



白皮书

使用 DAQ 数据记录仪进行设计验证的实用步骤

什么是设计验证？

在任何产品开发周期中，产品设计人员都必须实施严格自律的设计过程控制。这个过程需要设计验证。通常，设计验证可能是一次性的，也可能是迭代的，或者是包含大量测试组合的复杂过程。设计验证对产品中采用的设计输入进行检查，确定它们产生的设计输出是否能正确反映指定的输入。这是什么意思呢？

这里有几个设计验证示例：

- 您设计的产品要承受 10,000 伏的静电放电（ESD）。设计输入可能增加静电抑制器和 I/O 保护电路。设计验证将通过诱发这一高电压，确定产品是否能承受住考验。
- 设计旨在让产品能在 55°C 的环境中工作；设计输入可能是散热片、排气扇，也可能是更高效的电子元器件。设计验证可能是监测产品在高温下全力运行时的热点。



DAQ970A 数据采集系统具有非常高的开关速度，并内置了先进的 6½ 位数字万用表，您可以用它来：

- 进行自动校准，补偿由于时间和温度变化而产生的内部漂移。
- 通过内置的内部模块校准减少热电压偏置误差。
- 精确测量超低的电流（1 μ A 直流电流和 100 μ A 交流电流）和更高的电阻（1000 M Ω 范围）。

产品开发过程中的设计验证活动类型

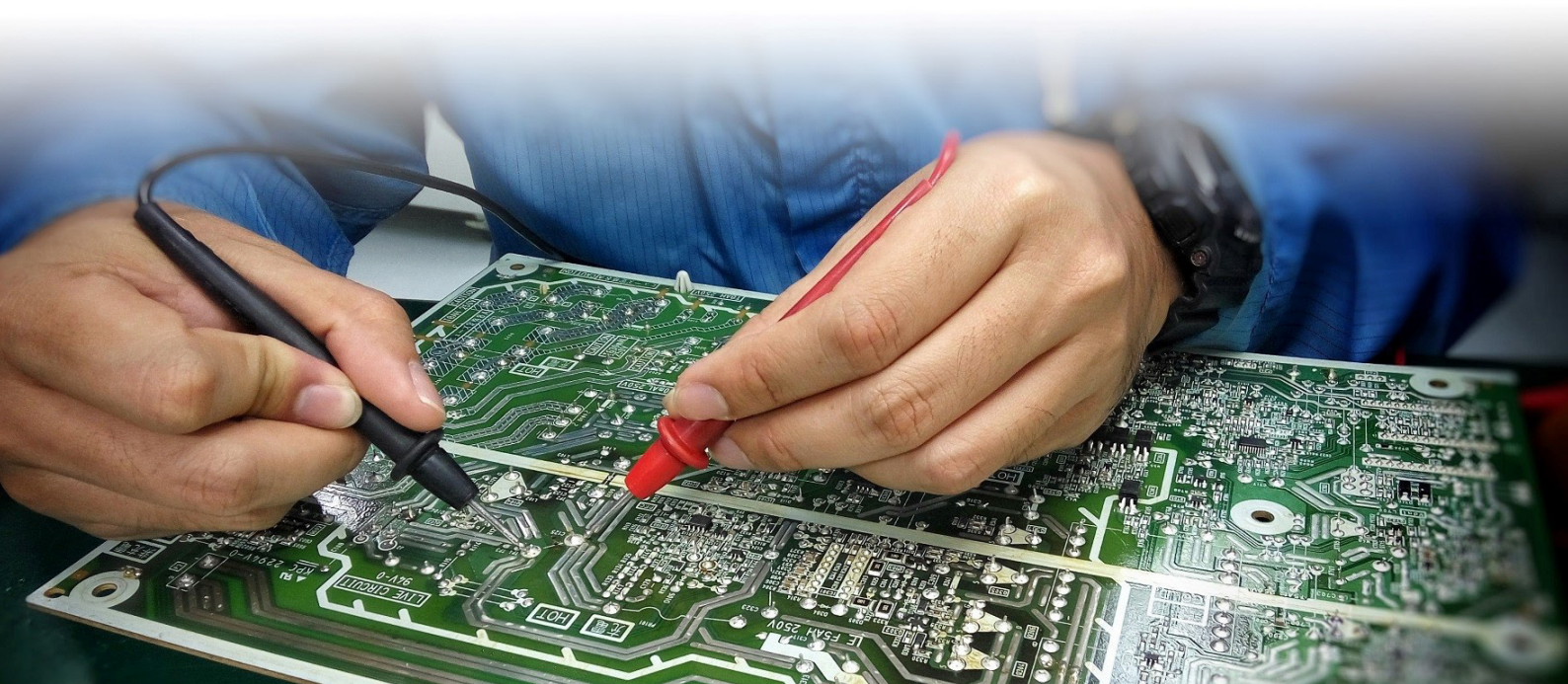
产品开发周期分为几个关键阶段。在这几个阶段中，工程师或产品设计师要进行设计验证，以确保产品开发与计划或目标一致。

大多数产品开发活动需要进行某种形式的测试和测量。您可能需要监测温度、湿度、压力、振动等物理特性，还可能要观察电压、电流、电阻和电容等电气特性，或是同时跟踪物理和电气特性组合。

图 1 显示了在产品开发周期各个阶段中进行的设计验证活动。在概念阶段，您需要开发潜在产品的设计概念。设计验证输出可以呈现在纸面上，并通过计算机辅助设计（CAD）加以仿真。在调研阶段，您将会得到各种电子电路板功能模块设计、软件打印的机械部件以及关键元器件，以便进行评估。在这个阶段，您需要对功能模块设计执行基本的上电测试，对设计进行诊断，以及测试设计是否达到您的目标。您可能需要对少量设计和几个重要的元器件进行评估。所有这些工作都需要用到功能繁多的测试仪器；这些测试仪器要求配置简单，能够测量多种类型的信号。

开发阶段

项目经理可以根据预算和产品的复杂程度规划两到三轮的实验室原型设计。在这个阶段，产品成为一个完全集成的设计。测试的内容急剧增加 10 倍到 50 倍以上，因为您要对完全集成的产品原型进行测试。您还要执行迭代测试来找出设计的缺陷或不可靠的元器件。



验证和认证阶段

产品的具体样本尺寸需接受监管和安全测试。根据行业的不同，您的产品必须符合特定的监管和安全标准。例如，在美国，医疗器械必须获得 501K FDA 批准。大多数通用电子产品需要通过特定的环境测试。例如，IEC 60068 就代表了一系列针对电子设备和产品的环境测试方法。如果产品用于军事用途，则需要满足军事性能规范。

产品开发周期

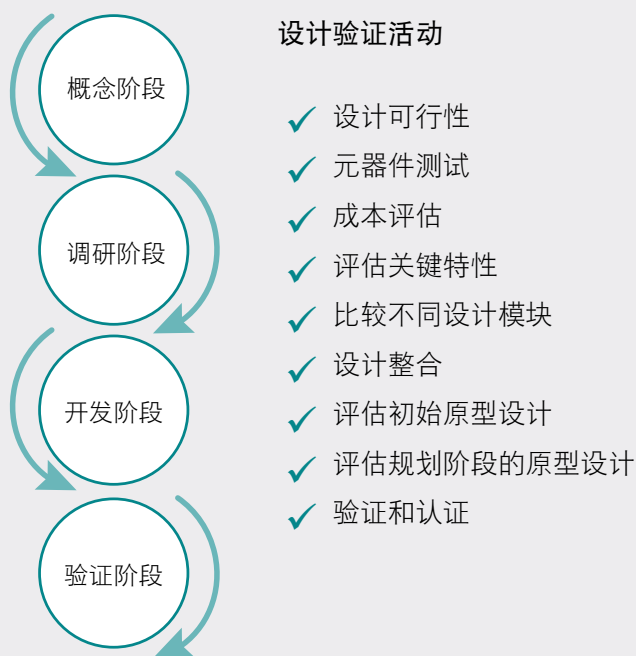
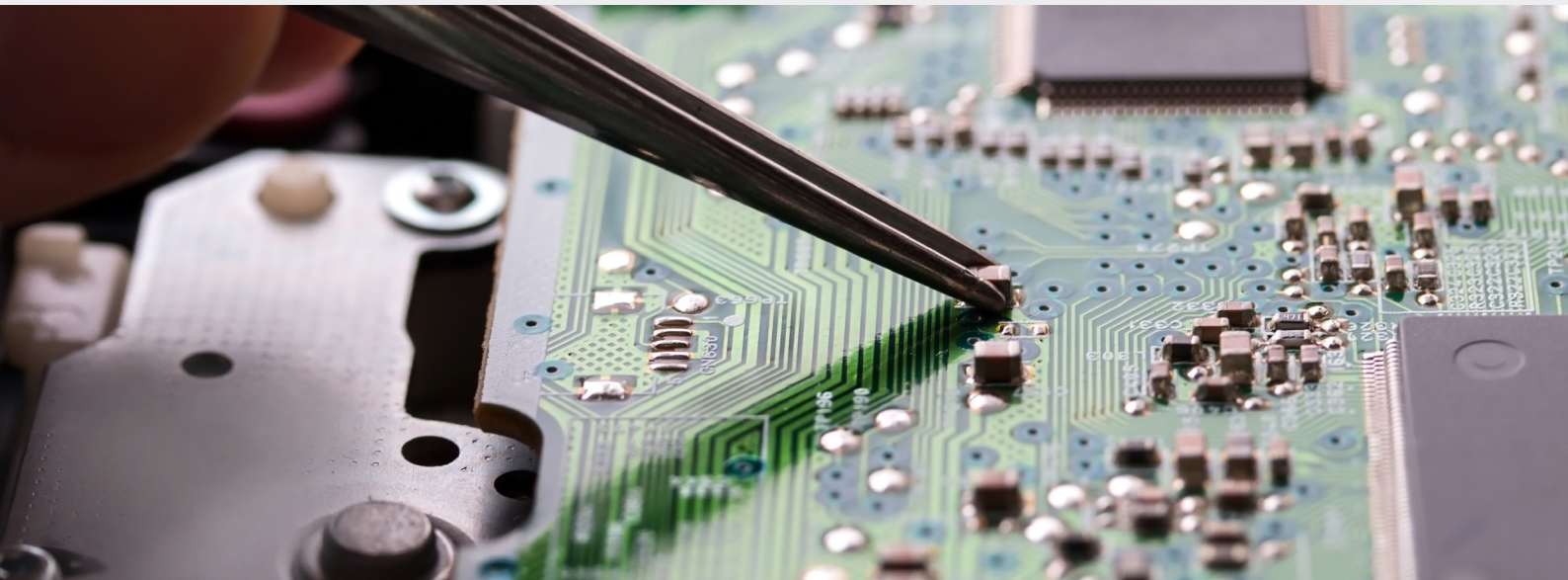


图 1. 产品开发阶段的设计验证活动



使用数据采集（DAQ）数据记录仪进行设计验证的操作步骤

开发阶段的设计验证过程一般采用迭代方式。在设计验证过程中，设计和测试工程师的目标是效率和有效性。然而，他们也面临着不得缩减测试范围的挑战。您希望在产品开发周期中找出并消灭上游的所有设计问题和限制。图 2 所示为测试的四个关键领域，以及数据采集（DAQ）系统如何帮助您提高测试效率和测试有效性。

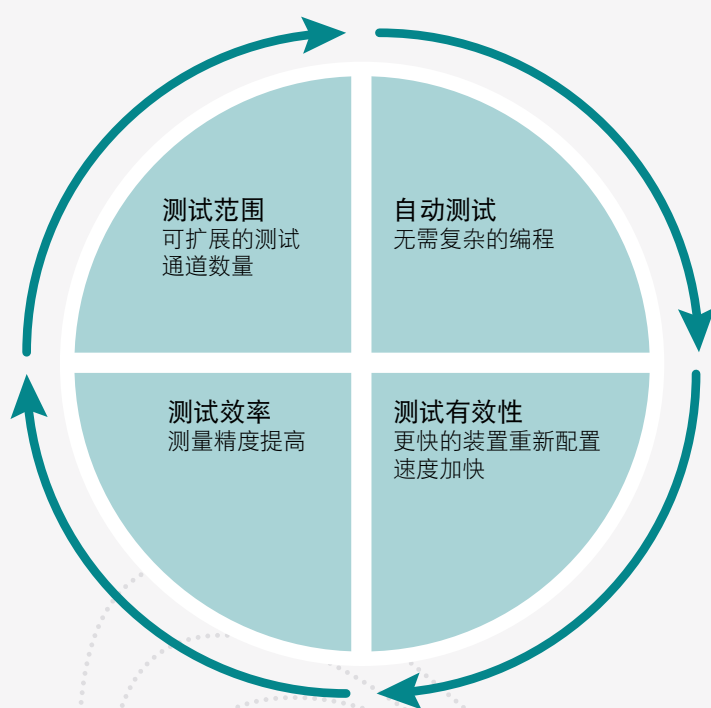


图 2. DAQ 数据记录仪如何给您的测试带来帮助

设计和开发工程师需要按照以下四个实用步骤操作，才能确保进行正确的设计验证。

1. 规划和组织测试

在任何组织严密的产品设计和开发团队中，都会实施严格自律的设计过程控制。在开发阶段，采用迭代流程来发现硬件和软件缺陷并加以修复。例如，许多企业采用“计划-实施-检查-处置”（PDCA）或戴明（Deming）循环。

在您对产品做规划时，您也必须为验证过程做好准备。

确保规划是一个长期的规划，比您所在的当前测试周期长。例如，您可能只需要测量 10 个温度点、5 个电压点和 2 个电流点。然而，在对产品进行全面验证时，您可能需要测量 40 个温度点、20 个电压点和 5 个电流点。因此，您至少要确保测试解决方案可以扩展。

特定的 DAQ 系统能让您扩展测试通道的数量。您可以添加接口模块来增加测试通道。确保您的测试设备具有足够的测试覆盖点，可以满足总体的项目需求。

某些 DAQ 系统还内置了信号调理电路，可以根据用户需求滤除多余的信号、放大小信号、衰减大信号或是对信号进行线性化处理。这种信号调理使测量结果更容易获得，准确性更高。在很多情况下，信号调理可以改善测量的动态范围。当您考虑购买新的测试设备时，这一点很重要。



图 3. 是德科技的 DAQ970A 主机系统配有多种接口模块

2. 建立和配置您的测试

建立测试有时候是一个枯燥和漫长的过程。试想一下，您必须连接 100 个测试点。除了连线之外，您还必须对测试系统中的每个线路测试点进行配置。您需要确保选择合适的传感器类型、测量范围和分辨率，还需要选择正确的增益、偏置以及合格/不合格极限值的标度。如果配置每个测试点需要 1 分钟，那么完成整个建立过程需要 1 小时 40 分钟。

新型 DAQ 系统允许您在前面板上复制和粘贴配置。有的软件更好，比如是德科技的 BenchVue DAQ 应用软件能让您直观地用鼠标选择和点击所有配置。您可以将配置时间缩短四分之三或更多。



Configure Channels

Graphics Setup

Monitoring - 101 (°C) 22.67400 °C

Channel		Measurement				Scaling (Mx + B)				Alarm Limits					
Scan	Number	Name	Function	Range	Res	More	Scale	Gain (M)	Offset (B)	Units	Test	Low	High	HW Alarm	More
34901A:20-Channel Armature Multiplexer															
<input checked="" type="checkbox"/>	101		Temp (Type J)	None	C	...	<input checked="" type="checkbox"/>	1	0	C	Off	0	0	Alarm 1	...
<input checked="" type="checkbox"/>	102		DC Voltage	+/- 10 V	5.5	...	<input checked="" type="checkbox"/>	1	0	Vdc	Off	0	0	Alarm 1	...
<input type="checkbox"/>	103		DC Voltage	Auto	5.5	...	<input checked="" type="checkbox"/>	1	0	Vdc	Off	0	0	Alarm 1	...
<input type="checkbox"/>	104		DC Voltage	Auto	5.5	...	<input checked="" type="checkbox"/>	1	0	Vdc	Off	0	0	Alarm 1	...
<input type="checkbox"/>	105		DC Voltage	Auto	5.5	...	<input checked="" type="checkbox"/>	1	0	Vdc	Off	0	0	Alarm 1	...
<input type="checkbox"/>	106		DC Voltage	Auto	5.5	...	<input checked="" type="checkbox"/>	1	0	Vdc	Off	0	0	Alarm 1	...

图 4. 是德科技 BenchVue DAQ 应用软件的配置面板

您可以将配置保存在文件中，以备日后重新调用。您还可以修改该文件并保存更新后的配置。总之，您可以在测试建立阶段变得更高效。

3. 自动进行测试并记录测试结果

作为产品设计/开发工程师，您希望对自己的产品进行严格测试，确保它通过最终开发阶段的验证测试。硬件或软件缺陷往往会间歇出现，或者仅在某种特定的测试条件组合下出现。因此，手动在所有不同的条件下执行测试是不切实际的。您可能需要让测试自动化，以便在多个可变条件下运行测试。有时，您需要花费好几个小时甚至通宵进行测试，来完整验证或表征某个设计功能。通常，这个过程是反复迭代的，直到达到设计目标为止。

即使是在进行设计验证的设计和开发阶段，实现测试自动化也很有意义。

您可以在 PC 上通过远程操作自动执行所有测试，并监测和记录测试结果。图 5 和图 6 显示了是德科技的 BenchVue DAQ 应用软件和 BenchVue 的 Test Flow 功能。BenchVue 包含一个测试流程窗口，您可以在这个图形窗口中拖放仪器命令模块，创建测试循环、决策逻辑和算术功能等等。



图 5. 在 PC 上运行的 BenchVue DAQ 应用软件可以实时进行数据采集、监测（趋势图）和记录

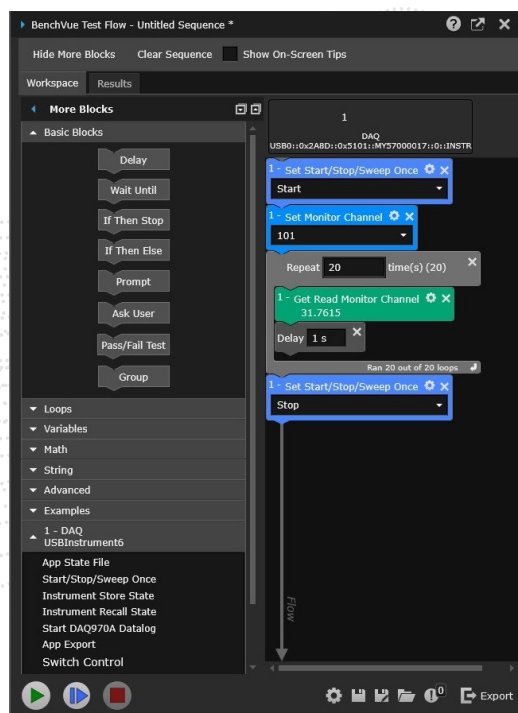


图 6. BenchVue 的 Test Flow（测试流程）功能让您无需进行复杂编程，即可轻松实现自动化测试

4. 后期分析和报告

在设计验证过程中，最耗时的工作是进行后期分析并生成报告。您需要将记录的原始测量数据转换成正确的格式，以便 Excel 或 MATLAB 能够读取。在后期分析审阅期间，您必须通过运行算术过滤器、算法来对原始数据进行线性化处理或更正，理解数据的意义，然后使用不同的维度和格式将数据绘制到图上。

幸运的是，某些新型 DAQ 系统具有内置的算术计算能力，可以在两个通道之间进行加减乘除运算，如图 7 所示。例如，如果您在两个通道上测量器件输出的电压和电流，那么您可以将第三个虚拟通道配置为电压和电流相乘。第三个通道将实时提供功率输出，即器件电压和电流通道测量值的乘积。

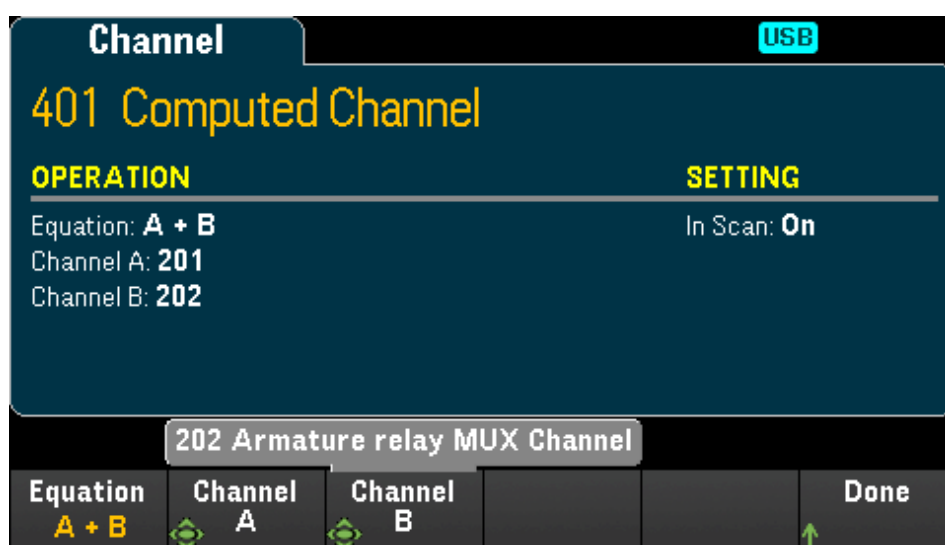


图 7. 以是德科技 DAQ970A 为例，它能够在两个通道之间执行算术运算

现代 DAQ 系统允许您直接记录数据并保存到与 DAQ 主机相连的 U 盘上。数据以标准的 .CSV 格式存储，Excel 或 MATLAB 可以很方便地读取。这样您就可以轻松地在 PC 上执行后期分析并生成报告。

是德科技的 BenchVue DAQ 应用软件可在 PC 上运行，并能让您：

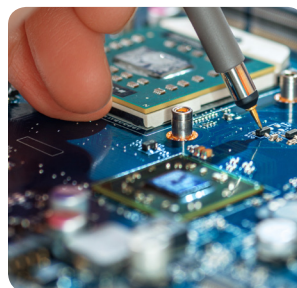
- 即插即用连接
- 简单地进行点击和数据采集
- 无需编程或单独的仪器驱动程序
- 一个与您的台式仪器集成的软件平台
- 专为您的仪器设计的专用应用
- 在几秒钟之内快速构建自动化测试
- 直观地组合多个仪器控件

关于该软件的更多信息，请访问：

<http://www.keysight.com/find/benchvue>

5. 提高测试效率的其他实用步骤

DAQ 系统的功能不仅仅是扫描选定的通道和进行逐点测量。它可以提供额外的信息来控制测试，甚至可以提供测量结果的总体统计结果。以下示例可以帮助您提高测试效率。



数字输入/输出和报警设置

DAQ 系统的一大显著优势是它可以提供一个闭环测试系统。以图 8 为例，您要产品的散热系统进行测试。您已经完成了多项关于气流仿真的计算机辅助设计（CAD）任务，现在想要进行实际的设计验证。您将产品放入试验箱内，在 0°C 到 55°C 的温度区间对产品进行测试。您可以将温度传感器连接到关键元器件上，以生成随时间变化的温度曲线。

现代 DAQ 系统提供数字 I/O 用于连接外部控制系统。它可以同步进行测试和触发，也可以按顺序执行测试步骤，甚至可以在紧急情况下停止测试。DAQ 系统具有警报系统，在出现特定危险或达到临界阈值时会向用户发出警告。

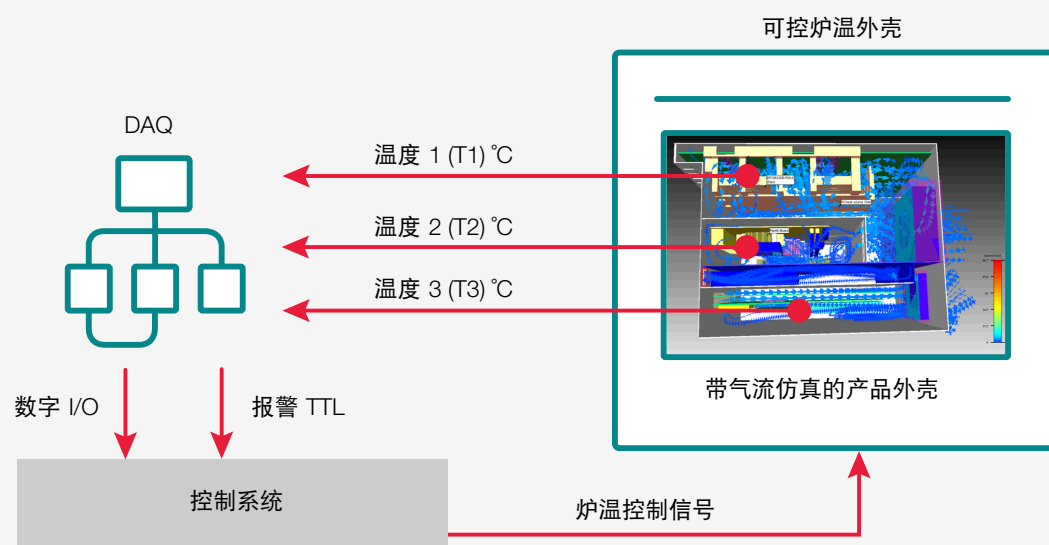
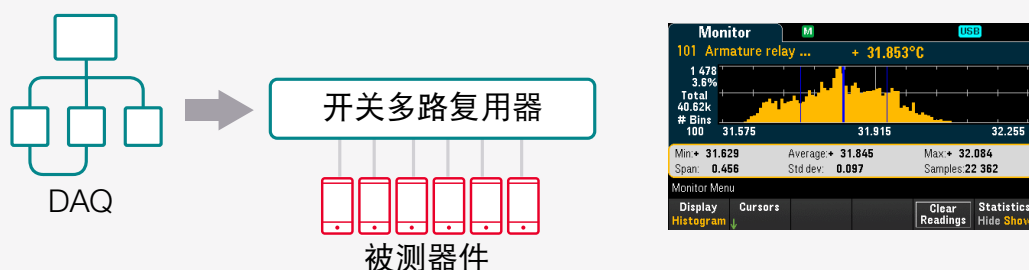


图 8. DAQ970A 提供数字输入/输出和报警 TTL 信号

监测模式

某些 DAQ 系统在前面板上提供综合的图形显示。新型 DAQ 可以在进行测量时实时显示柱状图、趋势图表甚至直方图，而不仅仅是显示数字。显示屏上的数字不会转化为图形，但是会转化为统计输出（如最小值、最大值、平均值、扫宽和标准方差），以便您了解是否存在工艺或批次问题。



DAQ 屏幕：通过统计批量处理功能监测元器件电压、电容、温度等，帮助迅速确定工艺或不良批次问题。

图 9. DAQ970A 提供实时的测量统计追踪

结论

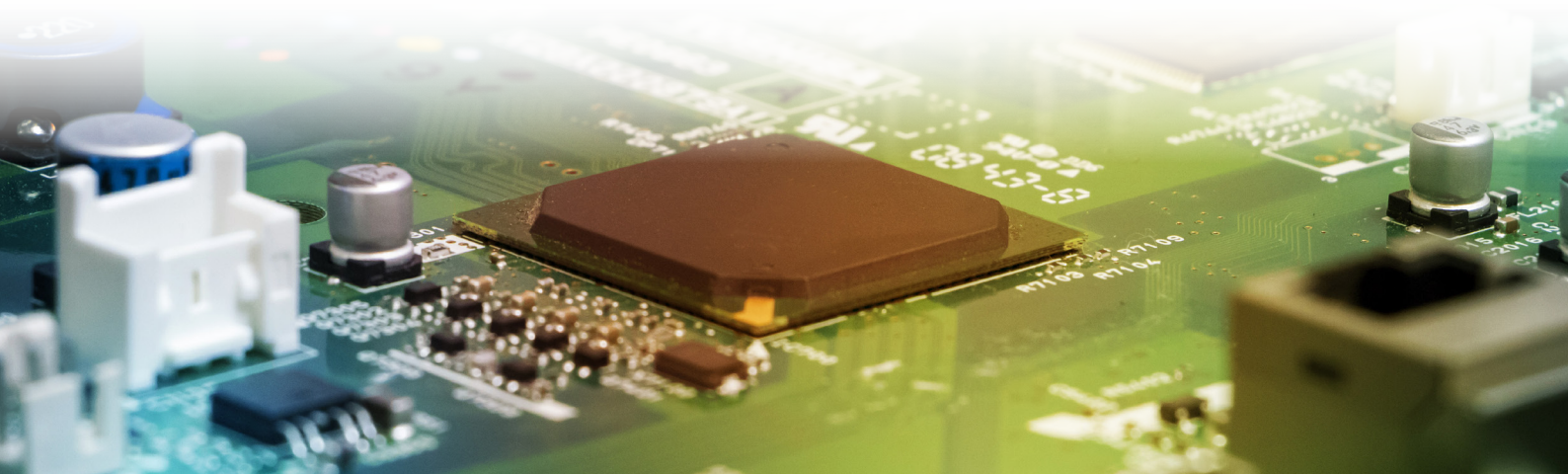
在检查产品的设计输入是否能够产生相对应的设计输出时，设计验证起着至关重要的作用。在整个产品开发周期中，需要进行多种设计验证活动。在早期阶段，侧重点是验证设计功能的可行性，分析成本，以及选择正确的元器件和设计。在开发阶段，主要进行迭代验证，目的是提高测试的效率和有效性。

DAQ 数据记录仪可以在以下几个关键的实际步骤上，帮助您实现设计验证目标：

- 规划和组织测试。在规划产品设计时，您还必须为验证过程做好准备。
- 在建立和配置测试时，您需要确保选择正确的传感器类型、测量范围和分辨率，选择正确的增益和偏置标度以及合格/不合格极限值。
- 自动执行测试并记录测试结果。这个过程通常会反复进行，直至您实现设计目标。PC 应用软件可以帮助您自动进行测试。
- 新 DAQ 和 PC 应用软件中内置的算术计算功能可以简化您的后期分析和报告生成工作。
- 现代化 DAQ 提供更多实用功能，如数字 I/O 和报警功能。

如需了解关于是德科技 DAQ970A 数据采集系统主机及其接口模块的更多信息，请访问：www.keysight.com/find/DAQ

关于是德科技 BenchVue 应用软件的更多信息，请访问：
<http://www.keysight.com/find/benchvue>



如欲了解更多信息，请访问：www.keysight.com

如需了解关于是德科技产品、应用和服务的更多信息，请与是德科技联系。如需完整的联系方式，请访问：www.keysight.com/find/contactus

