

气动

打造更洁净的医疗环境

医院里对抗生素有抗药性的细菌越来越多，手术室的手术工具特别需要加强卫生。手术完成之后，必须对工具进行彻底清洗和消毒。蒸汽消毒是医院和临床实践中最常见的微生物消灭方法。有别于电动马达面临的短路等问题，现代气动马达特别适合于蒸汽消毒。

如今，许多外科和骨科手术都需要医疗动力工具，如钻床、锯或铣床。骨科手术中，钻床和螺刀用来将折骨固定在钢板上；在安装假肢时，通过使用灌洗系统

来清洗骨表面，以获得最佳的骨粘合界面。

手术完成之后，必须对工具进行彻底清洗和消毒。蒸汽消毒是医院和临床实践中最常见的微生物消

灭方法。手术工具由各种各样的马达驱动，电马达使用电池或电源供电，与气动驱动系统形成竞争。然而，并不是每一种驱动方式都适合蒸汽消毒，要消毒的产品必须在高达 134 °C 的温度下进行纯饱和蒸汽处理，接触预清理工具的所有表面。

现代气动马达特别适合蒸汽消毒，与此不同，电动马达经常是面临着短路的危险。电池可能会被高压灭菌器中的蒸汽损坏，也可能在手术室外进行充电，因此仍然是未经灭菌的。与压缩空气系统相比，这是一个明显的劣势，因为压缩空气系统完全无菌，可以灵活地配置在手术台旁。

位于德国安贝格的德国百年家族企业德派公司（DEPRAG）是著名的高品质气动马达制造专家，在近一个世纪的发展过程中德派已经成为气动马达的顶级制造商。其中不锈钢叶片式气动马达 67 系列（图 1）很容易进行蒸汽消毒，因此很适用于对环境卫生有严格要求的场合，尤其适用于食品、医疗和制药、化工等领域。该系列的马达主轴是



图 1 德派气动马达

由优质不锈钢制成的，耐腐蚀性清洁剂，所有的马达都是完全密封的，空气无泄漏。气动驱动工具的内部超压防止了灰尘的入侵，应用于临床环境的时候，这是一个明显的优势。此外，医疗行业中使用的光滑表面设计的马达结构也引起了各界关注。由此清洗就变得很容易，更有助于营造一个完善的医疗卫生环境。医疗动力工具制造商需要提供符合市场高要求的优质产品，因此，德派不锈钢叶片式气动马达成为医疗动力工具制造商的首选。

气动马达的工作原理很简单，压缩机产生的空气使得马达开始转动。叶片马达的工作原理是偏心缸内的转子开始运动，离心力将插槽中的叶片向气缸壁的外面推，这样就为压缩空气形成了工作室，压缩空气膨胀将压力能转化为动能，旋转运动就这样产生了。

外科医生对现代手术工具还有什么其他要求呢？除了必须满足基本功能参数需求，如功能强劲稳健的气动马达能够以左旋或右旋方式驱动钻床做线切割（速度大约为 800 r/min，扭矩达 4.5 N·m）、竖锯和摆动锯（工作速度大约为 16 000 r/min）、以及骨磨设备（速度大约为 250 r/min，扭矩达 14 N·m），还必须预先充分考虑到外科医生经常需要做长达几个小时手术，需要缓解操作疲劳的工作场景，由此气动马达必须同时具备使用轻便，符合人体工程学设计原理的特征。

据专家估计，在美国，大约 1/4 的外科马达驱动工具是由气动马达驱动的，这主要是因为气动马达可以很容易地连接到现有的医院气源网络中。德国的医院以及欧洲其他国家的医院在医院基础建设方面都有包含压缩空气方面的设施投入，使得这些基础设施的维修很简单，维修成本也较低。因此，毫无



图2 德派气动马达 67 系列

疑问，手术室就会首选这种空气驱动的工具。虽然现代电池充电系统使用了锂离子，且比过去的电池技术寿命长，该系统确实很可靠，但相对气动马达工具的性能而言，不管手术时间有多长，气动功率都是无限供应的，这个优势是现代电池充电系统无法比拟及超越的。

电动马达的另一个巨大缺点是：加载的时候，马达加热升温，这种热量是不容易消失的。在不断加载的情况下，电气系统通常可能会升温。因此，为了避免系统过热以及对病人或用户带来伤害，必须设置一段冷却期。对于气动马达来说，情况完全不一样：“气动马达的运作方法消除了过热的可能性”，德派气动马达产品经理 Dagmar Dübbele 解释道：“压缩空气的解压和循环，实际使马达在加载的时候反而冷却下来”。气动马达可以加载直至静止，不会出现问题，对马达没有任何损害。负荷降低之后，可以再次启动。因此，气动驱动的马达是非常安全和可靠的。

气动马达的性能确保在高速范围内都是稳定的，因此可以在广泛的多变负载领域得到最佳运行。可以通过调节空气量对速度进行平稳控制，外科医生可以轻松地将需要的马达性能适应于具体的手术条件中，这样，外科医生就可以将灌注系统的泵的性能设置成与病人的骨密度相兼容。

利用气动马达作为驱动器的最主要的优势就是高性能密度比。依赖于优化设计，气动马达只需要标准电动马达的 1/5 的重量或者 1/3 的尺寸。考虑在有限的操作空间进行毫米级精确应用，手术工具应该具备便利、体积小、效率高的特征也是可以理解的。不锈钢材质的配有集成行星齿轮和 400 W 功率的德派叶片式气动马达长度只有 61 mm，直径只有 $\varnothing 32$ mm，这完全符合医疗行业领域的严格要求。

手术室内，气动工具必须能够运行在免润滑油条件下，食品或者化工等行业也必须符合此条件。这对于德派气动马达来说是完全没有问题的，因为德派气动马达的叶片属于低成本易损部件，可以时不时地进行更换。至于在洁净室中进行非润滑手术，德派公司为此供应专门的叶片。这一低维护成本的好处是不言而喻的，尤其与电池驱动马达相比，因为购买新电池是系统维护中的一个成本因素，不应低估。相比之下，气动马达是稳健强大，且可实现低成本进行多次维修。

德派的高级气动马达 67 系列集成了多种优点，性价比极具吸引力。该标准方案以及各种马达装置中还包含了多样性的驱动器主轴，用户定制的马达解决方案，如核磁共振仪器中使用的玻璃或合成材料制成的非铁素体驱动马达。[11]