

自主软硬件生态的建设模式研究*

冯丹¹, 王卓耀¹, 陈红¹, 郭长国^{1,2}

(1. 鹏城实验室 新型网络研究部 产业互联网研究所, 广东 深圳 518000;

2. 北京大数据先进技术研究院, 北京 100083)

摘要: 近年来中国自主软硬件联合生态发展迅速。软硬件生态的建立包括底层硬件和操作系统构成的基础设施, 丰富的通用工具软件, 大量的中间件、应用, 以及众多的开发者。为了解决自主软硬件生态的健康发展问题, 了解生态的发展情况并研究其建设模式很有必要。创新地将我国当前自主软硬件生态的建设情况归纳出三种模式, 即产品模式、集团攻关模式和服务模式。通过结合自主软硬件生态中的适配产品数据和开发者行为数据, 阐述了三种建设模式的特点和差异, 为我国 IT 产业成功建设自主软硬件生态提供经验参考与决策支持。

关键词: 自主; 基础软硬件; 生态建设模式; 数据处理

中图分类号: TP311

文献标识码: A

DOI: 10.16157/j.issn.0258-7998.212452

中文引用格式: 冯丹, 王卓耀, 陈红, 等. 自主软硬件生态的建设模式研究[J]. 电子技术应用, 2022, 48(7): 140-144.

英文引用格式: Feng Dan, Wang Zhuoyao, Chen Hong, et al. Research on the construction mode of independent hardware and software ecology[J]. Application of Electronic Technique, 2022, 48(7): 140-144.

Research on the construction mode of independent hardware and software ecology

Feng Dan¹, Wang Zhuoyao¹, Chen Hong¹, Guo Changguo^{1,2}

(1. Department of New Networks, Pengcheng Laboratory, Shenzhen 518000, China;

2. Advanced Institute of Big Data, Beijing 100083, China)

Abstract: In recent years, China's independent software and hardware joint ecology has developed rapidly. The establishment of the hardware and software ecosystem includes the infrastructure composed of the underlying hardware and operating system, abundant general tool software, a large number of middleware, applications, and a large number of developers. In order to solve the healthy development of independent hardware and software ecology, it is necessary to understand the development of ecology and study its construction mode. This paper innovatively summarizes the current construction of independent software and hardware ecology in China into three modes, namely product mode, group mode and service mode. By combining the adaptive product data and developer behavior data, the characteristics and differences of the three construction modes are expounded, providing experience reference and decision support for the successful construction of the independent software and hardware ecosystem in China's IT industry.

Key words: autonomous; basic hardware and software; ecological construction mode; data processing

0 引言

近年来我国自主软硬件生态因为各种原因方兴未艾, 各种基础软硬件蓬勃发展。基于对信息技术应用创新产业(以下简称“信创”)近几年发展情况的观察和总结, 本文提出目前自主软硬件生态的建设模式可以分为产品模式、集团攻关模式和服务模式。

对于这三种建设模式, 本文阐述了各模式中最典型的代表生态和其目前的建设现状。不仅如此, 本文还广泛收集了大量自主生态下适配产品和开发者行为数据, 并以基于 ARM 架构芯片+Linux 操作系统(以下简称为 AL)技术体系的自主软硬件生态为研究案例, 分析了三

种建设模式的异同点。本文为我国自主软硬件生态的发展提供参考和建议, 帮助软硬件行业及相关从业者突破“卡脖子”的国际现状。

1 产品模式

产品模式生态的主导者聚焦研发和销售核心的计算机底层部件(例如包括芯片、整机、操作系统等), 通过硬件开放和软件开源的方式, 使能合作伙伴共同参与建设生态。在合作伙伴当中, 硬件厂商基于核心芯片(例如飞腾 2000+ 芯片、鲲鹏 920 芯片)、主板和整机(例如长城的整机、华为的 Taishan 服务器)等衍生出系列产品和解决方案; 软件厂商基于国产开源或商业操作系统开发配套的数据库、中间件等平台及应用软件(例如 WPS)。

产品模式的代表企业有麒麟软件有限公司(以下简

* 基金项目: 广东省重点领域研发计划项目(2020B010166001)

称“麒麟软件”)、统信软件技术有限公司(以下简称“统信软件”)、飞腾信息技术有限公司(以下简称“飞腾公司”)、龙芯中科技术股份有限公司(以下简称“龙芯公司”)和華為技术有限公司(以下简称“華為公司”)等。麒麟软件和统信软件作为国产操作系统的代表企业,分别围绕着自研的麒麟操作系统(英文名称为“Kylin Operation System”,简称“KylinOS”)和统信操作系统(英文名称为“Unity Operating System”,简称“UOS”),打造以操作系统为核心的生态圈,针对不同品牌的芯片适配多种基础软件、应用软件、整机和外设;飞腾公司和龙芯公司作为芯片类代表企业,依靠自研芯片,联合板卡、台式机、笔记本、整机和专业终端等各类设备制造厂商,成立产业联盟,形成从芯片到端再到云的全链路产业生态;華為公司则以搭载鲲鹏系列芯片的 TaiShan 服务器为核心部件,通过对商业软件和开源软件的兼容适配实施鲲鹏展翅计划。本文将从鲲鹏生态(鲲鹏生态是指围绕鲲鹏计算产业(包括鲲鹏芯片、鲲鹏服务器主板及整机产品)所做的生态)的相关数据来切入,重点阐述产品模式的特征。

由于产品模式生态的主导者自身不介入具体的应用产品,而是由合作伙伴基于其提供的软硬件环境进行上层应用开发,因此产品模式生态具有适配商用产品类别分布广泛,涉及行业齐全,覆盖地域宽等特点。为了说明这些特点,本文从鲲鹏创新中心网站^[1]提供的“软件兼容性”列表中选择“商业软件”数据进行分析。截止到2021年11月份,共计获取的数据有5 230条。关于适配产品的类型分布,直接采用鲲鹏创新中心已有的软件类型分类数据进行统计分析,结果在表1中列出。关于适配的操作系统种类,主要进行了如下处理:首先将操作系统名称进行了统一规范,如“OpenEuler”统一为“openEuler”、“Cent OS”统一为“CentOS”;带版本号或全称的统一为简称,如“CentOS 7.6 for ARM”统一为“CentOS”、“BigCloud Enterprise Linux For Euler”统一为“BC-Linux”;中文统一为英文,如“银河麒麟”统一为“Kylin”。其次,将属于同一种类的操作系统进行合并,比如因中标麒麟和银河麒麟目前都是属于麒麟软件,故“NeoKylinOS”统一归为“KylinOS”;“EulerOS”开源后改名为“openEulerOS”,故将“EulerOS”归为“openEulerOS”。最后,当前数据中有12个产品未标记操作系统类型,同时有一些操作系统种类只有1个或者2个,数量极少;还有一些标记并不属于操作系统。此类数据总共有65条,统一归为“其他”,最终所得结果在表2中列出。关于适配产品的地域分布,进行如下处理:考虑到每家公司会适配多个产品,对公司名称进行了重复项剔除。目前获得兼容性适配证书的公司已达2 024个,通过对公司注册地的统计,得到参与适配公司的地域分布情况,结果见表3。

如表1所示,鲲鹏生态适配的应用产品类型已超过17个。其中排名前三的产品类型有Web、数字政府和互

联网,其占比总和达62%。鲲鹏生态主要围绕搭载鲲鹏系列芯片的 TaiShan 服务器进行产品适配,因此,所有需要服务器做支撑的应用产品均可以进行适配。像Web和互联网这类基础生产和办公IT产品基数大,其占比大也是意料之中。除此之外,云(虚拟化、CDN、ARM原生、HPC)、安全、大数据和存储等产品也是当前鲲鹏生态重点投入的方向,以上7种类型的产品占有所有适配产品的比例接近26%。同时,華為公司也在政务、金融、运营商、电力等其深耕多年的重点行业领域发力,打造示范项目。总的来看,鲲鹏生态以“政务+安全”为主线,保障国家信息安全与政务自主,推进各行各业数字化业务的发展。可预期的是,鲲鹏生态在未来除了继续巩固IT基础设施建设以外,还会参与到更多行业的数字化改造升级中。

表1 鲲鹏生态适配产品类型统计分布

序号	领域	数量	占比/%
1	Web	1 217	23.27
2	数字政府	1 204	23.02
3	互联网	818	15.64
4	虚拟化	473	9.04
5	安全	316	6.04
6	大数据	263	5.03
7	运营商	201	3.84
8	金融	197	3.77
9	数据库	169	3.23
10	央国企	102	1.95
11	分布式存储	98	1.87
12	电力	56	1.07
13	操作系统	49	0.94
14	其他	31	0.59
15	CDN	18	0.34
16	HPC	14	0.27
17	ARM原生	4	0.08

如表2所示,因其开放、开源的特征,鲲鹏生态应用产品所适配的操作系统种类繁多。CentOS以其历史优越性位居榜首,KylinOS在麒麟生态的辐射下以25%占比位居第二,UOS和openEuler紧跟其后。操作系统的种类多样从侧面反映了鲲鹏生态所囊括的产品类别丰富,具有海纳百川、兼容并蓄的特点。

凭借着长久以来积累的技术优势,鲲鹏生态在两年的时间内就涵盖了超过三十二个省市。如表3所示,除了在京津冀、长三角、珠三角等经济发达的地区覆盖较多外,四川、重庆等西南省市也跻身前十,全国均呈现良好丰富的行业覆盖态势。数据表明,以产品模式生态不受地域限制,推广便利且发展迅速,极易形成星火燎原之势。

另一方面,为了销售更多的核心软硬件,产品模式

表 2 鲲鹏生态适配操作系统统计分布

序号	操作系统	数量	占比/%
1	CentOS	2 692	51.47
2	KylinOS	1 353	25.87
3	UOS	460	8.80
4	openEuler	409	7.82
5	Ubuntu	153	2.93
6	Tlinux(Tenent Linux)	28	0.54
7	BC-Linux(Big Cloud)	27	0.52
8	Deepin	20	0.38
9	RHEL(Red Hat Enterprise Linux)	13	0.25
10	UniKylin	10	0.19
11	其他	65	1.24

表 3 鲲鹏生态适配产品地域统计分布

序号	省市	公司数量	占比/%	序号	省市	公司数量	占比/%
1	北京	353	17.44	17	山西	32	1.58
2	广东	297	14.67	18	辽宁	28	1.38
3	浙江	190	9.39	19	甘肃	28	1.38
4	上海	144	7.11	20	江西	25	1.24
5	四川	130	6.42	21	吉林	22	1.09
6	江苏	114	5.63	22	广西	20	0.99
7	福建	102	5.04	23	安徽	17	0.84
8	重庆	101	4.99	24	石家庄	9	0.44
9	湖北	71	3.51	25	黑龙江	6	0.30
10	山东	60	2.96	26	云南	5	0.25
11	湖南	52	2.57	27	内蒙古	5	0.25
12	河南	46	2.27	28	宁夏	4	0.20
13	天津	44	2.17	29	海南	3	0.15
14	河北	44	2.17	30	新疆	2	0.10
15	陕西	34	1.68	31	西藏	1	0.05
16	贵州	34	1.68	32	青海	1	0.05

生态的主导者必然需要投入大量资金在产业合作和人才培养方面,以吸引更多的商业厂商和开发者共同参与生态建设。自 2019 年下半年起,华为联合各地政府在全国 20 多个城市成立了鲲鹏生态创新中心。各地鲲鹏生态创新中心联合当地企业和高校多次开展鲲鹏训练营、鲲鹏开发者技术沙龙等系列培训活动,多次举办鲲鹏计算开发者大赛、鲲鹏应用创新大赛。通过以训促赛、训赛结合的方式,着力培养鲲鹏生态发展所需的人才,促进鲲鹏产业的快速发展。官方资料^[2]显示,目前鲲鹏生态已培育人才超过 67 000 人。麒麟生态^[3]和飞腾生态^[4]在产业人才培养方面也是大力投入,比如开展精品课程培训、校企联合培养、产学合作等,持续赋能生态体系建设。

2 集团攻关模式

集团攻关模式生态的主要通过集团协作的方式整合旗下软件和硬件公司形成统一的平台,以完成政府示范应用工程项目为目标进行技术攻关。通过将若干个计

算底层产品做捆绑,形成坚实“底座”,面向少数国计民生的关键领域,集中力量发展生态。集团攻关模式生态的典型代表是 PK(Phytium 芯片+KylinOS)生态,其主导者是中国电子集团旗下众多企业和科研机构,其中三个主要的代表成员是飞腾公司、麒麟软件和中国电子(海南)联合创新研究院(以下简称“海南攻关基地”)。以海南攻关基地为例,自成立起海南攻关基地陆续启动了“PKS(飞腾 Phytium+麒麟 Kylin+安全 Security)”“PK+金融”“830”等攻关项目,先后有麒麟软件等多个企业攻关团队入驻基地;发布了《PK 体系标准(2019 年版)》及《PKS 安全体系》等多个体系标准。海南攻关基地作为 PK 生态的主推者,通过集结软硬件综合实力在信创领域重点攻关,推动我国自主信息产业的发展。

集团攻关模式生态的特点是聚焦为政企项目提供所需的 IT 基础设施。为了说明这个特点,本文利用海南攻关基地的产品适配数据进行分析。首先,在联合攻关基地网页上^[5]选择“通过认证产品”,获取数据,共计 113 条。为方便特征分析,将数据进行如下处理:第一,通过产品名称标记所属行业,获取行业特征;第二,根据其自有的的一级分类和二级分类标签进行统计分析,获取产品类型特征;第三,通过认证公司名称标记其注册地,获得地域信息。

表 4 和表 5 分别展示了集团攻关模式下海南攻关基地适配产品的行业类型和产品类型。如表 4 所示,海南攻

表 4 海南攻关基地适配产品行业统计分布

序号	行业	数量	占比/%
1	通用	77	68.14
2	安全	24	21.24
3	政务	8	7.08
4	金融	4	3.54

表 5 海南攻关基地适配产品类型统计分布

序号	一级分类	二级分类	数量	总数	占比/%
1	应用软件	通用应用软件	30	41	36.28
		行业应用软件	11		
2	基础软件	数据库软件	9	24	21.24
		基础中间件	7		
		办公软件	6		
		虚拟化软件	2		
3	信息安全产品	数据安全产品	9	21	18.58
		系统安全产品	7		
		网络安全产品	5		
4	外设	扫描仪	10	20	17.70
		打印机	9		
		手写屏	1		
5	存储备份	集中式存储	3	3	2.65
6	计算机	台式机	2	3	2.65
		一体机	1		
7	服务器	机架式	1	1	0.88

关基地适配产品仅覆盖 4 个行业,这与国家战略工程引导有关,安全、政务、金融均是关乎国计民生的关键行业,相比产品模式生态行业覆盖面较小。如表 5 所示,除去应用软件(41,36.28%)和基础软件(24,21.24%)外,海南攻关基地的适配产品主要以信息安全产品(21,18.58%)和外设(20,17.7%)为主,充分发挥 PK 生态下 CPU 与操作系统已完全适配优化的特点,尽最大努力满足我国重点企事业单位的办公需求,肩负起了推广自主生态的责任。从数据得出,PK 生态在通用的 IT 基础设施、政务、安全领域这几个领域的占比超过了 90%,整体生态分布集中在信创产业的基础领域。

表 6 展示 PK 生态适配产品的地域相关信息,从数据上看,主要集中在北京以及其他经济较为发达的地区。PK 生态作为中央军,通过飞腾公司和麒麟软件的强强联手,充分体现中央军集中力量办大事的体制能力和优势。

表 6 PK 生态适配产品地域统计分布

序号	地域	数量	占比/%
1	北京	69	61.06
2	广东	14	12.39
3	浙江	7	6.19
4	吉林	5	4.42
5	湖北	3	2.65
6	湖南	3	2.65
7	江西	3	2.65
8	山东	3	2.65
9	天津	3	2.65
10	黑龙江	2	1.77
11	江苏	1	0.88

由于集团攻关模式生态主要是面向一两个重点领域,因此在海南联合攻关基地上适配产品数量不多。飞腾和麒麟作为 PK 生态的重要组成部分,同时也是产品模式生态的典型代表。它们在各自产品生态的建设中基于 PK 体系的适配认证数量却是非常可观的。截止到 2021 年 11 月,在飞腾生态^[6]中获得兼容性互认证的软件产品总共有 2 800 个,其中以麒麟作为操作系统的认证产品有 615 个,占有适配软件产品比例为 21.96%。在麒麟生态^[7]中获得兼容性认证的软件产品有 79 436 个,其中选取飞腾为适配芯片的软件产品有 13 759 个,占比可达 17.32%。以上数据表明,集团攻关模式生态主要是在重点领域进行深耕,解决专业技术难点,夯实基础;而产品模式生态则以产品类别丰富的特点,拓宽应用领域,扩大行业广度。“深”—“广”,“专”—“宽”,两种模式相辅相成,各自取长补短,自主可控软硬件生态才得以不断发展壮大。

3 服务模式

服务模式生态以政府导向为出发点,既不针对某单一产品,也不服务于某项工程。主导者通过免费为开发

者提供基础计算资源和培训资源的方式,服务生态用户,助力我国自主生态发展。服务模式生态的典型代表是鹏城生态,其主导者是鹏城实验室。鹏城生态主要解决自主生态开发者遇到的基础软硬件资源缺乏、自主技术体系迁移成本较高等问题。对此,鹏城生态面向开发者构建了基于 AL 技术体系的开发者云平台,该平台为开发者提供免费的国产 AL 技术体系计算基础设施,在此基础上针对不同应用场景,为用户提供开发所需的软件栈、软件仓库、应用软件商店等。不同类型的开发者可以根据需求构建自己的应用开发、部署、测试验证环境。

服务模式生态的最大特点是免费灵活,对开发者非常友好。本文将以鹏城生态开发者云平台^[8]用户的注册信息和资源申请信息作为原始数据进行分析。由于鹏城生态秉承以开源开放的形式为更多的用户提供资源服务,用户在填写资源信息时并不十分严谨,因此需要在已有信息上进行数据标记。对资源申请中有明确填写项目适配信息的归类为“产品适配”;资源申请中出现“个人”“个人开发”“学习”等信息的归为“个人开发”;用户单位为科研单位且出现科研类项目名称的归为“科研”;项目中出现“大赛”“赛道”“比赛”等与比赛名称相关的词条归为“大赛”;出现“开源社区”“openEuler 社区”“Linaro”等相关信息时归为“社区建设”。

鹏城生态开发者云从 2019 年对外正式上线至今(2021 年 11 月),累计收到 2 185 条用户的资源申请和使用信息。如表 7 所示,商用厂商研发人员申请资源进行产品适配的有 1 412 次,仅华为公司和麒麟软件两家企业申请订单数量接近 450 次;其次,个人开发者在鹏城生态开发者云平台上累计申请资源达到 306 次;科研机构研发人员申请资源进行科学试验有 285 次;同时,参加大赛(104 次,4.76%)和参与社区建设(78 次,3.57%)的资源申请接近 200 次。由此看出,鹏城生态开发者云作为自主可控的实验田,除了为集成商和企业的提供产品适配迁移测试的支持外,绝大部分是面向个人开发者和科研人员,这也体现了鹏城生态作为服务模式生态的核心要素。

表 7 鹏城生态订单用途统计分布

序号	类型	订单数量	占比/%
1	产品适配	1 412	64.62
2	个人开发	306	14.00
3	科研	285	13.04
4	大赛	104	4.76
5	社区建设	78	3.57

服务模式生态另一大特点是助力其他模式自主生态发展。从表 7 中产品适配数据中可以看出,鹏城生态已吸引不少鲲鹏生态和 PK 生态的企业用户在此环境上进行开发适配,为他们提供基础计算资源和技术支持服务。通过从华为鲲鹏创新中心官网上的商业软件兼容性

列表^[1]、麒麟软件官网上兼容适配的软件列表^[7]、飞腾公司官网的软件服务认证列表^[6]中筛选出在鹏城生态开发者云平台注册并使用资源的企业用户,来作为鹏城生态支持互认证的数据依据。如表 8 所示,鹏城生态开发者云平台支持了 72 家企业单位完成了鲲鹏生态的互认证,70 家企业单位完成了 PK 生态的互认证。

表 8 鹏城生态对其他生态的支撑情况

公司名称	认证企业数量	鹏城生态申请资源企业	支撑企业数量	支撑率/%
飞腾	470	166	26	5.53
华为	2 025	578	72	3.56
麒麟	1 829	166	44	2.41

除此之外,如表 7 所示,鹏城生态通过为大赛用户和社区建设用户提供免费的环境资源和技术支持,间接助力了鲲鹏生态和 PK 生态的产业人才建设。同时,其还联合华为公司、麒麟软件、飞腾公司等企业成功举办了多场培训活动,累计参加培训用户超过 2 000 个。

由于不涉及商业利益,鹏城生态开发者云可以提供多种基础软硬件资源组合,其中 CPU 可选鲲鹏 916/920、飞腾 1500A/2000+;操作系统可选 Centos、KylinOS、Open-Euler、Ubuntu 等。表 9 展示了开发者云用户在资源申请时对 CPU 和操作系统的选择偏好。可以明显看出,鲲鹏 CPU 加 CentOS 是数量最多的搭配模式,占据了所有申请的 26.59%。这主要是由于鲲鹏 CPU(特别是 920 系列)是目前国内性能强、适配成熟的国产 ARM 服务器 CPU,需求量较大。而选择使用飞腾 CPU 的用户,绝大部分会同时选择麒麟操作系统,这些用户的需求主要是在 PK 技术体系下进行开发和适配工作。

表 9 鹏城生态 CPU 和操作系统申请情况

	鲲鹏	占比/%	飞腾	占比/%
CentOS	581	26.59	2	0.09
KylinOS	461	21.10	434	19.86
openEuler	408	18.67	0	0.00
Ubuntu	265	12.13	1	0.05
其他	28	1.28	5	0.23

4 结论

本文的主要贡献是提出了我国自主软硬件生态的三种建设模式。产品模式以销售核心底层部件为目的来进行生态的建设,其适配的商用产品类别分布广泛,覆盖行业齐全,并且投入大量资金用于产业合作和人才培

养;集团攻关模式以完成政府示范应用工程项目为目的,充分发挥自身的技术积累和集团优势,为政府和国有企业项目提供了安全的 IT 基础设施;服务模式以政府为主导,主要服务个人开发者,致力于提供免费的基础设施,支持自主生态参与者进行产品研发和科研建设,并协助其他模式的自主生态进行人才培养。需要注意的是,生态建设模式的提出是为了便于从理论上分析和研究自主生态的发展情况,而在实际的产业实践中并没有严格的区分。和自然生态系统具有多样性的特点类似,三种自主生态建设模式之间也在互相影响、相互借鉴并相互补充,为我国自主生态的健康发展奠定了一个牢固的基础。

参考文献

- [1] 鲲鹏创新中心旗舰店.商业软件兼容性[DB/OL].[2021-12-09].https://ic-openlabs.huawei.com/openlab/#/union-compaty?type=Commercial.
- [2] 鲲鹏生态创新中心.鲲鹏生态创新中心简介[DB/OL].[2021-12-09].https://www.hikunpeng.com/innovation.
- [3] 麒麟软件教育发展中心[DB/OL].[2021-12-09].http://www.inst.kylinos.cn/.
- [4] 飞腾生态高校活动[DB/OL].[2021-12-09].https://www.phytium.com.cn/class/152.
- [5] 联合攻关基地公共服务平台[DB/OL].[2021-12-09].http://www.lhggjd.org/portal/fwpt/jrxindex.
- [6] 飞腾生态兼容性列表[DB/OL].[2021-12-09].https://www.phytium.com.cn/class/20.
- [7] 麒麟生态兼容适配列表[DB/OL].[2021-12-09].https://eco.kylinos.cn/zoology/commercial.html.
- [8] 鹏城生态开发者云平台[DB/OL].[2021-12-09].https://dw.pcl.ac.cn/#/developer/cloud.

(收稿日期:2021-12-09)

作者简介:

冯丹(1991-),女,硕士研究生,工程师,主要研究方向:云计算、计算生态研究。

王卓耀(1987-),通信作者,男,博士研究生,助理研究员,主要研究方向:云计算、计算生态研究,E-mail:wangzhy01@pcl.ac.cn。

陈红(1989-),女,硕士研究生,工程师,主要研究方向:云计算、计算生态研究。

郭长国(1973-),男,博士研究生,教授级高级工程师,主要研究方向:计算机软件、大数据研究,E-mail:guochg@pcl.ac.cn。



扫码下载电子文档

版权声明

经作者授权，本论文版权和信息网络传播权归属于《电子技术应用》杂志，凡未经本刊书面同意任何机构、组织和个人不得擅自复印、汇编、翻译和进行信息网络传播。未经本刊书面同意，禁止一切互联网论文资源平台非法上传、收录本论文。

截至目前，本论文已经授权被中国期刊全文数据库（CNKI）、万方数据知识服务平台、中文科技期刊数据库（维普网）、DOAJ、美国《乌利希期刊指南》、JST 日本科技技术振兴机构数据库等数据库全文收录。

对于违反上述禁止行为并违法使用本论文的机构、组织和个人，本刊将采取一切必要法律行动来维护正当权益。

特此声明！

《电子技术应用》编辑部

中国电子信息产业集团有限公司第六研究所