

激光界  
01:16

通快集团激光技术杂志

THE LASER MAGAZINE FROM TRUMPF

# 未来晴万里

改变天气，抗击疟疾：  
激光在未来将有怎样的发展

# 01:2016

出版商 TRUMPF GmbH + Co. KG,

Johann-Maus-Strasse 2, 71254 迪琴根/德国; [www.trumpf.com](http://www.trumpf.com)

出版人 工程学名誉博士 Peter Leibinger

主编 Athanassios Kaliudis,

电话: +49 7156 303 – 31559, [athanassios.kaliudis@de.trumpf.com](mailto:athanassios.kaliudis@de.trumpf.com)

销售部 电话: +49 7156 303 – 31559, [laser-community@trumpf-laser.com](mailto:laser-community@trumpf-laser.com),

[www.trumpf-laser.com/laser-community](http://www.trumpf-laser.com/laser-community)

编辑 pr+co GmbH, 斯图加特/德国, Martin Reinhardt, Florian Burkhardt

作者 Florian Burkhardt, Norbert Hiller, Tina Hofmann,

Athanassios Kaliudis, Martin Reinhardt, Julian Stutz, Anton Tsuji

摄影 DanD 摄影+摄像, Erik Jacobs, Angelika Grossmann, Simon Koy

设计与制作 pr+co GmbH, 斯图加特/德国;

Gernot Walter, Markus Weißenhorn, Martin Reinhardt

翻译 Burton van Iersel & Whitney GmbH, 慕尼黑/德国

重新制作 Reprotechnik Herzog GmbH, 斯图加特/德国

印刷 frechdruck GmbH, 斯图加特/德国



本期杂志介绍了一些业内较为少见的激光应用，可以帮助我们启发灵感、拓展思路，当然，还可以带来很多乐趣！你会发现，这些独特的应用通常出现在小众市场，有些甚至会让人觉得不可思议！激光切割已经发展为一种标准的加工工艺，虽然不可避免地失去了一些神秘色彩，但却成为了一项利润丰厚的业务。这项业务有两种需求：使用广泛的标准应用和独特的小众应用。

事实上，小众领域衍生了很多创新，而反之，大众市场中的应用对小众领域也同样具有借鉴意义。独特的小众应用还可以引导人们体验 5 年或者 10 年后的未来世界，帮助人们拓宽视野。这些引人注目的应用令人着迷，也为我们带来源源不断的灵感。

## 吸引，激励

?

您对最新一期的激光界有什么建议或意见吗？

请联系我们：

LASER-COMMUNITY@TRUMPF-LASER.COM

小众和大众市场的平衡很难把握，我们既要尝试新事物，又不能超出自身的能力极限。也就是说，如果确定一项业务不能带来盈利的产品，那么停止开发这项产品同样重要。我个人认为这是最困难的问题之一。在这方面，与多个机构合作伙伴共同开展针对具体项目的研究至关重要。过去，我们的行业一直在成功地实践这一方法，并且实现了可观的利润，未来，我们还将继续遵从这一原则。为此，我们将在 2016 年 9 月 20 至 22 日举行 CODE\_n 创新节，加深与新老合作伙伴的交流，一起分享经验，拓展思路，为光电事业的未来发展创造新的推动力。

激光及激光应用虽然属于纯粹的科学范畴，但同样可以创建情感的连接，我非常希望我们的读者也能从字里行间感受到这些情感。我们将一如既往地感谢大家提供的所有反馈。

**PETER LEIBINGER, D.ENG.H.C.**

董事会副主席

激光技术/电子部门主管

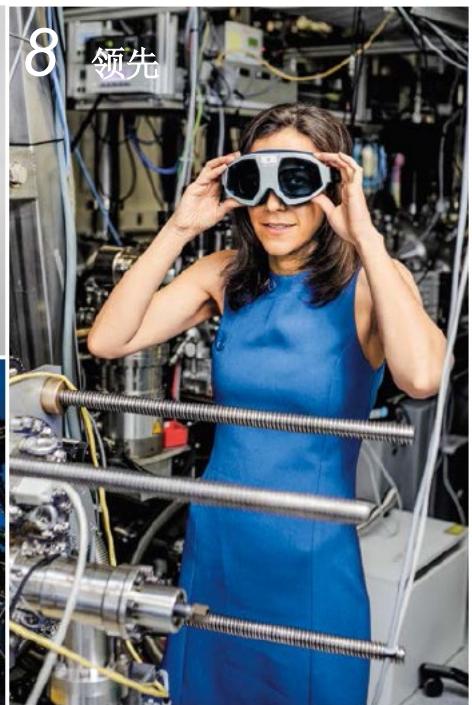
peter.leibinger@de.trumpf.com



6 力量



7 荣耀



8 领先



10 天气研究

激光界

技术

力量：  
**人类 vs 蚊子**

第 6 页

荣耀：  
**您好,会长**

第 7 页

领先：  
**第三代**

第 8 页

了解更多：  
**最新研究**

第 23 页

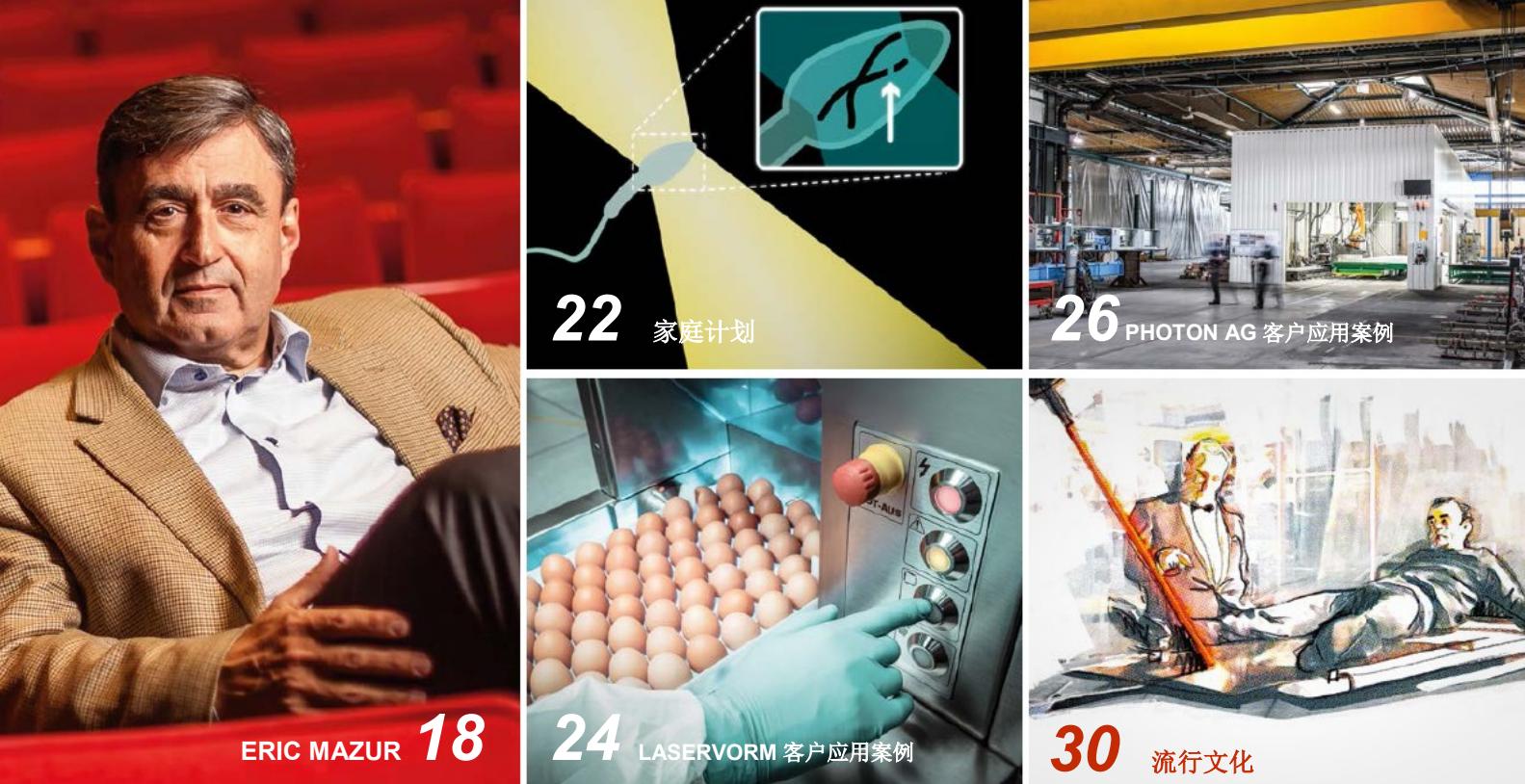
**是时候聊聊天气**

物理学家希望通过向云层发射激光更好地了解天气，甚至改变天气。

第 10 页

**渴望孩子！**

利用激光提高人工授精成功率。第 22 页



见解

应用

“在实验室中最有趣的事就是发现各种偶然。”

哈佛物理学教授 Eric Mazur 介绍发现黑硅的过程和好运的眷顾。  
第 18 页

**詹姆士·邦德  
和激光材料加工技术**

1965 年的电影《金手指》预见未来的创新。  
第 30 页

**红色公共汽车的发展**

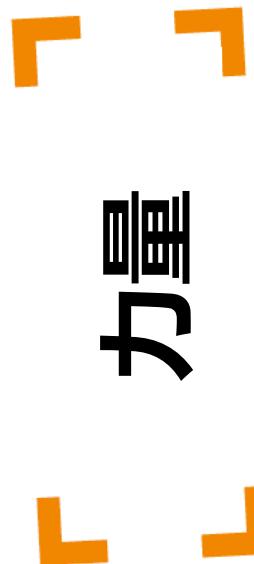
比亚迪使用激光技术焊接电动汽车的电池。第 16 页

**开蛋利器**

Laservorm 公司帮助制药业在不带入细菌的情况下进入鸡蛋内部。  
第 24 页

**铁路制造**

Photon AG 公司采用之前仅用于制造汽车的方法制造火车。第 26 页



## 人类 VS 蚊子

蚊子是人类最大的天敌，身材小巧，呈褐色，很难捕捉。不过研究人员如今开发出了新的武器，希望最终能借此占据上风，打败这些入侵者。

这场战争已经持续了几个世纪——仅 6 毫米长的吸血生物对阵庞大的对手。这些入侵者行动迅速敏捷，对手的打击常常落空。被这种昆虫咬上一口就可能致命，全球每年约有 60 万人丧命于此。其致病源是携带疟疾的疟蚊，它们传播的这种热带疾病通常是致命的，特别是在撒哈拉沙漠以南的非洲发展中国家。如不能得到治疗，短短几天时间疟疾便会导致患者死亡。

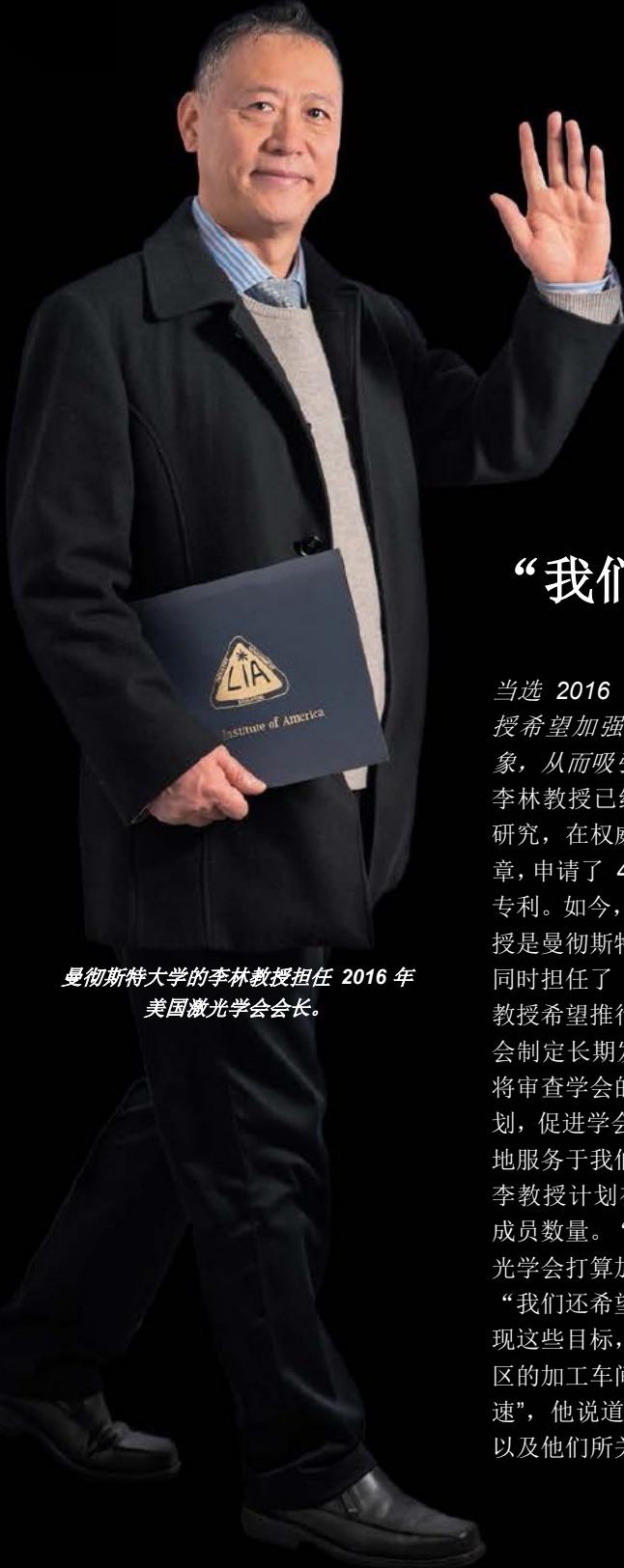
嗡嗡嗡……噃！这  
只雌蚊子没能通过  
激光栅栏。

确保安全的唯一方法就是避免被蚊子叮咬。要做到这一点只有靠蚊帐和杀虫剂。这两种防御方式都只能用于室内，而且蚊子能够快速产生抗药性。但比尔与美琳达·盖茨基金会的最新研究为我们带来了希望：“光子栅栏”可以用激光杀死蚊子。当蚊子飞入光栅保护区时，例如学校、医院或村庄等，两侧栅栏上的摄像头就会检测到入侵者在栅栏间灯光下的阴影。系统会马上向昆虫发射非致命性激光束，并根据反射光确定其大小和翅膀扇动的频率。这些信息会帮助系统判断入侵昆虫是否是疟蚊并确定其性别。这是个重要的区别性因素，因为只有雌蚊才会咬人。一旦确认是雌性疟蚊，系统就会发射第二道致命性激光束，消灭飞行中的目标。

该栅栏使用的所有组件都是经济的消费电子产品，低廉的价格使其有望应用于疟疾肆虐的地区。谁能想到和疟疾抗争的决定性武器会是蓝光播放机的激光二极管呢？■



荣耀



曼彻斯特大学的李林教授担任 2016 年  
美国激光学会会长。

## “我们已经制定好了战略！”

当选 2016 年美国激光学会会长的李林教授希望加强学会的管理,提升在亚洲的形象,从而吸引更多成员。

李林教授已经从事了 20 年的大功率激光研究,在权威科学杂志上发表过 340 篇文章,申请了 47 项激光材料处理和光子科学专利。如今,他又迎来了新的挑战。李林教授是曼彻斯特大学激光加工中心的创始人,同时担任了 2016 年美国激光学会会长。李教授希望推行改革:“我们正为美国激光学会制定长期发展战略”,他说道,“我们还将审查学会的财务状况,制定全面的财务规划,促进学会的健康发展,从而在今后更好地服务于我们的成员、激光界以及社会。”李教授计划在任期内增加美国激光学会的成员数量。“为了吸引更多的成员,美国激光学会打算加强成员服务,”李教授表示,“我们还希望提高学会的国际形象”。为实现这些目标,他把目光放在了美国和亚洲地区的加工车间。“亚洲激光界的发展非常迅速”,他说道,“我迫切希望了解更多信息以及他们所关注的内容。”

李林教授于 1959 年生于中国沈阳,在 1982 年获得了大连理工大学控制工程专业学士学位,这为他将来的科学生涯打下了基础。1985 年,他前往英国学习激光技术,并于 1989 年获得了伦敦帝国学院的博士学位。李林教授在利物浦大学担任了 6 年助理研究员之后移居到了他的第二故乡曼彻斯特。正如李林教授所说:“正是在曼彻斯特,欧内斯特·卢瑟福和尼尔斯·玻尔首次发现了原子结构,阿兰·图灵发明了第一台可编程计算机,改变了世界的工业革命也是从这里起源的。”他的爱好仍保留着浓郁的中国风:在一个演奏中国音乐的乐队中吹长笛、拉二胡、打太极。2013 年,李林教授当选为英国皇家工程院院士,并荣获了享有盛名的弗兰克·惠特尔奖章。■

联系方式: lin.li@manchester.ac.uk

## “更强、更快、更短”

所有物理学家、医生、化学家都希望激光脉冲更短、能量更大，也都希望研究宇宙中最微小的过程。Hanieh Fattahi 博士展示了如何做到这一点。”

这里说的是“第三代飞秒技术”。第三代飞秒技术是什么？

第一代飞秒脉冲来自染料激光器，可以产生不同的频率。但是，尽管能产生超短脉冲，却无法增加脉冲能量或平均功率（也就是重复频率）。随后是基于钛-蓝宝石的激光技术。这种技术必须在脉冲能量和重复频率之间做出选择。两者无法同时实现，因为晶体会过热。第三代技术能够产生大量非常短的高能脉冲，重复频率也很高。

它的工作原理是什么？

第三代技术基于 OPCPA——光学参数啁啾脉冲放大。要充分利用 OPCPA 就需要泵浦源，而且要可扩展且稳定。幸运的是，通快 turn-key Ytterbium——YAG 薄片激光器可满足这一要求。该激光器可以在 900 飞秒内产生可靠的脉冲，并自由升级重复频率和能量。我们会放大这一高能薄片激光器发出的脉冲，并通过相干合成总体缩短 1000 倍。我在论文中展示了怎样获得以下参数：持续时间超过一个周期的超短脉冲、太瓦级峰值脉冲能量、百瓦级平均功率和 500 到 1000 赫兹的重复频率。这在以前是无法做到的。

您能说明一下您是怎样做到的吗？

我们需要一个非常广泛的色谱。脉冲结合的频率分量越多，就会越短。不过，OPCPA 也有物理限制：只能同时放大少量频率。所以我设计了放大器设置来解决这一限制：我将激光脉冲分为不同的频率分量，使每个分量都通过一个单独的放大器。你可以理解为多通道 OPCPA 系统。这样我就能获得各种不同频率的高能超短脉冲，然后使用波形合成器重新同步它们。

那结果是什么？

一个光谱带宽包含数个倍频的亚周期脉冲。采用这种方式，我们可以将激光脉冲的持续时间压缩到 500 阿托秒。所以我们实际上可以直接通过 OPCPA 和 Ytterbium——YAG 薄片激光器获得阿托秒脉冲！

您的研究目标是什么？

我们想使用这些经过压缩和放大的激光脉冲生成更短的阿托秒脉冲。为此，我们把脉冲聚焦到惰性气体束上，加快气体原子中电子的运动速度。当电子回到基态后，就会发射出阿托秒脉冲。目前我们从惰性气体原子获得的最大光子能为 200 电子伏。不过，凭借第三代飞秒技术，我们有望将这一数字提高到 1000 电子伏以上。在实验室中获得千电子伏——所有高能物理学家的梦想！

更短的阿托秒脉冲可以做什么？

它们可以帮助我们看到固体原子中电子的运动，并将其拍摄下来！阿托秒脉冲在其中的作用就好像照相机快门。如果我们能由此更好地理解光和物质的相互作用，那么终有一天，我们将制造出能够以难以置信的速度开关的光敏晶体管，实现超快速运算。

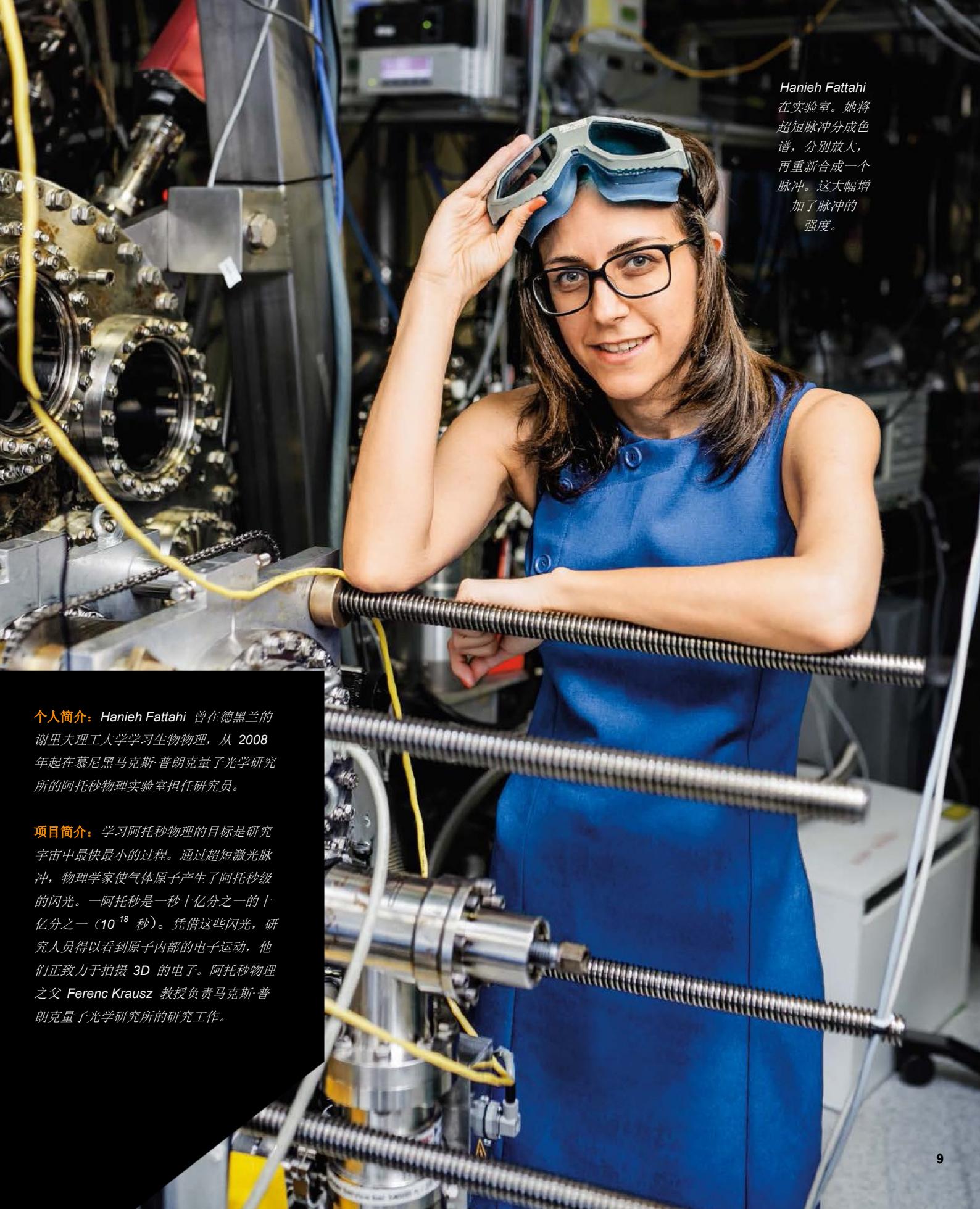
激光脉冲放大器将脉冲压缩了千倍。

是什么激励着您？

我希望有一天能看到原子的内部结构，我喜欢深入挖掘。你知道，对研究人员来说，大概有 95% 的日常生活都是非常单调乏味的，就是设置激光器或者修理有问题的部件。但是在另外 5% 的时间里，如果一切顺利，取得进展——这种感觉实在是美妙了，你会感到所有的付出都是值得的。



*Hanieh Fattahi*  
在实验室。她将  
超短脉冲分成色  
谱，分别放大，  
再重新合成一个  
脉冲。这大幅增  
加了脉冲的  
强度。



**个人简介：***Hanieh Fattahi* 曾在德黑兰的谢里夫理工大学学习生物物理，从 2008 年起在慕尼黑马克斯·普朗克量子光学研究所的阿托秒物理实验室担任研究员。

**项目简介：**学习阿托秒物理的目标是研究宇宙中最快最小的过程。通过超短激光脉冲，物理学家使气体原子产生了阿托秒级的闪光。一阿托秒是一秒十亿分之一的十亿分之一 ( $10^{-18}$  秒)。凭借这些闪光，研究人员得以看到原子内部的电子运动，他们正致力于拍摄 3D 的电子。阿托秒物理之父 *Ferenc Krausz* 教授负责马克斯·普朗克量子光学研究所的研究工作。



激光可以留  
住晴天吗？



# 是时候 聊聊

湍流研究员 **Eberhard Bodenschatz** 向云层发射激光以探究为什么会下雨的谜题。

与此同时，非线性光学专家 **Jean-Pierre Wolf** 希望借助激光来自主控制天气。

# 天气

在德国海拔最高的建筑中，高科技设备随处可见。**Schneefernerhaus** 位于海拔 2656 米的祖格峰，前身是一家面向游客的酒店。20 世纪 90 年代，科学家将这里改造成了环境研究中心。如今 通快公司的超短脉冲激光也登上了祖格峰。哥廷根马克斯·普朗克动力学与自组织系统研究所实验物理学教授 **Eberhard Bodenschatz** 为其在阿尔卑斯山的实验室购置了该设备：“我们希望借助激光揭示云层中水滴和冰粒子的动力学特性，从而准确了解其中的情况。”

## 用视频捕捉湍流区块

激光器的传导光纤穿过实验室天花板一直连接到屋顶平台，那里有一个啤酒箱大小的耐候性防水容器。容器放置在一条七米长的轨道上，里面安装有 4 个高速摄像头。实验室中的研究人员和屋顶上的测量设备都在等待着天气恶化，然后在有云层穿过屋顶时开始收集数据。光学系统将激光光线的直径放大到五厘米，激光脉冲与装有摄像头的容器呈直角投射到云粒子上。前向散射使光脉冲照亮了粒子，摄像头会记录距离镜头约 60 厘米处的立体图像。为制作云粒子的三维视频，这一高科技容器会沿轨道与云层同步运动(# 1)。这样摄像头便可以追踪单个云粒子，并以每秒 15,000 张图片的速度拍摄。计算机立刻将这些图像转化为 3D 图片。测量仅需 1 秒就能完成。然后容器会回到起始位置，重新开始整个流程。研究人员通过这种方法拍摄小湍流区块（几立方厘米大小），研究在 1 秒时间内小小的云粒子发生了什么。“每次测量都会追踪 300 到 1,000 个单独的云粒子，所有粒子都只有几微米大。我们在自己的风洞开展这项研究已经有一段时间了，今年夏天，我们将使用新的激光器首次测量祖格峰上真正的云层”，**Bodenschatz** 说道。

## 激光闪光

为了看清涡流水滴的运动，**Bodenschatz** 和他的团队需要大量光线。“所以我们需要超短脉冲激光，每秒提供多达 50,000 个闪光，而且每个脉冲拥有 40 毫焦耳



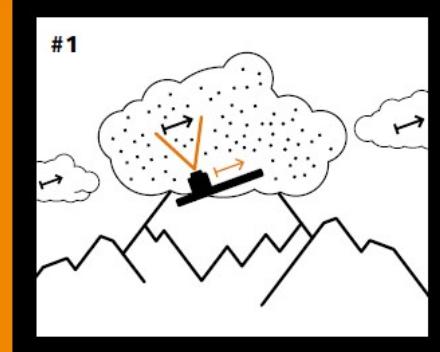
**“我希望最终能知晓混合湍流的根本原因，而云是完美的测试环境。”**

马克斯·普朗克动力学与自组织系统研究所  
**Eberhard Bodenschatz** 教授

能量。这些参数为测量区提供了足够的光子，从而可以看清涡流水滴”**Bodenschatz** 解释道。他强调，激光脉冲对水滴本身几乎没有影响：“它们最多会变热一点，而这对它们的运动完全没有影响。”**Bodenschatz** 正在开发另外一项实验，在更大规模内研究水滴在云层中的分布。他的想法是将高速摄像头挂在长绳上，利用结合气球、风筝特征的 **Helikite** 直接送入云层。“我们在下方呈扇形将高强度绿色激光发射到约 100 米处的云层中，这样就能看到湍流。利用通快公司的激光器，我们终于获得了符合要求的光源”。(# 2)

## 三个待解谜团

虽然在天气上的发现非常令人着迷，但 **Eberhard Bodenschatz** 还有更远大的目标。他几乎将整个职业生涯都投入到了涡流通量的研究中。“我们在这个物理领域已经有了一些发现，但是这个过程非常复杂，我们所了解的只是冰山一角。而对于湍流中的惰性（例如重）粒子，我们还一无所知！所以唯一的办法就是在湍流中收集粒子数据，然后进行数据统计分析。云层非常适合研究这些复杂的过程，因为它们是自然生成的，而且只含有 4 种成分：水蒸汽、冰、悬浮微粒（气雾），当然还有空气。”我的目标是了解混合湍流中的碰撞和蒸发是如何发生的。”**Bodenschatz** 还希望能由此了解其他混合过程，例如洋流、工艺喷剂甚至内燃机。例如柴油机的燃烧过程就混合了几千种单独的成分。“了解云也能增进我们对燃烧的了解。”



在云中测量湍流

云本身还隐藏了另一个谜团。只有在空气中悬浮的大量小水滴结合成为较大的雨滴时才会下雨。这就产生了一个根本问题，小水滴是怎样形成大水滴的呢？“物理学家现在还无法解答这个问题。水滴比空气要重，在旋转时会以一定的角度分散。单这个过程而言我们是非常了解的，但我们并不了解湍流的‘路径’，它们每时每刻都在变化”Bodenschatz 说道。“这些水滴就好像坐在你可以想到的最狂野的过山车上。现在我们感兴趣的是发生了多少碰撞，这些碰撞又是如何导致了大水滴的形成，然后使它们向下掉落，沿途吸收大量的小水滴”。

湍流中的小粒子是如何形成大粒子的这个问题还与行星的形成有关。“按照我们目前的模型，我们会得出一个结论——空间中不应含有任何直径超过 1 米的团块，因为它们会在碰撞中裂开。如果要产生能把物体凝聚起来的引力，团块的直径至少要有 100 米。”显然我们知道行星是存在的，但这是怎么做到的？我们希望这些关于湍流粒子的实验能帮助我们了解我们的世界最初是怎样形成的。”

增进对云的了解还有一些立竿见影的实际好处，比如提高了雨雪天气预报的准确度。“雨云产生雨水的速度比我们目前的模型所预测的要快 10 倍，我相信这也和湍流有关。”

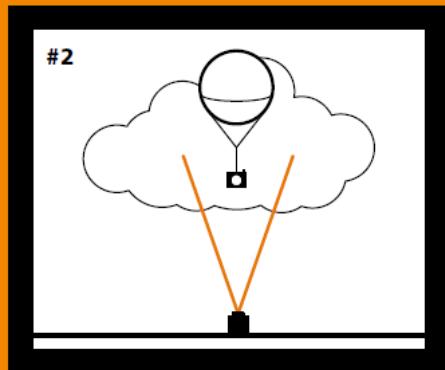
对于气候研究人员来说，云的形成是最重要的问题之一。现在有很多科学家都在努力建立更好的气候模型，Bodenschatz 的工作也是其中的一部分。“研究很快就会更进一步：用不了多久气候变化就会日益显著，届时，我们将不得不积极介入到天气的形成过程”。

## 延长焦点

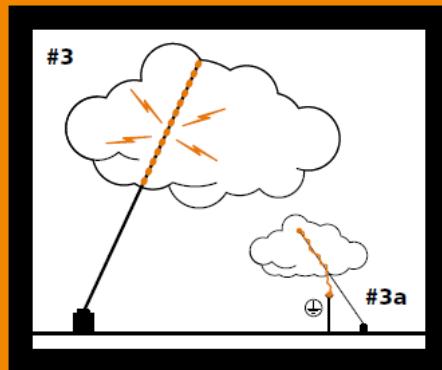
日内瓦大学的 Jean-Pierre Wolf 已经到达了这个阶段。他希望能使用激光束影响云的形成并控制闪电。这位瑞士的非线性光学专家是在研究空气和高功率激光束的反应时产生的这个想法。他的研究结果显示空气发生了离子化。这是因为克尔效应导致的自聚焦现象：高强度激光束的磁场强度影响了空气的折射率，空气就成为了激光束的聚焦透镜。由此产生的高强度电离了空气，电子被释放出来，散焦激光束，然后整个过程又重新开始。激光束仍保持稳定，不断进行自聚焦。“有了合适的光源，我们就能把焦点延长到 100 米。”Wolf 说道，“电离产生的等离子体通道，也就是光丝，就是我们用来影响天气的工具。”

## 使用激光在云中触发闪电

Wolf 目前在研究 3 个关于这种光丝的应用，其中第一个就是在云中触发闪电。“光丝触发放电，闪电就会沿着通道形成。所以，除了触发闪电，我们还可以定向放电。”Wolf 说道。这为 Wolf 提供了 2 种避免雷云风险的方法。他可以在云中触发不会到达地面的闪电，并不断为云放电，直到它稳定下来 (# 3)，或者使用光丝将闪电引导至地上的标准避雷针 (# 3a)。“人们对加强保护的需求很大，仅仅在美国，每年因雷暴天气和闪电袭击导致的损失就高达 50 亿美元，主要是因为空中交通的中断和飞机及电力线的损坏。”Wolf 希望能在机场和发电厂周围安装固定的激光系统，从而在靠近的雷雨云造成损害之前将其放电。“我想我们在 5 年内就能做到这一点。



生成水滴  
分布可视化



放电  
雷雨云

使用激光进行  
云探测和天气控制

这个方案在实验环境下运行完美，在户外的测试也获得了成功”。成功的关键在于选择合适的光源。“我们需要最高脉冲能量为 1 太瓦的飞秒激光和超过 1 千赫兹、高且稳定的重复频率。通快科学激光部正为我定制开发一个可以满足这些要求的激光器”。这项合作源于慕尼黑的通快实验室进行的闪电传导试验测量。

## 延迟降雨

激光产生的光丝还能以其他方式影响天气。Wolf 将水蒸汽转变为了悬浮在空气中的小水滴，换言之，就是制造云。为了让水蒸汽在空气中凝结，需要可以承载相变的表面，比如灰尘或沙子等悬浮颗粒。“用高功率激光电离可以提高悬浮颗粒的亲水性，吸收更多的湿气，形成原本没有的水滴”。Wolf 说道 (#4)，“我们还不能让这种云下雨，造出来后，它会随着时间自然消失”。不过 Wolf 成功地在实验环境下延迟了雨云降雨的时间。为此，他运用了 Eberhard Bodenschatz 研究出的原理，该原理中提出小水滴不会掉落。通过让云中的悬浮颗粒具有吸水性，Wolf 确保了水分会分散在多个表面上。“这些水滴会分散开来，重量减轻后便不会再下落

# “如果我们正确使用激光，就有望在未来消除闪电袭击造成的损害。”

日内瓦大学 Jean-Pierre Wolf 教授



### 联系方式:

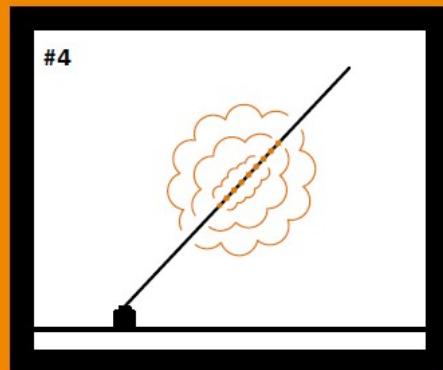
Eberhard Bodenschatz 教授: eberhard.bodenschatz@ds.mpg.de  
Jean-Pierre Wolf 教授: Jean-Pierre.Wolf@unige.ch

到地面。未来，可以利用这种技术延迟雨云降雨的时间，等它们飘到干旱地区上空时再下雨，从而帮助我们抗击干旱和洪水。”Wolf 解释道，他已经设想出了这种技术的运用前景。

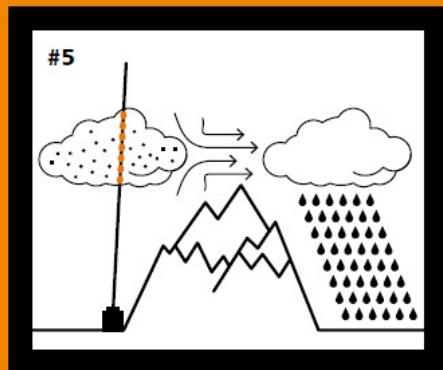
(# 5)

## 在云上钻孔

Wolf 还希望利用光丝改善卫星和地面卫星接收站之间的通信，避免现在因云雾遮挡而阻断的现象。在实验中，Wolf 偶然发现了更进一步的电离现象。空气分子的温度突变会引起震动，突然产生一个声波。“我们可以利用这种音爆把云雾中的水滴推到一侧，基本上就是利用长激光聚焦在云上钻出一条通道。”这需要在非常短的间隔期内产生很多的独立震动。“所以这一应用的重点就是非常高的重复频率。”云上的孔洞可用于地球和太空之间的无障碍通信，而且数据也能够通过激光传送！



制造云

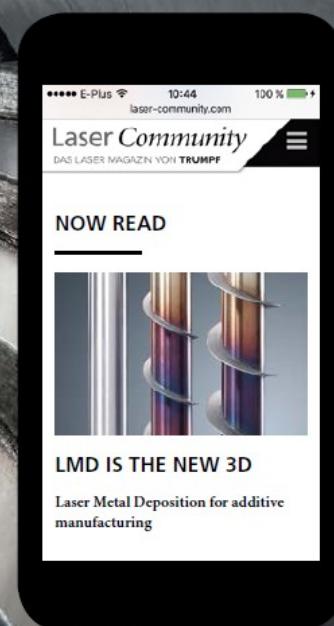


延迟降雨

# [laser-community.com](http://www.laser-community.com)



[www.laser-community.com/en/6297](http://www.laser-community.com/en/6297)



您可通过智能手机、平板电脑或电脑  
阅读更多相关信息。访问  
**[www.laser-community.com](http://www.laser-community.com)** 可阅读  
关于激光材料加工最新的技术和应用  
文章，例如关于增材制造的最新发展。  
您也可以浏览我们所有的历史文章，  
并向朋友或同事推荐。

# 红色公共汽车的发展

全球越来越多的城市选择使用比亚迪公司制造的电动公共汽车。

这家中国企业的优势之一就是独立的高性能电池制造技术。该公司采用激光技术焊接高敏组件。

伦敦繁忙的街道上穿梭着几千辆红色双层公共汽车，不过如果你仔细听一听，很快就会发现 16 号公共汽车有所不同。它们发出的不是一般的引擎轰鸣声，而是高声调的嗡嗡声。是的，这就是全球首款电动双层公共汽车。该种公共汽车的引进也是伦敦空气质量改善计划的一部分。全球越来越多的城市正在效仿伦敦提出的本地交通零排放构想，换上了环保的电动公共汽车。

## 未来属于电动汽车

中国企业比亚迪抓住了这一趋势，并进一步推动了它的发展。公司名称 BYD 意为“成就您的梦想”，展现了该公司的雄心壮志。2015 年，比亚迪向全球各地的城市售出了 7,500 台电动公共汽车，超过其他所有制造商。现在已经有 40 个国家的 160 多座城市尝试使用各种款式的比亚迪公共汽车，包括纽约、特拉维夫、蒙得维的亚、吉隆坡和伦敦。电动汽车创造更环保的未来。电动机不会排放有害的 CO<sub>2</sub>，比内燃机更加高效：汽油动力车辆的能量转换效率仅为 19%，而电动车则高达 64%。

## 亚洲制造

在几千公里之外，中国惠州市的西南部，比亚迪工艺部经理刘华平 带领访客参观了比亚迪生产电动公共汽车电池的三座工厂之一。“电池是这些车辆的核心组件，决定了公共汽车的行驶里程。它们必须存储尽可能多的能量，又不能太庞大或者笨重。”刘华平说道。

在电动车的设计中，最大的难题是蓄电池，而不是引擎。比亚迪作为电动公共汽车制造商获得了空前的成功，原因之一就在于该企业在电池领域声誉卓著。比亚迪于 1995 年开始生产可充电电池，但是直到 2003 年才把发展重心转至汽车领域。从电动机一直到方向盘和挡板，几乎所有组件都是在比亚迪内部生产的。该公司发展迅速，很快就成为中国最大的汽车制造商之一。2009 年，公共汽车加入其产品组合。比亚迪为这些车辆自主研发了磷酸铁电池。磷酸铁电池不易出现可能导致失火或爆炸的热逸散现象，比常用的锂离子电池更加安全。比亚迪开发的电池为可回收型，而且不包含任何重金属，因此更加环保。高效可靠的生产流程是满足对储能设备不断增长的需求，并保证交货迅速、价格实惠的关键。“焊接对于电池的生产流程至关重要，特别是要通过焊接连接接头，密封电池外壳。”刘华平解释道。



比亚迪为电动公共汽车自主研发了磷酸铁电池。它们比常用的锂离子电池更加安全。



比亚迪会根据焊接工作的特定类型分别采用适当的技术，包括电阻焊接、超声波焊接和电子束焊接。“不过对于需要高精度的应用，我们会选择激光焊接。”刘华平说道。

简单查看一下工厂的机器就能了解激光对该公司的制造流程有多重要。比亚迪在其电池工厂共安装了上百台通快激光器。刘华平拿出三个薄金属片展示了这一点：“我们大部分的焊接操作都是在厚度不超过2毫米的部件上进行的，这些部件采用铜、铝或铝合金制成。”所以为了避免损坏精细的电池组件，焊接流程必须尽可能减小对周围材料的影响。“此类流程的主要要求就是焊缝微细、热扩散低、内应力低并将变形降至最低。”刘华平走向TruDisk激光器时说道。

碟片激光器非常适合用于焊接铜或铝等高反射材料。所有电池单元之间的连接都是这样焊接而成的。

“通过调整激光束的焦点可以快速从一个焊点移动到另一个焊点。我们还能调整工作角度来避免损坏光学器件，”刘华平更详细地解释说，“我们使用脉冲激光密封电池外壳，因为焊缝绝不能漏气，而且在这个过程中不能产生过多热量，这可能会损坏电池的内部组件。”所选择的方法在连续的激光脉冲之间为材料保留了冷却时间，完全符合要求。

## 250公里

回到伦敦，此时16号双层公共汽车在行驶250公里后正在返回场站充电。充满电的电池可以轻松满足长距离行驶的动力要求，而在充电4小时后，公共汽车便可以再次出发。这绝不会是这座城市的最后一辆电动公共汽车：伦敦运输局计划到2020年再添加300辆电动公共汽车。

2014年10月，全球首款电动双层公共汽车在伦敦投入运行





“听着，我说：  
我们必须马上  
开始研究半导  
体！”



哈佛物理学教授  
Eric Mazur 介绍发现黑硅的过程和好运的眷顾

# Y

您原本想成为一名艺术家，后来却成为了物理学教授。这是为什么呢？

我不认为这两者的差距有多大！科学家和艺术家一样，他们都需要创造力，能够识别并准确表达各种模式。诠释一系列测量工作和画家熟练地绘制画面有异曲同工之妙。比如列奥纳多·达·芬奇既是出色的艺术家又是杰出的科学家。就我个人而言，我对这两个领域的追求都受到了家庭的影响。我的父亲是理论物理学教授，祖父是工程师。在我小的时候，他们总是给我一些科学书籍和工程工具。我的母亲是一位艺术史学家，教给了我很多关于视觉艺术和平面设计的知识。十几岁的时候，我真的很想成为一名摄影师或电影制作人，但是最后我选择了科学，因为这一直都是我在学校最擅长的科目。不过说实话，我想主要原因还是将科学作为事业要比艺术容易一些。但

我仍然有艺术性的一面。我喜欢摄影，还会花很多功夫将演讲所用的幻灯片打造成完美的设计。

您现在从事的工作是什么？有很多不同的内容。例如，我们的小组正在研究将光穿过零折射率的材料时它会有什么反应。我们开发了内嵌极小晶体硅柱的镀金透明光阻材料，并称之为超材料。我们发现，与普通材料相比，在穿过这种材料时，光的行为非

常不同。在我们新材料中，光子的基本行为和电子一样，这样我们便能够在纳米级范围以更简单、更高效的方式控制、弯曲和压缩光线。这是我们目前开展的项目之一，主要目标是制造出能够处理光信号的光学芯片。在制造出这种零折射率材料之前，我们就发现包括超短激光脉冲在内，光都是可以用“纳米线”进行引导的，这为拓宽纳米光子学的频率范围铺平了道路。我们还把研究扩展到了生物光子领域。例如，我们开发出了一种有效的方法，用光在细胞膜上打微孔并将基因材料植入细胞。而凭借超短脉冲激光，在一秒钟内，便能在数以万计的活细胞上打孔，有望为药物和医疗研究带来革命性的改变。

您从事了这么多不同领域的光学研究，您是如何不断地得到这么多发现的呢？

我想说的是：在实验室中最有趣的事就是各种偶然发现。所有这些发现都不是认真规划的成果。不过，我最近在一家中餐馆买单时收到了一块幸运饼干，上面写道：“好运来自良好规划。”这确实引起了我的思考。也许真正重要的是要给好运一些实现的机会。人们通常都以为研究是专注的、直线性的，但是尝试和探索可能同样重要。在我的研究小组中，我一直都鼓励尝试新事物和突破界限。

您可以举个例子吗？

1997年，我和我的研究小组发现了黑硅，这种硅具有非常好的吸光性，如今已应用于传感器和太阳能电池。当时我们在使用飞秒激光研究一氧化碳是怎样和铂表面反应生成二氧化碳的，这个反应会发生在汽车的催化式排气净化器上。这项研究由美国政府资助，已经持续了6年，当我第3次提交新一轮资金申请时，我觉得最好添加一些别的内容，不然可能会停止资助。于是我在申请中写道：“我们还将研究半导体等其他材料”。这让一名项目经理很感兴趣，于是致电向我询问更多细节。但我并没有具体的想法，就迅速提炼了一些。资助又延期了3年，你可以想象，我们就继续从事对铂的研究。可是，就在第3个资助周期快结束时，我突然紧张起来，因为我曾经承诺要研究半导体。我打电话给实验室的一个学生说：“听着，我们必须马上开始研究半导体！”我们从实验室的角落找出了一些硅晶元，我的学生从我的储气库找到一罐六氟化硫作为反应介质，然后用飞秒激光脉冲轰击硅的表面，硅就完全变黑了，比黑天鹅绒还黑。黑硅就这么诞生了。他打电话给我，我就和他一起进行了表面测试。这一偶然发现最终带来了一个全新的研究领域、一家新企业和创新的产品。

“在实验室中最有趣的事就是各种偶然发现。”

**生活学习** Eric Mazur 于 1954 年生于阿姆斯特丹。他曾就读于莱顿大学，并在 1981 年前往哈佛大学，师从诺贝尔奖得主、物理学家尼古拉斯·布隆伯根学习。

**激光** Mazur 最早将超短脉冲激光作为研究工具使用。1989 年，他在哈佛制造出了飞秒激光，成为系统研究飞秒激光脉冲在各种材料上反应的第一人。他的研究成果被广泛应用于医疗和工业领域。

**职业生涯** Eric Mazur 领导着哈佛的 Mazur Group，旗下约有 40 名员工。该团队的研究领域包括飞秒激光精密加工和纳米手术、非线性纳米光子学和科学领域的教学技巧。



看起来您的职业生涯总是一路向前...

完全不是这样的。我的发展一直都是之字形的。在我 5 岁那年，我的祖父给了我一本关于宇宙的书。很快我就决定要成为天文学家。所以 17 岁时，我开始在荷兰莱顿大学学习天文学。但仅仅 6 周之后，我的幻想就破灭了。我们研究的不是大问题，而是计算星辰位置的方程式。我想看到整片森林，而他们一直展现的只是一棵棵孤零零的树。我转而学习物理，但很快又发现，物理并不比天文好。课程真的很沉闷，基本上就是无止境的解决问题。我感觉被困住了，因为我实在不好意思再换专业了。

但最后肯定有什么引起了您的兴趣吧？

大三那年，本来我都准备退学了，但后来我加入了一个研究小组，

开始在实验室工作。我的项目涉及冷气体的激光光谱，对于能进入实验室，有机会看到其他人都不曾看到过的现象，发现新的知识，我感到非常兴奋，突然我就被迷住了。

这就是您想成为教授的原因吗？不是的！我原来决心走一条不同于父母的职业道路，并不想成为学者。所以在完成博士论文之后，我到飞利浦求职，并获得了一份研究实验室的工作。那是在 1981 年，飞利浦与索尼的合资企业正从事 CD 的研发。我所在的小组需要将 CD 直径从 30 厘米减少到我们现在熟悉的 12 厘米。

当我和父亲谈到这份工作时，他说：“先去美国用一年时间攻读博士后，了解更多光学知识怎么样？”我觉得这是个好主意，飞利浦也同意保留我的职位。我向哈佛提出了申请，他们同意我

前去攻读博士后。我能说什么呢？那是漫长的一年，因为我至今还在哈佛。

是什么让您改变了主意？

我突然发现，在哈佛，17 岁的弦理论爱好者可以和 70 岁的梵文专家聊天。物理学家、作家、艺术家都会前来参观校园并进行演讲。当我想到飞利浦时，脑海里都是长长的走廊和墙上一排排的博士名牌。所有办公室里都是 27 到 40 岁的男性物理学家，一整天都在解决预先确定的问题。突然我就感到了十足的幽闭恐惧，所以最终我还是成为了学者。可以说，我习惯于改变主意。

您向非物理学生教授入门课程，这对顶尖的研究人员来说似乎不怎么常见吧？

我很喜欢这件事情！我觉得引起人们对科学的兴趣非常重要，而

其中一种方法就是改变我们教书的方式。我之前说到，当我求学时，大多数课程都非常乏味。而在我开始教书时，我意识到我和当年教我的老师所做的事情完全一样。我也许会是个不错的演讲者，但却是个糟糕的老师。我的学生只是背诵，然后在考试中照样画葫芦，就和我当初一样。这个过程完全称不上是在探索知识。所以我创造了新的积极学习方式，称为“翻转课堂”：学生在上课前就要做好准备，而课堂更像是辩论会。我通过提问来教学，学生始终参与其中，这样能学到更多东西。我的目标是在课堂上创造令人欢呼的时刻。当我在学生的脸上看到如醍醐灌顶般的表情时，就会由衷地感到满足。■

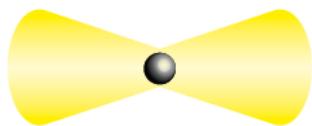
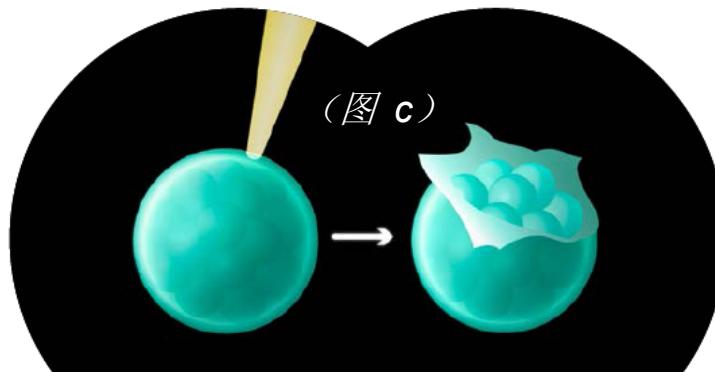
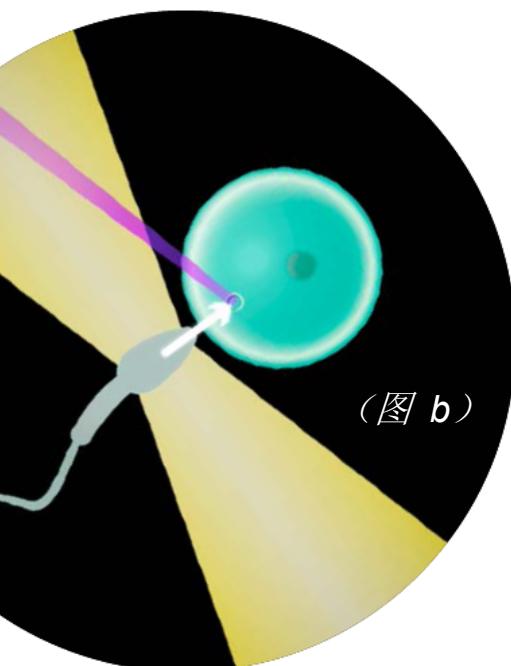
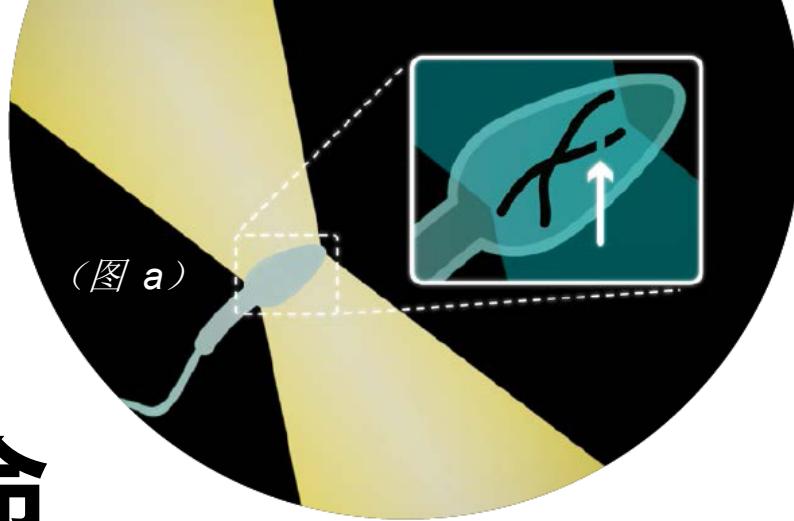
**联系方式：**Eric Mazur,  
[mazur@seas.harvard.edu](mailto:mazur@seas.harvard.edu)

# 为了孕育生命的使命

对于有的夫妇来说，人工授精是孕育子女的唯一途径。研究人员不断改进着生殖技术，而激光在很多重要领域都能发挥辅助性作用。

精子必须有一定的活性才能实现人工授精。精子中的 DNA 链断裂会对精子能动性等因素产生不良影响，甚至可能导致流产。多年来，医生都通过显微镜评估精子质量，然而这种方法并不够缜密。激光则能够提高这一流程的准确性。两个高聚焦光束可作为“光镊”牢牢固定住精子，反射出的激光就能提供关于精子能动性的重要信息（图 a），帮助医生挑选最优质的精子。光镊还能用于实际授精过程中，协助将精子运送到卵子处。利用紫外线激光束，还可以在卵子上钻孔，帮助精子进入（图 b）。激光光束其所具备的高精度使这种授精方法非常可靠，而且激光钻孔技术本身为无接触式，可以避免发生污染。

在卵子植入子宫后，妊娠就开始了。要顺利孕育，胚胎必须从卵子中“孵化”出来，但有时因为卵子的细胞膜（卵膜）太过坚韧，这个过程可能会失败。一种名为“辅助性孵化”的方法可帮助胚胎穿透卵膜，即使用红外激光穿透细胞膜（图 c）。其他过程就顺其自然了。



## 光镊的工作原理

当光子撞上粒子时，在撞击力的作用下会产生两个结果：光子改变路径、被撞物体开始运动。如果光线的能量足够强，巨大的力量就可以将物体推开。根据这个原理，就可以按照使用镊子的方法用两条光束固定或移动物体。



## 碳钢和不锈钢 316L 异种金属的激光焊接

因为焊接具有诸多优势，所以石化和石油工业都主要采用焊接方式连接不同的金属和合金。

Mohammadreza Nekouie Esfahani (31 岁) 就读于拉夫堡大学 (英国)，他的博士论文主题是研究碳钢和不锈钢 316L 异种金属不同焊接区内的基本现象及其对焊接质量的影响。

他的研究成果请见：<https://dspace.lboro.ac.uk/dspace-jspui/handle/2134/19760?mode=full>



## 模拟激光增量制造及其应用

Yousub Lee (36 岁) 就读于俄亥俄州立大学，他在论文中研究了金属增材制造流程中粉末传送和粉末层的传热、熔融金属流动和自由表面演变。其研究成果促进了对凝固形态、凝固规模和表面光洁度根本原理的深入理解。

论文全文请见：[http://rave.ohiolink.edu/etdc/view?acc\\_num=osu1440360229](http://rave.ohiolink.edu/etdc/view?acc_num=osu1440360229)

# 阅读更多信息

光作为一种工具的未来发展会是怎样的呢？5 名年轻的科研人员提出了若干可行的创意。



## 用于轻量化的硼钢的激光焊接

硼钢坚固而轻便，是轻量化设计的良好选择。Karl Fahlström (29 岁) 就读于瑞典特罗尔海坦市的西部大学，他在论文中研究了采用激光焊接这种材料的适用性。他的研究专注于激光焊接中可能产生的分裂、气孔和导致强度降低的微观结构以及焊接变形的研究。其研究成果提出了硼钢激光焊接的深入见解，并就如何避免在生产中出现这些问题提出了若干想法。

如需阅读论文全文，请发送邮件至：[Karl.fahlstrom@swerea.se](mailto:Karl.fahlstrom@swerea.se)



## 分子束外延掺磷(铝)氮化镓层

Marco Malinverni (27 岁) 就读于洛桑市瑞士联邦理工学院，他在论文中采用分子束外延生成了掺磷铝镓氮化层，这种方法可以帮助科学家通过物理气相沉积生成薄的晶体层。Malinverni 使用这种方法成功实现了激光波长超过 500 纳米的电激励氮化镓激光二极管。这种绿色激光二极管是生产高集成度节能 RGB 投射系统的重要工具。论文全文请见：

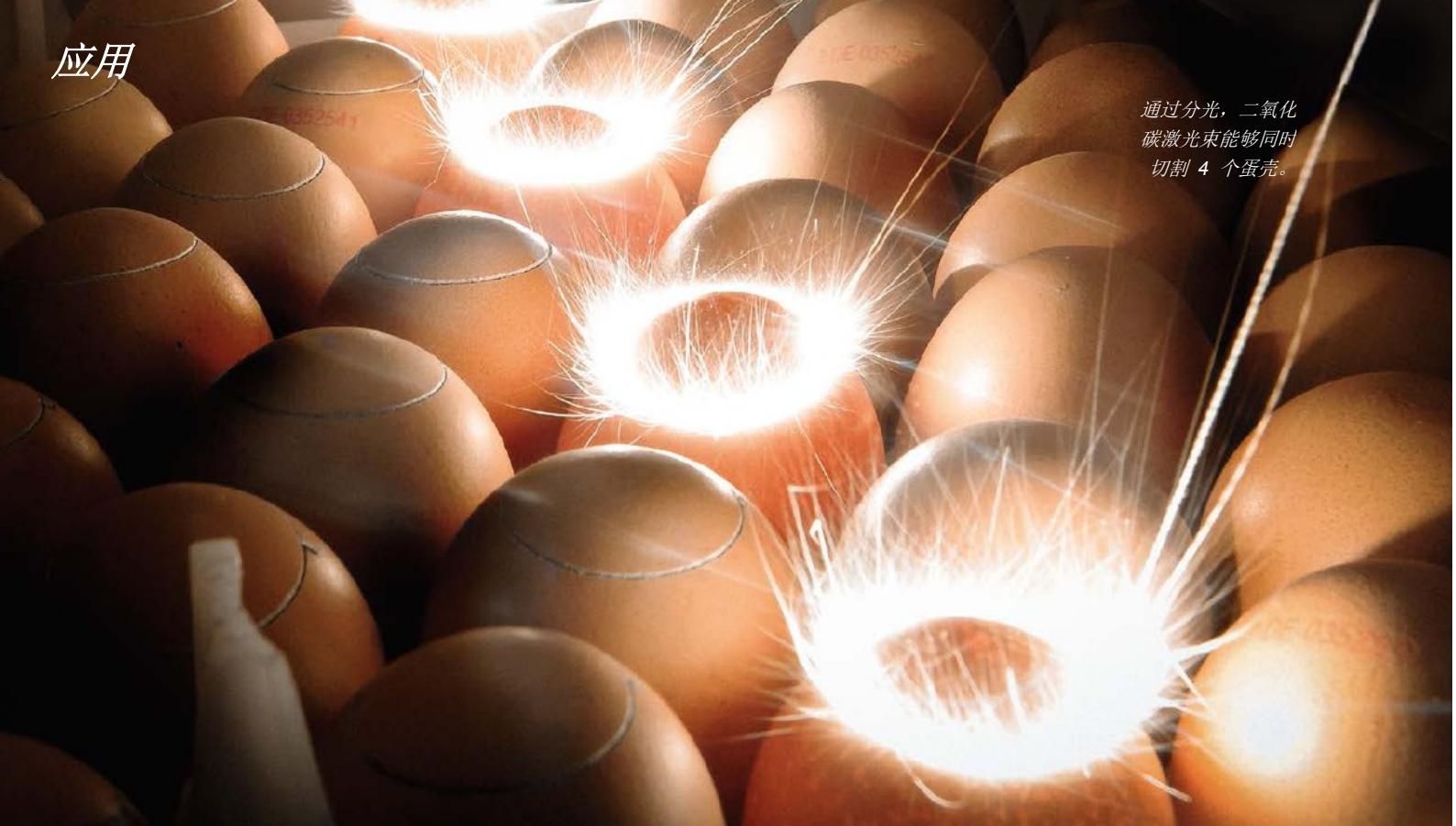
[https://infoscience.epfl.ch/record/213234/files/EPFL\\_TH6747.pdf](https://infoscience.epfl.ch/record/213234/files/EPFL_TH6747.pdf)



## 两个超短激光脉冲推动质子加速

如果质子能量足够高，激光粒子加速将有助于降低癌症治疗成本。因此就读于杜塞尔多夫大学的 Jürgen Böker (34 岁) 在论文中致力于寻找未知的加速机制。他将两个峰值功率为几百太瓦的激光脉冲聚焦在真空中的薄箔上。离子通过等离子体和激光脉冲的相互作用加速至兆电子伏特能量，显示出了新加速机制的迹象。论文全文请见：

[http://docserv.uni-duesseldorf.de/servlets/DerivateServlet/Derivate-36570/Boeker\\_PhD-Thesis.pdf](http://docserv.uni-duesseldorf.de/servlets/DerivateServlet/Derivate-36570/Boeker_PhD-Thesis.pdf)



通过分光，二氧化  
碳激光束能够同时  
切割 4 个蛋壳。

# 开蛋利器！

一直以来，制药行业的专业人士都想知道：怎样才能在不损坏鸡蛋内部的情况下掉蛋壳？  
**Laservorm** 给出了答案：用激光！

“鸡蛋是一种完美的形态结构，”激光系统制造商 **Laservorm GmbH** 总经理 **Thomas Kimme** 说道。“从它形成那一刻起，它就是一个密封的空间，把营养留在里面，细菌挡在外面。” **Kimme** 拿起一支笔，在纸上画下 2 个圆，其中一个紧紧贴在另一个里面。“这个完美的空间拥有双层保护。”外部的钙质壳体厚约 0.3 毫米，可以在发生碰撞的时候保护蛋核。紧贴外壳的是非常薄的蛋壳膜，能够阻挡细菌、真菌等有害物质的进入。**Kimme** 抬起头来说：“我们的任务就是在切开蛋壳的同时，保证蛋壳膜的完整。”

## 不再一团糟

这个任务是由 **Dessau** 疫苗工厂- 现在众所周知的 **IDT Biologika** 公司委托的。一直以来，制药行业的专家都知道鸡蛋是特定应用的完美选择。

他们几十年来都将鸡蛋作为无菌营养容器，培养用作减毒疫苗的病毒，以对抗狂犬病、破伤风和疟疾等疾病。但问题是，首先你得把病毒放到鸡蛋里：“显然外部的钙质壳体让这变得非常棘手。” **Kimme** 说道。之前通用的方法是人工采用气动设备敲开蛋壳：“但是不管你在操作时有多么小心，结果都会一团糟，破损的废品一大堆，” **Kimme** 说道，“这种方法真的效率低下，而且显然完全背离了善待生物的道德原则，因为鸡蛋里还生长着小鸡的胚胎。”

## 激光，闻蛋起舞

**Dessau** 疫苗工厂的 **Horst Kassner** 下定决心，一定要找到更好的方法打开蛋壳。在寻找无菌方法的过程中，他向 **LIM Laserinstitut Mittelsachsen** 公司询问，能否用激光做到这一点。**LIM** 委派



一名 IDT Biologika  
员工在洁净室观察蛋壳  
分离过程。

Kimme 为机械工程师，一起开始了实验。“碳酸钙就像玻璃和塑料一样是绝缘的，所以我们很快意识到二氧化碳激光器是最佳选择。” Kimme 解释道。“二氧化碳激光器发射出的激光，波长为 9.4 到 10.6 微米，可以很好地被钙质蛋壳吸收”。激光专家进行了数轮实验优化参数，最终确定了稳定的工艺流程，能够确保在 99.9% 的情况下完美打开蛋壳。“激光仅是切割蛋壳，产生的热量非常低，仅在光束切入点有少量热能被吸收。” 实验完成后，Kimme 和他的同事就开始打造专用机器。

### 在空中打开

最后的成果就是激光开蛋器，简称 LEO。那么这一设备在实际中是怎样工作的呢？首先将受精的鸡蛋放在一个有气帘穿过的容器中，这可以防止周围的空气进入工艺处理室。在两个区域的交界处，传感器会检测容器是否已满，也就是确认是否所有的空间都放有鸡蛋。这可以告诉激光，是否有能够安全忽略的未占用空间。激光的切割过程采用飞行光路，但不是使用振镜扫描。“振镜无法扫描一整排的鸡蛋，所以我们采用了更快的方法。” 鸡蛋容器会从激光系统穿过，激光光学装置则追踪其前移过程。激光束被一分为四，

由精度为毫米级的反光镜引导。光学追踪装置为下一道工序即激光加工提供几何位置，这意味着系统总能同时打开 4 个鸡蛋。“这项工艺在控制技术方面极具挑战性。” Kimme 说道，“不过利用这项工艺，我们每小时可以处理 3,000 个鸡蛋，比使用扫描光学设备快 10 倍。”而且浪费的鸡蛋数量几乎为零。

鸡蛋打开后，过滤系统就会吸出所有碎蛋壳，鸡蛋则会继续通过第二个气闸。这最大限度降低了沾染细菌的风险。“我们的客户从事的是生物工作，生产流程哪怕出现微小的不一致，他们都会注意到。” Kimme 解释道，“因此保证超高的卫生标准至关重要，这也是制造机器的巨大难题。”例如，只可以使用少数的高合金不锈钢，以及一些特定的能够承受工业用腐蚀性清洁剂的特种塑料。“我们不得不取消了几乎所有的螺纹连接方式。”还有其他制药企业也对高科技开蛋器很感兴趣。“这种应用的市场很小。但是凭借激光技术，我们能提供真正独特的产品。”

联系方式：Thomas Kimme，电话：+49 3727 9974 – 0, [info@laservorm.com](mailto:info@laservorm.com)

全面扩大规模：  
Photon AG 区域  
火车侧壁。



# 铁路制造



长期以来，

激光技术在汽车

工业中都发挥着重要的

作用，轨道车辆制造商也

越来越多的应用这一技术。Photon AG

及其子公司已经成功使用激光达数年之久。

如今他们已开始尝试将激光应用于知名的大型项目之中。



Photon AG 正为 ICE 4 生产约 1,600 辆轨道车辆的外壳。每个侧壁都由 5 个部分组成，每个部分长 5 米（见上图）。对 Holger Alder（见左下图）而言，这一大型订单代表着轨道车辆制造的另一个里程碑。Photon AG 在激光房生产长达 25 米的轨道车辆侧壁（见右下图）。



10 到 15 年前，汽车工业的钢铁时代似乎走到了尽头，专家预测铝的新纪元即将来临。但之后出现了激光焊接、拼焊板、3D 激光切割、高强度钢，生产力大幅上升，轻型钢结构被广泛应用。将这些新技术应用于轨道车辆制造是柏林企业 Photon AG 的成功秘诀之一，也是其技术总监 Holger Alder 的个人使命。

“事实证明，激光使汽车行业变得更快、更便宜、更高效，他们创造了全新的制造方法”，在加入 Photon AG 之前曾从事汽车制造的 Alder 说道。“过去几年中，我们不断证明用于制造汽车的技术也可以用于制造轨道车辆。但显然并不是直接复制过来，而是需要大家集思广益，重新思考最有效的方法。”

## 知名大型项目

根据 Photon AG 以往的经验，事情并没有那么简单。事实上，汽车和轨道车辆的制造差异巨大。汽车工业的生产量通常都是成千上万，而铁路工业的订单要小得多，可能只有几百。不仅如此，轨道车辆制造的安全标准有时要高于汽车行业，特别是高速火车，因此相应的流程也就更加复杂了。企业在获得所有的生产批准和认证之后，一般会倾向于遵循原有的工艺和方法，而不是从头开始重新设计。“复制粘贴是风险最低的方法。” Alder 微笑着说。

但与此同时，铁路工业面临着与汽车制造商相似的问题。例如，制造商开始更多地关注车辆的重量。因为很多轨道车辆的使用寿命长达 30 年，所以多余的重量最终会行驶数百万公里，年复一年地拉低车辆的总体能量效率。随着企业努力使轨道车辆制造流程更加快速经济，效率也成为了生产上一个更大的问题。轨道车辆制造商选择激光技术的原因与汽车行业相类似，因为他们面临的困难几乎是一样的。Photon AG 凭借激光加工的优势在近年来解决了数百个难题。“激光能帮助我们在组件焊接上节省时间、成本和材料，同时还提高了质量。” Alder 说道。该行业正在越来越多地采用这种方法。2014 年，Photon AG 获得了一个知名的大型项目，为西门子/庞巴迪给德国联邦铁路公司制造的约 1,600 辆新型轨道列车 ICE 4 生产侧壁、车身顶盖和底盘组件。在装配原型之前，Photon AG 与客户共同确定了侧壁的生产战略。它们将由 5 个模块组成，每个长 5 米，几乎完全由 Photon AG 预制，然后由庞巴迪在自己的工厂装配。在材料方面，ICE 4 选择返回使用原先的钢铁材料。

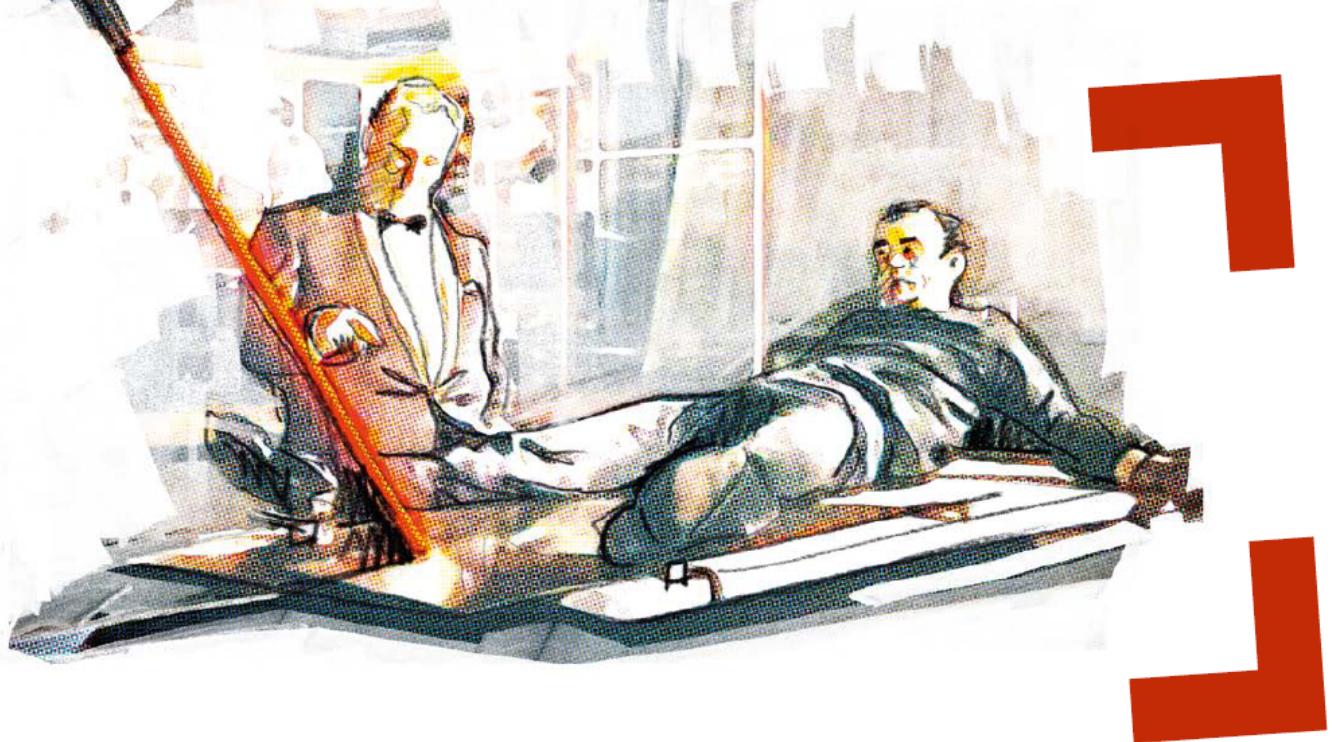
ICE 之前的车身是铝制的，以尽量减轻重量。“很多轻型设计都采用了铝，这是一个科学的选择。” Alder 说道，“但是铝的抗拉强度不如钢铁。所以为了满足载重要求，就必须采用更厚的材料和大量的型面。”因为列车的宽度被限制在轨距内，所以大量的型面挤占了车体空间。ICE 4 计划通过轻型钢铁外壳恢复减少的车体空间，当然还不能增加重量或影响刚性或安全性。Photon AG 熟知汽车工业的这些要求，并能够采用激光技术加以满足。“为保持在重量限度内，大多数钢铁外壳的厚度不能超过 2 毫米。但是，如果采用传统方法焊接薄金属，产生的热量就会让外壳看起来像过山车的轨道一样。” Alder 解释道，“不过有了非常优质的激光焊缝，我们就可以焊接这样的薄钢铁了，不会产生变形，而且完全无需焊后加工。”使用拼焊板又进一步减轻了重量，可保证外壳的所有部分都只需具有所需要的厚度。

Photon 生产的侧壁已经装入了 7 台 ICE 4 列车，有的已经投入了运行测试，目前还有 4 台列车正在生产中。在 2016 年底开始批量生产后，公司每天将生产 10 节，相当于一辆完整列车的外壳。这么多大型组件的物流是 Photon AG 多年来克服的另一大难题。事实上，在过去 3 年中，公司为地区火车生产了约 3,000 个侧壁，其中一部分长达 16 米。相比之下，5 米的长度显得很容易管理。“该项目的巨大挑战在于寻找最省时高效的自动化方案生产外壳部分”。Alder 说道。Photon 想出了用 2 个激光房进行生产的方法，可以从两侧装载。每个激光房都包含一个机器人，负责将钣金件焊接在一起，并和纵向及横向支杆连接以保持稳定。当一台焊接组件完工后，自动化的夹具平台会带着工件离开该激光房，另一台就会上来接替，同时一台通快 TruDisk 碟片式激光器则在另一个舱体为组件进行焊接。这便保证了始终最有效地利用激光。

## 航空业在召唤

在解决了汽车和铁路工业的难题之后，Photon AG 对于打入新市场有了些许心得，并已经有了下一步计划：“我们拥有设计和生产安全性相关组件的经验，并专注于中小批量的生产，因此我们也是航空业的绝佳选择。我们希望在未来几年中能在该行业获得更多的订单。”该公司一直以来都努力保证为客户提供符合他们期待的具有竞争力的价格。“没人会再仅仅为了‘激光制造’的标签而买单！客户最终要的是高品质和与传统焊接类似、甚至还更低的价格。”

联系方式：Thomas Fittkau，电话：+49 (0) 30 364088 – 0，  
t.fittkau@photonag.com



# 詹姆斯·邦德……

## 和激光材料加工

当 1960 年在实验室展示世界上首台激光器时，研究人 终于成功逃脱了厄运。

员一片欢欣鼓舞。他们开始大胆构想未来的前景。当工 看看特效的制作方式就知道肖恩·康纳利对激光束 程师还在苦苦思考各种细节，寻找激光可以解决的问题 的恐惧只是演技精湛而已。那个激光系统只是个模型， 时，好莱坞已经凭借创新的想法走在了前面：材料加工。在剪辑时用光学手段将激光束加到了屏幕上。但是不断 1965 年的电影金手指可能是 007 系列最成功最典型 接近康纳利身体的切割无疑是真实的。一位电影工作人的 影片之一，不仅詹姆斯·邦德成为了一代人的共同记 员提前做好准备，藏身在桌下用焊接火把将桌子从中间 忆，激光也是如此。

看看特效的制作方式就知道肖恩·康纳利对激光束 的恐惧只是演技精湛而已。那个激光系统只是个模型， 时，好莱坞已经凭借创新的想法走在了前面：材料加工。在剪辑时用光学手段将激光束加到了屏幕上。但是不断 1965 年的电影金手指可能是 007 系列最成功最典型 接近康纳利身体的切割无疑是真实的。一位电影工作人的 影片之一，不仅詹姆斯·邦德成为了一代人的共同记 员提前做好准备，藏身在桌下用焊接火把将桌子从中间 忆，激光也是如此。

肖恩·康纳利饰演的 007 陷入困境，被绑在了黄金 节备受推崇是因为激光在当时完全是一个全新的概念， 桌面上，大反派金手指表示他已经没用了，所以要杀了 预示着高科技的未来。不仅如此，导演盖伊·汉弥尔顿 他。怎么杀呢？使用一种称为激光的未来工具。为帮助 展示了激光切割金属的效果，至少看起来很像。

007 和电影观众了解这一概念，大反派用以下台词介绍 那时的幻想已经成为了如今的标准。接下来 50 年 了这种机器：“你现在看到的是一台工业激光器，可以发 会有怎样的发展？哪些关于激光的未来构想会成为我 射出自然界没有的光线。它能在月亮上射出一个点，如 们日常生活的一部分？也许当我 82 岁的时候，凭借眼 果在近距离，可以切断固体金属。我会展示给你看的。” 衣里的微型激光器，我只需一眨眼就能把答案发到我的 这时一条红色激光束开始切过桌子，威胁要把肖恩·康纳 视野中。 ■

利切成两半。金手指任由邦德在那里挣扎，这位一向冷 静的特工脸上有了惊恐的表情。之后是一段紧张刺激的 对话，007 诱使反派说出了显然属于内部的消息，

您对激光应用的未来有怎样的展望？它们能在 50 年内成为我们日常生活的一部分吗？  
请把您的想法发送到 [athanassios.kaliudis@de.trumpf.com](mailto:athanassios.kaliudis@de.trumpf.com)



激光界主编

Athanassios Kaliudis  
在撰写的专栏中介绍  
了流行文化中的激光。

# 激光在 哪里？

成为永恒：能存在数千年的数据存储的介质只有石头和泥板。羊皮纸和纸张在正常条件下可以保存几百年，CD 在 50 年后就会难以辨认，硬盘的使用寿命只有 10 年。如今，南安普敦大学的研究人员正使用飞秒激光脉冲在 2 欧元硬币大小的纳米结构石英晶体上撰写微米级二进制数据。纳米结构的尺寸、方向和位置可对信息进行五维编码，存储量达 380 太字节。研究人员表示，晶体中的数据可完好保存 50 亿年。谁说没什么东西能够永恒？



## 激光界

激光界是通快集团的用户杂志

在线阅读：[www.laser-community.com](http://www.laser-community.com)  
下载地址 [www.cn.trumpf.com/s/lasercommunity](http://www.cn.trumpf.com/s/lasercommunity)

# 一百年的时光

证明他是对的

1915 年，阿尔伯特·爱因斯坦提出了广义相对论，其中预测了重力波，或称时空涟漪的存在。2015 年，华盛顿和路易斯安那州的科学家首次检测到了重力波的存在。2 个 13 亿年前的黑洞发生碰撞导致了时空构造的震动，使 4 条 300 公里长的激光束发生了极为轻微的形变。信号只持续了四分之一秒。

**TRUMPF**

通快（中国）有限公司

上海市淮海中路 381 号中环广场 6 楼  
电话 +86 21 61719000  
邮箱 [info@cn.trumpf.com](mailto:info@cn.trumpf.com)

邮箱 200020  
传真 +86 2161719001  
网址 [www.cn.trumpf.com](http://www.cn.trumpf.com)



关注通快官方微信