

eSIM 产业热点问题研究报告

(2025 年)

中国信息通信研究院泰尔终端实验室

2025年4月

版权声明

本报告版权属于中国信息通信研究院，并受法律保护。转载、摘编或利用其它方式使用本报告文字或者观点的，应注明“来源：中国信息通信研究院”。违反上述声明者，本院将追究其相关法律责任。

前 言

全球电信卡技术从传统物理 SIM 卡到近年出现的 eSIM，其卡的形态、功能、作用以及应用领域都发生了巨大变化。电信卡的每一次技术革新，不仅是通信技术进步的标志，也深刻影响着人们的生产生活。近年来，随着 5G、物联网和人工智能等新兴技术的兴起，eSIM 凭借无卡化设计、便利的远程配置管理以及支持多场景应用等优势，逐渐发展成为万物智联时代的一项重要技术。

eSIM 技术作为电信卡技术的重要演进方向，已在全球多个国家商用落地，并形成了较为完善的产业生态环境。然而，eSIM 技术及其商业应用在标准化、数据安全等方面仍然面临新挑战。在确保可用性和安全性前提下，最大程度发挥 eSIM 卡优势，这已成为各国政府、运营商、卡商、芯片商、终端厂商等产业链各方共同关注的问题。

本报告首先全面分析并梳理全球电信卡技术在产品发展历程、产品分类等方面的发展情况；接着从标准、应用、法规、市场、产业链这五个方面介绍了国内外 eSIM 的发展现状；同时，重点深入研究当前 eSIM 发展过程中的技术热点和产业热点，明确这些热点问题对 eSIM 产业的挑战与影响；最后，指出我国 eSIM 产业发展面临的机遇与挑战，并对我国 eSIM 未来的发展进行展望。

希望本报告能为电信卡政策制定者、行业从业者以及研究人员提供有价值的参考依据，为推动我国 eSIM 产业规范化发展、提升我国电信产业核心竞争力、实现我国信息通信业高质量发展贡献力量。

目 录

一、 电信卡技术发展情况	1
(一) 电信卡产品发展历程及演进方向	1
(二) 电信卡产品分类	4
二、 eSIM 产业发展现状	8
(一) 技术标准	8
(二) 应用领域	13
(三) 政策法规	14
(四) 市场规模	16
(五) 产业链	19
三、 eSIM 热点问题分析	23
(一) 技术热点	23
(二) 产业热点	34
四、 我国 eSIM 电信卡产业未来发展展望	37
(一) 产业发展迎来新机遇	37
(二) 产业未来发展展望	38

图目录

图 1 电信卡发展历程.....	1
图 2 SIM 卡物理形态发展过程	5
图 3 2018 年至 2024 年全球消费市场 eSIM 发展趋势.....	17
图 4 全球 eSIM 消费电子设备渗透率趋势.....	18
图 5 eUICC 架构	26
图 6 卡封装模式生产流程对比.....	28
图 7 MEP 的 eSIM 卡芯片架构	33

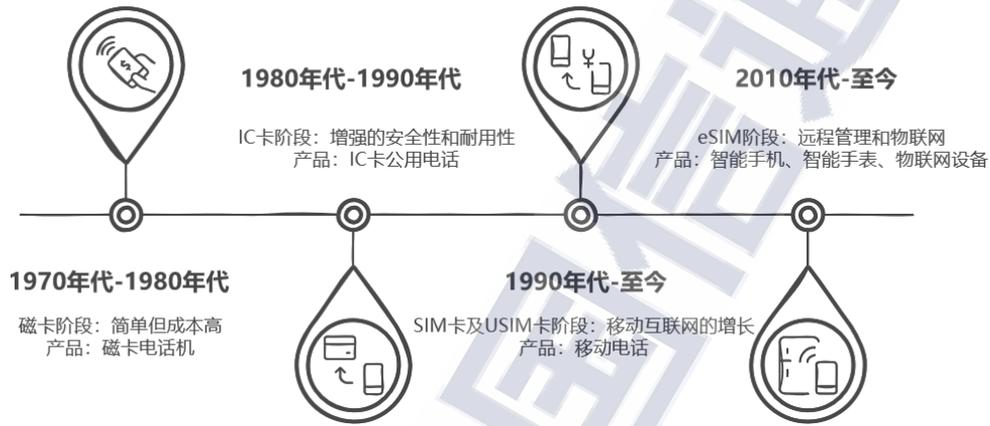
表目录

表 1 按照物理形态划分的电信卡分类.....	4
表 2 按照功能划分的电信卡分类.....	5
表 3 按照网络类型划分的电信卡分类.....	6
表 4 按照供电电压划分的电信卡分类.....	6
表 5 按照使用对象划分的电信卡分类.....	7
表 6 按照购买方式划分的电信卡分类.....	7
表 7 按照应用场景划分的电信卡分类.....	8
表 8 GSMA eSIM 标准更新汇总（2024 年 1 月至 2025 年 3 月）	9
表 9 CCSA 制定的 eSIM 标准（截至 2025 年 2 月）	12
表 10 TAF 制定的 eSIM 标准（截至 2025 年 2 月）	13
表 11 国外部分终端厂商 eSIM 产品汇总（截至 2025 年 2 月）	20
表 12 中国部分终端厂商 eSIM 产品汇总（截至 2025 年 2 月）	22

一、电信卡技术发展情况

（一）电信卡产品发展历程及演进方向

电信卡作为通信技术的关键载体，其发展历经磁卡、IC 卡、SIM 及 USIM 卡，直至如今的 eSIM 卡等多种形态，各形态均伴随技术显著进步与应用不断拓展。



来源：中国信息通信研究院

图 1 电信卡发展历程

1. 磁卡：通信方式的初探

磁卡于 20 世纪 70 年代问世，80 年代在欧美等国家逐渐普及。80 年代末至 90 年代初，磁卡电话在众多国家和地区成为公用电话的主要支付方式，它解决了投币电话的诸多问题，使用户能通过公用电话机上插入磁卡完成通话，大大地提升了通信的便捷性。

在我国，磁卡于 20 世纪 80 年代中期开始在公用电话网络中出现。1985 年，深圳深大电话有限公司率先从香港引进瑞士磁卡电话机，这是磁卡技术在我国电信领域的首次应用。磁卡作为预付话费的支付手段和凭证，有独特的使用价值。不过，磁卡存在防伪性能差、

维护成本高、资费调整不便等缺陷，在我国公用电话领域的使用时长相对较短，普及程度也有限。

2.IC 卡：通信方式的革新

IC 卡技术由法国和德国公司在 20 世纪 80 年代末开发，90 年代末，IC 卡逐渐取代磁卡成为公用电话的主要支付方式。用户购买 IC 卡并充值后，就可在公用电话机上插卡拨号通话，话费从卡内余额扣除。IC 卡因其防伪性强、质地坚固、便捷等优点，迅速得到市场认可。

1996 年，我国原邮电部发布《IC 卡公用电话及管理系统技术要求》（红皮书），推动了我国 IC 卡公用电话向标准化和规范化发展。随着 IC 卡的普及，中国电信统一电话卡制式，为我国电信卡的规范化发展奠定了基础，促进了电信业务的快速发展。

3.SIM 卡及 USIM 卡：移动通信的崛起

1991 年，德国捷德公司制造出全球首张 SIM 卡并用于移动电话，SIM 卡成为手机用户的主要身份识别模块。最初的 SIM 卡尺寸为 85.6mm×54mm，类似信用卡大小，主要用于存储用户身份信息、通讯录和短信等数据。为顺应手机小型化发展趋势，Mini SIM 出现，其尺寸约为 25mm×15mm。2003 年，欧洲电信标准协会(ETSI)在 Mini SIM 卡基础上开发出尺寸为 15mm×12mm 的 Micro SIM 卡。2010 年，苹果在 iPhone 4 手机中首次使用 Micro SIM 卡。2012 年，苹果在 iPhone 5 上引入尺寸更小的 Nano SIM 卡，其尺寸比 Micro SIM 卡缩小三分之一，这种小型卡节省了手机内部空间，迅速成为主流智能手机的标准配置。这一时期的 SIM 卡除存储通讯录和短信外，逐渐增加网络

认证功能并升级加密算法，提高了安全性。

随着 3G 网络的推出，产业对 SIM 卡的安全、存储容量、数据传输等有了更高要求，USIM 卡应运而生。USIM 卡是 SIM 卡的升级版，在安全性、数据传输速度、存储空间等方面有极大提升，能更好地满足高速数据业务需求。随着移动通信技术发展，USIM 卡也历经多次功能扩展与升级，除基本的用户身份识别和鉴权功能外，还支持应用程序下载和运行、安全操作系统管理等功能，这使 USIM 卡不仅适用于手机通信，还可用于移动支付、身份认证等更多领域。

我国在 20 世纪 90 年代末引入 SIM 卡技术，随着 GSM 网络逐步部署覆盖，SIM 卡走进千家万户。在 3G、4G 网络相继商用后，USIM 卡迅速普及，各大运营商积极推广，为用户提供优质的语音通话、高速上网等服务，推动我国移动互联网快速发展，也促进了智能手机和各种移动应用的广泛普及。

4. 无卡化 eSIM: 万物互联的突破

随着移动设备小型化和多功能化发展，传统物理 SIM 卡在尺寸和管理等方面面临新挑战，进而 eSIM 概念被提出。早期 eSIM 卡是电子化虚拟 SIM 卡，以数据文件形式通过网络下载到移动终端，借助软件实现用户识别、鉴权等功能。随着 4G 技术普及和标准化逐步完善，eSIM 卡发展为嵌入式 SIM 卡，以芯片形式永久内嵌在设备中，支持远程配置和管理，用户通过 OTA（Over-The-Air，空中下载）技术远程激活和切换网络配置文件。eSIM 卡因其潜在商业价值和广泛应用前景，得到全球电信运营商、设备制造商、软件开发商等产业各

方的支持。

目前，eSIM 技术在国际市场的应用已具规模。消费电子领域，eSIM 在智能手机、智能手表和平板电脑等产品中广泛应用；物联网领域，eSIM 技术在车联网、智慧城市、智能家居、智慧医疗等领域中潜力巨大。全球多个国家的电信运营商推出支持 eSIM 的服务，推动该技术在全球广泛应用。随着 5G 网络普及和应用场景深化，eSIM 技术的应用范围将显著扩展。

2018 年，我国电信运营商与设备制造商合作，推出支持 eSIM 的智能可穿戴设备并提供配套服务，开启 eSIM 技术在我国商用探索。华为、小米、OPPO、vivo 等中国设备制造商也推出多款支持 eSIM 技术的智能手表、平板电脑，推动 eSIM 技术在国内市场的应用和发展。

（二）电信卡产品分类

1. 按照物理形态分类

按照物理形态划分，电信卡可分为插拔式 SIM 卡和嵌入式 SIM 卡，具体分类及主要特征见表 1。

表 1 按照物理形态划分的电信卡分类

电信卡		主要特征
插拔式 SIM 卡	Full Size SIM	最初的标准 SIM 卡，尺寸较大，适用于早期移动设备
	Mini SIM 卡	尺寸缩小，适合更紧凑的设备，广泛应用于早期的智能手机和功能手机
	微型 SIM 卡 (Micro SIM)	尺寸进一步减小，适用于一些小型设备，如中高端智能手机和部分平板电脑

	纳米 SIM 卡 (Nano SIM)	最小的 SIM 卡，适合最新的小型设备，适用于最新款的智能手机和平板电脑
嵌入式 SIM 卡	eSIM	直接内置于设备中，支持远程配置和管理

来源：中国信息通信研究院

图 1 为 SIM 卡物理形态的发展过程。



来源：博鼎实华（北京）技术有限公司

图 2 SIM 卡物理形态发展过程

2.按照功能分类

按照功能划分，电信卡可分为通话卡、流量卡、全业务卡、国际卡和物联网卡，主要特征见表 2。

表 2 按照功能划分的电信卡分类

电信卡	主要特征
通话卡	主要用于语音通话，可能包含少量短信服务，不包含或包含有限的数据服务
流量卡	主要提供移动数据服务，适合上网需求较高的用户
全业务卡	集成了通话、短信、数据等多种服务，适合有综合需求的用户

国际卡	专为出国旅行者设计，可以在国外的电信网络中使用国际通话、数据连接和上网服务，费用相对较低，适合经常出国旅行或工作的用户
物联网卡	专为物联网设备设计，提供稳定的数据传输服务，广泛应用于智能设备、远程监控等领域

来源：中国信息通信研究院

3.按照网络类型分类

按照网络类型划分，电信卡可分为 GSM SIM 卡、USIM 卡和 CSIM 卡，主要特征见表 3。

表 3 按照网络类型划分的电信卡分类

电信卡	主要特征
GSM SIM 卡	适用于 GSM 网络，支持 2G 服务
USIM 卡	适用于 3G、4G 和 5G 网络，提供更高的安全性和更大的存储空间，提供更高的上网速度和更低的延迟
CSIM 卡	适用于 CDMA 网络，提供特定的通信服务

来源：中国信息通信研究院

4.按供电电压分类

按照供电 VCC 电压划分，电信卡可分为 5V 卡、3V 卡和 1.8V 卡，主要特征见表 4。

表 4 按照供电电压划分的电信卡分类

电信卡	主要特征
5V 卡	早期的 SIM 卡类型，最小电压 4.5V，最大电压 5.5V，最大供电电流 0mA，主要应用于早期的 GSM 通信设备等
3V 卡	最小电压 2.7V，最大电压 3.3V，最大供电电流 50mA，在 2G 到 3G 网络过渡阶段较为常见，部分老款的手机、数据卡等设备会使用 3V 的 SIM 卡

1.8V 卡	最小电压 1.62V，最大电压 1.98V，最大供电电流 30mA，是目前最常见的电信卡供电电压类型。Micro SIM、Nano SIM 等都采用 1.8V 供电，广泛应用于 4G、5G 手机以及各类移动终端设备
--------	---

来源：中国信息通信研究院

5.按使用对象分类

按照使用对象划分，电信卡可分为个人用户卡和企业用户卡，主要特征见表 5。

表 5 按照使用对象划分的电信卡分类

电信卡	主要特征
个人用户卡	针对普通消费者，提供多样化的套餐选择，包括通话、短信、上网等多种服务，套餐灵活多样
企业用户卡	针对企业和组织用户，提供专业的通信解决方案，包括集团通话、企业短信、数据专线等专业服务，支持大规模管理和定制化需求

来源：中国信息通信研究院

6.按购买方式分类

按照购买方式划分，电信卡可分为预付费卡和后付费卡，主要特征见表 6。

表 6 按照购买方式划分的电信卡分类

电信卡	主要特征
预付费卡	用户先充值后使用，提供灵活的充值和消费方式，适合短期使用，无需签订长期合同
后付费卡	用户先使用后付费，提供固定的月租费和套餐，适合长期使用，需要签订长期合同

来源：中国信息通信研究院

7.按应用场景分类

按照应用场景划分，电信卡可分为手机卡、物联网卡和行业专用卡，主要特征见表 7。

表 7 按照应用场景划分的电信卡分类

电信卡	主要特征
手机卡	适用于普通消费者和企业用户的智能手机和平板电脑，提供通话、短信、上网等综合通信服务
物联网卡	适用于如智能仪表、智能家电、工业设备、农业设备、无人机等，提供无线数据通信，支持设备间的连接和数据传输
行业专用卡	针对特定行业设计，如物流、金融、医疗等行业，提供特定行业的通信服务，如物流追踪、金融支付、医疗监护等

来源：中国信息通信研究院

二、eSIM 产业发展现状

（一）技术标准

1.国际标准不断完善，推动 eSIM 全球化发展

（1）全球移动通信系统协会（GSMA）

GSMA 是全球 eSIM 技术标准化的主要推动者，构建了涵盖技术架构、安全评估、远程配置及设备管理等多维度的完整标准体系，这一体系为 eSIM 技术的互操作性、安全性和规模化应用奠定基础。其标准体系覆盖 Consumer（消费电子）、M2M（机器对机器）和 IoT（物联网）三大领域，提供全球统一的实施框架，且得到国际电信联盟（ITU）和欧洲电信标准协会（ETSI）等权威机构的认可，有力地促

进了 eSIM 的技术创新与应用普及。

2024 年，GSMA 针对物联网场景优化、安全体系强化及证书策略升级三个方向，对 eSIM 标准进行了系统性更新，从而强化了 eSIM 技术在复杂场景下的适应性、安全性与可管理性，推动其在消费电子与物联网领域的深度落地。

表 8 GSMA eSIM 标准更新汇总（2024 年 1 月至 2025 年 3 月）

标准分类		版本号	更新时间
架构规范	Consumer	SGP.21 V2.6	2024 年 9 月 20 日
	IoT	SGP.31 V1.2	2024 年 4 月 26 日
	M2M	\	\
技术规范	Consumer	SGP.22 V2.6	2024 年 9 月 20 日
	IoT	SGP.32 V1.2	2024 年 6 月 27 日
	M2M	\	\
测试规范	Consumer	SGP.23 V1.15	2024 年 9 月 20 日
		SGP.23-1 eUICC V3.1.1	2024 年 1 月 26 日
		SGP.23-1 eUICC V3.1.2	2024 年 4 月 26 日
		SGP.23-1 eUICC V3.1.3	2025 年 1 月 27 日
	IoT	SGP.31 V1.2	2024 年 4 月 26 日
		SGP.32 V1.2	2024 年 6 月 27 日
		SGP.33-1 V1.0	2024 年 1 月 26 日
		SGP.33-1 V1.1	2024 年 4 月 26 日
		SGP.33-1 V1.2	2025 年 1 月 27 日
		SGP.33-2 V1.2	2025 年 1 月 27 日
		SGP.33-3 V1.2	2025 年 1 月 27 日

	M2M	SGP.11 V3.4.1	2024 年 3 月 22 日
	测试认证	SGP.26 V3.0.1	2024 年 1 月 26 日
		SGP.26 V3.0.2	2025 年 1 月 27 日
EID 格式和分配规则		SGP.29 V1.1	2024 年 3 月 22 日
合规流程	Consumer/IoT	SGP.24 v2.6	2025 年 1 月 27 日
		SGP.24 v3.2	2025 年 1 月 27 日
	M2M	SGP.16 v1.5	2025 年 1 月 27 日
集成安全评估		SGP.08 V1.2.1	2024 年 2 月 6 日
		SGP.08 V1.3	2024 年 6 月 4 日
基于 PP-0117 的集成安全评估		SGP.18 V1.0.1	2024 年 2 月 6 日
		SGP.18 V1.1	2024 年 6 月 4 日
安全保障方案	Consumer/IoT	SGP.06 V2.2	2025 年 3 月 13 日
		SGP.07 2.2	2024 年 3 月 22 日
	M2M	SGP.06 V2.1	2024 年 3 月 22 日
		SGP.07 2.1	2024 年 3 月 22 日
配置文件安全认证	Consumer/IoT	SGP.25 V2.1	2025 年 2 月 20 日
		SGP.17-1 V1.1	2024 年 9 月 30 日
		SGP.17-2 V1.0	2024 年 9 月 30 日
		SGP.17-3 V1.0	2024 年 9 月 30 日
	M2M	\	\
eUICC PKI 证书策略		SGP.14 v2.2	2025 年 1 月 27 日
工厂预配置		SGP.41 v1.0	2025 年 2 月 28 日

来源：GSMA

（2）欧洲电信标准协会（ETSI）

ETSI 与 GSMA 紧密合作，致力于构建 eSIM 技术标准化体系。

ETSI 在 eSIM 领域制定的标准主要包括 eUICC 在内的机卡物理接口定义、逻辑特性等，目的在于确保 eSIM 技术的互操作性、安全性以

及全球范围内的兼容性。

为满足电信行业 and 用户不断变化的需求，ETSI 持续努力完善 eSIM 标准和规范。2024 年 9 月，ETSI 更新了 ETSI TS-102.671 V18.1.0 版本，增加了更严苛环境（包括更高的温度、湿度、腐蚀、振动和冲击等条件）的性能要求，提升了 eSIM 在物联网和机器对机器（M2M）等领域的可靠性；新增的多形态因子支持更多的设计灵活性，使设备制造商能够开发出更轻薄、更时尚的产品。2025 年 2 月，ETSI 更新了支持多账户的 eSIM 移动规范，允许在同一个智能手机中存在多个账户和身份，以满足在移动设备上运行多应用（如银行、支付、交通和身份识别）的需求，推动移动设备在数字化服务中的灵活部署。

2. 我国标准积极创新，展现 eSIM 发展特色

中国通信标准化协会（CCSA）和电信终端产业协会（TAF）是我国 eSIM 技术的主要标准制定组织。其中，物联网（M2M）领域 eSIM 相关技术标准主要在 CCSA TC10 组（物联网工作组），消费电子领域相关技术标准主要在 CCSA TC11 组（终端技术工作组）。我国 eSIM 标准化工作主要参考 GSMA、ETSI 等国际标准组织的规范，同步推进国内标准制定，并积极探索 eSIM 创新技术的标准化。

CCSA 先后制定了 eSIM 集成电路卡、远程管理平台、安全能力、消费级 eSIM、物联网 eSIM 等行业标准。后续，CCSA 将根据国内产业发展需求，面向 GSMA RSP V3 规范（SGP.21 RSP Architecture v3.0、SGP.22 RSP Technical Specification），开展第二阶段 eSIM 行业标准的制定，进一步完善我国 eSIM 技术行业标准体系。

表 9 CCSA 制定的 eSIM 标准（截至 2025 年 2 月）

标准号	主要内容
YD/T 3198-2016	支持远程管理的嵌入式通用集成电路卡（eUICC）技术要求（第一阶段）
YD/T 3515-2019	支持远程管理的嵌入式通用集成电路卡（eUICC）测试方法(第一阶段)
YD/T 3514-2019	嵌入式通用集成电路卡（eUICC）远程管理平台测试方法（第一阶段）
YD/T 2926-2021	嵌入式通用集成电路卡（eUICC）远程管理平台技术要求（第一阶段）
YD/T 4512-2023	面向物联网设备的嵌入式通用集成电路卡（eUICC）安全能力技术要求
YD/T 4513-2023	面向消费电子设备的嵌入式通用集成电路卡（eUICC）安全能力技术要求
YD/T 4640-2023	面向消费电子设备的远程 SIM 配置的嵌入式通用集成电路卡（eUICC）技术要求
YD/T4641-2023	面向消费电子设备的远程 SIM 配置平台技术要求
YD/T 6011-2024	面向消费电子设备的远程 SIM 配置的终端技术要求
YD/T 6154-2024	嵌入式通用集成电路卡（eUICC）数据兼容性技术要求和测试方法
YD/T 6155-2024	面向消费电子设备的远程 SIM 配置的服务管理技术要求

来源：CCSA

TAF eSIM 行业管理工作委员会作为我国 eSIM 产业发展的核心推动力量，积极牵头制定 eSIM 行业规则。截至目前，TAF 已完成多项配套支撑文件的制定工作，包括《EID 管理实施细则》、《eUICC 卡

《eSIM 证书管理要求细则》、《eUICC 卡产品管理实施细则》以及《eSIM 证书管理要求细则》等，为我国 eSIM 产业健康有序发展提供了坚实的制度保障。

表 10 TAF 制定的 eSIM 标准（截至 2025 年 2 月）

标准号	主要内容
TAF-WG4-AS0025-V1.0.0:2018	基于 TEE 的 eSIM 技术要求
T/TAF 055-2020	面向物联网设备的嵌入式通用集成电路卡（eUICC）安全能力技术要求
T/TAF 056-2020	面向消费电子设备的嵌入式通用集成电路卡（eUICC）安全能力技术要求
T/TAF 142-2022	eUICC 卡生产企业安全保障能力要求

来源：TAF

（二）应用领域

1. 消费电子

eSIM 技术在消费电子领域的应用逐渐普及，支持 eSIM 技术的智能手机、智能手表、平板电脑、笔记本电脑等产品的种类和款型数量不断增多，eSIM 服务满足了跨境旅行、跨境商务、跨境电商、内容创作等对网络有灵活切换、成本节省、稳定连接等较高需求的人群。

在跨境旅游方面，eSIM 技术允许用户在不更换实体 SIM 卡的情况下，于不同国家和地区轻松激活当地的移动网络服务，灵活切换运营商和套餐，节省旅行成本和时间；在跨境商务方面，eSIM 技术使笔记本电脑能够随时随地实现网络连接，无需依赖 Wi-Fi 热点或外部移动热点设备，提高了移动中工作的效率；在跨境电商方面，eSIM 技术有助于电商从业者在不同国家间进行业务沟通和物流追踪，轻松切

换网络，降低经营成本；在内容创作方面，eSIM 技术为创作者提供稳定的网络连接，便于创作者在不同国家创作编辑内容实时分享作品。

2. 物联网

随着 5G 技术的普及和物联网设备的大量增加，eSIM 技术在物联网领域呈现出强劲的增长势头和广泛的应用前景。在智能家居、医疗健康、汽车、物流、能源等垂直行业，eSIM 的灵活配置和高效管理优势愈发明显。

在智能家居领域，eSIM 技术凭借远程配置能力，使设备能够在不同地区无缝切换网络服务提供商，实现智能门锁、智能摄像头、智能家电等设备间的互联互通，用户还可通过手机或其他终端设备远程控制和管理这些设备，提高了生活的便利性和舒适度；在车联网领域，eSIM 技术是实现车辆智能化和网联化的关键环节，通过内置 eSIM，车辆可实现远程监控、故障诊断、软件更新、智能导航、不停车收费等功能，提升了车辆的安全性和驾驶体验，并且 eSIM 技术支持车辆在不同国家和地区进行网络切换，满足全球范围内车辆的通信需求；在医疗保健领域，通过 eSIM 技术可实时传输患者的生命体征数据，支持远程医疗监测和慢性病管理，提高了医疗服务的效率和质量，同时还支持远程医疗咨询，打破地域限制，提高患者的就医便利性；在能源管理领域，通过 eSIM 技术能够实现对能源消耗数据的实时监测和分析，帮助企业优化能源使用，降低能源成本，提高能源利用效率。

（三）政策法规

1. 多国积极指导 eSIM 发展

多国政府通过制定政策和标准，为 eUICC 技术应用提供支持和保障，促使众多企业和组织采用 eUICC 技术，优化设备管理与运营。

欧盟委员会 2017 年发布《通用数据保护条例》(GDPR)，该条例对个人数据保护的要求间接影响 eSIM 技术的安全和隐私保护标准。此外，欧盟还积极推动 eSIM 技术在汽车行业的应用，特别是车辆紧急呼叫系统 (eCall)，要求新车配备 eSIM，以确保无传统 SIM 卡时也能拨打紧急呼叫。欧盟还推进 eSIM 技术标准化工工作，确保制造商间的互操作性，鼓励成员国合作，加速 eSIM 技术在欧洲的普及。

美国联邦通信委员会 (FCC) 和其他政府机构对 eSIM 技术持开放态度。FCC 批准多项 eSIM 使用提案，如允许移动设备制造商预装 eSIM 功能，不必依赖传统可插拔 SIM 卡，还对 eSIM 卡优势和使用注意事项进行说明。

日本经济产业省 (METI) 推出“超智能社会 5.0”愿景，通过促进 5G 和光纤全国普及、扩大 5G 专网范围，推动人工智能等先进技术多领域应用，推进智慧城市建设，将日本打造成高度智能化的社会。其中，物联网和 eUICC 等技术在智能化建设中有着重要作用。METI 还与私营部门合作，研究和发展新商业模式和服务，充分利用这些技术带来的机会。

韩国政府重视物联网和 eUICC 技术，通过多项政策和项目促进其发展。例如，韩国科学和信息通信技术部 (MSIT) 发起“智能韩国 2030”战略，目标是到 2030 年使韩国成为全球领先的智能社会。作为战略一部分，MSIT 推动 5G 网络部署和 eSIM 等相关技术应用，服

务于智慧城市、智能家居等智能解决方案。韩国还探索利用 eUICC 技术改善交通管理、医疗保健等公共服务领域，并提升网络安全水平，确保新技术安全可靠运行。

2.我国逐步推动 eSIM 应用

2021 年，我国工业和信息化部（以下简称工信部）发布的《“十四五”信息通信行业发展规划》，提到“推动人工智能、大数据、区块链、边缘计算、嵌入式 SIM 卡（eSIM）、先进计算和量子计算等新兴技术应用，深化新技术新业务在垂直行业和领域的拓展”，促进 eSIM 技术在我国创新发展，拓展垂直行业应用，为我国发展 eSIM 技术奠定基础。

自 2020 年起，经工信部批复，中国联通、中国移动和中国电信三家基础电信运营商先后在全国开通可穿戴设备、物联网设备的 eSIM 技术应用服务；2023 年 10 月，工信部再次批复中国联通扩大 eSIM 设备类别申请，开通笔记本电脑和平板电脑的 eSIM 技术应用服务，促进了我国 eSIM 健康有序发展，推动了 eSIM 技术的广泛应用，同时也保障了相关网络和数据安全以及用户权益。

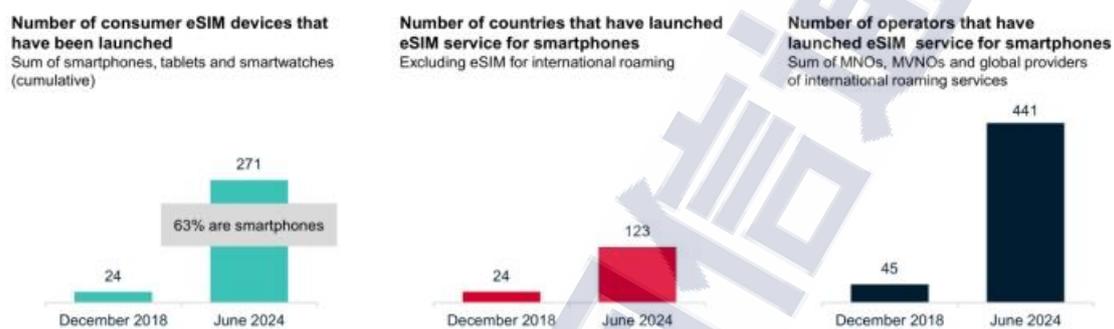
（四）市场规模

2023 年，全球 eSIM 芯片出货量达 4.46 亿，涵盖智能手机、平板电脑、笔记本电脑、可穿戴设备、车载等产品。

1.国际市场商用速度加快

（1）消费级 eSIM 持续扩展

2018 年 12 月至 2024 年 6 月，面向消费者的 eSIM 设备从 24 款快速增长至 271 款，其中智能手机占 63%。全球提供 eSIM 手机服务的国家和地区数量也大幅增加，从 2018 年底的 24 个增至 2024 年中旬的 123 个（不含漫游服务）。同时，开通 eSIM 手机服务的运营商数量从 2018 年的 45 家增长至 2024 年 6 月的 441 家¹。

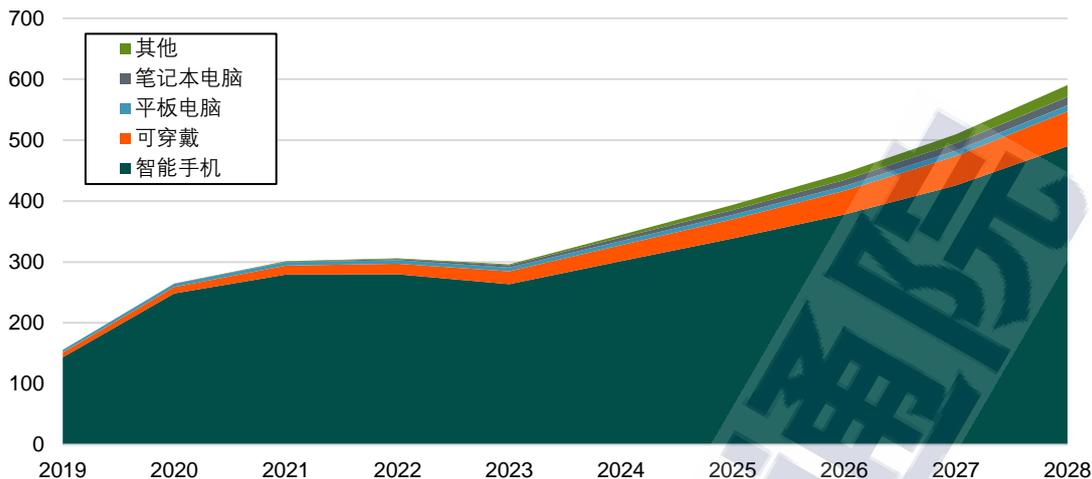


来源：GSMA Intelligence

图 3 2018 年至 2024 年全球消费市场 eSIM 发展趋势

从全球看，2023 年全球 eSIM 消费电子产品出货量达到 2.96 亿台，其中 eSIM 智能手机 2.63 亿台，占总出货量的 85.2%。2023 年，eSIM 智能手机渗透率达到 21.3%，可穿戴设备为 5.2%，平板电脑为 4.3%，笔记本电脑为 1.9%。

¹ 数据来源：GSMA



来源：ABI Research

图 4 全球 eSIM 消费电子设备渗透率趋势

据 ABI Research 统计，2022 年全球 eSIM 手机芯片出货量达 2.3 亿片，2024 年预计将达到 3.5 亿片。

GSMA Intelligence 预测，2025 年底全球将约有 10 亿 eSIM 智能手机连接，2030 年将增长至 69 亿，占智能手机连接总数四分之三。

（2）物联网 eSIM 持续增长

据 Juniper Research 统计，2023 年 eSIM 应用中仅有 2% 用于物联网。随着 eIM（eSIM 物联网管理器）在 eSIM 平台中的普及，有望推动使用 eSIM 技术的物联网连接数在未来三年持续增长。到 2026 年，预计全球约有 6% 的 eSIM 将用于物联网领域，全球使用 eSIM 技术的物联网连接数量将从 2023 年的 2200 万增至 1.95 亿。

2023 年 6 月，GSMA 新发布的 eSIM IoT 规范 SGP.32 中简化集成，确保供应商的无缝切换并加快上市，满足市场对简单、可扩展物联网部署解决方案的巨大需求。随着新标准方案逐步完善，将推动 eSIM 在物联网领域加速部署。

2.我国市场逐步推广 eSIM 设备类型

（1）消费电子用户数稳步增长

据中商产业研究院统计数据，截至 2023 年底，国内 eSIM 技术累计用户数达 362 万户，其中，eSIM 手表用户 332 万户，占比约 90%。2023 年全国 eSIM 技术的年度新增用户数达 143 万户。

2024 年第二季度，我国腕表类智能可穿戴 eSIM 设备出货量达 100 万台，是全球第二大应用市场（美国为 190 万台），其中 83.3% 为智能手表，16.7% 为基础手表²。

2023 年 10 月，苹果在国内推出支持 eSIM 的 iPad，中国联通是其在中国大陆地区唯一受支持的 eSIM 运营商。

（2）物联网应用快速发展

近年来，我国远程 SIM 卡配置和 eSIM 技术在物联网领域的应用也取得一定进展。在基础电信运营商、设备制造商、SIM 卡供应商、和物联网企业等的共同推动下，多种物联网产品开始应用 eSIM 技术，涵盖车载终端、电表、摄像头、定位器等。

（五）产业链

1.国外 eSIM 产业链布局早，形成成熟商用生态

在全球 eSIM 产业链中，美国和欧洲企业凭借芯片制造、安全认证、产品设计等优势，占据重要市场份额。恩智浦、意法半导体、英飞凌等芯片商提供多款高性能、高安全性的 eSIM 芯片解决方案，用

² 数据来源：Canalys

于消费电子和物联网设备。捷德、泰雷兹、梵利特、爱德觅尔等卡商提供 eSIM 卡的远程配置和管理服务，支持多种设备和应用场景。苹果、三星、谷歌等国际知名终端厂商通过技术创新将 eSIM 与设备高度集成，发布多款 eSIM 终端产品，并与运营商紧密合作推动 eSIM 技术商用和普及。沃达丰、德国电信、Orange、Verizon、AT&T、T-Mobile、NTT Docomo、SK 电讯、Singtel 等欧洲、北美、亚太地区运营商积极推广 eSIM 业务，为用户提供灵活网络选择。

表 11 国外部分终端厂商 eSIM 产品汇总（截至 2025 年 2 月）³

终端厂家	产品类型	支持型号
苹果	智能手机	iPhone XR、iPhone XS、iPhone XS Max、iPhone 11、iPhone 11 Pro、iPhone 11 Pro Max、iPhone SE 第 2 代 (2020)、iPhone 12、iPhone 12 Mini、iPhone 12 Pro、iPhone 12 Pro Max、iPhone 13、iPhone 13 Mini、iPhone 13 Pro、iPhone 13 Pro Max、iPhone SE 第 3 代、iPhone 14、iPhone 14 Plus、iPhone 14 Pro、iPhone 14 Pro Max、iPhone 15、iPhone 15 Plus、iPhone 15 Pro、iPhone 15 Pro Max、iPhone 16、iPhone 16 Pro、iPhone 16 Pro Max
	平板电脑	iPad（2019 之后系列）、iPad Pro（2018 之后系列）、iPad Air（2019 之后系列）、iPad Mini（2019 之后系列）、iPad 第 10 代（2022 年）
	智能手表	Apple Watch Series 3 是首款支持 eSIM 的智能手表，后续系列 Series 4 至 Series 9 及 Ultra 均支持 eSIM。
三星	智能手机	Galaxy S23、Galaxy S23+、S23 Ultra、Galaxy S22、Galaxy S22 Ultra、Galaxy S21、S21+、S21 Ultra、Galaxy S20、S20+、S20 Ultra、Galaxy Z Fold 5、Galaxy Z Flip 5、Galaxy Z Fold 4、Galaxy Z Flip 4、Galaxy Z

³ eSIM 终端仅在部分国家/地区销售

		Fold 3
	平板电脑	Galaxy Book 2
	智能手表	Watch Active 2 4G 香港版、Watch 1 香港版、Watch Active 3 4G（及之后型号）、Galaxy Watch Ultra
谷歌	智能手机	Pixel 2、Pixel 2 XL、Pixel 3、Pixel 3 XL、Pixel 3a、Pixel 3a XL、Pixel 4、Pixel 4a、Pixel 4 XL、Pixel 5、Pixel 5a、Pixel 6、pixel 6a、Pixel 6 Pro、Pixel 7、Pixel 7a、Pixel 7 Pro、Pixel 8、Pixel 8 Pro、Pixel 9、Pixel 9 Pro、Pixel 9 Pro XL、Pixel 9 Pro Fold
摩托罗拉	智能手机	Razr 2019、Razr 5G、Razr 40、Razr 40 Ultra、Razr 50、Razr 50 Ultra、Razr+、Moto g34 5G
Sony	智能手机	Xperia 10 VI (仅限 XQ-ES54)、Xperia 10 V (仅限 XQ-DC54)、Xperia 10 IV (仅限 XQ-CC54)、Xperia 5 V (仅限 XQ-DE54)、Xperia 5 IV (仅限 XQ-CQ54)、Xperia 1 V (仅限 XQ-DQ54)、Xperia 1 IV (仅限 XQ-CT54)、Xperia Ace III
夏普	智能手机	Aquos Sense 4 Lite、Aquos Sense 6s、Aquos Sense 7、Aquos Sense 7 plus、Aquos Wish、Aquos Wish 2、Aquos Wish 3、Aquos zero 6、Simple Sumaho 6、Aquos R7、Aquos R8、Aquos R8 Pro
微软	平板电脑	Surface Pro LTE Advanced、Surface Go 2、Surface Go 3 with LTE、Surface Pro X、Surface Pro 9 with 5G、Surface Pro 8、Surface Pro 8 LTE、New Surface Pro 7+
戴尔	笔记本电脑	Latitude 7210 2-in-1、Latitude 9410、Latitude 7310、Latitude 7410、Latitude 7440、Latitude 9510、Latitude 9440 2-in-1、Latitude 5410、Latitude 5411、Latitude 5511

来源: <https://esim.holafly.com>

2.国内 eSIM 产业链结构完备，拥有巨大市场空间

随着 eSIM 技术在我国推广应用，我国 eSIM 产业链各环节形成完整产业布局，涵盖芯片设计制造、模组研发、平台服务、终端设备和基础电信运营商等主要领域。芯片设计制造环节，紫光同芯、华大微电子等国内企业具备较强技术实力，产品广泛应用于全球消费电子和物联网设备。模组研发环节，武汉天喻等国内企业推出符合国际规范的 eSIM 模组及连接管理平台，为 eSIM 设备提供全生命周期管理。平台服务环节，东信和平、北京华弘等企业的 eSIM 物联网管理平台为全球多家运营商和设备制造商提供服务。终端设备环节，华为、小米、荣耀、OPPO、vivo 等国内企业推出多款支持 eSIM 的智能设备，在全球广泛使用。基础电信运营商环节，中国联通、中国移动、中国电信均开通了 eSIM 业务，并与设备厂商合作，不断探索和推动 eSIM 技术创新与应用。

表 12 中国部分终端厂商 eSIM 产品汇总（截至 2025 年 2 月）⁴

终端厂家	产品类型	支持型号
华为	智能手机	P40、P40 pro、Mate 40 pro、Pura 70、Pura 70 Pro
	智能手表	WATCH 2、WATCH 2 Pro、WATCH 3、WATCH 3 Pro、WATCH 4、WATCH 4 Pro
	平板电脑	MatePad Pro 11
	笔记本电脑	MateBook X Pro、MateBook 14
小米	智能手机	小米 12T Pro、小米 13、小米 13 Lite、小米 13 Pro、小米 13T Pro、小米 14 Pro、Redmi Note 13 Pro、Redmi Note 13 Pro+
	智能手表	Watch S2、Watch 4 Pro

⁴ eSIM 终端仅在部分国家/地区销售

	平板电脑	MiPad5Pro 等
vivo	智能手机	X90 Pro、X100 Pro、Vivo V29 Lite 5G
	智能手表	Watch 2
OPPO	智能手机	Find N2 Flip、Find X3 Pro、Find X5、Find X5 Pro、Reno 5 A、Reno 6 Pro 5G、Reno 9A、A55s 5G
一加	智能手机	OnePlus 11、OnePlus 12
中兴	智能手机	Axon 50 Ultra、Blade 20 Pro+
联想	笔记本 电脑	ThinkPad X1 Titanium Yoga 2-in-1、ThinkPad X1 Carbon Gen 9、ThinkPad X1 Carbon Gen 10、ThinkPad X1 Fold、ThinkPad X1 Nano、ThinkPad X12 Detachable、Flex 5G、Yoga C630、Miix 630
	平板电脑	Yoga 520、Yoga 720 (2-in-1 models)

来源: <https://esim.holafly.com>

三、eSIM 热点问题分析

（一）技术热点

1. 多应用能力

（1）热点定义

eUICC 的多应用能力是指卡内除存储网络配置文件(profile)外, 还可下载安装多个不同类型应用程序 (applet), 提供不同的功能和服务, 如网络配置管理、安全与认证、支付与金融、健康与健身、物联网设备管理、交通与导航和企业应用等。借助远程管理平台, 用户能灵活地安装、更新和卸载这些 applet, 且每个 applet 在独立的安全域中运行, 从而确保数据安全性与隐私保护。

（2）全球发展情况

当前, 业界基于 UICC 的多应用需求主要集中在身份认证与安全

登录、多应用集成、消息推送等方面。

基于 UICC 的身份认证与安全登录属于一种安全登录技术，它利用 UICC 安全芯片及密钥存储能力，结合加密技术来进行用户身份验证。通过运营商网络实现双向认证，支持无密码登录、二次验证以及与生物识别相结合等多种方式，以应用于钱包等金融交易、办公登录、电子签名等场景，满足数字化时代对安全性和便捷性的需求。

基于 UICC 的多应用集成是把交通卡、门禁卡、金融卡等功能整合到一张实体卡中，可实现公交支付、门禁验证、移动支付及身份认证等多种功能，同时保障数据安全和隐私保护。UICC 的多应用技术，能够分区存储不同应用数据，具备灵活性与扩展性。通过多应用集成，UICC 将从单一通信工具升级为多功能数字身份载体，为用户提供更便捷、智能的生活体验。

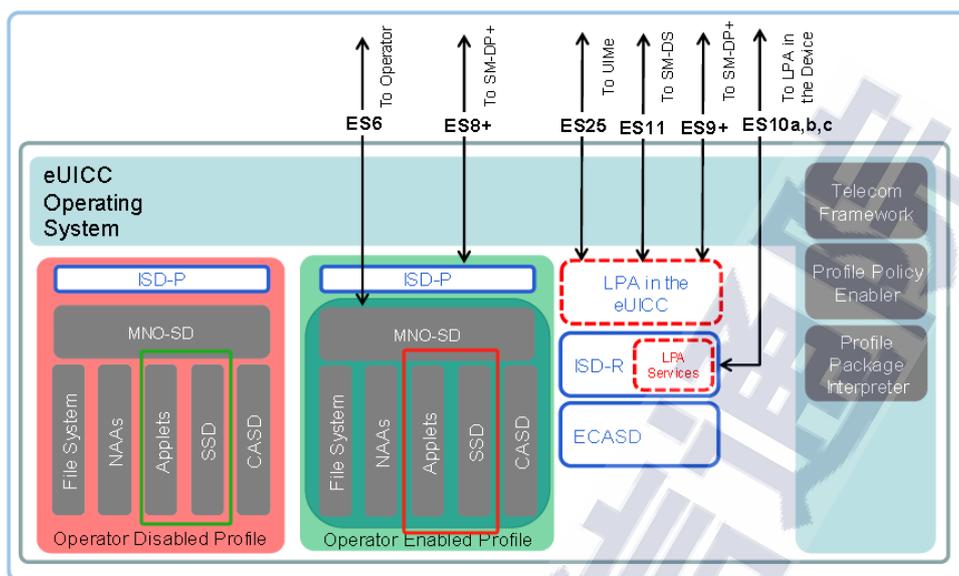
基于 UICC 的重要消息推送服务是借助运营商网络和 5G 消息技术，确保消息及时全面地触达用户。其核心功能包含置顶消息弹窗和持续显示机制，避免重要通知被忽略。同时，结合声音与振动提醒，提升用户感知度，并利用 5G 消息的富媒体和交互能力，支持用户直接在消息界面完成反馈或操作。此服务适用应急预警、政务通知、企业管理和公共服务等场景，借助 UICC 的安全模块保障信息传输安全。

国外基于 eUICC 实现多应用目前主要集中在支付方面，例如通过加载特定的 applet，结合 NFC 技术，支持银行卡和交通卡的支付功能，为用户提供便捷的无接触支付体验。目前，我国的 eUICC 多应用还在研究阶段，尚未商用。

（3）技术特点

目前，eUICC 卡支持多应用的基础技术条件已基本具备，其内部架构通过安全域（ISD）设计实现对多应用的灵活管理。依据 GSMA SGP.21 规范定义的 eUICC 架构，针对 eUICC 上的每个 Profile（无论是否处于激活状态）均已支持多应用多安全域，能够支持多应用能力。因此，在 eUICC 生产发行预置，或者发行后用户通过 LPA 连接 SM-DP+或 SM-DS 平台下载，均可支持多应用的 Profile。每个 Profile（配置文件）被安装在独立的安全域中，支持多种应用的加载和执行。

UICC 内置的安全芯片支持多种加密算法和密钥管理，可提供身份认证的硬件安全保障，确保用户身份的真实性和可靠性。SM-DP+采用基于 PKI 的安全通道协议，保障双向认证过程的安全性。GSMA 的 SGP.21 等规范也明确了 eUICC 卡在多应用支持方面的技术功能点，要求其行为与传统 UICC 卡一致。对于支持 NFC 功能的终端，要求 NFC 功能和接口满足非接触刷卡等应用场景。



来源：GSMA SGP.21

图 5 eUICC 架构

(4) 发展挑战

eUICC 环境下 ARA-M (Application Rule Administration-Management) 机制的权限和规则管理存在冲突。在传统物理 SIM 卡中，ARA-M 机制用于定义管理智能卡上应用程序规则，保障应用服务安全正确操作，可分配运营商特权。但在 eUICC 中，其本身及不同 ISD-R 配置文件都可能各有各的 ARA-Mapplet，这会引发权限规则管理冲突，并且目前 GSMA 等组织的 eSIM 规范并未给出明确的解决方案。

eUICC 有限物理存储空间会引发资源竞争。eUICC 物理存储空间有限，通常在几十 KB 到几 MB 之间，当多家运营商同时安装应用时，可能出现资源竞争情况。eUICC 多应用实例较少，针对多应用间资源分配、高优先级消息推送实际可覆盖范围以及复杂场景下的安全

性保障等问题，目前产业也还在持续研究中，期望提出合理的方案以确保业务的稳定性和可靠性。

产业链各方对 eUICC 多应用的实施需求与推动态度各有不同。目前，终端设备已具备强大的应用处理能力，通过软件优化能够满足用户对于多账号和多服务的需求。但部分运营商表示，若未来 eUICC 在手机上大规模使用，仍希望确保其支持现有实体 UICC 多应用能力。

实现 eUICC 多应用技术跨领域应用需推动产业链协作及标准落实。为实现多应用技术跨领域应用，产业链各方需遵循国际规范实现相关技术标准，如 eSIM 卡、终端设备、运营商、应用提供方等都有相应技术标准及功能要求，共同推动 eUICC 多应用能力的普及应用。

2. Wafer 级别个人化

（1）热点定义

WLCSP(晶圆级芯片级封装)是一种可用于创建紧凑高性能器件的微电子封装技术。WLCSP 工艺是将半导体器件直接制造到硅晶圆上，然后应用一层薄薄的保护和互连材料，再将设备切割成单独的芯片，这些芯片可直接安装在 PCB 或其他基板上。

Wafer 级别个人化是指在运用 WLCSP 过程中对芯片进行定制化编程或配置的过程。这种技术通常用于在生产阶段就需要写入唯一标识信息（如序列号、密钥、配置参数等）的芯片。该个人化过程可在晶圆测试阶段或封装前完成，避免了单颗芯片逐一处理的方式。其常见应用包括安全芯片、物联网设备、加密芯片等，这些芯片需要在出厂前写入唯一的身份信息或密钥。

（2）全球发展情况

随着电信终端发展和消费需求的提升，对终端样式与形态的要求日益提高。特别是 eSIM 业务的开展，为 eUICC 的封装形态和终端设计提供了更大空间。近几年，在国际市场，eUICC 开始采用 WLCSP 形态的封装和个人化，使 eUICC 成品体积更小，形态更丰富，受到终端商的青睐⁵。目前，苹果、三星、谷歌等国外手机厂家均选择了该方式作为其 eUICC 芯片的供货方式。目前，我国普遍采用嵌入式封装，WLCSP 形态封装还处于研究阶段。

（3）技术特点

WLCSP 封装流程相较于传统贴片产品，简化了流程、缩短了周期、提高了生产效率。传统 SIM 卡的生产是芯片厂先把生产好的芯片交给卡商，卡商在工厂进行软件下载，然后出货给运营商，此流程较长且效率较低。而 WLCSP 封装流程可减少生产流程的复杂性和生产周期，从而降低生产成本，提升市场竞争力。



来源：TAF

图 6 卡封装模式生产流程对比

通过 Wafer 级别个人化方案，能够增强产品的安全性。在 WLCSP

⁵ 电信终端产业协会《关于 eUICC WLCSP 封装和晶圆个人化形态安全性、验证可行性研究》

生产流程中，Wafer 个人化在晶圆测试阶段或者最终测试阶段进行，由不同实体进行处理，更易发现如数据重复使用、数据错位使用、个人化信息写入不完整等异常情况，提高最终交付产品的安全性和质量。

对于国际运营公司，Wafer 级别个人化 eUICC 能够确保每台设备都预先加载了正确的网络配置文件，简化跨国运营中的网络接入问题。预置适合当地市场的运营商配置文件，或者为特定类型的物联网设备优化连接选项，使得大规模部署变得更加简单和高效。

（4）发展挑战

虽然 Wafer 个人化可显著提高了生产效率，但增加了工艺复杂性和数据管理难度。WLCSP 对焊接工艺要求较高，主要体现在精确性、热管理、可靠性、防静电保护和材料兼容性等方面。同时，Wafer 个人化涉及敏感数据，芯片制造商需要建立严格的质量控制体系，因此厂家必须具备先进的设备、强大的工艺开发能力和严格的质量控制体系。此外，芯片商与卡商合作模式从单纯芯片供应转变为 COS 授权合作，推动卡商角色重新定义，使部分卡商向 SM-DP+服务提供商等转型。

3. 多合一 eUICC

（1）热点定义

多合一 eUICC 是一种硬件与软件的组合。硬件方面，是指在一张 eSIM 卡上融合了 eUICC、嵌入式安全元件（eSE）以及可选的 NFC 控制器和其他接口（如 SWP 单线协议、I2C 集成电路总线、SPI 串行外设接口等，可用于连接 eUICC 和 eSE）。软件方面，是指具有多个

独立的应用程序域，分别支持标准的蜂窝通信及其他安全功能和应用。多合一 eUICC 产品与普通 eUICC 一样，为终端提供蜂窝网络，拓展终端连接，以支持更多的移动应用场景，并且同时集成了嵌入式安全芯片和（或）NFC 控制器，可以提供更多的安全服务和（或）非接触式服务，例如公共交通支付、数字货币支付、门禁应用、数字身份识别、汽车智能车钥匙等⁶。

根据实现方式，多合一 eUICC 可分为单芯片和多芯片两种形式。单芯片实现方案是指所有功能集成在一个芯片中，多芯片实现方案是指通过合封的方式将不同功能的芯片集成在一起。

（2）全球发展情况

多合一 eUICC 技术在消费电子、物联网和企业应用中展现出广泛的应用前景。2018 年 2 月，恩智浦半导体在巴塞罗那举办的 MWC2018 上推出首款符合 GSMA RSP 标准的多合一 eSIM 卡产品 SN100。随后，各厂商陆续推出更多款多合一 eSIM 卡产品，例如，恩智浦半导体的 SN110U 和 SN220U，意法半导体和泰雷兹共同推出的 ST54K 等，这些卡产品获得了 GSMA 认证，在经过 GSMA SAS-UP 认证的生产流程中进行个人化设置，并且获得了广泛的商业应用。主要的手机生产企业，如三星、谷歌、华为、OPPO、vivo、小米等都推出了搭载多合一 eSIM 卡旗舰智能手机，三星还发布了智能手表⁷。

（3）技术特点

⁶ 电信终端产业协议 《TAF 多合一 eSIM 卡实现方案及安全性可行性研究》

⁷ 电信终端产业协议 《TAF 多合一 eSIM 卡实现方案及安全性可行性研究》

在产品性能方面，多合一 eUICC 通过将多个功能模块集成到单一芯片或封装中，提升了硬件集成度，减少了对物理空间的需求，为设备制造商提供更多灵活性。同时，多合一 eUICC 减少了多个独立芯片的布线和连接，简化了 PCB 设计，降低了设备内部组件之间的连接复杂性，进一步增强了系统的可靠性和耐用性。

在供应链管理方面，多合一 eSIM 卡将 eUICC、eSE、NFC 控制器等多个独立组件整合到一个芯片中，使得制造商只需采购单一组件即可完成相关功能的部署，降低了采购流程的复杂性，简化了供应链管理和生产流程，降低了成本和复杂性，提高了制造效率。

在安全性方面，多合一 eUICC 将安全功能集中在同一个芯片或封装中，通过硬件隔离和软件隔离技术，实现不同功能模块之间的访问控制和数据保护。且在 eUICC 与 eSE 之间采用了独立的安全域设计，达到彼此的数据不会被未经授权的访问或篡改的目的。

在功能扩展方面，通过一个芯片能够支持多种功能，满足更多应用场景需求，提高设备的灵活性和适用性，还可以通过固件更新，添加新功能或修复已知漏洞。

（4）发展挑战

首先，多合一 eSIM 卡集成了多种功能模块，显著增加了设计和开发的复杂性。由于多个功能模块共享同一硬件平台，资源竞争问题凸显，需要引入复杂的资源调度机制和仲裁策略，以确保各模块能够高效协同工作。

其次，尽管多合一 eUICC 具有隔离机制，但其高度集成的特点

使得一旦某个模块被攻破，可能影响整个系统的稳定性，增加潜在的安全风险。目前针对多合一 eUICC 的安全性及安全风险仍在研究中，尤其是对于多个模块共存的情况，尚未形成统一的评估体系，导致不同厂商的产品在兼容性和安全性方面存在差异。

再次，由于多合一 eUICC 结构更为复杂，一旦出现故障，会导致维修难度和维修成本进一步增加。

最后，多合一 eSIM 技术的标准及其认证体系等也还在研究制定中，有待进一步迭代完善。

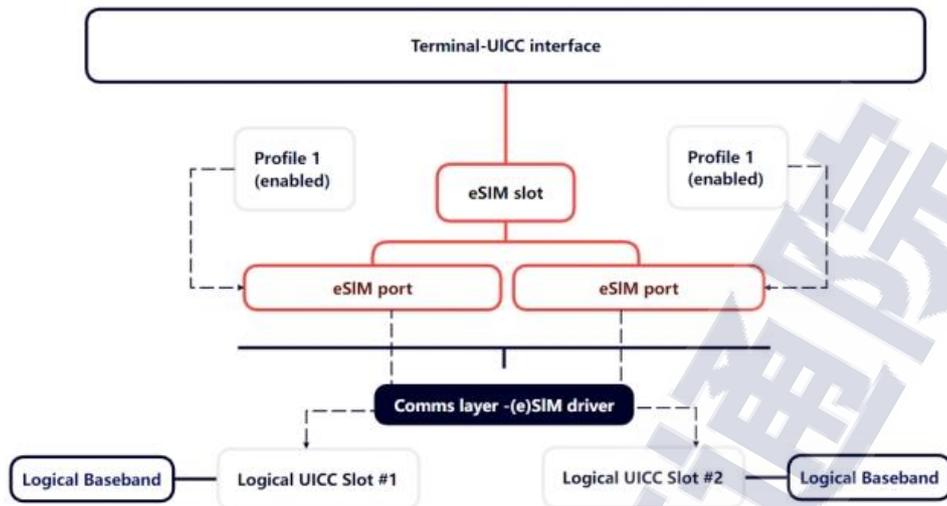
4. 多启用配置文件

（1）热点定义

多启用配置文件（MEP, Multiple Enabled Profiles）是指技术允许单个 eUICC 同时激活两个或两个以上配置文件，即通过 MEP 技术，用户可在同一设备上同时使用多个号码或多个运营商的网络，而无需手动切换或重新配置。对于多基带设备，用户能够通过使用单个 eUICC 实现多卡多待功能。

（2）全球发展情况

GSMA 在 SGP.22 V3.1 中定义了可选功能 MEP，允许多个配置文件同时激活在线，规定了如何在多基带设备中同时激活和管理多个运营商配置文件，实现多配置文件激活和独立连接的功能。方案中引入“eSIM Port”来表示逻辑 SE 接口，并进行编号。每个 eSIM Port 都可指派一个激活的配置文件，未被激活的配置文件不分配 eSIM Port。



来源：中国信息通信研究院

图 7 MEP 的 eSIM 卡芯片架构

通过 eSIM Port 的分配和管理，单个 eUICC 可实现对多个网络的同时连接，通过灵活的协议复用机制（APDU, Application Protocol Data Unit, 应用协议数据单元）和多种端口选择模式满足不同设备和场景的需求。此外，标准还明确了配置文件启用和禁用的具体流程，确保设备能够正确处理状态变化和网络切换。

安卓系统从 13 版本后开始支持 MEP 功能，从公开信息可知，目前仅有谷歌 Pixel 7、Pixel 7 Pro 及其后续版本正式支持 MEP 功能。其他厂商 eSIM 多卡多待功能通常由一张 eSIM 卡和一张实体卡完成。

（3）技术特点

MEP 技术提升了设备和使用的灵活性。在传统单配置文件模式下，用户切换运营商需手动禁用当前配置文件并启用新配置文件，操作繁琐且可能断网。而 MEP 支持多配置文件同时激活，实现无缝网络切换，如在国际旅行中快速切换当地网络或信号不佳时自动选择更

强网络。这种动态能力让用户无需中断任务即可优化连接。此外，多基带设备可通过 MEP 实现多卡多待功能，无需多个物理卡槽。

MEP 技术降低了硬件成本并优化了设备设计。传统双卡或多卡功能需要在设备中集成多个物理 SIM 卡槽，这不仅增加了制造成本，还占用内部空间。而 MEP 结合 eUICC 技术，不仅释放更多空间用于电池、摄像头等关键组件的升级，还降低了因物理卡槽导致的故障风险。同时，简化硬件结构也显著降低了设备的制造和维护成本，推动设备向更轻薄、更可靠的方向发展。

（4）发展挑战

MEP 功能虽然提升了设备的灵活性和多网络管理能力，但相比单配置文件模式，其技术复杂性显著增加。

设备层面，设备需要支持多端口管理和 APDU 复用机制，以协调不同配置文件之间的通信需求。这种复杂的管理逻辑对硬件和软件提出更高要求，可能导致开发周期延长和成本上升。并且需要设备制造商与 SoC 供应商、eSIM 芯片组供应商深度合作，以确保硬件和软件的兼容性。

运营商层面，运营商的网络管理系统需支持多配置文件的激活和切换。此外，MEP 功能的多运营商支持可能因不同运营商的资费套餐和网络覆盖差异等问题导致用户切换网络时面临复杂的管理问题。

目前，我国 MEP 相关的技术标准、可行性报告还在持续研究中。

（二）产业热点

1. 插拔形态 eSIM 卡

插拔形态 eSIM 是一种可插拔的 eUICC 解决方案，它将 eSIM 技术集成到传统物理卡中，并通过厂商 APP 从合作运营商远程下载 eSIM 配置文件到卡内，从而在不支持 eSIM 功能的设备上实现 eSIM 服务，兼具物理卡的可插拔性与 eSIM 的远程配置功能。插入插拔形态 eSIM 卡，设备能够存储和切换多个运营商配置文件。

当前，插拔形态 eSIM 卡的主要销售商有 5ber.eSIM、9eSIM、eSTK 和 PlanB 等。不同卡产品在卡容量、支持下载次数、配置文件数量、支持机型等方面存在差别。主流卡容量为 420K，最多可存储 15 组 eSIM 配置文件，支持大部分安卓、iOS 机型。插拔形态 eSIM 卡主要用于非 eSIM 手机或平板电脑用户的跨境差旅、注册境外 APP 账号、境外上网、经营跨境店铺等场景。

然而，插拔形态 eSIM 虽能解决老旧终端设备因不支持 eSIM 而导致的使用场景受限和兼容性不足等问题，但同时也存在一定的合规问题和安全隐患。这类产品往往支持在我国境内远程激活境外运营商 SIM 卡，用户可通过漫游方式接入我国境内网络使用相关业务，这不仅涉嫌境外运营商在我国境内无证经营电信业务，也使相关用户卡脱离我国电话实名制管理体系，加剧我国电信诈骗形势的复杂性。

2.手机/平板电脑应用 eSIM

手机和平板电脑使用 eSIM 技术，改变了传统插入式 SIM 卡的使用方式，可节省一定的空间，为手机、平板电脑产品设计带来更多的灵活度。目前，许多中高端手机和部分平板电脑已支持 eSIM 技术，用户可通过运营商线上服务完成号码激活和套餐选择，实现运营商间

的切换。受部分运营商网络能力、设备成本以及用户使用习惯等因素影响，eSIM 技术尚未在手机和平板电脑中大量普及。但可以看到，支持 eSIM 技术的智能手机和平板电脑款型在不断增加，全球开通手机和平板电脑 eSIM 服务的移动网络运营商也在持续增多。2023 年 10 月，经工信部正式批复，中国联通已正式在我国境内开通了平板电脑的 eSIM 技术应用服务。

3.境内开通境外运营商 eSIM 卡

因设备功能支持的普及化、运营商生态成熟和资费成本优势，eSIM 技术在跨境场景中可避免高昂漫游费用，提供便捷网络连接和多设备支持，满足设备全球化连接需求，这些优势使其在国际旅行和商务出差中广泛应用。

目前，北美、欧洲、亚太等地区多个运营商开通了灵活的 eSIM 套餐，全球跨境 eSIM 市场也显著增长。2023 年全球旅行 eSIM 市场销售额达 3.26 亿美元，预计 2030 年达 7.34 亿美元，年复合增长率（CAGR）为 12.36%⁸。尽管跨境场景中 eSIM 技术发展潜力巨大，但通过 eSIM 技术在我国境内远程激活境外运营商的 SIM 卡，不仅涉嫌境外运营商在我国境内无证经营电信业务，又使这些用户卡脱离我国电话实名制管理体系，同样会加剧我国电信诈骗形势的复杂性。我国应加强对支持 eSIM 的设备在我国境内远程下载和激活境外运营商的 SIM 卡的管理，以保障我国国家安全和用户合法权益。

⁸ 数据来源：QYResearch 产业研究《旅行 eSIM 行业研究报告：市场规模与增长趋势》

四、我国 eSIM 电信卡产业未来发展展望

在新型工业化、网络强国等国家重要战略共同驱动下，我国 eSIM 电信卡产业发展也迎来发展机遇期，eSIM 技术正从“可穿戴设备专属技术”向“全域数字基座”转型。未来，eSIM 产业将以生态开放为核心，强化技术融合与跨境协同，发挥 eSIM 作为数字经济高质量发展的“隐形桥梁”的作用，为全球通信技术演进提供中国方案。

（一）产业发展迎来新机遇

1. 新型数字基建的战略支撑需求

随着我国“十四五”信息通信行业发展规划的持续推进，eSIM 技术作为“无卡化”通信的核心载体，对新型数字基础设施建设具有重要支撑作用。eSIM 无需物理卡槽的特性，完美适配工业物联网模组等场景，支撑智慧城市、智能交通等领域的泛在连接需求。如工业互联网中通过 eSIM 远程写卡可实现设备全生命周期便捷管理，解决传统 SIM 卡在高温、震动环境中的物理损耗问题，还有助于大幅降低运维成本。

2. 消费电子与物联网需求共振

智能终端轻薄化趋势倒逼 eSIM 技术加速渗透消费电子领域，释放终端设备设计空间，提升用户使用体验。物联网终端“零人工干预”应用需求，将推动 eSIM 技术在物联网领域的应用普及，实现智能水表、车联网等场景终端设备的快速便捷部署。

3. 全球化与跨境互联需求爆发

依托“一带一路”倡议，eSIM“远程写卡”特性可助力跨国设备无缝切换网络。部分国内运营商 eSIM 解决方案已完成全球主流运营商系统适配，广泛支持智慧港口、跨境物流等场景的无缝连接。国际旅行 eSIM 市场持续增长，运营商推出的“按天计费”国际漫游套餐较传统漫游模式可有效降低成本。

（二）产业未来发展展望

1. 技术融合与场景持续深化

eSIM 将与 AI、5G RedCap 等技术充分结合，降低传感器、可穿戴设备功耗，并满足行业应用毫秒级网络连接时延需求。未来，将有更多的消费电子产品会采用 eSIM 技术，其渗透率将稳步提升。

2. 新型工业化应用实现突破

基于 GSMA 新标准 SGP.32，eSIM 将简化企业物联网部署流程。如电动汽车充电器公司可通过 eSIM 统一管理全球设备连接，实现远程配置并降低故障率。智能制造领域，eSIM 将与 5G 专网结合，支持工业机器人实时数据回传，提升生产线自动化率。

3. 全球化标准与生态大协同

深度参与 GSMA 标准制定（如 SGP.31/32），推动我国 eSIM 技术标准与国际完全接轨，支持用户通过图形界面管理多设备，实现号码切换、运营商变更等操作，为智能家居、智慧城市等场景提供统一连接框架。

中国信息通信研究院 泰尔终端实验室

地址：北京市海淀区花园北路 52 号

邮编：100191

电话：010-62300393

传真：010-62300586

