

两部装有柴油电力驱动装置的 Terex Gottwald 6 型
港口机动起重机在南美洲的一个港口进行作业



起重

应对新排放法的创新

在最新一届的 G7 峰会上以及在世界气候大会的筹备阶段，世界上领先的发达国家达成一致，在 2050 年之前要显著减少原油燃料的使用。现在，功率 > 560 kW 的内燃发动机的新排放技术标准已经生效。

文 | JUTTA KLEIN-WIELE

G7 峰会和世界气候大会呼吁内燃机生产厂家和如位于德国杜塞尔多夫的 TPS 公司这样的企业生产符合新排放标准的发动机，在今后的两年会分步骤的降低陆地使用的发动机（如载货汽车）和非公路用机动设备（NRMM）的排放。例如，港口转运货物机械就属于非公路用机动设备（NRMM）的范畴。很长时间以来，功率 < 560kW 的发动机已经较好的达到了环保排放要求，现在，功率

> 560kW 的内燃机新排放技术规范很快就将生效。

对环境友好型驱动技术的要求

TPS 公司是一家创新型港口用系统生产厂家，该公司多年来以实际行动支持环境友好型驱动技术。在此，该公司还拓展了以下的其他可能性：

- 作为货物运输装置和技术的研发者，该公司创新能力的一个主要体现部

分是创造低排放且经济性能好的内燃机变形驱动装置，如这些变形驱动装置用于在港口使用的起重机或是自动导引运输车（AGV）。

- 作为机械制造技术部件的使用者，TPS 公司为其生产的机械设备选用那些既满足该公司自己的环保要求又符合国家生效的排放标准的内燃发动机。

TPS 公司这样做的目的是，为如美国 TPME、欧盟（EU）、欧洲自由贸易

联盟 (EFTA) 和土耳其等国家的客户按照世界范围内已经生效的关于柴油发动机排放规定, 提供可持续性的技术解决方案, 这里也包括按照个性化要求为客户提供关系到未来的可持续性的技术解决方案。

在此, 发动机的功率不同, 相关的规定也不同。大多数工业国家已经规范了功率 < 560 kW 的内燃发动机的排放, 而迄今为止, 只有美国、加拿大, 新加坡对功率 > 560 kW 的内燃发动机的排放作出了更为严格的规定。而中国、欧盟已经宣布, 要在 2016 ~ 2017 年降低排放的极限值。这恰巧与 TPS 公司为其客户提供已经经受了考验的补充型或创新型驱动装置技术解决方案的时机相契合。

功率 > 560 kW 的柴油发动机所面临的挑战

目前, 功率 < 560 kW 的发动机的市场条件在很多较大规模的市场上的使用程度不尽相同。港口货物转运装置的生产厂家认为, 用于非公路用机动设备 (NRMM) 的功率 > 560 kW 的柴油发动机与采用 “EPA (美国联邦环保局) Tier 4 final” 标准以及采用 “EU (欧盟) Stage IV” 标准的发动机相比来说价格会高出很多。对于港口货物运输装置的生产厂家来说, 除此之外, 功率 > 560 kW 的柴油发动机技术很复杂, 且驱动机组的结构更大 (还要安置废气处理装置和辅助油箱)。这会相应要求更大的结构空间和对结构进行大的改动。对于

装有功率 > 560 kW 的柴油发动机的港口货物运输装置的生产厂家来说, 不仅要应对提高经济性方面的挑战, 而且由于环保要求更加严格, 还要面对此类柴油发动机必须使用含硫量和含添加剂少的柴油燃料的问题。

对港口货物运输装置的生产厂家来说首先必须要关注到那些实行更加严格的排放标准的国家和地区, 确保那里的客户在作业时能够使用符合客户所在地准许的符合新排放技术标准的燃油和添加剂。

不同的能源供给类型

港口货物运输装置的能源供给模式取决于这些港口货物运输装置通常是柴油发动机或是柴油液压式装置 (柴油泵驱动装置) 的设备类型。根据港口机场设施的具体状况和设备类型, 也可以采用外部电源或是蓄电池来为港口货物转运装置供给能源, 并根据设备作业任务以及设备类型和大小来采用不同的能源供给类型。当前, TPS 公司生产的港口货物运输装置可采用的多种类型的柴油发动机。例如, 有从 Terex 叉车使用的功率为 142 kW 的柴油发动机到 Terex-Gottwald 港口机动起重机使用的功率为 1000 kW 的柴油发动机等不同类型的柴油发动机。

当前, TPS 公司的产品配置中有自动导引运输车 (AGV)、货物堆垛机、门架式满载集装箱和空集装箱运输叉车、装有门架式起重设备的车辆、橡胶轮胎货物堆垛起重机以及较小型的港口机动

起重机, 这种起重机装有功率最大为 455 kW 的符合现行排放标准的或是符合今后更为严格的排放标准的柴油发动机。特别是, 由于考虑到功率 > 560 kW 的柴油发动机即将执行更为严格的排放标准, TPS 公司生产的大型港口机动起重机可安装使用柴油电动主驱动装置 (图 1)。这样做的特别意义在于, 这种大型港口机动起重机通常是安装最大功率的柴油发动机, 而在实际作业中柴油发动机的功率并不总需要达到最大值。这样, 为了应对符合现行排放标准和今后更为严格的排放标准, 对这种大型柴油发动机港口机动起重机来说便存在着以下两种可能性:

- 使用两台功率小于 560 kW 的柴油发动机 (也就是所谓的双发动机);
- 安装一台功率较小的柴油发动机 (也就是所谓的缩减功率的柴油发动机), 再加上另一个不使用原油燃料的能源装置, 在需要时组成港口机动起重机混合动力装置 (混合动力装置)。

作为 “绿色” 港口货物运输装置生



图 1 装有柴油电力驱动装置的 7 型港口机动起重机

关于非公路用机动设备 (NRMM) 的重要环保规定

美国: 美国联邦环保局 (EPA) 40 CFR Part98 规定中的当前执行的排气等级标准为 “EPA Tier 4 final”;

欧盟: 97/68/EC 技术指南中包含有废气级别 “EU Stage IV 及 V” 以及变动和补充部分两个规定, 文本建立在以 CO (一氧化碳)、HC (碳氢化合物)、NOX (一氧化氮) 和 PM (细颗粒物) 的排放许可值为基础的排放标准分类的基础上。

世界上的其他国家: 世界上很多国家采取美国及欧盟的排气规定。其他国家如印度和巴西执行其自己的相关规定。

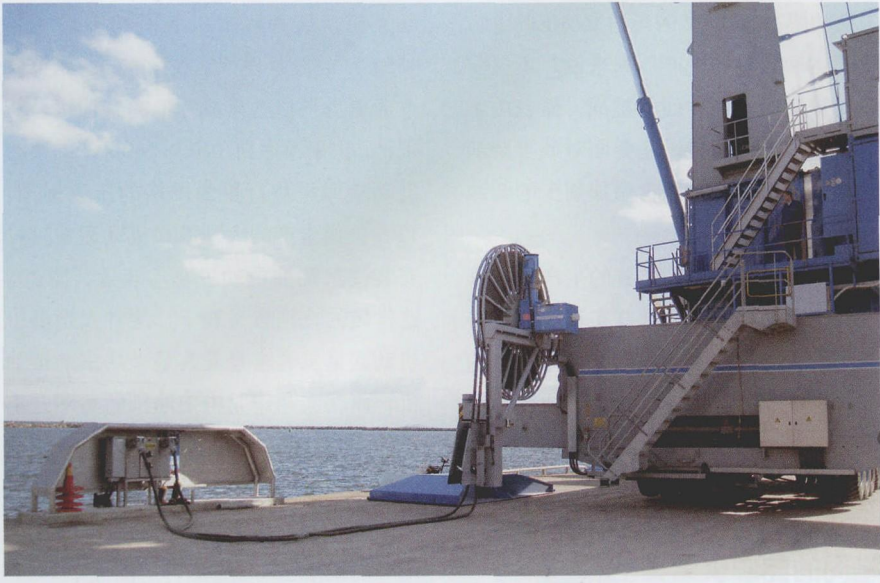


图2 由码头供电的起重机

产厂家的领先者之一，TPS 公司长期以来便关注相关的排放控制装置的研发。

创新型驱动装置的产品配置

在技术研发方面，TPS 公司从过去到现在一贯注重港口货物转运装置的专用型，并将研发工作分为三类，也就是“固定式港口货物转运装置”、“大多数情况下固定作业的港口货物转运装置”和“机动式港口货物转运装置”。同样重要的是，将已经技术成熟的机动式港口货物转运装置上使用的驱动装置技术方案推广至其他类型相应的产品上。

在此有个例子可以说明，该公司为“机动式港口货物转运装置”和“大多数情况下固定作业的港口货物转运装置”研发的混合驱动技术成了两种驱动技术的组合式技术方案。TPS 公司已为门架式叉车和带有起升装置的货物搬运车研发并采用了这样的组合式技术方案。

这原本不是为功率小于 560kW 的柴油发动机而研发的，利用两种能源技术的最主要的目的是为了节省动力燃料。当前，利用两种能源技术方案，根据应用和作业条件的不同，港口机动起重机和门架式叉车可节能 20%。也就是采用了被称作第二能源技术装置的 Ultracaps（超级电容），这种超级电容可

回收港口货物转运装置运行速度下降和制动产生的能量。这些储存在超级电容里的电能需要在需要时输入港口货物转运装置的车载电网里，以供港口货物转运装置的所有用电部件使用。在此：所采用的超级电容个数越多所储存电的能力越大，港口货物转运装置所使用的柴油发动机的功率便可更低。所要求的柴油发动机的最低功率将不再通过港口货物转运装置所达到的功率峰值来确定，而是通过显著降低了的平均功率需求值来确定。

使用较低功率的发动机作业的港口货物转运装置还有另外一个可能性，也就是由两台功率较低的发动机来取代客户之前采用的大功率发动机（也就是双发动机技术方案）。采取这样的替代技术方案的背景是，港口货物转运装置的耗电绝大部分不自行进行限制。采取这样的替代技术方案时，仅在港口货物转运装置作业要求发动机功率达到峰值时调用第二台发动机才会有意义。

化石燃料驱动装置的替代品和外部电源

对于“机动”类别的港口货物转运装置，如那些作业时行驶路段长或是大多数情况下变换作业位置的自动导引运

输车（AGV）、货物堆垛车或门架式叉车，则提供液化天然气（LNG）燃料或是压缩天然气（CNG）燃料驱动的发动机。改善燃料的单位浓缩度可提高燃料的能量密度。TPS 公司主要是采用液化天然气（LNG）燃料发动机。液化天然气（LNG）燃料发动机的优点是：由于这种燃料的碳氢化合物更佳，所以，液化天然气（LNG）燃料发动机的 CO₂ 排放可减少 20%。如在使用柴油发动机时，也可实现采用带有能量回收装置的天然气发动机混合驱动系统。对于有明确作业位置的固定式港口货物转运装置，如 TPS 公司生产的短距离行驶港口机动起重机。由于港口码头可供电，所以，港口机动起重机装有电动主驱动装置，完全可放弃采用柴油发动机（图 2）。

如果港口的基础设施条件具备，那么港口机动起重机可采用使用外部电源的驱动装置技术方案。这种港口机动起重机的优点是能够达到零排放，能量可多重反馈回电网（功率系数为 1.0）。大部分采用外部电源的驱动装置的港口机动起重机，或是在运行到作业地点的过程中会断开外部电源，这样的情况下可采用装备一个较小的柴油发动机的技术方案。必要时，临时使用一个柴油机组可以作为一个可行的变形设备。

港口经济的活力是持续的。港口货物转运设备的驱动装置的创新始终体现在自动化、半自动化以及“绿色”持续发展方面。在此，全电力驱动装置的技术方案是理想的，目标是减少有害物质排放，实现环保和可持续性发展。而柴油发动机仍继续在全世界港口的货物转运作业中起到主要的作用。从减少排放的角度来看，柴油机技术的进一步发展仍然面临着挑战。作为港口货物转运装置的生产厂家，TPS 公司的目标是，绝大多数的港口货物转运装置采用电力驱动装置。为此，TPS 公司采用功率低的柴油发动机组作为补充选择的可能性，TPS 公司也为客户提供创新电流储存介质以及外部电能的技术。[MM]