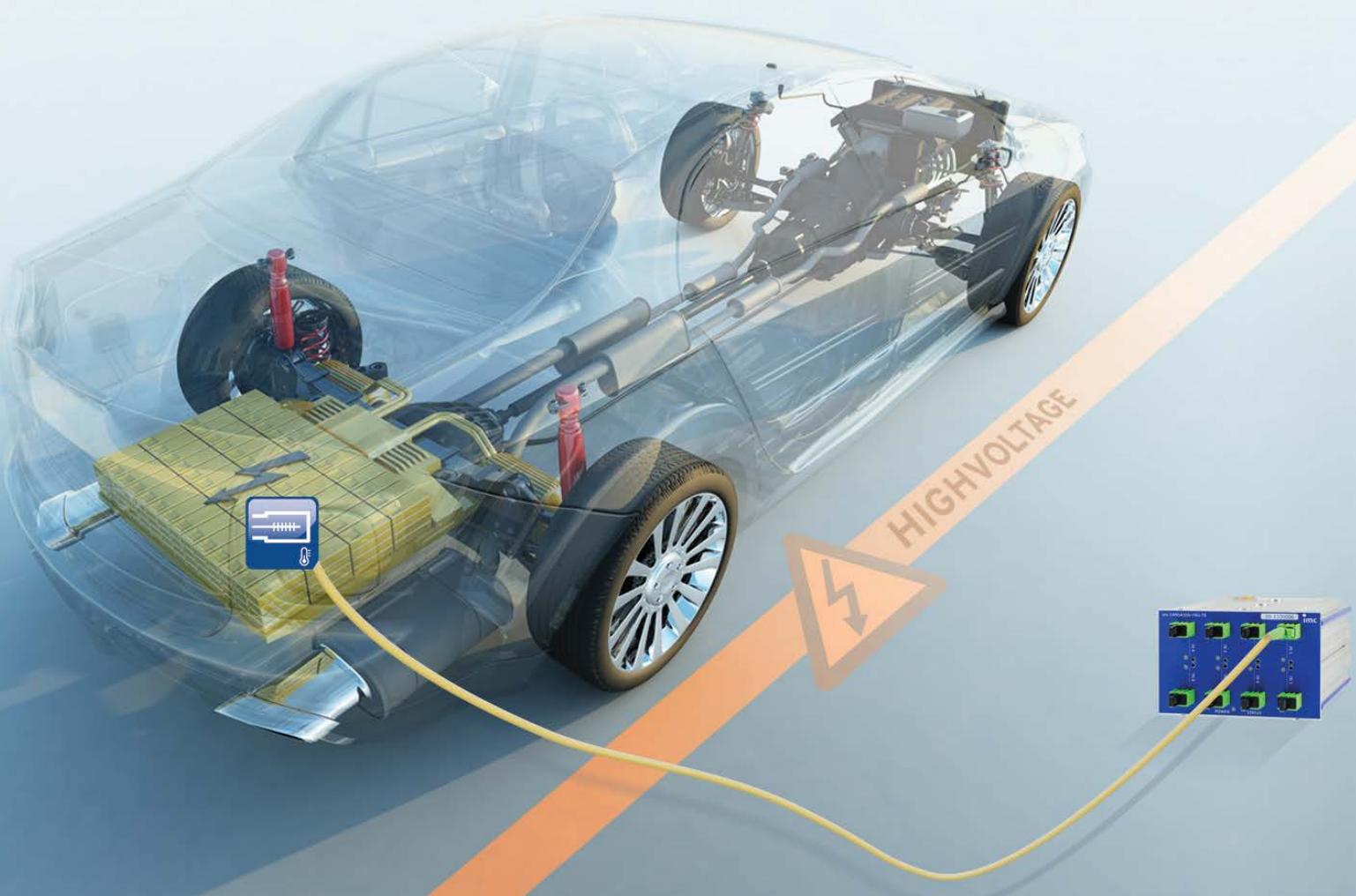


## 光纤温度测量--完美解决电动汽车高压环境下的温度测试

白皮书



## 电动汽车领域的数据采集

相比于前几年，2017 至 2018 年，电动汽车的新注册数量大幅增加。自 2017 年 1 月起，向买家提供的税收优惠政策为德国不断增长的电动汽车市场创造了良好的环境。

这也促进了驱动电机的发展。同时，与传统内燃机车辆的测试相比，部件的测试必须满足新的、不同的要求。

在测试电动汽车的各种组件时，无论是电动机、逆变器还是电池，重点在于各个组件的性能以及它们之间如何相互作用。另外，安全方面、（电气）子系统的冷却和加热、能耗和用户体验也是需要考虑的。电子元件和系统的评估要针对特定的电动测试环境，同时要检查负载平衡、效率、能量流、绝缘、人身安全以及电磁干扰。在台架测试中使用的测试设备也要和道路测试一样必须适用于高电压的测试环境。

## 电机及其组件的温度测试

电动汽车领域的测量任务和应用之一是电机高压环境下的温度测量。同时需要解决压力和性能、效率、热管理或过载的问题。这是因为电机中的高温导致绕组绝缘材料更快地老化并且降低了电动机的坚固性和使用寿命。例如，工作温度增加 10° C，绝缘铜线的使用寿命会减少一半。另外，轴承润滑的使用寿命也受到高温的影响。

除电机外，电动车上还需要检测多达 400 个温度测量点。它们通常位于充电单元和外部充电基础设施之间，以及电池、PTC 加热器和电动空调压缩机之间。测试包括电池系统、燃料电池、供电电路、驱动器、电力电子元件、电缆线束和插头等。

通常，高压环境中温度测量的挑战是必须注意人身安全。基于热电偶、RTD（PT100 / 1000）和 NTC 的传统的电气测量技术，是采用高隔离的测量电子设备、传感器和特殊的绝缘电缆。imc 也提供该技术中的测量系统，例如 imc CANSAS HCI8 测量模块，如[图 1]所示。这些传统传感器已经安全地使用数十年。



图 1: imc CANSAS-HCI8

在高压环境中使用电传感器进行温度测量时，有一些缺点。仪器和测试车辆的操作必须由合格的电工执行。测量系统的所有元件，从模块到电缆到传感器，必须要确保人身安全（符合 CAT 规范）。电缆的强绝缘和大约 3-4mm 的传统传感器的直径在安装过程中会影响测试对象的特性，例如需要通过钻孔才能安装。电缆的厚绝缘也意味着多通道应用很难放置在车辆中。此外，如果传感器出现故障，作为完全封装的单元，电缆、传感器和连接器必须完全更换。这会造成很多时间的花费。

尽管它们是隔离的，但传统传感器的信号质量会受到电磁干扰（EMC）、静电放电（ESD）和高电势的影响，因为它们在电力电子（逆变器）中占主导地位。

目前，一项新的测量技术更适合高压环境测试，这就是光纤布拉格传感器的光纤测量技术，基于 CAN 总线的 imc CANSAS-FBG-T8 测量模块[图 2]。传感器的直径非常小，采用纯光学测量原理，具有完美的高压隔离且完全不受电磁干扰。



图 2: imc CANSASflex-FBG-T8

## FBG 传感器和测量技术的特性

光纤布拉格光栅 (FBG) 是玻璃光纤纤芯中的光学干涉滤波器。

在测量期间, 进入光纤的宽带激光源的“白色”光在该干涉光栅处被选择性地反射。传感器返回的具有布拉格波长特征的窄谱  $\lambda_B$  表示测量的量。  $\lambda_B$  与活动区域的应变和温度成比例关系, 因为它们决定光栅距离。在温度传感器中, 敏感区域仅对固有温度膨胀函数  $\alpha(T)$  和石英玻璃的折射函数  $f(T)$  做出反应。因此, 光纤无应力嵌入, 可以避免外部应力或机械应变的影响[图 3]。

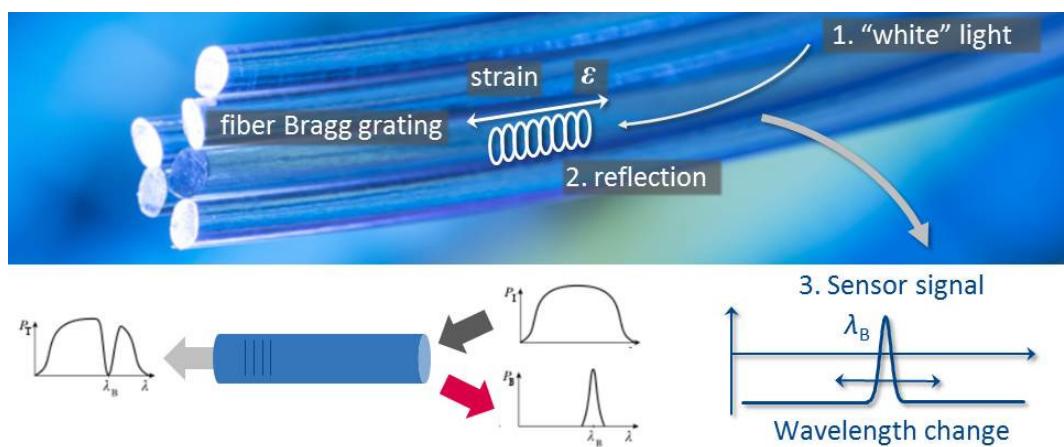


图 3: FBG 传感器: 布拉格光纤原理

imc 开发的光纤传感器, 玻璃纤维的直径仅为 0.51 mm, 包含光纤[图 4]。此外, 具有陶瓷和聚四氟乙烯的包层更加坚固, 但直径仅扩大到 1.0 和 1.5mm。小巧的设计和热扩散可以确保快速响应, 时间常数为 100 ms。这种极高的动态响应可以用于电机的启动测试, 这是第一次可以对这些过程进行系统的观察和优化。FBG 技术中的评估单元也称为“询问器”, 使用各种方

法来评估记录光谱的布拉格波长。imc 的 FBG 模块基于创新技术，可实现非常紧凑、坚固和便携的设计，其另一个优势是具有吸引力的价格水平和传统高压测量技术的实用性。

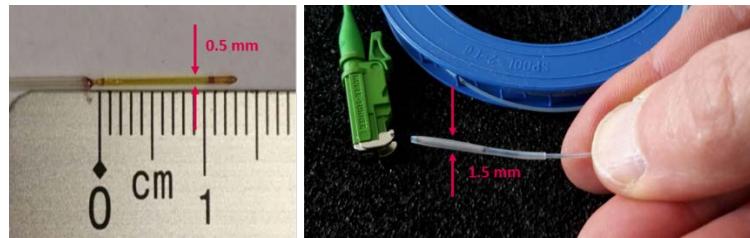


图 4：小型化，高响应且不含金属的传感器

## 光纤测量模块 imc CANSAS-FBG-T8

8 通道 imc CANSAS FBG-T8 模块采用 flex 系列的概念设计。它是由 imc 开发的模块化系统，其中测量外壳和数字化模块（imc CANSASflex）可以和 CAN 总线数据记录器（imc BUSDAQflex）无缝集成。用户可以在几秒钟内灵活地将定制的测量系统连接到一起，满足所使用的传感器和信号源的要求。imc CANSAS-FBG-T8 配备 CAN 接口，可方便的集成到现有的测试台架或移动驾驶测试中[图 5]。

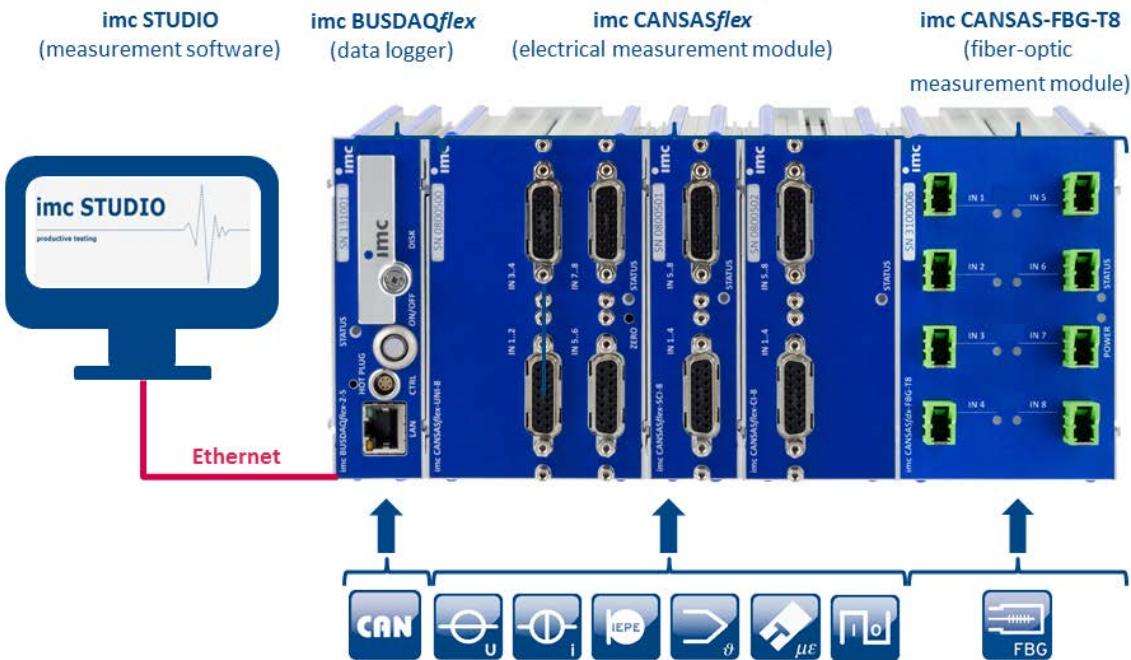


图 5：基于 CAN 总线的模块化测量系统

FBG 测量模块的优点是显而易见的：玻璃纤维的不导电性可以确保可靠且无故障的测量，传感器的小电缆直径易于操作。车辆安装变得更加简单，仪器等设备的使用空间减少了 80%。小型传感器几乎不会改变测试对象的属性—它们提供了全新的机械设备特性，可以突破传统传感器技术难以接近的测量位置，例如在插头连接器或电缆内。

这对电动汽车和汽车行业尤为重要。新增加的高压元件测量点必须与大量其他传感器、被测变量和 ECU 过程变量一起进行记录和关联。imc 的计量方法使得在一个应用中可以同时使用传统的测量技术和光纤技术。通过将危险的高压环境与操作员和数据采集完全分离，并为每个测量点选择适当的技术，可以提高电动车辆的测试效率。

作者：Dipl. Ing. Martin Riedel, imc 市场总监

## 附加信息：

### imc Meßsysteme GmbH

Voltastr. 5  
13355 Berlin, Germany  
Telephone: +49 (0)30-46 7090-0  
Fax: +49 (0)30-46 31 576  
E-Mail: [hotline@imc-berlin.de](mailto:hotline@imc-berlin.de)  
Internet: [www.imc-berlin.com](http://www.imc-berlin.com)

德国 imc 集成测控有限公司，以 26 年专业经验，融合精湛的德国工艺、先进的制造技术与多项发明专利，设计制造专业的测试测量系统，致力于为全球工程技术领域提供包含硬软件的解决方案。

无论是整车测试、试验台架还是工厂或机械设备的自动化监控——imc 数据采集系统的优势获得测量业界的广泛认同，易于操作、性价比高，令测试更有效率！无论是研究、开发、测试还是试运行，imc 可提供标准化的测量设备和软件产品，以及完整的交钥匙解决方案。

对于机械/电子类测试应用，imc 测量系统提供高达每通道 100kHz 的采样频率，支持物理量测量的各种传感器，如压力、力、速度、振动、噪声、温度、电压或电流等信号。imc 的产品系列集成了信号调理和硬件的实时分析，并结合软件分析和测试管理产品，涵盖测量控制工作流程的所有方面，从信号调理单元、实时分析与控制，到自动化测试控制和生成测试报告。

imc 成立于 1988 年，总部设在柏林，拥有约 200 名员工，在全球 28 个国家或地区拥有 25 家合作伙伴。我们不断努力，为地面交通工具（汽车、商用车辆和铁路机车等）、航空航天、能源和土木工程等工业领域的客户创新提供最佳的测量解决方案！

### imcAccess Co.

北京  
西城区裕民路 18 号北环中心 1110 室 100029  
电话: 010-6552 8700  
传真: 010-6552 1600

### 上海

长宁区新华路 728 号华联发展大厦 M10 室 200052  
电话: 021-5230 1156  
传真: 021-5230 1117  
电邮: [hotline.1@imcaccess.com](mailto:hotline.1@imcaccess.com)  
网站: [www.imc-china.com](http://www.imc-china.com)

imcAccess 公司是由德国 imc 集成测控有限公司控股的贸易及技术服务公司，公司成立于 2002 年，独家负责德国 imc 公司产品在中国的全面推广以及技术服务！

我们竭诚为您提供快速、准确、及时的技术支持和服务：

1. 周到和专业地产品咨询服务，如产品的详细技术指标、硬件的方案配置；
2. 系列化的培训服务，从产品的硬件连接到软件的使用操作，以及结合应用的高级技术培训；
3. 快捷方便的沟通平台，如果您在产品使用过程中有任何问题或需要，均可与我们专业的技术支持工程师取得联系；
4. 客制化服务，针对用户的实际需要，可为客户完善现有分析功能，以及二次开发定制界面和功能；
5. 已有设备的定期校准、系统检查、系统升级等服务。

## 使用条款:

本文档版权归 **imc Meßsysteme GmbH** 所有，并保留一切权利。未经书面许可，任何公司或个人不得 对此文档内容进行编辑、修改或以任何方式改变。该文档可以出版或复制。如果单独发表，我们要求必 须包含我公司名称和网页链接 [www.imc-berlin.com](http://www.imc-berlin.com)。

尽管内容已精心准备，文档内容仍有可能包含错误。若有任何信息不正确，请通过 [info@imcaccess.com](mailto:info@imcaccess.com) 告知我们。如因文档使用不当造成的直接或间接损失，本公司不承担任何责任。

