

技术篇

AGV技术发展综述

| 云南昆船智能装备有限公司总经理 / 杨文华

一、概述

上世纪九十年代中期,AGV在我国开始得到实际应用。在过去的20多年中,AGV的发展可谓历尽坎坷:2005年前,由于技术制约,价格居高不下。AGV作为生产辅助的搬运工具,其推广和应用受到了明显的制约,能够进入的行业只是烟草和金融,作为生产不可或缺的工艺装备,AGV也只是在汽车总装线上得到应用;2005年后,国内先后出现了数家生产简易型AGV即AGC产品的企业,使AGV的应用得以推广。而近五年来,新兴的AGV企业数量已超过百家,其产品应用领域已经涵盖各行各业。

二、AGV技术发展综述

二十几年前,就有国外专家总结过AGV的三大技术要点:我在哪里?我要去哪里?我怎么去?形象地指出了导航、路径规划、导引是AGV的重要组成部分。笔者个人曾增加了一点:我到那里做什么?即AGV的“操作”。

1. 导航与导引

AGV作为轮式移动机器人

(WMR-Wheeled Mobile Robot)的一个分支,其主要特征就是自动导引,随着计算机和传感器技术的发展,导航、导引技术也不断提升。目前,常用的导引、导航方式有:电磁导引、磁带导引、色带导引、激光导航、惯性导航、磁钉导航、GPS导航以及基于图像识别的二维码标签导航等。最初,AGV只是简单地沿着固定的物理线路行驶,被称为“固定路径导引”(如电磁导引、磁带导引、色带导引等);后来,AGV能够根据导航及路径规划信息,自动选择预设的“逻辑线路”行驶,被称为“自由路径导引”(如激光导航、惯性导航等)。

AGV根据路径偏移量来控制速度和转向角,从而保证AGV精确行驶到目标点的位置及航向的过程,称为“导引”(Guidance)。在“固定路径导引”的方式中,导引传感器直接得到AGV与理论路径(电线、磁带、色带等)的偏移量并直接用于控制,此类方式可统称为“导引”。而在“自由路径导引”方式中,AGV导航传感器得到的是间接信号,如,激光导航通过激光扫描器测出反射板的夹角和距离;惯性导航通过陀螺仪测出角加速度并配

合地面标签位置,通常这类信号无法直接用于导引,必须通过不同的算法来获得AGV的位置及航向,这一过程称为“导航”(Navigation)。从技术上来说,所有“固定路径导引”方式,其本质是一样的,都是“一维”的有线导引,AGV单机无需全局坐标位置,只需获得行驶距离及转向偏移量的反馈,一般不需要“位置估算(Dead Reckoning)”;而“自由路径导引”方法有很多,有基于“灯塔(Beacon)”信息的激光导航、GPS导航,有基于地标信息的惯性导航、标签导航,有根据环境信息的环境导航或自然导航,“自由路径导引”的共同特点是:AGV单机都须在控制中采用“位置估算”,路径(Path)不再是物理意义上的路径,而是逻辑上的路径,是可以用数学函数表达出来的轨迹(Trajectory)。

AGV的导航、导引技术多种多样,不同的场合可采用不同的导引技术。单一的导引技术无法覆盖所有的应用:在有叉车行驶的场所不宜选用磁带导引;路径需要经常变换的场合,应考虑激光导引,而露天环境,考虑到气候因素,则不宜采用激光导引;路径复杂的场合应尽量考虑“自由路径导引”方式。

导航、导引技术没有孰优孰劣,而应根据使用环境,因地制宜地灵活运用。导航、导引技术始终是 AGV 发展最主要的部分。目前,图像识别导航(环境导航)、无反射板激光导航(自然导航、轮廓导航)、差分 GPS、室内 GPS 也已得到应用,未来必将有更多的导航、导引技术出现。

2. 驱动方式

目前 AGV 常用的驱动方式可以归纳为三种:驱动兼转向模式(Steer Driving)、差速驱动模式(Differential Driving)和全方向(位)驱动模式(Quad Motion)。

驱动兼转向是指用一个驱动总成兼有行走和转向功能,此种驱动方式的 AGV 运动性能稍差,转弯半径较大,但导引及运动的可靠性高。

差速驱动是指 AGV 左右对称安装两个固定的驱动轮,依靠左右驱动轮的差速来实现行走和转向,差速驱动模式的 AGV 转弯半径小,灵活性较好,但驱动轮的磨损较为严重。

全方位驱动是以两个或两个以上兼有行走和转向功能的驱动总成,或配置多个麦克纳姆轮(Mecanum),实现全方位的运动,其优越性主要

体现在:保持 AGV 的航向不变,实现平移或侧移(Crabwise);AGV 能够变化回转轴线,实现更加复杂的平面运动。

在电机使用方面,随着低压交流电机性能的不断提高,以无刷鼠笼式交流电机替代有刷永磁直流电机成为 AGV 驱动发展的趋势,工程机械中的液压伺服驱动也在重载 AGV 上得到了应用。驱动技术的扩展应用和完善,使得 AGV 的驱动能力得以大幅提升。

3. 供电

传统 AGV 的供电一般是由电池作为储能载体,目前能够被 AGV 使用的电池种类有:铅酸/纯铅、镍氢、镉镍、锂离子电池,这些电池都是基于“电化学”原理。近年来,随着电池技术的成熟,超级电容在 AGV 上的应用逐步推广,电容最大的特性是“物理线性放电”,充电效率高,使用寿命长。另外,随着无接触能量传输技术的发展,以部分德国企业为代表的相关产品在部分领域替代了 AGV 传统供电模式。

影响 AGV 供电配置的主要因素通常是:各种供电方式的特性及成

本,AGV 使用时的工作模式等。从 AGV 应用角度看,电池作为能量供应载体仍然是目前 AGV 供电主流方案,其中铅酸、镉镍电池应用最为广泛,安全性好;锂离子电池虽因能量密度高,充放电特性好而得到一些应用,但使用环境及条件也较严格,配套电芯质量及电源管理系统要求较高,在安全等级较高的应用领域需要谨慎;超级电容的应用因其容量因素限制,一般会扬长避短与电池进行配套使用;无接触供电技术的应用对于具有固定路径的 AGV 系统有较强竞争力,让 AGV 在移动中持续获得电能成为可能,从而扩展 AGV 作业方式。在有部分固定路径的 AGV 系统中,无接触供电技术也作为电池供电的补充,实现了边行走边充电,从而提高 AGV 使用效率。

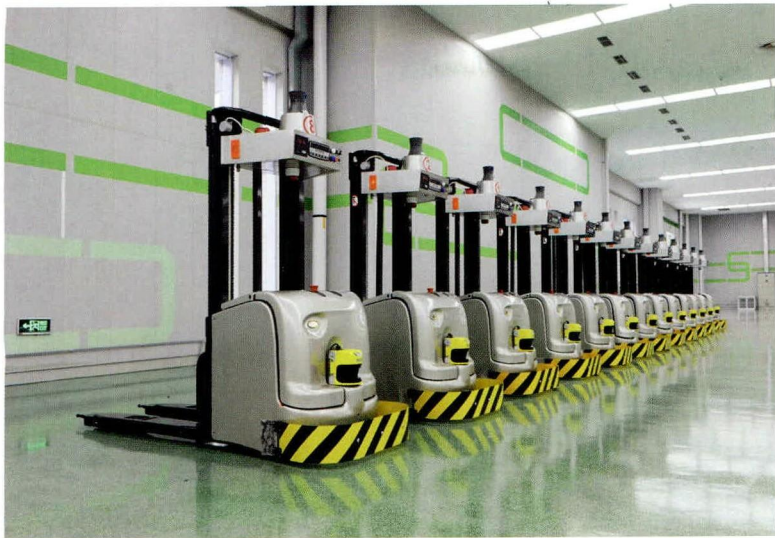
在充电模式上,一般可根据选用电池及工作模式的不同,采用不同的充电方式:自动充电(快充/慢充、空闲充电/定时充电/定量充电)、人工充电或换电池(人工/自动换电池)。国外也有在 AGV 上装备“柴油机+发电机+电池”的案例,但不管怎样,供电方式始终是围绕提升 AGV 的工作效率而发展的。

4. 系统控制

AGV 的上位控制系统需解决的问题是对多台 AGV 进行有效的控制,对各种任务进行优化排序,对 AGV 的分配及行驶路径进行动态规划,实现智能的交通管理。控制系统根据所需执行的任务,以及各台 AGV 所处的当前位置来优化车辆的分配。

在不同的应用中,AGV 控制系统采用的调度策略是不同的,通常有三个因素会被考虑:系统最短响应时间、系统最高作业效率、系统最低





能耗。这三个因素存在着辩证关系,如,系统最高作业率和系统最低能耗都要求对任务进行“堆积”,找出最合适的AGV来执行最合适的任务,从而减少AGV的“空跑率”。这个方法与系统最短响应时间相矛盾,极端的情况是,有的任务永远找不到合适的AGV来执行。因此,在AGV系统控制算法中,除智能的交通管理外,还必须做好各种调度策略在不同项目中的匹配,以满足项目对时间、空间及系统能耗的要求。

在任务控制模式上,有两种概念:一种是由上位计算机安排任务到空闲的AGV单机;另一种更为流行的做法是空闲AGV单机主动向上位计算机申请任务,这种做法能够减轻上位计算机负荷,更加体现出单机的智能化水平。

三、AGV技术应用

目前,在国内的AGV技术应用分为两种。

第一种技术追求AGV的完全自动化,几乎不需要人工的干预,路径规划和生产流程复杂多变,能够

运用在几乎所有的搬运场合。这些AGV功能完善,技术先进,系列产品的覆盖面广:各种驱动模式,各种导引方式,各种移栽机构应有尽有,系列产品的载重量可从50kg到60000kg。

第二种技术追求的是简单实用,极力让用户在最短的时间内收回投资成本,该类AGV完全结合简单的生产应用环境,即,单一的路径、固定的流程。在导引方面,采用简易的磁带导引方式,此类AGV称之为AGC。与AGV相比,AGC有其自身技术特点:第一,通常选用“固定路径导引”方式,即磁带导引或电磁导引;第二,需求相对简单,甚至不需要上位控制系统;第三,不追求导引及定位精度,只需将货物运送到大致的位置;第四,通常不需要移栽机构,可由人工装卸或采用拖拽式。

AGV与AGC在单机上,本质是相同的,都必须解决导引问题。从字面理解,也只是“Vehicle”与“Cart”的差别。笔者认为,之所以区分它们,是因为在单机性能和系统性能上的差别:在单机上,AGV往往更

需追求定位精度(单车重复定位、多车重复定位),而AGC对此并无特别需求;在系统控制上,AGV的路径、任务分配、车辆分配须实时计算,进行动态规划,不到最后一刻,AGV单机并不能确定自己的任务,而AGC通常是顺序执行,通常在启动时就已经确定路径和任务。正是因为这些差别,AGV系统控制的复杂度要高得多。

四、AGV技术展望

在中国制造业转型升级的过程中,企业的“自主创新能力”被提高到前所未有的高度。同样,AGV的长远发展必须立足于自主创新,摆脱对国外技术和产品的依赖是中国AGV产业健康稳步发展的必经之路。

AGV作为自动搬运设备能够应用于各个行业,需求也多种多样。未来企业对AGV的需求不仅仅是简单的搬运或简单地替代人力,而是对整个工艺装备的需求,对提升产品质量的需求,对企业实现MES(制造执行系统)的整体考虑。为此,AGV的技术研发应该更加注重面向工艺、面向成本、面向服务。因此,笔者认为,AGV技术仍然有广阔的发展空间:系统技术需要更加注重与企业的生产管理、物流管理以及工艺路线相结合,追求更高效率;单机控制技术上需要更加人性化,使AGV更为智能,更加易用,更加便于维护。随着AGV的使用范围越来越广,AGV技术的“专业知识”也必须与应用行业的“领域知识”相结合,以工艺创新为基础,为AGV的技术创新和产品创新提供源动力。□