

机械制造自动化在核酸提取设备中的关键技术研究

李常铮¹ 王岩² 闫吉辉²

1 青岛海关技术中心, 山东省青岛市, 266000;

2 山东鲁检科技有限公司, 山东省青岛市, 266000;

摘要: 新型冠状病毒是指2019年首次被发现的冠状病毒, 此类病毒具有较高的传染性, 目前在全球范围内广泛传播, 严重威胁群众的健康安全。加大检查力度, 及时发现并采取相应的防控措施, 有助于阻断该病的传播。传统核酸检测方法虽然具有较高的准确率, 但是耗时耗力, 加上采样时间、信息沟通等因素的干扰, 会导致疾病传播阻断效果下降, 因此快速完成临床筛查具有重要的现实意义。核酸提取设备是指在生物样本中进行核酸的提取, 然后进行核酸的检测和分析。随着人们对生物样本检测需求的不断增加, 推动了核酸提取设备市场需求的不断扩大。基于此, 本文针对机械制造自动化在核酸提取设备中的关键技术进行重点分析。

关键词: 机械制造自动化; 核酸提取设备; 关键技术

DOI: 10.69979/3041-0673.26.01.033

机械制造自动化技术在促进技术创新与发展方面具有重要意义。自动化技术的应用推动了新工艺和新材料的开发和应用, 使得核酸提取设备制造过程更加高效和灵活。先进的自动化设备和系统使得复杂的生产任务变得更加简单和可控, 为创新设计和制造提供了更多的可能性。自动化技术与信息技术的融合, 使得生产过程中的数据能够实时采集和分析, 为企业提供了丰富的信息资源, 支持决策和创新。机器人技术和人工智能的应用使得核酸提取设备制造过程更加智能化和自动化, 提高了生产过程的灵活性和适应性。

1 机械制造自动化在核酸提取设备中的应用意义

随着生物技术的迅猛发展, 核酸提取作为生命科学研究的关键环节, 其设备的技术要求也日益提高。在这一背景下, 核酸提取设备制造自动化技术在核酸提取设备中的应用, 特别是自动化检测技术的使用, 显得尤为重要。核酸提取设备制造自动化为核酸提取设备的自动化检测提供了强大的技术支持。传统的核酸提取过程中, 许多步骤需要人工操作, 这不仅增加了实验误差, 还降低了实验效率。而核酸提取设备制造自动化技术通过精确的机械臂、传感器和控制系统, 能够实现对核酸提取过程的自动化控制, 大大提高了实验的准确性和效率。技术核酸检测自动化设备。当前, 核酸检测是抗击本次疫情的主力军。然而核酸检测的样本前处理及检测操作过程普遍较为繁琐, 再加上医务人员时间、精力有限, 极大影响病患确诊, 延误救治和疫情防控。所以自动化核酸检测设备是一大刚需。

BL-S10(全自动货物核酸取样前处理设备)属于若

即见公司 Bulk Loader Auto Module 系列产品, 整机由多个自动化模块组成, 其中的散管投放模块、自动贴标模块、机械臂装载模块等, 都是为了适应海关检验检疫的工作场景, 提高海关相关工作环节的自动化、智能化程度; 省人工、高效率、零误差; 智能优化、统筹管理, 领先科技——全面助力海关检验检疫自动化。为了持续提高拣选的效率 and 准确率, 全自动货物核酸取样前处理设备在人工成本持续走高, 招工愈发困难, 特别是2020年新冠肺炎疫情大规模爆发的影响下, 自动化、智能化、无人化需求进一步凸显, “全自动货物核酸取样前处理设备”技术也更加受到重视。全自动货物核酸取样前处理设备主要指通过不同类型的自动化设备被送至机器人作业区域从而完成试管的取、放, 在收货环节、存储环节、复核环节、均有相关应用, 本文主要探讨的是全自动货物核酸取样前处理设备。

2 机械制造自动化在核酸提取设备中的关键技术分析

机械制造自动化技术, 一种在无人干预的情况下, 借助计算机科学、控制学、传感学等前沿信息技术的力量, 通过精心设计的程序或指令, 让机械设备在制造过程中实现部分或全部自动化的先进技术。它使得生产过程变得更加高效、精确且稳定, 这无疑是对传统核酸提取设备制造业的一次革命性颠覆。其核心理念便是将前沿的自动化技术与传统的核酸提取设备制造业完美融合, 创造出一个将人力资源投入大幅减少的连续生产加工对象的过程, 同时也使流程执行效率得到前所未有的提升。同时, 机械自动化技术包含了自动化装置、计算机辅助设计与制造技术、机器人技术、传感器技术等多

个方面,这些技术相辅相成,共同构筑起了机械自动化技术的大厦。机械自动化技术的应用,无疑让核酸提取设备制造业更好地适应了现代化生产的需求,推动了这个行业转型升级,为经济发展注入了新的活力。

从整个行业的发展趋势上分析认为全自动货物核酸取样前处理设备技术具有广阔的前景。疫情检测的发展趋势总体来说是标准化和智能化,这是毋庸置疑的。其表现形式将是更高的自动化,更加柔性,更高的效率。而从应用来看,随着电子商务的快速发展,定制化成为潮流,订单将越来越小,物流仓储系统处理的对象也会越来越小,系统部署(不需要提前录入商品信息)难度的降低,以及量产后带来的成本降低,必然迎来更大的发展。

3 机械制造自动化在核酸提取设备中的关键技术应用策略

3.1 全自动闭合采血管预处理模块

随着标本量的不断激增,实验室尝试各种改善方案及技术手段来提升 TAT 时间。Bulk Loader Auto Module 全自动标本预处理模块,成功将实验室自动化延伸至样本采集端的散管自动进样单元。可实现采血管的散管自动上架,无需手工干预即可将样本分配至进样架,完成样本自动批量装载和排序。真正实现从样本采集,到上分析仪器前的自动审核集成化;实现了工作流程的全程信息化、智能化管理。极大地缓解了实验室的工作负担、降低人为失误率,且显著缩短检测样本周转时间。该采样管贴标装置,包括用于间歇输送采样管的输送机构,其包括架体,架体上设有链辊输送线,链辊输送线中相邻两个辊体的间距小于采样管的直径,链辊输送线向一侧倾斜设置,且在链辊输送线的倾斜底侧设置有挡板;设于链辊输送线上方的贴标组件,其包括能够与其中一个采样管配合的贴标辊,贴标辊的一侧设有与其配合的离标板,离标板的前方设有带标牵引辊组,后方设有离标牵引辊组,贴标辊包括辊轴,辊轴上套接有海绵套,海绵套的表面能够与采样管的管面过盈抵接,以通过一与辊轴相连的驱动件间隔驱动采样管旋转贴标。该采样管贴标装置,能够自动、准确、高效的实现采样管贴标作业,且贴标质量较高。

但总的来看,全自动货物核酸取样前处理设备拣选的各项技术及瓶颈正逐步得到突破。从存取技术看,机器人正朝着单元化和立体化方向发展,大大加快了存取效率,市场应用速度加快。从拣选技术看,首先,机械手技术已经非常成熟,夹具的适应性、稳定性将使机械手能根据物品的形状、尺寸与重量来自动快速更换适用的夹具或吸盘,突破拣选对象多样化的限制;第二,由

于需要通过 3D 技术完成拣选对象的识别、定位,但此前 3D 图像识别问题一直受到技术的限制,难以达到实际应用要求,目前来看,相机与视觉处理系统实现了技术升级在准确性和作业效率方面得以全面提升;此外,软件技术和机器人控制技术也得到快速发展,尤其是 AI 技术和数字孪生技术的应用已初现端倪,这些都是最近两年所取得的进步。BL-X 可兼容现存多种分析仪的样本架,同时设备预留了可扩展联机通道,可以与多品牌的样本传输轨道对接。BL-X 模块每小时可以处理高达 700 支采血管。灵活高效的的结构设计;开放的控制系統;简洁、人性化的操作软件,协助实验室完善自动化标本处理流程,从而使临床更快拿到检测报告,及时为患者制定个性化诊疗方案。其具体表现形式非常丰富,从与机器人衔接的前端自动化系统来看,工作流程说明

第一步散管上架:将病毒采样管投放到料仓,上料机构自动启动,采样管由多层举升板依次送到传送装置。料仓最大容量达 700 支采样管。

第二步打印标签、采样管贴标:最快每秒 100 mm 的打印速度,最快每秒 2 支采样管的贴标速度,大大提高了工作效率。

第三步机械臂抓取:进口品牌三轴控制的机械臂,高速走位,精准抓取,低噪音,低能耗,稳定性高,维护成本低。

第四步采样管上架:两排 6×12 的管架,可以容纳 144 个贴标完成的样本管,满架自动弹出,公务人员可以直接提走去现场采样,同时替换新的管架上机,无缝衔接,不间断工作流程。

第五步打印报告:贴标的同时,软件信息传输,报告同时打印。

3.2 生物安全相关设备

其实从采样,到核酸提取,再到检测,核酸检测的每一步都很关键。但其中有一环节往往被大众忽视,那就是人员与货物的接触感染。在采样环节,大部分工作人员冒着直接接触货物的危险而认真采集。在检验环节,检验人员也会因为仪器或者操作问题间接接触患者样品,从而引发感染。所以提升海关检验检疫自动化,病毒采样管不停机、不间断投放,采样管自动贴标签、自动上架、自动装载,节省人工、提高效率减少人为操作导致的失误,优化海关检验检疫的工作流程尤其重要。自动化采集设备(如自动化采血机器人)能够将医护人员和患者进行隔离,极大降低感染。此外,试管开盖机或者经过优化开盖过程的设备也能够对检验人员达到很好的保护效果。

3.3 人工智能视觉识别技术

现场快速检测能够在采样现场即刻进行分析,省去样本在实验室检验时的复杂处理程序,快速得到检验结果,且对操作人员要求不高,能够极大缓解人员压力。人脸识别系统和射频识别技术(RFID)被应用于信息识别区,其中RFID技术是一种自动识别技术,通过无线射频读写电子标签或射频卡,实现了目标识别和数据交换。通过比对人脸识别和身份证信息,生成唯一的编号,该编号与被采集者形成绑定,并在采样区提供监控覆盖,全程录像并将其存档,所有监测信息均会发送至该账号,方便被检测者进行登录查验。同时利用数据库管理系统将各区域内人员及相关情况汇总统计。确保人员信息的准确性,同时降低样本采集的误差率,以提高数据采集的可靠性。在采样区,配备了人工智能视觉识别技术、敏度力控机械臂以及语音提示系统,这些先进的技术将为您提供更加精准、高效的数据分析和提示;智能控制系统包括控制器、电机驱动电路、信号转换电路等模块。根据语音提示,被采集者将下巴精准地置于指定位置,并根据语音指令灵活调整头部的位置和角度。通过机器视觉技术检测被采集者的脸部特征点数据,结合传感器信号反馈,实现高精度鼻与咽喉部位动作跟踪。

在机器人机臂自动获取鼻咽拭子的运动规划系统控制下,借助人工智能视觉辅助,实现了对被采集者面部鼻孔和口腔的精准追踪和定位,同时在精准的力控下,轻柔地完成了鼻咽拭子的采集。同时通过声音提示信息提醒操作者注意采集环境的变化,避免因采集不准确而造成损伤。在研发过程中,经过多次尝试,研发人员成功获取了人体被采样时最舒适的力度,经过多次真人测试验证,该力度与人工采集的力度相当,从而确保了采样的舒适性。

4 机械制造自动化在核酸提取设备中的关键技术应用效果

核酸提取设备机械方面采用模块化设计,每一个模块单元都是成熟的组件,包括:散管上料模块、条码打印贴标模块、扫描核对模块、机械臂抓取模块、上架模块、报告打印系统。软件控制是为海关工作场景定制的软件系统。整套设备实现了货物采样前的样本管准备工作,取代了人工环节,大大提高工作效率,降低了工作误差,优化统筹管理,同时提高了海关货物检验检疫工作环节的自动化程度。将病毒采样管投放到料仓,上料机构启动,采样管由多层举升板依次送到传送装置。料仓最大容量达700支采样管。打印标签、采样管贴标:最快每秒100mm的打印速度,大大提高了工作效率。进口品牌三轴控制的机械臂,高速走位,精准抓取,低噪

音,低能耗,稳定性高,维护成本低。两排6×12的管架,可以容纳144个贴标完成的样本管,满架自动弹出,公务人员可以直接提走去现场采样,同时替换新的管架上机,无缝衔接,不间断工作流程。模块化的机械设计理念,就是把每个组件都独立成完善的模块,我们的设备中基本上每个模块是自主研发,都有专利保护。自动化设备的创新点:解放劳动力,提高工作效率,降低操作误差,智能软件统筹使管理更加优化,提高了海关检验检疫的自动化程度。

5 结束语

随着科技的不断进步,机械自动化技术已成为推动制造业转型升级的重要力量。机械自动化技术通过集成信息技术、控制技术、传感技术等先进科技,实现了核酸提取设备制造过程的自动化、智能化和高效化。这种技术的应用不仅提高了生产效率,降低了生产成本,还提升了产品质量,所以探讨机械制造自动化在核酸提取设备中的关键技术的运用具有重要的现实意义。

参考文献

- [1]刘莉,王卫华,唐剑锋.磁珠法在自动化核酸提取工作站中的应用[J].法医学杂志,2023,29(002):144. DOI:10.3969/j.issn.1004-5619.2013.02.017.
- [2]刘治华,李志农,刘本学.机械制造自动化技术[M].郑州大学出版社,2023.
- [3]行联合.自动“机械手”在核酸提取设备中的应用[J].生命科学仪器,2023,3(1):4. DOI:CNKI:SUN:SBKY.0.2023-01-004.
- [4]王国庆.核酸提取技术[C]//2013年核苷酸/核酸分离提取及衍生物开发利用新技术、新设备交流研讨会.2023.
- [5]陈柱.基于磁分离的现场核酸检测平台若干关键技术研究[D].东南大学,2023. DOI:10.7666/d.Y3186456.
- [6]赵刚.机械制造自动化技术特点与发展趋势探析[J].造纸装备及材料,2022,51(07):47-49.
- [7]王晏羽,常赫楠,高培哲等.机械制造自动化中机器视觉技术的应用[J].信息记录材料,2022,23(05):104-106. DOI:10.16009/j.cnki.cn13-1295/tq.2022.05.035.
- [8]常凯源.机械设计制造及其自动化的节能设计思想探讨[J].时代汽车,2022(09):157-158.

基金项目:山东省重点研发计划(重大科技创新工程)2021CXGC011306。