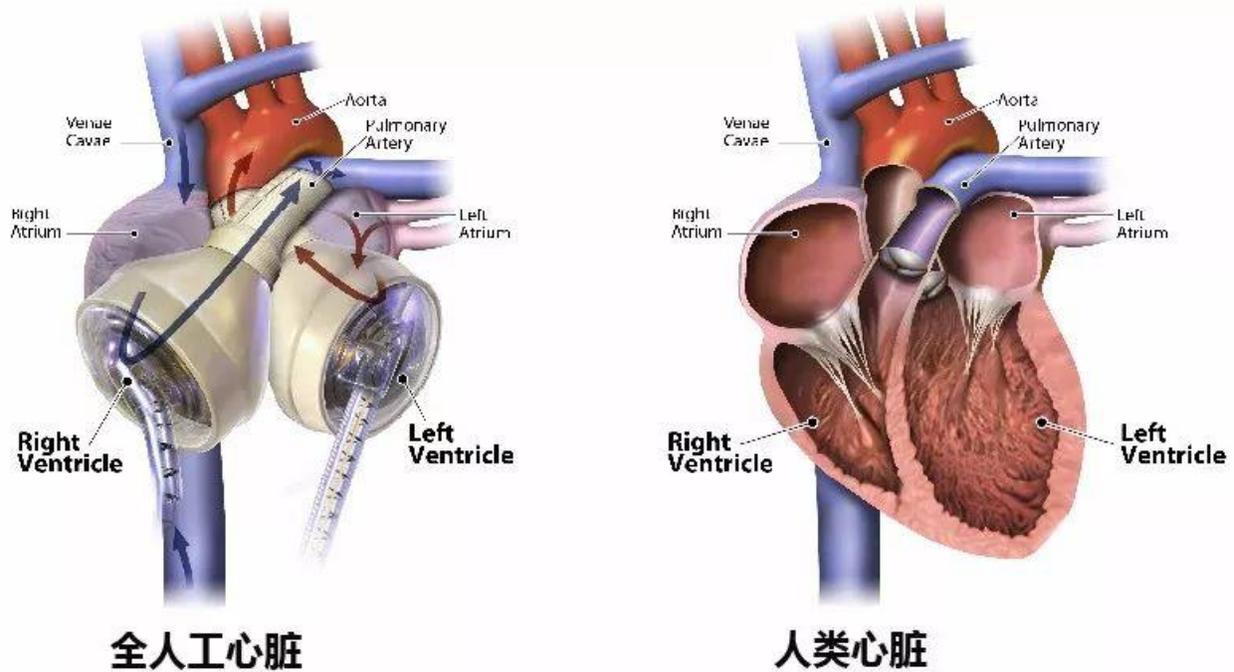


## 未来医疗：逆向工程打造心脏

每年等待心脏移植的人数高达三万多人，远远超过了心脏捐赠者的人数。鉴于相关统计数字所传达的信息，不少医疗机构开始关注该领域。比如美国克利夫兰医学中心，该中心准备打造一种全人工心脏(TAH)，为那些无法获得心脏捐赠的病人带来生的希望。



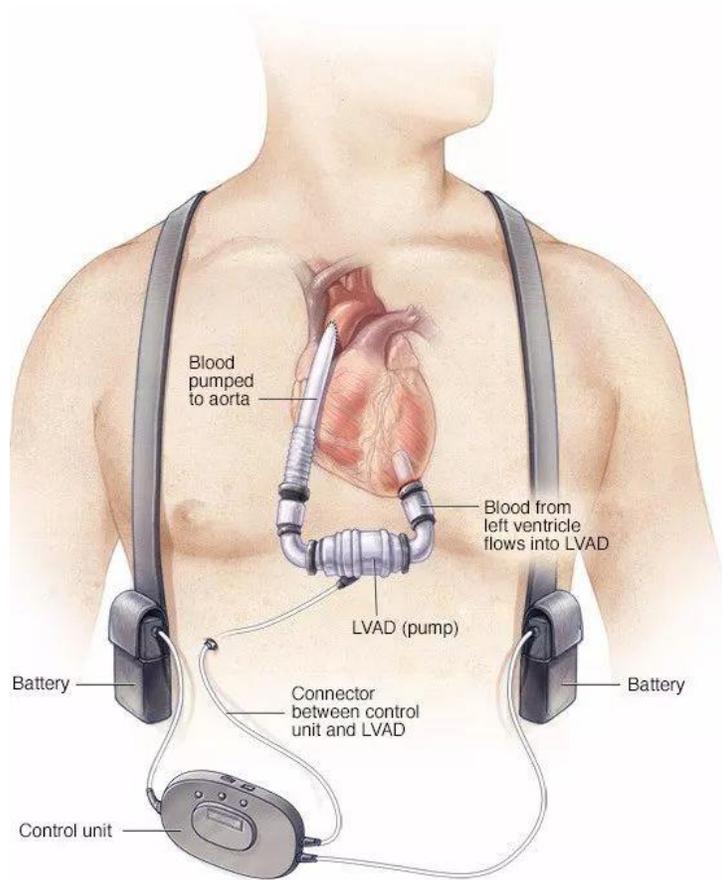
在过去的数十年里，由美国克利夫兰医学中心的 William A. Smith 博士带领的研究人员借助于聚合物与金属等材料学上的先进技术，和来自 Geomagic 的全新 3D 逆向工程软件，以及传统的 CAD/CAM 软件，致力于在医疗界获取新的突破。

**美国克利夫兰医学中心**是世界最著名医疗机构之一。自 1921 年成立以来，美国克利夫兰医学中心一直为心力衰竭患者方面的研究和开发做着积极的贡献。自 1984 年以来，克利夫兰医学中心的医生就一直在进行心脏移植手术，并且从 1991 年开始进行左心室辅助装置（LVADs）的植入操作。在 2017-2018 年度全美最佳医院排名中，克利夫兰医学中心综合排名位列全美第二，仅次于梅奥医学中心。其中心脏外科和泌尿外科为全美排名第一。

然而该组织最为雄心勃勃的项目则是与 Foster-Miller 公司共同研发的 **MagScrew 全人工心脏**项目，并将最终实现永久性的植入。

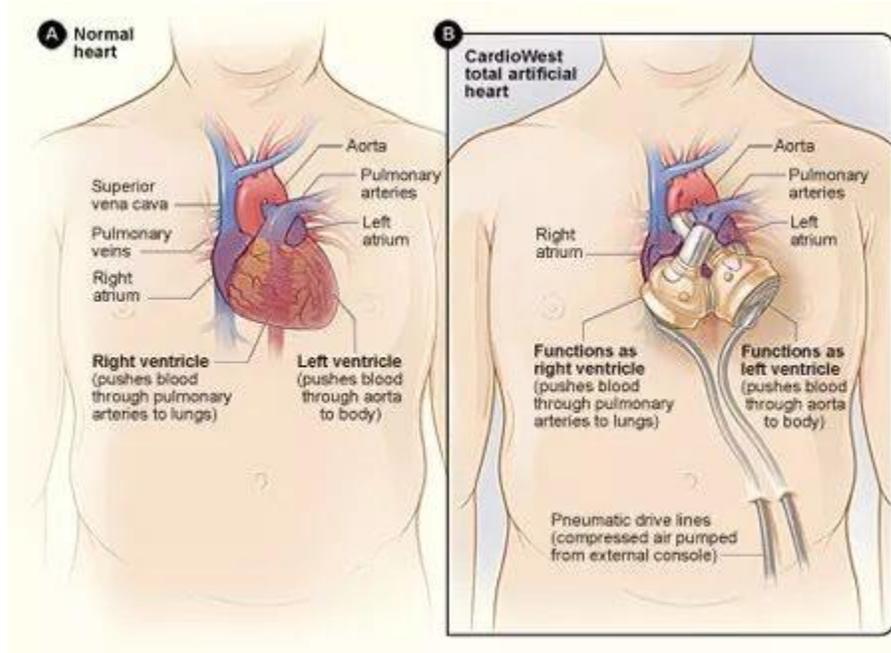


美国克利夫兰医学中心



左心室辅助装置示意图

“LVAD（左心室辅助装置）的目的是协助患者本人心脏的左心室，而我们的 **TAH(全人工心脏)** 则不同，它是用来替代患者患病的原生心室与瓣膜的装置。” 生物医学工程系高级研究工程师 Stephan Weber 说。“对于处在晚期没有合适的心脏捐赠者出现就无法存活的心脏衰竭患者或是不符合心脏移植条件的患者而言，该系统的应用将会一直存在。”



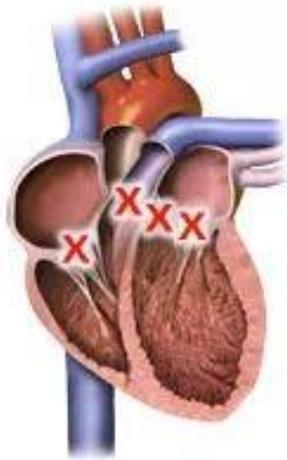
人类心脏和全人工心脏对比图

植入设备后，人工心脏的入口将会与原生心房相连接；出口则与主动脉（左）以及肺动脉（右）相连接。最终，基金会的 TAH(全人工心脏)将会实现完全的植入，而不再需要穿透皮肤供电的电线。一同植入心脏的还有控制器、内部电池、顺应腔以及一个能量传输系统。

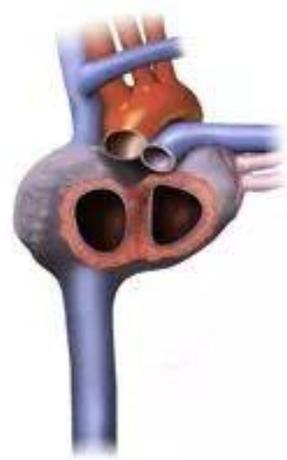
## 顺血流而行

TAH(全人工心脏)最重要的一个问题就是血液如何在设备内流动。

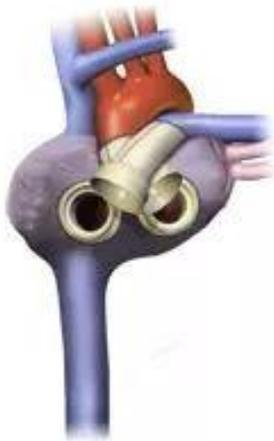
“经证明，某些血流形式可能会导致血液方面的损害。” Weber 说，“我们已经加入了新的功能用来改善血液流经设备的形式。”



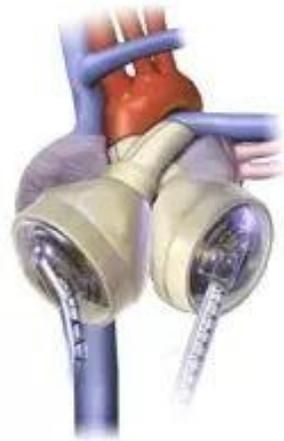
**四个心脏瓣膜被移除**



**心房、主动脉和肺动脉原封不动**



**快速连接缝合到心房、主动脉和肺动脉 全人工造心脏植入并通过四个接口快速连接动脉**

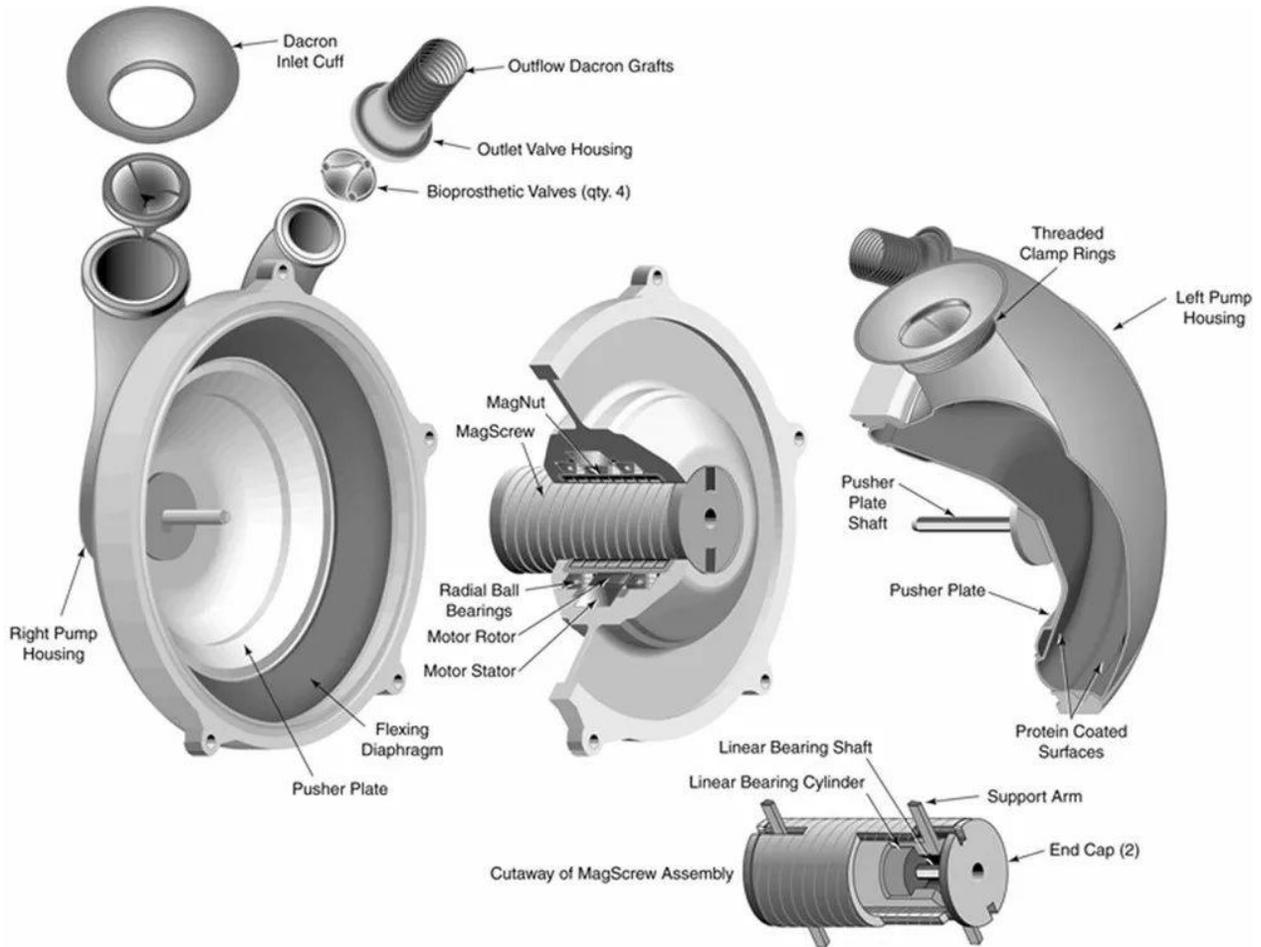


美国克利夫兰医学中心的研究人员认为，确保正确血流形式的最佳方法就是对 TAH(全人工心脏) 中的血泵外壳复杂的几何结构进行逆向工程。“我们需要让产品尽可能的精确，以保证血泵室内血液流通的适当性。” Weber 说。

Weber 于是转而向高级设计概念公司(ADC)寻求帮助，这是一家位于美国威斯康星州皮沃基市的 3D 建模与 CAD 服务中心，该公司提供血泵室的表面模型和 3D 实体模型展示。

## 人体工程学精度

研究人员给 ADC 公司发送了一个血泵室其中某个内部空间的塑料模型，用于制作计算机模型。该模型的形状异常，因此很难进行扫描，从而更难以以为设备生成精确的 3D 模型。



全人工心脏结构示意图

“它的外壳不是十分典型的机械形状。” ADC 公司总裁 MarkSchaefer 说道。“因此其内部的血流更多呈现出的是人体工程学的特点，而不是机械式的特点。外壳设计中有很关键的一点，那就是从入口到主室以及从主室到出口之间的平滑过渡。这样就为血液提供一种十分通畅的流动模式。如果能够尽可能精确地建模的话，就可以避免血流和凝血块导致的盲区。”

开始的时候，ADC 公司将外壳涂成白色，并利用 GOM ATOS 白光扫描仪进行扫描。随后，工程师们开始使用 **Geomagic Wrap 扫描数据处理软件**，将获得扫描数据转换成 3D 实体模型。

**Geomagic Wrap 扫描数据处理软件**在同一个流程中将精确的尺寸几何信息与光度颜色信息相结合。如此，就能得到真实准确的 3D 模型，从而可以导入用于驱动制造设备的 CAD 软件。

## 确保质量，节省时间

对于其应用，ADC 公司将 Geomagic Wrap 模型导入 Pro/E，该软件即克利夫兰医学中心所使用的 MCAD 软件。待 Pro/E 模型完成后，将其以 IGES 文件的形式导入 Geomagic Control 三维检测软件当中，该软件可以对 CAD 主模型和所构建成的部件或对象进行图像上的比较。

轻点鼠标，Geomagic Control 三维检测软件便会自动将 CAD 模型与塑料的 TAH(全人工心脏)模型的扫描点云数据进行校准。等 ADC 公司对公差做出规定后，Geomagic Control 软件便会显示出一个详细的颜色图，图中会显示出不同的偏差水平。此外，该软件还能进行绿色与红色的显示，作为“通过/不通过”的评估。相关结果会在网络的 HTML 报告中自动记录，并附带有注释。

“在 Geomagic Control 三维检测软件中，我们可以在 Pro/E 模型与初始塑料模型相比所存在的错误。” Schaefer 说。“我们纠正了这些错误，还可以让模型的误差范围控制在 0.010 英寸内，这也是克利夫兰医学中心团队的要求。整个过程耗时不到一天，与此相对应的是，使用 Pro/E 软件则可能耗费数周。”

## 又清除了一大障碍

美国克利夫兰医学中心团队最终获得的是一个几乎与初始设备完全一致的 3D 模型。

“得益于 Geomagic 软件的高精度，我们跨越了存在于现有设备和可以实现精确制造的 TAH（全人工心脏）之间的最大障碍之一。” Weber 说。“ADC 公司所使用的工作流程既节省了时间，有节省了成本。我们曾尝试使用 CMM 设备来测量内室的几何结构，但是耗费了太长的时间，而得到的模型的精度却非常低。”

在 Geomagic Control 三维检测软件的帮助下，可以确保 3D 模型的精确度，而且该过程十分快速和简单。“我们可以在 Pro/E 和 Geomagic Control 软件之间切换，而且在处理时间上也无需顾虑，因此可以节省数天的时间下来。” Schaefer 说。

Weber 认为 ADC 公司所采用的 3D 逆向工程方法可以让克利夫兰医学中心朝着实现全人工心脏的梦想更进一步。对于心脏病入而言，这将是真正将他们从死亡线上拉回来的救命稻草。