

大学生 综合创新训练

——探索与实践（2015年）

郭 键 白学波◎主编

Cultivation of College Students'
Innovation Capability
——Exploration and Practice



中国财富出版社
CHINA FORTUNE PRESS

本书由北京物资学院本科生科学研究与创业行动计划项目
专项经费资助

大学生综合创新训练

——探索与实践

(2015 年)

郭 键 白学波 主编

中国财富出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

大学生综合创新训练: 探索与实践. 2015 年 / 郭健, 白学波主编. —北京: 中国财富出版社, 2015. 7

ISBN 978 - 7 - 5047 - 5785 - 2

I. ①大… II. ①郭… ②白… III. ①大学生—创造能力—能力的培养—研究报告—中国 IV. ①G640

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 157671 号

策划编辑 禹 冰

责任编辑 曹保利 禹 冰

责任印制 何崇杭

责任校对 杨小静

出版发行 中国财富出版社 (原中国物资出版社)

社 址 北京市丰台区南四环西路 188 号 5 区 20 楼 邮政编码 100070

电 话 010 - 52227568 (发行部) 010 - 52227588 转 307 (总编室)

010 - 68589540 (读者服务部) 010 - 52227588 转 305 (质检部)

网 址 <http://www.cfpress.com.cn>

经 销 新华书店

印 刷 北京京都六环印刷厂

书 号 ISBN 978 - 7 - 5047 - 5785 - 2/G · 0625

开 本 710mm × 1000mm 1/16

版 次 2015 年 7 月第 1 版

印 张 9.75

印 次 2015 年 7 月第 1 次印刷

字 数 170 千字

定 价 38.00 元

版权所有 · 侵权必究 · 印装差错 · 负责调换

序 言

为贯彻北京市委、市政府建设创新型城市的战略部署，落实“人文、绿色、科技”三大理念，满足首都城市功能定位对高素质、创新型人才的需求，2008年市教委启动了北京市大学生科学研究与创业行动计划，通过参与项目开发的方式激发大学生创新精神与创业热情，提高科学研究与创业能力，推动人才培养模式改革。

自从2008年北京市教委下达各高校开展大学生科学研究与创业行动计划项目工作以来，北京物资学院充分调动各单位、学院资源，动员广大在校学生积极参与大学生科学研究与创业行动计划项目。截至2015年，我校共评选立项大学生科学研究与创业行动计划项目1064项，近四千学生参与，70%的项目顺利结项，公开发表论文19篇，申请专利1个，积累了大量有一定价值的调研报告和结项报告，连续5年在全校范围内组织优秀项目评选及成果展和交流会。

2015年6月，学校组织大学生科学研究与创业行动计划项目优秀成果评选，经过学院推荐、校内专家评审、校外专家评审、PPT答辩等多个环节评选，共评出一等奖2项，二等奖5项，三等奖11项。

随着我校高等教育改革和创新人才培养模式改革的推进，为在全校范围内营造浓郁的科学研究与创新环境，学校以“大学生科学研究与创业行动计划项目”为载体，以组织学生参与学科竞赛、社会实践、调查活动等为抓手，将科学研究与人才培养紧密结合，形成了具有我校特色的大学生创新实践教育机制，使大学生的科研训练和创新实践贯穿于人才培养的全过程。通过实施大学生科学研究与创业行动计划项目，校园科学研究氛围日渐浓郁，越来越多的大学生积极参与科学研究活动、学科竞赛和社会调查活动。在科学研究的助力下，近三年来我校学生在国际数学建模大赛、北京大学生数学建模与计算机应用竞赛等多项学科竞赛中屡获佳绩，共获得各类市级以上奖项222项。

本书收录了 18 篇优秀项目的结项报告论文以及节选了部分项目参与学生在项目开展过程中的点滴感想，旨在展示大学生科学研究成果，交流参与科学研究经验，宣传“大学生科学研究与创业行动计划项目”在培养学生创新精神、提高实践能力中发挥的重要作用，从而激励和引导更多的学生参与科学研究和创新实践活动。在此，对参与成果评选、展示的学生和指导教师表示诚挚的谢意。

编 者：2015 年 6 月

2015 年 6 月

2015 年 6 月

2015 年 6 月

目 录

双人型舞蹈机器人动作的研究与设计	1
PLC 在车辆控制中的应用	7
不加热消解 COD 快速测定方法的研究	15
预防与控制近视的智能感测工程眼镜	24
窄足与交叉足机器人稳定性与动作速度的提升	32
基于客户时限的快递配送路线的探究	41
潮汐车道的最优设置方案研究	61
基于机器人的柔性拣选系统	69
整改易拉罐外形	75
关于新生代农民工职业发展问题的研究报告	80
地铁票价上涨对居民出行的影响	87
现状、问题及趋势：北京市废品回收行业与职业的发展	97
创新租房网站搭建的研究	105
个人投资理财调查研究及 App 软件创建	113
安平县丝网业的发展现状及对策研究	121
关于地租增长对北京市中小微型企业及个体工商户影响的研究	126
北京市快递员从业状况调查	135
浅析家庭教育对大学生未来规划的影响	142



学科类别：工

双人型舞蹈机器人动作的研究与设计

学生姓名：叶盛

指导教师：唐恒亮 讲师

摘 要：通过观看近两年中国最具影响力和权威性的机器人技术大赛——中国机器人大赛暨 RoboCup 公开赛和回忆 2012 年央视春晚的机器人表演，我们发现，机器人不仅能给我们的生活提供各种便利的服务，而且还能带给我们精彩的舞蹈表演，这深深地震撼了我们，引起了我们对舞蹈机器人极大的兴趣和热情，然而，形成一套优雅的舞蹈动作需要硬件与软件的完美结合。

关键词：机器人大赛；双人型舞蹈机器人；拟人化

一、项目背景

舞蹈机器人是类人的观赏性机器人，可以跟着音乐的节奏“翩翩起舞”，其新颖的功能和较强的观赏性使其本身有着很强的研究意义与价值。就学生和高校而言，研究舞蹈机器人的目的有两个：一个是通过学生的创新实践，将舞蹈机器人的拟人化得以推广，既可以丰富学生的课余生活，提高实践能力，也能让高校本身得到一个训练学生能力的平台。另一个是学生代表本校参加比赛，可以看到自身与其他高校学生之间的差距，如果在比赛中取得好的名次，还能为母校争光。

舞蹈机器人最初从日本兴起，现在在世界范围内都有了推广。通过观看近两年中国最具影响力和权威性的机器人技术大赛——中国机器人大赛暨 RoboCup 公开赛和回忆 2012 年央视春晚的机器人表演，我们发现，机器人不仅能给我们的生活提供各种便利的服务，而且还能带给我们精彩的舞蹈表演，这深深地震撼了我们，引起了我们对舞蹈机器人极大的兴趣和热情。我们开



始在网上搜寻各种和舞蹈机器人相关的视频和资料。在多次观看视频和对相关资料分析后，我们发现，我们完全有能力参与舞蹈机器人的比赛，这更加坚定了我们的信心。

随着现代科技的发展，机器人技术已广泛应用于人类社会生活的各个领域，而舞蹈机器人既具有人类外观特征、可爱的外貌，又兼有技术含量，极受青少年的喜爱。本课题设计了具有简单人体功能的、模拟舞蹈动作的类人型机器人，完成简单人体舞蹈的基本动作。要使机器人跳出让观众赏心悦目的舞蹈，就应该很好地编排舞蹈动作，充分利用机器人的特点来展现其动作之美。我们将力求最大限度地将机器人人类化，首先可以满足基本的观赏功能，然后是可以参加比赛，并获得名次。对于学生和高校而言，从机器人研究中得到自我能力的提升是研究该项目最大的意义。

二、技术路线及解决方案

（一）研究路线

项目采用了文献查阅、方案设计、实验研究、数据处理、平台开发、综合测试与完善、模型优化和检验调查方法，完成对历届 RoboCup 机器人大赛舞蹈机器人双人舞优秀比赛视频的观看，并且选取了部分较为简单的人类舞蹈进行对比。总结了在比赛中获得良好成绩的原因，并且形成了分析报告。同时，在对人类简单舞蹈的对比中，我们也发现了以往比赛动作的一些缺陷。通过组员间的开会讨论，总结了修改这些缺陷的基本方法，并且设计了基本的舞蹈动作。

在观看他人比赛的同时，我们也通过购买机器人及其操作平台的相关书籍学习了相关理论知识，基本熟悉了 Robonova - 2 型机器人的基本构造，也学习了该型号机器人编程平台 Robobaisc - MF 的相关操作知识。

本着先熟悉硬件，再熟悉软件的原则，我们通过对 Robonova - 2 型机器人外部构造及体态特征进行了解，测试并掌握了关于该型号机器人的硬件参数。包括规格、舵机灵活度及转向角度、单片机型号、机器人的重心位置等，为日后硬件上的改进做铺垫。同时形成一套完整的分析报告，熟悉机器人在何种情况下会产生何种状态，该状态是由何种机械原因造成的。在测试过程中，不断对分析报告上的内容进行扩充和删减，留下精华部分，为日后的查

阅工作做准备。

在完成了硬件的整体了解之后,需要进行相应的软件设计,对机器人的控制的思想是直接通过软件程序表达的。因此,软件设计是整个设计过程中最重要的部分之一,它关系到舞蹈动作的编辑、存储和执行,关系到舞蹈机器人舞姿的“优美”。从舞蹈机器人的执行过程来看,它由单片机的初始化程序,包括外部中断、定时器中断、串行中断、舞蹈动作初始化和舞蹈动作的读取、执行两大部分组成。利用遥控器与机器人之间产生通信,设定数字键“1”为舞蹈动作执行入口。

舞蹈最显著的特征是步调、节奏和动作幅度,反映在机器人上就应该控制机器人的各个关节的电机转动快慢、时间和角度。要使机器人跳出让观众赏心悦目的舞蹈,就应该很好地编排舞蹈动作,充分利用机器人的特点来展现其动作之美。因而,如何使伴舞机器人的动作快慢变化错落有致并富有节奏感是控制系统必须解决的关键问题。要设计舞蹈机器人的舞蹈动作,首先需要选择合适的曲子,然后根据曲子的节拍进行动作编排。

一整套的舞蹈动作其实是由一个个单独的分解动作构成的,所以,设计舞蹈动作就必须先设计好每个舞姿,这时就需要通过电机的滑块来实时观察关节的位置是否合适,若合适,就把这个动作数据添加到数据库模块的动作表中,接着再调试下一个动作,如此反复直到把所有的动作都编排好了,那么舞蹈动作部分也就制作好了。这时可以把动作数据表下载到单片机中,由单片机来控制各个关节,顺序执行动作表中的各个动作。同时控制音乐播放器播放舞蹈音乐,那么我们就可以直观观看到舞蹈机器人在音乐声中翩翩起舞了。要设计出一套完整的舞蹈动作,使机器人能够像舞蹈演员那样在舞台上表演是相当烦琐的过程,需要反复调试,还要对人类动作行为细致入微地观察,并能根据机械结构,把人类动作转变成对机器人关节的控制,才能获得完美的控制效果。

(二) 存在的问题及改进方法

1. 项目存在的主要问题

①机器人动作开发环境较为复杂;②舞蹈机器人的活动关节较少,相对于人类而言能完成的动作也少,要想达到人类的舞蹈效果难度极大;③相对于单人舞、双人舞要求两个机器人的动作协调一致,但是由于机器人本身的物理结构差异,很难精确协调动作。



2. 改进方法

①通过向指导老师请教和购买书籍查阅的方式尽可能熟悉开发环境，并能熟练操作；②抛弃不能完成的动作，在最大化模仿人类动作的同时舍弃不能实现的动作，将剩余动作进行组织编排；③利用开发环境，编写并修改程序来矫正不同机器人的物理差异；若是开发环境真的不能够调控机械误差，采取物理手段加以干预。

三、项目特色与创新点

目前，国内现有的双人型舞蹈机器人程序主要是对基本动作的机械组合，没有关注两个机器人在一起之后的协调性，这样就不具有很高的观赏性，也不能真正锻炼参与者的动手能力。而我们将重点在双人型舞蹈机器人的动作协调与新动作的设计上下工夫。除去对现有机械动作的消化与吸收，我们还对这些动作进行了拟人化的改良，加入到我们的双人舞蹈动作中来。但是我们把大多数的时间放在了仿照人形舞蹈的动作设计上。可以说我们的动作比较多元化。既有古典舞的优雅，又有一些比较劲爆的动作，比如街舞 breaking 的基本地板动作。当然，我们不可能将这两种舞蹈鲜明地分成两个部分来表现。这样既会有突兀的感觉，还会造成摔倒等情况。所以我们的方向是设计优雅缓慢的舞蹈。我们首先通过对现有舞蹈机器人的工作原理、动作过程进行分析比较，研究设计双人舞蹈机器人的基本舞蹈动作和基本动作的组合，并多次调试和修改机器人动作，尤其是在两个舞蹈机器人动作的协调性和动作设计与创新上下工夫，进而形成整套连贯自然而又优雅的舞蹈动作。同时，我们不仅仅只注意机器人的舞蹈动作，而且要力图模仿人类的舞蹈动作，这是一次艰难的挑战，但是我们有信心完成好，我们将力争通过在全国性的双人型舞蹈机器人比赛中取得优异的成绩。

四、应用前景评价

舞蹈机器人是近年来兴起的一种科技化的娱乐项目。我们也越来越多地在大型商场、各种宣传会的现场见到舞蹈机器人的身影。而双人舞的出现无疑可以增强观赏性。比如交谊舞、探戈舞、伦巴舞、拉丁舞等舞种均需要双

人共同完成。单人舞的局限性表明了双人舞的巨大市场需求。如果机器人的成本下降,舞蹈机器人必将可以走进人们生活娱乐的方方面面,而硬性价格的下降也是必然的。可见,广阔的市场需求与技术的发展必将引领一场机器人革命,而舞蹈机器人、双人舞蹈机器人也必将成为革命性的一员。当然,与工业机器人有区分的是舞蹈机器人更加趋向于愉悦大众,给人们带来娱乐与欣赏。

除了娱乐功能,对舞蹈机器人稍加改造便可以成为服务型的机器人。比如现在很多餐馆饭店使用机器人来服务顾客,不仅仅是人力成本的节约,更可以满足顾客的猎奇心理。很多新闻报道均已经证明,机器人的出现可以带给大家更多的愉悦体验。试想有一天,你在某家餐厅就餐,有热情周到、笑脸相迎的机器人为你送上可口的饭菜,餐厅的一角有机器人为你弹奏你最爱的音乐,舞蹈机器人变换着各种姿态来展现优美的舞姿,这都是科技带来的可实现的愿望。而我们正在为此添砖加瓦。

五、具体成果

①“哈工大杯”第十六届全国机器人锦标赛暨“博思威龙杯”第五届国际仿人机器人大赛双人舞的冠军。

②两套具体可执行的舞蹈机器人代码及与之适配的改良后舞蹈机器人。

六、总结

机器人学已经发展成为一门综合运用机械、电气、计算机、产业和制造业等多种工程学科基础知识和创造能力的举足轻重的学科。无须夸张其特殊地位,机器人学也不愧为引人入胜、前途无量的研究领域。机器人设计是对各项科学技术的综合运用。在长达一年的舞蹈机器人动作设计与优化的过程中,我深刻体会到科学技术的无穷魅力,在浩瀚的知识中遨游才感觉自己才疏学浅。这次经历也为我的学习生涯添上了浓墨重彩的一笔。

“掌握信息,实事求是,实践中创新”,这是我在这次行动计划中得到的体会。作为一名设计者,首要目的就是要清楚设计的任务是什么,有什么样的信息资料作为设计背景,是否有参照,只有充分掌握这些信息,才能有的



放矢，达到设计目的。我想这也是创新，不拘泥。

在舞蹈机器人动作设计的过程中，几乎所有的东西都从头来过，从方案论证到具体实施，经验是我们本科生最稀缺的资源。有些设计降低了理论高度，采取简单易行的方案，量体裁衣来实现任务。很多现实的问题也阻碍了设计难度的提高。比如双人舞蹈机器人的协调性问题一直是困扰我们的一个大问题，虽然我们没有完全克服这个问题，但却尝试了各类方法，最终以一套相对协调的动作获得了认可。我们最终能在 2014 年 7 月在哈尔滨工业大学取得“哈工大杯”第十六届全国机器人锦标赛暨“博思威龙杯”第五届国际仿人机器人大赛双人舞的冠军正是对我们一年付出的最好褒奖。由于是零基础设计，所以，我在设计的过程中考虑最多的是实际制造的问题，因此，在设计理念上受到了诸多的限制。同时自身的知识和经验储备不足，无法将自己的设计理念完全体现在实物上。本次设计过程使我们懂得了作为一名设计者如何去做设计，如何来实现设计要求。

参考文献

[1] BRUNO SICILIANO, OUSSAMA KHATIB. 国际机械工程先进技术译丛：机器人手册 [M]. 北京：机械工业出版社，2013.

[2] 刘金琨. 机器人控制系统的设计与 MATLAB 仿真 [M]. 北京：清华大学出版社，2008.

[3] GORDON MCCOMB. 小型智能机器人制作全攻略 [M]. 4 版. 北京：人民邮电出版社，2013.

[4] 张建伟，张立伟，胡颖，等. 开源机器人操作系统：ROS [M]. 北京：科学出版社，2012.

学科类别：工

PLC 在车辆控制中的应用

学生姓名：蒋天正

指导教师：唐恒亮 讲师

摘 要：本项目深入研究了 PLC 在车辆控制上的应用，设计了人机交互界面并搭建了实验平台。采用画面中点击或键入目的地坐标的方式，通过计算规划行车路线，完成对屏幕画面中小车的控制。通过蓝牙通信技术将系统生成的路线指令下达至 PLC，控制实体车完成直行、转弯、避障等动作，使其运动趋势与画面同步。通过简单模块拓展可实现物流 AGV、无人探测等车辆功能。

关键词：PLC；WinCC 监控软件；Step7 编程软件；智能车

一、项目背景

自第一台工业机器人诞生以来，机器人的应用已经遍及机械、电子、冶金、交通、宇航、国防等领域。近年来机器人的智能水平不断提高，并且迅速改变着人们的生活方式。

PLC 是微电子技术、自动控制技术和通信技术相结合的一种新型的、通用的自动控制装置。由于它具有功能强、可靠性高、使用灵活方便、易编程及适合工业环境下应用等一系列优点，既可用于老设备的技术改造，也可用于新产品的开发。近年来，世界各国在智能车辆控制领域进行了很多研究。我国也开展了很多研究以满足不同的需要，而基于 PLC 平台的研究和开发几乎没有。开发基于 PLC 平台稳定的新型智能车系统是创新之举，也是物联网发展应用的一个方向。



二、设计方案

本系统采用西门子 PLC300 可编程控制器作为控制系统的下位机，装有 WinCC 监控软件和 Step7 编程控制软件的笔记本电脑作为控制系统中的上位机。运用 WinCC 监控软件进行人机交互界面的设计。采用各类传感器采集信息，通过蓝牙无线通信技术双向传输数据，控制实体车完成直行、转弯、避障等动作，使其运动趋势与画面同步。目标是以点击或键入目的地坐标的方式，自动规划行车路线，完成对小车的控制。

系统整体控制方式更能贴近实际应用的控制方式，而且具有很强的拓展性，可通过 GPS、RFID 等模块获取位置信息，也可加入磁导装置规划行驶路线，适用于物流行业中库房的自动化管理。也可以通过外置成像设备获得实时影像，通过蓝牙、WiFi 等无线通信技术传输数据，控制该车实现温度、湿度、光度等信息的数据采集功能，完成人工无法完成的探测工作。

三、研究方法

（一）上位机程序

WinCC 支持 VB 语言脚本和 C 语言脚本。本系统程序采用 C 语言编写。程序最终要达到的效果是通过鼠标控制计算机屏幕上的模拟小车，生成模拟动画。通过无线通信技术控制实物智能小车的行走、转弯、避障等动作。

（1）计算物体移动分速度 V_x 、 V_y ，并赋值给相应变量，使物体按照规定速度向目的地移动（见图 1）。

（2）变量计算、赋值。

goto zuobian;（若逆时针旋转避障路程比较近，则程序跳转至逆时针旋转部分）

```
t = GetTagWord ( "xuanzhuanjiaodu1" );
```

```
q = ( ( atan ( o ) * 180/3.1415926 ) + 90 ) - ( t );
```

```
q2 = ( ( atan ( o ) * 180/3.1415926 ) + 90 );
```

```
SetTagWord ( "xuanzhuanjiaodu2", q2 );
```

```
if ( q > 0 && q < 179 )
```

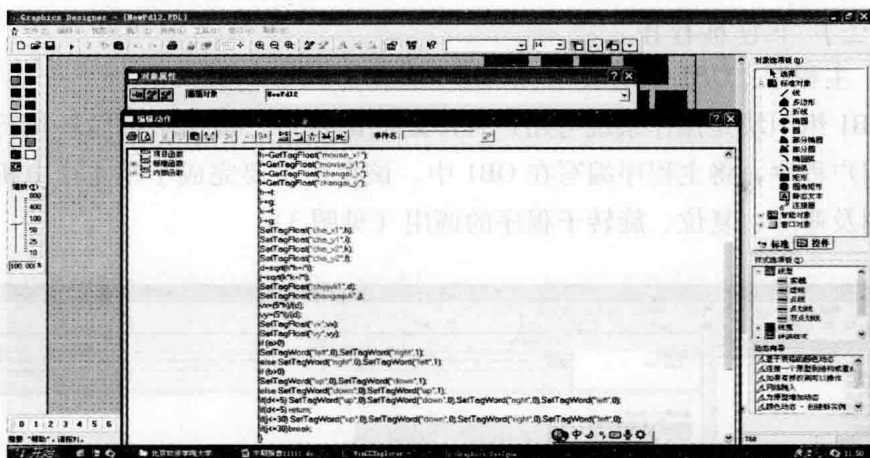



图1 计算物体移动分速度界面

$q = w_1 * q$, ($w_1 - w_3$ 作为可手动改变赋值的系数, 以适应不同场地的需求, 减小误差)

SetTagWord (“xuanzhuanjiaodu”, q),

SetTagWord (“disixiangxian”, 1),

$q_1 = ((\text{atan}(o) * 180/3.1415926) + 90)$, (计算夹角值 q 并赋值外部变量控制小车)

(3) 人机交互界面设计 (见图2)。

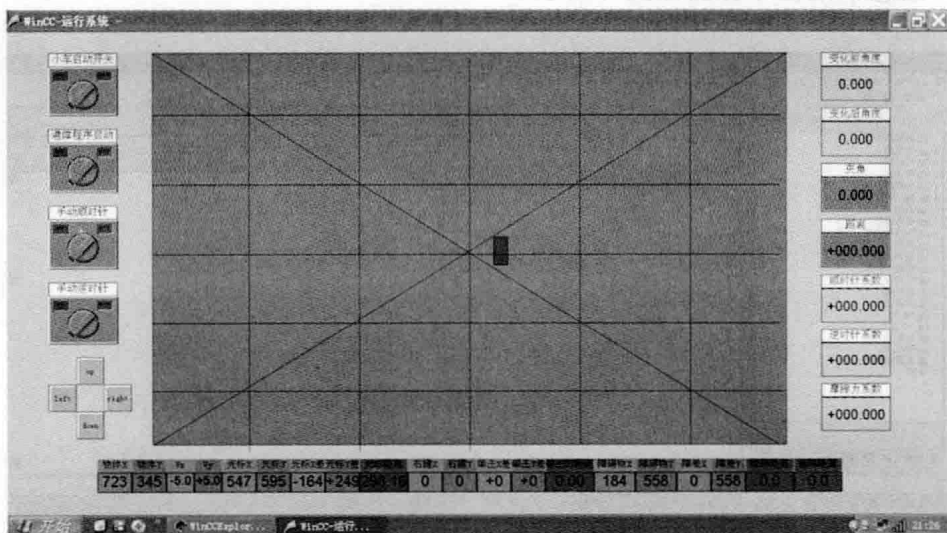


图2 人机交互界面

（二）下位机程序

1. 主程序：OB1 组织块

OB1 组织块是操作系统与用户程序之间的接口，操作系统循环执行 OB1 中的用户程序，将主程序编写在 OB1 中。该程序主要完成小车 4 个电机的逻辑控制及避障、复位、旋转子程序的调用（见图 3）。

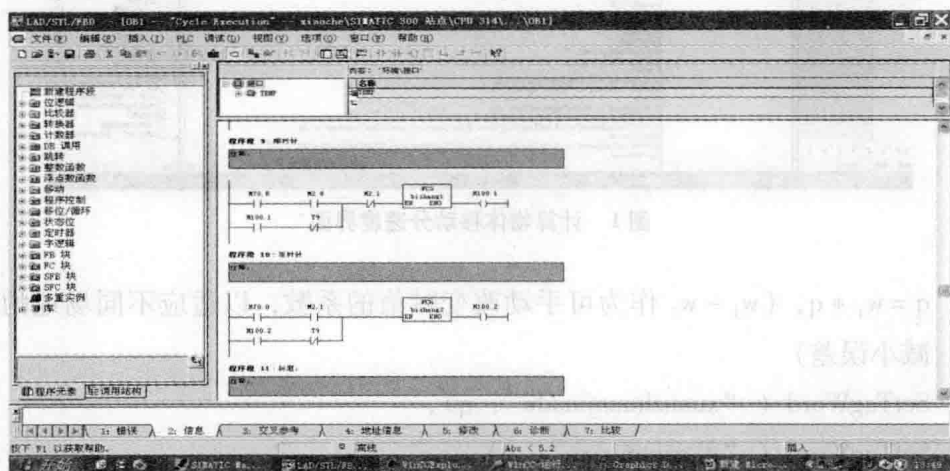


图 3 主程序：OB1 组织块界面

2. 信息采集程序：红外传感器信号、光电测速传感器信号
信息采集程序界面如图 4 所示。

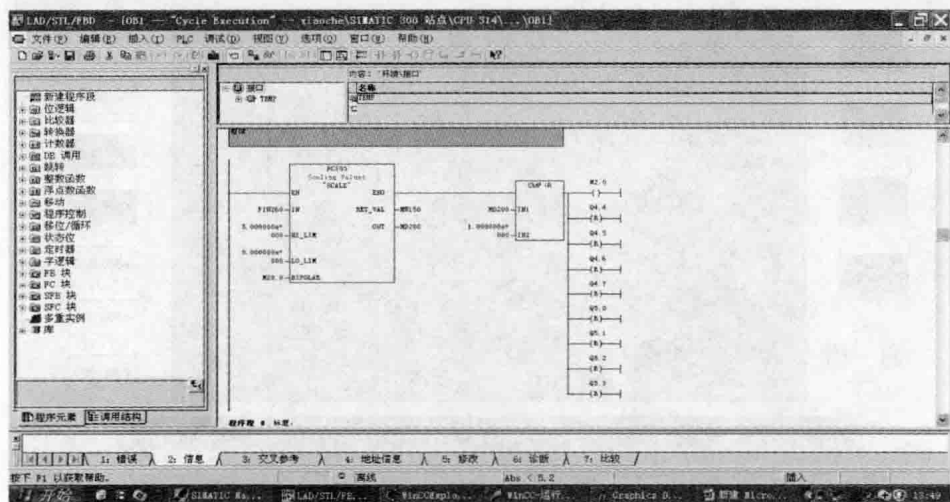


图 4 信息采集程序界面



(三) 下位机硬件

下位机主要由小车底盘总成、PLC 模块组、继电器组、红外测距传感器、测速传感器、可充电锂电池组、降压模块、开关组和通信模块组成。

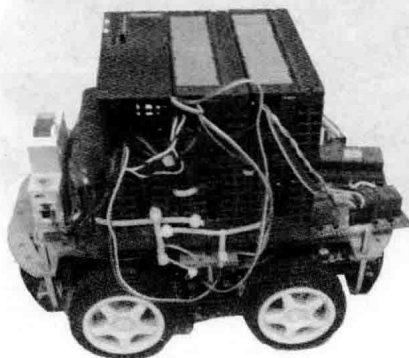


图 5 下位机

1. 电机驱动模块

电机驱动模块由两个大功率驱动芯片 L293D 和 L1117 构成 (其中, L293D 为主芯片, L1117 为稳压芯片), 可为 (双) H 桥路的 4 个 IN 输入端和 PWM 波形输出模块的 EN 输入端, 提供稳定的 5V 电压。

调试平台如图 7 所示。

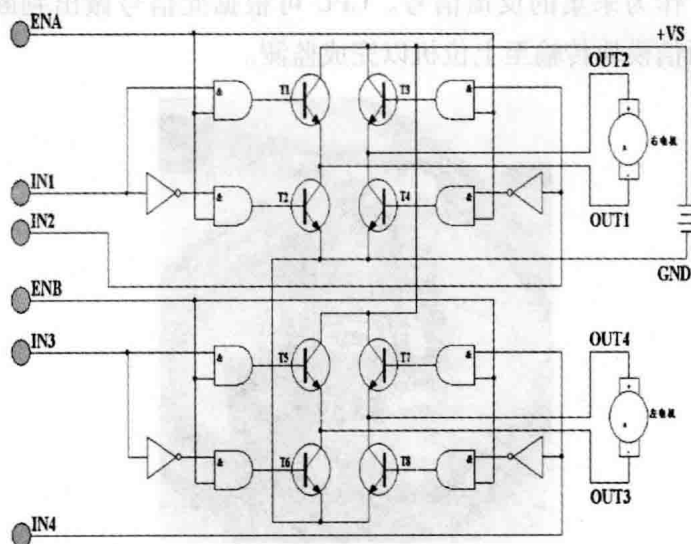


图 6 H 桥电路