欧洲云主权

决定欧洲数字自主的人文、经济、技术与产业能力



FRANCK MEVENGUE

欧洲云主权

决定欧洲数字自主的人文、经济、技术与产业能力



Franck Mevengue

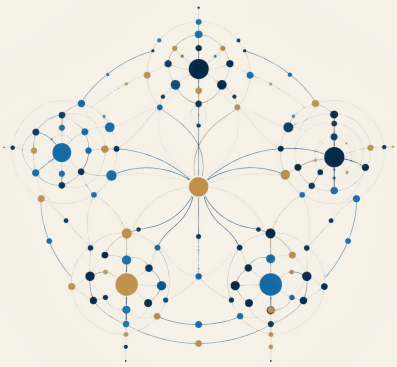
致读者

本书区分：资料所能确立者、仍属部分记录者、合理假说，以及尚待证明者。凡影响论证的经验限度，均在正文中明示。

图形语言

「节点」母题

实线：已有文献支持的关系。虚线：假说或轨迹。该母题本身不承载任何经验数据。



「节点」签名母题（概念插图）。

序言

欧洲正以极快的速度将其行政机构、工业与公共服务数字化，几乎不容人再抱任何幻想。日益增多的计算、存储与应用，如今依托由少数全球运营商运营的基础设施。这一转移并非技术细枝末节。它重新定义了：当事故、合同或地缘政治紧张提醒人们依赖之脆弱时，一个组织还能掌握、替换或重建什么。

云, 常被简化为托管问题, 已成为经济与战略基础设施。它集中了成本、技能、可逆性、产业与制度等议题。若仅采纯法律路径，满足于数据本地化或签署条款，便会把要害排除在外：谁真正能够运营、退出、工业化并控制。若仅采纯商业路径，在不对等范围内比较价目表，便会把价格优势与自主混为一谈。

本书另辟一条线索。它将欧洲云主权视为面对被视为关键的依赖时，**相互依存能力**（人力、经济、技术、产业与制度）的**程度**。论点并不宣称主权已经到手。它邀请读者逐章检视：来源能确立什么、什么仍看似合理、什么仍悬而未决。

读者在此将读到的是区分，而非口号：采用与主权、本地化与控制、目录价与总成本、法律义务与经测试的迁移、融资与工业化。这些区分并不终结辩论，而是使之成为可能。

所要求的阅读方式是批判性的。在数据系列缺失、某类经验尚未开展、或因果评估仍力所不及之处，正文会明说。技术随笔的坚实，也体现在它拒绝捏造之上。

作者的话

本书源于一个表述简单、后果却苛刻的问题：当数字化依托共享的、往往位于使用者直接管辖范围之外的基础设施时，还剩下多少掌控力？

我选择将学校与实验室、价格与总拥有成本、标准与可逆性、产业与公共采购一并讨论。并非为了混为一谈，而是因为云依赖恰恰在这些维度交叉之处变得关键。没有真实环境接入的培训、没有经测试退出的合同、没有工业化供给的融资：每一个孤立环节都可能制造进步的假象。

项目建立在来源与主张体系之上，并恪守区分事实、估计、解读与假说的纪律。若干命题有意保持为工作假说。这不是隐藏的弱点：这是一条阅读规则。

读者可将本书当作一张区分地图、一种阅读指标或政治宣示的方法，或作为设定研究优先级的框架。书中既无供应商总排名，也无仅凭成书即宣告的整体科学验证。

我预先感谢以严苛标准阅读的读者：纠正表述、指出局限、或拒绝过于宽泛的结论。关于云主权的随笔，唯有保持可反驳，才配存在。

目录

致读者 iii
序言 iv
作者的话 v
导论 1

I 云计算、主权与依赖 4
1 云作为经济与战略基础设施 5
2 云主权究竟意指什么？ 12
3 绘制关键依赖 16

II 人力资本与技能 21
4 从学校起步：数字文化与计算机教育 22
5 大学、实验室与教学基础设施 25
6 培训、认证与保留运营技能 27

III 云选择的经济学 29
7 在对等范围内比较存储、计算与网络 30
8 理解总拥有成本 35
9 试验、迁移与降低退出成本 39

IV 技术、产业与韧性 43
10 开源软件、标准与互操作 44
11 数据中心、半导体、能源与供应链 47
12 网络安全、韧性与运营掌控 51

V 研究、市场与竞争 54
13 研究、融资、创业公司与产业化 55
14 公共采购与产业政策 58
15 采用、竞争、合作与网络效应 62

VI 测度、情景与自主 65
16 构建能力与依赖仪表盘 66
17 欧洲情景、权衡与可能政策 70
18 迈向渐进、可测、现实的云自主 73
结论 76
尾声 78

引言

设想某组织宣布已「迁移上云」。本地服务器消失了。月度账单取代了折旧。团队运转更快。然而，尚无人知道完整退出要花多少钱、非工作时间发生重大事故由谁响应、团队中是否真有切换到另一供应商所需的技能。这一场景并非经验证明，而是典型情境。它说明云主权不能简化为托管合同上勾选的一栏。

本书从一个简单观察出发：云已成为经济与战略基础设施，而不仅是 IT 工具选择。当越来越多的计算、存储与软件依赖第三方运营商时，依赖、成本、技能与工业能力等问题不再边缘。它们在大意义上成为政治问题：社会、行政机构或企业还能掌握、替换或重建什么。

1 为何「云主权」一词易生混淆

「主权」一词首先让人想到国家权力。用于云时，它滑向漂浮的词汇：有时指数据位于欧洲，有时指供应商国籍，有时指认证，有时指产业抱负。这些用法并不等价。混为一谈会把辩论变成口号。

本书不把「云主权」当作已确立的欧洲法律规范，也不当作单一评分。它是一种**分析框架**：面对被视为关键的依赖时，能力的程度。该框架区分, 而不合并, 本地化、所有权、运营控制、产业自主、技术可逆性与制度杠杆。某组织可能符合本地化要求却仍无法退出。它可能向欧洲供应商采购，却依赖欧洲以外的组件、技能或平台。反之亦可能：对非欧洲行动者的依赖若可替代性、时限与影响仍可管理，则未必自动成为关键依赖。

2 论点与局限

本书中心论点是：欧洲云主权来自人力、经济、技术、产业与制度等相互依存能力的逐步发展；其组合使对非欧洲行动者的关键依赖得以削减。

这一命题**并不**主张欧洲已实现完整云主权；**并不**主张须全部回迁，或任一欧洲供应商就更安全、更便宜或更主权；**并不**主张开源自动保证可逆性、认证证明可转移的运营能力、法律义务证明迁移成功，或融资增加证明有效工业化。

该论点是须逐章检验的**结构性假说**。推理的某些部分依托有界且可追溯的事实；其余仍是合理的机制、私人估计，或文献仍不足的命题。读者应能看清这一差别。

3 五类能力

为不通过标签误读云，本书将能力归为五类；第 2 章将进一步细化为更细的维度。

人力能力涉及初等教育、高等教育、实验室与持续培训：若无能运营、审计与迁移的人才储备，其他杠杆仍脆弱。**经济**能力涉及价格、总拥有成本、锁定效应与市场动态。**技术**能力涉及软件、标准、可移植性与退出协议。**产业**能力涉及数据中心、半导体、能源、供应链与运营掌控。**制度**能力涉及法律、公共采购、监管与公共行动者之间的协作。

任一类单独都不足。无运营控制的本地数据中心不产生掌控力。无工业化供给的公共预算造不出替代方案。无运营出口的充裕培训不会自动削减关键依赖。

4 文献方法

本书依托来源与主张体系。每条重要事实性主张都标明置信水平：从坚实确立的事实到文献仍不足的命题。所检视的来源与仅浏览的页面相区分。若某文献未能归档或完整阅读，正文会说明。

此法有阅读成本：它拖慢结论。其益处是：防止把市场份额估计变成主权度量，或把法规变成迁移成功的证明。脚注指向来源，不能替代推理。

两个常被一并引用的量级说明所需纪律。2025 年，Eurostat 调查所覆盖的欧盟企业中，52.7% 声明使用付费云服务。[1] 据 2025 年 7 月私人估计，欧洲云供应商在区域基础设施市场上的份额仍约 15%，AWS、Microsoft 与 Google 合计约 70%。[2] 采用率度量的是声明的使用；市场份额估计的是供给集中度。二者都不度量主权。

5 全书结构

全书六部分、十八章。

第一部分将云定位为基础设施，澄清主权词汇，分析使依赖变得关键的机制。**第二部分**讨论人力资本：学校、大学、实验室、持续培训。**第三部分**打开选择的经济面：对等范围内的价格比较、总拥有成本、迁移与可移植性、自由软件与标准。**第四部分**涉及技术与产业：物质基础、网络安全与韧性。**第五部分**联结研究、融资、公共采购与市场动态。**第六部分**提出无综合评分的仪表盘、分析性情景与渐进自主的综合。

各章提出问题、展开推理、呈现异议、标明局限并通向下文。较成熟的章节已有检视过的语料；其余仍是加厚的分析骨架：其空白可见，未作掩饰。

[1] Eurostat，《53% EU enterprises used paid cloud services in 2025》，及关联数据集。

[2] Synergy Research Group，2025 年 7 月 24 日：私人估计，仅凭文章无法审计。

6 读者可得出的结论，以及本书不承诺之事

读毕，读者应能区分本地化与控制、目录价与 TCO、法律文本与工业化、采用与主权。应有一套阅读合同、价格组合、指标或政治宣示而不混为一谈的方法。

本书不承诺供应商排名；不承诺某欧洲政策已成功之证明；若试验未进行，不承诺已执行的黄金迁移编排协议；在未识别出同质系列时，不捏造运营商最终欧洲持股百分比。这些缺席本身是调查的结果。

下文从云本身开始：在谈主权之前，须理解云计算如何改变了数字生产的组织方式。

第I部分

云计算、主权与依赖



第 1 章

云作为经济与战略基础设施

长期以来，企业 IT 主要依赖组织内部安装的机器与软件。购买服务器、计提折旧、为往往假设性的业务峰值定容。云计算（cloud computing）改变了这一关系。越来越多的计算、存储、网络与软件由第三方运营商远程、按需提供。

这一转移不是架构细节。它改变组织投资、部署与演进系统的方式；也更 quietly 地改变它们能掌握、离开或替换什么。因此在谈主权之前，须理解云已变成什么：不仅是众多 IT 服务之一，而是**基础设施**，其他活动所依托的技术与经济基座。

源自数字政策分析的两条读法有助于定位议题而不作定论。一方面，云被视为欧盟在数字经济中竞争力的关键技术。另一方面，「数据主权」（*data sovereignty*）相关举措与减少对外国 dominant 云供应商的战略依赖的意愿相联。[1] 这些表述属于论证性框架。它们不度量主权，也不能替代采用率或市场份额等来源的数据。

1.1 何谓云

在本书中，云指一种 IT 资源供给方式：计算、存储、网络、平台、应用经网络访问、按需可用，通常按用量或订阅计费。

此定义首先是教学性的。它与经济合作与发展组织（OCDE）在云竞争报告中的综合相一致，并依托 Mell 与 Grance（2011）所关联的特征：经网络按需访问可配置的**共享资源池**，快速开通与释放。[2] 美国国家标准与技术研究院（NIST）原始出版物在此不作为独立检视来源；本书依托该机构 relay，不杜撰 NIST 页码。

两点性质解释该模式相当部分的经济吸引力。**资源共享**（*resource pooling*）使供应商为多名客户聚合资源并动态分配：客户常选区域或定位层级，却不一定控制具体物理机。**弹性**使容量随需求增减，减少永久「为峰值而买」。二者单独都不隐含法律掌控、轻易可逆或任何意义上的主权。

[1] Filippo Gualtiero Blancato，《The cloud sovereignty nexus: How the European Union seeks to reverse strategic dependencies in its digital ecosystem》，Policy & Internet，2024；DOI 10.1002/poi3.358。经 UCL 摘要查阅；全文 PDF 未在本地归档，未杜撰页码。

[2] OCDE，《Competition in the provision of cloud computing services》，OECD Roundtables on Competition Policy Papers No. 323，2025 年 5 月 20 日，DOI 10.1787/595859c5-en。

1.2 三种服务模型，三种责任划分

「云」这一词背后是不同的责任合同。通常区分三种服务模型。

在**基础设施即服务**（IaaS）中，供应商主要提供服务器、存储与基础网络；客户保留操作系统、应用、数据及大量配置。**平台即服务**（PaaS）中，供应商运营平台与执行工具；客户聚焦应用，代价是对底层控制更少。**软件即服务**（SaaS）中，供应商运营完整应用；客户主要管理账户、有限设置与业务数据。

模型	供应商主要承担	客户主要承担
IaaS	基础基础设施	系统、应用、数据、运营
PaaS	平台与执行工具	应用及其设置
SaaS	完整应用	账户、有限配置、业务数据

越向 SaaS，运营委托越多，身份、区域、接口、计费等隐含选择越可能被强加。越留在 IaaS，技术杠杆越多，运营负担也越重。因此「采用某云服」本身并不说明谁掌握什么。

此外还有部署模式。**公有云**面向广大客户，由第三方运营。**私有云**指专属于某组织的环境。**混合云**结合客户自有基础设施与第三方服务。公有/私有/混合与 IaaS/PaaS/SaaS 两轴交叉；混淆二者会模糊对依赖与主权维度的分析。

几乎贯穿本书相关架构的四项功能：**身份与访问**（谁可连接、有何权限）；**网络**（服务如何通信）；**编排**（部署与生命周期的自动化）；**数据**（存于何处、如何流动、谁可提取或删除）。这不是漏洞清单，而是阅读各层的罗盘。

1.3 一层栈，而非扁平产品

可将云想象为栈。最底层：设备与物理站点。其上：常作 IaaS 提供的虚拟化基础设施；再上是 PaaS 平台；再上是 SaaS 应用与服务；最上是数据与用法。

每一层依赖其下各层。此概念性、未量化图像说明：在从主权或锁定角度评估之前，应先把云当作系统性基础设施。[3]

1.4 价值链中谁得什么

围绕此栈的是利益各异的行动者：设备供应商；站点与数据中心运营商；运营并销售 IaaS/PaaS/SaaS 的 *cloud service providers*（CSP）；常托管于第三方的软件厂商；集成商与服务运营商；最后是付费获取业务价值的客户。

服务流、经济流与可能的依赖并不总重合。客户可能依赖某 SaaS 厂商，后者依赖某 CSP，再依赖设备与能源。这些链路的临界性, 可替代性、时限、影响, 将是后章主题。此处只需注意：云价值链并非扁平，而是堆叠中介。

[3]本章概念图：多层架构与价值链（assets/diagrams）。未编码任何经验数值。

1.5 市场份额说明什么，又不说明什么

供应商市场份额与企业的采用不是同一回事。据 Synergy Research Group 2025 年 7 月 24 日文章，欧洲云供应商在区域基础设施云市场上的份额或由 2017 年的 29% 降至 2022 年的 15%，此后「一直」维持在约 15%；AWS、Microsoft 与 Google 在发表时合计约 70%；2024 年欧洲市场规模估计为 610 亿欧元。文中明确产品范围包括 IaaS、PaaS 与 *hosted private cloud*。[4]

这些数字是**所引用的私人估计**，非 Eurostat 统计。文章未在举例之外正式界定「European cloud provider」标准（总部、资本、品牌）。它们既未确立主权也未否定主权；仅按该来源描述供给集中度，不多不少。

1.6 采用：有界事实，非掌控之证

2025 年，Eurostat 调查所覆盖的欧盟企业中，52.7% 声明使用付费云计算服务。该比例自 2023 年升 7.4 个百分点，自 2014 年升 34.9 个百分点。[5]

此统计确立的是：调查总体中付费云服**声明使用**的广泛且上升的传播。按构造，它不度量使用强度；服务的质量、成本或安全；供应商份额。高采用可与集中供给并存。两个量级不矛盾，也不能互相替代。

三种常见混淆宜尽早排除。第一，采用不等于市场份额。第二，采用既不等于数据本地化也不等于运营掌控：托管于欧洲区域既不保证有效法律控制也不保证退出能力。第三，采用不等于主权，也不等于自动削减关键依赖。这些机制将在后文分析；不能从 Eurostat 比率直接推出。

本地 IT 与 *edge computing* 对某些负载仍 relevant。承认这一点并不削弱判断：对调查所覆盖的越来越多组织，云已成为结构性选项。

1.7 本章可确立者

在此呈现的 cloud 是基础设施：共享且弹性的资源；责任各异的服务模型；不同的部署模式；分层栈；行动者与流量链。采用数据描述有界的传播。市场份额估计描述供给集中，且保留重大保留。战略框架定位欧洲议题而不结论已达成主权。

于是留下一个先决问题，无则全书后续悬空：当司法管辖、运营控制、技术、数据、经济与产业交织时，「云主权」究竟可能意指什么，又须拒绝把什么塞进这个词？

---

[4] Synergy Research Group，《European Cloud Providers' Local Market Share Now Holds Steady at 15%》，2025 年 7 月 24 日，https://www.srgresearch.com/articles/european-cloud-providers-local-market-share-now-holds-steady-at-15。私人估计（SIA™ 方法）；仅凭文章无法审计。

[5] Eurostat，《53% EU enterprises used paid cloud services in 2025》，2026 年 2 月 3 日，https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/w/ddn-20260203-1；数据集 isoc_cicce_use（指标 E_CC，雇员 ≥10 的企业，EU27_2020），提取 2026-10-11。原始值 2014 = 17.82；2023 = 45.32；2025 = 52.74。

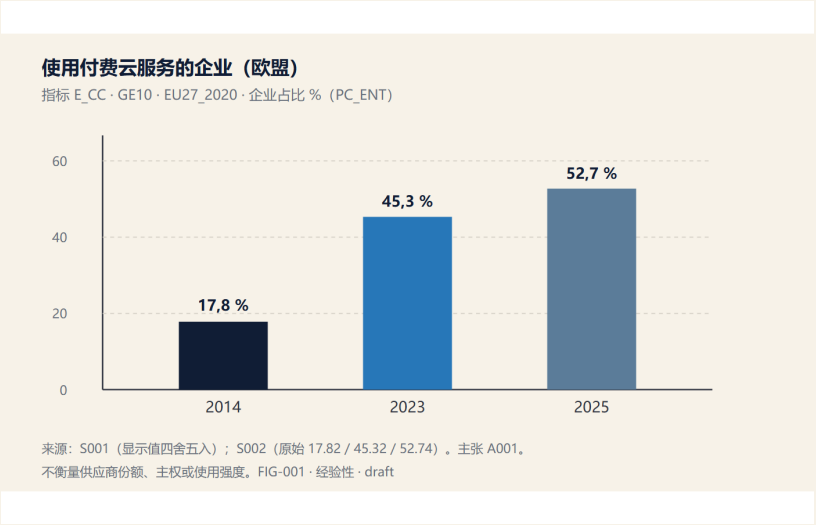


图 1.1: 付费云服务申报采用率（欧盟）。不衡量主权。

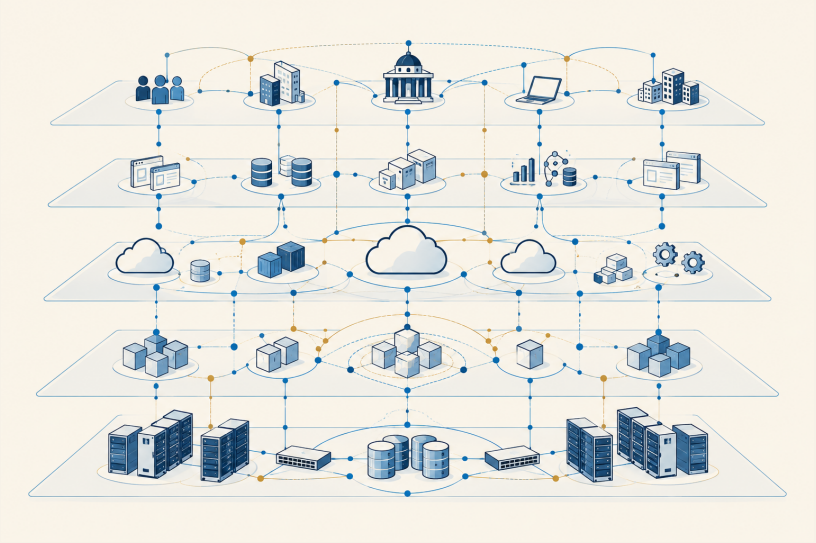


图 1.2: 多层架构 - 概念示意，非经验数据



图 1.3: 五层架构 - 教学示意，非经验数据

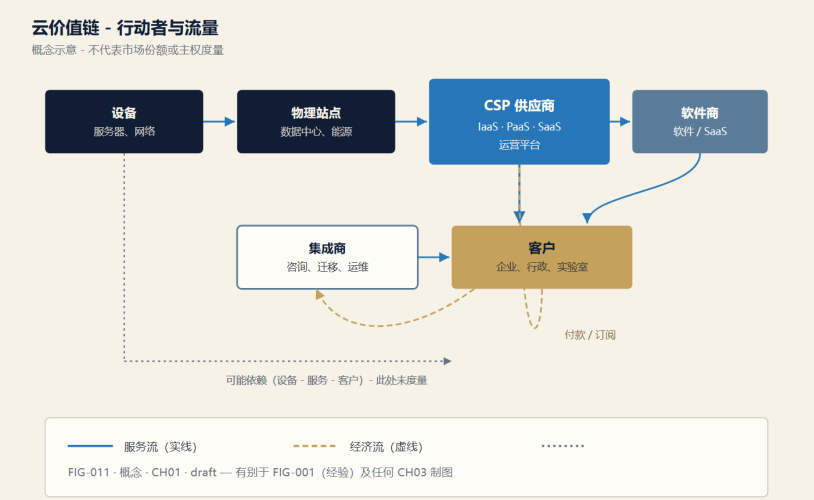


图 1.4: 价值链 - 教学示意，非经验数据

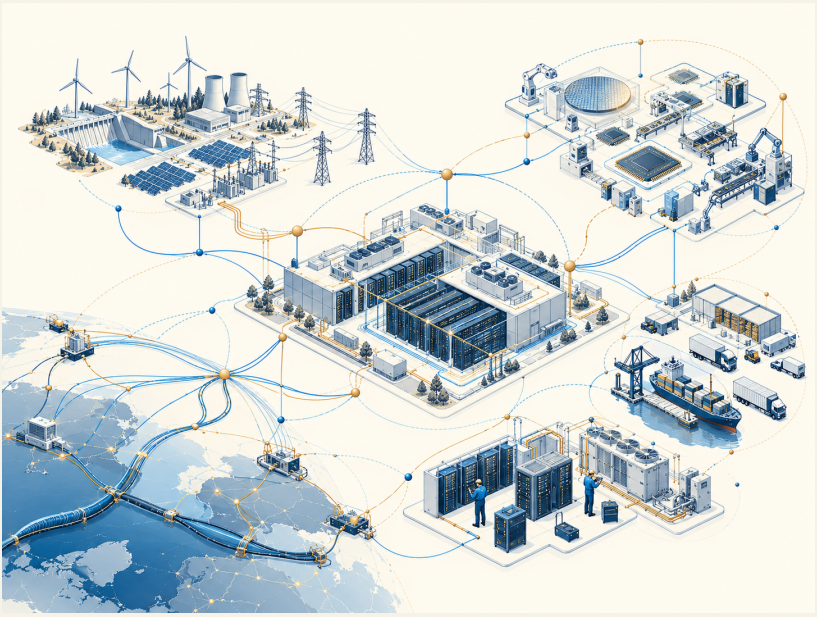


图 1.5: 物理基础设施与网络 - 概念插图



第2章

云主权究竟意指什么？

「主权」一词今日流通于公共话语、产业战略与商业目录。用于云时，它时而承诺数据控制，时而承诺技术自主，时而仅指服务器位于欧洲领土。这些用法不可互换。在未明确所指对象之前，本书关于相互依存能力以削减关键依赖的论点无法判定。

上一章表明云已成为基础设施，且采用某服务不等于掌握它。尚须固定词汇。本章提出**阅读框架**。它不证明欧洲已达成或未达成云主权，也拒绝将此框架变成综合评分。

2.1 政治辩论已涵盖什么

据 Filippo Gualtiero Blancato 2024 年文章的框架，云计算被视为欧盟数字竞争力的关键技术；「数据主权」（*data sovereignty*）相关举措在其中将数据保护与面对 dominant 外国云供应商的产业政策工具相结合。[1]

就文章公开呈现、且无全文页码支撑而言，此框架阐明词汇的一种政治用法：联结保护与战略依赖的削减。它并不确立下文八维框架，也非官方法规，非市场份额，也非「主权已达成」之判断。供给集中度数字若出现，来自其他来源与其他章节。

三种修辞滑移宜尽早命名。第一：将「data sovereignty」当作「cloud sovereignty」同义词。数据掌控并不穷尽运营控制、产业基座或可逆性。第二：将欧洲本地化当作掌控之证。托管不等于决策。第三：将「欧洲」供应商自动视为更主权。品牌国籍不等于栈、组件或技能的可替代性。

2.2 制度先例：DigComp

在引入本书自有框架之前，一个对比有用。欧盟委员会与 Joint Research Centre 制定的欧洲 DigComp 框架描述日常生活、学习、工作与社会参与所需的数字能力；DigComp 3.0 为第五版；框架自称为 *technology-neutral* 且可适配。[2]

DigComp 表明：多维度的制度参照可以存在而不沦为口号。但它并不定义云主权，也不度量云基础设施运营能力。因此「增加维度」本身并非任意发明，但仍须明确所测对象。

此对比有教学用途：它允许本书提出多个维度而不模仿 DigComp，也不让人以为公民能力框架已度量云自主。DigComp 将在学校章节作为对比再次

[1] Filippo Gualtiero Blancato，《The cloud sovereignty nexus: How the European Union seeks to reverse strategic dependencies in its digital ecosystem》，*Policy & Internet*，2024，DOI 10.1002/poi3.358。

[2] 欧盟委员会 / Joint Research Centre，*Digital Competence Framework*（DigComp）3.0，JRC 机构页面。

援引；在此主要用于避免混淆对象。

2.3 能力程度，而非二元标签

在本书中，**云主权**指**程度**，而非二元标签，即削减**关键依赖**的**能力**。此分析框架属本书自有；**并非欧洲官方法规**。[3]

八个维度组织阅读。每一维表述为问题，而非分数。

维度	操作层面的问题
法律	哪些规则与司法管辖实际上适用于数据、访问与合同？
运营	谁配置、监督、响应事故并控制身份？
技术	谁掌握栈、接口、关键组件及其可替代性？
数据	谁可提取、迁移、删除、分析或限制流量？
经济	替代方案在相关成本与时限内是否可行？
产业	是否存在可动用的数据中心、组件、能源与供应基础？
韧性	系统能否吸收冲击与故障而不致不可接受的中断？
可逆性	退出是否**经测试**，而非仅声明？

这些维度有意重叠。数据本地化不等于适用法律；仅有工具而无运营不足；可逆性同时交叉技术与经济。本章关联图为概念性的：说明维度、能力家族与替代思想，不编码度量或分数。

框架拒绝若干常见捷径：仅本地化；供应商国籍；仅合规；采用率；市场份额；以 DigComp 作云主权指标；任何单一综合分数。

2.4 维度之间的有用张力

采购方可能要求欧洲本地化，却在事故中发现特权访问与监控工具仍不可及。组织可能有 robust 法律基础却缺乏经济上可行的替代。行政机构可能资助数据中心却仍受不可替代 PaaS 接口束缚。团队可能成功导出数据却无法重建服务。

这些张力并非杜撰案例研究，而是分析性配置。它们说明为何在本书仪表盘中保持维度分离，而非熔成单一指数。

[3]著作《La souveraineté cloud européenne》的分析框架。

2.5 法律维度的局限

法律维度若要在本阅读框架之外巩固，需要作为一手来源检视的欧盟法律文本，以及学说，必要时与其他能力框架的比较。在这些要素未在同一来源体系中确立之前，强法律主张不能算作已确立事实。*Data Act*、公共采购与采购方框架将在后文作为独立来源处理，不在此吸收进一般定义。

2.6 异议

有人异议八维使辩论过于复杂。复杂性是精确的代价：单一词已造成足够混淆。有人异议须有分数才能决策。无经验证方法的分数决策更差；本书默认禁止。还有人异议政治词汇已足够：政治词汇阐明意图，不度量能力。

2.7 词汇路标

「data sovereignty」辩论联结保护与战略依赖，其本身不度量主权。DigComp 提醒：针对另一对象（公民数字能力）可存在制度性多维框架。本书词汇固定的是面对关键依赖的能力程度，无官规、无单一分数。

于是留下一个独立问题，定义不能裁决：哪些依赖变得关键，通过哪些机制在基础设施被采用后锁定生效？



图 2.1: 八个分析维度 - 非经验数据

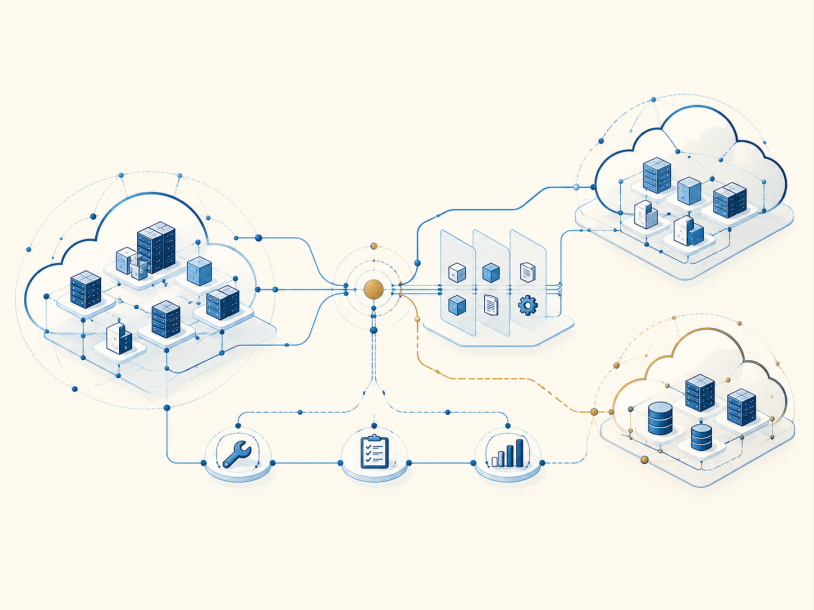


图 2.2: 可逆性与替代 - 概念插图



图 2.3: 五类能力 - 概念插图

第3章

绘制关键依赖

任何组织都依赖其他行动者。云并不创造依赖，而是重排其形态。服务一旦被采用，问题不再仅是「谁托管?」，而是「能否替代、需多久、成本几何、影响多大?」。当答案不利时，依赖变为**关键**。

上一章固定了词汇：在本书中，云主权指面对此类依赖的能力程度。尚须理解锁定如何产生。本章绘制机制图。它不为退出成本量化，也不验证迁移协议：若在其他处处理，则在全书其他章节。

3.1 依赖家族与临界性标准

分析上可区分若干家族：数据；运行时与平台；软件与 SaaS；技能；法律；供应与物理。与此 typologie 关联的图为概念性的：组织阅读，不度量任何临界性。

四个标准在此构成**本书自有分析网格**，非官方法：可替代性有限；退出时限或成本高；不可用或 rupture 时影响大；客户与供应商之间的信息 asymmetry。市场集中度、替代难度与战略临界性不可混为一谈。在欧盟范围内按负载系统度量尚不可用。

此网格有直接后果。依赖可以很广却不关键，若退出仍快且便宜。反之，窄依赖, 单一托管服务、单一区域、单一受训团队, 若 rupture 影响大则可变关键。使用量不度量临界性。

3.2 OCDE 关于锁定的文献

OCDE 云服供给竞争报告指出，在多个司法管辖区令当局关切的几类机制。[1]

集中度。供给围绕少数大型供应商集中。此判断描述市场结构；其本身不证明每个欧洲组织的依赖都关键。私人市场份额估计, 2022 年后欧洲云供应商约 15%，2025 年 7 月某文发表时 AWS–Microsoft–Google trio 约 70%, 提供**背景**，非不可替代性地图。[2]

切换复杂度。换供应商（切换）的壁垒包括复杂迁移流程及技术、合同与财务障碍，以及互操作与标准化限制。寻常依赖可仅因退出耗时长、贵或 risky 而变关键。欧洲范围内可 reproduced、可比的迁移时限与成本仍缺。

数据退出费用。将数据移出云（*egress*）的费用可能抬高换供应商成本并助长 *lock-in*。国家研究有时报告极高 margin：在此作为二级索引，未作为欧

[1] OCDE,《Competition in the provision of cloud computing services》, OECD Roundtables on Competition Policy Papers No. 323，2025 年 5 月 20 日，DOI 10.1787/595859c5-en。

[2] Synergy Research Group,《European Cloud Providers' Local Market Share Now Holds Steady at 15%》, 2025 年 7 月 24 日。

盟已确立事实。在作任何量化推广前须有 dated、同质比较。价格章将回到排名前须有协议的必要性。

积分与折扣。免费积分与批量折扣可能影响初始选择并加强锚定。机制是商业性的，与技术能力有别。其对欧洲锁定的因果效应在此未度量。只需注意：低入门价不告知退出成本。

互操作有限。服务间标准化不足使 multi-cloud 策略复杂化。合理但**在本章未证明**的**假说**是：对差异化接口与托管服务的依赖, 尤其在 PaaS 与 SaaS, 常超过较同质 IaaS。此处未产出 UE 规模的关键接口地图。关联图说明互操作议题；不度量其幅度。

Multi-cloud 协调。 Multi-cloud 常被视为对单一供应商依赖的回应。若实施，**作为假说**可能**降低**某些风险，同时**提高**集成成本与技能要求。此处缺欧洲 documented 案例；未杜撰企业案例填补空白。关联图对比单一 hub 与 multi 环境 mesh，不声称描述经验 terrain。

3.3 技能作为合理机制

即使技术可移植性 partial，缺乏可转移运营技能也可阻塞退出。组织可能导出对象却无法因团队未受训于另一栈而重建服务。此点属本章 typologie；在此未证明。培训、认证与技能保留将是全书下一部分主题。

3.4 本章拒绝的结论

它拒绝说：对非欧洲行动者的任何依赖都关键。它拒绝说：仅集中度就证明无主权。它拒绝在无同质系列时量化欧洲平均迁移成本。它拒绝杜撰逐负载地图。这些拒绝不是文体弱点：它们保护论点免于超出可用证据的过大 demonstration。

3.5 有用异议

有时异议称可移植性在合同或营销页上「已声明」；称只要留在相对标准 IaaS 锁定就被夸大；称 multi-cloud「解决」问题。这些异议 serious。若无**经测试**可逆性之证, 时长、成本、功能差距, 而非承诺，则无法裁决。

亦有人异议 egress 费用将在监管压力下下降。对某些项目可能。这不能消除应用债、缺失技能或 double run。法律可 facilitation；不能替代试验。



图 3.1: 六类依赖 - 概念示意

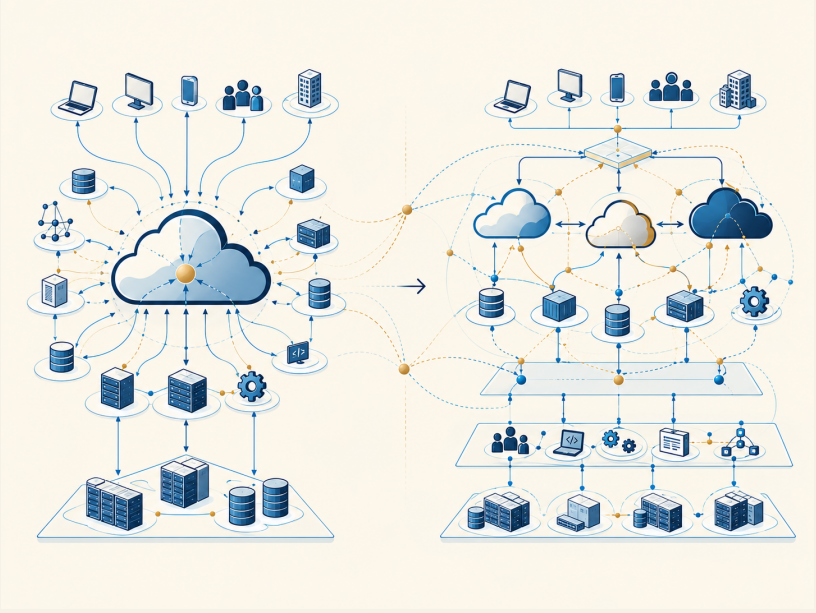


图 3.2: 集中度与多云 - 概念插图

3.6 已文献化者与仍开放者

集中度、切换壁垒、egress、商业积分与互操作限制在制度层面由 OCDE 文献化，市场背景由私人估计提供。其欧洲量化影响、逐负载，仍开放。技能构成合理机制，在这些页面尚未证明。

全书下文离开纯技术与商业机制层面，考察主权辩论中常被忽视的能力家

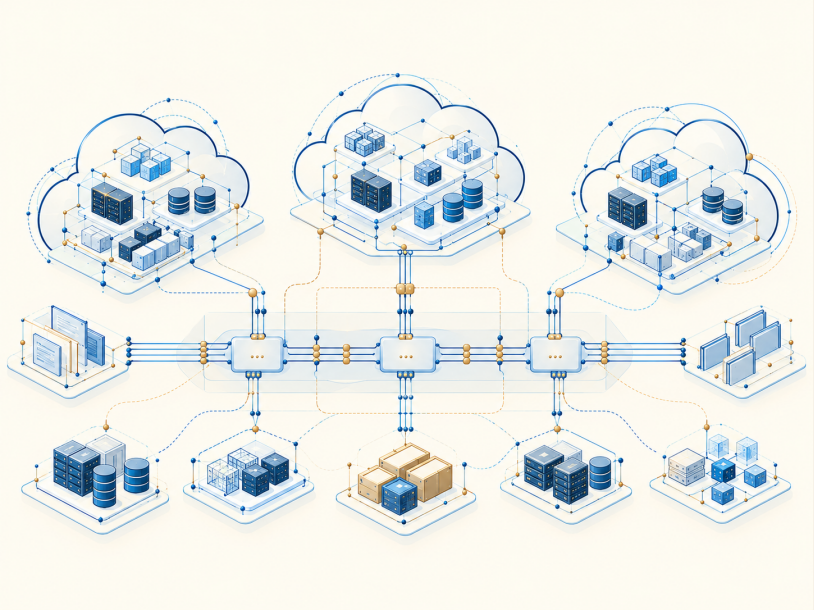


图 3.3: 多环境互操作 - 概念插图

族：人力资本，从学校开始，且不声称学校本身产生云自主。



第II部分

人力资本与技能



第 4 章

从学校起步：数字文化与计算机教育

若云已成为基础设施，谁能架构、运营并在必要时退出它？最诱人的答案也最误导：「从学校」。诱人，因为人才储备非一财年可成；误导，因为学校主要培养公民与学生，而非平台运营商。

前几章固定了词汇, 面对关键依赖的能力程度, 与锁定机制。本章以学校基座打开**人力资本**家族。它考察一种潜在的长期角色，不声称学校保证云主权。

4.1 三个不可混淆的对象

在任何承诺之前，三个概念须保持有别。

概念	本章含义	它不是什么
数字能力	生活、学习、工作、参与所需的用法（DigComp 框架）	云运营能力
计算机/信息学教学	课程、计算思维、信息学	通向云职业的 pipeline 之证
云运营能力	架构、运营、安全、成本掌控	学校今日所度量的

混淆三者产生过度口号：数字入门课不是运营商培训；信息学模块本身不是可逆性能力。

4.2 欧洲政策已在推动什么

据 2023 年 11 月 23 日理事会建议，成员国被邀请 inter alia 改善数字技能供给，并在 primary 与 secondary 阶段支持优质的**计算机**或**计算思维**教育。[1]

该文本 oriente。它无约束力。它不定义云管理技能。它不度量国家落实。它不证明对主权的效果。其所述差距, 基础数字技能、信息与通信技术（ICT）专家、国际评估, 提供**背景**，非学校 → 云的 pipeline demonstration。

同脉络下，委员会指出正在制定**计算机教学指南**，以帮助学校在课堂加强数字 competence。[2] 就机构呈现而言，指南存在既非国家课程清单，也非同质落实之证。pedagogical 细节在此未逐行作为已确立事实。

[1] 欧盟理事会，2023 年 11 月 23 日关于改善教育与培训中数字技能与能力的建议，欧盟官方公报。
[2] 欧盟委员会（DG 教育与文化 / 欧洲教育区），关于信息学指南与欧盟支持的机构页面。

4.3 DigComp：有用，但针对另一对象

DigComp 框架描述公民数字能力，*technology-neutral*。[3] 它恰恰有助于避免混淆「digital skills」与基础设施运营能力。如定义章所提醒，DigComp 不是云主权指标。

在此重提 DigComp 并非无谓重复。第 2 章它作定义对比；在此作 pedagogical 护栏：公民数字能力的任何 measured 进步不能自动计为云能力进步。

4.4 Pipeline 假说，非 demonstration

在本书分析框架内，早期接触**计算机**文化（而非仅数字文化）的学校接触被视为欧洲云技能的合理长期 pipeline 因素。[4]

此假说仍是假说。此处 mobilisé 的调查未度量「学校 → 云运营技能 → 关键依赖削减」链。概念图可 illustrate 培训–实践–产业路径；不 establish 因果。该命题的证据状态保持审慎。

链条在多处断裂。欧盟鼓励学校数字与信息学有文献。各国是否同质落实，无国家清单则未知。学生是否获得可测信息学文化在其他处 partial 可观察，在此未作独立证据。该文化是否增加进入云运营培训合理，未证明。这些培训是否随后削减关键依赖属全书论点，非本章已确立结果。

4.5 不平等：可观察什么

政策本身指出断裂：性别、基础技能、接入。对学校基座，候选指标, **不杜撰为结果**, 例如：是否有有别信息学教学；教师培训；地域设备不平等；信息学素养成绩。这些指标此处均未产出。

命名候选指标有用：防止未来学校仪表盘为填空而 invent 数值。空栏优于捏造的欧洲平均。

4.6 异议

有时异议称真正杠杆主要在成人持续培训。异议 serious：学校代际 delay 长，技术栈演进快。在本书中，学校仍是可能的**上游条件**，非唯一杠杆。

亦有人称 DigComp 已足够。对云运营职业不够。最后，学校本身「主权化」云的想法被拒绝：上游人力能力不等于关键基础设施掌控。

---

[3] 欧盟委员会 / Joint Research Centre，*Digital Competence Framework*（DigComp）3.0，JRC 机构页面。

[4] 著作《La souveraineté cloud européenne》的分析框架（学校接触因素）。

4.7 学校能确立什么、不能证明什么

欧盟推动学校数字能力与信息学教学；DigComp 框定公民数字。学校 → 云技能的 pipeline **合理**，未证明。国家同质落实与直至关键依赖的经验链仍开放。

学校本身不产生云主权。留下有别、更贴近职业的问题：高等教育是否培养架构师与运营商，以及在何种真实环境实践条件下？



图 4.1: 从学习到产业 - 概念插图

第5章

大学、实验室与教学基础设施

文凭可写「云」。目录可承诺实验室。更 harsh 的问题是：学生是否真正部署、观察、弄坏并修复过东西，还是只读过 distant 服务的幻灯片？

上一章将学校定位为可能的长期信息学文化基座，而不与运营技能混淆。本章换尺度：检视高等教育、大学与 practice 手段的接入。它不声称高等教育本身保证云主权。

5.1 易被过快计入的三物

三物在此交叉，易被 amalgamate。

高等教育中的**培训**, 系统、网络、网络安全、云模块, 可在纸面存在却不产出运营能力。**真实接入**实验室或环境, 积分、沙箱、集群, 是另一回事：目录不是接入，接入不是使用，使用不是经证明的能力。**研究与转移**对 ecosystem 重要，但把发表当作工业化是混淆；该线索在全书别处展开。

成人持续培训、供应商认证与运营技能可转移性属下一章，非本章。

5.2 不可压扁的链条

从公示供给到职业插入，若干层级依次排列。课程、模块或文凭供给未在欧盟规模 inventorié。可用环境的接入、练习时间、真实场景上的评估亦然。目前可文献化的主要是**背景**：ICT 培训人才储备，与云运营能力有别。

对论点的含义：仅加强名义云模块供给可产出文凭而无运营商。仅加强研究可产出文章而无工业化供给。高等教育对云主权的衡量主要在于联结培训、真实接入与经证明的技能, 当前语料尚无法在泛欧尺度度量。

5.3 tertiary ICT 人才储备，非「云」计数器

据 Eurostat 关于 ICT 教育的统计概览，欧盟劳动力中拥有 **ICT 培训**的人数由 2016 年逾 250 万增至 2025 年 360 万；其中 330 万就业；2025 年，74.8% 受雇且具 ICT 培训者具有 **tertiary** 教育水平。[1]

这些数字支撑 growing、高度 tertiary 化的 ICT 培训人才储备, reasoning 关于高等教育的 relevant 背景。它们未确立「云」毕业生体量、实验室接入、运营质量，或与大规模基础设施或主权战略需求的 fine 匹配。调查中 ICT 培训指至少 upper secondary 特定信息学领域 qualification；既非云认证，也非 multi-cloud 运营能力。

[1] Eurostat，《ICT education, a statistical overview》，Statistics Explained。

5.4 真实接入作为假说

在本书分析框架内，高等教育中**真实**接入云实验室与环境，是培养 competent 架构师与运营商的合理条件，**有别**于仅有名义模块。[2]

此假说在此未度量。未产出泛欧云实验室清单。作为阅读工具（非官方法），三标准有助于不混淆招牌与实践：环境实际可用；运营场景（部署、可观测性、事故）；以实践为对象的评估。

5.5 教学 trade-off，无清单

希望让学生练习云的机构面临 trade-off，可表述而不 invent 数字。

选项	Plausible 优势	Plausible 风险
大型供应商积分或沙箱	入门成本低，栈接近市场	锚定于工具与难转移技能
开源 / 本地云	可转移性、控制	运营负担、与市场可能 gap
校内实验室	本地掌控	投资、过时、规模有限

未 invent 教育积分或实验室体量。云教育项目 primary 来源尚待检视方可制图。Trade-off 在此未裁决：命名是为防止主权话语 ignore 可转移性的 pedagogical 成本。

5.6 异议

有时异议称供给已 locally 充裕；无清单则此处无泛欧 verdict。亦有人称 tertiary ICT 人才储备证明高等教育「足够」。否：受雇且具 ICT 培训不等于云运营能力，也不等于 documented 实验室接入。最后，研究可 enrich ecosystem；本身不替代技能与基础设施的工业化。

5.7 高等教育所文献化者

增长的 tertiary ICT 人才储备有文献。真实实践环境接入作为运营培训条件仍是**合理假说**，未度量。实验室地图、实际使用与经证明的云技能仍开放。关联主张保持审慎状态。

大学与实验室本身不足以保证云主权。文凭到手后常 decisive 的一环仍在：持续培训、认证与运营技能可转移性，人力锁定在此可收紧或放松。



[2]著作《La souveraineté cloud européenne》的分析框架（实践环境接入）。

第6章

培训、认证与保留运营技能

徽章可打开 HR 之门。它不说你是否能退出平台、在另一栈上处理事故，或在工具变更时保留技能。ICT 专家人才储备与**可转移**运营能力之间的 gap 常被 ignore，政治上却 comfortable。

前几章定位了学校与高等教育。本章处理人力资本的运营环节：持续培训、认证、实践与技能保留。它不重定义云主权，不声称培训本身保证主权。

6.1 四个不可 amalgamate 的层级

层级	对象	不能证明什么
一般数字能力	DigComp 类框架	运营关键云的能力
ICT 专家就业	统计 aggregate	Multi-vendor 云技能
供应商特有技能	认证、控制台	可转移性或可逆性
经证明的运营能力	事故、runbook、迁移、服务目标	自动主权

ICT 专家按构造不是云运营专家。供应商 badge 按构造不是退出之证。

此四层级亦结构本书仪表盘。将 DigComp、ICT 就业与云 badge 混成单一「主权人力资本」指标，正是第 16 章拒绝的假精确。

6.2 庞大的 ICT 人才储备，缺失 ops 度量

2025 年，欧盟 1045 万人受雇为 ICT 专家，占总就业 5.0%。[1]

此就业人才储备与上一章所述受训 ICT 人才储备是两个量级，不可互换。联盟有庞大的 ICT 就业 reservoir。这些 aggregate **不度量**云运营技能，也不度量从一 ecosystem 到另一的可转移性。

6.3 认证作为信号，非转移之证

AWS、Azure 与 Google Cloud 基础项目的官方页面描述以各 ecosystem 概念与服务为中心的考试：Cloud Practitioner、Azure Fundamentals、Cloud Digital Leader。[2][3][4]

在本书分析框架内，供应商认证被视为**合理市场信号**，非在卖家 ecosystem

[1] Eurostat，《Number of ICT specialists in the EU continues to grow》，2026 年 5 月 27 日。
[2] Amazon Web Services，《AWS Certified Cloud Practitioner》页面。
[3] Microsoft，《Microsoft Certified: Azure Fundamentals》页面。
[4] Google Cloud，《Cloud Digital Leader certification》页面。

之外自动可转移运营能力之证。[5]

此假说仍是假说。此处未 mobilisé multi-cloud 转移经验调查。Badge 存在不允许结论 effective 技能锁定，只须严肃对待合理机制：控制台与 API 学习曲线；供应商绑定流程；围绕 dominant badge 的 HR incentives。

要点不是指控认证。它们对初聘或在给定栈上 upskill 可能有用。要点是拒绝把它们计为可逆性或主权之证。

6.4 持续培训，否则技能 depreciate

持续培训旨在面对平台演进维持运营就业能力。它与学校接触、高校实验室、研究转移有别。

若无定期实践, 事故、恢复演练、受控迁移, 技能资本**可能** depreciate。Plausible 主张，在这些页面未度量。Depreciation 在此非 proven 物理定律；是任何严肃仪表盘应显式留空而非默认填写的运营风险。

6.5 异议

有人异议市场「验证」认证：对 local 劳动力市场成立，对基础设施可逆性不成立。有人异议通用技能足够：面对托管栈 specificity，论证 serious，但此处非新经验 demonstration。最后，即使培训非主杠杆，缺乏可转移技能的运营商仍可阻塞技术上 conceivable 的退出。

6.6 徽章、实践、可转移性

本章固定阅读规则：区分 badge、实践与可转移性。ICT 人才储备描述就业数量级，非运营自主。认证非自动转移的假说保持审慎状态。

公共辩论中常与口号一样多、与证据一样少的另一能力家族：**经济可及性**。在谈「更便宜」之前，须有一种在真正对等范围内比较存储、计算与网络的方法。



[5]著作《La souveraineté cloud européenne》的分析框架（认证与可转移性）。

第 III 部分

云选择的经济学



第 7 章

在对等范围内比较存储、计算与网络

「更便宜」是短句。诚实的云比较是长句：何日、何区域、何服务等级、何冗余、多少传输量、何币种、何税、哪些隐形折扣？无这些限定，排名只是带数字的修辞。

上一章处理运营人力资本。本章以**方法**打开经济可及性。它呈现一份部分目录组合篮的说明性、有限、注明日期且可复现的情景。在本书意义上，经济可及性由此开始：不在于决出胜者，而在于读懂价格。

7.1 每 Go、每 vCPU 或每小时的价格度量什么？

公开价目从不是裸数字。「每 Go」假定单位。云计费常用 *gibioctet*（GiB，2^30 字节），即便营销页写「GB」。与十进制 gigaoctet（10^9 字节）约 7% 差距：闲聊可忽略，多 tebioctet 组合篮不可。「每 vCPU」假定处理器代际、内存比，有时还有网络或 I/O 性能档。「每小时」假定机器开机、操作系统，有时系统盘未计入计算行。

不对齐这些假设就比较两行目录，等于比较不同对象。两台「2 vCPU / 4 GiB」可能属于不同机型族。两种「standard」存储可能因冗余不同，单可用区对多可用区，而运营风险不同，即便 GiB-月单价相近。

7.2 为何任何数字之前须有协议

若无明确协议，日期、区域、配置、容量、可用性、传输、税与币种、假设，价格排名不能作为经验结果成立。[1]

前文所述锁定机制，数据退出费、切换壁垒，使此要求清晰：低存储价可能掩盖高传输成本。看似便宜的计算在数据大量出云或依赖不可替代托管服务时可能昂贵。竞争分析已指出数据提取费（*egress*）可抬高换供应商成本。[2]

区分四类金额。**目录价**是公开网格。**折扣**，承诺、批量、积分，往往不透明。**观察成本**是真实账单：本章**不涉及**。**估计**将明确数量乘以目录价。混淆估计与账单是第一错；混淆部分估计与一般排名是第二错。

7.3 比较的最低维度

[1] 著作《La souveraineté cloud européenne》的方法框架（对等范围比较）。

[2] OCDE，《Competition in the provision of cloud computing services》，OECD Roundtables on Competition Policy Papers No. 323，2025 年 5 月 20 日，DOI 10.1787/595859c5-en。

维度	示例	省略的风险
采集日期	价格日历日	比较过时
计费区域	中欧、西欧	欧内差异
服务与等级	Standard 对 infrequent access；machine family	非等价
性能	虚拟 CPU、内存、I/O 操作	「更便宜」但更慢
容量 / 时长 / 体量	GiB-月、小时、出 GiB	规模不可比
可用性 / 冗余	多可用区对本地冗余	风险未计价
传输	出 Internet、跨区域	低估锁定
税 / 币种	不含税 / 含税；美元 / 欧元	虚假差距
商业条件	目录对折扣	目录 ≠ 账单

这些维度不保证完美等价，但使**非等价可见**。公布这些边界的组织可在事实上被反驳；无边界就发布排名的组织甚至无法审计。

7.4 区域、冗余、存储、计算、传输

五个技术杠杆常比商业口号 weighing 更大。

区域固定目录，有时 latency，有时本地化法律约束。两个「欧洲」区域不是单一 tariff 市场。组合篮对 AWS 用 `eu-central-1`、Google Cloud 用 `europe-west1`：选择已文献化；非严格地理等价断言。

冗余改变存储价含义。降冗余压价不是节约，是风险转移。**存储**分等级与操作成本；组合篮简化为「standard」类。**计算**结合 machine family、OS 与开机时长。**传输**，尤其出 Internet，把月账单与日后退出难度相连。下一章纳入总成本；可逆性章作迁移成分；此处纳入是为不再 invisible。

7.5 免费、折扣、积分：目录为何不是账单

免费机制 complicate 比较。一供应商可给全球出传 franchise；另一极有限；第三在商业页宣布外部流量免费。在这些 franchise 未对齐、且不知账户真实流量前，按边际 rate 比较「egress」行只是近似。

承诺折扣与入门积分常压低 apparent 单价，也可能加强商业锚定：低入门价不告知退出成本。竞争分析已指出积分与折扣在初始选择中的合理角色；其对欧洲锁定的精确因果效应在此未度量。[3] 本章拒绝 invent「欧洲平均折扣」。比较无承诺目录价，并警告真实账单可能不同。

[3] OCDE，《Competition in the provision of cloud computing services》，*op. cit.*

7.6 机制：「更便宜」如何变「更贵」

illustrative 假说情景，非观察案例：某组织选目录更便宜的存储，但是 local 冗余，而负载需要 multi-zone 韧性。初始价差一旦须加冗余、备份或吸收事故即消失。再加低估的出传体量：egress 项可超过存储节约。再加仅受训于 dominant 供应商控制台的团队：退出成本不出现在第 1 月账单，而在第 18 月迁移项目。

因果机制四步可读。一，可见 tariff 导向采购。二，omitted 项, 冗余、egress、性能, 修正运营成本。三，技能与专有服务固定未来退出成本。四，这些项之和可反转第 1 月 apparent 优势。

7.7 Illustrative 研究：组合篮 SCE-BASKET-01

情景对常规 730 小时月、不含税且**无**承诺折扣取：1024 GiB-月存储、约 2 vCPU 与 4 GiB 内存的 Linux 机、100 GiB 出传。此篮是**有限 illustrative 研究。**非报价，非生产架构。

工作公式：计算为 hourly 价 × 730；存储为 GiB-月价 × 1024（或 hourly × 730 × 1024）；传输为可计费量 × 边际 rate（文献化 franchise 之后）。这些乘法可据所引采集 reproduced。不为 invent multi-vendor 合计而捏造缺失值。

7.7.1 组合篮覆盖：分项，无合并总计

项目	AWS (`eu-central-1`	Google Cloud (`europe-west1`	Azure	OVHcloud
「Standard」对象 / blob 存储	完整（目录）	完整（目录）	部分（Hot LRS ≠ multi-zone）	部分 (multi-zone；€)
小型 Linux 计算	完整 (*t3.medium*)	完整 (*e2-medium*，非同一)	缺席	缺席
100 GiB 出传	完整（边际 rate）	完整 (Premium EU)	缺席	所 consult 页宣布免费，不可叠加
币种 / 税	USD，不含税	USD，不含税	USD，不含税 (片段)	EUR，不含税 (片段)
采集日期	2026-10-11	2026-10-13	2026-10-11	2026-10-11

将此矩阵读作文献可得性图，非排名。AWS 与 Google Cloud 机器标签相近，性能同等 guarantee 非同一。冗余与 franchise 不同。币种与等价仍反对任何唯一总计。

7.7.2 分开的目录读数（估计，非 podium）

Amazon Web Services，**2026 年 10 月 11 日** Price List API，`eu-central-1`：standard 对象存储（0.0245 USD/GiB-月 × 1024）**25.088** 美元；Linux *t3.medium* 计算（0.048 USD/小时 × 730）**35.04** 美元；边际 rate 传输（0.09 USD/GiB × 100）**9.00** 美元。仅此三项基础设施目录小计：**69.128** 美元。[4] 100 Go 传输可能按账户落入全球 franchise；组合篮公布边际 rate 以使该项可见。

Google Cloud，**2026 年 10 月 13 日**采集，`europe-west1`：regional Standard *Cloud Storage*；`e2-medium`；100 GiB *Premium Tier* 至欧洲。估计：存储 **20.480** 美元；计算 **24.459** 美元；传输 **11.880** 美元。仅此三项小计：约 **56.819** 美元。[5] 此小计非相对 AWS 的排名。上文矩阵非等价禁止排名。

Azure，片段：Hot 存储 local 冗余（西欧），1024 单位约 **20.07** 美元 extension，LRS ≠ multi-zone。[6] **OVHcloud**，片段：standard multi-zone 存储，约 **12.80** 欧元不含税量级；所 consult 页外部流量宣布免费，单位与范围不可叠加于 AWS 采集。[7]

英国 regulator 在其本国范围内 documented 某些行动者之间退出费的高差距。[8] 此索引 contextualize egress 重要性；不校准欧洲组合篮。

7.8 在结论经济优势之前应汇集哪些数据？

在结论某服务经济上 advantageous 之前，组织至少应汇集：采集日期与 URL；区域；服务等级与冗余；精确计算配置；真实轨迹上估计的存储与传输体量；tax regime 与币种；是否存在承诺；若可能，账单摘录或报价。无这些要素，只有 catalog 估计，有用，但对架构决策不足。

7.9 常见异议

有人异议组织总有折扣故目录 misleading。异议成立：故本章区分目录与账单。它不能 justify invent 平均折扣。有人异议「欧洲」供应商必更便宜。**在此未证明。**最后有人异议方法对急采购者太重。没有它，急采购者 mainly 按下过早结论。

缺失数据仍开放：严格 multi-vendor 等价、税、折扣、观察成本、Azure 与 OVHcloud 逐项对齐机器。不会用 invent 值填补。

---

[4] Amazon Web Services，Price List API，对象存储、计算与传输，欧洲（法兰克福）区域，提取 2026-10-11。

[5] Google Cloud，Compute Engine、Cloud Storage pricing 与 VPC network pricing 公开页，consultation 2026-10-13。

[6] Microsoft Azure，Retail Prices API，Blob Hot LRS，West Europe，提取 2026-10-11。

[7] OVHcloud，Public Cloud 价格页，consultation 2026-10-11。

[8] Ofcom，*Cloud services market study final report*（摘录），2023：英国，非欧盟统计。

7.10 对主权的含义

经济可及性是能力：它 condition 替代方案的采用。但若替代仅在某一 catalog 项上「更便宜」、无等价且无退出，不会自动削减关键依赖。比较方法是本书意义上的主权 instrument, 读价能力, 非产业主义排名。

尚须将这些项与其他常在公开网格 invisible 的项 aggregate 成 transparent 总拥有成本，无 double 衡量、无 invent 缺失参数。这是下一章对象。



第8章

理解总拥有成本

可在虚拟机目录价上「省钱」，却在数据退出、值班人员或摊销不当的迁移上亏损。总拥有成本（*total cost of ownership*，TCO）不是账单上一行 tariff。它是组织为维持、保护并在必要时**离开**系统所承担之和的 explicit 呈现。

上一章表明价格比较需要协议。本章 aggregate 类别。只要 decisive 参数未校准，模型公布 partial 小计与空白，而非粉饰的总计。

8.1 基础设施支出、运营成本、总成本

三概念叠放。

基础设施支出聚合公开网格常先计的项目：计算、存储、运营传输。属上一章组合篮 territory。必要，不足。

运营成本加上日常维持服务者：监控、备份、补丁、支持、值班、事故处理。部分可在云账单上；部分在工资、第三方工具或内部时间。

总拥有成本再扩大：培训、安全、专用连接、初始迁移项目、过渡 double 运营、退出成本。它看轨迹，非仅一个月。

把 TCO 缩成三行目录，是把月收银小票与轨迹成本混淆。在本书意义上，经济可及性关乎轨迹。

8.2 各类别的日常语言

任何公式之前，各成本家族 concretely 指什么。

基础设施：机器、存储、常态运营传输, 目录最清晰者。

运营：不间断 major 中断地运行服务, 监控、备份、补丁。

人员：运营、诊断、响应事故者的工资与值班。

安全：身份、检测、审计、安全 incident 响应。

连接：专用链路、内容分发、peering、基础目录外网络。

培训：认证、实验室、超越单一控制台的 upskill。

初始迁移：分摊在分析时长上的切换项目。

Double 运营：旧新环境共存期。

可逆性：导出、重写、退出测试及日后离开时的可能不可用。

透明模型须保持这些类别**互斥**，分离观察、目录、估计、假说或情景化，拒绝用 invent 平均填洞。[1]

亦明确四边界：**分析时长**（12 月 ≠ 36 月）；**范围**（IaaS ≠ SaaS）；**负载**（稳

[1] 著作《La souveraineté cloud européenne》的分析框架（总拥有成本模型）。

定或 seasonal）；**假设**须标为假设。

8.3 单一公式

类别以中文命名后，工作模型 SCE-TCO-01 写作：

C_TCO = C_infra + C_ops + C_personnel + C_securite + C_connectivite + C_formation + C_migration + C_double_run + C_reversibilite

此公式是**计算框架**，非完整经验估计。任一 critical 项仍假说或未知时，**不公布 TCO 总计**：模型拒绝发布粉饰的完整 TCO。

类别	示例	工作模型中的状态
基础设施	计算、存储、运营传输	Partial 估计（组合篮 AWS 目录）
运营	监控、备份、补丁	未知 / 若度量则分离
人员	运营工资、值班	假说，未校准
安全	身份、检测、审计	假说，未校准
连接	链路、CDN、peering	假说，未校准
培训	认证、实验室	假说，未校准
迁移 / 启动	分摊初始项目	假说，未校准
Double 运营	切换共存	假说，未校准
可逆性	退出传输、退出测试	假说，未校准

防 double 衡量规则：常态运营传输留在基础设施；**一次性**退出传输属可逆性**或**分摊迁移，never 两者同时。

8.4 基础设施 partial 小计

为 anchor 推理，上一章 AWS 组合篮基础设施目录小计（边际 rate 传输）为：

25.088 + 35.04 + 9.00 = **69.128 美元。**[2]

此金额为 **partial 基础设施目录估计。**非客户账单，非供应商排名。Azure、OVHcloud 与 Google Cloud 此处未 aggregate 为唯一总计。

8.5 架构选择如何移动成本

人员非 accessory：它常决定低目录是否仍 advantageous。监控与支持把架构变成 held 服务。安全与可用性在基础设施、运营及间接可逆性之间移动金额。under-invest 可降低 visible 账单、提高停机成本, 停机前 rarely visible。

高度托管架构可减少运营人员需求，却增加对专有服务的依赖，从而增加退出重写成本。更接近基础设施的架构可能需更多值班却 eases 替代。这些 trade-off 是合理机制；在此未作为欧洲常数量化。

自动化同逻辑。Infrastructure-as-code 脚本可降低运营边际成本、facilitate

[2]Amazon Web Services，Price List API，上一章 repris 的欧洲（法兰克福）组合篮目录行。

日后迁移, 若未绑定专有 extension。否则 mainly 加速在 ecosystem 内部署。

8.6 迁移、double 运营与可逆性

初始迁移摊销项目：设计、测试、切换。**Double 运营**指两环境共存：保护 continuity，代价是某些项 temporary doubling。**可逆性**指日后退出所需；将是下一章核心，已入公式因无退出的 TCO 是 assumed 或 forgotten 的 captive TCO。

8.7 定性敏感性：无 invent 模拟

某些参数**一旦有来源**可反转 apparent 目录优势。

参数	Plausible 方向	Status
recurring 传输体量	上升 favor 低退出费	待校准
专有平台强度	上升增加重写成本	假说
人员 / 基础设施比	上升削弱低目录优势	假说
多年承诺	单价降、退出成本升	定性
分析时长	延长摊销或 reveal 退出成本	方法

此表非定量模拟。未校准参数未 invent 数值。数据 incomplete 时：列洞；仅估计可度量项；识别会反转 trade-off 的项；判断剩余 uncertainty 是否可接受。

8.8 待填 pedagogical 表：illustrative 假说

未观察假说：某组织拥有 69.128 美元/月基础设施目录小计。尚不知值班、监控或退出测试成本。与其 invent「平均 TCO」，可填下表。

栏	须填写内容	当前状态（示例）
观察数据	账单、工单、事故时间	待补
目录数据	dated 网格行	Partial（infra 69.128 USD）
缺失数据	值班、监控、退出报价...	开放列表
Explicit 假设	分析时长、范围、负载	待写
验证负责人	内部姓名 / 角色	待指定

此表非真实案例。它展示如何拒绝假精确。

8.9 异议与陷阱

FinOps（云支出治理）对当期账单有用；对可逆性与技能仍 incomplete。产业 benchmark 仅在有来源、dated、bounded 时进入。过宽 TCO 可能 unusable：honest partial 小计更好。

更 subtle 陷阱：若把退出成本算得太重，可能人为使任何「欧洲」替代变贵，而留在 hyperscaler 可避免 immediate 成本。异议 serious。它不能 justify 排除退出：须分离、dated，并与其他风险比较, 不可用、商业条件变更、监管义务。

8.10 通向退出之桥

主权的经济能力不是最低月价。是看见固定依赖的项的能力：技能、double 运营、退出。TCO 本身不 establish 主权。它使无则主权话语无法判定的经济条件 visible。

留下**退出**的有别问题：欧盟法 impose 什么、竞争分析描述什么、须测试什么才能谈真实可逆性，而非 promised 可移植性。



第9章

试验、迁移与降低退出成本

合同可 promise 可移植性。营销页可宣称数据「能出」。法律义务甚至可禁止某些换供应商费用。唯一能裁决的问题仍是：是否**测试**过退出, 时长、成本、功能差距, 还是仅作声明?

本章**不报告**已为本书开展的任何迁移实验。它提出证据网格、欧洲法 reminder 与准备可信测试的 checklist。容器化协议已在纸面 formalized；**未执行**。

前几章绘制了锁定机制、比较方法与总成本网格。本章问：能否退出、多久、经实测的真实成本几何?

9.1 可逆性四个层级

层级	含义	证据示例
声明	营销 promise 或 generic 条款	页上的「可移植」
文献化	描述的程序、格式、导出接口	规格、说明书
已验证互操作	同一负载在至少两环境测试	测试日志、满足准则
迁移成功	measured 切换或 double 执行	时长、成本、功能差距

法律义务可加强文献化、降低某些切换费。其本身**不构成**经测试迁移。在本书中谈能力，至少须第三层级；对关键负载，须第四层级。

9.2 能离开不等于能迁移

合同解约可能打开法律之门。它不重建应用。

专有应用程序接口（*API*）常固定无 elsewhere 精确等价的调用。托管服务, 队列、带专有 extension 的数据库、绑定 ecosystem 的函数, 加速初始开发、加重重写。不完整导出格式有时可 recover 文件却无法 recover schema、元数据或权限。技能可能 tightly 绑定某控制台：即使有退出权，团队可能缺 elsewhere 重建的 know-how。

数据导出成本（*egress*）只是一成分。还有重写、测试、双环境共存、可能不可用、团队时间。上一章 recurring 运营 egress 与一次性退出传输不是同一对象。

9.3 竞争分析所文献化者

据已在依赖机制中 mobilisé 的 OCDE 报告，sector 引起关切 notably 切换壁垒, 迁移、互操作, 以及诸如高额云外数据传输费等做法。[1]

这些壁垒不证明每个欧洲负载被 captive。它们说明为何可逆性应作能力对待。英国索引亦将高退出费与 multi-cloud 阻滞相连；范围是英国，非欧盟统计。[2] 本章未找到欧洲平均迁移成本数字；未 invent。

9.4 Data Act 改变什么, 又不保证什么

法规 (EU) 2023/2854，*Data Act*，第 VI 章规定旨在 facilitate 数据处理服务供应商变更的义务。[3]

条款	保留内容
第 25 条	书面合同；启动预告最多两月；transition 原则上最多三十 calendar 日 (否则 motivated 替代期限，通知后最多七个月)；transition 后至少三十日数据 recovery 期
第 29 条	*Switching* 费（含法规意义上提取费）自 2024 年 1 月 11 日至 2027 年 1 月 12 日削减（上限 = 直接成本），自 **2027 年 1 月 12 日起禁止**
第 31 条	例外：商业目录外高度定制服务；有限期的非生产测试或评估版
第 50 条	2025 年 9 月 12 日起一般适用

这些规定改变变更的合同与 tariff 格局。低估法律同样 misleading 于高估。

Critical 局限：禁止切换费**不自动消除**全部迁移成本, 重写、double 执行、人员、测试、托管平台债、不可用。文献合规 ≠ 经测试的技术可逆性。

9.5 机制：「在法律上成功」的退出仍失败

illustrative 情景，非观察案例，合理链条如下。组织有解约条款与更 favorable 切换费 regime。它导出数据。文件到达。但应用依赖专有队列、cloud-specific 身份与非标准 extension。重写耗时数月。两环境共存。测试 reveal 差距。切换推迟。成本远超提取费。

法律开门；架构、格式与技能决定能否跨过门槛。

[1] OCDE,《Competition in the provision of cloud computing services》, OECD Roundtables on Competition Policy Papers No. 323，2025 年 5 月 20 日，DOI 10.1787/595859c5-en。

[2] Ofcom，*Cloud services market study final report*（摘录），2023。

[3] 欧洲议会与理事会法规 (EU) 2023/2854（Data Act），欧盟官方公报，CELEX 32023R2854。

9.6 可度量评估网格

指标	如何度量	解读局限
迁移时长	退出决定至 validated 切换之间	依赖范围与负载
直接成本	项目预算、传输、工具、外包	常排除机会成本
不可用时间	measured 中断窗口	可被 double run mask
重写工作量	不可移植服务上的人日	无工作日志则主观
不可替代依赖	无 tested 等价的服务清单	清单常 incomplete
数据导出能力	格式、完整性、提取 delay	导出 ≠ 服务重建
测试覆盖	迁移后重放的关键场景	覆盖 ≠ 无缺陷
所需技能	实际 mobilisé 的 profile	Rarely documented
迁移后运行	N 日内达到的服务目标	horizon 过短 misleading

不产出综合分数。九个 partial、dated 度量优于 cosmetic 排名。

9.7 Checklist：准备可信退出测试

在谈经测试可逆性之前，组织可 concretely 串联：

1. **清点**实际使用的服务、数据与技能（非仅合同所列）。
2. **选择**有代表性但有界的负载, 足够 critical 可 instructive，足够小可测试。
3. **文献化**导出格式、不可替代依赖与成功准则, 在测试之前。
4. **准备** minimal 目标环境与必要访问权。
5. **执行**导出、重部署与测试场景，日志记录时长、差距与事故。
6. **度量**可能不可用与测试直接成本（勿 double count 运营 egress）。
7. **明确决定**达到层级是「已验证互操作」「迁移成功」或仅「文献化」。

此 checklist 非试验结果。它把 intention 变成 procedure。

9.8 容器化协议：已提出，未执行

Kubernetes 文档描述容器化负载的可移植平台。[4] 在本书框架内 formalized 了测试协议（minimal 负载、standard manifests、成功准则、timestamp 日志）。

未执行。未为本书记部署 cluster。不存在试验日志。故此处**未达成**已验证互操作与迁移成功。Kubernetes 可 facilitate 某些移动；不使所有架构可移植。下一章将此软件 opening 置于更长链中，不重跑协议。

[4] Kubernetes / CNCF，文档，Concepts Overview，kubernetes.io。

9.9 读者可保留者

可逆性是**可测试能力**，非口号。*Data Act* 可 facilitate 变更的某些方面；不能替代试验，也不能消除全部迁移成本。测试有成本：是可度量保险。组织可选择不付；则不能声称拥有经证明的能力。

无经测试可逆性，可积累法律与 tariff 能力却不削减依赖 criticality。能退出不 oblige 退出。不知能否退出而留下，则是 potential 关键依赖。

自由软件、开放标准与兼容接口在何种条件下**真正**降低这些 friction，贡献在何处止步？这是下一章对象。



第 IV 部分

技术、产业与韧性



第 10 章

开源软件、标准与互操作

开放代码、发布标准、采用「可移植」编排器：三种常被当作主权证据的姿态。它们可能减轻某些依赖，也可能把问题转移到集成商、底层云、单一维护者，或从未经受检验的规范上。

上一章区分了声明的可移植性与经测试的迁移，并形式化了一个**未执行**的容器化协议。本章不再展开该点，只为把软件开放置于同一证明纪律之中。它审视开源软件、开放标准与兼容接口**能够**带来什么，以及它们**不能**证明什么。它拒绝把「开源」「开放」「欧洲」与「主权」当作同义词。

10.1 界定开源而不理想化

据开源倡议（Open Source Initiative）的《开源定义》，开源不限于代码可访问：分发须满足一系列准则，包括再分发、源代码、衍生作品、不歧视、技术中立许可等。[1]

该定义防止把任何在限制性条件下可查阅的代码都算作「开源」。区分**可访问的源代码**与**真正自由的许可**（按该定义）是分析上的第一步。仅此并不意味组织能在事故节奏下维护、加固并运营该软件。

10.2 六条区分，避免口号

概念	含义	常见陷阱
符合定义的许可	按 OSI 准则享有分发与使用权	与免费混为一谈
代码可得性	代码可读、可获取	无维护能力
开放标准	规范已文档化、可访问	实现分化
理论兼容	接口宣称兼容	未经测试
组件可移植	某一模块可迁移	整体系统仍被锁定
技术开放	工具与格式可访问	无运营掌控

开放许可、代码可得或采用某一标准，**单凭其一**不足以证明不存在关键依赖或某一主权程度。[2]

减轻依赖不等于消除依赖。理论兼容不等于经测试的兼容。

[1] Open Source Initiative，《The Open Source Definition》。

[2] 本书《欧洲云主权》的分析框架（开源与标准的局限）。

10.3 有条件的好处

开放标准、文档化格式、稳定接口、自动化工具与开源软件，在组织能抵制专有扩展的前提下，可能便于检查与审计，扩大专有控制台之外的技能池，在实现真正兼容时降低部分重写成本，并支持可复现的互操作测试。

每一项好处都取决于架构、治理、技能以及实际执行的测试。若无人能在他处重建，文档化格式并不能减轻退出负担。

10.4 常被忽视的局限与成本

开放有代价。集成、维护、漏洞响应、运维人员培训以及实现分歧，在给定时间跨度上可能超过专有许可成本。这不是反开源的论据，而是主张应纳入总拥有成本（TCO），而非当作自动省钱。

大规模互操作难以测试：演示服务可行的，可能在带状态、合规与严格服务目标的业务系统上失败。同一标准的两种实现可能在细节上分歧，从而阻塞真实迁移。若无试验记录，标准仍只是潜在资源。

10.5 假设示例：开放底座，专有依赖

设想一个**明确为假设、非观察案例**的场景：应用部署在核心为开源且文档化的编排器上。基础清单（manifest）符合标准。但随着迭代，团队逐步加入：与某云厂商绑定的负载均衡；该云特有的工作负载身份；在其他环境未经验证的存储类；以及仅在该生态内认证的私有镜像仓库。

底座仍「开放」。**系统**却难以迁移。中央组件的开放并未消失，却被扩展绕开。减轻对运行时的依赖并未消除身份、网络与存储上的依赖。该机制说明许可审计与退出审计不可混为一谈。

10.6 机构话语与有界证据

欧盟开源战略的一页机构材料将开源呈现为「技术主权」的工具。[3] 其中宣传性数字**未展示方法论**：本书不将其作为既定事实引用。2020–2023 战略文件在源审查时未能下载；此处不虚构页码。

政治意图与产业结果须分开。本书评估的是能力，而非新闻稿。

10.7 与转换壁垒的关联

竞争分析已将互操作与标准化局限与换供应商壁垒联系起来。[4] 改进标准与接口可能降低部分退出成本，在此为**合理但未测量**。净效应取决于实现、技能以及上一章所述可逆性测试。

---

[3]欧盟委员会，事实页「EU Open Source Strategy」，《Shaping Europe’ s digital future》。

[4]OECD，《Competition in the provision of cloud computing services》，OECD Roundtables on Competition Policy Papers No. 323，2025 年 5 月 20 日，DOI 10.1787/595859c5-en。

10.8 从开放到能力：四步

第一，标准或自由许可创造技术**可能性**。第二，具体实现创造**可用性**。第三，互操作测试创造**部分证明**。第四，迁移成功并配合技能与运营，才创造**能力**。

从第一步直接跳到第四步，是软件主权辩论中最常见的捷径。对容器化案例，第 9 章已确立：宣称的产权不等于经演示的迁移；相关协议仍未执行。此处议题更广：开放是杠杆，不是保证。

Kubernetes 文档同样体现该纪律而不赘述：编排平台宣称的可移植性，区别于单体应用平台；本书未测量互操作或迁移。[5]

10.9 异议

「全面开源」即可减依赖：依赖可能转向集成商、底层云或维护者。标准即够：无测试则文本无法承担证明负担。开源即低成本：集成与维护属于 TCO；在某些时间跨度上专有服务 TCO 可能更低，这并不使其成为「主权」方案。

10.10 走向产业物质

开源软件与标准是**技术能力的杠杆**。与技能、测试及产业基础结合时，它们可支撑减轻关键依赖。若将其当作主权保证，则把辅助能力变成口号。因不足而完全忽视，则是对称的错误。

产业物质, 数据中心、组件、能源, 随后决定这些软件杠杆能实际支撑什么。若无物理与产业能力，软件开放只是必要的部分条件，而非完整战略。这是下一章的主题。



[5] Kubernetes / CNCF，文档，Concepts Overview，kubernetes.io。

第11章

数据中心、半导体、能源与供应链

空调机房、机柜、大容量电力线：数据中心的形象令人安心，仿佛云主权从街面即可看见。然而兆瓦级电力可托管软件栈、组件、维护与事故决策仍鞭长莫及的服务。反之，若声称没有半导体完全自主便谈不上任何云政策，则把真实瓶颈变成不作为的借口。

在这两种极端之间，本章提出产业问题：**哪些物质与能源能力**在并不保证结果的前提下，**制约**关键依赖的减轻？上一章的开源与标准不能替代物理底座。此处四个相互关联的子集：托管算力、组件、能源与网络、供应链；再用一张表区分本地化、拥有、控制与真正掌握。

不虚构欧洲同质化的产业统计或最终所有权比例。本章核心产业主张仍是工作假说。

11.1 装机能力与实际可用能力

物理算力与托管能力是云服务的物质基础。无站点、无可用电力、无连通性，便没有规模化的云供给。为《云与人工智能发展法》（*Cloud and AI Development Act*）准备的一项研究估计，2025 年欧盟 27 国数据中心能力约 12.4 GW，且高度集中在少数成员国；据该建模，德国、法国、荷兰与爱尔兰合计约占总量约 63%。[1]

这些数字须 sober 地读。它们描述**能力**，常为建模，有时与调查交叉。它们不说明谁持有站点、谁运营虚拟机管理程序、谁控制特权访问，或托管服务能否在他处重建。欧洲本地化的千兆瓦可服务非欧洲栈。规模较小但运营上掌握更好的能力，可在不匹敌超大规模厂商体量的情况下减轻某些关键依赖。

还须区分**装机**能力与**实际可用**能力。机柜满载、电力线饱和、许可未获或散热约束，可使功率图上的部分能力无法使用。地理集中再添一层 nuance：若相当比例能力集中在少数成员国，各国能源、规划与 fiscal 政策与泛欧产业话语一样影响欧洲供给。

[1] Cloud & AI Study，欧盟出版署，2026，DOI 10.2759/9828163，建模能力 / CATI 调查；≠ 运营商最终所有权。

11.2 本地化、所有权、最终控制与运营

BEREC 外部研究区分五类所有权与商业模式：独立中立托管（*carrier-neutral*）；超大规模厂商自有站点；公共倡议或公私合作；电信运营商持有；混合或新兴模式。[2]

该类型学防止把「欧洲数据中心」当作单一类别。中立托管站可托管国籍与栈极 diverse 的客户。超大规模站点可在欧洲而决策链全球化。公私合作可公共融资、私人运营。电信运营商可拥有建筑而部分外包云层。

于是四个问题须分开：

1. **何处**是机器与数据？（本地化）
2. **谁拥有**资产与合同？（所有权）
3. **谁**是经济控制权的最终受益人？（最终所有权）
4. **谁**配置、监督并在事故中决策？（运营掌控）

本地化与所有权不重合。所有权与最终受益人亦然：欧洲注册地可掩盖欧盟外控制链，反之亦然。法律控制与运营掌控再分化：合同可赋权而团队在压力下无法行使。当前语料未找到欧洲范围内同质化的运营商最终所有权序列。因此此处不 fabricated 欧洲「所有权」或「掌控」百分比。此缺非脚注细节，而是欲把兆瓦图变为主权图者面临的结构性空白。同质化的最终所有权统计尚待建立；未予虚构。

11.3 半导体：云的上游瓶颈

芯片与关键组件的获取约束可生产、演进或加固之物。无组件则无服务器。无可信制造或供应能力，自主云宣告很快撞上工期、制程节点与全球链条的现实。

《芯片法》（*Chips Act*）为强化欧洲半导体生态设定政策框架。[3] JRC 与欧洲审计院报告记载全球制造或产能份额为百分之几量级，且**定义不可直接叠加**。生产、装机产能、数字十年目标：这些量不可合并。常引的大约 7%、9% 或 11.7% 须附来源与方法。[4]

这些数字为产业依赖提供背景，不测量云主权。半导体能力更强的欧洲可能减轻数字基础设施的某些供应风险，却不会自动把每个云合同变成运营掌控或可逆性。对称地，最先进节点完全自给不可行，并不妨碍绘制瓶颈与多元化采购。

与云的关联是机械的：服务器、加速器与网络设备的可用性取决于超出云厂商的链条。忽视此瓶颈的云政策，仿佛建筑可自给自足。

---

[2] BEREC，External Study on Data Centres，BoR (26) 01，2026：类型学；无欧盟最终受益人同质序列。

[3] 法规 (EU) 2023/1781（Chips Act）。

[4] JRC，Semiconductors in the EU (JRC133850)，2023；欧洲审计院，Special report 12/2025。勿在未说明定义时合并 7%、9% 与 11.7%。

11.4 能源、并网与网络

无能源与连通性，便无可持续的云能力。数据中心是主要且增长的用电户。Eurostat 发布各国数据中心用电序列；欧盟聚合并不同质。[5] JRC 估计 2022 年欧盟 27 国数据中心用电在 45–65 TWh。[6] 报告 COM(2026) 500 援引 IEA，称 2024 年为 68 TWh。这不是 Eurostat 单元格的可验证加总，**不可**与 JRC 区间机械合并。[7]

能源是条件，非主权问题的全部。电力紧张区域、并网排队、需求峰值、地方可接受性，可在云需求增长时限制能力扩张。电力充裕而软件栈未掌握，也不会增加主权。网络补全图景：孤立、互联差的数据中心无法支撑靠近交换点与国际路由的节点所支撑的服务。

11.5 供应链：韧性而非自给

地缘政治冲击、物流中断、交货延迟、对网络设备或备件的依赖：*supply chain* 的韧性限制单点故障。韧性不是自给。欧洲多元化供应商与战略库存，并非独立于一切全球链条，但可减轻某些断裂风险。

从晶圆到机架、从固件到维护的统一量化欧洲云链地图尚待记录，不以未标注的示意值替代。在此图缺失时，本章可表述机制与区分，却不能声称测量欧洲云供给的产业韧性程度。

11.6 表：本地化不等于控制

维度	问题	常见混淆
本地化	机器与数据在哪?	本地 = 主权
所有权	谁拥有资产与合同?	本地所有权 = 技术独立
最终控制	谁持有有效经济权力?	注册地 = 最终受益人
运营	谁配置、监督、事故决策?	合规 = 运营掌控
供应商独立	能否替换关键组件与服务?	第二供应商总够

这些问题不能靠单一指标回答。本地化站点可为非欧洲 actor 所有。本地所有权可与不可替换的软件依赖并存。文书控制可掩盖运营无能。双重采购若共享同一上游瓶颈，仍可能不足。

在本书分析框架中，欧洲产业基础, 数据中心、组件、能源、供应, **制约**云依赖减轻的程度，不与单纯本地化或技术自给混为一谈。[8] 此命题仍是**工作假说**。背景来源不能替代能力与最终所有权的清单。

[5] Eurostat，isoc_env_ict_nrg。

[6] Kamiya & Bertoldi (JRC)，2024。

[7] 欧盟委员会，COM(2026) 500 final，脚注引用 IEA；勿与 JRC 合并。

[8] 本书分析框架（产业能力），工作命题，产业证据仍 partial。

11.7 异议

有人称本地数据中心「就够」。仅当伴随运营控制、软件可替换性与技能时成立，本地化不会自动带来。有人称中期芯片自主不可能：对完全自给或许成立，并不妨碍绘制瓶颈。有人称能源约束使扩张不可取：这反而说明云能力非免费品。

更 subtle 的异议称，若合同与认证 robust，最终所有权无关紧要。下一章说明合同与认证本身不能测量事故下的行动能力。此处缺少欧洲最终受益人清单，无法在联盟尺度 empirically 裁决该异议。

11.8 通向运营

若无可读产业基础，云自主仍受约束。本地化、所有权、最终控制与运营掌控不重合。语料提供能源、半导体与类型学背景；最终所有权与实测控制的清单仍开放。

物质不够：无运营掌控与事故韧性，法律框架与兆瓦仍空洞。这是下一章主题。



第 12 章

网络安全、韧性与运营掌控

本地化条款可安抚采购方，却不说明谁持有管理密钥、谁在凌晨三点响应，或能否要求域外访问。无运营控制与韧性，法律框架可能只是纸面空壳, 纸上 elegant，压力下 inactive。

上一章提醒：物质, 数据中心、芯片、能源, 制约却不保证。本章论**行动能力**。机构来源为 debate 提供背景，不测量欧洲聚合的运营掌控。不虚构敏感事故案例，不建立供应商安全排名。

12.1 八个具体问题

在标签之前，先问：

1. 谁可**管理**系统，权限几何？
2. 谁持有**特权访问**，如何记录？
3. 事故中**谁**可介入，时限与地点？
4. 谁控制**日志**与监控工具？
5. 谁可**恢复**数据与服务，是否测试过恢复？
6. 谁掌握**危机流程**, 隔离、切换、沟通？
7. 对供应商与分包商仍有哪些**依赖**？
8. 如何**证明**这些能力, 测试、日志、演练，而非仅声明？

这些问题区分四层常被混淆者：**监管合规**、**合同承诺**、**成文安排**与**经测试的能力**。组织可在前两层 excel 而在第四层失败。

12.2 运营控制的所指

配置、监督、身份管理、事故响应、隔离或切换决策：这是运营控制的核心。它与文书合规及服务器 mere 位于某领土不同。审计通过可与无法重建关键服务的团队并存。认证可证明流程，不保证压力下 mobilization。[1]

客户与供应商之间的**责任共担**模型按服务层, 基础设施、平台或软件, 重新分配任务，却不取消问题：谁实际能做什么？ IaaS 中客户保留大量系统与应用。PaaS 中平台更脱离其手。SaaS 中运营很大程度上委托。栈越高，控制需求不变，性质变。

关联图说明这些边界。它是**教学模型**，非普遍合同，非事故统计。

图不证明运营独立。它说明把合同责任与行动能力混为一谈是错误。

[1] ENISA / CSA，认证的局限。



图 12.1: 责任共担与事故协调（教学模型，非经验性）。

12.3 本地化不是控制

数据或机器本地化对某些合法要求可能是必要的：邻近性、管辖、延迟、行业政策。这不保证特权访问的掌控、监控工具独立，或不可替换的软件依赖不存在。「本地即安全」是混淆，非证明。

机构采购框架可要求声明的「主权」层级，本身不证明可测的行动能力。[2] 本书框架与采购工具不可合并。一方提供分析网格，另一方塑造采购程序。

12.4 韧性：吸收冲击而不宣称自给

此处韧性指吸收冲击与故障而不出现不可接受中断的能力，重大故障、供应断裂、安全事件、长期不可用。不要求完全无依赖，而要求知道什么会断、能撑多久、有哪些真实替代。

威胁报告与通报义务塑造监管格局。对某些云实体与数据中心，NIS2 指令引入网络安全与通报义务。[3] 通报义务不是观察到的韧性度量。行动者间可比的连续性指标，恢复时间、值班覆盖、监控工具可替换性，语料仍缺，不予虚构。因此此处不发布同质的供应商「运营掌控」排名。

韧性亦交叉上一章供应链。事故不仅是恶意软件，也可能是组件、固件、维护商或整区云不可用。

[2] Cloud Sovereignty Framework，委员会采购工具；与本书测量框架有别。
[3] ENISA Threat Landscape；NIS2 指令，义务 ≠ 测得的韧性。

12.5 域外访问：开放问题

外国当局对位于欧洲的数据或基础设施的访问制度常被援引。欧盟机构较早的采购指引提醒买方责任；范围窄且 dated。[4]

问题属法律、运营模式与特权访问架构。不能靠 anecdote 裁决，也不会因站点在欧盟而消失。

12.6 工作假说

在本书分析框架中，**无运营掌控与韧性**，法律框架或本地化本身不能产生面对关键云依赖的**行动能力**。[5]

此命题是**工作假说**。背景来源不能替代事故比较或运营掌控测量。

12.7 异议

有人称全球大供应商比本地替代「更安全」。对某些范围可能成立, 全球冗余、安全预算、流程成熟度。这不是关联依赖可接受的证明，也不是退出仍可能的证明。相对安全与依赖关键性是两个问题。

有人称安全主要靠规范与审计：有用，不能替代事故实践。有人称敏感事故公开文献少：正是本章拒绝虚构例子的原因。

反向异议称本地运营掌控总够。本地团队仍可能依赖专有工具、域外支持或稀缺技能。declared 掌控与压力下 exercised 掌控不可混为一谈。

12.8 从行动到供给

网络安全与韧性把云主权程度修改为**行动能力**，非标签。本地化 ≠ 控制。认证 ≠ 行动能力。通报义务 ≠ 测得韧性。机构语料提供背景；测得的运营掌控仍开放。

尚须从 technical 能力到**可行供给**：研究、融资、创业与产业化, 否则替代仍停留在实验室。这是下一章主题。



[4] EDPS，2018 年欧盟机构云指引：勿推广至一切行政机关。

[5] 本书分析框架，关于运营掌控与韧性的工作命题；聚合证据仍缺。

第 V 部分

研究、市场与竞争



第 13 章

研究、融资、创业公司与产业化

论文不是产品。原型不是可行的云替代。实验室与能持续生存的供应商之间，隔着资本、产业化、需求、运营技能等瓶颈，「主权」话语里常混为一谈。把文章、演示器或预算 envelope 当作已工业化的云供给，是辩论中最代价高的混淆之一。

关于学校与高等教育的章节已触及研究与转移。本章换尺度：看**供给**，技术能力如何成为、或未能成为，可信的经济替代。不虚构成功案例，不 fabricated 创业 → 规模转化率。

13.1 七步与六处可能断裂

科学或技术能力要成为可持续的产业能力，最低限度需如下链条：

1. **研究融资**：探索与实验的资源。
2. **知识产出**：论文、专利、默会技能。
3. **原型与演示器**：有界的概念验证。
4. **技术转移**：进入能销售与运营的组织。
5. **企业创建与成长**：结构、资本、团队。
6. **客户采用**：真实使用、付费、留存。
7. **规模化产业化与运营**：可用性承诺、支持、安全、可持续单位成本。

步骤之间断裂常见。断续融资在原型前切断研究。亮眼原型因缺产品负责人或运营团队而夭折。创业公司获得资本却达不到与大厂相当的合规与支持成本。初期采用若服务扛不住负载则崩溃。产业化卡在不可替换的组件、技能或第三方服务，即第 11、12 章那些。

这些不是轶事。它们解释为何公共项目可在支出指标上成功，却在真实可用的云供给上失败。

13.2 过早计数的危险

层级	含义	陷阱
科学产出	论文、专利	当作产业化
原型 / 演示器	概念验证	与运营服务混淆
创业公司	初生组织	忽视 viability
scale-up	增长能力	低估资本与运营
可行供应商	可持续替代	用市场份额当主权

这些层级不是自动阶梯。经济体可在论文上 excel 而缺托管供给。可融资

创业却达不到与完整栈竞争所需的运营规模。

13.3 意图、行动、结果

Digital Europe 计划设定一般目标（含战略自主）及各领域预算 envelope（高性能计算、人工智能、网络安全、技能、部署等）。[1] 把该法规读作云产业化证明是范畴错误。预算框架授权行动，不 Demonstrated 欧洲可持续云供给存在。

Chips Act 针对半导体生态，与托管云供给有别，尽管它制约第 11 章部分产业基础。[2] 委员会政策页宣布工具与联盟。宣布不是已通过法案，也不是市场结果。[3]

三格须分开：**意图**（话语、路线图）、**行动**（法规、决定、承诺预算）、**结果**（工业化能力、运营服务、sustained 采用）。从第一格跳到第三格而无中间证明，产出「主权已获」叙事。

13.4 资本、技能与需求

融资通道可支撑欧洲云供给产业化，本身不创造产品, 市场契合。此处产业化指从演示器到能履行可用性、支持、安全与规模承诺的服务。需要资本，也需要运营技能（第 12 章）、销售渠道、与现有生态集成，以及可 solvable 的需求。

反之，公私需求若无可扩展供给，采购方仍面对同样依赖。资本与需求两个瓶颈须保持有别，直至反证。下一章论公共采购；本章不把供给问题 solely 推给采购。

资本非同质。融资原型不等于融资 7×24 运营平台。融资创业不等于承受与大厂可比合规成本的能力。

13.5 可观察指标：不虚构数值

在转移率、生存率、规模化通过率仍缺于语料时，至少**命名**应观察什么，而不 invent 数字：

这些指标是测量议程，非结果表。

[1] 法规 (EU) 2021/694（Digital Europe Programme），查阅《官方公报》文本。融资 ≠ 工业化云能力。
[2] 法规 (EU) 2023/1781。
[3] 委员会政策页 / 通讯，区分意图与结果。

候选指标	可见什么	本书状态
演示器 → 运营服务的项目比例	转移断裂	此处未测
达到合同可用性承诺的时延与成本	运营产业化	此处未测
12 / 24 个月客户留存率	真实采用	此处未测
对不可替换组件或第三方服务的依赖	产业脆弱性	仅定性
经测试的值班与恢复能力	与第 12 章关联	此处未测

13.6 工作假说

在本书分析框架中，产业化与融资**制约可行云替代**的存在，区别于 mere 科学产出或大学模块的存在。[4]

此命题仍是**假说**。所审视的融资框架提供背景，不测量欧洲云供给的完成产业化。

13.7 异议

有人称瓶颈是需求而非资本：故下一章论公共采购。有人称市场已「筛选」最优供给：本书 elsewhere 记载的浓度提醒，筛选不意味可替换性。有人称欧洲「创新足够」：创新不等于关键托管栈规模的产业化。

更 radical 的异议称欧洲不必生产超大规模厂商，只需监管。该政治立场存在，却不取消本书问题：若依赖被判关键，哪些能力可减轻？无能力的监管可 framing，不能替代。

13.8 通向公共需求

无产业化与供应商 viability，人力与软件能力仍停在上游。所记录的欧洲项目本身不证明可持续云供给。意图 ≠ 行动 ≠ 结果。论文 ≠ 产品。预算 ≠ 产业化。

公共需求能否创造可信出路，又不封闭市场、不承诺自动产业化？这是下一问。



[4] 本书分析框架，关于产业化与融资的工作命题；结果未测。

第 14 章

公共采购与产业政策

国家与地方当局常最先谈云主权，也最先采购服务。公共采购可塑造需求、强加条款、创造出路，也可能引发争议、碎片化，或在无真实能力时偏好本地。本章解读这些权衡。非法律建议，亦非泛欧产业影响评估：各国采购量与效果研究仍缺。

上一章定位供给与产业化。本章看**需求**杠杆。公共采购法、*Data Act*、机构采购框架与有记录的采购提供 partial 语料，本身不 Demonstrated 公共采购已导致主权进展。

14.1 公共需求能做什么、不能做什么

杠杆	合理效应	局限
采购量	为替代创造市场	无可行供给则量 = 依赖
可逆性条款	退出要求	条款 ≠ 迁移测试
本地化标准	领土合规	本地化 ≠ 运营控制
安全标准	最低要求	审计 ≠ 行动能力
依赖透明	可见分包与栈	清单 ≠ 可替换性
总拥有成本	轨迹阅读（见第 8 章）	参数缺失则 TCO 不完整
「本地」偏好	产业支持	低效 / 诉讼风险；≠ 能力

这些杠杆不可互换。要求可测试可逆性不同于要求门面国籍。对不存在的供给强加采购量不会 magically 创造可行供应商。用采购产业支持可能诱人，也可能锁定 mediocre 方案或招致申诉。

14.2 目标、规则、标准、条款、执行、结果

六层须区分：

1. **政治目标**：主权话语、路线图。
2. **法律规则**：现行文本（指令、法规）。
3. **采购标准**：招标文件实际要求什么。
4. **合同条款**：合同 formalize 什么。
5. **执行**：实际交付、测试、控制什么。
6. **观察结果**：对能力、竞争、依赖的效应。

把第 1 层与第 6 层混淆，产出未经证明的成功叙事。政治目标不是产业结果。

14.3 现行法、草案与 rhetoric

须区分**现行**文本、草案与政治意图。2014/24 指令设定非歧视与授标原则，含经济上最有利标（*MEAT*）。[1] 它不禁止与标的相关的质量、安全或性能考量，也不本身授权以主权为名的泛化本国偏好。

Data Act 在其范围内强加切换义务，本身不创造产业供给。[2] 法律上便利换供应商不等于迁移成功，也不等于采购方运营退出能力。

Cloud Rulebook 与通用采购指引在政策页宣布，审查时尚未作为正式 act 发布。[3] 宣布 ≠ 适用法律。

Cloud Sovereignty Framework 及实施指引使机构采购方可为给定程序塑造标准。[4] 该框架是采购实践，非本书测量框架。有记录的欧洲机构采购市场，量级约 1.8 亿欧元，说明一种实践，不可推广至全联盟行政机关，合同金额也不是测得的产业效应。[5]



图 14.1: 公共云采购条款与标准类型（分析框架；机构实践部分有记录）。

图区分法律**强制**、**允许**、**观察到**的有记录实践，以及产业**效应未经证明**的部分。非采购手册，而是防混淆的罗盘。

[1]指令 2014/24/EU。
[2]法规 (EU) 2023/2854（Data Act），CELEX 32023R2854，可逆性章亦详述。
[3]委员会政策页「Cloud computing」。
[4]Cloud Sovereignty Framework；Implementation guidance，采购方能力 / 实践，非欧盟普遍义务。
[5]机构市场 / Cloud III 文档。

14.4 可能影响能力的标准：须经验证

对本书意义上有用的标准, 若在授标后真正控制, 包括：

- **互操作**与**可逆性**（格式、时限、退出协助、要求的测试）；
- **安全**与**连续性**（服务目标、恢复演练）；
- **依赖透明**（分包、关键组件、区域）；
- explicit 轨迹上的**总拥有成本**，非仅目录价；
- 供应商**真实**响应能力, 团队、运营参考，非仅幻灯片。

无授标后验证，这些标准仍是合同意图。公共采购可要求，单凭招标文件不能制造采购方缺失的运营技能，也不能制造市场上不存在的替代供给。

同理，本地化标准对某些负载可能 pertinent，不测量运营控制。本地化而不掌握特权访问，买的是领土合规，非行动能力。

14.5 对竞争与中小企业的影响

高安全、连续或可逆要求可能排除无法响应的 actor，含欧洲中小企业。过低要求可能 favor 已 dominant 的栈。对竞争的净效应在此未作为欧洲常数 Demonstrated，取决于市场、分包、联合体可能性与标准与标的相称性。

图与表因此提醒：**法律允许**不自动**产业 desirable**，**desirable** 也不自动**被测量**。

14.6 工作假说

在本书分析框架中，公共采购**可以**塑造云需求与可逆性要求，但不自动创造产业或运营能力；本地偏好不等于产业成功。[6]

此命题是**工作假说**。各国公共云采购量与专门影响研究仍缺。本书未 Establish 公共采购导致欧洲云主权可测进展。

14.7 异议

有人称本地偏好低效或法律 risky：该异议 serious，故应优先能力、可测试可逆与安全，而非门面国籍。有人称单一市场禁止一切采购产业政策：法律现实 nuanced，超出本章法律建议范围。有人称欧洲合作足够：合作将与市场动态一并讨论，不与采购 act 混淆。

反向异议称无本地偏好则无欧洲供给涌现：作为市场机制可能。此处未作为一般定律 Demonstrated，也未经证明偏好产生能力而非 rent。

[6]本书分析框架，关于公共采购与产业效应的工作命题；影响未经证明。

14.8 通向市场

公共采购是有条件杠杆。可要求，不能本身制造。现行法 ≠ 草案 ≠ rhetoric。合同金额 ≠ 产业效应。退出条款 ≠ 经测试迁移。法律与机构语料 partial；产业效应未经证明。

声明采用、市场份额与欧洲合作随后交互，无一本身等于云主权。这是下一章 terrain。



第 15 章

采用、竞争、合作与网络效应

同一段里常并列三个数字：多少企业用云、大厂商占多少份额、欧洲达到何种「主权」程度。这是三个有别对象。合并它们产生辩论中最顽固、也最利于过早结论的混淆。

关于产业、运营、融资与公共采购的章节已定位供给与需求杠杆。本章看**市场动态**：什么吸引客户、什么留住他们、什么加强或削弱可信竞争，欧洲合作能或不能改变什么。它重述已有记录的量，不 invent，拒绝把它们变成主权判决。

15.1 三个不可合并的量

量	测量什么	不测量什么
采用	付费云服务的使用声明	供应商份额；主权
市场份额	供给集中度（估计）	运营掌控；可逆性
云主权（本书框架）	面对关键依赖的能力程度	采用率或份额

2025 年，Eurostat 调查覆盖的欧盟企业中有 52.7% 声明使用付费云计算服务。[1] 该比例自 2023 与 2014 以来上升。它描述采用，不说明谁捕获价值、能否退出、基础设施 / 平台 / 软件哪层在受访者处 dominant。

据 2025 年 7 月私人估计，2022 年后「欧洲」云供应商在区域基础设施市场的份额仍约 15%，AWS、Microsoft 与 Google 合计在发表时约 70%。[2] 这是市场估计，非官方统计，非主权测量。当作掌控晴雨表是范畴错误。

本书框架中的云主权，既不是 Eurostat 率也不是 Synergy 份额，而是面对关键依赖的能力程度。高采用可与强 concentration 并存。更高欧洲份额可与低可逆性并存。三量可朝不同方向演化。[3]

15.2 网络效应、转换成本、规模经济

云市场不仅是目录对峙。生态越被采用，越吸引工具、技能、培训与集成商。**网络效应**使生态对下一客户更有用，对已投入客户退出更贵。机制合理且广泛讨论，不意味 concentration 对可逆性「最优」，也不意味 forced fragmentation 自动产生欧洲能力。

[1] Eurostat，《53% EU enterprises used paid cloud services in 2025》及关联数据集（付费云使用指标）。

[2] Synergy Research Group，《European Cloud Providers' Local Market Share Now Holds Steady at 15%》，2025 年 7 月 24 日：私人估计；「European provider」定义 partial。

[3] 本书分析框架，采用 / 份额 / 主权区分。

转换成本延伸该推理。不限于技术迁移价格，还包括应用重写、团队再培训、功能暂时丧失、业务协调，有时还有数据退出费。价格与总成本章已说明目录本身如何误导。此处议题是 dynamic：成本越高、测得越少，初期采用越可能变成结构性依赖，即便纸上有竞争者。

规模经济从 debate 另一方向作用。大运营商在全球分摊固定成本, 区域、安全、研发、支持, 可解释部分价格与功能吸引力，不抹平依赖关键性问题，也不抹平退出可能。「更大故更便宜」描述经济机制，非关联依赖对每一关键负载可接受的证明。

15.3 信任、采用与多云

声明采用测量最低运营信任：足以付费。不测量退出能力信任、特权访问掌控信任，或约束下连续性信任。组织可大规模采用却无限期地推迟可逆性测试。可逆性章已分离法律义务、合同条款与经测试迁移。市场把采用当成熟度时放大该混淆。

多云常作药方，非可替换性证明。运营两家供应商可能增加复杂度与协调成本，若关键负载仍 captive 于一家，则不减轻关键性。机制合理 ≠ 每组织观察结果。无测试，多云可能只是账单多元化。

15.4 竞争、互操作与韧性

竞争分析强调多法域 concentration、转换壁垒与互操作局限。[4] 竞争不只看 slide 上 actor 数量，也看真实切换可能, 格式、时限、技能、总成本。

三要求交叉但不等同。**竞争**要可信替代。**互操作**要负载与数据可移植。**韧性**要冲击下吸收而不不可接受中断。加强其一若不谨慎可能削弱另一：标准化过慢可阻滞供给；采用竞赛可牺牲退出；过高韧性要求可排除更小 actor（含欧洲）无法 immediate 响应。这些权衡不能靠 slogan 解决，须按负载、按市场读。

15.5 欧洲合作：规模无 magic

成员国与机构协调可减轻要求碎片化、放大项目规模，也可能产生 facade harmonization 而无共享能力。无在此记录为产业效应证明的项目评估, tension 是：合作 ≠ forced 统一，碎片化 ≠ 成功实验。

合作可涉标准、共同市场、研究基础设施、安全要求或产业项目。每对象有其成功条件。solely「欧洲合作」一词下混淆，产生 undifferentiated 乐观。本书 prefer 把每种合作与应加强的能力, 人力、经济、技术、产业、制度, 及可用证明关联。上一章公共采购是需求杠杆，不替代工业化供给或运营技能。

[4] OECD，《Competition in the provision of cloud computing services》，2025。

15.6 市场本身不能证明什么

此处回顾的经济机制, 网络效应、转换成本、规模经济、信任、合作, 说明某些依赖如何变 critical，本身不 Demonstrated 欧洲云主权程度，不替代缺失的产业清单、测得的运营掌控或语料仍缺的退出测试。

在本书分析框架中，采用、竞争与合作**制约**云依赖轨迹，无一本身等于主权。[5]

此命题 articulates 有界事实（Eurostat 采用）、私人估计（市场份额）与有记录的竞争机制。它不赋予未来情景概率，不抬高产业与运营章节的空白。

15.7 异议

有人称 concentration 主要反映效率：对某些服务可能，不消除退出成本与关键性问题。有人称采用证明社会接受云：它证明声明使用，非掌控。有人称欧洲合作太慢：慢不能 authorize invent 结果。

反向异议称只有高欧洲份额才证明主权。本书拒绝该还原。更高份额可伴随低运营掌控或低可逆性，仍是读供给 dynamic 的有用量之一。

15.8 通向测量

采用、市场份额与云主权不可合并。网络效应与转换成本说明依赖 criticality。欧洲合作可增规模，不 magic 创造能力。此处重述的量仍 bound 于其来源。

要在不 fabricated 单一评分的情况下使能力与依赖可见，需要 disciplined 仪表盘。这是下一章主题。



[5] 本书分析框架，关于采用、竞争与合作的工作命题。

第 VI 部分

测度、情景与自主



第 16 章

构建能力与依赖仪表盘

单一的「云主权」数字会安抚政治仪表盘，也会欺骗。任意加权、被掩盖的缺失值、不可比对象的合并：复合评分承诺虚假精度。本章提出另一种东西, **跟踪框架**，指标有别、承认空洞、家族分离。

上一章分离了采用、市场份额与主权，并回顾市场机制。本章操作化本书测量框架。它**不赋予复合评分**，不虚构缺失序列，拒绝自动抬高仍文献记录不足的主张。[1]

16.1 四类指标

在维度之前，四个分析角色：

家族	问题	含义示例
投入	注入什么?	培训预算、研究 envelope、采购量
能力	能做什么?	可用实验室、值班团队、工业化供给
结果	观察到什么?	经测试迁移时延、校准总成本、使用的替代
韧性	约束下能撑多久?	经测试恢复、可替换性、单点故障

把投入（花钱）与结果（真正退出）混淆，是云政策最常见错误之一。把声明能力与经测试韧性混淆，是另一常见错误。仪表盘应使这些混淆可见，而非抹平。

这些家族延伸已设定的多维框架：云主权指减轻关键依赖的**能力程度**，非二元标签。[2]

16.2 维度与指标卡片

对每个维度，下两表提出候选指标，非已填充数值。第一表固定对象与单位；第二表固定来源、本书可用性与操纵风险。语料缺失或 partial 时，单元格如实说明。不提议插值。

[1] 本书测量框架，有别指标与 profile；默认禁止复合评分。
[2] 本书分析框架，多维定义。

维度	测什么	候选运营指标	单位 / 总体
人力资本	管道与真实环境访问	有云实验室的院校比例；单一生态外培训的运维比例	% 院校 / % 专业人员（欧盟或国别）
经济	价格与总成本	explicit 轨迹上的总成本差（目录 + 退出 + 锁定）	货币 / 典型负载；有界篮子
技术 / 可逆性	退出与互操作能力	优先负载上经测试迁移的数量与成功率	计数 / 时延 / 每负载成本
产业	物质能力与控制	可用 DC 能力；运营商 UBO / 控制清单	GW / MW；有记录运营商比例
运营 / 网络	运营掌控	成功恢复演练；有记录值班覆盖	成功率 / 时延；服务范围
治理 / 采购	要求与验证	含退出条款**且**授标后验证的采购比例	% 采购 / 体量
市场	采用与集中	声明采用；估计份额，**分列**	% 企业；% 市场（explicit 定义）

维度	所需来源	理想频率	本书可用性	局限 / 操纵风险
人力资本	院校调查；技能调查	年度	**缺失**（仅上游假说）	把名义模块当真实访问
经济	目录 + 校准退出参数	半年	**部分**（方法 + 篮子；总计未校准）	只展示目录价
技术 / 可逆性	执行并记录的协议	年度 + 事故后	**缺失**（此处协议未执行）	把法律条款当成功测试
产业	能力研究 + 公司登记	年度	**部分**（能力 / 能源 / 类型；UBO 缺失）	混淆本地化与最终所有权
运营 / 网络	演练日志；运营审计	年度 + 危机后	**缺失**（无可比比较）	混淆认证与行动能力
治理 / 采购	公共采购方数据	年度	**部分**（法律 + 有界机构实践）	把政治意图当结果
市场	官方统计 + 标注的市场研究	年度	**部分**（Eurostat + 有别私人估计）	合并采用、份额与主权

这些表构成**分析框架**，非欧洲 empirical 填充，不授权对国家或供应商的一般排名。

16.3 缺失值规则

四条最低规则防止仪表盘变 fiction。

第一，缺失保持缺失：无隐含零、无虚构欧盟平均。第二，私人估计带标签，不与官方统计合并。第三，未执行协议不得呈现为迁移结果。第四，仍属假说的主张不因列入精美表格而改状态。

机构采购工具可为给定程序算分。那不是本书测量框架。二者不可合并。[3]

16.4 轮廓而非领奖台

多维 profile、空洞 explicit，可在不声称单一分数的情况下比较情境。行政机关可能在合同本地化上 strong、经测试可逆性 weak。供应商可能在市场估计意义上「欧洲」、运营控制文献记录少。成员国可能有电力能力、最终所有权清单不清。

profile 使 tension 可读。领奖台抹平。默认**不计算**全球复合评分。测量框架的可能加权仍 provisional；未用合适数据做 sensitivity 测试前，不足以 justify 排名。

16.5 数据现状：不插值

本书家族	意图	当前文献状态
人力资本	学校、高教、运维管道	假说与 partial 背景；认证 ≠ 运维能力
经济	等价价格、总成本、退出	方法 + partial 篮子；总计未校准
技术 / 可逆性	互操作、退出测试、开源	协议；编排试验**未执行**
产业	DC、芯片、能源、供应	能力、能源、类型有记录；最终所有权缺失
运营	运营控制、韧性	已 contextualize；测得掌控缺失
治理	法律、公共采购、合作	文本与 partial 实践；产业效应未经证明
市场	采用、集中	有别量，部分填充

单元格写「缺失」或「未执行」时，仪表盘应显示空洞，非 discreet 插值。

16.6 工作命题

对论题有用的仪表盘是**有记录且可分离的指标**集合，附缺失值规则，非单一主权指数。[4]

[3] 本书测量框架与机构采购工具的区分。

[4] 本书分析框架，能力与依赖仪表盘。

16.7 异议

有人称决策需要评分：无 justify 的评分决策更差。有人称指标太多：少数填充指标优于 opaque 马赛克。有人称无完整序列则章为空：相反，structured 承认空洞是 serious 的条件。

政治异议称无评分的仪表盘不 persuasive。或许。本书 prefer 不以虚假精度 persuasive。

16.8 通向轨迹

此处测量即 making visible，含缺失。无排名。默认无复合评分。partial 填充保持分离。

在此方法基础上，可表述**分析情景**, 非预测, 以暴露权衡与失败条件。这是下一章主题。



第 17 章

欧洲情景、权衡与可能政策

情景不是预测。它们暴露合理的轨迹、权衡与可观察信号，而不赋予虚构的概率。本章提出三个分析情景。它**不闭合**全书论题，也不把产业与运营章节的文献空白变成情景上的确定性。[1]

上一章的仪表盘提供词汇：投入、能力、结果、韧性，空洞可见。此处组合这些要素，或展示它们如何无法组合。每个情景须能对照可观察指标，否则只是战略寓言。

未产出校准的仿真。不展示概率。轨迹既非「全面成功」也非「全面失败」：每条都承认部门进步与持续依赖并存。

17.1 情景 A：依赖持续

假设。采用继续增长。转换成本高且测得少。退出测试仍稀少。产业基础与可转移的运营技能衔接不足。政策倍增标签与本地化，却不验证行动能力。

机制。网络效应与规模经济加强已占主导的生态。公共采购更多购买领土合规，而非经测试的可逆性。培训集中于单一技术栈。本地产业化产出演示器，却没有规模化、可运营供给。

导向此情景的决策或条件。无限期推迟迁移演练；把多云当作证明；政治仪表盘合并采用与主权；为研究融资却不跟踪向供给的过渡。

关键依赖。难以替换的平台层；专有监控工具；不可转移的技能；难以快速替换的组件与区域。

可观察信号。大型供应商估计份额稳定或上升；迁移费用与时延未公开；可逆性协议未执行；恢复演练缺失或纯属文书。

风险与妥协。全球参与者的高服务连续性可与上升的依赖关键性并存。该情景不是道德指控：它是与强采用、弱退出相一致的轨迹。

削弱它的因素。在优先负载上经测试、重复的迁移；真正测量且下降的退出成本；在利基市场之外被使用的工业化替代供给。

17.2 情景 B：定向自主

假设。欧洲不追求自给自足。它选择边界，敏感数据、某些公共处理、互操作可测试的栈，并在其中减轻关键依赖。其余领域全球依赖持续，并被绘制清单。

机制。公共采购要求退出证明，并在授标后验证。持续培训瞄准可转移性，而非仅徽章。产业与能源仍是约束，但瓶颈清单改善。可逆性测试成为实践，

[1] 本书分析框架，分析情景，非预测性。

而非装饰性条款。

必要条件。优先排序负载；与原型同等程度地为运营融资；有时接受更高的总成本以换取可信退出；拒绝用单一评分掩盖空洞。

仍存的关键依赖。先进半导体；某些全球软件生态；稀缺人才；国际互联。

可观察信号。在明确列出的负载组合上的经测试迁移；经核验的可逆条款；部分但已填写的产业指标；采用与份额仍与掌控分开发布。

风险与妥协。定向策略可能把日后才显关键的依赖留在边界之外。若各成员国无协调地各自划定边界，也可能碎片化要求。

削弱它的因素。无测试的标签；无真实能力的本地偏好；一遇预算困难即放弃演练。

情景 B 不是温吞的妥协。它比「全面自主」话语要求更多经验纪律。它也描述**中间**轨迹：部门进步可能，持续依赖被承认。

17.3 情景 C：一体化生态

假设。人力、经济、技术、产业与制度能力在可观规模上相互加强。欧洲合作减轻要求的碎片化，而不废除一切实验。可行替代覆盖比例渐增的关键负载，却不声称消除一切全球依赖。

机制。运维人才池有记录且可在栈间流动。总成本与退出在公开篮子上校准。工业化供给与经核验的需求对话。物质基础, 能力、能源、链条, 用控制清单来读，而非仅建筑图。

必要条件。超越演示器的持续融资；真正落地实施的标准合作；拒绝混淆份额与掌控；与宣传同等程度地投资经测试的韧性。

即便在此仍可能持续的关键依赖。上游组件；某些固件与设备；网络与人才的全球相互依赖。否认它们会使情景漫画化。

可观察信号。有记录的可转移运维池；重复的迁移与恢复；产业基础与供给、需求之间可测的对话；填充仪表盘而无误导性的复合评分。

风险与妥协。如此衔接的成本与时间很高。设计不当的协调可能扼杀有用实验。某一细分上的部分成功可能被误读为全球主权。

削弱它的因素。不可复制的成功故事；虚构填充指标；遗忘持续依赖。

情景 C 不是承诺。它描述对能力要求极高的衔接，当前语料未在欧洲尺度上证实。

17.4 贯穿三轨迹的权衡

权衡	张力
采用速度 vs 可逆性	快速采用可能加剧锁定
目录成本 vs 退出成本	表面节约 / 隐藏债务
本地偏好 vs 真实能力	产业支持 / 门面

权衡	张力
协调 vs 实验	规模 / 多样性
开源 vs 产业化	开放许可 / 可运营供给
高韧性要求 vs 中小企业准入	高要求 / 进入壁垒

这些权衡不指定赢家。它们提醒：每条轨迹都要付出代价，有时在依赖，有时在成本，有时在缓慢。

17.5 杠杆与失败条件

本书述及的杠杆，学校、高教、运营、价格、总成本、退出测试、开源、产业、网络安全、融资、公共采购、合作，不能孤立起作用。单一杠杆在其他缺失时可能失败：无实验室的培训；无产业化的实验室；无运营控制的法律；无维护的开源；无供给的采购。

情景正是要使这些失败在变成「意外」叙事之前**可读**。

17.6 异议

有人称产业政策无效：可能，情景须展示可观察的失败条件，而非口号。有人称放任市场足够：别处有记录的集中度与转换壁垒使该异议可争议，此处未裁决。有人称需要概率：无校准模型则展示概率是欺骗。

17.7 通向结论

三个情景、权衡、可观察指标，无判决。全书的智识闭合属于下一章。



第 18 章

迈向渐进、可测、现实的云自主

本书论题并非结论的伪装。它提议审视一个观念：欧洲云主权来自人力、经济、技术、产业与制度相互依赖能力的渐进发展，其组合可减轻对非欧洲行动者的关键依赖。

历经基础设施、定义、依赖、人力资本、成本、可逆性、开源、产业、网络安全、供给、公共需求、市场、测量与情景之后，分析上**能持有什么**，又**须留什么开放**？本章是**框架综合**：已确立者、尚属合理者与未证实者，相互依赖，以及可反驳条件。它不宣称全书已通过科学验证。对读者的最终致意属于一般结论。

18.1 旅程已确立者

若干区分站得住脚。云是基础设施；采用不是掌控。在本书中，云主权是**能力程度**，而非标签。依赖因机制而变关键，集中度、转换成本、数据退出、互操作受限，而非因口号。声明采用、估计份额与主权程度仍是不同的量。仪表盘拒绝单一评分。情景暴露轨迹而不作预测。

有界事实锚定推理：欧洲调查测得的声明采用；须审慎使用的私人集中度估计；关于采购与换供应商的现行法律文本；拒绝虚构空洞的价格比较与总成本协议。这些元素不「证明」论题，却防止在真空中讨论。

18.2 旅程使之合理者

其他命题在欧洲尺度上未获证实，但仍合理。学校与高教形成人才池的上游条件。认证不证明可转移性。开源与标准是条件性杠杆。产业基础与运营掌控**制约**依赖的减轻。产业化与融资**制约**可行替代的存在。公共采购可结构化需求，却不自动创造能力。采用、竞争与合作引导轨迹，却不能单独决定一切。

这些衔接构成论题核心。它们解释主权为何不能还原为机器的**本地化**或供应商的**偏好**。本地化却不能控制访问、不能恢复、不能退出，不是掌控。偏好「本地」行动者却没有工业化供给与运营技能，不减轻关键依赖，有时只是转移依赖。

18.3 旅程未证实者

论题未证明欧洲已达云主权。未证明完全自主可能或合意。未产出泛欧运营商最终所有权清单、同质化测得的运营掌控，也未在本库执行编排迁移。价格篮子与总成本模型仍不完整。公共采购的产业效应未确立为欧洲常数。未产出校准的情景仿真。

这些空白不是脚注细节。它们界定本书能断言与须留开放的边界。

18.4 相互依赖：为何单一杠杆失败

有技能无实验室，有实验室无产业化，有产业化无可支付的需求，有需求无经测试的可逆性，有法律无运营控制，有本地化无控制清单：每个孤立环节都可能制造进步幻觉。论题强调**组合**。减轻关键依赖往往须同时有人力诀窍、诚实的经济演算、技术退出可能、可读的物质基础、事故下的行动能力，以及验证所要求之物的制度。

故上一章的情景不是政治菜单。它们是观察这些环节如何衔接或脱节的途径。

18.5 渐进自主

在本书分析框架中，**渐进云自主**指可测、部分、可修订的关键依赖减轻，与自给自足及单一评分相区分。[1]

可测：分离的指标、测试、承认的空洞。部分：某些全球依赖可能留存。可修订：昨日关键的负载明日可能不再关键，反之亦然。该定义不是经验定律，而是指南针，对抗两种极端：承诺完全独立，或因自给不可能而放弃一切减轻。

18.6 可反驳条件

工作论题在以下情况须被削弱或修订，其中包括：

- 相互依赖的能力在发展，却在经测试的边界上对关键依赖无任何可观察的减轻；
- 无这些能力即获依赖减轻，例如仅换供应商而无掌控；
- 测量永远无法分离采用、份额与能力；
- 自给自足成为唯一连贯的解读，本书拒绝该框架，但须另作论证。

[1] 本书分析框架，渐进自主与局限。

18.7 研究需求

语料呼吁本书不能替代的工作：基础设施最终所有权与控制清单；运营掌控与恢复的同质比较；公开执行可逆性协议；在代表性篮子上校准总成本；跟踪研究向可运营供给的过渡；评估公共采购对能力（而非仅合同金额）的影响。在这些证明缺失时，审慎不是弱点，而是方法。

18.8 最终异议

有人称自主不可能：须说明哪些依赖不可消除及为何。有人称已达自主：锁定机制与经测试可逆性的空白使该断言为时过早。有人称自主不可取：规范辩论与能力测量是不同问题。

18.9 待审视的命题

论题仍是**待审视的命题**，以词汇、区分与协议加以充实，而非已确立的经验定律。渐进、可测、现实的云自主在此指工作方向：组合能力、测试可测者、拒绝误导性评分、承认仍缺之物。

本章结束**分析综合**。一般结论向读者重提中心问题，并开放语料允许、不强加的优先事项。



结论

起始问题表述简单、裁断困难：在何种条件下，欧洲云主权可被理解为相互依赖能力的结果，而非已获标签或单纯托管地点？

本书首先以**方法**作答。它拒绝把采用、市场份额、本地化、所有权、运营控制、目录价、总成本、法律义务与产业化混为一谈。它将云主权视为面对关键依赖的**能力程度**。此答并非「已实现主权」的判决，而是区分已确立、已估计、合理与仍开放之物的框架。

上一章梳理了分析清单：旅程中已确立、尚属合理或未证实的部分，以及可反驳条件。此处要在面对未来决策与研究时承担该框架。

1 读者可带走什么

若干区分成立。采用不等于主权。本地化不等于控制。目录价不等于总成本。法律文本不等于产业化。认证不等于可转移技能。融资不等于可运营供给。这些阅读规则不能替代缺失的证明，却能防止过早下结论。

论题强调人力、经济、技术、产业与制度能力的**组合**。单一杠杆可制造进步幻觉。即便在有利轨迹中，全球依赖仍可能存在。本书既不承诺自给自足，也不承诺单一评分。

2 承认的局限

缺少欧洲范围内同质化的运营商最终受益人（UBO）清单。聚合的运营掌控未作可比测量。公共采购的产业效应未获证实。价格篮子与总成本模型仍不完整。可逆性协议可表述却未必执行。若干产业与制度主张仍是工作假说。

这些空白是调查结果的组成部分。它们指出应观察什么以加强、细化或反驳论题，而非以虚构填补。

3 与证据相称的优先事项

本书不宣告政治路线图，但允许审慎的分析优先：在合并之前澄清量纲；在排名之前要求价格与总成本协议；测试可逆性而非仅依赖条款；在公共项目中区分意图、行动与结果；将本地化、所有权与控制作为分开的问题；拒绝无经校验方法的复合主权评分。

这些优先不取代民主辩论，而是使之更有纪律。

4 开放

云在很长时间内仍将是部分依赖、经济权衡与能力不均分布的空间。问题不在于欧洲能否独自生产一切，而在于它判断哪些依赖为关键、实际构建哪些能力，以及如何避免把标签当作证明。

欧洲云主权若一词仍要有意义，便不是插在数据中心上的旗帜，而是能力轨迹, 要求高、可分段测量、始终不完整, 本书试图使其齿轮可见。

尾声

数字基础设施唯有在能够理解其组件、培养运维人员、衡量真实成本、检验退出路径，并区分「拥有」与「控制」之时，才变得可掌握。若无这些能力，云仍将是效率的承诺与依赖的风险。

欧洲不必在技术天真与自给自足的幻想之间二选一。它须逐块构建**可验证**的能力。若干证明仍缺：控制清单、真正执行的迁移、校准的总成本、测得的产业效应。承认缺口不是放弃，而是拒绝把标签当作掌控。

云主权若一词仍要有意义，便不能靠封面宣告。它要在实验室、合同、工厂、预算与技能中构建，在那里，人们终于愿意**测量**所声称要掌握之物。



视觉延续（概念插图）。

全书终

本卷终

内文至此结束。书中所述经验限度仍属开放：它们属于论证本身。

封底

若欧洲境内托管既不保证掌控、也不保证退出与产业化，何以谈论云主权？本书提出一个框架：相互依赖的人文、经济、技术、产业与制度能力，其组合或可减轻关键依赖，但不宣称主权业已获得。

采用、市场份额、本地化与控制：彼此不同的量。



FRANCK MEVENGUE