

[新设备·新材料·新方法]

DOI:10.3969/j.issn.1005-2895.2020.01.015

智能衣物折叠收纳机

孙兆星, 阮慧祺, 张 涵, 郑鑫霄, 马新玲

(华东理工大学 机械与动力工程学院, 上海 200237)

摘 要:为了解决人们晾晒衣物后折叠衣物繁琐、收纳耗时长、工具自动化程度低、效率低下的问题,课题组设计了一款用全自动电器代替家务劳动的智能家居机器人。该装置主要由衣物运送机构、衣架取出机构、衣物折叠机构和衣物收纳机构4部分构成。其中捻轮卡固衣架让衣架可以轻松从晾衣杆上脱离,可收缩衣架使取出衣架这一过程完全自动化,衣物厚度补偿设计则可完美折叠各种厚薄不同的衣物。该装置的功能是将多件晾干的衣物通过一系列动作完成折叠与收纳,具有自动化程度高、折叠收纳迅速、准确率高、效率高、耗电低、清洁环保和价格低廉等特点,尽量将人们从家务劳动中解脱出来。

关 键 词:衣物折叠收纳机;厚度补偿;捻轮卡固;可收缩衣架

中图分类号:TH112;TP241.3 文献标志码:A 文章编号:1005-2895(2020)01-0079-06

Intelligent Clothing Folding Receiver

SUN Zhaoxing, RUAN Huiqi, ZHANG Han, ZHENG Xinxiao, MA Xinling

(School of Mechanical and Power Engineering, East China University of Science and Technology, Shanghai 200237, China)

Abstract: In order to solve the problems of cumbersome folding clothes, long time-consuming collection, low automation of tools and low efficiency after drying clothes, a smart home robot which uses full-automatic electrical appliances to replace housework was designed. The device is mainly composed of clothes conveying mechanism, clothes hanger taking-out mechanism and clothes folding and receiving mechanism. Twisting wheel clip fixing hanger was adopted to make the clothes hanger detach from the clothes drying pole easily, the shrinkable hanger was used to make the clothes hanger taking-out process completely automated, and the clothes thickness compensation design can make all kinds of clothes with different thickness folded perfectly. The function of the device is to fold and accept multiple pieces of dry clothes through a series of actions, which has the characteristics of high automation, fast folding, high accuracy, high efficiency, low power consumption, clean and environmental protection and low price, so as to free people from housework as possible.

Keywords: clothing folding receiver; thickness compensation device; twisting wheel clip fixing; shrinkable clothes hanger

如今随着生活节奏加快,人们更愿意将宝贵的时间和精力用于学习、工作和娱乐,面对繁琐的家务劳动,则更希望使用智能机器来完成。通过笔者社会调查发现,在所有令人困扰的家务劳动排行榜中,对衣物的处理,即洗衣、晾衣、干衣、折衣和收衣等位居第3。而对衣物折叠和收纳劳动繁琐的抱怨又占到了衣物处理这一项的47.4%。同时,经过笔者调研发现目前市场上销售的相关产品大多数为手动折衣板,并且都需

要人工将衣物从晾衣杆上取下并铺平,并不符合自动、方便的消费需求;而高端折衣收纳机器又太过昂贵无法普及。课题组设计了一款自动折衣收纳机,该机器工作性能可靠,体积较小又可折叠安放,适用于家居环境,且价格低廉,适合大规模推广应用。

1 结构与流程

1.1 总体结构

课题组设计的智能衣物折叠收纳机主要由4部分

收稿日期:2019-05-31;修回日期:2019-09-18

专利项目:孙兆星:一种衣物自动折叠收纳装置(201910328891.6)。

获奖项目:2019年第8届上海市大学生机械工程创新大赛二等奖。

第一作者简介:孙兆星(1998),男,江苏东台人,本科,主要研究方向为智能家用设备。E-mail:1169105074@qq.com

组成^[1-2]:衣物运送机构,衣架取出机构,折衣机构和收纳机构。其中折衣机构与收纳机构是一体的。总体结构如图1所示。工作时,衣物运送机构将晾干的衣物连同衣架运送到指定位置,之后衣架连接钩使得衣架脱离,与折叠下板的钩爪搭接,搭接完成并且平铺后由衣架取出机构取出衣架;然后,折衣机构开始工作,将衣物折叠好;最后,衣物由位于折衣机构正下方的收纳机构进行收纳。此后下一件衣物重复上述动作,直到所有衣物完成折叠与收纳。整机采用可翻折固定架,而固定架安装在墙体上,当不需工作时,折衣机构翻起与墙平行放置,收纳机构拆卸后可任意放置。该机可实现对衣物的自动折叠及收纳,适用于处理从轻薄短袖到较厚卫衣等各类衣物,适用性较广。整机尺寸长约为1.2 m,宽约为0.7 m,高度随着收纳衣物数量的不同而可调,一般在0.8~1.5 m之间。衣物运送机构与天花板或墙体固定,不占用多余空间。

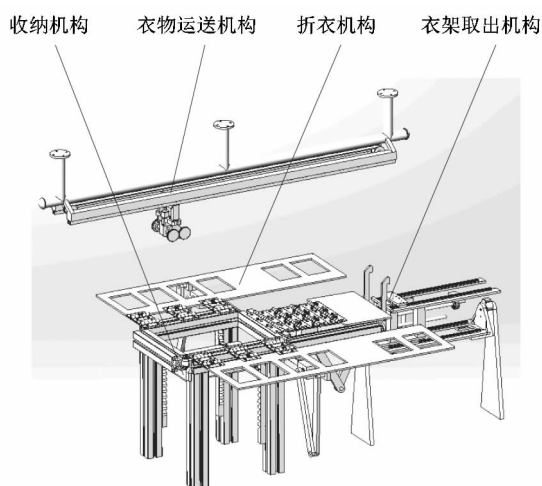


图1 总体结构

Figure 1 Overall structure

1.2 折衣收纳流程

衣物晾晒完成后,湿度检测器会检测衣物上几个特定的点以确保衣物完全晾干^[3],在确认完全晾干后,衣物运送机构便会连同衣架一起运送衣物到指定位置,此时折叠下板逆时针旋转90°,衣架挂接钩上的捻轮运动,驱动衣架掉落到折叠下板的衣架钩爪上。接着,折叠下板复位,衣物便会被平稳地铺放在折衣机构上,铺平时衣架的挂钩正好与衣架取出装置搭接;搭接完成后衣架取出装置取出衣架。衣架被抽走后,折叠板开始运作:首先,两边的折叠侧板依次进行运动,将衣服的两边向中间折叠,使得衣物变成一个长条;然后,折叠下板开始运作,将衣物折叠成预期的形状,其

中,折叠下板中的厚度补偿设计,使得无论是厚衣物还是薄衣物都可以轻松地折叠起来,使衣物折叠得更为整齐、美观;接着,通过传感器检测衣物厚度,让折叠好的衣物随着收纳板下降与衣物厚度相同的距离,以便下一件需要处理的衣物可以平整地铺在折衣板上;如此,后续衣服依次叠好后再按序堆叠在一起。随着机器的不断运行,已叠衣物逐渐被堆成一摞,在所有衣物完成堆叠后,将这些衣物移入衣柜,若衣物较多时,可进行多次堆叠,完成其全部工作。

2 工作原理

2.1 衣物运送机构

衣物运送机构的功能是承载与运送衣物,其结构如图2所示。该机构由传送带、滑轨、支撑架以及衣架连接钩组成,图示状态是在传送衣架及衣物(衣物在图中未画出)。衣服洗好后,将湿衣连同衣架晾晒在带有链条导轨的轨道上,湿度传感器会检测衣物的干湿度,确保衣物彻底晾干以后再进行折叠收纳,当检测到衣服上的测点湿度小于等于空气湿度时,衣物运送机构上的运送带便开始运动以传送晾干的衣物,进行后续动作。

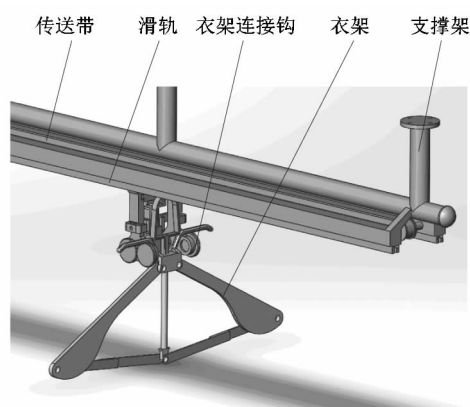


图2 衣物运送机构

Figure 2 Clothing conveying mechanism

2.1.1 衣架连接钩

如图3与图4所示,衣物在晾晒时衣架搭杆被搭在捻轮与支撑架的沟槽之中,此时衣架受力平稳,即使有晃动也不会掉落。而当衣物运送机构运动到指定位置后,2个后捻轮同步带动2个前捻轮转动,由于捻轮的摩擦力以及衣架自身的重力,衣架搭杆会在捻轮的转动下按照图4的方式进行移动,一旦衣架搭杆通过捻轮的最高点,衣架就会顺利落下,完成衣架在衣架连接钩上的脱离。衣架在掉落后会搭在已抬起折叠下板的钩爪上,以便进行之后的工作。

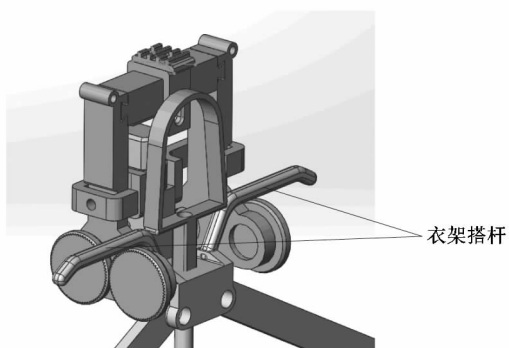


图3 衣架连接钩及衣架

Figure 3 Clothes hanger connecting hook and hanger

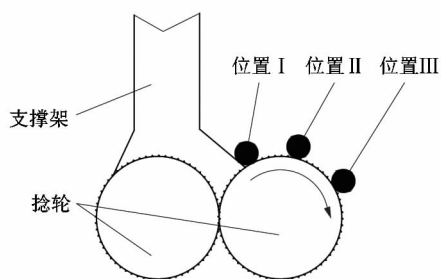


图4 衣架在不同时刻的位置

Figure 4 Hanger position at different times

2.1.2 折叠下板钩爪的搭接

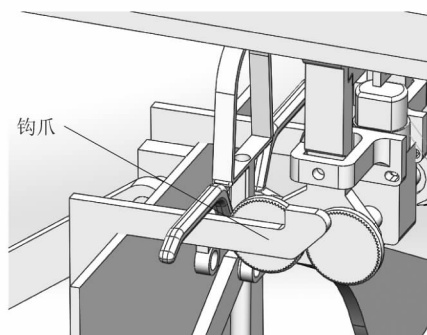
当衣架落在折叠下板的钩爪上后,折叠下板便会缓慢地复位,衣架以及衣物会随着下板的运动整齐地铺在叠衣板上,同时衣架上面的挂钩也会完美地搭在衣架取出机构的立柱上。整个衣物平放的流程参考了人们铺平衣物的过程,即先将衣物的下半部分拖到平面上,之后再缓缓的将衣物上半部分平铺下来,这样的设计可以让衣物更加整齐地平铺在叠衣板上。衣物竖立和平铺示意图如图5所示。

2.2 衣架取出机构

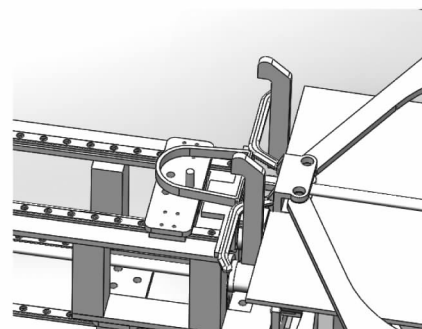
对衣架结构进行设计之后,还设计了衣架取出机构。该衣架取出机构主要由2对导轨和丝杆以及1个可翻转的底座构成,其机构和具体工作流程如图6所示。

1) 拉伸衣架。该步骤用于衣架肩臂的收缩,使衣架整体宽度小于衣领口径,便于后续的抽出。衣架钩套在衣架取出机构立柱上,而立柱安装在上导轨上,上导轨带动挂钩向外拉动可实现衣架的收缩。

2) 将收缩后的衣架抽出衣领。当上导轨工作完成之后,下导轨与上导轨相同方向运动,此时衣架和上导轨为一整体共同向外运动,直到衣架全部抽离领口为止。



(a) 折叠下板连同衣架立起



(b) 折叠下板连同衣架平铺

图5 衣物竖立和平铺示意图

Figure 5 Drawing of clothes erection and tile

3) 抽出后的机构状态如图6(c)所示,之后滑轨结构会进行翻转,使衣架随重力正常掉落,并回到初始位置,准备下一轮工作。

2.3 折衣机构

2.3.1 折衣机构的总体设计

折衣机构由2个折叠侧板和1个折叠下板组成,如图7所示。3块折衣板分别通过铰链与机架进行连接。为了使整个机构的质量更轻,侧板与折叠下板为镂空板;并在板下设计了加强筋板,以提高折衣板的刚度。折叠下板的板面上有凸起设计,是为了更好地给收纳板向下的压力。工作时,首先由2个舵机驱动两翼的侧板先后完成 170° 的翻折,实现衣物袖子及衣身部分侧边的翻折,相当于将衣物在宽度方向缩小至 $1/3$ 。经过测量,侧板折叠动作完成后衣物的宽度变为25 cm左右,与日常商家出售的新衣包装宽度相同。然后,由第3个舵机驱动折叠下板完成衣物在长度方向对半翻折,完成整件衣物的折叠。

2.3.2 衣物厚度补偿结构

夏季T恤比较薄,3个折叠板很轻松就能叠好,而冬季衣物比较厚,如何才能将厚衣物叠得漂亮?虽然梁一丁^{[4][19]}等人设计了衣物自动处理装置,但对于较厚的衣物仍无法处理。课题组设计了衣物厚度补偿机



图6 衣架取出流程

Figure 6 Clothes hanger removal process

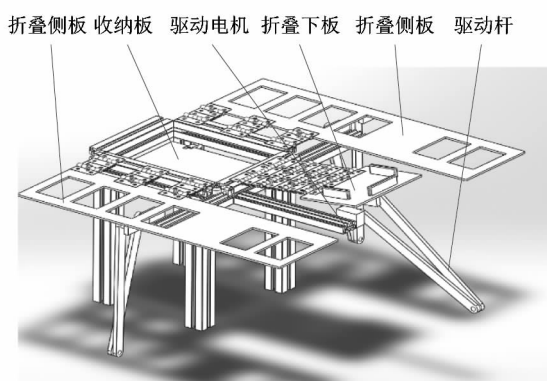


图7 折衣机构

Figure 7 Folding mechanism

构,完美实现了翻折厚衣物的目标。如图8所示,该机构由铰链、弹簧和材质较轻的ABS树脂制成的小型折叠板组成。由于同伴衣物被折叠次数越多,厚度就会越厚,故在侧板与机架之间设计了1级厚度补偿;而在折叠下板与机架之间设置了3级厚度补偿,且补偿逐级递增(体现在弹簧的刚度逐级递增)。当折叠较薄的衣物时,由于折叠之后衣物的厚度不会增加很多,厚度补偿将不会启动,此时等同于使用普通铰链连接侧板来进行衣物的翻折。当折叠较厚的衣物时,铰链处受到的阻力更大,其反作用力会造成衣物折叠的错位甚至整件衣物的移位从而影响正常工作,此时就需要用到厚度补偿。当衣物厚度施加在铰链连接处的力达到临界值时,弹簧将被弯曲,使连接部分形成类似U字形,自适应衣服的厚度。根据不同厚度,采用了刚度呈梯度分布的厚度补偿设计,提高了装置对各种厚度衣物的适应性。

3 收纳机构

3.1 机械方式的实现

用机械方式实现时,收纳机构的功能是当衣物收纳板受到折叠下板的给定值压力时会自动下降,实现

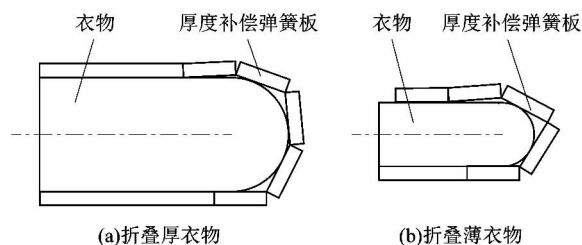


图8 厚度补偿结构示意图

Figure 8 Thickness compensation structure mechanism

衣物收纳储存的自动化。收纳机构的运动模块由1块ABS树脂衣物收纳板和4对棘爪齿条啮合的部件组成,达到给定受力值,收纳板向下运动,并可以根据单件衣服的厚度来调节下降高度。如图9所示为棘爪齿条的啮合方式。每一个齿的Y轴向高度 H 为15 mm,这个高度符合目前最单薄的衣服(例如T恤衫)的折叠厚度。故收纳此类折叠后的衣服,只需下降1个齿。经过试验发现,当其他类型的衣物折叠以后的厚度在 $h = 15 * n \pm 5$ ($n \geq 1$,自然常数)以内,都可以非常方便地实现下降。

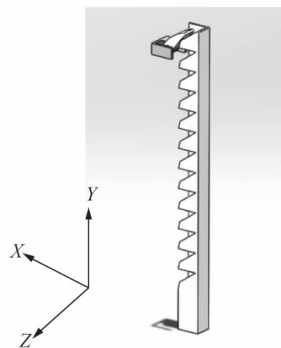


图9 收纳机构的运动模块

Figure 9 Movement module of storage mechanism

棘爪结构由2个部件组成,图10为这2个部件的

结构和装配图。当这 2 个部件装配之后中间形成一个空腔用于放置扭矩弹簧。棘爪受力前后状态如图 11 所示。当衣物收纳板不受力时,棘爪与平板形成的角度 α 略小于 120° ,当受到压力至 F 时,扭矩弹簧被压缩,角度变小, α 达到略大于 90° 时从上一个齿滑落至下一个齿。若衣物较厚,棘爪会继续向下面的齿滑落,直至衣物表面不再接触叠衣板,则停止滑落。此时衣物收纳板已经下降至能够储存当前衣物的合适高度,并可以进行下一件衣物的折叠。选取标准扭矩弹簧的参数为线径 0.6 mm,外径 5.5 mm,圈数 3,初始角度 120° ,棘爪整体厚度 B 为 10.5 mm,包括了空腔部分宽度 7.5 mm。并预留 4 个弹簧宽度可供调节,以适应各种工况。

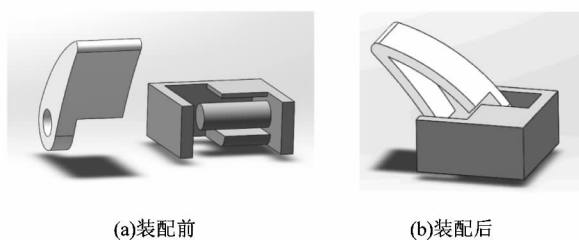


图 10 棘爪机构

Figure 10 Pawl mechanism

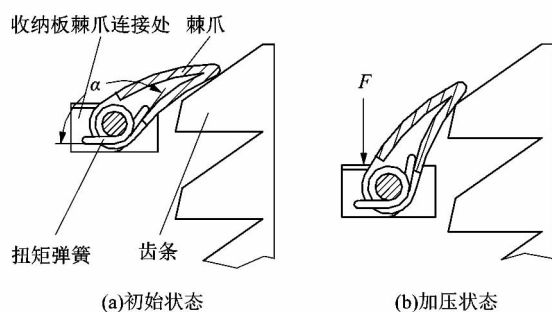


图 11 棘爪不同状态

Figure 11 Different states of pawl

衣物收纳板采用 ABS 树脂材料,可以极好地弥补市场上现有的人工叠衣板在刚度和强度方面的不足。试验发现,折衣下板对放置在收纳板上衣物的压力并不是均匀的,很容易造成上述 4 个棘爪的不同步,从而出现收纳板倾斜的状况,导致无法继续工作。所以在收纳板反面设计了加强筋板,如图 12 所示。该方法可以解决 4 个棘爪的同步性与协调性,使装置顺利工作。

3.2 传感器方式的实现

收纳板运动方式可以通过激光传感器^[5]的检测来控制收纳板下降的距离。收纳板由两侧的步进电

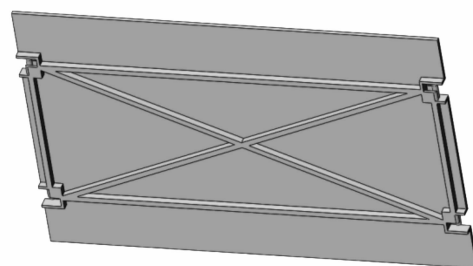


图 12 加强筋板结构

Figure 12 Stiffened plate structure

机^[6-7]相连的丝杆带动,精准控制上下运动距离,比卡爪移动得更加精确。在衣物向下收纳时,放置在固定位置的激光发射器射出一道与折衣机构上表面相平齐的激光。当衣物折叠开始向下收纳时,该激光首先被衣物挡住,此时收纳板开始向下运动;当接收器再度接收到激光照射时,意味着折叠好的衣物上表面与折衣机构上表面已平齐,收纳板接收到信号停止运动,衣物收纳完成。用传感器实现衣物向下收纳不仅可以让衣物下降的距离更加精准,也可以使得控制更加智能化。

4 可收缩衣架的设计

可收缩衣架的结构如图 13 所示,由 1 个衣架挂钩、1 个连接块、2 个支撑杆和 2 个链接杆构成,铰链处由尼龙螺钉连接。当衣物挂在衣架上时,由于衣架两侧受压,中间的挂钩杆受到向下的力,衣架两侧收缩时其宽度必须先要扩大一个微小量,而衣物的质量恰恰阻止了这个微小量的扩大,这种巧妙的连杆“自锁”设计保证了当衣物挂在衣架上时,衣架不会因为重力而收缩,可以非常稳定地支撑衣物,同时与其他衣物晾晒的产品一样,使用方便并且容易上手^[8]。三维有限元应力分析,如图 14 所示。取 1 kg 的湿衣物连同衣架进行应力分析,最大应力处只有 20.29 MPa,符合应力要求。

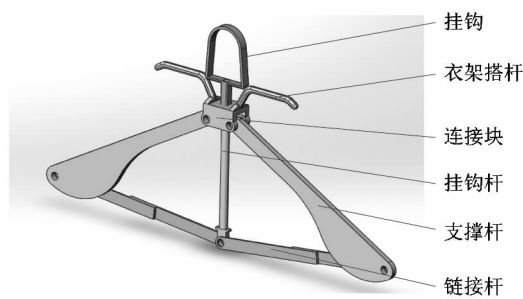


图 13 衣架结构

Figure 13 Clothes hanger structure sketch

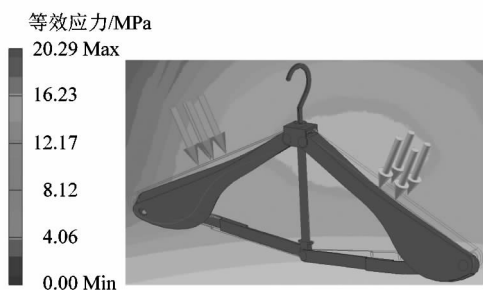


图 14 衣架应力分析图

Figure 14 Clothes hanger stress analysis chart

5 结语

课题组设计的智能衣物运送折叠收纳机,具有以下特点:

- 1) 干湿度检测。将晾干的衣物运送并平铺以待。
- 2) 衣物平铺方式。先让衣架脱离连接钩,再由折叠下板平铺,这种平铺方式让衣物更加平整地平铺在叠衣板上。
- 3) 可伸缩衣架。纯机械的设计,结构巧妙,张开与闭合操作便捷,通过机械自动控制衣物在衣架上的挂放与抽离。
- 4) 衣物折叠。舵机驱动折衣板的运动,使折叠动作更加流畅。

5) 厚度补偿。厚度补偿弹簧板使得衣物无论厚薄都可以轻松地折叠起来,效果更加美观。

6) 衣物厚度检测装置。该装置既不影响未叠衣物的平铺摊放,又保证了已叠衣物的堆放收纳整齐。而且,折叠好的衣物直接向下堆叠,可以重复叠放多件衣物,堆叠好的衣物可直接存放。

7) 解决家务劳动,提高生活质量。

智能衣物折叠收缩机可以搭配洗衣机、烘干机等机械,实现全自动洗衣烘干折叠收纳一条龙服务。

参考文献:

- [1] 郭聪聪,孙明阳. 智能家具模块化设计研究[J]. 工业设计, 2018(12): 150-151.
- [2] 彭自良,周建修. 探究机械设计中的模块化设计[J]. 中国科技纵横, 2018(23): 76-77.
- [3] 李丹. 基于“电子积木”模式的传感器课程教学探究[J]. 中国新通信, 2018, 20(24): 203.
- [4] 梁一丁,贵玉歆,赵航. 衣物自动处理装置的设计与实现[J]. 机电工程, 2013, 30(2): 188-191.
- [5] MARGOLIS M. Arduion 权威指南[M]. 杨昆云,译. 2版. 北京:人民邮电出版社, 2015.
- [6] 顾绳谷. 电机及拖动基础[M]. 北京:机械工业出版社, 2008.
- [7] 邓星钟. 机电传动控制[M]. 武汉:华中科技大学出版社, 2011.
- [8] 李东亚,张洁峰. 可伸缩式自动晾衣架的系统设计[J]. 机电工程技术, 2015, 44(1): 61.

[信息·简讯]

· 产品信息 ·

西门子 Sinamics Connect 300 扩展全新智能功能

西门子展示了具有全新功能和更高可用性的 Sinamics Connect 300。其中的专家模式作为此次推出的新功能,可以支持用户根据需求个性化选择存储在 Mindsphere 上的 Sinamics 变频器的参数。全新的 Sinamics Connect 300 提供基于集成 Web 服务器的全面调试和服务管理功能,即使面对特殊要求也能够简化上传数据的组态。Web 服务器可实现包括 CA 证书、许可证管理和固件更新在内的设备的全面管理。在 Web 服务器主页上,用户还可直接查看 MindSphere 连接状态,并实时检查云端连通性。Sinamics Connect 300 提供了高达 500 MiB 的数据缓冲区以应对网络发生故障时的数据丢失风险,并将传输协议从 HTTP 升级为 HTTPS,以确保数据的安全传输;同时,通过更新安全指南,有效防止未经授权的设备操作。西门子将 Sinamics Connect 300 增加至 MindConnect 既有的基础产品组合中,使用户可以实现 MindSphere 与不具备 Profinet 通讯功能的 Sinamics 变频器的直接连接。此外, Sinamics Connect 300 能够连接现有工厂中的 Sinamics 变频器,且不必进行昂贵且耗时的硬件或软件修改。Sinamics Connect 300 不使用专有数据模型,这意味着上传的变频器数据可用于所有 Mindsphere apps。

(梁秀璟)