

[自控·检测]

DOI:10.3969/j.issn.1005-2895.2019.02.011

筒纱包装自动化生产线控制系统设计

祝孝裕¹, 胡旭东¹, 张少民², 彭来湖¹

(1. 浙江理工大学 现代纺织装备技术教育部工程研究中心, 浙江 杭州 310018;
2. 海宁纺织机械有限公司, 浙江 海宁 314400)

摘 要:针对目前大部分纺纱企业在包装筒纱时,存在配质量、套袋费时费力等缺点,提出了筒纱包装自动化生产线控制系统。设计了筒纱包装自动化生产线控制系统的硬件结构,包括上位机、主控制器和气阀驱动控制器等单元;采用伺服电机控制实现立体库精确转动以及平稳启停;设计了模块间的通信方式及协议以保证控制系统稳定通信;采用分布式控制思想,设计了各模块的软件,包括主程序控制软件、立体库控制软件以及翻转机构控制软件。应用结果表明,该系统具有操作简单,可有效减少操作人员和提高生产效率的特点。该系统能使筒纱包装实现智能化,适用于大部分纺纱企业。

关 键 词:包装生产线;筒子纱;上位机;Linux 操作系统;TCP/IP 通信协议

中图分类号:TS103.7 文献标志码:A 文章编号:1005-2895(2019)02-0056-06

Design of Control System for Automatic Production Line of Cheese Packaging

ZHU Xiaoyu¹, HU Xudong¹, ZHANG Shaomin², PENG Laihu¹

(1. The Center for Engineering Technology of Modern Textile Machinery & Technology of Ministry of Education, Zhejiang Sci-Tech University, Hangzhou 310018, China; 2. Haining Textile Machinery Co., Ltd., Haining, Zhejiang 314400, China)

Abstract: Aiming at the shortcomings of weight matching and bagging time and labor consuming in the packaging of cheese in most spinning enterprises at present, the automatic production line control system of cheese packaging was put forward. The hardware structure of the control system of the automatic production line for cheese packaging containing the upper computer, the main controller and the valve drive controller was designed. Servo motor control was used to realize accurate rotation and smooth start and stop of the stereo library. The communication mode and protocol between modules were designed to ensure the stable communication of the control system. The software of each module, including the main program control software, the three-dimensional library control software and the flip mechanism control software, was designed with the distributed control. The application results show that the system not only has the characteristics of simple operation, but also can effectively reduce operators and improve production efficiency. The system can make cheese packaging more intelligent and suitable for most spinning enterprises.

Keywords: packaging line; cheese; master computer; Linux operating system; TCP/IP communication protocol

筒子纱是现代纺织行业络筒工艺的制成品,根据织布用纱的加工要求,除去纱线上的杂质并接长筒子纱的纱线,在络筒机上不断地缠绕而产生的筒纱^[1]。筒子纱可以用来生产布料,一般的形状为圆锥形,圆锥的上圆直径为120 mm左右,下圆直径为260 mm左右,高度为160 mm左右^[2]。

目前,大部分企业扩大生产规模以及提高生产效率来满足市场对筒子纱的需求。而这些筒子纱的配质量包装大多由人工进行,效率低,占用了大量的人力资源^[3]。如今社会招工相对较难,筒子纱包装自动化生产线的实施是社会发展的必然趋势^[4-6]。鉴于以上因素课题组提出了筒子纱自动配质量包装的方案,该方

收稿日期:2018-10-08;修回日期:2018-11-27

基金项目:国家自然科学基金联合基金重点项目(U1609205)。

第一作者简介:祝孝裕(1994),男,浙江龙游人,硕士研究生,主要研究方向为针织装备控制技术。E-mail:1033737896@qq.com

案的主控板以微控制器 STM32F205ZGT6 为核心,气阀驱动板的微控制器为 MKE06Z64 芯片,通过 CAN 总线连接主控板和气动板,USART 总线实现上位机与主控板的人机交互。满足筒子纱包装需求的同时,充分利用嵌入式技术尽可能地找到最优解,提高效率,降低用户的使用成本。

1 包装自动化生产线结构

筒纱包装自动化生产线控制系统是基于如图 1 所示的机械结构进行设计的。机械结构部分由生产线、气阀、立体库等组成。如图 2 所示,一条生产线装有一

个交流电机用于控制生产线的启动和停止,气阀位于图 1 中的每条生产线上。图 3 所示则是立体库的结构示意图。生产线输送筒子纱,动态秤进行称质量处理,各个气阀执行相应的动作,立体库配合计算使其满足包装要求。对此控制系统进行软件编写以及联机调试,实现了对自动输送筒子纱、称质量、出入立体库、套膜、翻转及排列套编织袋等机械部件的控制^[7]。同时,设计了 QT 上位机界面,用于保存筒子纱的数量、单个及整包的质量范围和立体库中筒子纱的质量。

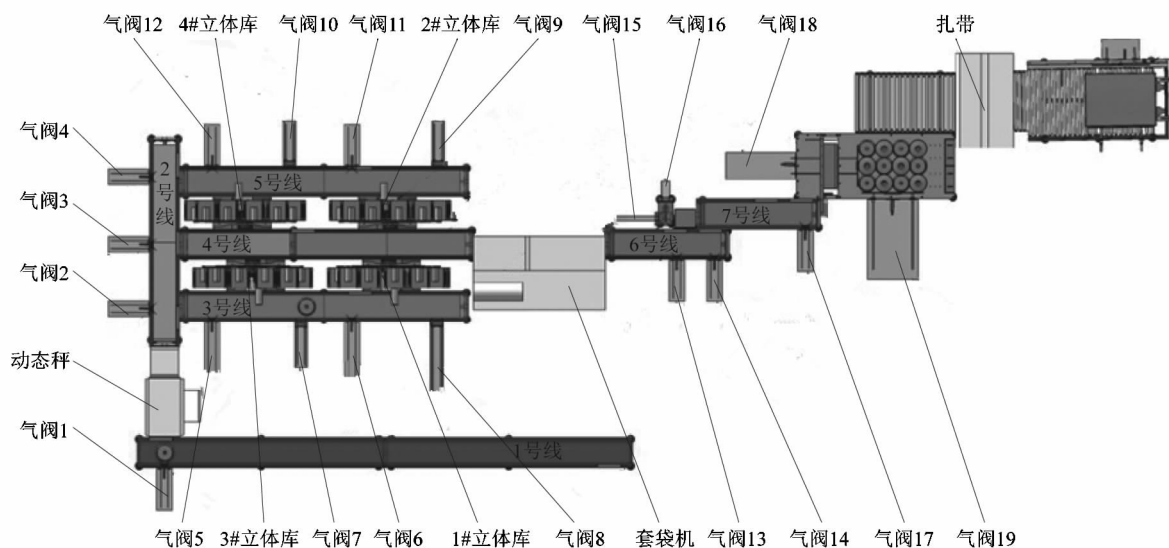


图 1 筒子纱包装自动化生产线机械结构

Figure 1 Mechanical structure of automatic package production line for cheese packaging

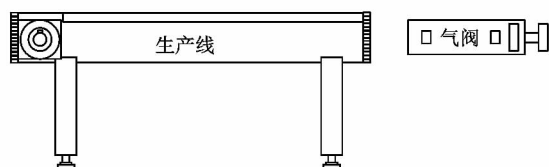


图 2 生产线和气阀结构

Figure 2 Production line and valve structure

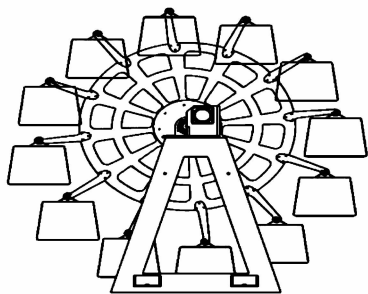


图 3 立体库结构

Figure 3 Stereo library structure

筒纱包装自动化生产线控制系统整体控制流程如图 4 所示。筒子纱通过人工或者机械运输到 1#生产线上,由气阀 1 推入动态秤称出每个筒子纱的准确质量,然后将数据发送给主控制器进行计算,评估筒子纱是否符合要求以及后续行经的路线:若经过的筒子纱符合要求,则通过 2#生产线上的气阀 3 推入 4#生产线;若不符合要求但该筒子纱符合进入立体库作为储存需求,则经过相应的计算会由 2#生产线上的气阀 2 或气阀 4 推入 3#或 5#生产线,然后由相应的气阀将其推入到已经到位的立体库中,此后再优先从剩下的立体库中出一个符合要求的筒子纱;若经过的筒子纱不符合要求且不可以入立体库,则从 2#生产线上流出。从 4#生产线经过的筒子纱通过套袋机套上一个透明塑料袋,根据客户指定的要求在 6#和 7#生产线上对已套好塑料袋的筒子纱进行翻转,然后由气阀 18 推入已经放好的编织袋,当一袋筒子纱包装好时,对编织袋进行缝口捆扎,之后继续向前运输到指定位置后由机械

手来搬动袋装筒子纱进行码垛。

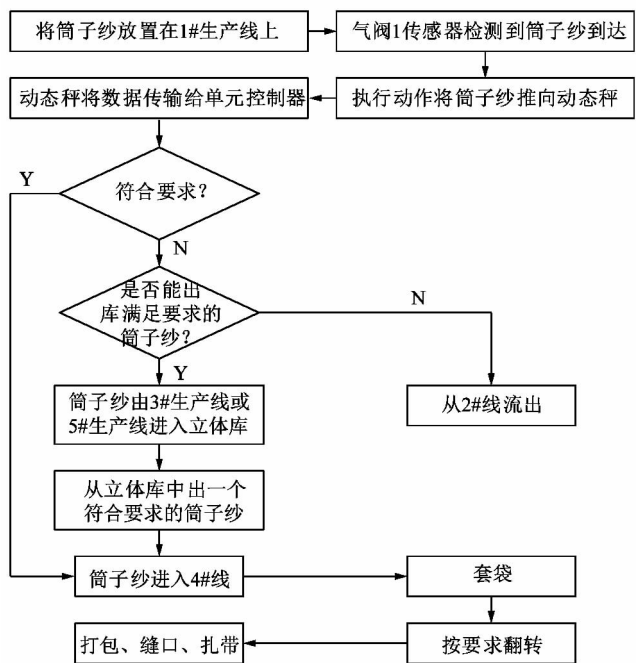


图4 控制流程图

Figure 4 Control flow chart

整个系统控制器控制筒子纱进入生产线、称质量、计算路线及翻转套袋等任务。筒子纱包装自动化生产线控制系统控制需求如表1所示。每条生产线上的各个控制单元及4个立体库的控制单元由单独的气阀驱动板控制,主控制板和各个气阀驱动板之间通过标准的CAN总线方式进行连接。各个气阀驱动板将采集到的数据进行相应的判断并发送信息给主控制板,主控制板将气阀驱动板需要执行的命令下发给各个气阀驱动板,将有关的数据信息发送给上位机长期存储,更直观地反映给客户有关筒子纱包装的相关信息。根据本系统的控制需求采用模块化控制,实现分散控制和集中管理^[8]。

表1 筒子纱包装自动化生产线控制系统控制需求表

Table 1 Control requirement list of automatic control system for package production line of cheese packaging

名称	芯片	通信	主要控制点
上位机	AM335X	USART	液晶显示屏
主控制器	STM32F205	CAN, USART	伺服电机
气阀板驱动制器	MKE06Z64	CAN	交流电机气阀

2 控制系统总体结构及硬件设计

课题组设计的筒纱包装自动化生产线控制系统适

应工厂的生产环境,从输送到称质量再到计算都要严格按照工厂的条件进行。根据分散控制和集中管理原则,整个控制系统分为上位机、主控制器及气动板驱动控制器。控制系统整体模块结构如图5所示。

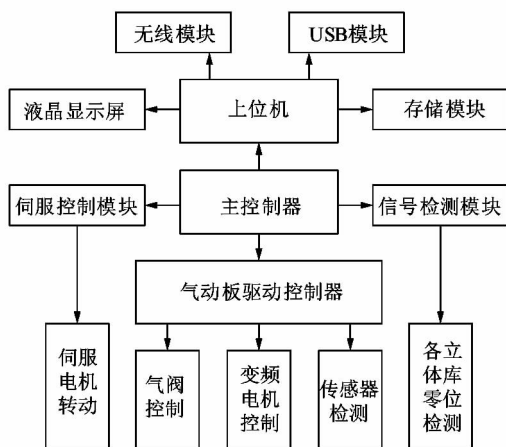


图5 控制系统整体模块结构

Figure 5 Overall module structure of control system

上位机以AM335X为主控芯片,运行Linux操作系统,QT编写界面。通过液晶显示屏与主控制器进行人机交互,保存主控制器上传的各种相关信息,由无线模块与远程web端进行数据的传输与监控。

主控制器采用了以微控制器STM32F205为核心芯片的嵌入式工控板,其具有2路CAN总线,2路RS485总线,8路输入电路,6路输出电路等。具有4路PWM,对应4个伺服电机驱动模块,这些模块按要求对立体库进行转动和稳定停止的控制。RS485总线和上位机进行通信,CAN总线和气动板驱动控制器进行通信。

气动板驱动控制器采用了以微控制器MKE06Z64为核心芯片的嵌入式工控板,其具有1路CAN总线,1路RS485总线,24路输入电路,12路输出电路,1路PWM控制交流电机运行。输入电路连接传感器接收其传输的信号并及时反馈给主控制器。输出电路连接气阀,通过主控制器传输的信号控制气阀的动作状态。

传感器主要采用漫反射式光电开关和对射式光电开关等,它们主要作用是检测传送带上的筒子纱和立体库寻找零位,并将信号通过气阀驱动板传送给主控制器,以便主控制器做出正确的判断。

3 控制系统核心程序开发

3.1 模块间的通信协议制定

当筒子纱进行入库、出库操作时,主控制器需要保

存或删除当前筒子纱的质量及位置。当筒子纱通过动态秤进行称质量后,把相应质量传给主控制器,主控制器计算筒子纱在整个生产线上的走向,由主控制器把需要更新的数据传给上位机。各个气动板驱动控制器回传筒子纱经过的信号给主控制器,主控制器根据之前计算的结果来控制气阀驱动板从而达到控制筒子纱走向的目的。

主控制器和上位机之间采用 Modbus 协议 RS485 总线通信^[9],通信的内容主要有包头、字节数、指令类型、指令代码、参数、校验码和包尾等。其中包头、包尾为固定内容;字节数为从指令类型至 CRC 校验的字节个数;指令类型分为工作测试(0xA0)、参数设置(0xA1)及传输应答(0xA2);校验码为除包头、字节数、包尾外所有数据累加 CRC16 位校验和。Data0 ~ Data2 为包头,Data3 为字节数,Data4 为指令类型,Data5 为指令代码,Data6 ~ Data9 为参数 1 ~ 4,Data10 ~ Data11 为 CRC 校验,Data12 为包尾。

主控制器和气动板驱动控制器采用 CAN 总线通信,以 CAN2.0B 协议为基础,使用 29 位扩展帧,再接 4 个字节作为数据 1 到数据 4,形成一帧完整的数据包。ID0 至 ID28 为 CAN 的 29 位扩展帧的每一位,ID0 至 ID7 为功能代码,主要有电机测试、电机运行及报警测试等,ID8 至 ID15 为指令代码,主要有测试指令、工作指令、称质量指令等,ID16 至 ID21 为 6 位目标地址 ID(接收方 ID),ID22 至 ID27 为 6 位目标地址 ID(发送方 ID)。

3.2 控制系统主程序设计

控制系统的流程如图 6 所示。初始化连接上位机成功后,设置参数。

开始按钮按下后系统进入工作状态,由企业操作人员或者传送装置将筒子纱放到 1#生产线上,筒子纱经过动态秤,称出的质量传送给主控制器,(若没有传给主控制器,则不对该筒子纱进行操作,使其从 2#生产线末端流出);然后主控制器根据接收到的筒子纱的质量先进行判断该筒子纱是否满足规定的单个筒子纱质量范围,之后计算该筒子纱的质量是否满足已设定好的算法(若不满足则该筒子纱进入立体库,再从立体库中出一个满足条件的筒子纱);已满足条件的筒子纱经过套袋机套上塑料薄膜,再根据要求调整大小头(一般每个编织袋内包装 3 列 4 排共 12 个筒子纱,且每个筒子纱与其相邻筒子纱的大小头朝向相反),进行套编织袋的打包操作,用机械手码垛到指定位置,完成一包筒子纱的包装。

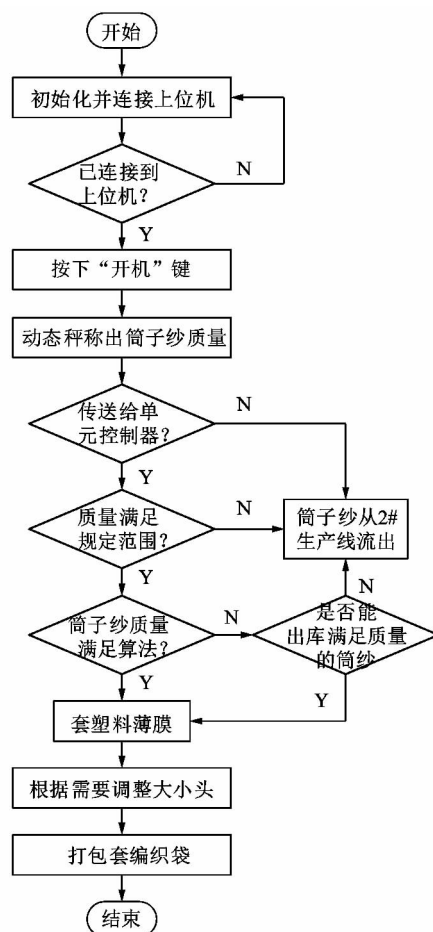


图 6 主程序流程图

Figure 6 Main program flow chart

3.3 立体库控制程序设计

该部分控制主要是对不满足要求的筒子纱进行调整和从立体库中选择出合适的筒子纱进行下一道工序。程序流程图如图 7 所示。

立体库动作过程控制:考虑效率和工艺要求,先在动态秤通过 5 个满足单个质量要求的筒子纱,接下来通过第 6 个筒子纱,计算出这 6 个筒子纱的质量和 M 。为判断第 6 个筒子纱是否符合要求,可从立体库中选出剩余的筒子纱(与前面的筒子纱个数组成 12 个一包),计算出总质量 W 。总质量 W 符合设定要求,则证明该筒子纱满足要求,进入下一道工序;总质量 W 不符合要求,若能从立体库中找出满足要求的筒子纱,则进行入库、出库操作,若找不出满足的筒子纱,则该筒子纱从 2#生产线流出。之后通过的筒子纱计算方法以此类推,直到满足一包 12 个筒子纱全部符合条件为止,然后又从第 1 个开始重新进行新一包的筒子纱打包操作。

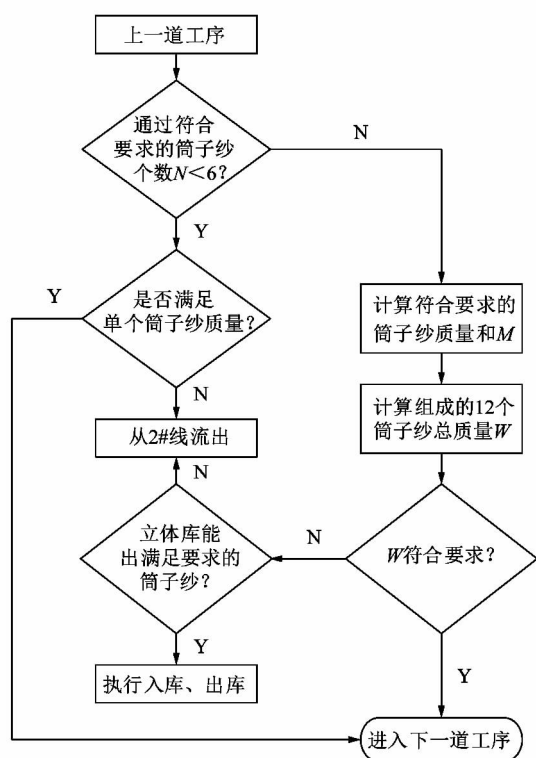


图7 立体库控制程序流程图

Figure 7 Flow chart of stereo library control program

3.4 翻转机构控制程序设计

上位机获取生产要求数据下传给主控制器,经过数据解析后发送给气动板驱动控制器。按指令对经过的筒子纱进行翻转操作,保证包装一袋筒子纱的效果达到实际要求。每次更换实际打包要求时只需改变上位机上的数据,就能获得最终需要的效果。设置如图8所示。



图8 筒纱正反设置图

Figure 8 Positive and negative layout of tube yarn

4 实验测试

为了测试采用的通信方式是否能正常工作,进行了CAN总线和RS485总线信号的实验测试。

4.1 CAN总线信号传输特性测试

CAN模块以CAN2.0B协议为基础,采用29位的扩展帧,1 Mbit/s的比特率,每传输1 bit需用时1 μ s。示波器所测波形如图9所示,显性和隐性电平相差2 V左右,符合CAN总线电气特征。起始位、仲裁段、控制段、数据段及CRC分隔符等共125位,故一帧数据理论上需要125 μ s,图中测量的传输时间符合要求。

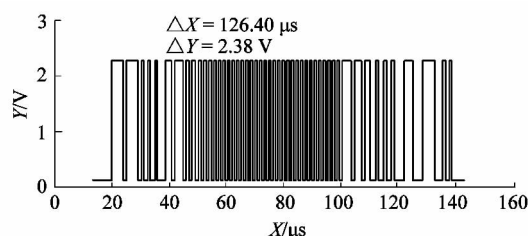


图9 CAN总线信号传输特性测试

Figure 9 CAN bus signal transmission characteristic test

4.2 RS485总线信号传输特性测试

采用Modbus RTU协议来进行RS485总线数据传输,每包12个字节,115 200 bit/s的比特率。传输一包指令,测得的波形如图10所示,波形为差分波形,抗干扰能力强。图中测得所需时间为1.14 ms,符合控制要求,且波形正向电平为+1.4 V左右,负向电平为-1.4 V左右,满足RS485总线电气特性。

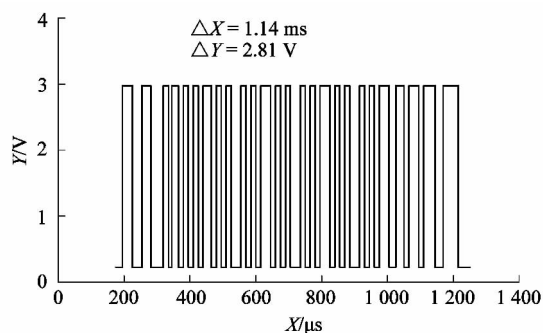


图10 RS485总线信号传输特性测试

Figure 10 RS485 bus signal transmission characteristic test

5 结语

该系统根据筒子纱包装的任务需求,确定了主控制器和气动板驱动控制器的工作流程,开发了由主控

制器、气动板驱动控制器及上位机组成的筒子纱包装自动化生产系统。上位机通过 RS485 总线实现筒子纱信息的上传与记录、数据的生成和报表输出;主控制器根据动态秤发送的筒子纱的质量,通过相应的算法计算出筒子纱的路径;气动板驱动控制器与主控制器通过 CAN 总线通信得到筒子纱的路径,执行相应的动作。课题组所设计的筒子纱包装配质量方案完成了实验室测试,结果表明该控制系统可以完成筒子纱包装任务。

参考文献:

- [1] 王高富,卜竹起,张志君.卜公茶皂素筒子纱前处理工艺研究[J].染整技术,2012,34(1):38.
- [2] 张德瑞.筒子纱自动包装成套设备的设计与实现[D].济南:山东大学,2014:16.
- [3] 李瑞琴,楚淑芳,李清.筒子纱自动装袋系统结构与仿真[J].包装工程,2017,38(9):157.
- [4] 郑军,马崇启,吕汉明.分布式筒子纱自动收集与输送系统开发[J].棉纺织技术,2015,43(3):10-14.
- [5] 谢楠,吕汉明,马崇启.分布式筒子纱包装与码垛控制系统开发[J].棉纺织技术,2016,44(11):65-68.
- [6] 陈纪旸,马思乐,丁为飞,等.自动称重喷码系统的设计与实现[J].制造业自动化,2016,38(7):19.
- [7] 程浩宇.筒子纱生产物流及包装系统的设计与开发[D].济南:山东大学,2015:23.
- [8] 陈队范,刘琳.一种筒子纱自动装袋装置及其装袋方法:105151396A[P].2015-12-16.
- [9] SIMIONESCU P A. Design of planar slider-rocker mechanisms for imposed limit positions, with transmission angle and uniform motion controls[J]. Mechanism and Machine Theory, 2016, 97: 85-99.



杭州轻工技师学院

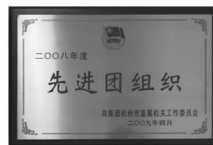
H a n g z h o u Q i n g g o n g T e c h n i c a l S c h o o l

自强文明 团结进步

【学校概况】

杭州市轻工高级技工学校隶属于杭州市人力资源和社会保障局,是一所集学历教育、技能培训与鉴定为一体的多功能、综合性的高级技工学校。建校50多年来,学校始终坚持以就业为导向、以技能为核心的办学理念,面向市场办学,不断提升办学层次,努力提高办学满意度。

学校地处杭州市中心,地理位置优越,交通便捷,建筑面积共计36 905.12平方米,在校学生2 256人。学校师资队伍结构合理,教师132名,专职教师86名,其中,具有高级职称的教师占20.4%,中级职称的教师占27.3%。现开设专业有:药物制剂、数控加工、机械设备装配与自动控制、服装设计与制作、装潢艺术设计、计算机网络应用、会计7个专业。



地址: 浙江省杭州市莫干山路102号 邮编310011 校长: 杨国强 电话: 0571-85192066 网址: www.hzqgjx.com