

电力行业电子书

优化电力变压器 使用寿命的 四大核心策略

监测和保护您的高压设备资产

www.vaisala.cn



VAISALA

目录

- 4 溶解气体分析
- 11 变压器水分
- 16 SF6 气体监测
- 19 延长变压器运行寿命的四大核心策略
- 24 加深您的专业知识





掌握精确的测量数据，意味着能够做出更明智的决策

维萨拉基于科学知识开发了良好的传感技术和解决方案。我们的产品能够适应两颗星球上极端恶劣的条件，在整个使用寿命期间提供稳定和准确的测量。

维萨拉在科学事业中深耕钻研逾 85 年。我们承诺的核心很简单：帮助您发掘隐藏事实。我们提供值得您信赖的数据，助您做出更明智的决策。

为关键电力变压器提供可靠的故障气体数据十分重要，是保持社会、社区和工厂正常运转的必要条件。

可靠科技为您服务

我们的技术为科学家提供可重复和可靠的测量数据，帮助科学家探索如何在火星上创造宜居条件。

我们为自己在观测事业上的执着追求而感到自豪，因为我们知道观测对于促进可持续发展至关重要。随着数字化的发展，对稳健、可靠和可重复测量的需求只增不减。

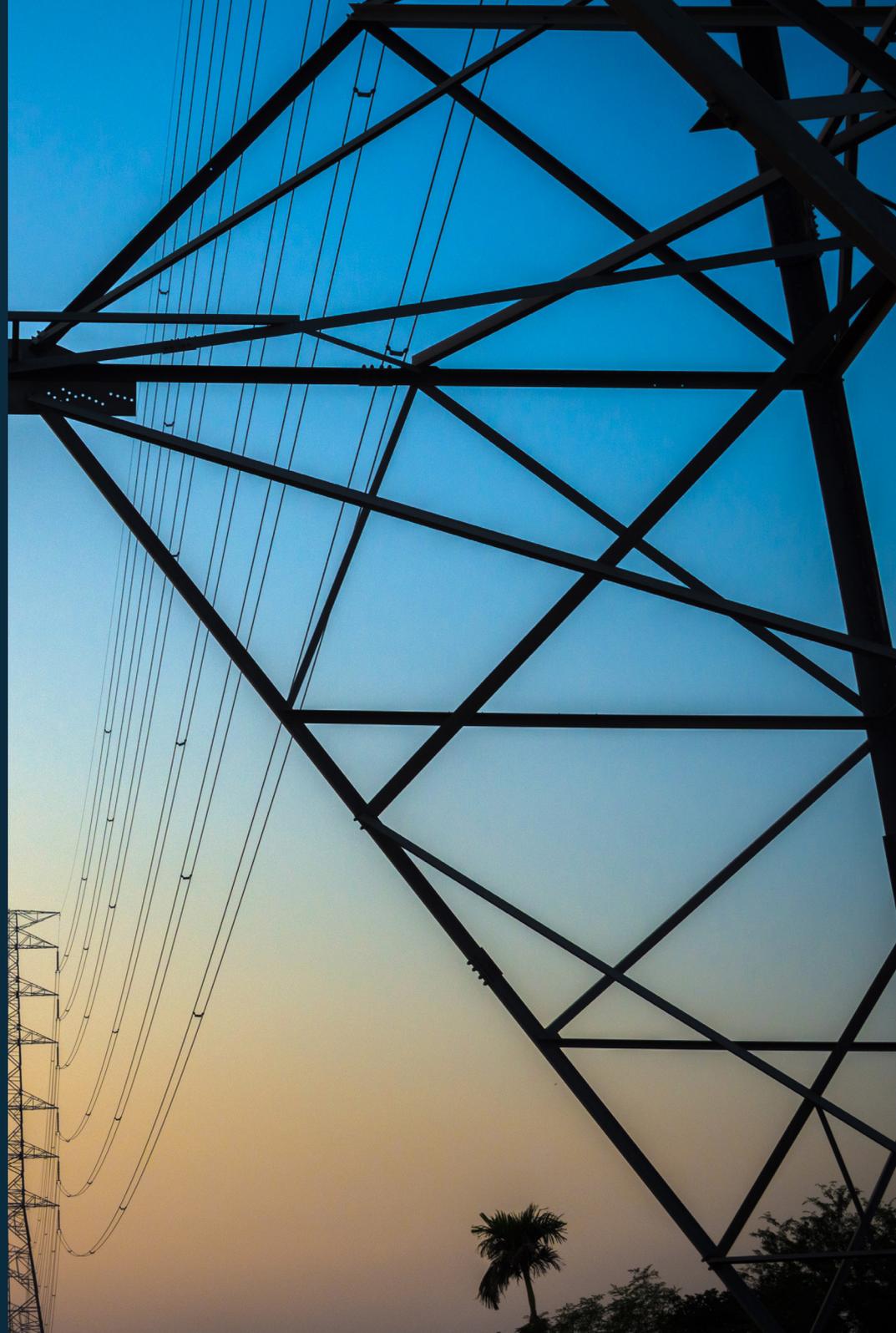
我们希望为人们探索亟需的知识信息，捕获清晰的数据，利用前沿创新促进积极改变，为人类发展开拓新的方向。

我们竭尽全力，保护地球。

经得起时间考验的成熟技术

维萨拉的仪表是在自己的实验室、工厂和洁净室中研发而成。它们能在极端恶劣的环境中工作。在这样的环境中，使用寿命很重要，而且往往要求零维护。

溶解气体分析





电力变压器是变电站中昂贵的资产之一，占总投资的60%。在从发电到配电的过程中，为确保整个电网中实现可靠的电力供应，电力变压器至关重要。几十年来，人们一直利用溶解气体分析 (DGA) 评估变压器的状况。它可以在正常运行期间同时探测和识别多个内部故障。

传统的 DGA 方法是在实验室中对定期收集的油样进行气相色谱分析。这种方法的缺点在于难以识别趋势和模式，因此业内逐渐趋向于采用实时气体监测。

自二十世纪九十年代末期，就已经实现了在线 DGA 监测。现在的监测系统能够测量变压器中的所有七种主要故障气体 (氢气、甲烷、乙烷、乙烯、乙炔、一氧化碳和二氧化碳)，并且可以及早发现内部变压器故障，否则它们可能在油采样间隔期间被忽视。除在线监测系统外，在电力设施实施的基于状况的现代维护策略中，自动状况评估也已经成为一个重要组成部分。它们依靠可靠的 DGA 监测系统来收集有关变压器状况的准确数据。

案例 — 使用在线 DGA 保障变压器生命周期结束时的运行安全

案例 — 为 Fingrid 提供有关变压器故障产生气体的实时信息

案例 — 海上风电场从免维护电力变压器监测中受益

免维护 DGA 监测

DGA 结果不准确,可能会导致错误地诊断变压器故障,并采取错误的故障修复措施。DGA 监测技术的测量性能值得信赖,对于电力设施来说至关重要。

用于变压器的维萨拉 Optimus™ DGA 监测系统 OPT100 是在数十年来倾听客户需求的基础上,不懈研发而成的重磅作品。它是在为安全至上行业和严苛环境制造传感器和测量设备方面积累 80 余年经验的结晶。

我们开发旗舰 DGA 监测系统的两个主要设计动机是可靠的气体趋势分析和免维护运行。该解决方案融入了我们在红外测量技术方面积累的三十年的丰富经验。

OPT100 的红外 (IR) 传感器由维萨拉科学家和工程师设计,并在我们自己的洁净室中制造。其真空提取技术能够更加充分地分离油中气体,并降低测量不确定度。它包含多项维萨拉技术,可消除光学元件和绝缘油老化引起的漂移。这样的监测系统消除了误报,并且几乎无需维护。



产品

Optimus DGA 监测系统 OPT100

Optimus DGA 监测系统 OPT100 是一款免于维护的多气体 DGA 监测系统。它在构建时考虑了稳健性和长期可靠性,满足您对可靠和实时的变压器 DGA 监测解决方案的需求。除了跟踪七种主要的变压器故障气体外,它还采用我们直观、成熟的总气体压力方法来探测密封式电力变压器中的环境空气泄漏。

- 无耗材
- 无载气或校准用气
- 无色谱柱或测量组件
- 无需更换固定过滤器、滤光轮或薄膜
- 提供交流和直流电源选项
- 与所有天然酯和合成酯以及矿物油兼容

了解有关
Optimus
OPT100 的更多
信息





可在严苛环境下正常运行

不锈钢管、IP66 防护等级外壳、温控油气处理、磁力齿轮泵和阀门,都有助于确保 OPT100 能够适应恶劣环境,不管是在北极还是热带都能正常工作。

智能和直观的安装和操作

OPT100 的集成 Web 用户界面始终处于运行状态。该装置不需要使用额外的软件,可在现场快速安装,并具有自我诊断功能,因此该装置可在断电时自动重启。

放心之选

无误报,红外参考测量和自动校准功能可确保长期稳定测量,无需工厂重新校准。

智能漏气检测

OPT100 不是直接测量氧气,而是使用总气体压力方法来帮助防止空气进入变压器造成不利影响。



产品

湿度、氢气和温度分析仪 MHT410

使用 MHT410 保护您的电力传输和分配,以帮助防止意外断电,并及早发现潜在故障以避免引发更严重的问题。最终结果如何?降低变压器资产的总拥有成本,加强安全运行。

MHT410 可现场工作,直接从多种类型的变压器绝缘液体中进行测量。可靠的氢气趋势读数和快速简便的湿度数据收集将为您带来诸多益处。

- 通过连续监测了解变压器状况
- 现场和实时测量
- 添加维萨拉 Indigo520 变送器,以通过图形显示实时跟踪数据

实时测量

实时收集可靠的氢气趋势和湿度数据。

在恶劣条件下可靠测量

凭借独立的输入和输出、EMC 容差和 IP66 防护等级金属外壳，MHT410 可以适应极端恶劣的环境。

放心测量

通过添加维萨拉 Indigo520 变送器，您可以通过笔记本电脑或变送器坚固的屏幕监视变压器并以可视化形式直观呈现数据趋势。您可以用一根电缆连接 MHT410 和 Indigo 变送器。为收集更多数据，可以将维萨拉 MMP8 油中水分探头与 Indigo520 和 MHT410 配对。



案例 — 保护
Eneco 的重要电
站变压器

了解有关
MHT410 的更多
信息

变压器水分





电力变压器使用油或其他绝缘液体作为传热介质，并与绝缘纸一起作为介电材料。击穿电压（介电强度）是变压器油的重要参数之一。如果油中含水就会很麻烦，因为它会降低绝缘体的介电强度。水分还会加速绝缘纸的老化。持续监测油中的水分含量并尽可能保持变压器干燥，是尽可能延长使用寿命的重要条件。

油样中水含量的测定是实验室中经常执行的任务之一。变压器油采样的棘手之处在于，随着温度因负载或环境条件而波动，绝缘纸和油之间会不断发生水分交换，因此很难确定正确的采样时间。

通过电容式传感器的实时水分监测，例如维萨拉 HUMICAP[®]，可发现变压器工作条件下真实的水分变化 [CIGRE TB741]。而且，油中测得的相对含水饱和度可以直接指示介电强度是否因水分而受到减损。

关于变压器中水分的更多信息

我们的《变压器中的水分常见问题解答》电子书是一个有用的资源，可帮助任何相关从业人员防范和了解电力变压器中水分的影响。

下载《常见问题
解答》电子书



产品

MMP8

智能而稳健的维萨拉 MMP8。它由维萨拉 HUMICAP® 传感器技术提供支持,已成为实时油中水分测量的实际标准。MMP8 体现了我们以可靠科技为客户服务的理念。

由于传感器校准数据存储在探头中,因此探头可现场更换,无需重新校准。当然, MMP8 可以安装在通电的电力变压器中。

- 开箱即用,坚固可靠
- 安装快捷方便
- 测量水饱和度临界值
- 通过 RS-48 与数字 Modbus RTU 实现可靠连接
- 完全兼容维萨拉 Indigo 系列变送器
- 有两种长度可供选择:262 mm 和 448 mm

长期稳定测量

维萨拉 MMP8 在长期运行的安装中经过了实践考验。即使在运行长达十年后,传感器的测量值仍与出厂之日一样准确。

良好的稳健性

我们的解决方案经过严格的设计和测试,可以适应极端条件。它是经过 DNV 批准的海洋级类型,旨在满足工业环境严苛的电磁兼容性要求。

良好的灵敏度

我们的洁净室制造设施和 6 校准点出厂校准在接近 0%RS (相对水分饱和度) 的湿度条件下进行校准,可保证良好的灵敏度,使传感器能够检测到低于 1 ppm 的水分含量变化,这个标准远低于 1%RS。因此,该传感器适合新型变压器。





维萨拉 Indigo 兼容性

维萨拉 MMP8 探头连接到维萨拉 Indigo520 变送器上使用时,您便可立即获得您需要的测量数据。Indigo520 具有直观好用的图形显示器。您可以通过该显示器来访问探头。

增加一个 Indigo 变送器即可提供多达四个具有可选电流或电压输出的模拟输出、一个以太网接口(可通过 HTTPS 访问基于浏览器的用户界面)、Modbus TCP/IP 协议,以及两个可配置的继电器。还可与其他兼容 Indigo 的探头组合使用,并将 MMP8 和 MHT410 连接到 Indigo520 (见下页)。





采用双探头进行实时微量水分测量

您可以监测 ONAN(F) 冷却变压器中顶层油和底层油之间的微量水分差异, 这个差异可直接指示是否可能因为温度下降 (T-gradient) 造成相对含水饱和度 (%RS) 高, 导致击穿电压降低。如果油中的微量水分超过 20%RS, 油的介电强度可能会降低。

在变压器冷却循环的进出口安装微量水分检测探头, 这是工厂温升测试期间确认绝缘纸干燥度和油冷却效率的有用工具。

借助双探头, 您可以轻松监测在线变压器油干燥机的运行效率, 并确定是否需要更换干燥盒或进行系统再生。

双探头设置, 也就是将维萨拉的 MHT410 和 MMP8 探头连接到维萨拉 Indigo520 变送器, 可提供十分稳健和可靠的持续在线测量, 帮助您准确判断变压器的状况并决定后续措施。

SF6 气体监测





SF6 气体具有强大的灭弧能力和高介电强度，因此在断路器和开关设备等高压设备中用作绝缘介质。

尽管 SF6 具有诸多良好的特性，但它是一种极强的温室气体，其全球变暖潜能是二氧化碳的 20,000 多倍。因此，它始终在加压气密隔室中使用，以最大限度降低泄漏风险。SF6 的使用受到监管，公用事业单位必须向相关地方当局报告其 SF6 排放量。释放到大气中的 SF6 量可以根据测得的气体密度来确定。

在开关操作期间，SF6 分子分解，吸收电弧能量并因此变得高度活跃。如果气体湿度太大，就会与水分子发生反应，形成多余的分子。这些分子可能具有极强的腐蚀性。通过监测气体的露点，可以确定其干燥度，从而避免这些不良反应。这有助于长期保持 SF6 气体的质量，因为在清洁干燥的气体中，分解的 SF6 分子大部分会重新形成。

维萨拉已将这些关键气体参数的测量技术集成到一台仪表中：维萨拉多参数变送器 DPT145。

产品

多参数变送器 DPT145

DPT145 是一款在线变送器, 提供可靠的测量, 并且可轻松集成到 OEM 系统中。

产品优势

- 测量参数: 露点、压力、温度
- 计算参数: SF6 密度、标准压力、大气压下的露点、ppm
- 数字输出: RS-485 (带 MODBUS)

环保型解决方案

在线监测气体趋势, 无需采样, 也没有 SF6 泄漏的风险。

经济高效

从投资和安装到运行, 全面节省时间和成本。

易于维护

无需定期校准。



了解有关 DPT145
的更多信息

延长变压器 运行寿命的 四大核心策略



01

监测气体趋势

密切关注变压器的气体趋势至关重要。离线油采样和在线监测之间的区别好比胶卷之于照片的区别。离线监测本质上是对变压器进行点检，它能提供变压器状况的准确“快照”。但是，实验室结果仅能显示采样时变压器的状态。在线 DGA 的不同之处在于它连续记录数据，让您可以实时和全面地了解变压器的状况，从而能够及时查明问题并实施补救。

由于每台变压器各有不同，因此每种故障气体的值可能与 IEC 和 IEEE 等组织制定的各项标准中的典型值不同，但这不会导致任何问题。重点是要注意，这些值可能会因多个变量而出现显著变化，这些变量既有天气和环境等外部因素，也有变压器负载或突然出现的故障等内部因素。如果无法跟踪每种故障气体的历史记录，就无法识别这些变化。

气体趋势是变压器运行状况的重要指标。监测气体趋势需要使用高度稳定的测量技术，最好具有自校准功能。





02

保持变压器油干燥

水分会降低绝缘油的介电强度。简而言之，这完全取决于击穿电压以及您的监测和控制方式。水分还会加速绝缘纸的老化，进一步降低介电强度。

温度会因为变压器负载和环境条件而不断变化，导致绝缘纸和油之间不断交换水分，因此很难为实验室分析确定理想的采样时间。连续监测油中微量水分是使变压器尽可能保持干燥的关键，能够充分延长变压器的使用寿命。

使用电容式传感器技术进行实时湿度监测能够发现工作条件下真实的湿度变化。相对含水饱和度也可以直接指示介电强度是否因水分而受到减损。

03

无氧气进入变压器

及早发现漏气将有助于避免将来出现更大的问题。氧气是变压器绝缘纸降解的一个主要原因，会缩短变压器的使用寿命，因此防止氧气进入变压器至关重要。密封式变压器的设计可防止氧气进入绝缘系统。但是，如果垫圈或橡胶袋随着时间的推移

推移而脆化或一开始就安装不当，含氧的环境空气就可能渗入变压器中，加速绝缘纸的老化。

但是，在线测量氧气不仅有难度，而且没有必要。首先，氧气不是变压器故障气体，这意味着它的存在并不是指示变压器是否发生故障的可靠指标。其次，氧气并非在变压器中形成，只能来自环境空气。第三，变压器内部发生的反应会消耗氧气，这意味着即使氧气传感器没有获得任何读数，也很容易发生漏气。

要解决这个问题，就需要监测溶解在变压器油中的所有气体的总压力。当环境空气开始渗入变压器时，所有气体的总压力将迅速增加。由于空气中含有 78% 的氮气，因此如果变压器漏气，就会显而易见地被发现，即使所有渗入的氧气都在反应中消耗掉了，空气中的氮气也会导致压力迅速增加。基于这一认识，维萨拉研发了直观和高度可靠的漏气检测方法，即总气体压力 (TGP) 方法。

及早发现漏气，就可以及时进行维护并延长变压器的使用寿命。





04

优化维护策略

由于故障会造成严重的影响，因此关键的电网资产通常通过多种维护策略加以保护。**纠正性维护**就是指让组件运行到出现故障后再进行修理或更换。这不是一种策略，而且会不必要地增加成本。

而**预防性维护**旨在降低故障风险或前瞻性地防止故障发生。几十年来，公用事业单位的主要维护策略是基于时间的维护（在组件使用寿命结束前按预定的时间间隔更换组件）和基于状况的维护（检查组件的状况并根据需要进行更换）等方法，这些方法几乎没有改进或优化的空间。

预测性维护向前迈出了一大步。预测性策略可以帮助延长设备使用寿命并降低终身维护成本。它可以在资产正常运行期间执行在线 DGA 等连续状态监测，并且可以收集大量有价值的状况数据，几乎无需人工干预。自动化状态监测可以实时和全面地掌握电力变压器的运行状况，从而可靠地预测需要维修的项目并确定执行维护的恰当时间。

最后还需要考虑监测装置的总拥有成本 (TCO)。它需要多少维护成本，每年需要多少费用？这是计算 TCO 时的一个重要考虑因素。如果只根据初始购买价格比较解决方案，可能会导致高得吓人的 TCO；维护成本低的解决方案将更加经济实惠。

加深您的专业
知识



专业资源

想详细了解如何让您的电力变压器和其他重要高压设备安全运行并延长使用寿命？

我们的网络研讨会：



[如何借助实时在线监测设备防止变压器重大故障发生？](#)



[变压器中的水分理论知识及其测量仪器](#)



[在线 DGA 中的合成酯类绝缘油测量](#)



[维萨拉油气在线监测产品应用在线研讨会](#)

其他可下载资源：



[《变压器中的水分常见问题解答》电子书。我们的“变压器中的水分”网络研讨会系列的姊妹篇包含新的实用和科学建议。](#)



[白皮书：使用总气体压力检测漏气。了解我们的方法背后的科学原理。](#)



[扫描观看更多电力行业网络研讨会](#)

视频

我们的视频简短但内容丰富，可以在几分钟内教给您许多知识。以下是我们精选的热门内容：



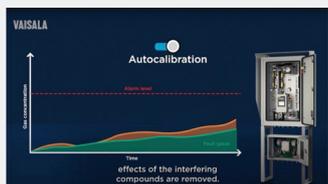
[免维护监测可使用维萨拉 Optimus™ OPT100](#)



[总气体压力：充分延长变压器的使用寿命](#)



[维萨拉 MHT410 概览和运行](#)



[自动校准可消除绝缘液体老化导致的漂移](#)



[维萨拉的 DGA 实验室 – 探索幕后](#)



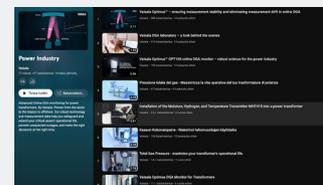
[开箱：维萨拉 Indigo520 和 MMP8 探头](#)



[红外参考测量：消除 DGA 中的漂移](#)



[洁净室如何为在线 DGA 提供强大的技术](#)



[更多维萨拉电力行业视频](#)

服务

维萨拉提供全方位的服务, 帮助您确保您实施的解决方案可靠且经济高效地运行



OPT100 延长保修

- 在标准的两年保修的基础上提供一到三年的延保
- 涵盖一般保修条款中指定的保修问题



OPT100 培训服务

现场安装和调试培训

- 在线准备会议
- 准备清单
- 调试报告和参与证书

在线安装和调试培训

- 模块化和互动式的在线培训课程
- 实用视频、清单、测试和练习
- 全天候访问维萨拉 MyLearning 平台
- 可选的结课证书



MHT410 服务

校准和软件更新

确保 MHT410 变送器按规范运行的全方位服务

- 功能性测试
- 软件更新
- ISO 9001 校准
- 根据需要调整 H2
- 校准测试报告
- 提供服务报告



技术支持

在设备的整个生命周期内提供支持

- 解决技术支持需求和问题
- 便捷的渠道
- 训练有素的专业人员
- 可按要求提供现场支持

联系我们:
[chinasales@
vaisala.com](mailto:chinasales@vaisala.com)

准备好优化电力变压器的使用寿命了吗？

想要详细了解如何让您的电力变压器和其他重要高压设备安全运行并延长使用寿命？

请访问 vaisala.com/power 或扫描下方二维码。

VAISALA

www.vaisala.cn

请联系我们, 网址为:
www.vaisala.cn/zh/lp/contact-form



扫描代码获取更多信息

B211547ZH-K ©Vaisala 2024

本资料受版权保护, 所有版权为维萨拉及其各个合作伙伴所有。保留所有权利。所有徽标和/或产品名称均为维萨拉或其单独合作伙伴的商标。未经维萨拉事先书面同意, 严禁以任何形式复制、转让、分发或存储本手册中的信息。所有规格 (包括技术规格) 如有变更, 恕不另行通知。