

Together  
ahead. **RUAG**



## 案例综述

### 面临的挑战

开发用于“哨兵”(Sentinel) 卫星的极为轻量化且坚固耐用的天线支架。

### 解决方案

使用增材制造生产零部件, 借助零部件复杂的结构, 满足所有与重量和稳定性相关的要求。

### 成果

- 智能: 设计自由度实现受力的均匀分布
- 坚固: 超过最低刚度要求 30% 以上
- 轻量化: 通过设计减轻 40% 的重量
- 认可: 综合测试证实, 满足航空航天领域要求



轻量化且高度稳定: 使用增材制造技术以 EOS Aluminium AlSi10Mg 材料为“哨兵”(Sentinel) 卫星制造的拓扑优化天线支架。(来源: EOS GmbH)

经认证可成功用于空间应用:  
实现卫星零部件增材制造



e-Manufacturing Solutions

# RUAG 的“哨兵”(Sentinel) 卫星天线支架 - 经过认证可用于外太空

## 简介

RUAG 是瑞士一家科技集团, 活跃于全球航空航天、国防和安全等领域。其客户既包括民营企业, 也包括政府机构。

作为一家制造服务提供商, citim GmbH 服务于从最初设计到零部件精加工的整个生产链, 提供快速成型、增材制造和小批量生产等服务。

## 其他信息

[www.ruag.com](http://www.ruag.com)

[www.citim.de](http://www.citim.de)

对很多人而言, 谈到宇宙的浩瀚无垠, 往往会联想到好莱坞电影公司制作的科幻电影。然而, 在现实世界中, 太空旅行相对于其他领域来说, 强烈的意愿和清晰的愿景对于打造所需的技术并且将其顺利部署在宇宙中更为至关重要。这就是瑞士科技集团 RUAG 设计其“哨兵”(Sentinel) 卫星(旨在用于从太空观察我们的地球)所面临的挑战。即使在地球大气层之外, 增材制造也发挥着重要作用。

## 面临的挑战

据德国航空航天中心(DLR)的报告称, 自2016年起, 太空探索任务中, 搭载每千克有效负荷的成本超过20,000 欧元。重量越轻, 升空所需的燃料就越少, 由此每减轻一克重量都能降低总发射成本。由于多余的重量会迅速累积, 因此, 航空航天工程师需要尽可能减轻每个零部件的重量。在这种情况下, 瑞士RUAG 集团需要的是一款具有优化设计的天线支架。

但是, 仅优化重量还远远不够。在火箭发射过程中, 有效载荷确实会受到振动, 而且振动幅度相当剧烈。此外, 且不论巨大的重力, 单单每小时数千米的超高速度也意味着飞行器不会像客机那样平稳。稳定性和刚度构成了产品设计的第二

大关键因素。遗憾的是, 此类要求往往与轻量化设计的需求完全相悖。工程师采用复杂的结构实现外形和重量之间的完美平衡。RUAG 团队试图设计出兼顾强度与重量要求的最优天线支架结构, 并用尽了所有传统制造方法。幸好, 增材制造提供了完美方案, 可达到所需的设计自由度。零部件测试也极具挑战, 不仅仅是因为前文所述的振动。在外太空, 由于通常无法进行维修, 可靠性显得尤为重要。这也解释了获得此类零部件的授权如此复杂且历时较长的原因。每一个认证都代表了获取该认证的工程师的无限荣光。

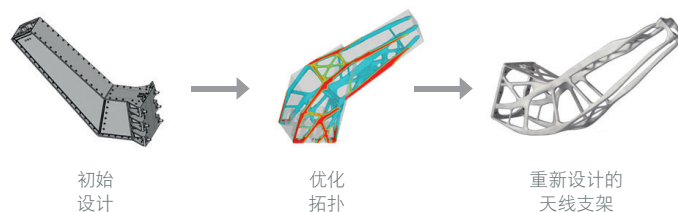
## 解决方案

在这种情况下, 完整的生产链发挥着重要作用, 尤其是在航空航天

领域。“显然, 使用增材制造生产零部件可带来巨大优势, 因此引起了我们极大的兴趣,” RUAG 架构总经理 Franck Mouriaux 表示。“例如, 我们可依靠设计自由度和复杂的零部件减轻重量。集成各种功能的能力也非常实用。然而, 最终需要挖掘这些潜在优势, 以理想方式加以实现并获取所需的授权。如果不能使用, 即使最简单的零部件也毫无意义。”

设计天线支架时, 首先要进行基本适用性和刚度测试。接下来, 需要选择材料、指定加工工艺并就材料特性进行最初的基本测试。然后, 构建经过最初测试的结构, 基于此对零部件的拓扑进行优化。最终, 将 CAD 和 Altair 的 FEM 系统紧密配合, 并在 EOS 的指导下进行设计并使用增材制造进行构建, RUAG 获得了理论上完美的天线支架外形。

拓扑优化和增材制造相结合, 助力将重量减半、减少应力、增强刚度并尽量缩短设计时间。



德国巴尔莱本的 citim GmbH 使用 EOS M 400 生产出了长约 40 cm 的天线支架。其成型空间为 400 mm x 400 mm x 400 mm，采用单个成型工序可生产出两个天线、30 种拉伸测试件并可进行各种测试。成型时间约 80 小时。使用的参数集适用于 60 μm 层厚，而此层厚已针对表面质量和生产力进行优化。使用的铝合金材料为 EOS Aluminium AlSi10Mg，其特点是强度高，且抗动态应力性能强，因此非常适合高应力零部件。为展示所需的特性，对组件执行了全面测试。在航空航天领域，这些测试构成了项目总工作量的 80%。测试过程中，采用了专门制造的测试结构。此外，工程师采用计算机断层扫描对支架进行了检测。而且，执行了各种机械和物理测试步骤。在测试时，有时有意使零部件承受的应力超过负荷限制，最终使测试件损坏。

## 成果

付出的努力终于获得回报，“哨兵” (Sentinel) 卫星的新型天线支架超出了所有预期。该零部件获得

相关认证，准予将其用于外太空。考虑到增材制造在航空领域的应用仍处于初级阶段，因此此成果更具非凡意义。

例如，零部件刚度已超出最低要求 30%，此裕量足以确保即使在湍流飞行之后，仍可以获得理想的天线位置，而且，能够保证与地球之间的无线电通信。零部件的稳定性可以达到目标水平，这在一定程度上是因为应力分布高度均匀。而且，使用增材制造明显降低了成品零部件的重量：从 1.6 kg 降至 940 g，重量减轻了 40%。在此实例中，使用创新技术成功获得了近乎不可能达到的组合：提高零部件性能的同时降低系统成本。

“我们对于此项目取得的成果非常满意。我们开拓了此工艺的未知领域，并且获得了稳定的轻量化零部件，” 航天工程师 Mouriaux 表示。“增材制造已经表明，它能够满足太空旅行的基本程序需求。零部件本身的多种设计优点和特性已经证明了这一点。在我看来，这项技术具有巨大的发展潜力。”

因此，在好莱坞为我们呈现激动人心的科幻影片的同时，创新技术正持续将它们变成现实，探索设计和构建的未知领域。

*“在某种程度上，它完成了看似不可能实现的任务：我们已经能够生产明显更为轻量化、同时又更为坚固的零部件。在针对航空航天领域执行的严格测试中，零部件的表现已证明了其自身的价值。在未来几年中，我们会看到增材制造的应用会越来越广泛 - 这一点我深信不疑！”*

RUAG 架构总经理

Franck Mouriaux

*“EOS 将技术创新和丰富的经验都融入增材制造系统中。该系统为所有领域的各种市场提供了各种有趣的可行方案。”*

工学博士 Andreas Berkau,  
citim GmbH 首席执行官

EOS GmbH  
Electro Optical Systems  
公司总部  
Robert-Stirling-Ring 1  
82152 Krailling/Munich  
德国  
电话: +49 89 893 36-0  
传真: +49 89 893 36-285

EOS 全球办事处

EOS 法国  
电话: +33 437 49 76 76

EOS 印度  
电话: +91 44 39 64 80 00

EOS 意大利  
电话: +39 02 33 40 16 59

EOS 韩国  
电话: +82 2 6330 5800

EOS 北欧与波罗的海地区  
电话: +46 31 760 46 40

EOS 北美地区  
电话: +1 248 306 01 43

EOS 新加坡  
电话: +65 6430 05 50

EOS 大中华区  
电话: +86 21 602307 00

EOS 英国  
电话: +44 1926 62 31 07

[www.eos.info](http://www.eos.info) • [info@eos.info](mailto:info@eos.info)

Think the impossible. You can get it.



e-Manufacturing Solutions