

# 手持式数字示波器在航天浮地系统测试中的应用

罗德与施瓦茨(中国)科技有限公司

## 1 引言

日常生活中接触到的大多数被测系统是接地系统,系统通过外壳或供电电源与大地相连。然而一些航天系统由于工作环境或其他条件的限制无法与大地相连。特别是在某些系统中还在不同的子系统之间采用了隔离设计,构成多参考地系统,例如卫星、飞机、宇宙飞船或空间站系统。如图1所示为卫星或宇宙飞船系统的示意。这类系统由PWR太阳能帆板供电系统、ACS姿态控制系统和RFS通信系统等不同子系统构成,不同子系统之间还采用了隔离设计。选择合适的示波器对这类系统进行测试给设计人员提出了挑战。

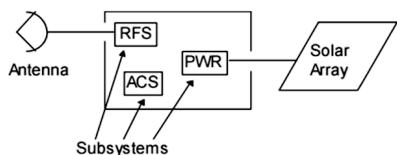


图1 卫星/宇宙飞船系统示意

## 2 浮地测量的挑战

普通数字示波器不适合此类系统测试的原因首先在于绝大多数的普通示波器都通过交流电源安全地与大地相连。在一般情况下,这样的接地连

接提高了测试的安全性。但对于浮地系统而言,这会导致将被测系统参考地通过示波器单端探头参考地强制连接到大地,从而改变了被测系统的回路结构,影响了被测系统正常的工作特性,甚至造成对被测系统和测试仪器的损坏。一些用户不得不采用有源差分探头来解决这一挑战,这种方法造成了测试成本的增加以及测试机动性的局限。还有一些用户试图采用电池供电示波器或隔离变压器来解决这一问题。需要注意的是,一般的电池供电示波器和隔离变压器仍会导致机壳带电。根据相关测试安全要求,当电压大于 $30 V_{RMS}$ 时,就有可能发生人身伤害。一些电池供电示波器明确标示了在大于 $30 V_{RMS}$ 时必须对测试示波器强制接地,如图2所示。

### WARNING

*If there is any doubt whether more than  $30 V_{RMS}$  is present or not, the supplied grounding wire should always be used and floating measurements SHOULD NOT BE ATTEMPTED! Be aware that hazardous voltages may exist in unexpected places due to faulty circuitry in the device-under-test.*

图2 某电池供电示波器的安全标示

## 3 对多参考地信号同时测试的挑战

由于大多数示波器通道之间采用了共地设计,即不同输入通道的参考地被连接在一起。当对隔离参考地的不同子系统信号进行同时测试和调试时,不同参考地的被测信号会通过示波器的共地设计强制地将参考点连接在一起,影响各子系统的正常工作。即便通过电池供电,也无法实现各测试通道的隔离。例如对卫星或飞船系统的供电系统和数字控制系统进行联合调试时,必须确保供电电源地与控制系统数字地之间的隔离。

## 4 手持式数字示波器的选择挑战

事实上,手持数字示波器所具备的电池供电以及隔离通道设计对上述测试挑战有较好的响应。但由于历史原因,市场上绝大多数手持示波器在测试性能方面无法满足当今嵌入式系统的测试需要。与性能不断提升的台式示波器相比,大多数手持示波器在带宽、采样率、记录深度、波形捕获率、触发能力和显示分辨率方面与用户需要存在较大差距,大大影响了手持示波器在这一测试领域的应用。

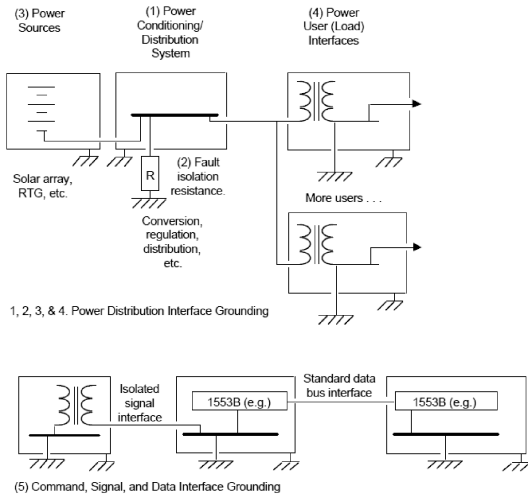


图3 多参考地系统模型

### 5 R&S RTH新世代手持示波器助力航天浮地系统测试

罗德与施瓦茨公司针对此类测试挑战，在2016年初推出了新世代手持示波器RTH系列。与市场现有手持示波器产品不同，RTH系列手持示波器在设计理念上将实验室示波器的性能与手持示波器的传统优势组合在一起，开创了手持示波器应用的新天地。

1) RTH系列手持示波器提供高达CAT III 1 000 V/CAT IV 600 V的高等级隔离通道，方便用户对PWR太阳能帆板供电系统测试。

2) 专门设计的10 Bit ADC配合高达5 GS/s的采样率以及500 K记录长度为用户进行高分辨率测试提供保障。

3) 可以媲美高性能台式示波器的大于5万次/s的波形捕获率使用户通过手持示波器发现信号中的偶发异常成为可能。

4) 不止如此，RTH系列手持示波器还在业内第一次将混合信号测试

功能引入手持示波器设计。RTH提供8路与模拟通道隔离的数字通道输出，方便工程师对ACS姿态控制系统和RFS通信系统等多参考地嵌入式系统进行联调，如图4所示。

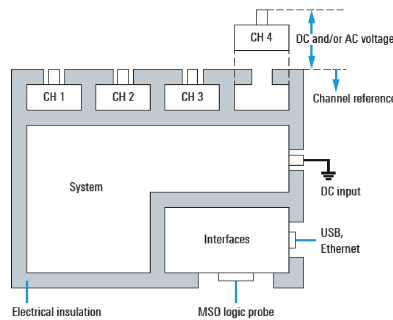


图4 RTH隔离设计示意

5) 在触发功能上，RTH系列手持示波器也一改传统手持示波器简单的触发设计，引入了R&S公司独特的数字触发系统以及多达14种高级触发功能，帮助用户应对复杂的测试挑战，如图5所示。

6) 分段存储和历史模式可以帮助用户在独立的历史存储区中记录和分

表1 传统手持示波器的局限性

性能参数	典型值
带宽	不超过200 MHz
存储深度	10 K样点
波形捕获率	大约10次/秒
触发功能	边沿、脉宽、简单视频
逻辑分析功能	无
串行总线分析功能	无
分段存储功能	无
显示	6英寸，320×200

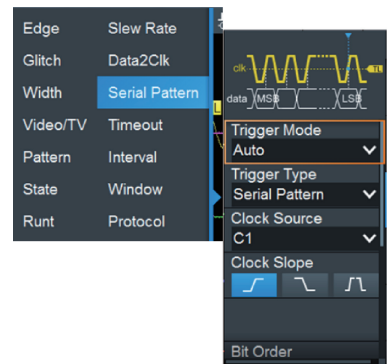


图5 RTH触发功能设置

形，并提供每段波形的时标帮助用户了解每段信号发生的时间间隔信息。

7) RTH还具有五合一功能，将数字示波器、逻辑分析仪、协议分析仪、数字万用表和数据记录仪整合在紧凑的设计中，大大提高了测试覆盖能力。

8) 集成USB、LAN、MicroSD接口并支持WLAN遥控，方便用户进行数据交互和控制。

R&S RTH系列手持式数字示波器兼顾实验室测试和外场测试需求于一身，成为航天浮地系统测试的理想选择。