

增材制造技术助力大学生赛车团队勇创佳绩



客户：
斯威本理工大学

行业：
汽车

挑战：
减轻斯威本理工大学赛车团队的
Formula SAE赛车的整体重量。

解决方案：
通过使用雷尼绍增材制造
技术减轻车轮重量。

借力雷尼绍金属增材制造技术，来自澳大利亚墨尔本斯威本理工大学的学生赛车团队在最近举行的澳大利亚大学生方程式锦标赛 (Formula SAE) 中取得了该校自参赛以来的最好成绩。除了总分排名第六外（这已是该大学历届参赛团队的最高名次），该校的赛车还在竞速测试环节创造了几项最快用时记录。

背景

澳大利亚大学生方程式锦标赛 (Formula SAE) 是由国际汽车工程师协会澳大利亚分会主办的一项赛车竞赛，要求参赛的各个大学生团队自行设计制造一辆单座赛车的原型，然后将它交付给赛事组织者虚构的一家制造公司进行评估。这些赛车将参加一系列赛道测试。此外，还将根据赛车的工程设计、驾驶经济性，以及各个团队的市场营销策略来评判各支车队的成绩。

通过这项竞赛，大学生们不仅积累了丰富的实践经验，还有机会真正参与到一个跨学科的合作团队当中，共同努力为比赛打造出一辆令人过目难忘的赛车。团队成员个个都会绞尽脑汁，最大限度发挥出自己的能力，确保所采用的设计和制造方法具有最大胆的创新性和最佳的可靠性。

斯威本理工大学的赛车团队由来自工程、设计和商业管理专业的学生组成，他们共同合作来设计、制造、测试和准备赛车，同时制定合适的营销策略。早在2010年，该大学便已成为最早推出电动汽车参赛的学校之一，在随后的几年里，他们一直延续着这一策略。

挑战

在比赛中使用电动汽车与燃油汽车竞赛，所面临的最关键问题是电池的重量。这意味着赛车上所有其他

我喜欢使用雷尼绍增材制造设备的关键一点是，它能够使我的设计更加复杂精妙。

斯威本理工大学 - Formula SAE (澳大利亚)



斯威本理工大学赛车团队的Formula SAE赛车及其新的轮胎套件。

组件的重量必须降至最低，这样才能确保其速度优势。斯威本理工大学赛车团队始终在寻找各种方法来降低车重，包括使用自制的碳纤维底盘（他们是少数几个采用此方法的参赛车队之一）。

完成2015年的比赛后，该团队对赛车在各种竞赛项目下消耗的能源进行了详细计算。分析得到的结果之一是，在加速和制动过程中，车轮转动惯量消耗的能源远远超过预期。

斯威本理工大学赛车团队动力总成部门的负责人Ryan Wise因此临时受命，研究减少车轮重量的方法，以便降低它们的转动惯量。此外，随着车轮重量的减轻，车辆的加速和制动性能会得到改善，同时悬架的响应速度也会提高。Ryan曾在2014和2015赛季中参与车队工作，并负责2016年度赛车悬架、车轮、制动和转向系统的研发。

解决方案

Formula SAE在欧洲的同级别赛事被称为Formula Student（欧洲大学生方程式锦标赛），斯威本理工大学赛车团队的一位同事在搜索了有关多支欧洲参赛车队使用的新材料和技术的信息后，向Ryan推荐了增材制造技术。他在看了这些车队使用雷尼绍技术的一些例子后，建议Ryan联系雷尼绍公司。

Ryan找到了雷尼绍澳大利亚子公司，并带着2015年参赛赛车的一个车轮，该车轮的轮毂盖采用铝合金制成，轮箍也由铸铝材料打造。Ryan进行了几次迭代设计，使用增材制造技术制成体积更小的钛合金轮毂盖，用以替换铝制轮毂盖。新的设计还使用碳纤维轮箍代替了铝制轮箍，以便最大限度地减轻重量。雷尼绍工作人

员为Ryan提供了符合增材制造特性的设计优化指导，最后的结果让每一位团队成员都感到满意。整个设计过程反复进行了迭代式的FEA（有限元分析）模拟，以便预测新组件的性能，评估可能获得的优势。

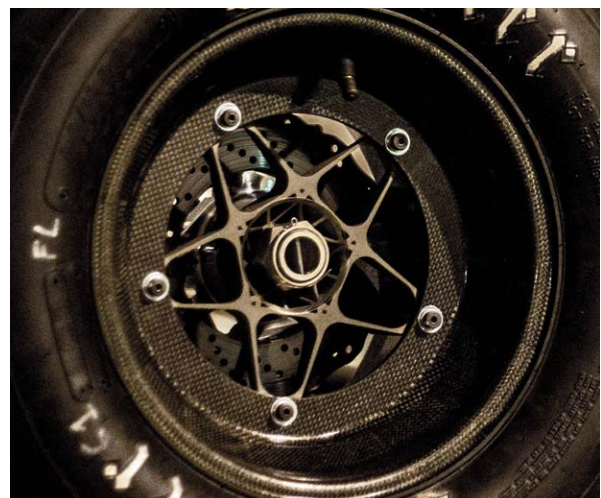
“我喜欢使用雷尼绍增材制造设备的关键一点是，它能够使我的设计更加复杂精妙，” Ryan说道。

“过去，在针对传统制造方法设计零件时，我必须对加工时所用刀具的尺寸和形状了如指掌，而且对于一些特殊的设计特征，还要考虑额外增加加工时间。现在，利用3D打印技术制造轮毂盖，我可以随意增加任何想要的细节特征，而且加工时间保持不变——对于传统加工方法而言，这是难以想象的。”

轮毂盖设计完成后，雷尼绍澳大利亚子公司为斯威本理工大学赛车团队制造了9件成品，其中8件安装在两套比赛用车轮上，剩余的1件安装在一个测试用车轮上。整个钛合金轮胎套件的设计主旨是尽可能减少相关组件的后处理工作量。完成增材制造加工后，Ryan首先将零件连同加工托盘一起放入真空炉内进行处理，以释放累积的应力，然后使用电火花线切割工艺将零件从托盘上取下，最后对其表面进行喷砂。至此无需再进行任何其他的后处理或加工作业。

结果

新的设计使用钛合金轮毂盖替换了铝制轮毂盖，并且配上了宽度更大的碳纤维轮箍，这使得每个车轮的重量减少了20%，转动惯量因此降低了75%，赛车的加速和制动性能得以显著提升。采用增材制造技术制成的轮



Ryan Wise认为新的车轮看起来“令人印象深刻”。

部件的打印过程十分轻松简单，而且制造速度比我们制造上一组铝制轮毂盖要快得多。部件的高光洁度表面令我惊讶不已，我们已无需再进行任何精加工。



斯威本理工大学赛车团队与2016年度参赛赛车合影。

轮毂在保持赛车安全性的同时，使每个车轮的总重量减少了1 kg，赛车的整体性能因此显著提高，车队的比赛成绩恰恰说明了这一点。

雷尼绍增材制造技术的一大优势是能够使用钛金属材料。“考虑到初始金属切削坯料的成本以及需要的加工时间和经验，我们在使用传统制造方法加工车轮时根本没有考虑钛金属材料，” Ryan解释道。

“部件的打印过程十分轻松简单，而且制造速度比我们制造上一组铝制轮毂盖要快得多。部件的高光洁度表面令我惊讶不已，我们已无需再进行任何精加工。”

“我想有些人看到这么薄的轮毂盖肯定会有所质疑，” Ryan补充道，“我承认，当看到我们旁边的车队在比赛中报废掉一个轮毂盖后，我也曾感到非常担心。但最后的赛道成绩证明我们的轮毂盖非常坚固。这要感谢雷尼绍，帮助我们制造出符合性能要求的部件。”

除为车队获胜做出贡献外，Ryan自己也在与雷尼绍

的合作中受益匪浅。“今年年初，我对金属增材制造还一无所知，”他坦言道，“但我很快便了解到，与其他制造技术一样，增材制造也需要在设计阶段就考虑到这一技术的加工特点。

在参加完雷尼绍提供的几次培训后，我更加了解了3D打印系统的工作原理以及可能出现问题的地方，现在，我能够快速对设计进行调整，使它更具可行性。

我们研究过一些独特的设计小技巧，比如在内部网状结构周围打印部件外表面，以减轻重量并降低热应力。在了解了技术特点之后，我发现拿出一个既轻巧又实用的设计是件轻而易举的事情。”

Ryan希望在今年的比赛中能看到更多的车队使用金属增材制造技术。“我已记不清到底有多少人来过我们的维修站了，他们就是为了看看我们的新车轮，”他说道，“这些车轮给所有人都留下了深刻的印象，而且在整个比赛中从未出现过问题。”

详情请访问www.renishaw.com.cn/swinburne

雷尼绍（上海）贸易有限公司
中国上海市静安区江场三路288号
18幢楼1楼
200436
T +86 21 6180 6416
F +86 21 6180 6418
E shanghai@renishaw.com
www.renishaw.com.cn

如需查询全球联系方式，请访问 www.renishaw.com.cn/contact



扫描关注雷尼绍官方微信

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。

©2017-2018 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产品名称均为其各自所有者的商品名、商标或注册商标。



H - 5650 - 6845 - 01

文档编号: H-5650-6845-01-A
发布: 2018.02