

寄语2009

第11届中国国际光电博览会（CIOE2009）9月6日在深圳会展中心隆重开幕。11年来始终关心、支持光博会成长的CIOE创始人、中国光学界老前辈王大珩院士、母国光院士及共和国贺龙元帅之女、贺龙体育基金会贺晓明主席等因故不能亲临展会现场，但都向展会组委会发来贺信贺电，勉励光博会在新的十年里更快更好地成长。

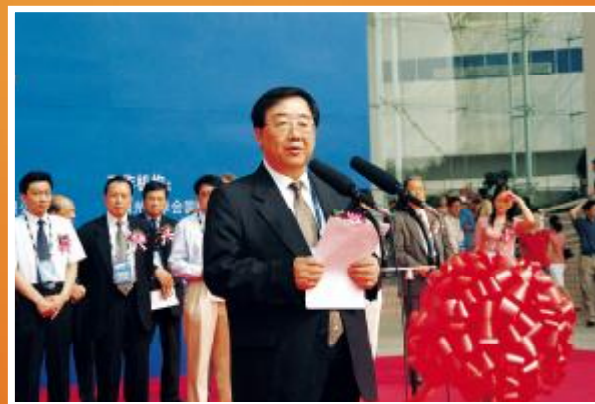


中国国际光电博览会（CIOE）主席团终身名誉主席、中国光学泰斗、中国科学院、中国工程院两院王大珩院士8月31日向CIOE组委会发来贺电说：“欣闻第十一届光博会即将开幕，心中十分高兴，光博会成功走过11年，十分不容易，可喜可贺，在此预祝第十一届光博会圆满成功。”

图为：2000年3月，王大珩院士为光博会题词，勉励光博会发展。

CIOE主席团名誉主席、中国科学院院士、原中国光学学会理事长、天津南开大学校长母国光教授在8月30日致电光博会组委会。母老在电文中说：“由于天气炎热，身体欠佳，本届光博会不能来参加了，请予原谅。祝光博会圆满成功。”

图为：2002年9月6日，母国光院士在第四届中国国际光电博览会开幕式上致辞。



共和国贺龙元帅之女、贺龙体育基金会主席、CIOE主席团顾问贺晓明女士在9月4日给CIOE主席团发来贺电。她说：“本来随共和国将军后代合唱团来深圳演出，并参加第十一届光博会，由于特殊情况和9月6日要参加国家体育总局举办的‘中国最具影响力的新中国体育人物颁奖大会’，故不能参加今年的光博会了，现特向主席团请假，在此预祝第十一届CIOE举办成功，期望CIOE从前十年的成功辉煌走向后十年的再辉煌。”

图为：2004年第六届光博会开幕式前，贺晓明主席（中）与科技部曹健林副部长（右）、CIOE主席团名誉主席栗继红教授在贵宾厅合影



嘉宾活动

1



1、出席第11届中国国际光电博览会（CIOE2009）的嘉宾在贵宾厅合影。（左起：CIOE执行副主席兼秘书长杨宪承，中国科学院院士、中国光学学会理事长周炳琨，科技部副部长、CIOE主席团主席曹健林，深圳市委常委、副市长陈应春，CIOE主席团名誉主席栗继红）

2、科技部副部长、CIOE主席团主席曹健林（左）与CIOE主席团名誉主席栗继红在贵宾厅亲切交谈

3、深圳市委常委、副市长陈应春（左）、CIOE主席团名誉主席栗继红（中）与飞康技术（深圳）有限公司CEO黄章勇在贵宾厅亲切交谈

4、科技部副部长、CIOE主席团主席曹健林（左）与科技部高新技术发展及产业化司副司长戴国强在贵宾厅亲切交谈

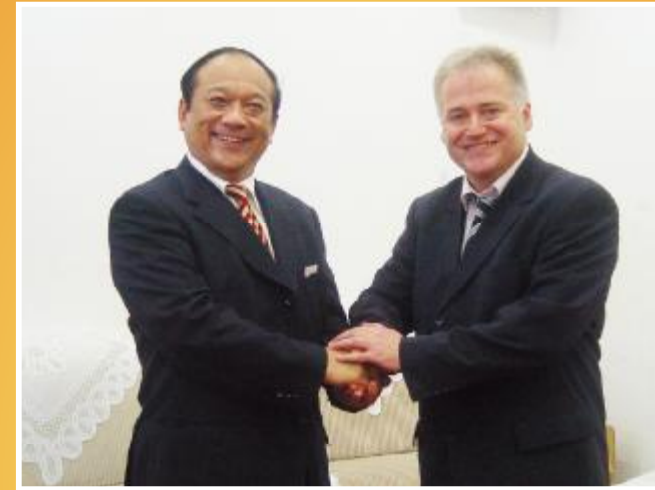


2

4



3



5



7



6

5、CIOE执行副主席兼秘书长杨宪承与伯明翰阿斯顿科技园业务发展经理Gleen Barrowman（上图）和英国贸易投资总署行业主管 Vince Chinye（下图）交谈后合影

6、出席CIOE2009的嘉宾——中国科学院光电研究院院长相里斌、中国光学学会秘书长倪国强以及中国科学院姚建铨院士、牛憨笨院士、刘颂豪院士等在贵宾厅合影

7、科技部国家科学技术奖励工作办公室主任陈传宏（左）与CIOE执行副主席兼秘书长杨宪承在贵宾厅亲切交谈

目录 CONTENTS



2009年第5期
总第44期

主 办：中国科协新技术开发中心
中国国际光电博览会办公室

协 办：中国科协
中国科学院
中国电子商会
中国贺戎集团公司
中国科学院光电研究院
中国电子科技集团公司
中国兵器工业集团公司
中国兵器装备集团公司
中国航天科技集团公司
中国国科光电科技集团公司
中国光学学会（下属18个专业委员会）
中国光学光电子行业协会
广州光学光电子行业协会
深圳光学光电子行业协会
深圳贺戎博闻展览有限公司

总 编：阳 子
副总编：何兴仁
主 编：赖 寒
编 辑：王雅娴
编 排：王 刚
美 发 行：李朝霞

地 址：中国广东省深圳市南山区海德三道海岸大厦东座607室
邮 编：518059
电 话：(0755) 86290865 86290901
传 真：(0755) 86290951
E-Mail: edit@cioe.cn
网 址: http://www.cioe.cn

内部资料 免费交流

CIOE2009回顾 CIOE2009 REVIEW (1-12)

亮点频现 精彩纷呈

——第11届中国国际光电博览会（CIOE）2009圆满落幕

英代表团企业展会现场寻商机
韩光电团与CIOE举行签约仪式
高端LED照明论坛在深开讲
应用光学研讨会成功举行
光电成果展 展科技新风向
光通信联谊会热论行业热点
光电投资大会推动光博会项目与资本对接
新产品发布会助企业拓展商机
CIOE2009引众多媒体关注

技术与应用 TECHNOLOGY AND APPLICATIONS (13-26)

光谱成像技术
LED在隧道照明中的应用
光纤线路保护系统——确保通信无中断

趋势与展望 TRENDS AND PROSPECTS (27-31)

由研发创新看中国半导体照明

企业访谈 ENTERPRISE INTERVIEW (32-33)

博弈金融海啸的中国凤凰：改革创新是企业生命力

光电产业新闻 OPTOELECTRONIC INDUSTRY NEWS (34)

华新丽华新型光取出技术申请美国专利
凹凸科技新技术突破LED背光和照明应用开发瓶颈

产品推荐 PRODUCTS (35-40)

亮点频现 精彩纷呈

——第11届中国国际光电博览会（CIOE2009）圆满落幕



每年九月，所有光电同仁的目光，都聚焦到深圳。一年一度的中国国际光电博览会（CIOE），已成为光电业界的年度盛宴。年年“会”相似，届届人不同。许多已连续多年参展的光电企业，仍然在原位置高调亮相迎八方宾客，但更有许多新加入光电行列或新成为CIOE展商的企业，以全新形象在现场一展风姿。展示、交流、交易，这是作为展会平台不变的功能，然而盘点今年的展会现场，却很容易就能发现多了许多新鲜事。姑且不论是大手笔还是小花样，都点缀着也刺激着现场展商与观众的神经。取消开幕式，却新增了许多新玩法，这就是新十年开端的CIOE2009带给业界耳目一新的变化。

英代表团企业展会现场寻商机

第11届中国国际光电博览会（CIOE2009）期间，除德国、法国、加拿大、巴伐利亚四个国家和地区分别组织各国光电企业集体参展外，英国、韩国、日本等国的光电协会或高新技术等机构组织了其国内的光电子企业以及政府、科研单位等在展会现场开展多形式的商务交流活动。

由英国尖端光电子及LED照明领域领军企业组成的“英国光电子及LED照明贸易代表团”9月7日在光博会现场与中国企业进行一对一的商务合作洽谈。该代表团由英国贸易投资总署联合英国伯明翰Aston科技园光电子集群、英国光电子与塑料电子协会和英中贸易协会带领，由八家英国光电子及LED照明企业共同组成。英国贸易投资总署高科技产业司司长罗伯特·德瑞弗表示：“该代表团展示了英国在整个光电子和LED产业链方面的创新、解决方案与服务。我们相信中国和英国企业探寻这种关系的努力将进一步扩大两国在贸易和投资领域的合作机遇。”



1



2



3



CIOE2009

- 1、英国光电子及LED照明贸易代表团9月7日在光博会现场与中国企业进行一对一的商务合作洽谈
- 2、英国代表团成员与中国企业商务洽谈现场
- 3、CCTV等媒体记者采访英国代表团领队、英国伯明翰阿斯顿科技园业务发展经理Gleen Barrowman

韩光电团与CIOE举行签约仪式

9日下午，由韩国十余家光电企业组成的韩光电代表团在会议厅与CIOE举行商务洽谈并现场签定合作协议。韩国光州CLUSTER推进社社长、韩国光州科技园总裁&CEO南宪日先生向CIOE介绍了代表团成员，并表示希望能与更多的中国光电企业达成深入合作。此次韩国代表团一行共17人，包括来自政府机构、大学以及光电企业的代表。代表团与CIOE在会谈结束后现场举行了签约仪式，将进一步推进中韩两国在光电领域技术、信息与贸易方面的全面合作。



1



2



3



4

CIOE2009

- 1、韩国光州CLUSTER推进社社长、韩国光州科技园总裁&CEO南宪日先生
- 2、南宪日社长与CIOE执行副主席兼秘书长杨宪承教授现场签约并合影留念
- 3、南宪日社长翻阅记录CIOE十年成长历程的画册《辉煌十年—中国国际光电博览会》
- 4、韩国光电代表团成员与CIOE工作人员合影

高端LED照明论坛在深开讲

9月6日上午9:10分，CIOE2009同期论坛之一的“2009LED照明技术及发展论坛”在深圳会展中心五楼牡丹厅拉开序幕。科技部副部长曹健林，深圳市委常委、副市长陈应春出席开幕式并致辞。CIOE主席团名誉主席栗继红、科技部高新技术发展及产业化司副司长戴国强、国家半导体照明工程研发及产业联盟秘书长吴玲等到会出席开幕式。

曹健林副部长在致辞中说：“新一代LED半导体照明带动了中国节能环保事业的发展，全世界都在推广LED节能照明，科技部也在大力投资LED和发展LED产业。2008年国家启动了重大的LED发展项目，今年科技部又发起了‘十城万盏’项目以促进产业的发展。一场抢站历史至高点的时间到了。”

深圳市委常委、副市长陈应春表示，经过10多年的培育和发展，目前深圳从事半导体照明技术及产品研发、生产及销售的各类企业超过700家，初步形成一个完整的产业链。希望更多的半导体照明企业借光博会平台实现科技成果的转化，继续扩大市场份额，提高产业竞争力。

两天的会期内，共有政府领导、科研院士、高等院校教授以及光电企业代表等共22位嘉宾发表了专题演讲，内容及国家半导体照明政策、设计与封装技术关键、LED技术发展与应用、产业环境与风险规避等四个领域。会议的宗旨在于聚焦LED产业政策导向、科学前沿和行业关键技术，把握未来发展趋势，是一个从LED照明领域各个角度全面开展的国家级光电盛会。现场听众在嘉宾演讲结束后积极提问，形成了良性的互动交流。据不完全统计，共有超过八百人次参与了本次论坛并给予高度评价。



1



2



- CIOE2009**
- 1、科技部副部长、CIOE主席团主席曹健林，CIOE主席团名誉主席栗继红，深圳市委常委、副市长陈应春出席论坛开幕式
 - 2、科技部高新技术发展及产业化司副司长戴国强、国家半导体照明工程研发及产业联盟秘书长吴玲、国家半导体照明工程研发及产业联盟研发执行主席李晋闽在论坛上发表主题演讲
 - 3、论坛部分演讲嘉宾。左起：香港应用科技研究院副总裁及研发群组总监吴恩柏，复旦大学教授、电光源研究所所长、光源与照明工程系系主任刘木清，欧司朗光电半导体中国区固态照明市场经理陈琦，江西晶能光电有限公司总裁、南昌大学教授江风益
 - 4、座无虚席的现场听众



3



4

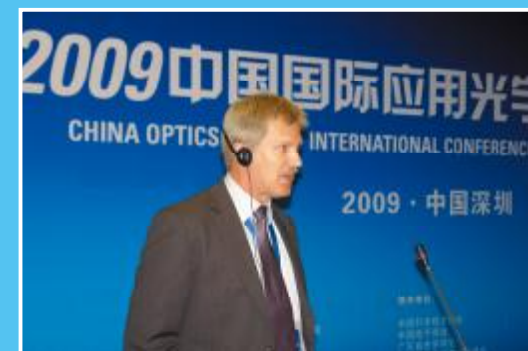
应用光学研讨会成功举行



9月6日、7日，由科技部高新技术发展及产业化司、中国光学学会、德国应用光学学会和CIOE联合主办的顶级光学论坛——2009中国国际应用光学专题研讨会在菊花厅举行。科技部副部长曹健林，CIOE主席团名誉主席粟继红，中国科学院院士、中国光学学会理事长周炳琨，德国应用光学学会主席Michael Pfeffer先生，中国科学院院士刘颂豪，深圳市委常委、副市长陈应春出席论坛开幕式。



本次论坛议题包括：前沿光学设计理论与技术、光学与光电子材料及其应用、现代光学制造技术、现代光学测试技术与仪器等专业话题。德国应用光学学会主席Michael Pfeffer先生、中国科学院光电研究院相里斌院长以及卡尔蔡司、舜宇光学、德国肖特等企业代表和德国布莱梅大学、中山大学、北京理工大学等院校教授以及上海光机所、成都光电所的科研人员等发表演讲，并在会后与听众进行现场互动。



CIOE2009

- 1、中国光学学会理事长、中国科学院院士周炳琨在论坛开幕式上致辞
- 2、德国应用光学学会主席Michael Pfeffer博士在论坛开幕式上致辞并发表主题演讲
- 3、中国科学院光电研究院院长相里斌在论坛上发表主题演讲
- 4、卡尔·蔡司首席科学家Dr. Frank Höller、肖特玻璃科技(苏州)有限公司亚洲应用中心总监Jose Zimmer、默克化工上海有限公司Bram Vingerling在论坛上发表主题演讲
- 5、德国布莱梅大学精密加工实验室博士、德国布莱梅大学跨地区合作研究中心总经理Dr. Ralf Glaebe在论坛上发表主题演讲
- 6、座无虚席的现场听众



光电成果展 展科技新风向



本届展会现场最引人注目的新亮点，莫过于设在三号馆的“国家科学技术成果（光电）展”。本次成果展专区共一万平方米，展位统一设计以红黄二色为基调，在现场十分抢眼。华为技术、中兴通讯、武汉邮科院、中科院、大连路明等展出的获得国家科技奖项项目代表着国内光电科技的最新成就。科技

部曹健林副部长、科技部高新技术发展及产业化司戴国强副司长等嘉宾一行亲临现场参观，并与企业深入交流，了解光电领域科技成果，鼓励企业坚持自主创新，推动中国光电产业科技加速向前推进。在当前金融风暴大面积波及及我国经济的严峻形势下，举办这样一场代表国家科研实力的成果展示，全面彰显我国科技企业、科研人员的开拓与奉献精神，将成为鼓舞人心的胜利旗帜，激发社会各界特别是青年学子的创造思维和创新活力，推动我国科技事业更好更快发展。



CIOE2009

- 1、科技部副部长、CIOE主席团主席曹健林，深圳市委常委、副市长陈应春，CIOE主席团名誉主席粟继红，科技部国家科学技术奖励工作办公室主任陈传宏、副主任张木等领导在CIOE2009“国家科学技术成果（光电）展”现场
- 2、CIOE2009“国家科学技术成果（光电）展”现场

光通信联谊会热论行业热点



9月7日，由CIOE发起的2009光通信产业链联谊会会在会展中心水仙厅举行。座谈会由飞康技术（深圳）有限公司CEO黄章勇教授主持，CIOE杨宪承秘书长在座谈会开始前发表致辞。会议邀请到中国电信、中国移动、中国联通等运营商代表，中兴通讯、华为技术等设备商代表以及青岛海信、江苏奥雷、威谊光通、高科通信、特旺通信、世纪晶源、WTD、新飞通、光迅、嘉万光通信、腾天昊宇、凌云光子等器件商代表等50余光电同仁共聚一堂，就当下业界关注的3G网络建设、FTTx宽带光接入技术、光通信器件需求、光传输设备发展热点等话题进行了深入交流。



- CIOE2009**
- 1、飞康技术（深圳）有限公司CEO黄章勇教授主持会议
 - 2、CIOE执行副主席兼秘书长杨宪承教授致欢迎词
 - 3、深圳大学教授、CIOE副秘书长彭文达在联谊会上发言
 - 4、广东移动高级工程师李学敏、中国电信广州研究院工程师马培勇、中兴通讯教授级高工杜良桢、华为技术高级经理蒲天春等嘉宾在联谊会上发言



光电投资大会推动光博会项目与资本对接



由CIOE联合深港投资促进中心举行的“首届中国光电投资大会”于9月8日举行。本次光电投资大会广泛征集了当前世界光电产业最新产品与技术，汇聚了全球范围最具投资价值和发展潜力的投资项目和科研成果。现场包括天使投资、风险投资、股权投资基金、产业投资和金融机构等近百家国内外投资机构和金融机构以及国内近百家各地城市和园区领导齐聚深圳，将战略投资重点瞄准中国光电产业。大会充分利用来自全球汇聚的国际投资者和光电企业资源、科技成果和技术、人才等优势，为国内外光电企业项目和有意发展光电产业的地方政府牵线搭桥。据大会主办方之一的深港投资促进中心秘书长罗剑介绍，大会突出体现了市场化、国际化的特点，大力强化项目对接，实效招商、投融资现场洽谈和跟进服务等特色。



CIOE2009

- 1、CIOE执行副主席兼秘书长杨宪承教授在中国光电投资大会颁奖典礼暨VIP晚宴上致辞
- 2、深港投资促进中心秘书长罗剑在中国光电投资大会颁奖典礼暨VIP晚宴上致辞
- 3、CIOE执行副主席兼秘书长杨宪承教授向江西省新余市颁发2009“中国光电产业最佳投资城市”奖牌



3

新产品发布会助企业拓展商机

今年的光博会现场，不论是参展商还是观众，都意外发现一个明显的变化，各展馆都搭起了新产品新技术发布台。这是CIOE在新十年开始之年细化服务的重要举措之一。几天时间内，共有近百家企业利用新品发布台展示企业形象、推广新产品新技术，并与观众形成互动。有观众表示这种形式更能拉近企业与观众的距离，也增加了企业展示自身品牌形象、代表性产品、突破性技术的机会。



CIOE2009
CIOE2009展会上，组委会在各展区专设的新技术、新产品发布会现场



CIOE2009引众多媒体关注



每年光博会开幕，除了光电同仁关注外，媒体的目光也不约而同地聚焦这一场光电盛宴。CIOE2009展会期间，包括中央电视台、广东卫视、深圳电视台、韩国光州电视台以及科技日报、中国经营报、中国贸易报、深圳特区报、深圳商报、南方日报、香港商报、文汇报、大公报等三十多家媒体以及近八十家行业媒体对光博会进行全面报道。

韩国光州电视台一行三人专程亲临展会现场采访，并表示希望通过光博会在韩国境内的宣传，帮助更多韩国光电企业加入到光博会的参展商和买家行列中来。《Shenzhen Daily》记者现场采访后说：没想到光博会这么受外国人欢迎，希望更多的海外企业了解光博会这个世界光电大展。



CIOE2009

- 1、中央电视台记者在CIOE2009现场采访科技部副部长、CIOE主席团主席曹健林
- 2、中央电视台记者在CIOE2009现场采访CIOE执行副主席兼秘书长杨宪承
- 3、深圳电视台新闻节目《第一现场》记者在CIOE2009现场采访CIOE副秘书长彭文达
- 4、韩国光州电视台记者采访CIOE执行副主席兼秘书长杨宪承并合影
- 5、中央电视台记者在CIOE2009现场采访参展商
- 6、中央电视台记者在CIOE2009现场采访专业观众



光谱成像技术

相里斌

中国科学院光电研究院

【摘要】光谱成像是光学遥感领域的一个新的研究方向，具有重要的研究价值和应用前景。该技术是多学科的综合，从不同的角度有不同的分类方法。本文从光学分光原理角度出发，重点介绍棱镜色散型光谱成像技术、光栅衍射型光谱成像技术、干涉型光谱成像技术以及编码孔径光谱成像技术的基本原理和特点，并给出各类技术的典型应用实例。

【关键词】光谱成像；色散；衍射；干涉；光学遥感

引言

光谱成像技术最早出现于20世纪80年代初，被誉为光学遥感领域的一次革命^[1]。该技术集光学、光谱学、电子学、精密机械、计算机等技术于一体，是一种综合信息获取技术，可以获取目标的空间信息和光谱信息，通常获取二维空间和一维光谱数据，称为数据立方体（Data-cube）。通过对数据立方体的处理，能够反映出被观测目标的几何影像特征和物化属性，在诸多领域具有重要的应用价值^{[2][3][4]}。光谱成像技术的应用原理如图1所示^[5]。

率可以分为多光谱（Multi-spectral）成像仪、高光谱（Hyper-spectral）成像仪和超光谱（Ultra-spectral）成像仪三类^[6]；按分光原理大致可以分为棱镜色散型（Prism dispersive）光谱成像仪、光栅衍射型（Grating diffraction）光谱成像仪、滤光片型（Filter）光谱成像仪及干涉型（Fourier transform）光谱成像仪四类；按调制方式又可以分为时间调制型（Temporarily modulated）光谱成像仪、空间调制型（Spatially modulated）光谱成像仪及时空联合调制型（TS-Joint modulated）光谱成像仪三类。除此之外，还可以按扫描方式及数据重构方式来分类，如挥扫型、推扫型、凝视型，及Fourier变换型、Hadamard变换型、Ladon变换型（又称计算层析型）等。下面按分光原理对几种典型的光谱成像技术原理及仪器进行简要介绍，其中将干涉型光谱成像技术划分为时间调制型、空间调制型和时空联合调制型分别介绍。

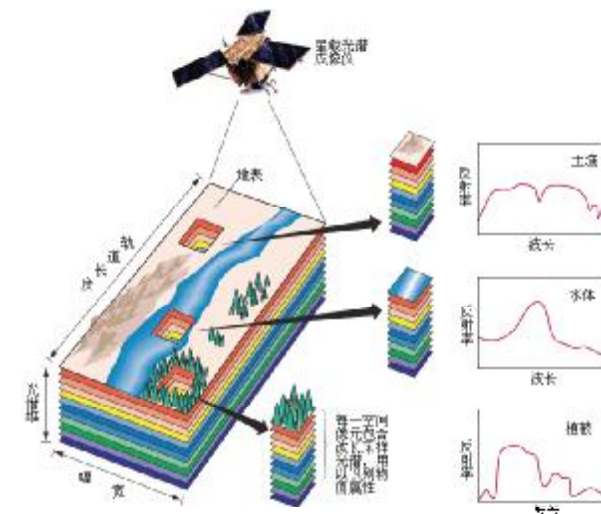


图1 光谱成像技术应用原理示意图

在应用需求的拉动下，光谱成像技术得到了飞速发展，在短短几年时间内出现了多种类型的光谱成像仪。目前的光谱成像仪有多种分类方式，如按光谱分辨

棱镜色散型光谱成像技术

棱镜是最直接的分光原件，可以将准直的白光分为连续分布的单色光，Newton早在1670年就对其分光特性进行描述^[7]。基于棱镜色散分光的光谱成像仪原理如图2所示，包括前置光学系统、狭缝、准直镜、色散棱镜、成像镜及探测器组成。探测器上获取的数据为二维数据，平行狭缝的一维为空间维，垂直于狭缝的一维为光谱维。

棱镜色散型光谱成像仪的一个重要指标是其光谱分辨能力。假定由缝宽为s的狭缝出射的光经准直后入射到斜边长为l，底边长为t的棱镜，棱镜顶角为 α ，折射率为n，出

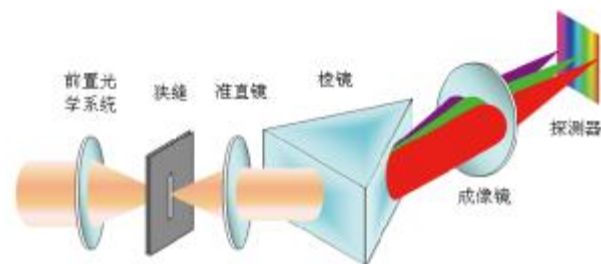


图2 棱镜色散光谱成像原理示意图

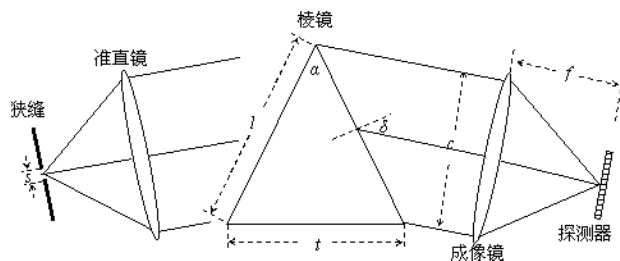


图3 棱镜中光线传播示意图

射光的偏向角为 δ ，如图3所示。在最小偏向角状态下，可以得到棱镜色散型光谱成像仪的光谱分辨率能力为^[9]：

$$R = \frac{\lambda}{d\lambda} = \frac{4f\lambda \sin \frac{\alpha}{2}}{4f\lambda \sin \frac{\alpha}{2} + st\sqrt{1-n^2 \sin^2 \frac{\alpha}{2}}} \cdot t \cdot \frac{dn}{d\lambda} \quad (1)$$

由式(1)可以看出，仪器的光谱分辨率与狭缝宽度成反比，这也导致其光谱分辨率与狭缝宽度及系统光通量间存在制约关系。

棱镜色散型光谱成像仪原理简明，目前已经在航空航天遥感中得到应用，典型的仪器包括欧空局研制的机载光谱成像仪APEX^[9]及美国海军实验室研制的机载光谱成像仪HYDICE^[10]等。研制APEX的主要目的是作为未来星载高光谱成像仪的定标模拟器，在380–2500nm波段范围具有300多个采样点，地面分辨率为2–5m。HYDICE的研制主要是用于确定超光谱数据用于军事应用的可行性，在1994年交付使用，仪器在400–2500nm的波段范围内可以提供8–15nm分辨率的光谱数据。

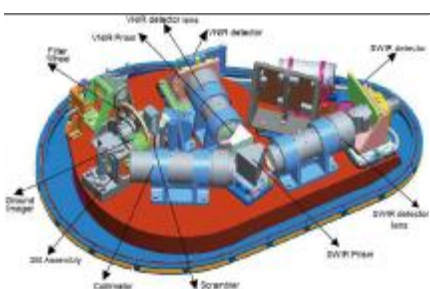


图4 APEX模装图

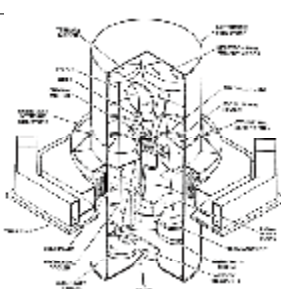


图5 HYDICE剖面图

光栅衍射型光谱成像技术

光栅是具有空间周期性结构的元件，分为透射光栅和反射光栅两种。光栅衍射型光谱成像技术以光栅为分光元件，基本原理图如图6所示。基于光栅衍射型光谱成像仪系统由前置光学系统、狭缝、准直镜、衍射光栅、成像镜及探测器组成。

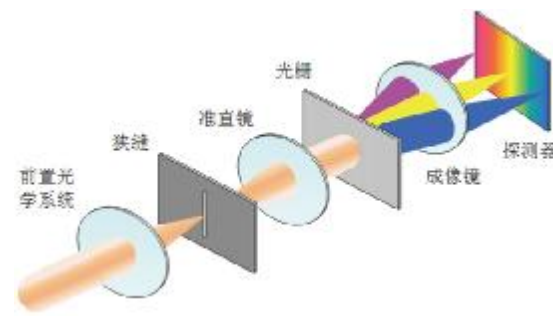


图6 光栅衍射型光谱成像原理示意图

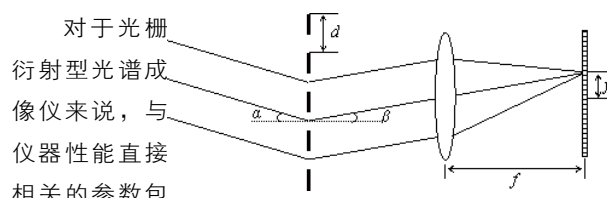


图7 光栅衍射示意图

对于光栅衍射型光谱成像仪来说，与仪器性能直接相关的参数包括光栅的色散和分辨率。以平面透射式光栅为例，假定波长为 λ 的准直光以 α 角入射到光栅平面，其衍射角为 β ，光栅常数为 d ，如图7所示，则可以得到光栅方程为：

$$d(\sin \alpha - \sin \beta) = m\lambda \quad (2)$$

式中， m 为对应的衍射级次。

光栅的色散决定了光谱成像仪分开波长的能力，用沿系统焦平面改变距离 dy 引起的波长 $d\lambda$ 变化来定义，假定系统成像镜焦距为 f ，则：

$$\frac{d\lambda}{dy} = \frac{d \cos \beta}{mf} \quad (3)$$

光栅衍射型光谱成像仪的光谱分辨率决定了仪器分开两条临近谱线的能力，假定成像光谱仪的狭缝宽度为 s ，由瑞利判据确定的仪器光谱分辨率为：

$$R = \frac{\lambda}{\delta\lambda} = \frac{\sin \alpha + \sin \beta}{\cos \alpha} \cdot \frac{f}{s} \quad (4)$$

由式(4)可以看出，与棱镜色散型光谱成像仪类似，光栅衍射型光谱成像仪的光谱分辨率与狭缝的宽度成反比，这也同样导致其光谱分辨率与狭缝宽度及系统光通量间存在制约关系。

以光栅为分光元件的成像光谱仪比较常见，应用范

围和应用领域也比较广泛。典型的光栅衍射型光谱成像仪包括美国宇航局喷气推进实验室研制的机载可见光红外光谱成像仪AVIRIS^[11]及美国宇航局研制的成像光谱仪Hyperion^[12]。AVIRIS在400–2500nm的波段范围内提供220波段多光谱数据，在1987年开始使用，短短的10年内，发表与AVIRIS数据有关的研究论文250多篇，并多次召开与AVIRIS数据有关的研讨班、学术交流会。Hyperion搭载于EO-1卫星，于2000年11月发射，波段范围400–2500nm，光谱分辨率为10nm，主要用于地物波谱测量和成像、海洋水色要素测量以及大气水汽/气溶胶/云参数测量等。

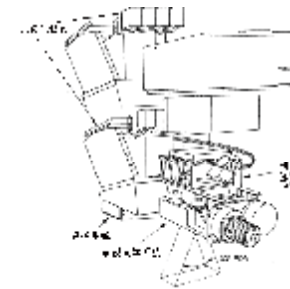


图8 AVIRIS结构图



图9 Hyperion装配图

时间调制型干涉光谱成像技术

由于棱镜或光栅型光谱成像技术中存在分辨率与系统光通量间的制约关系，20世纪90年代出现了干涉光谱成像技术，在原理上具有高通量、多通道等诸多优点^[13]。干涉光谱成像技术又称为Fourier变换光谱成像技术，可以分为时间调制型干涉光谱成像技术、空间调制型干涉光谱成像技术及时空联合调制型干涉光谱成像技术三种类型。

时间调制干涉光谱成像仪有多种结构形式，双光束干涉方案应用较为广泛。下面以基于Michelson干涉仪^[14]的双光束干涉光谱成像仪为例，对该技术进行介绍，如图10所示^[15]。系统由前置光学系统、分束器、静镜、动镜、傅立叶镜及探测器构成。

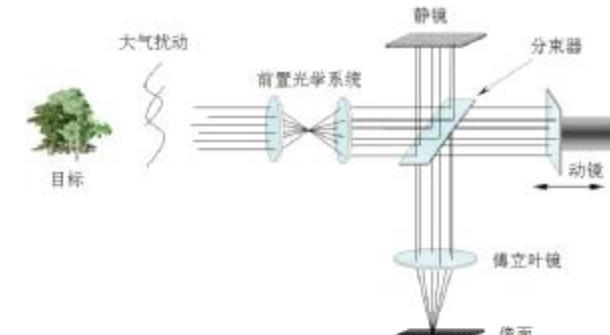


图10 时间调制干涉光谱成像示意图

由图10可以看出，由目标发出的光经前置光学系统后到达分束器，被分成两束光相干光，经动镜和静镜反射后并再次经分束器的反射和透射，到达成像镜，并最终在探测器像面上干涉成像。假定动镜的移动速度为 v ，则以零光程差位置为时间起点，在单一行程中的任意时刻 t ，动镜和静镜间的光程差为：

$$x = 2 \cdot v \cdot t \quad (5)$$

假定入射光为单色光，频率为 σ (波长的倒数，单位为 cm^{-1})，光源强度为 $B(\sigma)$ ，则理想情况下在探测器得到的干涉数据可以表述为(忽略不必要的常数)：

$$I(t) = B(\sigma) \cos(4\pi\sigma vt) \quad (6)$$

在实际应用中，光源通常为复色光，在波数域对光谱 $B(\sigma)$ 进行偶延拓，并在全波数范围内对干涉数据进行积分，可以得到理想情况下干涉数据的表达式为：

$$I(t) = \int_{-\infty}^{\infty} B(\sigma) \exp(i2\pi\sigma \cdot 2vt) d\sigma \quad (7)$$

由式(7)可以看出，干涉数据与光谱数据间存在傅立叶变换的关系。

对于干涉光谱成像仪来说，光谱分辨率由仪器的最大光程差决定，光程差越大，光谱分辨率越高。时间调制型干涉光谱成像仪的优点是可以实现较大的光程差，从而可以获取高分辨率光谱数据。其主要难题是存在高精度的动镜系统，稳定性较低、光谱探测实时性也受到制约。目前，典型的时间调制型干涉光谱成像仪主要是美国宇航局研制的地球同步成像傅立叶变换光谱仪GIFTS^[16]。GIFTS在4.4–6.1 μm 及8.8–14.6 μm 的波段范围内，可以提供1724个波段的光谱数据，主要用于大气探测。该仪器原计划在2004年发射，但是由于种种原因，发射计划一再推迟，目前，该仪器仍在研制过程中。

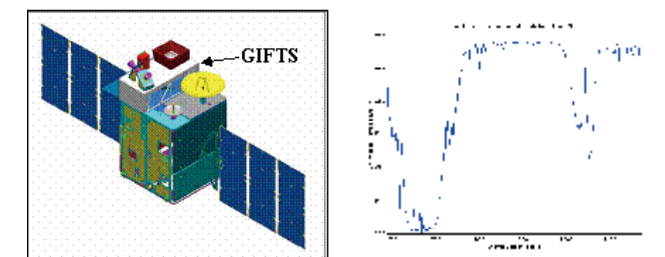


图11 GIFTS及模拟光谱数据

空间调制型干涉光谱成像技术

由于时间调制型干涉光谱成像技术存在稳定性差的问题，20世纪90年代中期，出现了空间调制干涉光谱成像技术^[17]，原理如图12所示。该技术采用静态横向剪切干涉仪代替动态扫描型干涉仪，消除了系统中的运动部件，

使得仪器具有很好的稳定性。空间调制型干涉光谱成像仪通常由前置光学系统、狭缝、横向剪切干涉仪、柱面镜、Fourier镜及探测器构成。

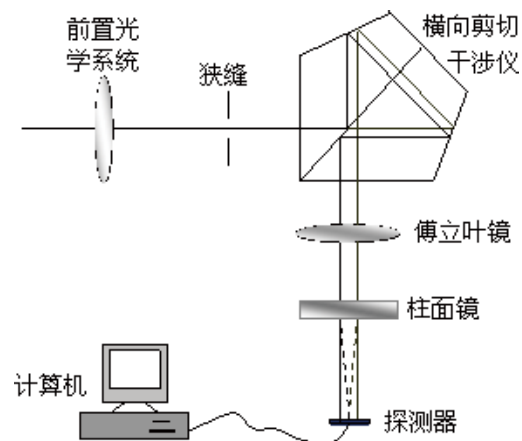


图12 空间调制干涉光谱成像原理示意图

空间调制干涉光谱成像仪的等效光路图如图13所示，其中，系统中的狭缝被横向剪切干涉仪剪切为两个虚狭缝，宽度为 w ，经傅立叶透镜后在探测器干涉。假定横向剪切干涉仪的剪切量为 d ，傅立叶镜的焦距为 f ，则以 θ 角入射的光线，在探测器中距离零光程差 y 处P点的光程差为：

$$x = d \sin \theta = \frac{dx}{f} \quad (8)$$

考虑到探测器像元尺寸的影响，若探测的像元尺寸为 s ，则光谱为 $B(\sigma)$ ，波段范围为 $\sigma_1 - \sigma_2$ 的入射光在探测器P点产生的干涉数据可以表述为(忽略不必要的常数)^[18]：

$$I(y) = \int_{\sigma_1}^{\sigma_2} B(\sigma) \text{sinc}\left(\frac{\sigma ds}{f}\right) \cos\left(2\pi\sigma \frac{dy}{f}\right) d\sigma \quad (9)$$

可见，由于探测器矩形采样的影响，最终的干涉数据中存在一个sinc调制项。

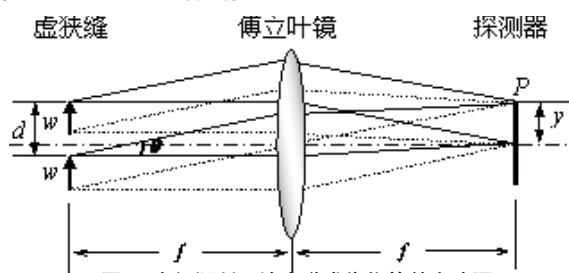


图13 空间调制干涉光谱成像仪等效光路图

由图12可知，空间调制干涉光谱成像仪中存在入射狭缝，虽然狭缝宽度与形状与仪器的光谱分辨率无关，但是相比较时间调制干涉光谱成像仪来说，狭缝的存在仍然导致系统光通量的降低。目前基于空间调制干涉光谱成像技术的仪器主要有美国空军实验室研制的搭载于强力

卫星上的傅立叶变换高光谱成像仪FTHSI^[19]及中科院西安光机所研制的“环境与灾害监测预报小卫星”高光谱成像仪EDIS^[20]。FTHSI光谱范围475-1050nm，设计谱段数256，寿命1年，于2000年7月搭载Mighty-II实验卫星发射升空。EDIS光谱范围450-950nm，波段数115，寿命3年，于2008年9月发射升空，主要用于环境及灾害监测等领域。EDIS是我国第一台用于航天遥感的高光谱成像仪，也是世界上第一台业务卫星搭载的空间调制型干涉光谱成像仪，下面给出该仪器获得的部分数据立方体。

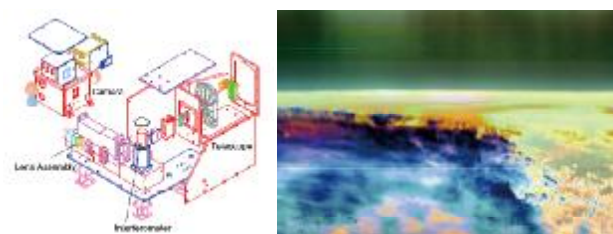


图14 FTHSI及其获取的图像数据

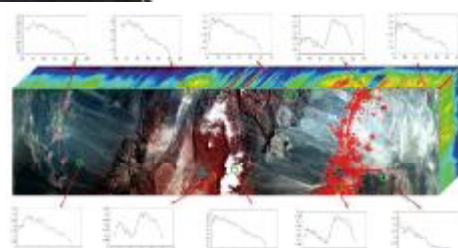
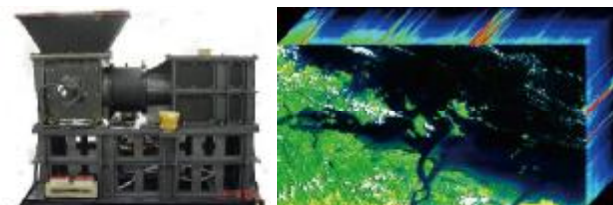


图15 EDIS设备及其获取的数据立方体

时空联合调制型干涉光谱成像技术

无论时间调制型还是空间调制型干涉光谱成像仪，都没有同时拥有高通量（高灵敏度）和高稳定性。为了克服这一问题，20世纪90年代中期，出现了时空联合调制型干涉光谱成像技术^[21]，基本原理如图16所示。该技术即具有时间调制型干涉光谱成像技术的高通量优点，同时系统中无运动部件，具有很高的稳定性，环境适应性强。由于系统中没有狭缝、没有运动部件，该技术又称大孔径静态干涉光谱成像技术，目前已成为国际上的一个新的研究热点^{[22][23][24]}。时空联合调制型干涉光谱成像仪通常由前置光学系统、横向剪切干涉仪、Fourier镜及探测器构成。

图16中，横向剪切干涉仪将入射光束沿垂直于光轴的

方向剪切成两束相互平行的相干光，随着视场角的不同，两束相干光之间产生不同的相位差，经Fourier镜后最终相干成像于探测器对应像元上，其等效光路图如图17所示^[25]。

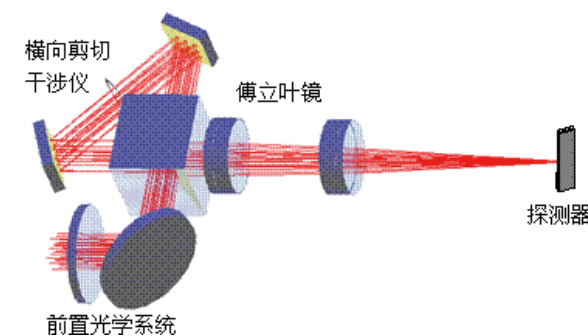


图16 时空联合调制型干涉光谱成像原理示意图

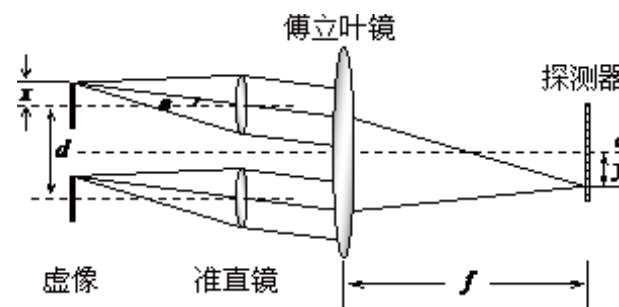


图17 时空联合调制型干涉光谱成像仪等效光路图

与空间调制型干涉光谱成像仪类似，由时空联合调制型干涉光谱成像仪得到的探测器上 y 处的干涉数据可以表述为：

$$I(y) = \int_{\sigma_1}^{\sigma_2} B_x(\sigma) \text{sinc}\left(\frac{\sigma ds}{f}\right) \cos\left(2\pi\sigma \frac{dy}{f}\right) d\sigma \quad (10)$$

与式(9)不同的是，式(10)所描述的干涉数据与目标的两维空间位置一一对应，因此由单帧干涉数据我们无法得到目标点的完整干涉数据，而式(9)所描述的干涉数据与目标的一维空间位置一一对应，单帧干涉数据的另外一维可以得到目标完整的干涉数据。

可见，由时空联合调制型干涉光谱成像仪得到的图像是一种“干涉图像”，其中既有干涉信息，也有图像信息，其单帧干涉图像的基本特点是凝视图像上叠加了光程差位置固定的干涉条纹，如图18所示。通常情况下，

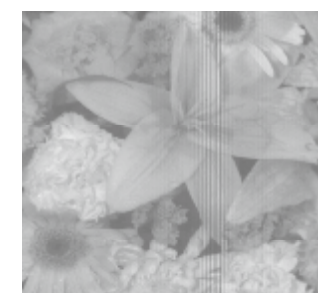


图18 时空联合调制型干涉光谱成像仪得到的单帧干涉图像

要获取目标的干涉信息，需要对这一目标进行一个全视场的推扫过程，然后根据目标干涉成像与视场角的对应关系，在图像帧序列中逐点提取目标的完整干涉数据。可以简单的认为，系统产生光程差的方式属于空间调制类型，而获取目标干涉数据的方式又属于时间调制类型。

虽然时空联合调制型干涉光谱成像技术具有高通量、高稳定性等诸多优点，但是其独特的干涉数据获取方式对搭载平台的稳定性及光谱图像反演提出了很高的要求。作者于1998年完成了大孔径静态干涉光谱成像仪LASIS原理样机的研制^[26]，目前正开展航天遥感高分辨率高光谱成像仪的工程研制。国外具有代表性的仪器是2003年美国佛罗里达空间研究院等单位研制的高效率高光谱成像仪HEHSI^[27]等。



图19 LASIS及其获取的图像数据

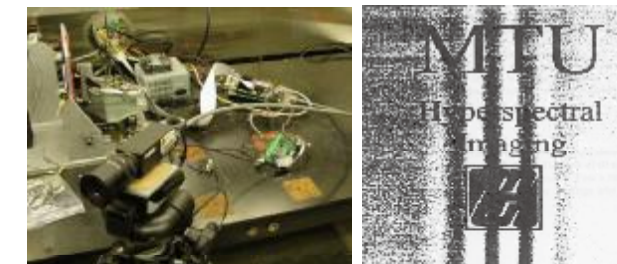


图20 HEHSI及其获得的图像数据

编码孔径光谱成像技术

随着技术的不断进步，近年来，光谱成像技术逐步从“相对传统”的色散分光、干涉分光技术向更为先进的技术方向发展，同时，传统分光技术也因新颖技术方案的出现而再度受到重视。以传统的光栅衍射型光谱成像仪为例，原理简单，稳定性好，但是其光谱分辨率与系统的光通量存在着矛盾。20世纪90年代末，Hadamard变换光谱成像技术的出现^[28]，使得这一制约关系被突破，该技术将单一狭缝替换为一个Hadamard变换模板，并通过数据反演方法得到高信噪比的光谱数据。

对于多数的Hadamard变换光谱成像仪来说，通常都是单通道探测器，或有限阵列的探测器组，因此系统通常需要两个编码模板，并对其中的一个模板进行相对移动，

这就导致系统中存在运动部件，不利于仪器的航空航天遥感应用。

2006年左右，基于编码孔径技术原理，又出现了静态多模态多元光谱成像仪MMS^[29]，如图21所示。

对于常规的光栅色散型光谱成像仪来说，假定其孔径所在的面定义为x-y平面，像面所在的面定义为u-v平面，则探测器中某点(u,v)得到的信号为：

$$I(u, v) = \iiint H(x, y, u, v; \lambda) T(x, y) S(x, y; \lambda) dx dy d\lambda \quad (11)$$

其中，H(x,y,u,v;λ)为光谱仪的传输核，T(x,y)为入射孔径的透过率函数，S(x,y;λ)为(x,y)处的入射光谱强度。

当系统的横向放大率为1时，定义其传输核为：

$$H(x, y; \lambda) = \delta(y - y') \delta \left\{ x - \left[x' + \alpha(\lambda - \lambda_c) \right] \right\} \quad (12)$$

其中，α为x方向的线色散系数，λ_c为x=0处对应的中心波长。通常情况下，狭缝的透过率为T(x,y)=δ(x)，将式(12)带入式(11)，并对y和λ积分，可以得到像面光谱强度分布为：

$$I(u, v) = S \left(0, v; \lambda_c - \frac{u}{\alpha} \right) \quad (13)$$

当采用编码孔径方法时，入射孔径由狭缝变为一个扩展孔径，此时入射的光谱能量为多个单一狭缝的一个平均积分值，也即是：

$$\hat{S}(\lambda) \propto \iint S(x, y; \lambda) dx dy \quad (14)$$

当对孔径按一定的方式进行编码设计，使得孔径在像面的扩展能量沿v积分满足下述条件，也即是：

$$\int_{v_{\min}}^{v_{\max}} K(u', v) T(x, v) I(v) dv = \rho \delta(x - u') \quad (15)$$

其中，K(u',v)定义为分析函数。对扩展能量进行积分，并进行一定的简化处理，可以得到：

$$E(u, u') = \int_{v_{\min}}^{v_{\max}} K(u', v) I(u, v) dv \approx \rho S \left(u'; \frac{u' - u}{\alpha} + \lambda_c \right) \quad (16)$$

利用式(16)即可对平均积分光谱进行估计，由于式(16)所描述的光谱的偏移量为u=λ_cα+u'，对式(16)所述的积分能量沿u积分，即可确定平均积分光谱为：

$$\hat{S}(\lambda_c - \lambda) \propto \int S(u'; \lambda_c - \lambda) du' \quad (19)$$

可见，选择合适的输入孔径和分析函数，我们可以将探测器得到的能量信号反演得到光谱信息，而如何选取孔径和分析函数是MMS的关键。

MMS可以同时实现高通量和多通道优点，据实验分析，编码孔径光谱成像仪获得光谱的信噪比要比有狭缝的各类光谱成像仪（传统棱镜、光栅分光，或者空间调制干涉型）获得光谱的信噪比高2个数量级^[30]。

总结

自光谱成像技术出现至今，虽然只有20多年的时间，但其的巨大应用价值使该技术自出现伊始，便成为航空航天遥感领域的研究热点。在应用需求和技术创新的双重推动下，光谱成像技术呈现了多样化发展趋势，新型光谱成像仪器不断出现，并在诸多领域得到很好的应用。

本文按分光类型，简要介绍了几种常规光谱成像技术的原理，对其特性进行简单分析，并给出了各种光谱成像技术的应用实例。事实上，基于色散或干涉分光原理，近年来还发展了计算层析型光谱成像技术，基于滤光片，出现了楔形滤光片、声光可调谐滤光器及液晶可调谐滤光器等光谱成像技术，基于干涉分光原理，还出现了偏振双折射分光的各种光谱成像仪，这里不再叙述。

【参考文献】：

[1] 浦瑞良, 官鹏, 高光谱遥感及其应用, 北京: 高等教育出版社, 2003
 [2] M. S. Dombrowski, P. D. Wilson, C. C. LaBaw. Performance and Application of Real-time Hyperspectral Imaging. SPIE, 1998, 3438: 286-297
 [3] J. G. P. W. Clevers. The use of imaging spectrometry for agricultural applications. Journal of Photogrammetry & Remote Sensing, 1999, 54: 299-304
 [4] C. O. Davis. Applications of Hyperspectral Imaging in the Coastal Ocean. SPIE, 2002, 4816: 33-41
 [5] G. A. Shaw, H. K. Burke. Spectral Imaging for Remote Sensing. Lincoln Laboratory Journal, 2003, 14(1): 3-28
 [6] 肖松山, 范世福, 李昀等, 光谱成像技术进展, 现代仪器, 2003, 5: 5-8
 [7] J. M. Lerner. Imaging Spectrometer Fundamentals for Researchers in the Biosciences—A Tutorial. Cytometry Part A, 2006, 69A:712-734
 [8] 刘经佑, 棱镜光谱仪的缝光源宽度对色分辨本领的影响, 淮阴师范学院学报(自然科学版), 2005, 4(1): 27-29

[9] M. E. Schaepman, K. I. Itten, A. Neukon, P. Kohler, et.al.. APEX: Current Status of the Airborne Dispersive Pushbroom Imaging Spectrometer. SPIE, 2004, 5234: 202-210
 [10] P. A. Mitchell. Hyperspectral Digital Imagery Collection Experiment (HYDICE). SPIE, 1995, 2587: 70-95
 [11] R. O. Green, M. L. Eastwood, C. M. Sarture, T. G. Chrien, et.al.. Imaging Spectroscopy and the Airborne Visible-Infrared Imaging Spectrometer (AVIRIS). Remote Sensing of the Environment, 1998, 65(3): 227-248
 [12] M. A. Folkman, J. Pearlman, L. B. Liao, P. J. Jarecke. EO-1/Hyperion Hyperspectral Imager Design, Development, Characterization, and Calibration. SPIE, 2001, 4151: 40-51
 [13] P. G. Lucey, T. Williams, K. Hinck, C. Budnet, J. B. Rafert, E. T. Rusk. SMIFTS: a Cryogenetically Cooled, Spatially Modulated, Imaging, Fourier-transform Spectrometer for Remote Sensing Applications. In Proceedings of the International Symposium on Spectral Sensing Research, 1992, 1: 251-262
 [14] E. V. Loewenstein. The History and Current Status of Fourier Transform Spectroscopy. Applied Optics, 1966, 5: 845-854
 [15] 相里斌, 袁艳, 吕群波, 傅里叶变换光谱成像仪光谱传递函数研究. 物理学报, 2009, 8, In Press
 [16] J. A. Stobie, A. Hairston, S. P. Tobin, R. J. Huppi, R. Huppi. Imaging sensor for the Geosynchronous Imaging Fourier Transform Spectrometer (GIFTS). SPIE, 2002, 4818: 213-218
 [17] M. L. Junttila. Stationary Fourier-transform Spectrometer. Applied Optics, 1992, 31: 4106-4112
 [18] 相里斌, 计忠瑛, 黄旻等, 空间调制干涉光谱成像仪定标技术研究. 光子学报, 2004, 33(7): 850-853
 [19] S. Yarbrough, T. Caudill, J. Arnold, L. J. Otten, B. A. Jones, et.al.. MightySat II.1 Hyperspectral Imager: Summary of on-orbit Performance. SPIE, 2002, 4480: 186-197
 [20] 相里斌, 王忠厚, 刘学斌等, “环境与灾害监测预报小卫星”高光谱成像仪, 遥感技术与应用, 2009,

24(3): 257-262
 [21] 相里斌, 干涉成像光谱技术研究, 博士后研究工作总结报告, 西安: 西北工业大学, 1995.8~1997.8
 [22] A. J. Wilson, J. B. Rafert. Time Independent Fourier Transform Hyperspectral Imager. International Symposium on Spectral Sensing Research, Santa Barbara, CA, 2003
 [23] A. Barducci, V. D. Cosmo, P. Marcoionni, I. Pippi. ALISEO: A New Stationary Imaging Interferometer. SPIE, 2004, 5546: 262-270
 [24] P. J. Minnett, R. G. Sellar. The High Efficiency Hyperspectral Imager - A New Instrument for Measurements of the Arctic Surface. in 8th Conference on Polar Meteorology and Oceanography, 2005
 [25] 董瑛, 相里斌, 赵葆常, 大孔径静态干涉成像光谱仪中的横向剪切干涉仪. 光子学报, 1999, 28(11): 991-995
 [26] 相里斌, 赵葆常, 薛鸣球, 轻型高灵敏度干涉成像光谱仪, 863航天技术通讯, 1999, 13(10): 1-15
 [27] D. David, J. David, M. Andrew, K. O. Chae. High Efficiency Hyperspectral Imager (HEHSI). Technical Report, Senior Design Computer/Electrical Engineering, 2000
 [28] R. Riesenber, U. Dillner. Hadamard Imaging Spectrometer with Micro Slit Matrix. SPIE, 1999, 3753: 203-213
 [29] S. T. McCain, M. E. Gehm, Y. Wang, N. P. Pitsianis, D. J. Brady. Coded Aperture Raman Spectroscopy for Quantitative Measurements of Ethanol in a Tissue Phantom. Applied Spectroscopy, 2006, 60: 663-671
 [30] C. Fernandez, B. D. Guenther, M. E. Gehm, D. J. Brady, et.al.. Longwave Infrared (LWIR) Coded Aperture Dispersive Spectrometer. Optics Express, 2007, 15: 5742-5753

LED在隧道照明中的应用研究

刘木清 张万路 沈海平 周小丽
复旦大学电光源研究所

【摘要】隧道照明目前的主要光源是荧光灯、高压钠灯及金卤灯等。LED的特点决定了它未来在隧道照明中的潜力。本文比较了LED与这几种传统光源在隧道照明中的优势与劣势，并通过上海长江隧道照明中LED一年多的现场试挂，测试与分析了LED在隧道照明中的照明效果、节能指标与寿命等。

【关键词】LED；隧道照明；寿命

一、隧道照明的主要光源比较

目前，隧道照明的光源主要有高压钠灯、荧光灯、金卤灯等。其中，高压钠灯光效高、紫外辐射少、可在任意位置点燃、耐震、寿命长，在隧道照明特别是山地等城市外的隧道中大量使用，而荧光灯、金卤灯等近年来在城市隧道照明中获得大量的应用。LED是近几年发展很快的光源，其光效等性能指标快速提高而价格快速下降，因而在显示、景观照明等成功应用的同时在道路照明等定向照明中逐步获得应用。表1是几种主要光源的性能比较。

表1 几种主要光源包括LED的性能比较

测试项目	白炽灯	荧光灯	高压汞灯	高压钠灯	LED
发光效率lm/w	16	90	50	120	90
寿命Kh	2	8-10	6-20	20	?
显色指数	99	80	45	23	80
驱动电路	无	中	复杂	复杂	中
安全性	一般	一般	差	差	高
可靠性	差	差	一般	一般	高
调光性能	好	差	差	差	好
方向性	差	很差	差	差	好
环保性	一般	汞污染	汞污染	汞污染	好
价格	很低	一般	一般	一般	很高

表中，LED的寿命以“？”表示，这是因为目前即没有LED公认的有效寿命报道，且由于市场上目前的许多LED产品特别是路灯等由于散热特性做的不好使寿命离理论的6-7万小时小得多，有的甚至1-2千小时就衰得没法使用。本文后边介绍的上海长江隧道照明中的试验显

示，3万小时的寿命是可能的。

二、LED作为隧道照明光源的特点

1 LED隧道灯的整体光效

LED隧道灯的整体效率除与采用的LED的光效相关外，还与三个因素有关：二次光学设计达到的光线利用率、良好散热以保障的LED输出光通量维持性能及LED驱动电路的效率。以上几个部分的效率相乘得到LED隧道灯的整体光效。

通过对LED发光机理的研究，可以推算出LED的辐射光谱效率可达350lm/w，由于LED发光机理上是冷光源，且辐射中光谱全在可见光范围内，因而实际效率有望更接近理论值。即使考虑到工艺上的局限，实际LED光效如果达到理论值的一半也很可观。光效的提高意味着对能量利用效率的提高，当LED的生产工艺发展成熟之后，在和传统隧道照明光源的比较中LED的节能优势将得以凸显。

其次，与传统光源相比，LED体积小，在许多应用场合甚至可以将其当作点光源来处理，这就给灯具的光学设计带来很大的灵活性。同时，传统光源灯具中由于光源尺寸较大而存在的光源遮挡与吸收作用在LED灯具中也不存在了。

再次，LED只向半空间发出光线，这意味着不添加任何形式的反射器，光源发出的光线也能全部射向受照面方向，这一特点决定了LED灯具有望做到90%以上的灯具效率。同时通过合理的光学设计达到很高的光通利用率。

以上是LED用于隧道照明在整体光效方面可能的优势，但如何将其优势转化为实际的可应用产品，尚需解决

许多技术问题。LED是与高压钠灯等传统光源很大不同的光源，用于隧道照明不能简单的将LED取代现有的光源，也不能简单的点亮LED即用于隧道照明。如何整合LED隧道灯具的各个部件以达到对光源光通量的最大利用率进而最大限度地实现照明节能是我们面临的挑战。

2 LED隧道照明灯具的寿命

隧道照明由于是24小时点灯，一年即8760小时，连续点灯4年约35000小时。且由于隧道内灯具的更换非常麻烦，因此，对隧道灯具的寿命要求是很高的。

灯具中影响寿命的主要是光源与镇流器（LED为驱动器），灯具及玻璃等寿命很长。在传统光源包括荧光灯、金卤灯、高压钠灯，都是灯的寿命比镇流器短，因而往往采用更换灯管（灯泡）的方法延长整个灯具的整体寿命。LED灯具中，LED器件的理论寿命很长，按照后文介绍的长江隧桥采用的LED，其推论寿命超过3万小时。因此，LED的驱动器的寿命变为瓶颈。

传统光源中，无极荧光灯的作为荧光灯的一个变种，其寿命很长，一般认为可达5万小时以上，但其点灯为高频交流信号，相应的镇流器技术较为复杂，因而其寿命将是只要瓶颈。

3 LED隧道灯的市场应用情况

从LED市场发展的轨迹和生产技术的不断进步看来，目前制约LED作为照明光源推广的价格过高等问题将逐步得到解决，LED在各种照明中的应用必将逐步普及和深入。按照业内分析，LED的价格下降趋势是每24个月下降一半。因此，随着LED价格的快速下降，与传统光源相比，LED的优点所造就的灯具效率高、使用方便、环保性好、寿命长等特点将更加突出，特别是在定向照明包括隧道照明等领域将迅速得到推广。表2显示LED在国内隧道工程中的应用或拟用的情况。

表2 LED在国内隧道中的应用

序号	隧道名称	序号	隧道名称
1	贵州东苗冲隧道	7	广州龙头山隧道
2	贵州蔡家关隧道	8	安徽黄塔桃隧道
3	陕西前义坪隧道	9	江西黄竹山隧道
4	安徽黄榜岭隧道	10	青岛胶州湾隧道
5	贵州五龙山隧道	11	云南孟腊隧道
6	云南董来隧道		

从表2中可以看出，目前LED的应用还大多应用在山岭公路隧道。应用效果各不相同，应用中尚有诸多问题，如光衰大、结温高、灯具结构不尽合理、照明均匀性差、

驱动电源寿命、质量参差不齐等，因此在设计长江隧道LED照明应用时需要加强系统研究，形成技术标准和系统设计以确保LED在上海长江隧道工程应用的可行性。

三、上海长江隧道照明工程LED的应用

上海长江隧桥（崇明越江通道）是国家十一五重大建设项目。我们经过近两年的试验，决定在该工程的隧道中主照明采用LED。

1 上海长江隧桥（崇明越江通道）工程简介

上海上海长江隧桥（崇明越江通道）工程位于上海东北部长江口南港、北港水域，是我国长江口一项特大型交通基础设施项目，也是上海至西安高速公路的重要组成部分。该工程的建设对形成和完善沿海交通大通道，充分发挥上海市的区位优势，促进沿海开发带经济发



图1 上海长江隧道工程地理位置图

展跃上新台阶，进一步实现国家“两沿战略”，提高和强化上海市的辐射功能是十分必要的，并具有十分重要的战略意义。工程起于上海市浦东新区的五号沟，经长兴岛到达崇明县的陈家镇，全长25.5km，采用南隧北桥方案，按双向六车道的高速公路标准设计，其中穿越南港的上海长江隧道工程全长8.95km，江中圆隧道采用盾构法施工，长7.5km，外径为Φ15m。设计时速80km/s。该隧道拟在基本段采用LED照明技术，以此实现隧道运营过程中的环保节能。此规划迈步早，需配套大量调研、测试、评估工作，具有很强的科研探索性质。由长江隧桥建设指挥部（上海长江隧桥建设发展有限公司）、复旦大学电光源研究所、上海隧道设计研究院联合成立的上海长江隧道工程半导体照明应用课题组在相关技术规范制定和测试等领域做了大量的工作，积累了大量的一手数据、并摸索出一套LED隧道照明评价工作方法，为同类工程提供了借鉴，为LED作为照明光源的推广创造了有力推手。

2 上海长江隧道工程LED应用的研究

LED应用于隧道照明目前尚处于起步阶段，光源可靠性、灯具安全性、灯具合理结构等问题尚未定型，亦无相

关经验可循。所以研究以此为重点，从光学、电学和照明效果等方面着手开展，最终形成LED照明方案及LED灯具技术要求，以利工程应用。

（1）LED用于长江隧道照明工程总体设计方案的研究

鉴于以上分析，及LED处于快速发展阶段，有一定不可预见性，工程照明系统的可替代性研究存在相应的攻关难点。因此，对长江隧道工程选用LED照明灯具的可行性和可操作性进行前期的详细调研是十分必要且重要。调研的主要内容包括：

1) 对LED与传统光源的发展趋势进行比较，并分析LED与传统光源（荧光灯、高压钠灯、金卤灯）用于隧道照明的优缺点，进而分析LED用于隧道照明的单个灯具的形式与适宜功率（包括单个LED的功率与LED的个数等）。

2) 将采用LED隧道照明作为整个长江隧桥工程的一部分考虑，研究总体照明效果与方案。方案同时考虑LED快速发展后照明系统的可替代性。

通过大量的数据采集和调研比较论证了长江隧道项目中使用LED灯具可以实现照明节能的目的，并且新型LED结构形式与使用传统光源的灯具相比在可靠性实现上未发现存在大的瓶颈。LED灯具的节能特性主要体现在以下两点：首先，结构合理的LED隧道灯配合科学的整体照明方案能够实现高于高压钠灯和长管形荧光灯的光线利用率即高的有效发光效率，以此实现照明节能；其次，方便地进行无极调光是LED作为新光源最大的优势和亮点之一，结合智能化照明控制系统，在运营负荷量小的时段降低照明系统的功率，这种运行模式同时保证了隧道内部的照明效果并实现的能量的节约利用。大功率白光LED的发光效率因不同厂家技术水平和生产条件的不同差异较大。目前，国内多数厂商自行生产/封装的芯片，其光效指标不高，其LED产品与传统光源相比尚不能实现照明节能。因此在本项目的应用研究中，在LED芯片上要求采用国际一流知名品牌的成熟的功率型产品，在封装上选用低热阻、散热良好、低应力的封装结构以及高折射率、抗劣化封装材料，以提高出光效率和降低热阻，保证功率型LED工作的稳定性、可靠性和高效性。在照明总体方案方面，作为整个长江隧桥工程的一部分，LED隧道照明的整体方案必须满足国家和相关部委关于隧道照明的相关规范和标准。评估过程中参考的相关标准为CIE88-2004《Guide for the lighting of road tunnel》、JTJ026.1-1999《公路隧道通风照明设计规范》。详尽的调研与分析对比工作论证了长江

隧道项目中使用LED灯具可以实现照明节能的目的，并且新型LED结构形式与使用传统光源的灯具相比在可靠性实现上未发现存在大的瓶颈。

（2）LED隧道照明应用关键技术及指标的研究

LED作为新型光源，用于隧道照明仍有许多问题亟待解决。要评价LED灯具的综合质量必须根据隧道照明的总体方案，对LED用于隧道照明的光学、电学及照明效果进行研究，以确定最佳的LED隧道照明配光、控制、可靠性等的要求，并据此建立相应的检测方法和手段。现阶段功率型白光LED的光效与荧光灯相当，其是否实现节能目标，还需考核两者间灯具效率的优劣。而LED恰有体积小、便于结合灯具二次光学设计的优势，只要把握好了灯具设计和后期制造的关卡，便能达到优于荧光灯的节能指标。目前，生产LED隧道灯的厂家众多、产品形式丰富、功能实现手段多样，因此有必要为这类产品制定一套终极的光学性能评价标准。该光学性能标准要求：

1) 整体光衰：10000小时不超过10%（光输出维持率达90%以上）。使用寿命 ≥ 50000 小时（不含驱动电源，其寿命另行规定），即：50000小时光衰不超过30%（光输出维持率达70%以上）。

2) 灯具效率 $\geq 85\%$ （灯具输出光通量不小于封装器件输出光通量的85%）。

3) 提供LED灯具的出光角度和配光曲线，据此设计的照明方案满足相关标准的光度要求。

LED须采用恒流源进行驱动，驱动电源在整个灯具的效率中起着重要的作用。LED的驱动方式厂家之间不尽相同，而不同驱动方式也各有长短，不便规范出标准的驱动方法，只能从最终驱动模块的性能指标上评比各自的优劣。为了保证本项工程可靠性，要求电源的IC模块（包括但不限于AC/DC、DC/DC模块、恒流模块、电容等影响其品质的关键部位）选用国际知名品牌，不允许因个别组件的性能降低而影响整个电源驱动系统的安全性和可靠性，造成非芯片本身的损坏和故障。具体要求的制定参照GB17625.1-1998《低压电气及电子设备发出的谐波电流限制》、GB7001-1986《灯具外壳防护等级分类》等相关标准。具体要求如下：

1) 交流输入电压：AC220V（ $\pm 10\%$ ）。

2) 输入电压频率：50 ± 0.5 Hz。

3) 功率因素 ≥ 0.95 。

4) 从交流电源至芯片的电功率效率 $\geq 85\%$ 。

5) 谐波含量THD $\leq 20\%$ 。

6) 工作环境温度：-5-50℃。

7) 芯片间电流差 $\leq \pm 6\%$ 。

8) 使用寿命 ≥ 30000 小时，在寿命与LED本身有较大差距时，要求易于更换。

9) 外壳防护等级IP65。

10) 驱动器外壳耐腐蚀性能：II类。

11) 通过LED灯具控制器以控制室总控的方式实现对LED灯具组的调光。调光应不小于4级。电源需具有过流保护。

12) 单个灯具实现电源系统电流检测，并实现异常状态定位报警。

当前，限制功率型LED应用的一个很大的瓶颈就是散热问题。由于LED属于半导体器件，因此结温的升高会导致器件各方面性能的变化与衰减。具体到LED，这种变化主要体现在三个方面：减少LED的光输出；缩短器件的寿命；造成LED发出光的主波长的偏移，从而导致光源的颜色发生偏移。而这些都是在我们照明应用中非常重要的指标，因此，如何制定合理的热参数来保证相应的LED正常工作，此项工作至关重要。现在市场上很多LED灯具产品给出温升指标大部分都是基于灯具外壳的温度相对于环境温度的差异，用这种方法来衡量灯具散热性能存在着一定的局限性。因为与影响LED器件性能直接相关的是器件PN结的结温，我们关心的最终指标是结温的高低，而不同灯具在器件的选取，灯具材料，生产工艺以及散热设计等各方面都有很大的不同，导致从器件PN结到灯具外壳的热阻有很大的差异，在这种条件下，用灯具外壳温度相对环境温度的温升来判断灯具的散热性能是不科学的。最准确方法还是直接测量灯具选用器件的PN结的温度，通过结温与环境温度的差异来衡量灯具散热设计的好坏。测量LED结温的方法有很多种，目前，比较通用的正向压降法，即通过测量器件两端电压的减少来推算出PN结温度的变化。选用此方法测量需对灯具进行破坏性试验。基于以上的分析，本课题组提出以控制灯具中LED的PN结温生为主，控制灯具外壳温度为辅的LED隧道灯具热学性能评定方法。具体标准为：

1) 采用功率型LED，推荐单颗额定功率1W。

2) LED允许工作结温 $\geq 125\text{℃}$ 。

3) 要求根据实际安装使用环境的条件进行热沉设计，进一步改善功率型芯片的散热，保证芯片正常、稳定的工作。

4) PN结至封装底座的热阻 $\leq 11\text{℃/W}$ 。

5) 灯具与器件装配后，在25℃时，稳定工作，其LED器件PN结的温度 $\leq 55\text{℃}$ ，即温升 $\leq 30\text{℃}$ 。

6) 色温Tc：5000K-6000K。

7) 色温一致性 $\leq 500\text{K}$ 。

8) LED光效 $\geq 80\text{lm/W}$ @350mA。

通过以上指标，对光、电、热三项参数进行细化规范，于2008年1月18日发布了“上海长江隧道照明用LED灯具技术要求（初稿）”。

（3）长江隧道LED隧道灯具供应商检测及筛选

LED隧道灯具作为将投入实地应用的产品，必须满足应用场合对灯具提出的普遍性要求，例如：IP等级、配光形式和基本电学参数。在本项目中，为确保公平、公正、公开的评标原则，所有入围厂家均提供样灯交第三方——国家电光源检测中心对普适性的上述参数进行测试并出具相关测试报告。

考虑到LED光源的特殊性和长江越江隧道工程的重要性，本项目课题组提出要对光、电、热三部分的关键指标做实验室测试，此项工作要求有相关的专业仪器、并对样灯做破坏性试验，试验过程要求较高的LED研究经验和相关知识，且尚属待研究未成熟的新领域，故由科研单位复旦大学电光源研究所承担。

在对各厂家送交的样灯进行光、电、热的分项测试后，项目课题组对厂家提交的整体照明方案进行了评估。评估过程是在照明设计模拟软件中准确建立隧道内部的室空间模型，根据之前的测试结果建立灯具/光源库，按照厂家提供的方案布灯，进行光线追迹，得到最终的隧道内模拟照明效果。该种评估旨在从整体的角度评价各参与单位的产品，主要考核节能指标和照明效果。其次也为各单位的现场实际挂灯提出参考性的建议和意见。

通过测试，了解了入围厂商LED隧道灯产品全面技术指标，并据此筛选出4家厂商的产品进行现场试验段的试挂。

（4）隧道现场试验段跟踪测量与评估

LED灯具应用于隧道照明既是亮点亦是盲点。鉴于长江越江隧道项目的重要性，在确定工程照明方案前有必要对各厂家的产品进行长时间的现场试挂，试挂的效果和结论最能证明LED隧道照明方案是否可行。

1) 测试试验介绍：

现场试挂的对象是在初期灯具参数测试中名列前茅的4家厂商。业主方为每家厂商提供50m的标准隧道内部段，并要求按照厂商向业主方提交的隧道内部段正式布

灯方案进行挂灯，给每段分装电表以考核用电量。现场测试段于2008年5月25日完成安装并亮灯，至2009年2月21日，总亮灯时间：273天，近6500小时。数据采集始自2008年7月3日，直至2009年2月21日，共24组数据，总计234天，约5500小时。完整试验时间预计持续8-12个月，整个时间区间横跨全年中气温最高和最低的夏冬两季，以此考验LED灯具的现场可靠性。四个标准试挂段硬件条件相同，业主方和课题研究组派员定期对各段进行路面、墙面照明效果、用电量及现场温度测量，以掌握第一手的数据为后期的评估提供参考。



图2 LED试验段现场照明效果照片

2) 具体测试方案:

测试方案由复旦大学电光源研究所提供。方案具体为：每家厂商各自50m试验段的中间段净空区相邻两灯正下方路面布置横纵数量为7×7的测试网格，在该段对应2m以下墙面以0.5m为间隔布置7×4的测试网格。网格线交点为照度采集测试点。测试段所有灯具编号，以方便故障记录。

3) 测试与分析指标:

主要测试指标有：路面测试网格点照度；墙面测试网格点照度；电功耗；现场温度。

统计分析指标有：路面平均照度；路面照度总均匀度；路面照度纵向均匀度；墙面平均照度；各试验段电力消耗；温度变化记录。

图3所示的为5500小时内各试验段路面平均照度的检测变化曲线，由于LED是温度敏感器件，工作点环境温度的变化将引起相应的光源光输出变化，为评定LED隧道灯的光衰，特对其光输出结果做温度修正，扣除光输出的环境温度相应。

图5给出了某试挂段经温度修正后的照度变化（即：光衰曲线）。

4) 试验段测试结果分析:

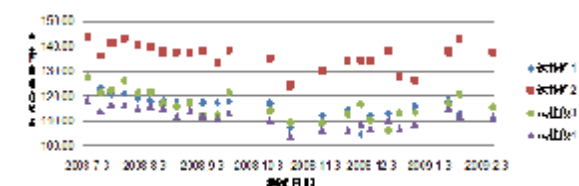


图3 试验段路面照度检测表

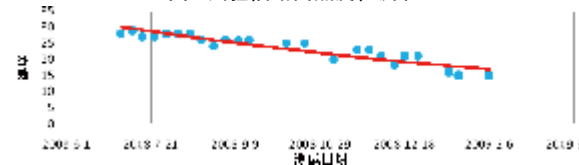


图4 测试期间的温度变化

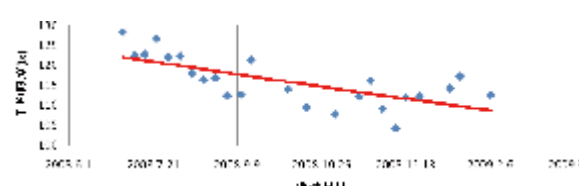


图5 某试验段经温度修正后的路面平均照度变化曲线

1. 经过6500小时的跟踪测试，验证了参加试挂的厂家所提供的灯具样品的可靠性。
2. 测试结果表明，各试挂段路面平均亮度都达到设计标准，节能效果明显。
3. 光衰经过一段时间下降后，已基本处于收敛状态，排除环境温度影响后，5500小时光衰约为6%，初期平均每月光衰小于1%。
4. 可靠性：6500小时亮灯试验阶段未出现重大坏灯事故。
5. 测试数据存在一定的离散性，由多个因素引起，这些因素为：扬尘污染、环境温度变化、测试现场存在遮挡、测试操作偏差。

四、结语

在探索LED如何进入照明领域这个大的课题中，用LED进行隧道照明也是一个新的领域，从理论分析上得到LED进军隧道照明不存在大的技术瓶颈，从有限的相关工程案例上也可以看出，此项技术带来的成果和效应是明显且喜人的。为了保证重点工程的稳步推进，并在LED进入照明领域的过程中摸索前行，结合长江越江隧道工程，项目课题组做了大量的相关工作。目前该隧道照明中采用LED作为主照明正在施工中，相信一系列研究数据和现场测试参数必将成为工程的进行和LED的推广提供有价值的第一手资料。

光纤线路保护系统 ——确保通信无中断

武汉光迅科技股份有限公司

1. 概述及无阻断通信的必要性

随着密集波分复用技术和高速数字交换技术的应用，使得越来越多的信息业务集中到较少的节点和线路上，对这些线路所在的光网络可靠性提出了越来越高的要求。据统计每年我国发生超过2000次的光缆阻断，造成超过10亿元的巨大直接通信损失和对国民经济各行业不可估量的重大损失。因此，网络生存能力成为影响网络设计与构建的重要因素，而光路层的保护与恢复对于整个网络的生存能力有着重大的影响。对构建光网络生存能力具有非常重要的意义。

2. 光路自动切换保护系统结构、功能、指标，光路图

当前各电信运营商采用的光网络保护方式主要有以下几种：1.SDH自愈环保护，2.光路分流保护，3.人工调度保护，4.光路自动切换保护技术。采用光路传输分流和人工调度预案保护方式是效率较低的，已无法满足无阻断通信服务质量的要求。SDH传输设备制式和地理环境的因素限制使得SDH自愈环保护方式的应用有限，保护机制复杂，并且干线SDH自愈保护功能无法实现。光路自动切换保护是对光传输层的保护，且控制的机制只针对光纤路由，与传输设备关系较小，不存在兼容问题，容易组成光路保护网络，目前国内已有一些光层保护有着上层业务保护不可比拟的优点。如光层恢复可靠性高、光层恢复速度快、光层恢复成本低，同时可以对不同业务提供保护。接入干线传输系统时几乎不会影响传输特性。

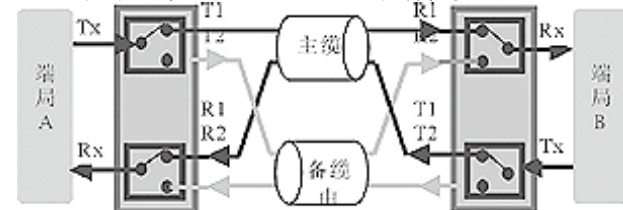


图1:1方式保护的原理框图

光纤线路保护技术主要有两种基本的保护方案：双发选收保护方案（即1+1保护）和选发选收保护方案（即1:1保护）。1+1保护和1:1保护通过光功率检测实现线路的快速保护，自动切换恢复时间按ITU-TG.783和ITU-TG.841标准，小于50ms。

1:1型光线路保护设备可以应用在点对点简单线路和主备线路存在电中继和EDFA等复杂线路中，一对设备引入的插入损耗为2.6dB，切换时间小于30ms,设备对传输信号独立透明，并且可以实现自动恢复功能。

3. 浙江传输光纤线路保护技术的应用：组网、功能

为了满足浙江电信对线路通信保障、干线传输电路可用率指标的要求。

浙江电信的光保护工程采用OLP系列光线路自动切换保护器，利用这些设备和冗余光缆线路，选择杭甬贵成光缆、沪金南穗光缆、南沿海光缆、宁杭光缆等11个中继段中相适应的省网系统，构建光纤光缆保护网络，实行1:1方式的物理保护，采用DCN网络进行监控管理。系统可以实现如下功能：

- a) 自动切换功能：主用路由光纤阻断，自动切换至备用路由，保证通信业务无中断；还可根据具体线路情况及需要设置成可恢复模式的自动返回功能：即当主用路由线路恢复正常时自动切换恢复至主用路由线路的功能。
 - b) 检修调度功能：在主用路由光纤正常的情况下，可由网管或设备面板发出指令调度切换工作路由，保证通信业务无中断；
 - c) 主备纤插损监测功能：可实时监测主用和备用路由的线路插损状况，并根据设定的告警门限给出告警提示。
 - d) 掉电、上电保持功能：切换盘掉电或上电，不影响工作线路状态，保证系统正常工作；并具备热插拔功能。
- 工程采用的光纤线路保护设备OLP每一对的介入损耗为小于3.0dB,倒换保护时间小于30.0ms。被保护的11个

中继段以及相应的备用线路如表1所示，采用11套线路保护设备，其中4U规格机架1台，机架上安装有4个光纤线路切换单元盘，1U规格设备18台，其中2台作为本次项目的备品。各站点安装设备以及工程示意图如图1所示。

表1 被保护中继段明细表

序号	干线光缆	保护段落	备用路由	备用光缆
01	南沿海	嘉兴-桐乡-临平段	嘉兴-临平	沪惠
02		临平-杭州段	临平-杭州	
03		杭州-萧山-绍兴段	杭州-绍兴	
04		绍兴-上虞-余姚段	绍兴-余姚	
05		余姚-宁波段	余姚-宁波	
06	沪金南绕	杭州-海宁-海盐段	杭州-海宁-海盐	杭嘉直埋
07		诸暨-义乌段	诸暨-义乌	杭萧金
08		金华-武义-丽水段	金华-永康-缙云-丽水段	金丽温
9	湖嘉直埋	湖州-南浔-嘉兴段	湖州-嘉兴	浙省网
10	杭福黄成	杭州-富阳段	杭州-富阳	
11	新华为波分	待建	待建	

网络拓扑结构如图2所示，杭州站是整个网络的中心站点，在此站点配置4U插盘式线路保护装置。4U机架上插入4个单元盘。单元盘与机房中的光端机相连接，接入到通信线路中。嘉兴站、临平站、绍兴站、余姚站各配置2台1U机架式线路保护装置；湖州、海盐、富阳、宁波、诸暨、义乌、金华、丽水站分别配置1U机架式的OLP装置。

网络监控中心设在杭州，分别根据站点实际情况对以上各站点OLP设备进行设置和调试（阈值设定和网络参数设置等）。本试验网络中的任意一对节点之间利用主用光缆和备用光缆将配对的OLP设备连接起来，节点处的光端机和OLP设备间用相应的光纤跳线连接起来。光保护系统的自动切换是靠光功率监测引导并在设备层上完成。

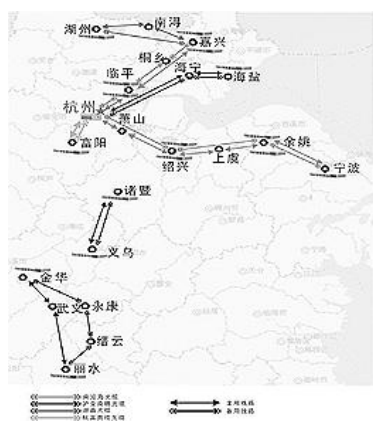


图1 工程示意图

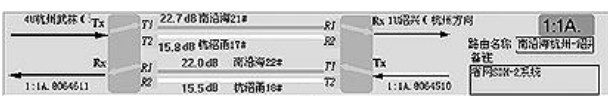


图2 网管界面截图

- 网管系统的功能主要是维护管理和主动切换调度。
- 1)设备管理：实现对切换设备进行分类、配置、控制。
- 2)实时监控：实现对切换设备的单盘光功率和路由线路状况的实时监控。
- 3)告警管理：实时对切换设备的告警收集、报警、确认。
- 4)性能管理：可按用户设定的时间间隔收集设备运行状态的数据，并可查询历史数据。
- 5)安全管理：用户及其权限管理。
- 6)日志管理：记录系统事件。
- 7)拓扑显示：实现设备分布及状态的拓扑显示。

4. 光路自动切换保护系统在WDM系统和SDH保护

骨干网作为综合业务的公用光传输/传送平台，由于各种业务自身所具有的保护能力千差万别因此需要能够提供可靠的、灵活的光层保护能力。利用DWDM的光域保护机制，可以方便地为包括SDH信号在内多种信号协议提供物理层的保护，提供高质量数据通道的能力。光路自动切换保护系统业可以实现DWDM系统的保护，实现备用路由保护的方案可靠性高，主要应付光纤切断等特殊情况，只要具备条件实施起来方便。通过应用，在冗余通道满足的情况下，目前这是对易发生阻断的干线（不论是线路和设备），实行自愈保护的一种好方法。

实际线路中一般情况下主用路由和备用路由会存在距离差异较大的问题，对于高速通信系统和DWDM系统存在主备路由衰减和色散的差异。需要考虑采用EDFA和DCM，同时兼顾OSC监控信道的处理。

5. 光自动切换保护系统价值体现：收益、节约投资等

光自动切换保护系统是针对于线路故障而设计的，完全独立于SDH系统和DWDM系统的网元设备，在结合备用光纤路由的情况下，可以组建切换保护网络。通过实践证明光自动切换保护快速可靠、安全灵活、业务恢复能力强。项目实施后可以有效解决光缆线路维护难的问题，达到预期目标：

- 1)降低线路阻断导致业务中断事故出现的概率；
- 2)降低线路维护费用；
- 3)提高故障发现和修复速度，无需中断业务信号的传输；
- 4)灵活调度路由，方便线路割接和检修；
- 5)有助于提高线路维护绩效。

（企业文章，文责自负）

从创新研发看大中华地区半导体照明发展

卢明 吴恩柏
香港应用科技研究院

【摘要】：近年来，半导体照明技术发展蓬勃，在照明应用领域中由于各国政府节能减排的号召及推动下，经产、官、学、研多方的努力克服了关键技术及生产制造市场化等问题，逐步将半导体照明产品推向市场。相较于欧、美地区半导体照明的发展，大中华地区展现出无比的市场活力且成为将半导体照明推向世界舞台的重要推手。面对这样的市场发展态势，半导体照明大幅进入市场的障碍似乎只剩下价格这个壁垒有待突破，这对拥有庞大生产力的中国而言并不是难题，但这是否意味着薄利多销及惨烈的市场割喉战即将展开，或这意谓着产、学、研界需要开始审慎思考下一步于半导体照明领域的布局。

本文希望藉由两岸三地所构成大中华地区半导体照明之产业链价值、政府/产业投入及科研指标分析，以提供产、学、研各方思索未来在大中华地区半导体照明领域发展之定位及发展方向的参考。

【关键词】：创新；研发；大中华地区；半导体照明

半导体照明及应用科学研究

科学的发展可概括性地区分为基础及应用科学两大类。基础科学以自然现象和物质运动形式作为研究对象，旨在探索并寻找自然界发展与规律的科学，其特点在于投入资本庞大、投入时间长及具有时间的连续性，需藉由应用科学将其转化为应用技术及商品，因此基础科学每一阶段的突破对于应用科学及其衍生技术与产品都将造成极大的冲击。反观应用科学是依托于基础科学进行发展，相较于基础科学的大量资源及长时间的投入，应用科学的投入资源相对为少且时间较短，主要是受到市场、产品及成本导向所趋，必须藉由制造技术的转化以使成为应用技术及商品。

就化合物半导体及半导体照明技术而言，都应归属于应用科学的范畴，因此如何界定其产品应用、市场及趋势将会左右半导体照明技术的发展，就目前新兴应用及趋势概述如下：

新兴应用：

新兴应用不仅局限于节能诉求，更重要的是藉由半导体照明的使用能开创出传统光源所无法提供的新功能及效果，因此新兴应用多是以这样的诉求为出发点进行开发并进入市场，新兴应用主要可分为六大类并列于表一。

表一、固态照明新兴应用表

应用别	应用诉求	使用半导体照明种类
笔记型计算机背光	节能	白光 LEDs
液晶显示屏背光	色域、对比度及画质提升	红绿-白 LEDs
路灯	节能	白光 LEDs
建筑装饰照明	色彩、效果变换	红蓝绿 LEDs
手机用闪光灯	节能、照明功能	白光 LEDs
室内照明	节能	白光 LEDs

发展趋势：

就目前半导体照明发展的趋势主要是区分为对传统照明的取代方案及依半导体照明特性所衍生的新光源与新灯具应用。从市场端分析^[1-5]，则可区分为高端产品市场渗透、低成本产品市场渗透及新功能产品等三大类，此三类产品及其分类列于表二。

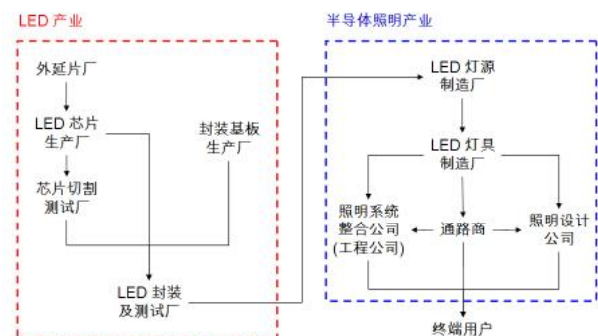
表二、半导体照明市场及产品分类表

市场别	产品分类
高端产品市场渗透	笔记型计算机背光、大尺寸液晶显示屏背光、室内照明、道路照明。
低成本产品市场渗透	手机用闪光灯。
新功能产品	建筑装饰照明 + 智能控制。

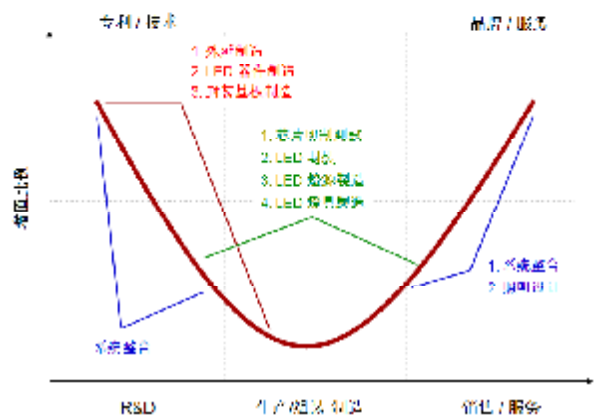
半导体照明的产业链

半导体照明由上游外延片厂，经由芯片加工、芯片测试、封装暨测试、光源、灯源、灯具、通路、照明系统至终端用户可构成一完整的产业链（请参见图一）。此产业

链由上游至下游之价值分析如图二所示，图中横轴为产业链上、下游的产业性质分野，可区分为研发、生产/组装及销售/服务等三大区块，藉由不同区段的产业化贡献能对产品产生不同程度的增值表现，如图内纵轴所示。在产业链价值分析图中，研发所着重的是专利与技术的开发，并藉由专利及开发技术的使用以使产品获得增值；生产/组装所强调的是生产化技术的精进及成本控制以使产品得以量产进入市场；位于终端的销售/服务，主要是藉由服务及品牌效应以达到产品增值的目的，半导体照明之各产业环结于产业链价值分布则如图二所示。



图一、半导体照明产业链简图



图二、半导体照明产业的产业链

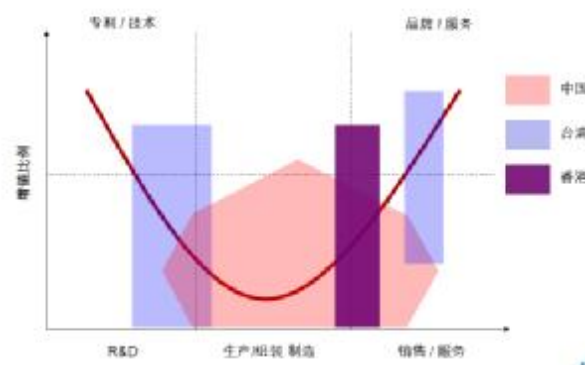
从产品价值链中可看到外延片制作、LED器件制作、封装基板、系统集成及照明设计偏属于高增值产业环结，而LED封测、灯源及灯具的制作则属产业增值性低的环结。就目前半导体照明产业的结构分析，可以很明显的发现这条产业链是在大中华地区两岸三地产业努力下共构而成，目前两岸三地产业发展形势、优劣特性及机会分析列于表三，其产业价值链的定位现状则如图三所示。

表三、大中华地区于半导体照明产业之SWOT 分析

	中国大陆	香港暨珠三角地区	台湾
社会经济指标	人口：约十三亿 GDP (nominal) per capita: USD 3,315	人口：约五千万 深圳：约八百八十万 香港：约七百万 GDP (nominal) per capita: 深圳：USD 13,153 香港：USD 30,755	人口：约二千三百万人 GDP (nominal) per capita: USD 17,040
优势	· 资源整合于半导体照明协调领导小组办公室； · 各级政府积极投入； · 数以千计中小企业投入及快速学习能力； · 广大国内市场孕育出实力雄厚终端产品(含系统)企业	· 全球灯源、灯具生产行销重镇； · 广东、广州、深圳各级政府积极投入； · 广大国内市场孕育出实力雄厚终端产品(含系统)企业 · 香港设计能力及优良的外贸环境。	· 芯片至器件生产制造有强大的半导体产业基础建设为后盾； · 外延及芯片制造能力强； · LED封装能力强； · 拥有极强的生产管理系统及经验。
弱点威胁	· 产业链中缺乏自主专利； · 外延/芯片技术落后约一代； · 技术创新不足； · 人才在职培训不足。	· 无具规模之外延、芯片制造企业； · 各级政府无整合半导体产业照明之策略； · 企业技术创新不足； · 缺乏自主专利保护。	· 白光 LEDs 专利问题； · 光学设计、产品设计及系统集成能力较弱； · 内需市场小。
机会	· 政府推动； · ‘山寨效应’与‘家电下乡’密切整合； · 科研机构及国内大学的科技支持。	· 深/港及珠三角地区之研发/生产/销售/服务之逐步整合； · 政府推动； · ‘山寨效应’与‘家电下乡’密切整合； · 应科院及各大学的科技支持。	· 外延/芯片/封装：世界白光LED的代工厂； · 在中国的半导体照明市场； · AC LEDs； · ITRI及各大院校的支持。

GDP(nominal) per capita: 人均国内生产总值(国际汇率), 资料基准为 2008年, IMF^[7].

依照过往产业发展历程，不难理解两岸三地半导体照明产业链中台湾着重于外延、芯片前段技术与终端应用整合技术的开发、中国大陆着眼于生产/组装制造环结及香港在产品销售及服务的发发展现状。随着时间的推移，中国大陆已从出口导向的世界工厂角色逐渐转化为世界最大的

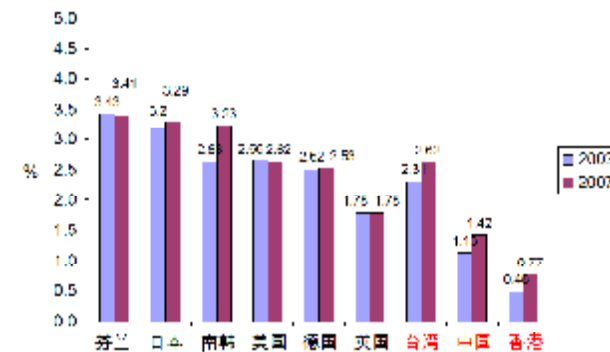


图三、大中华地区产业链价值分布图

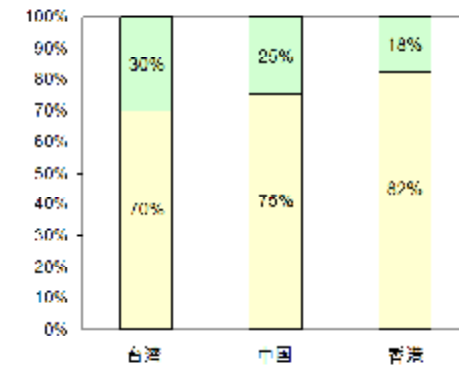
消费市场，面对如此的转变，中国大陆企业势必开始向产业链的高价值区进行发展以期获得更大的利润。相较于中国大陆庞大市场的推动以及相对低价的生产能力，台湾及香港如向生产/组装等方式进行发展，无论就企业及产业链观点进行分析均非明智之举，最重要的在于如何对于产业链高增值比例的区块进行持续性的创新及改进以确保企业或产业继续向前行进的动力。

科研投入及指标分析

产业链的发展于初始阶段可由政府领军推动，但持续发展却要靠政府及民间力量共同努力才能维持其不断前进的动量，依据美中情局公开资料‘The World Factbook’^[6]、经济合作暨发展组织（Organisation for Economic Co-operation and Development, OECD）^[8]、香港特区政府施政暨统计报告^[9-10]及台湾国科会统计报告^[11]对各国/地区研发投入占国内生产总值比例进行分析，分析图如图四所示，而大中华地区两岸三地政府及民间科研资本投入比例分析图则请参见图五。



图四、各国/地区于2003及2007年研发投入资金占GDP比例分析表^[8-11]

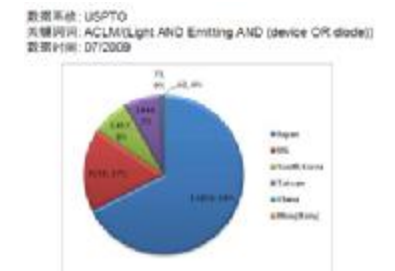


图五、两岸三地政府与产业资助比^[8-11]

从两岸三地的科研投入分析可以看出，台湾于整体科研经费投入的比例较中国及香港高，政府及产业投入研发的资源逐年增加，政府与产业投入比约为 70: 30，主要着

重于前端关键技术及系统应用市场的投入，藉由适当的管理及配套措施使政府的科技投入能转变为公有财，并对产业及产能产生冲击性改变的效应；相较于其它各国/地区的科研经费投入，中国自2003年始至2007年止，政府及产业加大科研资源投注的力度，使科研投资占 GDP 比之成长幅度为 26.7%，由于产业的转型及内需市场的兴起，目前政府及产业投入比已达到 75: 25，其代表企业开始注重自有技术及知识产权的开发，但由于配套制度仍在发展阶段，故政府的科技投入常转化为企业私有财，难对产业产生冲击性的改变；与台湾、中国大陆及其它国家/地区相较，香港在科研方面投入最低且主要靠香港特区政府进行支撑，其政府及产业投入分别为 82%（80%为高等教育、政府所属科研单位 2%）及 18%，面对有限的资源投入，更需考量如何将理论研究转为应用科学开发才能对市场产生正面的影响，而企业的开发则将由通路代理、转口贸易定位转向为创意研发才有机会于三地中找到适当的生存定位。

在各国的产业竞争力指标中，自美国专利与商标局（United States Patent and Trademark Office, USPTO）^[13]数据库中检索专利的申请数及取得数的多寡成为重要的指标，从利用半导体照明常用关键词于权利要求书（Claim）中进行未分类初阶检索并对各国专利取得数进行分析，分析结果如图六所示。



图六、各国未分类初阶专利取得分析图^[13]

截至2009年七月止，日本获得美国专利共计13156项，美国获取专利 3256 项（不含受让人属于美国而在ACN 项中不标为 US者），其后依序为南韩 1457 项、台湾 1449 项、中国大陆 73 项及香港的62项。依据检索结果再行细分，各国及地区专利着重的领域不同，综整及概列于表四。

表四、各国/地区专利重点一览表

国家/地区	技术重点
日	材料、基材、芯片、器件结构、应用
美	材料、基材、芯片、器件结构、应用
南韩	材料、器件、应用
台湾	材料、芯片、封装、应用
中国	封装、应用
香港	应用

从专利数的检索到专利的初步分析可发现以 LED 为主的半导体照明技术相关上位专利主要掌握于日、美等

国,无论中、港、台三地的专利数及专利级别均不如日、美等国所掌握基础的上位专利。面对这样的事实,除应积极的投资资源于自有知识产权的开发并进行专利申请外,企业应该审慎思考经营策略,而官、学及研究相关单位应妥善协助企业进行专利分析、专利鉴价、专利回避开发、下位专利布局及专利交互授权等方式使企业在遍布专利地雷的半导体照明领域中获得生存的空间并得以永续发展。

半导体照明市场驱动力的影响

考量应用科学的发展主要是受到应用、产品及成本导向所趋动,面对两岸三地截然不同的应用及市场,其对于产业的驱动力也不尽相同,在此将两岸三地推动半导体照明市场的驱动力综整于表五。

表五、两岸三地推动半导体照明市场之驱动力

	中国大陆	香港	台湾
半导体照明市场驱动力	以终端消费品部件及公用照明为产品所促成的市场驱动力。 · 小功率 LED 手机按键/背光、笔记本计算机用背光、LED全彩显示屏、平面光源/灯具。 · 中功率 LED 笔记本计算机用背光、大尺寸液晶显示屏用背光、装饰用光源/灯具。 · 功率型 LED 路灯、装饰用光源/灯具。	标准的不完整使公用照明应用迟缓,主以消费及外销市场促成LED市场发展的趋势。 · 建筑及装饰用 LED; · 外销市场导向之光源/灯具; · 商用照明之取代型光源。	以终端消费品部件及公用照明为产品所促成的市场驱动力。 · 小功率 LED 笔记本计算机用背光、LED全彩显示屏、平面光源/灯具。 · 中功率 LED 笔记本计算机用背光、大尺寸液晶显示屏用背光、平面光源/灯具。 · 功率型 LED 路灯、装饰用光源/灯具。

从表五中可以清楚的看到,中国大陆及台湾的市场驱动力基本上雷同,其原因在于中国大陆及台湾目前仍以代工、外销出口为产业主要运营模式,而手机相关的配套产业则受到代工订单的移转及山寨机效应的影响移转至中国大陆。除此之外,受到政府节能减排的政策号召下,中国大陆及台湾两地政府均大力支持并推动环保光源及灯具的使用,其中LED路灯为两岸产、官、学、研所关注的重点,并开始进行大规模的实地测试以验证LED路灯节能及长效的产品特性。

相较于中国大陆及台湾,香港呈现出完全不同的产业风格,自80年代始,因香港制造成本的增加及中国大陆的改革开放,大量的制造产业由香港北迁至深圳、东莞及广州等地,因此香港企业逐渐转型成为以代理、进出口贸易为主的经济体,而特区政府则希望将香港建立成为世界金融及旅游观光的重镇,在此氛围下,驱使香港半导体照明产业的驱动力则主要来至企业,企业考量如何利用装饰照明对顾客产生吸引作用或藉由国外市场的反馈以开发客制化外销市场导向之光源/灯具。

在诸多产品中,真的为半导体照明产业带来冲击的产品实有两类,一为LED背光模块,另一则为LED路灯,在此分述如下:

a) LED 背光模块:

依据 DisplaySearch^[14-15]于2009年第二季 LED 背光板销售及预测报告等资料中指出,2008年的 LED 背光主要市场是应用于笔记型计算机的背光模块,所占比例约为58.3%,但2009年的 LED 背光模块于笔记型计算机用背光则提升至73.8%,而液晶电视使用背光则提升至4.6%。造成这样的市场发展趋势主要是来自韩系大厂 LG Display, Samsung 及台系厂 AUO 大量使用 LED 作为背光源有关,而 LED 作为背光产业发展的背景及特性归纳有以下四点:

1. 受到上游 LED 器件厂的价格压力;
2. 受到下游液晶显示屏模块厂 (LCM) 的成本压力及性能要求;
3. 产品有固定规格但具延伸性;
4. 对LED的需求量极大。

因应这样背光产业的需求,规格化如5050、3528等LED器件孕育而生,由于背光产业对器件性能要求较高,因此新LED器件的分级严密,且受到以量制价的影响,整体而言新LED器件性价比获得明显的提升。相对于半导体一般照明领域中的器件种类繁多且一致性较差,这些于背光应用的标准化光源则被大量引入至一般照明面光源/灯具及条光源/灯具等产品使用。因此背光产业对LED规格化对一般照明产业的产业链产生连带性的影响。

b) LED 路灯:

单就成本的观点进行考量,LED路灯的价格相较于传统路灯仍有三至五倍的差距,如果仅靠自由经济市场运作则仍难以市场普及化,虽然各国及地区政府大力号召环保、节能、减排,并鼓励采用新能源及新光源。但是能有规模性的利用LED路灯作为现地使用或测试的只有在中国大陆及台湾,其主要的原在于政府的支助,除此之外,LED路灯产业发展的背景及特性归纳如下:

1. 来自政府的支助推动LED路灯产业化的进行;
2. 受到应用时配光的限制及成本的压力需选用适当性价比的LED器件;
3. 受到产品价格及成本的压力,必须采用较低成本之机构及热管理方案;
4. LED使用数目多。

因应这样的市场需求及考量成本的压力,所造成的影响在于向产业链上游产生冲击,即对封装环结产生影响,影响有三:

1. 1-3W 功率级器件规格化(如Xlamp, Luxeon, 或Golden Dragon等型产品);

2. 功率级器件的性价比提升;
3. 多芯片封装小型化渐成趋势。

由于功率级规格化封装大量于LED路灯产业所使用,许多对于点光源需求的灯具产品或射灯等因此受惠,因此LED路灯产业不仅影响自身产业链上游的持续精进外,亦诱发并带动部份室内照明光源灯具产业链的发展。

在半导体照明产业链交互影响下,许多新兴的产业链将会依附主流且量大的产业链进行发展,其主要的原来自终端产品的规格化有助于零部件的规格化、质量的提升及价格的下降,而部件价格的下降与性价比的提升则有助于不同产业链中同质异产品型市场的渗透。相较于背光市场,照明市场是成本趋动型市场,通用型的部件使用将有助于成本及价格的下降,以利产品进入市场。因此寻找及规画适当的产业链将有助于诱发其它产业链的发展。

产业垂直分工与企业垂直整合

产业发展初至中期,以产业分工的型式,藉由每一产业的专精环结对其他产业环结提供服务将有效降低单一企业投入的风险及成本,并能使有限的资源得以获得有效的运用。随着市场的开拓,经由产品量的提升及产品规格化的过程,产业链才会进入至垂直整合阶段。

以目前半导体照明的发展,对于一般照明的产业链因为规格化的产品尚未大量的进入市场,因此就整体产业链发展模式仍将由LED芯片、LED封装、光源制造、灯具制造、系统集成、通路至照明设计的产业垂直分工模式运行。

对于发展成熟之产业或产品,由于企业考虑降低成本、创造最大利益下将整体产业链纳入至企业战略规划,则产业链的运行模式会由产业垂直分工转变为企业垂直整合模式,从目前诸多的半导体照明技术及产品中进行分析,可发现以韩国三星为主的大尺寸液晶显示器产业已开始进行企业垂直整合的布局。

鉴于此,从创新研发的角度亦将思索未来所开发技术及产品在产业链中的定位及产业链上、下环结的配套是否完善,所开发的技术如果无法或难以藉由产业链商品化的过程进入市场,则此技术的市场发展潜力及价值将会受到限制。

结论

目前半导体照明市场已开始进入快速发展期,整体产业链的各环结已经齐备并开始以产业垂直分工的方式运行。由于两岸三地的产业发展历程不同,因此应从不同研发的角度进行探讨并提出评价,总结如下:

中国大陆:

目前企业可大但不够精实,应以淬炼精密加工能力为基础,厚植及稳定专长人力资源,向上往LED器件封

装,向下往标准化光源、灯具发展,产业链宜以产业垂直分工方式进行产业整合,以使各环结有限资源能专精运用以发挥最大效果。在产、官、学、研发展的方向,除需强调量产技术的提升外,更需开始审慎思量建立智权保护伞以使产业得以永续发展。

台湾:

目前台湾在半导体照明产业链中的外延、芯片、封装、背光应用等已具备产业基础并占据重要产业环结,应朝向扩大产业影响力或材料开发等方向发展,对于已具专精能力并据有重要产业环结的企业,可朝向下游以企业垂直整合进行发展。

香港:

既有的转口贸易、代理及投入建厂进行组装生产已不再具备优势,香港应朝向半导体照明产业的创意工业发展,针对精密或市场区隔的产品进行开发,科研投资比应予以提高,并需要建立完整的智权保护网加以保护。

由于应用科学的开发需要市场的诱发,但如要追求永续或创新的发展则仍需倚赖扎实的基础科学,除了对短时间可产生丰硕果实的应用科学有所投入外,不应忽略基础科学长期累积的贡献,亦应对基础科学的研发进行有效的资源投入。

【参考文献】:

1. '中国半导体照明产业发展年鉴(2008-2009)',国家半导体照明工程研发及产业联盟,机械工业出版社,2009.
2. '2008年中国照明行业发展分析报告',中国社会经济调查研究中心,2008.
3. 'High-Brightness LED Market Review and Forecast 2007', Strategies Unlimited, 2007.
4. 'High-Brightness LED Market Review and Forecast 2008', Strategies Unlimited, 2008.
5. 'World Market for LEDs and OLEDs', SBI, 2009.
6. 'The World Factbook', CIA, 2009.
7. 'World Economic Outlook Database - 2009', International Monetary Fund, 2009.
8. 'Main Science and Technology Indicators', OECD, 2008.
9. 'Position Paper on Government Incentives to Promote Design and R&D Investment in Hong Kong', HKSAR, 2003.
10. 'Hong Kong Statistics - Statistics by Subject', Census and Statistics Department, HKSAR, 2009.
11. 'Indicators of Science and Technology', NSC, Taiwan, 2008.
12. 深圳市2008年国民经济和社会发展统计公报',深圳市政府统计局,2009.
13. USPTO: <http://www.uspto.gov/>
14. 'Q2'09 Quarterly LED Backlight Panel Shipment & Forecast Report', DisplaySearch, 2009.
15. 'Display LEDs: Lighting UP the Display World', DisplaySearch, 2009.

博弈金融海啸的中国凤凰： 改革创新是企业生命力



凤凰光学在CIOE2009上的展台

2007年底至2008年初发生在大洋彼岸的金融海啸把凤凰光学卷入了危机之中，处于市场上游的凤凰光学09年一季度公司利润约为8000万元，接近亏损边缘。然而，仅仅过了三个月的时间，09年4月份开始，企业收入出现大幅增长，复苏迹象明显。没有资源优势，没有政策优势，甚至人工成本优势也不明显，完全靠竞争生存、规模并不是很大的凤凰光学如何将金融海啸的灭顶之灾转化成发展之机的呢？

江西省国有资产管理委员会主任李天鸥近日在凤凰光学调研国企改革时作出这样的评价：市场选择凤凰光学，是有一定道理的。凤凰光学的发展得益于企业领导人科学的战略决策和勇于改革创新的精神。近日，本网记者走进

凤凰光学位于上饶市的总部，感受这只博弈金融风暴的中国凤凰给全省甚至全国带来的发展信心和决心。

金融海啸带来产业重新洗牌的危机

多次产业洗牌之后确立的“大光学”战略，让凤凰光学站在了巨人的肩膀上得以迅速发展。短短几年时间内，凤凰光学已实现光学元件加工产能达到月产1800万片，各类光学镜头组件月产超过500万只，产品产量位居国内第一，世界光学同行前三位。然而“大光学”战略就象一把双刃剑，给凤凰光学带来了更广阔的国际市场的同时，也把企业推向了行业竞争的风口浪尖。80%产品依赖出

口、国际依存度日益紧密的凤凰光学对国际市场的敏感度也越来越明显，“国际市场随便感个冒、打个喷嚏，都能对凤凰光学产生影响。”集团公司党委书记、总经理王熙晏这样形容国际市场波动对凤凰光学的影响。

源自2007年夏季开始的美国住房市场次级抵押贷款危机引发的全球金融海啸，对实体经济造成重创，美国经济持续下滑并出现负增长，日本更是遭遇二战以来最严重的衰退。而公司的客户结构主要是以日本、韩国、欧美、中国台湾等地的跨国公司为主的凤凰光学在2008年上半年经历了原材料价格上涨、劳动力成本上升、产品价格下降等诸多外部环境因素的严峻挑战，又遭遇2008年下半年国外客户市场订单明显减少的困境。一些下游公司为了降低自身企业成本，甚至提出了产品供货价格下降30%的苛刻要求。金融危机引发的连锁反应，使得凤凰光学再一次面临世界产业重新洗牌的严峻形势。

“生产革新”争得国际市场更多份额

市场竞争是残酷的，不会因为凤凰光学有困难就会网开一面，要想获得更多的市场份额只能从企业内部自我提升入手。自08年下半年开始，集团公司党委书记、总经理王熙晏亲自挂帅在公司内部推行生产革新和技术革新双管齐下的“双新工程”。

生产革新，用王熙晏的话来说，是吃力不讨好的活。这种效仿于日本丰田集团的生产管理模式，从生产机床的摆放位置细微到工人组织配件的距离，库存的数量既要符合下游客户的需求，又不能过多置留。每个工作细节都需要管理者进行精确地计算和筹划。生产革新的实施很困难，需要全集团的干部职工共同参与，但生产革新给企业带来的是成本的最小化和效益的最大化。在佳能公司的帮助下，凤凰光学全面推行了生产革新活动，仅半年的时间，企业存货下降了17%，通过开源节流获得经济效益500多万元。

耗材的降低带来了生产成本的降低，职工工作效率的提高带来了生产效益的提高，也给凤凰光学获得了更多的市场竞争力。富士能等世界500强企业与凤凰建立了互惠互惠的战略伙伴关系，凤凰光学被富士能、佳能等巨头授予最佳供应商，而奥林巴斯甚至签下了凤凰产品免检状。而随着下游企业的洗牌重组，凤凰光学也因为自身优势获得了更多的市场份额，凤凰光学作为全球光学产业重要环节的地位更加牢固了。

技术革新为企业增添经济增长点

如果把生产革新比作推动企业前进的车轮的话，那么，技术革新则是指引企业前进方向的马驹。在科学技术蓬勃发展的今天，一个没有核心技术的企业就不可能有生命力。多年的市场竞争与淘汰早已让凤凰光学领导深知技术革新的重要性，这也是凤凰光学复兴品牌的必经之路。

近几年，凤凰光学以光学制造为核心开展技术创新，并购重组新发展了科学仪器事业，鼓励企业积极开发申请技术专利。几年的努力中，凤凰光学不仅光学球面镜片科技含量达到世界先进水平，而且中山光学、上海光学等单位完成了新产品、新工艺的开发，并取得了多项专利，为后续发展和享受国家政策打下了良好的基础；显微镜技术研发成功研发195平场物镜之后，再一次取得重大突破，成功研制了无穷远平场物镜，达国内先进水平，为后续发展奠定了基础。

技术革新的推进也给凤凰光学获得了新经济增长点。凤凰光学主要产业之一精密制造业业务继续呈现上升趋势，2008年实现销售收入9022.33万元，利润总额567.03万元。除此之外，随着数码单反相机市场的广泛拓展，公司开发生产的光学镜片（全套）和核心金属部件已广泛应用于2008年下半年以来市场最畅销、变焦范围最大的国际知名品牌数码单反相机之中，同时公司也发展成为世界上数码单反相机快门的主要生产基地之一，全球四分之一的快门都从凤凰集团生产输出。

王熙晏告诉记者：凤凰今后重点是要发展高新技术，注重技术与数字化结合，在做大产能的同时做好技术升级，使产品形态实现“零件—部件—整机”从低级到高级的跨越式发展，在“一元化”光学事业框架下“多角化”经营，把凤凰的光学产业技术广泛应用到照相机、手机、摄影机、投影机、监视器、车载镜头等产品上去。

后记：

江西省委副书记、省长吴新雄多次讲过这样一句话：“市场不淘汰行业，只淘汰企业”！在凤凰光学采访的几天时间里，记者更深刻地体会到这句话的内涵。凤凰光学集团公司党委书记、总经理王熙晏曾自信地告诉记者：“只要有太阳和眼睛的地方，就会有光学产业。”在此，记者有理由相信，不久的将来，凤凰光学定能绘制出“有光学产业的地方，就会有中国凤凰”的宏伟蓝图！

（凤凰光学集团 供稿）

华新丽华新型光取出技术申请美国专利

台湾绿能光源领导厂商华新丽华 (Walsin Lihwa) 日前发表崭新高亮度、高功率白光LED芯片产品, 专业技术团队研发出新型光取出技术达到国际水平, 并已经申请美国专利权。

新开发的白光高功率LED芯片产品尺寸面积为1.2mm x 1.2mm, 在色温5500~6000 K输入1瓦的功率下, 可产生90流明以上的发光效率, 最高输入功率可达3瓦, 预计2010年第一季将发表110流明的产品, 适合各种照明灯具、液晶面板背光源等消费性市场应用产品进行推广。针对液晶面板背光源产品部分, 目前市场上用于LCD背光输入电流为20mA的LED, 需要2,000mcd以上的亮度, 华新丽华目前已经开发出高亮度、高信赖度、高抗静电力、寿命长, 输入电流为20~80mA的白光LED新产品, 下一步预计在2009年第四季推出更高阶亮度达2200~2,500mcd水平的LED产品。

华新丽华股份有限公司创立于1966年, 是大中华区电线电缆、铜线材及特殊钢业界领导厂商, 也同时是成功跨足高科技投资的国际化集团企业, 并于今年9月成功参展第11届中国国际光电博览会 (CIOE2009)。



凹凸科技新技术突破LED背光和照明应用开发瓶颈



9月3日, 凹凸科技“新世纪光源革命, LED最绿选择”研讨会在深举行。来自凹凸科技公司的高管和技术专家剖析了LED在背光模组与照明系统的应用趋势, 并分享了凹凸科技最新的LED驱动IC技术及其在家用照明、工业照明、背光电路、消费电子照明、液晶照明等各个领域的解决方案及应用案例。

具备低压、体积小、寿命更长与环保等优势LED背光方案已经逐渐从手机扩展至中高尺寸的LCD应用系统,

目前笔记本电脑有50%以上都是采用LED作为背光源, 而2008年以来发展迅猛的上网本亦是如此, 在LCD显示器和TV中, LED背光的渗透率也占到5%。LED背光昔日为人诟病的高成本和尺寸限制问题正快速得到改善, 整体渗透率未来将继续快速提高 (iSuppli预计LED背光技术的渗透率将由2009年的3%增加到2013年时约为39%), 这一切得益于像凹凸这样的IC厂商的推动。凹凸科技智能照明事业部执行副总裁林永霖博士表示: “绿色节能意识在消费端已受到肯定。因此, 将大中型尺寸LCD所用的传统CCFL背光转成LED背光, 正是目前我们看好的一个新兴市场。”

LED照明应用在中国得到了政府和产业界的大力推动, “十城万盏”示范工程及“逐步淘汰白炽灯”等产业项目的出台为LED取代传统光源提供了强大推动力。在本次研讨会上, 凹凸科技的产品开发总监李胜泰介绍了凹凸科技对一般照明的LED驱动电源控制IC方案, 这些方案可帮助中国企业开发出稳定可靠且高成本效益的驱动电源。

广州飒特红外科技有限公司是国内专业制造红外热像仪的生产厂商, 拥有20多年的红外热像仪研发生产经验, 是《工业检测型红外热像仪》国家标准 (GB/T19870-2005) 的起草单位。公司拥有完善的产品范围, 从工具型红外热像仪到研究型红外热像仪, 涵盖了电力、石化、冶炼、建筑、电子等多个应用领域, 产品远销欧美多个地区和国家, 年出口量达6000套。

飒特红外于2006年推出了世界上第一款“直立式”并带有“双显”、“四通道”的红外热像仪S280, 引起了业界的轰动, 随后, 飒特陆续推出的“直立式”系列的红外热像仪: S180, S380, 以其新颖的造型、卓越的性能, 吸引了世界红外市场的关注, 并且获得了科学技术部、商务部、国家质量监督检验检疫总局以及国家环境保护总局四部委授予的《国家重点新产品证书》。

现在, 飒特公司的产品已经发展成八大系列, 包括:

- 工具型红外热像仪: 适合大部分应用领域的低成本热像仪;
- 维护检测型红外热像仪: 具有先进功能, 适合中高端用户使用的高级热像仪;
- 研究型红外热像仪: 适合研究人员使用、带优秀成像及分析功能的超级热像仪;
- 矿用本质安全型红外热像仪: 为煤矿安全检测而开发的矿用热像仪;
- 消防型红外热像仪: 为消防抢险救援而设计的消防热像仪;
- 监控型红外热像仪: 用于安防监控领域监控型热像仪;
- 车载夜视型红外热像仪: 用于夜间驾驶安全辅助系统的车载型热像仪;
- 用户定制型红外热像仪: 针对用户特殊要求而开发的热像仪产品。

这八大系列产品已经在国内及海外被广泛、深入地应用到各个领域之中, 为飒特品牌赢得口碑。如今, 飒特公司已经成为了国内和国际市场上名列前茅的民用红外热成像研发及生产企业, “飒特红外”已成为了国际著名的红外热像仪品牌。

新型工具型红外热像仪HM200, HM300

广州飒特红外科技有限公司近期推出的新型工具型红外热像仪HM200/300是集红外、可见光、激光指示等功能于一体的专业工具型热像仪。手持式的外观设计, 体积小、操作简单、功能强大, 再加上红外融合技术, 把红外图像与可见光图像进行叠加, 使用户更直观、更准确地发现问题所在, 大大提高了使用效率。

特点:

- 操作简单 快捷高效
- 高帧频
- 多个测温范围
- 红外融合技术
- 2.5寸翻盖式液晶屏
- 多种镜头选择
- 多点测温 自动捕捉

广州飒特红外科技有限公司

地址: 广州经济技术开发区东江大道10号
 电话: (020) 82069766 82069807
 网站: www.sat.com.cn
 邮箱: market@sat.com.cn, sat@sat.com.cn



PON光功率计 (型号: FHP3P01)

为了适应我国FTTx发展的需要, 光维通信适时推出了新一代的PON光功率计——F2H FHP3P01。该仪表主要基于FTTx测试的需要而设计, 其携带方便、操作简单、测量精确, 适用于FTTx系统的现场开通、验收和维护。

仪表可用于测量光纤中的1310nm(ONU)突发上行信号和下行的1490nm(OLT)以及1550nm(Video)同步信号, 并采用了26万色真彩色液晶屏显示测量值并配以LED显示, 人机界面友好。另外仪表还同时配备了USB接口、实时时钟和智能充电功能, 更加方便可靠, 非常适合户外工作, 是有效推广FTTx的得力助手。



三波长PON光源 (型号: FHS2T01)

随着FTTx在我国的逐步发展, 传统的光测试仪表也将针对这一新技术进行必要的更新。光维通信的F2H FHS2T01 PON光源专门针对现有的光纤到户 (FTTH) 网络架构而设计, 可从单一端口中输出三种波长的激光。其中1310nm输出可用于上行传输方向测试, 而1490nm和1550nm则可用于下行方向测试。FHS2T01具有输出功率大、输出功率和波长稳定性好等优点, 同时其内置的调制功能可以便于和其他仪表配合进行频率识别和光纤识别。



光万用表 (型号: F2H FHM2A/B02)

光万用表集成了稳定的光源和精确的光功率计, 免去了携带两个仪表奔赴测试现场的不便。其中光源仅用一个输出口提供1310nm、1490nm和1550nm的波长输出, 光功率计配合光源使用能自动识别测试波长。另外仪表的大容量存储空间, 便捷的软件报告管理与生成, 都将给您的工作带来无可比拟的高效性。

F2H FHM系列光万用表可以对长途和本地网的单模光纤系统以及FTTx提供准确快速的测试。

光分路器

PLC光分路器是基于PON结构的各类FTTX工程中最重要无源器件之一, 是将光信号进行耦合、分支、分配的无源器件, 具有低插入损耗IL、低偏振损耗PDL、紧凑型设计、高回波损耗、波长不敏感、高可靠性与稳定性等优点。



上海光维通信技术有限公司

地址: 上海市田州路99号13幢新安大楼6楼
 售后服务热线: 800-8198191
 电话: (021) 54451260 54451261 54451262
 传真: (021) 54451266

网址: <http://www.grandway.com.cn>
 邮箱: sales@grandway.com.cn

Ophir推出新型高损伤阈值、高精度能量探头

Ophir公司近期推出了PE50BF-DIF与PE50BF两款新型BF型吸收体热释电材料探头。该类探头波长探头范围0.15-20um, 可探测脉冲宽度达5ms激光, 测量最快重复频率可达120Hz。PE50BF-DIF探头的对于ns级别脉宽激光损伤阈值可达4J/cm², PE50BF对于ns级别脉宽激光损伤阈值可达800mJ/cm²。以上两款探头对193nm、248nm、266nm、355nm、532nm、1064nm和2940nm多个波长进行了校准, 可以为分子激光、固体激光以及倍频激光、钕激光等多种激光进行准确测量。欲了解产品详情, 请访问: <http://www.ophiropt.com>或联络Ophir-Spiricon公司独家代理先锋科技股份有限公司。



Ophir-Spiricon公司推出新型低成本工业CO₂激光光束分析仪

Ophir-Spiricon公司面向工业用CO₂激光器推出一款新型低成本、便携式光束质量分析仪ModeCheck, 能定量测量并观察高功率CO₂激光光束的性能, 帮助工业零部件制造商验证光束性能、提高加工效率。

ModeCheck可以用于测量与分析波长为8-30um, 功率高达5000W的连续与脉冲激光。用于可以方便快捷的将ModeCheck置于激光器前, 然后观察并测量激光光束性能, 以确定最佳的激光光斑模式。ModeCheck可以实时精密测量二维和三维光斑图形, 并可以存储光斑图形以供后续查看与比较使用。用户可应该该设备测量并调整激光光束, 以便在加工过程中得到最好的加工效率与效果; 同时, 用户还可以通过该设备测量与分析CO₂激光器长期工作过程中的光束变化状况, 便于CO₂激光器的维护。欲了解产品详情, 请访问: <http://www.ophiropt.com>或联络Ophir-Spiricon公司独家代理先锋科技股份有限公司。



先锋科技股份有限公司
 Titan Electro-Optics Co.,Ltd

网址: <http://www.teo.com.cn>

北京:
 地址: 北京市海淀区知春路118号知春大厦A803
 Tel: (010) 62634840 Fax: (010) 82618238
 E-mail: sales@teo.com.cn 邮编: 100086

深圳:
 地址: 福田区深南大道2001号嘉麟豪庭C座2002室
 Tel: (0755) 83205020 Fax: (0755) 83230070
 E-mail: sales-sz@teo.com.cn 邮编: 518026

上海:
 地址: 普陀区武宁路501号港鸿运大酒店15A楼01-04室
 Tel: (021) 62227575 Fax: (021) 62227911
 E-mail: sales-sh@teo.com.cn 邮编: 200063

成都:
 地址: 顺城大街206号四川国际大厦东7楼C座
 Tel: (028) 68080921 Fax: (028) 86513005
 E-mail: sales-cd@teo.com.cn 邮编: 610016

SolarCellScan100太阳能电池QE/IPCE(量子效率)测量系统

太阳能电池（光伏材料）光谱响应测试、量子效率QE（Quantum Efficiency）测试、光电转换效率IPCE（Monochromatic Incident Photon-to-Electron Conversion Efficiency）测试等。广义来说，就是测量光伏材料在不同波长光照条件下的光生电流、光导等。

测试原理：用强度可调的偏置光照射太阳能电池，模拟其不同的工作状态，同时测量太阳能电池在不同波长的单色光照射下产生的短路电流，从而得到太阳能电池的绝对光谱响应与量子效率。

SolarCellScan100特点

◆ 扫描光源波长输出范围:300-2000nm

Solar Cell Scan100不仅适合常规太阳能电池的性能研究，而且适合各类新型近红外太阳能电池材料性能的研究，真正实现了全光谱太阳能电池性能一体化测试。

◆ 独有的垂直光路设计

独有的垂直光路设计，被测样品平面放置，不仅确保样品的稳定摆放，以保证测试的稳定性，而且更适合染料敏化电池的测试。

◆ JSC模拟计算功能

◆ 时间稳定度测试

◆ 具有真空吸附及恒温保持功能的样品台(选配件)

◆ 测试光斑大小可调，适用不同尺寸样品的测试

◆ 基于Windows的软件：

- a) 自动控制扫描、样品切换、光栅切换和数据采集
- b) 测量光谱响应度、反射率、内量子效率、外量子效率、均匀度扫描等

c) 数据导出及报表打印功能，数据导出格式支持Office、Origin、matlab等分析软件

◆ 多结以及多层膜电池的测试

通过改变偏置光光强，来饱和各结太阳能电池，分析待测结太阳能电池量子效率。

◆ 反射率测量

系统提供镜面反射与漫反射测试选件，提供您完整的反射率测试分析手段。

◆ 开放式偏置光路

偏置光路上预留光学元件的安装位置，您可自由改变偏置光的条件，可用于对太阳能电池缺陷做先期的分析。

◆ 标准样品台

适用于样品尺寸相对固定的太阳能电池片的量测。可升级为变温或恒温样品台。

◆ 变温样品台

在不同的温度下测量太阳能电池电流的输出，对太阳能电池在实际工作环境下是否存在缺陷做先期的分析。

◆ 大面积太阳能电池片(最大156x156mm)的扫描检测,二维自动平移系统可实现对电池样品的各个位置做测量分析(选配件)

- 1.量子效率均匀性分析
- 2.反射率均匀性分析

◆ 斩波与连续两种测试模式，可实现常规光电池以及慢响应光电池的光谱响应测试

Solar Cell Scan 100 提供斩波模式QE/IPCE测量，可实现对多种太阳电池的测试（DSSC, Organic, Amorphous silicon, Monocrystalline Silicon, Microcrystalline Silicon, Polycrystalline Silicon, CdTe, CIGS, GaAs），也提供连续模式配合暗室测量光电转换较慢的太阳能电池材料QE测量，如染料敏化与光化学太阳能电池材料量子效率测量。



西安中为光电科技有限公司是陕西电子信息集团有限公司联合西安创联电气科技（集团）有限责任公司、西安电子科技大学等四家股东成立的西部首家LED生产基地，于2007年8月成立，位于西安市电子西街3号，总投资2.5亿元，主要产品包括氮化镓基蓝、绿光LED外延片和芯片两大部分，立志做成国内一流，国际知名的LED外延片和芯片研发、生产和销售基地。

发光二极管（light emitting diode，简称LED）是利用注入PN结的少数载流子与多数载流子复合发出可见光，是一种直接把电能转化为光能的发光器件。近几年来迅速崛起，具有体积小、寿命长、亮度高和发光响应速度快等优点，可在显示屏、背光源、汽车车灯、室内装饰灯、通用照明等诸多领域得到应用，是一种节能、环保、高效的科技型产品，对我国实施节能减排，创建节约型社会具有重要的意义。

公司依托西安电子科技大学雄厚的人才、技术、管理等优势，产学研互动，技工贸结合，多元化经营，取得了显著的成绩。公司遵循“产权明晰、权责分明、事企分开、管理科学”的原则，建立健全了企业法人治理结构，是按现代企业制度组建的独立企业法人。

西安电子科技大学在高亮度LED产品相关技术方面，具备了国内领先的技术实力，并且具有雄厚的技术攻关能力。在GaN高亮度LED产业化技术方面形成了具有自主知识产权的一系列关键技术，这些关键技术的突破为打破国际厂商的设备和技術垄断提供了有力的技术保障，为未来的企业生存发展空间的拓展和企业规模的扩大创造了广阔的空间。

经营理念：团队 创新 严谨 前瞻

核心价值观：以知识创造价值，以科技挑战未来

企业宗旨：以科技发展为基础，以制造绿色环保节能电光源为己任

科研精神：厚积薄发，严谨前瞻

战略目标：欲穷千里目，更上一层楼

组织观念：求真务实 求同存异 协作共荣 超越自我

企业作风：锲而不舍 泰而不骄 周而不比 卓尔不群

质量方针：规范管理 求实创新 质量第一 顾客满意

竭诚欢迎各界朋友联系业务！

Zolix 卓立汉光 北京卓立汉光仪器有限公司

Zolix Instruments Co.,Ltd

地址：北京市通州区八里桥南街5号 主楼
 邮编：101149
 电话：(010) 60535165 传真：(010) 60539014
 http://www.zolix.com.cn E-mail: info@zolix.com.cn

深圳分公司
 Tel: (0755) 83293053
 E-mail: info-sz@zolix.com.cn

上海分公司
 Tel: (021) 62227575
 E-mail: info-sh@zolix.com.cn

成都分公司
 Tel: (028) 68080921
 E-mail: info-cd@zolix.com.cn



西安中为光电科技有限公司

Xi'an Zoomview Optoelectronics Science & Technology Co.,Ltd

联系地址：西安市电子城电子西街3号
 邮政编码：710065
 电话：(029) 68687308
 传真：(029) 68687170

大立科技是建于1984年的浙江省测试技术研究所改制后与浙江日报报业集团有限公司、浙江省科技风险投资有限公司组建而成的股份制高新技术企业。公司股票公开发行后于2008年2月18日在深圳证券交易所挂牌上市(股票代码:002214),是红外和安防行业国内A股首家上市公司。

公司专业从事红外热像仪系列产品、数字硬盘录像机系列产品的研发、生产和销售。经过多年稳健的发展,从一个非营利性质的研究所成长为具有较强自主研发和技术创新能力且经营业绩稳定增长的上市公司。目前,公司是国内规模最大、综合实力最强的民用红外热像仪、硬盘录像机生产企业之一。

红外夜间监控系统



- 夜间观察, 图像清晰, 根据场景自动聚焦
- 多点同时控制, 流媒体转发
- 长时间录制数据, 并随时回放, 分析
- 移动侦测报警, 随时保证安全
- 多路图像合并输出
- 数据随时备份
- IE浏览, 网络云平台控制
- 夜间划线报警、移失物体检测、遗失物报警、运动路径识别、人群异常行为识别、财产保护功能滞留行为识别物体统计计数
- 适用于: 搜救、边防、缉私、森林防火监控等领域实时在线监控的需求



警用观察型红外望远镜



160 × 120非制冷探测器
 单手操作, 携带轻便
 OLED单目显示
 高性价比

S230系列非制冷红外望远镜采用160 × 120非制冷平面探测器, 具有体积小、携带轻便、结构坚固、单手操作、图片存储快速等特点, 可在各种恶劣环境下完成全天候观察、监视、缉私、搜索、森林防火等要求。



浙江大立科技股份有限公司



地址: 杭州市高新技术开发区(滨江)滨康路639号
 邮编: 310053
 电话: 400-887-1897 (0571) 86695666
 传真: (0571) 86695600
 邮箱: market@dali-tech.com
 网址: www.dali-tech.com

光纤城®

www.fibershow.com



	光纤·室外光缆·室内光缆·气吹光缆系统
	光通信仪器仪表·光纤熔接机·OTDR·熔接机配件
	光纤跳线·尾纤·光纤连接器·光纤衰减器·光纤适配器
	光纤收发器·协议转换器·光端机·光有源产品
	光开关·光分路器·ODM·PLC·耦合器·准直器·环形器
	光纤综合布线系统
	光纤跳线工厂生产设备及耗材工具
	塑料光纤·FTTH
	光纤端面检测及清洁设备
	光纤插芯·光纤耦合器
	光纤配线架·ODF·室外交接箱·光纤终端盒·接头盒
	光纤热缩管及光缆施工附件