

“电动出行”通常涉及道路交通，预计未来几年电动汽车的数量将会飙升。电驱动的优势众所周知，例如环保、紧凑性、低维护费用和低噪音排放，对于航空领域来说也是益处多多。例如，在飞机中使用电动机可以显著减少涡轮发动机和活塞发动机的维护工作，因此可以省下一大笔昂贵的维护费用。因此，全世界许多飞机制造商和供应商都在探索航空电驱动潜力。

#### ELIAS – 适用于无人驾驶任务的全电动飞行演示器

ELIAS (Electric Aircraft IABG AcentisS) 主要用于测试无人驾驶电动侦察和监视系统所用的技术 (图 2)。IABG 及其子公司 ACENTISS 最初的开发始于 2012 年，当时研究中心从 PC Aero 购买了 Elektra One 飞机，并将其转换为带有摄像头、数据链路和地面控制站的 ELIAS 系统演示器。ELIAS 可以由飞行员手动操作，也可以自动操作。在当前配置中，飞行员执行起飞和着陆操作。然后，飞机自动化功能将根据

预定义的航路点，以可控的方式进行飞机的飞行任务。航路点可以在飞行期间修改，或者根据地面站的直接指令修改，例如修改高度、空速和航向。飞机的空气动力学控制表面由具有集成电磁离合器的电动执行器进行控制。在任何时候只要按一下按钮，飞行员便可重新接管飞机飞行。地勤人员可以使用地面控制站的操纵杆来控制位于机身下方的传感器，例如平移摄像头、红外传感器或激光测距仪的视角方向，或者放大记录的图像。ACENTISS 与 Geiger Engineering 合作开发了两台起飞功率分别为 30 kW 和 40 kW 的双转子电动机。每个双转子电动机由两个电机组成，通过超越离合器驱动一个螺旋桨。如果一台电机发生故障，另一台电机可以继续驱动螺旋桨，但功率略有下降。控制器和锂离子电池的装置也有冗余设置。这意味着单电机可以达到双电机飞机的安全水平。在进行飞行推进试验之前，ACENTISS 使用自己的电机测试台架和慕尼黑工业大学的风洞进行了全面的测试。目前，一台 40 kW 双电

&gt;&gt;

图 1：飞机在环仿真用于对地面飞行控制算法进行全面测试。

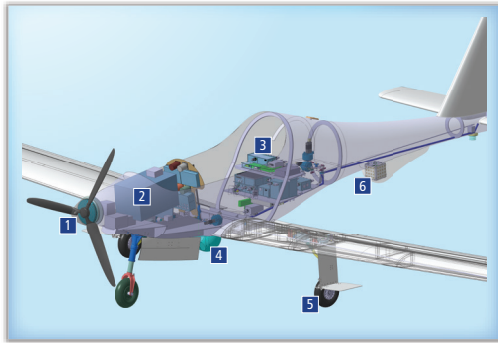




开发全电动自动驾驶飞机

# 电气 起飞

通过利用 ELIAS，ACENTISS GmbH 开发了一种全电动飞机作为侦察和监视系统的测试平台。有无飞行员均可进行操控。dSPACE 的 MicroAutoBox II 在飞机上用作飞行引导计算机。



- 1 电驱动装置，具有 20 kW 起飞功率和可控螺距螺旋桨
- 2 锂离子电池组
- 3 航空电子设备 – 包括 dSPACE MicroAutoBox II ( 作为飞行引导系统)、惯性参考系、雷达高度计和卫星导航系统 ( 支持 SBAS<sup>1)</sup> )
- 4 传感器 ( 摄像头、红外传感器、激光测距仪 )
- 5 电动伸缩式起落架
- 6 数据链路天线

<sup>1)</sup>基于卫星的增强系统 – 用于高精度定位的专用卫星导航系统。

## 技术细节

最大起飞重量	■ 350 kg
翼展	■ 11 m
机翼面积	■ 8.2 m <sup>2</sup>
最大速度	■ 150 km/h
巡航速度	■ 110 km/h
最大电机功率	■ 20 kW
最大航程	■ >150 km
最长飞行时间	■ 约 1.5 小时

图 2 : ELIAS 设置。机载 dSPACE MicroAutoBox 可作为飞行引导系统。

“MicroAutoBox II 是一款灵活可靠的机载飞行引导系统，它使我们能够迅速实施新算法，从而推动创新。”

Andreas Rohr , ACENTISS

机原型正用于飞行测试。这款新型的可伸缩起落架由高强度铝制成，可进行电动驱动。由于起落架使用弹性部件，几乎无需维护，唯一需要维护的是制动器。这款起落架已经使用了几年了。由于悬架支柱的轮廓为方形，所以不需要复杂的扭转连杆。

### MicroAutoBox II 引导飞机飞行

dSPACE MicroAutoBox II 作为机载 ELIAS，可执行飞行引导的核心任务，并在无人驾驶飞行期间执行地面控制站的指令。MicroAutoBox II 通过 CAN-aerospace 总线连接到飞行控制器。飞行控制器则通过控制电动执行器使气

动控制表面发生偏转，并通过控制推力来实现稳定和安全的飞行。必要时，可以通过 Embedded PC 扩展 MicroAutoBox II。MicroAutoBox II 还利用 Simulink 模型根据指定目的地、采集的风况和导航数据计算轨迹。然后，它以地理参考航路点的形式将轨

图 3 : 开发任务分布表



迹发送到飞行控制器，并传输高度和空速信息。MicroAutoBox II 还在起飞和着陆期间控制起落架伸缩，并监控电池的充电状态。使用 MicroAutoBox II 作为开发平台的一个主要优点在于 MicroAutoBox II 与 MATLAB®/Simulink® 之间能够直接建立连接，因而可以快速实现对飞行控制算法的更改。因此研究人员可以不断开发飞行引导软件，并根据不同的任务进行调整。在实验室测试之后，可以将软件加载到原型开发系统中进行飞机在环（HIL/ACIL）仿真和飞行测试。

### 地面和空中飞行测试

为了准备真正的空中飞行测试，飞机要在 IABG（ACENTISS 的母公司）的 ACIL 仿真中进行频繁的地面测试（图 1）。工程师不仅需要确认自动化飞行的状态，还须测试从手动飞行模式到自动飞行模式能否平稳切换。地面控制站可以通过无线或有线两种方式连接到飞机。

### 项目和资金支持

由于此计划包含在巴伐利亚航空研究和技术项目中，由巴伐利亚经济事务、能源和技术部来支持无人驾驶全电动飞行的技术开发。此计划还被纳

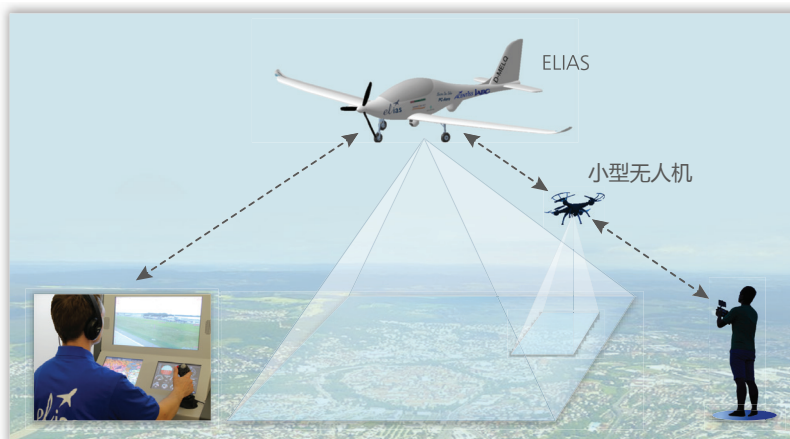


图 4：当 ELIAS 与小型无人机一起使用时，飞机可以执行大面积粗略扫描，并且充当无人机的数据链路继电器。与 ELIAS 相比，更小、更敏捷的无人机能够悬停，有利于近距离侦察，而且能够提供选定区域更详细的信息。无人机可以由飞行员在现场控制，也可以由地面站控制。

入了欧罗巴赞助项目，因此工业和研究领域的合作伙伴和 ACENTISS 共同开发带有飞行引导系统的自动飞行控制系统、电动伸缩式起落架、30 kW 和 40 kW 双电机以及电子数据链路（在地面控制站与飞机之间建立连接）。该系统于 2016 年年底在飞行测试中成功演示。在 2017 年开始的后续赞助计划 AURAS（全电动无人侦察和航空成像机载系统）中，开发出了飞机的自动起飞和着陆功能以及与小型无人机联合使用的地面控制站（图 4）。

### 展望

目前，ELIAS 与小型无人机结合使用的目标在于实现高效近距离侦察（图 4）。同时，紧凑型移动地面站针对未来的任务进行了优化。飞行测试安排在 2019 年，用以测试预编程的地面控制任务，包括自动起飞和着陆以及在现场与小型无人机结合使用。■

Hans Tönskötter 博士、Andreas Rohr，  
ACENTISS GmbH

#### Hans Tönskötter 博士

ACENTISS GmbH（总部设在奥托布伦）的机载系统高级经理 Hans Tönskötter 负责无人驾驶电力侦察系统技术的开发。



#### Andreas Rohr 工学硕士 (FH)

Andreas Rohr 是 ACENTISS GmbH（总部设在奥托布伦）的航空工程师和飞行员，负责飞机的持续开发。

