

1.1 单片机实训与综合实验

一、课程基本情况

课程编号	3204020	开课学期	<input checked="" type="checkbox"/> 秋 <input type="checkbox"/> 春	学分	4.0
课程名称	(中文) 单片机实训与综合实验				
	(英文) Practice Training and Integrated Experiment of Microcontroller				
课程类别	<input type="checkbox"/> 必修 <input checked="" type="checkbox"/> 限选 <input type="checkbox"/> 任选 <input type="checkbox"/> 1 年级 <input checked="" type="checkbox"/> 2 年级 <input type="checkbox"/> 3 年级 <input type="checkbox"/> 4 年级				
课程学时及其分配	课内总学时	课内学时分配		课外学时分配	
	4 周 (160 学时)	课堂讲课	50	课后复习	20
		自学交流	16	课外自学	20
		课堂讨论	10	讨论准备	8
		实验辅导	34	实验预习	20
课内实验		70	课外实验	20	
教学方式	<input checked="" type="checkbox"/> 课堂讲授为主 <input checked="" type="checkbox"/> 实验为主 <input type="checkbox"/> 自学为主 <input type="checkbox"/> 专题讨论为主				
考核方式	考勤 (10%) + 作业 (10%) + 制作 (10%) + 实验 (20%) + 项目设计 (50%)				
适用院系	电子与控制工程学院				
适用专业	自动化专业				
先修课程	自动化专业实践初步,				
预备知识	C 语言程序设计				
教材与参考文献	<p>教材:</p> <p>(1) 汪贵平, 李登峰, 龚贤武, 雷旭. 新编单片机原理及应用[M]. 北京: 机械工业出版社. 2011</p> <p>(2) 李全利等. 单片机原理及接口技术 [M]. 北京: 高等教育出版社, 北京, 2011</p> <p>参考文献:</p> <p>(1) 张毅刚. 新编 MCS-51 单片机应用设计[M]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学出版社, 2009 年 7 月</p> <p>(2) 胡汉才. 单片机原理及其接口技术[M]. 北京: 清华大学出版社, 2010</p> <p>(3) 张迎新, 杜小平, 樊桂花, 雷道振. 单片机初级教程[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2003</p> <p>(4) 李广弟, 朱月秀, 王秀山. 单片机基础[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2010</p> <p>(5) 陈桂友. 单片微型计算机原理及接口技术[M]. 北京: 高等教育出版社. 2012</p> <p>(6) 赵德安. 单片机原理与应用[M]. 北京: 机械工业出版社, 2010</p>				

二、本课程的性质和任务

本课程是自动化专业学生必修的一门实践性很强的课程。本课程的主要任务是使学生掌握单片机的基本原理和单片机设计应用系统的基本方法，使学生逐步从单片机入门、提高到基本能熟练应用，进而掌握单片机应用的成套技术。

单片机具有体积小、价格低、可靠性高和使用灵活方便的特点，其在各行各业中得到了广泛的应用。单片机教学重在实践，所以本课程采用社会上举办各类专业技术培训班的形式，在暑假集中4周时间，采用理论教学、自学、实验、疑难解答、实际制作、安装调试和项目设计相结合的方法，全面强化学生在单片机应用系统设计开发方面的工程实践能力，培养学生系统分析问题和解决问题的能力。

本课程是为自动化专业学生开设的二级项目，开设时间定在一年级暑假。开设本课程主要考虑了如下几个方面：

(1) 充分利用暑假集中4周时间开展新技术的学习和应用。大学一年级暑假有7周时间，时间很长，由于同学们还不具备基本的专业知识和专业技能，联系到企业实习通常不会被企业接受，在家时间过长也没有必要，有时长时间的无所事事甚至会使部分同学养成不良习惯。因此，从教学时间安排上来看，在没有考试压力的情况下，集中时间学习一项专用的应用新技术有利于激发学生对专业的学习兴趣和求知的欲望。

(2) 培养学生终身学习的良好习惯和职业发展学习能力。工作后学习新技术通常有两种途径：自学和参加技术培训班。技术培训通常是不论学员的基础如何，要求在有限的时间内使学员掌握有关新技术的基本知识和使用方法。这就要求同学们学会从总体上把握课程教学的核心内容，学会对于有些自己目前短时间还没有办法弄懂的枝节问题的处理办法。

(3) 初步掌握单片机应用系统开发的成套应用技术。通过理论教学，使学生掌握单片机的基本知识；通过实验，使学生掌握单片机应用系统的实验和调试技能；通过项目，让学生在实验、检测、实验、实际制作和调试过程中享受成功的快乐。经过多次完成“理论→实践→理论与实践相结合”的过程，培养学生基本的工程实践能力和工程素质。

综上所述，本课程的教学目标是使学生能够掌握单片机应用系统开发所需的基本知识、基本技能和工程素质，为在后续三年的大学学习中，参加大学生创新创业训练、各类学科竞赛、教师的科研项目 and 毕业设计提供必要的技术基础，也是为满足用人单位对大学生就业的要求：有2~3年实践工作经验所作的必要准备。

三、课程内容简介

单片机原理及应用是电气信息类和机电类专业的必修课程，也是一门实践性很强的应用技术课程。本课程从实际应用出发，将单片机的基本知识与基本原理、C51程序设计、 μ Vision3集成开发环境、电子积木实验板和典型实例教学有机地结合在一起，体系完整，便于自学和

教学。

本课程内容包括单片机概述、51 系列单片机的内部硬件结构、指令系统与汇编语言程序设计、C 语言程序设计、单片机的中断和定时系统、串行通信、系统扩展与接口技术、单片机应用系统设计、典型实例、 μ Vision3 集成开发环境的使用和上机实验指导等。

本课程注重基本原理和基本概念的阐述，强调理论联系实际，突出应用技术和实践。

四、课程教学大纲

课程教学大纲三级目录参见所选教材(1)。各章节基本教学内容如下：

第1章 单片机概述 介绍什么是单片机，什么是嵌入式系统；单片机的历史及发展概况；单片机的发展趋势；单片机的应用领域；为什么在众多的单片机的产品中，选择 MCS-51 单片机作为主流型单片机来讲授；了解各种与 MCS-51 兼容的增强型和扩展型的 80C51 系列单片机。

第2章 51 系列单片机的硬件结构 主要介绍 MCS-51 片内的硬件结构。主要包括 MCS-51 的引脚、CPU、存储器的结构、4 个并行 I/O 端口、时钟电路以及复位电路。通过学习，要求学生从应用的角度熟练掌握片内的硬件结构，为后面的设计打下基础。

第3章 指令系统与汇编程序设计 主要内容包括 MCS-51 的汇编语言的指令格式、指令的寻址方式，并从功能分类的角度介绍数据传送类指令、算术操作类指令、逻辑运算类指令、控制转移类指令以及位操作类指令。介绍机器语言、汇编语言、高级语言各自的特点；伪指令、汇编语言源程序的汇编；汇编语言各种程序设计，如子程序设计，查表、关键字查找、数据极值查找、数据排序、分支转移、循环以及码制转换子程序的设计。通过学习，应使学生熟练掌握汇编语言指令及各种常用的 MCS-51 汇编语言程序设计。

第4章 C51 语言程序设计 主要介绍 C51 的程序结构，C51 对 C 语言的扩展，使用技巧和程序设计方法。在开发以单片机为核心的智能仪器仪表方面，C51 具有明显的优势，因此，要求学生通过学习熟练掌握 C51 的程序设计方法，学会用 C51 编写大型应用程序。

第5章 单片机的中断与定时系统 主要介绍单片机两大功能部件：中断系统和定时系统的结构与功能。要求学生掌握上述功能部件的工作原理、有关的特殊功能寄存器 SFR 的格式、功能以及如何进行编程。尤其是各功能部件的具体应用。

第6章 单片机的串行接口及串行通信 主要介绍串行通信基础知识，单片机串行口的结构与工作原理、工作方式和串行通信接口技术。要求学生掌握串行通信的工作原理、有关的特殊功能寄存器 SFR 的格式、功能以及如何进行编程。尤其是单片机和 PC 机的通信技术。

第7章 单片机的系统扩展 介绍单片机总线扩展的基本知识，包括并程序存储器扩展、数据存储器扩展、I/O 扩展和串行 I/O 扩展。要求学生了解并行扩展的基本方法，熟练掌握串行扩展总线接口技术。

第8章 单片机典型外围接口技术 主要内容包括 I/O 接口，键盘、LED 显示器、LCD 液晶显示器、A/D 和 D/A 接口、开关量输入输出的硬件接口设计与软件驱动程序的设计。这

部分内容是进行单片机应用系统硬件设计的基础，要求学生重点掌握。

第9章 单片机应用系统设计与调试 以教学实验板为例，系统介绍单片机应用系统设计开发的全过程。包括可行性分析、方案设计、硬件制作、程序设计和系统调试等环节。要求学生掌握各环节的主要工作内容。

第10章 智能侧滑仪设计实例 以智能侧滑仪为典型案例，介绍单片机应用系统软硬件的设计方法。

第11章 μ Vision3 集成开发环境的使用 介绍 μ Vision3 集成开发环境的使用方法与技巧。本章学生可以自学，适于上机练习操作，要求学生通过反复实验熟练掌握。

第12章 单片机实验指导 本章提供经过精心选择的实验项目，供实验参考。

五、课程教学学时分配表

课程内容	学时数 (50 学时)				推荐课外学时
	总学时	讲授	实验	上机	
第 1 章 单片机概述	2	2	0		2
第 2 章 51 系列单片机的硬件结构	14	4	10		6
第 3 章 指令系统与汇编程序设计	12	6	6		6
第 4 章 C51 语言程序设计	18	6	12		8
第 5 章 单片机的中断与定时系统	18	6	12		8
第 6 章 单片机的串行接口及串行通信	12	6	6		6
第 7 章 单片机的系统扩展	6	6	0		6
第 8 章 单片机典型外围接口技术	18	6	12		10
第 9 章 单片机应用系统设计与调试	12	6	6		20
第 10 章 智能侧滑仪设计实例	0	0	0		0
第 11 章 μ Vision3 集成开发环境的使用	8	2	6		4
第 12 章 单片机实验指导	0	0	0		10
总 计	120	50	70		86

六、课程教学大纲使用说明

1. 本课程教学的重点和难点

本课程的先修课程只有两门：自动化专业实践初步，C 语言程序设计。相关的专业基础课程如电路、模拟电子技术和数字电子技术还未开始学习，给学生学习硬件电路带来一定困难。为此，要求老师在教学过程中应从工程实际应用出发，简要介绍与本课程相关的模电和数电应用知识，并在实验和调试过程中具体加以指导。因此在有限的时间内如何从应用角度向学生介绍相关模、数电实用技术知识和技能是其重点和难点之一。

学习过单片机的高年级同学普遍反映能看懂别人编写的程序，但自己编很难，尤其是较大的程序。对于实际应用来说，这也是一大问题。这就要求主讲教师要精选例题并且要让学生了解编程思路。并要按照章节的顺序，逐步加大例题的难度，直至接近应用。在基本教

学内容完成后，老师应举一单片机应用系统作为典型案例详细介绍其设计开发过程。

本课程教学的第三个重点和难点是单片机应用系统的故障诊断与排除。同学们是在学习本课程时才开始接触单片机，而单片机应用实质上是硬件和软件相结合的综合体，绝大多数同学往往因为不知道硬件如何检查和调试，出现故障束手无策，导致学习单片机不能入门。这就要求老师能根据同学们在实验、调试中出现的问题，及时引导同学们思考排除故障的办法，如果出现故障超出同学们现有水平，则老师应能及时解决此问题。因此对老师提出了更高的要求。

2. 教材选用说明

国内主要出版社出版有关单片机原理及应用的教材颇多，所选教材(1)是本校老师自己编写，并已申报十二五国家规划教材，其内容新颖和丰富，反映了单片机的最新技术。教学时最好再影印一本国外著名半导体公司生产的 51 系列单片机的英文版使用手册。

所选教材(2)具有简明扼要，重点突出等优点，但其编程语言依然以汇编语言为主，其教学内容和实际应用还有一定差距。

3. 教学方法提示

理论教学采用多媒体和板书相结合的教学方式，引导学生自主学习，切实提高学生的自学能力。实践教学采用边讲边练，学中做和做中学的教学方式，老师对典型实验案例进行示范，以提高学生动手能力和团队合作能力。

本实训与综合实验在教学开展 1 周时，老师应及时将同学们按 2~3 人一组进行分组，可根据情况由学生自由组合或老师直接指定。在后 2 周的项目设计过程中，老师要及时到各小组参与交流讨论，商讨设计方案，及时检查项目进度。

4. 课外作业

每 1 章都应布置一定数量的课外作业，使学生加深对课堂理论知识和实验内容的理解。对于能够上机直接编程调试的例题和习题，推荐在实验室完成。

5. 实验课

安排了 13 个必做实验，这些实验是单片机应用的基本实验，要求同学们熟练掌握。此外同学们在学习过程中，可将教材上的习题和例题上机直接编程调试。熟能生巧，同学们应多用多练。

6. 项目

本实训与综合实验安排有十多个设计项目，项目题目及要求按照全国大学生电子设计竞赛的竞赛的格式给出。当然，同学们也可根据自己的兴趣报选题到指导老师获批。

同学们按 2~3 人一组进行选题，在规定的时间内共同完成一个项目。要求同学们从方案论证开始直至调试成功为止，全面参与单片机应用系统开发的全过程。

7. 考核方式

教学内容分为五大部分：理论教学、电子积木制作与调试、课程实验、上机练习、项目设计。考核采用综合考评方式，主要由考勤（10%）+作业（10%）+制作（10%）+实验（20%）

+项目设计（50%）。实验、制作和项目在实验室进行实际运行考核，项目设计要求有各阶段设计资料，并用 PPT 汇报进行答辩和交流。

七、课程实践环节

实验 1: 使用 μ Vision 集成开发工具设计、调试汇编语言程序	(2 学时)
实验 2: 使用 μ Vision 集成开发工具设计、调试 C51 语言程序	(2 学时)
实验 3: 跑马灯实验	(2 学时)
实验 4: 单片机外部中断实验	(2 学时)
实验 5: 定时器实验	(2 学时)
实验 6: 电子钟实验	(4 学时)
实验 7: 中断及定时系统综合应用实验	(6 学时)
实验 8: 计数器实验	(4 学时)
实验 9: A/D 转换实验	(2 学时)
实验 10: 开关量输入实验	(2 学时)
实验 11: 矩阵键盘实验	(2 学时)
实验 12: 串行通信实验	(4 学时)
实验 13: LED 显示数字计算器	(8 学时)

各个实验所需设备和要求请参照“单片机原理及应用实验指导书”。本课程所采用电子积木要求同学生自行制作和调试，其内容参照“电子积木”调试大纲。其中**实验 13: LED 显示数字计算器**是一个典型案例的综合性设计实验，老师先介绍其设计方案，演示实验程序的结果。在此基础上，老师给出其部分主程序和子程序，要求同学们根据设计方案，进一步完善方案，重新编写程序，按自己所写调试大纲调试好程序并运行。

八、设计项目

1. 对所选设计项目的基本要求

设计项目应包含单片机应用系统开发的主要内容，项目不能过难，尤其是对硬件电路而言，其重点应着重于典型应用电路的运用。

老师在第一次上课时将所列项目向同学们公布，供同学们根据自己的爱好，选择设计项目，组成团队并在前期开展资料的收集整理工作和方案设计等工作。

2. 设计项目汇总

本课程精选了 10 多个设计项目供同学们选择。同学们也可根据自己的兴趣，从实际出发，参阅电子设计竞赛题目和各种参考资料自己选择设计题目。

项目1: LED 显示数字计算器

1. 任务

设计并制作一个 LED 显示数字计算器, LED 显示器采用 8 位 8 段数码显示管, 键盘采用 4X4 矩阵键盘。

2. 要求

1) 基本要求

(1) 利用矩阵键盘设计一个按键面板, 使其包括以下按键:

十个数字键, 从 0 到 9;

四个运算符, “+、-、 \times 、 \div ”;

等号键 “=”;

清除键 “AC”, 用于清除操作。

(2) 用八位数码管实时显示数据。

(3) 实现最多 6 位整型数据 (范围从 0 到 999999) 的输入和显示。

(4) 实现简单四则运算并显示计算结果, 数据显示范围从 0.00001 到 999999。

(5) 当数据溢出或输入非法 (除数为 0) 时, 数码管显示错误提示 “Error”。

2) 发挥部分

(1) 采用键盘复用的方法, 实现小数点或负数输入功能。

(2) 添加 “Backspace” 退格键, 实现删除一位输入数据的功能。

(3) 实现乘方、开方、倒数等运算。

(4) 将数据输入及运算范围扩大到 8 位。

3. 评分意见

	项 目	得 分
基本要求	设计与总结报告: 硬件原理分析, 软件设计思路及流程描述, 测试方法以及对测试结果的分析	50
	实际制作完成情况	50
发挥部分	实现小数或负数输入及运算功能	20
	实现通过退格键删除一位输入值的功能	10
	实现其他常用运算	10
	可以将运算范围扩大更高位	10

项目2: LCD 显示数字计算器

1. 任务

设计并制作一个 LCD 显示数字计算器，LCD 显示器采用 128X64 图形显示器，键盘采用 4X4 矩阵键盘。

2. 要求

1) 基本要求

- (1) 温度设定范围为 20~50℃，最小区分度为 1℃，标定温度≤1℃。
- (2) 环境温度降低时（例如用电风扇降温）温度控制的静态误差≤1℃。
- (3) 用十进制数码管显示玻璃箱的实际温度和设定温度。

2) 发挥部分

- (1) 采用适当的控制方法，当设定温度突变（由 35℃提高到 40℃）时，减小系统的调节时间和超调量。
- (2) 温度控制的静态误差≤0.2℃。
- (3) 在设定温度发生突变（由 35℃提高到 45℃）时，采用 LCD 显示器自动记录温度随时间变化的曲线。

3. 评分意见

	项目	得分
基本要求	设计与总结报告：方案设计与论证，理论分析与计算，电路图，测试方法与数据，对测试结果的分析	50
	实际制作完成情况	50
发挥部分	减小调节时间和超调量	20
	温度控制的静态误差≤0.2℃	10
	实现在 LCD 显示器上显示曲线功能	10
	特色与创新	10

项目3： 温度自动控制系统

1. 任务

设计并制作一个温度自动控制系统，控制对象为一白色透明玻璃箱，加温装置采用 100W 节能灯泡。温度可以在一定范围内由人工设定，并能在环境温度降低时实现自动控制，以保持设定的温度基本不变。

2. 要求

1) 基本要求

- (1) 温度设定范围为 20~50℃，最小区分度为 1℃，标定温度≤1℃。
- (2) 环境温度降低时（例如用电风扇降温）温度控制的静态误差≤1℃。
- (3) 用十进制数码管显示玻璃箱的实际温度和设定温度。

2) 发挥部分

(1) 采用适当的控制方法，当设定温度突变（由 35℃提高到 40℃）时，减小系统的调节时间和超调量。

(2) 温度控制的静态误差 $\leq 0.2^{\circ}\text{C}$ 。

(3) 在设定温度发生突变（由 35℃提高到 45℃）时，采用 LCD 显示器自动记录温度随时间变化的曲线。

3. 评分意见

	项目	得分
基本要求	设计与总结报告：方案设计与论证，理论分析与计算，电路图，测试方法与数据，对测试结果的分析	50
	实际制作完成情况	50
发挥部分	减小调节时间和超调量	20
	温度控制的静态误差 $\leq 0.2^{\circ}\text{C}$	10
	实现在 LCD 显示器上显示曲线功能	10
	特色与创新	10

项目4： 多功能电子钟

1. 任务

设计一个多功能电子数字钟。

2. 要求

1) 基本要求

(1) 具有交替显示年、月、日（有闰年和平年之分）和显示时、分、秒的功能。

(2) 具备时钟校正功能。

(3) 具备设定闹钟和定时闹钟的功能。

2) 发挥部分

(1) 准点报时功能。

(2) 生日提醒功能。

(3) 可设置显示世界上 5 个以上不同国家的时间。

3. 评分意见

	项目	得分
基本要求	设计与总结报告：方案设计与论证，理论分析与计算，电路图，测试方法与数据，对测试结果的分析	50
	实际制作完成情况	50
发挥部分	准点报时功能	10

	生日提醒功能	10
	可设置显示世界上 5 个以上不同国家的时间	20
	特色与创新	10

项目5: 数字电压表

项目6: 温度控制器

项目7: 车速表

项目8: 智能小车

项目9: 电子秤

项目10: 交通信号灯控制器

1. 任务

设计并制作一个交通信号灯控制器。

2. 要求

1) 基本要求

某十字路口，东西方向车流量较小，南北方向车流量较大。东西方向上绿灯量 30s，南北方向上绿灯量 40s，绿灯向红灯转换中间黄灯亮 5s，红灯在最后 5s 闪烁。图中为十字路口红绿灯示意图。虽然十字路口有 12 只红绿灯，但同一个方向上的同色灯如灯 1 和灯 7 同时动作，应作为一个输出，所以共有 6 个输出。由于一个方向上绿灯或黄灯亮时，另一个方向上肯定亮红灯，所以亮红灯可不作为一个单独的时间状态。根据要求，划出电路原理图，并设计十字路口交通灯控制程序。

(1) 利用矩阵键盘设计一个按键面板，使其包括以下按键：

十个数字键，从 0 到 9；

四个运算符，“+、-、×、÷”；

等号键“=”；

清除键“AC”，用于清除操作。

(2) 用八位数码管实时显示数据。

(3) 实现最多 6 位整型数据（范围从 0 到 999999）的输入和显示。

(4) 实现简单四则运算并显示计算结果，数据显示范围从 0.00001 到 999999。

(5) 当数据溢出或输入非法（除数为 0）时，数码管显示错误提示“Error”。

2) 发挥部分

(1) 采用键盘复用的方法，实现小数点或负数输入功能。

(2) 添加“Backspace”退格键，实现删除一位输入数据的功能。

(3) 实现乘方、开方、倒数等运算。

(4) 将数据输入及运算范围扩大到 8 位。

平面交叉口交通信号灯控制器设计

功能需求：

(1) 采用三相位信号控制，具有红黄绿灯倒计时功能。

(2) 具有紧急车辆优先功能，在特种车辆如 119、120 通过路口时，系统可自动转为特种车辆放行，设紧急车辆通过十字路口需要 5 秒，若此时为红灯，则转为绿灯，倒计时 5 秒，让紧急车辆通过；若此时为绿灯，则判断剩余的时间是否够紧急车辆通过，若不足，则延长够 5 秒让紧急车辆通过。

(3) 在出现紧急情况时可由交警手动实现全路口车辆禁行而行人通行状态。

(4) 具有公交优先通行功能（选做）。

4、输出界面要求：

模仿十字路口两相位的红绿灯及倒计时显示。

3. 评分意见

	项目	得分
基本要求	设计与总结报告：硬件原理分析，软件设计思路及流程描述，测试方法以及对测试结果的分析	50
	实际制作完成情况	50
发挥部分	实现小数或负数输入及运算功能	20
	实现通过退格键删除一位输入值的功能	10
	实现其他常用运算	10
	可以将运算范围扩大更高位	10

项目11： 多相位交通信号灯控制器

项目12： 自动流水生产线

项目13： 镗床控制器

项目14： 其它项目

九、课程知识单元与知识点

PTIEM1: 单片机的基本知识

- 嵌入式系统，嵌入式微控制器，微控制器，单片机，JTAG，集成开发环境，编程器，仿真器 ICE，在系统编程 ISP

- 单片机的历史，单片机的主要技术指标、分类和主要特点
- 单片机应用系统的构成，开发调试模式

PTIEM 2: 单片机的硬件资源

- 总体结构；引脚定义与功能；存储器配置：程序存储器、外部数据存储器、内

部数据存储器 and 特殊功能寄存器 SFR；输入/输出接口的结构与功能；时序单位：时钟周期，机器周期，指令周期；复位；工作方式；

- 功能部件：中断系统：中断，中断源，中断结构，中断处理，相关 SFR 的应用。定时/计数系统：结构，工作方式，SFR 控制寄存器。串行通信接口：结构，工作原理，SFR 控制寄存器，RS232/RS485 通信协议

- 系统扩展：并行扩展、串行扩展（包括存储器、I/O）；人机接口技术，开关量输入/输出接口技术，A/D 与 D/A 转换技术

PTIEM 3: 单片机的软件编程

- 指令，指令系统，寻址方式，伪指令，汇编，C51 程序结构，汇编和 C51 程序设计，各功能部件程序设计。

PTIEM 4: 单片机应用系统开发

- 可行性分析；系统方案设计；硬件设计；软件设计；系统调试；样机制作
- 静态调试：断电检查，通电检查，联机检查；动态调试；软件调试；模拟调试；现场调试

编写人：汪贵平

审核人：

系主任：

主管院长：