



工程机械使用与维修一点通

叉车

使用与维修

主编 郭国英 王凤喜

一点通



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



工程机械使用与维修一点通

叉车使用与维修一点通

主编 郭国英 王凤喜

参编 徐 游 王苏光 李海龙 宁国平 耿 雷



机械工业出版社

本书为《工程机械使用与维修一点通》丛书之一。

本书共4章,第1章介绍国内外叉车的现状与发展;第2章介绍叉车使用与维修的基本知识;第3章介绍叉车及其各零部件系统性能特点与工作原理;第4章介绍叉车的使用与维修保养。为便于读者了解行业情况,附录列选了叉车主要生产企业的厂家名录供参考。

本书取材广泛,参考有关技术标准、产品样本、大学专业教材、专业杂志及维修工作实践汇编而成。

本书可供叉车的管理、选用、操作和广大维修工程技术人员使用,也可作为专业培训教材使用。

图书在版编目(CIP)数据

叉车使用与维修一点通/郭国英、王凤喜主编. —北京:机械工业出版社, 2014. 4

(工程机械使用与维修一点通)

ISBN 978-7-111-44770-2

I. ①叉… II. ①郭…②王… III. ①叉车—使用②叉车—机械维修
IV. ①TH242.07

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第270764号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:沈红 责任编辑:沈红 章承林

版式设计:霍永明 责任校对:卢惠英

封面设计:姚毅 责任印制:李洋

北京华正印刷有限公司印刷

2014年1月第1版第1次印刷

169mm×239mm·13.75印张·273千字

0001—3000册

标准书号:ISBN 978-7-111-44770-2

定价:29.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

策划编辑(010)88379778

电话服务

网络服务

社服务中心:(010)88361066

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售一部:(010)68326294

机工官网:<http://www.cmpbook.com>

销售二部:(010)88379649

机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线:(010)88379203

封面无防伪标均为盗版

前 言

随着经济全球化、生产柔性化、消费多样化、流通高速化时代的到来,企业生产资料的获得和产品销售范围的日益扩大,生产、物资流通、商品交换及其管理方式都发生了深刻的变化。由此也带来全球范围内现代物流产业的迅猛发展。

在原材料、在制品、成品及相关信息从供应地向需要地有效转移的全过程中,用来完成运输、装卸搬运、存储、分拣、包装、流通加工、配送等方面工作的设备,称为物流机械设备。

物流机械设备中的装卸搬运机械的种类很多,主要有叉车、搬运车、牵引车、单斗车、(集装箱)跨运车、挂车等。

为了满足交通、港口码头、机场及工矿企业从业人员的需求,使他们能便捷地熟悉和掌握现有叉车的构造、原理、使用、维修、发展,以及日常维护保养措施和叉车修理改进的要求,并做到合理选用,更好地发挥设备效能,组织编写了本书。

本书第1、2章由王苏光、李海龙编写,第3章由宁国平、徐游编写,第4章由耿雷编写,全书由郭国英、王凤喜主编。

本书在编写过程中,曾得到中国第二重型机械集团公司总经理石柯、副总经理曾祥东及万信公司的热情帮助和支持,在此表示感谢!

编 者

目 录

前言

第1章 概述	1
1.1 叉车与相关设备的发展	1
1.2 现代叉车的发展趋势	6
第2章 叉车使用与维修的基本知识	19
2.1 叉车的用途、分类及组成	19
2.2 叉车的特点及选用	23
2.3 叉车的安全使用及技术性能	25
2.4 叉车的解体	35
2.5 叉车的维护保养	52
第3章 叉车及其各零部件系统性能特点与工作原理	57
3.1 叉车总体结构与技术性能	57
3.2 叉车底盘与传动系统	62
3.3 叉车液压系统与润滑	72
3.4 叉车电气系统与调速器	74
3.5 叉车用内燃机特点及特殊性	75
3.6 叉车制动系统特点及工作原理	82
3.7 叉车传动系统特点及工作原理	95
3.8 叉车转向系统特点及工作原理	114
3.9 叉车工作装置工作特点及工作原理	124
3.10 叉车电气系统组成及工作特点	126
第4章 叉车的使用与维修保养	144
4.1 叉车及其属具的使用特点	144
4.2 叉车安全操作	153
4.3 叉车日常保养知识	158
4.4 叉车定期保养、定期检查与维修原则	160
4.5 叉车工作装置及其部件功能检验与故障维修	165
4.6 叉车电气系统常见故障与排除	177
4.7 叉车液压系统常见故障与排除	194
附录	196
附录A 叉车主要生产厂(或代理商)联系方式	196
附录B 道路交通标志说明	212
参考文献	215

第 1 章 概 述

1.1 叉车与相关设备的发展

物料搬运机械主要是用于企业车间、车站、码头、机场、货场、工地、矿山、商业及军用物资等物料装卸、升降、堆垛、运输和储存的机械设备。一般包括起重机械、输送机械、装卸机械、搬运车辆和仓储设备等。

物料搬运机械的应用在生产中有着重要的意义，这主要因为：①物料搬运量十分巨大，如有些钢铁企业，每生产 1t 钢材，就需要搬运原材料、燃料、半成品、成品和废料等的总量达 50t 以上；②物料搬运所需的费用高，工业国家用于物料搬运的费用常占产品成本的 25% 左右；③物料搬运占用劳动力多，在机械化程度不高的企业里，搬运工人常占工人总数的 15% 以上；④在人力搬运不能承担的重物和高温或有放射性物质的区域作业时，必须利用机械进行搬运。因此，在生产中应对物料搬运系统给予足够的重视，并尽量采用先进适用的物料搬运机械，以减轻劳动强度。这样既可减少产品损伤，也能保护工人健康、提高劳动生产率和产品质量，进而降低生产成本。

现代的物料搬运机械开始于 19 世纪，19 世纪 30 年代前后，出现了蒸汽机驱动的起重机械和输送机；19 世纪末期，由于内燃机的应用，物料搬运机械获得迅速发展。最早在 1910 年出现了既能起升又能搬运的叉车；世界上第一台叉车是由美国克拉克公司在 1932 年投放市场的，1935 年后出现了内燃叉车。在第二次世界大战期间，广泛使用叉车搬运、储存军用物资，叉车也因此得到了迅速发展。到了 20 世纪 70 年代出现的计算机控制物料搬运机械系统，使物料搬运进入高度自动化作业阶段。

叉车在各行各业都有广泛使用，尤其在军事方面使用日益增加。如美军在海湾战争时，一次就订购了 400 台伸缩臂叉车。在军用方面，越野叉车、随行叉车等车型都得到了较大发展。

物料搬运机械分类方法很多，没有统一的规定，仅有起重机械分类方法被普遍认可。图 1-1 所示为起重设备分类，图 1-2 所示为输送机分类，图 1-3 所示为装卸机械分类。

图 1-3 中的叉车分类是按叉车的结构型式进行的。叉车通常按动力源可分为内燃叉车、电动叉车、手动叉车，也可分为内燃叉车、电动叉车、仓储叉车。内燃叉车还可分为普通内燃叉车、重型叉车、集装箱叉车和侧面式叉车。

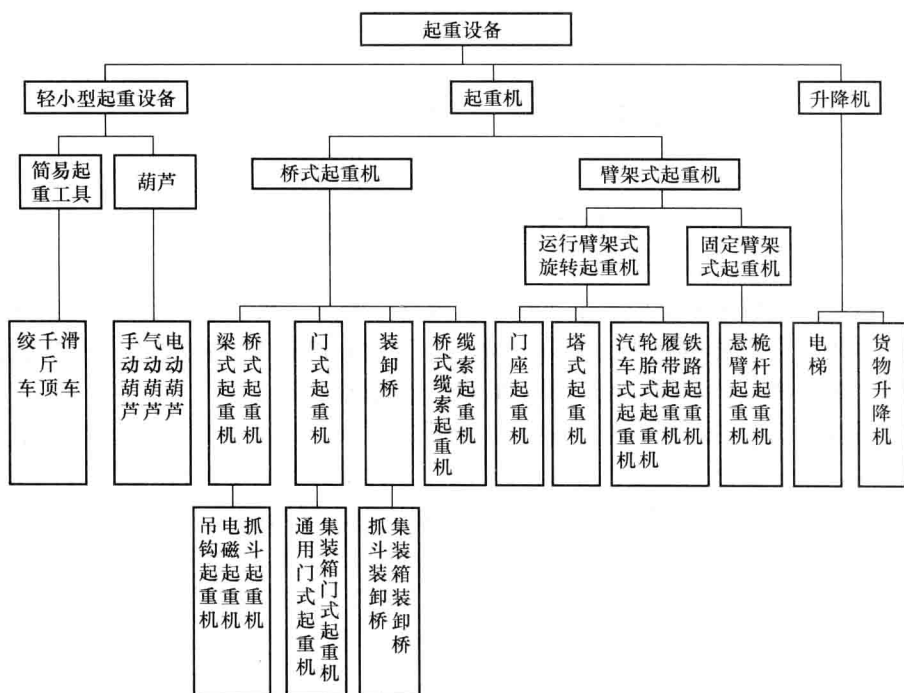


图 1-1 起重设备分类

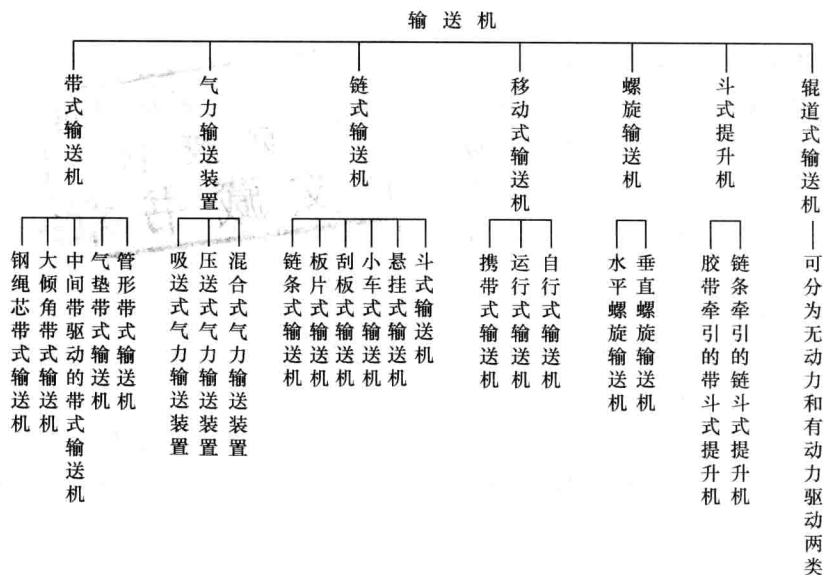


图 1-2 输送机分类

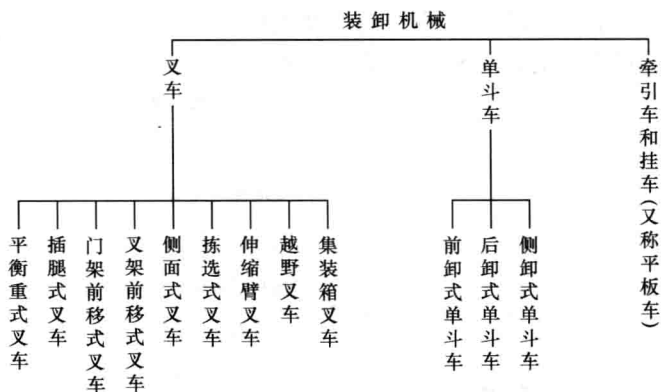


图 1-3 装卸机械分类

在我国，工程机械主要包括 10 大类设备，其中就有叉车，如图 1-4 所示。其他各国工程机械的分类大同小异，如美国称工程机械为建筑机械，日本称为建设机械，俄罗斯称为建筑与筑路机械。常见的工程机械有：液压挖掘机、履带堆土机、轮式装载机、压路机、平地机、摊铺机、叉车及汽车起重机等。

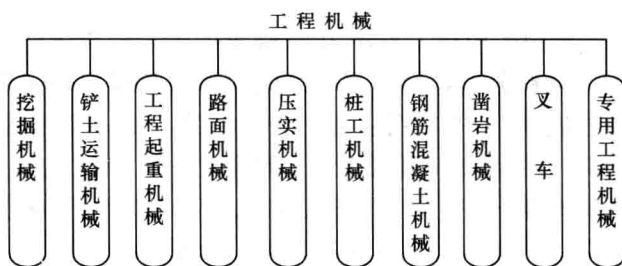


图 1-4 工程机械分类

叉车是 ISO/TC110/SC2 工业车辆技术委员会机动工业车辆管理范围。其他物料搬运机械如搬运车辆分类如图 1-5、仓储设备分类如图 1-6 所示。

自动导向车 (Automatic Guided Vehicle, AGV) 可按照设定的路线自动行驶或牵引着载货台车，将物料搬运到指定的地点。它具有导向行驶、认址和移交载荷的基本功能。

世界上第一台 AGV 是在 1958 年研制成功的。当时由于受到通信技术和电子技术的限制，其控制器采用的是真空管。20 世纪六七十年代，AGV 的技术与应用达到了一个高峰，主要用于汽车制造业和柔性加工线。欧洲成为最先使用的地区，随后，美国和日本开始发展。近年来全世界 AGV 保有量持续增长，保有量已达 10 万台以上。

我国 AGV 的研究从 20 世纪 70 年代开始，北京起重运输机械研究所、沈阳自

动化所、清华大学等 10 余个单位都进行了相关研究。

AGV 的应用非常广泛，主要包括以下几个方面：

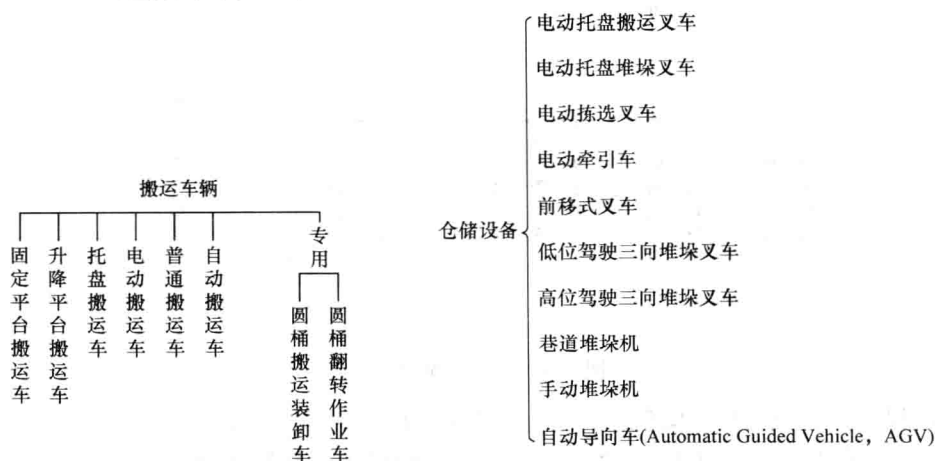


图 1-5 搬运车辆分类

图 1-6 仓储设备分类

还有自动化立体仓库、货架、堆垛起重机等。

1) AGV 在制造业中的应用。AGV 在制造业中主要应用于物料分发、装配和加工制造三个方面。物料分发包括生产工序间的物料移送和仓储作业中的物料移送，总的来说，该领域 AGV 的应用还是十分有限的。就 AGV 的数量和重要性来说，装配作业是 AGV 最主要的应用环节，且汽车工业是 AGV 的重要应用领域。如美国通用汽车公司 90% 的 AGV 用于汽车装配线，仅 10% 用于物料搬运。西欧各国用于汽车装配的 AGV 占整个 AGV 数量的 57%，而德国尤为突出，高达 64%。另外，电子工业是 AGV 的新兴用户。由于传统的输送带运输方式很难完成多品种、中（小）批量元器件的发送，而 AGV 能提供柔性最好的输送，且可以很方便地通过对 AGV 的输送工艺路线进行编程，使其按所要求的路径和方式到达装配线的指定位置。在净化室中，AGV 更可大显身手，它可满足净化要求极高的操作。

2) AGV 在重型机械中的应用。在重型机械行业中，AGV 主要用来运送模具和原材料（如成卷带钢等），因而要求 AGV 的承载量大，通常为 2.2 ~ 4.5t，最大可达 6.3t。能配备功率较大的移栽装置也是这类 AGV 的特点，如在 AGV 上配备大型机器人用以对大型金属构件进行喷漆（如飞机骨架的喷漆）是 AGV 在重型行业中的应用之一。

3) AGV 系统在烟草行业中的应用。在烟草行业中，AGV 的应用比较广泛，主要用于辅料从立体仓库到生产工位的输送。烟草行业由于其经济效益较好，已成为 AGV 试点应用的最好行业。在我国，云南玉溪烟草集团公司 1996 年实施物流自动化时，共引进厂 52 台 AGV，构成了庞大的 AGV 系统。此后，我国众多的烟

草公司纷纷实施物流系统,并把 AGV 作为必需的项目加以应用。

4) AGV 在非制造业中的应用。在非制造业中,AGV 的应用也越来越普遍。在码头应用的集装箱 AGV 系统,其承载量可以达到 14t,并应用 GPS 技术进行导航,这是目前最先进的系统。现代化的医院中安装的 AGV 系统,可把取样从门诊部自动运送到中央化验室,把药物、医疗用品、食品、衣物用品从中央物料管理中心输送到医院的各个部门。邮政部门也采用 AGV 将邮件进区台的邮件输送到处理处,再将处理区的邮件输送到邮件出区台。为了加大运输量,邮政部门使用的是牵引式 AGV 系统,一次可以牵引多台邮件车。大型办公楼也开始安装 AGV 系统,用以运送邮件、电文和包裹到各个分区部门。宾馆业采用 AGV 把食品从厨房运送到客房。AGV 也可作为机器人的“脚”,使机器人可在更大范围内自动完成作业,如在 AGV 上配备机器人,可用于光整水泥地面。在具有核辐射危险的地方,常将 AGV 机器人用于核材料的搬运。

AGV 由于其独特的功能,其优势表现在很多方面:①AGV 可以十分方便地与其他物流系统实现自动连接,完成物流及信息流的自动连接。如从立体仓库到生产线的连接、立体仓库到立体仓库的连接,均可以通过无线通信完成信息的自动传递,从而实现自动化物流。②AGV 的最大优势是由于采用埋设地下通信电缆或采用激光制导技术,能够保持地面的平整和不受损坏。在许多需要其他交通、运输工具交叉运行的场合(如生产线等)应用十分广泛。③AGV 输送对于减少货物在运输过程中的损坏、降低工人的劳动强度等均具有积极意义。④AGV 系统本身具有较高的可靠性,能耗较低,这些特点均使得近年来 AGV 得到了广泛的应用。

一般来说,起重设备用于升降和搬运,但搬运距离较短,它的机构作间歇式运动;输送机可连续输送物料,搬运路线一般固定不变,大多用来输送散状物料;装卸机械能自行取物并装卸物料;搬运车辆可灵活安排搬运路线,经济运输距离较长,可在室内或室外作业,具有行驶移动功能;仓储设备是在仓库中完成堆、取、储存物料的装置,包括料仓装置、高架仓库和给料机。随着工业的发展,许多机械具有多种功能和用途,如叉车既是装卸机械又是搬运车辆,可用于装卸,也可起升重物,所以叉车又称万能装卸机。用叉车代替桥式起重机、单梁起重机进行搬运作业的车间,能简化厂房结构、降低基建费用。

20 世纪后半叶,单元化运输得到很大发展,集装箱的标准化和联运的推广,使水、陆运输的装卸工作简化,并引起车站、港口的布局和铁路车辆、轮船结构的改变。物料搬运机械可将上道工序的半成品直接、自动地转送到下道工序,将上下许多道工序联成一个系统,形成有节奏的生产;还可以在搬运过程中同时对物料进行清洗、烘干、涂漆、分拣、储存、检验和计量等,从而能减少装卸次数、缩短生产周期和节约设备投资。

在许多生产和作业流程中,物料搬运机械已经不是单独作业的机械,而是整

个流程不可分割的一环。还有,物料搬运机械根据生产发展的需要增加技术功能和扩大作业范围,促进了设备的改进,例如伸缩臂叉车加长后可以跨越小沟、台阶、门窗孔进行装卸作业;又如叉车起重量已达到80t,还在不断研究增加起重量;有的叉车配备30余种属具后扩大了使用范围。

总之,在研究和选用物料搬运机械时,不仅应了解物料的特性、搬运的目的和要求,以及作业时环境是否受干扰和污染,还必须结合整个生产或作业流程来考虑,使搬运机械与其前、后工序的各种机械密切联系成为一个系统,以减少装卸环节,提高工作效率,增加经济效益。

1.2 现代叉车的发展趋势

叉车最早出现在1910年,1928年美国制造出电动叉车,1932年美国克拉克公司把世界上第一台叉车投放市场,随后叉车得到了快速的发展。特别是第二次世界大战期间广泛使用叉车搬运、储存军用物资,叉车也因此得到了更加迅速的发展。第二次世界大战后,欧美各国的叉车品种和产量急剧上升。目前叉车产量较大的国家是美国、日本、德国、英国和保加利亚,我国近几年的叉车产量也属于较大的国家之一。

我国的蓄电池叉车生产于1954年,内燃叉车生产于1958年。从20世纪80年代中期开始,我国引进国外先进技术,例如大连叉车总厂引进日本三菱公司10~40t内燃平衡重叉车和集装箱叉车技术;合肥叉车总厂、宝鸡叉车公司引进日本TCM株式会社1~10t叉车技术;北京叉车总厂引进日本三菱公司1~5t内燃平衡重叉车技术;天津叉车总厂引进保加利亚巴尔干车辆公司1.25~6.3t内燃叉车技术;杭州叉车总厂引进德国O&K公司静压传动叉车、越野叉车和电动叉车技术;湖南叉车公司引进英国普勒班机械公司内燃防爆装置技术等。

我国自从引进国外先进叉车技术以后,各企业经过认真消化吸收,在引进技术的基础上积极对产品进行更新和系列化,很快就设计制造出国产叉车,并受到用户好评。当时整体水平与世界先进水平还有差距。近年来通过不断研制,有些产品已赶上世界先进水平,而且差距越来越小,并有能力达到与世界强手竞争的技术水平。

目前,在叉车技术上向以下几个方向发展:①驱动电动机及电控由直流向交流方向发展。采用交流电控可以提高生产率、加速快,可提高车辆行驶速度和门架起升速度,且高速行驶时输出转矩大。在同样工况下能耗小,可以延长蓄电池单班使用时间。另外,交流电动机无电刷和换向器,不必定期维护,使整个交流控制系统运行费用降低。Linde(林德)、Jungheinrich(永恒力)、Toyota(丰田)、Hyster(海斯特)等知名叉车公司均已推出了交流蓄电池叉车产品。②操纵系统向

集成化方向发展。随着操作人员对操作舒适性的要求越来越高,集成化操纵成为发展趋势。所谓集成化操纵就是用一个操纵手柄完成蓄电池叉车的所有控制动作:叉车前进/后退、门架前移/后退、门架上升/下降、货叉前倾/后倾、货叉左侧移/右侧移。这样,可降低操作人员的劳动强度,从而提高劳动效率。如 Jungheinrich 的产品已采用这种舒适、方便的集成操纵系统。③发展环保型叉车。随着人们对环境污染危害的深刻认识,环保已成为世界共同关注的焦点。因此,环保型叉车将成为市场发展的主流,所以环保型叉车必须加强、加快研制,提高技术水平,这种产品是今后发展的方向。④节能和机电液一体化高新技术的应用。微电子技术、传感技术、信息处理技术的发展和运用,对提高叉车整体水平,实现复合功能,以及保证整机及系统的安全性、控制性和自动化水平的作用将更加明显,使电子与机械、电子与液压的结合更加密切。未来叉车的发展在于其电子技术的应用水平。⑤重视叉车的安全可靠性与可维护性。保证驾驶员的安全一直是叉车设计人员重点考虑的问题。除驻车、行车制动,前倾自锁、下降限速等基本安全措施外,通过配备功能齐全的监控系统、动力制动系统、防侧翻系统,以及采用电控、液压、机械三套独立的制动系统,大大提高了整车的安全可靠性。同时,电子技术的发展与运用,使对叉车安全性研究向智能化方向发展。在提高可维护性方面,侧重拆装简单化、部件组合化、加油集中化、检查监控化,改善部件的易接近性及尽可能减少需维修的项目。⑥制动系统向电子化方向发展。为了减少制动冲击,增强适用性,要求传动系统的制动力矩可调,从而促进了可调力矩电磁制动器的发展。可调力矩制动器由一个弹簧加压制动器和电子控制装置——力矩控制器组成,这种机电一体化的制动系统在实现制动力矩可调功能的同时,还可以通过力矩控制器对制动器的磨损进行监测,使系统的可靠性提高,降低运行维护成本。此外,这种可调力矩制动器还可以设置 CAN 总线接口,以实现制动器的远程诊断及控制和对制动控制的网络化操作。⑦向电动叉车发展。电动叉车具有能量转换效率高、无废气排放、噪声小等突出优点,是室内物料搬运的首选工具,但其受蓄电池容量限制,功率小、作业时间短。目前国内外均在不断改进铅酸蓄电池技术,通过提高材料纯度等使其在重复充电次数、容量和电效率方面有较大提高。由于技术的进步,电动叉车现已突破只能用于小吨位作业的局限性。目前国际上电动叉车的产量已占叉车总量的 40% (国内还为 10% ~ 15%)。在德国、意大利等一些西欧国家,电动叉车比例高达 65%。我国目前使用内燃叉车的地方还很多,而且还在不断增加产量,但同时电动叉车也越来越多了。随着用户的需求,进一步推动了蓄电池叉车的发展,节约能量、提高可靠性、降低使用和维护成本、提高操纵舒适性已成为蓄电池叉车的发展方向。

1. 电动叉车的发展趋势

叉车作为物流产业的一种重要工具,越来越受到人们的关注,而被誉为搬运

之神的叉车在物流领域正发挥着巨大作用。

(1) 电动叉车正在逐步替代内燃叉车 按照动力方式来分类,叉车可以分为内燃叉车和电动叉车。电动叉车利用蓄电池作为动力源,使用时无尾气排放,且低噪声,操作方便而灵巧,运行平稳。正是由于电动叉车具有上述特点,国内外用户对电动叉车的需求量不断增加,电动叉车在整个叉车销量中所占比例也稳步上升。

电动叉车是利用蓄电池向叉车提供电源,由电动机将电能转换为机械能。电动叉车一般有三个电动机,即行走电动机、起升电动机和转向电动机。行走电动机驱动传动系统最终向车轮提供驱动力矩,起升电动机直接带动起升系统液压泵,驱动起升液压系统。而转向电动机则在全液压转向的电动叉车中,用来驱动转向泵。随着液压系统的改进,在高配置的电动叉车中,常常采用单泵分流起升调速的液压系统,将起升电动机与转向电动机合二为一,采用带优先阀的负荷传感全液压转向器优先供给转向用液压油,其余液压油供给起升系统。

近年来,电动叉车技术得到了飞快的发展,产销量也呈逐年上升的趋势。

(2) 交流动力控制是新世纪电动叉车的革命性技术 直流驱动作为一种比较便宜的驱动方式,很早以前就已在电动设备上被广泛应用。然而,直流系统本身在性能、维修等方面存在一些固有的缺陷。20 世纪 90 年代前的电动车辆几乎全是直流电动机驱动的,但直流电动机本身效率低,体积和质量大,且换向器和电刷限制了其转速的提高,最高转速为 $6000 \sim 8000 \text{ r/min}$ 。另外,这种方式有两个明显缺陷。一是所有的电枢电流必须经由电刷来输送,使得电动机的性能取决于电刷的物理尺寸及磨损情况,这会限制电动机制动性能的发挥;而且电刷容易损坏,必须定期(半年至一年)更换,否则会极大地影响电动机寿命,同时直流电动机上还往往配置检测电刷磨损并发出警告的装置。二是直流电动机热量主要产生在电动机的内部部件,因此大多数直流电动机都会同时配备一个风扇用于散热。以上装置无疑增加了电动机的成本。因此,在采购电动叉车时虽然直流驱动仍是一种比较便宜的驱动方式,同时直流驱动应用较早、技术也比较成熟,但直流电动机也具有很多缺点,这是在采购电动叉车时必须考虑的技术因素。

以交流电动机为核心的交流驱动系统因其生产效率高、维护成本低,被业内专家誉为 21 世纪电动叉车的革命性技术。交流电动机最为突出的优势是没有电刷,也就没有直流电动机通常对最大电流方面的限制,这意味着电动机在实际使用中可以得到更多的能量及更大的制动力矩,可以更快速地运转。交流电动机的热量主要产生在电动机外壳部分的定子绕组上,便于冷却与散热。因此,交流电动机比直流电动机所需的元件数量大大减少,没有需要定期更换的易损件,几乎不用维护,显示出更高效、更坚固耐用的特点。近年来,随着交流感应电动机变频技术的进步,以及大功率半导体器件和微处理器速度的大幅度提高,感应电动机交

流驱动系统与直流电动机驱动系统相比,具有效率高,体积小,质量小,结构简单,免维护,易于冷却和寿命长等优点。该系统调速范围宽,而且能实现低速恒转矩、高速恒功率运转,很好地满足了电动车辆实际行驶所需的转速要求。

(3) 交流驱动系统是叉车在激烈市场竞争中的制胜利器 国外叉车企业从1996年起就开始研发、生产交流驱动叉车,现在已经批量生产,处于平稳发展阶段。全球顶尖的叉车企业生产的电动叉车几乎都采用了交流驱动系统,同时,新车型也在不断推出。

国内交流驱动系统叉车直到2003年才开始出现,迄今在这一技术领域我国尚处于从直流向交流转换阶段,未来发展将十分快速,市场潜力巨大。

(4) 交流驱动系统叉车将给用户带来非常显著的效益 一台叉车的总成本并不等于其组成部件成本的总和,还涉及其他诸多因素。对最终用户来说,叉车的总拥有成本包括购买成本及运行与维护成本,因此选择质量高、性能可靠的产品就尤为重要。采用交流驱动系统的叉车,整体性能显著提高,故障及元件更换率明显降低,可靠性大大增强,叉车单位时间的生产率更高,操作及维护成本更低,将给用户带来非常显著的效益。

1) 运行稳定可靠,终生不需维护。交流电动机无需换向接触器(前进、后退换向),无电刷和换向器,节省了元件,体积更加轻便小巧,运转速度显著提高,而且彻底摆脱了定期检测、更换电刷的麻烦,因此叉车可靠性大为提高。

2) 制动强烈、效率高,还可实现能量再生。电动叉车制动主要有两种方式:传统的接触式摩擦制动和非接触式再生制动。再生制动是一种非接触性制动,与传统制动系统相比,结构大大简化。不论驾驶员通过踩制动踏板制动,还是转换行驶方向制动,电动机均会处于发电机状态,其电磁转矩将成为制动性质的转矩。这意味着制动片的磨损降至最低,使机械磨损大大下降,也就减少了叉车维护费用,使运行成本更低。同时,再生制动使得交流电动机在行驶与制动上的效率更高。制动或换向时,会有再生能量产生。制动越强烈,再生的能量越多。能量再生是电动机作为发电机向蓄电池充电的过程。交流驱动系统在叉车滑行(此时加速踏板松开)、制动和改变行驶方向时都可以实现能量的再生。此时叉车所产生的惯性能量被回充于蓄电池中,延长了蓄电池单班使用时间。

3) 动力更强劲,生产效率显著提高。交流电动机最高转速比直流电动机高出很多,动力更强劲。而且,交流电动机可以将获得的再生能量回馈给蓄电池,既延长了电池的使用时间,又可以将这些能量用于提高叉车的整体性能。其结果是叉车在行驶中起动更快,加速、减速性能大大提高,缩短了达到最高速度的时间与行走距离。交流电动机转子与定子之间几乎没有直接接触元件,机械摩擦大为减小,因而产生的热量少。另外,交流电动机的电枢绕组固定于与壳体座连接的定子上,电枢绕组产生的热量可以通过电动机壳散发到周围空气中。而直流电动

机转子上的电枢绕组产生的热量无法散发到空气中,所以直流电动机更容易出现过热现象。

4) 可输出更大的功率。由于电枢与电动机主轴不接触,交流电动机的转速可以比同功率的直流电动机高 3 倍,即可以提供更大的驱动转矩,进而加速性能更好,并且系统允许最高转速远远高于直流驱动系统。

5) 编程与控制能力强,灵敏度高。随着半导体技术的飞速发展,变频调速技术取得了突破性发展。可以实时控制交流电动机的运转,使交流电动机的控制能力大大增强,并获得同直流电动机一样的调速性能。交流驱动采用速度力矩控制,且控制的灵敏度提高,从而使叉车操作效率提高;采用 CAN 总线时,分布式节点不受安装位置的限制;模块化结构使系统拓展容易,可实现功能特性的无缝添加或修改;实现了总线接口标准化,使系统集成更简单,单元设计更灵活。

6) 叉车总体设计有更大的自由度,操作更方便、舒适。由于交流电动机比直流电动机小巧轻便,这使得叉车的设计相对更灵活。交流电动机与直流电动机相比,同样功率外形尺寸大为减小,使得叉车设计师有更充裕的空间去考虑其他设计要求。

(5) 交流电动叉车的发展前景 我国生产的电动叉车大多采用直流电动机驱动。但已有厂家开始尝试采用交流驱动技术。随着交流电动叉车应用范围的扩大和环境保护及劳动安全卫生要求的提高,对废气净化、作业视野及车辆的振动与噪声和在易燃、易爆场所的防爆等问题日益重视,相应的技术规范也日益完善,未来交流电动叉车必然有更为广阔的市场前景。

2. 伸缩臂叉车的发展趋势

传统意义上的叉车,由于其结构型的限制,在很多情况下不能满足货物装卸、堆垛等工序。由于叉车必须靠近物资对象才能进行装卸作业,若在遇有障碍或者其他情况不能接近货物时(如河流、障碍物),将无法完成作业任务;而且对集装箱内、汽车车箱内的物资,叉车根本无法接近箱底的货物;叉车的装卸高度也是其不可忽视的缺点。因此,为了扩大传统叉车的作业范围,设计出能适应以上各种作业场所的新型叉车,对提高作业性能和装卸效率,改变包装、堆垛、运输方式,是发展方向。

伸缩臂叉车是将汽车起重机的伸缩臂结构与传统叉车的装卸功能有机结合,可以通过不断地改变其伸缩臂的长度,来达到要求的作业高度和距离。伸缩臂叉车同其他工程机械一样,也是一机多用,可以配属多种快换装置,实现叉装、举升等作业。

(1) 伸缩臂叉车的特点

1) 有效作业距离大,作业高度高。伸缩臂叉车通过伸缩臂结构可以达到较远距离作业,通过臂的变幅也可以达到较高的作业高度,这是传统叉车不能比拟的。

因此,它可以在底盘不变的情况下,对离前轮较远的物资进行作业。如集装箱内货物的装卸。从货车后部将物资一次装卸到集装箱底部等,从而拓展了传统叉车的适应范围。

2) 能越过部分障碍直接装卸货物。伸缩臂叉车可以跨越小沟、台阶、门窗孔进行装卸作业。由于具有负的变幅角度(图 1-7),也可以对低于轮胎平面的货物进行作业,因而更加适合在越野条件下使用。



图 1-7 伸缩臂叉车作业示意图

3) 具有宽广的视野。伸缩臂叉车没有门架结构,且驾驶室侧向布置,大大改善了驾驶员的前方视野,为货物搬运提供了安全良好的作业条件,减轻了疲劳,提高了作业效率。

4) 具有较好的作业安全性能。伸缩臂叉车具有负载伸缩功能。在不平路面进行堆高作业时,可在远离堆垛点的位置停车,打开稳定支腿,运用伸臂、变幅动作完成对货物的装卸作业。

5) 易更换多种属具增加作业范围。伸缩臂叉车的工作装置在伸缩臂的前端,可方便地对工作属具进行更换。增加伸缩臂叉车对各种作业对象的适应性,如可以作为起吊设备、高空车等使用。

(2) 国内伸缩臂叉车的研发趋势

1) 注重伸缩臂叉车的系列化、车体零件通用性。国外伸缩臂叉车经过几十年的发展,各大型生产基地都形成系列化、专业化的产品。既有针对较小作业场地和一般重量货物的转载运输产品,如 JCB 研制的袖珍型伸缩臂叉车 515-40,用于低高度、小立脚范围作业(如磨光工作环境);也有最大起重量达 16t 的曼尼通 MHT10160L 型伸缩臂叉车(曼尼通生产起重量从 2t 到 16t 的几十种型号产品)。

不同的设备如果能够使用相同的车体和零件,就可以更大限度推进伸缩臂叉车及相关产品的开发与使用。国外工程机械的研发,不仅注重一机多功能,而且注重车体零件的标准互配,以促进其他机械的研发进度,节约研发成本,增强工程机械的可维修性。如图 1-8 所示的扫雷车是基于 JCB 525-50 叉装机研发生产的,如图 1-9 所示的高速工程车是基于 JCB 523M 和高速拖拉机研发的,使用了现有产品中经过实践和测试的组件和系统。

2) 提高伸缩臂叉车的行驶速度和高速驾驶的稳定性。高速伸缩臂叉车在军队的使用市场很大,各国军队都在追求后勤保障的快速、可靠。英国军队装备了

JCB523M 型高速伸缩臂叉车,其最高行驶速度可达 85km/h,解决了军队后勤保障中与其他军事装置自身快速转场问题。为了提高快速行驶的稳定性、舒适性与作业稳定性,该车装备了完全悬架车架,且有三个工作模式:①行驶模式:在公路或非公路行驶,在全悬架状态下工作;②工作提升模式:前悬架升高并锁定,用于负荷叉运;③工作下降模式:悬架下降并锁定,用于进入 ISO 集装箱。

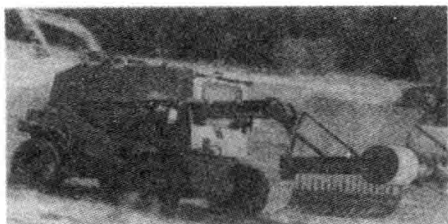


图 1-8 扫雷车



图 1-9 JCB 高速工程车

实现伸缩臂叉车的高速性主要是解决高速行驶悬架系统设计,高速行驶整机稳定性、操纵舒适性问题,以及弹性悬架系统与刚性连接自动互换问题。

3) 注意绿色设计和造型设计是未来伸缩臂叉车发展的方向。环境污染、资源短缺已成为人类发展的全球性问题,因此节能、低污染也将是工程机械市场的竞争热点。

伸缩臂叉车的绿色设计包括控制废气的排放,研发清洁能源;减振降噪,提高作业环境的舒适性;提高密封技术,减少泄漏等。同时还应注重功能和外观造型的协调,营造绿色的视觉环境。

现代计算机三维设计、仿真软件的发展,为伸缩臂叉车外形设计提供了廉价、快捷的平台。通过对颜色、材质和作业环境不断改变和尝试,设计出最佳的外观造型。国外伸缩臂叉车制造商同样注重驾驶室内部的布置与操作的舒适性。例如,图 1-10 所示为意大利默罗 P55.9CS 型伸缩臂叉车采用整体气动悬浮驾驶室,该车主臂或轮轴的轻浮性消除了驾驶员的疲劳感,全方位悬浮驾驶室可有效减少整个机身的振动幅度,极大提高了驾驶、操作的舒适性。

伸缩臂叉车的绿色设计和造型设计是相辅相成的,只有把两者相结合,才能彻底将人从恶劣的工作环境中解放出来。

3. 随行叉车的发展趋势

随行叉车的特点是:具有普通越野叉车和全挂车的性能,能快速转场,野外作业能力强,在公路上最高拖行速度可达 80km/h。该叉车的额定起重量为 2t,涉水深度为 600mm。该叉车样机已通过国家工程机械质量监督检验中心的鉴定,各项性能指标均达到了设计要求。



图 1-10 意大利默罗伸缩臂叉车
驾驶室内部图