

# CONNECTED

杂志

冉冉升起的新星：势不可挡的外科手术机器人

NAGRA 对完美声音的不倦追求

欧洲第一条超级高铁测试管道

雷莫的艾美奖：高清电视背后的故事

## 本期杂志内容：



## 版权说明

### 杂志编委会

Alexandre Pesci, Judit Hollos Spoerli,  
Nicolas Huber, Cédric Savioz, Peter Dent

### 作者

Nicolas Huber

### 翻译

Judit Hollos Spoerli

### 平面设计

Thierry Winzenried  
Caroline Ray

02 来自全球各地的 TECH-BITS

04 雷莫 (LEMO) 新闻  
新的小型发电厂

06 专题报道  
机器人医生将为您做手术

10 “没有机器人，医疗发展将会受阻”  
与教授 HANNES NEEFF 之间的心灵访问

13 日本凤凰的崛起

14 流线造型、可调节、瑞士制造

16 瑞士太阳能船  
奇思妙想的不对称设计

19 NAGRA 音响  
沉浸在声音中的时光旅行

24 欧洲南方天文观测台  
渴望探索宇宙的巨眼

26 瑞士 EPFLOOP 团队  
当超级高铁遇到铁面现实

29 雷莫 (LEMO) 公司历史  
追忆 1995, TV 革命是如何开始的

# 奔赴一个 更美好的 世界

“让世界更美好”这句话听起来可能有些老套，但是对于像雷莫这样的科技公司来说，却的的确确是立身之本的追求。

即便是为这种追求做出微不足道的贡献，也能让人充满动力。我们身边一直潜伏着各种危机，这些危机时常会令我们感到沮丧和绝望，而帮助我们克服重重困难的，也正是这股动力。没有其他任何行业能像医疗保健行业这样，带给人强烈的满足感。医疗行业的从业人员每天都在拯救生命、保护生命，还有什么比这项事业更具象、更直接呢？

雷莫对这份自豪感感同身受。数十年来，我们一直是各大医疗技术公司的特许合作伙伴。在众多医疗领域中，我们一直陪伴在这些公司身边，并帮助他们取得了长足发展，包括医疗机器人等革命性领域，我们也正在研发一项针对医疗机器人的特殊功能（详见第 6 页至第 15 页）。

为了让世界变得更美好，雷莫付出了很多努力，Connected 杂志后续将为您详细呈现。比如在交通方面（超级高铁和太阳能船），以及研究方面（世界上最大的望远镜）。我们参观了著名品牌 Nagra 的基地，看到了他们对完美音质的不懈追求。我们还会为您分享雷莫是如何为更好的电视转播画面做出贡献。

永不停止前进的步伐，永不放弃进步的决心。我们用 1600 块太阳能电池板铺设我们全球总部的屋顶，这就是我们的初心。无论大贡献还是小努力，每一步都很重要。

*Alexandre Pesci*

雷莫 (LEMO) 首席执行官

# 来自全球各地的 TECH-BITS



© Climeworks

N°1

## 扭转气候变化的碳捕获工厂

空气中碳含量过高是气候变化的主要成因。减排和植树固然都是好办法，但要奏效可能会非常缓慢。为了快速取得成效，瑞士一家初创公司 Climeworks 建议安装捕获空气中的二氧化碳，并将其送回地下的装置，让二氧化碳回到“它的老家”。在 Climeworks 15 个活跃的“直接空气捕获”项目设施中，Orca 是世界上第一个大型碳捕获处理工厂。Orca 于去年 9 月在冰岛雷克雅未克附近投产，由一个地热发电站提供动力，每年可捕获约 4,000 吨二氧化碳，清除相当于 850 辆汽车的二氧化碳排放量。Climeworks 宣称能建造每年可捕获数百万吨二氧化碳的处理厂。很多人都看好这家公司，它刚刚又融到了 6 亿瑞士法郎，《时代》杂志还将它列入了 2022 年“100 家最具影响力的公司”名单。



© Honda

N°2

## 22 年的忠诚服务之后, Asimo 光荣退休, 回到了博物馆

知名度极高、备受众人爱戴的机器人 Asimo 已从日本本田公司光荣退休。它曾与索尼的 Aibo 机器狗同为日本家用机器人的代表之作。2000 年问世后, Asimo (名字寓意: 创新移动性的进步) 成为了自 1986 年起生产的两足机器人的第 10 代产品。这款小型人形机器人 (高 1.30 米, 重 54 公斤) 曾在日本和世界各地多次公开展览。经过定期改良升级后, 它能学会跑步、上楼、倒咖啡、跳跃、踢球、握手 (曾经还与巴拉克·奥巴马握过手)。它识别周围环境特征 (声音、手势、物体、面部等) 的能力也越来越强。后来这款机器人逐渐退出了时代舞台, 本田于 2018 年宣布停止开发。去年 3 月, 本田公司又推出了 Avatar 机器人项目, 计划于 2030 年实现商业化。两周后, Asimo 在一场感动人心的告别仪式会后正式退休。

# 环球



© FIA Formula E

N°3

## 更快、更强、更清洁：全新电动方程式赛车

今年4月下旬，国际汽联FIA在摩纳哥展出了将参加明年冬季开始的第九届电动方程式（FE）赛季的赛车。自2014年这项比赛开办以来，电动汽车共经历了三代革新，其设计灵感来自战斗机，富有未来感的设计外观令人叹为观止。它重达760公斤（比以前的型号轻143公斤），最高时速可达320公里/小时。电动方程式赛车可以看做是一个可持续移动的实验室，该赛车也在所有环境因素方面得到了全面提升。例如，增加了一个前动力传动系统，以加速制动能量的回收。改进后，比赛期间所消耗的40%以上的能量，都是通过这种回收供应的。电动方程式赛车官方表示：“这会有史以来最节能的赛车比赛。”其他改进的地方还包括：再生材料的使用（外壳和车轮）、用于电池的可持续开采矿物质（同样都是新的）。



© Spinlaunch

N°4

## 太空发射器中的掷铁饼者——大卫

用投石索发射卫星？美国国家航空和航天局（NASA）今年将尝试实现Spinlaunch公司的奇思妙想。设施建于新墨西哥州，看起来就像是一个巨大的离心机（直径91米）。在真空中，一个碳纤维臂能使壳状炮弹在发射前高速旋转。NASA的测试将以1600公里/小时的速度发射一枚炮弹，这一举动相比Spinlaunch公司设想的2025年计划，已经相当保守了，Spinlaunch公司的计划是：以8000公里/小时的速度向高层大气发射一枚炮弹，接下来，一台火箭发动机将接管，然后把卫星送入轨道。根据项目启动设计，这个系统是一个生态系统，除了逐步淘汰经典发射器的第一阶段，它还能将燃料负荷减少70%。它还能降低进入轨道的成本，现在只需1/20。这种动力强劲的发射技术也有其自身的限制条件：负载上限为200公斤，卫星必须至少能承受1万G的压力。

# 新的小型 发电厂

今年春天,标志性的雷莫 M 系列连接器的性能已得到了进一步发展,其中囊括了一系列全新大功率配置。能够承载这种能量的小型解决方案,以前还从未出现过。

机器人、无人机、陆海空交通工具,都无燃油或污染物排放.....

随着电池技术取得巨大进步,高科技电力驱动平台已迎来迅猛发展。需要的功能越来越多,因此应用程序需要的动力也越来越大。作为开发这些平台的工程师的长期合作伙伴,雷莫一直非常了解实现这种革新需要哪些新功能。雷莫在今年春天提供了解决方案,推出了 M 系列大功率连接器。

顾名思义,新解决方案是 M 系列的一个变体,是一个针对极端环境互连的全局解决方案。本就以高品质享誉业界的 M 系列,如今又加持了全新的大功率连接设计。

这些镀金的铜针芯完全是在雷莫内部完成开发的。独特的设计放大了接触面,目的是传输最大电流(从 140 到 430 A 额定电流),同时控制电阻以防过热。这些连接器除了非常安全、可靠外,同时也经久耐用:能保证 3000 次以上的壳体插拔次数。

新款针芯和 M 系列双剑合璧:市场上没有能够传输如此高电流,且尺寸更小的连接器了。因此,对于需要小型、轻量级解决方案的应用环境来说,它就是理想之选。无论是对每一克都重要的电动方程式赛车发动机,还是每一立方厘米都重要的无人机电源来说,这个解决方案都同样适用。



作为 M 系列家族中颇具价值的一员,这款大功率规格电机凭借其坚固耐用的外壳脱颖而出,格外引人注目。它通过了美国军用标准 (MIL) 的测试,防水 (IP68 插合时)、抗冲击、抗振动、耐油和阻燃,温度承受范围为 -55 度至 +200 度。这些精密的性能并不会影响雷莫解决方案出色的易用体验 (快速盲插、视觉标记等),还符合人体工程学设计。

新连接器支持多种型号、尺寸 (10 至 50 mm<sup>2</sup> 的电缆) 和配置 (单芯、多芯),能完美满足各类电子设备、电动车和其他严苛应用环境的全部要求。

另外，雷莫还专门为需要更高规格连接器的应用设计了额外的配置选项。黄铜外壳确保了长达 1,000 小时的耐盐雾性能；未插拔时，也有水密型号符合 IP68；壳体上添加的螺纹能让它更加坚固（按照 MIL-DTL-38999M 标准）。

大功率连接器的卓越品质绝非只是巧合。它们是持续深耕二十年的成果。

2000 年初，国际汽联（缩写 FIA）一直在寻找适用于直接连接一级方程式发动机的新连接器，这种连接器会暴露在严重振动、冲击和高温下。至此，雷莫首次放弃了其原有的插拔自锁系统，转而制造了一种专为航空设计的棘轮原型产品，集成了一级方程式赛车和国防科技的性能要求。M 系列（专用于“赛车”和“军事”）于 2006 年正式推出。

M 系列连接器已经征服了所有一级方程式赛车（现在都还在使用中），凭借其可靠、耐用的性能，该系列还征服了许多其他应用领域，如航空航天、机器人、无人机和医学领域。

在推出二十年之后，M 系列已经成为雷莫最伟大的产品之一。每一款新规格，正如今年春天的大功率规格新品，都再次巩固了 M 系列作为极端环境经典系列解决方案的地位。■

日益发展强大的电动车需要专属的连接器解决方案，  
以下以瑞士洛桑联邦理工学院 (EPFL)  
开发的一款赛车为例。



© EPFL 赛车队

# 机器人医生 将为您 做手术

机器人外科手术(也称为机器人辅助外科手术)是当今外科医学发展最快的专业之一:众多公司已开始着手布局这个高速发展的细分市场。CONNECTED 杂志将为您介绍其中两位佼佼者,他们各不相同,但都蓄势待发。我们还访问了一位在人体亲密环境中应用机器人领域的专家。

PAGE 08

PAGE 09 新型微创手术中使用的连接器

PAGE 10 “没有机器人,医疗发展将会受阻”  
与教授 HANNES NEEFF 之间的心灵访问

PAGE 13 日本凤凰的崛起

PAGE 14 流线造型、可调节、瑞士制造







这位重伤昏迷的英雄被紧急送上了手术台。机器人的机械臂立刻开始绕着他转，剪掉他的衣服，处理他的多处伤口。

手术机器人目前还没有全面普及，但它在我们日常生活中出现的频率越来越高。外科医生已经开始在骨科、胃肠、心血管外科、泌尿和妇科等手术中使用它，未来还将出现更多场景。

这项技术充满科幻色彩的，它的历史可能比我们想象的还要长：机器人大约在四十年前就已经进入了外科手术领域。

手术机器人 Arthrobot 于 1983 年诞生于温哥华，用于在骨科手术中进行几十次关节镜检查（微创关节手术）。从 80 年代中期开始，机器人开始正式走进手术室。它们中的先驱者是 Puma 260 机器人（Unimation 公司）、Scara 和 Robodoc 机器人（IBM 公司和加利福尼亚大学共同开发的一款概念产品，今天已属于 Think Surgical 骨科手术机器人公司所有），还有 Aesop 机器人和 Zeus 机器人（Computer Motion 公司）。

后来，Computer Motion 公司与 Intuitive Surgical 公司合并，Computer Motion 公司的机器人 Zeus 也被 Intuitive Surgical 公司的 Da Vinci 系统所取代，其第一版于 1998 年推出。两年后，Da Vinci 手术机器人成为

美国食品药品监督管理局（FDA）在这个领域批准的首个完整系统。多年以来，Intuitive Surgical 公司几乎完全垄断了这一新兴行业。即使到了今天，Da Vinci 在这个领域仍然占据主导地位。

就像全球定位系统 GPS 和互联网一样，手术机器人最初是由军事部门（更确切地说，是由美国国防高级研究计划局）开发的一个概念。最初目的是便于外科医生远距离为受伤士兵做手术。因此，由外科医生操作的控制台与机器人是分离的，机器人需要在患者身上再现外科医生的手术动作。

受通信技术限制，彼时远程外科手术尚未进入高速发展阶段。不过，手术机器人已经在多个领域中表现出色。受益于工具微型化（穿过约 1 厘米长的腹腔镜通道管）和极高清晰度带来的便利，机器人可以比人手更轻松地接触到某些区域（目前针对妇科和泌尿科）。机器人凭借这一优势成为了腹腔镜手术的得力助手，这项微创技术自上世纪 90 年代开始广泛应用，它能够通过微小切口将特殊器械和摄像头送入人体内部。

外科医生手术时，手会晃动，但机器人的机械臂不会。它还拥有 3D 高清视图放大视野，这些性能都能带来前所未有的精确度。对于重大手术（大脑）或精细植入手术而言，它是一种理想的解决方案。2020 年初，德国研究人员宣布，他们成功完成了一项“超显微外科”手术。Musa 是一台由荷兰 Microsure 医疗技术公司开发的机器人，在 Musa 的帮助下，他们成功在直径 0.3 至 0.8 mm 的血管上完成了手术，手术效果甚至优于顶级外科医生（即使是在经典款机器人的帮助下）。

机器人的辅助工作极大提高了医生们手术的舒适性（详见第 10 页我们对一位外科医生的采访内容）。患者们对介绍机器人优势的文献或证据知之甚少。一大堆研究甚至得出结论，传统手术和机器人手术在效率上（住院时间、最终并发症等方面）没有任何显著性差异。但是，医院（以及保险公司和患者）却需要为此负担大量的额外成本。

这一灰色地带并没有阻碍市场的发展势头。分析人士预计，到 2029 年结束时，机器人手术的市场规模将从目前的 50 亿上升到 150 亿。在过去几年间，不少初创企业和公司陆续成立，自我定位是打造出比 Intuitive 公司的“劳斯莱斯”更具针对性和易用性的解决方案。



© Distalmotion

# 新型微创 手术中 使用的连接器

就在几个月前，雷莫集团推出了一款 REDEL P 系列连接器的新型高压规格产品。医疗设备制造商们很快采用了这款新品。高压是部分前沿微创手术中用到的核心技术，例如精密内窥镜或脉冲场消融。

新型的 REDEL 连接器重量轻且坚固耐用 (IP66 防护级)，可传输高达 10000 伏 (AC) 的电压，并且非常安全。它的特性为创新医疗应用提供了完美的解决方案，而且还有更多功能。

例如，英国 CMR Surgical 健康科技公司推出了 Versionus 系统，西班牙 Rob Surgical 公司即将发布 Bitrack 系统。瑞士 Distalmotion 公司推出了 Dexter 系统 (详见第 14 页的文章)。加拿大 Titan Medical 公司正在开发单孔系统的 Sport 手术机器人。美国公司 Stereoaxis 和 Zimmer Biomet 一直在分别出售 Genesis (引导磁性导管的磁铁系统) 和 Rosa (收购法国初创公司 Medtech 之后)。

大型科技公司也踏上了时代的浪潮。美国 Stryker 医疗器械制造公司推出了 Mako 机器人；美国 Medtronic 医疗科技公司则推出了 Hugo 机器人。强生集团创建了 Verb Surgical 公司 (与谷歌联手创立)，并推出了 Ottawa 系统。西门子公司收购了 Corindus 系统。Medicaroid 隶属于日本机器人技术龙头企业川崎重工旗下，该公司已推出了第一台“日本制造”的手术机器人，名叫 hinotori (详见第 13 页的文章)。

微型化和医学成像技术 (以及远程手术通信技术) 的革新带来了变化，这些变化又进一步推动了手术机器人的发展进程。人工智能和机器学习技

术也开始普及。机器人通过学习、消化大量的生理和手术数据，可以更好地“理解”人体和手术动作，筹备手术并指导手术操作。

人们仍然希望机器人外科医生能早日出现。

医生和制造商认为，当前的解决方案实质上只是一个实时复制人类动作的工具。在专家们看来，自主机器人是未来世界的产物。正如 10 年前有人设想在混乱的道路交通中使用自动驾驶汽车一样，这种天马行空在当时也同样遭到了否定。

时至今日，许多人认为如果没有人工驾驶，交通会更加安全。因此，不难想象终有一日，机器人外科医生也能克服技术、法律和心理上的障碍，完全独自开展或部分独自开展更多高难度手术。■

高压 P 系列连接器也能满足其他行业的需求，如测试和测量行业。电动车蓄电池测试设备中也有它的身影。■

# “没有机器人， 医疗发展将会受阻”

与教授 HANNES NEEFF 之间的心灵访问

©德国弗莱堡大学医学中心



机器人如何改变外科医生的工作?CONNECTED 访问了德国弗莱堡大学医学中心(德国最大的医院之一)副首席医疗官 Hannes Neeff 教授。作为一名内脏外科和肿瘤外科专家,他会定期在 Da Vinci 的协助下开展外科手术,而且他也在培训年轻的外科医生,教他们如何使用机器人。

**Neeff 教授,请问机器人对外科手术有什么好处呢?**

**Hannes Neeff 教授的回答:**在我看来,机器人在手术中的用处很大,能在有限的空间内轻松操作(比如骨盆)。要在这些部位开展手术,一般情况下大切口在所难免。如果使用微创手术(腹腔镜检查),操作空间通常又非常有限。而安装在机器人机械臂上的装置就不同了,它们的关节活动范围比人手或腹腔镜器械更大。我可以很轻松地进入狭小空间,绕开骨骼或其他器官。

**精准度如何呢?**

机器人能让操作更加稳定,这样手术操作的精度就会更高。它还能固定住视野,这个功能我很喜欢。

**这是为什么呢?**

摄像机由机器人控制,因此图像很稳定。而机器人是由我控制的,我知道它去哪里。在传统的腹腔镜手术中,我们的“眼睛”由一位助手控制。真人的稳定性比不上机器人,而且图像展示的速度有延迟。传统手术中,我们需要引导助手-“再往左一些,再高一些……”如果助手没有受过良好的训练或是不够默契,手术过程会变得很累,甚至会让人有晕船的感觉!

## 机器人给您带来舒适感……

的确，机器人能极大地改善手术体验。最重要的是工作位置变了：使用控制台的时候，我们是坐在椅子上工作，而不是站着，也不用再弯腰趴在手术台上了。想象一下，一台手术要用六到八个小时，坐着和站着体验天差地别！有了机器人，人体工程学方面的体验要比以前强多了……但很多外科医生都鲜少提及这一点，因为这并不是一项真正意义上的医疗益处。您很难说服别人为了外科医生的舒适感买单。因此，到目前为止，“支持或反对机器人”的辩论中没有提到这一点。我希望这项益处在未来能得到更多认可。

## 您说过，这个系统能为您提供更清晰的视野。但是另一方面，您会失去手术中的触感……

的确，使用机器人做手术中会缺乏触感反馈。不知道制造商有没有办法还原触感。其实，我也对触感并没有很深的执念，机器人的操作比我想象的更容易上手。外科医生用镊子拉扯组织时，他可以凭经验判断出组织被撕裂的时间。视觉反馈能弥补触感反馈的缺失。

## 机器人有时候会切断您与团队的联系——因为您和团队没有在一起，您的眼睛需要紧紧盯着屏幕……有人说这样会导致情感疏离，说的也对，因为成功的手术还有赖于医疗团队成员之间的密切合作。

您可能会觉得和控制台待在一起，会有些孤独，这倒是实话。不过这个系统的设计很棒，团队成员之间能顺畅沟通，所以不会有孤独感。定向话筒和扬声器可以传达使用者说的所有话，我甚至能听到其他人的窃窃私语。指示灯会显示哪些工具处于活动状态。屏幕会向其他人显示我正在做什么，而我的屏幕上的箭头会显示其他人想让我看到的东西。如果孤独感涌上心头，我会短暂地休息一下，比如说换个器械，与同事们聊聊天。

## 外科手术机器人的培训活动是否会增加外科医生的培训负担，我知道他们的培训活动本就不少？

那倒不一定。外科医生都是手艺人，操作已经很熟练了，我们已经掌握了多种器械的操作要领。另外，这些系统在设计时，就考虑过操作（手腕旋转、用两个手指捏等等）的舒适性，因此用起来很自然。控制开关是有点不够直观。机器人工作时不用一直盯着，可是您一抬头，它们就会停下来。但它学东西很快。您知道孩子们很快就能学会玩新游戏机吧？一样的

道理！（轻笑声）。年轻的外科医生习惯于使用操纵杆、屏幕或者是 3D 环境。这很自然。他们并不抗拒机器人，他们也很想学会操作要领。

## 机器人会成为标准吗？

在二十世纪九十年代初，腹腔镜手术的费用很昂贵，而且整个团队都要先通过培训。但后来，这项手术还是普及开了。时至今日，我的一些年轻同事们甚至都不知道过去“老式”的阑尾切除术是怎么做的！机器人协助手术的发展也会走这条路。

## 除了设备成本高，您觉得耗材和维护方面的情况如何？

很复杂，也很贵。长期以来，Da Vinci 是在德国唯一获批的解决方案，其他国家的情况也都一样。不过，解决方案越是简单、易用，这项技术成为标准就越是指日可待。有的医院拥有高端技术，但有的医院能用的解决方案还很有限，例如用一只手臂来支撑相机，但 10 到 20 年后，他们都将拥有机器人。拒绝机器人协助，就等于拒绝先进的医疗技术。机器人将很快将广泛应用于腹腔镜手术中，以及所有介入难度大的手术中。在我的医院里，某些类型的手术已经只使用机器人协助操作了。比如，如果没有机器人，我不会做常规低位直肠癌手术。机器人辅助对疝气、阑尾炎、胆囊炎等小手术也很有用，但用的人却很少。

## 为什么？

因为是否采用机器人辅助，要考虑医院的成本-医疗效益比。像这种易介入易操作的小手术，使用机器人会产生额外成本，并不“划算”。

## ……如果精度更高呢？

机器人真正造福患者的益处，应该在于缩短住院时间、减少并发症或复发的情形，但这些功效尚未得到科学证明。而且，这很难证明，因为外科手术治疗的效率取决于多种因素——医护人员、药物、治疗设备、治疗方法等等，我们如何衡量机器人在这其中的贡献有多大呢？

## 确定贡献份额很重要吗？

患者的利益通常是由买单的人考虑的，尤其是保险公司。他们会问“既然这些好处都没有得到证实，为什么还要多付钱？”

在其他领域,机器人也能通过替代人力来节省时间和成本.....

有机器人辅助后,通常就不需要过多助手了,因为机器人就可以拿着相机和工具。因此,未来可能会算这么一笔账:“机器人越多,人工成本越低”。但是,我们可不希望外科医生越来越少!

那未来的解决方案会是怎样的?

技术(机械臂、装置、接口等)还会不断进步。触感反馈能让外科医生能更好地“感知”到自己的动作。增强现实技术能改善手术的总体操作体验,例如显示肿瘤的位置。整合新技术:人工智能和机器学习将处理大量生理和操作数据,这些数据有助于识别复发情形,并帮助外科医生筹备手术。另外,我从没见过什么机器能自行操作手术器械。

为什么?

在手术过程中,有些事情虽然不是生死攸关的问题,但同样非常重要。每一个切口,即便是一个很小的切口,处理不当都可能会导致严重后果。每一个切口都不仅仅是一项技术任务,它更是一个需要价值判断的即时决策结果。一场手术实际上就是一系列即时价值判断的操作。

.....就像驾车一样.....

是的,很像驾驶汽车,其实我们后来才发现,自动驾驶的速度要比我们想象的慢得多。而对我来说,在外科手术中做出决定是一件更为复杂和主观的事情。我们决定在这里做一个切口,还要避免损伤到别的地方。我们常面临“两权相害取其轻”的窘境:我们切断了一条神经,肿瘤也随之消失,这是件好事,但与此同时,膀胱功能也会受到损伤。在这种情况下,寄希望于一台机器就相当于:当您马上就要遭遇一场不可避免的车祸,任由汽车的自动驾驶功能瞬间做出碾压孩子或老人的决定。在这种情况下,机器做决定或是人类让机器做决定,会比人类自己做决定需要更长的时间。

机器人会沦为“简单”的助手吗?

电影中的手术机器人都能自己诊断、自己做手术,很长一段时间里,这些也只会继续是科幻片情节。虽说如此,但是医疗机器人技术仍有望在短期内取得发展,我对此也非常期待。■

▼  
Hannes Neef 教授和 Da Vinci 控制台合影。  
坐得笔直——比传统外科手术中  
弯腰站立的操作姿势舒服得多。



© 德国弗莱堡大学医学中心

# 日本凤凰的崛起

说到机器人,就很难不聊到日本人。

自 20 世纪 60 年代末以来,旭日之国一直是工业机器人技术的先驱。今天,世界上超过半数的工业机器人都是日本制造的。与此同时,日本也让机器人成为了流行文化中的英雄,这反过来也振兴了它的出口业务。

然而,虽然机器人辅助手术系统市场一直在蓬勃发展,但日本却一直沒有踏足这片领域。直到 2020 年 12 月,第一台“日本制造”的手术机器人人才正式投放市场。它的名字叫做 hinotori™(日语:凤凰),是 Medcaroid 公司制造的外科手术机器人。

它上市后不久,神户大学便宣布,神户大学医学院使用 hinotori 成功实施了第一例前列腺切除术。几个月后的 2021 年 4 月,Medcaroid 公司在—个配有先进设备的医疗机构中,借助 NTT Docomo 公司的 5G 网络技术,演示了使用 hinotori 进行远程手术的过程,这也证明了远程手术概念具备实操性。



© Medcaroid

这些成功的案例与公司的前身关系重大。Medcaroid 公司是两大巨头川崎重工 (KHI) 和 Sysmex 株式会社于 2013 年合资创办的。川崎重工是日本首家工业机器人制造商和行业领导者, Sysmex 株式会社则是血液学行业的专家,并且是过去 50 年来日本医疗保健行业的领军企业,业务遍及约 200 个国家/地区。

如今, Medcaroid 公司拥有 100 多名员工,其中不乏川崎重工的工程师和 Sysmex 的服务人员。

未来,远程手术技术会得到进一步开发,但就目前而言, hinotori 的工作地点还是当初的手术室。Medcaroid 介绍说,由于 hinotori 系统采用了独特的小尺寸设计,因此非常适用于标准手术室。

机械臂的高度、踏板的深度和 3D 查看器的角度都可以根据个人习惯调整,以减少疲劳感,“长时间手术也同样奏效。”外科医生可以在 3D 高分辨率图像显示中将手术区域可视化。内置的话筒和扬声器可以让手术团队成员之间轻松沟通。

Medcaroid 称,最大的技术难点是捕捉并复制外科医生的动作和姿势。Medcaroid 从早期开始就让外科医生参与项目的开发,并根据他们的反馈和建议来改进设计。“最终,我们设计出了一台能够再现外科医生手部动作的机器人。”

为了执行精细的任务, hinotori 的机械臂采用了 8 轴关节式的设计。机械臂采用小巧的人形手臂设计,目的是避免干扰病床边的助理工作。

Medcaroid 坚持认为, Hinotori 只是一名外科手术助理。这个理念贯穿了它的每一处设计细节。“外科医生不希望机器人自己开展手术。他们希望机器人完全复制他们的外科手术技能。”这也让 Medcaroid 坚定了对机器人技术的信念:理想的机器人是与人类共存、为人类服务、扩展人类技能的机器人。

Hinotori 共配有六种装置,可用于开展五种不同的泌尿外科手术,仅由日本保险投保。当然,这还只是开始,机器人还可以在其他微创外科领域开展手术。去年 11 月, Medcaroid 向日本监管部门提出申请,请求在妇科和胃肠病手术中使用 hinotori。

未来,使用场景会越来越多。自 2018 年以来,14 个外科领域已经获准纳入日本的医疗保险。因此, hinotori 在日本市场的推进似乎志在必得。此外,如果一切按计划顺利进行, Medcaroid 的凤凰-手术机器人将很快应用于其他领域。■

# 流线造型、可调节、瑞士制造

每年仅在欧洲，就有数百万台外科手术本可以采用微创手术方法，但却还是沿用了传统开刀手术。为什么？首先，也是最重要的一点，微创手术的操作很大，并非常具有挑战性。机器人技术解决方案极大地方便了外科医生的工作，特别精密度要求高的手术环节，机器人能在空间狭小、难以介入的区域高度精确地移动，有助于提高微创手术的速度、质量和安全性。然而，这些解决方案就相当于为富有机构预留的劳斯莱斯。

这也是瑞士医疗器械公司 Distalmotion 设法解决的市场和用户问题，该公司成立于 2012 年。如今，他们的 Dexter 解决方案已经上市，问题终于有了答案。公司首席执行官 Michael Friedrich 承诺：“我们将继续推广外科手术机器人，将它变成医疗保健行业的标配品。”

为了实现目标，Distalmotion 公司想方设法消除阻碍推广机器人解决方案的两大障碍：难度和成本。首先，我们回顾机器人领域最初的开发理念。

Friedrich 解释道：“目前用于微创手术的机器人通常应用的是‘远程手术思维’，最初的开发理念是为了满足外科医生异地为患者开展手术的需求，也就是手术时医生和患者不一定在同一间手术室内。”设计初衷是为了让专家使用能完整执行手术操作的机器人，远程为受伤的士兵进行手术。从这种设计初衷中衍生出来的当前解决方案需要精密的设备，这种精密设备将外科医生从患者和医疗团队身边隔开了。

通常，控制机器人的机器人控制台与患者处于同一间手术室内——不仅 Dexter 如此，其他所有软组织机器人也一样。从某种意义上说，这使得传统的远程手术技术与设计更加矛盾，即，外科医生与患者和手术团队在同一间手术室内，但却相距甚远，因为控制台不是无菌的，不能使用标准工作流程。

对 Friedrich 来说，如果一套行之有效的 workflows 能让动作更加清晰，促进医疗团队成员之间默契合作，那么，这种隔离就不需要出现在标准手术操作中。隔离外科医生会中断正常的流程，还会增加额外的流程。

Dexter 的设计旨在达到完全相反的效果：“尽可能地降低机器人的操作难度，并将机器人技术自然融合到标准操作流程中。”

在 Dexter 的协助下，外科医生与他的团队和患者可以一起待在无菌环境中。不仅如此，外科医生也不必在“机器人手术”或“传统腹腔镜手术”

之间做出选择：他可以同时采用两种方法，更加方便。Distalmotion 的技术可以实现在 20 秒内从机器人控制台切换到患者，包括更换手术仪器。这位首席执行官总结道：“Dexter 成功实现了双剑合璧”。

这款机器人体现了公司对简约设计的不懈追求，它的结构紧凑，占地面积小。三只机械臂（两只操作手术器械，一只操作内窥镜）都安装在单独的移动装置上，易于介入需要手术操作的部位。

Dexter 系统采用开放式机器人平台。它还能兼容现有的各种腹腔镜器械，以及所有的 3D 医学成像系统。它的设计理念显然非常尊重用户习惯和选择。

最后要说的是，Distalmotion 打破了令人望而却步的成本壁垒，并提出了新型融资体系：如资本支出（购买）、租金、按次使用付费等各种“透明灵活”的付费模式，这些付费模式涵盖培训、维护和支持服务。变动成本取决于一次性专用设备的消耗情况。

Distalmotion 是瑞士洛桑联邦理工学院 (EPFL) 机器人实验室创建的机构，共拥有 80 多名员工。公司坐落于日内瓦的湖畔区，良好的环境为企业成长提供了肥沃土壤。这里又名“瑞士健康谷”，上百家生物技术、制药和医疗技术领域的公司、研究中心和其他机构都扎根于此。

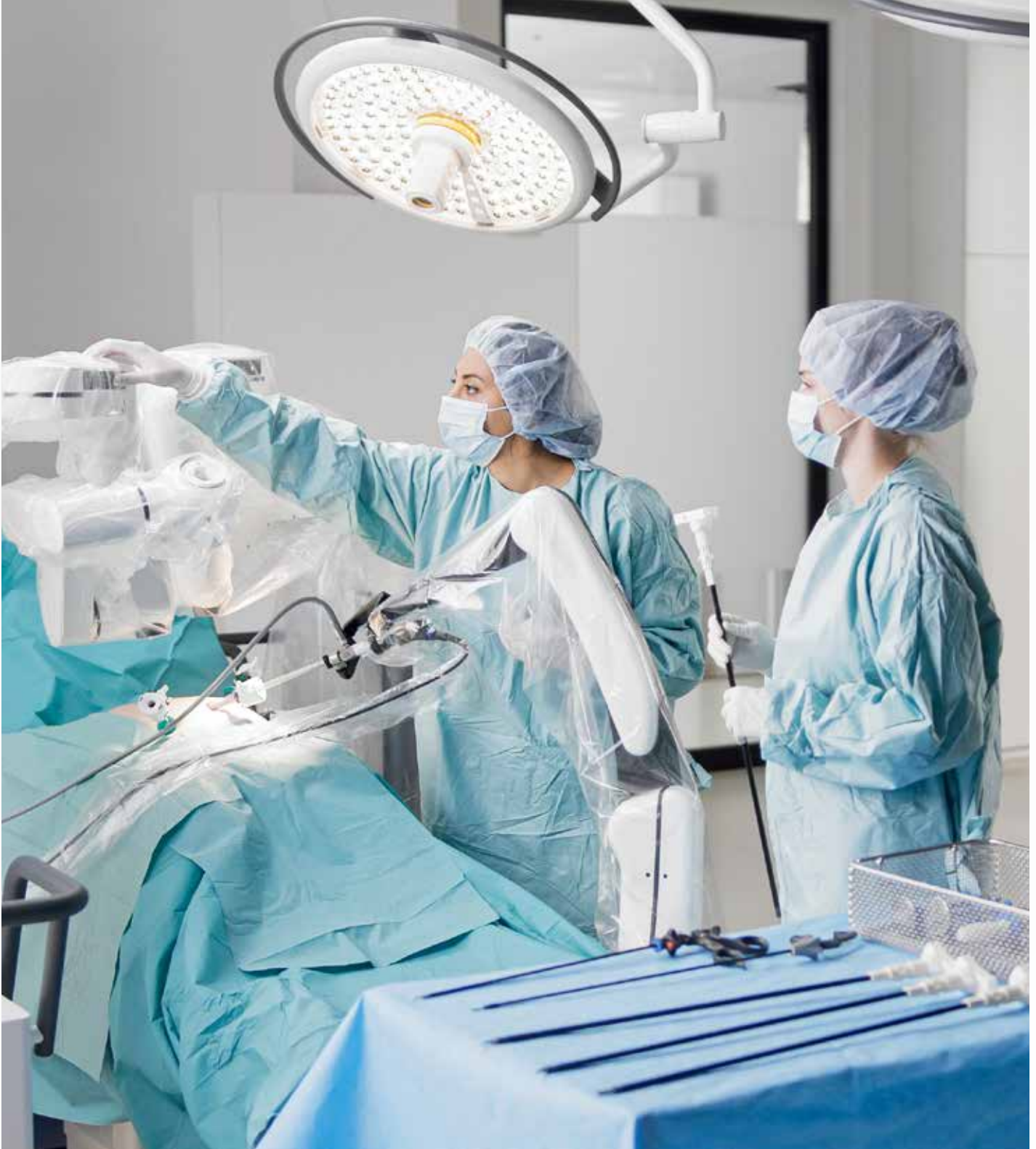
2020 年底，Dexter 获得了欧盟 CE 认证标志，这为公司的后续临床应用开辟了道路。2021 年 6 月，Distalmotion 宣布首次成功完成“全球首台混合式机器人手术”。目前，Distalmotion 计划通过“早期使用者计划”在欧洲推广 Dexter，这是公司全面推广计划的第一步。公司还将目光投向了美国市场，他们正在向 FDA 提交相关申请。

Distalmotion 的服务对象包含各种规模的医院，既有尚未采用机器人技术的中小型医院，也有不少大型机构，这些机构的计划是从先引入第一台机器人，然后慢慢实现每层楼一台机器人。

Friedrich 总结道：“Dexter 致力于让更多外科医生、医院、医疗机构和患者更方便地使用机器人治愈疾病。”现在，是时候开始推广微创手术了。“市场需要用户友好、关爱患者的新方法、新方案。” ■

有了 Dexter，外科医生不必在机器人手术和传统手术之间艰难取舍：他可以同时采用两种手术方案，只需数秒，即可从机器人控制台切换到患者，反之亦然。





© Distinction

# 奇思妙想的 不对称设计

为了提升航行效率,瑞士太阳能船队的学生们提出了一种新型设计理念。他们想要在今年夏天摩纳哥的一场比赛中获胜。

去年7月,在摩纳哥举办的第8届清洁能源船挑战赛正式开幕。来自世界各地的工科学生们踊跃参加了这项赛事,大约有十几艘船参加了“太阳能”类别的比赛。在单体船和双体船中,有一艘叫做Dahu的船,凭借不对称的外形设计而独树一帜。这艘船有着两个不同宽度和长度的船体,张开三张水翼“飞行”时,它的不对称性更令人啧啧称奇。虽然外形奇特,但它的效率却很高,最终Dahu在小组赛获得了第二名的佳绩。



© Swiss Solar Boat

▲  
“Dahu”号张开水翼,以18公里/小时的速度航行,将能耗降低了三分之一。



◀ 从管理到试飞,从启动到参赛,这个项目全程由学生独立完成。

几个月后,我们去看了这艘船,它安静、干净地存放在 EPFL (瑞士洛桑联邦理工学院) 校园的库房里。瑞士太阳能船队的学生们设计了这艘船目,他们曾立志成为当年夏天摩纳哥挑战赛的大赢家。我们找到了他们,向他们请教为什么采用如此与众不同的设计?团队的技术大拿 Simon Tychyi 微笑着回答:“我们要打破常规。”当然,这个选择背后一定有原因:“我们希望我们的船在航行时能像双体船一样稳定,但从水翼上腾空时又要尽可能轻,所以二级船体比较小。”



Dahu 采用了不对称的结构,很像一种名为 proas 的太平洋和印度洋传统支腿独木舟。这也解释了为什么学生们给她起了这么一个诙谐的名字:Dahu, Dahu 是阿尔卑斯山民间传说中虚构的一种四足动物,这种动物的左右腿长度不一样!



© 瑞士太阳能船队

二级船体并非唯一需要简化的部件。他们选取了能够最大化重量/刚度比的结构(具有泡沫体和尽可能少的支撑元件的夹层)和材料(预浸渍碳纤维、Airex 泡沫)。

总而言之,这艘高达 7 米的船仅重 190 公斤,其主船体却可以承受高达 2G 的潜在冲击。

他们也非常关注能效。瑞士太阳能船团队的几名学生在瑞士电子和微技术中心 (CSEM) 工作过,该中心位于瑞士西部纳沙泰尔市,在可再生能源领域享有盛誉。经过这次比赛,他们也为太阳能电池板的设计和生產贡献了一份力量。

## 跨领域才能

作为一个技术和教育项目,瑞士太阳能船队鼓励 EPFL 的学生全面参与本次活动,包括所有开发过程(电子学、流体力学、结构学)和管理过程(行政、通信……)。该团队的核心成员大约有 15 人,但总体来说,目前参与过这个项目的学生约有 60 人。

工程师们年纪不大,但专业功底非常扎实。EPFL 拥有丰富的海上经验(它是两届美洲杯冠军 Alinghi 帆船队的合作伙伴)。Taaroa 是一家专门从事水翼业务的公司,他们为 Dahu 提供了装备支持。Décision SA 公司

制造了太阳能脉冲飞机(全球首架不停环球太阳能飞机),他们为船体和甲板的设计提供了装备支持。

常年支持年轻工程师的雷莫,也很看好瑞士太阳能船队的这个项目。雷莫提供了以下组件:T 系列连接器,用于连接电子部件和传感器。这种小型连接器专为严苛环境设计,坚固又防水。它们使用起来简单、安全(推拉系统、键控),便于装卸 Dahu 的模块化组件。■

它是由 150-300 微米的单晶硅电池组成，总厚度仅 0.4 毫米，就像是粘合到另一表面的一层箔。它的能效怎么样呢？Simon Tychy 非常满意地答道：“比不上太空中使用的太阳能电池板，但仍属一流！”

学生们解释说，金属箔越薄，从地面开采的硅就越少，大家希望尽可能减少各阶段灰色能源的使用量。补充一句：学生们的努力没有白费。去年夏天，他们因此赢得了一项生态设计奖。

## 摩纳哥的三支“雷莫团队”

今年夏天在摩纳哥，瑞士太阳能船队将迎战另一支由雷莫赞助的团队。Técnico 太阳能船队（来自葡萄牙里斯本高等理工学院）也将带着它设计的第三个太阳能原型机 SRO3 参赛。

伊比利亚船队也将带着他们的 SM01 参加“氢能源”类别的比赛。无独有偶，荷兰代尔夫特理工大学的水翼氢动力船 Hydro Motion 也是由雷莫赞助的！

这绝非偶然！这家瑞士集团一直都在赞助年轻工程师们的各项活动。雷莫希望通过提供优质连接器，为创新性项目提供力所能及的帮助。这是一种双赢的伙伴关系，学生们严格、原始的需求反过来也推动了雷莫的创新发展。■



© Técnico 太阳能船队

清洁能源船挑战赛的规则将太阳能板的表面积限定在了 6 平方米内，但参赛队伍可以随意规划太阳能板的位置。瑞士太阳能船队综合评估了摩纳哥 7 月的太阳位置、航行路线、甚至领航员头部投射的阴影位置，利用计算机模拟计算出了电池的最佳放置点。

另外，分配电力时，要尽可能减少损耗。Dahu 利用了最大功率点跟踪器和一个电复律器来优化功率提取，以及太阳能电池板的分布位置。能源管理也很重要。例如，对于一场耐力赛来说，全速前进是不可取的。因此，学生们专门设置了“节能模式”，目的就是让船体能坚持跑完四个小时的比赛。另一方面，他们也为竞速赛设置了“冲刺模式”。

Dahu 的两台发动机能产生 800N 的力，它的反向旋转螺旋桨前后放置：后螺旋桨能恢复由前螺旋桨产生的水动力涡流，以此改变水流，进而优化性能。太阳能船可以以 45-50 公里/小时（25 节）的速度加速前进。在 18 公里/小时（大约 10 节）时，它的效率更高，能站在 T 形水翼上滑行。负责电子部分的 Simon Dorthe 介绍道：“这样耗能降低三分之一。”

船体平衡也是电子控制的，这很重要，因为它的不对称形状会导致船体不稳。“传感器每秒记录 50 次数据，所以，船载计算机能够不断修正水翼的角度、船的高度，以提升效率。”事实上，三只水翼也并不是固定不动的：它们的支承面像飞机的副翼一样可以旋转。

传感器采集的所有数据也会不断地向岸上传输。这种沟通是双向的：团队可以及时调整 Dahu 的航行参数。团队还会根据不断变化的天气条件及时调整 Dahu。

显然，每一处细节优化都能提高效率。不过，为了更好地测量和优化，您需要尽可能多地导航并进行测试。这也正是去年夏天瑞士太阳能船队的遗憾，学生们几乎是在最后一刻才造好 Dahu。

不同的是，今年，这艘船不需要建造了。Simon Tychy 和 Simon Dorthe 兴奋地对我们说道：“所以，我们有更多时间测试了！”我们可以深入了解这艘船的所有情况，微调一些算法，让它更加可靠。”他们计划在 4 月至 6 月期间，进行一次 50 多个小时的航行。

然后在 7 月初，瑞士太阳能船队的 30 名成员将转战到摩纳哥。对于他们中的一部分人来说，这趟旅程意味着他们的项目“体验卡”即将到期。但对所有人来说，这都是一次“卓越非凡的经历”，这份荣光将由数百名热情满满、协作共赢的学生们共同分享。如果能获胜当然更好了，那是锦上添花…… ■

# 沉浸在 声音中的 时光旅行

*Nagra 在音频领域占有一席之地。该公司生产的第一台乙烯基黑胶唱盘于 70 年前推出，承载了孜孜不倦、执着追求的工匠精神。参观 Nagra 诞生之地，聆听 Nagra 之音。*

闭上眼睛；我们正在聆听一场风暴交响乐。砸落在地面上的雨点，远处隆隆震耳的雷声，它的振动环绕在我们耳边。突然，一把低音吉他弹起了令人陶醉的旋律。从后边到右边，舒散的打击乐响起。在耳边，在身旁，Ray Manzarek 的键盘奏响轻盈的爵士乐音符。最后，Jim Morrison 奉上了他怪诞风格的唱腔：“暴风雨中的骑士，暴风雨中的骑士...”

大门乐队就在我们身边，隆重的音乐会即将开始。

© ATS



# 追求高保真音效 70 载

早在 1951 年, Stefan Kudelski 便发明了首台高品质便携式录音机。Nagra 品牌(在其创始人的母语波兰语中的意思是“我要记录”)就这样诞生了。它很快成为了身份的象征。只需要简单地挂在肩上, Nagra 就能取代一支满载重型乐器的团队。它坚固耐用, 能以出色的保真度捕捉声音, 一直陪伴在电视电影声音工程师、广播记者、宇航员和科学家们的身边。从海洋深处到月球, 还到达过珠穆朗玛峰的山巅。

这场技术革命带来了众多的荣誉奖励, 包括几项奥斯卡奖和艾美奖。

自上世纪 90 年代末以来, Nagra 品牌开始服务音响发烧友的世界。从一开始, 它就定下了前置放大器、放大器和转换器的品质要求: 采用高端配置, 这也为它后来赢得了口碑赞誉和市场份额。其高保真领域的收入目前占其总营业额的三分之二。■



© ATS

这种音效由美妙、清晰、有形的声音糅合而成, 非常迷人。迷人很正常, 因为我们现在正身处于瑞士音频技术公司 (ATS) 的工作室, 这里专门设计传奇品牌 Nagra 的产品。我们周围的高保真设备都很昂贵, 价格近 50 万美元。

Nagra 的最新力作在房间的一侧展示中: 即将在 12 月发布的周年纪念限量版黑胶唱盘。少数客户已经收到了它。唱盘是限量版, 只有 70 件, 庆祝 Nagra 品牌成立 70 周年。

研发团队花了四年时间来优化这台 80 公斤重音响设备的声音精度和纯度。这张黑胶唱盘是 ATS 对完美主义的最新致敬, 自豪地向外界展示了它的历史。铝合金外壳、穿越时空的经典设计、红色条形按钮、唱盘调节指针等元素都是追溯到 1951 年 Nagra I 代产品的保留设计。

鉴于这次是限量版, 所以它还附带了一些独特的精致功能。ATS 音频总监 Mathieu Latour 介绍: “我们想要向瑞士钟表的专业致敬, 这也是我们坚守的精神。”正如某些计时作品, 通过“骨架”透明表壳即可将机芯运转的风采一览无余, 部分零部件由传统材料精加工装饰(日内瓦 Waves 品牌)。这样一件艺术品的价格为 17.5 万美元, 它以其独特的方式让人联想起瑞士的奢侈表制造业。

Nagra 为什么选择了黑胶唱盘? Mathieu Latour 回答说: “我们想过应该在这个周年纪念日里推出什么新品。最后, 我们决定致敬传统的模拟系统, 充分展示我们的力学专业知识。”这个想法已经存在有一段时间了。“品牌创始人 Stefan Kudelski 早就考虑过推出一款黑胶唱盘。他甚至还为了一款唱臂申请了专利。70 周年纪念是一次实现这个想法的契机。”

然而, 相较 Nagra 目前生产的前置放大器和放大器, 唱盘从技术上讲离原始录音器的差异较大。因此, ATS 从头开始, 付出了比以往更多的努力。工程师们遇到的第一个挑战是要将目标具象化: “发烧友们痴迷黑胶唱盘、热爱黑胶唱盘。我们首先必须找出高品质声音的核心要素。接下来才能找到努力的方向。”

ATS 很快意识到, 它面对的是涉及多领域的项目。Mathieu Latour 把精密转台上的世界与计量学做比较: “供电本身就是个项目。每一个机械元件也都是一个单独的项目。每一个决定都会对其他项目产生影响。……音频信号非常微弱、敏感, 机械物件非常小巧, 很容易受到干扰。细节也会决定成败。”

例如，它需要综合运用力学、电子学、材料科学和应用物理学的专业技能，以对付音质的头号敌人——寄生振荡。为了解决这个问题，ATS 应用了多种解决方案：底盘和副底盘交替采用飞机级铝材和聚合物层，以及采用机械和液压组合悬架。这个重达 6.5 公斤的唱盘是用航天合金 EXIUM 制成的？为航天开发、用于洞察号火星探测器任务的钛材料非常珍贵，而 AM 合金的密度则比这种钛材还高 60%。唱盘的表面由抗静电的甲基丙烯酸酯材质制成。碳纤维唱臂有一层带有硅胶减震系统的木质层。不同于竞品的永久性解决方案，它的电机驱动系统是为了用户的需求而量身定制的。电源放置在一个重 20 公斤的外部壳体中。

所有这些设计都有助于将唱盘从外部振动中分离出来、将低音从扬声器中分离出来，甚至从隔壁脚步声中分离出来。如果您能看到它正在稳定地转动，您会认为，即使是世界末日此刻到来，它也不会有丝毫颤抖。

为了让理想照进现实，ATS 以“不惜花费任何成本”的态度打磨了每一处细节。这么做一点也不过分，Matthieu Latour 笃定地说道：“每一处细节都会影响声音的品质”。“*一切都能听到。*”

一切都能听到。(续第 22 页)

70 周年纪念限量版黑胶唱盘和可以看见的“声音”，  
向瑞士钟表业致敬。



© ATS



© ATS

因此,无论在工程上花费了多少时间,倾听才是开发中最重要、最耗时的部分。“声音总是感性的,所以技术并不是我们工作的终点。”在这个由精密材料和客观测量单位(赫兹、欧姆……)组成的世界里,最宝贵的仍然是具有高度主观度的人耳。

没错,倾听,重新设置,然后从头再来,一遍又一遍。

正是这种不厌其烦的“调音”,使得 ATS 和其产品声名远播,他们近乎偏执地追求“高保真”音效:尽可能地再现最真实的乐器或声音。当然,许多其他发烧友品牌也都声称这也是他们的追求。Nagra 的不同之处在于它的历史和经验,Latour 介绍道:“我们是 Nagra 录音机的继承人,既然是录音机,那音质就必须清澈透亮。高保真是我们永远坚守的品质。”

ATS 的专家们参与了大量或单独、或分组的倾听活动。这些“金耳朵”专家们大多自己就是音乐家,就像 Matthieu Latour 一样。“沉浸在真实的声音中很重要,您需要感受到声音真实的来源,不管是一个交响乐团,还是一位爵士吉他手……声源是我们的标准,是我们的音叉。它能帮我们找到原始的音调,感受到原始的音色。”ATS 常与蒙特勒爵士音乐节和斯特拉季瓦里基金会等机构定期开展各式合作,这些经历让这个项目获益不少。

虽然 ATS 拥有丰富的经验和专业的知识,但前行的路上也有各种曲折坎坷。

首先,人天生喜欢修饰。“我要听原声钢琴吗?还是说我再加一点点糖和香草,让声音更甜呢?”流行的扬声器和耳机制造商们通常都会选择这样的“改进”。对于发烧友品牌来说,“这种想法是罪魁祸首”。

在倾听声音和进行技术修正之间举棋不定,是第二处陷阱。选择底盘悬架中所含液体的粘度要花费数周。确定唱盘的材料(最终是纯铜)和形式要花费数月。

Latour 笑着承认:“什么时候停止微调,什么时候适可而止是我们面临的巨大挑战!”我认识一些对音质狂热的人,他们已经微调了 40 年的扬声器。我们和他们一样狂热,但我们必须还要考虑市场,毕竟我们最终要在市场上推出一款产品。”



▲ 碳纤维唱臂还配有带硅胶减震系统的木质层,以控制寄生振荡。

ATS 在瑞士洛桑地区雇佣了大约 30 多位这样的音质狂人,对不起,应该是员工。其中三分之一是研发人员。总监解释道:“我们想放弃标准解决方案,因为它们无法给我们想要的音质或原创效果。”

录音器仍然是 Nagra 的一条产品线,虽然像高保真领域的产品一样,二者都能带来不错的营业收入,但最重要的一点依然是:安全性。ATS 一直在为多个政府机构设计超微型解决方案。在 60 年代初,他们是美国中央情报局(CIA)认可的录音器供应商。

那些非常推崇 Nagra 瑞士化设计风格(冷静淡素、严谨精确)的人们,一定会对公司的办公环境感到惊讶。那里没有身穿白色制服的人,也没有整洁有序的实验室。占地 2000 平方米的公司办公楼,会让您以为这里是哪位天才发明家杂乱无章的超大阁楼。错综复杂,宛如迷宫的架子上放满了装满材料的箱子。工作台上堆满了各种杂乱无章的设备、零件和工具。工作台的一侧,员工正在试验和测量,另一侧,一台大型三轴 CNC 正在切割一张 Nagra 板材。总监介绍说:“大部分组件都是我们自己生产的,我们控制着大多数生产步骤。”此外,在货架的另一边:两位女员工正在组装唱盘。





## 理想的合作

作为一名绝对完美主义者,ATS 热衷于掌控 Nagra 器械设计过程的每一步。大部分部件均已实现自主生产,但 ATS 还是需要与许多高端供应商合作,这些供应商几乎都来自瑞士。雷莫就是其中一家供应商,几十年以来一直在为 Nagra 开发连接器。

上世纪 70 年代,“时间码”模块(音像同步)与 Nagra IV 一起引入,模块上一直都标配雷莫连接器。数字录像机的电源(在九十年代推出)也是如此。正如所有高保真设备(1998 年推出)一样,70 周年纪念限量版是一款终极作品。

黑胶唱盘是最高级的组成部分,70 周年纪念限量版特别使用了两个特定的 B 系列连接器。第一个连接器位于连接音臂和音频输出的电缆上,这个连接器非常重要,因为这个位置的信号非常微弱(仅有百万分之一伏!),而且电缆非常脆弱。第二个雷莫连接器配置一个单独的外壳中电源,用于最大程度地减少干扰。■

当然,是手工制作的。一切都是手工制作的。

不少 70 周年纪念限量版唱盘都已经交付给客户。与此同时,ATS 的工程师和设计师们已经在开发他们的下一款高保真产品了。更多样式的唱盘将陆续推出。一个专注于高保真系列,另一个专注于经典系列,选择更多,“但是需要一两年的时间来实现!”黑胶实际上只是回归模拟系统的第一步。Nagra 将给出使用其标志性磁带的解决方案。在传承和创新之间,Nagra 的传奇还在继续上演。

在 ATS 的工作室里,《暴风雨中的骑士》音乐已经结束了。最后一个音符落下,雷声渐渐远去,雨声渐渐舒缓。有那么一刻,我们和大门乐队身心合一,大门乐队也和我们灵魂相通。这种来自“现场音乐”的深刻情感撞击是 Matthieu Latour 的目标,也是对他自己的回报:让旧时光里的表演能够在当下的时空中重新释放能量。他总结道:“我们在这里制造的其实是一台时光机。” ■



# 渴望探索宇宙的巨眼

**智利山顶上建造的极大望远镜 (ELT) 欧洲南方天文台 (ESO) 一直与众多商业伙伴密切合作, 其中 Procon Systems 就供应了很多高级设备。**

望远镜捕捉到的光线越多, 它“看”得就越清楚。因此, 大型望远镜往往能烧掉数十亿美元的经费。ESO 极大望远镜的直径接近 40 米, 正在智利生产中, 这也将创下一项新纪录。一切都是天文级别的数字。

极大望远镜能比当前最大的装置 (超大望远镜) 多捕获二十倍的光线, 比人眼多一亿多倍。这样一台望远镜足以让天文观测之父伽利略开心不已, 他曾用一个 3 倍放大仪发现了木星周围的卫星。

极大望远镜由四个 Zerodur 微晶玻璃反射镜和一个碳化硅反射镜组成。它们的大小、形状和作用各不相同, 但能协同工作, 以前所未有的精度和清晰度呈现宇宙图像。在一个高 80 米、直径 88 米的半球形穹顶的保护下, 它由一个 3000 万颗螺母组成的结构提供支撑。

主镜做到了极致: 一台长 39 米、重 132 吨的 Zerodur 微晶玻璃大怪物, 它有 798 个分块, 这些分块将以十分之一微米的精度对齐。

无论是否是大型望远镜, 即使发生最轻微的干扰, 望远镜也会变成近视。预控这种情况需要用到一系列科学、技术和工业解决方案。镜片的设计与抛光工艺可以更加精进, 但这也仅仅只是一方面的因素。

另外, 位置的选择也很重要, 智利阿玛逊斯山的顶部有着绝佳的地理优势。这个地方位于阿塔卡马沙漠的中央, 那里的气候极度干旱, 每年有 350 天都是万里无云的晴朗夜晚。不远处的海洋降低了温度变化的幅度。地理上的与世隔离限制了人类活动会对观测造成的干扰 (包括空气和光污染)。此外, 欧洲南方天文台非常熟悉这里, 该天文台在阿玛逊斯山上的超大望远镜项目就在距此大约 20 公里的地方。

3000 米的海拔减少了大气湍流造成的干扰, 但也并没有完全消除。这种湍流变化很快, 而且可能会导致像差, 必须迅速校正。大型的反射镜不够灵活, 所以小巧、灵活的“可变形反射镜”派上了用场。为了修正因当地大气造成的模糊感, 观测需要借助一颗参照星, 这颗星星必须足够明亮, 而且离被研究对象足够近。为了确保能找到这样一颗星星, 天文学家向高层大气发射了强激光束。极大望远镜有 8 个这样的激光发射器。

这种解决方案称为自适应光学方案, 已经用于相邻的超大望远镜项目上。新型地基望远镜观测到的图像有望比哈勃空间望远镜的图像清晰 16 倍。

另一个主要的固有内在干扰是: 反射镜的巨大重量会使其表面变形。为了解决这一问题, 天文台采用了另一种解决方案, 即主动光学元件: 一组改变质量分布的电动液压执行器, 以对抗局部表面畸变。



© ESO

▲ 智利的阿玛逊斯山上, 将于 2027 年建成世界上最大的地基望远镜。

发现并解决“星星模糊的问题”后, 仪器装置就可以开始进场。一些超精密照相机和光谱仪会将可见光和红外光转换为有用信息。

极大望远镜能比以往帮我们更好地观察天文学和宇宙学的“终极目标”: 太阳系外行星、星系的起源(瞥见宇宙大爆炸38万年后的壮丽景象), 以及它们的进化过程、超大质量黑洞、宇宙其他地方生命存在的痕迹……这些即将观察到的信息足以解答很多问题, 并抛出新问题, 每一台新的大型望远镜都会带来意想不到的新发现。

想要达成这些目标, 没有大规模的合作是无法实现的。

欧洲南方天文台(ESO)是一个成立于1962年的政府间组织, 有16个成员国。天文台的任务是建造和运营世界一流的地面天文设施, 促进天文领域的合作。天文台的总部位于德国慕尼黑附近, 它在智利还有三个观测点: La Silla 天文台、Parana 天文台、Chainantor 天文台。欧洲南方天文台的极大望远镜目前正在 Parana 天文台附近的智利阿玛逊斯山上建造。

这个项目涉及众多大规模设备、大型装置、科学活动等, 需要数百家的公共和私营机构共同参与完成。举个例子, 欧洲南方天文台在智利山上建造极大望远镜的工程能带来40多份工业合同, 每份合同都将价值50万欧元以上。

在众多的合作伙伴中, 西班牙公司 Procon Systems 负责132个电子机柜的装配、集成和验证工作, 这些机柜将容纳电子元件, 用于极大望远镜主镜的控制、通信和电力供应。这是天文台第二次与 Procon 之间展开合作了, 之前他们曾经一起合作修正过超大望远镜的控制系统。

用 Procon 系统组装的设备配置了雷莫的产品解决方案。这不是这家瑞士集团首次参与天文项目了, 它的连接器已经用于多台望远镜, 如土耳其的安娜托利亚天文台(详见 CONNECTED 杂志第8期), 这家天文台预计将于今年落成。正在夏威夷建设的美国30米望远镜项目(详见 CONNECTED 杂志第11期)将使用1万多个雷莫连接器。

与此同时, 在类似火星地貌般的 Cerro Armazones 山上, ESO 的极大望远镜的建设也正在火热进行中。自2014年以来, 山顶的高度被降低了18米, 22万立方米的岩石被移除, 打造出了一处150米 x 300米的平坦表面。令人叹为观止的地基工程建设已经完成, 2021年主题结构和穹顶的建造工程已启动。建造预计将于2025年完工。等到2027年, 天文台的极大望远镜捕捉到“第一束光”(首次从天空捕获光子)后, 它将成为人类自己打开的最大天空之眼。■

**如果您想要了解更多关于极大望远镜的结构信息, 请登录:**

<https://elt.eso.org/about/webcams/>

# 当 超级高铁 遇到铁面现实

瑞士的超级高铁即将在欧进行首次真空测试运行，它采用全球首创的环形线路，可在绵延数千公里的路路上测量和优化“未来列车”的效率。

磁悬浮吊舱位于处于部分真空环境下的高铁管道里，以高达 1200 公里/小时的速度飞驰。这就是超级高铁，是一种比飞机甚至火车还要“环保”的公共交通工具。理论上讲，它可以在 1 小时内从巴黎驶到罗马，从旧金山到洛杉矶仅需不到 30 分钟。

这并不是新概念（早在 20 世纪初，人们就已经提出了类似“真空高铁”的工具），但一直被搁置在了历史的长河中。直到 2013 年，美国企业家 Elon Musk 发表了一份白皮书，这份白皮书立即成为了一场技术竞赛关注的焦点（详见 CONNECTED 杂志第 11 期中的文章）。在 2016 年至 2019 年期间，这位亿万富翁还为世界各地的高校组织了一项“超级高铁车厢设计大赛”，为研究提供灵感。瑞士的洛桑联邦理工学院（也是雷莫的合作伙伴）也参加了最后两个阶段的竞赛。在分布式电气系统实验室（DESL）负责人 Mario Paolone 教授的鼓励和监督下，洛桑联邦理工学院 EPFLoop 竞赛团队获得了多项工程奖。

Musk 组织的这场竞赛涉及短直线加速技术，但这并不能证明超级高铁技术已经成熟。因此，Mario Paolone 启动了对大量实际问题进行量化评估的工作。真的有可能通过节能解决方案（确保超级高铁价格经济亲民）实现 600-700 公里/小时的速度吗？多少趟班车是连接两个主要城市的最优解呢？运力如何？发车频率如何？让真空系统在非高峰时间运行是否更高效？等等。



顺便提一下,本文得出的结论是:超级高铁是一种合适的陆内运输方式。这也给了 DESL 实验室充分的理由来启动两个实体项目。

第一个项目尤其显眼:洛桑联邦理工学院已经在校园内建成了欧洲首个超级高铁隧道!EPFLoop 竞赛团队的“高级”成员之一 André Hodder 解释道:“*我们想证明超级高铁是可行的,也就是说能效目标可以实现。因此,我们要对比理论数据与实际情况。*”

迄今为止,由维珍超级高铁公司(HyperloopTT)和其他业内制造商制造的测试隧道短则400米,长则4公里,长度都不足以满足能效研究要求。“*实际情况中,一辆交通工具会连续行驶数小时、行程覆盖数千公里。因此,我们选择了唯一适合模拟的路况:环形隧道。*”这是全球首个超级高铁环形隧道,设计比例1:12,直径40米。2021年7月,项目的土建工程已经完工,现在已经开始安装隧道设备。

完工后,隧道将配备多个传感器(使用雷莫连接器),以记录高铁车厢的位置以及其他参数。评估内容包括:项目的基础设施及其使用情况、隧道内的低压状况(如何维护和修复泄漏等)、热膨胀、冷凝、故障(及其解决

办法),以及与真空密闭管道中高速行驶列车的最佳通信方式(获取并传输实时数据)。

很显然隧道完工后,就有办法测试和改进车身性能了。专家们可以分析不同类型高铁车厢的性能、各种发动机的效率、加速度分布图(确保乘客可以承受)以及能效……想测什么,就测什么。

EPFL 学院将根据结果来验证他们的想法是否可行,即,通过蓄电池为车辆供电,而不是通过基站供电。André Hodder 补充道:“*铁路是大型的电力用户,尤其是由轨道驱动的超级高铁。高铁车厢配备有电池组,我们将使用太阳能、风能或水力给电池充电,所以每次行程结束时,电网不会受到影响。*”

DESL 实验室还会利用这条隧道测试第二个实体项目,这个项目涉及微调直线感应电机。这台电机是在2019年第二次参加 Elon Musk 组织的“超级高铁车厢设计大赛”时设计的。电机被赋予了一个很贴切的名字 LIMitless(缩写为 LIM,意为“直线感应电机”),它是实验室与另一所瑞士技术学院 HEIG-VD 的 Mauro Carpita 教授共同设计的。

测试隧道中的 EPFLoop 团队这个圆形隧道可以模拟超级高铁数千公里的行驶旅程。

© EPFL 学院 Murielle Gerber 教授



选择直线感应听起来可能出人意料,因为据科学文献记录,这种发动机的性能会使其速度远低于超级高铁 1000 公里/小时的目标速度。然而,EPFLoop 团队有自己的想法,他们想办法克服这些困难。这个想法非常有望获得成功,并且已经得到了瑞士创新局针对优秀博士论文的资金支持。

© EPFL 学院 Murielle Gerber 教授



▲ 装配中。装配完成后,管道(按 1:12 比例设计)的直径将达到 40 米。

LIMitless 还得到了一位行业合作伙伴的帮助:瑞士 Swisspod 科技公司这家初创公司由 DenisTudor 和 CyrilDénéreaz 创建。两人以前还是学生时,就积极参与了各种超级高铁设计比赛,现在是 EPFLoop 团队的成员。

正如其名,Swisspod 公司致力于开发在美国轨道上测试的车辆。目的是验证这类运输技术。Cyril Dénéreaz 表示,这是非常关键的一步:“超级高铁网络的基础设施建设将是一个浩大的工程。没有人会对还没有经过试用和测试的技术投资数十亿美元。”

超级高铁的历史可以追溯到民用航空的发展史。首先,飞机要先能运输货物(想想法国邮递航空公司 Aéropostale 的冒险吧!),待技术和安全方面足够成熟后,才可以搭载乘客。

与此同时,EPFL 将继续专注于科研,调拨顶尖人才和专家去解决科学或技术问题。EPFLoop 团队有六名“高级”成员和十几名学生。超级高铁下有大约十几个项目。André Hodder 说:“项目组的气氛很好。他们都非常热情,对未来有着长期积极的憧憬。”

Hodder 认为现在已经没有时间再犹豫了。“能源转型势在必行,我们现在就要做出改变!”很快,我们就能扭转超级高铁如今的被动局面(油价飙升、洲际航空问题、分配网络的瓶颈.....)。届时,EPFL 将蓄势待发,一展拳脚。

2 月下旬,隧道的设备最终定了下来,第一批压力测试启动,并完成了运行前调试。到六月,第一节超循环车厢即将推出,进行数千公里中的第一公里测试。■

# 追忆 1995， TV 革命是如何 开始的

**雷莫推进了高清电视 (HDTV) 产业的创造和发展进程，因此荣获了上一届艾美奖的最佳技术与工程奖。相关人士向我们介绍，30 年前的一场普通招标如何引领我们迈向了新时代。**

今天的电视图像与过去的电视图像效果差异明显。也不用追溯太远：40 多岁的人在 90 年代初观看童年节目时，HD 还没有出现。那时的屏幕上总有很多颗粒、色差、不规则的慢动作回放。

铜缆似乎足以传输摄像头捕捉到的数据。不过，那时的雷莫首席执行官 Marcello Pesci 就认为，光纤的引入可能会撼动整个广播业。他决定成立一支专门的团队。1991 年，他聘请了一位专家来领导整个团队。

Glen McFarlane 是一位牙买加裔英国人，他在飞利浦做了十年的光纤研究工作。雷莫计划生产专用于广播行业应用的连接器，因此，专家开始开发新型连接器。

这难度不小，McFarlane 回忆道：“当时的工作现场，广播电缆被散放在地上拖行，被人乱踩，随意堆放。连接器的负荷、压力、冲击、振动和温度变化很大。在这种极端条件下，我必须制造出能够保持两根小于 10 微米，完全对齐并稳定连接的光纤。”

数月之后，我们推出了 F2 连接器，当时它的表现“超越了同时期所有的连接器”。松下当时也是业界龙头，他们于 90 年代初期开始采用光纤技术。当时的相机仍在以传统标准进行拍摄，但这家广播业巨头已经在酝酿一场革命了。McFarlane 介绍道：“1994 年，他们的代表告诉我，日本制造商正计划提议首次以高清晰度播放所有活动或赛事。”





1995年初,雷莫的日本子公司确认了这个现如今仍然保密的项目。它由ARIB(日本电信标准化组织,包括电视频道和摄像机制造商)领导。投标项目:1996年夏季亚特兰大奥运会。雷莫是唯一一家参与竞标而非日本公司。

在CEO的支持下,McFarlane多次出差,了解客户需求并制定规范。在亚特兰大的美国有线电视新闻网CNN的总部,别人告诉他,10秒钟的信号中断就会导致10亿电视观众无法观看100米跑决赛赛事,这可是奥运会的重头赛事。

该产品是采用混装六芯的连接器,采用了两根光纤、两个高压针芯(摄像头电源)和两个低压针芯(摄像头和控制单元之间的通信)。Glen McFarlane与雷莫当时的产品总监René Moreillon搭档合作,将F2光纤芯融入到针对极端环境开发的连接器外壳中。这个名为3K.93C的新解决方案接受了严格的内部测试。1995年春末,它被送往日本接受松下和索尼的测试。

7月29日,McFarlane与雷莫当时最新任命的技术总监Jean-Claude Hubert飞往东京,准备迎接测试结果。McFarlane说:“我们的产品表现最佳。日本人只在固定装置中发现了一处瑕疵。”

于是,雷莫的3K.93C高清摄像机专用连接器几乎成为了全世界所有电视演播室的标配。

讽刺的是,此处瑕疵与连接质量毫无关系,是一个机械性的问题:连接器和电缆必须要能防止相机(价值数十万美元)从平台上掉落。

雷莫的日本子公司和在英国的光纤团队(当时有六个人)立即做出了回应。McFarlane和Hubert克服了时差,在东京的酒店房间里工作了一整晚。他们与英国团队通了几个小时的电话。FO工程师Alan Brooks回忆道:“我们几乎只用了一个晚上就重新设计好了固定装置!”接下来的几天是原型测试。ARIB接受了提出的解决方案。

工作组于11月初发布了最终决定:他们最终决定选择雷莫的解决方案。距离奥运会开幕的时间越来越近,这个项目的状态也从“保密”转向了“可操作”。

大约生产了200个3K.93C连接器,这已经够用了,因为当时只有部分摄像机机会配备高清摄像头。LEMO还开发了保养和维修套件,便于工程师们在必要时快速解决问题。最终的测试和审核也完成了。

1996年7月,亚特兰大奥运会一切事宜准备就绪。

McFarlane笑着说:“我在不断的祈祷中看完了开幕式。”Brooks则更有信心。他甚至没有飞到美国去进行现场协助:3K.93C的表现和运动员们一样出色。没有故障,没有报错,没有问题。

奥运会闭幕后,这些连接器和电缆被送往日本进行测试。McFarlane参加了这些测试活动。“所有配件都有磨损迹象,覆盖着亚特兰大当地的红土。只有连接器毫发无损!”

在这次成功的亮相后,3K.93C已经不仅仅是一款普通的产品了。1997年,ARIB决定将其作为HDTV的标配品(雷莫参与编辑了该标准)。紧接着,美国的电影电视工程师协会(缩写SMPTE)也采用了它。然后在1999年,EBU(欧洲广播联盟)也开始用它。

雷莫的3K.93C成为了实至名归的全球标准。

该系列连接器逐渐走进了世界各地的电视演播室。奥运会或足球世界杯的广播摄像机上,处处都有它的身影。除此之外,柏林的新德国议会、英超联赛的赛场、纽约麦迪逊广场花园、伦敦BBC广播公司工作室都用上了它。



与此同时，高清电视取代了传统电视机。高清电视不仅能满足广播工作室的需要（远距离传输更多数据），同时也广受观众们喜欢（全面生动的图像，完美的慢镜头）。

电视行业由此进入了全新时代。

美国电视台向雷莫颁发艾美奖的最佳技术与工程奖，也正是为了表彰雷莫的这些成就。

2021年初，雷莫获悉，公司将因在“电视标准化和商业化——广播、综合、电气和光纤摄像机电缆和连接器”方面的贡献将得到嘉奖。

去年秋天，雷莫正式获得了艾美奖，同时获奖的还有它的合作伙伴 ARIB、SMPTE 和 EBU。这座著名的金色小雕像奖杯现存放于雷莫瑞士总部的接待区。

Jean-Claude Hubert 如是评论道：“谁能想到我们会在 1995 年经历这么一场奇遇？” Alan Brooks 证实道：“我们当时不知道 3K.93C 会给我们带来什么，但我们一直在不懈努力。这是团队共同奋斗的结果。我们的确处于广播行业的一线阵地。” Glen McFarlane 表示他全身心地投入了这项事业，并自豪地得出结论：“这是一款应当获奖的优秀产品！”

艾美奖是这个故事好莱坞式的童话结局，但可不是连接器的结局。

近 30 年前只为“简单”的高清目标设计的 3K.93C，也能完全支持当下流行的 4K 画质。未来，它还能支持 6K 或 8K 画质。

不仅如此，雷莫还推出了 3K.93C.Y 新型连接器，这是一款兼容，但完全重新设计的新品（包括针芯）。雷莫的美国子公司 NORTHWIRE 设计了一款 SMPTE 专用电缆，雷莫因此能提供更完整的解决方案。

精彩的节目还在继续。■





# 强大、精巧

## 雷莫 M 系列连接器 全新大功率配置



M 系列的最新配置能满足电子设备和电力驱动车辆大功率配电的严格连接要求。可靠、安全、轻便、坚固、完全防水，适用于严苛的环境条件和关键任务解决方案。

接受订购、接受客户定制。

## 总部

### 瑞士

雷莫 (LEMO) SA  
电话: +41 21 695 16 00  
info@lemo.com

## 分公司

### 奥地利

LEMO ELEKTRONIK GESMBH  
电话: +43 1 914 23 20 0  
salesAT@lemo.com

### 巴西

LEMO LATIN AMERICA LTDA  
电话: +55 11 94242 4293  
info-la@lemo.com

### 加拿大

LEMO CANADA INC  
电话: +1 905 889 56 78  
info-canada@lemo.com

### 中国/中国香港

雷莫电子  
(上海)有限公司  
电话: +86 21 5899 7721  
cn.sales@lemo.com

### 丹麦

LEMO DENMARK A/S  
电话: +45 45 20 44 00  
info-dk@lemo.com

### 法国

LEMO FRANCE SÀRL  
电话: +33 1 60 94 60 94  
info-fr@lemo.com

### 德国

LEMO ELEKTRONIK GMBH  
电话: +49 89 42 77 03  
info@lemo.de

### 匈牙利

REDEL ELEKTRONIKA KFT  
电话: +36 1 421 47 10  
info-hu@lemo.com

### 意大利

LEMO ITALIA SRL  
电话: +39 02 66 71 10 46  
sales.it@lemo.com

### 日本

LEMO JAPAN LTD  
电话: +81 3 54 46 55 10  
info-jp@lemo.com

### 荷兰 / 比利时

LEMO CONNECTORS NEDERLAND  
B.V.  
电话: +31 23 206 07 01  
info-nl@lemo.com

### 挪威 / 冰岛

LEMO NORWAY A/S  
电话: +47 22 91 70 40  
info-no@lemo.com

### 新加坡

LEMO ASIA PTE LTD  
电话: +65 6476 0672  
sg.sales@lemo.com

### 西班牙 / 葡萄牙

IBERLEMO SAU  
电话: +34 93 860 44 20  
info-es@lemo.com

### 瑞典 / 芬兰

LEMO NORDIC AB  
电话: +46 8 635 60 60  
info-se@lemo.com

### 瑞士

LEMO VERKAUF AG  
电话: +41 41 790 49 40  
ch.sales@lemo.com

### 中国台湾

中国台湾桃园  
电话: +886 967 132 824  
speng@lemo.com

### 阿拉伯联合酋长国

LEMO MIDDLE EAST  
CONNECTORS LLC  
电话: +971 55 222 3677  
info-me@lemo.com

### 英国

LEMO UK LTD  
电话: +44 1903 23 45 43  
lemouk@lemo.com

### 美国

LEMO USA INC  
电话: +1 707 578 88 11  
info-us@lemo.com

### 美国

NORTHWIRE INC  
电话: +1 715 294 21 21  
cableinfo\_northwire@lemo.com

## 经销商

### 阿根廷

DMB FIBER  
电话: +54 9 11 2270 2021  
david@dmbfiber.com

### 澳大利亚

JOHN BARRY GROUP PTY. LTD  
电话: +61 2 93 55 23 80  
lemo@johnbarry.com.au

### 巴西

RAIMECK INDUSTRIA  
E COMÉRCIO LTDA  
电话: +55 11 55 24 58 21  
raimeck@raimeck.com.br

### 智利

3GT LAB SP  
电话: +56 2 2235 08 35  
contacto@3gt.cl

### 哥伦比亚 / 秘鲁

MICROLINK S.A.S.  
电话: +571 314 72 40  
contactenos@microlink.com.co

### 捷克共和国

MECHATRONIC SPOL. S.R.O.  
电话: +420 2 679 13973  
mechatronic@volny.cz

### 希腊

CALPRO  
电话: +30 210 7248 144  
technical@calavitis.gr

### 印度

PT INSTRUMENTS PVT. LTD  
电话: +91 22 2925 13 53  
ptinst@vsnl.com

### 以色列

AVDOR TECHNOLOGY LTD  
电话: +972 3 952 02 22  
sales@avdor.com

### 新西兰

INGRAM  
电话: +64 9 580 28 00  
sales@connectorsystems.co.nz

### 波兰

SEMICON  
电话: +48 22 615 64 31  
info@semicon.com.pl

### 南非

JAYCOR INTERNATIONAL (PTY) LTD  
电话: +27 11 444 1039  
jeff@jaycor.co.za

### 韩国

SUNG SHIN I&C CO., LTD  
电话: +82 70 4015-8350  
mail@sungshin.co.kr

### 土耳其

MAK SAVUNMA LTD STI  
U.B.I.  
电话: +380 44 568 5765  
info@lemo.ua

### 乌克兰

U.B.I.  
电话: +380 44 568 5765  
info@lemo.ua

# CONNECTED

WWW.LEMO.COM

INFO@LEMO.COM

CONNECTED ONLINE



myclimate.org/01-22-500219