

是德科技

使用示波器快速高效的调试汽车串行总线

应用指南



序言

工程师使用示波器对汽车串行总线(例如 CAN FD、LIN、SENT 和 FlexRay) 进行调试和表征的主要原因是因为示波器本身能够表征这些信号的模拟质量。使用示波器进行模拟表征通常被称为 "物理层" 测量。串行总线协议分析仪经过优化后可在 "应用层" 上执行测量。而且是在更高的抽象层上提供数据追踪流, 所以会牺牲大部分或全部的物理层测量功能。示波器不会是串行总线协议分析仪的替代产品, 反之亦然。致力于汽车串行总线应用的工程师一般同时拥有这两种仪器。

尽管市场上不同厂商生产的多种示波器均提供面向汽车行业的选件, 但 Keysight InfiniiVision 系列示波器能够提供独特的测量能力(仅限于是德科技示波器), 可对汽车串行总线进行调试和表征, 包括:

- 唯一具备硬件 CAN-dbc 符号解码和触发功能的示波器
- 唯一具备硬件 LIN-ldf 符号解码和触发功能的示波器
- 最快的示波器波形更新速率捕获汽车瞬变现象
- 唯一具备 CAN、CAN FD、LIN、SENT 和 FlexRay 硬件解码功能的示波器
- 唯一具备 CAN 和 FlexRay 眼图模板测试功能的示波器
- 唯一拥有双总线时间交叉列表的示波器
- 唯一能够执行实时帧计数器与总线利用率测量的示波器
- 唯一提供分段存储器采集与自动帧解码功能的示波器(在列表显示屏中显示)
- 唯一具备电池供电模式和汽车总线选件的示波器
- 唯一拥有 FlexRay 物理层一致性测试软件和完整测试报告的示波器
- 配有 CAN、CAN FD、LIN、SENT 和 FlexRay 选件的、价位最低的示波器

最快的示波器波形更新速率

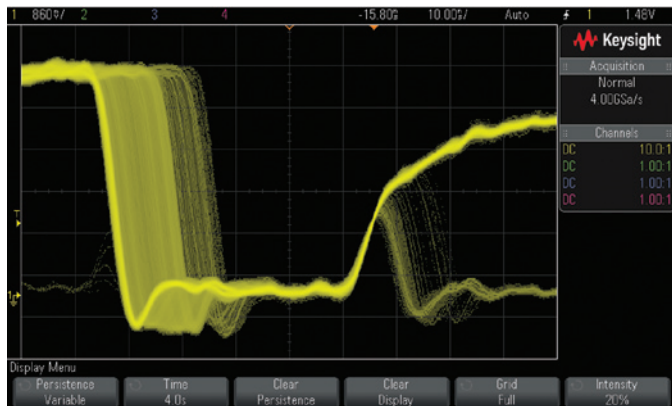


图1：借助高达1,000,000个波形/秒的更新速率，示波器可以轻松捕获其它示波器丢失的偶发毛刺和抖动。

借助是德科技独有的 MegaZoom IV 技术，3000 和 4000 X 系列示波器拥有高达 1,000,000 个波形/秒的更新速率 (2000 X 系列示波器的更新速率为 50,000 个波形/秒，6000 X 系列示波器的更新速率为 450,000 波形/秒)。在使用示波器的自动深采集存储器捕获长时间的波形时 – 汽车串行总线应用通常需要使用这个功能 – Keysight InfiniiVision 系列示波器能够快速做出响应。反应灵敏的示波器不仅能够增强仪器的可用性，还能提高示波器捕获偶发事件的概率 (这在汽车设计中是个棘手的问题)，如图 1 所示。当使用其它厂商示波器中的深存储器时，波形更新速率可能会显著降低。这不仅可以增加示波器的使用难度，同时还会降低捕获偶发毛刺的概率。

如欲了解示波器波形更新速率的详情，请下载在本文结尾部分列出的是德科技应用指南《示波器波形更新速率能够确定捕获偶发事件的几率》。

唯一具备 CAN、CAN FD、LIN、SENT 和 FlexRay 硬件解码功能的示波器

Keysight's InfiniiVision 系列示波器是目前市场上唯一能够对 CAN、CAN FD (3000T 和 4000 X 系列)、LIN、SENT (3000T 和 4000 X 系列) 和 FlexRay 串行总线 (仅限 3000、4000 和 6000 X) 系列进行硬件解码的示波器。硬件解码提供解码轨迹的虚拟实时更新。这将提高示波器捕获和显示串行总线偶发通信误差的概率，例如位填充误码、误差帧、确认错误、CRC 误差和误差帧如图 2 所示。

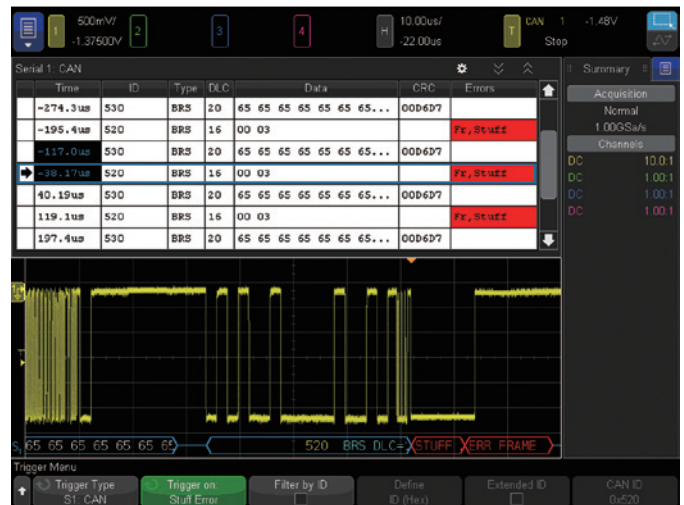


图2：借助硬件解码，示波器能够捕获和显示其它示波器丢失的偶发误差帧后面的 CAN FD 位填充误码。

CAN 和 LIN 符号级解码和触发

InfiniiVision 3000T、4000 和 6000 X 系列选件的标准功能就是 CAN-dbc 和 LIN-ldf (6000 X 系列除外) 符号解码和触发。如图 3 所示，只需导入行业标准的 .dbc 文件或 .ldf 文件 (定义了您的特殊 CAN 和 LIN 网络)，示波器随后将自动以容易理解的符号化方式显示消息和信号，例如 "Speed:2.9016 krpm"。

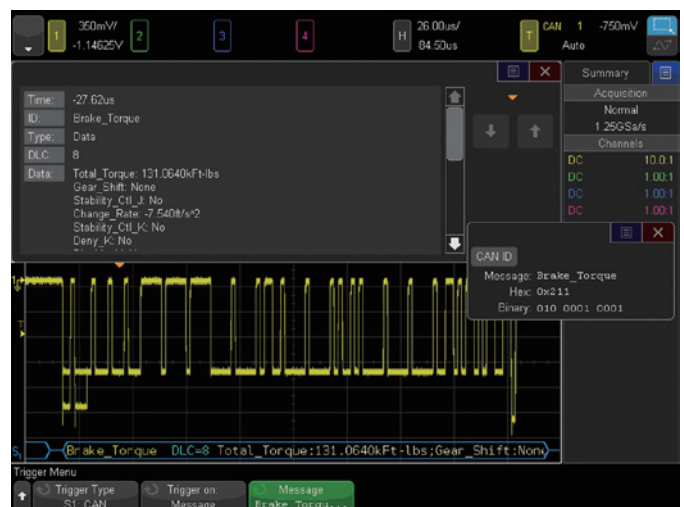


图3：CAN-dbc 符号解码和触发。

唯一具备 CAN 和 FlexRay 眼图模板测试功能的示波器



图 4: CAN 眼图模板测试显示了所有的帧和比特的幅度变化和时序不确定性, 包括网络传播时延。

差分 CAN 总线是目前汽车采用的"主力"总线。Keysight InfiniiVision X 系列示波器是市场上唯一能够对 CAN 总线执行合格/不合格 CAN 眼图测量的示波器。

示波器眼图可通过一次简单的测量得到物理层整体质量的复合测量结果。差分 CAN 总线的全部隐性位与显性位重叠, 以显示所有帧的所有比特在最坏情况下的幅度和计时, 如图 4 所示。在 Keysight InfiniiVision X 系列上执行 CAN 眼图测量, 不仅会显示系统中各个节点所传输的帧的幅度变化, 还会清晰地显示帧的仲裁和确认阶段的网络传播时延。

CAN FD 也能执行眼图模板测试(仅限于 3000T 和 4000X 系列)。CAN FD 眼图以所有帧的 FD 相位的前 10 位为基础。

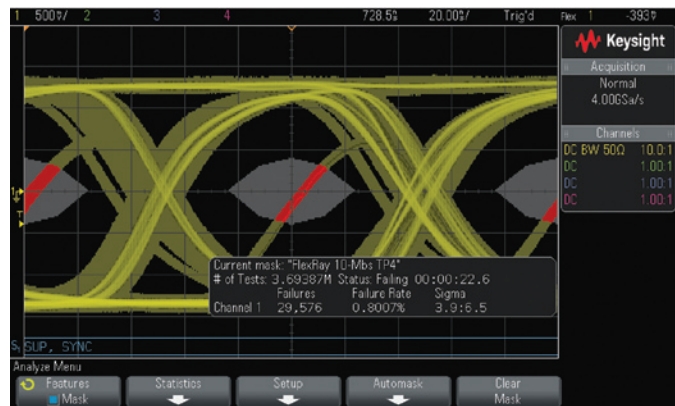


图 5: FlexRay 眼图模板测试显示了当探测特定 FlexRay 接收机的输入端时出现的重要物理层问题。

除了 CAN 眼图模板测试之外, Keysight InfiniiVision 系列示波器还能针对高速 FlexRay 差分总线执行眼图模板测试(仅限 3000 和 4000X 系列)。图 5 显示了在 FlexRay 接收机的输入端执行"TP4 眼图模板测试"。在此示例中, 我们可以看到极大的边沿抖动、缓慢的上升沿和下降沿, 以及与合格/不合格模板交叉而导致模板测试失败的偏移比特。

如欲进一步了解差分汽车总线的眼图测试, 请下载在本文结尾部分列出的是德科技应用指南《CAN 眼图模板测试》和《FlexRay 眼图模板测试》。

唯一拥有双总线时间交叉列表的示波器



图 6: 双总线时间交叉列表显示可以更轻松地通过 CAN-LIN 网关跟踪数据。

唯一能够执行实时帧计数器与总线利用率测量的示波器



图 7: 实时帧计数器和总线利用率测量可以表征 CAN 和 FlexRay 系统。

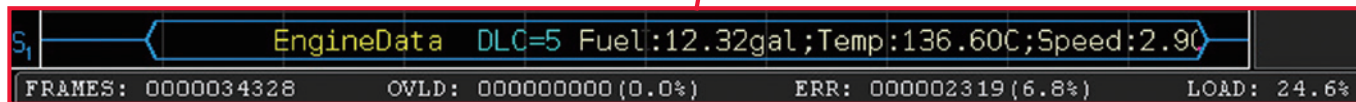


图 7a: 实时帧计数器的展开图

目前市场上大多数配有串行总线选件的示波器都能以两种格式显示已解码数据。第一种格式显示了一个或多个与捕获波形有时间关联的解码轨迹。当示波器的时基设置为查看单个帧时，主要采用这种解码轨迹。在 Keysight InfiniiVision 系列示波器中，通常是在示波器显示屏底部（位于波形下方）显示这些时间关联的解码轨迹。第二种解码格式是“列表”显示。“列表”显示以表格形式显示了已解码数据，根据特定协议的字段对这些表格进行清晰的标注。

如今的汽车利用多个总线进行监控，包括 CAN、CANFD、LIN、SENT 和 FlexRay 总线。有时，这些总线的数据需要在不同的总线之间传输。汽车厂商通过“网关”芯片实现数据交换。Keysight 3000 和 4000X 系列是市场上唯一能够在同一个列表表格中显示两条总线的时间交叉解码数据的示波器，如图 6 所示。在本例中，LIN 总线帧以绿色显示，而 CAN 总线帧以蓝色显示。时间交叉列表显示可以轻松地在总线之间交换的数据。市场上的其它示波器仅显示一个表格或者并列显示两个表格。即便是并列显示两个表格，示波器也很难跟踪在总线之间传输的数据。

对于 CAN 和 FlexRay 应用，Keysight InfiniiVision 系列是市场上唯一能够统计实时检测帧数目的示波器（非静寂时间），包括所有帧、误差帧（CAN、CAN FD）、同步帧（FlexRay）和空帧（FlexRay）。即便是示波器的采集程序终止，帧计数器也会始终保持运行（如图 7 所示）。图 7a 显示了实时帧计数器的展开图。请注意，此次测量未涉及示波器的静寂时间。

总线利用率测量（以 % 表示）是 CAN 系统表征的重要步骤，又称为“总线负载”。它测量了帧时间相对于总时间的比值。如果 CAN 网络中的“总线负载”过高，则会增加总线争用和误差的概率。这意味着优先级较低的信息可能很难接入总线。

唯一提供分段存储器采集与自动帧解码功能的示波器
(在列表显示屏中显示)

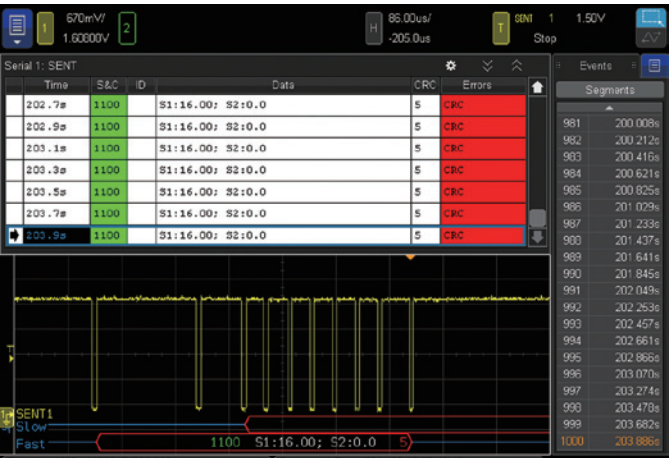


图 8: 分段存储器采集与自动解码可以有选择性地捕获 1000 次连续出现的 SENT 快速通道 CRC 误差, 每个事件之间具有精确的时间间隔。

汽车工程师通常需要捕获多个连续(有选择性地)串行数据帧。例如, 只需捕获每个连续出现的 SENT (单边半字节传输) 误差, 而不必捕获其它内容。在不使用分段存储器采集的情况下, 备选方案是使用配有极深存储器的示波器, 并在捕获了所有帧之后(不只是选择性帧)查看存储结果。这一过程不仅昂贵、难用, 而且费时。

借助 Keysight InfiniiVision 系列示波器, 工程师能够设置示波器捕获多达 1000 个分段(2000X 系列多达 250 个分段), 每个帧之间有精确的时间间隔, 随后利用自动解码功能(时间关联的解码轨迹和列表)单独查看这些帧, 如图 8 所示。仅捕获连续出现的 SENT 快速通道 CRC 误差, 您可以很轻松地测量这个特殊误差的间隔时间, 并且跟踪每次传输时的传感器输出数据。注意, 在这个有选择性地捕获 1000 次连续出现的 SENT CRC 误差示例中, 最后捕获的误差在最初捕获误差的 200 秒之后出现。使用传统示波器采集存储器(无分段)捕获如此大量的数据需要 300 M 点的采集存储器。

唯一具备电池供电模式和汽车总线选件的示波器



图 9: Keysight 6000 系列示波器配有电池选件和汽车总线选件。

尽管有些厂商的示波器也可提供分段存储器采集功能, 但 Keysight InfiniiVision 系列可以通过分段存储器采集功能自动进行帧解码, 并且是唯一在协议列表显示屏中显示已解码帧的示波器。

如欲了解分段存储器应用的更多信息, 请下载在本文结尾部分列出的是德科技应用指南《用于串行总线应用的分段存储器》。

汽车系统必须接受"现场"测试, 有时会在实际驾驶情况下进行测试。Keysight 6000 系列示波器(如图 9 所示)是市场上唯一配有电池选件和串行总线选件的示波器, 这些选件在汽车行业是十分常见的。

唯一拥有FlexRay 物理层一致性测试软件和完整测试报告的示波器

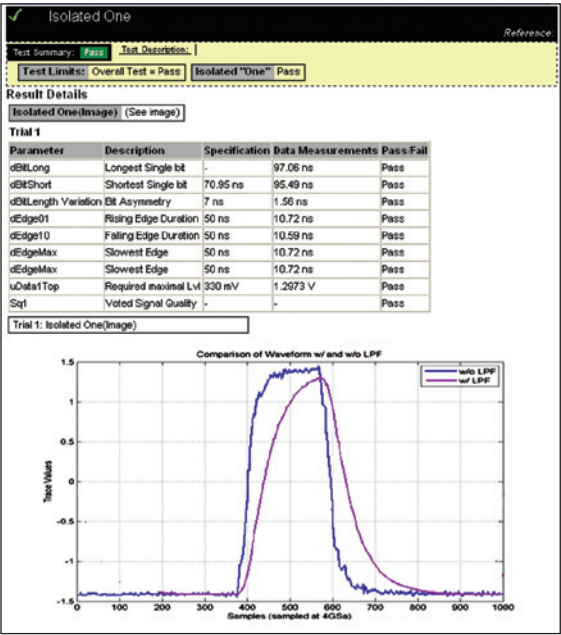


图 10: Keysight FlexRay 物理层一致性测试软件以打包的形式提供测试报告。

Keysight InfiniiVision 3000 和 4000 X 系列上的 FlexRay 选件标配有 FlexRay 物理层一致性测试软件包，该软件包是在与示波器连接的 PC 中运行。图 10 显示了业界最全面的 FlexRay 物理层测试套件与完整测试报告。

配有 CAN/LIN 系列总线选件的价位最低的示波器

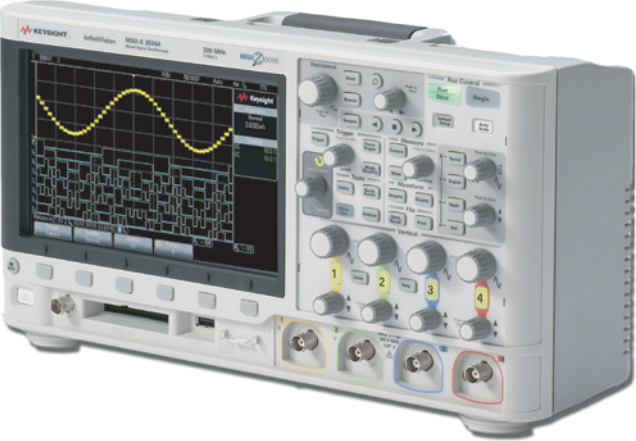


图 11: Keysight"s DSOX2002A 示波器。

Keysight 2000 X 系列是市场上价位最低的、为 CAN 和 LIN 总线提供串行总线触发和硬件解码功能的示波器。配有 DSOX2AUTO CAN/LIN 触发和解码选件的双通道 70-MHz 带宽 DSOX2002A (如图 11 所示) 售价大约 1800 美元。其它厂商的示波器无法在支持全部汽车串行总线选件和硬件解码的同时，还能够保持这种低价位。

如欲了解 Keysight InfiniiVision 2000 X 系列示波器的更多信息，请下载在本文结尾部分列出的技术资料《InfiniiVision 2000 X 系列示波器》。

总结

当今的主要示波器厂商均可提供一些选件，对 CAN、LIN 和 FlexRay 串行总线进行触发、解码以及数据搜索。您有多个选择。本文重点介绍了 Keysight InfiniiVision 系列示波器的独特功能和竞争优势。是德科技示波器所具备的多个独特功能将帮助

您更快速地表征和调试汽车串行总线物理层。如欲了解 Keysight InfiniiVision 系列示波器的更多信息，请参阅本文结尾列出的技术资料和应用指南。观看汽车应用的视频短片，请访问：
www.keysight.com/find/scopes-auto。

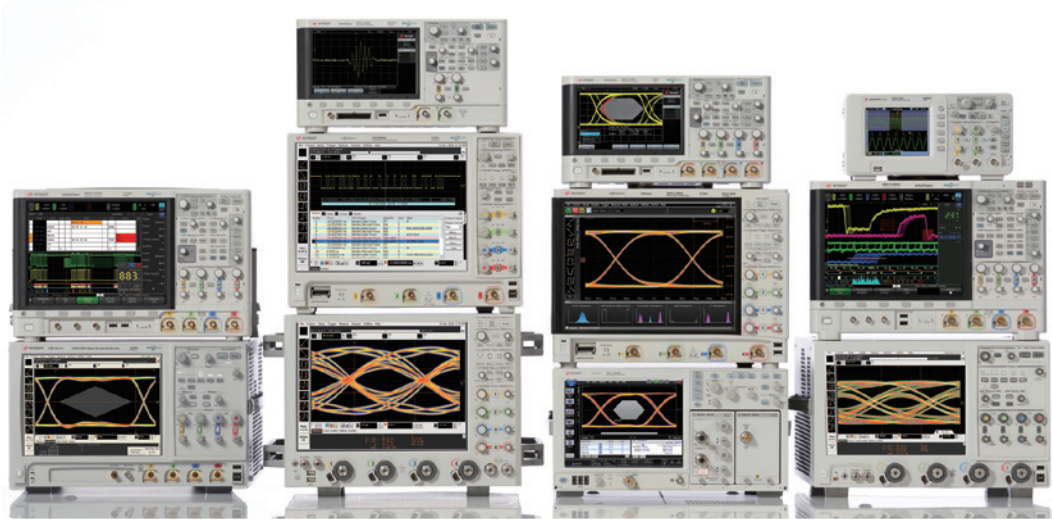
相关文献

出版物标题	出版物类型	出版物编号
InfiniiVision 2000 X 系列示波器	技术资料	5990-6618CHCN
InfiniiVision 3000T X 系列示波器	技术资料	5992-0140CHCN
InfiniiVision 4000 X 系列示波器	技术资料	5991-1103CHCN
InfiniiVision 6000 X 系列示波器	技术资料	5991-4087CHCN
InfiniiVision X 系列示波器的串行总线选件	技术资料	5990-6677CHCN
示波器波形更新速率决定偶发事件捕获概率	应用指南	5989-7885CHCN
使用 CAN-dbc 符号触发和解码更快速地调试汽车设计	应用指南	5991-2847CHCN
CAN 眼图模板测试	应用指南	5991-0484CHCN
FlexRay 眼图模板测试	应用指南	5990-4923CHCN
用于串行总线应用的分段存储器	应用指南	5990-5817CHCN

如欲下载上述文档，请在 URL 网址中插入出版物编号：
<http://literature.cdn.keysight.com/litweb/pdf/XXXX-XXXXEN>

产品网站

如欲了解最新、最全面的应用和产品信息，
请访问是德科技产品网站：
www.keysight.com/find/morescope



是德科技示波器

从 20 MHz 至 >90 GHz 的多种型号 | 业界领先的技术指标 | 功能强大的应用软件

myKeysight

myKeysight

www.keysight.com/find/mykeysight

个性化视图为您提供最适合自己的信息!



www.axiestandard.org

AdvancedTCA® Extensions for Instrumentation and Test (AXIe) 是基于 AdvancedTCA 标准的一种开放标准, 将 AdvancedTCA 标准扩展到通用测试半导体测试领域。是德科技是 AXIe 联盟的创始成员。



www.lxistandard.org

局域网扩展仪器 (LXI) 将以太网和 Web 网络的强大优势引入测试系统中。是德科技是 LXI 联盟的创始成员。



3年保修

www.keysight.com/find/ThreeYearWarranty

是德科技卓越的产品可靠性和广泛的3年保修服务完美结合, 从另一途径帮助您实现业务目标: 增强测量信心、降低拥有成本、增强操作方便性。



是德科技保证方案

www.keysight.com/find/AssurancePlans

5年的周密保护以及持续的巨大预算投入, 可确保您的仪器符合规范要求, 精确的测量让您可以继续高枕无忧。



www.keysight.com/go/quality

Keysight Technologies, Inc.
DEKRA Certified ISO 9001:2008
Quality Management System

是德科技渠道合作伙伴

www.keysight.com/find/channelpartners

黄金搭档: 是德科技的专业测量技术和丰富产品与渠道合作伙伴的便捷供货渠道完美结合。

www.keysight.com/find/2000X-Series

www.keysight.com/find/3000X-Series

www.keysight.com/find/4000X-Series

www.keysight.com/find/6000X-Series

如欲获得是德科技的产品、应用和服务信息, 请与是德科技联系。如欲获得完整的产品列表, 请访问: www.keysight.com/find/contactus

是德科技客户服务热线

热线电话: 800-810-0189、400-810-0189

热线传真: 800-820-2816、400-820-3863

电子邮件: tm_asia@keysight.com

是德科技(中国)有限公司

北京市朝阳区望京北路3号是德科技大厦

电话: 86 010 64396888

传真: 86 010 64390156

邮编: 100102

是德科技(成都)有限公司

成都市高新区南部园区天府四街116号

电话: 86 28 83108888

传真: 86 28 85330931

邮编: 610041

是德科技香港有限公司

香港北角电器道169号康宏汇25楼

电话: 852 31977777

传真: 852 25069233

上海分公司

上海市虹口区四川北路1350号

利通广场19楼

电话: 86 21 26102888

传真: 86 21 26102688

邮编: 200080

深圳分公司

深圳市福田区福华一路6号

免税商务大厦裙楼东3层3B-8单元

电话: 86 755 83079588

传真: 86 755 82763181

邮编: 518048

广州分公司

广州市天河区黄埔大道西76号

富力盈隆广场1307室

电话: 86 20 38390680

传真: 86 20 38390712

邮编: 510623

西安办事处

西安市碑林区南关正街88号

长安国际大厦D座501

电话: 86 29 88861357

传真: 86 29 88861355

邮编: 710068

南京办事处

南京市鼓楼区汉中路2号

金陵饭店亚太商务楼8层

电话: 86 25 66102588

传真: 86 25 66102641

邮编: 210005

苏州办事处

苏州市工业园区苏华路一号

世纪金融大厦1611室

电话: 86 512 62532023

传真: 86 512 62887307

邮编: 215021

武汉办事处

武汉市武昌区中南路99号

武汉保利广场18楼A座

电话: 86 27 87119188

传真: 86 27 87119177

邮编: 430071

上海MSD办事处

上海市虹口区欧阳路196号

26号楼一楼J+H单元

电话: 86 21 26102888

传真: 86 21 26102688

邮编: 200083



本文中的产品指标和说明可不经通知而更改

©Keysight Technologies, 2012-2015

Published in USA, January 8, 2015

出版号: 5991-0512CHCN

www.keysight.com