

基于 PLC 和组态王的芯片老化测试温度控制系统设计

王逸之, 杨 忠, 李嘉玮

(金陵科技学院智能科学与控制工程学院, 江苏 南京 211169)

摘 要: 芯片作为电子产品的核心组成部分,起着电子产品大脑的作用。为了保证芯片的可靠性和耐用性,厂家需要在出厂前进行芯片老化测试。在对芯片老化测试控制系统进行综述的基础上,采用 PLC 与组态王对芯片老化温度控制系统中上、下位机的硬件和软件分别进行了设计,实现了系统的位式控制。调试结果表明:该设计能准确完成芯片老化测试的任务,确保每一环节稳定运行。

关键词: 芯片老化测试;温度控制系统;设计;组态王;PLC

中图分类号:TP273

文献标识码:A

文章编号:1672-755X(2021)01-0040-06

Design of Chip Aging Test Temperature Control System Based on PLC and KingView

WANG Yi-zhi, YANG Zhong, LI Jia-wei

(Jinling Institute of Technology, Nanjing 211169, China)

Abstract: As the core component of electronic products, chips play the role of the brains of electronic products. In order to ensure the reliability and durability of chips, manufacturers need to perform chip aging tests before chips leaving the factory. Based on the overview of the chip aging test control system, this article uses PLC and KingView to design respectively the hardware and software of the upper computer and the lower computer of the chip aging temperature control system to realize the positional control of the system. The results of debugging show that the design can accurately complete the task of chip aging test and ensure stable operation of each link.

Key words: chip aging test; temperature control system; design; KingView; PLC

1 研究背景

1.1 芯片老化测试控制系统

随着现代科学技术的不断发展,人们对电子产品的要求也越来越高。芯片作为电子产品的核心组成部分起着电子产品大脑的作用,其耐用程度以及在不同环境下的可靠程度显得极为重要^[1-3]。例如,若某电子仪表在低温环境下因芯片提前老化而发生了漂移,会导致测量结果产生极大的误差,从而造成极其严重的后果。为了提升芯片的性能,厂家需要在出厂前进行芯片老化测试。老化测试是在极端条件下模拟产品在实际使用时的状态,并对产品发生老化的情况进行实验测试。常见的老化测试极端条件主要包括高温和低温、紫外线、高湿、热风、臭氧等^[4]。此外,根据图1所示的浴盆曲线可知,老化测试也可以提前剔

收稿日期:2020-08-05

基金项目:金陵科技学院高层次人才科研启动基金(jit-b-202029)

作者简介:王逸之(1986—),女,福建三明人,讲师,博士,主要从事智能制造及自动控制方面的研究。

除一部分可能会早期失效的产品^[5]。

关于芯片可靠性的研究始于 20 世纪 50 年代初,即从当时的美国军方和工业界联手解决美国军用电子设备的可靠性问题开始。1952 年,美国航空无线电公司开启了最早的可靠性计划(即“ARINC 军用电子管计划”),同年美国国防部成立了电子设备咨询组,5 年后该组织发表了有关军用电子设备可靠性的研究报告。随着研究的不断推进,美国国防部于 1963 年 5 月颁布了可靠性试验标准 MIL-STD-781《可修复的电子设备的可靠性试验等级和接收/拒收准则》,后续又颁布了 MIL-STD-785B《系统和设备研制及生产可靠管理规划》、MIL-STD-883《微电子器件试验方法和程序》等标准。我国的军用标准体系是参照美国军用标准体系制定的,然后再按我国的语言习惯重新编排如 GJB 548-188《微电子器件试验方法和程序》。至今 MIL-STD-883《微电子器件试验方法和程序》和我国的 GJB 548-188《微电子器件试验方法和程序》仍是业内可靠性试验的参考标准^[6]。

如今,国外的芯片老化测试工作一般是由芯片生产商(如英特尔、英伟达)和一些专门从事老化测试的公司(如泰瑞达有限公司)承担。国内能进行芯片老化测试的单位主要有航空航天方面的研究所、军工企业、华为海思等。根据老化测试对象的批量不同,可分为老化测试座^[7]、老化箱和老化房几种^[8],如图 2 所示。

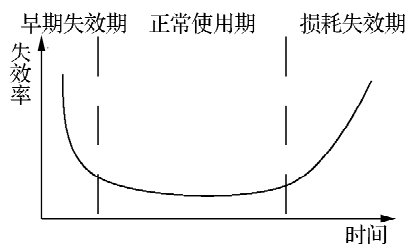
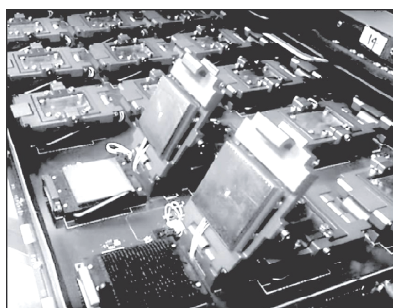


图 1 浴盆曲线



(a) 老化测试座



(b) 老化箱



(c) 老化房

图 2 常见老化测试设备

根据芯片是否在使用状态下进行老化测试,可分为静态老化测试和动态老化测试。静态老化测试是在高温条件下使集成电路保持稳定的偏压,从而筛选出极端高温和电应力条件下的失效芯片(此时的芯片并未进入到工作程序中);动态老化测试则是在芯片使用时所进行的测试。目前国内已有的芯片老化测试系统主要存在以下几个问题:1)系统硬件和软件的通用性较差,一般需要针对性地设计,因此不符合小批量与多品种的老化测试要求^[2];2)老化房存在安全隐患,如长期使用该系统易引发火灾等^[8];3)因老化房未做流水线设计,所以很难提高老化测试效率^[9-10];4)老化测试设备的可靠度低,测试结果出现较大偏差,从而导致厂家损失严重^[11]。

1.2 温度控制与组态王软件

近年来学者关于温度控制做了大量研究,随着计算机技术的快速发展,已研制出大批温度调节装置,如 PID 模糊控制装置、自适应控制装置,它们性能好、控制效果好,可广泛用于温度控制系统中^[12]。相较于一般的嵌入式控制器,PLC 的可靠性高,使用便捷简单,常应用于工控领域^[12-15]。

组态王软件是亚控科技发展有限公司根据自动化行业的发展趋势、自动化市场的需求而设计的一套产品,其具有功能强大、运行稳定、使用便捷、适应性强、易于扩展、便于开发等特点。此外,该公司已根据国内市场的反馈和意见,对组态王软件的功能进行了扩充完善。目前组态王软件可以连接各大厂商的可编程逻辑控制器、智能仪表、板卡、变频器等数百种外部设备,可支持的设备非常广泛,足以与国外优秀的同类软件相匹配。此外,组态王软件系统还具有便捷的通信功能,设计者可以把每一台下位机视为一种设备,在组态王的设备库中找到相应的设备类型,然后按设备配置向导的提示完成安装^[16-18]。

本文主要对芯片静态老化测试中的温度老化测试部分进行设计,设计温度为 $55\text{ }^{\circ}\text{C}$,采用 PLC 下位机控制系统和组态王软件搭建人机交互界面。

2 芯片老化测试温控系统设计方案

2.1 基于 PLC 的温控系统概述

本系统采用的温控系统核心是西门子 S7-200SMART PLC。由于温度反馈装置需要利用传感器将温度转换为电流,且环境工作温度维持在 $0\sim 100\text{ }^{\circ}\text{C}$,因此选用了三线制 pt100 传感器与温度变送器。本系统采用的温度控制方法为位式控制,即执行环节使被控对象处于全额工作或停止工作状态,当设定温度高于实际温度时加热器处于全额工作状态,待实际温度达到设定温度后则停止工作。温度控制系统如图 3 所示。

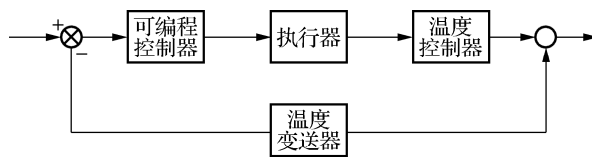


图 3 温度控制系统

本系统采用的下位机监控程序设计软件为西门子的 STEP7 编程软件,该软件能与上位机取得良好通信,从而实现 PLC 的自动控制。使用 STEP7 软件编写 PLC 监控程序需按照以下步骤进行,如图 4 所示。

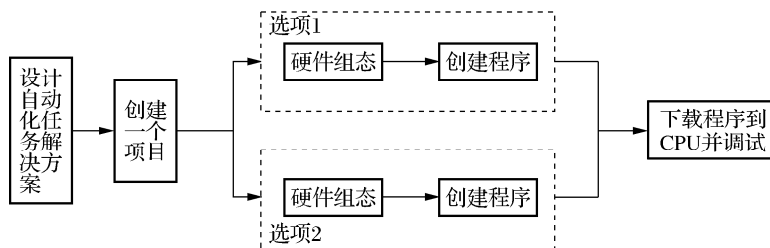


图 4 PLC 监控程序步骤

2.2 温控系统的运行模式

本系统的运行模式为自动运行模式,当滑动按钮时上方标准温度表盘中的指针会随之移动,与此同时温度表也会显示所设定温度的具体数值。当设定好温度后,按一下启动按钮系统则开始工作,温度模块开始升温(温度为实时温度),当实时温度达到设定温度值后温度模块停止升温,并且此运行程序自动循环,当想要停止时按一下启动按钮选择停止则系统就停止工作。此外,出于安全方面的考虑,如出现意外情况需要立即停止工作,则按一下急停按钮系统会停止运行,并且在急停期间启动按钮无效。当处理好意外情况后,再次按一下紧急停止按钮就会解除急停状态,系统便恢复正常运行。

2.3 温控系统的总体框架

根据 PLC 拓展模块 I/O 的模拟量以及通过 pt100 温度传感器采集到的模拟量信号,设计了外部采集模块,通过组态王软件设计可控开关,从而进行温度状态的监测和控制。通过 PLC 与组态王软件之间的通信,PLC 软件采集到的信号可被传输到上位机中,上位机软件经过处理、计算、比较后进行决策,从而指令 PLC 去控制加热器的运行,运行状态通过组态王软件的界面显示出来。

2.4 温度传感器的选型

在各类温度传感器中,温度转换为电势和电阻的传感器较为常见,其中最为普遍的则是热电偶传感器与热电阻传感器,热电偶传感器是将温度变化转变成电势变化,而热电阻传感器则是将温度变化转变成电阻值变化。

温度传感器通常由 3 个部分组成,分别为敏感元件、转换元件与转换电路。测量到的温度经敏感元件处理后可得到另一种控制量,转换元件将此控制量转换为可以控制的电路参数,最后将电路参数接入到转换电路中并转换成电量的输出(如电压和电流)。本研究中芯片需处于高温状态,温度维持在 $55\text{ }^{\circ}\text{C}$ 左右,所以必须使用温度传感器来实时检测芯片的温度。本研究采用的温度传感器为 pt100 传感器,通过温度

变送器将温度转换为 4~20 mA 的电流,然后传送到 PLC 模拟量模块,再由 PLC 传输给上位机,通过计算决定是否发出信号来维持温度。

温度传感器中设定的电流范围为 4~20 mA,温度范围为 -50~200 ℃。温度与转换数字量的关系如图 5 所示,通过此图可得出当温度达到所需温度时,其相应的转换数字量为 PLC 模拟量模块的输入值。

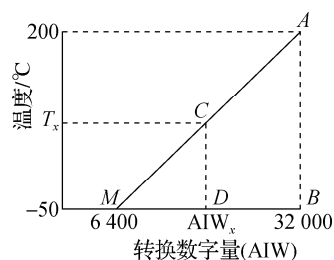


图 5 温度与转换数字量的关系

2.5 PLC 控制系统的设计分析

可编程逻辑控制器 PLC 是一种专门应用于工控领域的计算机软件,其操作过程主要分为以下三步:

第一步:输入采样阶段。可编程控制器按照设定的程序完成数据的读取与写入,然后将数据存储在对应的单元中。一旦完成写入程序,即使输入值发生了改变,输出的量也不会发生变化,待该周期结束后,进入下一个周期,再次进行扫描,这时输出的量才会发生改变。

第二步:用户执行阶段。在该阶段,系统对梯形图扫描的顺序是从上到下、从左到右,当系统执行读取与写入程序时,总会从上开始先扫描左边的梯形图,再扫描其他设定好的梯形图。

第三步:输出刷新阶段。输入程序结束后,可编程控制器就开始执行输出程序,将寄存器中的控制量传送到数据锁存器中,然后通过输出电路来控制相应的外部负载。

西门子 S7-200SMART 系列一共提供了 10 种传送指令,由于本系统采用的温度传感器为 pt100 传感器,其转换数字量范围为 6 400~32 000,而一个字的范围达不到表达要求,故传送指令中的数字量传送输入设定为 AIW16,传送输出设定为 VW200。在本文设计的芯片老化测试温度控制系统中,PLC 硬件系统的主要作用是利用传感器检测芯片所收到的温度,综合原先设定好的温度与传感器反馈的温度进行对比,下发控制信号给执行器运行系统的控制程序。本文中的 PLC 温度控制及温度异常标志位控制分别如图 6 和图 7 所示。

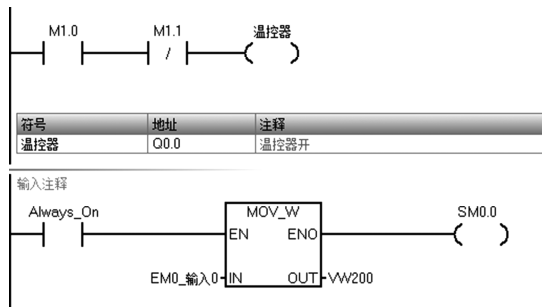


图 6 PLC 温度控制

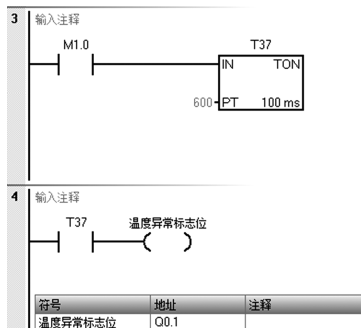


图 7 温度异常标志位控制

2.6 PLC 控制系统的 I/O 口分配

PLC 的 I/O 口分配具体表现为:输入地址 M1.0 作为系统的启动按钮;地址 AIW16 作为模拟量的输入;地址 SM0.0 作为逻辑按钮,并始终接通;地址 M1.1 作为加热器的关闭按钮;输出地址 Q0.0 作为加热器的启动按钮。

3 芯片老化测试温控系统的组态王软件设计

3.1 组态王人机交互界面设计

本系统采用的软件为 KingView 6.55 版本,此版本拥有简洁的配置界面,为用户创建图库提供了方便的接口,该接口在保留原报表所有功能的同时又增加了报表向导功能。为了使操作人员更好地监控温控系统的变化,系统的上位机需收集温度,并操控继电器开合的开关量参数,从而使监控温度在系统上位机界面上显示出来,如图 8 所示。图 8 包含了实时趋势界面、温度显示界面及控制按钮等。

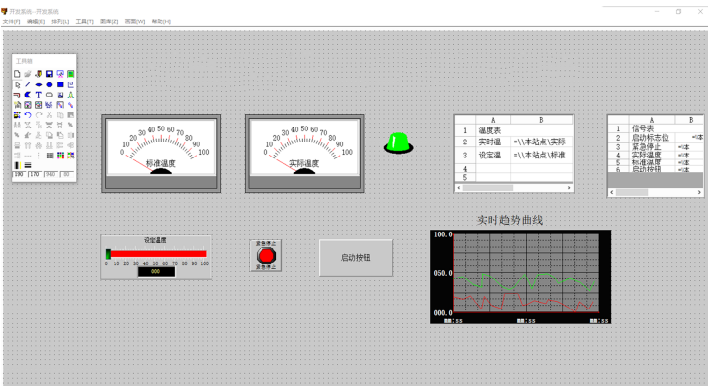


图 8 组态王人机交互界面

除了设计人机交互界面,还需对数据进行关联,即定义变量后将 I/O 变量与对应设备进行关联。关联后,对那些 PLC 不能处理但上位机可以处理的数据进行编程,如图 9 所示,最终对设计好的界面进行动画连接,并通过组态王软件的自带通信模块,使得网线与 PLC 之间进行通信和测试。

3.2 组态王与 PLC 之间的通信

由于组态王官网提供的驱动程序与西门子 S7-200SMART 版本的兼容存在问题,从而导致通信失败,因此需对驱动软件中的 KVS7200 文件进行如图 10 的修改,具体修改步骤为:将组态王地址和西门子 S7-200SMART 的 IP 地址固定在同一个网段内,并在西门子 STEP7 软件中设置点动按钮程序,传入到需要通信的 PLC 中,然后通过向导配置进行简单的通信测试。因为本系统采用 TCP 通信,首先需选定西门子公司作为驱动设备的 PLC 厂商,再选择 S7-200(TCP)作为通信协议,然后为待安装设备设置唯一的逻辑名称,并选定好串口和地址,最后设计一个简单的画面。在数据词典中定义一个 I/O 变量,与画面连接后,简单测试一下画面与 PLC 之间的通信是否成功,如果画面设置的按钮能对 PLC 中的程序进行控制,则代表通信成功。

```
应用程序命令语言
文件(F) 编辑(E)
% 图标 选择 帮助 字
启动时 运行时 停止时 每 3000
if(启动按钮==1){
if(\\本站点\\标准温度>=\\本站点\\实际温度)
\\本站点\\启动标志位=1;
}
else
\\本站点\\启动标志位=0;
}
if(启动按钮==0)
{启动标志位=0;
}
```

图 9 应用程序命令

```
*KVS7200 - 记事本
文件(F) 编辑(E) 格式(O) 查看(V) 帮助(H)
[192.168.2.1:0]
/SMART
LocalTSAP=0200
RemoteTSAP=0200
TpduTSAP=000A
SourceTSAP=0009
```

图 10 应用程序驱动设置

4 芯片老化测试温控系统的调试

在实际操作过程中,一个系统的可靠性及安全性可通过系统能否在预计状况下稳定运行以及在故障状况下能否排除故障来进行判断。芯片老化测试温控系统的前期设计完成后,需要对所设计的设备进行测试,以保证线路的正确连接,待测试完毕后,再开启系统,实现系统的自动控制及稳定运行。

在检查完硬件设备可以正常运行后,还要对软件部分进行检验。上位机组态王系统监控画面上的每个按钮都需进行点击,以确保每个按钮可正常使用。此外还需检测每个部分的输入与输出关系是否正确,待确定无误后再进行开关检验。

在系统运行过程中温度的实时变化界面如图 11 所示。图 12 为温度的变化过程,由图 12 可知,本系统对温度进行位式控制,达到了预期效果。

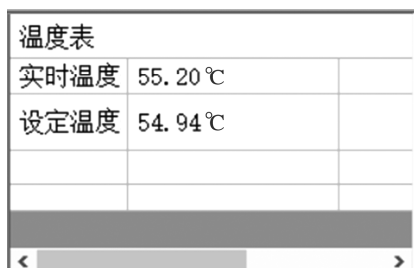


图 11 温度实时变化界面

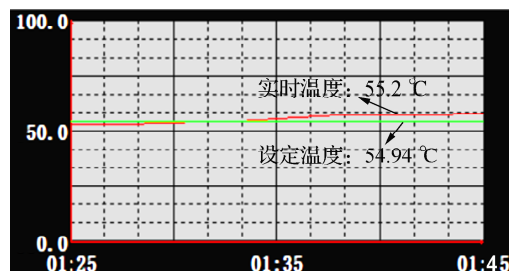


图 12 温度变化曲线

5 结 语

本文以芯片老化测试中的静态老化测试为基础,将静态老化测试所需的恒温环境作为本次的主要研究对象,设计并开发了西门子 PLC 与组态王的实时在线监控界面,观察升温过程中的参数变化情况。根据国标确定了调试所需要的温度,并依据开关量的控制对温度等参数进行调控。调控结果表明,本系统温度控制为位式控制,符合设计要求。本试验只设计了老化系统的核心部分(即温度控制系统),后续可进一步进行密封箱体和流水线的拓展设计。

参考文献:

- [1] 崔小乐,李崇仁,程伟,等.一种面向 SoC 芯片的晶圆级高温老化测试调度方法:103018646A[P]. 2013-04-03
- [2] 陈倩诒.微机控制的芯片老化系统[J].现代电子技术,2001(4):64-66
- [3] 刘林春,孔学东.裸芯片老化技术评价[J].电子质量,2007(2):36-38
- [4] 张静,周中木.臭氧老化箱校准方法的探讨[J].计量与测试技术,2019,46(5):96-97
- [5] 张大为.半导体芯片老化测试座的应用及市场综述[J].电子测试,2019(17):87-89
- [6] 陈光浩.基于嵌入式 Linux 的集成电路老化测试设备软件系统的设计及实现[D].杭州:杭州电子科技大学,2014
- [7] 李惠英,徐柳娟.基于液氮的电子产品低温老化房制冷系统研究[J].浙江水利水电学院学报,2015,27(3):77-81
- [8] 戴晓莹.锂离子电池老化房火灾特性及对策分析[C]//中国消防协会.2017 中国消防协会科学技术年会论文集.北京:中国科学技术出版社,2017:203-205
- [9] 侯铮亮.产能约束下半导体芯片测试生产线调度优化研究[D].成都:西南交通大学,2013
- [10] 林立鹏.液晶屏自动老化生产线产品族研究与设计[D].太原:中北大学,2017
- [11] 熊伟.A 公司老化测试设备整体设备效率的分析与提升策略[D].成都:电子科技大学,2013
- [12] 张辉,周庆,张浩.基于 PLC 的温控系统的设计与实现[J].测控自动化,2004(6):15-16
- [13] 肖俊明,张锐,焦凌云,等.S7-200PLC 在温度控制系统中的应用[J].中原工学院学报,2010(3):13-15
- [14] 刘斌,赵丹丹.基于组态王的 PLC 温度控制系统设计[J].黑龙江科技信息,2015(24):158-159
- [15] 蔡军,曹慧英.基于 PLC 的温控系统设计与研究[J].微计算机信息,2007(4):33-35
- [16] 穆亚辉.组态王软件实用技术[M].郑州:黄河水利出版社,2012
- [17] 李瑞先.组态王软件在监控系统中的应用[J].电气传动自动化,2006(5):49-51
- [18] 李月芳.基于 PLC 与组态王的模拟锅炉温度控制系统[J].工业控制计算机,2008,21(12):18-19

(责任编辑:谭彩霞)