



加压供水白皮书

最大化加压供水设备的投资回报率

格兰富专家见解

目录

加压供水应用简介	2	轴对中	4
关键考虑因素和生命周期成本框架	2	泵配置和安装的经济性	4
生命周期成本	3	简单改造	4
降低能耗	3	低成本安装	4
精简维护	4	降低振动	5
维护频率	4	特定任务控制	5
维护便捷性	4	项目案例	5

责任 be
远见 think
创新 innovate

格兰富
GRUNDFOS 

简介

由于增压泵的整体生命周期成本中，大部分都来自水泵的运行能耗和后期的维护保养，因此很容易理解，为什么在水泵硬件本身和运行控制系统进行正确的投资，会对投资回报率产生如此深远的影响。在评估如何从加压供水应用中，获得更高的投资回报率时，有几个关键点需要考虑。

关键考虑因素和生命周期成本框架

用于配水和工业增压应用的不同类型泵的购买成本可能有很大差异。无论它们是端吸泵、中开泵，或立式长轴涡轮泵，它们的购买价格只是其整体生命周期成本的一小部分。

统计表明，水泵运行能耗是水泵生命周期成本中占比最大的部分（根据水泵的类型和应用场合不同，运行能耗占比从40%到90%不等）。这就是为什么需要重新评估传统增压泵的选择，也就是要更加注重整体生命周期成本，而不仅仅是初始的采购成本。

与大多数的能源密集型工业和市政应用一样，有两大方法可以降低增压泵的生命周期成本：

1. 首先确定性价比最高的水泵类型，以提高能效，简化维护。
2. 让水泵以最优能耗的方式运行——例如，根据客户的特定应用提供最佳选型和/或变频驱动器（VFD）来优化负载匹配控制。



考虑生命周期成本的方方面面

无论当前的挑战是为现有的加压供水系统找到更经济的替代方案，还是为即将建设的全新系统评估最佳选项，您都应当评估采购成本（CAPEX）和运维费用（OPEX）所带来的影响。对于许多应用而言，如小型市政公用事业、独立的大型开发项目、丘陵地带的压力区、工业动力清洗等，立式多级管道离心泵在各个方面都有出色表现。以下是它们在功耗、维护、安装、性能和可变流量和可变扬程需求的响应等方面的关键投资回报率属性：

降低能耗

单台的高效立式多级管道离心泵（图1）在30至300m的高扬程应用中，流量最高可达 280 m³/h。多泵机组可实现高达 1680 m³/h 的流量。每台水泵之间的QH曲线的完美高效匹配，使立式多级泵成为在整个额定输出范围内优化能源效率的最佳选择。每种不同型式的水泵，都有其独特的水泵性能曲线——有的曲线较平坦，有的曲线更陡峭。在增压供水应用中，需要考虑的是水泵的性能曲线如何适应流量频繁变化的应用模式。由于中开泵的曲线较为平坦，当系统所需流量减少时，中开泵的低频效率不如多级泵。

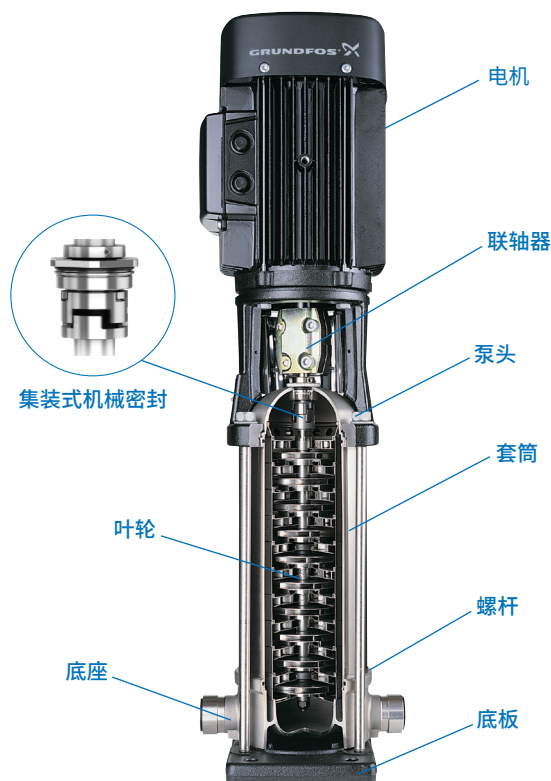
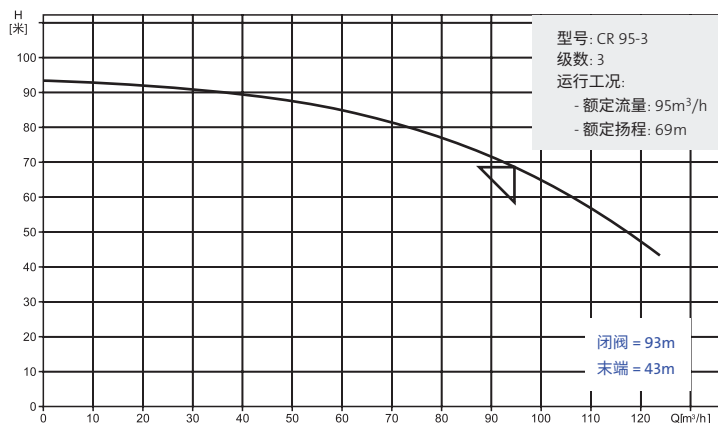


图 1: 这张立式多级离心泵的解剖图显示了多个叶轮在紧凑的泵壳中串联安装，占用空间很小。请注意，水泵进出口尺寸相同且位于同一直线上，不确定这种管道式的设计使得安装人员只需最小的工作量即可将水泵安装到现有管道中。可提供法兰、螺纹、管接头和卡箍等多种进出口型式供选择，方便快捷地进行连接和拆卸。

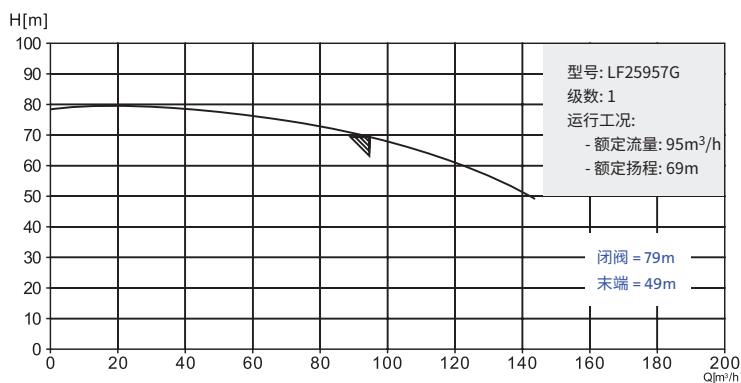
立式多级管道泵



从曲线末端到闭阀，扬程上升116%

从工作点到闭阀，扬程上升34%

端吸泵



从曲线末端到闭阀，扬程上升61%

从工作点到闭阀，扬程上升14%

精简维护

水泵的结构型式不同，后期所需的运行维护类型和工程量也不同。与端吸泵和中开泵相比，立式多级离心泵在人工和运行费用（OPEX）方面具有明显优势。

- **维护频率**

带轴承箱的卧式端吸泵和中开双吸泵，由于其径向力较大，需要在轴承箱或泵头中采用脂润滑的滚珠轴承。与之不同的是，立式多级管道离心泵由于径向力很小，泵轴可以使用由泵送液体来润滑冷却的石墨或者PTFE（聚四氟乙烯）滑动轴承，轴承寿命长，无需油脂润滑，也无需拆泵进行定期维护。

- **维护便捷性**

无需拆卸电机（当电机功率 $\geq 11\text{KW}$ 时）及泵体，即可更换立式多级泵上的机械密封，这大大地节省了停机时间、维护成本，并消除了拆卸电机引起的泵轴与电机轴的对中问题。由于使用了格兰富专利的集装式机械密封，整个机械密封的更换过程大约只需20分钟，而且即便是经验稍缺的服务工程师，也只需稍加培训就可以轻松完成（图2）。这与传统水泵形成了鲜明的对比，传统水泵使用分体式机械密封，需要拆开泵壳才能进行机械密封的更换，而且更换后可能需要对泵轴和电机轴进行对中，整个过程需要更多的时间，更多的人力以及更多的费用，并且可能需要经验丰富的服务工程师或第三方维保公司才能胜任。

- **轴对中**

针对带弹性柱销联轴器的水泵，有一个推荐的九步的对中流程，每次拆泵后重新安装，或水泵运行几年之后，都要重新进行泵轴和电机轴的对中（理想情况下是使用激光对中仪进行对中），以确保电机正确定位，水泵运行振动最小。采用刚性联轴器的不锈钢立式多级管道泵，由于无需拆除电机即可更换机械密封，省去了轴对这道繁琐费时的工序，在水泵整个生命周期内，可减少大量的人力成本及停机时间。

水泵配置和安装的经济性

立式多级离心管道泵运行效率高、占地面积小，安装配置简便，为节省成本提供了两大额外的便利。

- **简单改造**

能够在现有卧式泵所占用的有限空间内，安装包含多台立式管道泵的泵组，使得在有限的空间内升级现有加压供水设备或者安装新的加压供水设备变得容易。同时，管道式的安装形式（进出口法兰间距不超过45cm）最大程度地减少了将管道与现有管道进行匹配所需的工作量。

- **低成本安装**

占地面积小、结构简单、安装底板可直接贴地安装以及立式管道式设计，将所需的额外安装费用降至最低。无需像卧式端吸泵那样需要重新增加垂直的出口管路，也无需建造深坑，以容纳立式长轴涡轮泵的泵体。此外，还有成套的多泵并联机组可供选择，使得大流量应用的安装也能够得到简化（图3）。



图 2: 由于采用了易于拆装的集装式机械密封，因此，立式多级离心泵的机械密封更换简单易行，无需拆卸电机，只需几分钟即可完成。这样，就可省掉在带弹性联轴器联接的端吸泵和中开泵上更换密封后重新对中电机轴和泵轴所需的时间和精力。



图 3: 由电机自带变频器的E泵组成的多泵并联成套机组，可根据用水量需求，快速提升或降低泵组输出流量，与普通的端吸泵或中开泵相比，能够满足更宽范围的流量需求，并且高效范围更宽。

降低振动

因对中不良而产生的振动，是加压供水应用中最大的泵杀手之一，振动会缩短机械密封的使用寿命，甚至可能会缩短轴承的使用寿命。刚性联接的立式多级管道离心泵，无需拆卸电机即可进行机械密封的维护，从而最大限度地减少了拆装电机和水泵时，出现轴对中不良的风险，大幅减少了因对中不良导致的振动。

特定任务控制

虽然优秀的水泵设计，更高的水力效率、更高效的电机、能够减少流阻的特制叶片等，有助于节省水泵运行费用，但任何加压供水应用的最终性能都取决于其对不断变化的应用需求的响应能力。与客户的工程专家密切合作、深入交流，有助于我们获得系统信息和应用需求，从而以最佳方式，如正确选型或变频驱动，来实施具体项目。

根据最大流量和最高扬程的要求，在使用格兰富解决方案时，可以选择MGE电机，也可以选择外挂的CUE变频器。MGE电机的功率最高可达22KW，如果需要功率大于22KW的变频器，则需要外挂式的CUE变频器。无论是采用MGE电机还是CUE来进行变频驱动，格兰富出厂的固件都内置对应泵型的QH曲线。这意味着变频器知道水泵如何才能以最佳效率运行。格兰富变频器最了解格兰富水泵的特性，因此，最终用户的运维工程师就无需再调试系统以优化加压供水机组的运行效率。变频驱动可以保证系统流量在较大范围波动的情况下，稳定输出所需的系统压力。

项目案例

某些化学品的生产过程，需要精确控制温度，以确保化学反应生成物纯度最高。位于美国中西部的一家化学品加工和分销公司，为提高其化学品的生产能力添置了一台更大的换热器，但这也对其老旧的供水系统造成了巨大的压力。由于供水系统的流量无法满足所增加的负荷的需求，导致化学反应无法在最高效率温度进行，同时，还要频繁对水泵进行停机维护。一旦水泵发生故障时，他们都要停掉生产线以便对水泵进行维护。

该公司采购了一套包含4台CR95立式多级管道泵的带外置CUE变频器的全变频Hydro MPC增压供水机组，这就形成了一套完整的即插即用型解决方案。

安装新的Hydro MPC增压供水机组之后，客户现场停机时间大大减少。该机组可根据工厂的需求和冷却水的设定温度进行自动进行调速，以确保增压供水系统与工厂的实际需求，始终都处于最佳配合状态。

除了因无需采用旁通阀/旁通管路而节省的能耗外，该增压供水机组还可以显著节省水泵在维护方面的时间和成本，预计每年可节省各种费用约3万美元。



通过减少停机时间和预防性维护来实现费用的节省

除了外挂的CUE变频控制器内置的智能控制系统之外，该化学品加工厂还在其CR泵上安装了格兰富智能监测平台GiM (China) 解决方案。GiM (China) 将下一代的人工智能 (AI) 解决方案引入水泵维保领域，使客户能够将他们的数据转化为有意义的行动，以提高机组效率并避免意外停机。

各种先进的传感器全天候监控着增压供水机组这一关键设备，并在发现可能出现问题的迹象时就向最终用户提供详细的分析，从而让用户可以从事后维护转为预防性维护。



格兰富始终在您身边

作为全球水泵技术的先驱者和领导者，格兰富开发智能、可持续的解决方案，帮助解决世界各地的水和气候挑战。凭借我们悠久的历史，丰富的经验以及出色的创新能力，我们帮助合作伙伴、客户和社区以更节能、节水的方式泵送水。我们认为，这不仅是一个巨大的商机，也确保世界可以走向更加可持续发展的未来。我们拥有一整套专门设计用于工业、商业建筑、民用住宅、地下水和市政水务等应用的完整水泵解决方案，这些产品都具备了领先的节能技术，如稀土永磁同步电机和先进的水泵控制和监测功能。您的业务和水对我们同样的重要。

欲了解更多内容，请访问www.grundfos.cn或关注“格兰富工业解决方案”微信公众号。



格兰富水泵(上海)有限公司

中国上海市闵行区苏虹路33号

虹桥天地3号楼10层

邮编: 201106

销售及售后咨询电话: 400 920 6655

销售咨询邮箱: saleschina@sales.grundfos.com

www.grundfos.cn