

爬壁机器人的现状与发展趋势研究

赵志宏¹, 梁满仓¹, 郭强², 武国旺²

(1.内蒙古京隆发电有限责任公司, 内蒙古 乌兰察布 012100; 2.北京京能能源技术研究有限责任公司, 北京 100022)

摘要:近年来, 科技兴国政策受到良好反响, 移动机器人技术急速发展, 多种移动机器人技术得到了实用化。爬壁机器人是移动机器人领域的重要应用点, 将传统移动机器人技术和吸附技术有机结合, 大幅扩大了机器人的应用范围。本文通过对爬壁机器人目前技术原理进行介绍, 并结合其行走机构对目前爬壁机器人进行分类讨论, 最后进一步讨论了未来爬壁机器人的发展趋势。

关键词:爬壁机器人; 行走机构; 发展趋势

中图分类号: TP242

文献标识码: A

文章编号: 1004-7344(2021)04-0183-02

0 引言

近年来, 科技生产逐渐普及, 多种移动机器人技术得到了工业实用化应用, 为生产工作带来了巨大方便, 且种类繁多, 应用面也逐渐广泛, 根据运动方式可以分为轮式、足式、履带式和其他类型如仿生式和导轨式。爬壁机器人是为传统生产带来质变的一种关键技术, 传统垂直壁操作超过人的极限, 人力消耗巨大, 而爬壁机器人的出现, 彻底解决了难度、安全等一系列问题, 并迅速应用于电力企业、建筑业、消防部门、造船、水下等领域, 代替了传统人工的危险操作, 具有一定的现实意义。

1 现存爬壁机器人的爬壁运行原理

1.1 负压真空吸附

负压真空吸附是利用风机等设备, 致使产生压强差完成吸附, 这类机器人一般采用转子吸附法提供吸附力, 使用负压吸盘吸附, 对于表面的要求比较高, 比如要求表面没有大块的污渍, 同时表面也更倾向于玻璃等表面光滑的材质, 同时也要求吸附表面也没有气孔。

1.2 磁吸附

磁吸附在许多金属壁场合都有应用。机器人可靠吸附的关键在于吸附力强, 所以磁性吸附机理的相关研究较多, 主要分为接触型和非接触型, 接触式磁吸附机构的适用范围较大。其弊端在于当气隙较小时, 磁铁吸附力较大, 电机及丝杠所需的调节力也会比较大, 对于电机丝杠驱动能力受限的情况下存在较大的使用局限性。非接触式磁性吸附机构的吸附力是可调的, 但是气隙较小时调节比较困难, 难于使用。

1.3 仿生吸附

传统意义上的仿生吸附主要分为干吸附和湿吸附两种, 其主要为采用记忆合金模拟生物的肌肉运动, 从而达到另一种真空吸附的效果。而随着爬壁机器人研究的范围加大, 仿生的范围也越来越广, 比如运用聚氨酯硅的橡胶材料设计壁虎的脚掌, 具有

耐久性高的特点, 然而大部分的仿生吸附其负载能力均一般, 难以广泛应用。

1.4 混合吸附

两种或两种以上吸附方式的爬壁机器人称为吸附式混合爬壁机器人。磁吸附与负压相结合, 以永磁吸附为主要吸附方式, 保证爬壁机器人正常爬壁, 加入绞车单元设计产生负压吸附力, 使爬壁机器人在障碍物中也具有良好的吸附能力。

2 爬壁机器人的分类

2.1 轮式爬壁机器人

在各种移动机器人中, 轮式运动机构最为常见, 这种机器人一般速度快、易于设计、结构简单, 但是实际应用中, 缺点也很明显, 就是吸附力不稳定, 在不平的壁面上难以发挥实力等, 如图 1 所示。



图 1 轮式爬壁机器人

2.2 足式爬壁机器人

足式机器人是一种越障能力极强的爬壁机器人, 通过智能芯片控制吸附足的行为完成爬壁动作, 因其极高的灵活性, 可应用于各种各样的情况, 但是负载能力差, 一般用于侦查, 因此主要用于军事反恐、探险调查等, 如图 2 所示。

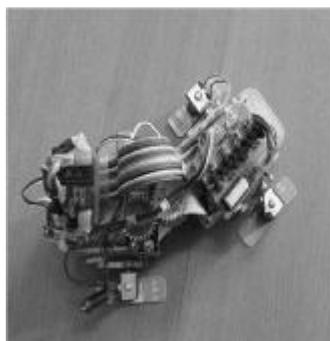


图2 足式爬壁机器人

2.3 履带式爬壁机器人

履带式机器人顾名思义,就是以履带为运动单元的爬壁机器人,其履带上附带吸附孔,并具有足够的吸附面积和吸附稳定性,负载能力和越障能力极为优秀,但是因微型履带需顾虑耐久度,因此大部分的履带式机器人体积较大,不适合小型空间工作,如图3所示。

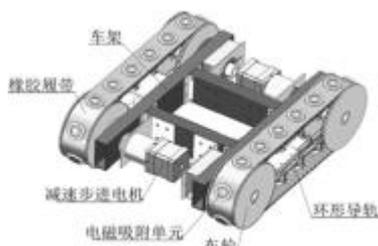


图3 履带式爬壁机器人

2.4 其他移动方式爬壁机器人

在该类型中,有明显特征的导轨式,还有其他特征不明显的移动方式。所谓导轨式是指爬壁机器人与导轨成对出现,在爬壁机器人作业壁面铺设导轨,爬壁机器人只能在导轨上移动,但是导轨的铺设范围有限,所以几乎没有灵活性,应用范围也大大受限。其他移动方式如华中科技大学桑新桓等人提出轮式铰链车型,通过轮式及吸附臂可以实现机器人的壁面过渡和越障,但是其目标体积较大,且结构复杂,难于应用,如图4所示。



图4 导轨式爬壁机器人

3 未来的发展趋势

3.1 多功能化

首先是多功能化,需要加载更多功能模块,以满足各种需要,如数据采集、温度分析、信号侦测等,通过强大的模块可加载性,完成在各行各业的普及应用。

3.2 智能化

当前应用的爬壁机器人多以遥控为主,然而遥控在各种难以接受信号的区域实用度较差,因此应用人工智能技术是爬壁机器人未来的发展趋势之一,利用自主AI可以在各种接受不到信号的部分自主完成工作,便捷度和实用性大大提升。

3.3 无缆化

目前诸多爬壁机器人靠供电线供电,然而供电线供电容易遭遇各种线缆缠绕和挂带现象,极为不便,这是受当前电池技术所限,然而电池技术也在飞速发展,因此在未来,结合高新电池技术或太阳能电池板将会促进爬壁机器人无缆化的情况普及。

3.4 微型化

因爬壁机器人目的主要为攻克人力难以执行的环境,因此许多狭小空间的需要机器人去攻克,而随着科技进步,各种技术模块一体化的推进,相信小型化微型化的目标也越来越容易达成。

4 结语

本文通过对爬壁机器人目前吸附原理进行介绍,并结合其行走机构对目前爬壁机器人进行分类讨论,以此帮助读者了解各种行动类型的机器人应用范围,最后进行展望,指出机器人未来可选的创新点,希望以此帮助更多读者了解机器人技术于生产生活中的应用,帮助机器人技术更多地普及到我们的生产生活中,为科技兴国的目标做出贡献。

参考文献

- [1] 刘沛,廖志强,陈永生,等.一种基于三点定位密闭空间机器人的应用[J].中国设备工程,2020(18):21-22.
- [2] 王鹏远.基于可变粒度调度的爬壁机器人路径规划仿真[J].计算机仿真,2020,37(9):291-294,351.
- [3] 王兴皓,方淙敏,郝靖,等.一种可跨壁面磁吸附刚罐道巡检机器人结构[J].中国设备工程,2020(16):155-156.
- [4] 朱世强,高振飞,宋伟,等.爬壁机器人翻越焊缝过程动力学建模研究[J/OL].农业机械学报:1-11[2020-08-19].<http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.1964.S.20200819.1418.006.html>.
- [5] 赵军友,张亚宁,毕晓东,等.喷砂除锈爬壁机器人磁吸附结构优化设计及整机性能试验[J].中国石油大学学报:自然科学版,2020,44(4):94-99.
- [6] 蒋小伟,顾金良,封雨生,等.船舶涂装爬壁机器人系统研究及集成应用[J].船舶工程,2020,42(6):1-5,113.
- [7] 张震,张东京,王永军,等.基于超声原理消应力爬壁机器人的研制[J].船舶工程,2020,42(6):6-10,54.
- [8] 王吉岱,辛加旭,孙爱芹,等.基于ANSYS的爬壁机器人永磁轮吸附装置的设计与优化[J].科学技术与工程,2020,20(17):6931-6937.
- [9] 杨占力,万媛,王洋,等.风电塔筒检测爬壁机器人设计与安全性分析[J].科学技术与工程,2020,20(15):6113-6121.
- [10] 苏崇涛,沙晗,黄利春,等.可越障爬壁机器人研究与设计[J/OL].应用科技:1-8[2020-12-02].<http://kns.cnki.net/kcms/detail/23.1191.U.20201202.1401.008.html>.
- [11] 安磊,张春光,褚帅,等.船舶除漆爬壁机器人永磁吸附装置的分析[J].机械制造,2020,58(11):8-10,23.

收稿日期:2020-12-03

作者简介:赵志宏(1974-),男,汉族,内蒙古丰镇人,高级工程师,硕士研究生,主要从事电厂运行与安全管理。