

发动机界的“行业颠覆者”？

Ricardo 已组建新公司研发应用于发电机和重型车辆的技术，并称其 CryoPower 分体循环发动机概念将重新定义内燃过程。

这是一项针对重型卡车行业和固定分布式发电系统的发动机技术。Ricardo 认为该技术将会成为“潜在的颠覆者”。Ricardo 声称，CryoPower 概念能够大幅度地提高长途卡车和其他重型车辆的燃料效率，并同时降低运营成本和 CO₂ 排放量。

该公司表示，这项技术已经经历了大约 10 年的研

发。与当下的重型发动机相比，此技术有望减少 20% 的运营成本和 30% 的燃料使用量（从财务成本和能耗上实现了 CryoPower 在其燃料中添加使用液氮）。

此外，Ricardo 公司还认为，凭借这个全新的燃烧方式，CryoPower 有望在不影响效率的情况下显著减少发动机的排放量。

Ricardo 预测，CryoPower 技术可以使每台重型卡车节省约 1.25 万美元 / 年的运营费用，为分布式发电系统节省 25 万美元 / MW 的费用，见图 1。

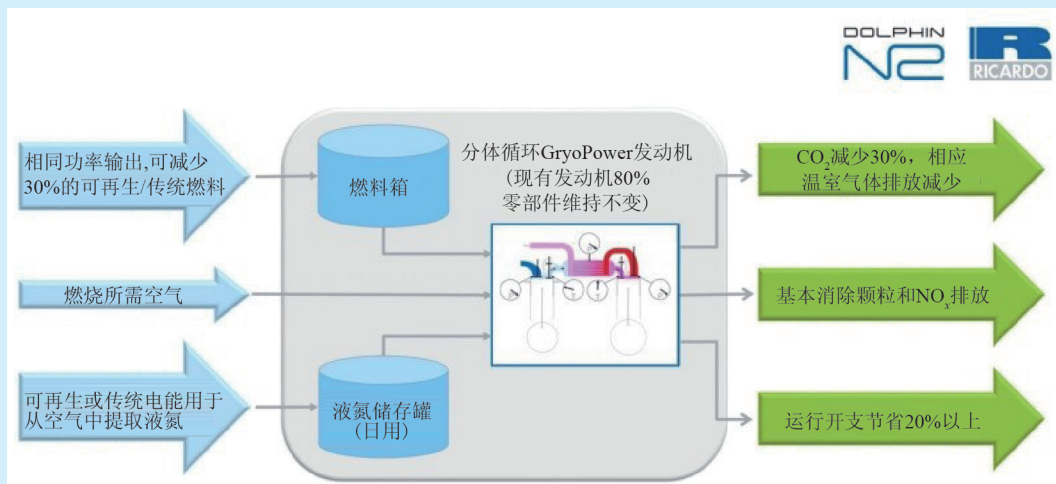


图 1 CryoPower 发动机概念

这家总部设在英国西萨塞克斯滨海肖勒姆的全球化工程和环境咨询公司表示，虽然卡车动力系统的电气化和混合动力化可能适用于本地运输或港口综合体和配送中心应用，但是长途重型货运却很难通过这种方式减少 CO₂ 排放，主要是由于大容量电池系统的价格、重量和安装要求会影响卡车的有效荷载和 / 或续航里程。因此，即便电池动力系统对轻型负载和短途的车辆应用是个不错的选择，长途重型卡车依然并且普遍会选择传统四冲程柴油机作为其动力装置。

“商用车行业投入了大量资源去不断地完善传统动力传动技术，以寻求续航里程和有效荷载的提高，同时降低运营成本和排放量。但是即便将所有已知的改进和技术都应用于当前最先进的卡车柴油动力传动系统上，有效燃料效率限值依然存在，即便技术能够突破这个限值，但从经济的角度也是不合算且不实际的。因此，有必要开发新的

解决方案，来满足世界各地的监管机构对进一步改进重型车辆的燃料效率和降低 CO₂ 排放量的要求。”

Ricardo 的 CryoPower 概念旨在大幅度提高长途卡车和其他重型设备发动机的燃料效率，同时降低运营成本和 CO₂ 的排放。该公司认为，CryoPower 分体循环发动机概念将重新定义内燃机过程，即使与当下最先进的发动机相比，也可以显著提升内部热效率。该概念的核心是使用独立于燃烧和排气系统的吸气缸和压缩缸，见图 2。通过这种方式，原本压缩终了后浪费的废热将被回收并作为工作气体使用。由于压缩过程须在等温环境下实现，则采用少量液氮喷射冷却，同时液氮还能作为额外的能量载体补偿部分燃料需求。这种燃烧过程使用可再生或传统的液态或气体燃料，热能将被交换给冷的压缩进气。然而其最主要的优点是，能够通过提高内部热效率来实现无法通过其他方式获得的燃油经济的提升，

并减少 CO₂ 和其他排放。

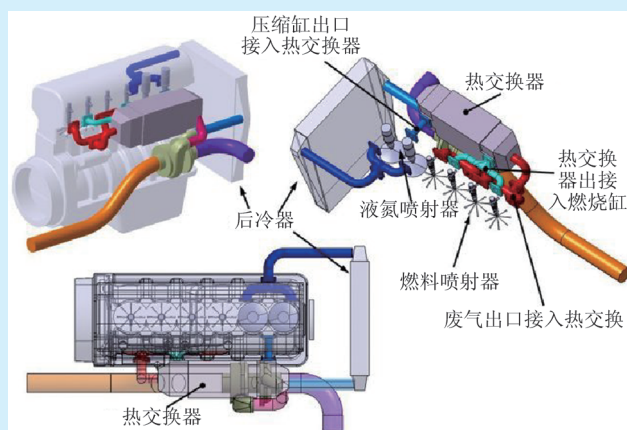


图2 CryoPower 发动机结构图

(1个吸气缸+1个压缩缸+4个燃烧缸)

由于工业气体制造业已经通过电动空气分离装置实现了液氮的直接常规化生产，而从空气中提炼液氧的制造过程中液氮也会作为副产品生产，因此液氮的获取十分便利。出于商业原因，氮气的生产过程的运作已经趋向于最大限度地利用“时间差”和更低廉的能源价格，因此建立一个基于此生产过程和间歇性可再生能源的液

氮扩大化供应链将是一种相对直接的方式。

理论上，将这种方式生产出的液氮作为CryoPower卡车发动机的能量载体，会是长途重载货运公路运输卡车使用可再生能源的一种最有效的方式。

“CryoPower无论从商业还是环保角度上看都是一项具备吸引力的技术，它具备改变行业格局的潜力，而且它的时代已然来临。”Dolphin N2 Ltd的首席执行官Simon Brewster谈到，“传统重型发动机的发展在提高燃料效率和限制CO₂排放方面已经陷入瓶颈，想要百尺竿头更进一步需要的是一种全新的技术。”

“CryoPower在改善燃料效率和运行燃料成本方面使用了渐进式的办法，我们对其关键性使能技术的前期开发显著地降低了开发风险。不过我们依然须投入大量的资金用以开展全面的系统验证、预应用和工业化应用等工作。”

“出于这些原因，Ricardo组建了Dolphin N₂，给予所有CryoPower的相关资产和知识产权，并保留了少量的股权。现在我们正在寻求更多的投资者加入我们，共同把这个激动人心的概念推向市场。”

《The Motorship》杂志低速机行业2017年度回顾

2017年低速船用二冲程发动机的市场发展事实上并不“低速”。虽然没有出众的发动机横空出世，也鲜有产品线的延伸，但是这并不意味着发动机设计师已然江郎才尽，或是新造船市场陷入了缺乏创新的尴尬局面，在其他领域，特别是在新燃料和数字化方面，发展的速度让人倍感振奋。

船舶推进技术已经迈入了一个新的时代。在柴油统治市场将近100年后，新型清洁燃料终于开始崭露头角，低速机也正在适应这一情况。正如一位专家称：“没有什么燃料是二冲程发动机不能用的。”

在这关键的时刻，电子发动机控制技术的出现贡献了一份力量。例如，控制复杂的气门正时能够防止燃气发动机出现爆震或使涡轮增压效率实现最高化。当今的数字化技术能帮助运营商实现对发动机前所未有的有效监控、操作和维护。

但是，无论二冲程发动机的效率能达到多高，可以肯定的是，内燃机并非通向更清洁、可再生性更强的未

来的唯一途径。未来的发动机必须适应与一系列其他的动力源共存的现实，包括风能、太阳能、燃料电池或岸电以及能源储存系统。

电气化、混合动力和数字化并非徒具其名，这些技术提供的是实实在在的效率提升。电气化带来更强的发动机控制；混合动力带来燃烧新燃料和与外部电源合作的能力；数字化则提高了发动机性能和状态的可视化程度，而这可能仅仅只是对这些技术最表层的应用。

发动机可用燃料种类的不断扩展

哪种燃料会是继液化天然气和甲醇之后出现的新型燃料？MAN Diesel & Turbo给出的答案是乙烷。从2017年起，MAN开始将乙烷作为ME-GI发动机的最新燃料。在2016年4月在与Hartmann Reederei公司的合作中，MAN的设计人员在36 000 m³液态乙烷运输船“Gaschem Beluga”号上随船测试了ME-GIE新型发动机（GIE，Gas Injection Ethane，气体喷射乙烷）。

测试的成功不仅意味着二冲程发动机可使用的燃料

又添新的成员，MAN 认为其重要性还在于证明了挥发性有机化合物（VOC）是可以作为燃料使用的。由于石油产品在装载、卸载和运输时会释放这些混合气体，如果将这些废气收集起来作为燃料使用可以大大减少燃料消耗，这对于穿梭油轮将是一个巨大的福音。

虽然在二冲程发动机上使用液化天然气已经相当成熟，但该技术还在进一步完善之中。2017 年，WinGD 在气体发动机商业领域一路高歌猛进时（见下文），MAN 正不断扩展其技术的界限，其大型双燃料发动机已经累积运行超过 10 万小时，这些运行数据能够帮助他们进行节油调整，特别是对引燃燃料的调整。Teekay Gas 指出：引燃燃料喷射装置经改进后安装在四艘使用 ME-GI 发动机的气体燃料运输船上，共计每天可节省大约 1 t 燃料。

有视频显示：MAN 对引燃燃料的研究还获得了另一项突破。虽然该公司尚未公布更多的细节，但视频透露出的信息暗示这项突破至少可以使一些发动机根本无须依靠引燃燃料。

二冲程发动机的燃料多元化，功能多样化将是今后研发工作的重点之一。从 2017 年的发展来看，将二冲程发动机用于发电是朝这一目标努力所做的最新尝试。

传动装置和齿轮箱专家 Renk 公司在 2016 年 4 月推出了其首个用于二冲程发动机的混合概念。这种称为 MARHY 系统的特征是：通过一台通道齿轮箱 (a tunnel gearbox) 和螺旋桨轴离合器使二冲程发动机与一台电机相连，其提供四种运行模式：动力输出；动力输入；关闭主发动机采用全电力推进；以及与螺旋桨分离，主发动机完全用作发电机。

这种多功能性正是 Renk 系统的有趣之处。与电池系统联用后，MARHY 能够满足安全返港的全冗余要求，同时还能帮助运营方减少发电机的数量。

MAN 也在近期的一项研究中采用了这种将主发动机作为发电机使用的概念。该研究使用二冲程发动机替代四冲程发动机作为燃气运输船的辅助发动机，并使用能源储存公司 PBES 的电池系统为发动机负载的上升和下降提供支持，从结果上看应该是个可行的办法。随着对电力推进需求的增加，二冲程发动机也许能够在这个市场中占据一席之地。

涡轮效率

经过近十年的减速航行后，ABB Turbocharging 提

出了一个可使船舶在部分负荷下运行时优化燃油效率的概念。这个被命名为“相继涡轮增压”的解决方案是：发动机在低负荷运行时关闭其中一个涡轮增压器，从而通过单个涡轮增压器最大程度地提高扫气压力，提高增压效率。

这一技术貌似并不复杂，事实上，它也很简单。只是涡轮增压器的尺寸必须经过重新计算，另外一个物理上的变动之处是须要使用专为该系统设计的，经流量优化并与涡轮增压器外壳集成的截止阀。ABB 正在与 WinGD 合作，希望在其所有 X 型发动机（不包括双燃料版本）上加装该系统。他们预测最多可为船舶运营商和船东节省近 5% 的燃料（具体取决于船只的类型和运行情况）。

数字化发展

在数字化领域，二冲程发动机很大程度上遵循着四冲程发动机的发展道路。当然，市场上的四冲程发动机数量更多可能是导致这一局面的客观因素之一。另外也因为四冲程发动机在相对复杂的船舶（如游轮、远洋和科研船只）中的使用更加普遍。但是在 2017 年，二冲程发动机巨头们开始努力改变这一局面。

2017 年早些时候，MAN 宣布将为 Stena Line 运营的两艘客滚船提供四冲程发动机的在线服务。通过持续监测发动机和涡轮增压器数据，来帮助 Stena 优化其发动机运行状态，同时 PrimeServ 的专家将提供进一步的维护和修理建议。虽然迄今为止，该服务仅面向四冲程发动机，但 MAN 计划在下一阶段推出适用于二冲程发动机的服务。

2017 年，WinGD 在数字化领域一直保持着领先地位，这得益于他们的两个关键合作伙伴，数据监控硬件专家 Enamor 和软件公司 Propulsion Analytics。这两家公司联合为 WinGD 开发了一款专有的系统，并有望在近期配备在所有 WinGD 发动机上。这一系统允许 WinGD 深入了解船只、主发动机和其他重要系统的运行参数，同时也为船员和岸勤人员提供了分析工具。

控制气缸状态

竞争激烈的气缸润滑领域永远不会停下发展的脚步。许多行业竞争者都与燃料供应商们保持着紧密的联系，使他们能够深入了解终端用户面临的问题，并从中获益。在去年的行业回顾中，我们介绍了气缸润滑自动化技术，包括针对 BN 或进给速率的自动调整。这一态

势在 2017 年仍在继续。

船载润滑油混合技术，包括 MAN 和其他公司开发的 ACOM 系统，须使用低碱值（BN）润滑油来稀释超高碱值润滑油。雪佛龙（Chevron）公司在今年及时地推出了第一款 OEM 认可的 BN140 润滑油。另外，为了实现更佳的船载混合效果，雪佛龙还为遭受冷腐蚀的气缸提供耐用性更高的 Special HT Ultra 产品。

润滑油领域的另一个重要发展是壳牌（Shell）公司推出的船舶综合润滑和专家解决方案（MILES），该方案旨在优化并简化采购和服务流程。虽然 Shell 在发布会未公布太多的细节，但是明确地表达了其愿景：Shell 希望在数字化变革的过程中占据一席之地，以便能够为客户提供全方位的服务（包括补货和气缸监控），代替船只运营商完成几乎全部的气缸润滑有关工作。Shell 的数字化进程仍在继续，值得进一步关注。

虽然数字化一派火热景象，2017 年最出众的气缸状态控制方法却极为传统。Parker Kittiwake 针对燃料和润滑油的“黄金指南”就是印刷品（虽然须要使用防油纸打印，以防被机房恶劣环境弄脏）。但是就解决棘手的发动机异常情况而言，一个有见识、有经验的机组人员的作用比其他所谓的解决方案要管用好多倍。这本指南由浅入深地为船东和操作人员介绍了燃料、润滑油和液压油相关知识，涵盖了从基本原理到测试、监测、特性和规格的所有内容。可以想象指南的作者为此付出了多么艰辛的努力。拥有这本指南的船员，将会快速对故障做出反应。

发动机设计理念

虽然二冲程发动机问世已久，但是如 Diesel United 的可变压缩比系统（variable compression ratio system）这样能真正对气缸内部功能造成影响的改进却不太常见。

通过在活塞杆下方安置的一个液压缸（用以调节气缸高度），该系统能够根据发动机的负荷来调整压缩比从而实现最佳的燃油效率，或者根据气体燃料的质量调整空气和燃料的混合来获得最佳的燃气燃烧特性。

Diesel United 表示该技术能大幅节省燃料，他们会与 WinGD 公司合作，尽早将该系统作为两冲程发动机

的一个选项推向市场。

2017 年重磅交易

商业扩展方面，2017 年有两大亮点。首先是可能标志着 LNG 动力进入“深海时代”的三个 WinGD 订单。2017 年 3 月，Sovcomflot 航运公司为其 4 艘新造的 Aframax 级油轮订购了 WinGD 的双燃料二冲程发动机，这将成为首批使用气体燃料的大型深海贸易油轮。数日后，AET Tanker 公司声称其在三星重工订购的四艘 Aframax 级油轮也将使用 WinGD 的低压双燃料 X-DF 发动机。

AET 和 Sovcomflot 还透露出进一步扩大使用 LNG 的意向。Aframax 级油轮的订单具有突破性意义——这将是首批采用双燃料推进系统支持全球航行的船只。这些声明将有望促进燃料储存基础设施的建设。

而在 2017 年 11 月份，法国集装箱船东达飞海运（CMA CGM）宣布选择相同的 X-DF 技术为其 9 艘将用于欧亚贸易航线的超大型集装箱新船提供动力。届时，这批船只将配备储量达 18 600 m³ 的气体燃料罐（有史以来最大的燃料罐），证实仅在一地加油后即可实现全球航行。WinGD 在这两个突破性项目中都发挥了重要作用。

新年伊始，三菱重工宣布其二冲程发动机业务（UE 发动机系列开发商）与前神户柴油公司合并。合并后的日本发动机公司（J-Eng）的产品虽然仅占船用二冲程发动机市场不到 5%，但作为仅有的三家低速发动机设计公司（另外两家为 MAN 和 WinGD）之一，这次所有权变更依然是业界的一件大事。

一些迹象表明这个变化为日本发动机注入了新的活力。在过去的一年中，仅有很少几种新型发动机问世，而其中 2 个就是由 J-Eng 发布的，并且每个产品都有其独到之处：MGO 版 UEC50LSH-Eco-C2-MGO 发动机旨在解决低硫燃油给发动机带来的挑战；而该公司的处女作 10UEC50LSE-Eco-B1（10 缸，缸径 500 mm），尤其适合像客滚船这种功率需求大，但舱高有限的船舶，相应发动机的气缸数须增加但冲程受限。

（Vivid 编译）