

消防阀门智能装配技术研究

李伟才

(泸州市消防救援支队 四川 泸州 646000)

摘要: 火灾往往容易造成严重的人员伤亡和较大的经济损失,消防器材的应用可以将火灾消除于萌芽状态,也可以为消防人员灭火赢得更多时间。消防阀门是灭火器的关键部件,采用人工装配方式效率不高,工作人员的劳动强度较大,而且只能通过肉眼来对阀体缺陷进行识别,识别准确率无法保证。本文先对消防阀门生产工艺流程进行分析,再对智能装配设备机械结构和控制系统进行设计,最后对消防阀体图像识别算法进行研究,可供相关人员参考。

关键词: 消防阀门; 装配; 智能控制

0 引言

消防安全与社会各个领域息息相关,已经得到社会各界的重视,如果出现火灾则需要采用消防设备和设施进行灭火,而消防设备和设施的可靠性将决定着灭火的效果。灭火器在我国有很大的需求量,灭火器的消防阀门由8个零件组装而成,是灭火器的重要构成部件。消防阀门装配多采用人工方式,工作人员的劳动强度较大,采用肉眼观察方式还无法有效识别出阀体缺陷,容易使消防阀门出现安全隐患。智能化技术的应用可以提升生产效率和降低工作人员劳动强度,结合消防阀门生产工艺流程,研究先进的阀门零部件装配技术,采用阀体缺陷识别算法,设计消防阀门智能装配设备,可以提升装配效率和保证生产质量。

1 消防阀门生产工艺流程分析

消防阀门装配工艺主要有上料、运料、装配和落料,共计四个主要环节,装配通过机械手进行抓取与装配。上料通过振动盘来提供零部件,物料通过PLC控制系统来对振动盘进行传送,物料运输正常才能保证夹头夹取和装配动作,物料运输时可能存在物料卡在振动盘的问题,需要对物料运输环节进行监控,机械手抓取装配是生产工艺流程的关键,在振动盘被输送到指定位置以后,夹头会根据装配工艺要求夹取每个部件,先将阀体夹取放至钻机,两个机械手分别夹取阀芯及塑帽,将阀芯置于阀体,塑帽置于钻机,再夹取O形密封圈及弹簧,将O形密封圈套于阀体相应部位,弹簧放置于塑帽,完成上述部分装配以后再进行整体组装,将塑帽和阀体拧紧到设计力矩,即可完成整个装配任务。每道夹取操作均设置故障报警功能,可以对工作人员发送报警,及时

完成故障处置工作。落料工序并非将所有装配完成后的物料落下来,需要对阀体质量进行识别,如由于装置过程中的位置、顺序或拧紧度等因素影响,阀体装配可能达不到合格标准,通过缺陷识别功能可以及时发现存在质量问题的阀体^[1]。

2 消防阀门智能装配设备机械结构设计

2.1 整体方案设计

消防阀体智能装配设备设计是确保实现装配智能化的关键,通过自动输送、阀体送进、套入O形密封圈、安装强簧、塑帽压紧与装配、落料等环节来实现。阀体部件根据装配顺序结合到一起,要求每个部件之间进行协调配合。根据装配顺序控制气缸和振动盘,再控制气动手指和夹具来对工位进行固定,通过对每个功能进行优化与完善,确保完全满足消防阀体装配要求^[2]。

消防阀门智能装配设备涉及电气、机械等领域,用于消除阀门零部件组装,通过在振动盘中放置阀体、阀芯、O形密封圈和塑帽,根据装配工艺要求进行夹取与组装,完成每个工位的夹取和组装以后,对消防阀体质量进行检查,满足合格标准后输送到合格区进行落料。夹取工位安装有气动手指、夹具和旋臂,选择好零部件后采用夹具夹紧,与旋转臂结合来对阀门进行夹取和物料移送;辅助定位由气缸、V型卡盘和喇叭口相互间进行配合,再通过传感器采集数据,用于对弯曲管料进行夹紧,再对准中心来实现定位,对弯曲管料位进行合理纠偏。上料以后,将阀体、阀芯、O形密封圈、弹簧和塑帽放置于相应的工位,控制气动手指将阀体夹取,再通过旋臂运动将阀体置于相应位置,再采用气动手指夹取阀芯放置于阀体内,若阀芯方向放反则会发出报警信

息。阀芯置于阀体后再控制气动手指夹紧 O 形密封圈，将其置于阀芯上，再夹取强簧后放置于相应位置，再夹取塑帽放置于相应位置，按压塑帽后即可完成合部阀体组装^[3]。

2.2 关键部件设计

自动夹取装置由气动手指、夹头、旋臂、支架、气缸和立柱等构成，夹取装置应用于每个工位，通过两个夹块来限制强簧位置并完成夹取操作。阀体弹簧夹取后要自动传送，旋转动作通过旋臂和气缸来实现，夹取装置气缸安装于旋臂左下方，气缸与夹头通过机械方连接，夹头部位设置有两个夹块，夹取弹簧部位为两个对称状态的矩形凹槽，通过左、右夹块间的紧密配合，可确保阀体弹簧位置不发生变化并完成夹取动作，还可以固定夹取方向。立柱由加强筋、板块和底板等构成，底板为矩形，为装置提供支撑和稳定的作用，立柱与底板保持垂直状态，立柱由前、后两个部分构成，前部分和磁偶气缸进行连接，后部分与加强筋进行机械连接，起到稳固的作用。为确保夹取装置具有联动性，立柱和气缸进行连接，气动手指、旋臂、立柱和气缸构成整体，旋臂采用沉头螺栓固定于立柱边缘，立柱选择足够厚度的材质，可对旋臂进行固定，可以在弹簧初始位置完成夹取，也可旋至末端位置完成中心定位与放开，弹簧夹取成功并送至指定位置，可进行后续夹取操作。支架通过 4 块铝板连接而成，可起到稳固的作用，在控制夹取操作时，可以确保输送至指定位置，确保装置不会发生动摇，可将夹取的弹簧放置准确部位，提升装配精度和效率。阀芯和 O 形圈也可通过控制气动手指和机械手臂完成夹取与装配，但需要选择不同规格型号，通过连接板和支架把行程为 150mm 的气缸、行程 50mm 垂直安装气缸，采用螺钉来进行固定与连接，即可以完成阀芯和 O 形密封圈的夹取操作。阀体夹取操作是通过连接板和支架，将行程为 100mm 水平巡装气缸和行程 50mm 垂直安装气缸，采用螺针进行连接与固定。阀体弹簧夹取通过连接板和支架来实现，行程为 100mm 垂直安装气缸和摆动气缸采用螺针进行紧固与连接，可以实现 0° ~ 180° 摆角。

3 消防阀门智能装配设备控制系统设计

3.1 硬件设计

控制系统由物料供给装置、物料传输系统、传感定位系统、自动控制系统和人机界面构成，数据通讯采用 Profinet 协议，具有较高的通信稳定性和更远的传输距离。PLC 选择型号为 FX3U 三菱 PLC，GT1055 三菱

触摸屏作为人机界面，用于单点站控和运行数据显示，并对采集到的数据信息进行显示。PLC 控制器这以太网通讯方式和上位机进行数据交互，配置好 IP 地址和子网掩码，PLC 通过面板按钮来输入控制命令。选用的光电开关为常开状态，型号为 TB12J-D15N1。对 PLC 地址进行分配，创建地址分配表，设计好人机界面并配置地址与 PLC 进行通讯，物料放至起始位置后，操作启动按钮来控制装配设备运行，振动盘将物料传至指定工位，并通过传感器对物料进行检测，如果检测不到工位存在物料则发出控制命令，并发送报警信号。机械臂对不同物料进行装配，通过钻机将塑帽与阀体进行紧固，通过机械手臂将装配完成后的阀体输送到落料区。若检测到阀门存在异常则发出报警信息，操作复位按钮将不合格品放到初始位置。

3.2 软件设计

采用 GXWorks2 软件来编写 PLC 控制程序，控制流程为先将物料置于振动盘内，通过振动盘将不同物料

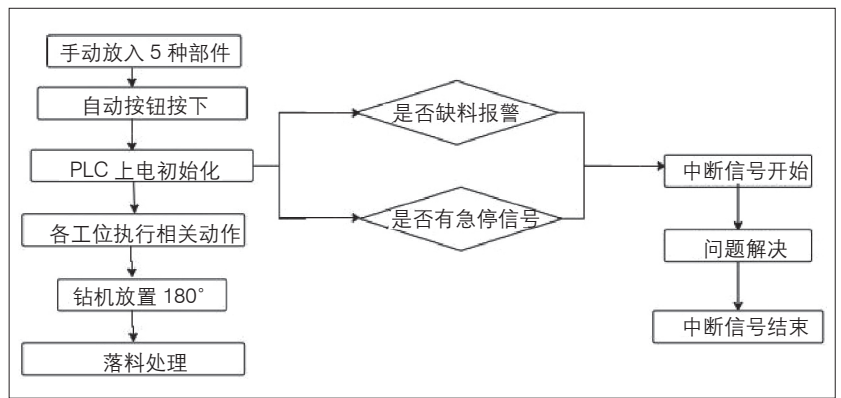


图 1 消防阀门零部件装配程序控制流程图

输送至待抓取位置，气动手指分别抓取不同的物料，如果没有抓取成功则会发出报警信号，抓取成功后将其送至指定位置，完成抓取后转入后续工位，具体流程见图 1。

上位机采用 GTDesigner3 软件进行开发，设计有主界面、控制界面、异常信息界面和生产管理界面构成，不同界面间可进行自行切换。控制界面对 PLC 控制器输入输出点进行监控，并对传感器采集数据进行显示，异常信息界面用于显示异常运行状态信息，可对报警和异常信息进行清除，生产管理界面可对运行数据进行显示与管理。

4 消防阀体图像识别

4.1 图像预处理

特征提取为图像转化过程，计算机系统可对输入图像进行识别与理解，初次输入图像数量大且不清晰，不进行预处理则无法识别阀体缺陷，会对消防阀门质量产生影响。图像预处理要先进行灰度化，将图像均归入相

同范围，可为后续处理提供便利；再对图像进行增强处理来提升清晰度，改进图像效果来提升识别准确性；最后对图像进行分割来消除掉不必要的部分，然后进行边界提取并将边界信息进行保存，可以有效提升阀门缺陷检测效果。选择消防阀门缺陷识别算法，可以更为准确、快速地识别出阀体表面缺陷，及时发现阀体结构是否受到破坏，卷积神经网络算法用于消防阀门缺陷图像识别，通过分类器对图像进行处理与分析，再将识别结果输出，卷积神经网络只能识别固定大小尺寸图片，先进行网络训练来对大量的图像进行识别与分析，对图像特征进行提取是通过网络结构中的卷积层和池化层，将特征提取后再进行识别。阀体缺陷图像训练需要应用大量的样本，才有更为准确地发现样本间的联系，在对图像进行识别时需要与实际输出值与网络输出进行对比分析，这样才能计算出缺陷变化率，按照缺陷变化率来更新学习率，再对网络参数进行优化，分析迭代次数是否满足最大次数要求，若满足则迭代结束，相反则继续训练。跨层卷积神经网络可更为准确地体现出图像信息，可通过池化层来对图像特征进行整合。

4.2 模型训练与数据集构建

对阀门装配缺陷进行识别训练可划分为预处理、网络模型训练和模型训练三个部分。预处理是对图像数据信息进行采集，并对数据信息进行整理、分段和标准化，创建出图像处理的训练集、验证集和测试集。完成预处理以后，通过网络模型训练来对参数进行调整和验证，先创建好网络模型，依托网络搜索算法来寻求最优解，优化好模型参数并进行训练，再利用卷积神经网络获取特征信息，并对消防阀门缺陷进行识别与检测。检测时要对模型参数进行改进，并测试模型输出，即可完成卷积神经训练。

在对消防阀门缺陷率进行识别时，对获取到图片信息进行预处理，图像底色转化为灰色，然后进行归一化处理，再将图片转变为相同尺寸图像，为每个图片添加标签，创建数据库来对缺陷率进行检测。缺陷率对比分析算法采用卷积神经网络来对权值进行共享，可完成特

征自动提取，卷积核参数可对图片共享，用于阀体缺陷率识别具有很好的效果，再通过梯度法对网络进行训练，可获取到误差性能参数，还可以将高层与低层特征进行融合，可以有效提升识别速度和识别精度，图像识别缺陷率情况如图2所示。

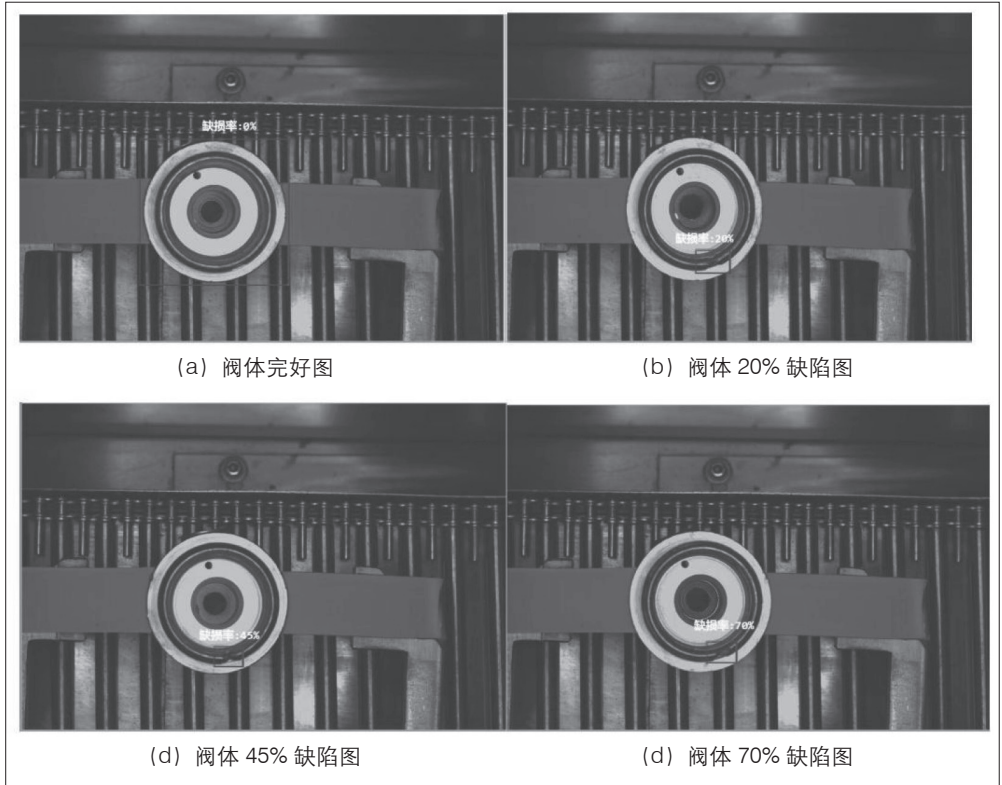


图2 消防阀门缺陷识别率

5 结语

综上所述，消防阀门采用传统人工装配方式存在劳动强度大、处理效率低和故障识别准确性差等问题，无法确保阀门装配质量，在出现火灾时无法真正发挥灭火的功能，需要设计出消防阀门智能装配设备，采用更为先进的阀体缺陷识别手段，进一步提升装配质量和缺陷识别率。先结合消防阀门装配工艺流程来对智能装配设备进行机械结构设计，选择控制体系统的硬件并进行控制程序、人机界面的设计，再采用卷积神经网络算法来对阀体缺陷进行识别，可以确保达到足够的识别精度，有利于装配时的次口率，具有较高的实用价值。

参考文献：

[1] 洪飞棠，李汉池. 组合式 PP-H 阀门组模块装配式施工技术 [J]. 安装, 2021(01): 41-44.
 [2] 金怡妮. 阀门产品装配质量建模技术及评价方法研究 [D]. 温州: 温州大学, 2019.
 [3] 刘翔，袁晓东，刘英，等. 小型化快响应阀门装配工艺研究 [J]. 火箭推进, 2018, 44(06): 62-67.