事实

挑战

设计和生产可以在发出热量的发动机上直接散热的功能集成式冷却水套。

解决方案

利用 EOS M 290 进行不同聚酰胺测试元件和带集成冷却通道的最终组件的增材制造。

结果

- 功能：将冷却和传动装置/车轮支架集成在一个组件中
- 重量轻：重量减少16%，性能提升
- 有效：冷却性能比上一季度的赛车提高37%

胜利：电动机的冷却套采用增材制造技术生产，对确保赛车在长距离测试中发挥充分的性能，稳固 GreenTeam 车队在Formula Student Germany总体排名第二的位置起到了关键作用（由Stuttgart University GreenTeam 车队提供）。

领先地位—带水冷电动机的赛车让学生们在颁奖台上拥有一席之地

e-Manufacturing Solutions

利用增材制造技术生产的带内部螺旋结构的铝冷却套可有效增强冷却效果

简介

GreenTeam 是正式注册的协会，是the University of Stuttgart的两支Formula Student teams之一。它成立于2009年，由来自the universities of Stuttgart ,Hohenheim, Stuttgart Media University和FOM Hochschule大学的学生组成。

其它信息

www.greenteam-stuttgart.de

“汽车接力赛已经证实了我的推测，即仅用两轮驱动的汽车只不过是个应急的方案。”赛车传奇人物 Walter Röhrl 的这些话也反映了 GreenTeam 车队（the University of Stuttgart的两支Formula Student teams之一）的信念。对于他们 2013/2014 赛季的赛车，年轻的工程师们选择了电动机靠近每个车轮的四轮驱动设计。车队由 52 名大学生组成，他们不仅将创新技术应用到汽车动力上，还应用到了汽车的制造上。冷却系统的核心组件采用 EOS 支持的增材制造技术生产。

挑战

Formula Student Electric（FSE）的宗旨基本上是教育性的，成功最终要以单圈成绩和胜利来衡量。电动机扭矩很大，因此可以提供极佳的驾驶选择。另一个优点是它们的尺寸相对较小。由于电动机的功率密度大，冷却概念的选择和设计对引擎的性能和效率有着很大的影响。出色的冷却会显著提高电动机的长期性能。这就使得发动机更小，从而大大减轻了重量。

除了发动机功率可以转换这一优势外，当代的汽车电子技术允许对每个车轮进行单独配置，从而确保各个车轮发挥出最佳的牵引力。然而，这样的设计也有其缺点。其中之一便是由于可用空间相对较小，散热效果有限。此外，发动机在接近制动系统的地方释放热量。总之，温度积聚和解决手段的缺乏带来了巨大的挑战，最重要的选择仍然局限于气冷和水冷之间。在 2012/2013 赛季，GreenTeam 车队选择了水冷，这种概念被证实非常有前途。

尽管如此，上一年度的赛车还是得应付热量积聚的问题。“水冷并没有完美地发挥作用，”该车队从事动力传动系的一个成员 Dominik Schäfer 说。“很明显，我们必须更深入地研究发动机冷却概念。”他们发现高温主要是由热传递和对流造成的。“原因在于水通道的几何形状。水流速度低的地方已经形成了热点，”Schäfer 继续说道。设计选择仍然很有限，一方面是因为空间有限，另一方面是制造工艺本身的限制。

得益于该铝组件，冷却效果提升了37%。这一成绩是优化冷却流程和改善散热的结果（由EOS GmbH 提供）。

解决方案

同样是增材制造技术指出了解决问题的途径。一个原因是几何形状的结构带来的高度灵活性。另一个是能够快速且经济地生产较小系列组件的能力。该工艺使 GreenTeam 能够生产三种不同形状的冷却装置，不仅能够在模拟中进行测试，还可以用聚酰胺 PA2200 进行实际生产。其目的是以最小的泵吞吐率实现充分的冷却。当然，较大的泵会增加压力和水的流速，从而改善冷却效果。然而，这样做需要更多的能量，电瓶重量或泵本身的重量也会相应增加。克服这一困难的最佳方法是完善冷却管路的几何形状。

Schäfer 利用计算流体动力学（CFD）软件测试了不同形状的冷却水套。最终的组件看上去像个杯子。冷却盘管是内壁上的通道，相当于一个粗牙螺纹。当电动机滑入圆筒式的杯中时，这就变成一个水密性冷却管。制造具有必要精度且生产数量有限（每个车轮只需一个）的复杂组件并不是件简单的事。值得庆幸的是，EOS 可以帮助解决这一问题。

“生产原来可以既快又简单，”Schäfer 解释道。“设计数据的

传输也没有任何问题。”利用 EOS M 290，用细金属粉末通过高精度激光的方式逐层建造该组件。所采用的金属 EOS Aluminum AlSi10Mg 非常适合手头的这项任务，因为它结合了机械和热耐用性，重量轻，所以非常适合用于赛道。在很短的时间内，车队就能够从 Schäfer 构思出的螺旋几何形状的优点中获益，它已经证明了自身超越其它蜂窝和曲折结构的价值。

结果

除了内置冷却通道，完成的组件还有其它优点，即冷却水套与变速箱凸缘和车轮支架集成在一起。除了部件结实的优点外，总重量也减小了，并且由于单独部件更少，最终装配也没有那么复杂了。进水管支架和排水也被纳入设计之中。其结果是，年轻的工程师们能够使重量比上一年度的车减少16%—这是实现更快车速和耐久性试验的一个决定性因素，耐久性试验是 FSE 非常关键的一部分。最终的重量只有 370 克。更重要的是，冷却效果得到了改善：性能较 2012/2013 赛季提高了37%。

Nikolai Zaepernick 是 EOS 战略与业务发展部的负责人。除了该技术带来的直接优势，他还看好其未来的潜力。“专家预测到电动性有着更好的未来。公路用车中的轮毂电动机为面临该系列赛事的选手们带来了类似的挑战。我们很高兴地了解到，聪明的人们已经在成功地解决该领域出现的这种问题了。”

回到赛道上，其优点是大家都能够看到的。GreenTeam 车队在 Formula Student Germany（FSG）的一次飙车大赛上打破了世界纪录！赛车仅用了 3.36 秒就跑完了 75 米的距离。Walter Röhrl 曾经将其奥迪四驱 S1 的加速情况总结如下：“就像你在等红灯时有人撞上你的后背一样。”也许年轻的工程师们在赛道上创下新的世界纪录时曾分享过赛车传奇的想法。

“在 2013/2014 赛季，我们的车队取得了优异的成绩，包括Formula Student Germany 总积分第二名和Formula Student China.第一名。我们的车表现极为出色。带轮毂电动机的四轮驱动车被证明是性能方面的正确选择，而通过增材制造技术生产的冷却水套也是取得所需散热效果的理想方式。与去年相比，我们成功地减少了热量积聚，而 EOS 技术对这一成绩的取得起到了重要的作用。”

Dominik Schäfer，Stuttgart University GreenTeam 车队传动系工作小组成员

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

其他 EOS 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 32 552 82 31

EOS 北欧和波罗的海
电话：+46 31 760 46 40

EOS 北美
电话：+1 248 306 01 43

EOS 新加坡
电话：+65 6430 05 50

EOS 大中华地区
电话：+ 86 21 602307 00

EOS 英国
电话：+44 1926 62 31 07

www.eos.info • info@eos.info

Think the impossible.You can get it.

e-Manufacturing Solutions

2015年3月的状态。技术数据如有更改恕不另行通知。EOS 已通过 ISO 9001 认证。