[变频器]

高压变频器在大型海水淡化项目中的应用

文/北京碧水源科技股份有限公司　王　堃

无谐波高压变频器采用副边多重移相变压器及多个低压PWM变频功率单元串联的方式实现直接高压输出。使得系统设计更加紧凑、可靠且更易于现场维护；在提高设备利用率和生产效率的同时，有效地减少了占地面积、节省投资。

交流变频调速技术及装置在工业控制领域占有很重要的地位，由于变频调速在频率范围、动态响应、低频转矩、转差补偿、功率因数和工作效率等方面是以往的交流调速方式无法比拟的，因此在众多行业有了广泛的应用，并且在节约能源、改善工艺以及提高生产效率等方面发挥了很大的作用，取得了巨大的经济效益。但传统变频器很难解决大功率、高电压电动机的调速问题。近些年，出现了无谐波高压变频器的解决方案，使变频调速技术能够在更多领域发挥作用。本文通过大型海水淡化项目中的高电压、大功率设备的变频调速案例，介绍了无谐波高压变频器在海水淡化行业的应用。

应用项目案例

1．项目背景

青岛市是我国北方沿海严重缺水城市之一，年平均水资源总量为23.9亿m^3，人均占有水资源量334 m^3，亩均耕地淡水占有量330 m^3，分别为全国平均值的13%和18%。水资源短缺是青岛长期面临的问题，淡水资源不足已经制约着青岛经济和社会的发展，对石化、钢铁等高耗水产业发展造成严重影响。

青岛市董家口经济区的开发建设工作进展迅速，多家入驻企业包括青钢、海晶化工和华能热电等项目面临投产，经济区需水量将逐步加大。因此，董家区内水资源缺乏，无法满足不断增加的入驻工业企业的用水需求，尤其是用水旺季给水存在严重不足。因此采用海水淡化技术是解决青岛市董家口经济区用水问题的必然选择。

董家口海水淡化工程一期设计规模总出水10万t/天，超滤设计出水量约28万t/天，SWRO膜设计出水量约11万t/天，BWRO膜设计出水量约7.5万t/天。

青岛董家口海水淡化工程工艺流程如图所示。海水通过近岸取水到进水泵房，用泵将海水提升至中间水池，超滤进水泵从中间水池中吸取海水加压后进入到自清洗过滤器，自清洗过滤器的准确度为100 μm，可去除大部分海水中的颗粒，保证超滤膜系统的安全稳定运行。经过自清洗过滤器的海水进入到超滤膜系统中，净化后进入到海水反渗透（SWRO）进水池中，超滤的反洗水及废水与SWRO的浓缩海水一起排放。经过超滤处理的海水分成两股：一股进入到高压泵，经高压泵加压后进入到SWRO膜组内；另一股进入到能量回收中利用反渗透浓海水的余压进行加压，然后再由增压泵加压后进入到SWRO膜组内，SWRO产水经过苦咸水反渗透（BWRO）进入水池，部分水直接进入清水池，另一部分水经BWRO供水泵及高压泵加压后进入到第一段的BWRO膜组内，第一段产水进入后续清水池。第一段产生的浓水进入第二段BWRO膜组

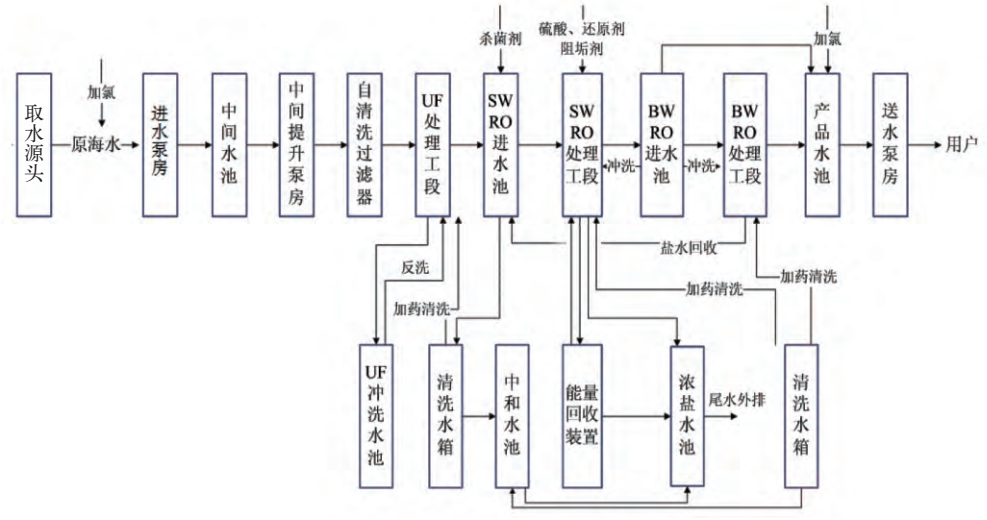

图　青岛董家口经济区海水淡化PPP项目工艺流程图

件内再次过滤，过滤水进入产品水池，浓缩盐水进入SWRO进水池回收利用。一级反渗透后的浓盐水排入浓盐水池，而后通过浓盐水管道排放海里。

本项目需要高压变频器驱动的设备为SWRO反渗透高压泵，有5台Sulzer公司的多级离心泵，其流量为920 m^3/h，扬程635 m，功率为2 100 kW。为达到调节反渗透系统产水流量及压力的指标，本项目配置了西门子公司GH180无谐波高压变频器。

2．海水淡化技术原理

海水淡化技术目前主要分为热法和膜法两类。热法包括多效蒸馏、多级闪蒸、太阳能蒸馏和冷冻法等。膜法包括反渗透、电渗析等。青岛董家口海水淡化项目采用反渗透技术。

反渗透基本原理。用一张只透过水而不能透过盐的半透膜将淡水和盐水隔开，淡水会自然地透过半透膜至盐水一侧，这种现象称为渗透。反渗透就是这种与自然渗透相反的过程。反渗透为无相变过程，能耗低；工程投资及造水成本较低；装置紧凑，占地较少；操作简单，维修方便。但反渗透的预处理要求严格，反渗透膜需要定期更换，海水温度低的情况下需加热处理，适合大、中、小型海水及苦咸水淡化。

高压变频器在海水淡化项目中的应用

由于海水淡化工程中的SWRO高压泵具有功率大，扬程高，控制上需要具备缓起缓停、能够平滑且精确的调节水泵的运行工况等特点，因此高压变频器目前广泛应用于海水淡化项目中的SWRO高压泵控制。

在实际应用中，有如下问题需要注意。

1．高压变频器的散热

目前有两种主流解决方案：①对于现场环境清洁，灰尘较少，不含导电粉尘，且环境温度不高时，可采用风道散热；②将高压变频器散发的热量通过空调降温的形式解决，本项目中高压变频器室的散热量由水源热泵空调系统集中处理。

2．高压变频器的设置

由于SWRO反渗透系统运行压力较高，且要求运行时压力比较稳定。一旦压力变化过快，容易造成爆管、泄漏或损坏反渗透膜等情况，产生较为严重的事故，轻则造成重大经济损失，重则造成人员伤亡。因此，要求在高压变频器中设置或在PLC控制系统中设置起动及停机时间为60～90 s，且每秒压升不得过快。以保证系统在起动及停机过程中，压力不发生突变，确保系统稳定性。

3．高压变频器的控制

（1）高压变频器停机保护

当发生报警时，应立即将相关报警按钮置位，以防由于信号跳变造成的频繁起停，并当现场排除相关故障，手动复位后，方可重新起动系统。

（2）高压变频器流量设定

海水淡化工程各个工艺段的流量设置较为复杂，由于反渗透膜本身的脱盐率会随着温度升高而降低，因此在保证总出水氯离子浓度达标的前提下，整个系统运行工况根据水温的变化而调整，以达到节能降耗的目的。EA

（收稿日期：2018.08.31）
（编辑：朱金凤）