

全国大学生 光电设计竞赛

赛题及作品解析

(2008-2012)



全国大学生光电设计竞赛竞赛委员会秘书处 组编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

全国大学生光电设计竞赛 赛题及作品解析 (2008—2012)

全国大学生光电设计竞赛竞赛委员会秘书处 组编

王晓萍 付跃刚 白廷柱 吕玮阁 刘 旭 刘向东 刘安玲
冯 莹 吴兴坤 金伟其 郑晓东 荣耀光 胡正良 闻春敖
秦永左 徐熙平 魏立安 等编



机 械 工 业 出 版 社

本书包括3部分内容：第1部分为第一届至第三届大学生光电设计竞赛的正式赛题及相关信息；第2部分为国内著名高校的专家对各赛题的详尽解析；第3部分为从各参赛队中挑选的优秀设计方案以及专家对这些方案的点评及改进建议。

结合竞赛的参赛实践，该书详细介绍了一些获奖作品的成功经验、技术方案及参赛技巧。适合高校各专业参加光电设计竞赛活动的学生、指导教师以及相关企业的技术人员等阅读参考。

图书在版编目（CIP）数据

全国大学生光电设计竞赛赛题及作品解析：2008～2012/全国大学生光电设计竞赛竞赛委员会秘书处组编. —北京：机械工业出版社，2014.7
ISBN 978-7-111-47426-5

I. ①全… II. ①全… III. ①光电技术-作品 IV. ①TN2

中国版本图书馆CIP数据核字（2014）第155921号

机械工业出版社（北京市百万庄大街22号 邮政编码100037）

策划编辑：吉玲 责任编辑：吉玲 王康

封面设计：张静 责任印制：刘岚

责任校对：李锦莉

北京京丰印刷厂印刷

2014年8月第1版·第1次印刷

184mm×260mm·13印张·6插页·320千字

标准书号：ISBN 978-7-111-47426-5

定价：42.00元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

电话服务

社服务中心：(010) 88361066

销售一部：(010) 68326294

销售二部：(010) 88379649

读者购书热线：(010) 88379203

网络服务

教材网：<http://www.cmpedu.com>

机工官网：<http://www.cmpbook.com>

机工官博：<http://weibo.com/cmp1952>

封面无防伪标均为盗版



电子管探测器及光源

滨松电子管事业部

使用滨松集团11200支20英寸光电倍增管的中微子探测实验装置，东京大学小柴昌俊教授凭借该装置发现宇宙中微子，并获得2002年诺贝尔物理学奖。

产品简介



光电倍增管



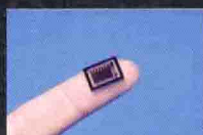
光电倍增管模块



光源



微焦点射线源



微型光电倍增管



激光隐形切割



X线闪烁体



光半导体探测器

滨松固体事业部

彼得·W·希格斯(Peter W. Higgs)教授 和弗朗索瓦·恩格勒(François Englert)教授对希格斯玻色子的预测由欧洲核子中心大型强子对撞机的 ATLAS 以及 CMS 实验所证实。两位从而获得2013年诺贝尔物理学奖。

令滨松员工自豪的是,公司的探测器在这些伟大实验中扮演了一个重要角色。图为滨松公司的硅条探测器。

产品简介



光电二极管



光IC



MPPCs



APD



微型光谱仪



图像传感器



平板探测器



LED



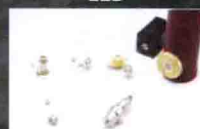
可见光探测器



位置探测器



光通讯器件



红外探测器

滨松光子学商贸(中国)有限公司
北京市朝阳区东三环北路27号嘉格中心8座1201室#100020
电话: 010-65866006-629 传真: 010-65862866
<http://www.hamamatsu.com.cn>

滨松光子学商贸(中国)有限公司上海分公司
上海市静安区南京西路1717号会德丰广场4905室#200040
电话: 021-60897018-0 传真: 021-60897017
<http://www.hamamatsu.com.cn>

HAMAMATSU
PHOTON IS OUR BUSINESS

此为试读, 需要完整PDF请访问: www.ertongbook.com



图像及光学测量系统

滨松系统事业部

滨松公司的数字病理切片系统通过扫描可以将病理上使用的玻璃切片转换为高达19亿像素的高分辨率数字图像。数字化之后的病理切片图像，可以通过简单的鼠标操作，把从切片标本全图到其中的任意部位，任意放大，详细观察。图为老鼠的肝脏数字切片。

产品简介



数字病理切片扫描装置



高通量药物筛选装置



条纹相机



红外荧光定位观察相机



CCD相机



绝对量子产率测试系统



荧光寿命测试系统



激光及相关科技研发

滨松激光小组

滨松公司对大功率半导体激光器的研发有着持续的热情。我们同时有一个愿景，能够用大功率激光器进行核聚变发电，这样能够为人类带来无尽的清洁能源。



滨松激光核聚变愿景图

产品简介



高密度飞秒激光器



高功率半导体激光器



高功率激光二极管模块



直接二极管激光器



量子级联激光器



光子是我们的事业

滨松公司愿景



1926年，高柳先生第一次成功地在电视机屏幕上显示一个日本字符，80年后。光电子技术的这项进步是如此卓越，以至于这一历史阶段被称为“光的世纪”。



滨松光子学商贸（中国）有限公司
北京市朝阳区东三环北路27号嘉铭中心8座1201室#100020
电话：010-65866006-629 传真：010-65862866
<http://www.hamamatsu.com.cn>

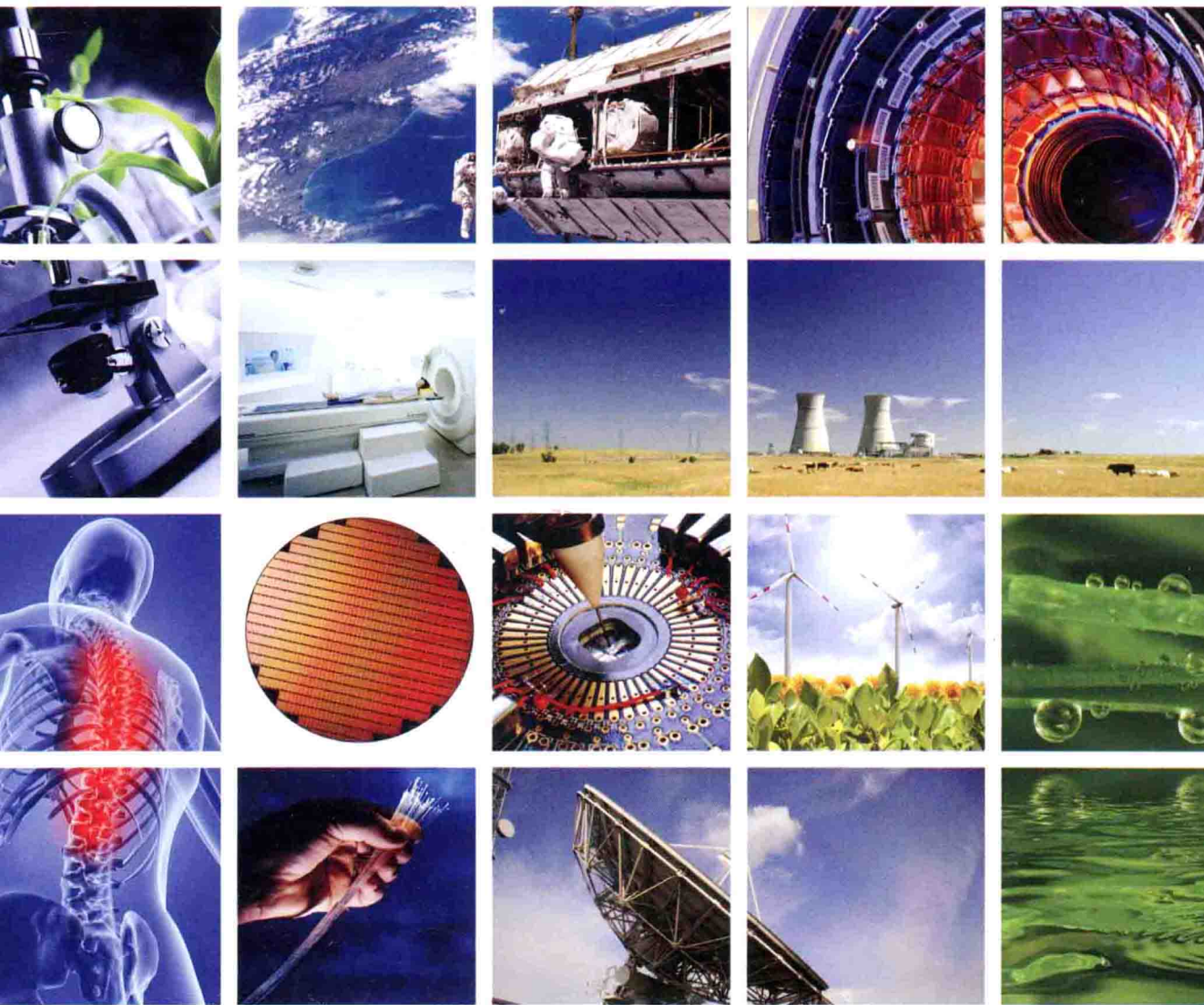
滨松光子学商贸（中国）有限公司上海分公司
上海市静安区南京西路1717号会德丰广场4905室#200040
电话：021-60897018-0 传真：021-60897017
<http://www.hamamatsu.com.cn>

HAMAMATSU
PHOTON IS OUR BUSINESS



广泛的产品应用

滨松应用举例



空间探测/高能物理/生命科学/生物/核医学/新材料/新能源/环境监测/光通讯/工业测量/现代农业

滨松光子学商贸(中国)有限公司
北京市朝阳区东三环北路27号嘉铭中心8座1201室#100020
电话: 010-65866006-629 传真: 010-65862866
<http://www.hamamatsu.com.cn>

滨松光子学商贸(中国)有限公司上海分公司
上海市静安区南京西路1717号会德丰广场4905室#200040
电话: 021-60897018-0 传真: 021-60897017
<http://www.hamamatsu.com.cn>

HAMAMATSU
PHOTON IS OUR BUSINESS

前 言

光电技术在现代社会中的作用越来越大,人们的日常生活、现代化工业与农业、现代国防等方方面面,无处不活跃着光电技术的重要产品及应用。从构成互联网基础的光通信设施到光纤入户的宽带光网络;从娱乐生活的电影到 LED 或 OLED 电视、投影显示;从专业相机到卡片机、手机摄影模组;从绿色能源的太阳电池到固态照明的智能 LED,无处不在的光电技术与应用极大地改变了人们的日常生活。正是在这样的背景之下,六年前我们发起并举办了全国大学生光电设计竞赛。

全国大学生光电设计竞赛旨在加强大学生创新精神、实践能力和团队精神的培养,通过综合光、机、电、算一体化系统设计与开发能力的实训与交流,构筑全国光学工程学科和光电信息科学与工程专业大学生之间交流学习的桥梁,推动高等教育人才培养模式和实践教学改革,激发大学生对光电科技的热情,不断提高人才培养质量。

光电设计竞赛面向高等院校在校全日制本科生、留学生及研究生。鼓励学生跨校、跨专业、跨学科组合参赛,每支参赛队由 3 名学生组成,其中至少包括 2 名本科生,每个学生只能参加一支参赛队。前三届竞赛分为理论方案设计和实物(模型)制作两个阶段。理论方案设计完成后,竞赛委员会组织评委对参赛队提交的理论方案设计进行评审、答辩。外地学生可通过网络参与答辩。对于评选出的优秀理论设计方案,由竞赛组织委员会提供竞赛实物模型制作资助;不参加理论方案评审的参赛者不享受模型制作资助,可直接参加实物竞赛。竞赛结束后,获资助制作的模型将由主办方收藏和保管。

全国大学生光电设计竞赛迄今已经成功举办了三届,分别围绕“光与能源”、“光与生活”和“光与信息”三个主题进行。三届竞赛均由中国光学学会主办。第一届竞赛由浙江大学光电信息工程学系和中国计量学院光学与电子科技学院承办,以“光与能源”为主题,于 2009 年 5 月 29 日、30 日在杭州举行,共有来自全国各地 16 所高校的 41 支队伍参加实物竞赛,10 支参赛队伍分别获一、二、三等奖。第二届竞赛由长春理工大学和中国光学科学技术馆筹建办承办,以“光与生活”为主题,于 2010 年 8 月 6 日~9 日在长春举行,共有来自全国 37 所高校的 114 支队伍参加实物竞赛,共有 14 支参赛队获一、二、三等奖,20 支队伍获优胜奖。第三届竞赛由福建师范大学承办,以“光与信息”为主题,于 2012 年 8 月 10 日~12 日在福州举行,共有来自全国 57 所高校的 155 支队伍参加实物竞赛。共有 42 支参赛队获一、二、三等奖,34 支队伍获优秀奖。另还设立“最亮风格奖”3 名,“最优展示奖”6 名,共 11 所高校荣获“单位优秀组织奖”。三届大赛的成功举办对于提高大学生科研能力和创新实践能力具有积极的推动作用。

这三届竞赛充分体现了光电技术与社会的密切关系,通过竞赛加深了学生们对专业知识理解与应用实践。通过学科竞赛促进大学生专业知识的融会贯通,激发他们的创作热情,提高综合实践能力。同时,竞赛也锻炼了同学们面对困难与挑战,沉着冷静、发挥团队的协同作用,争取最后胜利的意志。

从结构上,本书分为三大部分。第一部分主要是回顾 2009 年以来三届大学生光电设计

竞赛,包括竞赛题目、评分标准、获奖队伍等竞赛内容。第二部分是邀请几位资深教师对光电竞赛的题目进行分析,从光学设计、电路系统设计、机构设计等几个方面,对完成竞赛的要点与基本步骤进行详细论述,使读者了解参与一次光电竞赛的大致步骤,需要的主要知识点及如何寻找知识内容等,便于同学们从一开始就准确把握竞赛内容。第三部分是通过竞赛实例来进一步说明光电竞赛是如何一步一步向前推进实施的。

应该说前面三届全国光电大赛已经取得圆满成功,不仅吸引了全国高校光电类或近光电类专业同学的极大兴趣与积极参与。在竞赛的题目设计上也形成了自己独特的风格。当然,随着今后光电技术的发展,光电竞赛的内容将进一步丰富、形式也将更为多样,更贴近社会与百姓的生活,更贴近光电知识的综合应用。本书就是为了鼓励更多的同学参与到光电竞赛中来而组织编撰的,希望能为将要参赛的同学们提供参考。另外,本书也可用作光电类专业本科或研究生的专业知识参考书,为大家顺利开展光电类课题的研发提供步骤与思路的参考。

应该指出的是,这是我们第一次编撰这样的学科竞赛书籍,由于经验不足,难免存在不少缺点,敬请大家批评指正。

刘 旭

中国光学学会副理事长

全国大学生光电竞赛竞赛委员会副主任

2014年6月于杭州

欧姆龙集团

创立于1933年的欧姆龙集团是全球知名的自动化控制及电子设备制造商，掌握着世界领先的传感与控制核心技术。通过不断创造新的社会需求，欧姆龙集团已经在全球拥有超过36000名员工，营业额达6505亿日元。产品涉及工业自动化控制系统、电子元器件、汽车电子、社会系统、健康医疗设备等广泛领域，品种多达数十万种。



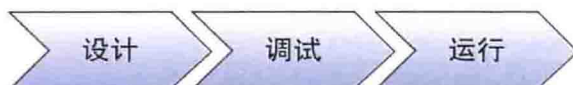
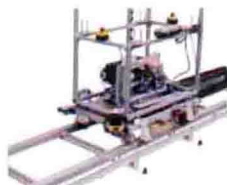
自20世纪70年代初期进入中国，欧姆龙一直与中国制造业同步共进，构筑了集研发、设计、生产、销售和服务于一体的全方位经营管理体系，为构筑“安心”、“安全”、“环保”、“健康”的本地社会做出贡献。

欧姆龙自动化(中国)有限公司作为欧姆龙全球事业的一部分，一直引领工业自动化产品和应用的先进技术的发展。

作为工业生产现场设备的主要供应商，欧姆龙自动化(中国)有限公司始终坚持贯彻“企业是为社会做贡献”的这一基本理念，为制造业的发展，不断扩展各种产品和服务，与众多合作伙伴携手共进。



欧姆龙于2011年成立了自动化中心。通过大量各具专长的系统工程师(SE)，为从设备的企划、设计到调试、运用的各个阶段提供全面支持，满足不同顾客的多样化需求。



欧姆龙将充分利用其长期以来积累的“传感&控制”核心技术以及在生产现场解决问题的经验，全力服务于今后的“Made in CHINA”，朝着中国客户寄予厚望的一流控制设备制造商的方向不断努力。

欧姆龙活跃于多个领域 推动客户的自动化系统进步发展

从要求高精度控制的汽车、FPD生产设备，到成型机械、印刷机械，以及支撑着人们生活的社会基础设施，欧姆龙的最新技术活跃在各种生产现场，为客户提供了大量最佳解决方案。

机械

纺织机械、包装机械、机床等今后将迅速迈向高速化、高精度化的发展进程，欧姆龙以先进的控制技术和卓越成就，推动着世界制造业的革新。



FA现场

长期以来，欧姆龙作为业界的先驱，依靠来源于生产现场的领先优势，不断提高FA现场的效率 and 生产能力，积极响应“品质”、“安全”、“环境”等市场需求，为客户强化竞争力贡献力量。



社会基础设施·能源设备

欧姆龙将自身的核心竞争力——传感&控制技术，应用于高速公路、隧道等社会基础设施以及风力发电、太阳能发电等能源设备，为各种问题的解决提供最佳方案和最细致的服务。



SYSMAC 是什么?
是将自动化所必需的从输入设备到输出设备看作1个控制器来处理，有机融合全世界的SE、客户、最尖端伙伴企业的最新技术、高级算法，可持续成长的全新自动化平台。

One Machine Control
运动控制、PLC、视觉传感器的整合

One Connection
将所有设备连成一体

One Software
让设备控制设计更具创造性

EtherCAT
用于运动控制的开放式网络

EtherNet/IP
信息通信用开放式网络

System Studio

PLCopen motion control
IEC61131-3

光电设计竞赛中欧姆龙产品的应用



第三届全国大学生光电设计竞赛学生作品

E6A2-C系列 旋转编码器



外形尺寸: $\phi 25\text{mm}$
电源电压: DC5V~24V
主要特点:
①小型增量型, 外径25mm
②最大分辨率500P/R

E3Z系列 光电传感器



外形尺寸: $25.4\text{mm} \times 20\text{mm} \times 10.8\text{mm}$
电源电压: DC(12~24)($1 \pm 10\%$)V
主要特点:
①放大器内置型的检测距离达到行业顶级水平, 扩散反射型最远检测距离为1m
②提高了同轴与机械轴的一致性, 偏差控制在 $\pm 2.5^\circ$
③配备输出反接保护功能, 即使接线出错, 也能保护传感器
④完全符合欧洲RoHS指令, 未采用有毒有害物质

E3FA系列 光电传感器



外形尺寸: $\phi 16.6\text{mm}$
电源电压: DC(10~30)($1 \pm 10\%$)V
主要特点:
①安装简便, 外形小巧
②可见LED指示灯, 易于对工作状态进行检查
③可见LED光, 易于光轴对齐
④严密的屏蔽带来了较高的电磁抗干扰性

E2B系列 接近传感器



外形尺寸: $\phi 6.6\text{mm} \sim \phi 27.8\text{mm}$
电源电压: DC(10~30)($1 \pm 10\%$)V
主要特点:
①树立新标准的经济型接近传感器, 质量可靠而且价格合理
②品类齐全, 本系列的型号多达372种以上
③性能可靠, 360° 可视, 可任意角度安装

E3X系列 光纤传感器



外形尺寸: $104.75\text{mm} \times 33.45\text{mm} \times 10\text{mm}$
电源电压: DC(12~24)($1 \pm 10\%$)V
主要特点:
①一个按钮即可进行最佳设定, 配备“Smart Tuning”功能
②通过采用4元素LED+APC(Auto Power Control)回路, 实现长期稳定检测。
③最高级压倒性功率下也可稳定检测低反射检测物体和大型检测物体

欧姆龙自动化(中国)有限公司官网

<http://www.fa.omron.com.cn>

免费服务热线: 400-820-4535

欧姆龙教育合作部门联系方式:

联系电话: 010-57395399

E-mail: yzhou3@gc.omron.com

目 录

前言

2008 年第一届光电设计竞赛任务书	1
竞赛主题：光与能源	1
2008 年竞赛题目 A：太阳能动力赛车	1
2008 年竞赛题目 B：太阳能驱动的电光源	2
2010 年第二届光电设计竞赛任务书	4
竞赛主题：光与生活	4
2010 年竞赛题目 A：基于太阳能的光电导航搬运车	4
2010 年竞赛题目 B：光电智能导盲器	5
2012 年第三届光电设计竞赛任务书	7
竞赛主题：光与信息	7
2012 年竞赛题目 A：基于光电导航的无人驾驶智能车	7
2012 年竞赛题目 B：激光反射法音频声源定位与语音内容解析	8

I 篇 赛题解析	11
-----------------------	----

第 0 章 光电系统设计概述	11
0.1 光电系统组成与分类	11
0.2 光电设计竞赛的步骤	12
0.2.1 审题	12
0.2.2 理论方案设计与论证	12
0.2.3 实物制作与组装调测	13
0.2.4 实物竞赛和答辩	13
0.2.5 竞赛总结报告	13
0.3 光学系统的设计	14
0.3.1 光学系统的设计过程	14
0.3.2 光学设计常用仿真软件	15
0.4 电子系统的设计	16
0.4.1 模拟电路设计	17
0.4.2 数字电路设计	18
0.4.3 单片机系统设计	18
0.4.4 系统可靠性设计	20
0.4.5 仿真设计与调试	25
0.5 结构/机械系统设计	26
0.5.1 明确机械系统的技术性能要求和设计约束	26
0.5.2 机械系统的结构方案设计	27
0.5.3 机械零部件设计	27
0.5.4 最终设计	27

参考文献	28
第1章 2008年A题: 太阳能动力赛车	29
1.1 题目分析与总体设计	29
1.1.1 题目分析	29
1.1.2 总体设计	30
1.1.3 设计要点	30
1.2 太阳能动力系统设计	31
1.2.1 太阳电池的种类与特点	31
1.2.2 太阳电池的选择及使用	32
1.2.3 能效计算与能量分配	33
1.2.4 作为可选项的聚光系统设计	33
1.3 赛车控制系统设计	34
1.3.1 电源管理模块	34
1.3.2 电动机选择与驱动方式	34
1.3.3 光电导航方式	36
1.3.4 单片机控制电路	37
1.4 赛车车体结构设计	38
1.4.1 赛车车型设计	38
1.4.2 赛车重心位置的确定及调整	38
1.5 实物制作与组装测试	38
1.5.1 材料与器件	38
1.5.2 组装与测试方案	39
1.5.3 电动机齿轮传动的调整	39
第2章 2008年B题: 太阳能驱动的电光源	40
2.1 题目分析	40
2.2 方案探讨	40
2.3 太阳能聚光系统设计	41
2.3.1 聚光器的选择及使用	42
2.3.2 追光系统的设计	43
2.4 光电转换系统设计	45
2.4.1 太阳电池的选择及使用	45
2.4.2 最大功率追踪	45
2.4.3 散热系统设计	46
2.4.4 其他效率提高措施	46
2.5 电光转换系统设计	46
2.5.1 选择合适的电光源	46
2.5.2 电光源的驱动电路	47
2.5.3 提高电光转换效率的方法	48
2.5.4 控制系统硬件设计	49
2.6 测量系统	50
参考文献	50
第3章 2010年A题: 基于太阳能的光电导航搬运车	51

3.1 题目分析	51
3.1.1 知识背景	51
3.1.2 技术重点与难点	51
3.2 总体设计方案	52
3.3 能源系统	52
3.3.1 提高输出功率的方法	52
3.3.2 对阴天情况的适应性	53
3.4 控制系统	54
3.5 避障与导航系统	54
3.5.1 导航方式	54
3.5.2 导航方案举例	55
3.6 机械系统	57
3.6.1 小车驱动方式	57
3.6.2 驱动电动机选择	59
3.7 实物测试	60
第4章 2010年B题：光电智能导盲器	61
4.1 题目分析	61
4.1.1 知识背景	61
4.1.2 技术难点	62
4.2 总体设计方案	62
4.3 障碍物探测系统	62
4.3.1 红外测距	63
4.3.2 图像探测识别	63
4.3.3 激光雷达测距	65
4.4 赛道及障碍物特性分析	65
4.5 人机交互方式的设定	66
4.6 主控模块：智能仪器的大脑	67
4.7 实物测试	67
4.8 小结	68
第5章 2012年A题：基于光电导航的无人驾驶智能车	69
5.1 题目分析	69
5.1.1 背景知识	69
5.1.2 技术难点	69
5.2 总体设计方案	69
5.3 控制系统	70
5.4 导航系统	71
5.4.1 探测器	71
5.4.2 直行导航	72
5.4.3 转弯导航	73
5.4.4 入库导航	74
5.4.5 导航方案举例	75
5.5 机械系统	77
5.5.1 智能车驱动方式	77