

DOI:10.3969/j.issn.1001-4551.2016.09.024

基于 PLC 的焊件运输车呼叫系统自动化

金凌芳¹, 刘建军²

(1. 杭州萧山技师学院 教科处, 浙江 杭州 311201; 2. 杭州市职业技能培训指导中心, 浙江 杭州 310013)

摘要:为了解决某大型钢结构厂生产加工的焊件通过人工推车输送到达工位的问题,设计了运输车呼叫系统,通过该系统能有效地将焊件自动输送到达所呼叫的工位。基于 PLC 核心控制技术,对控制系统进行软、硬件设计,根据控制要求和电气设计相关规定,设计电气控制系统原理图,PLC 接口地址分配表,以实例分析了七段数码管限流电阻计算方法,并提供系统主要元器件明细表;设计系统主程序流程图和相关功能程序,并通过触摸屏仿真实现软件功能测试,再通过现场安装调试及生产运行。研究表明:该控制系统完全达到控制要求,且系统稳定可靠,控制灵活方便,提高了生产效率。

关键词:运输车;呼叫系统;PLC;控制设计

中图分类号:TP23;TH39

文献标志码:A

文章编号:1001-4551(2016)09-1154-05

Call system of welding parts transportation vehicle based on PLC

JIN Ling-fang¹, LIU Jian-jun²

(1. Office of Scientific Research and Teaching, Hangzhou Xiaoshan Technician College Hangzhou 311201, China;

2. Hangzhou Vocational skills training center, Hangzhou 310013, China)

Abstract: In order to solve the problems of transporting the welding parts to the work place by means of manual trolleys, in a factory which manufactured large steel structure, a transport vehicle calling system was designed. The system could transfer the welding parts to the positions automatically and effectively. Based on PLC core control technology, the software and hardware of the control system were designed. The electrical control system schematic and PLC interface address allocation table were designed. The calculation method in the limit current resistance of the seven segment digital tube was analyzed by examples. The main components of the system detail table were provided. A flow chart of the main program and the related functions programs were included. The requests of the software function test could get by the touch screen simulation. And after it was passed by the site installation, then was produced. The research results show: the control system fully meets the control requirements. It is stable and reliable, flexible and convenient to control. It can improve the production effectively.

Key words: transportation vehicle; calling system; PLC; control design

0 引言

提高企业生产的自动化程度,提高生产效率和产品质量是实现企业转型升级的根本途径,改造设计和安装调试好一条自动化生产线具有极其重要的作用,目前以 PLC 为核心的自动化控制技术已在机电工程项目中得到了广泛应用,它具有安全可靠、抗干扰能力强、性价比高等特点^[1]。

传统运输小车是广泛用于煤粉、细砂等物料输送

的流水线设备上,整个运输小车系统一般是由给料器、传送带、小车等单体设备组合来完成特定的过程^[2],其控制线路以继电—接触式控制方式为主,难以实现自动呼叫功能。本研究是将 PLC 技术应用于某大型钢结构厂焊件输送的自动化生产线上,替代了以前需要人工推车输送焊件到工位的困扰,降低人力成本,避免焊件堆积,且具有自动呼叫运输车的功能,控制系统还采用接近开关替代行程开关以精确定位运输车,采用数码管可显示当前运输车的位置,实现人机交互功

能,提高系统的智能化程度。本研究通过应用计算机软件进行仿真调试,确保实现系统功能要求^[3]。

1 运输车的控制要求

某钢结构厂焊件运输车呼叫系统位置结构图中设置 6 个呼叫站点^[4-6],其中一号站是呼叫系统起、停操作的总控位置,也是装料、卸料工位,主要控制系统起、停,并将焊件装到运输车上,或者将焊接好成品或半成品运回卸下,其它五站点都焊接工位,由控制系统通过运输车将焊件送达需要的焊接工位上,焊接工人取下

所需要的焊件,如果没有其他工位呼叫,运输车即停在当前位置,如果运输车中没有焊件,即提醒加料,根据生产要求,该控制系统主要满足以下功能:

- (1)系统能判断运输车的当前位置;
- (2)每个焊接工位均可呼叫运输车;
- (3)每个焊接工位具有显示当前运输车位置;
- (4)每个焊接工位上具有提醒加料的功能;
- (5)系统具有过载故障报警功能;
- (6)系统具有紧急停车功能和终端限位功能。

位置结构图如图 1 所示。

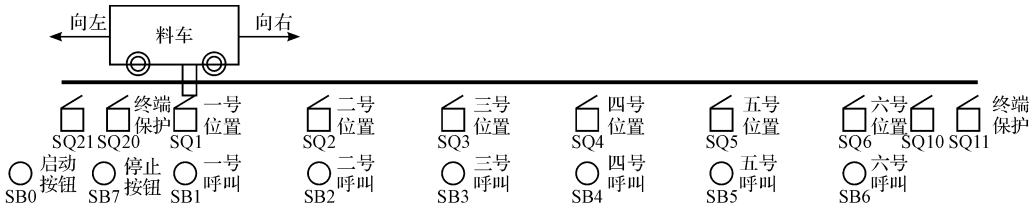


图 1 运输车呼叫系统位置结构图

2 系统硬件设计

2.1 设计电气原理图

根据钢构厂焊件运输车呼叫系统功能和生产加工实际要求,系统主要控制对象是拖动运输车的电动机,其功能要求能实现正反转控制,为节约成本,本研究采用四极三相交流异步电动机,转速为 1 420 r/min,通过传动比为 50 的蜗轮蜗杆减速机减速,将动力传送到链

轮链条系统,由链条带动运输车,使得运输车运行速度控制在 0.4 m/s 左右。采用三菱 FX_{3U}-64MR 可编程序控制器(PLC)作为其控制核心^[7],灵活方便,可靠性高,采用七段数码管显示运输车所在位置,以便监视系统和呼叫,用接近开关代替传统的行程开关,可以准确定位运输车的位置,系统的紧急停止开关串接在 PLC 输出电源的交流回路中,可以及时、快速切断输出电源,实现可靠急停保护功能,详见电气控制系统原理图,如图 2 所示。

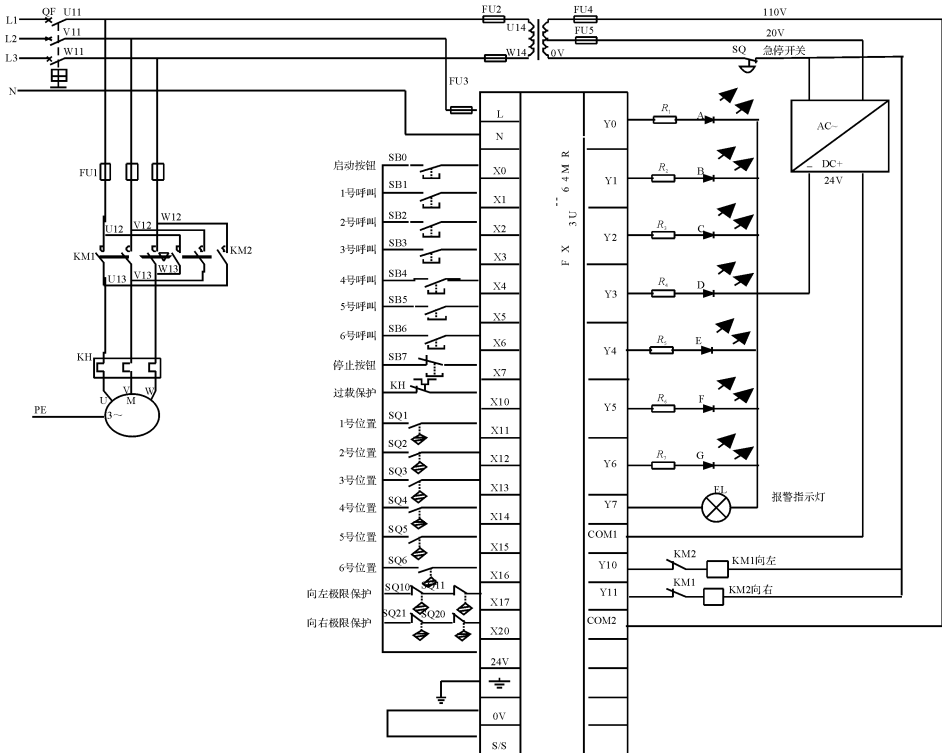


图 2 电气控制系统原理图

2.2 主要元器件及型号

根据系统负载运行情况测算,本研究可采用三相交流异步电动机功率为 4 KW,380 V,根据电器元件选择有关设计标准和规定^[8],计算并选择电器元件,系统主要元器件明细表,如表 1 所示。

表 1 系统主要元器件明细表

序号	代号	名称	型号规格	单位	数量
1	QS	断路器	DZ47-32(16)/3P	个	1
2	FU1	熔断器	RT18-32X/16A	只	3
3	FU2-5	熔断器	RT18-32X/2A	只	5
4	KM	交流接触器	CJX2-1201 110V	只	2
5	SQ	接近开关	TL-N20MD1	只	10
6	TC	变压器	BK200VA/110	个	1
7	LED	七段数码管	10016AH	个	6
8	PLC	可编程控制器	FX _{3U} -64MR	个	1
9	AC/DC	直流电源	S-120-24V 5A	个	1

2.3 七段数码管的限流电阻的计算

本研究采用 LED 数码管显示运输车位置,是因为 LED 数码管与液晶显示相比,具有亮度高,刷新速率快等优点,且容易与 PLC 输出口对接,编写程序简单方便。一个 LED 数码管内部有 7 个发光二极管组成,由于各个生产厂家生产数码管的参数不尽相同,数码管采用的是直流供电,本研究在外部加装一个直流电源,输出为直流 24 V。由于本研究数码管采用 10016AH 型号,为共阴极接线方式,直流电源输出的负极接到七段数码管的公共端,据查,其点亮电流为 20 mA,点亮时的电压为 2 V。根据限流电阻计算公式^[9]:

$$R_{\text{限流}} = \frac{U - U_f}{I_f}$$

(1)

把数据 $U = 24 \text{ V}$, $U_f = 2 \text{ V}$, $I_f = 20 \text{ mA}$ 代入到公式,求得 $R_{\text{限流}} = 1.1 \text{ K}$,即图 2 呼叫系统电气原理图中的限流电阻:

$$R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = R_5 = R_6 = R_7 = 1.1 \text{ K}。$$

2.4 I/O 地址分配表

本控制系统 PLC 外围有 17 个输入口,10 个输出口,考虑到工程实际和安全性要求,本系统中,除停止按钮($X7$)、过载保护($X10$)和限位保护($X17$, $X20$)采用常闭触点驱动输入继电器外,其他都是常开触头驱动输入继电器,详见电气控制电路图和 PLC 接口 I/O 地址分配表,如表 2 所示。

表 2 PLC 接口 I/O 地址分配表

输入信号			输出信号		
功能	代号	编号	功能	代号	编号
启动按钮	SB0	X0	A 段		Y0
1 号呼叫	SB1	X1	B 段		Y1
2 号呼叫	SB2	X2	C 段		Y2
3 号呼叫	SB3	X3	七段数码管	D 段	Y3
4 号呼叫	SB4	X4		E 段	Y4
5 号呼叫	SB5	X5		F 段	Y5
6 号呼叫	SB6	X6		G 段	Y6
停止按钮	SB7	X7	报警提醒	HL	Y7
过载保护	FR	X10	向左移动	KM1	Y10
1 号位置	SQ1	X11	向右移动	KM2	Y11
2 号位置	SQ2	X12			
3 号位置	SQ3	X13			
4 号位置	SQ4	X14			
5 号位置	SQ5	X15			
6 号位置	SQ6	X16			
左保护	SQ10	X17			
	SQ11				
右保护	SQ20	X20			
	SQ21				

3 系统软件设计

3.1 系统控制流程图

本研究接通电源,按下启动按钮,系统开始自检,观察是否报警,如果正常,数码管立即显出当前运输车的工位号,假设在 a 工位上,则 SQa 压合,数码管会显示代表 a 的数字,如果在 b 工位上呼叫运输车,即按下 SBb ,如果 $a = b$,表示运输车停在原位不动,如果 $a > b$,表示运输车在呼叫工位的右侧位置,则要求 $Y10$ 有输出,接通向左接触器电源,使运输车左移,如果 $a < b$,表示运输车在呼叫工位的左侧位置,则要求 $Y11$ 有输出运输车接通向右接触器电源,使运输车右移。当运输车移动时, a 的数值不断变化,当 $a = b$ 时,即运输车在 b 的工位上停止,则 SQb 压合,数码管会显示代表 b 的数字,系统工作结束。系统主程序流程图如图 3 所示。

3.2 七段数码显示程序

七段数码 A, B, C, D, E, F, G 分别由 $Y0—Y6$ 来驱动,例如:当运输车停在 1 号,3 号,4 号,5 号,6 号工位时 $Y2$ 有输出,点亮 C 段数码,如果运输车停在 3 号工位,则 3 号位接近开关闭合,即 $X13$ 为 ON,此时, $Y0, Y1, Y2, Y3, Y6$ 必须有输出,来驱动 A, B, C, D, F 段数码管,显示为“3”。显示 C 段数码的 $Y2$ 输出程序如图 4 所示。

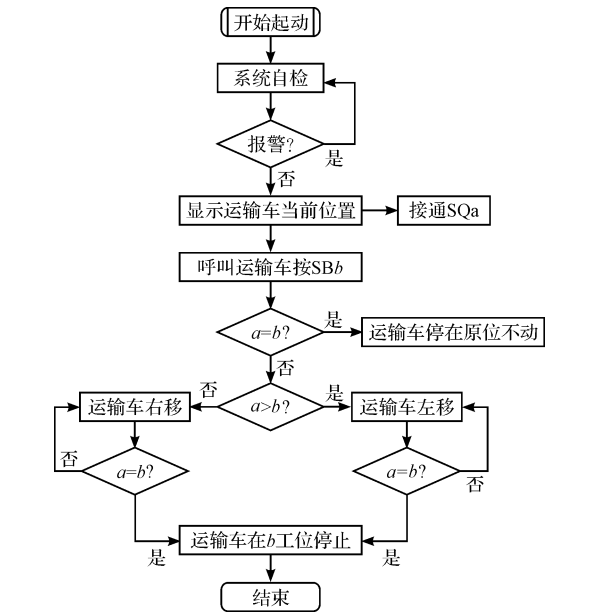


图3 系统主程序流程图



图4 显示C段数码的Y2输出程序图

3.3 过载报警和无料提醒程序

当运输车内没有焊件时,焊接工人需要按住工位上的呼叫按钮3秒以上,则报警指示灯会以1 Hz 频率闪亮,提醒加焊件,如果电动机过载,FR 常闭触点断开,X10 接通,则报警指示灯长亮,若要解除报警则按启动按钮 SB0,其程序如图 5 所示。

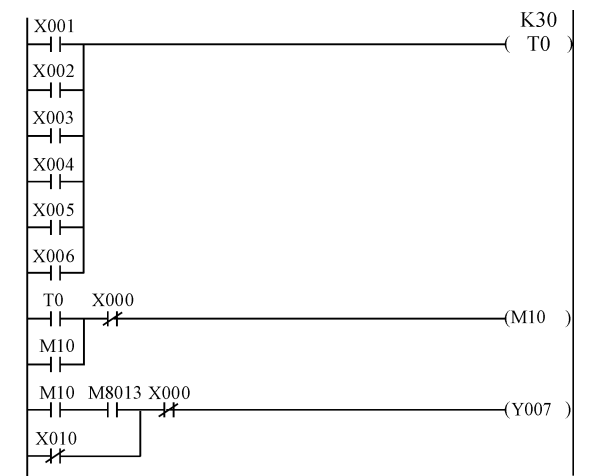


图5 过载长亮和无料提醒报警程序图

4 仿真测试与现场调试

本研究现场调试前将梯形图输入三菱编程 GX-

developer8 中进行语法检查,用 MCGS 组态软件设计了触摸屏界面^[10-11],如图 6 所示。

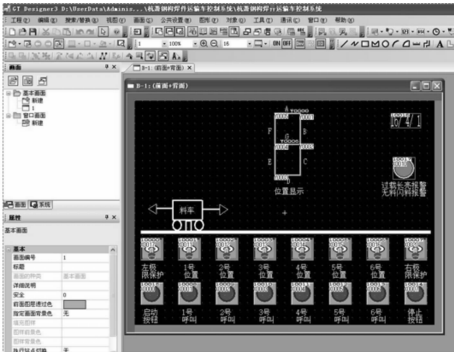


图6 仿真测试界面图

本研究通过设置各个连接点及参数,利用 GT 仿真软件进行了仿真调试^[12],使程序满足了设计的控制要求,仿真测试过程正常。笔者将软件用于硬件调试,调试完毕后,所有控制系统进入现场调试阶段。

现场调试要根据系统运行的实际环境,特别在抗干扰性设计和安装施工上专门采用了一些措施^[13-14],如 PLC 通讯屏蔽线与强电电缆分开走线,使 PLC 所有公共导线连接均接地至一个单点,该单点应当直接与系统接地相连;电感式接近开关防止电磁干扰,由于检测距离只有 20 mm 左右,要保证运输车在轨道上平衡运动,以及反复调试感应铁块与接近开关之间距离。现场调试经过焊接工作人员的确认及对相关数据分析,整个呼叫系统工作正常,调试结果满意为止。

5 结束语

本研究采用三菱 PLC 作为核心控制元件对某大型钢结构厂焊件运输车的呼叫系统进行控制设计,可以充分发挥 PLC 高可靠性和抗干扰性特点,外部接线简单、灵活,维修方便^[15],经过实验仿真功能测试、现场安装调试和正式交付使用,到目前为止,该系统已稳定运行两年多时间,极大地提高生产自动化程度,为企业节约生产成本,提高生产效率。随着焊接工业机器人在自动化生产线上的广泛应用,将物料搬运与焊接等功能于一体,开发智慧企业管控平台有效实现人一机料的实时对话系统将是今后研究的重点和方向。

参考文献 (References) :

[1] 赵 轲,蔡业彬,邓奇昌,等. 基于 PLC 的钻孔组合机床控制系统设计[J]. 机电工程,2013,3(10):1237-1239.
[2] 王丽娟,电动运输小车 PLC 控制系统的硬件设计[J]. 自动化与仪器仪表,2014(11):45-49.
[3] 张新荣,霍 莹,王金民. 基于 PLC 的生产线运料车控制

系统设计[J]. 制造业自动化,2011,33(4):115-118.

[4] 周惠芳. 基于 PLC 的电器装配生产线控制系统设计[J]. 自动化应用,2013(10):27-30.

[5] 钟顺金,朱全松,徐 亮. 基于 PLC 控制的烟花生产线控制系统[J]. 兵工自动化,2014,33(7):83-85.

[6] 赵华军. PLC 在生产线送料小车控制系统中的应用[J]. 机电工程技术,2007,36(3):106-107.

[7] 李金城. 三菱 FX 系列 PLC 定位控制应用技术[M]. 北京:电子工业出版社,2014.

[8] 金凌芳. 电气控制线路安装与维修[M]. 北京:机械工业出版社,2013.

[9] 魏树峰. 实用 LED 显示系统的设计与实现[J]. 实验科学与技术,2011,9(3):12—13.

[10] 金凌芳,诸金龙,吴晓苏. 自动圆形锯片磨刀机的控制系统设计[J]. 轻工机械,2013,31(6):88-91.

[11] 李方园. 触摸屏工程应用[M]. 北京:电子工业出版社,2008.

[12] MITSUBISHI. GX Developer Ver. 7/ Simulator Ver. 6 操作手册[M]. 东京:三菱电机株式会社,2002.

[13] 徐广明,杨伟红,刘克铭. 基于 PLC 的车间运输小车的自动控制系统设计[J]. 世界科技研究与发展,2009,31(8):663-665.

[14] 杨红亮. 徐国宝,马金凤,等. 基于 PLC 控制的软袋落桶机的研发[J]. 包装与食品机械,2015(6):47-50.

[15] 孙康岭,杨兆伟,张 晔. 基于 PLC 的自动门控制系统设计[J]. 机电工程,2011,28(11):123-126.

[编辑:周昱晨]

本文引用格式:

金凌芳,刘建军. 基于 PLC 的焊件运输车呼叫系统自动化[J]. 机电工程,2016,33(9):1154 - 1158.

JIN Ling fang, Liu Jian-jun. Call system of welding parts transportation vehicle based on PLC[J]. Journal of Mechanical & Electrical Engineering, 2016,33(9):1154 - 1158.

《机电工程》杂志;<http://www.meem.com.cn>

《包装与食品机械》

2017 年征订启事

- 中国科技核心期刊
中国期刊网全文数据库全文收录期刊
万方数据 - 数字化期刊群全文上网期刊
美国《化学文摘》(CA)收录期刊
英国《食品科技文摘》(FSTA)收录期刊
- 中国学术期刊综合评价数据库刊源期刊
中国核心期刊(遴选)数据库收录期刊
首批《CAJ - CD 规范》执行优秀期刊
美国《乌利希期刊指南》(UPD)收录期刊
英国《科学文摘》(INSPEC)收录期刊

《包装与食品机械》杂志是中国机械工程学会包装与食品工程分会会刊;中国科技核心期刊;安徽省优秀期刊。

《包装与食品机械》杂志主要报道国内外包装机械与食品机械的设计与制造、包装工艺、包装工艺设备、包装材料及食品加工技术、食品生物技术、微生物发酵工程、食品品质无损检测、食品机械以及食品包装、食品贮藏等方面的最新研究成果以及应用技术。本刊主要栏目有:试验研究、设计计算、技术综述、经验交流、应用技术、检测技术等。

本刊为了提高刊物技术水平,打造精品期刊,对于国家、省、部级基金或其他重点科研项目的研究论文,将予以优先安排发表。本刊所有来稿不收审稿费、版面费。

欢迎投稿,欢迎订阅,欢迎刊登广告!

- 双月刊,大 16 开,每册定价 10.00 元,全年 60.00 元。
- 邮局订阅(国内邮发代号 26-111;国外发行代号 BM4791),或直接由本刊邮购(另加邮费 2 元/本)。
- 地址:合肥市长江西路 888 号 邮编:230031
- 国内刊号:CN 34-1120/TS 国际刊号:ISSN 1005-1295
- 电话:0551-65335818 传真:0551-65335846
- E-mail:bjzz@pfm114.com ●<http://www.pfm114.com>