

大学生课外 科技创新作品集

(适用于自动化专业)

● 主 编 孙建京

副主编 王 鹤 冯 玮



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

大学生课外 科技创新作品集

——“挑战杯”竞赛作品——

主编 高 翔

（南京邮电大学）

南京邮电大学出版社
NANJING POSTAL UNIVERSITY PRESS

大学生课外 科技创新作品集

(适用于自动化专业)

主 编 孙建京

副主编 王 鹤 冯 玮



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

大学生科技活动是培养应用型人才的重要途径,本书以北京联合大学自动化学院的学生科技作品为例,展示了学生在参加科研立项及各类学科竞赛的成果。本书帮助大学生了解科技活动的意义,培养大学生科技创新精神和实践能力,激发大学生参与科技活动的热情,对他们今后的发展成才产生积极的影响。

本书适用于高等院校工科专业的教师和学生,也可作为高校指导学生科技活动的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

大学生课外科技创新作品集:适用于自动化专业/
孙建京主编. — 北京:中国水利水电出版社,2010.11
ISBN 978-7-5084-8038-1

I. ①大… II. ①孙… III. ①大学生—课外活动—科
技成果—汇编—中国 IV. ①G644

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第217195号

书 名	大学生课外科技创新作品集(适用于自动化专业)
作 者	主编 孙建京 副主编 王鹤 冯玮
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 68367658 (营销中心)
经 售	北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京瑞斯通印务发展有限公司
规 格	184mm×260mm 16开本 12.25印张 290千字
版 次	2010年11月第1版 2010年11月第1次印刷
印 数	0001—2000册
定 价	25.00元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

序



创建一所大学恰似向深水池里投下一块石子。当石子撞击水面时，便出现一个旋涡。石子沉入水底，看起来什么也没有发生似的。但过不多久，便可以看到一道道的涟漪向外荡漾，而且一圈比一圈更大。大学生科技活动，就是其中引人注目的一道涟漪。

大学生科技活动是以学生为主体，以课外科技文化活动为主要内容，以校园为主要空间，以创新精神为主要特征的一种群体文化。其中，学生科技活动最能体现校园创新精神的本质。

自大学诞生之日起，学生的科技活动便为大学增添了活力，许多著名的科学家都在学生时代参加科技活动，并为他们今后的成长奠定了重要基础。学生的科技活动贵在坚持，形成校园传统。正如一位哲人在评价大学文化时所说：“许许多多的历史才能培养一点传统，许许多多的传统才能培养一点文化。”

北京联合大学自动化学院团委组织编写的《大学生课外科技创新作品集（适用于自动化专业）》，以自动化学院学生参与科技创新活动的各类科技竞赛、科技制作、科研项目作品为实例，反映出学生们取得的课外科技活动成果，反映出教师指导学生的光荣传统，为大学生参加课外科技创新活动提供了指导，将激励更多大学生参与科技创新活动。

大学生科技活动是一段航行，老师是这艘航船的导航者，同学是一群坚定的水手，学习是主要源动力，课余活动是不熄的燃料。在大学生科技活动这片海洋上，让我们荡起双桨！

孙建宁

2010年4月

前 言



创新是民族发展的灵魂，是一个国家兴旺发达的不竭动力。一个民族只有不断创新和不断进步才能走在世界的前列。实际应用时科技发展的真正目的和科技发展的核心动力，科学技术在创新和应用中相互促进，改变着人类社会。

科技的飞速发展和社会的不断进步给大学生提出了更高的要求，当代大学生作为未来中国创造原创性成果的中坚力量和希望所在，必将承担着民族发展与强盛的历史重任，而大学生未来创新能力必将通过在校期间的科技创新活动来夯实基础、积蓄能量。

国家教育部门为激发和引导学生主动对创新能力和实际应用能力的培养，举办了“挑战杯”、“全国大学生电子设计竞赛”、“全国机器人大赛”、“大学生数学建模大赛”、“索尼探梦铁人设计大赛”等比赛，这些赛事都集中体现了“创新思维”和“应用能力”。通过开展科技创新竞赛活动，不仅使学生在设计能力、实践能力、创新能力等方面得到了很大的锻炼，而且培养了学生团队合作的精神、吃苦耐劳的精神、认真负责的精神和勇于克服困难的精神，学生的专业能力和思想素质在科技竞赛活动中得到了全面提高。

本书以北京联合大学自动化专业为例，详细介绍了该专业在校大学生所涉及的主要课外科技活动，其中有科技热点之一的机器人技术；又有激发创新思维挑战实际应用能力的“挑战杯”和电子大赛获奖作品，这些作品生动地展示了自动化专业所涉及的科技活动，使科技活动大众化成为大学生学习的一部分。

编者希望通过本书向大学生展示科技活动的成果，引导和启发更多的在校大学生积极参与实践、科研立项和科技竞赛等课外科技活动，激发在校大学生读者的创新思维、帮助学生对所学科专业知识和综合运用知识树立信心、激发广大学生的学习热情。在实践中，巩固所学知识、吸收新知识，拓宽视野，促进大学生尽快成长，同时也希望广大教师能将创新精神和创新能力作为学生的基本素质给予培养，使科技实践活动更广泛地普及，适应应用型人才

培养的目标，形成积极向上、崇尚科学的良好氛围。

本书体现了北京联合大学自动化学院学子的勤奋钻研、不断进取的优秀品质，充分反映了学生勇于实践，不断创新的精神。

谨以此书献给致力于学生科技创新实践活动的辛勤园丁和莘莘学子。

编者

2010年5月于北京

目 录



序

前言

电子设计制作篇 (1)

数控恒流源	张大航 程志刚 李文超 (2)
悬挂运动控制系统	沈洁 周森 李然 (10)
正弦信号发生器	肖磊 李信 姚丽莎 (19)
数控恒流源	郭鑫 王兆晖 王路 (39)
电子设计竞赛与实践教学的改革	刘继承 (45)
以电子竞赛推动电子技术系列课程的改革	王传新 (49)
北京联合大学自动化学院团委网站的设计与建设	赵振峰 (53)
八路数字显示语音提示计分抢答器的设计与制作	赵振峰 (68)
“索尼探梦”实验铁人赛一	刘晓倩 (72)
“索尼探梦”实验铁人赛二	耿超 (77)
光伏发电模拟装置	张理朝 徐亮 陈启 (80)
宽带直流放大器	王伟 陈红 杨潇芑 (87)
声音导引系统	王松宏 张海麟 张欢 (93)
声音导引系统	解子岩 刘凯 王姝 (100)

机器人设计制作篇 (107)

自动机器人设计	夏华烨 (108)
自动机器人控制方案	夏华烨 (111)
机器人的行走控制	夏华烨 (118)
输液自动报警器	毛建森 余文字 罗耀祖 (130)
Hi-End 音箱设计与制作	刘达 (132)
低成本优质高保真音箱的设计与制作	王旭 (150)
基于开源架构的教师测评系统的设计与实现	刘思远 刘蕴华 胡立栓 (163)
基于机器视觉的路径检测及控制方法	解子岩 张贺寅 房江南 (168)

电子设计制作篇

全国大学生电子设计竞赛是面向大学生的群众性科技活动，目的在于按照紧密结合教学实际，着重基础、注重前沿的原则，促进电子信息类专业和课程的建设，引导高等学校在教学中注重培养大学生的创新能力、协作精神；加强学生动手能力的培养和工程实践的训练，提高学生针对实际问题进行电子设计、制作的综合能力；吸引、鼓励广大学生踊跃参加课外科技活动，为优秀人才脱颖而出创造条件。

一、竞赛内容

(1) 以电子电路（含模拟和数字电路）应用设计为主要内容，可以涉及模—数混合电路、单片机、可编程器件、EDA 软件工具和 PC 机（主要用于开发）的应用。题目包括“理论设计”和“实际制作与调试”两部分。竞赛题目具有实际意义和应用背景，并考虑到目前教学的基本内容和新技术的应用趋势，同时对教学内容和课程体系改革起一定的引导作用。

(2) 题目着重考核学生综合运用基础知识进行理论设计的能力，考核学生的创新精神和独立工作能力，考核学生的实验综合技能（制作、调试）。

(3) 题目在难易程度方面，既要考虑使一般参赛学生能在规定时间内完成基本要求，又能使优秀学生有发挥与创新的余地。

二、竞赛时间和竞赛周期

竞赛时间定于举办年度的 9 月，赛期 4 天（具体日期届时通知）。从 1997 年开始，每两年举办一届全国大学生电子设计竞赛，即逢单数年号时举办全国竞赛，其他时间赛区、校、系可开展小规模竞赛或群众性科技活动。

三、竞赛方式

竞赛采用全国统一命题、分赛区组织的方式，竞赛采用“半封闭、相对集中”的组织方式进行。竞赛期间学生可以查阅有关文献资料，队内学生集体商讨设计思想，确定设计方案，分工负责、团结协作，以队为基本单位独立完成竞赛任务；竞赛期间不允许任何教师或其他人员进行任何形式的指导或引导；竞赛期间参赛队员不得与队外任何人员讨论商量。参赛学校应将参赛学生相对集中在一个或几个实验室内进行竞赛，便于组织人员巡查。为保证竞赛工作，竞赛所需设备、元器件等均由各参赛学校负责提供。

数 控 恒 流 源

(2005 年全国大学生电子设计竞赛二等奖作品论文)

北京联合大学 张大航 程志刚 李文超

指导教师 田景文

摘要: 本数控直流源系统由单片机 ATmega128L 控制与显示模块、A/D 与 D/A 转换模块和电流源三部分组成。单片机控制与显示模块包括控制器、键盘、显示器、供电器四部分。A/D 转换采用电压输入 10 位分辨率串行输出芯片, D/A 转换利用 PWM 的占空比与 PWM 经过电容滤波后的平均电压值成正比的特性来实现的。电流源部分采用大功率达林顿管为调整管加反馈电路来实现恒流输出。本系统的输出电流范围为 0~2000mA, 步进可达到 1mA; 当输出电压在 10V 以内变化时, 输出电流变化的绝对值小于输出电流值的 0.1%+1mA。经测试, 各项指标都基本达到了设计要求。本数控直流源系统的特点是在电路中加入了过流保护电路、延时软启动保护电路和电压保护电路。

关键词: 单片机 ATmega128L 高精度运放 OP27 9014NPN 管

一、方案论证及比较

1. 单片机控制与显示模块

方案一: 采用 80C51 作为电流源控制器。80C51 性价比高, 接口电路开发成熟, 应用广泛。但 80C51 执行速度慢, 外围电路开发周期长, 集成的电路稳定性差, 且容易受干扰, 内部没有看门狗电路, 容易死机。内部没有集成 A/D、D/A 转换芯片。

方案二: 采用 ATmega128L 作为电流源控制器。ATmega128L 具有高达 1MIPS/MHz 的高速运行处理能力, 且拥有看门狗电路可自动复位, 内部集成 10 位 A/D。

80C51 速度比 ATmega128L 执行速度慢, 80C51 采用汇编语言编写, 而 ATmega128L 可采用 C 语言或汇编语言来进行编写, 编写方式灵活。ATmega128L 扩展了 OCMJ4X8 汉字 LCD 液晶显示器, 自带 GB2312 16×16 点阵国标一级简体汉字和 ASCII 8×8 (16×16) 英文字库, 用户输入区位码或 ASCII 码, 即可实现文本显示, 且有 20 键的键盘。

经综合考虑选择方案二。

2. A/D 转换模块

A/D 转换模块采用 ATmega128L 内部自带的 10 位 A/D, 通过软件可直接控制,

D/A 转换模块是由 PWM 与一个低通滤波器组合而成的。

电流源模块采用集成运放的恒流源。该恒流源主要用集成运放构成负反馈电路和达林顿管作为调整管组成。工作原理简图如图 1 所示。此恒流源系统

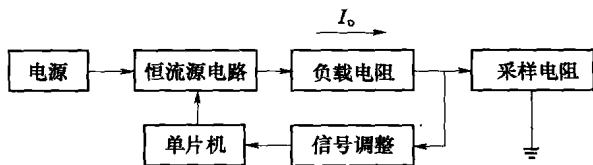


图 1 采用集成运放反馈型恒流源



以达林顿管为调整管，通过采样电阻将输出电流转换成电压，然后与基准电压进行比较，比较后的误差经过误差放大器推动调整管对输出电流进行调整，最后将输出电流调节在设定值并保持不变。电路实现起来略显复杂且成本较高，但其控制精度高，能够满足设计要求。

二、系统设计与原理框图

(一) 总体设计思路

如图 2 所示，系统以 ATmega128L 为核心，共分为单片机控制与显示模块，A/D、D/A 转换模块和电流源三个模块实现了对数控恒流源的控制。首先通过键盘设定所需电流值，ATmega128L 进行数据处理后，送到 LCD 上显示，同时将经过 D/A 转换后的模拟量送至恒流源模块，由恒流源内部的调整管将电流调整到设定值。然后测出负载上的电流值。电流通过采样电阻，经 A/D 转换后送至 ATmega128L，经处理后，在 LCD 上显示并由 D/A 送出，由调整管进行调整，以保证负载上的电流恒定。

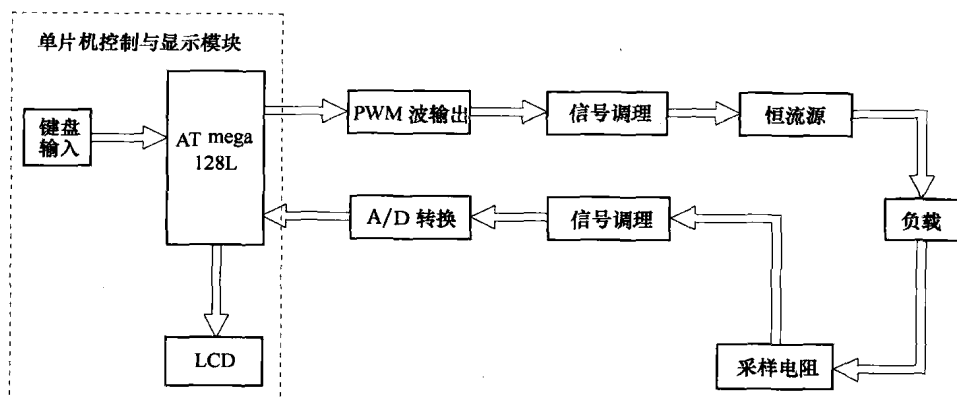


图 2 系统总框图

(二) 硬件设计

1. 恒流源电路设计

如图 3 所示，该恒流源以大功率达林顿管为调整管，负载串联在达林顿管的发射极，通过控制达林顿管的基极，实现对负载电流的控制。采样电阻接在负载下端，采样信号经过由 A2 组成的同相比例放大环节放大后再接回到 A1 的反相输入端，构成电流负反馈电路，达到输出恒流的目的。输出电流 I_o 在 R_s 上的压降构成反馈电压， I_o 变化的表现为 U_o 的相对变化，并经 RF 反馈至单片机进行处理，控制调整管，使 U_o 和 I_o 恢复到原来的数值。

本设计方案 A1、A2 选用高精度运放 OP27，其内部带零漂调整，可通过调节 R101、R201 实现对 A1、A2 的零点调整。OP27 的漂移为 $0.2\mu\text{V}/\text{C}$ ，其噪声电压最大为 $0.25\mu\text{V}$ 。通过采用这种集成运算放大器的恒流源，其漂移和噪声指标可大大改善。

为了使本设计方案能够达到最大输出 2000mA 的工作电流，就要求达林顿管的基极电流比较大，但因集成运放放大器一般工作在小电流状态，不能直接推动达林顿管正常工作，所以本方案采用小功率 9014NPN 管推动大功率 2SD1559 达林顿管工作。电路中的 VD1~VD4 是起深度负反馈作用，工作在放大区，主要用来保护 A1，防止负载开路时 A1 进入饱和而造成恒流源不能正常工作。



在过流保护电路中,由于本系统设计的电源最大可提供 2000mA,所以当采样电阻上的压降超过最大电流对应的电压时,比较器 A3 将输出一高电平,由于 D 触发器输出的 Q 最初是由单片机置零的,其 $\bar{Q}$ 为高电平输出,因此 A4 输出一高电平, D 触发器翻转, Q 端输出高电平,并一直保持高电平输出。在电压检测电路中,当负载两端的电压超出 10V 时,输出一高电平。两个电路输出的信号进行或门运算后,或门输出的信号送给 Q3 的基极,则 Q3 导通并很快进入饱和, Q2 基极点位下降并最终进入截至,从而有效地保护了大功率达林顿管。同时将 D 触发器的 $\bar{Q}$ 端信号送给单片机的 INT0 端口,并最终由单片机将送给 D/A 的信号置零。

图 3 中 VD5, L1, C1, C2 组成的低通滤波网络所起的作用:当达林顿管处于截止区时电感 L1 给二极管 D5 充电,提供反向电动势,起到扼流的作用, C1 和 C2 具有滤除高次谐波的功能。

3. 自制电源

为满足设计要求,共用了两个直流稳压电源。输入为市电 220V、50Hz,经变压器降压、整流、滤波、稳压,使输出分别为单路 15V、双路 +15V (从双路 +15V 分流出一个 5V,为单片机控制与显示模块供电)分别为恒流源、集成运算放大器供电。

(三) 软件设计

软件采用 C 语言编写,可设置输出电流给定值,可同时显示电流的给定值和实测值,具有“+”、“-”步进调整功能,步进为 1mA。系统流程图如图 5 所示。

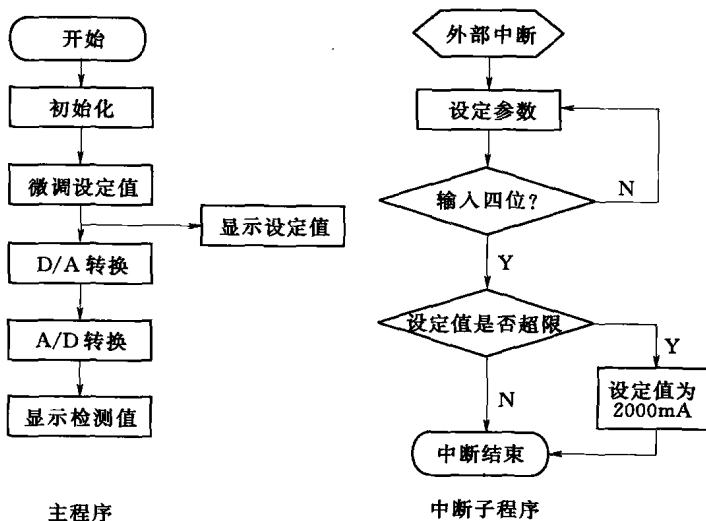


图 5 系统流程图

(四) D/A 模块的实现

脉冲宽度调制 PWM 是通过改变一个脉冲的宽度或周期波形的占空比来对数据进行编码的一种方法。将给定占空比生成的 PWM 波形输入到一个低通滤波器,该滤波器将消除 PWM 波形的大部分高频成分,从时域角度看, RC 电路被充电到一个与 PWM 波形高电平占整个周期百分比成正比的电压电平,即低通滤波器将 PWM 波形的高电平时间转换成



系统输出端的电压。这样可以通过调节波形的占空比来控制低通滤波器的电压输出。由于系统输入的是一个数值，而输出是一个所要求的电压，完成了 D/A 的功能。在这里我们使用一个定时器对一个通用端口引脚的高低电平切换进行定时以产生所要求的 PWM 波形，如图 6 所示。

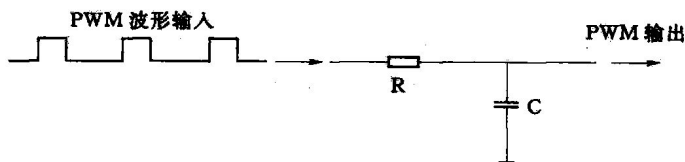


图 6 PWM 波形

经过对电路的实际测算可知，占空比与低通滤波器输出电压的对应值如图 7 所示。

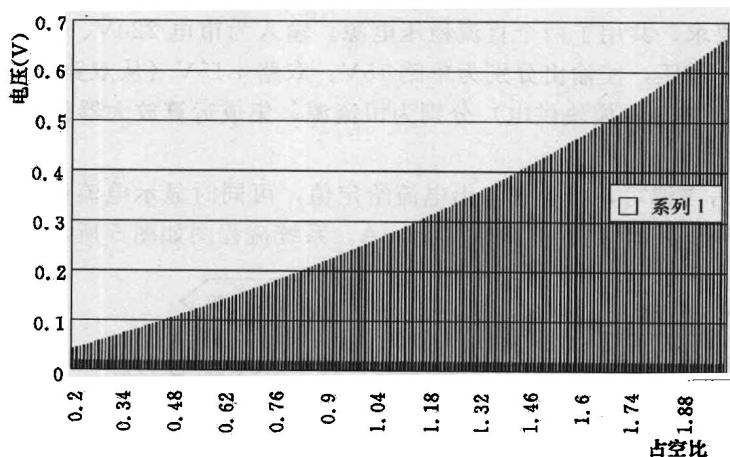


图 7 电压的对应值

(五) 键盘的使用方法

(1) 键盘输入一个 0~2000mA 范围内的电流值，液晶显示器即可将其显示出来，若输入超出 2000mA，则系统默认为 2000mA。

(2) 微调设定值，由“+”、“-”对设定值进行增减，每按一次，增加或减少 1mA。

(3) 输入的电流值的设定：要先按下 INT0，输入必须为四位数字，最高位只能是 0、1、2 三个数之一。

三、系统测试结果及分析

1. 测试仪器

测试仪器见表 1。

表 1

测试仪器

仪器	低频信号发生器	2A 直流稳压电源	20MHz 示波器	数字万用表	1A 型晶体管稳压电源
型号	XD22	JWY-30F	MODEL BS-601	DT9205A	WY-30



2. 测试

(1) 集成运算放大器 A1 的工作情况, 如图 8 中示波器所示, 集成运算放大器工作正常。

(2) 集成运算放大器 A2 的工作情况, 如图 9 中示波器所示, 集成运算放大器工作正常。

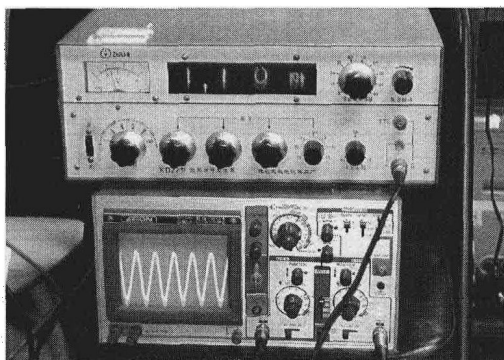
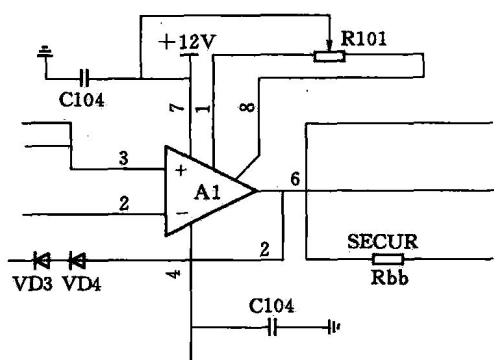


图 8 A1 的工作情况

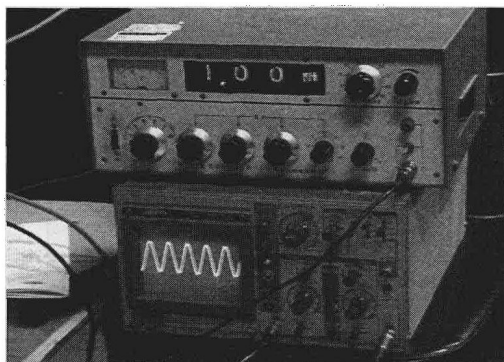
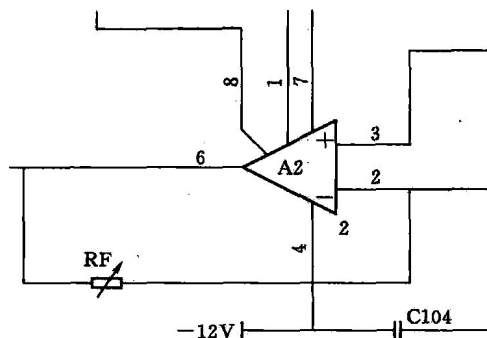


图 9 A2 的工作情况

(3) VT1 基极的电压值对应负载的电流值的测试输出。

输出电压: 5V→10V→15V→18V→21V→24V→27V→30V。

输出最大电流: 2000mA。

负载: 5Ω。

采样电阻: 1Ω。

单片机输出电压为: U (V)。

流过负载的电流为: I (mA)。

测试数据见表 2。

由以上试验数据生成曲线如图 10 所示。得到曲线方程为

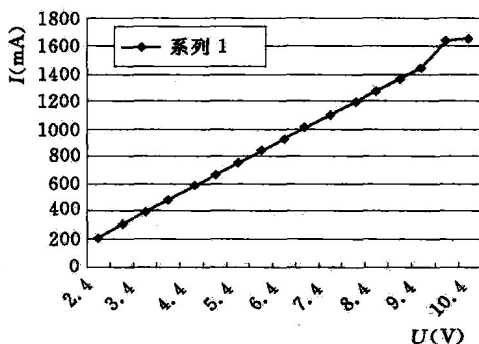


图 10 数据生成曲线

$$I = 0.17472U - 0.1957$$



由公式推知：当 $I=200\text{mA}$ 时， $U_L=2.2648\text{V}$ ；当 $I=2000\text{mA}$ 时， $U_H=12.5670\text{V}$ ，由图 10 可充分证明此输出为线性输出。

表 2 测试数据

U (V)	2.4	2.9	3.4	3.9
I (mA)	215.6	303.2	391.6	484
U (V)	4.4	4.9	5.4	5.9
I (mA)	572.6	660.4	752.8	839.6
U (V)	6.4	6.9	7.4	7.9
I (mA)	925.6	1013.6	1097.2	1182.2
U (V)	8.4	8.9	9.4	9.9
I (mA)	1268.6	1356	1444	1645.2
U (V)	10.4			
I (mA)	1656.2			

(4) 设定电流值与实测（显示）电流值的测试数据。测试数据见表 3。

表 3 测试数据

设定电流值 (mA)	216	305	393	481
实测电流值 (mA)	209.6	309	397.2	477.3
设定电流值 (mA)	584	654	764	843
实测电流值 (mA)	582.9	660.4	757.8	839.4
设定电流值 (mA)	931	1009	1089	1187
实测电流值 (mA)	925	1013	1097	1182
设定电流值 (mA)	1202	1272	1289	1349
实测电流值 (mA)	1212	1268	1294	1356
设定电流值 (mA)	1448	1552	1650	1664
实测电流值 (mA)	1441	1547	1645	1656

误差分析：由于系统采用 8 位 A/D 和 10 位 D/A 导致转换精度不高，及采样电阻和零点漂移等作用，使得设定数据与实测数据存在误差。

四、结语

本数控直流源系统的控制显示部分采用单片机 ATmega128L 开发板，拥有良好的人机交互界面，键盘设置方便快捷，LCD 显示简单明了。本数控直流源系统，系统工作稳定，线性输出良好，基本达到了设计的部分扩展要求。此外还在原电路的基础上搭接了多种保护电路。在本次比赛中由于电子仪器的限制，导致一些测试项目无法实现。

参考文献

- [1] 沈文，等. AVR 单片机 C 语言开发入门指导. 北京：清华大学出版社，2003.



- [2] 马潮. 高档 8 位单片机 ATmega128 原理与开发应用指南 (上). 北京: 北京航空航天大学出版社, 2004.
- [3] 纪宗南. 单片机外围器件实用手册——输入通道器件分册. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2005.
- [4] 王福瑞, 等. 单片微机测控系统设计大全. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2000.