

节能减排技术在港口集装箱牵引车上的应用

交通运输部水运科学研究院 李海波

摘 要: 介绍国内外港口集装箱牵引车的发展及应用情况,对其主要技术特性,特别是在应用节能减排技术方面进行分析与比较。

关键词: 牵引车; 港口; 技术特性; 节能减排

An Application of Energy Saving and Emission Reduction Technology in Terminal Container Tractors

Waterborne Transportation Institute, The Ministry of Transport Li Haibo

Abstract: This paper describes the development and application of the domestic and foreign terminal container tractors, and then it analyzes and compares their main technical characteristics especially those in the energy saving and emission reduction technologies.

Key words: terminal tractors; port; technical features; energy saving and emission reduction

1 发展应用情况

港口集装箱牵引车(以下简称牵引车)是一种适用于港口集装箱码头水平运输的特殊类型的牵引运输设备,具有运输距离短、运行区间固定、低速重载、连续工作等特点,主要用于装卸集装箱,也用于装卸件杂货。近年来,我国交通运输业的快速发展,推动了集装箱装卸设备的技术进步,牵引车逐渐为港口用户所认可,并得到大范围的推广使用。牵引车作为特种车辆,其性质决定了具有数量少、种类多的特点。据测算,包括新增和更新的车辆在内,国内各港口码头每年对牵引车的需求在 2 500 辆左右。

由于牵引车是在特殊环境下使用,对车辆的桥、悬架、变速器和车辆板材的要求比普通车辆高,而且对安全性、可靠性要求更高,因此牵引车技术要求和造价都较高。在市场的初期阶段,为国外品牌所占领,包括瑞典的 Ottawa,荷兰的 Terberg、美国的 Capacity 等。在进口的品牌中,以瑞典 Kalmar 居多,2005 年底 Kalmar 在洋山港附近建设的新厂投入生产,主要生产牵引车。截止到 2008 年 4 月, Kalmar 在美国制造出第 45 000 辆牵引车。

3 结语

作为一个全新的设计思路,岸桥创新设计意义是巨大的。对于产品本身来说,可以丰富岸桥的种类;对于用户来说,有了更多的选择。在创新的同

最近几年,随着技术的进步,国产牵引车逐渐得到了国内港口码头的青睐,中国重型汽车集团有限公司、陕西汽车集团有限责任公司、上海汇众汽车制造有限公司、哈尔滨工程机械制造有限公司、北方奔驰重型汽车有限责任公司、中环动力(北京)重型汽车有限公司等厂家的产品正在逐步取代进口车,打破了国外牵引车的垄断地位。国内产品以性价比取胜,进口车 70 多万元 1 台,而国产车只要 30 多万元 1 台,而且比进口车有更好的适应性,配件供应及时,服务也远比进口车强。由于性价比高,国内一些厂家的产品也出口到了非洲和东南亚的一些国家。

2 主要技术特性分析

牵引车是在特殊环境下使用,运行速度为 35 ~ 45 km/h,连续运行时间较长,有时甚至会 1 天运行 24 h,1 周 7 天不间断作业,因此,不仅对于舒适性和美观性都有较高要求,而且对其安全性和可靠性要求非常高。

牵引车为集成产品,除了车架外,大部分为机电配套件。机电配套件一般为国内外著名品牌产品。

时,不可避免地出现了一些不合理处需要改进,这有待于我们共同努力。

武成: 200125,上海市浦东南路 3470 号

收稿日期: 2011 - 10 - 24

DOI: 10.3963/j.issn:1000-8969.2012.01.002

发动机为康明斯和沃尔沃品牌系列产品,根据燃料不同有柴油发动机和天然气发动机。变速箱主要是应用艾里逊全自动变速箱。艾里逊全自动变速箱能完全适应于艰苦、恶劣的港口拖运环境,耐久性和可靠性好,故障率很低,基本上都能保证常年正常运行。牵引车制造商大部分都选用艾里逊的产品,包

括 Kalmar、Terberg、中国重汽和陕汽等。牵引车为4轮,前后桥各有2个车轮,前桥为转向桥,一般为制造商自己制作,后桥为驱动桥,其主要生产厂家为 Kesser、Ati、Sisu 等。

主要生产厂家的牵引车的主要技术特性见表1(数据来自各厂家宣传资料)。

表1 主要技术特性

主要参数	中国重汽	陕汽	Ottawa	Capacity	Kalmar
牵引列车最大总质量/t	70	70		109	95
最小转弯半径/mm	5 700	6 900	5 182	5 944	6 800
整车质量/kg	6 800	6 600	6 570		8 750
发动机功率/(kW·(r·min ⁻¹) ⁻¹)	196/2 200	191/2 200(潍柴)	118/2 200	134/2 200	129/2 200
变速箱	自动,Allison	自动,Allison	自动,Allison	自动,Allison	自动,Allison
驱动桥	国产	汉德行星单后桥		前桥: dana 后桥: sisu	前桥: 自制 后桥: ATI
外形:长×宽/mm		6 080×2 640	4 750×2 464	5 029×2514	5 350×2 500

3 节能减排技术的应用

牵引车主要以柴油为动力能源,随着集装箱设备技术的进步,一些节能减排技术逐步应用到牵引车上,主要有天然气发动机、混合动力、电动等技术,分别比较分析如下。

3.1 天然气燃料驱动

天然气作为新型的车辆燃料具有显著的环保性、安全性、经济性。天然气车辆的排放性能好、运行成本低、技术成熟、安全可靠,所以被世界各国公认为最理想的替代燃料车辆。天然气包括液化天然气(LNG)和压缩天然气(CNG)。目前,天然气作为一种新型的清洁型能源得到了广泛的应用。

2009年7月,陕汽新试制2辆LNG偏置码头天然气牵引车顺利下线并交付深圳盐田国际集装箱码头使用,这是国内首次将LNG天然气技术应用到牵引车上。目前试运行27台,计划于2011年底前增加至120台。2009年12月14日,中国(香港)石油有限公司的非全资附属公司浙江新捷,与宁波港就LNG牵引车项目的合作订立框架协议,他们将建立长期合作关系:浙江新捷将为宁波港公共码头提供LNG加气站及加气服务,宁波港采用LNG为燃料的牵引车。

目前,一些港口机械制造厂家在制造牵引车时,已经根据不同用户的要求采用不同类型的天然气发动机,如瑞典Kalmar公司和美国Capacity公司就有配备Cummins液化天然气和压缩天然气发动机的牵引车,其技术性能和参数达到柴油发动机水平。与柴油动力相比较,天然气发动机驱动的牵引车节

能减排效果显著。如对现有的使用柴油发动机的牵引车进行改造,一般是将柴油发动机换成相应型号的天然气发动机,改造成本较高。美国Capacity公司生产的LNG牵引车见图1。



图1 美国Capacity公司生产的LNG牵引车

3.2 混合动力驱动

应用于工程车辆的混合动力系统主要有燃油与电动混合动力(一般简称“电动混合动力”)和燃油与液压混合动力系统(一般简称“液压混合动力”),这两种混合动力系统在牵引车上都有应用。

电动混合动力的能量储存在蓄电池中,能量密度低。功率密度低。蓄电池虽然可以吸收大量的能量,但充电时间相对较长,因此不能完全获取制动能量。

液压混合动力的功率密度高,能量密度低,系统可储存的总能量有限。然而,它能在瞬时收集并储存能量,一旦需要就能立即投入使用,存储能力强并能在短时间内完成能量释放。所有的制动能量在液

压蓄能器内储存。液压混合动力能够有效利用制动动能,并马上在车辆起动阶段得到重新利用,对于起动及停车周期频繁而短暂的车辆而言,液压混合动力是理想之选。尤其是牵引车的自重和牵引载荷都很大,最大牵引力为 147 kN,整机重量在 6 t 以上,制动时可在短时间内蓄积大量的制动能量。

美国的 Eaton Corp 和 Parker Hannifin 两家公司都进行了液压混合动力系统的开发,其明显优势是提高了燃油经济性和减少了排放^[1]。Kalmar 的集团公司芬兰 Cargotec 公司与新加坡科技动力有限公司(ST Kvnetics)合作,共同完成新加坡国家港务集团(PSA)液压混合动力技术的开发,将 hyPOWER 混合动力液压驱动装置整合到 Kalmar 的牵引车上,首台混合动力车已在 2009 年 11 月投入使用,能够实现节能减排 15% 左右^[2]。

美国 Capacity 公司开发出一种串联电动混合动力牵引车(PHETT),可减少 60% 的燃油消耗,降低 30% 的噪声。2007 年高交会,由蛇口集装箱码头(SCT)和中国科学院深圳先进技术研究院联合开发试验成功的混合动力码头用环保牵引车在会上亮相。从外形上看,该车与普通码头用牵引车没什么区别,但该车动力不是燃油,而是“电+油”的混合,能耗和废气排放量均能减少 30% 以上,噪声也能减弱 20% 左右。

3.3 纯电动驱动

纯电动车辆的驱动包括电机和储能装置等,常用的储能装置包括化学蓄电池、燃料电池和超级电容等。纯电动汽车中适用的能源是高比能量的化学蓄电池和燃料电池。蓄电池是电动车辆储能装置的主角,其中镍氢蓄电池和锂离子电池的比能量最高,但相应的价格也高。燃料电池是利用外部供给的反应物发电,通过依次排出生成物连续产生电能的电池。燃料电池是直接化学能转换为电能,所以效率很高,而且反应排出气体的主要成分是水蒸气,具有优越的环保性。超级电容是通过电极上正负电荷的物理性吸附和脱落而进行充放电操作,具有优越的快速充放电特性,而且寿命也很长。通常情况下,超级电容不是单独使用的,而是在混合动力或纯电动汽车中,作为蓄电池或燃料电池的辅助装置使用。

2010 年 4 月,美国洛杉矶港引进由 Vision Industries 公司与 Capacity 公司合作开发的零排放电动/氢燃料电池混合动力牵引车(ZETT)。该牵引车可连续工作 16 h,充电仅需 15 min,以明显的优势超过电池动力牵引车,每台设备的成本不超过 28 万美元^[3]。2009 年 9 月,我国陕汽开发的电动牵引车选

用 50 组超级电容作为动力源,大功率电机驱动的纯电动设计,具有启动力矩大、调速精度高、系统效率高、维护简便等优点,达到零排放、无污染、低噪声,预计使用费用比传统柴油机减少 1/3 左右,平均车速保持在 20~30 km/h,最高时速可达 40 km/h。在短距离、固定区域内,运行机动灵活,性价比高。以上海港为例,每百公里可节省近 200 元。

有诸多不利条件限制着电动车辆的发展,例如电池所具有的比功率较小,效率低。而且电池的制造成本较高,电池充放电次数有限,而且充放电之后性能会下降。此外,报废电池的不科学处理会对环境造成很大污染。我国已经进行了用于车辆的各种电池的研发工作,但由于港口机械的起重量大,相应要求功率较大,即使是先进的锂电池,也存在体积与重量、安全性及电池、电机与控制系统的匹配等问题,电池作为港口流动机械的动力能源还存在技术瓶颈。但是,随着电池及相关技术的发展,采用蓄电池为牵引车提供动力是未来的发展方向。

4 结语

交通运输部制定的《“十二五”水运节能减排总体推进实施方案》中明确规定,“十二五”期间,将根据节能减排技术发展和研发情况,逐步增加节能减排技术的应用试点,持续不断地开展技术试点工作,推动水运节能减排技术的应用。“十二五”初期,试点应用 LNG 驱动和电力驱动的水平运输车辆技术。随着国家对节能环保要求的提高,以及港口装卸设备节能减排相关技术的进步,可以预见会有越来越多的新型节能减排的牵引车投入到港口使用,在一定程度上会促进节能减排型牵引车的发展和应用。

我国牵引车的制造水平不断提高,不仅占有了一定的国内市场,而且开始向一些发展中国家出口。国内牵引车厂家也在牵引车的节能减排技术方面做了大量的研究和试制工作,对于占领牵引车的各级市场具有重要意义。我国牵引车制造厂家要想在激烈的市场竞争中全面替代国外产品,制造出适应港口频繁作业的高性价比的牵引车,不仅要突出价格优势,而且要在提高可靠性、降低故障率、提高服务水平、增加产品种类、注重技术创新等方面有所突破。

李海波: 100088,北京市海淀区西土城路 8 号

收稿日期: 2011-08-30

DOI: 10.3963/j.issn:1000-8969.2012.01.003