

建设技术创新平台 发展集成电路设计研究与教育

李兆杰*

(中国科学院高技术研究与发展局 北京 100864)

摘要 全球信息化的推进,使集成电路的需求量迅速增长,为集成电路产业的发展开辟出巨大的市场空间,对设计业的发展规模与速度也提出极为迫切的需求。文章简要分析了我国集成电路设计产业发展状况与趋势,指出我国和我院 IC 设计面临的问题与挑战,在此基础上提出国家层面的应对策略以及我院的发展举措。

关键词 集成电路(IC)设计,中国科学院 EDA 软件中心

一 我国集成电路设计产业发展状况与趋势

几十年来,集成电路产业发展一直遵循着“摩尔定律”,并且在今后若干年内仍将继续。这个规律使集成电路在规模和性能上成倍提高,同时又能够保持芯片成本稳定,从而迅速为市场所接受。全球信息化的推进,使集成电路的需求量迅速增长,为集成电路产业的发展开辟出巨大的市场空间。预计 2005 年全球集成电路产业销售额将达到 2 700 亿美元。市场需求持续大幅度的增长和全球制造业重心的转移,给我国的集成电路产业也带来了难得的发展机遇。中国正在朝着全球性集成电路制造基地的方向发展。已经投产的上海中芯国际芯片加工线(0.25/0.18 微米,8 英寸),天津摩托罗拉生产线(8 英寸),加上华虹 NEC、贝岭、首钢 NEC 等加工线,以及建设中的上海宏力、北京中芯、深圳深超等加工线,开始形成集成电路产业的“集聚效应”,许多海外制造厂商纷纷制定来华投资设厂计划。预计“十五”期间,全国集成电路芯片制造业的投资可达 100 亿美元,这相当于集成电路产业 2000 年以前 30 年投资总额的 3 倍。乐观估计,到 2010 年我国将成为全球第二大集成电路市场。

制造业的发展,首先对设计业的发展规模与速度提出极为迫切的需求。因而全球 IC 设计技术研究迅速发展。IC 设计业成为全球高科技投资热点,同时集成电路设计外延进一步扩大,系统设计份量越来越重,片上系统(SOC)设计技术迅速发展。

然而由于设计技术与产业发展相对滞后,一方面全球集成电路的产能急速增加,另一方面市场需求的产品不能迅速地得到满足,使得众多的制造厂面临开工不足的巨大压力。中国目前的情形已经显示了这种压力。

如何充分发挥与利用 IC 产业的产能以满足全球信息化的需求,已成为全球 IC 设计技术与产业发展的巨大动力。目前设计产业的影响与地位大大提高,其影响已经从 IC 产业延伸到整个 IT 产业。IC 设计在产业链中举足轻重的影响使其成为目前 IC 产业中最为活跃的一个环节。

国务院于 2000 年颁布的《鼓励软件产业和集成电路产业发展的若干政策》(国务院[2000]18 号),对集成电路生产和设计业从投融资、税收、产业技术、出口、收入分配、人才吸引与培养等方面给予了政策支持。科技部“十五”“863”计划设立重大专项

* 中国科学院高技术研究与发展局信息技术处处长
收稿日期:2003 年 6 月 10 日

支持 IC 设计,并扶持了 7 个产业基地的建设。

许多地方政府也纷纷制定了本地区发展微电子和软件产业的实施措施。这些新政策及措施的颁布与实施为我国集成电路产业发展创造了良好的宏观环境。

经过多年的扶植, IC 设计业在我国已经初具规模。目前,国内登记注册的设计公司已超过 200 家,并形成了一定地域优势。它们主要分布在三个区域:京津地区,占总数的 40%多;长江三角洲,占总数的 30%多,珠江三角洲,占总数的 10%多。从技术水平方面讲,从 5 微米—0.35 微米多种档次的 IC 产品均已可以设计开发,个别产品设计达到 0.18 微米;芯片集成度达到 100—200 万门。

二 IC 设计面临的问题与挑战

1 我国 IC 设计产业面临的问题与挑战

虽然我国 IC 设计产业近年来有了较大的发展,但其规模与水平还远远不能满足市场的发展需求,正面临着许多问题与挑战:

(1)产业规模小、技术水平低。2001 年,我国 IC 设计业销售额是 11 亿元人民币,只能支持我国市场的 1%。虽然我国半导体集成电路设计企业数量增长较快,但其销售额并没有较大幅度增加。2001 年,我国销售额达到 1 亿元人民币以上的企业只有 4 家,销售 1 千万元以上的共 10 家。这样的产业规模远不能支撑我国 IC 制造业的发展。有种说法,对于年产值达到 10 亿美元规模的制造厂,就需要年产值总和 30 亿美元的设计企业来支撑。如果到 2010 年,中国 IC 制造业产值达到 100 亿美元,IC 产业产值达到 300 亿美元,则需要 300 家年产值 1 亿美元的设计企业来支撑。这其中一个关键制约因素,就是缺乏完善和先进的电子设计自动化(EDA)设计工具。由于这类工具软件售价昂贵,使得许多中小企业只能通过各种非正规途径去获得,极大地影响和限制了产品开发的进度与水平。目前正版全套的软件国内只有几套,远远不能满足需求,只能在一定程度上缓解这一矛盾。

另一方面,目前多数企业开发的产品技术水平较低,约 2/3 以上的单位仅具备微米级水平的设计能力,具备亚微米设计水平的公司只占少数。开发

设计的主要产品是专用集成电路(ASIC),大多是中低端的产品和反向设计产品;仅有少数科研机构在开展 0.18 微米以下的高端技术与产品开发,而且这些机构由于机制体制和开发环境(如 EDA 工具等)的限制,研究工作与创新发展受到极大的制约。

(2)人才资源成为一个瓶颈。我国 IC 产业尤其是 IC 设计产业的发展,对专业人才的需求急剧增加。若以 100 万元产值/1 个工程师测算,到 2010 年中国将需要 IC 设计工程师 25 万人。而目前,全国 IC 设计领域的设计工程师只有 3 000—4 000 人。业内专家认为,虽然近年国家投资上千亿扶持集成电路发展,但不是有钱就能买来有实际工作经验的设计人才,需要时间、环境和下大力气培养。

目前中国只有十几所大学设有 IC 设计专业,而研究生培养单位更少。因而人才资源的缺乏已成为我国 IC 设计业日益严重的瓶颈。

(3)我国 IC 设计研究生培养机制、工具落后。由于我国目前急需的是 IC 设计中坚力量,对人才素质的要求极高,急需加强硕士及其以上文化程度的人才培养。这方面存在许多问题与困难:

科研课题缺乏,使得很多高校的研究生在学期间缺少研究机会,因而毕业后素质和能力与需求有差距,需要再培养。

机制体制陈旧和环境工具落后也严重影响到人才的培养。目前,各高校和研究院所培养人才的方法和水平参差不齐,而且 EDA 工具陈旧和软件环境落后,使得学生难以接触到先进技术。即使少数拥有较好 EDA 教育软件的著名大学,也由于机制体制问题,使得有限的资源不能共享,且效率不高。

2 我院 IC 设计技术发展现状与问题

随着国际 IC 技术与产业特征的变化以及国内 IC 产业的迅速发展,我院在 IC 设计领域的研究日渐活跃。中国科学院知识创新工程试点工作的全面推进和新时期办院方针的贯彻落实,使我院在 IC 设计领域的研究与教育得到较快发展。目前,我院高技术领域已有 10 多个研究所在从事和开展 IC 设计技术的研究工作,涉及微电子、光电子、微系统、通讯、卫星、信息安全、机器人、数字广播等各方面,承担的国家“863”、国家安全和各个地方计划等

重大、重点项目数量增长迅速。

我院微电子中心、声学研究所等 IC 研究单位在国家需求的带动下,大力发展 IC 设计技术,其设计水平在国内处于领先地位;计算技术研究所、上海技术物理研究所、沈阳自动化研究所、上海微系统与信息技术研究所等单位的研究工作已经向芯片设计领域扩展;半导体研究所、自动化研究所、研究生院等单位也在开辟芯片设计领域的研究工作。

近年来,我院越来越多的研究所开始涉足集成电路设计领域,在取得了很多进展的同时,也存在着一些越来越突出的问题:

(1) 设计工具与软件环境落后。通过问卷和调查发现,我院 EDA 设计工具和软件环境不仅落后,而且残缺不全。目前院内各研究所使用的设计软件种类繁多,软件配置不全;大部分研究所无力承担 EDA 工具的技术支持和维护费用,因而版本落后,缺少技术支持和更新。尤其缺乏 0.25 微米以下的较先进的设计软件。

尽管各研究项目中均有 EDA 等软件预算,但其额度与实际购买软件的经费需求相去甚远。根据调查统计,我院相关研究与研究生培养单位对 EDA 软件的需求总量按 EDA 软件供应商 Synopsys 公司的商业报价计算至少在 3 000 万美元以上,即使根据以往各所购买软件的经验,按一定的折扣价购买,也需要约 1 000 万美元,而且还不包括每年的技术支持与升级维护费用。显然目前各研究所还难以承受这样的费用强度,因此只能使用老版本软件,辅以购买一些最关键的软件或采用其它权宜之计。

作为 IC 设计研究的基本条件,EDA 软件工具落后状况已成为我院 IC 设计研究发展的一个很大的制约因素。

(2) 缺乏有效的交流与合作机制,资源不能共享。当前,IC 设计技术发展有两个主要特点:一是随着 SOC 技术的发展和 EDA 工具的进步,系统和器件之间相互延伸和渗透,从而相互促进,相互推动;二是随着 IC 应用领域的扩展和技术复杂度的增加,专业化的分工与合作趋势越来越明显。我院很多系统研究设计单位刚刚开始涉足芯片设计领域,由于是从顶层或其它领域延伸过来,非常需要专业 IC 设计单位来自后端的配合与指导;而专业 IC 设

计单位由于面向应用的要求和 SOC 技术发展的驱动,同样非常需要系统研究单位来自前端的配合与指导。这种交流与合作将非常有利于关键技术创新与系统集成创新。

但是,目前各所之间还没有建立起有效的交流与合作机制。各所的设计流程和软件平台配置不一致,制造厂和相应的单元库没有相对固定,使得这种专业化的分工合作与互动难以实现。

由于缺乏协调和共享机制,目前我院并不完备的有限软件资源也难以实现共享。甚至在有的研究所内部,其软件工具也难以实现共享。这一状况,也使得我院相关领域的研究工作受到极大制约。

(3) 研究领域难成体系。随着技术的发展,芯片设计本身就是一个复杂的系统工程。一个完整的产品和技术成果,需要涉及多方面的研究工作。由于经费限制,各研究所往往只购买有限的软件,使 EDA 软件工具不齐全、不配套,只能满足眼前的有限需求或限于追求单项指标,使研究成果不成体系,也缺乏连续性和积累,难以可持续发展。同时,也很难开展高水平 IC 设计研究生的教育和培养工作。

三 应对策略

1 国家层面对策

(1) 抓住机遇,跨越发展。目前我国既有优惠政策,又有投资热潮,我们应该抓住机遇,进一步设计配套措施,优化投资环境,顺应集成电路发展的新趋势,吸引和鼓励社会投资,充分利用国际投资,全面提高中国集成电路产业水平,缩小与国际集成电路的差距。

(2) 充分重视 IC 设计。在集成电路的产业价值链的三大环节(IC 设计、加工和后工序)中,IC 设计对于促进我国集成电路产业良性快速发展至关重要。设计业的发展,可为芯片加工线提供潜在的定单,促进生产线的投资和发展;同时因为芯片设计业投资规模相对较小,显现效果快,技术密集度高,环境条件限制少,也是我国跨越式发展集成电路的一个突破口。在 IC 设计中,要注意培养高级人才,发展高档技术,形成自主知识产权。

(3) 加强平台建设。适应新形势的要求,采用

新的机制和体制,吸引社会资金和国际合作,产学研密切结合,建设既具有完整先进的技术开发工具又具有良好的交流合作机制的开放式设计研发中心和产业化基地,以次作为技术研发、合作交流、人才培养和吸引海外人才的重要平台。作者认为,这是我国 IC 产业尤其是 IC 设计快速发展的重要前提和基础。

2 我院发展举措

作为中国科学技术的最高学术机构和全国自然科学与高技术综合研究中心,以及中国规模最大的国立科研和研究生教育机构,中国科学院应该在高端产品与技术研发以及高级人才培养方面,为我国集成电路这一战略性新兴产业的发展做出前瞻性和战略性的贡献。IC 设计理应是这一战略发展的一个重要切入点。

为此,成立了中国科学院电子设计自动化软件中心(简称中国科学院 EDA 软件中心),搭建起我院 IC 设计资源整合与技术创新平台。成立中国科学院 EDA 软件中心的目的:一是通过与 EDA 软件世界著名公司开展战略性合作,建立起全院统一的、国内一流的 EDA 软件工具平台,实现软件资源共享;并通过统一设计流程、建立共享单元库、建立所际合作机制,促进全院系统与器件研究单位的交流与合作。二是提供相关专业的研究生教育与实践、在职人员的培训与提高的先进工具环境,加速 IC 设计高级人才的培养。

这一举措重要意义在于不仅节约工具软件购买经费,解决我院相关各所的 EDA 工具瓶颈问题,而且通过机制创新,实现全院资源的有效整合,更能发挥我院的综合优势,使 EDA 中心成为我院切

入 IC 产业主战场的技术创新平台,并成为我院为国家 IC 产业的发展培养高素质专业队伍的基地。

实际上,这也是国际上一种流行的模式。美国、法国、日本、韩国和台湾地区及 Intel、Motorola 和 IBM 公司等,以提高 IC 设计教育和研究为目的的大规模集成电路(VLSI)设计教育研究中心的成功运作,为我们提供了可借鉴的经验。

通过与拥有世界领先技术的公司,如美国 Synopsys、Mentor Graphics 等的战略合作,中国科学院 EDA 软件中心目前已经构建起完整的设计软件环境,拥有了国内第一个具有世界先进水平的 0.13 微米 IC 设计及验证技术与教育平台。

中国科学院 EDA 软件中心是由院批准成立的非法人机构。在院高技术研究与发展局组织下,由中国科学院微电子中心、计算技术研究所、自动化研究所、声学研究所、半导体研究所、上海技术物理研究所、沈阳自动化研究所、上海微系统与信息技术研究所、研究生院共 9 个研究所作为理事单位共建。需要强调的是,中国科学院 EDA 中心是一个开放的共享平台。我们希望在国家有关部门的指导与支持下,进一步加强与世界上拥有领先技术的 EDA 软件公司、IP 供应商和加工厂的战略合作,进一步加强与国内高校、科研机构和企业交流与合作,共同为推动中国 IC 产业技术水平的提升提供前瞻性的技术支持。

有理由相信,这样一个技术创新平台的成功运作,会大大促进我国的集成电路设计研究与教育工作,推动我国 IC 设计产业的发展;为我国 IC 产业培养高素质的人才队伍做出重要贡献。