

超轻型直升机飞行测试

数据采集与分析解决方案 - CURTI Costruzioni Meccaniche Spa 公司应用例



© Picture: CURTI

CURTI 工业集团在国防和航空工业领域拥有超过 40 年的研发和制造经验，总部位于意大利 博洛涅塞堡，其两架超轻型直升飞机就在这里生产。

该型号飞机的安全救援系统的研发、验证以及产品上市的各个阶段由 Horizon 2020 SME EU 机构提供经费支持。作为意大利首屈一指的财团，EU 将该项目列入 16 个投资项目的获奖名单，其亮点之一在于罕见地将涡轮发动机应用于超轻型直升机中，相比于传统活塞发动机，涡轮发动机重量更轻，质量更可靠，振动更小。

该项目的研发通过和 Hypertec Solutions 公司紧密合作展开，Hypertec Solutions 作为 CURTI 工业集团的技术公司，其业务范围包括航空航天、能源以及汽车等领域。该飞机零部件制造商采用先进的控制测试系统对各零部件进行原理性的完整测试和验证—包括使用的轻质合金、钛合金以及其他复合材料，从而将起飞质量降低到 450kg。

应用简介

该文档简要介绍了采用 imc 数据采集系统对 **CURTI Costruzioni Meccaniche Spa** 公司生产的超轻型直升机进行飞行测试。试验设计与试验实施由 **Hypertec Solution Srl** 公司提供技术支持，试验设备由 imc 意大利提供。



© Photos: CURTI

直升机测试

对于该次飞行试验，CURTI 工程师需要采集各种模拟量传感器数据，采集的信号包括应力、温度、振动、压力等，其中部分传感器安装在不断移动的机构中。除了采集模拟量传感器信号外，还一并采集所需的数字信号，如 ECU 控制单元的指令参数以及其他集成于飞机上的各种系统参数（内燃机、航空电子设备等）。

测试系统要求

除了使用合适的传感器外，试验还需要配备能满足以下功能的数据采集系统：

- 支持无线遥测技术
- 调理并采集所需的模拟量传感器信号
- 配备标准串口通信协议接口，用于采集 ECU 等电子单元的数字参数信号
- 提供实时数据分析功能，并能实时存储分析结果
- 实时监控各个测试阶段

以下是对该套测试系统的简要介绍，该套测试系统由 imc 意大利提供，完全满足了以上



提到的测试需求。

数据采集系统

该套测试系统采用由德国 imc Meßsysteme GmbH 公司生产的 imc CRONOScompact 400-11 数据采集器，用于对所安装的传感器以及机载系统信号的调理、高速采集并存储。

与数采配套的操控分析软件不仅具备常规的数据后处理功能，还能进行数据的实时在线分析和显示。

无线遥测系统

在直升机螺旋桨叶片上粘贴应变片，通过应变桥测试叶片应力。由于叶片相对于机身其他部件转动，因此采用德国 KMT Kraus Messtechnik GmbH 公司的“CTP8-Rotate”无线遥测系统进行该应力信号的调理和传输。



振动测量

对于机身结构某些测点的振动信号采用加速度计进行测量。选用的加速度计是 Silicon Designs Inc 公司生产的 SDI 2476-50 型三轴加速度传感器。



实时数据显示

将 imc 显示屏直接安装在驾驶舱，方便实时浏览测试数据。这样就可以在飞行测试过程中直接在机舱内观察测试的参数及结果。



试验设备详细参数

imc CRONOScompact 是一款模块化的数据采集系统,可配备 4-128 个模拟量通道,支持几乎所有类型的物理传感器。其系统总采样率可达 2000kS/s,单通道最大 100kHz 采样率,24 位 A/D 转换(可切换 16 位)。该数据采集系统同时支持数字信号同步采集(脉冲信号、开关量信号、转速及增量式编码器信号),同时



还能同步采集各种总线(CAN, ARINC, IENA, AFDX 等)信号以及 GPS 信号。

imc CRONOScompact 可独立于 PC 工作,并基于内置的 **imc Online FAMOS** 对测试数据进行实时在线分析。

采集的原始数据和实时计算结果都可以存储在设备内部的可移动存储卡上(CF 卡)。在脱离 PC 独立工作模式下,可外接 imc 显示屏进行测试数据和在线分析结果的实时浏览。

imc CRONOScompact 还可通过以太网线(或 WLAN 无线)连接至一台或多台电脑,实时显示并保存测试数据。

imc Online FAMOS, 得益于集成在设备内部的 **DSP 芯片**, 使得设备在独立于 PC 工作时仍然能进行测试数据的实时分析。通过调用内置的 **150 多种函数**, 可以同时采集的数百通道的数据完成极其复杂的定制化在线数据分析。

imc STUDIO 作为一款模块集成式的操控软件,集成了 imc 采集系统软件的所有功能,全系数采硬件共用。从实验配置到所有模拟信号和数字信号的采集、分析、显示和保存,试验可持续数月。

整个试验过程可由试验人员进行交互控制,也可根据预先设定全自动完成。只需简单的拖拽操作,就能快速设计试验的 GUI 图形化用户界面。

结合专业的数据分析软件 **imc FAMOS**, 即可自动进行数据分析,完成数据后处理并自动生成测试报告。

imc FAMOS 是一款功能强大的数据处理软件,可实现任何复杂的数据分析、显示及归档。包含数百种数据处理函数,提供各种丰富的数据显示方式。

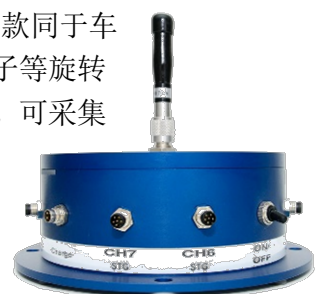
执行数据运算非常简单,只需直接编辑运算公式即可,如:

$$\text{New Parameter} = \text{Channel A} + \text{Channel B}$$

计算结果生成新的通道,可用于进一步分析及显示。

通过组合不同的程序序列,可实现极其复杂的数据分析,采用预先配置好的报告格式可自动生成试验报告。

CTP8-Rotate 是一款同于车轮、直升机螺旋桨转子等旋转部件的无线遥测系统。可采集 8 通道的应变(全桥、半桥、1/4 桥)、热



电偶温度、电压以及 ICP/IEPE 等传感器信号。每通道 12 kHz 带宽，16 位 A/D 转换。该系列产品最多可配备 32 个通道。

SDI 2476 是一款坚固的三轴电容型加速度传感器（MEMS），所有电子元件封装在一个小巧的铝制外壳中。工作电压为 8 - 32 VDC，

模拟电压输出，该传感器工作量程可选择： ± 2 ，5，10，25，50，100，200g，频率响应范围 2 kHz。其工作温度范围为-55°C~+125°C。



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
Internet: 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开发专利，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., Ltd.

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

重庆

沙坪坝区沙正街 174 号理科楼 530 室 400040
电话: 023-8131 6242

电邮: hotline.1@imcaccess.com
网站: 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，可谓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-china.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 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。