

# 塑料科技®

ISSN1005-3360  
CN 21-1145/TQ

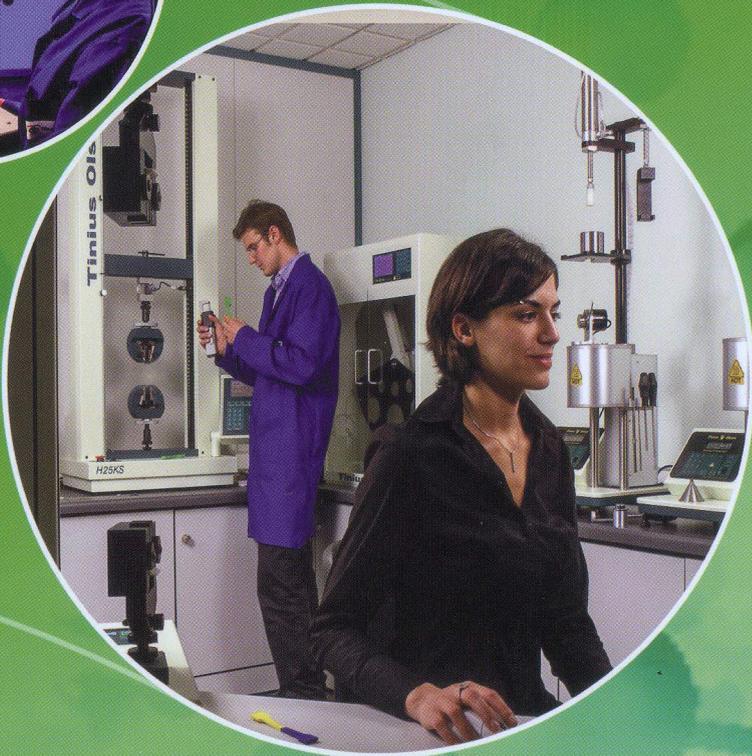
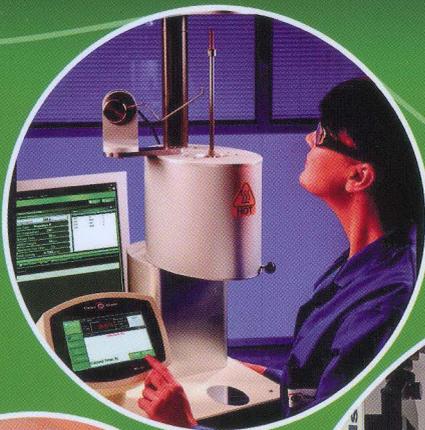
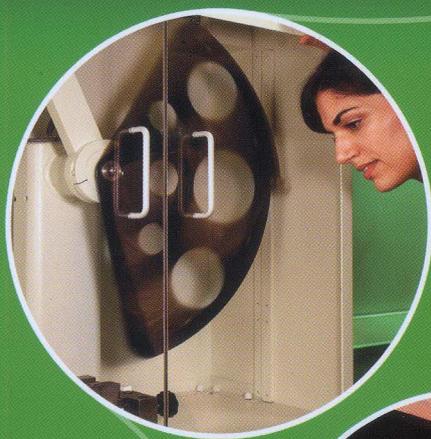
## Plastics Science and Technology

■ 中文核心期刊 ■ 中国科技核心期刊 ■ CA/AJ收录期刊 ■ 荣获首届《CAJ-CD规范》执行优秀奖

### 材料测试解决方案 全面提升橡塑产品竞争力

我们的仪器可进行如下测试：

- 拉伸测试
- MFR
- 悬臂梁测试
- 熔融指数
- 弹性测试
- 维卡测试
- 撕破测试
- 热变形测试
- 硬度测试
- 简支梁指数
- MVR
- 脆性测试



  
**SDL ATLAS®**

SDL Atlas Ltd. 锡莱亚太拉斯有限公司

深圳 电话: 86 (755) 2671 1168  
香港 电话: (852) 3443 4888  
北京 电话: 86 (10) 6581 5766  
上海 电话: 86 (21) 6121 3788  
电邮: info@sdlatlas.com.cn

传真: 86 (755) 2671 1337  
传真: (852) 3443 4999  
传真: 86 (10) 6581 1722  
传真: 86 (21) 6121 3799  
网址: <http://www.sdlatlas.com.cn>

ISSN 1005-3360



9 771005 336074



2018 · 3

第46卷/月刊 (总第311期)

<http://slkj.cbpt.cnki.net>

# 塑料科技<sup>®</sup>

SULIAO KEJI

中文核心期刊 中国科技核心期刊

■ CA收录期刊 ■ AJ收录期刊

■ 荣获首届《CAJ-CD规范》

执行优秀奖

月刊·公开发行·1973年创刊

邮发代号：8-177

第46卷第3期 (总第311期)

(2018年3月10日出版)

● 主管：辽宁省经济和信息化委员会

● 主办：大连塑料研究所有限公司  
中国塑料加工工业协会  
深圳市高分子行业协会  
大连市塑料行业协会

● 协办：锡莱亚太拉斯有限公司

● 编委会主任委员：曹 俭

● 编委会副主任委员：孙成伦 吴 宪  
乔文路

● 编委 (按姓氏笔划排序)：

于文杰 于 翔 王成云 王克智  
王海鹰 王敏杰 戈明亮 田福祥  
田 岩 冯 钠 刘 姝 刘俊龙  
何冰强 金晓明 罗居杰 杨雅琦  
戚春晓 甄卫军 雷 文

● 编辑及出版：《塑料科技》编辑部  
(116033 大连市周家街11号)

● 电话/传真：(0411) 86601793

● <http://slkj.cbpt.cnki.net>

● E-mail: [slkj@dsvy-cn.com](mailto:slkj@dsvy-cn.com)

● 名誉主编：于文杰

● 主 编：王海鹰

● 本期编辑：王海鹰

● 英文编辑：王海鹰

● 印刷：大连市东晟印刷有限公司

● 发行：大连市邮政局

● 订阅：全国各地邮政局

ISSN 1005-3360

● 中国标准连续出版物号：CN 21-1145/TQ

● 广告经营许可证：许可证号 201019

● 刊名商标注册证：第 744147 号

● 定价：每本 18.00 元

● 国外发行：中国国际图书贸易集团有限公司  
(北京市海淀区车公庄西路35号)

● 国外发行代号：M3311

● 广告联络：大连 联系人：肖 红

电 话：0411-86598957

传 真：0411-86601793

深圳 联系人：叶远锋

电 话：0755-83461622

传 真：0755-83461657

E-mail: [szsj2004@126.com](mailto:szsj2004@126.com)

## ● 理论与研究

- 不同类型聚氨酯微孔膜的制备与性能 ..... 27  
刘美惠, 沈惠玲
- ABS高胶粉对ABS/PET/PETG合金的增韧研究 ..... 32  
王美琳, 刘晓丽, 李志英, 刘凤岐
- PEEK/GF/CNTs复合材料的制备及性能研究 ..... 36  
吴立豪, 曲敏杰, 宁 洋, 乔占凤, 万长宇
- UV本体聚合制备压敏胶的性能研究 ..... 40  
贺贝贝, 解一军
- 溢流槽对微注塑成型iPP制品的增强作用 ..... 46  
刘志柱, 李乐乐, 郑国强, 秦 琦, 米立伟
- 无机粒子改性PPR复合材料力学性能研究 ..... 51  
李统一, 宋科明, 王 禹, 胡伦根
- GE/AlN/CO-PA导热复合材料的制备与性能研究 ..... 55  
刘 欣, 杨 哲, 魏红林, 房关彪, 何海峰
- PB/红麻复合材料的力学性能研究 ..... 62  
贾 婷, 曲敏杰, 郝俊喆, 成丽清, 陈志娟, 王书唯, 张勇杰

## ● 加工与应用

- 超细活性碳酸钙在PVC电线电缆料中应用的研究 ..... 66  
宋建强, 彭鹤松, 甘昆秀, 冯才敏
- 复配型成核剂在聚丙烯T30S中的应用研究 ..... 70  
王 悦, 黄 捷, 王 波, 汤粤豫, 田小艳

## ● 生物与降解材料

- 竹炭增强膨胀阻燃聚乳酸的制备及其热降解行为研究 ..... 73  
赵 巍, 齐先志, 王晓霖
- 可完全生物降解PLA/PPA/PBS薄膜的制备与性能研究 ..... 78  
张 也, 张会良, 李 义, 佟 毅, 刘志刚
- 阻燃竹纤维增强聚乳酸复合材料降解性能的研究 ..... 85  
庞锦英, 陆春道, 蓝春波, 莫美忠, 刘钰馨, 黄春兰, 谭登峰

## ● 计算机辅助技术

- 基于灰色关联度和BP神经网络的多级注塑成型工艺参数优化 ..... 91  
车应田, 刘泓滨, 火寿平
- 基于Polyflow的塑料流延模具设计与仿真分析 ..... 97  
孙全颖, 曲汐研
- 基于BP-TGA算法的注塑成型工艺参数优化 ..... 102  
曹素兵, 朱 婵
- 挤出机头流道的有限元模拟和优化 ..... 107  
贾 辉, 张礼华, 邱建成

## ● 塑机与模具

- U型装饰卡条热流道注塑模设计 ..... 111  
汤小东
- 聚丙烯装置挤压造粒机切刀使用寿命影响因素及改进方案 ..... 116  
雷佳伟
- 按钮注塑CAE与双斜抽芯机构模具设计 ..... 120  
李有兵

## ● 理化测试

- 婴幼儿塑料奶瓶中二苯甲酮和4-甲基二苯甲酮等光引发剂的UHPLC-MS/MS测定 ..... 125  
赵 凯, 周 勇, 丁枫芸, 徐坚琪, 卢 伦, 何晖晖

## ● 助剂

- 六苯氧基环三磷腈对PA6阻燃性能的影响 ..... 129  
周 旺, 龙丽娟, 于 杰

## ● 评述

- 无针熔体静电纺丝的研究进展 ..... 134  
杨 涛, 何雪涛, 丁玉梅, 谭 晶, 杨卫民, 李好义
- 当今世界淀粉塑料行业的发展现状——北美 ..... 140  
郭 斌, 韩梓军, 薛 如, 银 鹏, 李盘欣, 梁 浩
- 单组分膨胀型阻燃剂的研究进展 ..... 144  
刘 巍, 江文雪, 孔 淳, 黄浩祯, 于守武

## ● 专利介绍

- 国外塑料专利 ..... 150
- 中国塑料专利 ..... 151

# 按钮注塑CAE与双斜抽芯机构模具设计

## Mould Design of Button Injection CAE and Double Inclined Core Pulling Mechanism

李有兵 Li Youbing

- 广州城建职业学院, 广东 广州 510925  
- Guangzhou city construction college, Guangzhou 510925, China

● 摘要: 分析了塑料按钮的结构及成型工艺, 针对塑件材料性能、外部形状及内部深腔特征, 设计了对称分布的注塑模具结构, 包括: 将二套双斜导柱的侧向分型抽芯机构用于同一模具, 采用塑件内凹为顶出位和确保开合模行程有效的复位结构及其模具的浇注系统、组合式的型腔、复位及顶出机构等。并就浇注系统进行注射模流分析, 同时得到了: 模具充填时间为0.595 6 s; 塑件顶出时间为82.34 s; 最大注射压力为27.293 5 MPa; 最大锁模力为6.520 7 t, 为注塑按钮制品提供了参考。

● Abstract: The structure and molding process of the plastic button are analyzed. According to the plastic material properties, external shape and internal deep cavity characteristics, an injection mold structure with symmetrical distribution is designed. It includes the following two parts: the double side inclined guide column's side parting core pulling mechanism is used for the same mold, and the structure of the concave part of the plastic part is used as the top and out position to ensure the effective running of the opening and closing die, and the gating system, the combined cavity, the reset and ejection mechanism of the mould. The injection mold flow analysis of the gating system is carried out. At the same time, the mold filling time is 0.595 6 s, the ejection time of the plastic part is 82.34 s, the maximum injection pressure is 27.293 5 MPa, the maximum clamping force is 6.520 7 T, which provides a reference for injection button products.

● 关键词: 按钮; 注塑CAE; 模具; 双斜侧抽芯

● 中图分类号: TP391.7

● 文献标识码: A

● Key words: Button; Injection CAE; Mould; Double oblique side core pulling

热塑性塑料注塑模具设计时, 模具的成型部件、浇注系统、脱模机构以至于模具的具体加工工艺, 都必须考虑塑料原材料的性能、塑件尺寸、技术要求及制品的使用场合, 以确保满足产品的使用<sup>[1-2]</sup>。下面结合双斜侧抽芯机构在按钮注塑模具中的应用, 就注塑模设计的一般过程进行了探讨。

## 1 结构特点

图1所示为按钮及其实体造型。该产品为一长方体形塑件, 一端为凸圆弧形, 另一端是中间半圆内凹, 在半圆内凹端有一保证壁厚均匀的结构设计, 它是R4.5的半圆扇面, 深24.3 mm的掏空深腔; 长方体二个主表面分布有四个呈扇形排列的凹槽, 一个 $\phi 6$  mm的通孔, 另有一带内六角台阶 $\phi 3.6$  mm的通孔。产品材料为改性丙烯腈-丁二烯-苯乙烯塑

料(ABS), 需对塑件表面进行镀前抛光。

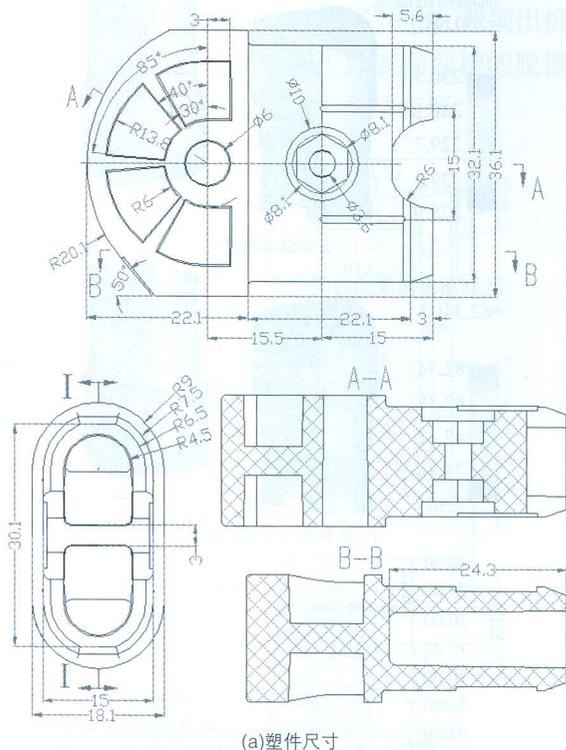
从图1可见, 按钮制品结构复杂, 成型相互垂直的塑件主表面与掏空深腔是注塑模具的设计重点; 按钮结构具有不对称性, 为尽可能使模具受力均匀, 提高注射效率, 降低模具制造成本, 按钮模具采用一模二腔形式。

## 2 成型工艺分析

### 2.1 材料分析

ABS是一种由三种单体聚合而成的非结晶型高聚物, 具有强度高、韧性好、不透明等优点, 综合性能优良、用途广泛, 适合用于生产复杂形状制品, 塑件成型后有较好的光泽。ABS的密度为1.02~1.05 g/cm<sup>3</sup>。因ABS中有丁二烯, 其耐热性不高, 为避免制品与模具黏连, 在注塑时一般设置定模温度为

70~80℃,动模为50~60℃。



(a)塑件尺寸

(b)塑件3D

▲ 图1 按钮及造型

Fig.1 Button and shape

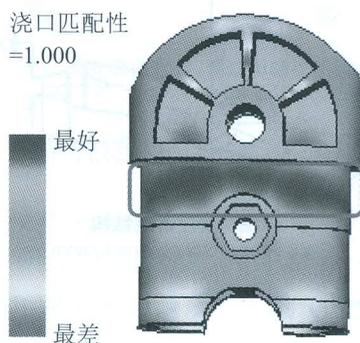
## 2.2 塑件结构与分型

从图1可见,按钮内表面可通过一个型芯成型。考虑到用户使用时与R20.1处圆弧面接触及尽可能达到成型时平衡注射,制品外表面可采用二瓣对开组合凹模和一侧向凹模组合的形式。塑件中 $\phi 6$  mm、 $\phi 3.6$  mm通孔和内六角台阶采用镶嵌型芯成型。

为保证塑件主要表面的成型,使分型面处在最大断面尺寸处,且尽可能与开合模方向平行,按钮的主分型面确定在如图1中I-I所示平面位置。而塑件内掏空深腔的成型可采用一侧向分型与抽芯机构。上述分型面与侧向分型及抽芯机构的构造,也满足了模具注射过程中排气与脱模时的进气需要。

## 2.3 制品工艺质量

按钮整体尺寸不大,具有较大的壁厚,最薄处为2 mm。从图2运用模流分析软件MFI对按钮最佳浇口位置的分析结果中可见,在图2中框选位置即塑件的中间部位可作为浇口开设位置,同时在适当控制原材料干燥度、料流及模具温度的情况下,制品产生缩孔和气泡等缺陷的可能性很小。



▲ 图2 浇口位置分析

Fig.2 Gate position analysis

## 3 浇注系统

### 3.1 浇注系统设计

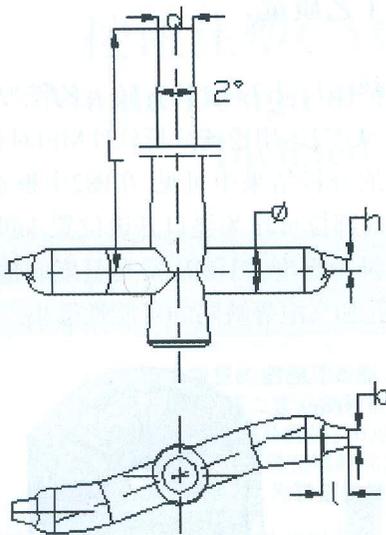
本模具结构为一模二腔,同时塑件外表面不允许有缺陷。考虑生产过程的连续性,为方便取料和实现塑件与浇注系统联接处的自动分离,采用带主流道与分流道的潜伏式点浇口。为便于拉出主流道凝料,将主流道设计成 $2^\circ$ 圆锥,内表面粗糙度 $R_a$ 为0.8。考虑分流道出料方便,易于制造,热量损失、流动阻力、比表面积等均较小,参考动板与定模的组合形式,分流道采用圆形截面。

按钮塑件体积为 $13.7 \text{ cm}^3$ ,质量为 $14.4 \text{ g}$ 。查参考文献<sup>[7]</sup>,选取理论注射量为 $33 \text{ g}$ 的注射机,其喷嘴部位直径 $d_0=3.5 \text{ mm}$ ,主流道入口(与注射机喷嘴相连处)直径 $d=d_0+(0.5\sim 1)=4 \text{ mm}$ ;主流末端直径为:

$$D = d + 2L \tan \frac{\alpha}{2} = 6.3 \text{ mm} \quad (1)$$

式中: $d$ —主流道入口直径, mm; $d_0$ —注射机喷嘴直径, mm; $D$ —主流道末端直径, mm; $L$ —主流道全长, mm; $\alpha$ —主流道锥角,  $^\circ$ 。

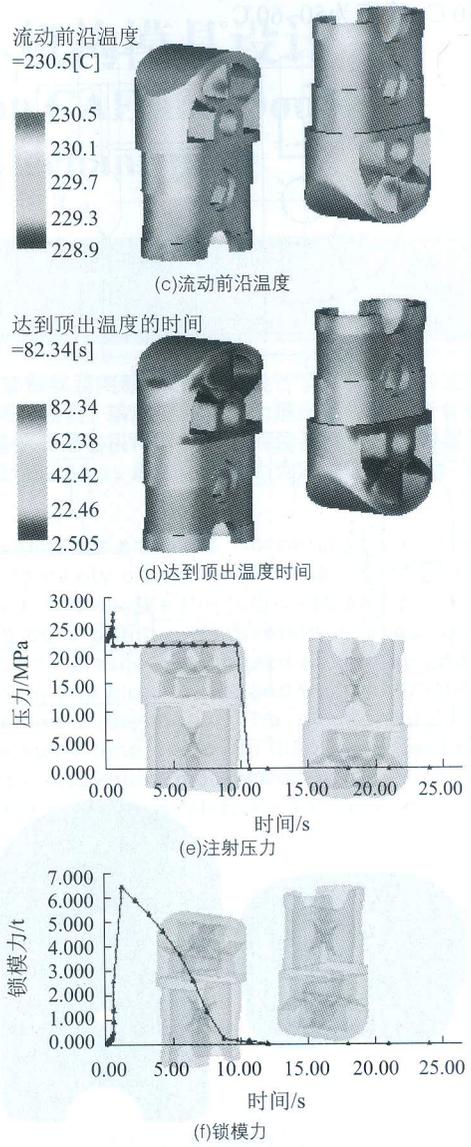
分流道的设计参考文献<sup>[3-5]</sup>中浇注系统的分流道参数设计部分。浇注系统结构如图3所示。



▲ 图3 浇注系统结构  
Fig.3 Structure of pouring system

### 3.2 模流分析

在模具中,浇注系统直接决定了注塑件质量的好坏,借助Moldflow软件对设计的浇注系统进行注塑模流分析,可有效减少试模修模次数。图4为利用MFI对按钮塑件进行模流分析的结果,可见:模具浇注充填需时0.595 6 s(图(a));注射时从速度控制切换为压力控制时的压力5.698 MPa(图(b));熔体流动前沿温度是228.9~230.5℃(图(c));达到塑件顶出时间为82.34 s(图(d));最大注射压力在0.588 7 s时出现,为27.293 5 MPa(图(e));最大锁模力为6.520 7 t,如图4(f)所示。



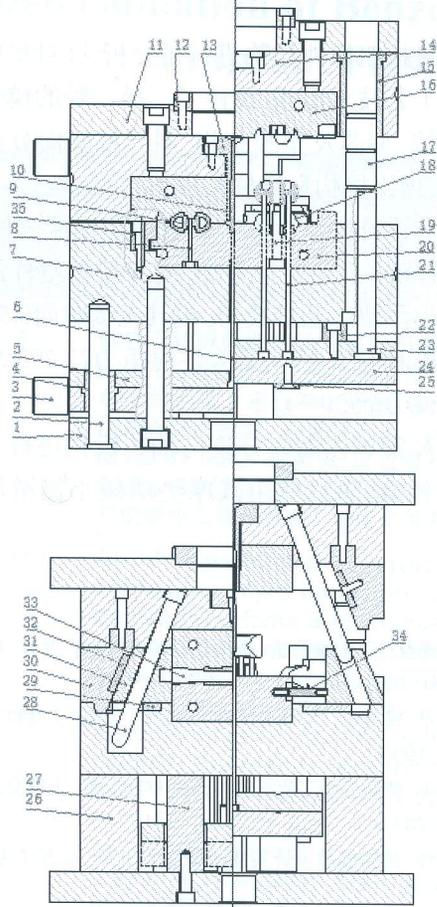
▲ 图4 模流分析  
Fig.4 Model flow analysis

由图4(b)可见,料流在型腔中流动末端处压力为0(A、B处有未被填充部分),而塑件中其他部位压力梯度分布均匀,表明注塑期间无滞流、溢料等;从图4(c)熔体流动前沿温度看,注塑时料流前沿温度与料温(熔体注射温度230℃)接近,其温度波动远小于正常的2~5℃,熔体充填理想。上述结果表明,浇注系统设计合理,达到了注塑时的流动平衡,适合按钮塑件注塑成型。

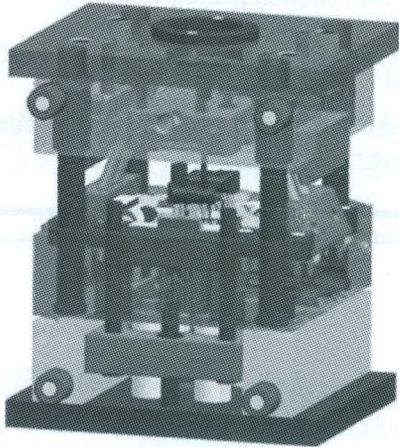
## 4 模具结构

模具的设计主要包括浇注系统、型腔、导向机构、复位机构及顶出机构等。图5为按钮塑件注塑模具结构,图6是模内呈左右对称分布的塑件、浇注

系统与推出系统。模具使用了二套利用开模力进行分型的双斜导柱侧向分型抽芯机构;在顶出机构的设置上,将顶出位置设在工件表面凹槽的脱模阻力较大区域,最大限度地减少产品变形。



(a) 模具结构

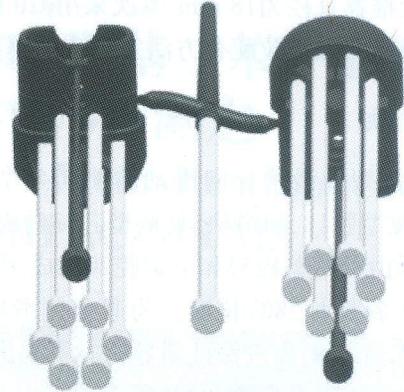


(b) 模具3D

- 1-动模固定板; 2-顶出机构导柱; 3-承重点; 4-顶出机构导套;
- 5-顶出固定板; 6-中心顶杆; 7-动模; 8-型芯A; 9-塑件; 10-浇注凝料;
- 11-定模固定板; 12-定位圈; 13-浇口套; 14-定模; 15-导套; 16-上型腔;
- 17-导柱; 18-侧型腔; 19-型芯B; 20-下型腔; 21-顶出杆; 22-限位块;
- 23-回程杆; 24-顶出板; 25-支承钉; 26-垫板; 27-支承柱; 28-斜导柱;
- 29-减摩擦垫; 30-斜楔块; 31-斜滑块; 32-减摩擦块; 33-侧型芯; 34-拉钉;
- 35-滑槽盖板

▲ 图5 按钮注塑模具结构与造型

Fig.5 The structure and modeling of the injection mould for the button



▲ 图6 模内塑件、浇注与推出系统

Fig.6 Plastic parts, pouring and ejection system in die

### 4.1 型芯及型腔结构

注塑模具采用组合式型腔和型芯。成型按钮外表面的型腔主要由型芯A8、上型腔16、型芯B19、下型腔20和固定于斜滑块31上的侧型腔18组合形成,它们的联结形式见图5模具结构。成型按钮内表面的型腔主要固定于斜滑块31上的侧型芯33。

### 4.2 侧向分型抽芯机构

#### 4.2.1 斜导柱

图5中28所示为斜导柱,取其倾角 $\alpha=20^\circ$ 。侧型芯33的理论抽拔距离 $S$ 从图1中可见为24.3 mm。斜导柱的工作长度 $L$ <sup>[6]</sup>可由式(2)计算得到:

$$L = \frac{S}{\sin\alpha} = 71 \text{ mm} \quad (2)$$

相应所需开模行程 $H=Scot\alpha=24.3 \text{ mm}$ 。为保证模具正常稳定工作,设计时取斜导柱长度为128 mm,开模行程为70 mm。

模具中单一侧型芯的抽芯力为:

$$F_c = Chp(\mu\cos\alpha - \sin\alpha) \quad (3)$$

式中: $F_c$ —侧向抽芯力, N;  $C$ —侧型腔截面平均周长, mm;  $h$ —侧型腔成型部分的深度, mm;  $p$ —塑件包裹侧型芯的包紧力,取 $p=12 \text{ MPa}$ ;  $\mu$ —塑件在热状态时对钢的摩擦系数,取 $\mu=0.2$ ;  $\alpha$ —脱模斜度,取 $\alpha=0.6^\circ$ 。

代入参数计算得出 $F_c=8.5 \text{ kN}$ ,模具采用双斜导柱结构,故每支斜导柱所受抽芯力 $F_c=4.3 \text{ kN}$ 。查参考文献<sup>[7]</sup>中“最大弯曲力与抽芯力和斜导柱倾角的关系”表,当斜导柱倾斜角 $\alpha=20^\circ$ 、抽芯力 $F_c=4.3 \text{ kN}$ 时,最大弯曲力 $F_w=5 \text{ kN}$ 。查“斜导柱倾角、高度、最大弯曲力、斜导柱直径之间的关系”表<sup>[8]</sup>,得到斜导

柱工作段推荐直径为18 mm,本次采用 $\phi 20$  mm的斜导柱。斜导柱以过盈配合方法安装在定模14上。

#### 4.2.2 侧滑块

采用T型导滑槽导向滑动的侧向分型与抽芯机构,由侧型腔18、斜滑块31、侧型芯33构成;T型导滑槽主要由滑槽盖板35和下型腔20构成,滑块行程取决于斜导柱28的长度。为避免侧滑块脱出T型导滑槽,开模距离应保证斜导柱28不脱出斜滑块31。侧向滑块组合形式如图5所示。

模具侧滑块组的锁紧由斜楔块30通过楔紧实现,斜楔块30的楔紧面倾角为 $22^\circ$ 。在锁紧时,斜导柱与侧滑块倾斜孔外侧留有0.4 mm间隙,避免开模时侧滑块与楔紧面间产生干涉。

为减少因滑块长时间使用造成摩擦增大,引起侧向抽芯力的增加,在模具中装有如图5所示的减摩垫29和减摩块32。

#### 4.3 顶出机构

因按钮外部有内凹和二处通孔,为保证顺利脱模,又不影响制品外观,模具中采用了如图6布置的顶出杆。整套顶出机构由穿过下型腔20和动模7的15根 $\phi 3.5$  mm顶出杆、顶出固定板5、顶出板24和顶出机构导柱2、导套4等零件组成。为避免顶出机构超程顶出,模具上采用了限位钉22。

#### 4.4 其他机构

为提高按钮注塑模的工作可靠性,模具中采用了4根回程杆23和固定在回程杆上的回程弹簧组成的先复位机构。它既具有弹簧先复位机构的结构

简单优点,又克服了弹力小,弹簧易疲劳失效的缺陷。

## 5 结语

(1)对按钮塑件结构进行了分析,针对塑件结构和成型工艺技术要求,设计了一模二腔的模具及其浇注系统、型芯及型腔结构、斜导柱侧向分型与抽芯机构、顶出机构和复位机构等。

(2)对设计的浇注系统进行注塑模流分析,结果表明,该浇注系统设计合理,适合按钮塑件注塑成型。所得注塑工艺参数为:模具充填时间0.595 6 s,塑件顶出时间82.34 s,最大注射压力27.293 5 MPa,最大锁模力6.520 7 t。

(3)对斜导柱侧向分型与抽芯机构进行了详细的设计计算,同时使用减摩垫块减小侧滑块的磨损。

#### 参考文献:

- [1] 塑料模设计手册编写组. 塑料模设计手册[M]. 北京: 机械工业出版社, 2002.
- [2] 冯炳尧. 模具设计与制造简明手册[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1990.
- [3] 何冰强. 塑料成型工艺与模具设计[M]. 上海: 上海交通大学出版社, 2011.
- [4] 张维合. 注射模具设计实用教程[M]. 北京: 化学工业出版社, 2007.
- [5] 尚广庆,孙春华,杨莉莉,等. 基于逆向工程的注塑模具快速设计[J]. 机械设计与制造, 2011(10): 226-227.
- [6] 张南. 长距离斜抽芯注射模设计[J]. 模具工业, 2009, 35(6): 57-59.
- [7] 何冰强,高汉华,等. 塑料模具设计指导与资料汇编[M]. 2版. 大连: 大连理工大学出版社, 2009.

### 行业动态

#### 欧洲制造商研发出一种高性能PE抗静电膜

据外媒报道,近日欧洲一家制造商成功应用OCSiAl公司的TUBALL单壁碳纳米管生产了一种高性能PE抗静电膜,与纯膜相比,这些抗静电PE吹塑薄膜的透光率为90%,垂直方向的断裂应力增加约60%,可保持永久导电性。

通过易于处理的TUBALLMATRIX810浓缩物引入0.01 wt.%的TUBALL纳米管,表面电阻率达到 $5 \times 10^9 \sim 1 \times 10^{11} \Omega/\text{sq}$ ,符合ANSI/ESDS541-2003和IEC61340-5-1-2007关于防止包装材料静电效应的标准。与纯膜相比,这些抗静电PE吹塑薄膜的透光率为90%,这是用炭黑无法实现的,此外,垂直方向的断裂应力增加约60%,这提高了该PE膜的耐久性。

DOI: 10.3969/j.issn.1009-9492.2018.12.032

# 柔性生产线智能控制系统设计

李有兵, 林勇

(广州城建职业学院, 广东广州 510925)

**摘要:** 柔性生产线采用模块化设计, 具有结构简单、组装灵活、安全稳定的特性, 能根据实际需求增减设备, 广泛应用于生产的各个领域, 能有效提升企业的生产力和竞争力。以一条由供料单元、加工单元、分拣单元、输送单元和分类仓储单元组成的柔性生产线, 阐述柔性生产线智能控制系统设计的整个过程。该柔性生产线组装简单, 系统布置合理, 运行安全稳定, 且可根据实际需要增减设备, 具有很好的应用价值。

**关键词:** 柔性生产线; 模块化设计; 智能控制系统; 系统布置

中图分类号: TP278

文献标识码: A

文章编号: 1009-9492(2018)12-0102-04

## Design of Intelligent Control System for Flexible Production Line

LI You-bing, LIN Yong

(Guangzhou City Construction College, Guangzhou 510925, China)

**Abstract:** Flexible production line applies modular design and has the characteristics of simple structure, flexible assembly, safety and stability. It can increase or decrease equipment according to actual demands, and is widely used in various fields of production. It can effectively enhance the productivity and competitiveness of enterprises. A flexible production line consisting of a feeding unit, a processing unit, a sorting unit, a conveying unit and a classified warehousing unit was used to illustrate the whole process of the design of the intelligent control system for the flexible production line. The flexible production line has the advantages of simple assembly, reasonable system layout, safe and stable operation, and can increase or decrease equipment according to actual needs, which has good application value.

**Key words:** flexible production line; modular design; intelligent control system; system layout

### 0 引言

随着《中国制造 2025》国策的提出, 装备制造产业转型升级步伐的加快, 人力资源成本的增加, 劳动集约型的生产方式逐步被淘汰<sup>[1]</sup>。目前, 柔性生产线已经广泛应用于生产的各个领域, 能有效提高工厂的生产效率及产品的质量、改善工作环境、降低能源的损耗、节约材料, 降低企业生产成本, 提高了企业的竞争力<sup>[2]</sup>。

### 1 柔性生产线总体结构设计

柔性生产线控制系统采用模块组合式结构, 主要包括供料单元、加工单元、分拣单元、仓储单元、输送单元 5 个单元, 每个单元都可自成一个独立的控制系统, 总体结构如图 1 所示。该系统具备模块化和开放式的特性, 可以根据实际需要添加其他应用模块, 主要应用于机械制造、加工装配等方面。

### 2 柔性生产线工作流程设计

该柔性生产线将供料单元中的工件进行加工, 经分拣后, 工业机器人将工件自动分类存储的全自动化智能控制

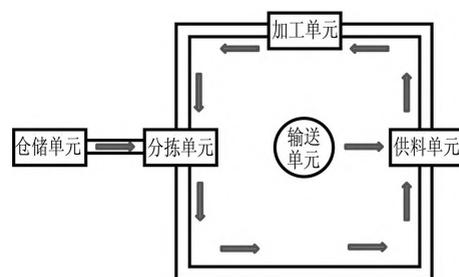


图 1 柔性生产线总体结构设计

柔性生产线。其工作过程为: 供料单元的工件垂直叠放在料仓中, 工件分为白芯金属工件、白芯塑料工件、黑色工件。顶料气缸动作顶住工件后, 推料气缸动作把工件从料仓底部推到出料台, 出料台传感器检测到工件后, 推料气缸动作缩回, 供料仓中的工件在重力的作用下, 整体下移一位, 为下一次供料做好准备, 同时输送单元的伺服电机经驱动器将抓取机械手装置精确定位出料台, 抓取工件, 精准定位送到加工单元, 加工单元对待加工工件进行冲压

加工，加工完毕，抓取机械手装置将工件放置分拣单元材料入口，经传感器确认工件到达后，变频器控制三相异步电动机带动传送带，通过传感器的检测将传送带上的工件按类进行分拣，分拣料槽传感器检测到工件后，工业机器人按类将工件进行仓储。其工作流程如图2所示。

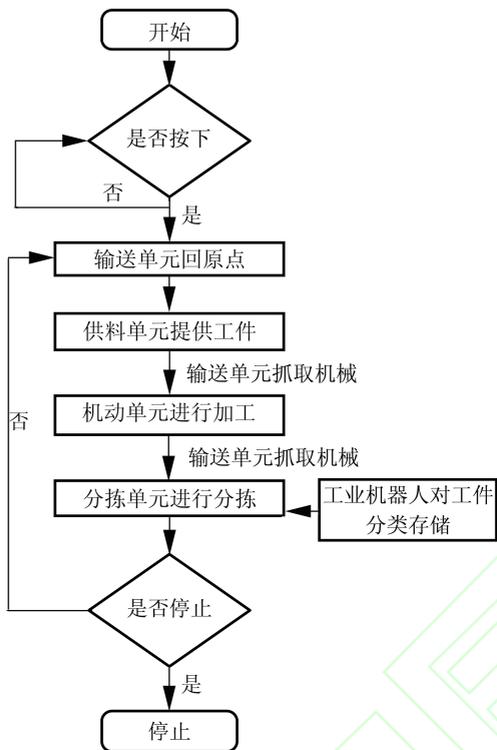


图2 柔性生产线工作流程图

### 3 电气控制系统设计

#### 3.1 PLC选型

PLC种类繁多，功能各有特色，比较常见的品牌有三菱、西门子以及国产的汇川等。三菱PLC具有功能强大、指令丰富、配置灵活和价格低等特点，在国内自动化领域广泛应用，因此，该设计采用三菱FX2N系列PLC作为控制单元。为提高柔性生产线的性能，建议主站采用三菱公司Q系列的PLC，从站根据实际需求选用FX3U系列PLC，常用的有继电器输出型FX3U-48MR PLC和晶体管输出型FX3U-48MT PLC。

#### 3.2 工业机器人选型

目前，工业机器人广泛的应用于自动化生产的组装、装料卸料、产品检测和测试、分拣搬运领域，具有高效性、持久性、准确性等特性<sup>[9]</sup>。该柔性生产线采用ABB公司生产的第四代机器人ABB-IRB-120，该工业机器人采用六轴设计，仅重25 kg，荷重3 kg（垂直腕为4 kg），工作范围达580 mm，最大工作行程为411 mm，底座下方拾取距离112 mm，广泛适用于电子、食品饮料、机械、太阳能、制药、医疗、研究等领域。

### 3.3 通讯网络设计

通信是实现自动化生产线智能控制的重要环节，该柔性生产线具有代表性的CC-Link通信模式。CC-Link是基于RS485通讯的一种总线标准，具有通信速度快、数据容量大、通信稳定性高、使用简单、使用范围广泛等特点。同时，具备从站脱离、自动上线恢复等功能<sup>[9]</sup>。

CC-Link系统要正常运行，需要对主站模块和从站模块的站号和传输速度进行设定。其中，输送单元为0号站，供料单元为1号站，加工单元为2号站，分拣单元为3号站，传送带单元为4号站，分类仓储单元为5号站，传输速度都为传输速度为156kb/s。当柔性生产线选择联机自动模式时CC-Link电缆将各单元的FX2N-32CCL模块连接起来，主站采集并处理各单元的相应信息，完成各个单元间的联动控制，组成控制网络模式。ABB-IRB-120工业机器人与分拣单元通过I/O进行通讯。系统通讯网络结构如图3所示。



图3 柔性生产线通讯网络结构图

### 4 气动控制系统设计

气动技术是利用空气作为能量传递动力的介质，并通过气缸、换向阀、电磁阀等元件构成具有一定功能的控制回路，使气动元件按照所需逻辑要求工作，从而实现能量的转换、传递和控制<sup>[9]</sup>。由于气动技术具备高效、轻量化、清洁等优点，其广泛应用于工业自动化、智能化控制。气动系统一般由气源、执行元件、控制元件及辅助元件组成，本柔性生产线采用空气压缩机作为气源，经过气动三联件，再由三通接头分配到各个单元。设备供气关系如图4所示。

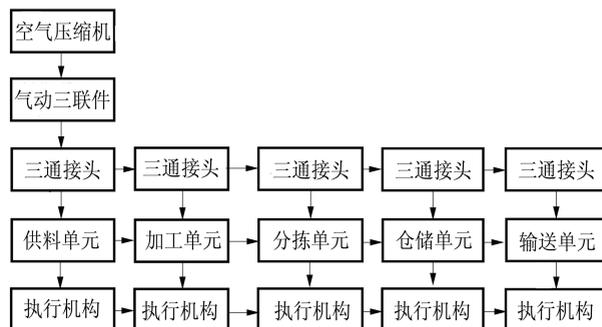


图4 设备供气关系图

## 5 供电系统设计

柔性生产线由供料单元、加工单元、分拣单元、仓储单元和输送单元组成，每个单元对电源都有各自特定的要求，为保证系统能正常运行，需对供电系统进行设计。该系统外部供电电源为三相五线制 AC380/220V，各单元具有独立的电源回路，以保证各单元能单独供电和独立运行。总电源选用 DZ47LE-32/C32 型漏电保护开关；仓储单元采用 DZ47C20/2P 单相自动开关供电，其他单元采用 DZ47C5/2P 单相自动开关供电；变频器电源采用 DZ47C16/3P 三相自动开关供电。同时，系统配置 5 台 DC24/6A 开关稳压电源，供各单元使用。系统主要设备电源要求如表 1 所示。

表 1 主要设备电源要求

序号	元件	电源要求 / V
1	FX2N 系列 PLC	单相交流 220
2	ABB-IRB-120 工业机器人	单相交流 220
3	三菱 FR-E740 变频器	三相交流 380
4	昆仑通态 TPC7062KS 触摸屏	单相交流 220
5	伺服电机驱动器	单相交流 220
6	传感器	直流 24
7	气动电磁阀	直流 24
8	步进电机驱动器	直流 24

## 6 工作单元设计

柔性生产线各工作单元具有典型的工作任务，各工作站既能独立完成具体的工作任务，又能协调一致完成复杂的工作，并可以根据实际需求进行定制。

### 6.1 供料单元设计

该单元在整个系统中起到提供原料的作用，供料仓库

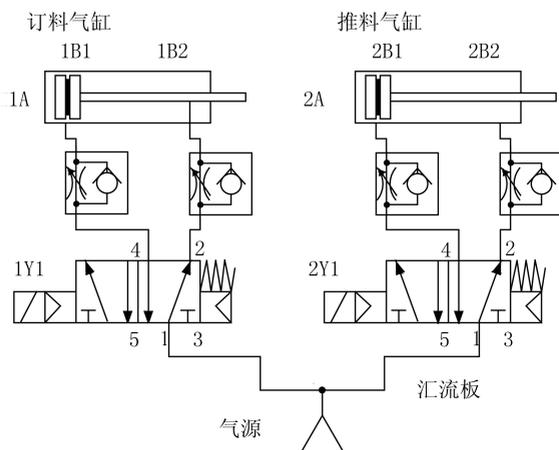


图 5 供料单元气路控制原理图

中的工件在重力作用下自动下落。系统的主要工作状态包括是否准备就绪、停止/运行状态、工件不足报警和缺料报警等。供料时，顶料气缸 1A 活塞杆先推出，将第二个工件顶住，推料气缸 2A 将第一个工件推到出料台，并迅速复位，完成一次供料。0.3 s 后顶料气缸 1A 活塞杆缩回复位，供料仓中的工件在重力的作用下，整体下移一位，为下一次供料做好准备。其中光电开关进行出料、物料不足或没有物料的检测，其气动控制回路图如图 5 所示，控制程序流程图如图 6 所示。

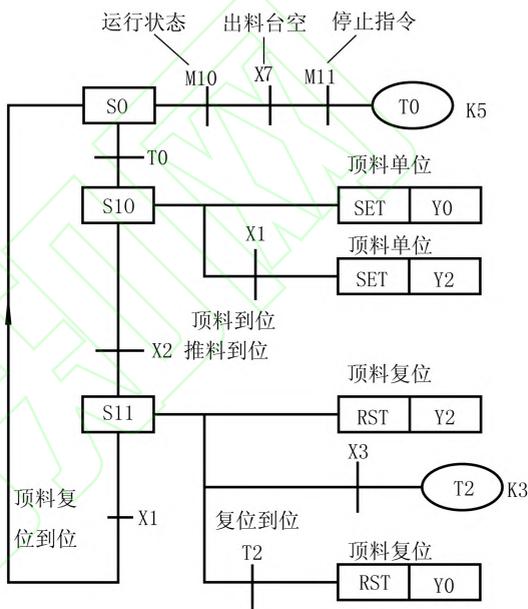


图 6 供料单元控制程序流程图

### 6.2 加工单元设计

该工作单元中主要气动控制部分为 2 个双作用气缸（加工台伸出气缸、冲压气缸）和 1 个气动手指（物料夹紧气缸），完成将待加工工件输送到加工区域，完成对工件的冲压加工操作，然后把加工好的工件重新送回物料台。为了让工序更加有序，在气缸运动的两端都装有磁感

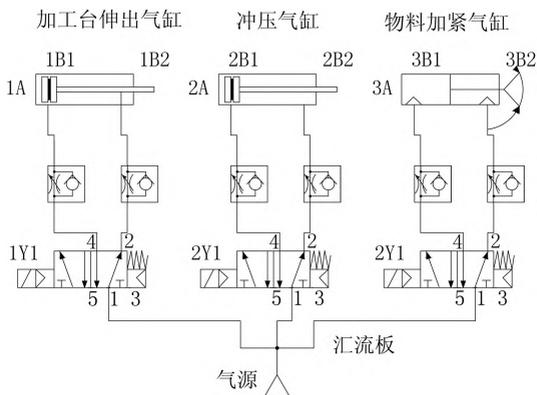


图 7 加工单元气路控制原理图

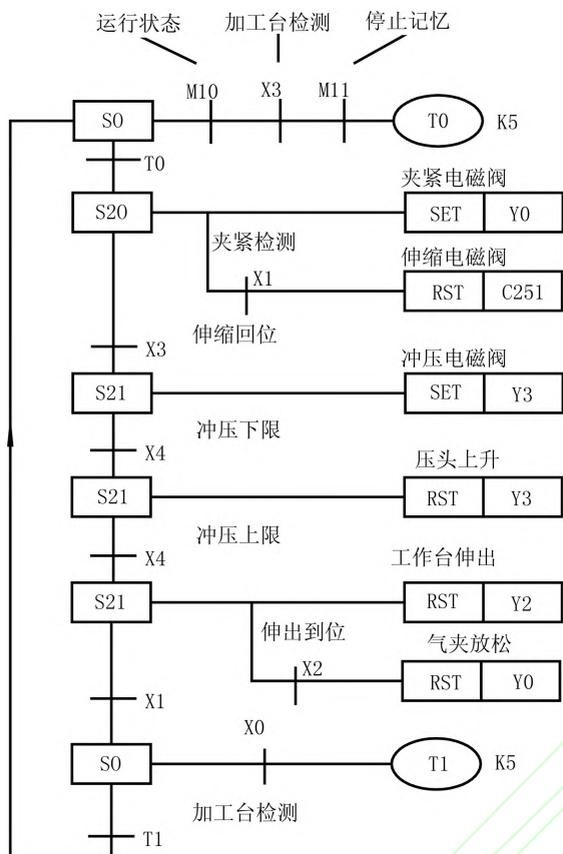


图8 加工单元控制程序流程图

应接近开关，1B1和1B2安装在加工台伸出气缸运动左右两端，2B1和2B2安装在冲压气缸运动左右两端，3B1和3B2安装在物料夹紧气缸的运动左右两端，电磁阀1Y1、2Y1、3Y1的逻辑控制由PLC控制。其气动控制回路图如

图7所示，控制程序流程图如图8所示。

### 6.3 分拣单元设计

该单元主要完成物料的分拣工作。当输送单元将工件放在分拣单元材料入口时，分拣单元传感器将接收到的信号传送给PLC。等待几秒后，PLC控制程序启动变频器，三相异步电动机带动传送带工作，将工件带进分拣区。如果是白芯金属工件，则将工件推到1号槽里；如果是白芯塑料工件，则将工件推到2号槽里；如果是黑色工件，则将工件推到3号槽里；如果传送带没有工件，传送带停止转动。其气动控制回路图如图9所示，控制程序流程图如图10所示。

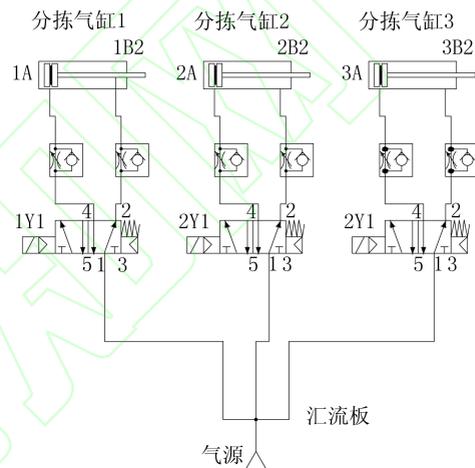


图9 分拣单元气路控制原理图

### 6.4 分类仓储单元设计

该单元在分拣单元的基础上，对白芯金属工件、白芯

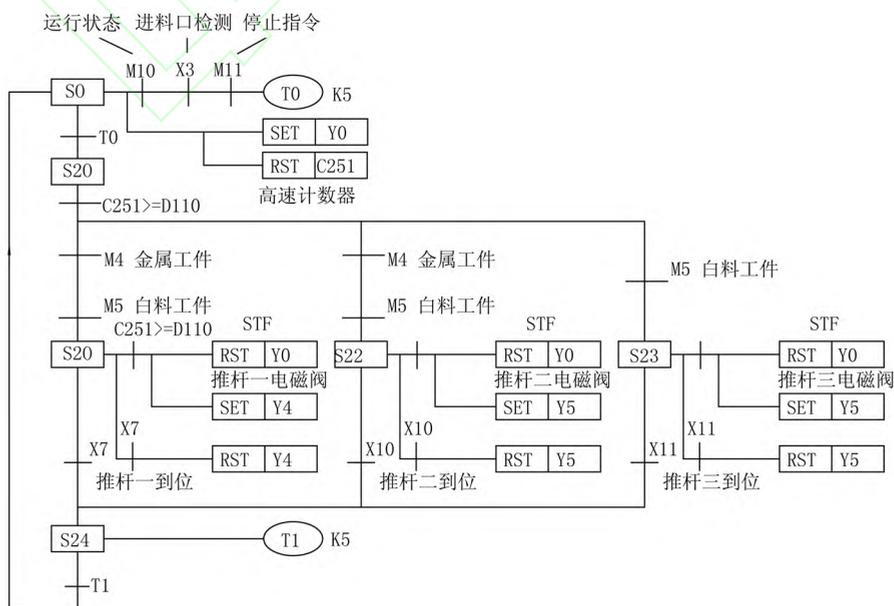


图10 分拣单元控制程序流程图

之间的直线距离已经设计为 120 m 长度, 在 3 km/h 的客车速度下, 洗涤剂的作用时间能达到 2.4 min。

(3) 设备技改。通过部件换型, 提高洗涤剂的配比比例, 增加冲洗环节的刷洗力度和水流流量; 通过国产化技改立项增加清洗末端强风吹扫装置。

(4) 提高维护手段。改善水池储水环境, 定期清除淤泥、沉淀物、青苔等, 定期更换过滤塔活性炭、石英砂; 通过物资预算采购电子水处理器、软化处理器等设备提高水质, 与此同时定期监测循环水水质, 要满足杂用水使用标准、市政排放标准, 达到环保要求<sup>[8]</sup>。

参考文献:

[1] 广州市地下铁道总公司. 列车自动洗车机培训教材, 2010.  
 [2] 李智. 改善列车自动清洗机清洗效果的分析与建议 [J]. 机电工程技术, 2013, 42 (6): 217-219.  
 [3] 哈尔滨威克轨道交通技术开发有限公司. VEIC-XCJ 型

地铁列车自动清洗机使用维护说明书, 2014年。

[4] 杨刚, 刘旭东, 周强. 地铁列车自动清洗机 [J]. 哈尔滨铁道科技, 2002 (8): 10-11.  
 [5] 卢允忠. 列车自动清洗机水处理循环自动控制系统的设计 [J]. 电工技术, 2009 (06): 33-34.  
 [6] 刘丽丽. 地铁列车清洗机污水排放标准及处理工艺探析 [J]. 现代城市轨道交通, 2016 (05): 83-85.  
 [7] 周志勇. 水循环系统在地铁列车自动清洗机中的应用 [J]. 江西建材, 2016 (16): 272-274.  
 [8] 解晓东. 两种列车自动清洗机水循环系统的分析 [J]. 民营科技, 2016 (2): 6-8.

作者简介: 范俊韬, 男, 1992年生, 广东兴宁人, 大学本科, 助理工程师。研究领域: 城市轨道交通机车车辆。

(编辑: 王智圣)



(上接第 105 页)

塑料工件、黑色工件进行分类存储。ABB-IRB-120 工业机器人接收到出料槽工件到位信号, 将启动自身控制系统将成品工件自动分类仓储, 当完成一个工件入库, 柔性生产线完成整个工作流程。工业机器人工作流程如图 11 所示。

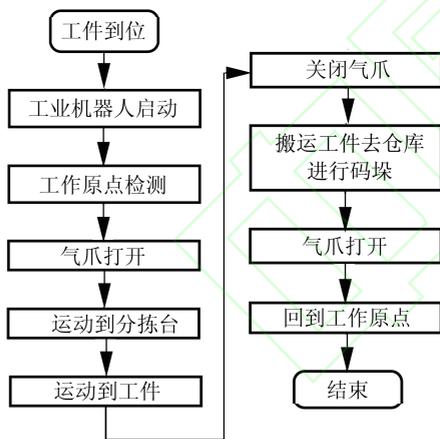


图 11 工业机器人工作流程图

6.5 输送单元设计

该单元在柔性生产线中担任着重要的角色, 接收主站系统的主令信号, 协调整个网络系统的工作, 其抓取机械手由气动手抓、伸缩气缸、回转气缸和提升气缸组成, 具有升降、伸缩、加紧、放松和沿垂直轴旋转的功能。抓取机械手在 PLC 控制驱动器驱动伺服电机精确定位到其他工作单元的物料台上完成相应的功能, 其工作流程如图 12 所示。当完成整个工作流程, 抓取机械手将回到原点, 准备进行下一轮工作。

7 结束语

该文首先阐述了柔性生产线研究的背景及其意义, 然后从总体结构设计、工作流程设计、电气控制系统设计、

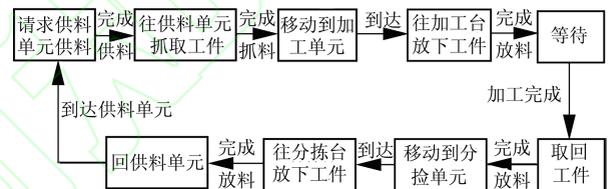


图 12 输送单元工作流程图

气动系统设计、供电系统设计、工作单元设计 6 个方面进行设计, 其中工作单元设计包括供料单元、加工单元、分拣单元、仓储单元、输送单元 5 个单元。该柔性生产线组装简单, 系统布置合理, 运行安全稳定, 且可根据实际需要增减设备, 具有很好的应用价值。

参考文献:

[1] 邹月. 为中国 2025 打造柔性自动化生产线——CC-MT2016 展品评述 [J]. 世界制造技术与装备市场, 2016 (05): 63-71.  
 [2] 徐沛. 自动生产线应用技术 [M]. 北京: 北京邮电大学出版社, 2015.  
 [3] 马海杰. 按钮自动化装配生产线程序设计研究 [J]. 机械管理开发, 2016 (12): 90-92.  
 [4] 方清城, 罗中良, 张志飞. 三菱 Q 系列 PLC 多层网络控制系统的研究 [J]. 工业控制计算机, 2012 (12): 79-81.  
 [5] 叶金玲, 周钦河, 赖乙宗. 自动化生产线机械手全气动控制系统设计 [J]. 制造技术与机床, 2014 (4): 79-82.

第一作者简介: 李有兵, 男, 1982年生, 湖南新宁人, 硕士研究生, 讲师。研究领域: 机电工程设备及功能部件材料研发与制造。已发表论文 10 篇。(编辑: 麦丽菊)

# 防护工程

国家级TU建筑期刊

2017年第30期

10月下

中国期刊网全文收录期刊

国家新闻出版总署首批目录期刊

中国核心期刊(遴选)数据库收录期刊

中国学术期刊综合评价数据库来源期刊

ISSN 1674-1854



9 771674 185409 30 >

协办单位: 中华人民共和国住房和城乡建设部  
主管单位: 总参军训和兵种部政治部  
主办单位: 总参工程兵科研三所

2017 30

道路桥梁施工存在的问题及解决措施	曹承	405
浅谈公路项目施工管理风险分析及对策	范文伟	406
桥梁设计中的安全性和耐久性问题分析	陈冉	407
道路施工质量的管理及安全初探	杨森	408
试论道路桥梁施工中交叉工程的施工技术	杨超	409
对公路工程改扩建中拼接加宽路基施工技术分析	郭建明	410
浅谈浙江省公路绿化发展趋势分析	江晗	411
公路桥梁的维护管理研究分析	沈雪洪	412
高速铁路路基不均匀沉降下的车辆-轨道动力学行为	汤超	413
桥梁水中桩施工工艺控制要点	唐桂龙 唐贵祥	415
市政路桥工程的常见病害与施工处理技术探讨	张博	417
市政道路给排水管道的养护要点分析	蔡伟	418
试论如何对公路路基路面施工进行有效管理	乌泽明	419
解析桥梁施工中大跨径连续桥梁施工技术	刘麟乾	420
道路与桥梁连接处的设计与施工分析	申武 申海	422
市政道路项目动态过程管理模式探究	卢俊光	423
浅谈公路施工材料实验检测管理	李素静	424
公路桥梁施工中桥梁裂缝的成因及预防措施	刘旭 张海波	425
高速公路工程管理中质量与进度的合理管控	刘耀琦	426
沥青路面性能预测研究综述	刘羽	427
论公路工程施工现场管理要重视的问题	彭君俊	428
公路工程施工质量管理初探	裴玉阳	429
高速公路沥青路面施工控制技术	童志威 肖玉军	430
铁路连续梁挂篮施工技术分析及控制要点探究	王青龙	431
公路工程路基施工质量控制探究	鄯丰	432
公路沥青路面工程的质量要求及检测要点分析	张长春	433
浅析公路工程施工中的测量工作	王涛	434
论如何加强道路桥梁施工质量管理	张海波 刘旭	435

## 理论实践 >>>

煤矿机械磨损及减小煤矿机械磨损策略初探	石本华 简福蓉	436
浅析混合动力新能源汽车的安全稳定性	黄健龙	437
城市河道整治中生态护坡应用初探	方应伟	438
装配式建筑发展的前景分析	刘洋	439
油气储运中的管道防腐问题分析初探	胡健飞	440
粗野主义——从西方到东方	张红普	441
利用图像处理技术进行导线表面状态分析	曹露	442
关于控规实施管理的思考	阮东波	443
浅析玻璃钢滑梯制作工艺	张强	444
浅谈海绵城市建设管理的要求及其策略	闫鲁生	446
环境检测机构标准物质的有效控制与管理	方晔 郑丹 陆春	447
我国城市河道的综合治理策略和措施	陈林	448
法治视野下的中国海外驻军	陈翔宇 闫雪昆	449
高层建筑地基基础方案优化设计探讨	陈琦月	451
名片盒型腔高速加工工艺策略	李有兵	452
新形势下环境监测科技发展现状与展望	罗艳	454
饲料调质设备的发展研究现状	孔帅 董勤武	455
汽车焊装车间自动化控制技术分析	王庆	456

浅谈古代建筑文学的基本特征及其影响	袁文龙	
浅析我国饲料机械、饲料加工业发展趋势		
民用建筑设计的经济实用性研究		
如何加强企业思想政治工作		
ARCGIS 在山地旅游小城镇中用地适宜性的应用		
综合救援模拟训练平台设计概述	王玮	
实施林业资源养护工程提高林业复合经济效益		
煤矿技术中机械装备结构优化设计分析	石本华	
预拌砂浆检测相关问题探究		
建筑施工安全文化建设与施工安全管理	张国坤	
露天矿山开采逐孔爆破技术的应用		
湿陷性黄土地区项目监理工作要点论述		
永不落水库右岸坝肩儒动变形稳定性分析	苏东	
煤的自燃与露天煤场的安全运行		
对人力资源管理创新的启迪		
浅谈加强民爆生产企业安全管理		
浅谈企业人力资源管理创新		
试论轧钢机械设备轴瓦的检修方法		
强化森林资源管理建设生态鄞西		
机械加工工业企业噪声现状与管控		
高校公共体育教学中体育文化的融合		
构建完善的建筑科技档案管理体系		
水生植物在河道绿化及造景中的应用		
浅谈汽车车身划痕的修补工艺		
探究社保档案管理问题及解决方案		
论基层水行政执法的常见问题与对策	李恺 黄磊	
抓党建促业务创和谐谋发展		
A/D 转换器的作用、原理与应用设计		
70000DWT 成品油船的基本结构设计	苗昌海 陆	
城市轨道交通建筑一体化公共空间设计解析		
杉木高效经济生态型造林技术研究		
探析市政工程计量工作		
关于城建档案管理数字化建设问题的思考		
企业纪检监察工作思考与对策		
招投标发展状况		
职业卫生检测现场采样的质量控制		
客户远程服务渠道使用分析及完善建议		
浅析机车监控装置的抗干扰问题		
试析煤矿机械传动齿轮损坏原因及解决方案	石本华	
浅谈国际市场经营中目标市场的选择		
充气环网柜改进的研究与探索		
曝气在环境工程水处理中的应用论述		
养路机械化在企业铁路维修中的应用和发展		
简述古民居中建筑村落的发展和保护		
水工钢结构腐蚀的影响因素及防腐措施		
环境监测在环境保护工作中的重要作用分析		
建筑材料的检测与试验应注意的几个环节		
关于液压提升装置起升高度不足问题的研究及应	郑龙建 白丰鹏 刘华东 张玉超	

# 名片盒型腔高速加工工艺策略

李有兵

广州城建职业学院 机电工程学院 广东 广州 从化 510925

**摘要:** 本文从高速加工工艺策略的角度,着重对名片盒型腔加工应用过程的几个关键问题进行了阐述,主要包括刀具结构与材料、切削用量、刀具加工路径、编程等方面,并针对实际加工过程进行了介绍。

**关键词:** 高速加工;工艺;策略

## 引言

二十世纪八十年代初由德国 Carl J.Salomon 博士提出其理论,高速切削(High-speed cutting)技术在国际上迅速发展起来成为一项先进的机械加工技术。高速铣削技术在航空航天、汽车模具、机械机床领域中的应用日益广泛。高速加工作为一种仍在不断探索研究的新技术,给传统的金属切削理论带来了一种革命性的变化。然而,经验还是很少的,还有许多问题有待于解决:比如高速机床的动态、热态特性;刀具材料、几何角度和刀具寿命问题,机床与刀具间的接口技术(刀具的动平衡、扭矩传输)、冷却润滑液的选择、CAD/CAM 的程序后置处理问题、高速加工时刀具轨迹的优化问题等等。

### 1.高速加工

高速加工技术是采用高的切削速度、高的进给速度、小的切深和小的步距来提高加工精度和加工效率的方法。它具有一系列的优点,主要表现为:①由于切削时间的减少,切削效率大大提高,其单位时间材料切除量可提高三至五倍;②切削力随切削速度的提高而下降,加工钢铁材料时,切削力可降低 30%左右;③由于切削时产生的热量绝大部分被切屑带走,工件和刀具基本保持冷态,有利于薄壁件的加工;④由于机床结构的改善和高速切削激振频率的提高,使激振频率远离机床的固有频率,工艺系统振动小,有利于工件表面光洁度的提高。特别保证了复杂零件的加工稳定性,也克服了传统切削加工中由于振动引起的刀具磨损、破损问题。

目前,高速切削更多的应用于以下几个方面:①有色金属,如铝、铝合金,特别是铝的薄壁加工;②石墨加工。石墨电极广泛用于电火花腐蚀加工的模具型腔制造,但石墨很脆,采用高速切削能较好地进行成形加工;③模具,特别是淬硬模具的加工。由于淬硬的材料可以直接从供应商

表2 九种刀具材料的性能和应用范围

刀具材料	优点	确定	应用
高速钢(HSS)	抗冲击能力强,通用性好	切速低,耐磨性差	低速,小功率和断续切削
硬质合金	通用性最好,抗冲击能力强	切削速度有限	大多数材料的粗精加工,包括钢,铸铁,特殊材料和塑料
涂层硬质合金	通用性很好,抗冲击能力强,中速切削性能好	切削速度限制在中速范围	除了速度比硬质合金高外,其它和硬质合金一样
金属陶瓷	通用性很好,中速切削性能好	抗冲击能力差,切削速度限制在中速范围	钢,铸铁,不锈钢和铝合金
陶瓷(热/冷压成形)	耐磨性好,可高速切削,通用性好	抗冲击能力差,抗热冲击性能也差	钢和铸铁的精加工,钢的液压加工
陶瓷(氮化硅)	抗冲击性好,耐磨性好	非常有限的应用	铸铁的粗精加工
陶瓷(晶须强化)	抗冲击性能好,高抗热冲击性能	有限的通用性	可高速粗精加工硬钢,淬火铸铁和高镍合金
立方氮化硼(CDN)	高热硬性,高强度,高抗热冲击性能	不能切削硬度低于45HRC的材料,有限地应用,成本高	切削硬度在45-70HRC之间的材料
聚晶金刚石(PCD)	高耐磨性;高速性能好	抗冲击能力差,切削铁质金属化学稳定性差,有限的应用	高速粗切和精切有色金属和非金属材料

### 2.2 高速加工的切削用量选择

应用高速加工技术时,应根据工件材料及其毛坯状态和加工要求,选择刀具材料、刀具结构、几何参数以及切削用量等。选用正确的高速切削加工工艺参数,是高速切削加工应用技术的一个关键环节。高速加工的切削用量选择主要由切削效率、加工表面质量、刀具磨损和加工成本确定。铝合金具有极好的易切性,可采用很高的切削速度和进给速度进行加工。不同的材质可根据表一选择。

### 2.3 粗加工、精加工的工艺策略

高速加工一般可分为:以去除余量为目的的粗加工、残留粗加工及以获取高质量的加工表面及细微结构为目的的半精加工、精加工、镜面加工等。高速加工的粗加工应采取的工艺方案是:高切削速度、高进给率和小切削量的组合,粗加工(区域清除)尽可能地保持刀具负荷的稳定,减少

处购买,因此采用高速切削可以直接将模具切出,这不仅省去了过去机加电加工的几道工序,而且,由于高速切削可达到很高的表面质量( $Ra < 0.4 \mu m$ ),可以省去电加工后的磨削和抛光等工序;这样,使锻模和铸模仅经铣削就能完成加工已成为可能;④高硬度的、难切削的材料(如耐热不锈钢)的加工。

根据高速切削的理论,对不同的加工材料其临界速度是不同的,可见对“高速切削技术”中的“高速”的定义,应该是“因材而异”的(如表1所示)。高速切削的工艺策略是进行高速切削加工的关键,切削方法选择不当,会使刀具加剧磨损,完全达不到高速加工的目的。

表1: 常见材料的高速铣削速度

加工材料	普通铣削速度(m/min)	高速铣削速度(m/min)
铝合金	150-500	300-10000
铜合金	150-500	900-5000
非金属复合材料	150-500	2500-3500
铸铁	150-400	750-5000
钢	80-300	500-2000
钛合金	50-150	150-1000

### 2.高速加工工艺策略

#### 2.1 刀具结构与材料选择

高速切削刀具材料应具有良好的机械性能和热稳定性,即具有良好的抗冲击、耐磨损和抗热疲劳的特性。其采用的刀具材料主要是硬质合金并且普遍采用刀具涂层技术。刀具材料种类较多。刀具的选择可参照表2。

任何切削方向的突然变化。从而减少切削速度的降低,并且尽量采取顺铣的加工方式。因为在顺铣时,刀具刚切入工件产生的切屑厚度为最大,随后逐渐减小。在逆铣时,刀具刚切入工件产生的切屑厚度为最小,随后逐渐增厚,这样增加了刀具与工件的摩擦,在刀刃上产生大量热,所以在逆铣中产生的热量比在顺铣时多很多,径向力也大大增加。

#### 2.4 刀具加工路径策略

高速切削不仅提高了对机床、夹具、刀具和刀柄的要求,同时也要求改进刀具路径策略,因为若路径不合理,在切削过程中就会引起切削负荷的突变给零件、机床和刀具带来冲击。对保持切削过程的稳定性和加工质量有重要影响。因此,走刀路径方式的选择与优化是关键。高速加工编程软件提供了丰富的可供选择的刀具路径策略。有几十种之多。如等高线加工、环绕加工、平行加工、放射状加工、插拉刀方式加工、投影加工、沿面加

工、浅平面、陡斜面加工、摆线走刀方式等。在实际使用时可根据加工工艺特点灵活地采用各种方式或混合方式。

高速加工要求很高的切削平稳性,尽量减少刀具轨迹的急速转向,避免刀具轨迹转弯处的尖角。如果存在这些尖角,在高速运行中机床由于惯性作用使得拐角处的实际运行轨迹变形,就会降低 CNC 的加工精度和切削效率,且有可能因为过切产生拉刀或在外拐角处咬边。为了解决此问题,编程时在刀具轨迹的转角处加圆角,这样,加工时 CNC 可以保持高的进给率,尽量减少机床的加减速,克服惯性变形,从而达到更好的表面效果,发挥 CNC 的高效加工性能,目前许多面向高速加工的 CAM 软件都有此功能。

清根加工或残余量加工是提高加工效率的重要手段,目前软件都能实现智能自动清根。高速加工的重要特征之一就是能够使用较小直径的刀具加工模具的细节结构。CAM 系统能自动比较上次加工与零件模型,根据上一把刀自动计算出残留的余量,利用区域分析算法对陡峭和平坦区域分别处理,并根据加工工艺在陡峭拐角自动采用等高线的方式来生成刀具路径,平坦区域产生沿着工件型面的刀具路径,它可以通过从外向内慢慢逼近的方式逐渐切掉多余的材料,确保余量均匀,避免了空刀,保证刀具路径的自然光滑、平稳、载荷均匀。在实际使用时可根据加工工艺特点灵活地采用各种方式或混合方式。

### 2.5 编程策略

高速加工编程要注重全程自动防过切处理能力及自动刀柄干涉检,高速加工以高出传统加工十几倍的切削速度加工,一旦发生过切,其后果不堪设想,故 CAM 系统必须具有全程自动防过切处理能力。传统的曲面 CAM 系统是局部加工的概念,极容易发生过切现象,一般都是靠人工选择干预的办法防止,但很难保证过切防护的安全性。目前优秀的 CAM 软件具有智能的毛坯残留余量分析能力,可以实现完整意义上的刀具载荷的分析与速率调整优化。这种优化是基于切削体积、切削角度的,即基于毛坯残留信息和刀具沿零件表面的运动角度,使得系统能真正根据刀具当前的实际加工余量、加工体积、刀具角度、速率大小进行载荷分析,使刀具载荷优化分析更加科学与准确。切削速率的优化是基于刀具尺寸、加工表面形状、工件材料、工序、机床特性、切削方式等方面进行优化,保证了动态刀具轨迹精度和加工表面质量,实现了高效的切削进给运动。

为了避免刀具的位置偏差,确保加工零件的几何精度,加工过程中应尽量保持恒定的金属去除率,由于高速切削加工适于浅的切深,故切削深度不应超过 0.2/0.2mm。保持恒定的金属去除率,可以获得几方面好的效果:①可保持切削负载恒定;②可保持切屑尺寸恒定;③有较好的热转移;④刀具和工件均保持在较冷的状态;⑤不必熟练操作进给量和主轴转速;⑥可延长刀具的寿命;⑦能保证较好的加工质量等等。

在复杂型面的高速加工中,必须用曲线插补提高平均进给速度,如果采用直线段来逼近零件轮廓,每段 NC 代码定义的位移会较小,因而数控程序文件会变得很长,这样由于机床对大量数控数据处理速度和传输速度不够,会带来的一系列问题,如高速加工中心等待数据而使加工速度减慢或停顿,加工表面出现震纹,加工负荷不均匀导致崩刃等现象,这都会严重影响加工速度和质量。为了获得较高的精度,高速加工机床都具有曲线插补的能力,如用圆弧曲线拟合技术或 NURBS 曲线拟合技术。这样,复杂曲线能够直接被输入到计算机数控系统而不必像传统方法那样采用直线段逼近复杂曲线。用这种方法实现型面的精加工可以采用更快的进给速度,因为一方面计算机数控系统的代码段处理速度提高了,另一方面计算机数控系统在整个零件加工过程中具有更加智能和动态调节编程进给速度的能力。一般来说用曲线段逼近零件轮廓时的数控程序长度不超过用直线段逼近零件时的 NC 代码长度的 100%

### 3.名片盒型腔高速加工工艺策略

该零件加工图为名片盒型腔图,如图 1 所示,其外形尺寸为 230x210x30 (mm),材质为国产 718,成型部分轮廓相对简单,主要由平面、曲面及斜面三种形状构成,该零件加工的重点及难点是成型曲面部分,其加工基本流程是首先开粗加工在进行半精加工最后在进行精加工,以保证加工表面质量。

该零件用 UG 进行编程,使用德国 DMC 64 V linear 加工中心进行加工,数控系统为 FANUC 180i-MB,转速范围 1-12,000 rpm,其主要加工工艺过程如下:

#### 3.1 开粗加工

对刀后第一步先用 UG 型腔铣的加工方法去除薄片周围区域的材料,部件侧面余量留 0.3mm,每刀恒定公共深度为 0.3mm,刀具为圆鼻刀  $\phi 25R0.8$ ,粗加工刀具转速为 4000r/min,进给速度为 1200mm/min,加工完成之后再选用刀具为圆鼻刀  $\phi 16R0.8$  进行二次开粗加工,其加工参数与设置不变。其加工效果如图 2、3 所示。

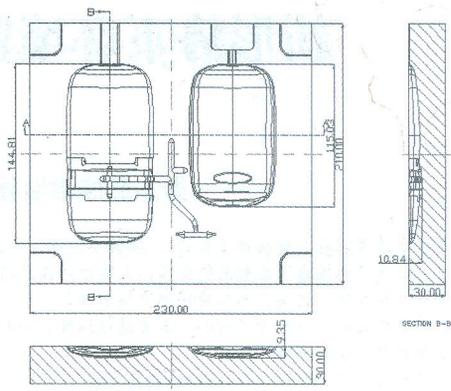


图 1 名片盒型腔

#### 3.2 等高轮廓加工

等高轮廓加工主要用于侧面的半精加工,选择的  $\phi 16$  的平底刀,转速为 8000r/min,进给速度为 1500mm/min,加工余量 0.15mm 加工效果如图 4 所示。

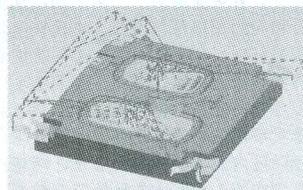


图 2 开粗加工

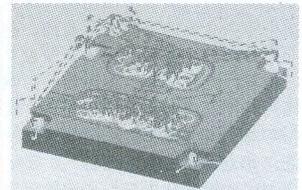


图 3 二次开粗加工

#### 3.3 平面精加工

对于零件的平坦区域一般采用平面加工,该零件采用平面加工时余量留 0mm,每刀恒定公共深度为 0.3mm,刀具为  $\phi 8$  平底刀,刀具转速为 8000r/min,进给速度为 1500mm/min,加工效果如图 5 所示。

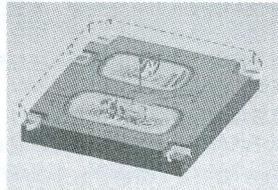


图 4:等高轮廓加工

#### 3.4 曲面轮廓精加工

固定轮廓铣主要用于曲面的半精与精加工,该零件成型部分的加工采用此种加工方式,刀具选择 R4、R2 的球刀,转速为 10000r/min,进给速度为 2000mm/min,步距为恒定 0.2mm,加工效果如图 6 所示。

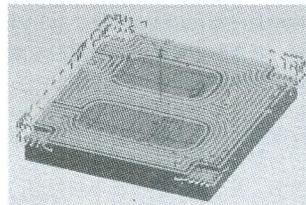


图 5:平面加工

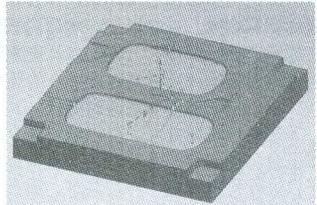


图 6: 固定轮廓铣

## 4.结束语

高速切削技术是切削加工技术的主要发展方向之一,它会随着刀具材料、涂层、刀具结构、数控机床、CAD/CAM 技术、新材料、新工艺等技术的重大进步而迈上更高的台阶。但我们也应看到,高速切削技术自身还存在着大量新的亟待解决的问题,如材料的切削机理、刀具在加工过程中的磨损与破损、高速切削工艺参数数据库的建立、高速加工切削用量的优化、高速切削加工状态的监控技术、冷却润滑并具有环保特性的冷却方式等等,还需要进一步深入研究和经验积累。

### 参考文献

- [1]艾兴.高速切削加工技术[M].北京.国防工业出版社.
- [2]王成勇,周莉.模具高速加工的 NC 编程策略[J].制造技术与机床.
- [3]刘凯.高速铣的加工策略[J].新技术新工艺.

### 作者简介

李有兵 (1982—),男,讲师、硕士研究生,研究方向:机电工程设备及功能部件材料研发与制作。

中国学术期刊综合评价数据库来源期刊  
中国期刊网全文收录期刊  
中国核心期刊(遴选)数据库期刊  
国家级工程期刊

国内统一刊号: CN10-1024/TU  
国际标准刊号: ISSN 0529-1079  
邮发代号: 79-266

# 建筑学研究前沿

FRONTIERS OF ARCHITECTURAL RESEARCH



2017年第5卷第30期(10月下)

ISSN 0529-1079



9 770529 107924 30 >

协办单位: 中华人民共和国建设部  
主管单位: 中华人民共和国教育部  
主办单位: 高等教育出版社、东南大学

燃煤锅炉的节能改造 ..... 安浩然 373

◆ 景观设计

园林景观设计中传统元素的应用 ..... 荆昭 374  
 浅谈景观生态修复的发展 ..... 邵昌明 375  
 对低碳园林景观设计方案分析探索 ..... 徐溪清 376  
 地域文化在风景园林景观中的体现 ..... 张伟锋 377

◆ 城乡规划

城市规划设计中生态城市规划 ..... 刘翔 378  
 论土地规划的环境影响评价 ..... 陈振国 379  
 中小城镇规划过程中存在的问题及对策研究 ..... 宁祺美 郑伯红 380  
 论生态文明时代的村镇规划与建设 ..... 詹强 381  
 城乡规划中的美丽乡村规划研究 ..... 刘一君 郑伯红 382  
 探讨城市规划与建筑设计的关系 ..... 黄平 383  
 测绘地理信息技术在土地规划管理领域的应用 ..... 罗品方 384

◆ 科技创新

PLC 技术在城市轨道交通机电安装工程自动化控制中的应用 ..... 王晓军 385  
 对于招投标工作中的电子评标信息技术分析 ..... 黄进 386  
 筏板式风机基础在东台二期扩建项目中的应用 ..... 姜斌 薛娟 387  
 光伏建筑屋面与相关技术研究论述 ..... 赵晨旭 390  
 建筑消防设计中存在的问题及对策分析 ..... 薛庆华 391  
 论空气压缩机的故障处理与维护保养 ..... 郑广朋 392  
 高层建筑暖通空调设计要点的思考 ..... 印永才 393  
 试析汽轮机组油系统常见故障分析及对策 ..... 杨松 394  
 联合循环中的余热锅炉 ..... 何亮 李艳春 395  
 建筑暖通设计的问题及改进措施分析 ..... 黄毅 396  
 信息化下建筑工程质量检测技术的现状及发展趋势 ..... 丁波 397  
 高层建筑消防给水系统及消防设计要点研究 ..... 冯柳 398  
 基于配网自动化的智能消防系统 ..... 夏荣华 周素兰 399

◆ 理论与实践

房建项目质量通病防治措施 ..... 张熙 白洁 400  
 隧道施工超前地质预测预报综合技术方法研究 ..... 刘涛 401  
 建筑材料检测结果影响因素分析 ..... 穆梅 402  
 关于航空摄影测量技术的探讨 ..... 马海军 403  
 探讨 PPP 项目公司资本金融资方式 ..... 邢高杰 404

绿色环保建材与可持续发展之探讨 ..... 马学萍 405  
 浅析河道底泥原位固化资源化用于生态护岸工程 ..... 董家晏 李峰 李阳 陆剑飞 田旭 406  
 市政工程安全生产特点及风险防范对策 ..... 李友亮 407  
 水泥基灌浆料抗泌水离析性能分析 ..... 冯剑 408  
 论传统物资管理企业向现代物流企业的转化 ..... 张东红 409  
 地聚合物注浆技术在“白改黑”复合式路面病害处治中的研究与应用 ..... 吕瑞品 扈俊峰 410  
 新时期环卫工作引入 PPP 模式的必要性 ..... 于志强 梁程前 412  
 对节约型的绿化养护管理的思考探索 ..... 韩漪冉 413  
 中国的消费条件模型和消费敏感性 ..... 邵慧燕 孙晶 414  
 明框幕墙节点热工计算分析 ..... 吉洪波 415  
 医用输液泵计量校准中常见问题与解决方法 ..... 黄宁 418  
 三元融合五年贯通中高职衔接人才培养模式应用研究 ..... 李有兵 419  
 浅谈游泳馆体育照明现状及展望 ..... 孙炜 李明伟 陈绍文 宗海东 姜晓炎 420  
 防水材料封堵效果评价新方法 ..... 孟令琨 421  
 土木工程管件套架 ..... 于龙浩 423  
 论宝象河段生活空间与城市生活的不匹配 ..... 李舒婧 巫新洁 孙倩 424  
 全面落实安全措施推进加油站安全管理 ..... 程凌 425  
 整体预制综合管廊拼装施工应用 ..... 孙丛竹 426  
 深化优质服务“一快一活五省”措施的探讨 ..... 孙守鹏 428  
 RC 桥墩的加固补强分析 ..... 王鹤男 刘玉磊 高秉权 429  
 面向可持续发展的战略环境影响评价 ..... 王锡贞 430  
 浅谈预制楼梯安装成功率的提高方法 ..... 王士震 杨鑫 李俊宏 谭建国 原磊 431  
 基于条件驱动视角下的新城空间生长路径探索 ..... 张含 王曦 432  
 大数据时代下企业管理模式创新研究 ..... 赵嵘 435  
 汽车离合器膜片弹簧的优化设计 ..... 张文广 436  
 林业资源保护和森林防火管理措施 ..... 胡智波 437  
 探究地铁工程建设监理工作体会 ..... 唐明月 438  
 计算机技术与国土资源管理现代化分析 ..... 张建民 439  
 铁路货运站向铁路物流中心转型的探讨 ..... 王海煊 张健 440  
 针对职业学校人力资源管理中存在的问题及对策研究 ..... 曾晓凤 442  
 新形势下 PPP 项目政府采购方式探讨 ..... 周林渊 443  
 海绵城市建设研究进展与若干问题探讨 ..... 杨柳 郑伯红 444  
 校园环境问题及其解决建议 ..... 王新怡 445  
 适用于社会资本方的一种 PPP 项目量化筛选方法 ..... 王慧彬 446  
 水处理零排放煤化系统中的应用 ..... 吕春霖 447  
 机械维修中的常见问题及控制措施分析 ..... 张永宁 448

## 三元融合五年贯通中高职衔接人才培养模式应用研究

李有兵

广州城建职业学院 机电工程学院 广东广州从化 510925

**摘要:**三元融合五年贯通中高职衔接人才培养模式,可以有效实现“三二分段”中高职的衔接,有利于增强职业教育吸引力及其社会的适应性,具有重要实践意义。高职院校应在政府的统筹管理下,应充分发挥主管能动性,通过合理的责任分担,开展校与校之间、校与企业之间的“多方联动”,促进教学、产业、利益的统一,真正做到“无缝”对接

**关键词:**三元融合;五年贯通;三二分段;多方联动

## 1. 选题的背景

职业教育是国家社会经济持续发展的重要支撑。《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010-2020年)》中明确抽出:要大力发展职业教育、构建体系完备的终身教育的发展规划目标,即到2020年,我国的教育要彰显终身教育理念、形成中、高职职业教育、终身教育统筹协调发展的现代职业教育体系。《广东省教育发展“十三五”规划》明确提出:“提升职业教育服务产业转型升级能力。深化职业教育人才培养模式改革,创新工学结合人才培养实现形式,深入推进现代学徒制人才培养;推动中高职一体化发展。促进职业院校专业与职业岗位对接、专业课程内容与职业标准对接、教学过程与生产过程对接、学历证书与职业资格证书对接、职业教育与终身学习对接”。中高职教育的有效衔接,不仅能促进高等职业教育和中等职业教育的健康发展,体现职业教育的办学特色,满足企业对人才质量的需求,也能促进我国终身教育体系的完善,满足学生对深造的需求,其已成为当前我国职业教育发展的时代主题。从国家对职业教育相关政策体现了我国职业教育发展改革的思路,中高职教育的衔接已经成为我国职业教育的一大关键点。广东中高职衔接对口自主招生制度的实施,以及三二分段中高职衔接试点工作,是构建广东职业教育体系的重要举措。

## 2. 研究内容

## 2.1 三元融合、五年贯通的中高职衔接人才培养模式机制研究

## (1) 中高职衔接体制机制应用规范及标准研究

高职教育的快速发展,以及中职学生自我提升意愿的高涨,中高职教育衔接体制机制的建设显得越来越紧迫。目前中高职教育衔接多样化,比如五年或六年一贯制、3+2或2+3贯通制,4+2、2+3、3+2、3+3分段衔接制。中高职衔接模式的多样化表明大家对职业教育的体系进行积极的探索,各具特色,各类衔接模式相互补充。目前中高职教育衔接体制机制在逐步建立,分别从动力机制、保障机制、运行机制、调整机制等方面进行构建,教育教学管理逐步走向规范,尚未形成完善体系。

## (2) 人才培养方案执行、招生考试等方面运行的机制研究

我校数控技术专业与佛山容桂职业技术学校、肇庆高级技工学校等4家中职学校开展三二分段联合招生试点工作,后经省教育厅批准与佛山市顺德区容桂职业技术学校、广东省肇庆市高级技工学校开展三二分段联合招生试点工作。为保障工作的顺利推进,我校积极与中职学校进行交流、协调,成立由学校双方、企业、行业组成的教学指导委员会,由我校负责主管教学的副校长担任主任委员。根据中职的特点及知识与技能水平,对课程安排、课程内容的选择等进行合理的调整和改革,共同制定人才培养方案,实现中职与高职的有效衔接。由学校双方的二级教学单位负责具体教学过程,落实教学目标。在招生考试方面在不违背省厅规定的条例下,发挥学校的主观能动性,对学生进行综合考量。根据学生知识及技能水平,注重学生的技能考核,同时结合学生在中职学校的表现进行综合考量,这样既符合高职教学的培养目标,又适应中职教育的现实。

## 2.2 校校及校企协同培养机制研究

目前,三二分段人才培养模式主要还是停留在在校校协同模式,学校和学校之间签订合作协议,由高职院校向省厅提出申请开展三二分段招生试点工作,申请完成后,学校之间没有开展进一步的合作。中职院校依据自己以往的经验来设置中职教学课程,高职学校有自己的管理体系,也不愿意对中职的管理付出成本。同时二年制定培养方案,是在自己原有三年制的基础进行课程删减,没有注重与中职教育相结合。使得三二分段的人才培养方案存在培养目标衔接不紧密,课程设置重复,质量监控不到位的情况。因此要求中高职在课程设置,培养目标的设定要达成一致意见,避免上述实践的发生。

校企协同的“三元融合五年贯通”人才培养模式的职业技能人才培养机制研究,通过合理的责任分担,开展校与校之间、校与企业之间的“多方联动”,促进教学、产业、利益的统一。可以解决中高职培养目标、课程质量监控方面的衔接,为培养高质量的五年制人才提供了保障。

## 2.3 校、校、企协同办学“三元融合五年贯通”的特色模式的实施应用

## 及保障机制研究

校、校、企协同办学“三元融合五年贯通”的特色模式的实施,避免了在制定人才培养方案时存在的目标问题,以企业的需求为出发点,重新调整中职和高职的阶段目标,做好课程的衔接、学生能力递进培养,成立由学校双方、企业、行业组成的教学指导委员会,对培养质量的监控和作好中高职衔接的教学运行、管理及招生考试协调工作。建立学生综合素质评价档案资料,作为中职学校和高职学校调整人才培养方案的重要依据。

## 2.4 在该项目基础上,探索其他自主招生模式

现代学徒制是深化产教融合、校企合作,推动职业教育改革创新的一种重要形式。校企协同的“现代学徒制”人才培养模式的实施,对实践教学体系提出了更高的要求,需要对原有的实践教学体系进行调整和创新,重新构建符合人才培养需要的实践教学体系。目前,各试点专业围绕“三双一体化”学徒制模式,形成了7种典型人才培养模式。

我校机电一体化技术专业与嘉瑞集团开展现代学徒制招生试点工作,制订与企业融合对接的《机电一体化技术人才培养方案》。校企共建“双导师”实践教学师资队伍,共同开发“产教融合”实践教学标准和教材。创新实践教学体系,整合现有资源,结合专业群面向岗位的技能要求,校企共建教学、生产、技术服务、科技研发、社会服务五位一体的实践教学基地,形成专业基本能力、专业核心能力、专业综合能力和岗位胜任能力为能力递进的实践教学体系。

## 3. 研究的意义

## 3.1 理论意义

人才培养目标的衔接是中高职衔接的基础和依据,通过三元融合五年贯通的中高职衔接人才培养模式机制研究,可以有效解决中高职衔接过程中人才培养目标衔接不够紧密的问题。中职教育人才培养目标与高职教育培养目标存在一定差异,因此必须校、校、企协同制定人才培养方案,让中职教育与高职教育在培养目标上具有依存性和互补性。同时做好课程的衔接避免出现专业课程重复上和出现专业技能倒挂现象,具有重要的现实意义。

## 3.2 实践意义

通过我校数控技术专业与佛山容桂职业技术学校、肇庆高级技工学校等4家中职学校三二分段人才培养方案执行、招生考试等方面运行的机制研究,可以为以后三二分段招生中做好人才培养目标的衔接、专业的衔接、课程的衔接、质量监控方面的衔接参考,为更好的开展三二分段招生学生的培养提供了保障。

该项目成果丰富了职业院校工科专业教育教学理论体系,得到了领导及同行专家的肯定,对推进与企业深度融合的中高职衔接人才培、高职装备制造类专业教育教学改革、卓越技术技能人才培养起到了推动与示范作用。

## 参考文献

- [1] “3+2”中高职衔接课程体系设计的实践探索[J]. 龙洋. 中国职业技术教育. 2014(05)
- [2] 中高职衔接的现实问题及应对策略——以浙江省五年制中高职衔接为例[J]. 崔戴飞,徐云青. 职业技术教育. 2014(11)
- [3] 中高职衔接人才培养质量保障体系构建研究[J]. 刘志国,刘志峰. 中国高教研究. 2014(07)
- [5] 中高职衔接三二分段一体化人才培养方案的设计[J]. 范爱民,张晓雷,覃岭. 中国职业技术教育. 2013(11)
- [6] 中高职有效衔接:构建现代职业教育体系的探索——以顺德职业技术学院为例[J]. 肖坤,陈粟宋. 职教论坛. 2011(30)
- [7] 中高职衔接“三二分段”人才培养模式探析[J]. 管弦. 教育与职业. 2013(09)

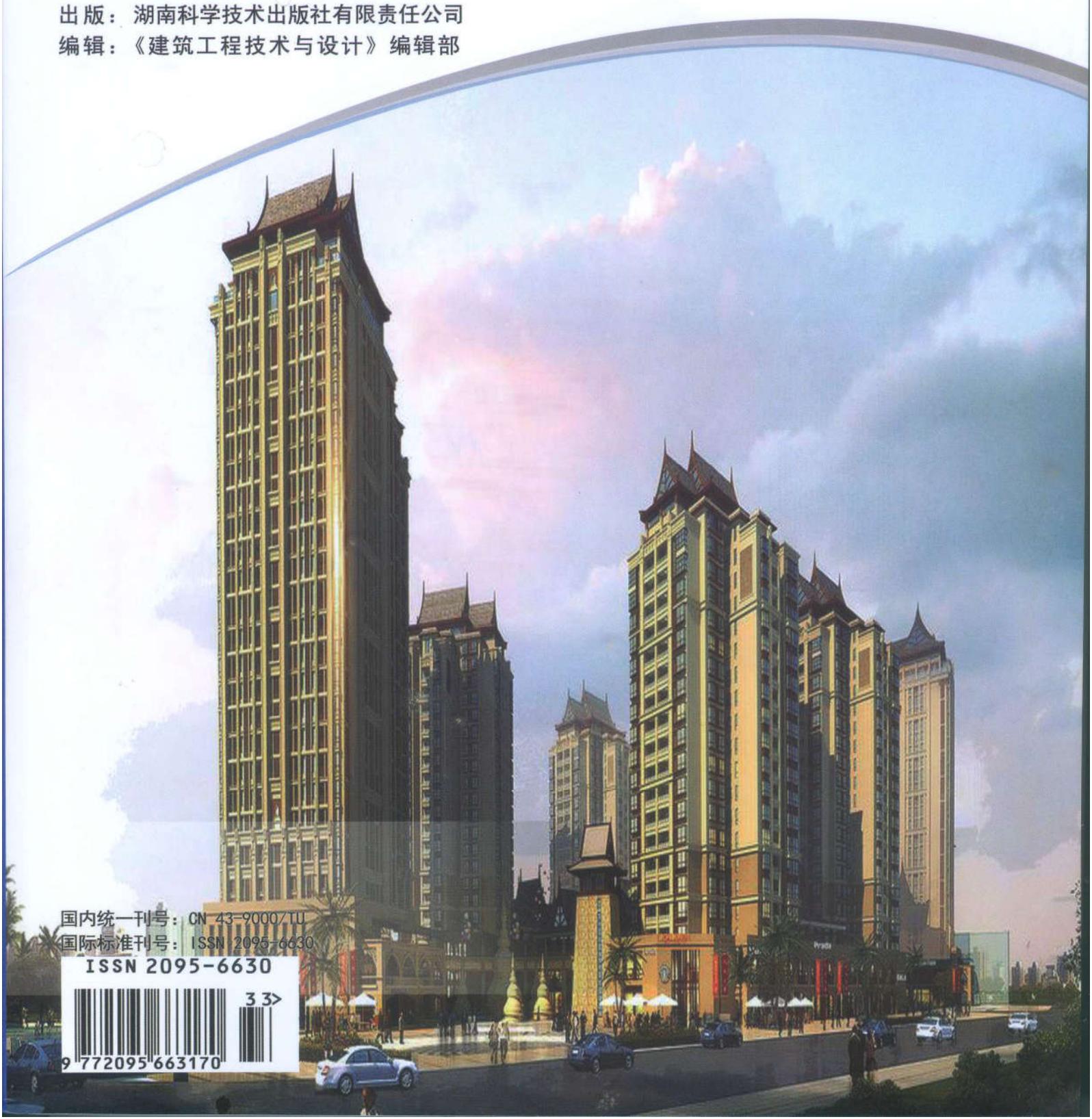
作者简介:李有兵(1982—),男,讲师、硕士研究生,研究方向:机电控制技术

# 建筑工程技术与设计

Architectural Engineering Technology And Design

2017. 11<sub>下</sub>

主管：中南出版传媒集团股份有限公司  
主办：湖南科学技术出版社有限责任公司  
出版：湖南科学技术出版社有限责任公司  
编辑：《建筑工程技术与设计》编辑部



国内统一刊号：CN 43-9000/TU

国际标准刊号：ISSN 2095-6630

ISSN 2095-6630



3 3 >

9 772095 663170

基层环境监测体系发展现状浅析..... 郭海黔 刘 昊 294  
 雨水利用方式研究..... 刘 琦 买 超 刘晓文 295  
 污水处理技术在环境工程中的应用分析..... 刘 煜 296  
 绿色节能建筑施工技术应用分析..... 孟凡军 297  
 节能施工技术在土木工程中的应用探析..... 王 晔 298  
 论环境治理工程的监测问题..... 张嘉浩 过树清 299  
 环保工程水处理中超滤膜技术应用..... 张永芳 300

**园林绿化**

低碳理念在城市园林植物景观设计中的应用探讨.... 侯小林 301  
 城市园林绿化景观设计及其养护管理  
 ..... 马 涛 李俊杰 王延龙 302  
 低碳理念在城市园林植物景观设计中的应用..... 李嘉超 303  
 园林工程中水景施工工艺研究..... 嵇从芳 304  
 景观园林绿化种植施工探讨..... 宋 琴 邓红梅 何爱梅 305  
 探析园林景观设计中民族文化的体现..... 覃亚忠 306  
 关于园林工程管理及成本控制的思考与探讨  
 ..... 魏玉荣 黄支全 刘永红 307  
 试论园林工程施工质量管理的问题及有效对策..... 尹军慧 308  
 生物技术在环保工程中的应用研究..... 周陈民 309

**建设与发展**

浅谈素土挤密桩在湿陷性黄土地区的应用..... 陈兴刚 310  
 地基处理和岩土工程勘察过程中常见问题及对策.... 陈玉成 311  
 金矿生产中的金矿地质测量应用..... 董乘麟 312  
 浅析矿山机械设备齿轮减速器的润滑..... 付 豪 313  
 工程地质勘察常见问题及对策..... 付继霖 314  
 燃煤机组深度调峰对锅炉系统可靠性的影响分析  
 ..... 胡 颖 朱永欣 王 源 315  
 地质灾害防治与地质环境利用分析..... 兰 宇 316  
 废弃矿山破碎岩质边坡地质环境治理..... 李 艳 317  
 矿山测量常见问题的改进措施分析..... 李再龙 318  
 岩土工程勘察中水文地质问题的重要性..... 林 鹏 319  
 边坡地质灾害治理技术研究..... 陶江敬 320  
 分析矿调区岩石地球化学与成矿的关系..... 王 刚 321  
 勘察中岩性认识的重要性..... 王明忠 门树宁 322  
 超磁净化水设备在九龙矿的应用..... 徐树峰 323  
 新媒体时代高校思想政治教育现状及对策..... 张 伟 324  
 基础地质工程与地质勘察应用..... 赵 永 325

**理论与实践**

工业锅炉附属管道安装监检的若干问题浅议..... 李江平 326  
 浅述建设工程中招标代理工作的一些认识和思考  
 ..... 李晓泉 李红梅 327  
 浅谈建筑施工企业农民工工伤事故预防与处理..... 刘 钦 328  
 低温省煤器电厂应用探究..... 陆启绕 329  
 中国传统文化在汽车外观设计中的运用研究..... 师亚雄 330  
 信息化测绘时代工程测绘的发展趋势..... 宋显雷 331  
 双电源切换装置选型及保护开关配置探讨..... 唐永涛 332  
 浅谈设计艺术与汽车造型设计..... 王 聪 333

浅谈事业单位薪酬管理体制改革的..... 王 琳 334  
 浅析工业工程设计企业专利管理和内部控制方法.... 王 英 335  
 电力物资的需求预测方法研究..... 魏 星 336  
 柴油发电机供电系统的研究..... 吴 庆 337  
 食道癌患者行金属内支架治疗围手术期的医疗风险及处理方法  
 ..... 杨 磊 338  
 基于三菱 PLC 指令 IST 机械手控制系统的设计..... 曾一新 339  
 中美欧规范中轴心受压构件计算对比..... 张 敏 姜俊柏 340  
 快递物流包装存在的问题及对策研究..... 张 琪 陈志春 341  
 从东楮岛村看传统村落空间结构及演变分析..... 王 龙 342  
 建筑工程土建造价管理问题及对策分析..... 郑坤泉 343  
 建筑工程管理中现场施工管理的重要作用..... 常 辉 344  
 基于节能理念的建筑工程造价分析..... 方佩佳 345  
 对水利水电建筑工程施工技术应用分析.... 房文明 倪永宽 346  
 高层建筑结构抗震设计要点探析..... 郜如勇 徐会东 347  
 泡沫混凝土找坡层在屋面工程的实践应用  
 ..... 吴 壮 张祚跃 贾 科 马振龙 348  
 园林景观设计的智慧..... 郝璐然 350  
 基于低压配电网的规划方法研究..... 胡文军 351  
 浅谈外墙真石漆施工质量控制..... 孔 成 352  
 装配式住宅中采暖系统的设计分析..... 孔喻仲 353  
 浅谈公路水泥混凝土路面施工技术研究..... 李芝倩 354  
 穿孔铝板在建筑施工中的应用..... 李志城 355  
 浅析建筑给排水工程常见施工质量问题及控制措施  
 ..... 张吉鹏 沈玉娟 356  
 简述酸碱理论及其应用..... 张 振 357  
 公路工程施工技术存在的问题及对策研究..... 梅 峰 358  
 抵押登记中防止虚假抵押申请人的好方法..... 弥 磊 359  
 基于多波束测深的海洋测绘技术研究..... 钱 超 360  
 BIM 技术在工程项目设计中应用的探索——美丽乡村项目从设计  
 到再设计..... 宋雨佳 王建宇 孙语聪 361  
 市政工程安全文明施工管理浅析..... 宋中华 江东鹏 362  
 基于 sap2000 的管桁架设计优化  
 ..... 索丰平 李代伟 索晓峰 363  
 水利水电工程的施工安全管理与安全控制.. 王 祥 宋 健 364  
 关于民用建筑防火设计的几点思考..... 田 焜 365  
 水利水电工程的测量技术分析..... 吴 凤 顾广和 366  
 高职院校建筑类教师参加生产实践的问题与对策研究  
 ..... 袁国枢 367  
 建筑工程造价的动态管理控制分析..... 赵国哲 368  
 建设工程招投标与合同管理关系浅议..... 赵凌云 369  
 加筋生态挡墙在边坡中的施工应用..... 郑 强 370  
 论建筑工程管理中全过程造价控制..... 郑志君 371  
 探究城市规划的公共政策导向与依法行政.. 朱 权 袁满荣 372  
 浅谈建筑施工企业施工合同管理和工程造价管理的融合  
 ..... 郑志珊 373  
 浅谈水利水电工程中的水闸施工技术..... 朱永祥 江晓华 374  
 中职交通运输类专业微课教学浅论..... 张晓丽 375  
 如何解决 2×150MW 机组 CCS 控制系统波动问题..... 张永强 376

# 基于三菱 PLC 指令 IST 机械手控制系统的设计

曾一新

(广州城建职业学院, 广东 广州 510925)

**【摘要】**本文介绍了三菱 IST 状态初始化指令的功能, 实现机械手控制系统的多种控制方式的切换, 如手动方式、回原点方式、单步方式、单周期方式、自动连续方式, 描述了机械手各种方式下的程序及状态转移图的实现。

**【关键词】**IST; 状态转移图; 多种控制方式

## 引言:

机械手技术是一门涉及多领域的跨学科综合性技术。近年来, 机械手的发展越加的迅速, 电子技术、计算机技术、传感器技术以及一些最新的技术也在机械手有了应用。机械手技术的使用, 已经是我国的工业发展的重要组成部分。PLC 技术能够远程的控制工业生产对象, 实现工业的自动化生产。同时, 机械手借助软件的编程, 对不同的生产对象, 完成不同的控制, 提高了生产的效率。目前, 在一些对人力要求较高的工业中, 基本上都有使用机械手技术, 用来减轻人力的需求和更好的控制, 实现产业的最大化。它有着人的智能性和机器的适应性, 在现代化经济发展中有着广阔的前景。

## 1 机械手控制系统的控制要求

机械手控制系统包括两种工作方式: 手动和自动。其中手动分为手动操作和回原点操作, 自动工作方式(自动运行顺序: 机械手在原点位置——下降——夹紧——上升——右行——下降——放松——上升——左行——原点位置, 一个循环称为一个周期), 机械手自动工作过程如图 1 所示。原点位置设定为机械手处于左上位、松开, 即为系统的初始状态(此时左限位和上位同时接通)。当系统处于初始状态, 选择相应的工作方式: 1) 手动操作: 按下相应的上升、下降等按钮, 机械手执行相应的操作; 2) 回原点: 按下回原点按钮, 机械手可以从不同的位置回到原点位置; 3) 自动运行: 系统从原点按运行顺序反复运行, 其中自动运行包括单步方式、单周期方式、自动连续方式; 4) 按下停止按钮后, 系统停止运行, 并自动回到初始状态, 等待选择工作方式。

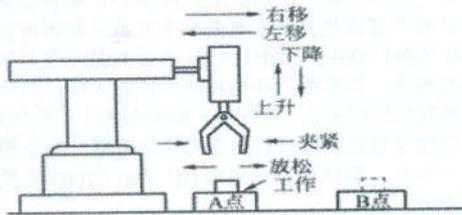


图 1 机械手自动工作方式示意图

## 2 IST 初始化指令的介绍

IST 指令的功能是自动设定初始状态和特殊辅助继电器, 其助记符、指令代码、操作数为: IST X0 S20 S27。

源操作元件<sup>[9]</sup>指定操作方式输入的首元件, 一共 8 个连号的元件。这些元件可以是 X、Y、M、S。图 1 中 8 个连号元件是: X20-手动; X21-回原点; X22-单步运行; X23-单周期运行(半自动); X24-自动运行; X25-回原点启动; X26-自动运行启动; X27-停止。目标操作元件[D1]指定自动运行方式的最小状态号; [D2]指定自动运行方式的最大状态号。为了使 X20-X27 不同时导通, 要求使用选择开关。

## 特殊辅助继电器

M8000 为运行(RUN)监控(PLC 运行时即自动接通), 当 M8000 由 OFF → ON 时, 下列元件自动受控; 但 M8000 为 OFF 时, 下列元件的状态保持不变。

这些元件是: S0-手动操作初始状态; S1-回原点初始状态; S2-自动操作初始状态; M8040-禁止转移; M8041-转移开始; M8042-启动脉冲; M8047-STL 监控有效。

## 3 根据控制系统确定 I/O 分配, 如下表如示:

输入		输出	
X0	手动方式 SA1	Y0	原点指示
X1	原点方式 SA2	Y1	下降指示
X2	单步操作 SA3	Y2	夹紧指示
X3	单周期 SA4	Y3	上升指示
X4	自动连续 SA5	Y4	右行指示
X5	原点启动 SB7	Y5	左行指示
X6	自动启动 SB8		
X7	停止 SB9		
X10	下限 SQ1		
X11	上限 SQ2		
X12	右限 SQ3		
X13	左限 SQ4		
X20	上升按钮 SB1		
X21	下降按钮 SB2		
X22	左行按钮 SB3		
X23	右行按钮 SB4		
X24	松开按钮 SB5		
X25	夹紧按钮 SB6		

## 4 机械手程序设计和状态转移的设计

机械手控制程序主要包括四个部分的内容: 1) 公共程序的设计; 2) 手动程序的设计; 3) 回原点程序的设计; 4) 自动程序的设计(包括单步、单周期、自动连续式)。



图 2 公共程序

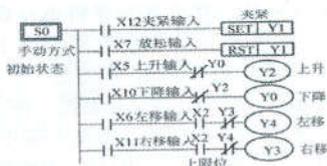


图 3 手动程序



图 4 回原点程序

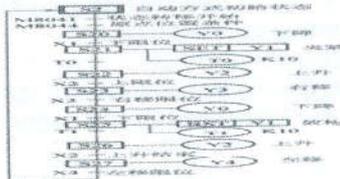


图 5 自动程序

## 总结:

本文通过 IST 指令的应用, 实现了机械手多种控制方式的切换, 解决了多种方式切换的复杂的逻辑程序设计, 用户只需要关注手动程序、回原点方式、自动运行程序的设计。

## 参考文献:

- [1] 维修电工第 2 版, 中国就业培训技术指导中心组织编写, 中国劳动社会保障出版社。
- [2] 三菱 PLC 编程手册。

## 作者简介:

曾一新(1980-), 男, 讲师, 本科, 研究方向为机电控制技术。

# 卷 泉

国内刊号：CN 51-1737/G0  
国际刊号：ISSN 1005-4669

2016

中国科研出版社核心期刊

2016年3月

171	大学生创客空间与大学图书馆服务模式的创新研究	马雨晴
172	计算机面向计算思维的课程教学方法	郭春梅
173	小学数学教学中应加强学生说的训练	孙玉权
174	积极取向的团体心理辅导在大学生自我教育中的应用研究	薛忠祥
175	浅析分层教学在初中数学教学中的实施和意义	胡晓林
176	高校培育和践行社会主义核心价值观研究	曹文明 郑丽华 吴站稳 王如平 苏瑞莹
178	浅谈互联网时代辅导员学生工作管理	陆薇薇
179	论学校思想政治教育“生态合力”的现实价值	刘克利
180	对高职院校学生思政教育的几点思考	余永春
181	谈小学数学课堂教学的有效性	刘贵林
182	从避暑山庄看中国古典园林匾联	徐信会
184	玄奘《心经》译本与爱德华孔兹英译本比较	朱莹莹
186	零翻译在美国文学作品翻译中的应用研究	宋歌 万莉
187	初中历史教学中如何讲述民族关系	包金荣
188	提高小学体育教学质量的多种途径	包格日乐图
189	初中语文研究性学习初探	史红梅
190	谈初中语文讲读教学与作文教学	郭凤兰
191	初中思想品德课中开展感恩教育	呼格吉乐图
192	谈小学体育课堂运用语言艺术的作用	王树明
193	谈初中音乐教学语言艺术	刘晓辉
194	如何提高小学生应用题的解题能力	陈祥
195	提高初中汉语课堂教学效率的有效方法	爽涛
196	如何开展好幼儿园班主任工作	斯琴
197	谈小学数学实践活动教学	唐志远
198	谈小学语文朗读教学	王海燕
199	加强对小学生学习英语兴趣的培养	王丽娟
200	谈初中语文情感教学与综合性教学	于艳丽
201	初中物理边学边实验教学	张继红
202	小学作文教学探索	张丽华
203	如何有效地进行初中数学教学	王衡
204	职业院校“模拟电子技术”课程教学初探	李有兵
205	高职院校就业指导与创新创业教育融合性探究	高其胜
206	认同效应在小学体育教学中的运用	王树明
207	大学生家庭功能与普遍尊老的关系研究	林福女 陈甄 杨秀清
208	论英语语译翻译中的中英文化差异	李蓉

209	新升本科院校高层次人才培养的思考	罗元首
210	高校辅导员职业能力的提升	明明
211	浅谈机械类学生的就业问题与教育	慕爱兰
212	能力培养下的非计算机专业计算机基础教学改革	樊华
213	浅谈如何提高初中生英语词汇的识记能力	蒋旻琦
214	浅谈辅导员在就业指导工作中的作用	王学艳 杨建龙
215	“慕课”如何扮演好士官远程教育中的角色	李海燕
216	新媒体背景下高校思政教育工作的新思路	王颖
217	浅谈高校毕业生如何加强职业道德修养	薛松松
218	警察院校培养创新人才的逻辑追问	张醒
219	谈初中英语课堂教学优化模式	贾红颖
220	民办高校大学生心理存在的问题及对策	赵曼好
221	大学生感戴和网络利他行为关系的研究	钟才秀 林良章 鲜小竹
◎ 经济管理 ◎		
222	浅谈港口企业应收账款管理	王红
223	关于金地集团公允价值计量模式的案例分析	刘培
224	我国商业银行金融产品创新现状及对策研究	刘逸杰
225	煤炭企业思想政治工作的几点思考	崔小平
226	浅谈农村承包土地的经营权抵押的法律保障	陈妍
227	浅谈会计监督弱化的原因及对策	黄燕
228	商业银行金融服务外包风险管理研究	陈融
229	中国传统的用人艺术	朱春雨
231	浅析海外BOT项目资金风险及对策	李颖
232	Portable Waistband智能腰带	汤宏伟
233	商业模式对服装行业公司绩效的影响	景秋韵
235	谈金融产品创新与银行营销模式变革	陈旭
236	试析如何在企业思想政治工作中加入人文关怀	李琴
237	浅谈实训室布局使用企业文化渗透	刘勇
238	我国中小企业战略管理探究	史武鹏 刘开蒙
239	石油企业深化改革期员工“引导式”思想教育探析	贾慧 苏豪鑫
240	我国同城物流配送发展研究	陈彦如 刘浩美 何雨婷 颜子翔 周标
242	市场营销组合及影响因素分析	赵一帆
243	浅析农村土地流转制度改革对我国城市化进程的推动作用	党哲
244	现代民商法在我国经济中的价值体现	郝伟

# 职业院校“模拟电子技术”课程教学初探

李有兵

(广州城建职业学院 机电与信息工程学院, 广东 广州 510925)

**摘要:** 模拟电子技术是电子信息和机械大类的专业基础课程, 该课程内容抽象、知识点多、电路复杂、且实践性较强。加上高职教育和高职学生的特点, 对教师提出更高的要求, 教师应改变传统的教师方法和思路, 采用多种教学方法, 将理论和实践有机的揉和在一起, 提高学生自主学习能力和学习兴趣, 达到培养学生的职业能力与职业素养的目的。

**关键词:** 高职; 教学方法; 学习兴趣; 职业能力; 职业素养

模拟电子技术课程内容抽象, 知识点多, 教学时间紧张, 再加上高职学生自身的特点使得教学更加难以实施。学生普遍对该课程学习兴趣不高, 课程内容较难理解。由于传统教学中该课程的理论和实践分开进行, 实践课所占课时比例不到30%, 并且实践部分是纯粹的验证性实验, 使得学生对实践课有排斥。实践教学达不到期望的效果。

针对以上问题, 从以学生作为课程的中心出发, 通过教材的选择、教学内容的整合以及运用多种教学方法相结合, 通过实际产品的制作等方法来提高教学效果和学生学习该课程的兴趣。

## 1 教材的选择与教学内容的优化

职业院校的学生基础比较的薄弱, 而现在该课程的大部分教材仍然过于注重理论和实验教学, 而不是从高职学生的特点出发, 不以提高学生的职业技能和职业素养为根本出发点。高职教育的理论教学应该以“必须”、“够用”为原则。注重提高学生的职业技能和职业能力。

因此教师必须对教材内容进行整合, 或者根据自己的教学经验以及实践编写教材和教案, 优化教学内容, 重点培养学生的应用能力。教师应该打破传统的章节教学, 以项目和任务组织教学, 从而提高学生的学习兴趣 and 降低学习的难度, 让学生在实践中学习和掌握理论知识, 并且将理论知识加以利用。例如韩春光《模拟电子技术与实践》教材将教学内容进行优化和整合, 以真实的作品制作贯穿整个教学过程, 让学生在制作中掌握知识和能力。经过整合以后, 实践课时比例达到70%。通过实际作品的制作, 能够充分调动其学习的积极性和让学生认识该课程的应用。让学生在实际的制作中学习和掌握技能, 从而学好这门课程。

## 2 多种教学方法相结合

模拟电子技术教学中可以引入多种教学方法。例如: “教-学-做”一体化教学、项目教学法、任务驱动教学法、还有一些引入EDA技术进行教学等等。通过将上述教学方法应用到模拟电子技术教学中, 充分调动学生的学习兴趣和提高教学效果。

### 2.1 “教-学-做”一体化教学

板书和多媒体教学是教学过程中的一部分。但是传统的教学中理论和实践教学完全脱节, 甚至有些理论教学和实践教学不是同一个教师, 使得教师无法掌握学生的实际情况, 让学生学习起来更加困难。而“教-学-做”一体化教学方法对教师提出了更高的要求, 要求教师将理论教学和实践教学有机的揉和在一起, 打破原有的授课顺序。将教材分成若干个模块, 在教学的过程中使理论学习和实践学习紧密结合。

模拟电子技术教学开始时一定要提高学生的对该课程的学习兴趣和降低学生对该课程的恐惧心理。例如: 在二极管及其运用的教学中, 我们可以在课前将二极管(最好有发光二极管)、电阻等元件发给学生, 让学生自己进行测量, 经过测量二极管的特性, 让学生掌握二极管的单向导电性。由此可以进一步深入讲解利用二极管的单向导电性用来整流。在讲解的过程中让学生自己设计电路, 并利用双踪示波器进行观测。最后引导学生制作一个集成直流稳压电源。“教-学-做”一体化教学方法能上让学生充分的动起来, 让学生在做的过程中学习技能和课本知识, 这样的教学方法更收学生的欢迎。

### 2.2 任务驱动教学法

任务驱动教学方法是典型的以学生为中心的教学方法。要求教师熟练的掌握该课程的知识以及应用, 并且将课程经行整合。体现以“任务为主线、学生为主体、教师为引导”的教学模式。教学的主体

由以前的以教师为中心向学生转移, 教师通过任务有目的的引导学生, 让学生在完成任务的过程中, 掌握理论知识和培养学生的学习兴趣。同时也培养了学生的探索、合作和解决问题的综合能力。

任务驱动教学法对教师提出更高的要求, 要求教师根据课程标准和教学目标设置任务。任务的设置应从高职学生的实际出发, 设计好任务实施的整个实施过程。该过程体现以培养学生的职业能力和职业素养为目标, 同时掌握课程标准规定的知识、技能, 充分发挥学生的能动性。整个任务实施的过程中, 教师处于引导地位。我们可以将模拟电子技术整合成特定的任务, 例如: 串联型直流稳压电源的制作、单管音频放大器的制作、负反馈放大器的制作、集成运算放大器的运用、低频功率放大器的制作、正弦波振荡器的制作等等。

在任务驱动教学过程中教师应该注意角色的演变。例如在布置任务的时候教师是指导者; 在学生实施任务过程中有问题的时候教师是辅导者; 在任务实施过程中教师要制定一系列的进程, 并按照一定的顺序进行, 这个时候教师是一个促进者; 在整个任务的实施过程中教师一直担当管理课堂的角色, 可以说教师是一个管理者; 在任务完成以后教师对每个小组和每件作品进行评价, 这个时候教师就是一个评价者, 不过教师在评价的时候应该: 准确、公正、突出重点、并对学生有所促进; 同样在任务的实施的过程中教师也要协调各组以及组员之间的关系, 可以说教师是一个协调者。总之在任务的执行的过程中教师应该注意随时调整自己的角色。

### 2.3 EDA技术运用

模拟电子技术的教学过程中适当引入EDA软件仿真可以达到较好的效果。也许有人认为利用项目仿真可以在很大程度上代替实践, 其实这种想法是不可取的, 仿真只是电路原理的阐释。仿真与实践具有较大差距。再加上模拟电子技术是一门实践性很强的课程。只有通过实践才能真正的掌握该课程的应用和提高学生的技能。但是仿真对学习模拟电子技术具有较好的促进作用。常用的仿真软件有Multisim、Proteus等。仿真教学不仅可以使学生更加深入理解教学内容, 并且能提高学生的兴趣。例如在单向桥式整流滤波电路教学中, 引入Proteus动画仿真, 其教学效果明显优于单纯的实践的效果。

## 3 结束语

高职教育的特点对教师提出了更高的要求, 要求教师在模拟电子技术教学中, 把理论和实践有机的揉和在一起, 将各种教学方法有机的结合起来, 以培养学生的职业能力和职业素养为根本目标。充分调动学生的学习积极性和自主性, 提高学生的学习兴趣, 挖掘学生的创造能力。模拟电子技术教学是一个长期的摸索过程, 只有在教学的过程中不断的实践, 才能真正提高教学水平和培养合格的高技能和素质的高职人才。

### 参考文献

- [1] 教育部. 《关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》, 2006.
- [2] 韩春光 模拟电子技术与实践[M]. 电子工业出版社, 2009:9
- [3] 刘洋等 Proteus动画仿真元件在模拟电子技术教学与学习中的研究[J]. 电脑学习, 2011 (2)
- [4] 雷宇 《模拟电子技术》的多元化教学[J]. 湖北广播电视大学学报, 2011 vol. 31 No. 6
- [5] 朱永金等 基于项目式教学的模拟电子技术教学设计[J]. 四川职业技术学院学报, 2011 vol. 21 No. 2

### 作者简介

李有兵(1982—), 男, 硕士研究生, 研究方向: 电气自动化技术

中文科技期刊数据库（引文版）

国际刊号 ISSN 1671-5659

国内刊号 CN 50-9217/TB

主办单位 重庆维普资讯有限公司

主管单位 科技部西南信息中心

出版单位 科技部西南信息中心

# 工程技术

**06** 2016



《中文科技期刊数据库》来源期刊  
优秀科技期刊 维普网全文收录期刊

## 浅谈建筑幕墙施工中的质量问题与控制方法

- ..... 朱建锋 139  
公路桥梁施工中的质量管理及控制要点 ..... 刘瑞中 141  
公路桥梁工程预制梁施工管理 ..... 王书太 142  
房屋建筑施工技术和施工管理的剖析 ..... 杨少亮 144  
洁净室电气设计及施工质量相关问题探讨  
..... 傅 华 145

## 水利水电

- 人工湿地处理农村生活污水试验研究及应用  
..... 党鹏刚 张 英 146  
穿越水库沉管施工安装方案设计 ..... 仲崇山 147  
保护水资源改善水环境 ..... 张 超 148  
水利水电施工中筑坝工程的关键技术 ..... 黄健全 149  
新疆地区渠道防渗维护技术的发展趋势 ..... 高云侠 150  
城市供水水源地保护思路与探讨 ..... 汪如意 151  
分布式电源接入对系统站侧配置要求研究  
..... 蒋大伟 刘 焯 孙宇华 152  
水利水电施工导流和围堰技术的运用 ..... 赖吉华 153  
水电站水轮机技术改造方案及效果分析 ..... 陈述师 154  
小型农田水利工程建设和管理问题的探讨  
..... 杨 森 155  
水利施工质量的管理措施探析 ..... 宋元意 156  
送变电施工企业的现状分析与对策研究  
..... 张汉荣 157  
两线制无源电子压力开关研究 ..... 侯娟玲 158  
水利施工钻孔灌注桩施工技术探讨  
..... 陈 尧 潘 伟 160

## 市政园林

- 我国园地山坡地开发规划设计方案的优化  
..... 陈 刚 赵思佳 162  
当前园林景观设计发展趋势探究 ..... 任小妮 刘 辉 163  
市政基础设施建设施工质量管理及其控制  
..... 张 莉 164  
空间艺术在景观园林设计中的应用 ..... 王晓莉 165  
基于园林绿化中建筑节能的实现策略 ..... 李 宁 166  
园林绿化工程预结算中常见问题及其解决措施  
..... 赵洁茹 167  
现代园林景观设计中湿地景观的应用 ..... 张元生 168  
城市园林绿化景观设计原则与方法 ..... 刘景华 169  
山地公园规划设计探讨——湖北省来凤县翔凤山公园景观  
设计解析 ..... 朱文奇 171  
基于生态理念的城市园林设计分析 ..... 石红臣 173

## 石油化工

- 关于地面火炬和高架火炬的对比研究  
..... 谭 娜 蒋亚明 174  
气相色谱法在蔬菜农药残留中的应用 ..... 许江南 175  
石油化工装置工艺管道设计探究 ..... 金敏强 176  
不同种类氧化铝使用现状及工艺技术介绍 ..... 许罡正 177  
煤化工污水特性分析与处理关键技术研究 ..... 徐海峰 178  
油库自动化系统的设计与实现探究 ..... 李晓燕 180  
大型储罐安全改造及结构优化 ..... 石新怀 181

## 机电机械

- 法兰连接中螺栓拧紧力矩的计算 ..... 李春芳 郑英杰 182  
机械装备可靠性技术 ..... 吴正东 183  
基于 PLC 和触摸屏的伺服电机控制程序设计  
..... 曾一新 184  
高压电机损坏原因分析及检修策略 ..... 冯尚超 185  
影响数控加工精度的主要因素及提升策略 ..... 王欣萍 186  
风力发电机组电气控制系统检修探讨 ..... 冯 磊 187  
自动化技术在机械设计制造中的应用探讨 ..... 胡 亮 188  
状态检修在汽轮机检修中的应用 ..... 杨志坚 189  
对液压机械节能控制技术的分析 ..... 文佳学 190  
关于热电厂回热加热器的研究 ..... 陈 舟 191  
运煤输送带寿命延长途径及方法 ..... 慈文涛 郭 欣 192  
反渗透技术在锅炉补给水处理中的运用 ..... 吴开华 193  
电气工程及其自动化技术的设计与应用分析  
..... 吴博一 194  
液压系统故障分析及处理 ..... 蔡苏明 195  
钢材氮化表面质量工艺攻关 ..... 李 姣 196  
机械自动化技术发展中的几个要点 ..... 王 亮 197  
机械设计中的材料的选择和应用分析 ..... 赵小文 198  
浅谈大螺距非标螺杆制作工艺  
..... 田 馨 付 愉 刘鹏程 199  
机械自动化技术的应用与发展前景的探索  
..... 宋奕彤 200  
机械工程中自动化技术的有效应用 ..... 侍回成 201  
化工机械设备安装工程的质量控制措施  
..... 陈仁辉 王 洋 孙 野 202  
机械制造工艺的可靠性分析 ..... 吴正东 203  
高速焊接驼峰焊道解决方案探讨 ..... 张文明 张吉会 204  
关于提高电力计量准确性的措施剖析 ..... 王清华 205  
PKrSRS-500-NC 多头铣数控及液压系统升级改造  
..... 李开伦 苗兴泰 王书涛 郑贵峰 于 敏 206  
加氢精制装置稳定塔混合器防堵塞的实际应用  
..... 施宝坤 207  
关于机械设计制造及其自动化研究 ..... 叶子飞 208  
压力变送器示值误差的测量不确定度评定  
..... 王莉婷 209  
汽车内外饰开发设计中的绿色概念 ..... 杨广林 211  
空气源热泵供热方式模拟计算 ..... 刘 凯 212  
电梯机械故障的诊断及优化设计探究 ..... 郝成晓 214  
机电设备安装中的质量管控要点 ..... 曹乃奎 216

## 勘察测绘

- 地理信息系统 GIS 在电网企业的应用分析 ..... 赵明瑞 218  
国土数据中心建设综述 ..... 郭小光 邵常艳 219  
地理信息系统在水文水资源中的应用价值 ..... 陈丽莉 220  
岩土勘察在岩土工程技术中的应用分析 ..... 覃峙程 221  
关于测量技术在岩土工程勘察中的应用建议  
..... 焦昱儒 韩丰涛 222  
工程测绘中 CORS 测量技术的应用效果  
..... 李 晖 杨 萌 223  
在深基坑工程中对岩土工程测量技术的思考  
..... 韩丰涛 焦昱儒 224

# 基于 PLC 和触摸屏的伺服电机控制程序设计

曾一新

广州城建职业学院, 广东 广州 510925

**摘要:** 伺服电机又称执行电机, 它是控制电机的一种。它是一种用电脉冲信号进行控制, 并将脉冲信号转变成相应的角位移或直线位移和角速度的执行元件。根据控制对象的不同, 由伺服电机组成的伺服系统一般有三种基本控制方式, 即位置控制、速度控制、力矩控制。本系统我们采用位置控制。以三菱公司的 FX3U-48MT-ES-A 作为控制元件, 以触摸屏 GT1155-QFBD-C 作为操作元件直接控制三菱伺服电机的具体程序设计及应用。

**关键词:** PLC; 触摸屏; 伺服电机

**中图分类号:** TM383.4

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1671-5659(2016)121-0184-01

## 1 控制系统中元件的选型

(1) PLC 的选型。因为伺服电机的位移量与输入脉冲个数成正比, 伺服电机的转速与脉冲频率成正比, 所以我们需要对电机的脉冲个数和脉冲频率进行精确控制。且由于伺服电机具有无累计误差、跟踪性能好的优点, 伺服电机的控制主要采用开环数字控制系统, 通常在使用时要搭配伺服驱动器进行控制, 而伺服电机驱动器采用了大规模集成电路, 具有高抗干扰性及快速的响应性。(2) 伺服电机的选型。在选择伺服电机和驱动器时, 只需要知道电机驱动负载的转距要求及安装方式即可, 我们选择额定转距为  $2.4 \text{ N} \cdot \text{m}$ , 额定转速为  $3000 \text{ r/min}$ , 每转为  $131072 \text{ p/rev}$  分辨率的三菱公司 HF-KE73W1-S100 伺服电机, 与之配套使用的驱动器我们选用 MR-E-70A-KH003 伺服驱动器。三菱的此款伺服系统具有  $500 \text{ Hz}$  的高响应性, 高精度定位, 高水平的自动调节, 能轻易实现增益设置, 且采用自适应振动抑止控制, 有位置、速度和转距三种控制功能, 完全满足要求。同时我们采用三菱 GT1155-QFBD-C 型触摸屏, 对伺服电机进行自动操作控制。

## 2 PLC 控制系统设计

我们需要伺服电机实现正向点动、反向点动、原点回归和自动调节等动作, 另外为确保本系统的精确性我们增加编码器对伺服电机进行闭环控制。PLC 控制系统 I/O 接线图如图 1。上图中的公共端的电源不能直接接在输入端的  $24 \text{ V}$  电源上。根据控制要求设计了 PLC 控制系统梯形图如图 2。

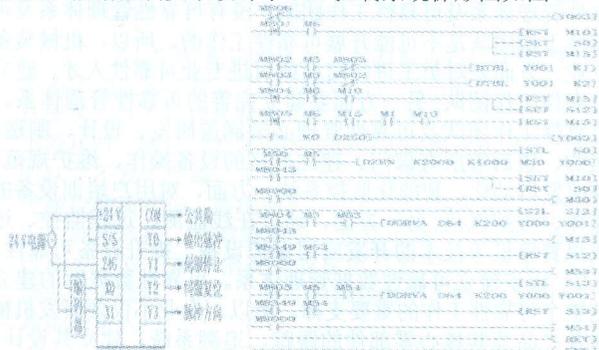


图 1 I/O 接线图 图 2 梯形图

M806 控制伺服急停, M801 控制伺服电机原点回归, M802 控制伺服正向点动, M803 控制伺服反向点动, M804 为自动调节, M805 为压力校正即编码器的补偿输入。在电机运行前需要首先进行原点回归, 以确保系统的准确性和稳定性, 当 M50 和 M53 同时接通时, 伺服电机以  $2 \text{ kHz}$  的速度从 Y0 输出脉冲, 开始做原点回归动作, 当碰到近点信号 M30=ON 时, 变成寸动速度  $1 \text{ kHz}$ , 从 Y0 输出脉冲直到 M30=OFF 后停止。M30 是在自动调节时, 电机转动的角度与零点相等时为 ON。电机在进行正反向点动时, 我们采用 FX3U 具有的专用表格定位指令 DTBLS1S2; 在使用表格定位之前, 我们首先要在梯形图左边的 PLC parameter 中进行定位设定。正反向点动控制我们采用指令 DRVAS1S2D1D2 绝对定位指令。在自动运行时, 我们利用 PLC 的浮点运算指令, 根据系统的多方面参数进行计算; 在操作时, 我们只需要在触摸屏上设定参数, 伺服电机便根据程序里的运算公式转化成为脉冲信号输出到驱动器, 驱动器给电机信号运转。

## 3 伺服系统设置

(1) 伺服驱动器的接线。伺服系统的接线很简单, 我们只需要按照规定接入相对应的插头即可。将三相电源线 L1、

L2、L3 插头接入 CPN1, 将伺服电机插头接入 CN2, 将编码器插头接入 CNP2, 控制线插头接入 CN1。我们在调试程序时需要用伺服电机的专用软件, 通过 RS422 接口接到伺服系统的 CN3 上即可。对于 CN1 控制线接法如表 1。

表 1 控制线接法

名称	VIN	OPC	RES	EMG	ALM	SG	PP	NP
引脚号	1	2	3	8	9	13	23	25
接线	110	110	Y2	Y1	60	0	Y0	Y3

(2) 伺服驱动器的参数设定。系统采用定位控制。三菱 MR-E 系列的伺服驱动器, 主要有两组参数, 一组为基本参数, 另一组为扩展参数, 根据本系统要求, 我们主要设定基本参数, 主要有 NO.0、NO.1、NO.2、NO.3、NO.4、NO.5、NO.7、NO.18、NO.19, 扩展参数要根据具体情况进行设定。同时我们也可以通过伺服设置软件 SETUP221E 进行参数设置。我们在伺服电机进行调试过程中建议先设为速度模式, 进行伺服电机的点动测试。

## 4 触摸屏程序设计

建立初始画面, 在画面上分别设置按钮开关, 在开关上分别写上, 压力+、压力-、原点回归、自动调节、压力校正、伺服急停等字样, 其中继电器的对应情况如上所写。控制画面如图 3 和图 4。

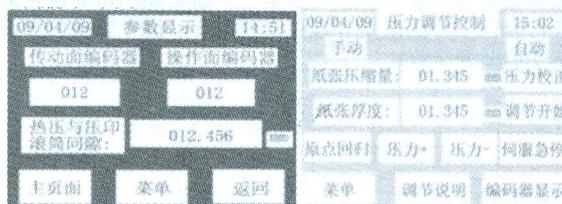


图 2 画面设置 图 3 参数显示

本系统同时还设置有手动调节功能, 确保在自动调节出现问题时及时补救。触摸屏上我们设置了指示灯, 可显示此时的工作状态。同时我们在手动和自动指示灯的中间部分, 设置了脉冲的输出指示, 即伺服电机的运转指示, 当有脉冲输出时, 会有“脉冲输出中”的红色指示灯出现。当无红色指示灯显示时, 即表示电机有故障, 此时操作者需根据伺服驱动器上显示的异常字母进行故障查询, 简单方便。

## 5 总结

利用 PLC 可以直接对伺服电机进行位置和速度控制, 无需增加定位模块, 节约成本。PLC 的处理速度快, 输出脉冲的频率也很高, 而且指令也很简单, 在系统联机的情况下也可方便地进行所有指令的修改工作。本系统通过触摸屏进行调节控制, 使操作简单, 也减少了在运行过程中的故障查找环节, 大大提高了工作效率。系统运用一年多来, 从未出现故障, 稳定性好, 且定位精确, 为用户节约很多时间。

## 参考文献

- [1] 雷翔霄, 唐小梅. 三菱 FX3u PLC 与 Siemens RF260 通信的实现[J]. 长沙民政职业技术学院学报, 2014(3): 136-136.
- [2] 翟雳. 基于三菱 FX3U 与触摸屏的趣味应用[J]. 科技视界, 2016(6): 243-243.
- [3] 金德华. 三菱 FX3U-20SSC-H 定位模块在送料系统中的应用[J]. 伺服控制, 2011(8): 86-90.

国际标准刊号：ISSN 1674-1854 国内统一刊号：CN 41-1365/TU

# 防护工程

国家级TU建筑期刊

2017年第30期  
10月下

中国期刊网全文收录期刊

国家新闻出版总署首批目录期刊

中国核心期刊（遴选）数据库收录期刊

中国学术期刊综合评价数据库来源期刊



ISSN 1674-1854



9 771674 185409 30 >

协办单位：中华人民共和国住房和城乡建设部  
主管单位：总参军训和兵种部政治部  
主办单位：总参工程兵科研三所

2017 30

市政工程给排水要点分析	毛莉萍	237
现代化住宅暖通空调给排水相关问题探讨	袁俊峰	238
探讨城市建筑工程给排水施工技术	周乐	239

## 电力建设 >>>

电力线路施工存在问题及其安全管理对策	强宝稳	240
配电抢修中的安全事项与防范策略	赵堃	241
电气自动化在电气工程中的融合运用	王锡友	242
试论电力配电自动化与配电管理	张洪峰	243
电力高压输电线路施工关键技术分析	靳涛 路惠源 任虹 曾颖	244
高层建筑电气设计中低压配电系统安全性探讨	苏珊 张琪琪 王彦林 王新辉	245
浅议超高层建筑电气设计要点	叶施威	246
探析电力公司人力资源管理存在的问题及其对策	胡一红	247
反窃电技术在装表接电中的应用研究	王震 席文静	248
智能化技术在建筑电气工程中的应用	丛红琳	249
电力生产技术现状及发展趋势	王富强	250
电力通信自动化信息安全漏洞及防范措施探讨	师丽斌	251
城市轨道交通直流牵引线路漏电流监测理论与实践研究	徐钦炜	252
建筑电气安装工程施工方法和技术措施要点分析	魏成燕	253
纯电动汽车电池管理系统软件关键技术研究	夏荣华 周素兰	254
便携式测振仪在五强溪电厂中的应用	袁世铎	255
如何提升电力施工企业安全生产管理工作的执行力	孙育红	257
关于优化电力工程施工管理的建议	陈民骅	259
农村配网低电压现象及治理对策分析	石磊 王红霞	260
电力配网工程施工技术管理策略分析	谢其长	261
高层建筑电气设计的主要内容及节能原则	袁宝伟	262
多功能带电跨越架在输电线路施工中的应用	靳涛 路惠源 任虹 曾颖	263
安全技术管理在电力工程施工中的应用	张树财 黄庆国	264
影响配电网高效运行的因素及强化运维管理的措施	魏积辉	265
对中国供电企业电力营销风险管理的几点探讨	李庆凤	266
探究电气工程及其自动化中存在的问题和解决措施	马一飞	267
新常态下火电企业转型发展的创新实践	王吏	268
城市配电网建设改造中电缆线路应用分析	曹金港	269
我国风力发电发展现状和问题探微	宗静文	270
浅析配电网线路损耗的探讨	史殿江	271
电厂燃料管理系统研究与应用	吴瑞华 马小琦	272
探讨电力系统自动化及新技术在系统中的应用	吴小旭	273
配电网绝缘化合理规划设计分析	史世栋	274
电力工程建设监理亟待存在的问题分析与对策	徐天府	275
输电线路运行检修和防雷技术探讨	赵伟	276
电气工程及其自动化智能化技术应用与探讨	费书博 李建明	277
浅谈输电线路对环境的影响及措施研究	杜世军	278
加强电力工程项目安全管理工作路径分析	冯海	279

10kV 开关柜局部放电检测方法探讨与应用	毕晓龙	280
高压电气试验存在问题及应对方法分析	和子 刘伟 李静	281
高压交流输电线路故障检修技术研究	任虹 曾颖 靳涛 路惠源	282
浅谈电力系统及其自动化技术	孔源	283
用电管理技术和用电检查工作的探究	黄玮	284
供电企业电力营销风险防控管理建议	黄宝贤	285
基于单片机的步进电动机控制系统设计	曾一新	286
运动控制技术在电力系统自动化中的应用	李一兵	287
火电厂继电保护可靠性提高分析	于海刚	288
配电网故障原因分析及运维管理控制研究	李永清	289
基于加强配网工程建设项目管理措施之我见	杨斐平	290
110kV 变电站的防雷保护措施简述	仲崇德	291
配电网故障原因及防治措施分析	刘伟	292
做好电力建设工程安全监理工作的措施探讨	刘学继	293
配电网线路检修中危险点的判断及控制探究	刘文健	294
供电企业营业普查中发展的现状及对策	刘海钦	295
基于物联网技术的高压线路监测研究	任虹 曾颖 靳涛 路惠源	296
电力工程中数控技术的应用分析	李建明 费书博	297
输电线路运行安全影响因素分析及防治措施	杨正豪	300
电力基建项目前期及工程期间的有效管控策略	梁世聪	301
电气工程及其自动化技术下的电力系统自动化发展	李迎军 卢宝石	302
探讨供电企业营业销售管理	黄妙玲	303
故障指示器在 10kV 配电系统中的应用	林发	304
基于 BIM 技术电力工程中的应用分析	王鹏亮 张燕宾	305
PLC 技术在电气工程及其自动化控制中的运用探析	卢宝石 李迎军	307
浅谈变电站施工项目成本管理策略	曾颖 靳涛 路惠源 任虹	308
自动化检测仪表在污水处理中的应用分析	吕斌	309
减少电量损失的电能计量装置运行维护对策	莫源	310
探析如何加强电力企业劳动定员管理	邱文杰 聂近近	311
智能抄表系统对电费回收的影响	王华丽	312
基层电网建设电力工程安全技术现状及改进措施	巫世华	313
刍议新形势下电力营销优质服务的提升	谢慧琴	314
论电气自动化在电气工程中的应用	张宇翔	315
关于智能变电站一体化电源监控系统研究	熊江	316
10kV 中配电网线路的继电保护基本配置及保护策略	徐云安 齐敏 宋丽云	317
试论电气设备安装施工技术措施	杨静茹	318
配电网安全运行中的技术优化	杨文杭	319
电力系统中继电保护二次回路的维护与检修	马亮	320
特高压变电站电气设备安装质量提升重点措施分析	路惠源 任虹 曾颖 靳涛	321
供电企业客户服务投诉率的降低措施探究	姚育龄	322
新形势下做好电力企业纪检监察工作的措施	章红霞	323
民用屋顶光伏发电并网技术探讨	郑列俊	324
浅谈如何提高供电营业厅客户满意度	饶晴	325
10kV 配网工程项目管理问题及改进	欧阳雄方	326
电气工程及其自动化存在的问题及解决措施	周善君	327
特高压输电线路在线监测与防雷技术研究	路惠源 任虹 曾颖 靳涛	328

# 基于单片机的步进电动机控制系统设计

曾一新

广州城建职业学院 广东 广州 510925

**摘要:** 数字化电机控制技术的发展使得电机这一古老的机电能量转换装置得到新的发展和广泛的应用,并极大地提高了工农业生产效率,改善了人民的生活水平。步进电动机是纯粹的数字控制电动机,它将电脉冲信号转变成角位移,即给一个脉冲信号,步进电动机就转一个角度,因此非常适合于单片机控制。为了提高步进电机控制系统的动态性能和控制精度提出基于单片机的步进电机控制系统设计方法,包括系统硬件、软件及加减速控制算法的设计。

**关键词:** 单片机; 步进电机; 位置控制; 加减速控制

## 一、引言

随着微电子技术的发展,数字信号处理器以其强大的运算处理能力,较高的控制精度而在自动控制系统中普遍使用。为了提高步进电机的控制性能和精度,本文以单片机 AT89C51 为控制核心,实现了三相反应式步进电机控制系统的设计。

## 二、步进电动机控制

步进电动机是数字控制系统中一种十分重要的自动化执行元件,在工业自动化装备,办公自动化设备中有着广泛的运用,近年来,控制技术、计算机技术以及微电子技术的迅速发展,有力地推动了步进电动机控制技术的进步,提高了步进电动机运动控制装置的应用水平。过去电动机的控制多用模拟法,随着计算机应用技术的迅速发展,电动机的控制也发生了深刻的变化,步进电机常常和计算机一起组成高精度的数字控制系统。模拟控制已经逐渐被使用单片机为主的混合控制和全数字控制所取代。

## 三、系统硬件设计

步进电机是一种将电脉冲信号转换成角位移的执行机构,其转子角位移与输入脉冲的频率成正比,通过改变脉冲频率可以实现大范围的调速;同时,步进电机易于与计算机和其他数字元件接口,因此被应用于各种数字控制系统中,本设计的步进电动机控制系统由单片机(控制电路),脉冲分配电路、功率放大电路(驱动电路)、步进电动机及电源系统组成。系统结构框图如图1所示。

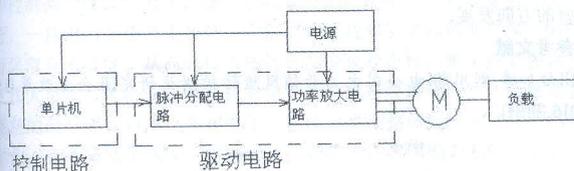


图1 系统结构框图

由步进电动机的工作原理知道,要使电动机正常的一步一步地运行,控制脉冲必须按一定的顺序分别供给电动机各相。给三相绕组轮流供电被称为脉冲分配,实现脉冲分配的方法有硬件法和软件法两种。硬件分配法由环形分配器来实现,软件分配法由程序从计算机接口直接控制输出脉冲的速度和顺序。

由于软件法在电动机运行过程中,要不停产生控制脉冲,占用大量 CPU 时间,可能使单片机无法同时进行其他工作(如监测等),所以本系统采用硬件法。8713 脉冲分配器与单片机接口如图2所示:

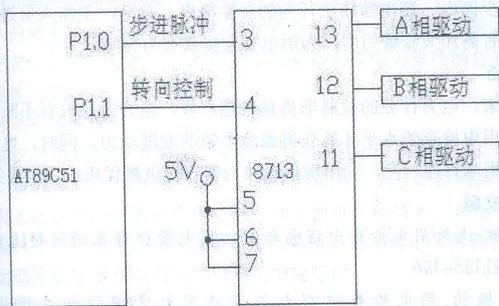


图2 8713 脉冲分配器与单片机接口图

## 四、系统软件设计

步进电机存在启动时失步,停止时振荡现象,这是影响步进电机控制

精度的主要原因。因此,软件设计主要介绍步进电动机位置控制和加、减速控制及程序实现。

### (一) 位置控制

#### (1) 位置控制设计

步进电动机每走一步,步数减1,如果没有失步的存在,当执行机构到达目标位置时,步数正好为0。因此,用步数等于0来判断是否移动到目标位置,作为步进电动机停止运行信号。绝对位置参数可作为人机对话的显示参数,或作为其他控制目的的重要参数,它与步进电动机的转向有关,当步进电动机正转时,步进电动机每走一步,绝对位置加1,当步进电动机反转,绝对位置随每次步进减1。硬件连接如图2所示。

#### (2) 位置控制设计程序实现

中断服务子程序框图,如图3所示,每次中断仍然改变一次 P1.0 的状态,每两次中断步进电动机才走一步。

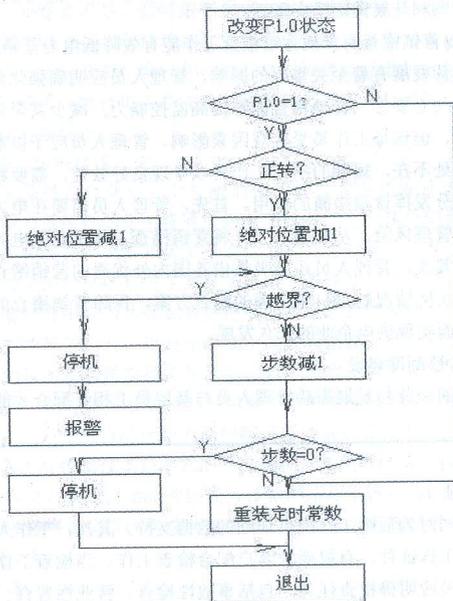


图3 中断服务子程序框图

### (二) 加减速控制

#### (1) 加减速控制设计

为满足加减速控制要求,本系统步进电机按照指数加减速曲线进行控制,如图4所示。

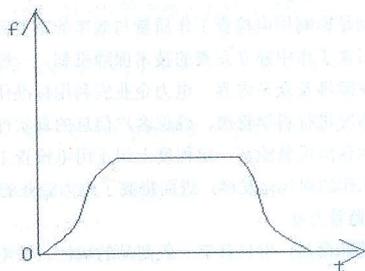


图4 指数加减速曲线图

(2) 加减数控制程序实现

定时常数系列存放在单片机的 ROM 中。初始 R3=35H, R1, R2 都有初使值。加减速程序框图如图 5 所示:

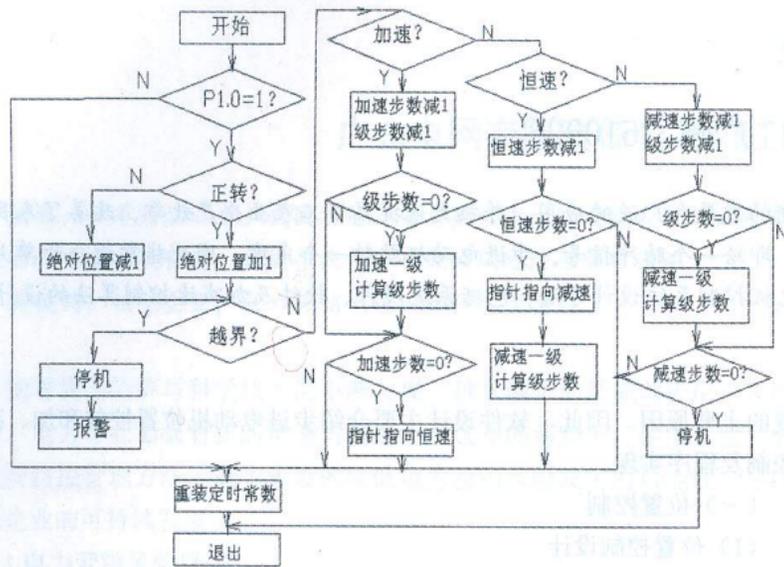


图 5 加减速程序框图

五、总结

本文描述了步进电机控制电路硬件电路的设计, 实现了步进电机位置控制和加减速控制的软件设计, 通过实践, 能够达到预期的控制效果, 并且稳定可靠。

参考文献

- [1]许晓峰,电机及拖动,高等教育出版社,2007.
- [2]刘亚东,步进电机速度的精确控制,上海交通大学出版社,2001.
- [3]王晓明.电动机的单片机控制.[M].北京航空航天大学出版社,2007

作者简介

曾一新,男,讲师,本科,研究方向:机电控制技术。

# 建筑工程技术与设计

Architectural Engineering Technology And Design

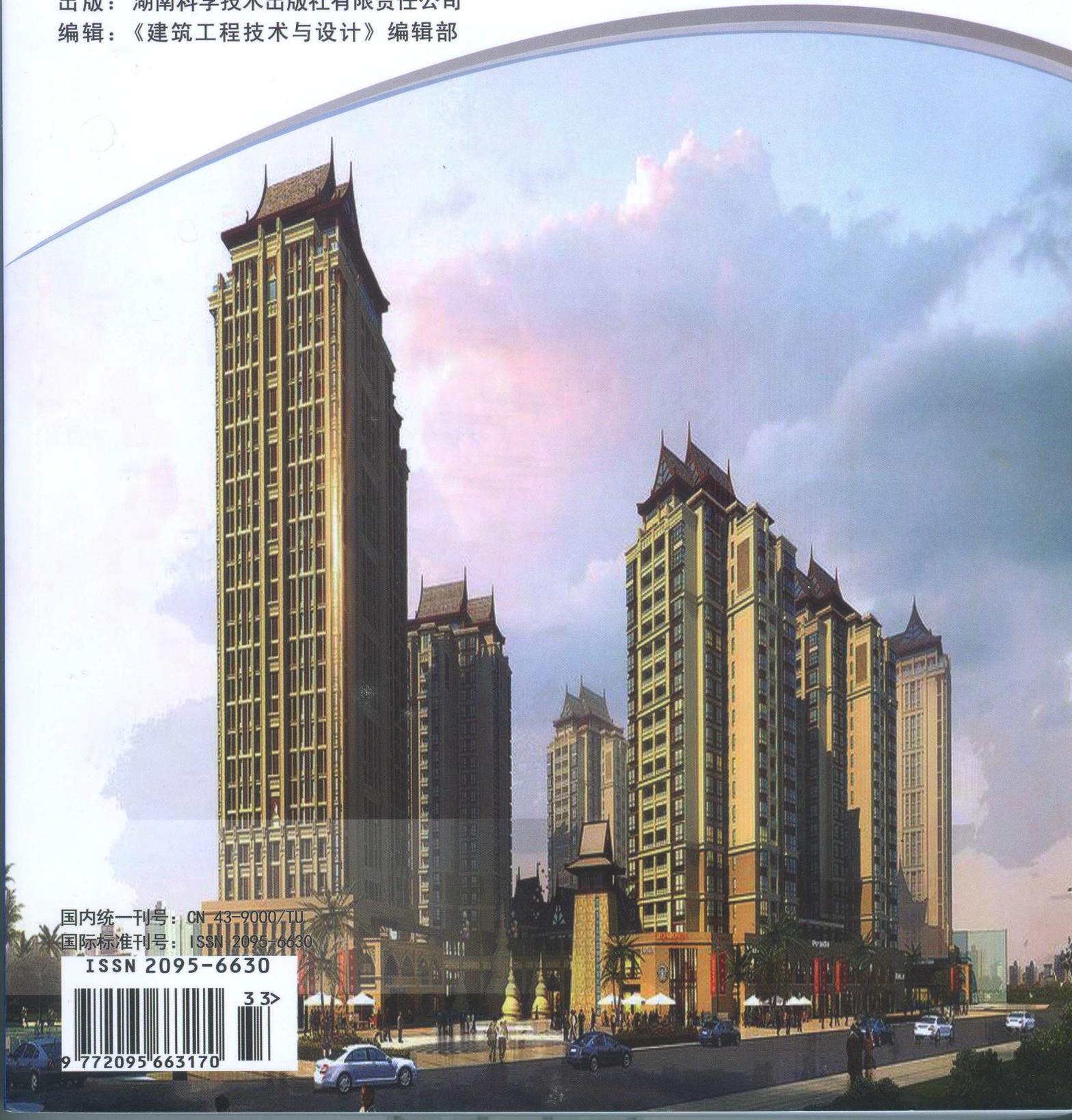
2017. 11<sub>下</sub>

主管：中南出版传媒集团股份有限公司

主办：湖南科学技术出版社有限责任公司

出版：湖南科学技术出版社有限责任公司

编辑：《建筑工程技术与设计》编辑部



国内统一刊号：CN 43-9000/TU

国际标准刊号：ISSN 2095-6630

ISSN 2095-6630



9 772095 663170

### 城乡规划

- 乡村体验园旅游发展研究综述..... 刘玉曦 邱二龙 1  
浅谈城市规划中的工程测绘及其重要性..... 王佳军 2  
浅谈新型城镇化建设中的PPP模式..... 吴强 梁军 3  
基于海绵城市建设的低影响开发技术的功能分析..... 俞立芬 4  
基于视觉观赏的古镇保护策略探析——以窑湾镇为例.. 张演华 5  
农村土地整治与生态环境影响分析..... 朱海军 7

### 工程技术

- 基于房建施工的防渗漏施工技术应用探析..... 曹俊良 8  
浅埋暗挖法隧道施工技术的发展..... 陈军杨 9  
基础灌浆施工技术在水利水电工程中的应用..... 陈楠 史亚军 10  
大体积混凝土施工技术及预防措施..... 陈新宇 11  
浅谈无人机倾斜摄影测量技术及其应用..... 代业剑 张改英 12  
地质测量中GPS技术的应用研究..... 巩士选 刘海峰 刘松 赵长春 13  
简析高层建筑连体结构施工技术要点..... 郭长继 赵有海 14  
浅谈地球物理探测技术及应用..... 何瑞岩 15  
工程测绘中地理信息技术的应用探讨..... 黄雪方 16  
探讨电力输配电线路的运行维护与故障排除技术..... 瞿俊 17  
浅谈煤矿水文地质问题及勘探技术方法..... 李大鹏 18  
建筑工程测绘技术存在的问题与优化措施探究..... 李鹏飞 19  
隧道施工技术风险与控制对策探讨..... 李智勇 20  
高速铁路桥梁连续梁工程施工技术..... 连建波 21  
机电设备状态监测技术在污水处理厂的应用..... 廖德志 22  
有色金属矿山深井采矿技术研究..... 林超 23  
小型沟渠衬砌施工技术浅析..... 罗涛 24  
建筑工程施工中深基坑支护的施工技术..... 马艳玲 25  
岩溶地区勘察中的技术问题分析..... 苗成浩 汤志刚 26  
绿色施工技术在装配式建筑工程中的应用..... 秦志峰 27  
GPS测量技术在工程测量中的应用..... 邱石生 28  
探矿工程技术与低碳经济..... 饶国胜 29  
土压平衡盾构机斜向下穿建筑物桩基础施工技术..... 任彦锦 张士骏 冯硕 李建伟 30  
预应力混凝土现浇箱梁施工技术控制要点探析..... 任宇廷 32  
高速公路路基施工技术要点..... 尚俊波 戚英盛 33  
大坝基础固结灌浆补强加固施工技术分析... 申银海 吴朝强 34  
房建工程深基坑施工常见问题及施工技术分析..... 沈富江 35  
高速铁路桥梁板式无砟轨道施工技术..... 盛磊 36  
房屋建筑混凝土浇筑施工技术分析..... 东方祥 37  
土木工程建筑施工技术的创新..... 孙静 38  
建筑施工中防水防渗漏施工技术分析..... 王璇 39  
浅析暖通空调系统安装施工管理技术..... 孙慎林 40  
研究房屋建筑施工中防渗漏施工技术的应用..... 王惠利 41  
管线测量中网络RTK技术的应用..... 王平德 42  
国土测绘工作中GPS测绘技术的探讨..... 王胜利 44  
燃煤机组超低排放技术方案研究... 王源 胡颢 朱永欣 45  
房建施工技术及其质量控制措施分析..... 吴娜 46  
建筑工程中的地质勘察技术..... 杨云辉 47  
建筑土木工程施工技术控制的重要性分析..... 叶瑞杰 48  
建筑工程施工中深基坑支护的施工技术..... 于慧祖 49

- 基于物联网的沥青路面施工质量管控技术在503省道淮安机场连接线中的应用..... 于勤海 50  
关于建筑给排水施工技术探讨..... 曾祎斌 52  
膨胀土换填施工技术研究..... 张杰 于秀娟 53  
土木工程建筑中混凝土结构的施工技术分析..... 章新举 54  
浅析土木工程中混凝土结构的施工技术应用..... 周大明 55  
有关电镀废水治理技术问题探讨..... 周红梅 56  
工程测绘中新技术的应用..... 朱俊尧 57  
地基设计和岩土工程勘察常见问题探讨..... 祝荃芄 58

### 建筑艺术

- 浅谈关于中西方设计的一点感想..... 柯于锴 59  
建筑设计中新技术和新材料的应用探讨..... 董劲驹 崔昱 60  
色彩在家具与室内装饰设计中的运用..... 黄林 61  
《外国建筑史》创新教学方法改革探讨..... 梁飞 刘少帅 62  
论传统文化在室内装潢设计中的渗透..... 贾伟 63  
地域性文化在田园综合体设计中的重要性..... 刘玉曦 64  
当代美学艺术在室内装潢设计中的应用..... 彭明星 65  
低碳住宅装饰装修设计与实践探讨..... 俞炆 66

### 建筑设计

- 浅析建筑抗震设计要点..... 单勇 67  
现代建筑设计方法的创新探索..... 黄平 68  
BIM在建筑设计中的优势分析..... 阚晓辉 69  
机场航站楼暖通空调设计探讨..... 李洪亮 70  
探讨低碳概念下的建筑设计应对措施..... 李英均 71  
一种机械式智能调酒机的设计..... 李有兵 72  
浅谈城市公共空间铺装设计研究——以大连星海广场为例(市民广场)..... 邱丹 73  
人性化设计在医院建筑设计中的运用..... 桑承麟 74  
关于建筑给排水及消防系统设计要点的探究..... 孙华伟 75  
浅析建筑设计在建筑抗震设计中的重要作用..... 王秀锋 张彩霞 方立志 76  
建筑设计创新与可拓思维模式..... 肖红霞 张乃银 77  
提高建筑结构安全度的必要性分析..... 张绘军 都爱华 董光明 78  
关于推动绿色建筑设计的思考..... 张明伟 79  
生态城市建设中的优化环境治理体系对策研究..... 周陈民 80

### 预算造价

- 浅析土建工程造价控制管理措施..... 陈璐 81  
造价咨询在电力工程造价控制中的作用..... 陈加孟 82  
建筑安装工程计价的影响因素及控制策略探讨..... 耿亮量 83  
工程造价审核质量提升方法分析..... 郭雪桥 84  
建筑工程造价的动态管理与控制分析..... 黄棉璇 85  
对建设工程造价的全过程跟踪审计的探究..... 潘菁 86  
清单计价模式下招投标阶段工程造价之控制..... 时述明 87  
探究建筑工程预算在工程造价控制中的作用..... 汤日霞 88  
工程概预算的应用及存在问题的探究..... 田青 89  
新型绿色建筑工程造价预算与成本控制分析..... 王涛 90  
对于新型绿色建筑工程造价预算与成本控制分析..... 王威 91  
建筑工程造价信息化管理方法探究..... 王安水 92  
营改增对工程造价的影响及对策与分析..... 吴晓辉 93

# 一种机械式智能调酒机的设计

李有兵

(广州城建职业学院 机电工程学院, 广东 广州 510925)

**【摘要】**本机械式智能调酒机是为了解决酒吧、家庭聚会的时候因为想喝到混合饮料的味道或者是更好的品酒但又不懂得怎么去调制,同时解决了在调制过程忘记添加某些原料又或者是调制过程的疲惫等问题而设计的一台智能调酒机。本设计解决传统调酒机“储存量少、不得远程操控、操作复杂”等问题。本产品可以通过手机APP实现控制,且可定制化生产。

**【关键词】**智能调酒机; 调制; 传统调酒机; 手机APP

## 1 技术背景

随着生活水平不断提高,品酒成为了许多人的爱好,酒的调制基本都是依靠专业调酒师人工调制,因为每种类型的调制方法和过程均不同,酒液与辅料的比例也不同,需要调酒师花费大量时间去调制,导致效率偏低,特别是在顾客较多的时候,调酒师往往手忙脚乱,很难保证调出的酒的质量。

为解决上述问题也出现了调酒用的机器,但现在的调酒机器功能比较单一,所蕴含的酒种不多,在机器里面装酒的容器并不够装下一个酒瓶的容量。其次,现在的调酒器价格均比较昂贵。

## 2 产品设计

### 2.1 机械设计

移动平台的x, y轴方向移动,移动杯子可到指定位置,这时酒杯底座与酒杯沿z方向移动,触发容器机械阀门,而且有自动模式和手动模式,可根据不同人的口味爱好进行人性化选择,通过传感器与单片机系统的配合,使一个人可以看管几台机器或者由顾客向自己选择无需要工作人员,减少商家人工费的支出和提高效率和服务质量,顾客可以快速买到喜爱的饮品,实现商家顾客双方共赢。

(1) 设备的整体结构如图1所示,由一个空心的立方体机架组成,顶部8个开孔,用来盛放装酒的容器,可以通过8个机械式阀门来控制容器的开关。

(2) 图1中将皮带1和皮带2固定在双连杆固定平台,步进电机1通过连杆皮带1和2,当步进电机1获得指令后转动,带动皮带1和皮带2,从而使双连杆固定平台移动,当步进电机1反转时双连杆固定平台移动左移,当步进电机1正转时双连杆固定平台移动右移。

(3) 酒杯底座安放在双连杆固定平台,可以前后移动,皮带3将酒杯底座与步进电机2连接在一起。当步进电机2获得指令后转动,带动皮带3,使酒杯底座沿着双连杆移动,通过控制步进电机2的转动方向,使得酒杯底座来回移动。

(4) 底部移动平台如图2,共放置8个红外线传感器,当酒杯底座移动到红外线传感器上方,停留3-5秒钟,这时步进电机3开始工作,带动控制皮带4,使酒杯底座连同酒杯向上升,如图3。当酒杯接触到机械开关阀,阀门打开,底座停止向上。当酒杯与阀门脱离接触,阀门关闭。这时酒杯底座和酒杯一起下降。

(5) 通过程序控制步进电机1和步进电机2,使得酒杯底座可以移动到我们需要的位置,去调制对应的酒。

(6) 调酒的种类和酒的多少,可以通过程序进行控制。该设备可以手动控制也可以用红外线遥控器控制,使用方便。

(7) 控制部分主要用来进行程序控制和设备驱动。

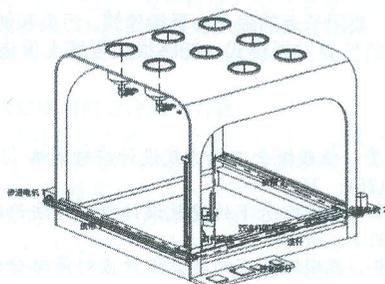


图1 智能调酒机的整体结构

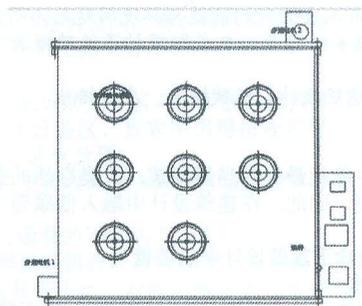


图2 智能调酒机的俯视图

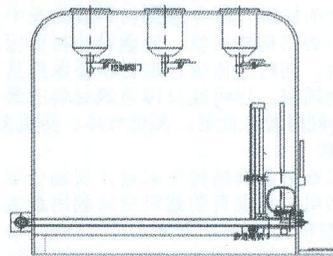


图3 智能调酒机的侧视图

### 2.2 电气设计

此产品由电气设计主要由arduino主板、单片机控制电路、红外传感器组成,编程包含两个部分,其中单片机主要是用来控制外线传感器和接受遥控器的控制,而arduino主板中用来控制步进电机。由于控制程序比较复杂,这里不进行详细编写。

本设计使用的传感器模块对环境光线适应能力强,其具有一对红外线发射与接收管,发射管发射出一定频率的红外线,当检测方向遇到障碍物(反射面)时,红外线反射回来被接收管接收,经过比较器电路处理之后,绿色指示灯会亮起,同时信号输出接口输出数字信号(一个低电平信号),可通过电位器旋钮调节检测距离,有效距离范围2~30cm,工作电压为3.3V-5V。

### 3 总结

本机械式智能调酒机通过移动机构带动放置在酒杯底座中的酒杯移动至装酒容器下方,并接取从装酒容器中流出的酒水,在不同的装酒容器内盛装不同类型的酒,最终多种酒在酒杯中混合完成调制。其接取酒水的过程是通过升降机构带动酒杯底座和酒杯一起上升,由酒杯的上端将触动机械开关阀的开关把手,从而打开出酒口,此时,出酒口与酒杯之间是很接近的,不会出现酒水溅出的情况,能平稳的接到酒水,而且机械开关阀保证了只有在酒杯触动其开关把手时才会打开,出酒更可靠。

### 参考文献:

[1] Arduino 开发从零开始学 [M]. 清华大学出版社. 宋楠. 2014  
[2] Arduino 的原理及应用 [J]. 电子设计工程. 蔡睿妍. 2012 (16)  
[3] 廖伯瑜 现代机械动力学及其工程应用 [M]. 机械工业出版社. 2004  
[4] 基于 Arduino/Android 的小车蓝牙控制系统的设计与应用 [J]. 徐鹏, 梁曼, 魏萍, 张海玲. 微型机与应用. 2017 (04)  
[5] 基于单片机和 Arduino 平台的六自由度可控机械手臂 [J]. 张涛, 王炎. 电气自动化. 2016 (06)

作者简介: 李有兵 (1982—), 男, 讲师、硕士研究生, 研究方向: 机电控制技术

ELECTRICAL EQUIPMENT



国内刊号: CN11-9226/TM

国际刊号: ISSN1672-2000

# 电力设备

主管主办单位: 国家电网公司 出版单位: 中国电力出版社

2017 年第 33 期 (总第249期)

国家一级电力期刊

中国核心期刊来源期刊

中国期刊网全文收录期刊

中国核心期刊(遴选)数据库收录期刊

ISSN:1672-2000



33>

9 771672 200050

电能计量自动抄表技术的推广应用综述.....	文博 385
循环冷却水系统智能化节能技术应用.....	邹士波 386
建筑电气施工技术的探讨与研究.....	余德华 387
智能电网中装表接电技术面临的问题与解决策略.....	叶振成 388
电力变压器故障诊断及电力技术监督系统分析.....	赵丰 389
电力变电运行中多发事故点的控制研究.....	王盛民 390
电力信息与电力通信技术的融合研究.....	宋厚营 林祥军 尹雷 391
基于用电检查基础的用电降损问题探析.....	励晨 392
智能变电站继电保护误操作事故预防措施研究.....	张颖 翟浩骅 393

## ◇ 研究与设计

“智能电力营销”环境下供电优质服务创新研究.....	张李丹 394
电力营销全过程电费风险管理研究.....	贺锦楠 395
电能计量管理存在的问题及措施研究.....	王军 396
基于大客户报装的电力需求影响因素分析.....	李江祖 397
加强电力安全文化建设.....	宋燕霞 马广强 刘继彦 赵建文 辛欣 398
对弱电智能化系统设计与应用要点探讨.....	童燕君 399
电力调度监控运行可靠性及改进对策.....	何金 400
社会保险人力资源方面存在的问题与对策.....	赵熙娟 401
浅议智能照明系统在智能变电站的设计应用.....	刘星 402
浅析电费回收风险及解决措施.....	贾丽钦 403
有关 110kV 变电站一次设计的若干思考.....	余婷婷 404
基于电力配电自动化与配电管理研究.....	马文强 405
10kV 电力配网工程系统的设计剖析.....	张希 段晓牛 406
配电网故障定位方法研究分析.....	杨世锋 407
实现变电运维的一体化工作模式综述.....	宝建国 408
基于装表接电过程中的问题及对策研究.....	程芳 409
用电监察工作中的窃电问题和反窃电措施研究.....	雷建军 410
提高变电站值班员应急事故处理能力的对策.....	唱雅彬 411
垃圾电站臭气扩散和烟气环保排放控制的工程实践.....	廖大杰 412
湿法脱硫系统石膏脱水效果差原因分析及应对措施.....	张长生 413
基于大数据的 95598 优质服务管理创新与实践.....	孙立霞 415
电力物资招(投)标管理大数据应用规划研究.....	汤宝骏 416
地区电网运行方式安排中存在的风险分析及对策研究.....	侯宝素 417
探讨电网配电线路的运行及其维护.....	刘明跃 常中华 林阳 徐昕 418
电力营销计量改造中的重点与难点分析.....	刘娅娜 419
浅析输变电技术在智能电网中的应用研究.....	王佳男 董明 苏震 李美云 420
10KV 变电站智能化改造技术方案研究.....	赵强 421
输电线路防雷接地设计与维护措施研究.....	刘金龙 422
选煤厂火灾预防与火灾监控系统设计分析.....	关丽敏 423
浅议输变电线路运行中的问题及对策研究.....	张宇 李权 许乃文 刘嘉琦 424
中孟地震加速度和基本风速对比研究.....	凌涛 祝红山 侯宇飞 425
基于遗传算法和 SCADA 稳态信息的保护动作诊断研究.....	史磊 427
300MW 循环流化床机组烟气脱硫改造工艺的选型研究.....	张勇 429
机械设计制造及其自动化发展方向的研究.....	李剑康 431
当前电力系统继电保护的运行维护分析.....	黎俊 432
常规的燃气-蒸汽联合循环若干问题的探讨.....	祁哲 433
关于精细化电力营销服务管理措施的研究.....	汤潇潇 434
浅谈国家电网改革的历程及社会责任.....	王亚炜 435
城市轨道交通电气火灾监控系统应用方案.....	熊俊杰 436
浅谈影响特高压电网运行的因素及应对策略.....	翟来 付鲁川 437
链式 SVG 的单元直流电压控制的研究.....	赵珊 杨培新 董睿 张献华 438
大规模风电场有功功率控制策略.....	苏佳 冯仁军 439
基于太阳能光伏电站直流侧故障及解决方案的研究.....	赵云云 440
用电信息采集系统在企业中的使用分析.....	邱先明 441
电力电子技术在无功补偿自动控制中的运用研究.....	牟海荣 华俊芳 443
关于电厂电气监控系统的探讨.....	杨敬莉 444

# 电力电子技术 in 无功补偿自动控制中的运用研究

牟海荣 华俊芳

(广州城建职业学院 510925)

**摘要:** 电力电子技术现在已经被众多领域所应用,并且取得了良好的效果,尤其是在电网中的应用,使得电网运行安全性与经济性更高。基于我国电网建设现状,首先需要解决的即电压调整问题和无功补偿问题,而电力电子技术的应用,完全可以应对无功补偿问题。本文基于无功补偿基本工作原理,对电力电子技术在无功补偿自动控制中的应用要点进行了简单分析。

**关键词:** 电力电子技术;无功补偿;自动控制

电网内无功补偿可以提高电压稳定性,同时还能够将减少电网运行损耗,是电网建设需要重点关注的内容。现在电力电子技术在无功补偿中的应用,可以有效发挥自动控制优势,更好的面对现在电网电气设备不断增多的情况,达到低能耗、低成本、高产出的目的。

## 一、电力系统无功补偿运行原理

无功补偿即无功功率补偿,将其应用到电力系统中,面对的对象为运行设备,且均属于感性负荷,需要吸收一定量无功功率,尤其是现在我国电力系统建设日益完善,电网运行整体电力负荷增加。为提高电网运行可靠性,并减少损耗,降低运行成本,便可以采用无功补偿的方法,可靠减少电网运行设备感性负荷,实际应用中已经取得了良好效果<sup>[1]</sup>。基于实际应用现状来看,一般所选择无功补偿装置多分散在高、低压并联电容器电路内,安装维护技术性较低,但是要注意各影响因素造成的干扰,避免过渡应用无功补偿方式。

现在电力系统应用无功补偿主要目的是调整电压,将电路分为补偿器、系统以及负载三部分。对无功补偿原理进行分析,可确定系统特性曲线为:

$$U=U_0(1-\Delta Q/S_x) \quad (1)$$

其中,  $U_0$  表示系统电压;  $s_x$  表示系统短路容量。推理可得系统电压变化量为

$$\Delta U=U-U_0=U_0(-\Delta Q/S_x) \quad (2)$$

根据公式可得,电力系统无功功率发生变化后,将会使得电压产生正比变化,并且系统所供给的无功功率值为负载加上补偿器无功功率之和,即  $\Delta Q=Q_L+Q_C$ 。

电力系统正常运行状态下,如果负载无功功率  $Q_L$  发生变化,补偿器产生的无功功率  $Q_C$  可以有效应对无功功率变化要求,可得到  $\Delta Q=Q_L-Q_C=0$ , 并且无功功率  $Q$  不会发生改变<sup>[2]</sup>。而通过公式(2)分析可得,  $\Delta U=0$  时,系统电压  $U$  会保持在恒定状态,确定为无功功率进行动态补偿的根本。

## 二、无功补偿在电力系统内应用要点

### 1. 电力电容器

从设计角度来对无功补偿电力系统进行分析,技术要求比较简单,对于容器的安装、运行以及维护等要求较低,设计比较简单,在电力系统建设中更容易实现。但是就其使用过程来看,存在较高的技术性与复杂性特点,对于电力系统来讲,应用最多的为感性无功补偿,无法实现对电压的持续性调节。应用电力无功补偿电容器时,会产生一定负电效应,使得电网电压降低,同时补偿电流也会减小,使得电容器补偿容量减少,达到电力电容器无功补偿无功量可以快速降低<sup>[3]</sup>。另外,就实际应用效果来看,整个使用过程中,受谐波影响比较明显,存在较大可能导致补偿电力电容器被烧毁,不仅无法对电压进行调节,还会造成更多停电损失。

### 2. 同步调相机

同步调相机作为一种同步调转式的电动机设备,可将其看作为无功功率动态性补偿装置,主要是通过调节励磁系统,来发出杆型或者有容性功率。同步调相机为同步旋转式发电机,运行过程中始终处于旋转状态,不仅运行噪音较大,并且会产生较多损耗,运行成本较多。同时,就其使用效果来看,运行维护难度较大,对技术要求比较严格。在电力系统建设不断完善的同时,系统无功功率变化迅速,但是受设备自身运行速度限制,导致无功补偿同步调相机难以实现设定的调节工作,还存在一定缺陷。

### 3. 静止装置

静止无功补偿装置应用的主要目的,就是对同步调相机以及电力电容器存在的缺陷进行优化调整。相比无功补偿电力电容器以及无功补偿同步调相机,静止无功补偿装置具有更多优势,不仅运行噪音小,并且相比之前容器具有更快的运行速度。现在基于电力电子技术,不断研发出新的开关器件,将其应用到静止无功补偿装置内,可实现动态补偿。根据实际应用状态分析,虽然静止无功补偿装置存有更多技术优势,但是运行时依然存在一定缺陷,尤其是前期造价较高,虽然后

期运行维护费用低,但是整体依然存在成本高的特点。

## 三、电力电子技术在无功补偿自动控制中应用

### 1. 电力电子技术

作为一种新型的电子技术,其就是通过电力电子器件来完成对电能的变换以及控制,常见的可分为电力电子器件制造以及交流两种技术,已经被广泛的应用到电力行业内,包括高压直流输电以及无功补偿等。就电力电子技术具有的特点进行分析,还可以应用到工业以及电化学工业等行业内,对电力大小进行适当变换,确保满足实际生产需求。电力电子技术的应用,可以对以往电力系统运行中存在的隐患进行改善,消除存在的各类弊端,对实现机电一体化发展具有巨大的推动作用。

### 2. 无功补偿自动控制

#### 2.1 机械式接触器

无功补偿自动控制,多是根据并联电容器开关接触达到自动控制开关设备的目的,早期的电力系统设计中,基本上所应用的均为接触器进行电容器组投切。但是就电网运行效果来看,此种传统的投切技术,因为电容器初始电压为零,会造成合闸操作时电容器组电压激增,出现电容器涌流问题,影响电网运行稳定性。基于此种问题,需要对电力系统进行设计优化,针对电容器组进行性能调整,采用专门作用域的间电容器组的接触器,通过限流电阻的方式,来避免合闸时电容器组涌流<sup>[4]</sup>。就实际影响效果分析,增设了限流电阻以后,能够将涌流控制在额定电流 20 倍以内,可满足降低以及控制涌流的要求,同时接触后不会出现电压降低的情况,进而能够减少运行损耗。

#### 2.2 复合开关

复合开关对机械式接触器以及无触点晶闸管进行了可靠融合,为一种全新发明的复合型型式的开关设备,实现了接触器与可控硅的并联设计,可弥补以往运行中存在的技术缺陷,真正意义上达到电流过零时的切断与导通处理。通过复合开关在电力系统中的应用,既可以实现对整个电力系统的连接与断开处理,同时还可以减少涌流问题的发生,对接触器无工号以及可控硅抑制涌流的技术优势进行了融合。现在电力系统可选择的复合开关主要分为单向分补开关以及三相共补开关两种,所适用的情况不同,可以结合实际情况来灵活选择。其中,三相共补开关多被应用于传统低压无功补偿环境,单相分补开关则多用于各相负载相差较大的无功补偿条件。

#### 2.3 无触点晶闸管

无触点晶闸管在系统中的应用,可以有效解决电容器组涌流问题,是最新的电力电子技术。在电力系统电网压力过零时,可以通过可控硅进行自动控制,避免因为电容器电压急剧上升而出现合闸涌流问题。电容器组自动投切时,可控硅电流还具有过零自动关断特点,可避免出现电流拉弧问题,对交流接触器烧毁的问题进行改善,延长设备使用寿命。

### 结束语:

将电力电子技术应用到无功补偿自动控制中,可以进一步提高电力系统运行安全性与稳定性,减少各种运行问题的发生,同时还可以降低损耗。基于我国电力行业发展需求,对电力电子技术进行更深入的研究,确定其在电力系统建设中的应用方向与要点,争取发挥出其所具有的技术优势。

### 参考文献:

- [1] 龙文. 电力电子技术在无功补偿自动控制中的应用[J]. 电子世界, 2017, (06): 173.
- [2] 张永春, 吕香玲. 电力电子技术在无功补偿自动控制中的应用研究[J]. 现代工业经济和信化, 2016, 6(21): 81-82.
- [3] 周虹屹. 电力电子技术在无功补偿自动控制中的应用[J]. 中外企业家, 2015, (17): 239+251.
- [4] 陈韶锋. 电力电子技术在无功补偿自动控制中的应用[J]. 硅谷, 2012, 5(14): 122+121.

中文科技期刊数据库（文摘版）

# 工程技术 ENGINEERING TECHNOLOGY

国内统一连续出版物号CN: 50-9210/TB  
国际标准连续出版物号ISSN: 1671-5586

2017 **03**  
Mar.2017 第37卷

国家级优秀科技期刊 维普网全文收录期刊 《中文科技期刊数据库》来源期刊



农村公路建设与养护管理研究..... 李俊文 261  
 公路桥梁预应力施工技术及其质量控制  
 ..... 缪金翠 刘佳怡 262  
 浅析市政道路路基施工质量控制技术..... 秦 越 263  
 公路施工管理的重要性探讨..... 薛 峰 潘亚杰 264  
 公路桥梁的养护与维修加固分析..... 叶 飞 265  
 金海公路改建工程排水管道施工技术..... 闻慧英 266  
 公路工程内业档案资料的规范化管理..... 巴桑卓玛 268  
 浅析公路工程内业资料的规范化管理..... 巴桑卓玛 269  
 公路施工技术及公路养护措施..... 葛贤光 270  
 道桥过渡段施工技术要点解析..... 李燕娜 陆绍丰 271  
 公路桥梁重载交通下破坏的探讨..... 刘建文 彭国良 272  
 浅析市政道桥工程中沉降段路基面的施工技术  
 ..... 孙 励 273  
 市政道路工程中软土路基的施工技术探析..... 孙国营 274  
 公路桥梁工程软土地基施工关键技术及实施要点分析  
 ..... 王荣林 275  
 桥梁工程悬臂挂篮施工技术..... 王文华 276  
 公路工程施工技术要素及公路工程质量控制... 张 鑫 277  
 公路路基检测技术与方法的探讨..... 张卫昊 278

技术论坛

常用模具材料及其热处理工艺分析..... 于海鹏 279  
 污泥脱水设备选型及运行控制研究分析..... 高进升 280  
 机电一体化在数控坡口机技术升级中的应用... 刘慧敏 281  
 离心通风机集流器与进气箱的改造设计..... 王 楠 282  
 工程机械维修现状及对策探讨..... 张 龙 283  
 电站锅炉风机实际运行浅析..... 张明星 284  
 机械加工工艺产生误差的不良影响及处理对策  
 ..... 肇军超 燕雪飞 285  
 基于 PLC 与变频器扩展指令的通信程序设计... 曾一新 286  
 对建筑工程项目施工管理创新的探讨..... 柳勇义 287  
 承钢轻压下自动控制系统研究  
 ..... 程文刚 魏斌斌 张立雪 288  
 承钢 LF 炉投料称故障诊断系统的开发与应用  
 ..... 关鹏双 刘 冬 于秀丽 289  
 铝合金缸体压铸工艺与品质改进浅谈..... 宋海涛 290  
 煤矿机电一体化技术研究进展..... 苏买军 291  
 LF 炉精炼过程钢液温度控制优化..... 万良伟 292  
 煤气化技术在合成氨生产中的应用情况  
 ..... 吴建功 谢 彤 293  
 冲压模具材料的分类及强化处理技术..... 于海鹏 294  
 罗茨鼓风机常见故障及处理..... 禹锦乐 295  
 转炉挡渣车自动控制技术探究  
 ..... 张亮亮 张翠芬 王春玲 296  
 玻璃纤维增强聚丙烯复合材料的界面结晶行为  
 ..... 赵 岩 297  
 立磨减速机轴承损坏的诊断与处理..... 安 娜 298  
 浅析立磨减速机断齿原因及处理..... 安 娜 299  
 机械设计制造及其自动化的设计原则及发展趋势  
 ..... 曹宁飞 300  
 纯碱生产过程碳化工段工艺流程及控制影响因  
 素分析探讨..... 金 璐 富 雪 301  
 提高机械设计制造及其自动化的有效途径探讨  
 ..... 李洪林 302  
 电厂化学水处理技术的具体应用解析..... 李志波 303  
 基于 BIM 的工程造价精细化管理研究..... 王巧娟 304  
 汽车电磁兼容测试——电动及混合动力汽车电池系  
 ..... 刘 凤 305  
 电梯零部件参数化设计系统的开发..... 汤宏玲 306  
 基于 PLC 的电梯控制系统的设计与研究..... 王泽国 307

理论前沿

层序约束下的地震属性分析及效果评价..... 吴 杰 308  
 过饱和状态下的立体车库出入口排队评价..... 陆 炜 309  
 电梯群控技术的现状与发展方向..... 穆德庆 310

综 述

企业政工师的自身修养对人力资源管理的影响  
 ..... 章慧倩 311  
 如何做好基层气象服务工作..... 周明山 312  
 一名优秀的电气工程师的标准..... 杨正英 313  
 分析油田中油水井酸化工艺的应用与发展..... 王俐超 314  
 煤矿采矿工程中的不安全因素解析..... 尚建国 315  
 工业企业职业病危害防护设施管理对策研究... 吴 宇 316  
 化学中毒事故应急救援人员的个人防护..... 张未来 317  
 二维码在地铁供电系统物机管理中的应用..... 晏贵章 318  
 浅谈煤矿粉尘防治技术现状及发展趋势..... 陈 京 319  
 浅谈人防工程验收要点..... 刘高峰 321  
 新形势下煤矿管理模式研究..... 张治刚 张文兵 322  
 浅谈 LED 路灯在实际应用中的优势和问题  
 ..... 赵泽柳 熊晓宇 323  
 探讨桥式起重机检验过程中的问题分析..... 吕 进 324  
 钢丝绳在起重机械的应用及维护探析  
 ..... 孙玉桥 杨 杰 李 鹤 325  
 探讨检验叉车制动不同步原因分析..... 许 吉 326  
 电气工程改造及自动化发展趋势探究  
 ..... 徐执彬 任 炜 李 峰 327  
 对市政工程给排水输水方式的选择及管网分区探讨  
 ..... 徐华东 328  
 集团企业财务管控改进及优化措施分析  
 ..... 李丹兵 匡林海 329  
 浅析消防改造中给排水的设计..... 刘春林 330  
 工程施工质量管理中存在的问题及解决措施... 王雪梅 332  
 一种基于新型芯片的异步电机调速系统..... 王子元 333  
 填充墙开裂原因分析及防治方法探讨..... 赵雨田 334

学术研究

浅析建筑工程施工技术管理..... 苏方旅 335  
 浅谈土木工程施工中的材料选择及质量控制措施  
 ..... 苏鹏飞 336  
 电气隐蔽工程在家庭装潢中的施工..... 王 瑛 337  
 关于变电运行设备维护技术的研究..... 王以冰 338  
 市政工程管理中的问题和改进方法探讨..... 姚 磊 339  
 浅析铁路施工中几种常见的施工技术..... 袁 锋 340  
 耐磨热电偶在锅炉沸腾床的应用与故障分析... 张 颖 341  
 PLC 技术在电气自动化中的应用分析..... 尚 岩 342  
 氟化工废水处理技术分析..... 朱林军 343  
 建筑工程施工阶段监理质量控制探讨..... 高 琴 344  
 建筑电气施工安装质量控制要点探讨..... 屈俊涛 345  
 试析轨道交通车辆走行部故障自动诊断技术应用  
 ..... 莫骄弟 346  
 研究 GPS 在测绘中的误差来源及其改进对策... 沈娟红 347  
 基于 EPC 模式的建设项目全供应链成本管理... 马志坚 348  
 后沟古村落保护与发展..... 艾建英 349  
 煤层气勘探开发中地震勘探技术的作用及应用方法  
 ..... 刘金威 351  
 自密实片石砼挡土墙施工技术研究... 顾荣华 廖述坚 352  
 发电厂发电机组集控运行技术研究..... 霍 健 354  
 基于小区流量的投诉预警及关怀策略研究  
 ..... 周御峰 张思焱 356

# 基于 PLC 与变频器扩展指令的通信程序设计

曾一新

广州城建职业学院, 广东 广州 510925

**摘要:** 本文描述了关于三菱 FX2N 系列 PLC 与三菱变频器 E540 系列通过 EXTR 指令实现变频器的运行监视功能、运行控制功能、参数读出功能、参数写入功能。为了实现相应的功能, 说明了 PLC 的通信参数和变频器的通信参数设置, 及电路的连接。这种通信程序功能的实现和调试变得简单, 减少了程序设计的时间, 缩短了产品的研发周期。

**关键字:** EXTR; PLC; 变频器; 通信

**中图分类号:** U418.7 **文献标识码:** A **文章编号:** 1671-5586 (2017) 37-0286-01

## 1 概述

在工业自动控制中, 我们经常用到 PLC 与变频器的控制, 并要求实现四个功能: 一是变频器的运行监视功能, 二是变频器的运行控制功能, 三是变频器的参数读出功能, 四是变频器的参数写入功能。以往我们采用的 RS-485 串行通信方式, 用 RS 指令设计通信程序, 程序复杂, 涉及的知识面广, 程序难读难调试, 学习起来较麻烦。三菱 FX2N 系列 PLC 中, 如果在硬件上增加 FX2N-ROM-E1 功能扩展存储器盒和 FX2N-485BD 功能扩展板, 应用 EXTR 指令对变频器的数据进行读、写和监视、控制, 将使通信程序的设计方法变得简单, 容易掌握, 调试更加简单。

## 2 EXTR 指令介绍

在 FX2N 上增加 FX2N-ROM-E1 功能扩展存储器盒和 FX2N-ROM-CE1 功能扩展存储器盒, 则可以使用 EXTR 指令, 也就是说, EXTR 指令是一个扩展功能指令, 其功能可实现直接对变频器数据的进行读写和运行监控, 该指令的扩展功能如表 1 所示。

表 1 EXTR 指令功能表

指令符	功能码	扩展功能	数据流向
EXTR (FNC80)	K10	变频器运行监视	变频器→PLC
	K11	变频器运行控制	PLC→变频器
	K12	变频器参数读取	变频器→PLC
	K13	变频器参数写入	PLC→变频器

## 3 通信格式及变频器通信参数设置

应用 EXTR 指令进行编程时, 通信格式的编制及变频器的通信参数的设置仍与 RS-485 通信设置一样, 仍需用特殊功能数据寄存器 D8120 对通信格式进行设置, 设置值为 H0C96, 变频器运行模式参数应设置为 Pr79=0, 即为上电时外部运行模式, 变频器的其他通信相关参数按 RS-485 的要求设置。

## 4 通信功能的指令讲解说明

1) 变频器运行监视指令, 指令形式如下图所示:



当 M0 接通时, 将站号为 0 号的变频器的运行频率读到 PLC 的 D100 数据寄存器中, 通过对 D100 的数据进行监视来实现对变频器的各种运行数据监视。数据流向为变频器→PLC, 其中变频器站号用十进制数表示, 设定值只能为 K0~K7, 因为连接变频器的数量最多为 8 台, H6F 为变频器输出频率

的指令功能码。2) 变频器运行控制指令当 M1 接通时, 按指令功能码 (HFA) 的要求, 对 0 号变频器进行反转 (H04) 运行控制。3) 变频器参数读出指令, 指令形式如下图所示: 当 M3 接通时, 读取 0 号变频器的加速时间, 并保存到 PLC 的数据寄存器 D101 中, 其中 K7 对应于变频器的 Pr. 7。4) 变频器参数写入指, 指令形式如下图所示。M2 接通时, 把 D102 的数值写入到 0 号变频器中, 即设定变频器的减速时间为 D102 的数值, 其中 K8 对应于变频器的 Pr. 8。5) 通信指令使用说明。当一个通信指令 EXTR 执行完后, M8029 变为 ON, 且保持一个扫描周期, 当执行多个 EXTR 指令时, 在全部指令通信完成前, 务必保持驱动条件为 ON, 直到全部通信结束时, 再利用 M8029 将驱动条件复位。

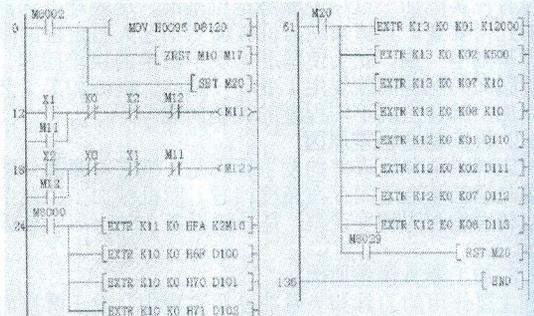
## 5 通信程序设计举例

### 5.1 控制要求

用 PLC 与变频器通信的方式控制变频器, 能实现对电动机的正、反转和停止控制, 能写入和读出电动机运行的上限频率、下限频率以及加速和减速时间, 并能监视电动机运行的电压、电流和频率。

### 5.2 程序设计

PLC 的 I/O 分配主要有正转按钮 X1、反转按钮 X2、停止按钮 X0, 通信程序如下图所示。



## 6 结束语

应用 EXTR 指令编程, 可以简化 PLC 与变频器的通信程序, 程序设计的优越性毋庸置疑的。其中与变频器的数量最多只有 8 台。若在控制系统中再配置触摸屏, 则将使变频器参数的监控变得更加直观、方便, 控制系统也显得更加完整。

### 参考文献

[1] 梁耀光, 余文休. 工业控制新技术教程 [M]. 华南理工大学出版社, 2014 (9) 107.

# 电脑与电信

COMPUTER & TELECOMMUNICATION

报道最新科技成果 促进国际交流合作

2017年  
第3期  
总第247期



ISSN 1008-6609



9 771008 660008 03 >

定价：8元

● 主管单位：广东省科学技术厅

● 主办单位：广东省科技合作研究促进中心

- 19 大数据教育应用前景分析及对策 严思静
- 22 PBL教学法在验证性实验中的应用研究 邵金侠 魏建新
- 25 基于SEO农家蜂蜜电子商务网站建设研究 钟百胜 姜利群
- 28 一种智能宠物笼的设计与试验 田崇峰 赵中营 刘庆新 戴有华
- 31 “智能科学与技术”专业大学生创新能力培养的实践体系构建 曾祥进 王海晖

## 【综述】

- 33 浅析中国手机游戏的现状及发展趋势 付封

## 【网络与通信】

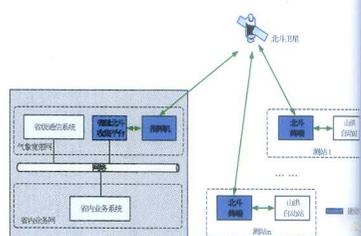
- 36 5G超密集网络虚拟化解解决方 周宏成
- 39 基于工作流的Web服务组合模型设计与实现 张键锋 王劲

## 【应用技术与研究】

- 43 基于GSM远程控制的智能家居系统开发 苗振腾
- 46 基于北斗平台的山洪气象信息保障传输系统 余永城 翁秋华
- 49 马拉松赛事信息系统的构建与运行 李战克
- 52 特殊格局会议室显示系统设计 王永斌
- 55 计算机总线技术在测控系统中的应用 张坚林
- 58 信息技术在医院信息化管理中的应用 蔡崇武
- 60 仓库管理优化系统研究 杨崧 马宁

## 【教学改革】

- 62 虚拟现实在大学计算机课程教学中的应用研究 刘祖珉 魏琴 李思明
- 64 在课程链中前移职业资格认证课程的尝试 朱冬玲
- 67 C语言指针教学中定义复杂数据结构的作用及方法 肖泽
- 69 相变存储器的存储技术教学研究 李华
- 72 基于云计算的计算机实验教学平台设计 李英杰
- 75 面向教育信息资源建设的知识管理平台构建方案研究 王馨晨
- 78 投稿须知



● 本刊文稿版权、网络发布权、汇编权属编辑部所有，未经同意不得转载。编辑部享有对来稿的编辑权。

● 本刊已被中国知网、万方数据、维普网、超星发现数据库收录。来稿凡经本刊使用，作者如无特别说明，均视作许可本刊将其作品在不同介质上传播。

● 本刊来稿一律不退，请作者自留底稿。如两月内未收到编辑部录稿通知即可转投其他刊物；如需撤稿，请在一个月告知编辑部。

● 作者文责自负，本刊不承担因文稿引起的连带法律责任。

# 基于GSM远程控制智能家居系统开发

苗振腾

(广州城建职业学院 机电工程学院, 广东 广州 510925)

**[摘要]** 本文针对当前家居设备的智能化控制的需求,提出了一种采用单片机为主控芯片,能实现家居智能控制与安防控制的技术方案。本方案采用GSM移动短信网络进行远程通信,结合传感器、继电器等硬件控制电路,设计了具备远程控制功能的智能家居系统。根据测试反馈,本系统性价比高,安全可靠,功能符合家居控制需求。

**[关键词]** 智能家居; GSM; 单片机

中图分类号: TP273.5

文献标识码: A

文章编号: 1008 - 6609 (2017) 03 - 0043 - 03

## 1 引言

随着楼宇建筑的智能化水平不断提高,“智能家居”技术愈发流行,该技术结合安全防范技术、自动控制技术、网络通信技术及传感器技术,为家居设备提供实时安全可靠的管理,实现了环保节能的居住环境<sup>[1]</sup>。本文借助GSM移动网络和单片机控制,实现了家居系统的安防监控和智能控制。电路设计中,将GSM移动网络模块与单片机控制模块集成在同一电路板上,节约了成本,提高了系统通信的稳定性,可广泛应用于家庭、公寓的家居智能控制。

## 2 系统框架

本系统硬件结构主要由单片机接口电路、GSM移动通信电路、LCD液晶显示电路、继电器开关控制电路、基于传感器的报警电路及实时时钟电路构成。单片机是整体硬件电路的控制核心,对各个功能电路实现智能控制。根据功能需求,各功能电路在独立运行、互不干扰的前提下,能实现信息互通。系统总体结构框架如图1所示:

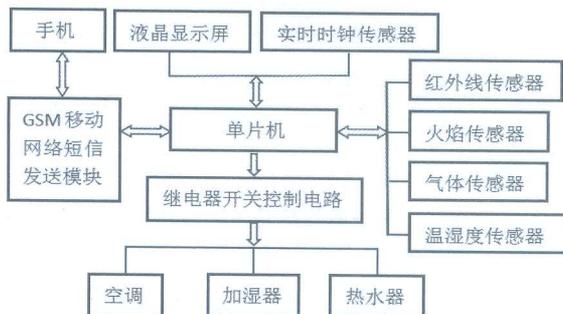


图1 系统结构框架

## 3 硬件电路

本系统的控制核心电路为单片机接口电路,主要由电源电路、8位单片机STC89C52芯片、复位电路、晶振电路构成。下面介绍系统的主要外围控制电路。

### 3.1 基本设GSM移动网络通信电路

本电路采用西门子的TC35作为GSM通信模块,TC35是一款双频900/1800MHZ高度集成的GSM模块,自带RS232通讯接口,可方便地与单片机实现交互通信,实现语音信号及控制信号的双向传输。GSM模块可与手机端双向通信,从而实现远程监控家居的工作目的。图2是TC35模块连接手机SIM卡的硬件原理图。图中7407芯片是集电极开路六正相高压驱动器,用来提高单片机的电流驱动能力,同时担负TC35模块与单片机通信的任务。硬件电路图如图2所示:

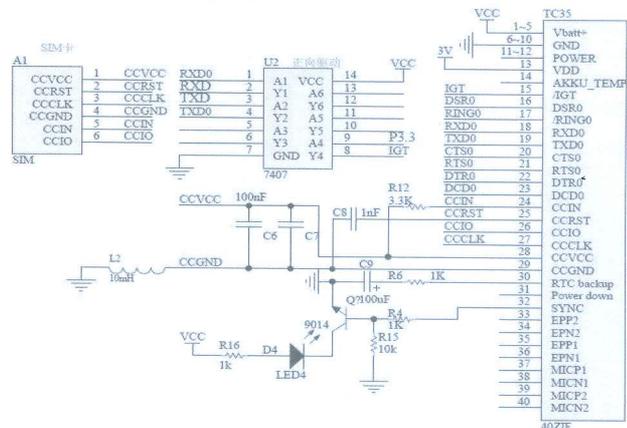
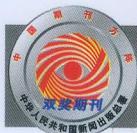


图2 GSM移动网络通信电路

作者简介:苗振腾(1985-),男,广东广州人,研究生,讲师、电子工程师,研究方向为自动化控制。

中国科学技术协会主管 中国电子学会 中电新一代(北京)信息技术研究院主办

# 电子世界



2017.04(下)

ELECTRONICS WORLD 国内邮发代号:2-892 定价:25.00元

电子信息产业国际合作论坛在深圳成功举办

虚拟现实产业创新发展与应用推进论坛在深圳召开

我国石墨烯微型超级电容器技术研究获进展



ISSN 1003-0522



08>

9 771003 052172

- 55 刘婷婷 李杰 / 用万能板搭建电路在电子技能教学中的应用
- 56 余滨 / 类比法在电工电子教学中的应用
- 57 郑璐 / 民办高校图书馆数字资源的现状分析与对策研究
- 59 苏嘉豪 徐维超 / 基于香农信息熵的心电R波检测算法
- 62 钟卫连 王忠诚 / 由MB87L3356构成的卫星数字电视接收系统
- 65 费凯 蔡述庭 / 基于DE1-SOC的图像处理算法的设计与实现
- 67 侯进旺 化雪芬等 / 基于PROTEUS的单片机控制的开关电源PFC的仿真研究
- 70 雷源春 何建成等 / 基于单片机的学生考勤统计系统的设计与实现
- 72 于春伟 孙佃升 / 基于微控制器的架空输电线路驱鸟系统
- 74 赵茜 李布 / 基于UCC28019的AC/DC升压稳压电路设计
- 76 王波 周西等 / 基于MATLAB GUI的电梯关门阻止力分析系统设计
- 78 张晓丽 张勇 / 三相异步电动机模糊矢量控制的仿真研究
- 81 陈建华 / 室内分布系统设计与实践——以某体育馆为例
- 82 占静艳 / 大学生校园微课推送服务平台设计研究
- 84 闫贵琴 / 能源自助的路灯系统设计
- 85 蒋强 何都益等 / 基于AS3935的雷电监测系统
- 87 邱四毛 / 基于大数据时代公安科技信息应用与实践
- 88 李明春 / 基于AVS+标准临沂DTMB地面数字电视前端系统设计
- 89 雷钢 王长虹等 / 压力传感器电磁兼容优化设计
- 91 陈家栋 覃琴等 / 任意波形信号周期测量的研究与实现
- 92 冯健文 / DB2与Oracle的数据仓库技术关键能力对比研究
- 93 刘雪梅 / NAT技术在局域网中的应用
- 94 李文 / 基于三层架构的饭喷云管理平台的分析与设计
- 95 刘晶晶 李迎杰等 / 改进的人工鱼群算法在群体动画设计中的应用
- 97 代勇 / 基于单片机储物收费系统的设计
- 98 孟欢 于龙等 / 一种S波段发射组件的末前级驱动放大模块设计
- 105 刘蓬 刘鲁鸣等 / 精心规划、科学管理，打造高效、优质的本地光缆网
- 106 吴宇轩 杨增宝 / 基于Arduino的棋钟设计与仿真
- 108 龙小丽 任瑾 / 基于Multisim10的序列信号产生电路设计与仿真
- 109 文超民 朱俊杰 / 电动自行车无刷直流电机能量回馈控制系统
- 110 唐昱焯 / 基于时间加权误差绝对值积分最小准则的高阶系统PID控制器设计
- 112 刘小兵 / 基于CAN总线车门控制系统实验平台设计
- 113 郭浪千 朱俊杰 / 基于DSP与FPGA的单元级联型高压变频器装置
- 114 乔晓华 华楚霞 / 汽车胎压监测系统(TPMS)-自动匹配技术
- 116 华俊芳 / 基于单片机的智能垃圾桶的设计
- 117 陈潇 邓攀等 / 船舶信息网络系统远程控制终端系统研究
- 118 刘娟 / 基于SSH2框架的Web系统的设计与实现
- 120 王帆 / 一种DRAM芯片间共享IO测试通道的电路设计方法
- 121 刘静 / 一种减小DRAM节电模式下静态功耗的方法
- 122 郝东方 / 自动电压控制技术在节电电网的应用
- 123 王富罗 陈龙等 / 优选水环境监测传感器系统设计
- 124 赵若云 / 浅析电气自动化控制的研究
- 125 曲丽娜 / 微机联锁系统在冶金企业中的应用
- 126 安存赞 / 浅析优化电视台网络中心机房UPS供电系统设计方案
- 127 王晓楠 / 数字广播电视中软件无线电技术的应用分析
- 128 曹国泰 王亦诚等 / 基于DAVE3的英飞凌xmc系列微控制器快速开发
- 129 黎世静 马军德等 / 粉尘浓度传感器在粮食系统中的应用
- 130 车煥 石晓磊 / 电网电压及电流测量电路的设计
- 131 李玉林 / 电阻式湿度传感器技术及相关专利分析
- 132 姜朝霞 / 基于GUI的交互技术专利技术分析
- 133 赵渊 / 基于PLC的气调装置自控系统的设计与实现
- 134 张颖 / 产权信息登记系统的设计探究
- 135 康平 / 变压器维修常见问题与处理办法研究
- 136 庄文卿 龚哲松 / 小型智能火灾自动报警系统的设计研究
- 137 杨文帅 赵宏旭 / 基于无线传感器网络的信息获取技术
- 139 张建 / Flash技术在动画电影中的应用研究
- 140 周熠 / 试论无线通信系统中的电子设备和无线通信方法
- 141 吴俊霖 / 变电设备在线监测技术及状态检修
- 142 徐沐霖 邱涛 / 人工智能在石油勘探中的应用
- 143 郝如明 / 现代机械人性化设计技术分析尝试
- 144 高占全 / 矢量网络分析仪的常用校准技巧
- 145 余南 / 升压电荷泵等效电阻模型
- 146 梁浩 / 运动学拟合程序KFFitter设计
- 147 王伟 / 电力直流电源常见故障分析
- 148 吴杨玲 / 动态轮播广告在ActionScript中的实现
- 149 李敏 / 电力系统继电保护不稳定因素及其解决对策研究
- 150 姜伟 沈玉宝 / 无源超高频RFID技术在师范类高校出入系统的应用
- 151 陈锁宏 / 燃煤火力发电厂一次调频控制优化策略
- 152 王曦苑 / 以数据挖掘为核心的金融信息分析
- 153 唐郑杰 / 计算机常见硬件故障分析
- 154 陈臣 / 分析汽车组合仪表盘自动检测系统设计
- 155 钮安朋 / 浮动载波技术在100kw短波发射机节能方面的研究
- 156 李摇 / 微小基站在4G网络建设深度覆盖的应用
- 157 王陈豪 / 基于PLC网络的无线通信方式分析
- 158 朱敏敏 / 基于模型的电信定位问题研究
- 159 石少雄 钱婷婷等 / 一种饮水机节能断电结构设计
- 160 惠兴跃 / 中波发射天线系统的测试与调配
- 161 黄黎强 尹文晶 / 维修电工技能鉴定中电气控制线路故障排除方法的渗透
- 162 侯娜 / 浅谈10G PON 技术及其组网应用
- 163 李泽中 / 无线通信抗干扰技术性能的分析
- 164 张祯 / 光纤通信工程光缆线路施工技术分析
- 165 苗振腾 / 大气污染智能检测设备的设计
- 166 陆蕊 / 基于单片机的智能小车系统的设计
- 167 李小琴 陈光线 / 基于Wi-Fi和ZigBee的家庭智能控制系统的设计与实现
- 170 王刚 / 邮政企业办公大楼WLAN建设方案的设计与实现
- 173 张秋菊 邵泽军等 / 基于单片机的家庭防火防盗报警系统的设计
- 174 阳卫 陈进军 / 虚拟现实技术研究现状及其传感器的应用
- 176 李晓林 / 基于单片机的小功率无线调频发射器设计
- 177 林煦涵 刘耀轩等 / 基于遗传算法的最短路径规划
- 179 李伟 孟青等 / 基于舵机的循迹双智能车的设计与实现
- 181 赵子龙 赵明英等 / 单周期控制提高功率因数的分析与设计
- 183 潘嵘 / 桥梁超高防撞预警系统的研究和设计
- 185 吕莹 / 粒子群算法在微流控芯片测试中的应用
- 187 张彪 王建平 / 回字型结构的小型家用红枣烘房系统设计
- 190 魏迁 / 一种北斗功率放大器的温度补偿电路设计
- 192 高发廷 王柯等 / 基于WIN7、WIN8等以上操作系统的新型汽车诊断工具的研究
- 195 曹一凡 谢婷婷等 / 可自适应调节的智能投影仪实现方法的研究
- 197 张兰兰 / 一种多频段输出的噪声发生器设计
- 199 叶祺轩 / 提升电子作战战能性的思考
- 200 刘师语 / 基于ZigBee的输电线路监控云系统设计

## 【技术交流】

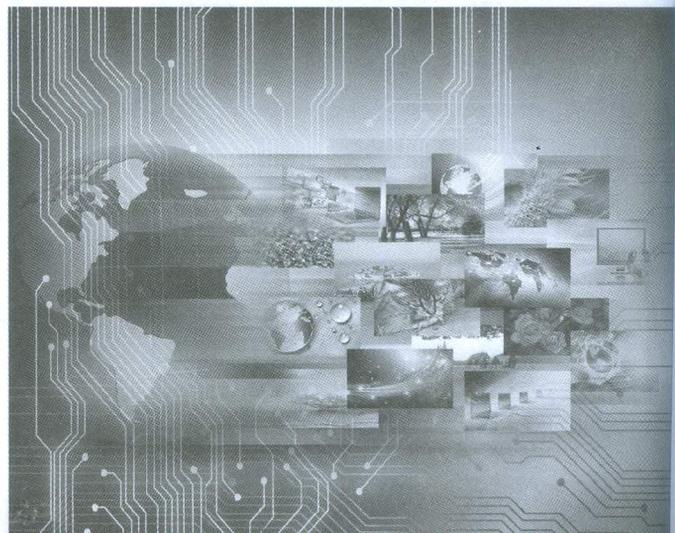
- 100 徐晓 刘智斌等 / 公共汽车实时查询系统
- 101 张丽平 / 浅析Fireworks中的蒙版技术
- 102 孙翠玲 刘飞等 / 飞机风挡自动雨刷系统设计及实现
- 103 王宽田 党选举等 / 基于卡尔曼滤波四旋翼无人机控制系统设计

## 封二:

电子信息产业国际合作论坛在深圳成功举办

## 封底:

2017年电子世界征订启事



# 大气污染智能检测设备的设计

广州城建职业学院机电工程学院 苗振腾

**【摘要】**本文针对大气污染智能检测的需求,提出了一种采用单片机为主控芯片,能实现大气污染智能检测的技术方案。本文采用AT89C52单片机作为控制中心,由GP2Y1010AU0F粉尘传感器测量空气粉尘浓度,然后利用LCD1602显示屏显示当前空气粉尘的浓度,可以用来判断大气污染的具体程度。该系统电路工作稳定、集成度高,调试方便,测试精度高,具有良好的实用价值。

**【关键词】**单片机;大气检测;PM2.5

## 引言

随着国内大气环境的污染程度不断加深,人们对大气污染的智能检测提出了自身的需求。本技术结合传感器、自动控制技术、单片机技术及传感器技术,为大气污染智能检测的实现提供了可行的技术方案,实现了方便快捷的大气污染检测。本设计利用GP2Y1010AU0F粉尘传感器和单片机,配合若干传感器,实现了检测设备的电路设计。

## 1 系统框架

本设计提出的“大气粉尘PM2.5监测”的方案,其硬件结构主要由单片机接口电路、粉尘传感器控制电路、LCD液晶显示电路、报警器控制电路组成。单片机是整体硬件电路的控制核心,对各个功能电路实现智能控制。根据功能需求,各功能电路在独立运行,互不干扰的前提下,能实现信息互通。系统总体结构框架如图1所示:

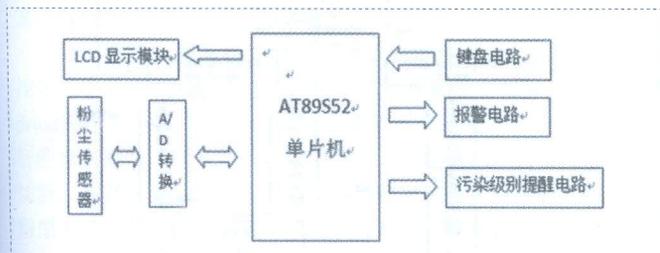


图1 电路结构框架

## 2 硬件电路

本系统的控制核心电路为单片机接口电路,主要由电源电路、8位单片机STC89C52芯片、复位电路、晶振电路构成。下面介绍系统的主要外围控制电路。

### 2.1 粉尘传感器控制电路

本设计选用夏普公司的灰尘传感器GP2Y1010AU,本产品体积小,灵敏度高,可以用来测量0.8微米以上的微小粒子,可用于室内环境中烟气、粉尘、花粉等浓度的检测。该传感器具有非常低的电流消耗,输出信号为模拟电压,其值与粉尘浓度成正比。本电路通过GP2Y1010AU0F粉尘传感器采集空气中PM2.5的浓度值,利用ADC0832模数转换芯片,将模拟电压信号转换为数字信号,传送到单片机进行处理,得到具体的PM2.5浓度值。粉尘传感器控制电路如图2所示。

### 2.2 LCD液晶显示电路

本电路采用LCD1602输出浓度信息。本芯片具有体积小、功耗低、显示内容丰富等优点,不需要外加驱动电路。本电路采用字符型显示方法实现信息显示,即根据需要显示基本字符。利用单片机的P0口与LCD1602进行电路连接,实现信息传送。

的P0口与LCD1602进行电路连接,实现信息传送。

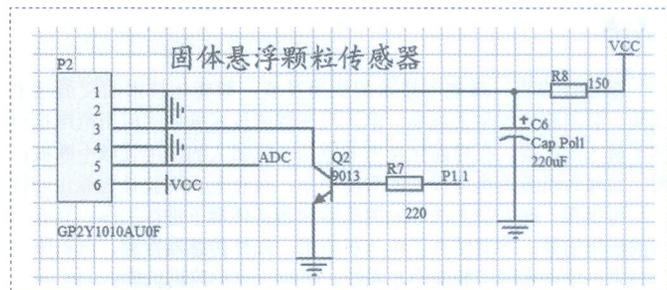


图2 粉尘传感器电路连接图

### 2.3 辅助功能电路

本设计采用按键电路、报警电路以及污染级别显示电路,作为本设计的辅助电路。利用按键电路手动调节设置PM2.5浓度的临界值,当空气中PM2.5浓度达到所设临界值,即启动蜂鸣器自动报警,且能根据检测浓度实时亮起相应颜色的LED灯,直观提醒当前的污染级别。具体表示为:

- 检测的PM2.5的浓度值在0-0.1,绿灯亮,表示环境良好;
- 检测的PM2.5的浓度值在0.1-0.3,黄灯亮,表示轻度污染;
- 检测的PM2.5的浓度值在0.3以上,红灯亮,表示重度污染。

## 3 软件开发

本设计的软件开发由初始化、粉尘传感器检测的处理模块、A/D转换模块、LCD液晶显示模块、报警模块、LED污染级别显示模块构成。主程序通过不断循环,利用单片机控制灰尘传感器采集数据,将采集的数据进行A/D转换,将转换得到的PM2.5值显示在液晶屏上,同时与临界值比较,判断是否报警,并驱动相应LED灯,显示当前环境状况。

### 参考文献

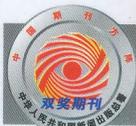
- [1]王静霞.单片机应用技术(C语言版)[M].北京:电子工业出版社,2014.
- [2]戴上举.删繁就简单片机入门到精通[M].北京:北京航空航天大学出版社,2011.
- [3]范志刚,魏学海.51单片机自学笔记[M].北京:北京航空航天大学出版社,2010.
- [4]罗亚萍.基于AT89S52单片机的室内有害气体监控系统[J].山西电子技术,2011.
- [5]夏普粉尘传感器GP2Y1010AU0F使用说明.
- [6]A/D转换芯片ADC0832产品规格书.

### 作者简介:

苗振腾(1985-),男,广东广州人,研究生学历,讲师、电子工程师,广州城建职业学院,机电工程学院,主要研究方向:自动化控制。

中国科学技术协会主管 中国电子学会 中电新一代(北京)信息技术研究院主办

# 电子世界



2017.05 (上)

ELECTRONICS WORLD 国内邮发代号:2-892 定价:25.00元

“创新 跨越 支撑 引领”——第十二届中国电子信息技术年会盛大开幕

## 2017中国(上海)国际物联网大会在上海隆重召开

工信部信息化和软件服务业司参加第七届智慧城市全国行活动

ISSN 1003-0522



09>

9 771003 052172



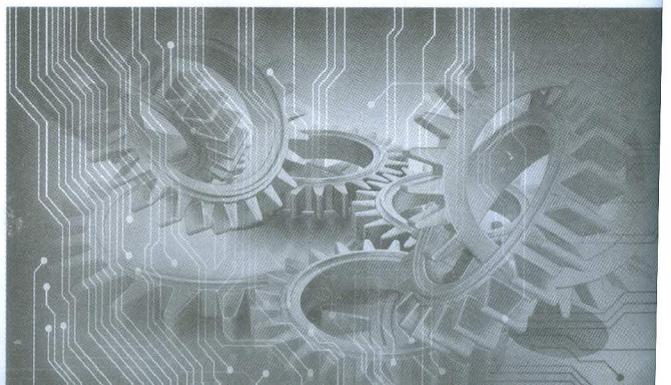
- 60 王 茜 / 基于AHP的高校学生干部选拔评价模型  
61 兰汉卿 / 浅析计算机应用技术现状及改善策略  
62 陈忠恺 / 高职汽车电子技术专业“混合式教学”模式探讨与实践  
63 李 菲 / 基于云计算的教学平台设计实现  
64 王 海 / 虚拟项目式翻转课堂在数字电子技术课程教学中的应用  
65 张 琪 / 高职院校《网页设计与制作》一体化课程教学改革研究  
66 杨 光 / 大功率短波广播发射机调制技术应用实践及发展研究  
67 易勇铭 / 采用触摸板控制操作智能手机的方法分析  
68 赵巍巍 张 鹏 等 / 基于计算机类竞赛的应用型人才培养能力和创新能力的培养  
69 陈国荣 / 光网建设的若干经验及问题研究论述  
70 张艺林 / 地市运营商在云计算产业中优劣势及发展策略  
71 杨 程 / 智能电网大数据技术发展初探  
72 杨中兴 / 虚拟仿真实训在电子专业教学中的应用  
73 蔡 舒 / 浅析RFID技术在消防装备器材管理中的应用  
74 郭志伟 / 试论5G移动通信发展趋势与若干关键技术  
75 胡 凯 / 555定时器元件的选择  
76 代 勇 / 基于单片机的多功能测量仪的设计  
78 陆 卫 / 变压器的日常使用与故障维修  
79 杨守华 林桂全 等 / 一种智能保温衣服的设计  
81 贺科宁 吴 楚 等 / 基于MPC算法的永磁同步电机脉动抑制策略研究  
82 邹春宇 张仁永 等 / 基于STM32L152V8的预警手环设计  
84 邓琳娟 / 论尼龙齿轮变形的预防与研究  
85 张海鹏 单文童 等 / 简易信号发生器及手持信号检测仪  
87 李鸿宇 / 远程运输中通信系统设计  
88 王志军 罗健斌 等 / 一种不停电作业柔性电缆自动收放装置的优化设计  
89 任 瑾 吴 琼 等 / 基于ARM的温室大棚智能系统的设计  
92 徐立升 张建春 / 基于FPGA的DCM设计研究  
93 田 肖 / 一种无负荷远程医疗监护网络平台的研究与设计  
94 秦晓安 王 睿 / 基于协同过滤的面向移动终端身份识别系统研究  
97 张 海 刘文军 / 关于数字光纤通信设备的维护探讨  
98 冯 韵 / 电力系统电力电子技术应用  
99 江云亮 梁高卫 / 基于STC12C5A60S2单片机的智能烟雾报警系统设计  
131 王东桥 / 集成电路自动测试方法的探讨与分析  
132 杜 萌 / 电力二次系统安全防护体系运行分析  
133 唐元恒 张 玎 等 / PLC技术及其在机械电气控制装置中的分析  
134 孙魁元 / 航空航天与国防电子新形势下自动化测试系统的运用分析  
135 周 俊 / P2P网络技术在局域网中的应用分析  
136 李 嘉 / 试析如何加强环卫机械设备的维护  
137 郑迎宾 黄飞翔 / 天气雷达回波弱的分析研究  
138 陈光辉 贾校磊 / 基于H桥驱动电路的半导体制冷片恒温器设计  
139 楼康标 / 控制电路设计导致电机供电断路器跳闸案例研究  
140 李 宇 / SW-50B发射机的常见故障及处理  
141 章 成 / 变电站直流系统的运行维护探讨  
142 李奎伟 / 程控直流开关电源模块的主从式并联均流设计  
143 宁春雷 刘凡齐 等 / 基于STM32的多自由度机械臂设计  
144 周明恩 刘根宝 / 智能变电站技术应用研究  
145 李红良 / 物联网下的智慧交通研究  
146 郑英鑫 / 数据挖掘中基于肘部法则的聚类分析在中小出行路线优化设计中的应用  
147 梁 戈 / 短波发射机冷凝器监测系统改造  
148 陈镇荣 / 浅谈电视播出安全备份方式  
149 唐中华 / 中波DM10发射机故障与维修分析  
150 周迎春 胡志军 等 / 太阳能发电并网系统关键技术  
151 曾仙荣 / 通信光缆传输网络系统及其设计问题研究  
152 王光绪 冯 腾 / 太阳能空气集热器用空气净化器的设计  
153 郑芝明 / HP8902A测量接收机原理、使用与维修  
154 李鹏坤 / 自动化立体仓库管理与监控系统分析  
155 侯素娟 曹 勇 / 某型飞行器测控通道的设计  
156 周 群 / 物联网环境下的云数据存储安全及相关技术研究  
157 张妍哲 / MMSE检测下的LTE链路级仿真到系统级仿真的接口方法  
158 肖 飞 张俊亮 等 / 液压传动技术在机械制造中的运用分析  
159 赵 超 / 现代城市轨道交通无线通信技术与应用  
160 于 浩 / 基于MATLAB的数字图像处理方法与实现研究  
161 牟海荣 / 基于Arduino 循迹小车的设计  
162 祝洪舒 陆渊章 / 基于CMOS工艺的BUCK型DC-DC稳压器设计  
164 李国亮 卢健瀚 / 一种智能搬运小车系统设计与实现  
166 冯典森 / 地铁牵引供电系统建模与仿真分析  
169 黄嘉琪 邓晓娟 等 / 基于氦流管的高压脉冲放电VOCs净化装置设计  
172 成书睿 / 基于PI数据库的数据管理查询系统设计  
175 林 宏 / 全业务运营下FTTx的应用及建设模式分析  
176 赵宏旭 杨文帅 / 基于TDOA的Chan算法和Taylor算法的分析与比较  
178 孔 磊 / 基于51单片机的航标灯控制器设计与实现  
179 屈良潘 唐曼玲 等 / 基于ESP8266的LED灯无线远程控制设计  
180 胡 海 王璨辉 等 / 一种用于脉冲中子源测量系统的电流灵敏前置放大器的设计  
182 周向东 李爱华 等 / 校园门户网站的设计与防护  
183 黄志华 / 试论数字视频监控系统与网络传输改进策略  
184 李海平 张二剑 / 卫星导航信号转发器的设计  
186 张 斌 / 高精度数字万用表恒流源和交流测量电路设计  
187 曹 媛 李永全 / 嵌入式单片机系统在图像采集中的运用  
188 高 闯 刘 高等 / 智能立体停车系统研究与设计  
189 许正磊 / 简述数字电视发射机技术  
191 欧阳莹霖 郭志浩 等 / 基于STC89C54RD+的环境监测系统  
193 魏雄俊 / 电力信息通信一体化远程监控平台建设与运用  
195 周 斌 颜景震 等 / 机器人上下料工作站实训系统设计  
196 拜福君 段会福 等 / 一种SRAM读取时间自测试电路及测试方法  
198 崔 健 刘庆庆 等 / 多间隙耦合腔中各个模式的等效电路分析  
200 朱海川 / 基于BSP计算模型的信号交叉口延误方法

## 【技术交流】

- 100 程怀祝 / 浅谈机械自动化技术及在机械制造中的应用  
101 苏晓彬 / 建筑电气火灾类型与消防配电设计方案分析  
102 卢京明 / 建筑电气消防设计问题与处置方式研究

- 103 杨文平 / 新形势下机械数控加工编程技术分析  
104 李 勇 / 试析培训计算机机房的管理与维护  
105 葛卫清 莫庭琛 等 / 测体温及判断跌倒的可穿戴设备的设计与实现  
106 马丽萌 谭光福 / 浅议基于PCS7的锅炉控制系统的设计和实现  
107 沈维洋 沈维海 / 数据加密技术在计算机安全中的应用  
108 徐江维 李 菲 / 基于单片机的超声波测距仪  
109 曹文俊 王少杰 / 基于STC12C5A60S2单片机的6路抢答器设计  
110 朱开江 余建坤 / 基于AT89C51单片机信号发生器设计  
111 刘 鹏 江世明 / 基于51单片机的音乐点阵设计  
112 朱开旺 余建坤 / 基于DS18B20的数字温度报警器的设计  
113 任荣枝 / 正泰10KW发射机故障与维修  
114 程占宝 / Boost变换器中的混沌现象及其控制  
115 杨东东 / 混合动力汽车直流变换系统的EMI分析  
116 庄文卿 龚哲松 / 居民小区无线火灾报警系统的设计与研究  
117 何昊男 韩 明 等 / 空气中水体温度下降随时间的变化模型  
118 杨继宝 何昊男 等 / 基于51单片机的智能加湿水杯  
119 余登敬 / 中径管超声波检测技术研究  
120 马艳军 / 基于电子线路设计中抗干扰技术的几点分析  
121 曹天藩 / 电子线路多级过电压保护电路设计探究  
122 郭大江 / 火电厂锅炉省煤器优化改造研究  
123 王友琴 / 数字音频及其嵌入技术在广电领域的应用  
124 张晓萍 / PLC控制系统干扰及抗干扰措施研究  
125 徐江维 李 菲 / 基于51单片机的电子琴设计  
126 江云亮 梁高卫 / 基于STC12C5A60S2单片机的洗衣机控制系统设计  
127 徐 幸 / 绿城一秀丽春江项目智能化系统的设计  
128 黄成丽 曹 达 / 基于Z-stack协议栈的智能物联综合应用平台系统方案  
129 刘 岩 邱 兰 / 新疆新型智慧城市建设中智慧社区平台搭建  
130 匡 博 袁 征 / 办公业务审批系统的设计

封二：  
“创新 跨越 支撑 引领”——第十二届中国电子信息年会盛大开幕  
封底：  
2017年电子世界征订启事



## 基于Arduino 循迹小车的设计

广州城建职业学院 车海荣

**摘要】** 本设计采用Atmega328微处理控制器的Arduino单片机为主控制器,通过循迹传感器实现无人小车自动循迹运动,同时在手机或PC上实现远程控制和显示的温度采集测控系统。采用RS232协议串行通信方式,将采集的数据发送至手机终端上的软件程序,由手机上的软件处理数据。

### 总体方案设计

基于Arduino主控板和循迹传感器实现小车自动循迹控制系统。通过传感器回馈的数字信号传入主控处理后,再输出到L293D驱动板驱动直流电机实现小车的自动工作,实现工作站的无人工作。实时时钟芯片实时对温度传感器采集温度数据,在手机上也能实现远程控制和显示时间、温度数据。同时手机也能控制小车实现自动控制。温度采集和小车的控制主要由手机上的软件进行担任。软件系统在VB环境下建立,通过接受单片机处理后上传回到手的温度数据进行数据整理加工,并在软件上显示出来。实现直观浏览和报警功能。另外,可对单片机进行远程控制,实现了小车能有多种方式进行工作运行。

### 硬件电路设计

整个系统由Arduino单片机最小系统、L293D驱动电机模块驱动直流电机,循迹传感器模块和蓝牙模块组成。小车在运动中时选择何种模式进行工作是自主运动还是蓝牙控制,如果小车的循迹传感器开始工作,自动循迹工作,同时超声波检测到障碍物时,超声波接受信号,传输到单片机中,执行电机停止,退后再左转的指令,然后继续前进。如果小车选择蓝牙控制就根据手机上发送的指令来控制。

#### 1 L293D驱动电路设计

如图1所示为一个典型的直流电机控制电路。电路得名于“H桥驱动电路”是因为它的形状酷似字母H。H桥式电机驱动电路包括4个三极管和一个电机。要使电机运转,必须导通对角线上的一对三极管。根据不同三极管对的导通情况,电流可能会从左至右或从右至左流过电机,从而控制电机的转向。要使电机运转,必须使对角线上的一对三极管导通。例如,如图4.13所示,当Q1管和Q4管导通时,电流就从电源正极经Q1从左至右穿过电机,然后再经Q4回到电源负极。按图4.13中电流箭头所示,该流向的电流将驱动电机顺时针转动。当三极管Q1和Q4导通时,电流将从左至右流过电机,从而驱动电机按特定方向转动。如果要想电机反转就是当三极管Q2和Q3导通时,电流将从右至左流过电机,从而驱动电机反转。

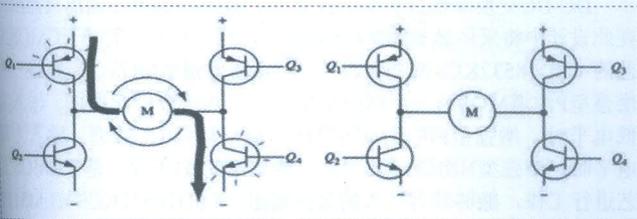


图1 直流电机控制电路

小车处于自动循迹状态时,由于小车需要自动搜索,如果小车速度过快,惯性过大,同时传感器有可能出现处理信号不及时,就很容易脱离控制,不能再自主的循迹工作,此时可以通过输出PWM波来控制小车的转速。脉宽调制(PWM)基本原理:控制方式就是对逆变电路开关器件的通断进行控制,使输出端得到一系列幅值相等的脉冲,用这些脉冲来代替正弦波或所需要的波形。也就是在输出波形的半个

周期中产生多个脉冲,使各脉冲的等值电压为正弦波形,所获得的输出平滑且低次谐波少。按一定的规则对各脉冲的宽度进行调制,即可改变逆变电路输出电压的大小,也可改变输出频率。

#### 2.2 循迹单元电路设计

74HC140D循迹传感器模块对环境光线适应能力较强,其具有一对红外线发射与接收管,发射管发射出一定频率的红外线,当检测方向遇到障碍物(反射面)时,红外线反射回来被接收管接收,经过比较器电路处理之后,红色指示灯会亮起,同时信号输出接口输出数字信号(一个低电平信号),可通过电位器旋钮调节检测距离,有效距离范围2~30cm,工作电压为3.3V-5V。该传感器的探测距离可以通过电位器调节、具有干扰小、便于装配、使用方便等特点,可以广泛应用于机器人避障、避障小车、流水线计数及黑白线循迹等众多场合。

#### 2.3 蓝牙单元电路设计

采用HC-05嵌入式蓝牙串口通讯模块。该模块具有两种工作模式:命令响应工作模式和自动连接工作模式,在自动连接工作模式下模块又可分为主(Master)、从(Slave)和回环(Loopback)三种工作角色。当模块处于自动连接工作模式时,将自动根据事先设定的方式连接的数据传输;当模块处于命令响应工作模式时能执行下述所有AT命令,用户可向模块发送各种AT指令,为模块设定控制参数或发布控制命令。通过控制模块外部引脚(PIO11)输入电平,可以实现模块工作状态的动态转换。

### 3. 控制程序设计

采用目前较为常用的SPP串口软件作为初期软件平台系统来完成小车的控制,这一个软件不需要自己再去编程,只需要对每一个通道进行一个定义就可以了。

### 4. 结论

系统设计采用Arduino单片机系统的设计与实现具有成本低廉、设计简单且性能较好,调节响应时间快,简化了硬件结构,稳态误差小自主循迹效果好。该智能车可在黑色导引线上稳定、可靠的自动行驶,能准确实现自主寻迹,具备抗干扰性强、速度调节响应时间短、稳态误差小等特点。

#### 参考文献

- [1]赵津,朱三超.基于Arduino单片机的智能避障小车设计[J].自动化与仪表,2013,05.
- [2]聂茹,严明.基于Arduino开发板的智能小车设计[J].微处理机,2015,04.
- [3]戈惠梅,等.基于Arduino的智能小车避障系统的设计[J].现代电子技术,2014,11.

#### 作者简介:

车海荣(1981-),女,讲师,广州城建职业学院机电工程学院,研究方向:自动控制。

中国科技核心期刊  
中国核心期刊(遴选)数据库收录期刊  
中国学术期刊综合评价数据库来源期刊  
中国期刊网、中国学术期刊(光盘版)全文收录期刊



# 自动化与仪器仪表

# 2

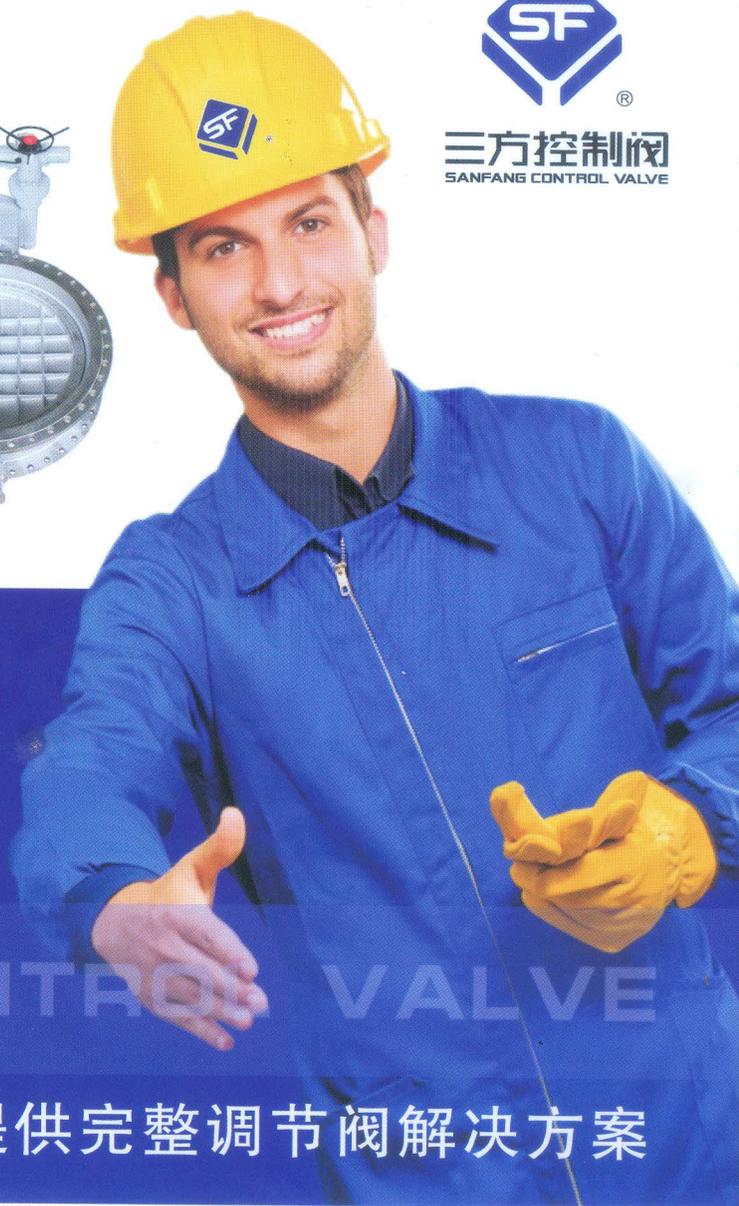
2018年

## AUTOMATION & INSTRUMENTATION

重庆工业自动化仪表研究所 重庆市自动化与仪器仪表学会 主办



三方控制阀  
SANFANG CONTROL VALVE



品质成就价值  
创新引领未来

### SANFANG CONTROL VALVE

三十五年品质传承为您提供完整调节阀解决方案



浙江三方控制阀股份有限公司  
ZHEJIANG SANFANG CONTROL VALVE CO.,LTD.

地址:富阳市金秋大道41号 邮编:311400 电话:0571-63368255/63367411  
传真:0571-63369856 E-mail:service@zjsanfang.com

® 更多信息请关注: [www.zjsanfang.com](http://www.zjsanfang.com)



ISSN1001-9227



02>

9 771001 922141

## 设计与制造

- 农村智能家用太阳能发电系统设计 ..... 路染妮(68)
- 基于反馈的交流激励式电容测量电路的开发与设计 ..... 陈 莉(71)
- 电厂高压变压器温度自动控制系统设计 ..... 张金德,姜兰兰(74)
- 单弹簧点焊机自动化改造 ..... 王兴刚,李 峰,张 宏(79)
- 开关电源的设计与实现 ..... 王海恩,刘志忠,曲高飞(82)
- 基于 LabVIEW 的电磁兼容试验智能检测平台设计 .....  
..... 韩 迪,巨汉基,崔文武,汪 洋,钟 侃,王 晨,郑思达,赵思翔(86)
- 基于数字影像的卫星像片姿态计算系统 ..... 王 飞(89)
- 基于无线模块的远程控制系统设计 ..... 王立涛(93)
- 工业机器人控制轨迹的高精度 PID 改进模型设计 ..... 牟海荣,陆 蕊(96)
- 一种基于 STC89C52 单片机的脉搏测试仪设计 ..... 李 祥,杨延宁,王 魏,马玉昆,吴小帅,王弼松(100)
- 基于 USRP 的通信系统设计 ..... 何腊梅(102)
- 高压线缆自动测温智能化预警平台设计 ..... 奚东升,王 勇,郭建勋(107)
- 配电站在线监测监控系统的设计 ..... 熊丽辉,陈 昶,魏 敏(111)
- 液体流量标准装置控制系统设计 ..... 陈 杰,刘春雷,万 平(114)
- 马铃薯贮藏窖强制通风自控装置的设计 ..... 王叶南(117)
- 基于计算机技术的田径运动会管理系统设计 ..... 杨丰旭(120)
- 计算机技术辅助服装缝纫流水线优化设计研究 ..... 崔现海(123)
- 基于 BIM 技术的城市轨道交通工程的设计与工程管理 ..... 黄晶晶(126)
- 直流充电桩检测车研制 ..... 陈 枫,吕 建,俞哲人,刘志凯,吴芳芳,王 蔚,汤国龙(130)
- 高校智慧移动学习平台设计 ..... 刘一鸥(134)

## 自动化应用

- 速度面积法在明渠堰槽流量计在线检测中的应用 ..... 詹 娇,龚 磊,王智宇,吴 颖,张科夫(138)
- 智能电网移动应用的安全需求及基本架构 ..... 王彦博,宋天舒,张加深,郑玉岩(142)
- MATLAB 在化学工程实验数据处理中的应用 ..... 张楚鑫,蒋睿萍,曹凯超(145)
- 轨道交通分布系统双通道覆盖模式分析 ..... 郭正平,杨 慧,罗康宁(148)
- 云计算中基于多 Agent 系统的用户任务分配机制 ..... 李瑞生,董健康(151)
- 基于物联网技术的奶牛成长监控管理系统建设 ..... 杨国章(155)
- 配网二次电源回路智能一体化设计策略 ..... 时亨通,吴 艺,辛立胜,彭 毅,彭岳云(158)
- 基于 GSM-R 的列车尾部安全防护装置的研究与应用 ..... 董永梅(163)
- 电气化铁路牵引供电系统的管理与维护 ..... 刘 泉(166)
- 网络技术在大学英语多模态化课程系统中的应用 ..... 惠菲菲(169)
- EPON 技术的配网光通信网络损伤节点定位 ..... 崔志宾(172)
- 湿式石灰脱硫自动化生产的构架 ..... 郑 涛,杨艳芳,李 鑫(176)
- 电力公司投资决策体系的设计与应用 ..... 陈 斌,刘绍乾(180)
- 线性最优控制方法及其在旋转倒立摆中的应用分析 ..... 牛伯冕(183)
- H 图算法实现加工数控中心组织及过程优化 ..... 郭 婷(187)

# 工业机器人控制轨迹的高精度 PID 改进模型设计

牟海荣,陆蕊

(广州城建职业学院 广东广州,510925)

**摘要:**为了解决传统 PID 模型对工业机器人控制轨迹实施控制时,存在响应时间低以及超调量高,控制精度差的弊端,设计工业机器人控制轨迹的高精度 PID 改进模型,对工业机器人运行轨迹实施自监督控制,通过基于系统误差加速度补偿的模糊 PID 控制方法,对自监督 PID 控制进行优化,融入自监督 PID 控制模型中形成高精度 PID 改进模型。实验结果说明,所设计模型在响应时间、超调量等方面具有较高的优势,对机器人轨迹跟踪控制精度高。

**关键词:**工业机器人;控制轨迹;高精度;PID 改进模型;设计

**中图分类号:**TP242.2 **文献标识码:**B **DOI 编码:**10.14016/j.cnki.1001-9227.2018.02.096

**Abstract:**In order to solve the traditional PID model to implement the control of trajectory control of industrial robots,has low response time and overshoot and high control precision, defects, improvement of high precision PID control design of industrial robot trajectory model, since the implementation of supervision and control of the running track of industrial robot, the fuzzy control method of PID system based on acceleration compensation error since the PID control, supervision and supervision into self optimization, improved PID control model of forming a high precision in the PID model. The experimental results show that the designed model has higher advantages in response time and overshoot, and has higher tracking accuracy for robot tracking.

**Key words:** industrial robot; control trajectory; high precision; PID improved model; design

## 0 引言

由于我国工业自动化水平的逐渐提升,工业机器人的使用率也不断增加。工业机器人是一种规范的设备,其在工业现场具有较高的应用价值。但是我国机器人市场大都被国外公司垄断,国产机器人市场份额低于1%,并且对工业机器人的运动速度、精确度以及稳定性方面的控制性能较差。传统 PID 模型对工业机器人控制轨迹实施控制时,存在响应时间低以及超调量高,控制精度差的弊端<sup>[1]</sup>。文献[2]提出基于直接反馈线性化的 PID 控制器,首先分析了移动机器人的运动学模型,进而建立了领航—追随轨迹跟踪控制系统模型。在此基础上,设计了基于直接反馈线性化的 PID (proportion-integral-derivative) 控制器。仿真及实验研究结果表明,所提出的控制方法可有效实现移动机器人的轨迹跟踪控制任务,但是存在耗时过大的问题。文献[3]提出一种改进神经网络 PID 控制器的设计方法。该方法采用了双控制器鲁棒控制,神经

网络通过学习 PID 的输入输出特性,快速补偿关节机器人系统的建模误差和不确定干扰,而利用最小二乘法和收敛后的神经网络输入输出特性优化 PID 控制参数,能够削弱建模误差对控制效果的干扰。控制器在李雅普诺夫意义下是稳定的,以两关节机械臂为被控对象进行了仿真实验,实验结果表明,在控制耗时方面具有一定的优势,但控制精度较低。针对该种问题,研究高速高精度工业机器人控制轨迹方法,能够促进我国工业机器人的总体性能。

## 1 工业机器人控制轨迹的高精度 PID 改进模型设计

### 1.1 监督自适应 PID 控制模型

本文通过监督自适应 PID 控制模型,实现工业机器人运行轨迹的自主监督控制。一般情况下工业机器人模型参数可能会发生变动,参数矩阵可以用下式表示:

$$\begin{cases} M(q) = M_0(q) + \Delta M(q) \\ C(q, \dot{q}) = C_0(q, \dot{q}) + \Delta C(q, \dot{q}) \\ G(q) = G_0(q) + \Delta G(q) \end{cases} \quad (1)$$

其中,  $M(q)$ 、 $C_0(q, \dot{q})$  和  $G_0(q)$  代表名义模型参

收稿日期:2017-08-09

作者简介:牟海荣(1981-),女,广东广州人,硕士,讲师,主要研究方向为工业控制。

数矩阵,  $\Delta M(q)$ 、 $\Delta C(q, \dot{q})$  和  $\Delta G(q)$  表示模型误差, 显示了模型参数的不确定性, 因此工业机器人模型为:

$$M(q(t))\ddot{q}(t) + C(q(t), \dot{q}(t)) + G(q(t)) + H(q(t), \dot{q}(t), \ddot{q}(t)) = \tau(t) \quad (2)$$

上式中的  $H(q(t), \dot{q}(t), \ddot{q}(t))$  表示系统在建模过程中出现的随机干扰及误差。假设  $q_d \in R^n$  为有界轨迹, 若该有界轨迹负荷要求  $n=3$ , 则其速度和加速度分别表示为  $\dot{q}_d$  和  $\ddot{q}_d$ , 下式为其跟踪定义:

$$\tilde{q} \equiv q_d - q \in R^n \quad (3)$$

若已知影响建模的随机误差和干扰<sup>[4]</sup>, 利用基于反馈线性法设计理想的控制规律。

$$\tau^* = C_{ij}(q, \dot{q})\dot{q} + G_{ij}(q) + H(q, \dot{q}, \ddot{q}) + M_{ij}(q)(\ddot{q}_d + \lambda_1 \dot{\tilde{q}} + \lambda_2 \tilde{q}) \quad (4)$$

上式中  $\lambda_1$  表示一组 Hurwitz 多项式的系数, 将控制规律(4)代入工业机器人系统模型(2)中得出:

$$\ddot{\tilde{q}} + \lambda_1 \dot{\tilde{q}} + \lambda_2 \tilde{q} = 0 \quad (5)$$

当  $t$  接近无穷大时,  $\tilde{q}$  无限接近于 0, 此时  $q_d$  可看成与  $q$  近似。

由于工业机器人系统模型(2)的不确定因素不可控制, 边界值也难以估计。则文章基于监督自适应 PID 模型, 将自适应的 PID 设为主控制器, 控制系统稳定, 使机器人模型具有和  $H_\infty$  相同的跟踪能力<sup>[5]</sup>, 控制器设计公式如下:

$$\tau = \tau_{pid} + \tau_x \quad (6)$$

## 1.2 基于误差加速度补偿的模糊 PID 控制

### 1.2.1 误差加速度调控因子

上小节塑造的机器人监督自适应 PID 模型直观得出变量存在系统误差  $e$ 、误差变化率  $ec$  和误差加速度  $d(ec)$ , 加速度调节因子表达式如下:

$$R_k = \frac{de(k) - de(k-1)}{de'(k)} = \frac{dde(k)}{de'(k)} = \frac{dec(k)}{de'(k)} \quad (7)$$

上式中  $de(k)$  表示在时间为  $t$  时的误差变化率,  $dde(k)$  表示在时间为  $t$  时的误差加速度。

### 1.2.2 基于误差加速度的模糊补偿原理

本文采用基于误差加速度的模糊补偿方法, 对机器人监督自适应 PID 模型实施改进, 得到高精度的 PID 改进模型, 提高机器人轨迹控制的精确度, 与监督自适应 PID 结构相似, 不同的是输出变量的不同<sup>[6]</sup>, 基于加速度的模糊补偿原理得到加速度调节因子  $R_k$  和误差绝对值  $|e|$ 。监督自适应 PID 结构的输出变量为  $R_p$ 、 $R_i$  和  $R_d$ , 基于误差加速度的模糊补偿能反映系统响应情况, 进而使监督自适应 PID 模型更准

确进行控制<sup>[7-8]</sup>。

得出结论误差加速度  $R_k$  的取值范围在 -1 到 1 之间, 另外的输出变量  $|e|$  根据归一化的方式求得, 得到  $|e|$  的范围在 0 到 1 之间。设置输出变量  $R_{(p,i,d)}$  的范围在 0 到 1 之间进行补偿<sup>[9-10]</sup>, 将  $R_{(p,i,d)}$  和  $|e|$  的语言变量分别描述为 Small(S)、Small Medium(SM)、Medium(M)、Large Medium(LM) 和 Large(L),  $R_k$  语言描述为 Slow(S)、Medium(M) 和 Fast(F), 输出函数形式用下式表示:

$$|e| = \begin{cases} \left[ 1 - \frac{|e(k-1)|}{|e(k)|} \right]; & |e(k) \geq e(k-1)| \\ \left[ \frac{|e(k-1)|}{|e(k)|} - 1 \right]; & |e(k) < e(k-1)| \end{cases} \quad (8)$$

当系统误差较大的情况下, 误差加速度分为响应快速和响应缓慢两种情况, 当响应速率较快时, 应考虑减弱化例和对积分环节进行有效控制<sup>[11-12]</sup>, 避免系统过于饱和<sup>[7]</sup>; 系统响应速率较慢时, 加强化例和积分可加快系统响应速率。

按照上述原则设计了模糊逻辑规划系统“IF-Then”的额定控制原则, 依照“IF-Then”建立模糊规则库, 对积分和微分进行模糊补偿<sup>[13-14]</sup>, 制作的模糊规则库共有 10 条规则, 各条规则具体如下:

(1) If(Rk-is-S) and(e-is-S) then(Ri-is-S)(Rd-is-S)(1)

(2) If(Rk-is-M) and(e-is-S) then(Ri-is-S)(Rd-is-S)(1)

(3) If(Rk-is-F) and(e-is-S) then(Ri-is-LM)(Rd-is-S)(1)

(4) If(Rk-is-S) and(e-is-SM) then(Ri-is-S)(Rd-is-SM)(1)

(5) If(Rk-is-M) and(e-is-SM) then(Ri-is-S)(Rd-is-SM)(1)

(6) If(Rk-is-F) and(e-is-SM) then(Ri-is-M)(Rd-is-SM)(1)

(7) If(Rk-is-S) and(e-is-M) then(Ri-is-SM)(Rd-is-SM)(1)

(8) If(Rk-is-M) and(e-is-M) then(Ri-is-SM)(Rd-is-S)(1)

(9) If(Rk-is-F) and(e-is-M) then(Ri-is-L)(Rd-is-S)(1)

(10) If(Rk-is-S) and(e-is-LM) then(Ri-is-S)(Rd-is-LM)(1)

### 1.2.3 控制器设计

上述通过介绍基于加速度模糊补偿原理和结构,得出其相关变量和模糊逻辑规则<sup>[15]</sup>,初步完成控制器的设计。其结构图如图 1 所示。

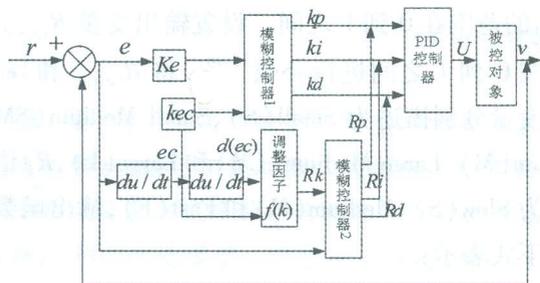


图 1 基于加速度的模糊 PID 控制

由图 1 能够看出该控制器由两部分组成, PID 控制器输入系统误差 e 和系统的误差变化率 ec, 输出 PID 的三个参数, 并分别对模糊 PID 输出的比例、微分和积分进行补偿。

## 2 实验结果分析

### 2.1 控制性能检测

实验在 Matlab/Simulink 中对不同工业机器人控制模型实施搭建和仿真, 进而验证本文设计的 PID 改进模型的性能, 并对比分析传统 PID 模型和本文 PID 改进模型的性能。传递函数是:

$$G(s) = \frac{60}{10s^2 + s} \quad (13)$$

实验设置仿真采样周期 T 是 0.001, 时长是 10s。设置 PID 三个参数  $K_p$ 、 $K_i$  以及  $K_d$  是 11、3 以及 1.4, 在 Simulink 仿真系统中集成传统 PID 模型以及本文 PID 改进模型, 检测两种模型对值是 5 的阶跃响应仿真结果用图 4 描述, 并统计两种模型的超调量以及响应速度, 结果如表 1 所示。

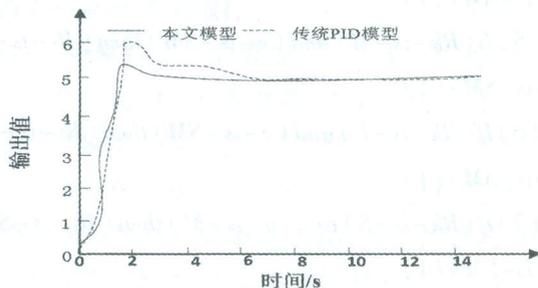


图 2 阶跃响应曲线仿真结果

表 1 控制性能对比

性能参数	上升时间/秒	超调量百分比	性能参数 s(2%)
传统 PID 模型	0.6996	19.33	2.9865
本文 PID 改进模型	0.514	6.64	3.5418

分析图 4 以及表 1 能够得出, 本文模型的响应速度显著快于传统 PID 模型, 比传统模型提高了

36.11%; 本文模型的超调量远远低于传统模型, 降低了 65.65%, 能够对工业机器人的运行轨迹进行高质量的控制。

### 2.2 移动机器人轨迹跟踪仿真

实验采用 SimMechanics 虚拟样机动力学模型在 Matlab/Simulink 环境中塑造的控制仿真模型, 基于本文误差加速度补偿的模糊 PID 控制模型, 塑造在该算法控制下的导轨移动 6R 机器人的轨迹跟踪仿真实验平台, 结果如表 2 和表 3 所示。

表 2 指定轨迹跟踪控制下本文模型的误差同力/力矩结果

关节	最大位置误差	平均位置误差	最大力矩/N
移动关节	15.0262 mm	6.3847mm	296.4474
旋转关节 1	0.0263rad	0.0062rad	99.865
旋转关节 2	0.0648rad	0.0442rad	322.5802

表 3 指定轨迹跟踪控制下传统 PID 模型的误差同力/力矩结果

关节	最大位置误差	平均位置误差	最大力矩/N
移动关节	17.4852mm	7.0513mm	324.156
旋转关节 1	0.0372rad	0.0075rad	112.023
旋转关节 2	0.0755rad	0.0458rad	368.1435

对比分析表 2 和表 3 能够看出, 相对于传统 PID 控制模型, 本文控制模型下的机器运行轨迹跟踪同要求的运动匹配度较高, 说明本文模型的控制效果好。

实验检测不同模型对工业机器人的轨迹跟踪控制效果, 验证本文模型的优越性, 检测本文模型和传统 PID 模型在位置以及速度跟踪方面的对比结果, 结果如图 5 到图 8 描述。实验还统计两种模型的最高误差以及平均误差相对降低情况, 结果如表 4 所示。

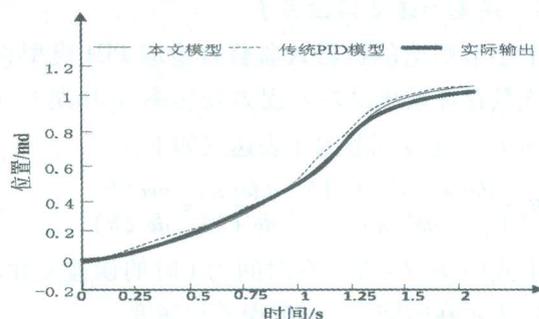


图 3 不同控制模型下旋转关节 1 的位置跟踪对比

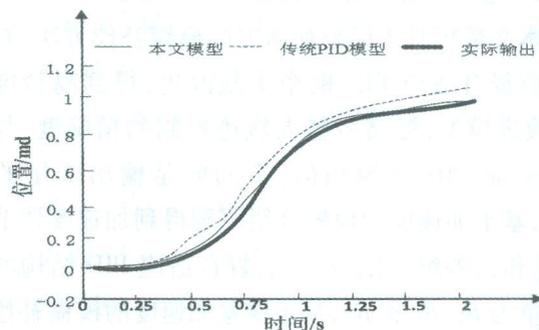


图 4 不同控制模型下旋转关节 2 的位置跟踪对比

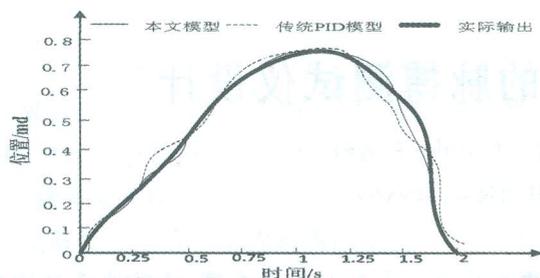


图5 不同控制模型下旋转关节1的速度跟踪对比

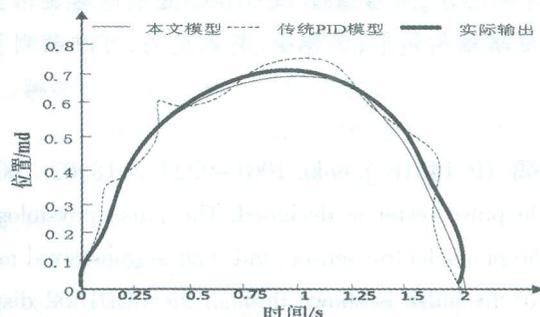


图6 不同控制模型下旋转关节2的速度跟踪对比

表4 不同模型下轨迹跟踪在最大误差/平均误差的对比

	移动关节		旋转关节1		旋转关节2	
	误差最大降低%	误差平均降低%	误差最大降低%	误差平均降低%	误差最大降低%	误差平均降低%
本文模型	28.25	38.21	28.38	40.51	35.204	37.12
PID模型	58.26	68.31	58.58	70.91	45.04	57.02

(1)分析误差(超调)结果可得,本文模型比传统模型控制效果有了显著的提升,分析表4中的数据能够得出,本文模型下的各机器人关节的最高误差比传统模型都降低了,降低最高的两个关节是移动关节(58.26%)以及旋转关节1(58.58%);平均误差都降低了,降低幅度最高的是旋转关节1(70.91%);

(2)对于机器人的震荡实施抑制过程中,传统PID控制模型下某些关节位置变换以及速度波动时存在较高的震荡问题。

### 3 结语

设计了工业机器人控制轨迹的高精度PID改进模型,本文模型的响应速度显著快于传统PID模型,超调量远远低于传统模型,能够对工业机器人的运行轨迹进行高质量的控制,本文模型下的各机器人关节的最高误差比传统模型降低了,平均误差也降低了。通过基于误差加速度的模糊补偿器实现机器人的高精度控制,具有较高的应用价值。

### 参考文献

- [1] 赫建立,朱龙英,成磊,等. 串联机器人轨迹跟踪控制模糊自适应PID算法的误差修正[J]. 电子技术应用, 2015,41(1):60-63.
- [2] 冯剑,张文安,倪洪杰,等. 轮式移动机器人轨迹跟踪的PID控制方法[J]. 信息与控制,2017,46(4):385-393.
- [3] 李楠,李文鑫,薛方正. 改进的关节机器人神经网络PID控制器[J]. 控制工程,2013,20(6):91-95.
- [4] 李峰,吴智政,钱晋武. 下肢康复机器人步态轨迹自适应控制[J]. 仪器仪表学报,2014,35(9):2027+2036.
- [5] 谢光,熊禾根,陶永,等. 基于模糊自适应PID焊缝轨迹跟踪的机器人焊接前瞻控制方法[J]. 高技术通讯, 2016,26(10):883-889.
- [6] 陈斌,裴忠才,唐志勇. 液压四足机器人的自适应模糊PID控制[J]. 哈尔滨工业大学学报,2016,48(9):140-144.
- [7] 夏链,俞晓慧,韩江,等. 基于UMAC的工业机器人运动控制系统设计[J]. 合肥工业大学学报:自然科学版, 2015,38(8):1009+1012.
- [8] 王欣,高凌翀,黄兆秋,等. 直臂高空作业车船体喷涂轨迹控制研究与仿真[J]. 系统仿真学报,2016,28(2):404-409.
- [9] 应再恩,平雪良,李正洋,等. 基于视觉跟踪的机器人复杂轨迹模拟再现[J]. 机械设计与研究,2014,30(1):39-41.
- [10] 郭亮,侯晓伟,蔡虎,等. 基于扩张状态观测器的列车轨迹跟踪控制及其在CMC环境的测试[J]. 铁道标准设计,2016,60(7):144-149.
- [11] 于树友,刘洋,王菲,等. 爆胎车辆轨迹控制的仿真[J]. 北京工业大学学报,2016,42(8):1225+1232.
- [12] 冯剑,张文安,倪洪杰,等. 轮式移动机器人轨迹跟踪的PID控制方法[J]. 信息与控制,2017,(4):67-70.
- [13] 李怀政,刘美红,陈启愉,等. 基于扰动观测器的SCARA机器人运动误差补偿控制设计与仿真[J]. 机械与电子, 2016,34(9):73-76.
- [14] 陈俊,俞立,滕游. 多移动机器人轨迹跟踪控制系统设计与实现[J]. 计算机测量与控制,2017,25(7):82-86.
- [15] 谢胜龙,刘海涛,梅江平,等. 基于高速开关阀的气动人工肌肉轨迹跟踪控制仿真[J]. 农业机械学报,2017,(1):368-374.
- [16] 李一龙,严智敏. 基于模糊PID对3-RPS并联机器人轨迹跟踪控制[J]. 测试技术学报,2016,30(1):23-29.

邮发代号: 3825 零售每份 0.40元 国内统一刊号: CN51-1367/TN 邮发代号: 62-99

2018.18

第24卷第18期

# 数字化用户

ISSN 1009-0843



9 771009 084186

1.80

DIGITIZATION USER



推广数字新技术 倡导科技新理念

# 数字化用户



## 数字化用户

2018年第18期

学术指导：中国海洋知研究会  
教师教育专业委员会  
主办单位：四川省科学技术协会  
承办单位：四川电脑推广协会、电脑情报社  
编辑出版：数字化用户杂志社

总 编：李 滔  
执行主编：冯云凤  
主 任：刘刚红  
编 辑：白正和 王东阳 陈小虹 赵娇娇  
刘 超 张 依 刘丽娟 陈博成  
美术总监：侯方龙  
美术编辑：徐悦佳 蔡 莉  
发行总监：饶宝龙  
发行助理：苏 慧  
特约编辑：李 梅 张德胜 郭大鹏 张方伟  
王 东 张 瑜 金琳夕 陈涌泉  
记 者：刘海伟  
法律顾问：四川蜀丰律师事务所 申杰锋律师

总部地址：成都市营门口路民光大厦5层  
邮政编码：610036  
编辑部：(028) 84404099  
投稿邮箱：szhyzz@163.com  
国内统一标准连续出版物号：CN51-1567/TN  
国际标准连续出版物号：ISSN 1009-0843  
邮发代号：62-99  
广告经营许可证号：5100004001007  
定 价：人民币 15.00 元  
承印单位：中国文联印刷厂

声明：本刊所发表文章只代表作者学术交流观点，不代表本刊观点。本刊反对抄袭，文责自负。您收到的样刊如果有印刷问题，请与编辑部联系调换。

# 目录 CONTENTS

## 网络通信

- 1 关于电子通信技术创新分析 ..... 吴 苗
- 2 关于现代网络通信技术的发展趋势与应用分析 ..... 左海波
- 3 对5G移动通信技术研究 ..... 陈俊伟
- 4 广电宽带网接入方式选择与转换 ..... 陈之期
- 5 浅析通信工程管理特点及策略 ..... 祁承瑞
- 6 浅谈5G移动通信技术下传输未来发展趋势 ..... 左海波
- 7 基于5G无线通信传输分析与探讨 ..... 王 昊
- 8 基于信息化平台的新型电信采购支持系统分析 ..... 洪 磊
- 9 光纤通信技术现状及发展探析 ..... 刘光文 谭宗武
- 10 关于智能电网中无线通信技术的应用研究 ..... 李 宇 周慧芳
- 11 全固态中波广播发射机输出网络及天调网络的调整方法 ..... 王红燕
- 12 通信传输网络发展规划新思路研究 ..... 霍松涛 宋 伟
- 13 通信工程中传输技术的应用及发展分析 ..... 郭玉光
- 14 光网络综合测试仪的嵌入式系统设计与实现 ..... 马思超
- 15 关于网络资源优化与整合的探究 ..... 郑雯珊 卢玉芳
- 16 民用客机卫星通信和ATG通信的对比分析 ..... 席 龙 周慧楠
- 17 有线电视网络中光纤入户的应用分析 ..... 潘龙新 王 豪
- 18 5G网络安全问题分析与展望 ..... 王洪慧
- 19 对通信工程发展前景的探析 ..... 梁晓雷
- 20 电网智能化中电力通信的应用探析 ..... 黎 磊
- 21 智能化小区广电网络通信接入技术的应用 ..... 万春波
- 22 无线通信工程项目建设与管理研究 ..... 林云卿

## 工程技术

- 23 化工生产中自动化控制仪表分析 ..... 刘惠敏
- 24 DMBS-H转报系统与DMBS-M转报系统维护差异分析 ..... 张守军
- 25 我国水资源开发利用与保护的思路和建议 ..... 陈林芝
- 26 试析钢铁企业供电系统节能降耗措施 ..... 郭敬华 李 杰
- 27 桩基础施工技术建筑工程中的应用 ..... 丁国强
- 28 石油采油工程技术中存在的问题及对策 ..... 白保强
- 29 燃气表远程无线抄表和控制系统的研究 ..... 李光英
- 30 铁路通信线路施工中光缆放线技术的应用 ..... 耿 新
- 31 浅谈机器人的控制系统 ..... 刘少磊 杜鹏涛 吕 娜
- 32 技术创新降低产品制造成本在汽车零部件企业中的实践分析 ..... 李上星
- 33 汽车零部件再制造工艺分析 ..... 钟景飞
- 34 分析火力发电厂工程档案管理的途径和方法 ..... 黄 蓉

186	读读入性——基于教育名著《原性》	冉峰
188	读读初中英语有效教学策略	刘丽
189	读读小学语文阅读能力的培养及训练	冯娟
190	发展性评价在初中语文教学中的应用	孙仙月 胡紫竹
193	读读小学数学教学中如何培养学生解决问题的能力	李丹丹
195	读读初中语文古诗文诵读教学	艾丽萍
196	高中化学教学模式中创新能力的培养	李鸿宝
198	小学语文课堂朗读教学的设计及实践	班雪雯
199	小学科学课如何培养学生的科学素养	白先明
194	读读初中生生物有效教学策略	袁玲
195	信息技术课程中学生兴趣的培养	王海平
196	基于信息化手段的高职分层教学研究——以单片机课程为例	苗振腾
197	浅谈小学体育课中德育教育的渗透	徐磊
198	美术欣赏在中职美术教学中的运用探析	苏捷玲
199	探索移动学习在中职《3ds Max 9.0建模案例教程》课程中的应用	杨蒲菊
201	谈如何实现初中数学课堂教学中的师生互动	张继美
202	高中地理教学方法浅谈	何立江
203	如何培养小学生学习数学的兴趣	冯玉凤
204	《诚信真可贵》教学设计	冯丽娟
205	不忘初心 牢记使命	刘润辉
206	当代大学生礼仪教育现状及教育实施路径分析	张睿
207	小学数学课堂教学实践策略分析	杨彦波
208	作文教学中信息技术的运用	王彩芳
209	落实游戏是幼儿园的基本教育活动之刍议	赵丽蓉
210	可视化表达在小学几何教学中的运用研究	杨九芹 王锋
212	以“乐学”促“会学”培养学生提出问题的习惯和能力	聂艳华
213	在英语教学反思中学会教学	高威
<b>经济管理</b>		
214	关于电力营销的分析与思考	张丹
215	探讨市场经济下港口设备维修模式改革	陈建高
216	变电运维管理中的危险点及预控策略	李佳
217	移动电子支付的安全交易技术——专利发展综述	陈竹心 尹文博
218	烟草营销信息化建设概述	贾光芒

219	现代城市轨道交通系统的设备管理	王宝 吴九刚
220	浅析生态主义的行政管理理念与方式	冯娟
221	中铁特货汽车物流有限责任公司加强配送企业安全管理工作的思考	冯娟
222	以技术转移加速河北省经济增长	魏 巍
223	输电线路运行检修一体化管理探讨	孙文东
224	精细化电力营销服务管理解决方法研究	魏玉强
225	配网配电路的常见故障分析与运检管理探究	黄建刚
226	预防“因病致贫”的商业保险辅助模式研究	魏 巍
227	民航空管通导班组管理平台的设计与实现	苏广
229	物业管理行业电子政务应用研究	魏玉强

### 综合论坛

230	现代雷达信号处理及其发展趋势	冯娟
231	汽车发动机的常见故障与维修	洪 刚 李仕豪
232	探讨新媒体时代广播电视发展新路	魏玉强
233	自动转报及ATN系统运维优化探究	魏玉强
234	职业教育校企合作评价体系研究	魏 巍
235	三坐标测量仪的检验校准问题研究	魏玉强
236	大数据在电力调度中的应用	梁玉琳 张 亮
237	水土流失的危害及做好水土保持工作的主要措施	王 磊
238	环境监测现场采样质量控制的措施和建议	王磊
239	绿色畜牧养殖技术的普及与推广措施	郭广强
240	我国港口机械设备防腐涂装与保护	李 磊
241	浅谈3D打印工艺的优化	王 磊
242	基于微信公众平台的报修系统在高校中的应用研究	魏玉强
243	浅谈导演视觉下少儿文艺节目的文化表现意识	魏玉强
244	机械制造智能化发展趋势探析	李国海 李 军
245	现代化机械装配自动化的应用与发展	李 军 李国海
246	PM in Xuhui, Shanghai	李 军
247	基于遗传算法的任务定价模型	冯晓飞 宋德贵
248	CPC在冷轧机组的研究与应用	李 军
249	低压采集运维常见问题与处理措施分析	李 军
250	基于Nginx轻量级高并发web平台	魏 巍
251	浅谈电力企业党建工作与行政工作的关系	李 军
252	浅议电气误操作事故的原因及对策	李 军
253	一种积分化换机系统的设计及应用	李 军
255	基于双均衡权重离群检测的数实物资调整与推送方法	魏玉强

## 基于信息化手段的高职分层教学研究——以单片机课程为例

苗振腾

(510925 广州城建职业学院机电工程学院 广州 从化)

【摘 要】目前大多数高职院校在校生即包括初中生,又有自主招生等多个层次的生源,不同生源有着不同的教育基础,这给单片机课程的教学带来了诸多挑战。本文在分析了高职院校因多元化生源给专业教学带来诸多不利的基础上,对单片机课程的教学提出了基于信息化技术的分层教学、差异化培养等一系列的教学改革措施,并提出了为保障分层教学的实施而采取的考核评价改革方案。

【关键词】单片机;分层教学;信息化

随着高职院校生源结构的多元化,学生整体状况存在着学业基础参差不齐,对学习需求有着多样性。但是,目前各高职院校人才培养过程中,存在着教学模式“一刀切”,考核方法单一等问题。这种同质化的培养模式难以培养出行业、产业需要的多样化人才。随着信息化时代的到来,高职院校通过采用适当的信息化手段,对高职教育进行分类培养与分层教学的模式改革,对解决上述问题,有着一定的理论与现实意义。

单片机课程作为高职机电类专业核心课程,不仅涉及电子电路设计,还包括逻辑复杂的软件编程。对于生源多元化的机电类专业而言,学生的学习基础、学习兴趣和能力的差距较大,因此,在教学模式上的改革势在必行。本文根据学生差异化的特点与珠三角机电类企业所需的各类职业岗位要求,对《单片机技术与应用》课程实施了分层教学与差异化评价的教学改革,依据信息化手段,取得了较好的效果。

## 一、以企业项目为载体,实施理实一体化的教学方式

在制定单片机课程标准过程中,根据课程教学目标,精选了6个企业典型项目,项目分别是:单片机操作环境;蜂鸣器发声设计;汽车左右转向灯设计;可调光台灯设计;抢答器设计;密码锁设计;交通灯设计;数字电压表设计。将课程中的知识与技能训练分解到各个项目中,学生通过完成项目任务要求,以熟练掌握学习目标。在项目教学中,教学场所采用一体化教学环境,提供仿真实训平台和单片机实训开发板,让学生在接近真实的应用情景中完成项目,能够实现“教、学、做”一体化教学。

## 二、利用分层教学理念,高效开展课堂教学

在课程项目设置中,各项目都由基本任务、拓展任务、高级任务构成。其中基本任务为项目的基本要求,包括基本理论知识与初步实操技能的要求,是全体学生必须掌握的最低标准;拓展任务是在基本任务的基础上进行加深与拓展,涉及的任务工作量及复杂度都有所增加;软件编程的难度也加大;高级任务则是在拓展任务的基础上进一步提升难度,要求基本达到企业开发产品的标准。例如,在项目7中,基本任务为数码管电子秒表设计,此仅仅要求数码管正常按照秒的时间间隔正常显示,无按键调整功能;拓展任务为两位电子秒表设计,此子任务则在其基本任务的基础上进行拓展,要求能够采用数码管动态显示方法,实现两位电子秒表的正确显示;高级任务为带按键调整功能的十字路口交通灯设计,在拓展任务的基础上增加了按键调整功能,数码管数量增加四倍,使硬件电路设计与软件编程难度更大。

在教学实施中,采用分组形式开展项目实施,每组学生由高、中、低学业水平学生组成,任务内容合理分配,通过团队协作,以优带弱,以实现高效的教与学。

## 三、利用开放的信息化教学平台,满足各种层次学生的学习需要

随着智能手机、电脑的普及,每个学生都能够第一时间接受所需信息,这为信息化教学带来了便利,在实施分层教学过程中,信息化手段的应用涵盖课前、课中、课后全过

程。课前,利用蓝墨云班APP平台,为学生提供课前预习的差异化学习资源,下发项目任务单。课中,利用APP平台的在线投票、问卷功能,可使老师更清晰每位学生的真实需求。课中利用在线测试功能,可以实时监测学生任务的完成情况。课后,通过在线布置作业与在线讨论功能,可实现学生学习的课后追踪。

## 四、构建差异化、个性化项目评价体系

课程评价方式主要由“平时成绩(20%)+实训成绩(50%)+应用能力成绩(30%)”三部分构成。平时成绩主要包含出勤成绩、作业成绩、课堂表现成绩,具体比例分配由任课教师根据学情自行分配,通过加大课堂表现分量,不仅可以活跃课堂气氛,还可以增加学生在课堂上学习的积极主动性。实训成绩分实操质量和实训报告撰写两部分,各占实训成绩的50%,实操质量从程序编制、电路设计、焊接质量、功能实现4个方面加以评价,采用自评、互评、教师评价相结合的评价方式。实验报告根据撰写的规范性、内容的完备性等方面评定报告成绩。

应用能力成绩针对各组学生进行的项目的终结性考核评价,在每个项目结束时,由老师提供“A、B、C”三个个性化在线考核试卷,分别由不同层次学生进行在线答题,以此来获取项目目标完成情况。

## 五、建设差异化的试题库,实施随机抽题考试制度

根据单片机课程教学目标,建设由选择题、填空题、判断题、分析题、综合设计题五类题型构成的试题库,每种题型都设有A、B、C三个难度。试题库向学生公开,这种差异化的试题库适应于对各种层次学生的最终考核,符合多元化生源的现实考核需求,有利于激发学生的学习动力,也为学生挑战自我提供了有效的平台。

## 六、结语

通过采用分层次、差异化教学理念,我们在16级机电一体化专业的单片机课程教学中取得了不错的改革效果。项目实施过程中,通过采用团队协作、差异化项目实施与考核、信息化手段,较好的促进了学生的学习积极性,形成了良好的学习氛围,再通过对分层教学的进一步改革与完善,期望能够为其他课程的教学带来一定的参考作用。

## 参考文献:

- [1]王舒霞.单片机应用技术(C语言版)[M].北京:电子工业出版社,2014.
  - [2]田拥军,黄国庆.基于差异化教育理论的高职单片机课程个性化教学研究与实践[J].职教论坛,2012(6):43-47.
  - [3]谷秀荣.任务驱动教学模式在高职单片机课程中的教学实践[J].教育与职业,2011,(6):99-101.
  - [4]李福东,皮洪琴,曾旭华.高职学生职业能力模型构建[J].职教论坛,2012(30):53-56.
  - [5]张立燕.基于学习情境分层递进与能力目标多元化的课程改革与实践[J].课程教育研究,2012(8):99-100.
- 本文为广州城建职业学院2017年教研课题项目“基于信息化手段的高职分层教学研究”经费资助。

# 基于 Moldflow 的棘架套件浇注系统方案 CAE 分析\*

王锦红<sup>1</sup>, 何冰强<sup>2</sup>

(1. 广州城建职业学院, 广东, 广州 510925; 2. 广东机电职业技术学院, 广东, 广州 510515)

**摘要:** 基于对汽车座椅棘架套装塑件的结构和特点分析, 运用 Moldflow 仿真软件确定了棘爪、棘轮的浇口位置, 据此设计了 4 种注塑模具浇注系统设计方案, 运用 MPI 软件对各方案进行了仿真填充分析, 同时对填充时间、流动前沿温度、速度压力切换时的压力、熔接痕等进行了分析比较。确定成型汽车座椅棘架套装塑件制品最佳浇注系统方案是: 棘爪采用 2 个点浇口对称分布于小半环中间、棘轮采用 3 个点浇口均布于加强环中间, 并且一级分流道截面为梯形, 二级分流道为圆锥; 该优选方案注射时的锁模力为 12.8349 t、注射压力 58.483 MPa。经采用优选方案制造的模具使用表明: 优选的浇注系统对棘架套装塑件注射模具结构设计有重要的参考价值, 为注塑类产品浇注系统方案的设计提供了借鉴。

**关键词:** 棘架; 注塑成型; 浇注系统; CAE; Moldflow

**中图分类号:** TP391.72 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-9456(2016)01-0079-04

## CAE Analysis of Spine Suite Gating System Planbased on Moldflow

WANG Jinhong<sup>1</sup>, HE Bingqiang<sup>2</sup>

(1. Guangzhou City Construction College, Guangzhou, Guangdong 510925, China;

2. Guangdong Mechanical & Electrical College, Guangzhou, Guangdong 510515, China)

**Abstract:** In according to the analysis of the structure and characteristics of the spine suite plastic parts in automobile seat, the pawl wheel and the gate location of pawl were both determined by the Moldflow simulation. Also, four schemes of the design of injection-molded gating system were suggested. MPI software was used for the filling analysis in those schemes. The effects of some typical parameters, such as the filling time, flow-front temperature, the velocity-pressure switched pressure, and the weld line were analyzed. The optimal gating system for the molding of spine suite plastic parts in automobile seat was determined. Firstly, the pawls were symmetrically positioned in the middle of the small semi-ring by the two point-point gating. The pawl wheels, however, were distributed at the middle of the stiffening ring by the three point-point gating. Secondly, the structures of trapezoid and cone were adopted as the cross section for the sub-channels of level 1 and 2 respectively. The clamping force was set to 12.8349 t and the injection pressure was determined as 58.483 MPa. The result showed that the optimal gating system could provide the valuable information and act as a reference on the design of the injection mold structure of the spine suite plastic part.

**Keywords:** seat spine; injection molding; feed system; CAE; Moldflow

座椅是轿车的重要部件, 而棘架套件是整个汽车座椅的核心, 且结构复杂, 其方便调节和耐久性能是衡量座椅好坏的重要标准。棘架套件的这些特性使其注塑成型难度要比常规塑件大, 主要表现为填充不足、存在短射和熔接痕等。Moldflow 作为一款 CAE 有限元分析软件, 可模拟制品注塑成型过程, 从而获得模具最优设计方案和最佳的成型工艺条件, 减少试模修模次数、提高模具设计成功率、缩短其开发周期、提高其质量。在模具的设计上, 主要利用软件帮助确定合理的浇口位置和获取参考注射工艺<sup>[1-2]</sup>。

文章采用 Moldflow 模流分析软件对汽车座椅棘架套件注塑

制品的 4 种浇注系统设计方案进行研究, 并遴选出最佳方案, 为注塑类产品浇注系统方案的设计提供参考。

### 1 塑件结构特点分析

图 1 是制品外形结构图, 图 1(a) 所示为汽车座椅棘架套装及其结构尺寸, 它由图 1(b) 所示的棘爪和图 1(c) 所示的棘轮组成。

棘爪体积  $0.8 \text{ cm}^3$ , 质量  $0.84 \text{ g}$ , 主要由 6 根  $\phi 3.5 \text{ mm} \times 11.9 \text{ mm}$  圆柱通过  $0.7 \text{ mm} \times 2 \text{ mm}$  的辐条与  $2 \text{ mm} \times 2 \text{ mm}$ 、大径为  $\phi 13 \text{ mm}$  的主圆环联结, 如图 1(d)。它在注射成型时, 容易因料流经过辐条时造成的前锋冷却过快、填充不足, 使塑件出现

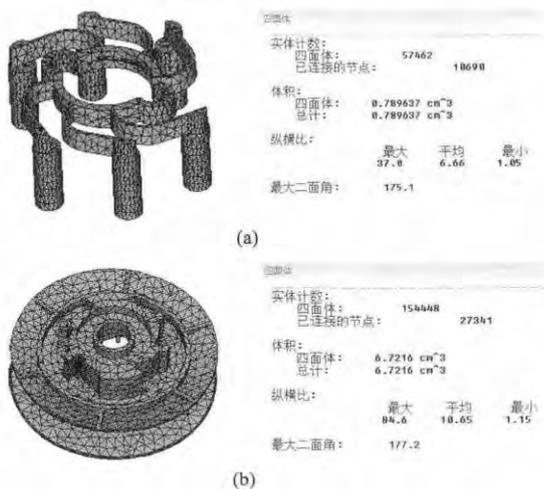
\* 收稿日期: 2015-01-31

基金项目: 2014 年度广东省高等职业教育教学改革项目(201401057)。

作者简介: 王锦红(1972-), 女, 副教授、博士, 主要从事机械设计制造及其自动化、模具技术及其职业技术教育的研究。

E-mail: wyangjh@163.com。





(a) 棘爪有限元网格及其结果; (b) 棘轮有限元网格及其结果。

图4 网格划分

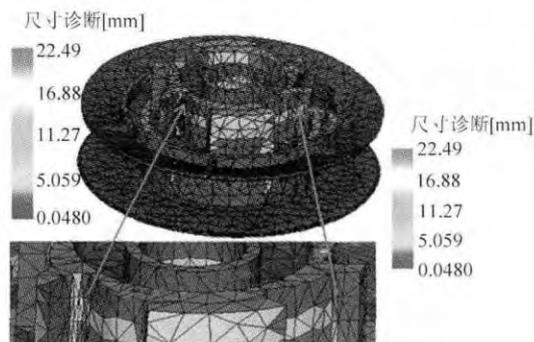
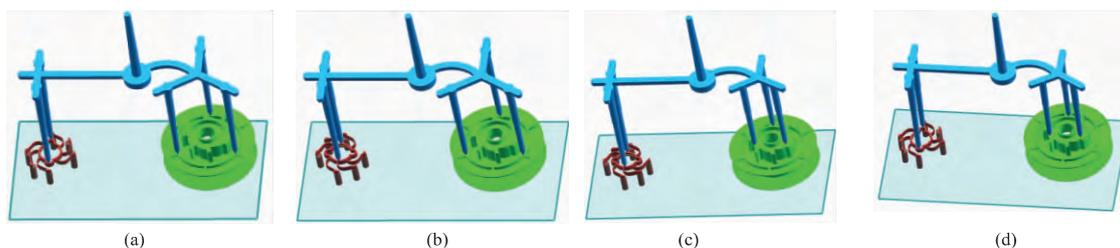


图5 网格尺寸



(a) 方案一; (b) 方案二; (c) 方案三; (d) 方案四。

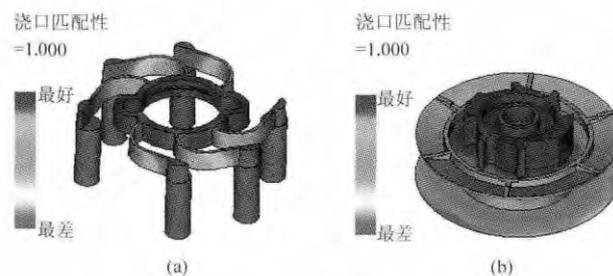
图7 模具浇注系统方案

的点浇口均布于棘轮环端面位置,如图7(c);方案四:棘爪的点浇口对称分布于小半环中间位置,棘轮的点浇口均布于棘轮环端面位置,如图7(d)。各方案的主流道大端直径 $\phi 5.42$  mm,小端直径 $\phi 3.6$  mm,高52 mm;冷料井直径 $\phi 10$  mm,深7 mm;一级分流道为梯形截面 $b=4$  mm、 $a=5^\circ$ 、 $h=3$  mm;二级分流道:末端(与点浇口相连)直径 $\phi 1.83$  mm,锥角 $1^\circ$ 。

### 3.2 浇注方案比较与选择

塑料注射时,影响产品质量的填充流动特性主要是填充时间、流动前沿温度、速度压力切换时的压力、熔接痕等。运用 Moldflow 软件对各浇注系统方案进行填充分析,注射工艺参数中模具温度设为 $75^\circ\text{C}$ 、材料属性给定,注射压力(180 MPa)及其余参数设置采用系统推荐值,仿真结果如图8~11所示。

件的浇口位置分析模块确定各塑件的最佳浇口位置,分析结果如图6所示。从图6可见,棘爪的最佳浇口位置位于制品主圆环、小半环上均可以,且效果最好;棘轮的最佳浇口位置位于棘轮环上,加强环部分也是可以的。



(a) 棘爪;(b) 棘轮。

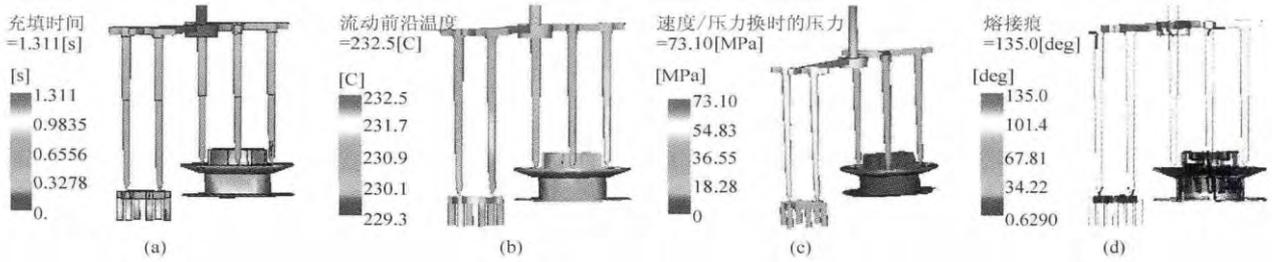
图6 浇口匹配性分析结果

### 3.1.2 浇口形式数量

轴对称结构零件,多采用双数浇口,又因其体积相对较小,难于成型,在此采用2个点浇口。棘轮是回转体型工件,考虑到与棘爪浇口类型、注射体积、填充时间等注射工艺的一致性,暂定使用3个均布的点浇口。

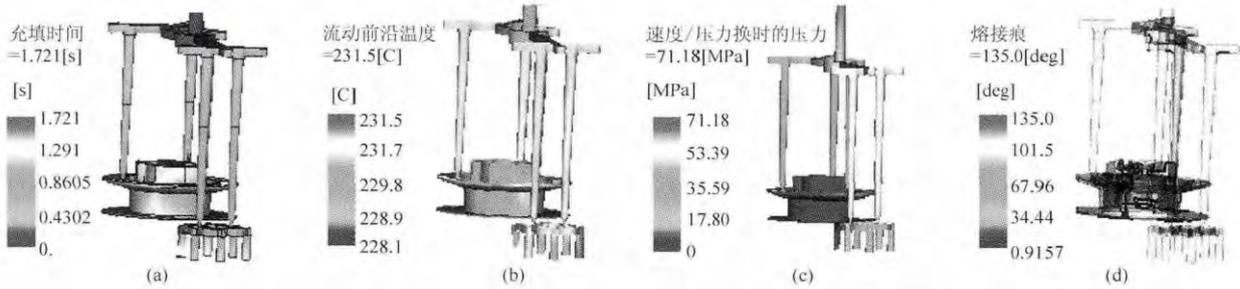
依据对浇注系统的一般设计原则和结合棘架套件配对生产的实际,设计了如图7所示的4种模具浇注系统方案。方案一:棘爪的点浇口对称分布于小半环中间位置,棘轮的点浇口均布于加强环中间位置,如图7(a);方案二:棘爪的点浇口对称分布于主圆环中间位置,棘轮的点浇口均布于加强环中间位置,如图7(b);方案三:棘爪的点浇口对称分布于主圆环中间位置,棘轮

从图8~11可见,方案一填充时间为1.311 s,方案二填充时间为1.721 s,方案三填充时间为3.070 s,方案四填充时间为1.177 s。流动前沿温度方案一为 $229.3 \sim 232.5^\circ\text{C}$ ,温差 $3.2^\circ\text{C}$ ;方案二为 $228.1 \sim 231.5^\circ\text{C}$ ,温差 $3.4^\circ\text{C}$ ;方案三为 $227.3 \sim 232.2^\circ\text{C}$ ,温差 $4.9^\circ\text{C}$ ;方案四为 $229.3 \sim 232.2^\circ\text{C}$ ,温差 $2.9^\circ\text{C}$ 。速度/压力切换时的压力值方案一为73.10 MPa,方案二为71.18 MPa,方案三为63.78 MPa,方案四为67.33 MPa。从充填效果看,方案一最理想,能充满产品型腔,而其他3个方案均存在充填不足的情况。从以上比较分析结果可见,方案一的模具浇注系统是所拟定4个方案中填充时间、流动前沿温度、速度压力切换时的压力、熔接痕、充填效果等指标综合性能最优。针对注射时熔流远端压力为0,可能存在短射、充填不满的情



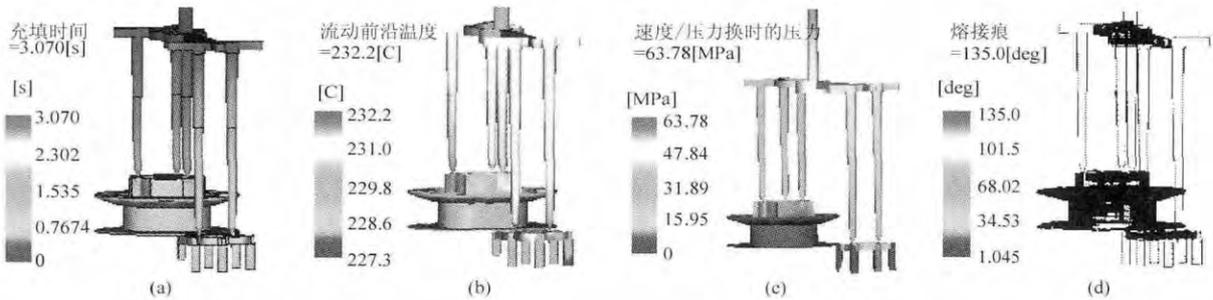
(a) 填充时间; (b) 流动前沿温度; (c) 速度压力切换时的压力; (d) 熔接痕。

图8 方案一制品填充分析仿真结果



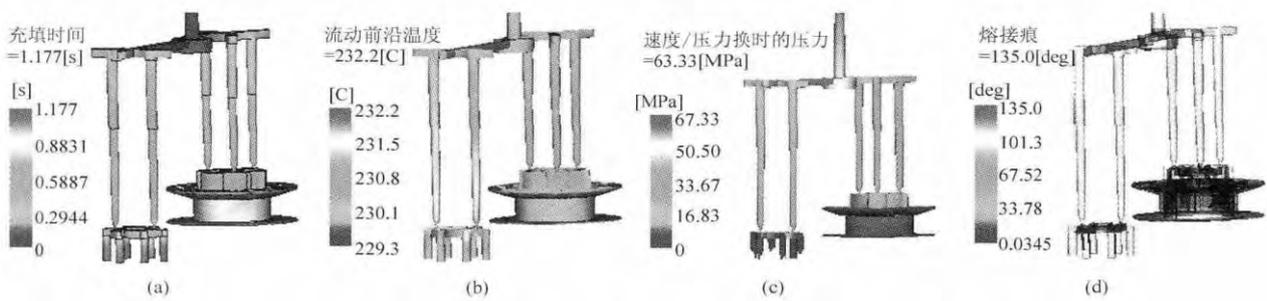
(a) 填充时间; (b) 流动前沿温度; (c) 速度压力切换时的压力; (d) 熔接痕。

图9 方案二制品填充分析仿真结果



(a) 填充时间; (b) 流动前沿温度; (c) 速度压力切换时的压力; (d) 熔接痕。

图10 方案三制品填充分析仿真结果



(a) 填充时间; (b) 流动前沿温度; (c) 速度压力切换时的压力; (d) 熔接痕。

图11 方案四制品填充分析仿真结果

况,在模具中常通过增加注射压力、提高模具温度、适当增大浇口等得到解决<sup>[4-6]</sup>。

### 3.3 注射压力及锁模力

通过分析注射过程中的压力、锁模力,可以为注塑机的选用提供依据,减少生产能耗,节约成本。棘爪、棘轮套件注塑模具使用浇注系统方案一时,其注射时间为 1.311 s,如图8(a)。注

射压力为 58.483 MPa,如图 12。锁模力为 12.8349 t,如图 13。

项目	数值
注射压力	58.4830 MPa
速度/压力切换的时间	1.2321 s
速度/压力切换时的注射压力	73.1037 MPa

图12 填充分析结果

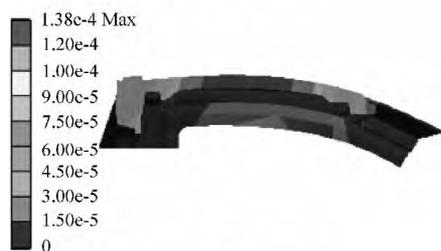
(下转 85 页)



图6 改进前全塑车身顶盖总变形量分布图



(a)



(b)

(a) 椭圆吻式加强顶盖结构; (b) “三明治”复合加强结构。

图7 改进后全塑车身顶盖的总变形量分布图

定全塑车身顶盖结构形式为“三明治”复合材料加强结构。

#### 4 结论

1) 新能源汽车全塑车身顶盖结构 通过采用集成化与模块

化的思路 把车顶盖与车顶棚集成 有效地减少车身顶盖零部件数量 降低车身顶盖的制造成本和制造工序。

2) 新能源汽车全塑车身顶盖结构设计时 需把汽车顶盖设计与旋塑制品设计的要点相结合。需要综合考虑车身结构、旋塑制品结构、人机工程学 还需考虑材料性能、模具分模位置、模具拔模方向等。

3) 新能源汽车全塑车身顶盖结构 采用椭圆吻式加强结构和“三明治”复合材料加强结构比采用传统的双层旋塑结构的总变形量减小一半 力学性能得到有效提高。

#### 参考文献:

- [1] 雷正保. 汽车覆盖件冲压成形 CAE 技术及其工业应用研究[D]. 长沙: 中南大学 2003.
- [2] 秦柳, 谢鹏程, 焦志伟, 等. 大型塑料制品滚塑成型先进制造技术[J]. 塑料, 2013, 42(4): 14-17.
- [3] 秦柳, 肖勇, 丁玉梅, 等. 新能源汽车全塑车身先进制造技术[J]. 中国塑料, 2014, 28(12): 99-103.
- [4] 蒋晨, 丁玉梅, 谢鹏程, 等. 大型汽车水箱滚塑成型的变形分析[J]. 塑料, 2013, 42(3): 83-85.
- [5] HAIGHT B. Advanced technologies are opening doors for new materials[J]. Automotive Industries 2003(4): 14-19.
- [6] DAVIES G. Future trends in automotive body materials[J]. Materials for Automobile Bodies 2003: 252-269.
- [7] CHAPTER. The role of demonstration, concept and competition cars[J]. Materials for Automobile Bodies 2003: 99-129.
- [8] [美]格伦 L. 比尔. 旋转模塑设计、材料、模具及工艺[M]马秀清译. 北京: 化学工业出版社 2003: 73-75.
- [9] 任金东, 范子杰, 黄金陵. 数字人体模型技术及其在汽车人机工程设计中的应用综述[J]. 汽车工程 2006(7): 647-651.

(本文编辑 YSH)

(上接 82 页)

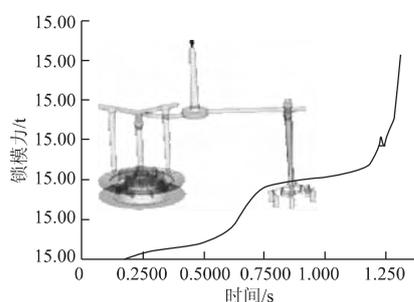


图13 锁模力分析结果

#### 4 结论

1) 通过浇口位置和填充仿真分析 确定了棘爪的最佳浇口位置位于制品主圆环上 采用 2 个点浇口 在二侧中间部位对称布置; 棘轮的最佳浇口位置位于加强环上 采用 3 个点浇口圆周均布。

2) 对设计的 4 种模具浇注系统方案 通过填充仿真分析 比较影响制品质量的重要参数 确定汽车座椅棘架套装塑件制品

最佳浇注系统方案为棘爪点浇口对称分布于小半环中间位置; 棘轮点浇口均布于加强环中间位置; 主流道大端直径  $\phi 5.42 \text{ mm}$  小端直径  $\phi 3.6 \text{ mm}$  的三级流道浇注系统。

3) 通过仿真分析得到了汽车座椅棘架套装塑件注射模锁模力为 12.8349 t, 注射压力为 58.483 MPa。

#### 参考文献:

- [1] 马松柏, 王晶. 薄壁杯形注塑制品浇注系统 CAE 分析[J]. 塑料, 2014, 30(4): 99-102.
- [2] 工蓓, 工刚. Moldflow 模具分析应用实例[M]. 北京: 清华大学出版社 2004.
- [3] 徐永田, 宋振彪, 胡慧林, 等. 吉林石化 ABS GE150 产品的加工性能[J]. 现代塑料加工应用 2014, 26(5): 27-30.
- [4] 苗瑞, 宋桂珍, 元秀梅. 基于模流分析的注塑模浇口优化设计[J]. 太原理工大学学报, 2013, 44(4): 457-460.
- [5] 张梦梦, 陈泽中, 刘会. 基于 UG 与 Moldflow 的汽车门槛饰条工艺优化及模具设计[J]. 塑料, 2013, 42(6): 106-109.
- [6] 程文超, 雷君相, 张航, 等. 基于 Moldflow 与正交试验的变径管注塑工艺设计[J]. 塑料工业, 2013, 41(S1): 106-108.

(本文编辑 LYZ)

# 注塑机实现 PLC 机械控制改造的研究\*

王锦红

(广州城建职业学院, 广东 广州 510925)

**摘要:** 介绍了注塑机作为塑料制品生产的常用机械设备所具有的生产工艺流程, 并在此基础上分析注塑机的结构和其核心控制系统的作用, 提出传统控制系统缺陷, 探寻有效的机械控制改良方法。对比传统机械控制系统和可编程过程控制器 (PLC), 着眼于 PLC 在工业生产运用中的优势, 分析其结构和组成并讨论具体的设计方法。以一台老式注塑机进行 PLC 机械控制改造为例, 阐述其可能出现的问题并提出有效解决方案。

**关键词:** 注塑机; 可编程过程控制器; 自动调模

**doi:** 10.3969/j.issn.1005-5770.2016.06.019

**中图分类号:** TQ320.5

**文献标识码:** B

**文章编号:** 1005-5770 (2016) 06-0073-04

## Development of PLC Machine Control by Injection Molding Machine

WANG Jin-hong

(Guangzhou City Construction College, Guangzhou 510925, China)

**Abstract:** This paper introduced the production technology process of the injection machine as a commonly used machinery and equipment for the plastic products production. On the basis, the structure of injection molding machine and the function of its core control system were analyzed. The defects of the traditional control system were proposed and effective improvements for the mechanical control were investigated. By comparing the traditional mechanical control system with programmable logic controller (PLC), the advantages of PLC used in industrial production were emphasized. And its configuration and composition were analyzed and the design methods were proposed as well. An old injection molding machine was used as an example for PLC machine control reform. The problems and effective solutions were analyzed.

**Keywords:** Injection Molding Machine; Programmable Logic Controller; Automatic Mold Adjustment

塑料作为一种新型材料, 已经与钢材、水泥和木材共同组成新的四大基础原材料, 塑料产业已成为我国轻工业支柱产业之一, 其发展速度和经济效益均取得了令人瞩目的成绩<sup>[1-2]</sup>。注塑成型技术是塑料生产最主要的技术之一, 包括热塑成型和热固成型<sup>[3]</sup>。注塑机是注塑成型所需设备, 其技术参数和性能参数对塑料产品质量有着决定性的作用, 因此对注塑机性能的不断探究必定会为塑料制品质量的完善和产品的开发创造有利条件<sup>[4]</sup>。注塑机是一种机电液一体化系统, 传统注塑机的控制系统存在生产效率低、次品产出率高、后期维护困难以及产品适用范围窄等问题, 难以满足现代塑料产品需求多样化的趋势<sup>[5]</sup>。然而进口注塑机属于贵重产品, 大多数国产企业难以接受直接将老式注塑机淘汰的做法, 因此亟需寻求一

种老式注塑机改造方法, 一方面能够充分利用注塑机使用寿命, 另一方面也可提高老式注塑机使用性能<sup>[6]</sup>。

目前使用可编程过程控制器 (PLC) 实现注塑机的机械控制改造是最常用且最有效的注塑机改造方法之一。本文基于注塑机和可编程过程控制器工作原理, 对老式注塑机实现机械控制改造过程进行研究。

### 1 注塑机工作原理

#### 1.1 注塑机工作过程

注塑机工作大致过程为: 首先将塑料颗粒状物料装入螺杆筒中, 物料通过螺杆向前传送, 在传送过程中逐步被压缩且加热成熔融状, 形成黏滞性较高的半流态物质; 接着将该熔融物在一定压力下通过注射喷嘴进入模具型腔中, 并保持足够压力以防止熔融物质

\* 2015 广东教育教学成果奖 (高等教育) 培育项目, 广东省教育科学“十二五”规划 2014 年度教育信息技术研究项目 (编号 14JXN008)

作者简介: 王锦红, 女, 1972 年生, 博士, 副教授, 研究方向为模具技术、机械设计制造及其自动化。

流出,同时需适时补充物料;随着物料的冷却凝固,即可脱模并进行下一轮循环。注塑机的注塑工艺过程见图1。

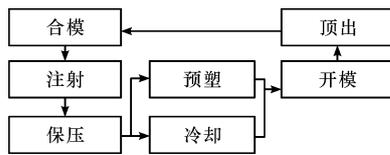


图1 注塑机注塑工艺流程图

Fig 1 The flow diagram of injection molding

## 1.2 注塑机结构与控制系统性能要求

注塑机包含的主要部件包括注塑模具系统、保压设备和控制系统,其中模具形态根据产品种类而定,分动态模板和定态模板两大类;保压设备具有两种不同的部件形式,机械形式是液压系统直接驱动动态模板,机液结合形式是依靠液压系统推动机械系统再驱动动态模板来实现;控制系统包括注射控制、液压控制、电气机械控制等。

早期的机械控制主要通过电磁继电器来实现,然而这种通过电磁铁电流来控制注塑机整体运作的手段在使用过程中效果并不理想,容易出现反应速度慢、控制不够精确等问题,且后期维护投入多,难以运用于大规模产业化生产中<sup>[7]</sup>。目前由于注塑机注塑工艺流程限制,要顺利完成注塑工艺过程中复杂多变的动作以及应对波动压力变化,注塑机机械控制系统应满足以下要求:

1) 能够适当调节开、合模速度,例如开模时和距离完全合模一定距离时需要较高的运动速度,而快要到达合模时则需要将速度减缓以防止冲击碰撞破坏模具。

2) 能够为注塑系统提供足够的合模力,防止因模腔内部压力过大引起模具闭合后出现缝隙,导致塑料成品产生溢边等现象。

3) 能够调节注塑座位置,注射过程中机械控制压力要维持稳定以防止模具与注射口之间的缝隙发生物料泄露,所以注塑座位置应能够根据推力需要前后移动。

4) 能够调节注塑过程压力及速度变化,注塑过程需利用压力维持稳定状态以保持物料凝固过程中的紧密型和精确性,同时不同塑料产品注塑过程模具浇注系统工艺要求不同,所要求的压力及速度大小也不同,因此要求注塑过程压力及速度变化可调。

5) 脱模过程稳定,塑料产品冷却脱模是整个注塑过程最后一步,此时产品已基本成型,因此脱模过

程应在稳定而温和的条件下进行以保护产品。

传统的控制模式已经无法满足注塑机精确复杂的控制要求,因此考虑使用可编程控制器对注塑机机械控制系统进行改造。

## 2 可编程过程控制器的原理和设计

### 2.1 可编程过程控制器及其系统组成

可编程过程控制器(PLC)是现代工业自动化进程中一种重要的电子控制系统,它可以通过数字运算操纵存储器内部程序,从而进行循序控制及逻辑运算等过程,根据指令模拟机械生产过程,是一种安全可靠的操作系统<sup>[8]</sup>。PLC顺序控制具有诸多优点,包括编程控制操作简便,灵活性强,适用于各种不同要求的生产线路,使用过程中后期维护投入少,不易被其他信号干扰等,因而被广泛运用于大规模工业生产中。

PLC作为一种可编程的电子系统,其组成可划分为硬件和软件两个部分。其中硬件系统的核心是中央处理器(CPU),其次还包括外部存储装置、输入输出装置信号连接装置、电源及其他外部设备等。软件部分主要有两个程序:一是应用程序,用户可以按其语言要求自由编写应用程序,以此来实现过程控制,该程序一般固化后存放于可擦除可编程只读存储器(EPROM)中或者直接存放于随机存储器(RAM)里;二是监控程序,一般用来监控应用程序的执行情况,并诊断编程器的运行状态,该程序是固化于只读存储器镜像(ROM)中。

### 2.2 注塑机PLC程序设计及编程步骤

常用PLC程序设计方法包括梯形图、流程图、逻辑图等。其程序设计内容包括机械动作时序、顺序图、输入输出分配、计数器和定时器分配、内存分配、程序输入及编码表等,具体流程为:首先在进行基本分析和构思后绘制机械操作流程图,即时序图,使用特定计算机程序语言对时序图进行转换描述,接着在编排好输入输出及存储地址等内容后编写完整代码。需要注意的是,在PLC系统中,梯形图可自动转换成编码,因此梯形图在PLC系统中的应用更普遍,而其他代码则需经过技术人员手动转换才能用于PLC系统,这也体现了PLC系统的开放性和可操作性,使系统易于维护和使用。

注塑机PLC程序具体编程步骤为:1) 确定PLC输入输出属性并按其属性的不同进行分类,分类后编号以确定输入输出的数量,将数据绘制成输入输出属性图表。2) 绘制PLC时序图,即注塑机机械操作程序图和流程图,PLC时序图是注塑机工艺流程在

PLC 编程上的体现依据。3) 根据 PLC 输入输出属性及时序图, 结合注塑机本身气电原理进行编程, 即绘制梯形图。根据注塑机电气原理图建立注塑机内部继电器属性, 并将该属性转化成 PLC 程序能够识别的逻辑符号, 进而利用 PLC 进行编程。

### 3 注塑机实现 PLC 机械控制改造

本文以一台老式电控系统控制的注塑机为例, 对其进行基于 PLC 的机械控制改造, 该注塑机控制系统老化严重、维修困难、严重影响塑料制品的生产工作。

#### 3.1 PLC 控制系统结构

注塑机的核心控制系统包括液压控制系统、电气控制系统等, 该系统能够操纵整个注塑机的运行工作, 实现对运行速度、时间等动作要素的精确控制。若将该控制系统改造为 PLC 系统, 输入端应为控制面板、传感器等、输出端为液压阀等, 当对控制面板进行操作或传感器感知的物理条件有所改变时, PLC 将会做出相应指令, 控制液压系统压力、速度等因素, 从而达到改善注塑机系统运行性能的目的。注塑机 PLC 系统框图如图 2 所示。

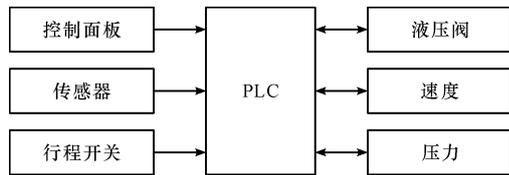


图 2 注塑机控制系统框图

Fig 2 Block diagram of injection modeling machine control system

#### 3.2 PLC 控制系统设计

该 PLC 硬件控制系统将可选择手动、全自动和半自动三种模式, 整个程序以顺序控制为主。其中当设置开关转到手动工作方式, 则可人工控制按钮设定当前步骤注塑机的操作, 包括持续时间、运行速度和压力值等, 该步骤运行结束后, 液压系统自动停止运行, 需手动设定才能进入下一道工序。当设置开关转到半自动工作方式, 经过人工设定后, 系统将自动运行一周, 但一周结束后便停止生产, 并不循环运行, 如需继续使用则要再次手动设定开启。当设置开关转到全自动工作方式, 则只需启动系统后按设定程序拨动控制面板上的按钮, 系统便对当前设定的操作自动循环进行, 其步骤之间的协调由传感器自动控制。

具体输出指令包括: 1) 合模: 动态模具移动距离、速度及合模时间; 2) 注射: 注射口移动速度和

时间, 注射物料压力和速度, 同时检测注射口与模具之间是否密闭; 3) 保压: 对模具内物料压力、冷却温度进行检测, 同时需根据材料情况设定补料; 4) 顶出: 设定合适的顶出压力和时间, 防止塑料制品损毁; 5) 开模: 检测工作完成自动开模, 时间速度要求较合模低。

根据本次生产所需功能, 注塑机设计 PLC 控制系统的输入输出操作如图 3 所示。

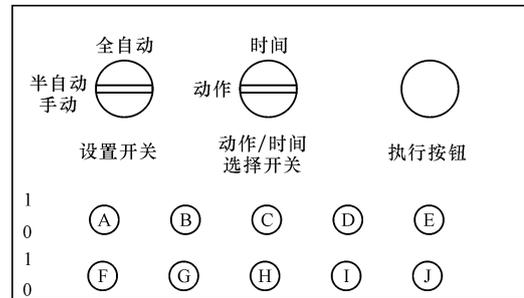


图 3 控制面板示意图

Fig 3 Control panel sketch map

根据图 3 的控制面板所示, A ~ J 按钮有 1、0 两种可操作状态, 拨动按钮以各按钮的状态组成一组二进制数字, 换算成十进制数可代表某种动作或时间。举例来说, 在设置开关拨动到手动状态, 时间/动作旋钮转到动作时, 代表可设定手动操作的动作参数, 即使控制系统发出相应操作命令, 此时 A ~ J 的不同操作状态可代表合模、注射、保压、顶出等工艺流程的步骤数。若 D 和 E 同时在 1 状态, 则代表讯息 0011, 转换成十进制数 3, 即执行动作 3, 再根据 PLC 程序设定中 3 的具体含义执行相应操作。另外, 在时间/动作旋钮指向时间状态时, 则 A ~ J 的 1 或 0 状态代表当前操作需要维持的时间。当设置开关为手动模式时, 则 A 的状态改变可调整机械运行压力, 若 A 处于 1 状态则液压系统压力较大, 处于 0 状态则液压系统压力较小; F 的状态代表运行速度, F 处于 1 状态则机械运行速度较快, 处于 0 状态则机械运行速度较慢。该 PLC 控制系统所需的输入输出点数不多, 因此选用小型 PLC 控制系统即可。

本次注塑机的机械控制改造目的在于将原本难以适应多元化产品需求的传统控制系统改造为便于维护和能够按产品需求调整的控制系统, 因此重点研究了软件设计过程中自动调模的实现。

此次程序设计所用 PLC 系统梯形图包含合模、注射、保压、顶出及自动检查并修正等多个模块, 且可以直接作为编码在系统中运行。当计划生产多种不同注塑制品时, 所用模具不相同, 因此这些模具在合

模过程中会出现不同需求,且这些需求可能会差异很大、缺乏规律。正常情况下动态模板向静态模板靠拢时,动态模板运动到位时恰好镶嵌其中的公母模板完全合拢。但若控制过程出现问题,则可能会导致:1) 动态模板向静态模板靠拢时,动态模板已运动到位,可公母模板还未合拢,即动模板位移不够,导致合模产生缝隙,会导致次品产生。2) 动态模板向静态模板靠拢时,动态模板还未停止运动前公母模板已经合拢,动态模板继续高速向前运动则会产生机械碰撞,严重时损坏注塑机。

所以自动调模系统应能够自动分析出现问题的状态并给出相应反应,包含自动获取动态模板的合理运动速度和距离,然后按该获取数据进行快速而准确的移动。确定自动调模起始时间后,可运行自动调模程序,步骤如下:

(1) 运行现用合模程序,观察动态模板前进过程中与静模板的结合和公母模板结合之间的关系,判定其状态,根据其状态调整动态模具运动起点位置,将该位置作为编程依据。

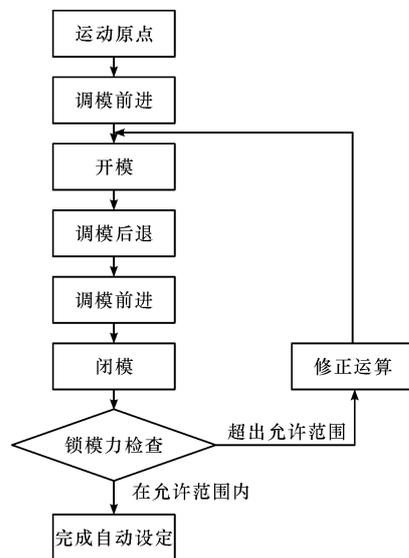


图4 程序设计流程图

Fig 4 Flow diagram of program design

(2) 观察分析新模具的形状和尺寸,得出其复杂程度和闭合所需压力(锁模力),将新模具安装在动、静态模板上,压力设定为计算得出的理论锁模力,运行合模步骤,得出一实测锁模力值,对比分析

理论锁模力和实测锁模力来计算调整距离,该距离可以用脉冲数来标定。反复进行这样的开、合模并测算实际锁模力及调模距离,直到实际锁模力与理论锁模力的相对误差小于一定数值。若原本调整距离过小,则可将动态模具运动起点位置定的远些,足够的距离将使自动调模操作性更强,得到的结果也更加可靠。一般来说在5个循环之后自动调模基本能够准确完成,具体操作参考图4所示。

#### 4 结语

介绍了PLC可编程过程控制器在注塑机的机械控制改造中的运用。PLC系统以其方便快捷、精确度高、易维护等优势,实现了将配备传统控制系统的老式注塑机改造成适用于多元化产品诉求的新型PLC机械控制注塑机,大大提高了企业生产效率,降低了次品产出率,并且减轻了企业后期维护工作负担。由此实践可以看到PLC可编程控制器在改造注塑机机械控制系统中的重要作用,可以为今后需要采用此技术的工作提供参考。

#### 参考文献

- [1] 曹菁,金卫国,洪雪峰. 基于PLC和触摸屏的注塑机控制系统研究[J]. 机电产品开发与创新, 2007, 20(6): 184-185.
- [2] 许焰,李钢. PLC在注塑机电气控制系统改造中的应用[J]. 数控技术: 机械工程师, 2007, 23(4): 78-80.
- [3] 倪卫涛. 基于PLC控制的注塑机自动调模的实现[J]. 机电工程, 2006, 23(10): 55-57.
- [4] 向鹏,李绣峰. 基于PLC的注塑机控制系统改造[J]. 机电工程技术: 设备应用与改造, 2006, 35(4): 67-69.
- [5] 杨轶霞. 变频器和PLC在注塑机电气化改造中的应用[J]. 自动化与仪器仪表, 2015, 37(9): 138-139.
- [6] 张文利. 基于PLC的注塑机控制系统改造[J]. 机电产品开发与创新, 2010, 23(1): 156-158.
- [7] 唐立伟,祖国建. 基于PLC注塑机温控系统的研究和实现[J]. 太原师范学院学报: 自然科学版, 2007, 6(4): 82-85.
- [8] 何志朋. 变频器和PLC在注塑机中的节能改造应用[J]. 北京电力高等专科学校学报: 自然科学版, 2011, 8(15): 34-38.

(本文于2016-04-08收到)

欢迎订阅《塑料工业》杂志!