

# UPS 电源“十全十测”之 2：带载输出特性测试

## 一、什么是 UPS 带载输出特性

UPS（不间断电源）作为现代电力系统中重要的设备，其主要功能是在主电源故障时提供稳定的电力供应，保障关键设备的持续运行。UPS 带载输出特性指的是 UPS 在不同负载条件下，其输出电压、波形失真度等参数的表现。这些特性直接反映了 UPS 的供电质量和稳定性。

具体来说，UPS 带载输出特性包括输出电压的稳定性、波形失真度、频率稳定性等，这些参数在不同的负载条件下（如线性负载、非线性负载）会有所变化。因此，了解并测试 UPS 在不同负载下的输出特性，对于评估 UPS 的性能和选择合适的 UPS 设备具有重要意义。

## 二、为什么要测试 UPS 带载输出特性

测试 UPS 带载输出特性的原因主要有以下几点：

首先，通过测试可以了解 UPS 在不同负载条件下的供电质量和稳定性，这对于保障关键设备的正常运行至关重要。例如，在非线性负载下，UPS 的输出电压和波形失真度可能会发生变化，如果超出允许范围，就可能对负载设备造成损害。

其次，测试 UPS 带载输出特性可以帮助用户选择合适的 UPS 设备。不同的 UPS 设备在性能上存在差异，通过测试可以比较不同设备的性能优劣，从而选择最适合自己的 UPS 设备。

此外，定期测试 UPS 带载输出特性还可以及时发现设备故障或性能下降的情况，以便及时进行维修或更换，确保电力系统的稳定运行。

## 三、测试步骤

### 3.1 线性负载下 UPS 输出特性测试步骤：

- (1)启动被测 UPS 电源，调节输入电压在规定的最大值及最小值范围内变化。
- (2)设置交流输入电压波动范围为额定电压的 85%~115%，直流输入电压波动范围同样为额定电压的 85%~115%。
- (3)使用阻感性负载作为线性负载，功率因数设为 0.8（滞后）。
- (4)调节负载为额定负载的 0%、10%、40% 及 100%，记录被测装置的输出电压及输出电压波形失真度，并计算稳压精度。

### 3.2 非线性（整流性）负载下 UPS 输出特性测试步骤：

- (1)同样启动被测 UPS 电源，调节输入电压。
- (2)设置交流输入电压和直流输入电压的波动范围。
- (3)使用整流性负载作为非线性负载，波峰系数为3:1，有功功率为额定有功功率的70%。
- (4)调节负载为额定负载的 0%~100%的多个点，记录被测装置的输出电压及输出电压波形失真度，并计算稳压精度。

对于线性负载与非线性负载，在标准 Q/CSG 1204030-2018 电力用直流和交流一体化不间断电源、DL/T 1074-2019 南方电网变电站交流不间断电源技术规范中，对 UPS 稳压精与输出电压波形失真度有如下要求：

- 稳压精度不超过整定电压（220V）的±3.0%。
- 输出电压波形失真度应不大于 2%。

## 四、UPS 带载输出特性测试设备选择

进行 UPS 带载输出特性测试需要使用以下设备：

### 4.1 交流电源：

在各类电气测试中，可靠的电源供电是确保数据准确性和测试效率的关键。在 UPS 测试中，交流电源用于调节输入电压在规定的最大值及最小值范围内变化，以测试 UPS 在不同输入电压下的输出特性。

对于供电端测试电源的选择，海洋仪器给出的推荐是上海航裕电源科技有限公司推出的 PSA 系列可编程交流电源，以其高功率、高精度和高可靠性赢得了市场的广泛认可，最大容量可大 900kVA。这款交流电源广泛应用于 UPS 测试、马达测试、家电产业检测、检测实验室、工业用电源、电机/压缩机测试、IT 制造电子业、新能源、医疗、码头岸电/船厂以及国防军工等领域。PSA 系列交流电源配备了高精度 D/A 和 A/D 转换器，确保了输出的精确性和回读的准确性。此外，其多重保护功能（如 OVP/OCP/OTP）确保了设备在复杂测试环境中的安全运行。



图1 航裕 PSA 系列可编程交流电源

#### 4.2 可调交流负载:

可调交流负载用于模拟不同 UPS 带载条件，包括线性负载和非线性负载。

通过海洋仪器代理品牌搏计电子的 3270 系列交/直流电子负载不仅能够同时模拟线性负载与交流负载，更在功率拉载能力上实现了质的飞跃，最大可达 540kW，轻松应对各种高要求测试场景，同时其内置了专门用于测试 UPS 转换时间（Transfer time）的功能。而除了电压、电流、功率这些基础参数外，3270 系列交/直流电子负载还能精准显示峰值因数（波峰系数）、功率因数等关键数据，以及电压失真度（ $V_{TH}$ 、 $V_H$ ）、电流失真度（ $I_{TH}$ 、 $I_H$ ）等反映负载特性的重要指标。这些参数的实时监测与显示，不仅为测试工作提供了更为全面、准确的数据支持，更为后续的系统优化与性能提升奠定了坚实的基础。



图2 搏计 3270 系列交/直流电子负载

#### 4.3 电能质量分析仪:

电能质量分析仪是专门用于测量和记录 UPS 的输出电压、电流、频率、功率因数、波形失真度等参数的仪器。

CA8345 电能质量分析仪作为一款专业的测试设备，以其完全符合 IEC 61000-4-30 A 级标准的测量精度和友好的人机界面，赢得了用户的广泛赞誉。该分析仪可实时测量和

记录 UPS 的输出电压、电流、功率因数、波形失真度等关键参数，帮助用户全面了解电能质量状况。同时，其强大的数据记录和处理功能，支持将数据导出至个人电脑进行进一步分析。CA8345 电能质量分析仪，是您提升电能质量管理水平的必备工具。



图 3 CA8345 电能质量分析仪

## 五、总结

测试 UPS 带载输出特性的重要性不言而喻。它不仅关系到电力系统的连续稳定运行，还关系到设备的安全性和经济性。通过 UPS 带载输出特性测试，我们可以深入了解 UPS 在不同负载条件下的输出电压稳定性、波形失真度等参数的表现。