连接器构件

发明的艺术

Ross Robotics 首席执行官 Philip Norman 用纸笔炼就了出色的绘图技能。作为一名前艺术家，他现在用 Siemens PLM Software 提供的 Solid Edge 来进行设计，并且取得了多项设计专利。

Ed Targett

1898 年，在设计科洛尼亚古埃尔教堂时，安东尼·高迪用细绳做了一个倒置模型，用铅垂压低，以便看到悬链线形拱。这是已知最早、最杰出的参数化设计经典之一。

Philip Norman 不仅是著名的艺术家和发明家，也是 Ross Robotics 的创始人。他现在设计的不是一个倒置大教堂，也不使用细绳。不过，他与高迪一样精于参数化设计，并且像高迪一样，他的设计将带来颠覆性影响：机器人。

尽管他使用计算机辅助设计（CAD）软件，即 Siemens PLM Software 公司提供的 Solid Edge。不过，很长一段时间，他不使用细绳，而是使用铅笔和纸张，甚至有一次还用到了木头和凿子。作为一个艺术家，一切看起来顺理成章。

Philip Norman 曾经当过建筑工、漫画家、陶艺师和儿童读物插画师，现任 Ross Robotics 研发总监。他的创造力如泉水般涌现，不断追求完美设计，为了追求梦想，他放弃了在法国南部的舒适生活。当然，追求梦想的道路上布满了荆棘。

他不仅拥有很多项专利，而且还打造了一台机器人（该机器人正在位于 CERN 的世界最大粒子物理学实验室运行），设计典雅简洁，数年的反复试验充分肯定了他的不懈努力。随着远程传感器和蓄电池技术的发展，模块化、可重新配置及即插即用的机器人平台显得越发具有先见性。

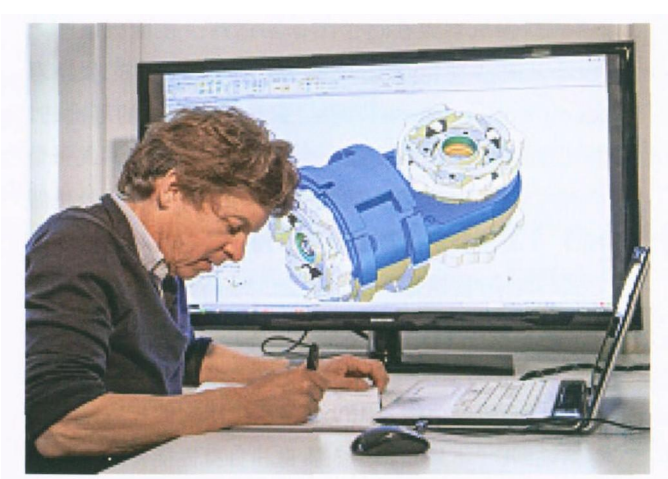

图 1 泉涌般的创造力，Ross Robotics 公司的 Philip Norman 在计算机旁

在拜访他位于伦敦西部的办公室期间，他特别强调了艺术背景对工程设计的重要性。他表示，“艺术家花大量时间工作，经历无数失败的尝试。这是很多其他行业所不允许的。不管是在商业、银行业还是工程领域，反复失败是不可能持久的。艺术家 98% 的作品都会报废，但只要 2% 的作品获得成功，他们就会异常高兴。”

那么，CAD 是如何以及何时成为该过程的一部分的呢？ Norman 先生笑道，“我曾经手绘过一些设计，然后在一次聚会上把它们展现给一个工程师朋友看。他认为我应该学习 Solid Edge。那天晚上我玩得很开心，几乎把那件事忘得一干二净，但我那位朋友向来一丝不苟，因此在凌晨十二点半左右他还精神百倍，打开手提电脑，坚持要教我如何使用 Solid Edge！”

他补充道，“让我对 Solid Edge 如此着迷的是，你可以在三维环境下进行设计，并对其进行实时分析、测试、组装和修改，边学边用。Solid Edge 基本上成了大脑的延伸。你可以导出文件，然后立即让别人直接按照你的设计进行制造，并且还能分析特定的零部件。Solid Edge 是一款非常先进、复杂的动态程序，我可能只用了其中的皮毛而已。”

制造模块化机器

那么，Norman 到底创造了什么？他

的可扩展机器人平台基于一个巧妙的三维模块化框架，一个同轴物理、电力及数据连接器——只需插入后扭转一下，就可以连接电力和数据流。一些巧妙的仿生牵引装置，使得 Ross Robotics 的机器人能够跋涉茂密荆棘，上、下楼梯，甚至游泳。他认为这些机器人在救援、油气和安保等各种领域具有极大的应用潜力。

随着能够监测空气、土壤和水质量的远程传感装置以及高分辨率摄像机等各种应用的可得性不断增加，以及成本的不断下降，该平台可以根据客户需要进行调整，不仅未经培训的工人可以操作，而且其设计还能确保其“优雅地退化”，或者说，确保其具备在一个零件被毁之后保持功能的能力。

有一台机器人经过大幅改装后（可改装性也是机器人的设计特征之一），现在位于 CERN（欧洲核研究组织）的世界最大粒子物理实验室中运行。Norman 先生解释道，“大型强子对撞机的隧道长度共计约 50 km，隧道建在日内瓦郊外一个山谷的沉积岩床内，里面有大量需要由机器人进行监控和维护的复杂设备。”

“对撞机的一些零件，尤其在运行时，是生物禁入区，原因要么是后台核辐射，要么是磁场。据我所知，这些磁场是地球上最强的磁场。我们的机器人系统采用塑料和非磁性金属化过程建造而成，基本上为非金属和非磁性系统，可以在极端恶劣的条件（比如对撞机中的工况）下运行。”

Norman 补充道，“CERN 已经对我们的系统进行了一些专业工程作业，进一步增强了系统满足工作环境要求的能力（电路的特定部件和类型与其环境不兼容，而 CERN 非常明确具体要求是什么）。我们有一台机器人已经在 CMS 实验中执行了远程监控工作，正是该项实验捕捉到了装有摄像机、LiDAR 扫描仪以及一些其他专业传感器的 Higgs Boson。该机器人为全自动型，运行时不需要人为控制器。”

连接器构件

这一经历的源头，始于儿童积木的局限性给他带来的苦恼。Norman 先生在赞比亚长大，后来到了法国，住在图卢兹附近一个由谷仓改造而成的房子里，开始对铸补和建造产生浓厚的兴趣，对游戏渐渐失去了兴趣。

拿起一个看似简单的基本构件之后，Norman 先生尽力解释其复杂性，“我当时想设计一个能够通过 X、Y 和 Z 面连接并锁定其他零件、且不会造成死路的三维零件。”

他继续说道，“真正难解的问题是精确的几何形状及其算数问题。在经过反复试验和无数次挫折之后，我开始意识到我的设计在几何上有一个基本逻辑。后来我们发现，那就像是一种分形，有两个等级：一个为黄金分割比例 61.8%，另一个为 100%。”

在 Norman 先生的诸多专利中，用以形容其第一个专利的语言在一定程度上阐述了其设计意味，及其复杂性。“连接器构件是导流板套组的一个基本构件，该基本构件经过简单的组装，即可以用来创建复杂的体积形状。”

“在调节器构件轴与连接器构件底座中轴向空心圆柱锥体之间创建的装配构成了滑动枢轴的一个连接件，允许进行可逆转装配。因此，两个连接器构件之间或者一个连接器构件和一个调节器构件之间的轴向连接件允许旋转运动。正因如此，用这两个构件创建的装配也可能进行旋转运动。”

机器人的兴起

Norman 先生坦然表示，这个过程并非一帆风顺。不过，虽然其公司仍处于发展的初级阶段，但是由于市场需求量大，因此其发展潜力不可限量。“从当前科技领域的动态来看，可以说我们正处于科技蓬勃发展时代的前沿，从微处理到新能源储存技术等各种技术在过去十年间均取得了长足的发展。”

“可以说，我们使用的很多东西实际

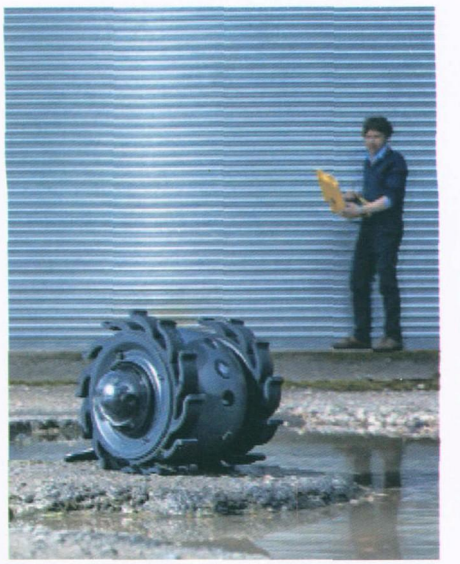

图 2 Philip Norman 和他的 iBoid 侦查机器人

上已经非常成熟了，不过似乎仍然缺少一点能够将其无缝集成的东西。在机器人领域，制造平台并不是什么令人羡慕的事情。相比之下，编写 AI 或者制造智能传感器要酷得多。我最初从模块化着手，然后必须制造出一种前所未有的连接器，因为当时市场上还没有能够提供所需功能的产品。”

“可重新定位的连接器能够扣紧数据和电力线，在油气田有很大的应用潜力；也可用于处置炸弹、搜索和救援或者用于油井设备上面。假设你是一名消防员，需要快速在机器人上面扣上一个空气传感器或者摄像机，我们的产品完全即插即用。操作起来简单方便，但同时功能又非常先进、复杂。简而言之，我们的目标是将这两者合二为一，就像是幼儿园和尖端科技的结合。”

西门子数字化工厂集团旗下机构 Siemens PLM Software 是全球领先的产品生命周期管理（PLM）和生产运营管理（MOM）软件、系统与服务提供商，拥有 900 万套已发售软件，全球客户数量达 77000 家。公司总部位于美国德克萨斯州普莱诺市。Siemens PLM Software 与企业客户充分合作，为其提供领先的行业软件解决方案，帮助其通过革命性创新获得可持续性竞争优势。MM