

LISTEN.  
THINK.  
SOLVE.®



## 石油和天然气工业中压变频器应用白皮书

无变压器的中压变频器使功效、空间和重量的节省最大化

# 如何利用无变压器的中压变频器使空间和重量的节省最大化

## 传统的中压控制方法



### 具体说明: Direct-to-Drive配置与隔离变压器配置的比较。

使用Direct-to-Drive技术的变频器比使用隔离变压器技术的变频器更小更轻。使用隔离变压器的1,250hp (980kW)变频器的典型体积是459立方英尺(13立方米),典型重量是9,259磅(4,200千克)。具有同样电压和功率的无变压器的PowerFlex 7000变频器体积是190立方英尺(5.3立方米),减小了60%,重量是2,976磅(1350千克),减轻了65%。



海洋平台上的固定资产是主要的商品——它们并不便宜。每磅设备均需要高达10磅的水下建筑进行支撑,使设备能恰当地漂浮在水面上。1平方英尺的固定资产需要花费数万美元。如此高的费用意味着任何能使占用空间最小化的解决方案都具有增加底线的潜力。中压变频器应用的新技术显示出引人注目的优势——减少了空间并消除了平台上占地面积较大的设备: 变压器。

在过去, 变压器在平台功能方面起着重要的作用, 尤其是对电机驱动应用。例如, 典型的海洋平台需要20个中压变频器(有时多达40个或更多), 来控制井下井中的水泵电机, 每个变频器需要一个若干吨的变压器。重量、能量和维护的所有成本均迅速上升。变压器的典型功效在98%与99%之间。一个1,000KVA变压器产生高达2,000瓦的热量(或3,400到6,800BTU/小时), 同时需要0.28到0.56吨的空气。利用流动空气也带来额外的挑战, 因为同时也把充满异味并潮湿的空气引入控制室。

消除变压器将立刻带来空间、重量、相关损失和成本方面的节省。较少的变压器也减少了平台均衡的问题。对于环境敏感场所的陆地上应用项目, 例如管道泵输送站, 安装具有变压器的变频器需要更多坚固的混凝土垫料, 以防止歪倒。取消变压器将快速地实现节省。现在新的中压电源控制技术将帮助石油和天然气工程师缩减变压器空间和重量, 同时增强对电机的保护。

传统上, 使用中压变频器的电机被指定为具有“逆变器功能”, 包括增加地面绝缘来抵挡共模电压, 增强每圈绕组之间的绝缘来抵挡反复性dv/dt和随之产生的反射波问题。Direct-to-drive技术减轻了共模电压(CMV), 产生有dv/dt(每微秒10伏)限制的基本正弦输出波形, 已经对使用典型长电缆的电潜泵(ESP)应用项目进行了工厂和现场测试。

这些变频器是至关重要的, 但是在过去它们需要变压器, 增加了成本、空间和重量。中压电机交流变频器(2.4KV到7.2KV)的电源转换器会产生共模电压, 这可能导致电机绕组绝缘的过早失效。中压变频器工程师通常使用多脉冲方式的变压器减少CMV并减轻电谐波。

Direct-to-drive技术使工程师们对于巨大、笨重和昂贵的变压器有了一个新选择。一个隔离变压器可能占变频器系统大小的30-50%, 系统重量的50-70%。依据国家标准物料公司的价格指数, 用来生产变压器的晶粒取向钢片的价格从2004到2006年上涨了258%。除了原材料的成本飞速上涨外, 由于使用额外电缆、冷却变压器的空气条件、设计施工时间、室外变压器的混凝土衬垫的建造和整体安装等原因, 隔离变压器增加了整体工程成本。

## 克服困难, 实现无变压器的中压变频器



现场报告: 石油质量改善装置利用 **direct-to-drive** 技术来节省空间; 电缆的重复利用节省了时间。

为了控制位于 Alberta 萨斯喀彻温省站点的石油质量改善装置的一个底部抽真空泵, Shell Canada 与总部位于埃德蒙顿的 Colt Engineering 工程公司以及罗克韦尔自动化进行合作。由于具有安装容易、空间限制、消除变压器和能够使用现有电缆等特性, 安装了一个无变压器的变频器。

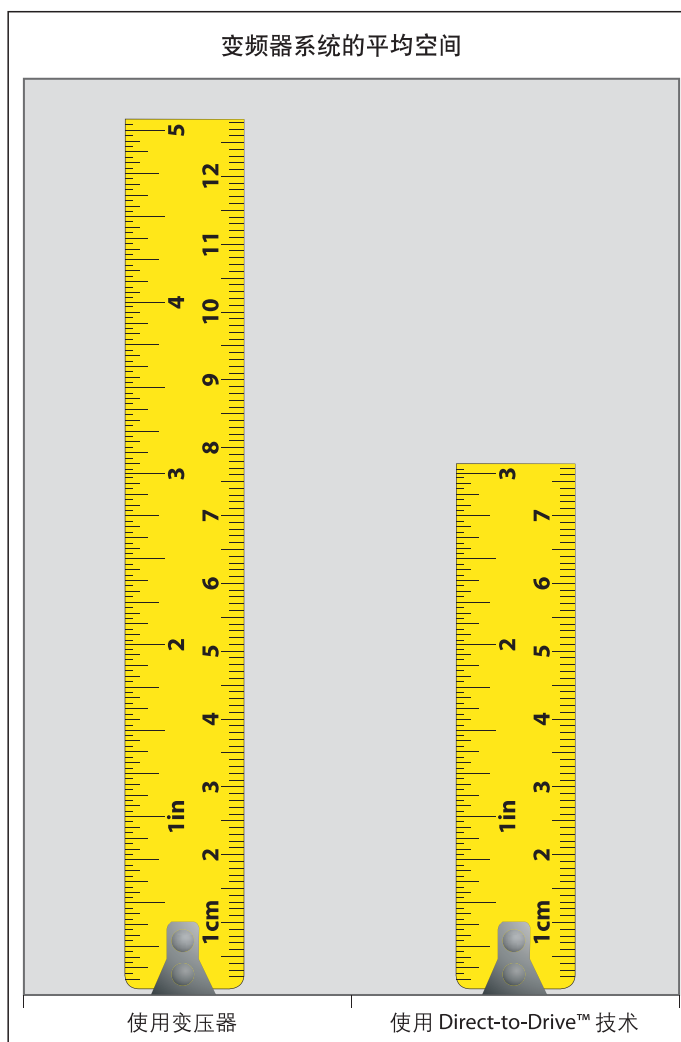
“无变压器的 Direct-to-Drive 技术极大减少了项目的投资成本, 尤其能够利用现有的电机和电缆。” Colt Engineering 公司的 Monte Zobell 说“传统的变频器技术需要我们升级电机和电缆, 或者安装一个隔离变压器。在电缆和安装成本方面我们节省了 50,000 美元。”

目前, 全世界的石油和天然气工程师们能够使用一个较小、较轻、高效和高可靠性的中压变频器, 它将占用较少的控制室空间, 节省最初成本, 并且从长远的观点来看将继续节省资金。当空间受限或价格昂贵时, 无变压器的中压变频器可以使用现有的电机、开关以及控制室, 它是样式翻新、生产过程改进和能量节省项目的理想选择。

复杂的多绕组变压器可以通过移相位减少谐波。目前我们已经证实了基于对称门极换向晶闸管(SGCTs)的有源前端变频器具有7步的PWM调制, 它在每交流周期可以进行42次开关操作, 通过使用选择性谐波消除开关算法的脉冲定时来抑制电谐波。

另外, 无变压器的变频器中的SGCT允许进行高频率的开关操作。门极驱动器和功率半导体的联合使用为无变压器的变频器提供了高级的开关模式, 这能防止产生高次母线电流谐波, 减少用来抑制电瞬变现象的缓冲器电路。这样, 输入电流的总谐波失真(THD)符合IEEE-519谐波标准。电流和电压波形接近正弦曲线, 即使使用长电缆也能减少了对电机绕组的附加电压。通过这种技术, 就不必再用变压器来减轻谐波。

为了减轻CMV, 工程师们除了使用隔离变压器, 或者把直流链路的中性点接地, 或者把电机的中性点接地, 或者把输出滤波电容器的Y节点接到接地网络上之外, 没有其他的选项。虽然变压器能够保护电机减少CMV, 但是加在电机上的高次CMV也作用于变压器和电缆绝缘上。





# 如何利用无变压器的中压变频器使空间和重量的节省最大化

## 益处

**现场报告：运输管道减少了控制室的占地面积；Direct-to-Drive技术使节省增加了。**

Buckeye的合作伙伴L.P.为它的宾夕法尼亚州运输管道安装了一个使用Direct-to-Drive技术的2,000-hp中压变频器。

“无变压器的变频器节省了控制室的空间，” Buckeye站点和终端工程师David Heine说：“没有Direct-to-Drive技术，我们将不得不建造更大的控制室，或者建造一个地基，铺上电缆，把变压器放到屋外，增加了复杂性、建设成本和变压器本身的成本。”

除了能够节省隔离变压器的费用外，Direct-to-Drive技术可以消除对隔离变压器保护继电器、DV/DT滤波器、正弦滤波器、电机终端负载和专用电缆的需求。

从性能方面来看，无变压器的变频器的用户获得了高效率和内在的再生能力，能够把产生的变频功率转化成一个可以返回到电网的信号。该变频器可以提供100%的持续满载电流再生制动能力，而不是把热应力作用到电机上。

这需要额外的变压器和电缆绝缘来抵挡CMV，增加了额外的工程需求和额外费用。在这个无变压器的变频器中，集成的共模直流调节阀用于阻止共模电压，并减少电机中线与地之间的电压。这个变频器通过集成共模阻抗使用现有的组件，从而可以使用标准的电机和电缆绝缘而无需隔离变压器。

由于在共模阻抗、有源前端整流器 and 对称门极换向晶闸管(SGCT)上的创新，使罗克韦尔自动化产生了获得专利的Direct-to-Drive技术。公司工程师们与多伦多的Ryerson大学电源科学小组合作，开发了一个无变压器的系统——Allen-Bradley® PowerFlex® 7000中压变频器。Direct-to-Drive技术把电源和中压变频器直接相连，而没有经过隔离变压器。逆变器和整流器使用对称门极换向晶闸管(SGCTs)，两者都以最佳的开关频率操作，使开关损耗最小。石油和天然气行业的工程师们可以使用标准电机，不需要额外的电机和电缆绝缘。

## 加速生产第一桶油

对于新的平台，生产第一桶油的时间是非常受关注的。由于无需变压器，从而不再需要设计、安装和维护变压器，所以缩短了生产第一桶油的时间。安装会增加额外的电缆、网络互联和故障几率。仅从海外运输变压器就可能花费3到4周的运输时间，并且增加了数千万的费用。

## 能量节省

效率的提高产生了大量的长期效果。大多数最终用户通常关注投资成本，事实上，投资成本通常少于长期成本的10%。超过50%的设备20年成本是与设备运行时的能源消耗有关。变压器具有很大损失——通常为1%——不仅使系统效率降低，而且变压器产生的热量必须从本地散出。无变压器的设计配置利用了一个更高效的集成母线电抗器，这是整个变频调速系统损失较低的一个原因，从长远的角度考虑，节省了大量的能量。

Allen-Bradley®和PowerFlex是罗克韦尔自动化公司的商标。

[www.rockwellautomation.com](http://www.rockwellautomation.com)

动力、控制与信息解决方案总部

美洲地区：罗克韦尔自动化，南二大街1201号，密尔沃基市，WI 53204-2496 美国，电话：(1) 414.382.2000，传真：(1) 414.382.4444

欧洲/中东/非洲：罗克韦尔自动化，Vorstaan/Boulevard du Souverain 36, 1170布鲁塞尔，比利时，电话：(32) 2 663 0600，传真：(32) 2 663 0640

亚洲地区：罗克韦尔自动化，香港数码港道100号数码港3座F区14楼，电话：(852) 2887 4788，传真：(852) 2508 1846

中国总部：上海市漕河泾开发区虹梅路1801号B区宏业大厦1层，邮编：200233，电话：(86 21) 6128 8888，传真：(86 21) 6128 8899

Publication OAG-WP002A-ZH-P July 2009

定价：0.00 元

Copyright 2009 Rockwell Automation Inc. Printed in CHINA.

