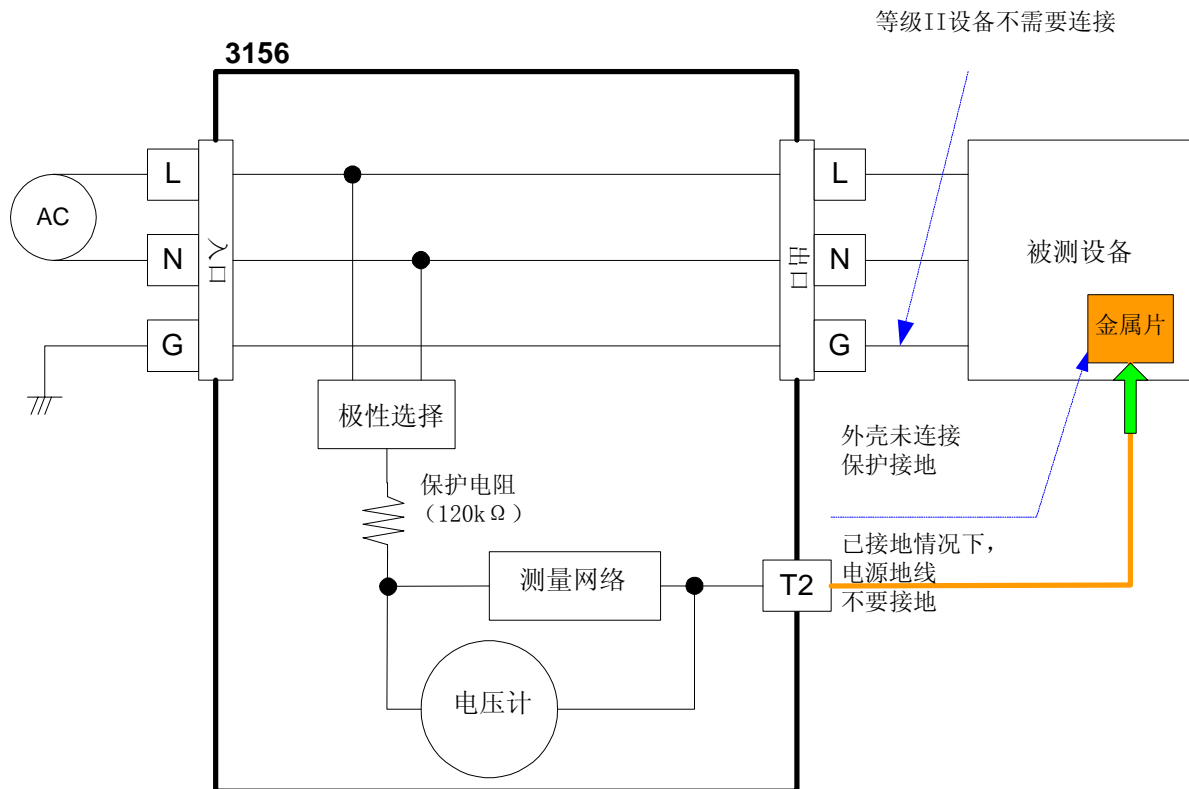
未连接保护接地的外壳和电源线之间的泄漏电流测量

应用：不适用医疗设备。

测量通过连接电源的活线端（L）和中性端（N）来进行。

根据IEC60990标准（网络C）测试时，由于标准没有标明“未连接保护接地”的细节，所以还应该进行金属外壳接地测量。

在此情况下，测量由接地短路造成的电源线和大地之间的泄漏电流。也就是在测量接地金属外壳时，电源线连接在3156 LINE IN端口，并使接地线OPEN。



### 第3章：Q&A

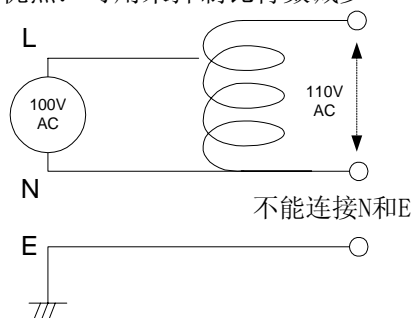
**Q1:** 我认为购买绝缘变压器很昂贵，我想用自动变压器来取代。请问这种方法有什么问题？

**A1:** 由于自动变压器在其中性端（N）连接到大地时，会发生接地短路，因此不适用。如果不将自动变压器的中性端（N）接地，则可以进行测量，但由于在测量中会增加其误差，所以不推荐使用。而且，某些连线错误可能会使操作者错误假定N端就是N端口，这样会十分危险。总之，我们不推荐使用自动变压器。

#### 【自动变压器：非绝缘升压变压器】

与非绝缘滑线电阻调压器类似（电压固定）

优点：可用来抑制瓦特数减少



**Q2:** 可以测量1500VA以上的设备吗？

**A2:** 符合以下条件就可以测量：

- 被测设备的线电压最高264V
- 被测设备的消耗电流最大15A

最大限制为1500VA，是防止用户误认为如在100V下测量，电流可至40A。

而且，HIOKI提供的电源线额定为7A。也就是使用此线，最大为240V（264V）和7A。

请注意，在使用200V线时，电流如超过7A，则接线和VA检查功能可能会产生ERROR。

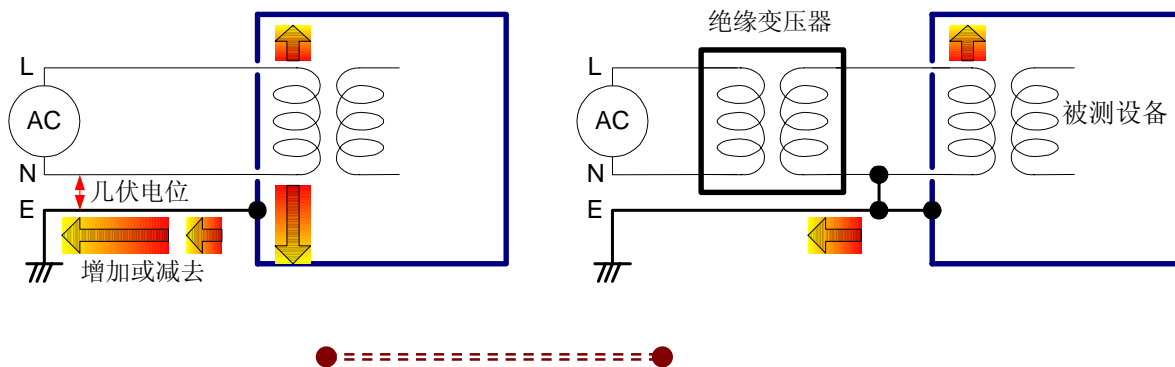


**Q3:** 等级II设备没有接地线。我能用2P插座给【LINE IN】供电吗？

**A3:** 不可以，这样不安全。等级II设备需要测量流向接地线的电流。使用3P电源线给3156供电，并在给【LINE IN】供电时，用接地端将它连接到电源。

#### Q4: 为何使用绝缘变压器?

A4: 商用电源的中性线 (N) 由于配线阻抗和同一网络泄漏电流的影响, 具有几伏的电位。在这种状态下测得的泄漏电流是不正确的。因此需要将N端接地, 以减少误差。这样, 如果N端接地, 漏电断路器就会通过接地短路工作。为避免这种情况发生, 需要使用绝缘变压器。

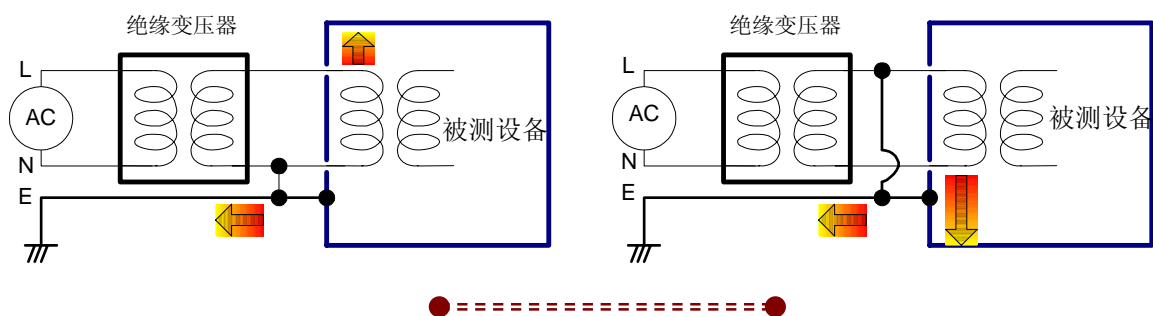


#### Q5: 为什么切换供电电源极性, 泄漏电流值也改变?

A5: 切换极性可用来确认被测设备的以下绝缘能力:

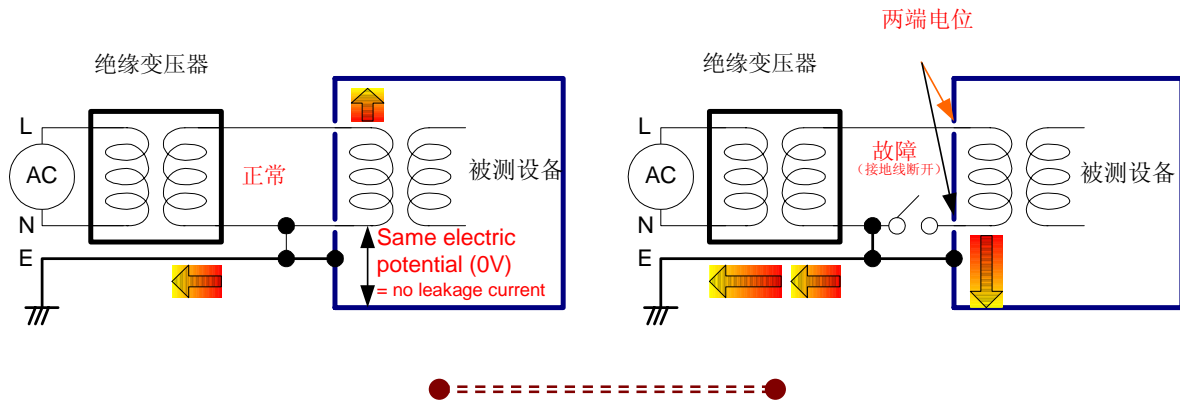
- L (带电) 端 ↔ 接地
- N (中性) 端 ↔ 接地

每台设备根据其电源设计和成分的不同, 具有不同的特性。这种差异在绝缘能力中与泄漏电流有关, 因此在极性切换时, 泄漏电流值会有所不同。



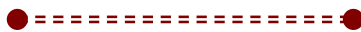
Q6: 为什么接地线断开时，泄漏电流值会变大？

A6: 通常状态下，流过被测设备N端的电流应为0。另一方面，泄漏电流在接地线断开状态（单故障模式）下，将变为L和N端的电位和。因此当接地线断开时，泄漏电流值会变大。



Q7: 3156测量值与其它制造商生产的仪器测量结果不同。哪个正确？

A7: 当测量有变频马达设备的泄漏电流时，会产生这种现象。有些泄漏电流测试仪没有足够的频率特性，所以它们不能测量高频部分成分。另一方面，3156结合了DC~1MHz的足够频带宽。而且，使用平均整流值法测量仪器的泄漏电流，其值要比正弦波波形泄漏电流值低。

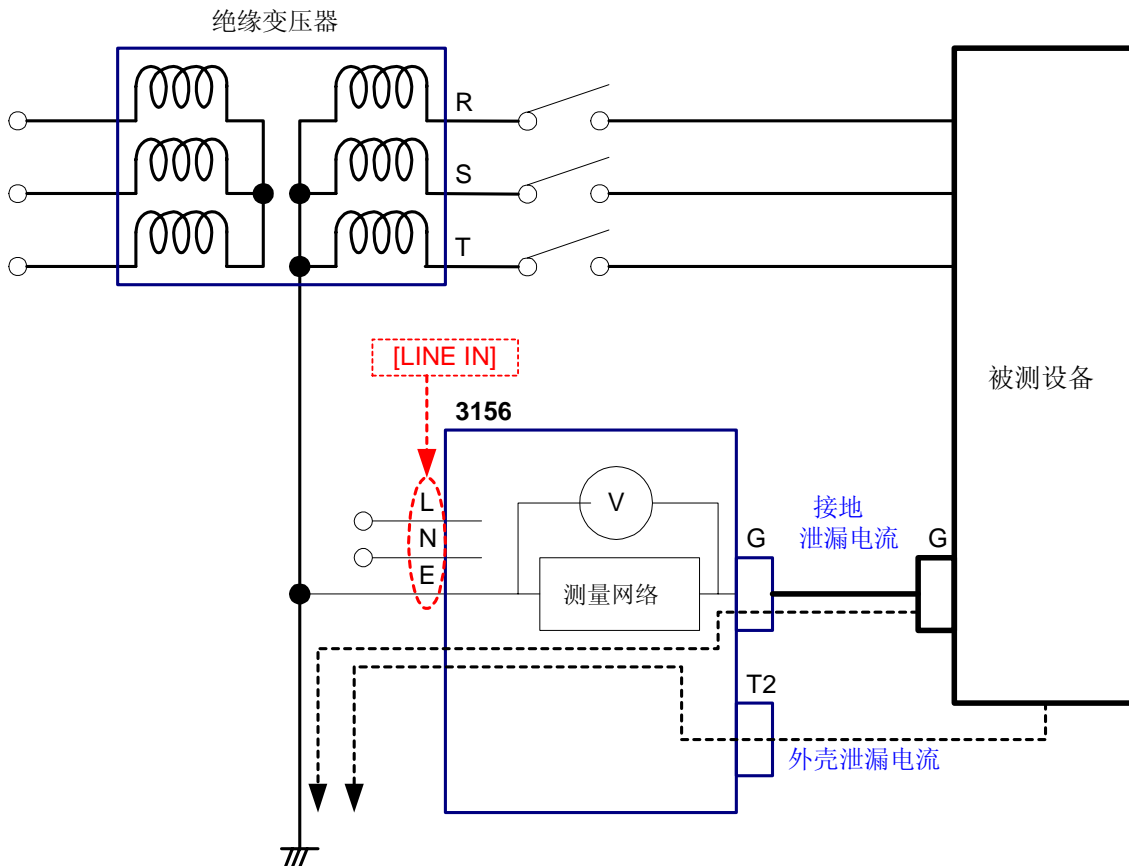


Q8: 该如何测量3相供电电源的设备?

A8: 有三种方法:

● 使用网络B标准时

3156的模拟电路不适用于3相电源设备。要构造以下模拟电路进行补偿。



将条件设置为R、S或T的任一断线状态（单故障状态），进行测量。将被测设备的保护接地端口与3156的G端连接。然后将3156的被测设备条件设置为“正常状态”，读出数值。

用同种方法可以测量外壳泄漏电流和患者泄漏电流。

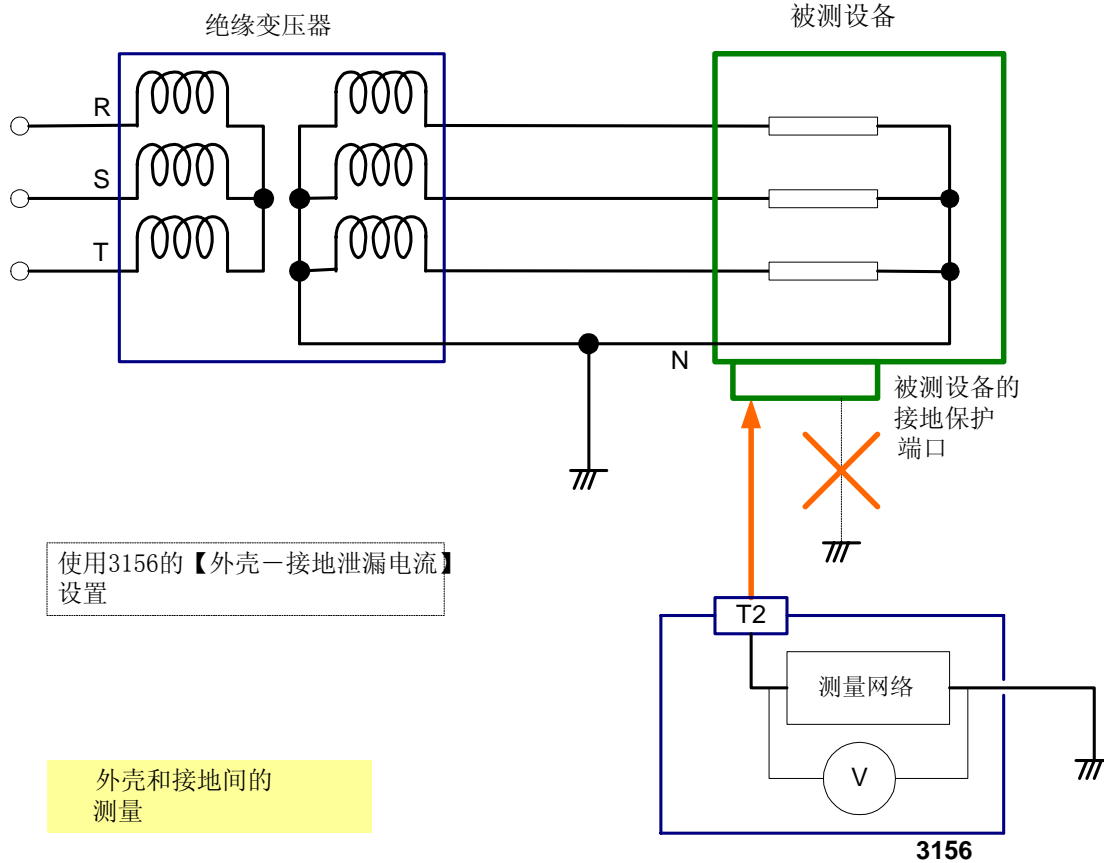
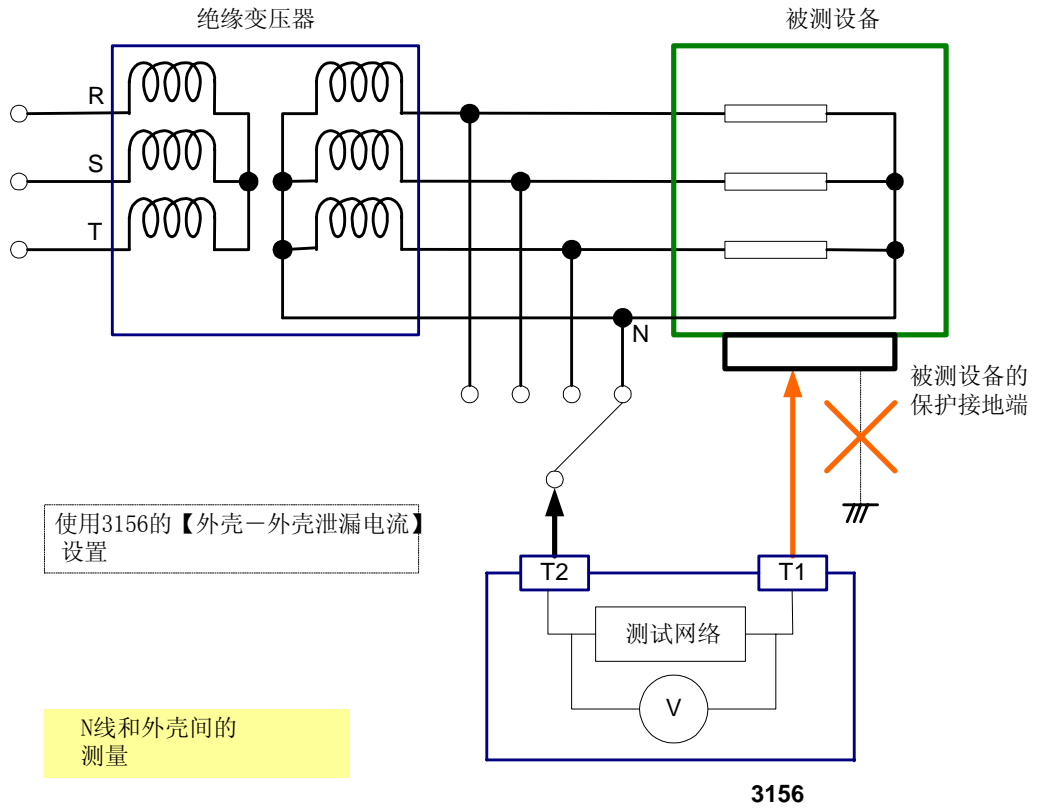
● 使用网络A或D标准时

三相三线情况下，在外壳和R、S和T任一线间进行测量。使用3156的【外壳—外壳泄漏电流】。如被测设备有接地线，请务必断开后测量。



使用网络C标准时

规定需要绝缘变压器。--- N点（中性线）



## 第 4 章：3156 的各种标准和网络

标准编号 (:制定年份)	标题	适用网络	备注
IEC60065:1995 +A2:1989 +A3:1992	家电或类似常用电子和相关装置的安全要求。	2k $\Omega$	可部分使用 (50k $\Omega$ 不可)
IEC60065-2001	音频、视频和类似电子设备 - 安全要求(第7版)	C	
IEC60335-1:1991 +A1:1994	家用及类似电子装置 - 安全 - 部分 1: 通用要求	D (1.5k $\Omega$ /0.15 $\mu$ F)	1750 $\Omega$ $\pm$ $\Omega$ , 时间常量电容 225 $\mu$ s $\pm$ 15 $\mu$ s
IEC60335-1:2001	家用及类似电子装置-安全-部分 1: 通用要求 (第4版)	C (ON1)	1994版本前, 使用 D
IEC60601-1:1988 +A1:1991 +A2:1995	医疗电子设备 - 部分1: 安全通用要求	B	
IEC60950:1991 +A4:1996	信息技术设备(包括电子商务设备)安全	C	
IEC60950:1999	信息技术设备(包括电子商务设备)安全	C	新测量方法
IEC60950-1:2001	信息技术设备 - 安全 - 部分1:通用要求(版本1)	C (ON1) (可使用D)	可用D代替
IEC60990:1990	接触电流和保护导体电流的测量方法	C	技术报告标准
IEC60990:1999	接触电流和保护导体电流的测量方法(第2版)	C	实际标准
IEC61010-1:1990 +A1:1992 +A2:1995	测量、控制和实验室用电子设备安全要求	C	
IEC61010-1:2001	测量、控制和实验室用电子设备安全要求	C	
IEC60745-1:2001	电动工具 - 安全 - 部分1: 通用要求	D	1750 $\Omega$ $\pm$ $\Omega$ , 时间常量电容 225 $\mu$ s $\pm$ 15 $\mu$ s
UL1310:1994	等级2电源单元	D	
UL1419	专业视频和音频设备	C	
UL1437	电子指针仪器 - 盘表型标准	D	
UL1492:1996	音频视频产品及附属品	D	
UL1740:1995	机器人和机器人设备安全标准	D	
UL60950	信息技术设备 - 安全 - 部分 1:通用要求1	C (ON1)	对应 IEC60950:1999
UL2601-1:1997	医疗电子设备 部分 1: 安全通用要求	B	对应 IEC60601-1:1988
UL3101-1	实验室用要求 部分 1: 通用要求, 电气	C	
UL3111-1	电气测量和测试设备, 部分 1:通用要求	C	对应 IEC61010-1:1990+ A1+A2
UL471	商用冰箱和冷库	D	
UL544:1994	医疗和齿科设备的安全标准要求	D 或 1k $\Omega$ (接线设备 除外)	1000 $\Omega$ // (0.15 $\mu$ F+10.2 $\Omega$ )
UL745:1995	便携电动工具安全标准	D	1750 $\Omega$ $\pm$ $\Omega$ , 时间常量电容 225 $\mu$ s $\pm$ 15 $\mu$ s
UL923:1998	微波厨房设备		接地泄漏电流 外壳-接地泄漏电流
SEMI S9:1995	电气设计认证的安全准则 半导体制造设备测试	D	







HIOKI E. E. CORPORATION

**总公司:**

日本长野县上田市小泉 386-1192

TEL: +81-268-28-0562/FAX +81-268-28-0568

os-com@hioki.co.jp

www.hioki.co.jp

**上海代表处**

上海市淮海中路 93 号大上海时代广场 1704

邮编: 200021

TEL +86-21-6391-0090,0092

FAX +86-21-6391-0360

info@hioki.cn

www.hioki.cn