

## 雷尼绍为Empire Cycles制造出首款3D打印自行车架



车架采用钛合金材料，分成若干部分利用快速成型制造工艺加工，然后拼接组装而成，因此具有以下诸多优点：

### 设计自由

- 快速迭代：可在最终生产之前灵活改进和完善设计
- 能够制造经拓扑优化产生的形状（参见下页）
- 充分根据客户要求量身定制 — 使单件生产像成批生产一样简单

### 构造

- 复杂形状具有多种内部增强特征
- 空心结构
- 细节特征构建功能，例如铭刻骑手姓名

### 高性能钛合金材料

- 座管支架比铝合金轻44%
- 极其坚固 — 经测试达到EN 14766标准
- 抗腐蚀、经久耐用

雷尼绍能为您的产品做什么？

## Empire Cycles

Empire Cycles位于英格兰西北部，是英国一家独具特色的自行车设计和制造公司。该公司积极致力于使用精湛的英国工程技术开发和制造高端产品，为全球山地自行车和高山速降自行车提供创新设计。

### 什么是拓扑优化？

拓扑源于希腊语中的“topo”（地貌）一词，而拓扑优化软件是指通常利用迭代步骤和有限元分析来确定材料“逻辑位置”的程序。通过移除低承载力区域的材料，达到优化承重设计的目的，最终得到的原型部件既轻巧（因为体积小）又坚固。

现在，可以利用快速成型制造技术来解决以往制造这些结构时存在的难题，实现从3D物理模型向实体的转化。

雷尼绍和Empire Cycles携手合作，针对快速成型制造工艺的特点优化自行车设计，减少了许多原本需要多余结构来支撑的朝下表面。



1. 针对铝合金铸造工艺设计的座管CAD模型



2. 利用Altair的solidThinking Inspire® 9.5软件进行拓扑优化



3. Empire Cycles将优化后的CAD模型作为模板，重新进行设计



4. 在雷尼绍AM250激光熔融金属快速成型系统上，利用钛合金材料制造

## 完成时间有多快？

该项目为期20周，时间安排十分紧张，但是由于无需预先订购任何模具或特定材料，因此充分显示了快速成型制造技术的优越性。

第1周 — Empire Cycles访问雷尼绍

第3周 — 设计和拓扑优化座管支架

第6周 — 决定制造自行车完整车架

第7周 — 开始自行车整车架的设计工作

第8周 — 参加TCT博览会，发表关于3D打印塑料自行车的文章

第14周 — 与Mouldlife和3M合作

第16周 — 完成首个车架的组件设计

第17周 — 第一批，打印出车架五个部分中的三个

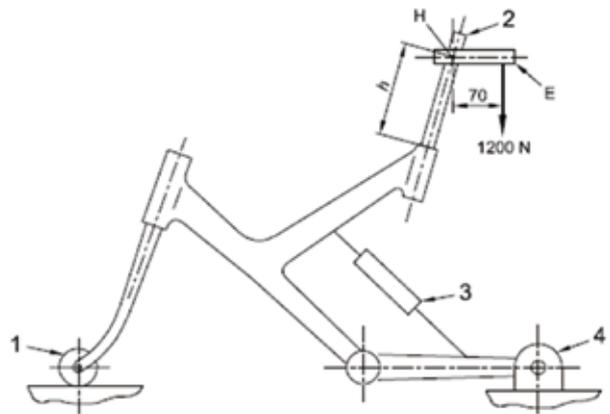
第18周 — 第二批，打印完成剩余两个部分

第20周 — 在2013年欧洲模具展上展出

## 它的强度如何？

利用激光熔融金属快速成型制造工艺加工的钛合金，具有超过900 MPa的高极限抗拉强度 (UTS) 和几近完美的大于99.7%的密度；这种工艺优于铸造，由于孔隙小，数量少，呈球形状，因此对强度几乎没有影响。

该项目的目的是生产一种功能型自行车，因此采用山地自行车标准EN 14766对座管支架进行了测试，结果证明其可承受50,000次1200 N的应力。在接下来的测试中，逐渐加大应力，当使用的应力达到该标准的6倍时，座管支架仍完好无损。对自行车架的测试将继续进行。一方面，在英国 Bureau Veritas的实验室进行测试；另一方面，与斯旺西大学 (Swansea University) 合作，利用便携式传感器完成山地实测。



垂直力疲劳测试图解

1. 自由活动滚轴
2. 钢杆
3. 固定悬架或驱动链条的固定连接
4. 后车轴接合点硬性枢轴安装

## 它有多轻?

钛合金的密度比铝合金大，它们的相对密度分别约为 $4\text{ g/cm}^3$ 和 $3\text{ g/cm}^3$ 。因此，要使钛合金零件比铝合金零件轻，唯一方法就是大幅改变结构，尽可能减少不会影响零件整体强度的区域的材料。

原来的铝合金座管支架重量为360 g，而空心钛合金座管支架仅重200 g，重量一下子减轻了44%。这还只是第一次迭代；通过进一步分析和测试，还可以减轻更多重量。

原来的自行车架重2100 g。重新设计后利用快速成型制造工艺，车架重量降至1400 g，减轻了33%。

虽然现在市面上有重量更轻的碳纤维自行车，但Empire Cycles公司总裁Chris Williams在经过一番调查后指出：“碳纤维自行车的耐用性比不上金属自行车，它很适合公路使用，但在山路上骑行，它的车架有可能损坏。我们的金属自行车有额外加固，可确保万无一失。”



配备了3D打印钛合金车架和座管支架的完整自行车

## 该项目如何管理？

在接触雷尼绍之前，Chris就已经为他最新设计的自行车制作了全尺寸3D打印复制品，因此十分清楚自己想要什么。

雷尼绍最初只同意优化和制造座管支架，但是当座管支架成功制造出来后，制造完整车架也就变成了顺理成章的事情。Chris根据雷尼绍应用团队的优化型指导更新了设计，将整个车架分成若干部分，以便充分利用AM250系统的300 mm成型高度。

Empire Cycles的重大收获，便是这一制造方法给产品带来的诸多性能优点。更新后的设计不仅具有摩托车和汽车所使用的压制钢“无骨架”结构的所有优点，而且无需投资购买让小型制造商望而却步的昂贵模具。

虽然还未完全发掘出产品潜在的性能优势，但我们希望继续开发该项目。由于无需模具，因此可轻松地持续进行设计改进；并且由于按体积而不是按复杂程度计算组件成本，一些很轻零件的制造成本甚至可以达到最低。

对拼接组装方法进行研究后，该项目选用了Mouldlife公司提供的粘合剂，以及技术专家3M公司提供的测试设备。我们将继续深入合作，研究拼接组装方法的重复性改进，例如特定表面处理。

自行车成品所需的车轮、传动链和组件均由Hope Technology公司提供。

该项目表明，通过与客户密切合作可以取得卓越的成果。如果您希望自己的产品也能获益于快速成型制造技术，请联系当地的雷尼绍办事处，了解详情。



整个自行车架分为几部分，连同座管支架在一个成型托盘上一次性打印制成

## 关于雷尼绍

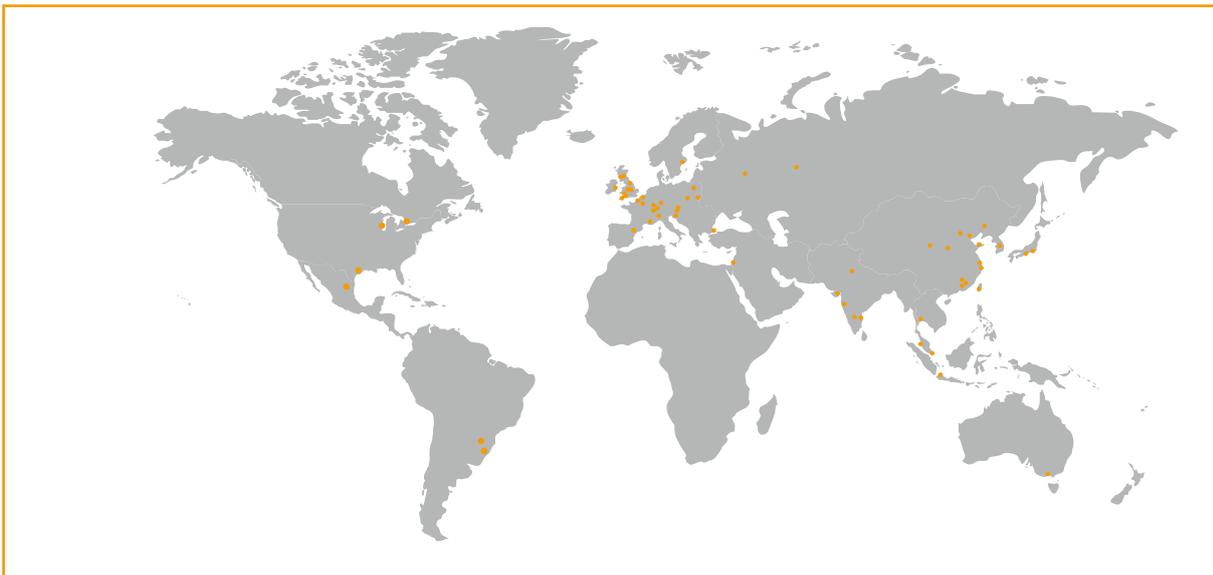
雷尼绍是世界工程技术领域公认的领导者，在产品开发和制造技术的创新方面享有盛誉。自1973年成立以来，雷尼绍便致力于为全球不同规模的企业提供创新产品，旨在帮助企业提高生产力、改善产品质量并提供性价比优异的自动化解决方案。

遍布世界各地的子公司及经销商为用户提供优质服务和技术支持。

### 产品包括：

- 用于设计、原型制作及产品制造的金属快速成型、真空铸造和微注塑成型技术
- 广泛应用于多个领域的高新材料技术
- 用于高精度线性、角度和旋转位置反馈的编码器系统
- 坐标测量机 (CMM) 与比对仪专用夹具系统
- 用于加工作件比对测量的比对仪
- 用于恶劣环境的高速激光扫描系统
- 用于机器性能测量和校准的激光干涉仪与球杆仪
- 用于神经外科的医疗设备
- 用于数控机床工件找正、对刀及检测的测头系统和软件
- 用于材料无损分析的拉曼光谱仪
- 坐标测量机 (CMM) 传感器系统和软件
- 坐标测量机和机床测头专用测针

如需查询全球联系方式，请访问我们的网站：[www.renishaw.com.cn/contact](http://www.renishaw.com.cn/contact)



RENISHAW已尽力确保发布之日此文档的内容准确无误，但对其内容不做任何担保或陈述。RENISHAW不承担任何由本文档中的不准确之处以及无论什么原因所引发的问题的相关责任。

©2013-2014 Renishaw plc 版权所有

Renishaw保留更改产品规格的权利，恕不另行通知。

RENISHAW标识中使用的**RENISHAW**和测头图案为Renishaw plc在英国及其他国家或地区的注册商标。

**apply innovation**及Renishaw其他产品和技术的名称与标识为Renishaw plc或其子公司的商标。

本文档中使用的所有其他品牌名称和名称均为其各自所有者的商品名、商标或注册商标。



H - 5800 - 0956 - 02 - B

发布 2014.02 文档编号 H-5800-0956-02-B