

eSIM技术的 最佳实践指南

一份完整的
针对物联网设备的
eSIM应用指南



eSIM的采用比您想象的更简单

访问[Kigen.com/eSIM](https://kigen.com/eSIM)

行业洞察

“Kigen作为eSIM赋能、配置和编排领域的业界领袖，近期，被Counterpoint Research的CORE eSIM生态图谱收录，该图谱涵盖的‘能力’参数，包括固件、合规性、互操作性和供应链流程等标准。”

- Ankit Malhotra, Counterpoint Research高级研究分析师

目录

主题摘要	4
C1 - <u>eSIM技术基础</u>	5
C2 - <u>基于移动网络的eSIM订阅管理</u>	8
C3 - <u>eSIM管理架构</u>	11
C4 - <u>基于SGP.32标准的物联网eSIM迁移策略</u>	12
C5 - <u>eSIM数据信任根 (Root of Trust)</u>	15
C6 - <u>企业级eSIM实施方案</u>	17
C7 - <u>工厂内eSIM配置流程</u>	19
C8 - <u>eSIM设备的行业应用</u>	21
C9 - <u>Kigen eSIM解决方案一览</u>	24
联系Kigen	25



主题摘要

到2030年，预计全球出货的蜂窝连接设备中近70%将具备eSIM/iSIM功能，主要受到智能手机与蜂窝物联网模块的推动。**2024至2030年间，具备eSIM/iSIM能力的设备预计将以22%的年复合增长率（CAGR）增长。**

eSIM技术不仅提升了物联网设备的连接性与安全性，还简化了其物流与制造流程。当前，公用事业的智能表计、资产追踪、物流以及消费类设备等物联网应用正迅速扩展。连接设备的增长，得益于LPWA与5G等新兴技术的进步，以及近年来行业标准的推出，这些共同增强了物联网部署的灵活性与可扩展性。

我们正见证一系列高阶功能的兴起，其核心目标是充分挖掘连接设备及其传输数据所带来的价值。这些功能包括云计算与边缘计算、机器学习以及移动专用网络等，正在为创新商业模式提供强劲动能。这一技术演进为物联网生态系统中的利益相关方创造了新的创新空间与营收机会。

本指南旨在为企业决策者提供一份关于eSIM技术的全面概览，涵盖如何实施、部署与管理具备eSIM功能的设备。

本指南覆盖的物联网生态系统：

- < 安全IC供应商、模块与芯片组提供商
- < 移动网络运营商（MNO）与移动虚拟网络运营商（MVNO）
- < 物联网设备、模块及消费电子产品制造商
- < 终端用户与企业

C1 – eSIM技术基础

物联网应用在各商业领域的增长

物联网设备的广泛采用源于其运营效率的提高以及在各行业（如物流、交通、能源、智慧城市、医疗和制造业）客户体验的提升。

随着设备日益的紧凑化，降低功耗成为了设计关键。同时，要确保设备及其数据在部署中以经济的，可扩展的方式进行安全管理。eSIM技术能以低成本实现这一目标，并释放全球化安全连接的潜力。

eSIM助力消费级物联网设备

随着智能手表等小型穿戴设备的重要性持续提升，为消费类设备制定统一规范已变得至关重要。现有的物联网架构最初是针对特定消费场景设计的，其运行基础是设备用户与网络服务提供商之间签订的合约协议。

一旦设置完成，eSIM即可在消费者的智能手机、平板电脑或笔记本电脑上安装移动网络运营商（MNO）/电信公司的配置文件。在此场景中，终端用户会收到一个用于下载运营商配置文件的二维码，该操作将触发订阅数据（如ICCID、IMSI）向eSIM的下载。消费级Consumer eSIM的一个主要应用场景是旅行——用户可在目的地国家购买当地运营商的服务套餐，从而避免高昂的漫游费用。

eSIM技术如何使移动网络运营商（MNO）受益？

- 〈 **数字化升级：**通过订阅管理发现服务（SM-DS）等工具，移动网络运营商（MNO）可将用户无缝迁移至eSIM，推动电信行业的全面数字化转型。SM-DS提供统一的全数字化用户体验——eSIM可自动向SM-DS服务器查询设备已分配的所有运营商配置文件。eSIM技术减少了用户操作与运营商运营成本（尽管仍需二维码和客服支持）。
- 〈 **成本降低：**对于eSIM设备，MNO将无需承担传统SIM卡的分发与库存管理。运营商不必采购、存储实体SIM卡，也无需承担物流运输。同时，远程SIM配置流程的极大简化将显著降低技术支持成本。
- 〈 **网络连接增长：**通过远程配置eSIM，MNO可服务于已部署但原归属于其他运营商的蜂窝物联网设备，从而抓住物联网设备大规模普及的机遇，开辟新的增收渠道。随着智能手机市场扩张放缓，物联网设备正成为具有持续增长潜力的爆发式新兴市场。
- 〈 **安全维护：**遵循3GPP（第三代合作伙伴计划）标准可保障用户隐私与网络安全，并实现同一版本所有SIM/eSIM的互操作性。

eSIM技术如何使原始设备制造商(OEM)受益?

- 〈 **降低供应链复杂度与成本：** 由于无需为全球不同网络配置多个SKU（库存单位），产品全球版本数量得以精简，从而降低整体成本。
- 〈 **连接控制权与用户体验提升：** 设备制造商将显著提升对设备连接性的掌控力，可提供免费连接服务或全球数据套餐。
- 〈 **产品结构优化：** 新技术可释放设备印制电路板（PCB）上的空间。
- 〈 **差异化竞争与物联网红利：** 集成eSIM既可成为区别于竞争对手的差异化要素，也能通过提供易于远程管理的设备，充分释放物联网（IoT）增长潜力。

eSIM技术如何为企业创造价值?

新兴物联网（IoT）市场的崛起催生了更多创新机遇与更高效的信息获取。通过在物联网设备中集成eSIM或iSIM，企业可获得以下优势：

- 〈 **灵活部署：** 企业无需受限于通用设备的功能制约，可采用专为特定任务乃至特定产品设计的低成本联网设备。
- 〈 **降低成本：** 降低设备总体拥有成本（涵盖设备配置、产品追踪、采购管理等全生命周期环节）。
- 〈 **耐久性强：** 由于eSIM/iSIM不可拆卸设计，可杜绝因SIM卡被盗或振动损坏、腐蚀性环境及极端温度导致的设备损失。
- 〈 **有未来保障的物联网投资：** 企业可放心开展物联网大规模部署，通过全球远程管理物联网设备连接的能力确保技术投资的长效性。

为联网设备引入eSIM安全性

为充分理解eSIM的优势与功能，有必要先系统梳理过去30年SIM技术在形态规格与功能特性上的演进历程。

SIM形态规格与技术规范解析

- 〈 **SIM (用户识别模块)** : 作为通用术语，涵盖所有物理形态与功能特征。其最初是通用集成电路卡 (UICC) 中运行的2G应用模块。日常所称的“SIM卡”实指由欧洲电信标准协会 (ETSI) 规范化的UICC载体。
- 〈 **SIM卡** 由塑料基材制成，需设备预留卡槽/托盘进行物理插拔，以不同的应用等级出现包括消费级、工业级、车规级。其形态规格的尺寸包括4FF (即Nano规格, 8.8×12.3mm) , 3FF (即Micro规格, 12×15mm) 和 2FF (即Mini规格, 15×25mm, FF代表形态规格即Form Factor)
- 〈 **eSIM技术**: eSIM通常作为独立组件焊接在设备主板上 (某些情况下也可设计为可拆卸形态) , 从而省去了物料清单 (BOM) 中的托盘组件。因其可焊接特性, eSIM可支持多种封装尺寸 (如MFF2、USON、WLCSP) 。这类SIM常被称为“可焊接式SIM” , 通常以卷带形式交付, 便于直接投入PCB贴装流程。类似于传统SIM卡, 业界用eSIM指代技术名称为“嵌入式通用集成电路卡 (eUICC) ” 的组件, 其规范由GSMA制定。

C2 - 基于移动网络的eSIM订阅管理

eSIM的功能特性

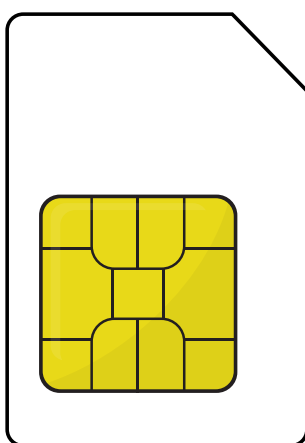
移动网络订阅通过包含文件系统的配置文件体现，该文件系统存储网络配置参数、设备标识符及用于向移动网络验证订阅的对应鉴权凭证。此外，连接服务商可选择性定义某些应用：SIM卡存储运营商配置文件、文件、应用程序及敏感数据。需特别指出，SIM的形态规格可开发为提供UICC（通用集成电路卡）或eUICC（嵌入式UICC）功能。

在界定SIM功能时，需区分通用集成电路卡（UICC）的两种技术形态：

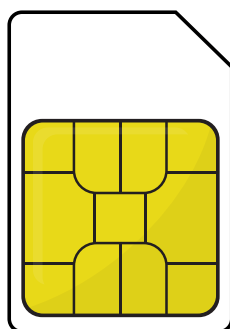
- UICC**：指仅承载单一配置文件的SIM卡，永久绑定特定移动网络运营商（M(V)NO）。该术语在3G标准化过程中提出，旨在描述同一物理卡内同时支持SIM（2G）与USIM（>3G）应用的多应用特性。
- eUICC**：指具备现场切换不同移动网络运营商订阅能力的UICC（即eSIM核心功能），其通过远程SIM配置（RSP）基础设施实现订阅管理。

SIM卡(用户身份模块)的核心作用是什么？

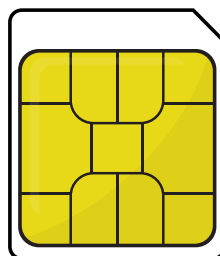
SIM卡尺寸历经迭代：从最初的1FF标准塑料卡，逐步缩小至2FF（Mini-SIM）、3FF（Micro SIM），最终演进为4FF（Nano-SIM），如图所示。所有现代SIM卡均基于智能卡（UICC）技术构建，无论其封装形式如何。（e）UICC本质上是一台安全计算设备，具备存储功能，同时提供加密运算与身份验证服务。传统SIM卡的运营商配置文件在制造阶段即被预编程固化。



Mini SIM
25 x 15mm
1996



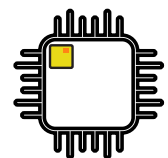
Micro SIM
15 x 12mm
2003



Nano SIM
12.3 x 8.8mm
2012



eSIM (MFF₂)
25 x 15mm
1996

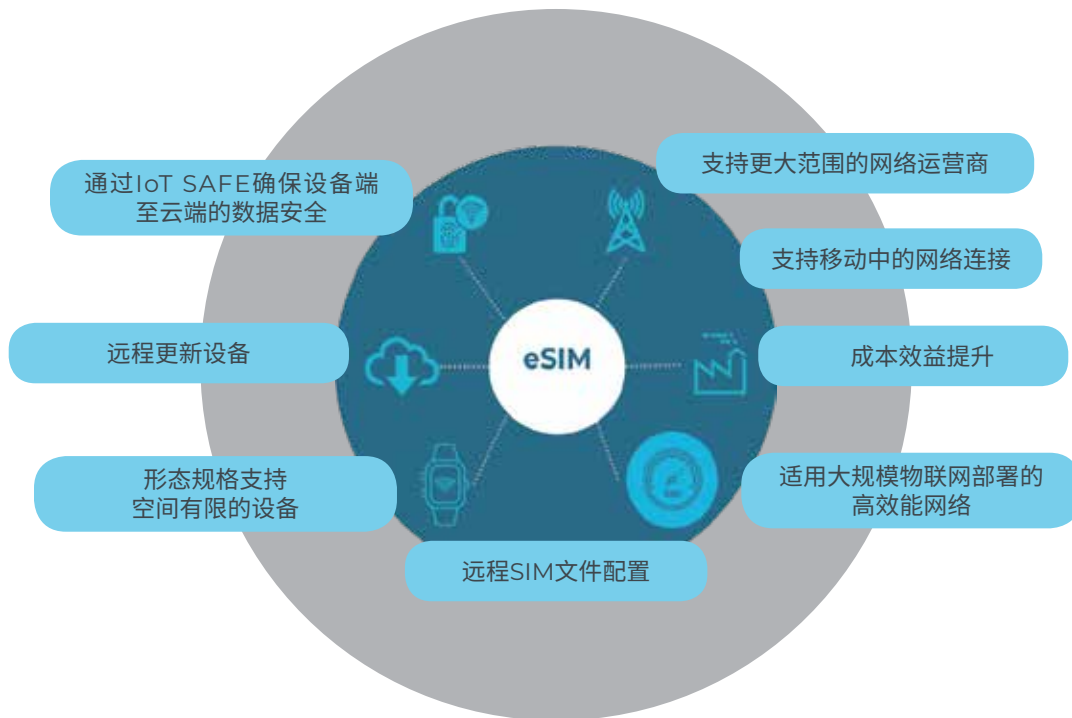


iSIM
fraction of mm
2018

在设备上安全存储配置文件

eSIM被焊接到物联网设备中，能够引入新功能，从而实现物联网设备在多种应用中的使用，如智能表计、追踪设备、电动自行车和智能手表。它是SIM卡的一种演变，旨在解决传统物理SIM卡的局限性。eUICC采用更小的MFF2格式设计，以便更容易地集成到空间紧凑的物联网设备中。

搭载eSIM的物联网设备可通过动态网络调优机制，在其支持的无线通信技术框架内获取最佳网络服务。



eSIM物联网订阅管理

物联网设备可通过订阅管理功能切换连接，防止IoT服务提供商出现连接锁定。物联网eSIM应始终保持拥有一个激活状态的配置文件，并且初始配置文件必须在生产期间存在于eSIM上。此初始配置文件可以是最终配置文件，也称为引导配置文件。设备激活后应具备下载一个运营配置文件的能力。

eSIM形态规格与功能的优势分析

标准	使用 eSIM 形态规格和功能	未使用 eSIM 的形态规格和功能
尺寸	eSIM 体积只有 Nano SIM 卡的一半大小，可适用于更小设备	体积大，需要设备具备物理卡槽
灵活性	可安装多个运营商配置文件；远程切换简便灵活	只能支持单一运营商配置文件，切换运营商需手动更换物理 SIM 卡
耐久性	用户无法触及 eSIM 卡对其进行破坏或丢弃，设备耐久性由此增强	SIM 卡可被物理接触到，因此其损坏或磨损更易发生
文件配置	运营商配置文件可实现远程配置和管理	必须手工插拔 SIM 卡进行连接配置和管理
环境耐受性	基于嵌入式设计，设备对极端条件的耐受性更好	物理卡槽的设计使得设备更易受环境因素的影响
成本效益	eSIM 使得供应链和管理成本获得优化，降低了设备成本	物理 SIM 卡意味着网络设置和更换时的额外成本
安全性	集成式设计和远程管理增强了设备的安全性	物理安全性取决于设备 SIM 卡槽的设计
连接性	可在全球范围内远程切换网络以确保网络连接的连续性	更换网络需要物理更换 SIM 卡

C3 – eSIM管理架构

针对Consumer与M2M的eSIM远程SIM配置 (RSP)

Consumer eSIM与M2M eSIM的核心差异在于接入网络的激活流程。Consumer eSIM可通过远程方式激活，而M2M eSIM通常是预载网络配置文件。这种设计支持在特定网络中快速简易地部署设备，同时简化大规模M2M设备部署的配置流程。



移动网络运营商配置文件被写入芯片内存中，使SIM能够连接蜂窝网络。物联网设备通常依赖蜂窝连接，而远程SIM配置 (RSP) 则是一种在部署现场安装运营商配置文件并通过空中下载 (OTA) 方式切换配置文件的方法，它能够远程更改eSIM的主运营商。

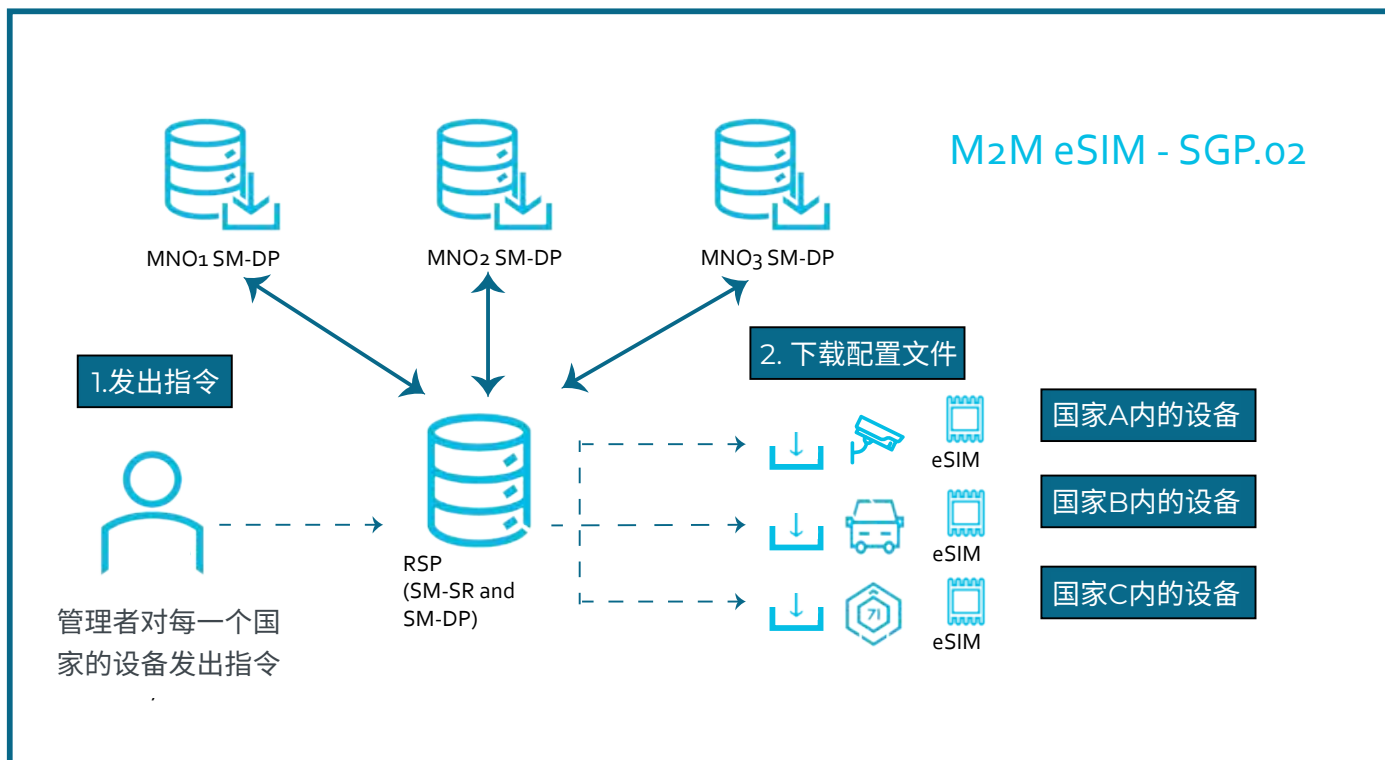
因此，物联网设备一经开机，便可自动连接至本地蜂窝网络，并在全球范围、设备整个生命周期内，通过OTA实现安全的配置。这意味着无论设备身处何地，均可即刻投入使用。

RSP功能允许对物联网设备群的远程连接生命周期进行管理，在此情况下，单个物理连接管理 (例如，更改物理SIM卡) 可能由于生产规模或设备不可访问性而成本高昂。嵌入式通用集成电路卡 (eUICC) 是SIM卡的一个组件，允许运营商添加新的SIM配置文件。

C4 – 基于SGP.32标准的物联网eSIM迁移策略

M2M eSIM – SGP.02

通过“推送机制”将SIM配置文件下载至设备



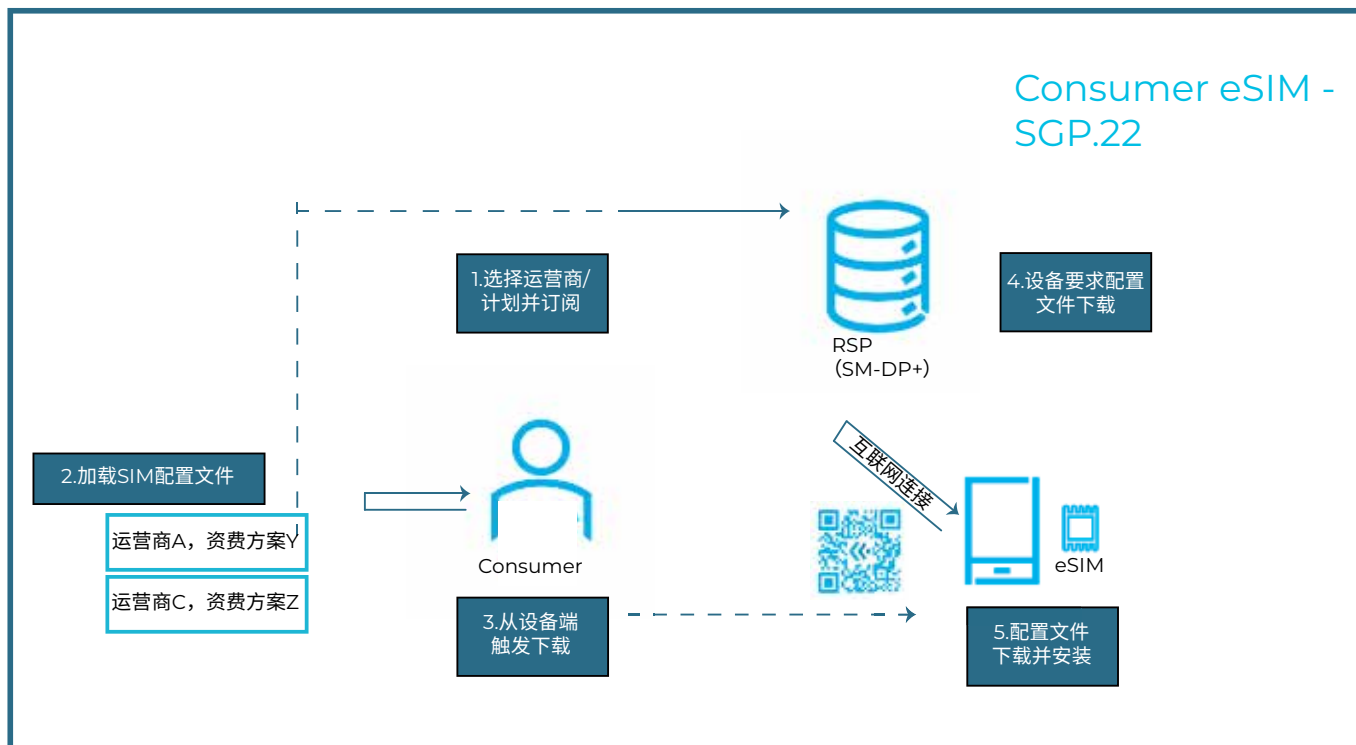
< 配置流程复杂，不适用于LPWAN网络（如 CAT-M、NB-IoT）上的资源受限设备

< **配置管理器 – 数据准备模块 (SM-DP)** 负责存储、保护配置文件，并将其提供给M2M eSIM下载。

< **配置管理器 – 安全路由模块 (SM-SR)**：负责管理eSIM上配置文件的整个生命周期，并确保eSIM与远程SIM配置（RSP）平台之间通信的安全性。SM-SR还承担从SM-DP获取配置文件并将其正确推送至eSIM的任务。

Consumer eSIM – SGP.22

从 SM-DP+ 拉取配置文件，可通过二维码或应用程序触发。

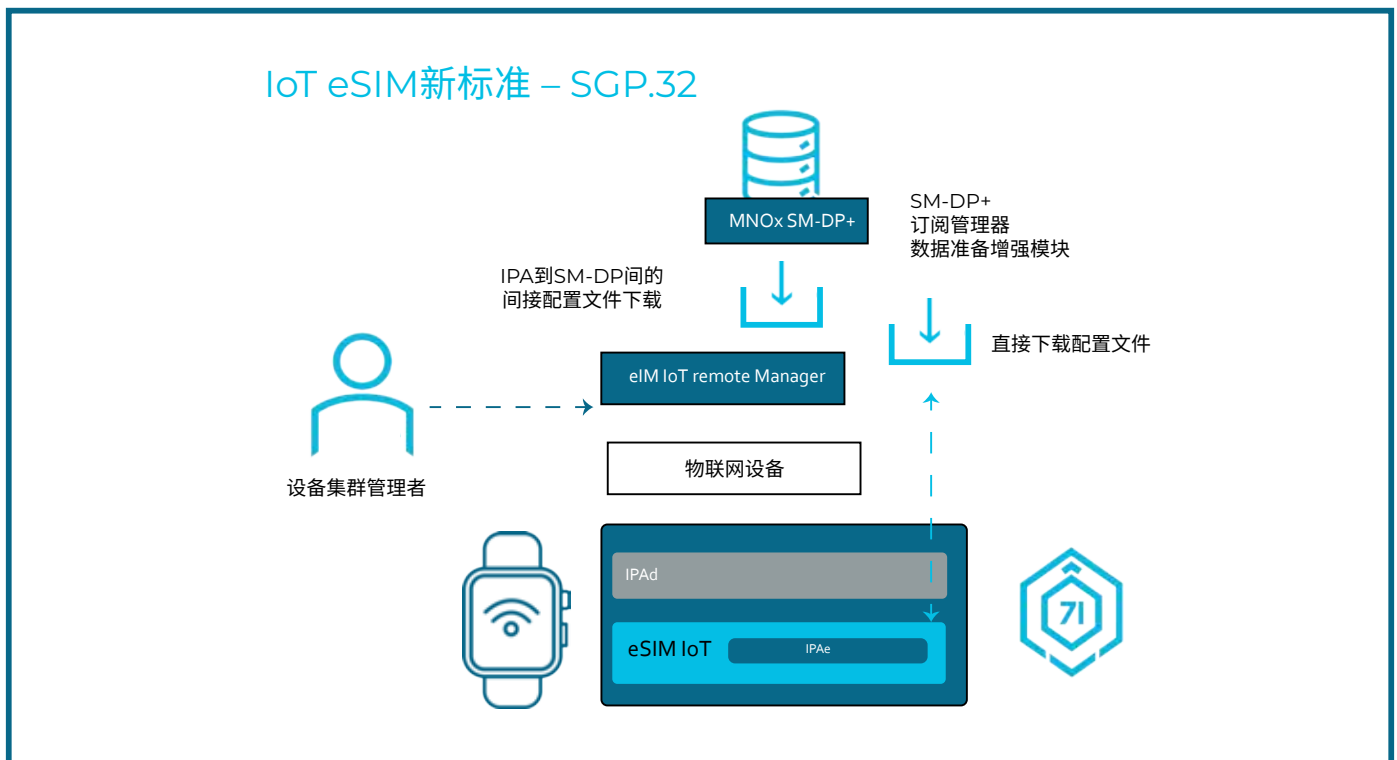


◀ 不适用于物联网场景——该方案需依赖设备端屏幕或摄像头等交互组件，且必须通过用户手动触发操作。

基于GSMA SGP.31 / SGP.32规范的物联网eSIM

第三种远程SIM配置（RSP）模型是eSIM IoT，其架构由GSMA发布的 SGP.31与SGP.32规范系列定义。该eSIM物联网远程配置方案是对消费级（Consumer）RSP模型的有力补充，后者源自最初为M2M（机器对机器通信）设计的架构。这一新选项为设备集群（fleet）的拥有者提供了一种无需人工干预，即可远程管理和切换连接配置文件的能力。

最新版的eSIM规范旨在提升物联网产品的未来适应性（future-proof），并为制造商与终端用户简化连接流程。在为新开发产品采购eSIM模块时，确保其符合SGP.32规范至关重要。虽然市面上存在众多物联网连接服务提供商，但具备完整RSP服务能力，且能提供符合GSMA要求的配置文件管理与托管服务的厂商仍是少数。



鉴于大量物联网（IoT）设备处于资源受限或无人值守的状态，IoT RSP（远程SIM配置）架构引入了eSIM IoT远程管理器（eIM）组件，重新实现了面向设备所有者的远程推送能力，而无需依赖运营商或SM-DP+（配置管理器-增强版）。eIM不仅支持远程配置文件管理，还作为通信代理，协调SM-DP+的配置文件下发过程，这对网络受限设备而言尤为关键。

与 M2M模型相比，采用IoT eSIM的优势在于不再将设备绑定至单一SM-SR（配置管理器-安全路由），从而避免了配置文件可用性受限或高成本集成的问题。SGP.32是一项关键规范，适用于OEM（原始设备制造商）、移动网络运营商（MNO）以及企业客户，它有助于实现不同设备与网络之间的互操作性。

如需进一步了解如何应用SGP.32，建议阅读我们为OEM编写的关于eSIM迁移指南的内容。

C5- eSIM数据信任根 (Root of Trust)

以标准化方式解决端到端数据安全问题

随着物联网设备激增至数十亿，对所有用户和网络运营商来说，每个设备都拥有安全身份至关重要。这不仅对于维护隐私是必要的，安全身份对于维护公共安全也至关重要。

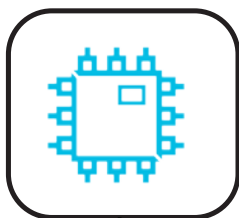
物联网设备在其处理器上通常采用多个独立且可信的组件，称为信任根 (RoT)。它们通常是专有的，分布在硬件、固件和软件元素中，执行特定的关键功能。这造成了标准的不统一。

什么是IoT SAFE以及为什么它对设备至关重要？

顾名思义，IoT SAFE旨在确保数据流的安全性；至关重要的是要确保数据确实来自其应有的设备，在生成时是安全的，并在传输过程中保持安全。换言之，数据必须可靠且来自已认证的设备。GSMA制定了一项以SIM卡为核心的标准，借鉴了互联网上久经考验的安全通信协议最佳实践，帮助网络识别来自设备的数据是安全的，并且在到达云端之前能保持其安全性。这一标准被称作实现端到端安全通讯的物联网SIM小程序 (IoT SAFE)。

IoT SAFE满足了所有SIM卡的形态规格，包括SIM卡，eSIM和iSIM的物联网安全需求。然而，若要最大化物联网的安全性，将信任根 (RoT) 直接集成到芯片系统 (SoC) 中最为合理，也就是与SoC的核心能力集成在一起。

98% 的企业需要一个能确保数据从采集到云端安全传输的端到端解决方案。
-----GSMA Intelligence, 2020年12月



安全元件
作为信任根



保护数据安全
使用安全元件内的凭证



互操作性
具有先进的加密功能



从芯片到云端
SIM卡能保护物联网传输
全过程的数据安全

通过加密功能确保设备的身份安全

物联网设备需要经过身份验证来确保其真实性、可信度并符合特定的认证标准。

安全身份通常依赖于部分加密的凭证。根据所需的安全级别，会采用不同类型的加密方案。在需要较低安全级别的场景中，使用单个共享密钥的轻量级对等方案可能就足够了。

在物联网设备中，当必须按特定顺序执行步骤时，通常会使用信任根。如果期间的任何步骤未能产生预期结果，整个过程就会失败，设备的身份将无法得到验证。这种失败可以防止设备继续执行可能引起安全风险的操作。资源有限的简单物联网设备可能会使用轻量级机器对机器（LWM2M）协议来验证设备身份。该方法使用少量数据来传递必要信息。

C6 - 企业级eSIM实施方案

什么是多配置文件SIM卡？

多配置文件SIM卡使设备能够通过单个eSIM芯片拥有多个SIM配置文件，并连接到不同地点和不同运营商。传统SIM卡通常只包含一个配置文件，仅匹配一个运营商。设备制造商必须与系统级芯片（SoC）供应商和eSIM芯片组供应商合作，在其设备上集成此功能。使用多配置文件SIM卡可能会很复杂，因为设备用户必须与每个移动网络运营商进行协商。尽管这种做法越来越不被鼓励，但在某些特定场景中仍然很受欢迎。

什么是多IMSI？

这是一种在一张SIM卡（或单个eSIM配置文件）上存储来自不同移动网络运营商的多个国际移动用户身份（IMSI，即订阅信息）的技术。用户无需更换SIM卡（或eSIM配置文件）即可在不同的IMSI之间切换。当主要网络提供商的覆盖范围不足时，这种技术很有用，因为它能使设备用户受益于漫游服务，从而获得最佳的蜂窝网络连接。与eSIM不同，它并未实现完整的网络运营商配置，可能会遇到连接问题，且不具备前瞻性。

标准	eUICC	多 IMSI	支持多 IMSI 配置的 eUICC
形态规格 (2/3/4 FF, MF22, 集成式)	✓	✓	✓
配置文件数量	多个配置文件	仅预加载 IMSI 配置文件	多个配置文件（其中一个为多 IMSI 配置文件）
新 MNO 配置文件下载	通过远程配置文件下载	✗	✓
IMSI 切换	✗ 配置文件更改	✓	✓
新 IMSI 下载	通过 RSP 进行配置文件下载	如果 SIM 卡所有者的 IMSI 已加载到其核心网络，且网络密钥已存在于 SIM 卡上，可通过空中下载	通过 RSP 下载配置文件，或如果 SIM 卡所有者将新的 IMSI 添加到其核心网络，并且 IMSI/K 已包含在配置文件中。
成本	配置文件生成及下载费用	在核心网络上托管 IMSI 的成本以及多 IMSI 管理的经常性 OTA 订阅费用	经常性 OTA 订阅费和 / 或配置文件生成及下载费用
灵活性	中等	中等 / 偏低	高度
互动性	基于 GSMA 标准	多 IMSI 应用与托管在 SIM 卡提供商核心网络上的 IMSI 具有互操作性	两者的结合
覆盖性	可切换至任何支持 RSP 的全球网络	仅限于预配置 IMSI 的区域	近似于 eUICC

使用eSIM的漫游

与传统SIM卡不同，eSIM在制造过程中直接嵌入设备，消除了物理更换卡片的需求。eSIM可以远程管理运营商配置文件，使物联网设备无需物理更换SIM卡即可符合当地法规。这种数字灵活性确保设备能够在世界任何地方保持连接并遵守法律合规要求。

符合不断演变的移动数据法规的解决方案

部分国家地区对本地蜂窝连接有特定要求，比如土耳其。永久漫游是不可能的，并且IP数据必须存在该国本地路由。在土耳其部署带有eSIM的物联网设备的企业必须与一家或多家本地移动网络运营商合作，以确保覆盖范围和持续连接。

在这种情况下，需要多条生产线，这增加了制造成本。因此，floLIVE、Kigen和Protahub合作，通过管理本地eSIM订阅配置文件，使土耳其的本地物联网蜂窝连接成为可能。原始设备制造商（OEM）可以使用单一SKU，这简化了物流和供应链。

通过非地面网络 (NTN) 实现持续连接

实施卫星连接遵循第三代合作伙伴计划（3GPP）规范，建立非地面网络（NTN）生态系统。该系统促进了单一移动平台上地面和卫星系统的无缝集成。NTN使物联网设备在蜂窝和卫星连接之间实现平稳过渡，需要持续的蜂窝接入。

对于在偏远和具有挑战性的环境中使用的设备，结合蜂窝和非地面网络（NTN）或卫星连接具有显著优势，因为在这些环境中，仅依赖地面蜂窝网络可能会带来重大挑战。Kigen的安全操作系统正为全球加固型设备的连接提供保障，使用户能够在没有蜂窝覆盖的地区继续使用智能手机。查看我们与Ulefone和Skylo的NTN连接的合作。

C7 - 工厂内eSIM配置流程

厂内生产阶段进行的嵌入式产品连接

当前，产品与设备制造商正面临双重挑战：既要提升制造流程效率，又要满足物联网设备日益增长的蜂窝连接需求。尤其是在设备出厂前，需要根据其最终部署的国家，准确配置相应的SIM卡，这是一个不小的难题。

Kigen推出的工厂内配置文件写入方案（In-Factory Profile Provisioning，简称IFPP），正是为满足OEM制造需求而设计的。该方案可在工厂生产线上，批量高效地为连接设备加载蜂窝网络配置文件。通过IFPP，制造商可显著减少所需的SKU数量，并根据设备的目的地，安全、简便地将移动网络运营商（MNO）的配置文件写入嵌入式SIM（eSIM）。与采用全球引导配置（bootstrap）并在设备部署现场进行本地化的方法相比，IFPP方案在节省能源与成本方面亦表现出显著优势。



单一SKU



面向未来



低延迟



简化eSIM管理

在订单履行过程中实现工厂内配置连接功能，无需为同一产品维护多个版本的SKU。

降低eSIM在制造、供应和物流方面的成本。

即使法规政策变化，也能确保合规性与安全性

在设备投入使用后，通过RSP（远程SIM配置）方案更换网络运营商，具备高度灵活性。

支持批量模式加载配置文件，减少对实时连接的依赖

提升系统对代价高昂的中断故障所表现出的抵御与恢复能力。

技术方案完全契合SGP.32标准，满足远程配置与运营商切换需求。

追踪移动资产的物联网设备（如货运监测与冷链管理）需依托本地网络实现全域连续覆盖。这一特性为依赖电池供电的终端场景带来显著优势，尤其是在采用低功耗广域物联网（LPWAN），包括NB-IoT等对能效要求极高的应用场景。基于蜂窝连接的设备产线可通过多个配置文件动态更新，从而提升生产灵活性、简化交付流程并支持规模化扩展。

工厂内配置文件写入(IFPP)的核心优势包括：

- 〈 **远程用户界面(UI)革新**：消费者本地配置文件助理(LPA)功能被拆分为两部分，一部分在设备端或eSIM端，部署为**物联网配置文件助理(IPA)**；另一部分在设备管理方选定的eSIM远程管理平台(eIM)端，实现对设备连接策略的远程集中控制。
- 〈 **灵活的eIM关联机制**：可根据生产需求，在eUICC芯片生产阶段、物联网设备组装阶段、设备现场部署阶段，任一环节完成配置。
- 〈 **支持轻量级通信协议**：SGP.32标准允许使用如原始CoAP（正式规范）和轻量级M2M（LwM2M，作为参考规范）等轻量协议来管理配置文件下载。该标准不强制要求支持TCP/IP协议，而是采用比TCP更轻量的UDP协议（CoAP 所用）。这有助于解决带宽受限的物联网技术（如 NB-IoT 和 LTE-M）常见的传输瓶颈问题。
- 〈 **极小内存占用**——通过将本地配置文件助理(LPA)的部分功能迁移至eSIM远程管理平台(eIM)，可显著降低设备端的内存需求与算力负载，从而提升设备运行效率并降低功耗。

IFPP技术赋能物联网设备制造商实现生产流程效率跃升与联网产品功能升级。

C8 - eSIM设备的行业应用

新兴蜂窝连接市场正为各行业开启无限可能，而构建支持eSIM设备的互操作性信任体系将成为拓展多元化应用场景的基石。以下典型案例展示了垂直行业如何通过eSIM设备实现运营效率革新：



智能表计：借助eSIM技术，蜂窝网络能够以低功耗和低成本的方式实现远距离数据传输。智能表计通过蜂窝网络将数据上传至智能电网系统，使公用事业公司能够远程、规模化地聚合并监控整个电网的运行状况。智能电网技术借助分析工具，实现对城市范围内公用设施可用性的自动化调度与智能控制。低功耗广域网（Low Power Wide Area, LPWA）通信技术（如NB-IoT和LTE-M）支持计量设备每天建立一次或两次蜂窝连接，按需上报数据，而无需持续在线。这一连接方式在功耗敏感型应用中尤为适用，智能水表、燃气表等表计均适用。



航运与物流：借助eSIM技术，运输至全球任何地区的被追踪资产，都可实现实时位置的可视化，对于保障物流效率与资产安全至关重要。蜂窝M2M（Machine-to-Machine）模块在物流行业中具有极高适用性，尤其适用于高价值、高流动性的资产管理。通过eSIM技术，服务提供商可利用远程SIM配置（RSP），从其管理控制台远程更换网络配置文件，从而实现设备在不同地区的网络适配与切换。这一能力显著简化了物流流程，并有效降低了追踪成本。



汽车行业：借助eSIM技术，车队运营方能够获得快速、可靠且安全的蜂窝连接，支持车辆实时数据的采集与传输。企业可部署远程诊断监测服务，实现对车辆的实时追踪，并监控驾驶行为、燃油消耗及维护计划。车辆传感器所采集的数据有助于实现预测性维保，从而优化车队运行表现，提升运营效率并降低整体成本。



农业：eSIM技术已成为牲畜管理领域中的关键应用之一。结合非地面网络（NTN），eSIM能够提供稳定的实时数据流，帮助农户更高效地管理牲畜。该解决方案支持定位追踪、健康监测与动物行为分析等功能，从而提升养殖管理的智能化与精准化水平。



车辆与资产监控：物联网追踪设备通过eSIM实现蜂窝网络连接，以便在运输过程中维护易腐物品的状态，包括敏感药品、食品和高价值商品，这些物品在运输期间需要特定的温度条件。通过由微型传感器组成的网络，可以部署这些传感器来监测和调节温度、空气质量、湿度、照明和压力等因素。基于eSIM的供应链管理解决方案能够提供可靠的分析数据。



微出行：对于15公里以内的短途出行，电动自行车和电动滑板车等微出行交通工具提供了更环保的出行方式，有助于建设更可持续的城市。由于这类交通工具结构紧凑，且需在充电间隔期间尽可能延长电池寿命，这些技术方案绝对受益于eSIM技术。



智能手表与可穿戴设备：消费者越来越倾向于选择配备eSIM的智能手表，这使得用户可以独立使用这些设备。用户可以通过手表完成通常需要手机操作的各种功能，而无需随身携带手机。例如，用户在慢跑或锻炼时，可以使用智能手表听音乐，无需携带智能手机。



智能手机：支持eSIM的智能手机使更换移动网络运营商比传统SIM卡更加便捷。用户无需前往实体店铺，只需在手机上输入运营商提供的信息，通常只需通过手机摄像头扫描一个二维码，即可完成切换。



笔记本电脑和平板设备：在笔记本电脑和平板中集成eSIM技术可以提供无缝连接，使用户能够在不同网络和服务提供商之间灵活切换。这种灵活性在网络覆盖不稳定的偏远地区尤为有用，因为eSIM可以通过远程方式进行配置，以连接到特定网络。

遵循标准

在由芯片制造商、模块厂商、OEM厂商和网络运营商组成的生态系统中，不同厂商设备之间的互操作性对于任何新技术的成功至关重要。而这正是通过建立并遵守行业统一标准来实现的。标准还能促进规模化经济，从而降低成本。

由于支持RSP（远程配置）的eSIM必须具备互操作性，并可能存储来自多个运营商的配置文件，GSMA推出了产品认证计划。所有上市的eSIM产品必须通过GSMA认证，以确保其在功能性和安全性方面的合规性。传统SIM卡的安全级别可能因运营商而异，而GSMA的eSIM合规计划则强制采用最高的安全标准。

SIM技术及蜂窝网络身份验证的基础源于欧洲电信标准协会（ETSI）制定的标准。近年来，包括GlobalPlatform、SIM Alliance和GSMA在内的多个行业组织也推动了创新技术概念的发展，例如支持远程SIM配置（RSP）的相关技术。

GSMA鼓励整个行业制定文档和流程，以确保RSP技术的互操作性和生态系统的安全性。这些包括GSMA的技术永久参考文档（PRDs），它们定义了系统架构与功能，并说明如何构建产品或服务以成功运行并支持RSP生态系统。GSMA还制定了合规与测试指南文档，确保供应商可以证明其产品或服务符合PRDs的要求。这些合规文档详细列出了获得GSMA认证所需的步骤，包括认证资质。

理解认证机制

GSMA建立了两项安全认证计划（SAS），以推动最佳运营实践的实施：

- ◀ **UICC生产安全认证（SAS-UP）**：该计划适用于UICC（通用集成电路卡）制造商，通过该认证，制造商需对其数据生成和生产场所及流程进行安全审计。
- ◀ **订阅管理安全认证（SAS-SM）**：该计划面向eUICC订阅管理服务提供商，进行安全审计与认证。

一旦通过了RSP的认证与合规性审核，相应的平台、服务或产品将获得认证证书，使其能够在GSMA管理的RSP生态系统中与其他获得认证的参与方协同运行。

Kigen积极遵循众多行业标准，并参与多个电信行业标准组织。我们致力于在这些体系架构的发展与演进中发挥关键作用。与Kigen携手合作，获取前瞻性的洞察，助您优化产品组合并引领行业变革潮流。



Dr Saïd Gharout
Kigen全球标准负责人



Paul Bradley
Kigen全球解决方案区域销售副总裁

C9- Kigen eSIM解决方案

GSMA eSIM发现服务

GSMA eSIM发现服务是一种基于云的数字化激活解决方案，专为消费级市场远程配置规范设计。

订阅管理器-发现服务 (SM-DS) 通过eUICC标识符 (EID) 将eSIM与已购买的网络运营商配置文件连接，从而允许通过运营商对应的SM-DP+ (增强型订阅管理器-数据准备) 实现设备远程配置。整个流程 (包括订阅发现、配置文件准备与传输) 在后台无缝完成。针对终端用户，提供一键式数字化eSIM激活；针对运营商，提供可信的订阅配置方式。

Kigen Pulse平台

Kigen Pulse是面向eSIM及配置文件全生命周期管理的统一可视化平台，支持多种客户业务流程场景。其灵活部署架构可通过一个统一平台集中管理设备群的eSIM配置文件。

Kigen Pulse作为单一入口为MNO/MVNO及企业客户提供M2M、Consumer与IoT远程SIM配置 (RSP) 的统一标准化管理界面。该平台自动适配不同标准的eSIM底层通信协议，消除了多平台维护与用户流程分散的复杂性。

eSIM如何为M2M提供安全连接?

机器对机器 (M2M) 技术专为智能表计、车队追踪器等低交互、低功耗的物联网传感器设计。此类低能耗设备通过订阅管理平台的远程指令接收网络运营商配置文件。

eSIM技术允许用户从一个中心位置远程管理多个M2M连接。这进而确保了安全可靠的蜂窝连接，使得企业在不同地理位置分布的物联网部署中能够高效地管理配置文件。这意味着企业可以在任何地区快速部署并以最短设置时间启用eSIM赋能的应用程序。

联系Kigen

借助Kigen的eSIM及灵活的远程SIM配置解决方案，您可以为未来部署做好准备，加快产品上市进程。通过借助eSIM的互操作性，扩大与更多OEM的合作基础，为第三方提供值得信赖的物联网信息，从而拓展客户群。

eSIM的应用比您想象的更简单。欢迎联系我们的专家，了解我们如何为您提供支持：chinasales@kigen.com

想获取有关eSIM的最新动态，欢迎在LinkedIn上加入我们的#FutureofSIM话题讨论。

关于Kigen

Kigen是全球领先的eSIM和iSIM安全物联网解决方案提供商，专注于规模化部署。作为一家由Arm创立的公司，Kigen灵活地为OEM提供在主流物联网芯片组和模块上的安全保障，并与全球250多家领先的物联网及低功耗广域网（LPWAN）连接服务提供商合作。我们行业领先的SIM操作系统产品已支持超过25亿张SIM卡的部署，与我们通过GSMA认证的远程SIM配置安全服务能力相辅相成。

欢迎访问kigen.com了解更多 或 加入领英上的话题#FutureofSIM开启对话。

