

光电子产业的发展我国的战略

Thoughts on the Development of China's Optoelectronic Industry

于福熹

(中国科学院上海光学精密机械研究所、复旦大学,中国科学院院士 上海 201800)

光电子技术主要应用于信息领域。当代社会和经济发展中,信息的容量日益骤增,随着大容量和高速度的信息发展,电子学和微电子学遇到其局限性。由于光子的速度比电子速度快得多,光的频率比无线电的频率高得多,为提高传输速度和载波密度,信息的载体由电子到光子是发展的必然趋势,它会使信息技术的发展产生突破。目前,信息的探测、传输、存储、显示、运算和处理已由光子和电子共同参与来完成。光通信、光存储和光电显示技术的兴起和它们在近 20 年来的飞快发展,已使人们认识到光电子学技术的重要性和它广阔的发展前景,并且成为光电子领域的支柱产业。

1996 年笔者曾在中国科学院院士大会上就“光电子技术和产业的发展”介绍了光电子产业发展的各个方面,如产业规模、发展预测,并对发展我国光电子产业提出几点措施建议^[1]。至今也近 5 年了,光电子技术和产业已有很快的发展,世界光电子技术的硬件(材料、元件、设备等)生产已接近 2 000 亿美元,我国的光电子产业也超过 50 亿美元,大家都看到了这一新兴的高技术产业。但是,我国的光电子产业是否能稳定地、持久地和快速地向发展,仍有若干问题值得我们思考。

一、光电子产业规模的发展

1996 年笔者引用了光电子工业发展协会(OIDA、美国)的 1995 年统计资料,世界光电子市场概况,如表 1 所列举^[1],总市场值为 852 亿美元,主要市场为北美、欧洲、日本等。占大部分市场的光电子产品为光存储、光电输入及输出、光通信、光电材料和元件(平面显示器包括在内),以及光学和激光器件。表 2 列举了 2000 年的光电子产业各项市场统计资料(光电子学工业发展协会 PIDA)^[2]。可以看到,这 5 年中总市场值增长了约 1 倍;主导产品已有变化,以光通信、光存储、光电输入出、光电显示和光电元件为主,估计到 2003 年能超过 2 000 亿美元。从表 1 可以看到,光电子产品的市场主要在北美和欧洲,而光电子产品的生产主要在以日本为首的亚洲。表 3 为日本国内光电子生产规模,它几乎占了世界市场的 1/3^[3]。最近 5 年来,台湾和韩国的光电子产业发展迅猛,光盘及光盘机、显示器和光电扫描等已取代日本,占国际首位。2000 年台湾地区光电子产业达到 100 亿美元的产值。

我国光电子产业近 5 年来有很快的发展,从 1995 年总产值约 10 亿多美元,而至今已达到或超过 50 亿美元,年上升速度超过 50%。但是仅就生产规模而言,我们占国际市场的份额还不到 5%左右,与大国的地位还不相称。

表 1 1995 年世界各区域光电市场概况
单位:百万美元;()内为百分比

区域 产品项目	北美地区	欧洲地区	日本	其他	合计
光学材料及元件	4 260(26)	2 130(13)	6 390(39)	3 640(22)	16 384(100)
光学器材	1 285(39)	923(28)	659(20)	428(13)	3 295(100)
光信息(光存储及输入输出)	19 209(38)	12 639(25)	7 582(15)	11 121(22)	50 549(100)
光通讯	3 829(38)	3 321(32)	2 235(22)	839(8)	10 224
激光及其他光电应用	1 896(40)	1 375(29)	1 185(25)	284(6)	4 740(100)
合计	30 479(36)	20 386(24)	18 051(21)	16 276(19)	85 192(100)

资源来源:OIDA

表 2 世界光电子产业各分项市场值统计
单位:百万美元

产品/年	1998年	1999年		2000年		2003年
	市场值	市场值	成长率	市场值	成长率	预估
光电元件	12 117	13 361	10.3%	14 773	10.6%	20 485
光电显示器	16 571	19 645	18.6%	22 342	13.7%	32 824
光电输入输出	26 560	29 978	12.9%	30 892	3.1%	33 707
光储存	27 147	31 653	16.6%	34 539	9.1%	40 756
光通讯	32 176	38 389	19.3%	46 140	29.2%	78 744
激光及其它光电应用	7 834	8 641	10.3%	9 538	10.4%	12 324
合计	122 404	141 669	15.7%	158 224	11.7%	218 840

资源来源:PIDA

二、光电子产业的竞争

表3 日本光产业国内生产规模
(单位 100 万日元)

	产品名称	1998年度实际生产额	1999年度预计达到生产额	成长率(%)
光学装备	光通信设备	486 739	657 483	35.1
	光测试设备	18 786	21 221	13.0
	设计用设备	9 746	10 391	6.6
	光传感器	112 442	119 515	6.3
	光盘	1 753 945	1 687 781	- 3.8
	光盘机	885 751	886 164	0.0
	光盘复制设备	1 999	1 569	- 21.5
	光盘	767 598	707 591	- 7.8
	其他(如光卡等)	1 000 590	94 026	- 6.5
	光输入输出设备	1 128 210	1 242 628	10.1
	显示装置	180 294	194 024	7.6
	医疗用激光装置	15 245	17 865	17.2
	激光应用生产装置	151 014	218 534	44.7
	小计	3 882 328	4 199 580	8.2
光学元件	发光元件	284 874	322 623	13.3
	光接收元件	138 169	174 563	26.3
	复合光学元件	52 290	61 422	17.5
	光传输元件	46 704	49 074	5.1
	显示元件	914 188	1 241 346	35.8
	太阳电池	36 844	57 290	55.5
	光纤	153 250	151 803	- 0.9
	连接器	27 203	29 732	9.3
	无源光元件	31 538	51 740	64.1
	光回路零件	7 836	9 273	18.3
	其他	59 016	70 637	19.7
	小计	1 751 912	2 219 503	26.7
	总计	5 634 240	6 419 083	13.9

光电子技术产业是高技术产业。所以，除了看产业的发展规模外，还要看产业的竞争能力，后者是我们经常所忽视的。1994 年美国高技术工业界看到日本光电子产业的强大，曾考察过日本的光电子生产，并从市场发展、制造业的基础、制造技术的先进性、标准和计量、研究和开发的力量与投入 5 个方面，分别就光通信、光显示、光存储和光复印以及输入和输出等 4 个产品领域进行比较，提出美国要加强的诸方面，然后制定了 5 年、10 年、15 年的“赶超”发展规划^[1]。近 5 年来，美国在光通信和光显示领域已超过日本。表 4 是光电工业发展协会(PIDA)于 1999 年底作出的从科技背景(政策、经费和人力资源)、产业环境(世界市场占有率、企业规模、产业结构、行销能力)和科技实力(专利件数、产品开发、关键零组件、量产能力)3 个大方面，对光电子产品的主要生产地区的评估^[4]。从表中可以看出，我国(大陆)的综合竞争能力远低于日本、美国甚至台湾、韩国。特别在行销能力、关键零组件生产、专利件数和产品市场占有率等方面。表 5 是以各个主要光电子产品的分类来评价几个主要生产国家和地区的竞争能力，我国(大陆)也远落后于^[4]。

以上统计分析不能讲很准确，也可能有一定的偏见，但这是很值得我们思考的，特别对国家领导

表4 各国光电子产业竞争力综合评估(依分析要素别)

		台湾	美国	日本	欧洲	韩国	中国大陆
科技背景	政策与经费	0.12	0.19	0.26	0.17	0.10	0.06
	人力资源	0.19	0.32	0.35	0.25	0.17	0.17
产业环境	世界占有率	0.32	0.27	0.41	0.22	0.09	0.03
	企业规模	0.12	0.16	0.27	0.18	0.11	0.03
	产业结构	0.27	0.24	0.46	0.24	0.15	0.09
	行销能力	0.28	0.41	0.40	0.28	0.14	0.01
科技实力	专利件数	0.09	0.35	0.39	0.19	0.08	0.01
	产品开发	0.45	0.59	0.69	0.31	0.20	0.13
	关键零组件	0.33	0.44	0.73	0.24	0.21	0.08
	量产能力	0.53	0.34	0.59	0.27	0.31	0.12
综合指标		2.71	3.31	4.54	2.33	1.57	0.73

备注：表中数字系经加权运算，并非代表绝对性数据，仅作为表达该一比较项目内，相对比较的大小。(资料来源：PIDA)

表5 各国光电子产业竞争力综合评估(依产业别)

	台湾	美国	日本	欧洲	韩国	中国大陆
光电元件	3.4	4.5	5.0	2.9	2.9	1.1
光电显示器	2.1	1.5	5.0	1.5	3.0	0.5
光输出	3.9	2.8	4.4	0.8	0.4	0.4
光储存	4.0	2.6	4.2	2.9	1.9	0.6
光纤通讯	1.2	4.5	4.7	2.9	1.2	1.0
激光及其它光电应用	1.4	5.0	4.5	4.6	1.1	1.5
综合指标	2.71	3.31	4.54	2.33	1.57	0.73

备注：表中数字系经加权运算，并非代表绝对性数据，仅作为表达该一比较项目内，相对比较的大小。(资料来源：PIDA)

部门和一些企业集团。我们不能仅看到规模和产值，还要看竞争能力。不能不注意到，我国(大陆)大部分的光电子企业还是给在台湾、韩国、日本的公司做来料组装，贴了别人的商标去出口。这在生产刚开始形成时是可以的，但不能长久这样下去。

三、发展我国光电子产业的战略思考

综上所述，我国大陆光电子产业目前还处于“小国”和“弱国”的地位，这与我国总的经济实力和综合国力是很不相称的。但是，我们必须承认现状，而且要积极地、从战略角度去规划发展。

1. 光电子产业将会有新的更大发展。光电子技术对科学实验和国防建设十分重要，但光电子产业主要依赖民用，特别在家用信息领域。信息技术的应用和普及，将极大地推动光电子产业的发展。图 1 表示世界分项光电子市场增长趋势。可以看到，最近光通信的增长特别快，从 2001 年开始虽然受到泡沫因素的影响而下滑，但由于信息传输量的飞快增长，今后还会上升。从 1998 年至 2003 年市场将上升近 1 倍。我国作为人口众多的国家，今后必将有很大的光电子产品市场。

2. 要在国际环境中寻求我国光电子产业的发展。光电子产品属高技术产品，它的市场的形成，首先在发达国家，如美、欧、日等。所以，必须有外向开

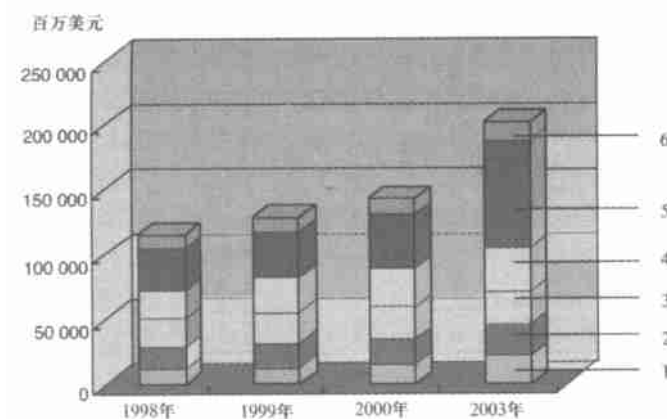


图1 世界分项光电子市场值成长趋势

1. 光电元件 2. 光电显示器 3. 光输入输出 4. 光储存
5. 光通讯 6. 激光及其他

发市场的能力。我国市场的发展,大概要迟3~5年。因此,要力争有优良的产品性能/价格比,以参与国际市场竞争。要认识到即使国内市场已经发育,外面的产品还会前来倾销,特别在加入WTO后。

3. 光电子产业的产品要不断更新发展。光电子技术在不断发展,因此产业的产品结构也不断变化。日本和台湾的光电子产业都是从传统的光学产业演变过来,5~6年前从生产和出口眼镜、照相机、望远镜、光学装置逐渐转向数码相机、光盘、光盘机、平板显示器、扫描器和光电打印机、光纤、有源和有源通信光电元件等。我国要力求在产品不断更新的过程中,立足于自己生产关键元器件,不能仅仅成为来料装配的低技术层次的生产者。

4. 关键在于立足自主开发。由于我国的高科技制造业基础差,缺乏光电子产品的规模生产技术,因此,开始时引进光电子产品的规模生产设备和技

术是必然的。问题是在于能否吸收、消化和提高,进而能自主开发,增强国际竞争能力;不然生产设备和技术要重复引进,而且总停留在来料加工和装配的水平上。这是一直困惑我国技术产业发展的怪圈。近来很高兴地看到我国的有些家电生产集团开始走出了这个怪圈,进入国际竞争。但仅此就花了10来年的时间;而像光电子产业的发展,就不可能等这样长的时间,这个过程应该3~5年内完成。韩国和台湾正是这样做到的。

笔者觉得要解决这个问题,体制和人才是根本的。目前我国企业的自主开发能力差,而有些企业的领导还未认识到自主开发的重要性,还满足于当前的状况和近期的利润。科研部门和大专院校还停留在实验室的技术研究成果阶段,主要为完成各类科技计划的“交差”,成果的转化十分困难,常讲的“两张皮”的问题还未解决。

笔者认为发展高技术和发展高技术产业是密切有关的,但不是一回事。举例来说,在光电子领域中激光技术对重大科学实验、国防建设、推动高技术的发展是十分重要的,但激光技术产业本身并不大,不能同光通信、光存储、光电显示等民用为主的光电子产业相比。因此在研究我国光电子技术发展的同时,也要特别研究一下在光电子产业战略发展中的关键技术问题,以使我国光电子产业形成自主开发、能参与国际竞争、占领国际市场的规模产业。

参考文献

- [1] 干福熹. 光电子技术和产业的发展. 中国科学院院刊, 1996, (5): 366~367; 周光召主编. 共同走向科学. 新华出版社, 1997: 364~375
- [2] 郑德珪. 1999年世界光电市场概况. 光讯, 2000, (84): 8~9
- [3] 日本光协会. 1999年度光产业国内生产额. Optics News, 2000, 22(4): 399~401
- [4] 璨辉. 全球光电产业竞争力分析. 光讯, 2000, (84): 6~7

(责任编辑 王宏章)

科技动态

有机发光二级管的诞生将可能淘汰笨重的电视机

据英《新科学家》2001年4月28日报道:美国南加利福尼亚大学的研究员马克·汤普森(Mark Thompson)最近宣布,他们发明了一种超高效率的有机发光二极管,包括渴望已久的发蓝光的二极管。这种二极管的出现,有可能使各种显示器发生革命性的变化。

以有机发光材料为基础生产的屏幕可以在很低的电压下工作,并且具有良好的彩色对比度,也能从比较斜的角度观看。但这种材料曾经存在电变成光的转换效率不高的严重缺点。而现在,汤普森发明的发光二极管有极高的电光转换效率,从而为新的显示器的诞生铺平了道路。

有机发光二极管是将发光材料夹在两层可以导电的薄膜之间制成的。当在导电膜之间加上电压时,来自一层薄膜的电子和来自另一层薄膜的空穴在有机发光材料层

中相遇,并在这儿耦合成处于激发状态的激子。当激子衰减到接地能态时,电子和空穴相结合,释放出光子。

在有机元件中,大多数激子释放的不是光子,只有25%的激子释放光子,因此电光转换效率很低。这种激子具有称为“零自旋能级”的反自旋,从“零自旋能级”状态发出的光称为荧光。大多数激子自旋排列成不同的结构,称为“三重态”,三重态的发射物称为磷光。汤普森和他的科研小组利用一层含重金属铱的分子层从三重态的激子中“诱出”光子,结果是无论“零自旋能态”还是三重态的激子都能转变成光子,电光转换效率大大增加,最终可能达到100%。

汤普森小组通过不同铱化合物的充分试验后,终于生产出第一个可高效率地发出红光、绿光和黄光的二极管(下转第20页)