

# 数据中心通信塔与数字基础设施行业风险报告

GlobalCheck 全球行业结构性风险评级 (GISR)

报告版本: 2026.1

专业机构版

# 目录

|                              |    |
|------------------------------|----|
| 第 1 章 执行摘要 .....             | 6  |
| 核心结构性风险与缓释因素 .....           | 6  |
| 未来 12—24 个月基准判断。 .....       | 6  |
| 使用限制。 .....                  | 7  |
| 第 2 章 行业定义、边界与适用范围 .....     | 7  |
| 2.1 行业操作性定义 .....            | 7  |
| 2.2 包含的业务 .....              | 7  |
| 2.3 明确排除的业务 .....            | 8  |
| 2.4 相邻行业和代码归类冲突 .....        | 9  |
| 2.5 合并报告的合理性 .....           | 9  |
| 第 3 章 全球行业结构性风险评价结果 .....    | 10 |
| 3.1 GISR 总体结果 .....          | 10 |
| 3.2 六个评价维度 .....             | 10 |
| 3.2.1 行业周期性 .....            | 11 |
| 3.2.2 竞争结构与进入壁垒 .....        | 11 |
| 3.2.3 盈利能力与现金流稳定性 .....      | 12 |
| 3.2.4 技术、产品或商业模式替代风险 .....   | 12 |
| 3.2.5 中长期增长稳定性 .....         | 12 |
| 3.2.6 监管、政策、供应链及外部冲击暴露 ..... | 13 |
| 3.3 结构性风险与当前景气度的区别 .....     | 13 |
| 3.4 核心风险、缓释因素与未来触发条件 .....   | 13 |
| 第 4 章 行业结构、价值链与商业模式 .....    | 14 |
| 4.1 产业链结构与风险传导 .....         | 14 |
| 4.2 核心产品与服务体系 .....          | 15 |
| 4.3 主要商业模式 .....             | 15 |
| 4.4 行业参与者类型 .....            | 16 |
| 第 5 章 全球市场规模、需求与供给结构 .....   | 16 |
| 5.1 市场规模与历史变化 .....          | 16 |

|                                      |    |
|--------------------------------------|----|
| 5.2 需求驱动因素 .....                     | 18 |
| 5.3 供给、容量与利用率 .....                  | 19 |
| 5.4 定价机制与成本转嫁 .....                  | 20 |
| 第 6 章 竞争格局与行业集中度 .....               | 21 |
| 6.1 行业集中度 .....                      | 21 |
| 6.2 进入壁垒 .....                       | 22 |
| 6.3 竞争方式 .....                       | 23 |
| 6.4 行业整合与退出 .....                    | 23 |
| 第 7 章 行业经济性、盈利与现金流特征 .....           | 23 |
| 本章核心判断 .....                         | 23 |
| 7.1 收入模式与稳定性 .....                   | 24 |
| 7.2 成本结构 .....                       | 24 |
| 7.3 利润率和盈利波动 .....                   | 25 |
| 7.4 营运资金与现金转换 .....                  | 26 |
| 7.5 资本密集度与自由现金流 .....                | 26 |
| 7.6 杠杆和融资特征 .....                    | 27 |
| 第 8 章 周期性、历史压力期与风险传导 .....           | 27 |
| 8.1 行业周期来源 .....                     | 27 |
| 8.2 关键历史压力期 .....                    | 28 |
| 2000—2002 年互联网与电信基础设施过度建设 .....      | 28 |
| 2008—2009 年全球融资收缩 .....              | 28 |
| 2020 年疫情：需求增强与执行受阻并存 .....           | 28 |
| 2021—2022 年重大物理事件 .....              | 29 |
| 2022—2024 年利率、能源和设备供应链压力 .....       | 29 |
| 2025—2026 年 AI 扩张、电力稀缺与 MNO 整合 ..... | 29 |
| 8.3 历史峰谷表现与当前客户退租案例 .....            | 29 |
| 8.4 风险传导机制 .....                     | 30 |
| 8.5 缓冲机制 .....                       | 31 |
| 第 9 章 技术、监管、政策与替代风险 .....            | 31 |
| 9.1 技术变化 .....                       | 31 |

|                                     |    |
|-------------------------------------|----|
| 9.2 产品或商业模式替代 .....                 | 32 |
| 9.3 监管和政策 .....                     | 32 |
| 9.4 合规成本及监管不确定性 .....               | 33 |
| 第 10 章 供应链、贸易与地缘风险 .....            | 33 |
| 10.1 关键投入 .....                     | 33 |
| 10.2 供应集中度 .....                    | 34 |
| 10.3 下游和客户集中 .....                  | 34 |
| 10.4 国际贸易与地缘风险 .....                | 35 |
| 10.5 供应链韧性 .....                    | 35 |
| 第 11 章 全球区域差异 .....                 | 35 |
| 11.1 区域比较方法 .....                   | 35 |
| 11.2 北美 .....                       | 36 |
| 11.3 欧洲 .....                       | 36 |
| 11.4 中国 .....                       | 37 |
| 11.5 日本和韩国 .....                    | 37 |
| 11.6 其他亚洲及东盟 .....                  | 37 |
| 11.7 中东 .....                       | 37 |
| 11.8 拉丁美洲 .....                     | 37 |
| 11.9 非洲 .....                       | 37 |
| 11.10 大洋洲 .....                     | 38 |
| 第 12 章 当前行业状态和未来 12—24 个月展望 .....   | 38 |
| 12.1 当前行业状态：截至 2026 年 8 月 6 日 ..... | 38 |
| 12.2 未来 12—24 个月展望 .....            | 39 |
| 第 13 章 情景分析与关键监测指标 .....            | 39 |
| 13.1 情景分析 .....                     | 39 |
| 13.2 关键监测指标 .....                   | 40 |
| 13.3 GISR 变化触发条件 .....              | 41 |
| 第 14 章 方法论、局限及使用说明 .....            | 41 |
| 14.1 GISR 评价对象与含义 .....             | 41 |
| 14.2 与其他风险评价的边界 .....               | 41 |

14.3 数据与市场规模口径 ..... 42

14.4 数据截止、估算与局限..... 42

第 15 章 参考资料..... 42

15.1 国际组织与官方统计 ..... 42

15.2 政府和监管机构 ..... 43

15.3 行业协会与专业研究 ..... 44

15.4 公司法定披露与正式业绩资料 ..... 45

# 第 1 章 执行摘要

**行业定义。**本报告评价以长期控制、开发、运营并向第三方商业化物理数字基础设施为核心的业务，包括商业数据中心、通信塔、共享无线系统、独立批发光纤、海缆及登陆设施；云计算应用、电信零售服务、设备制造、一般地产和专用自用设施不作为行业主体。

**GISR 结论。**GlobalCheck 全球行业结构性风险等级（Global Industry Structural Risk Level, GISR）维持 **2 级——较低结构性风险**。该等级反映行业具有较高必需性、长期合同、经常性租赁收入、进入壁垒和较低短期替代性，同时保留对资本密集、电力接入、客户集中、技术改造及低频高影响中断的风险识别。GISR 不等于企业信用评级、违约概率、投资建议或国家风险。

截至 2026 年 8 月 6 日，数据中心需求处于较强景气阶段：CBRE 覆盖的 16 个主要商业托管市场在 2026 年第一季度库存约 16 GW，同比增长约 25%，整体空置率约 6.7%；IEA 预计全球数据中心用电由 2025 年的约 485 TWh 增至 2030 年的约 950 TWh。强劲需求并未消除结构性风险，反而把可交付电力、项目兑现、设备交付和融资能力推至供给约束中心（[1]、[2]）。

## 核心结构性风险与缓释因素

| 主题         | 主要风险                                          | 主要缓释                                |
|------------|-----------------------------------------------|-------------------------------------|
| 电力、许可与资源约束 | 并网、输电、发电、变压器、用水和社区许可延长交付周期，并可能将基础设施成本转移给项目主体。 | 存量资产已取得的电力、路权、许可和互联生态具有稀缺性。         |
| 客户集中与项目承诺  | 超大规模云客户和少数移动运营商可提供长期合同，也拥有较强议价、定制、取消或整合退租能力。  | 零售互联客户组合、跨区域资产和多租户模式可降低单一合同影响。      |
| 资本开支与再融资   | 增长资本远高于维持性资本时，自由现金流对项目爬坡、利率和资本市场依赖上升。         | 长期资产、经常性收入、资产融资和合资资本提供一定期限匹配。       |
| 技术与资产代际    | 高密度 GPU、液冷和电气架构升级可能使旧设施出现改造成本或可出租容量折损。        | 计算、无线和跨境互联仍需物理设施，技术变化更多改变配置而非消除需求。  |
| 事件、网络和地缘暴露 | 电力故障、火灾、网络攻击、极端天气、海缆损坏和登陆点集中可形成尾部损失。          | 冗余电力、备用设施、多路径网络、灾备和保险降低单点事件频率与持续时间。 |

## 未来 12—24 个月基准判断。

在基准情景下，AI、云迁移、移动数据和互联需求继续支持数据中心预租、交叉连接和高质量塔址使用；但新增供给受电力和设备制约，增长更依赖能够取得电力、融资和长期客户承诺的运营商。数据中心企业可能继续呈现订单和资本开支同步上升，通信塔则更可能表现为低至中个位数核心租赁增长与客户整合退租并存。2026 年第二季度，Equinix 和 Digital Realty 仍报告较强订单、积压或续租定价；American Tower 保持正增长，而 Crown Castle 站址租赁收入因 DISH 和 Sprint 相关影响同比下降，说明子行业和企业分化仍将显著（[3]、[4]、[5]、[6]）。

可能推动风险上升的触发因素包括：大型 AI 项目取消或利用率低于预期、核心市场电力接入进一步收紧、主要客户信用或合同承诺恶化、利率和建设成本长期高位、关键设备交付继续延长，以及跨区域电网或网络事件。可能推动风险下降的条

件包括：项目管线向有约束力预租和实际投运转化、小时级低碳电力和储能降低接入冲突、客户集中度下降、旧设施改造经济性改善，以及自由现金流覆盖增长资本和债务到期的能力持续增强。

### 使用限制。

全球行业缺乏口径统一的商业收入、数据中心容量、塔址总量和集中度数据库。本报告分别使用用电、商业托管库存、公司资产与财务样本、移动连接和海缆韧性等指标，不将其相加形成伪“全球市场规模”，也不把上市公司样本视为全行业平均。企业最终适用报告仍须结合主营业务、收入与资产分部以及 SIC、NAICS、NACE 代码进行实质判断。

## 第 2 章 行业定义、边界与适用范围

### 2.1 行业操作性定义

本报告评价以长期控制、开发、运营和商业化物理数字基础设施资产为核心的企业或可分离业务分部。相关主体通常通过出租机柜、套间、电力容量、站址、天线挂载空间、网络端口、交叉连接、光纤容量、路权或其他基础设施使用权取得收入，而非主要依靠销售终端通信服务、云应用、软件或设备。

用于 GlobalCheck 映射时，企业应同时满足四项实质条件：第一，拥有、长期租赁或实质控制可识别的物理数字基础设施；第二，主要收入来自空间、容量、站址、互联或基础设施使用权；第三，资产具有多租户、共享、批发或开放接入属性；第四，该业务为企业主营业务，或可在集团披露中作为独立分部识别。仅具备数据中心、塔或光纤资产但主要服务于自身云、电信或工业业务的集团，不因资产存在而整体归入本报告。

该定义强调“资产控制 + 收入来源 + 第三方商业化”，而不是工商登记代码。美国 NAICS 518210 同时覆盖托管、云基础设施、数据处理和其他计算基础设施活动；数据中心和塔公司又可能按 REIT 代码申报，因此单一代码既会误收云服务、加密货币计算或一般地产，也会漏掉以地产代码登记的专业运营商（[7]、[8]、[9]、[10]）。

### 2.2 包含的业务

表 1 行业包含业务、资产和商业模式

| 业务层         | 主要产品或服务                                        | 主要资产                      | 典型收入模式                          | 纳入规则      |
|-------------|------------------------------------------------|---------------------------|---------------------------------|-----------|
| 商业数据中心      | 零售托管、批发托管、超大规模定制、运营型 Powered Shell / 园区、边缘数据中心 | 机柜、笼区、套间、IT 负载、电力与冷却、互联机房 | 按机柜 / kW / MW 及合同期限收费；经常性租赁与互联费 | 核心纳入      |
| 互联与边缘基础设施   | 交叉连接、Meet-me Room、云接入、数据交换端口、边缘节点              | 端口、交叉连接、网络生态与低时延位置        | 端口 / 连接数量收费，通常具有网络效应            | 核心纳入      |
| 通信塔与共享无线设施  | 宏站塔、单管塔、楼顶站、DAS、小基站、室内覆盖、中立主机                  | 塔体、站址权利、机房、电力、回传及接入道路     | 长期站址租约、增挂与合同递增                  | 核心纳入      |
| 批发光纤与开放接入网络 | 暗光纤、波长、城域 / 长途 / 回传光纤、管道与路权                    | route-km、纤芯、管孔、网络节点       | 不可撤销使用权、长期容量或批发端口收费             | 条件纳入      |
| 海缆与登陆基础设施   | 海底通信电缆系统、登陆站、跨境路由                              | 线路、登陆点、点亮容量、维修与备份路径       | 容量销售、长期使用权、登陆与机房服务              | 核心 / 条件纳入 |

| 业务层       | 主要产品或服务                  | 主要资产          | 典型收入模式                  | 纳入规则 |
|-----------|--------------------------|---------------|-------------------------|------|
| 配套资产与运营服务 | UPS、备用发电、储能、冷却、远程支持、现场运维 | 作为整体设施的不可分割组成 | 仅纳入运营商整体收入和风险，不将设备制造商纳入 | 附属纳入 |

数据中心运营商的产品并非单纯“房地产面积”。例如 Equinix 披露其 IBX 数据中心提供空间、电力和运营商中立互联，xScale 则面向超大规模云和 AI 工作负载；截至 2025 年末，公司拥有 280 个数据中心和超过 50 万条互联关系（[8]）。这类互联生态、认证、可靠性和客户邻接效应，使相同面积和电力在不同设施之间具有不同经济价值。

通信塔的核心也不是钢结构本身，而是长期可用的站址权利、许可、电力、回传和多租户承载能力。Crown Castle 将塔、楼顶、小基站和光纤统称为共享通信基础设施；其塔业务通过向现有资产增加租户取得较低边际成本的增量现金流（[10]）。

2.3 明确排除的业务

表 2 主要排除项与建议映射方向

| 排除项                           | 排除原因                       | 建议映射 / 处理                         |
|-------------------------------|----------------------------|-----------------------------------|
| 云计算、IaaS、PaaS、SaaS、云存储和一般数据处理 | 收入来自计算应用或软件服务，而非物理空间和容量使用权 | 软件与信息技术服务行业报告；如企业仅有自建资产，作为本报告需求背景 |
| 移动、固网、宽带、语音和企业通信零售运营          | 终端客户、频谱和资费驱动的运营风险与批发基础设施不同 | IR-021 电信运营行业风险报告                 |
| 服务器、GPU、网络设备、光模块、UPS、冷却和塔材制造  | 设备销售、制造周期和技术迭代风险明显不同       | 半导体、电子元件与科技硬件；资本品相关报告             |
| 数据中心 / 通信网络 EPC、机电安装和一般工程建设   | 项目制收入、工期和回款风险，不是长期资产运营     | 工程建设及资本品相关报告                      |
| 发电、输电、配电、独立储能和公用事业            | 作为关键投入和约束，但受监管回报与商品风险不同    | 受监管公用事业或市场化电力与燃气报告                |
| 一般商业地产、工业园、仓库和土地投机            | 缺乏电力、网络和运营能力，仅提供普通不动产      | 房地产相关报告                           |
| 加密货币挖矿及专用计算设施                 | 需求和现金流主要取决于代币价格、算力和能源套利    | 不纳入；另行适用数字资产或高耗能计算口径              |
| 卫星星座、卫星宽带和空间基础设施              | 轨道、发射和频谱风险与地面共享资产不同        | 通信 / 航空航天相关报告；中立地面网关可条件纳入         |
| 网络安全软件、IT 外包和系统集成             | 主要为人员、软件或项目服务              | 软件与信息技术服务行业报告                     |
| 企业、银行、政府自用机房与 MNO 自有塔         | 不面向第三方商业化或不能分离收入           | 仅作为行业资产、需求或韧性背景                   |

控股平台、金融工具和特殊目的载体只有在能够识别其实际运营资产、合同和现金流时才适用本报告。纯持股公司、基础设施基金份额、项目融资 SPV 或政府投资平台不应仅因持有数据中心或通信塔股权而自动映射；GlobalCheck 应优先映射至其主要经营子公司，或按合并报表中可分离的数字基础设施分部处理。



2.4 相邻行业和代码归类冲突

表 3 SIC、NAICS、NACE 边界冲突与 GlobalCheck 处理

| 代码 / 体系                    | 表面覆盖                | 主要冲突                                                   | 冻结处理规则                      |
|----------------------------|---------------------|--------------------------------------------------------|-----------------------------|
| NAICS 518210               | 托管、计算基础设施、数据处理及相关活动 | 可覆盖商业托管，但同时包含云基础设施、Web 托管、数据处理及其他计算活动                  | 作为候选池；必须结合资产、客户、收入和业务描述二次筛选 |
| NAICS 517111/517112/517810 | 有线、无线及其他电信活动        | 可能覆盖 MNO、光纤批发、卫星或转售业务                                  | 仅识别基础设施分部，不将电信运营商整体纳入       |
| SIC 6798                   | 房地产投资信托             | 可覆盖 Equinix、American Tower、Crown Castle 等，也覆盖大量一般 REIT | 代码 + 数字基础设施关键词 + 监管分部验证     |
| SIC 7374/7379              | 数据处理及计算服务           | 可能混入软件、外包和非资产型服务                                       | 仅作历史辅助，不作充分条件               |
| NACE Rev.2.1 63.10         | 计算基础设施、数据处理、托管及相关活动 | 范围仍超过物理数据中心，且与旧版时间序列转换存在断点                             | 作为数据中心候选主代码，结合解释说明和企业分部过滤   |
| NACE 61 类                  | 电信活动                | 可能包含批发网络与零售电信                                          | 只纳入独立共享 / 批发资产运营部分          |
| 房地产租赁代码                    | 非住宅地产出租             | 可能覆盖 Powered Shell 和塔址地租，也会大量误收一般地产                    | 仅在运营商控制电力、网络或站址商业化权利时纳入     |

企业主营业务与登记代码不一致的风险在本行业尤为突出。其一，REIT 税务身份可能主导 SIC 申报，但底层资产实际上是高技术、高可靠性的运营设施；其二，云服务商和电信运营商拥有大量自用物理资产，但其收入、竞争和监管逻辑仍由云或终端通信服务决定；其三，资产剥离和合资会造成同一集团在不同期间由“自有网络”转为“长期租赁客户”。因此，GlobalCheck 映射应以最近两年收入分部、资产说明、客户类型和合同模式为主，代码只负责召回候选企业。

- 1. 确认企业是否拥有、长期租赁或实质控制物理数字基础设施；
- 2. 确认收入是否主要来自空间、容量、站址、端口、光纤或基础设施使用权；
- 3. 确认资产是否具备第三方、多租户、共享、批发或开放接入特征；
- 4. 对多元集团只映射可分离的基础设施分部，并保留集团主行业；
- 5. 若主营为云、电信零售、设备制造、EPC 或一般地产，则映射至相应行业报告。

2.5 合并报告的合理性

本报告只有一个冻结的底层行业风险画像——数字基础设施，并非把多个 GISR 等级平均合并。数据中心、通信塔、共享光纤、海缆和中立主机虽采用不同物理单位和客户合同，但共同具有固定位置、长寿命、前期资本密集、长期容量出租、多租户共享和低边际扩容等特征；其主要稀缺资源均来自土地 / 站址权利、电力、许可、网络连接和可靠运营能力。

共同风险包括：项目开发和融资周期长；现有资产受益于供给稀缺但面临技术改造；客户通常少而大、合同期限较长；中断影响具有关键基础设施属性；政策同时体现数字化支持与能源、水、建设许可约束。由此，可以使用统一的结构性风险框架。

差异则必须在章节和图表中保留：数据中心主要用 MW、空置率、预租和租金衡量，通信塔主要用塔址、租户比率、增挂和租约衡量，光纤与海缆主要用 route-km、容量、登陆点和冗余衡量。报告不设置一个虚构的综合市场规模，也不以数据中心 AI 需求替代对塔业务客户整合、海缆修复和边缘设施利用率的独立分析。

### 第 3 章 全球行业结构性风险评价结果

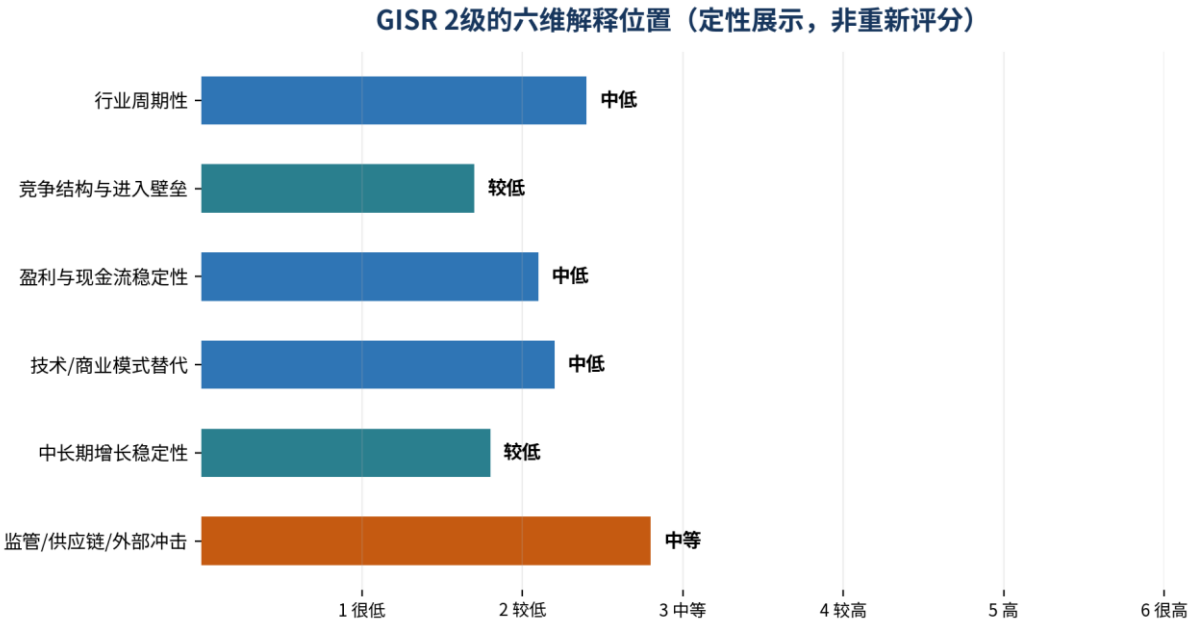
#### 3.1 GISR 总体结果

GlobalCheck 全球行业结构性风险等级（Global Industry Structural Risk Level, GISR）：2 级——较低结构性风险。结构性风险方向为“总体稳定、局部上行压力增加”。该结论反映行业长期需求可见度、资产必要性、合同稳定性和进入壁垒总体较强，同时承认电力接入、客户集中、资本成本、旧资产高密度改造和重大中断可能显著影响单个市场或企业。

**GISR 2 级不等同于企业信用评级、违约概率、证券投资建议、资产估值或国家风险。它评价行业长期结构性条件；同一行业内企业仍可能因选址、杠杆、客户结构、合同质量和运营记录而具有完全不同的信用风险。**

截至 2026 年，当前景气度对数据中心明显偏强：CBRE 观察的 16 个主要市场库存同比增长约 25%，但北弗吉尼亚和亚特兰大空置率仍分别仅 0.3%和 1.0%；IEA 同时估计全球数据中心用电从 2025 年的约 485 TWh 增长至 2030 年的约 950 TWh ([2]、[1])。这些数据说明需求强劲，却不能单独证明结构性风险进一步下降，因为开发周期、规划容量的真实性、AI 客户盈利能力和电网成本承担仍具有不确定性。

图 1 GISR 2 级的六维解释位置



期间：截至 2026 年 8 月 6 日 | 单位：定性等级 | 地域：全球 | 定义：依据六个评价维度展示相对风险位置，不构成重新评分

来源：ApexInsight GISR 方法论；IEA、CBRE、GSMA、ITU、公司法定披露 ([2]、[1]、[11]、[12]、[8]、[13]、[14]、[9]、[10]、[15]、[16]) ；ApexInsight 整理。

**核心结论：行业整体处于较低结构性风险区间；监管、供应链及外部冲击维度相对更高，竞争壁垒和中长期需求相对更稳。**

#### 3.2 六个评价维度

表 4 GISR 六维评价、压力期与数据局限

| 评价维度 | 结果 | 主要依据 | 历史压力期 | 反证 / 缓释因素 | 主要数据局限 |
|------|----|------|-------|-----------|--------|
|------|----|------|-------|-----------|--------|

| 评价维度           | 结果 | 主要依据                                  | 历史压力期                                                  | 反证 / 缓释因素                      | 主要数据局限                 |
|----------------|----|---------------------------------------|--------------------------------------------------------|--------------------------------|------------------------|
| 行业周期性          | 中低 | 长期数字化、云、AI 和移动流量支撑；但开发、融资和客户资本开支具有周期性 | 2000—2002 过度建设；<br>2008—2009 融资收缩；<br>2022—2023 科技成本优化 | 长期合同、预租与任务关键性降低短期量价波动          | 全球统一空置、租金和取消率序列不足      |
| 竞争结构与进入壁垒      | 较低 | 电力、土地、许可、站址权利、网络生态、客户认证和规模资本构成高壁垒     | 过度建设时期低门槛市场出现供给冗余；新兴市场可快速引入资本                          | 现有资产位置稀缺、多租户和网络效应              | 全球 CR/HHI 与私营资产数据缺失    |
| 盈利能力与现金流稳定性    | 中低 | 经常性租赁、长期合同和低边际共址成本；成熟资产现金转换较强         | 利率上行、能源成本、开发资本占用及客户整合冲击                                | 电力转付、合同递增、客户迁移成本和多元租户          | 公司非 GAAP 指标及会计口径不可直接比较 |
| 技术 / 商业模式替代风险  | 中低 | 计算、无线接入和跨境互联仍需物理资产；软件难以替代位置、电力和路权     | 高密度 GPU、液冷和新无线架构可能令旧设施或部分站址经济性下降                       | 旧设施可改造；新技术通常增加电力、互联和网络致密化需求    | 液冷兼容容量与改造成本披露不足        |
| 中长期增长稳定性       | 较低 | 全球数据流量、AI、云迁移、5G 和数字服务形成多年需求          | AI 投资回报低于预期、云客户削减资本开支、MNO 整合减少租户                       | IEA 电力展望、GSMA 5G 渗透、低空置与预租提供支持 | 需求预测高度依赖技术效率与客户承诺      |
| 监管、政策、供应链及外部冲击 | 中等 | 关键基础设施政策支持与能源、水、许可、CNI、网络安全要求并存       | 电网暂停接入、税收激励收回、重大中断、海缆集中和设备瓶颈                           | 冗余、备电、多路径、保险与监管协调              | 事件与设施级能源 / 水数据存在选择偏差   |

3.2.1 行业周期性

评价结果为中低风险。数字基础设施的终端使用量与经济活动有关，但并不等同于一般周期性资本品。数据存储、互联、移动覆盖和关键系统运行具有持续性，客户迁移涉及设备搬迁、网络重构、合规认证和中断风险，因此合同收入通常比下游云、广告或终端设备销售稳定。Equinix 披露其过去三年超过 90% 的收入为经常性收入，合同一般为一至五年并在其后按年续期；2025 年最大客户仅占经常性收入约 3% ([8])。

周期性主要通过开发资本、租赁速度和融资条件传导。2000—2002 年互联网和电信资产过度建设说明“长期流量增长”并不能排除短期供给过剩；2008—2009 年融资收缩则暴露了高资本支出和再融资依赖。2022—2023 年科技企业成本优化、利率快速上升及能源价格波动，未必立即造成基础设施使用量下降，却可能延迟项目、压缩估值并提高开发门槛。2023 年以来 AI 投资强化需求，但也提高了客户和项目承诺的集中性。

反证在于行业内部差异较大：低互联、单一客户或单一项目型设施更接近长期出租的工业地产，客户退出后再租周期可能很长；新兴市场规划容量若缺乏电网和预租约束，也可能形成局部过剩。全球缺乏一致的项目取消率和历史空置序列，因此本报告不把当前低空置机械外推为全周期稳定。

3.2.2 竞争结构与进入壁垒

评价结果为较低风险。核心壁垒并非建筑本身，而是可交付电力、合适土地、站址与路权、许可、网络连接、运营记录、客户认证和资本能力的组合。CBRE 在 2026 年第一季度指出，北美和欧洲核心市场的电网连接、分区审批和社区反对继续延长开发周期；芝加哥部分电力交付时间延至 2032 年或更晚 ([1])。这类约束提高现有资产的稀缺性，但也可能把新增需求推向二线市场。

数据中心互联生态和通信塔多租户模式具有自增强特征。Equinix 超过 50 万条互联关系形成客户、网络和云平台的邻接效应；塔公司在现有站址增加第二或第三租户时，地租、维护和现场运营成本的增量通常低于新增租金，形成经营杠杆（[8]、[9]、[10]）。海缆登陆站和 IXP 则依赖路由多样性与网络聚集，单纯复制建筑难以复制生态。

缓释因素是资本可以进入供电充足的新区域，超大客户也可选择自建或通过合资开发降低运营商议价权。壁垒因市场而异：核心枢纽的许可和互联壁垒很高，偏远 AI 训练园区可能更依赖电力和融资而非网络生态，小基站和光纤项目则受地方路权与施工能力约束。由于全球私营运营商和资产分母不完整，本报告不计算伪精确的全球 HHI。

### 3.2.3 盈利能力与现金流稳定性

评价结果为中低风险。成熟资产通常具有长期合同、高经常性收入、固定成本占比较高和较低边际扩容成本。数据中心运营商可以通过电力容量、互联端口和远程支持形成多层收入；塔公司可以通过新增租户、设备增挂和合同递增提高单位站址现金流。American Tower 2025 年约 97% 的收入来自物业运营，Crown Castle 2025 年约 95% 的净收入来自站址租赁，说明租赁型现金流占主导（[9]、[10]）。

但“稳定收入”不等于“低财务风险”。高前期资本支出、较长建设期和 REIT 分配要求会增加外部融资依赖；电力、人工和维护成本可能在合同重定价前上升；旧设施为满足高密度负载可能需要额外资本。Equinix 明确披露多数成本具有固定性，电力成本则更具变动性；新设施在租赁爬坡前会增加折旧、利息和运营费用（[8]）。通信塔还面临 MNO 合并后的重叠站址退租，例如 Crown Castle 披露 T-Mobile/Sprint 整合对 2025 年塔业务收入造成约 2 亿美元级别的非续租影响（[10]）。

公司间会计口径限制横向比较。EBITDA、EBITDAaL、FFO、AFFO、RLFCF 及维持 / 增长资本支出的定义不同，且合资数据中心可能不并表。本报告主要用合同、收入集中和资产运营数据解释现金流机制；财务样本比较均保留公司定义，不推导全球行业平均。

### 3.2.4 技术、产品或商业模式替代风险

评价结果为中低风险。云、虚拟化、软件定义网络 and AI 模型效率可以改变计算位置和服务器数量，但无法消除对电力、冷却、物理安全、站址、光纤和跨境连接的需求。无线网络的频谱效率提高也不必然减少塔址需求，因为覆盖、容量、频段增挂和室内体验仍需要物理部署。

技术风险主要表现为资产代际错配，而非行业整体被替代。高密度 GPU 集群提高每机架功率和液冷需求，旧数据中心可能因电气和机械设计不足而无法充分利用空间。Equinix 披露，部分旧设施的设计电力容量可能无法满足高功率密度设备，扩容取决于公用事业供电、交付时间以及电气和机械系统可改造性（[8]）。通信塔则可能受主动网络共享、Open RAN、卫星连接和固定无线接入影响，但 5G 和未来网络通常也增加设备增挂、回传和小基站需求。

缓释因素包括模块化扩容、液冷改造、将 AI 训练迁移到电力更充足区域，以及把低时延推理和互联保留在核心市场。数据局限在于运营商较少披露旧设施中可支持高密度或液冷的具体 MW，难以判断改造需求是增量投资机会还是潜在搁浅风险。

### 3.2.5 中长期增长稳定性

评价结果为较低风险。IEA 2026 年基准展望将全球数据中心用电从 2025 年约 485 TWh 提高到 2030 年约 950 TWh；GSMA 预计 2030 年 5G 将占全球移动连接的 57%，各地区渗透率从非洲约 21% 到海合会约 95% 不等（[2]、[11]）。用电和连接不是行业收入，但可作为计算容量、塔址增挂、回传和互联需求的物理代理变量。

需求同时具有结构性、周期性和事件型成分。结构性驱动来自云迁移、AI、数据增长、网络致密化和关键系统数字化；周期性驱动来自云和电信客户资本开支、企业 IT 预算与利率；事件型冲击包括疫情期间远程需求上升、监管数据本地化以及



灾害造成的临时容量需求。当前强劲吸纳和预租支持增长判断，但 AI 资本开支的盈利兑现、算力效率和电网交付速度仍可能改变实际容量路径。

反证假设是 AI 需求被重复申请或超额预订放大，主要客户削减项目，或电网和供应链无法按计划交付。为避免混淆，本报告将“客户宣布资本开支”“电网排队容量”“已预租在建容量”和“已投运容量”作为四个不同阶段，不以任何单一阶段代表已实现市场增长。

### 3.2.6 监管、政策、供应链及外部冲击暴露

评价结果为中等风险，是六个维度中相对较高者。政策一方面把数据中心、海缆、塔和光纤视为经济与国家安全基础设施，推动连接、开放接入和韧性投资；另一方面，电力成本、用水、碳排放、分区许可、关键基础设施安全和社区影响正在转化为准入条件。欧盟数据中心报告框架推动能源与水足迹披露，爱尔兰的新接入政策把本地发电 / 储能和额外可再生能源与数据中心接入联系起来 ([17]、[18])。

供应链风险集中于电力设备、变压器、开关设备、备用发电、冷却、光通信设备和专业施工。海底通信电缆承载全球超过 99% 的数据流量，ITU 在 2026 年指出其主要挑战包括物理损坏、修复时间、地理集中和部分国家对少数系统的高度依赖 ([12])。单一设施通常有冗余设计，但电网级、区域网络或海缆走廊事件可能产生相关性故障。

风险缓释来自双路电源、UPS、备用发电、多运营商光纤、多区域部署、海缆路由多样性、灾备和保险。然而中断数据依赖企业自报和公开事件，能源、水和网络安全披露也不统一，因此无法据此形成全球精确事故率。

## 3.3 结构性风险与当前景气度的区别

结构性风险回答的是：在完整商业周期内，行业是否容易出现持续过剩、不可逆替代、长期利润崩塌或现金流高度不稳定。当前景气度回答的是：现阶段供需、租赁、价格和资本开支处于上行还是下行。二者可以方向相反。

2026 年主要数据中心市场处于需求强、空置低、租金上升的景气阶段，但这并不自动把 GISR 从 2 级降至 1 级。电网连接时间延长、部分新兴市场库存激增、AI 客户集中和融资承诺扩大，意味着当前繁荣同时积累交付与集中风险。反之，若某年塔公司因 MNO 整合出现退租，也不应机械提高整个数字基础设施行业的结构性风险，因为长期无线流量、合同和多租户资产仍然存在。

单个企业风险取决于选址、电力合同、客户组合、杠杆、合资承诺、设施年龄和运营记录。GISR 不能替代对企业层面的偿债能力、流动性、国家风险和治理质量分析。

## 3.4 核心风险、缓释因素与未来触发条件

表 5 GISR 核心风险、缓释因素及变化触发条件

| 类别               | 具体内容                                                                                    |
|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| 核心结构性风险          | 电网接入和发电不足；AI / 云超大客户集中；高利率和再融资；规划容量重复或取消；旧设施高密度改造；MNO 整合退租；重大电力 / 网络 / 海缆中断；能源、水与社区政策趋严 |
| 主要缓释因素           | 长期合同和高经常性收入；多租户增量经济；关键任务属性和迁移成本；核心位置、电力和路权稀缺；多区域 / 多路径冗余；长期数字化、AI 和 5G 需求               |
| 可能使 GISR 上升的触发条件 | 核心市场持续大规模过建且空置显著上升；AI 客户取消形成系统性坏账或资产闲置；电网成本无法转嫁并长期压缩现金流；融资市场关闭导致开发和再融资压力；跨区域相关性中断明显增加   |

| 类别               | 具体内容                                                                                |
|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 可能使 GISR 下降的触发条件 | 全球项目管线透明度和预租质量显著提高；电网投资与灵活负载机制缩短接入周期；客户集中持续下降；旧设施高密度改造形成可复制、低成本方案；中断频率和损失进一步下降且披露改善 |

## 第 4 章 行业结构、价值链与商业模式

### 4.1 产业链结构与风险传导

数字基础设施的价值链由关键投入、资产开发与运营、客户合同和终端数字需求组成。上游并不是单一原材料，而是土地与站址权利、电网接入、发电和燃料、变压器与冷却、光纤与路权、施工和长期资本的组合。任何一项关键投入延迟，都可能使已签约项目无法按期产生收入。

中游运营商负责把这些稀缺投入转化为可销售、可认证、可持续运行的空间、容量和连接。数据中心需要同时管理电力、冷却、消防、物理安全、网络生态和 SLA；塔公司需要管理站址权利、结构承载、许可、电力、回传和多租户协调；光纤和海缆运营则需要长期路权、维修能力和多路径设计。

下游客户包括超大规模云与 AI 平台、移动 / 固定运营商、金融机构、政府、内容与网络企业以及一般企业。风险传导通常呈现非线性：客户资本开支减少会先影响预租和新增共址，而不是立即影响全部存量租金；电力设备延期会使资本支出先发生、收入后延；重大中断可能在较短时间内触发 SLA 补偿、客户流失和声誉损失。

图 2 数字基础设施价值链与主要风险传导路径

数字基础设施价值链与主要风险传导路径



风险传导：电力/许可延迟 → 交付推迟与资本占用；客户削减或整合 → 空置/退租；设备与网络故障 → SLA、声誉与现金流损失

期间：结构性框架 | 单位：不适用 | 地域：全球 | 定义：按关键投入、资产运营、客户合同和终端需求划分

来源：ApexInsight 依据本报告行业边界及公司法定披露整理（[8]、[9]、[10]）。

**核心结论：**价值主要来自将稀缺的电力、位置、路权和可靠运营能力转化为长期容量合同；主要风险沿电力、交付、客户和中断四条路径传导。

4.2 核心产品与服务体系

零售托管以较小容量、机柜、笼区或套间为单位，客户数量多、互联需求高，通常具有较高单位收入和更分散的客户组合，但销售、安装和客户支持复杂。交叉连接、云接入和远程支持可形成附加收入并提高迁移成本。Equinix 2025 年最大客户仅占经常性收入约 3%，反映高度互联零售模式的分散性（[8]）。

批发托管和超大规模定制以 MW 级容量和长期合同为主，单位销售与运营成本较低，预租可降低开发风险，但客户集中、议价和定制资本支出更高。客户可能要求分阶段交付、可再生能源、液冷、高密度电力和扩展权；项目盈利依赖合同是否覆盖融资、建设和电力成本。

通信塔以站址空间和承载能力出租为核心。基础租金通常来自多年主租赁协议，设备增挂、频段升级和新租户共址提供增量收入。成本结构中地租、维护、保险、物业税和现场电力较为刚性，因此同一塔址的第二、第三租户通常能提高利润率；但单一 MNO 的大规模退租会显著影响局部组合。

小基站、DAS 和室内覆盖更接近“网络即基础设施”模式，收益依赖节点密度、场所独占或中立主机安排、回传光纤以及运营商共同参与。项目建设和许可可能比宏站分散，初期资本回收期较长。Crown Castle 2025 年披露约 10.5 万个已产生收入或已签约的小基站节点和约 9 万 route miles 光纤，但其后决定出售光纤与小基站业务，说明战略适配和资本回报并非天然等同于宏站塔业务（[10]）。

批发光纤、IXP 和海缆通过暗光纤、波长、端口、长期使用权和登陆服务收费。其价值取决于路线、登陆位置、网络密度、冗余和维修能力，而不是简单的纤芯长度。海缆设计容量、点亮容量和实际流量不能混用。

4.3 主要商业模式

表 6 主要商业模式的收入、现金流与风险比较

| 商业模式             | 收入来源                  | 成本 / 利润来源            | 现金流特征              | 资本密集度      | 主要风险               |
|------------------|-----------------------|----------------------|--------------------|------------|--------------------|
| 零售托管 + 互联        | 机柜 / kW、交叉连接、端口和服务费   | 电力、设施租赁、运维和人员；固定成本较高 | 经常性强、客户较分散、单位收入较高  | 高；需持续扩建和更新 | 电力不足、旧设施密度、网络生态流失  |
| 批发 / 超大规模定制      | MW 级长期容量租约和开发管理       | 土地、电力、建设、融资；客户定制资本较高 | 预租提高可见度，但客户集中和议价更高 | 很高         | 客户取消、交付延迟、残值与再租赁   |
| TowerCo 站址租赁     | 长期塔址租金、增挂、合同递增和配套服务   | 地租、维护、许可、保险；增量共址成本低  | 存量稳定、共址带来高增量现金流    | 高          | MNO 整合退租、地租上涨、站址许可 |
| DAS / 小基站 / 中立主机 | 节点 / 场所容量、运营商分摊或长期服务费 | 高密度施工、光纤回传、场所协议和运维   | 合同可见度较强，但爬坡期长      | 高          | 建设复杂、参与运营商不足、技术变化  |
| 批发光纤 / 开放接入      | 暗光纤、波长、端口、IRU 和批发容量   | 路权、管道、施工、维修和网络设备     | 长期合同与高固定成本并存       | 高          | 重复建设、价格竞争、线路集中     |
| 海缆与登陆基础设施        | 容量、IRU、登陆、机房和维护服务     | 海洋施工、许可、维修船、备件和登陆站   | 长期容量合同；事件尾部风险较高    | 很高         | 断缆、地缘政治、修复延迟、单一路径  |
| 自建 / 自用资产        | 不对外形成独立基础设施收入         | 由云商、MNO 或企业承担全部资本和运营 | 服务集团战略，不构成本行业商业收入  | 很高         | 资本效率、内部利用率和技术迭代    |

资产持有运营是本行业的主导模式，但并不意味着所有企业必须 100%持有资产。合资、基金、长期租赁、售后回租和开发管理可降低表内资本占用；与此同时，运营商仍需控制服务标准、电力和客户关系。Digital Realty 2025 年末的 310 个数据

中心中包括 89 个通过未并表实体持有的设施，说明只看合并资产负债表会低估运营平台规模，也会遗漏资本承诺和合资风险 ([13])。

#### 4.4 行业参与者类型

全球平台型运营商在多区域覆盖、客户采购、资本市场融资和网络生态方面具有优势；区域专业运营商则可能在本地电力、许可、政府关系和客户响应上更强。超大规模客户既是最大需求方，也是通过自建、合资和长期定制租约影响行业结构的准一体化参与者。

塔行业包括全球 / 跨区域 TowerCo、单一国家运营商、MNO 控股但独立运营的平台、地租权利聚合商及中立主机企业。数据中心则包括高度互联的零售平台、批发 / 超大规模开发商、区域运营商、边缘专业企业和由基础设施基金支持的私营平台。光纤与海缆市场还包括电信运营商、财团、开放接入网络和专业基础设施基金。

国有和公共部门可作为电信基础设施所有者、电网和土地提供者、融资方或政策推动者。其目标可能同时包括商业回报、覆盖普及和国家安全，因此不能用上市 REIT 的利润和资本结构代表。中小运营商在单一市场中可能具有关键站址或客户优势，但通常面临融资、客户集中、人才和事件恢复能力不足。

轻资产参与者可以提供选址、运营管理、连接转售或开发服务，但只有在其长期控制关键容量和服务义务时才纳入行业主体。纯经纪、EPC、系统集成和软件平台仍属于相邻行业。

## 第 5 章 全球市场规模、需求与供给结构

### 5.1 市场规模与历史变化

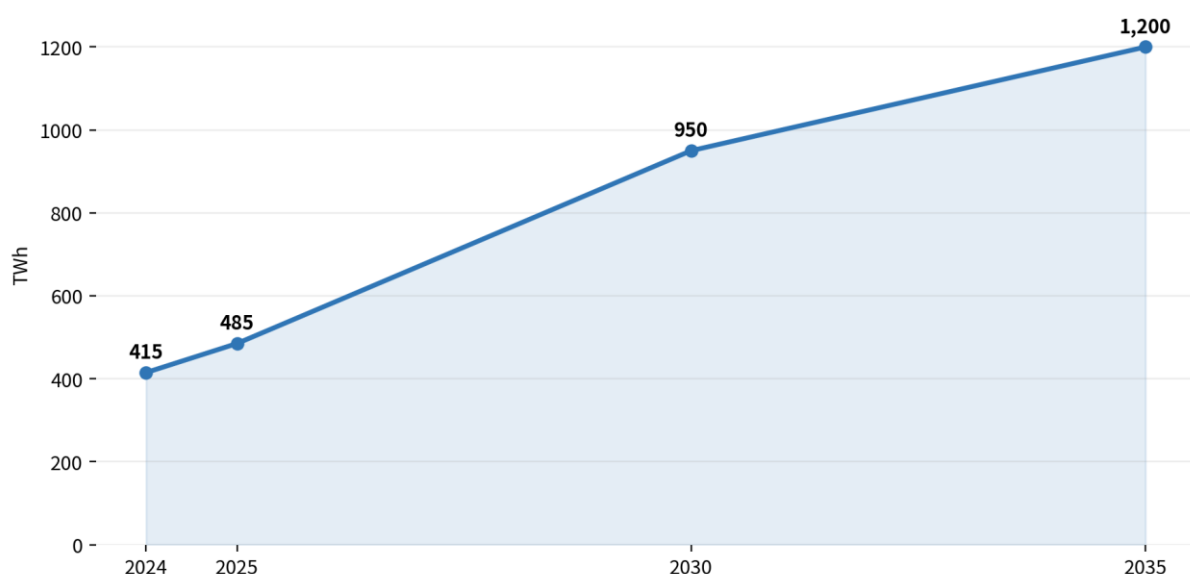
数字基础设施不存在一个同时满足全球覆盖、可加总性和原始数据要求的单一市场收入指标。数据中心以 IT 负载 MW、用电 TWh、空置和租金衡量；塔以站址、租户比率和租赁收入衡量；光纤与海缆以 route-km、端口、容量和登陆点衡量。商业机构发布的“市场规模”还可能把云服务、数据处理、设备和建设收入纳入，因而本报告采用多层物理容量和经营指标，而不拼接不同定义的市场收入。

全球数据中心用电是跨自建、托管和超大规模设施的可比较需求代理。IEA 估计 2024 年全球数据中心用电约 415 TWh，2025 年约 485 TWh；其 2026 年基准展望为 2030 年约 950 TWh，2025 年报告的 2035 年基准值约 1,200 TWh ([2]、[19])。这些数字代表设施用电而非商业托管收入，且预测取决于 AI 芯片出货、利用率、模型效率和冷却性能。



图 3 全球数据中心用电需求：历史锚点与基准展望

## 全球数据中心用电需求：历史锚点与IEA基准展望



期间：2024—2035 | 单位：TWh | 地域：全球 | 定义：数据中心设施用电；2024—2025 为 IEA 估计，2030 和 2035 为不同报告中的基准展望

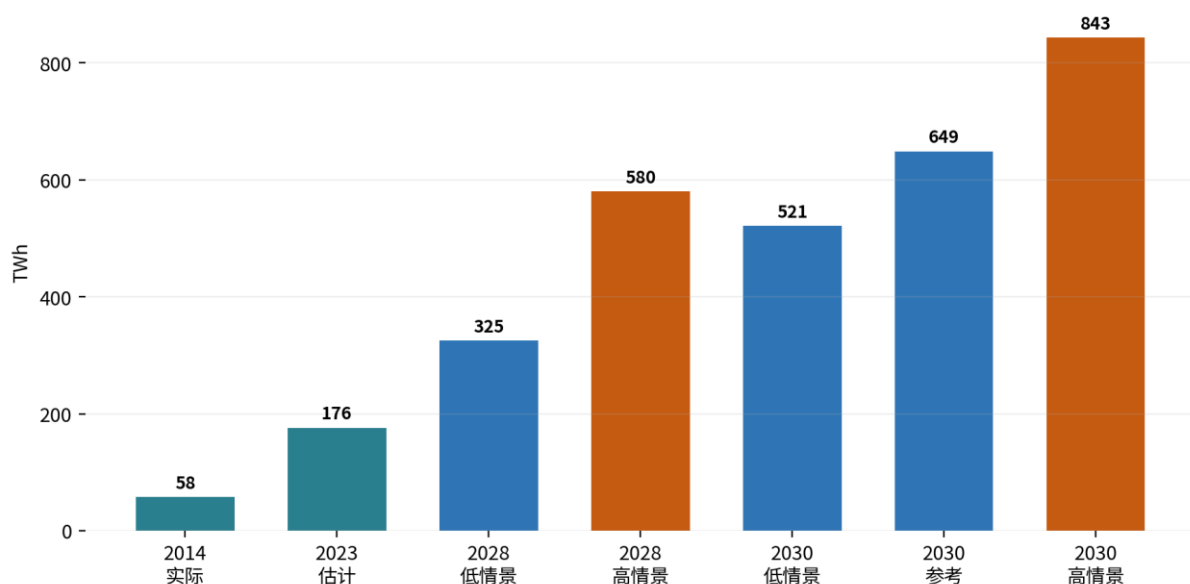
来源：IEA, 《Key Questions on Energy and AI》, 2026; 《Energy and AI》, 2025 ([2]、[19]) ; ApexInsight 整理。

**核心结论：全球数据中心用电到 2030 年可能接近 2025 年的两倍；增长支持长期容量需求，同时把电网、发电和成本分配推升为主要约束。**

美国提供较长的官方时间序列。LBNL 2024 报告估计美国数据中心用电从 2014 年的约 58 TWh 增至 2023 年的约 176 TWh，并预测 2028 年为 325—580 TWh；2026 年发布的 2025 更新进一步把 2030 年参考情景提高至 649 TWh，综合不确定性范围为 521—843 TWh，占美国总用电约 9.5%—15.3% ([20]、[21])。新旧报告采用同一研究体系但更新了设备出货、AI 芯片、利用率和冷却假设，因此不应把 2028 与 2030 数字视为简单线性外推。

图 4 美国数据中心用电：LBNL 历史估计与情景

## 美国数据中心用电：LBNL 2024报告与2025更新



期间：2014—2030 | 单位：TWh | 地域：美国 | 定义：2014 和 2023 为 2024 报告估计；2028 为旧报告区间；2030 为 2025 更新参考值和高情景上限

来源：LBNL, 《2024 United States Data Center Energy Usage Report》; 《2025 Update》, 2026 年 6 月 ([20]、[21]) ; ApexInsight 整理。

**核心结论：官方预测在短时间内上修，说明 AI 设备出货和利用率是重大不确定变量；电力系统规划需使用情景而非单点预测。**

商业托管供给可用主要市场库存作为更直接指标。CBRE 覆盖的北美、欧洲、亚太和拉丁美洲 16 个主要市场在 2026 年第一季度合计库存约 16 GW，同比增长约 25%，整体空置率约 6.7% ([1])。该样本不等于全球全量：它偏向大型商业托管市场，不包括大量企业自建、超大规模自有设施和未覆盖国家。

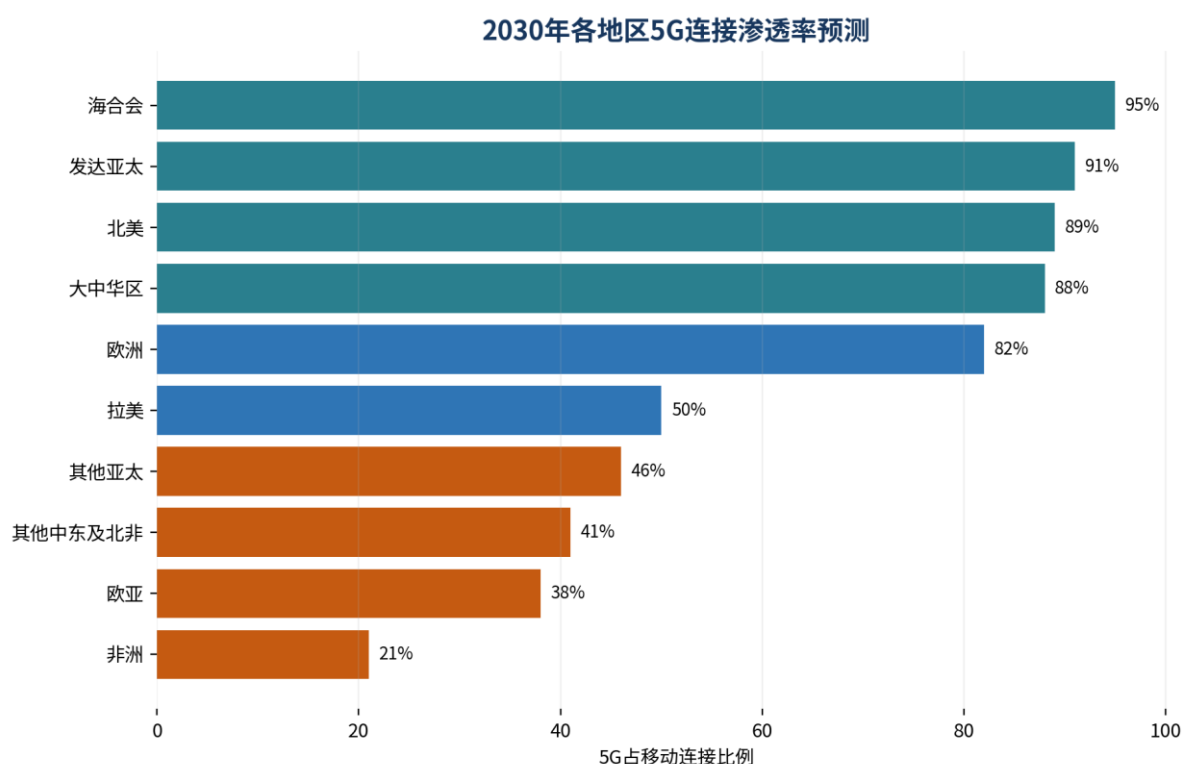
通信塔方面，同样缺乏全球一致分母。可观察大型运营商在 2025 年末 / 最近披露期合计拥有数十万站址，但站点定义、是否包含楼顶、管理站、DAS 和待出售资产均不同。报告因此只展示资产规模样本，不据此计算全球 CR4。移动需求端，GSMA 披露 2025 年全球有 88 亿条无线连接、58 亿独立用户，运营商预计 2025—2030 年资本支出约 1.2 万亿美元；这些数据支持塔、回传和中立主机需求，却不等于独立 TowerCo 收入 ([11])。

## 5.2 需求驱动因素

长期需求首先来自计算和数据量增长。企业云迁移、AI 训练与推理、视频、金融交易、政府数字化和数据主权要求增加计算、存储、互联和低时延部署。IEA 观察到 2025 年全球数据中心用电同比增长约 17%，AI 导向数据中心用电增速更高，说明计算负载正在从一般数字增长转向更高功率密度 ([2])。

第二类长期驱动来自无线连接和网络升级。GSMA 预计 2030 年 5G 占全球连接 57%，但地区差异明显：海合会、发达亚太、北美和大中华区预计超过 88%，非洲约 21% ([11])。高渗透市场的需求更多来自频谱增挂、容量、室内覆盖和回传升级；低渗透市场仍同时存在覆盖扩张和塔址共享机会。

图 5 2030 年各地区 5G 连接渗透率预测



期间：2030 预测 | 单位：5G 连接占全部移动连接比例 | 地域：全球十大地区 | 定义：GSMA 地区定义；发达亚太包括澳大利亚、日本、新西兰、新加坡和韩国

来源：GSMA, 《The Mobile Economy 2026》([11])；ApexInsight 整理。

**核心结论：无线基础设施需求在全球并非同步：成熟地区侧重升级和致密化，非洲及部分亚洲市场仍具有覆盖扩张空间**

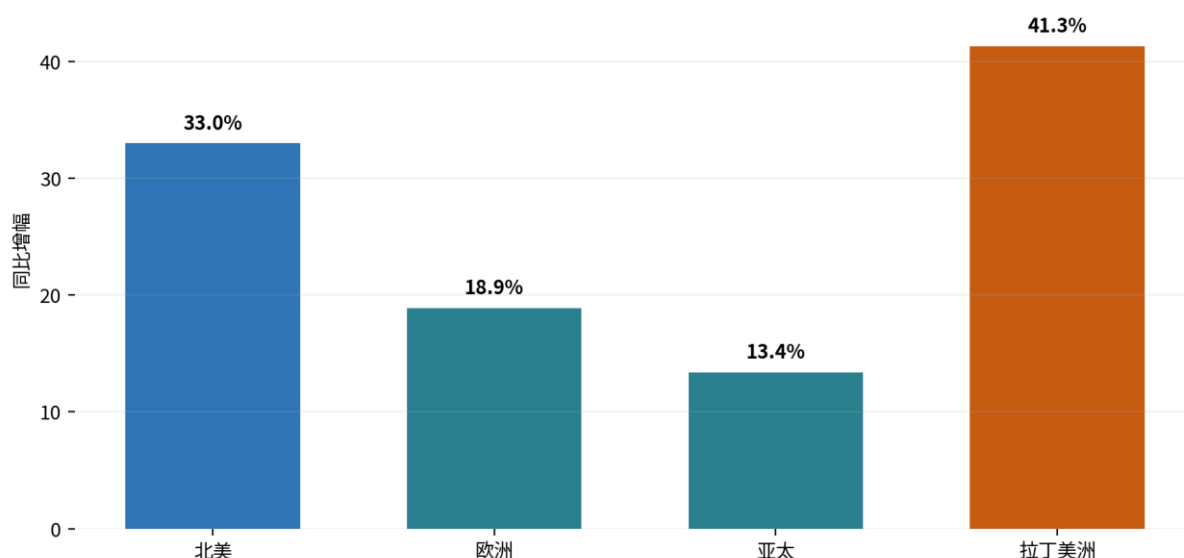
周期性需求来自超大规模客户和 MNO 资本开支、企业 IT 预算、利率与融资条件。客户可能提前锁定电力和容量，形成大额预租；若多个开发商基于同一潜在需求申请电网连接，规划管线会重复计算。事件型冲击包括疫情驱动的远程连接、地缘政治导致的数据本地化、自然灾害带来的临时网络需求，以及网络攻击后对冗余的追加投入。

需求质量应从“已投运使用”“有约束力预租”“客户资本开支承诺”和“电网申请”四层识别。前两层对收入可见度更强，后两层更多反映意愿和选择权。Equinix 截至 2026 年 1 月有 52 个重大开发项目，预计至 2028 年交付超过 5.5 万个零售机柜和 100 MW 以上 xScale 容量；这些为公司开发计划，不应外推为全球完成量 ([8])。

### 5.3 供给、容量与利用率

数据中心供给由可用电力而不是建筑面积主导。2026 年第一季度，CBRE 样本中的拉丁美洲库存同比增长 41.3%，北美增长 33.0%，欧洲增长 18.9%，亚太增长 13.4%；增长快慢同时反映基数、项目交付和供电条件，不能直接解读为需求强弱 ([1])。

图 6 主要地区数据中心库存同比增长  
主要数据中心市场库存同比增长（2026年第一季度）



期间：截至 2026 年第一季度 | 单位：同比百分比 | 地域：CBRE 覆盖的北美、欧洲、亚太和拉美各四个主要市场 | 定义：已投运商业数据中心库存；不含全球所有自建设施

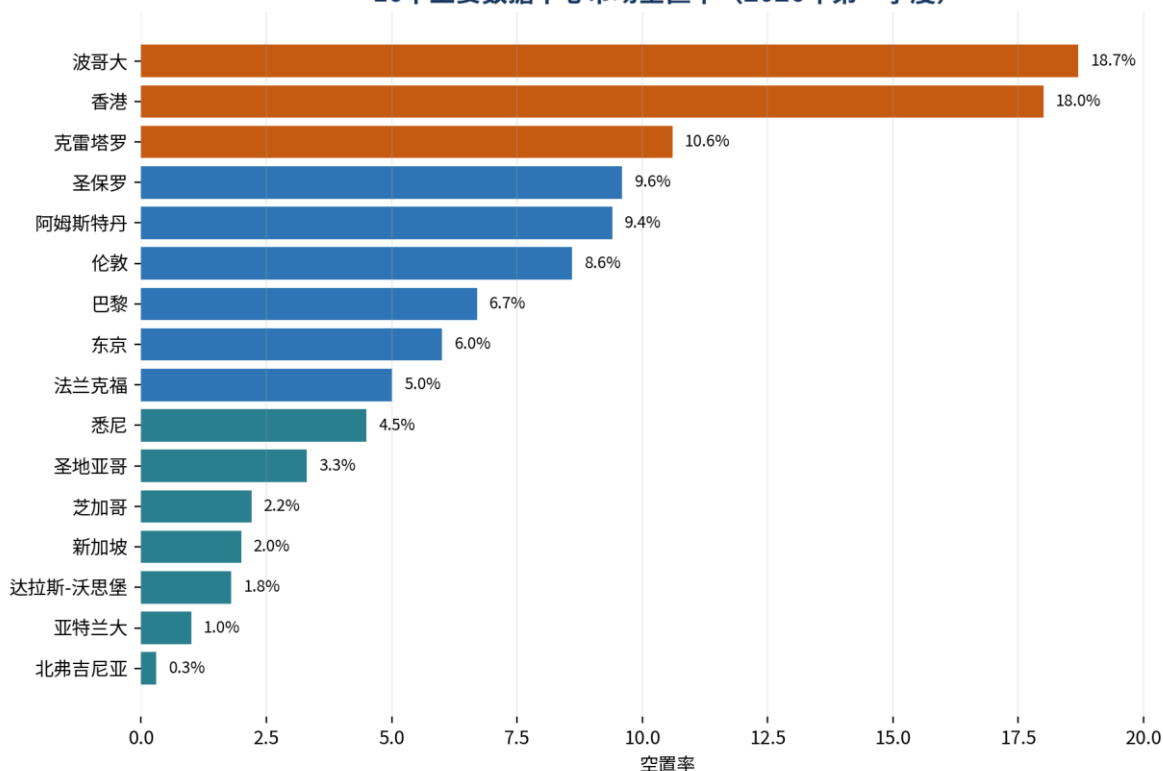
来源：CBRE Research, 《Global Data Center Trends 2026》 ([1]) ；ApexInsight 整理。

**核心结论：拉美和北美新增供给增长最快，但低基数和个别市场大项目会放大大同比；区域增速不能替代项目质量分析。**

供给增长并未普遍推高空置。北弗吉尼亚、亚特兰大、达拉斯—沃思堡和芝加哥空置率均低于 2.5%；新加坡为 2.0%。相反，香港、波哥大、克雷塔罗和阿姆斯特丹的空置率明显较高，反映新增交付、市场规模、需求结构和监管差异 ([1])。

图 7 16 个主要数据中心市场空置率

## 16个主要数据中心市场空置率（2026年第一季度）



期间：2026 年第一季度 | 单位：百分比 | 地域：北美、欧洲、亚太、拉美各四个主要市场 | 定义：已交付商业库存中可出租未占用容量比例，按 CBRE 市场口径

来源：CBRE Research, 《Global Data Center Trends 2026》([1])；ApexInsight 整理。

**核心结论：“全球供应紧张”不是所有市场的统一状态；核心美国市场接近满租，而部分新兴或新增供给市场仍有两位数空置。**

项目管线必须区分在建、预租和规划。达拉斯—沃思堡 2026 年第一季度约 716.7 MW 在建，88%已预租，表明大部分近期交付已有需求支持；但其电网连接时间在此前 6—12 个月并无实质改善 ([1])。相同 MW 若仅处于并网排队或土地公告阶段，其交付概率明显更低。

通信塔供给的“产能”由站址数量、结构承载、频谱设备增挂、电力和回传共同决定。新建宏塔并非唯一供给方式，现有塔共址、楼顶、DAS 和小基站可增加网络容量。退出壁垒来自拆除成本、长期地租、客户设备迁移和许可，但客户整合后重叠站址仍会退役。

海缆和批发光纤供给则受路由、登陆点、许可和维修能力限制。ITU 强调地理集中和部分国家仅依赖少数电缆系统的问题；系统数量或设计容量的增加，若集中在同一路由或登陆点，并不等于韧性等比例提高 ([12])。

## 5.4 定价机制与成本转嫁

数据中心通常采用长期合同与按容量收费。零售托管可按机柜、kW、空间、电力用量和交叉连接分别定价；批发项目按 MW、最低容量承诺、交付阶段和合同期限定价。电力可能直接转付、按实际用量加成或嵌入固定费率，决定运营商对电价波动的暴露。高密度和液冷还可能引入安装费、冷却费或差异化容量价格。

CBRE 2026 年第一季度的 250—500 kW 询价显示显著地域差异：芝加哥约 200—230 美元/kW/月，北弗吉尼亚约 190—235 美元，法兰克福约 235—265 美元；新加坡平均约 403 美元，东京约 280 美元，悉尼约 188 美元；圣保罗约 130—190

美元，克雷塔罗约 250—270 美元 ([1])。这些为特定容量和时点的询价，不代表所有合同的成交租金，也不应在未调整电力、期限、规格和汇率时直接比较利润率。

塔址租赁通常以五至十年合同、续期选项和固定或通胀挂钩递增条款为基础。American Tower 披露美国平均合同递增约 3%，主要客户合同形成长期不可撤销租赁收入；但客户在网络整合时可能不续租重叠站址 ([9])。塔公司对地租、物业税、电力和维护成本的转嫁能力取决于国家、合同和是否由租户承担。

光纤和海缆采用长期容量租赁、不可撤销使用权、波长 / 端口按量收费和维护费组合。长期预付可改善前期融资，但也会把价格和容量承诺锁定多年。行业定价总体具有黏性和合同保护，但客户规模越大、项目越定制，运营商越可能承担成本上升、交付延期或重新租赁风险。

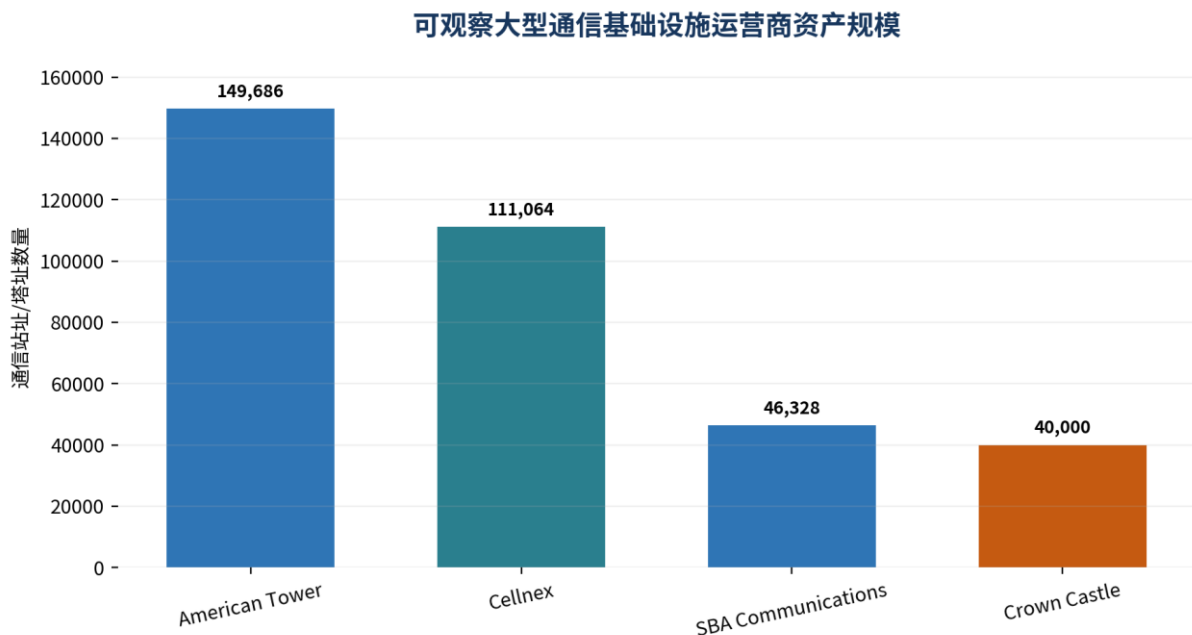
## 第 6 章 竞争格局与行业集中度

### 6.1 行业集中度

全球数字基础设施无法用公开资料可靠计算统一 CR3、CR5、CR10 或 HHI。数据中心资产包括云厂商自建、企业自用、商业托管、合资和私营平台；通信塔同时存在 MNO 自有、MNO 控股 TowerCo、独立 TowerCo 和地方站址；海缆往往由财团共同持有。若仅以少数上市公司收入相加作为分母，会系统性遗漏私营与自建资产。

因此，本报告采用“可观察样本集中度”而非“全球市场份额”。大型平台资产规模显示行业存在规模化运营商：American Tower 2025 年末拥有 149,686 个通信站址；Cellnex 2025 年 9 月拥有 111,064 个运营站点；SBA Communications 2025 年末拥有 46,328 座塔；Crown Castle 拥有超过 4 万座塔 ([9]、[10]、[15]、[16])。这些数字的日期和站点定义不同，图示仅用于展示平台规模，不能相加推导全球 CR4。

图 8 可观察大型通信基础设施运营商资产规模



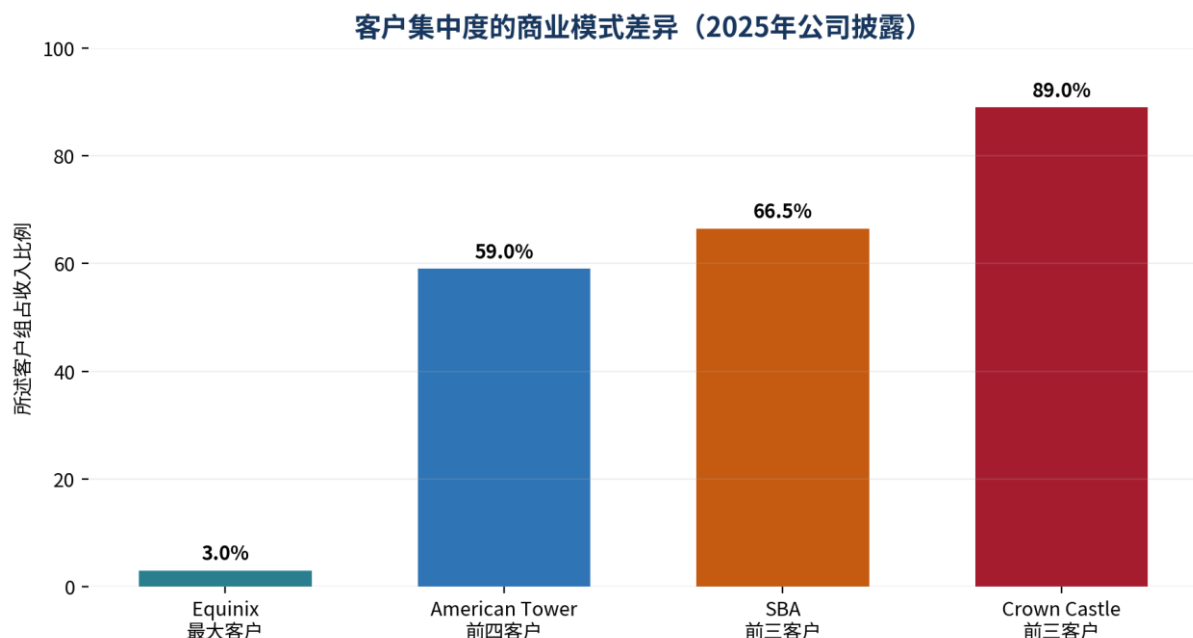
期间：2025 年 9 月或 2025 年 12 月 | 单位：站址 / 塔址数量 | 地域：全球或公司披露区域 | 定义：American Tower 与 Cellnex 为通信站址 / 运营站点，SBA 为塔，Crown Castle 为超过 4 万座塔的近似展示

来源：公司法定披露及正式业绩资料 ([9]、[10]、[15]、[16])；ApexInsight 整理。

**核心结论：全球塔市场拥有大型跨区域平台，但站点定义和 MNO 自有资产使公开数据不足以计算全球集中度。**

客户集中度比运营商市场份额更直接影响现金流风险。Equinix 的零售互联模式高度分散，2025 年最大客户约占经常性收入 3%；American Tower 前四客户合计约 59%；SBA 前三大美国无线客户合计约 66.5%；Crown Castle 前三大客户合计约 89% ([8]、[9]、[10]、[15])。该差异不是公司质量排序，而是商业模式结果：塔资产的终端租户天然集中于少数持牌 MNO，而互联型数据中心可服务云、网络、金融和企业等更广客户群。

图 9 客户集中度的商业模式差异



期间：2025 财年 | 单位：所述客户组占收入比例 | 地域：公司披露范围 | 定义：Equinix 为最大客户占经常性收入；American Tower 为前四客户占总收入；SBA 和 Crown Castle 为前三大主要无线客户占收入

来源：公司 2025 年法定披露 ([8]、[9]、[10]、[15])；ApexInsight 整理。

### 核心结论：塔公司长期合同稳定性伴随高客户集中；数据中心零售互联模式通常客户更分散。

供应商集中度主要体现在电网、公用事业、土地、变压器和少数关键设备，而不是单一全球供应商。某一项目通常只能接入当地电网，形成地理上的单一供应方；备用发电和现场能源可缓释短期中断，却不能完全替代大规模连续电力。

## 6.2 进入壁垒

资本要求是显性壁垒，但可交付电力和位置是更稀缺的隐性壁垒。数据中心必须在客户需要的时点取得大规模电力、建设许可和多路光纤；塔公司必须获得站址、结构和辐射许可、地租权利及回传；海缆需要跨司法辖区许可、登陆站和维修安排。资本充足但没有电力和许可的项目不能形成可出租产能。

客户认证与运营记录构成第二层壁垒。金融、云、政府和网络客户要求高可用、物理与网络安全、合规认证、灾备和稳定运营团队。中断记录或不一致的服务标准会延长销售周期。多市场客户倾向与可以提供一致合同、跨区域容量和互联生态的平台合作。

网络效应和规模经济构成第三层壁垒。互联型数据中心中，客户、云和网络越多，新增客户获得的连接价值越大；TowerCo 的站址组合越广，MNO 越容易用统一主协议部署；开放光纤和 IXP 的网络参与者越多，端口价值越高。规模还改善融资、采购、维修备件和灾害响应。

壁垒并不均匀。电力充裕、网络要求较低的 AI 训练园区可能吸引能源和地产开发商进入；政府推动开放接入时，公共资金可降低光纤资本门槛；MNO 和云厂商通过自建或合资可以进行垂直一体化。新进入者的关键不是能否建造设施，而是能否取得长期客户、稳定电力和全生命周期回报。



## 6.3 竞争方式

数据中心竞争从价格扩展到电力可用时间、可扩展 MW、功率密度、液冷能力、网络生态、可持续性、位置、合规和交付可靠性。在供给紧张市场，电力交付确定性可比名义租金更重要；在空置较高市场，运营商可能通过租金、免费期和定制资本争夺锚定客户。

通信塔竞争主要围绕站址覆盖、增挂速度、许可能力、主租赁协议、服务质量和资本成本。价格竞争受到长期合同限制，但新建站址、地租权益和 MNO 剥离交易仍可能通过估值和合同条款竞争。中立主机和小基站还需证明多个运营商参与和足够流量，单纯抢占场所不一定形成回报。

光纤和海缆竞争围绕线路稀缺性、低时延、多路径、登陆位置、容量价格、修复能力和客户生态。替代线路存在时，容量价格可能下降；关键走廊和孤立地区则更重视冗余与可靠性。安全、韧性和合规正逐步从成本项转为竞争条件。

行业服务质量具有信用含义：低价但延迟交付会造成资本占用和违约；高密度能力不足会限制旧设施再租；发生中断但缺乏透明沟通会增加客户流失。竞争分析应同时观察签约价格、预租质量、SLA、续租、客户集中和资本投入，而非只比较资产数量。

## 6.4 行业整合与退出

过去十余年，数据中心和塔行业通过并购、资产剥离、合资基金和 MNO 基础设施分拆扩大规模。整合逻辑包括获得电力和站址、扩大客户采购范围、降低融资成本及提高共址。与此同时，资产成熟后运营商更加重视自由现金流、杠杆和资产组合退出，而不再单纯追求站点数量。

Crown Castle 2025 年签署出售光纤解决方案和小基站业务的交易，并将相关业务列为终止经营，显示不同数字基础设施资产即使共享客户和网络，也可能因资本回报、建设周期和运营复杂度而被重新分拆（[10]）。Cellnex 在完成大规模欧洲扩张后更强调有机共址、自由现金流和股东回报；其 2025 年经营数据仍显示客户比率约 1.60 倍，说明整合后的核心任务转向提高现有资产利用率（[16]）。

退出通常不表现为物理资产立即消失。数据中心可能出售给新基金、改造或转为单一客户使用；塔址可能在 MNO 整合后退租，但保留地租和结构成本；光纤网络可能由其他批发运营商收购。真正的产能淘汰更多发生在无法升级电力 / 冷却、失去站址权利、网络位置弱或长期无法取得客户的资产。

垂直一体化是持续竞争力量。云和 AI 平台通过自建、合资和长期定制控制核心容量，MNO 可保留或重新整合塔与光纤，电力企业和能源开发商也可能直接参与数据中心园区。独立运营商的防御在于多客户、网络中立、跨市场覆盖、运营可靠性和资本效率，而不是简单拥有建筑或钢塔。

# 第 7 章 行业经济性、盈利与现金流特征

## 本章核心判断

数字基础设施的经营现金流通常比一般周期性资产更稳定，但“稳定经营现金流”与“稳定自由现金流”并不等同。存量设施依靠多年合同、经常性租赁收费、网络效应和低流量边际成本形成较高现金经营利润率；与此同时，数据中心、电网接入、场地扩建和新塔建设需要持续投入大量增长资本。行业信用分析因此必须把存量资产经营、开发项目和融资结构分开观察。

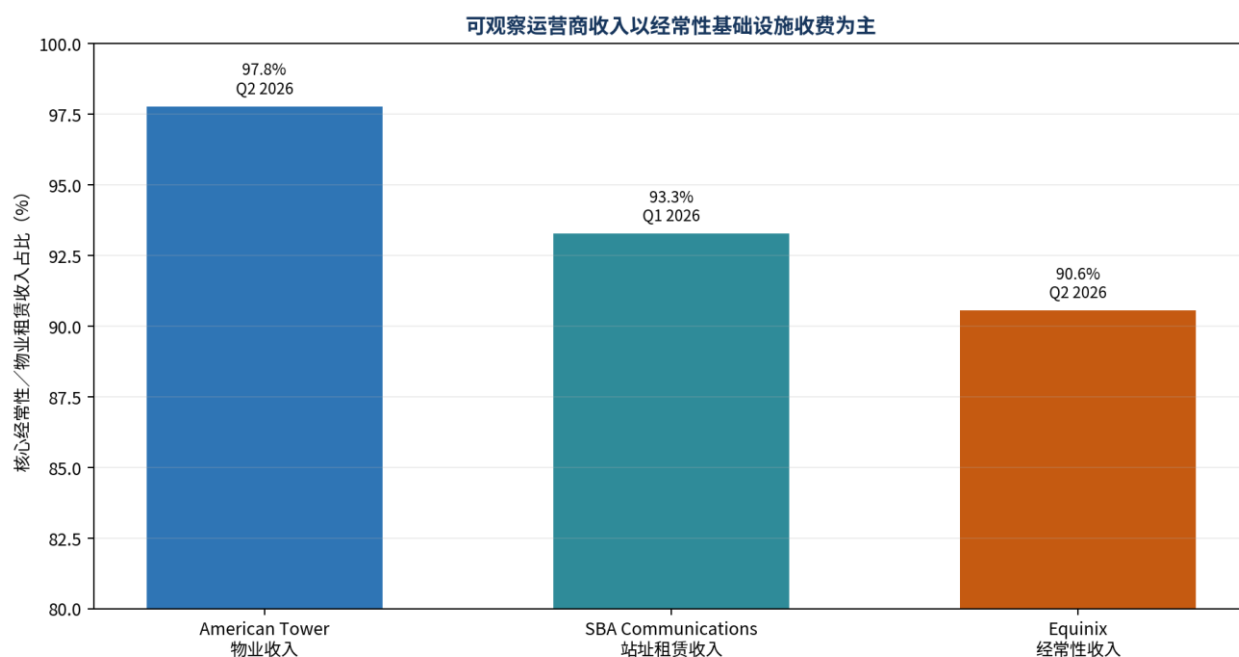
## 7.1 收入模式与稳定性

数据中心收入主要由空间或机柜租赁、电力容量、交叉连接、端口和现场服务构成。零售托管和互联业务客户数量较多、合同组合分散，收入按月或按季度确认；批发和超大规模定制业务则以 MW 级长期合同为主，单一合同金额大、预租可见度高，但客户集中和重新谈判风险更高。Equinix 2026 年第二季度经常性收入为 23.77 亿美元，占总收入 90.6%；月度经常性收入同比增长 11%，说明互联型托管的核心收入仍具有较强连续性，但当季总收入增速也受到一次性 xScale 费用影响，不能直接把全部 16% 的收入增长视为持续性增速 ([3])。

通信塔的核心收入是站址、塔身和楼顶空间租赁，以及新增天线、频谱设备和其他改造形成的租约增量。合同通常包括固定或通胀挂钩的年递增条款。流量增长本身不直接增加租金，只有当运营商增挂设备、扩频、致密化或新建覆盖时，流量需求才转化为收入。因此，塔业务具有较低季节性和较高经常性，但也会受到运营商合并、重复站点退租和频谱部署节奏影响。American Tower 2026 年第二季度物业收入占总收入约 97.8%；SBA Communications 2026 年第一季度站址租赁收入占总收入约 93.3% ([5]、[22])。

批发光纤、海缆和登陆站收入可能采取长期租赁、暗光纤收费、波长或容量服务、不可撤销使用权（IRU）以及持续维护费等形式。IRU 可能带来前置现金收取但会计确认跨期，造成订单、现金流与收入之间错位；海缆和光纤资产又可能因客户投产时间、许可和路由交付形成项目性波动。本报告不将这些收入与数据中心和通信塔收入简单汇总。

图 10 可观察运营商收入以经常性基础设施收费为主



注：各公司业务组合和披露口径不同，仅用于展示收入稳定性，不代表全球行业平均。

来源：American Tower 2026 年第二季度业绩 ([5])；SBA Communications 2026 年第一季度业绩 ([22])；Equinix 2026 年第二季度业绩 ([3])；ApexInsight 整理。

**核心结论：**样本运营商九成以上收入来自经常性、物业或站址租赁项目，降低了短期需求波动，但不能消除客户退租、合同重定价和一次性费用对增长率的影响。

## 7.2 成本结构

数据中心成本可分为四层。第一层是电力和冷却等与负载相关的变动或半变动成本；第二层是场地租赁、物业费、网络接入、最低容量采购、核心运维人员和安全等半固定成本；第三层是折旧、长期租赁和基础设施维护等固定成本；第四层是

扩建和技术升级形成的增长资本。电力可通过单独计费、指数调整或净电力转付部分传导，但合同结构、市场竞争和电价波动会造成转嫁时滞。

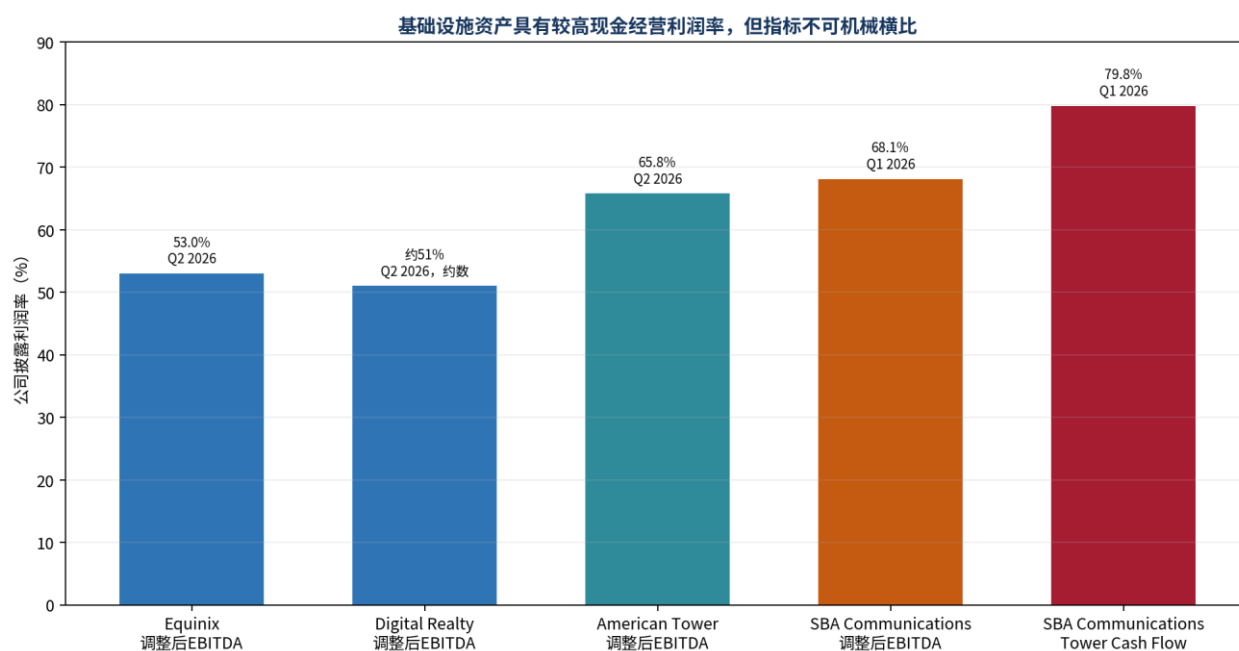
通信塔的运营成本主要包括地租、物业费、场地维护、电力和燃料、保险、安全、现场人员以及监管费用。大部分塔址成本与流量无直接关系，因此新增第二或第三租户的边际成本通常低于新增租金；但地租重新谈判、备用电源燃料、自然灾害维修和偏远市场安保可能显著提高成本。光纤和海缆则承担路权、管道、维护、网络运营中心、海缆维修船和登陆站费用，故低频维修事件可造成较大的单期现金支出。

融资成本在本行业具有准经营成本属性。高资产负债率、REIT 分配要求、项目融资和持续增长资本使利息支出直接影响 AFFO 及股息覆盖。SBA 2026 年第一季度净现金利息支出同比增加 32.1%，而站址租赁收入同比增长 6.5%，显示利率和债务结构可在运营增长仍为正时压缩股东可用现金流 ([22])。

### 7.3 利润率和盈利波动

行业常见的调整后 EBITDA、塔现金流、FFO 和 AFFO 均属于公司定义或 REIT 常用非 GAAP 指标，不能替代统一会计利润。折旧在高资本密集行业中规模很大，若仅比较 EBITDA，容易低估维持资产、升级配电和冷却、更新网络以及偿付利息所需现金。Digital Realty 2026 年第二季度还确认了开发合资企业净促成收益和保险赔款；Equinix 当季存在一次性 xScale 费用，因此两家公司报告的利润增速均需要剔除一次性因素后判断 ([3]、[4])。

图 11 基础设施资产具有较高现金经营利润率，但指标不可机械横比



注：Digital Realty 利润率依据约 19 亿美元收入和 9.78 亿美元调整后 EBITDA 形成约数；Tower Cash Flow 与调整后 EBITDA 定义不同。

来源：Equinix ([3])；Digital Realty ([4])；American Tower ([5])；SBA Communications ([22])；ApexInsight 整理。

**核心结论：**数据中心运营商样本调整后 EBITDA 利润率约在 50% 以上，塔公司更高；该特征支持行业较强的存量现金创造能力，但利润率定义、业务组合和资本化程度差异很大。

盈利波动通常来自五类因素：新增容量投产前固定成本、预租转化延迟、客户退租和坏账、电力或地租成本无法及时转嫁，以及一次性开发、资产处置、重组和汇兑项目。成熟互联设施通常受益于客户分散和交叉连接网络效应；超大规模定制设施的单位资本效率可能更高，但客户集中、残余租期和重新出租风险更大。塔公司存量利润率高，但 MNO 整合退租可持续数年，因为冗余站址往往按合同到期分批退出。

## 7.4 营运资金与现金转换

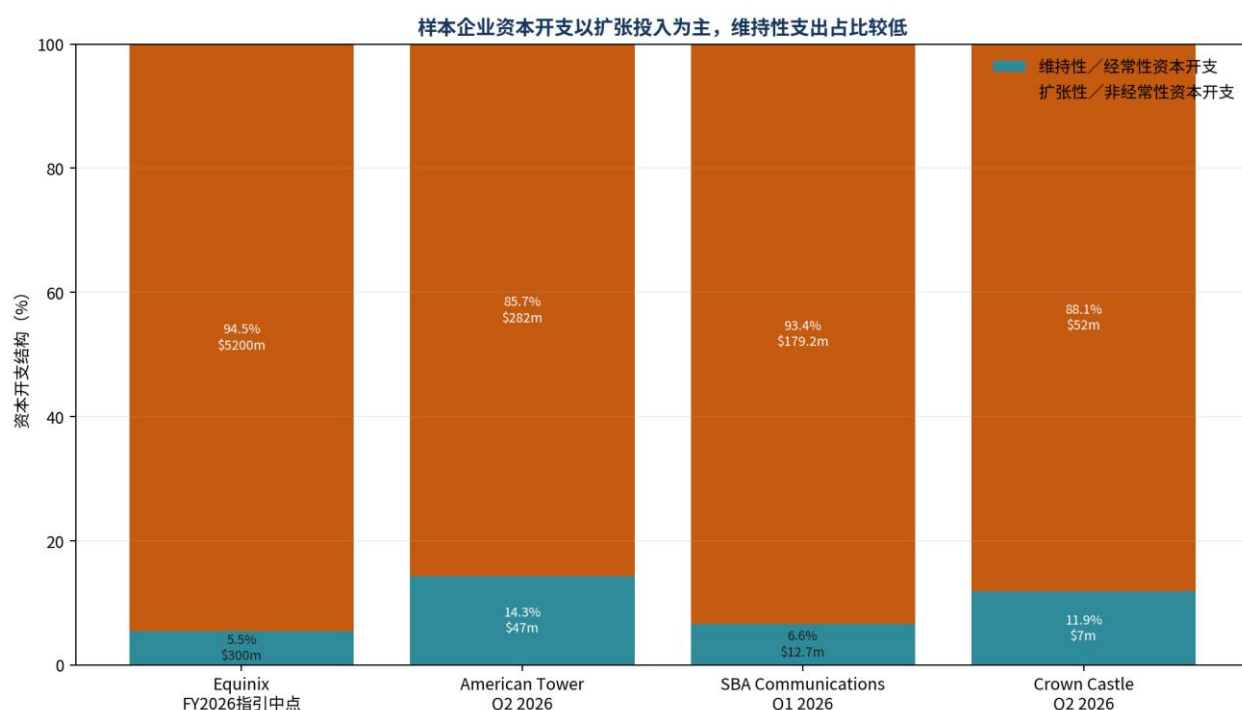
本行业通常不存在显著商品库存，营运资金风险主要集中于应收账款、客户保证金、电力转付、建设应付款、合同负债和项目资本承诺。托管和塔址租赁多按月或季度开票，客户多为大型云厂商、电信运营商、金融机构和政府或企业客户，正常信用损失通常低于高度分散的消费行业；但客户集中意味着单一大型客户争议、破产或合同重组仍可能形成较大应收损失。2002 年互联网基础设施压力期，多家客户进入破产程序，Equinix 增加坏账并退出不必要的扩张空间，说明客户信用风险在行业下行时可迅速从低频事件转为现金流压力 ([23])。

预付租金和客户保证金可改善开发期资金，但不能替代最终履约。数据中心项目还可能存在土地定金、电力接入保证金、长期设备预付款和施工进度款；若项目取消，这些项目可能转化为沉没成本。塔公司营运资金通常较轻，但地租预付款、土地权益购买和客户退租结算会造成单期现金变动。

## 7.5 资本密集度与自由现金流

行业的关键财务区分是维持性资本开支与扩张性资本开支。维持性支出用于延长现有资产寿命、满足安全与可靠性要求、维持当前收入；扩张性支出用于新园区、新楼、增加电力容量、塔址增建、地租权购买、改造和收购。样本企业的维持性支出占总资本开支比例通常较低，但这并不意味着长期折旧可以忽略，因为旧数据中心的电力密度、冷却和配电升级可能被分类为增长资本。

图 12 样本企业资本开支以扩张投入为主，维持性支出占比较低



注：期间和公司定义不同；American Tower扩张项为Q2总资本开支扣除非酌情资本开支；Equinix非经常性指引不含xScale合资及房地产收购。

来源：Equinix 2026 年指引 ([3])；American Tower 2026 年第二季度披露 ([5])；SBA Communications 2026 年第一季度披露 ([22])；Crown Castle 2026 年第二季度披露 ([6])；ApexInsight 整理。

**核心结论：行业存量资产维护现金需求相对可控，但在 AI 和网络扩张期，自由现金流高度取决于增长资本节奏、项目预租和外部融资。**

Equinix 将 2026 年总资本开支指引提高至 50 亿—60 亿美元，其中经常性资本开支约 2.9 亿—3.1 亿美元，而非经常性资本开支约 47.1 亿—56.9 亿美元；公司同时把 2027—2029 年年度资本开支展望提高至 50 亿—70 亿美元。该结构说明强劲订单可以提高未来收入可见度，也会显著增加执行、建设和融资暴露 ([3])。

塔公司的单位维护资本通常低，但土地权益、塔体加固、设备增挂和新建塔仍需增长资本。SBA 2026 年第一季度现金资本开支 1.919 亿美元，其中非酌情资本开支仅 1270 万美元，酌情资本开支 1.792 亿美元；American Tower 和 Crown Castle 亦呈现类似结构。强劲扩张期自由现金流可能低于会计利润，压力期则可通过削减新项目、出售资产或引入合资资本提高流动性，但过度削减会损害未来增长。

7.6 杠杆和融资特征

数据中心和通信塔常使用公司债、循环信贷、抵押贷款、资产证券化、项目融资、合资和私募基础设施资本。成熟租赁现金流和可识别资产支持较长期限融资，但开发项目、外币资产和跨国经营增加契约、汇率和再融资复杂度。大型运营商通常维持多币种、固定与浮动利率组合，并通过利率和汇率衍生工具管理风险；中小企业和单项目开发商更依赖少数贷款人和项目完成条件。

SBA 2026 年第一季度净债务 / 年化调整后 EBITDA 为 6.6 倍，处于公司 6—7 倍目标区间；其后于 2026 年 7 月发行 35 亿美元高级无抵押票据，2030、2031 和 2033 年到期票息分别为 4.875%、5.150%和 5.450%，用于偿还有担保定期贷款和循环信贷。该交易显示优质塔资产仍可进入长期资本市场，但新融资成本已明显高于超低利率时期，且无抵押债务在子公司层面仍具有结构性次级特征（[22]、[24]）。

一般财务脆弱点包括：大量未投产资本承诺、项目取消但债务已提款、短期或浮动利率融资、客户集中与债务契约叠加、外币收入与美元或欧元债务错配、REIT 高分配率削弱留存资金，以及使用非 GAAP 指标掩盖持续改造需求。行业较低结构性风险并不意味着高杠杆企业具有低信用风险。

表 7 主要商业模式的经济性与现金流特征

| 商业模式             | 收入模式                  | 主要成本                | 现金流特征                     | 主要脆弱点                    |
|------------------|-----------------------|---------------------|---------------------------|--------------------------|
| 零售托管 + 互联        | 机柜 / kW、交叉连接和端口；经常性较高 | 电力、物业、运维和折旧；固定成本高   | 客户较分散、迁移成本高；利用率提升带来经营杠杆   | 电力短缺、旧设施密度和网络生态流失        |
| 批发 / 超大规模定制      | MW 级长期租约；预租和开发费       | 土地、电力、建设、融资；客户定制投入大 | 合同可见度高，但开发期和客户集中使 FCF 波动  | 取消、延期、残值、重新出租和单一客户议价     |
| 通信塔              | 站址租赁、设备增挂、递增条款        | 地租、维护、税费、备电和利息      | 流量成本低；第二、第三租户增量利润高        | MNO 合并退租、地租重定价、偏远站点能源与安保 |
| DAS / 小基站 / 中立主机 | 场所或运营商长期容量收费          | 设计、布设、接入和现场维护       | 项目获取期长，成熟后经常性增强           | 单项目集中、场所客流和技术方案变化        |
| 批发光纤 / 海缆        | 暗光纤、波长、容量、IRU 和维护费    | 路权、管道、登陆站、维修和网络运营   | IRU 现金与收入确认错位；存量容量升级可提高回报 | 路线集中、断缆、许可、维修船与客户投产延期    |

来源：行业商业模式分析和公司监管披露（[8]、[13]、[14]、[9]、[10]、[15]、[16]、[3]、[4]、[6]、[5]、[22]、[24]）；ApexInsight 整理。

第 8 章 周期性、历史压力期与风险传导

8.1 行业周期来源

数字基础设施的终端使用量与 GDP 的短期同步性较低，但开发、融资和客户资本开支具有明显周期。行业周期主要由六类变量共同决定：云和 AI 资本开支、移动运营商网络投资、企业 IT 外包、利率与资本市场、供电和许可可得性，以及大客户



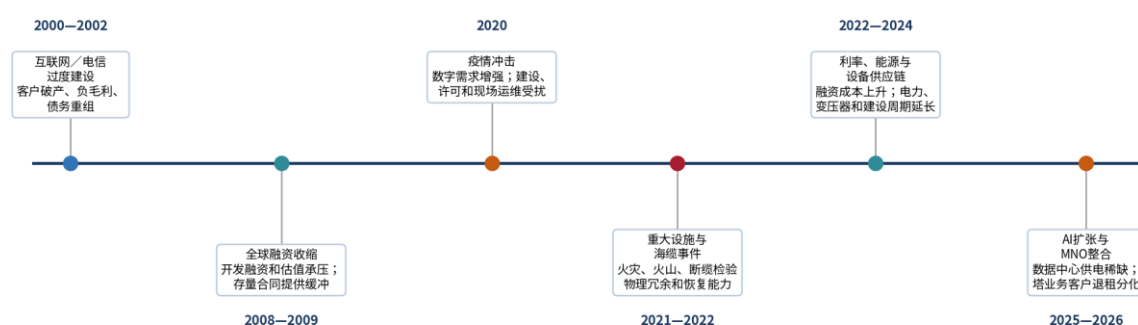
整合或战略变化。由于新增供给建设周期长，行业可能在需求强劲时仍因电力和设备不足出现容量短缺；也可能在资金宽松时形成重复规划，随后在需求或融资回落时出现项目取消和资产减值。

通信塔收入对移动流量不直接按量计费，周期更多来自运营商资本开支、频谱周期和并购；数据中心收入则与客户容量部署、预租和云区域建设更相关。利率同时影响新项目回报率、债务成本和资产交易估值，因而是两类资产共同的金融周期变量。电价、天然气和燃料价格影响数据中心和备电成本，但合同转嫁程度决定利润率敏感性。

## 8.2 关键历史压力期

图 13 数字基础设施代表性历史压力期及主要传导结果

数字基础设施代表性历史压力期及主要传导结果



来源：Equinix 2002 年 10-K ([23])；Uptime Institute 中断分析 ([25])；ITU 海缆韧性报告 ([12])；主要公司披露 ([3]、[4]、[6]、[5]、[22]、[24])；ApexInsight 整理。

**核心结论：行业压力并非单一需求衰退：客户破产、融资收缩、重大物理事件、利率和设备瓶颈，以及客户整合分别通过不同路径影响收入、资本和恢复速度。**

### 2000—2002 年互联网与电信基础设施过度建设

互联网泡沫破裂和电信客户破产构成行业最具代表性的需求、客户信用和融资复合压力。Equinix 2002 年收入 7719 万美元，但收入成本 1.041 亿美元，反映早期设施利用率不足和高固定成本；公司退出不必要的美国扩张空间、确认重组和减值，并通过合并、引入资本和大幅削减债务恢复财务可持续性 ([23])。该时期说明位置和技术资产并不能自动保证盈利，供给纪律、客户质量和资本结构同样关键。

### 2008—2009 年全球融资收缩

金融危机对数字流量需求的影响相对温和，但房地产、项目融资和高杠杆并购市场急剧收缩。存量长合同和关键任务属性缓冲了收入；依赖短期融资、在建项目和高估值交易的企业则更容易延后扩张或出售资产。行业恢复主要跟随信用市场重开、企业 IT 支出企稳和云计算扩张，体现“运营周期较低、资本周期较高”的双重特征。

### 2020 年疫情：需求增强与执行受阻并存

远程办公、流媒体、云服务和移动连接提高了数字基础设施使用强度；另一方面，封控、人员进入限制、供应链、许可和施工延误增加了交付风险。成熟数据中心和通信塔的存量租赁收入总体具有韧性，但建设和设备安装依赖现场工作，无法完全虚拟化。疫情因此不是传统的行业需求衰退，而是运营连续性和供应链压力测试。



2021—2022 年重大物理事件

数据中心火灾、极端天气、火山和海缆损坏表明，低频事件可同时影响电力、冷却、网络 and 人员进入。Uptime Institute 的 2025 年中断分析显示，电力仍是严重数据中心中断的首要原因，IT、网络和网络安全事件的重要性上升；ITU 则强调海底电缆虽然日常故障通常可维修，但孤立国家、少数登陆点和维修资源集中会放大恢复时间和社会经济影响（[25]、[12]）。

2022—2024 年利率、能源和设备供应链压力

利率快速上升提高了 REIT、塔公司和开发商的再融资成本；欧洲能源价格冲击和美国电网设备短缺延长开发周期。项目回报从“土地和资金是否可得”转向“可交付电力和设备是否可得”。优质存量资产因稀缺而获得定价支持，但高杠杆、未预租和远期项目承受更大估值及现金流压力。

2025—2026 年 AI 扩张、电力稀缺与 MNO 整合

AI 和云需求推动大型数据中心运营商订单、预租和资本开支增长；同时，美国和欧洲监管开始重新设计大负荷并网、成本分摊和消费者保护规则。塔公司则出现明显分化：国际站址增长和新频谱部署仍提供增量，但美国运营商整合导致 Sprint、EchoStar 和 DISH 相关退租。该压力期不是全行业同步衰退，而是数据中心供给受限与塔业务客户整合并存。

表 8 关键历史压力期的行业表现与恢复机制

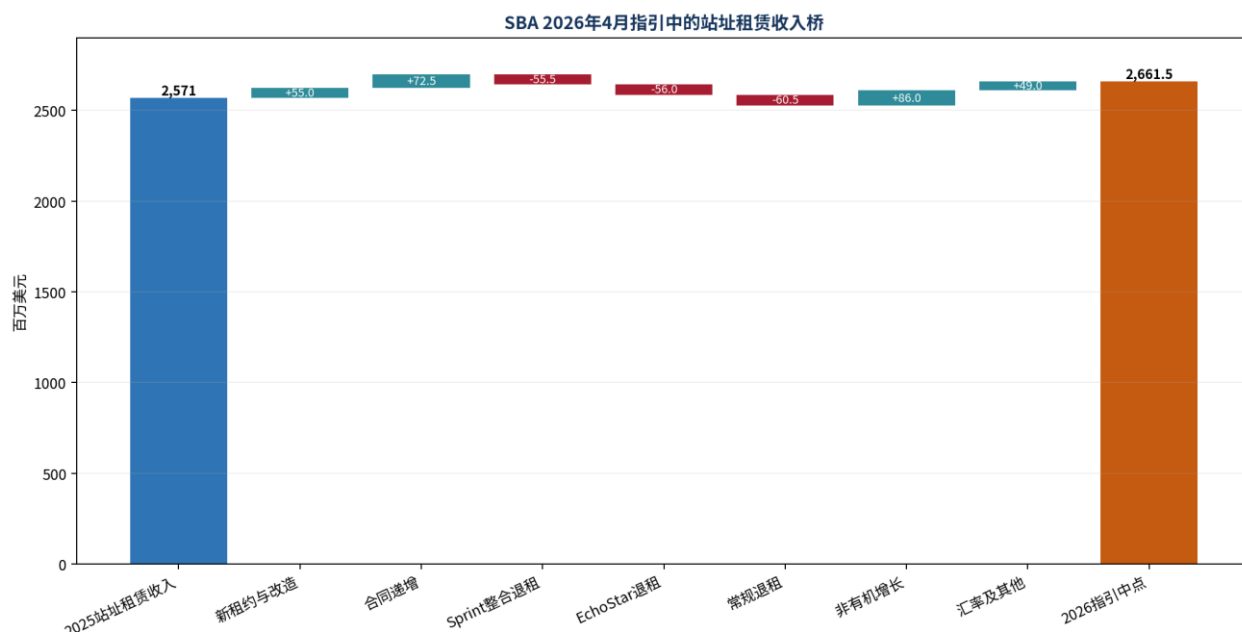
| 时期        | 主要事件                 | 需求 / 价格               | 利润与现金流                  | 恢复机制                 | 企业分化              |
|-----------|----------------------|-----------------------|-------------------------|----------------------|-------------------|
| 2000—2002 | 互联网 / 电信过度建设、客户破产    | 部分托管和带宽客户退出；价格和利用率承压  | 高固定成本导致负毛利、坏账、减值和债务重组   | 削减扩张、整合资产、引入资本；恢复需数年 | 未预租开发商和高杠杆运营商最弱   |
| 2008—2009 | 全球信贷和房地产融资收缩         | 存量需求较稳；新项目和企业 IT 支出放缓 | 融资成本和交易估值压力大于存量收入下降     | 信用市场恢复、云需求增长后扩张重启    | 短债、开发中资产和小型运营商更弱  |
| 2020      | 疫情和全球供应链受阻           | 远程办公和云需求增强；项目交付放缓     | 存量收入稳，施工和设备成本上升         | 远程运维、关键人员机制和供应恢复     | 有冗余和全球采购能力的运营商更强  |
| 2021—2022 | 火灾、极端天气、海缆事件         | 局部服务中断和客户迁移           | 维修、赔偿、保险和声誉成本；收入影响取决于冗余 | 跨站点切换、备件、维修船和重建      | 单站点、单电源和单登陆路径资产更弱 |
| 2022—2024 | 利率、能源、变压器和建设成本上升     | 需求仍增长但交付周期延长          | 利息、开发成本和资本化支出增加；FCF 承压  | 重定价、合资、资产处置、延后项目     | 高杠杆、浮息和无预租项目更弱    |
| 2025—2026 | AI 需求扩张、大负荷政策、MNO 整合 | 数据中心预租强；塔业务出现特定客户退租   | 数据中心增长资本激增；塔租赁收入受到退租抵消  | 电网改革、合同递增、国际扩张和成本控制  | 电力权利和客户组合成为分化核心   |

来源：[12]、[8]、[13]、[14]、[9]、[10]、[15]、[16]、[25]、[3]、[4]、[6]、[5]、[22]、[24]、[23]、[26]、[27]；ApexInsight 整理。历史表现为行业和企业样本归纳，不是统一全球指数。

8.3 历史峰谷表现与当前客户退租案例

全球行业缺乏可比的长期收入和 EBITDA 指数，因此本报告不编造统一峰谷降幅。可观察样本显示，行业压力通常不是所有运营商收入同步下降，而是通过客户和资产组合产生分化。SBA 在 2026 年 4 月 29 日发布的全年指引桥接中显示，新租约和改造、合同递增、非有机增长及汇率可抵消 Sprint 整合、EchoStar 退出和常规退租，但客户整合在当时指引中仍构成超过 1 亿美元的年度负向项目。该桥接为当时的管理层预期，不替代后续季度更新。

图 14 SBA 2026 年 4 月指引中的站址租赁收入桥：增长与客户整合退租并存



注：采用公司2026年4月29日发布的全年指引区间中点；用于展示当时的增长与退租传导，不作为2026年6月6日的最新指引。

来源：SBA Communications 2026 年 4 月 29 日第一季度业绩及全年指引 ([22])；ApexInsight 整理。

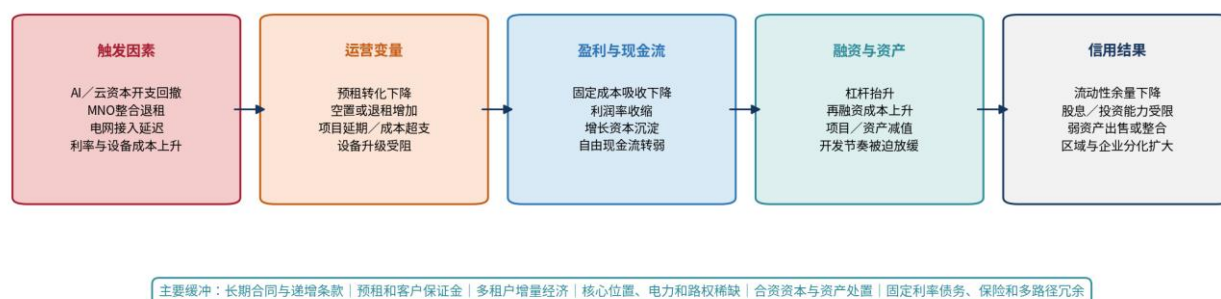
**核心结论：通信塔的长期递增和新租约能够缓冲单一运营商退租，但客户整合损失可能持续多个合同年度，且国内与国际市场表现显著不同。**

Crown Castle 在出售光纤和小基站业务后，2026 年全年站址租赁收入中点预计较 2025 年下降 5%，调整后 EBITDA 下降 6%，但 AFFO 预计增长 4%，主要受到利息和资产组合变化支持。该案例表明，收入下降、经营利润和股东现金流可以因融资与处置因素出现不同方向，不能以单一指标描述行业压力 ([6])。

## 8.4 风险传导机制

图 15 数字基础设施行业定制化风险传导链

数字基础设施行业定制化风险传导链



来源：ApexInsight 依据行业合同、成本、资本和融资结构整理；证据基础为[8]、[13]、[14]、[9]、[10]、[15]、[16]、[25]、[3]、[4]、[6]、[5]、[22]、[24]、[23]、[26]、[27]；ApexInsight 整理。

**核心结论：行业风险通常先表现为预租、退租、接入或项目执行变化，再通过固定成本、增长资本和再融资传导至自由现金流；高 EBITDA 不能阻断资本和债务传导。**

8.5 缓冲机制

- 长期合同、不可取消期限、预租和最低容量承诺提高收入可见度，但需核查客户信用、退出条款和交付条件。
- 固定或 CPI 挂钩的租金递增、电力转付和合同重定价提高成本转嫁能力，但存在时滞和客户议价限制。
- 多租户、交叉连接和网络生态降低单一客户迁移意愿，并提高同一资产新增收入的边际利润。
- 核心位置、电力接入、路权和登陆站权利具有稀缺性，可在行业供给受限时保护利用率和残值。
- 地区、客户和业务组合多元化可分散局部政策、自然灾害和客户整合；但过度跨国扩张会增加汇率、税务和治理风险。
- 保险、备电、多路径网络、灾备切换、关键备件和长期设备合同降低重大事件损失，但不能替代资产级演练和恢复验证。
- 合资、项目融资、资产循环和出售成熟资产可分担增长资本，但可能引入复杂治理、非控制权益和表外承诺。

第 9 章 技术、监管、政策与替代风险

9.1 技术变化

技术风险的核心不是数字基础设施需求消失，而是容量、位置和工程规格快速变化导致资产适配度下降。AI 训练和推理提高功率和热密度，使数据中心竞争从建筑面积转向可交付电力、配电拓扑、冷却能力、网络互联和部署速度。现有设施若无法增加电力密度或导入液冷，可能面临客户迁移、改造停机和较高资本支出；具备电力储备、模块化机电系统和客户共同投资机制的设施则可能获得溢价。

通信塔的技术变化主要来自 5G 频谱增挂、网络致密化、Open RAN、主动共享、室内覆盖和未来 6G。更多频段和天线可增加改造收入，但主动共享和运营商合并可能减少重复设备或站点。光纤和海缆可通过新终端设备和波长技术提高存量纤芯容量，延长经济寿命；物理路线、登陆点和维修资源的集中风险则不会被传输技术完全消除。

图 16 技术变化更多表现为资产再配置和改造风险，而非物理基础设施消失  
技术变化更多表现为资产再配置和改造风险，而非物理基础设施消失

| 技术变化               | 直接资产影响                 | 收入/成本影响                    | 主要风险与缓释                 |
|--------------------|------------------------|----------------------------|-------------------------|
| AI高密度计算            | 单机架功率和热密度上升；电力、配电与冷却改造 | 提高MW需求和高密度租金；同时推高开发资本和用电   | 旧设施不兼容、交付延迟；模块化配电和预租可缓释 |
| 液冷与热管理             | 冷却水路、CDU、换热和监控体系升级     | 提高设计和维护成本；可释放受限空间并降低部分风冷能耗 | 泄漏、标准不一；分阶段改造和客户共担资本    |
| 边缘与分布式计算           | 更多小型节点、城域光纤和互联需求       | 扩大区域覆盖；单点规模小、运营复杂度高        | 利用率分散；与核心枢纽和中立互联结合      |
| 5G/Open RAN / 共享网络 | 增挂、致密化、小基站和室内覆盖；部分主动共享 | 增加改造和共址收入；共享可能减少重复站点       | MNO议价和退租；中立主机模式可吸收共享需求  |
| 光传输与海缆升级           | 波长、终端设备和登陆站升级，提高存量纤芯容量 | 在不铺设新缆情况下扩大可售容量            | 路线和登陆点仍是物理单点；多路径与备件缓释   |

来源：IEA 能源与 AI 研究 ([2]、[19])；GSMA 移动经济报告 ([11])；ISO/IEC PUE 标准 ([28])；公司披露 ([3]、[4]、[6]、[5]、[22])；ApexInsight 整理。

**核心结论：技术进步总体扩大计算、互联和无线基础设施需求，但会加快旧配电、冷却和低密度资产的经济淘汰，并改变资本开支时点。**

## 9.2 产品或商业模式替代

客户自建是商业数据中心最直接的替代路径。超大规模云厂商可自行建设园区，以控制长期成本、专有设计和供应链；但自建需要土地、电力、许可、网络和运营能力，交付速度与地区覆盖往往受限。第三方托管通过预先取得电力、互联生态、合资资本和多个都市圈覆盖提供时间价值，因此自建和托管更可能长期并存，而不是单向替代。Synergy 预计超大规模运营商控制的容量占比继续上升，说明第三方运营商需要提高互联、区域扩展和开发合作能力 ([29])。

虚拟化和更高服务器利用率曾降低单位工作负载所需设备，但总体数据和计算需求增长抵消了效率改善。边缘计算并非简单取代集中式数据中心，而是把部分低时延工作负载分散至城域和接入节点，同时仍依赖核心云、光纤和互联。卫星宽带和固定无线接入可以替代部分最后一公里连接，但卫星地面站、回传、互联网交换和核心计算仍需地面数字基础设施。

对通信塔而言，MNO 自建、主动共享和频谱效率提高可能降低重复站点需求；独立 TowerCo、中立主机和 DAS 则可将共享趋势转化为商业机会。替代风险取决于运营商是否共享被动资产、主动设备还是完整网络，以及塔公司是否拥有合同保护、优质位置和增挂能力。

## 9.3 监管和政策

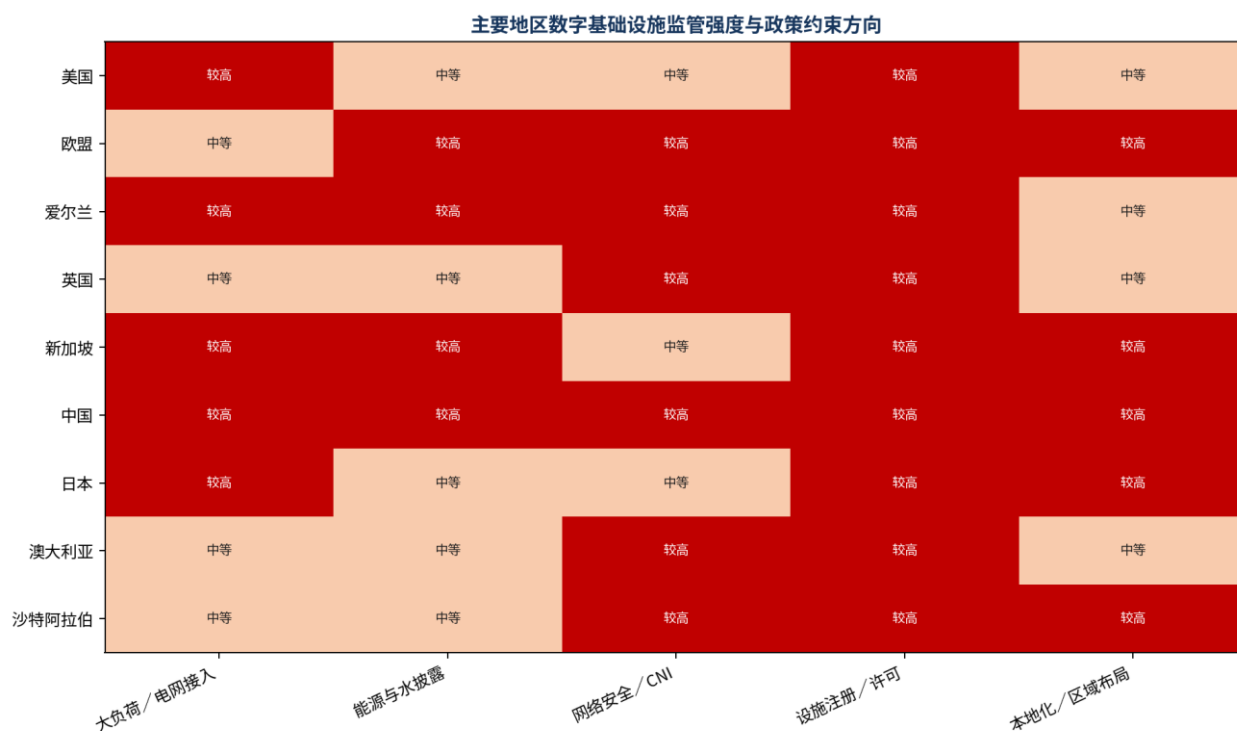
监管正从传统建设许可和电磁安全，扩展至大负荷接入、能源和水足迹、网络安全、关键基础设施韧性、数据本地化和消费者成本分摊。政策通常同时具有支持和约束两面：关键基础设施地位可提高政府协调和投资确定性，但也增加风险评估、事件报告、人员审查、演练和持续合规要求。

欧盟 NIS2 明确把非内部自用的数据中心服务提供商纳入网络安全范围，并将数据中心服务定义为集中容纳、互联和运行 IT 及网络设备以及电力分配和环境控制设施的服务；2024 年实施条例进一步规定网络安全风险管理措施和重大事件标准。CER 指令要求成员国识别关键实体并推动风险评估、韧性计划和跨部门协调。欧盟能源效率规则另行推动数据中心能源与水绩效报告，形成网络、物理和环境三层合规体系 ([17]、[30]、[31]、[32])。

美国政策重点转向大负荷并网、可靠性和成本分摊。FERC 于 2026 年 6 月对六个区域电网运营商发出命令，要求证明或改革数据中心等大型负荷接入规则；得州 6 月官方指令要求大型数据中心承担服务其运营所需电力基础设施成本，并要求报告电力和用水；纽约州 7 月启动一年期超大规模数据中心新项目暂停，以建立费率、环境和地方治理框架。州级政策方向并不一致，但均表明项目可行性越来越取决于电网成本承担、资源约束和社会许可 ([27]、[33]、[34])。

英国 2024 年将数据中心列为关键国家基础设施，增加政府在重大网络、环境和 IT 中断中的支持与协调；澳大利亚将数据存储或处理纳入关键基础设施，并可对国家重要系统施加事件响应计划、演练、漏洞评估和威胁信息等增强义务。中国的算力基础设施行动计划强调计算、运力和存力协同以及区域布局；日本则把东京和大阪高度集中视为韧性和电网问题，并在 2026 年筛选数据中心集聚型 GX 战略候选地区。新加坡继续以绿色数据中心路线图管理容量增长，沙特则对数据中心和云服务实行注册及安全要求 ([35]、[36]、[37]、[38]、[39]、[40]、[41])。

图 17 主要地区数字基础设施监管强度与政策约束方向



注：ApexInsight依据现行政策进行定性归纳，不是国家风险评分；“强度”反映经营约束和持续合规要求，不代表政策不利。

来源：FERC ([27])；欧盟 ([17]、[30]、[31]、[32])；爱尔兰 CRU ([18])；英国政府 ([35])；新加坡 IMDA ([41])；中国工信部 ([37])；日本经济省 ([38]、[39])；澳大利亚内政部 ([36])；沙特 CST ([40])；ApexInsight 整理。

**核心结论：监管强度上升不等于行业前景恶化，但会把电力、网络安全、能源水披露和许可转化为固定合规成本与项目准入条件，扩大规模运营商相对优势。**

## 9.4 合规成本及监管不确定性

固定合规成本包括许可证和注册、网络安全管理体系、关键人员背景和培训、事件报告机制、物理安全、能源水计量、第三方审计以及灾备演练。持续成本包括监测、漏洞管理、设备更新、供应商审查、法律和监管人员、能源属性采购以及社区沟通。此类成本具有明显规模经济：大型运营商可跨设施复用平台和人员，中小运营商则可能面临较高单位成本。

监管不确定性主要体现在电网接入规则、成本分摊、土地和水许可、税收激励、外资审查、数据本地化及政策生效时间。项目可能在取得土地后仍无法获得电力，或在已投入设备后面临新的效率和安全标准。信用分析应把“已取得土地”“已取得规划许可”“已签并网协议”“电力已可用”和“客户已签约”作为不同里程碑，而不是统称为已获批项目。

# 第 10 章 供应链、贸易与地缘风险

## 10.1 关键投入

数字基础设施的关键投入包括电力和电网连接、土地及路权、变压器、开关设备、UPS 和电池、备用发电机、冷却与水处理、服务器和网络设备、光纤与海缆、钢结构、施工和专业技术人员、软件控制系统以及长期资本。不同子行业的投入重点不同：数据中心最依赖电力和机电设备，通信塔最依赖站址权利、钢结构、备电和无线客户部署，光纤与海缆最依赖路权、登陆许可、光缆和维修能力。

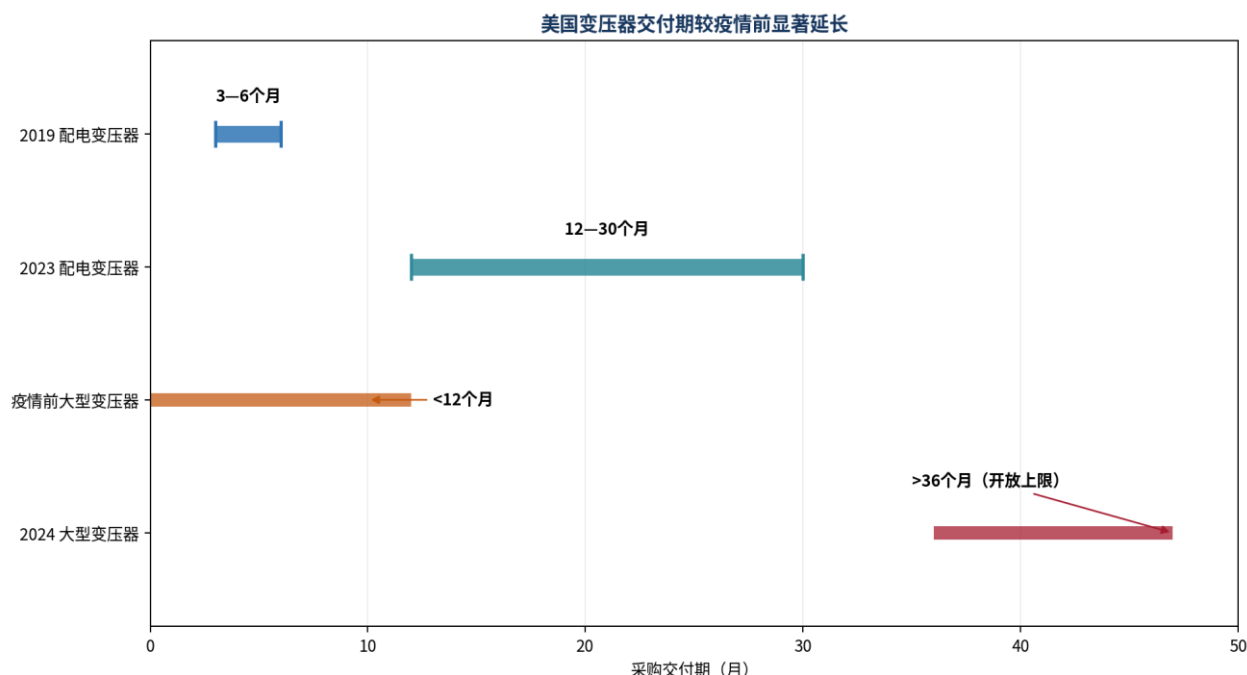


服务器、GPU 和网络设备由客户或运营商采购时，数字基础设施企业未必承担设备库存，但客户设备延期会延后容量启用、收入起租和预租转化。因而，行业供应链风险不仅存在于运营商直接采购，也可通过客户资本开支和项目交付间接传导。

## 10.2 供应集中度

电网设备是当前最具约束力的供应链环节之一。美国能源部资料显示，配电变压器交付期由 2019 年的 3—6 个月延长至 2023 年的 12—30 个月；另一份美国能源部报告指出，大型变压器在疫情前通常可于一年内交付，而 2024 年交付期经常超过 36 个月。设备规格高度定制、制造能力、取向电工钢和铜等材料、测试能力及超限运输共同限制扩产（[26]、[42]）。

图 18 美国变压器交付期显著延长，制约新增大负荷与电网扩容



注：前两项为DOE配电变压器行业范围；后两项为DOE大型变压器报告中的上限/下限表述，开放端不代表精确区间。

来源：美国能源部电力办公室供应链与市场分析（[26]）及《Large Power Transformer Resilience Report》（[42]）；ApexInsight 整理。

**核心结论：变压器周期已从普通采购周期上升为数据中心和电网项目的关键路径；即使客户需求和融资确定，设备交付仍可能推迟收入起租。**

高端计算芯片和关键网络设备供应集中也会影响客户部署。出口管制、制裁、制造中断或技术代际切换可能延迟服务器交付或改变项目地区，但本报告不把半导体销售计入数字基础设施市场规模。海缆维修船、专业接续人员和登陆许可数量有限，断缆发生在地缘紧张或恶劣海况区域时，维修时间会明显拉长（[12]）。

## 10.3 下游和客户集中

不同商业模式的客户集中度已在图 9 量化。新增证据显示集中风险具有双向作用：超大规模客户可提供大额预租、信用质量和长期容量承诺，但也具备较强议价、定制和项目选择权；大型 MNO 通常信用较强，却可通过合并和网络优化持续退租。Digital Realty 2026 年第二季度末总租赁积压按 100%口径达到 19 亿美元、公司份额 14 亿美元，且 7 月新签两项超大规模租约按 100%口径年化基础租金 4.10 亿美元，强化未来收入可见度，也扩大大额项目执行的重要性（[4]）。

Equinix 通过企业、网络、云和内容客户以及大量交叉连接分散需求；其第二季度新增净交叉连接 9700 条，说明互联生态可降低单一容量客户依赖。塔业务则需同时监测前三客户收入占比、新租约和改造、退租、合同剩余期限及同一运营商在不同法人和品牌下的合并暴露（[3]、[22]）。



## 10.4 国际贸易与地缘风险

本行业的核心服务具有位置固定和非贸易属性，传统进出口额并不是有效规模指标。贸易和地缘风险主要通过嵌入式设备、能源、融资、跨境数据、海缆路线、外资审查和供应商限制传导。关税和本地含量规则可提高变压器、开关设备、发电机、冷却和光缆成本；先进计算设备出口限制可能改变客户的地区部署；数据本地化和主权云要求则可能增加区域容量需求，同时降低全球统一调度效率。

海缆和登陆站具有显著地缘属性。多数跨境数据通过少数海上路线和登陆集群传输，区域冲突、海上事故、锚害和许可争议可影响修复。运营商可通过多路线、多登陆站、陆地备份和容量互换降低风险，但孤岛、非洲部分国家和小型市场往往缺乏足够冗余 ([12])。

跨国 TowerCo 还面临外币收入和硬通货债务错配、资本管制、燃料价格、税收和地租法律差异。SBA 2026 年第一季度国际站址租赁收入同比增长 32.6%，而美国国内收入下降 2.3%，说明地域多元化能够缓冲单一市场退租，但也引入巴西雷亚尔、南非兰特、坦桑尼亚先令等汇率假设和风险 ([22])。

## 10.5 供应链韧性

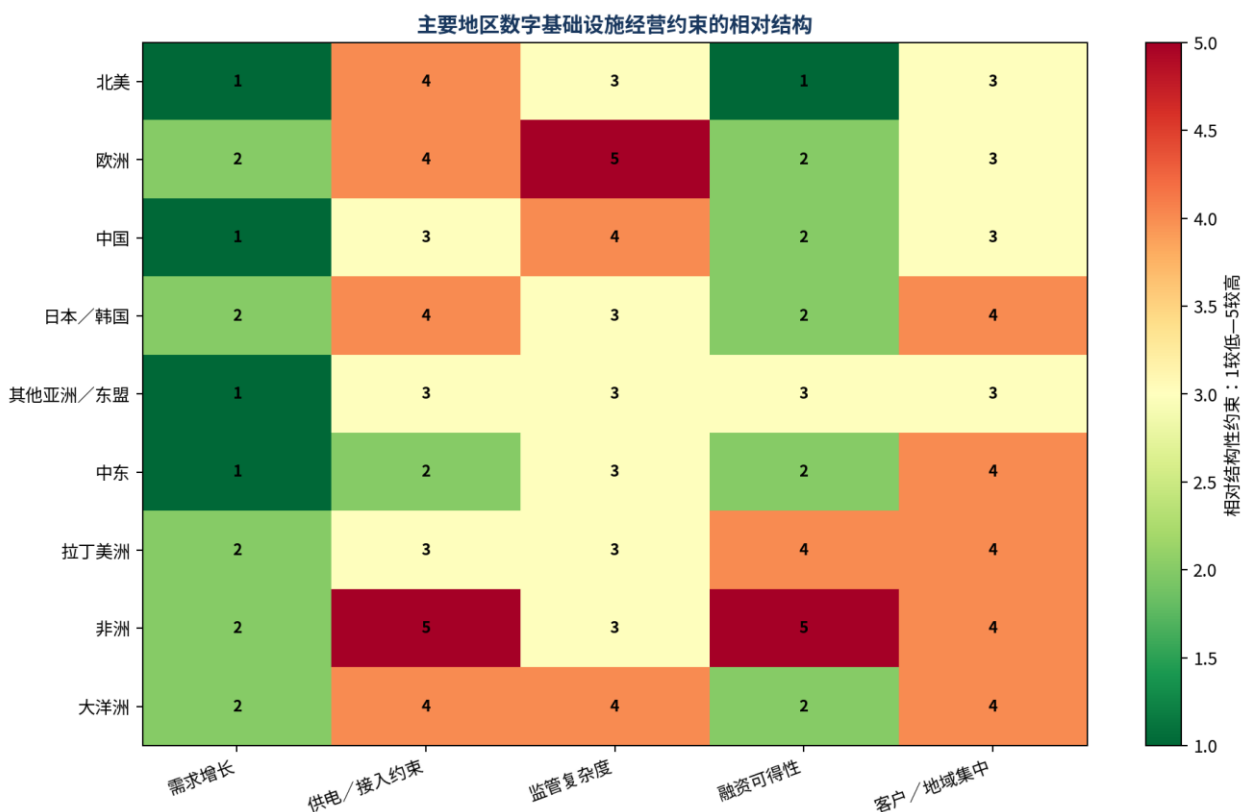
- 在项目设计早期锁定电力接入、变压器、开关设备、备用发电和冷却设备，并把关键设备交付与客户起租条件对应。
- 推动设备规格标准化、模块化和可替换性，减少过度定制；对长周期设备保持安全库存、关键备件和维修框架合同。
- 建立双重或区域化供应商，但必须考虑重新认证、软件兼容和现场维护能力；名义双供不等于可快速切换。
- 通过多电源、多运营商、多路由和多海缆登陆点分散单点风险，并定期验证切换容量，而非只检查设计图。
- 对偏远塔址维持燃料、储能、远程监控和抢修队伍；对海缆预先安排维修船、备缆和许可支持。
- 利用长期采购、价格锁定、汇率和利率对冲降低波动，但避免在需求不确定时形成过量不可取消承诺。
- 在客户合同中明确因电力、设备、许可和不可抗力导致的交付责任、起租条件和成本调整机制。

# 第 11 章 全球区域差异

## 11.1 区域比较方法

区域比较以数字基础设施经营条件为对象，不重新计算国家风险。由于各地区公开容量、塔址和收入数据不统一，本章采用需求增长、电力与接入、监管复杂度、融资可得性以及客户或地理集中五类可比较因素，并结合市场数据、官方政策和公司披露进行定性归纳。

图 19 主要地区数字基础设施经营约束的相对结构



来源：IEA、CBRE、GSMA 和 ITU ([2]、[1]、[11]、[12])；各地区监管资料 ([17]、[18]、[41]、[27]、[30]、[31]、[32]、[35]、[36]、[37]、[38]、[39]、[40]、[34])；ApexInsight 整理。

**核心结论：区域风险差异主要由供电、政策和融资条件决定，而不是数字需求是否存在。北美和东盟需求强但供给受约束；非洲和拉美的电力、汇率和融资约束更高。**

## 11.2 北美

北美是 AI 和超大规模数据中心扩张最强的区域之一，拥有深厚资本市场、云厂商集群和成熟互联生态。主要约束已经从客户需求转向输电、发电、变压器、土地和成本分摊。FERC 2026 年 6 月对六个区域电网运营商采取行动，说明大型负荷接入规则正进入系统性改革阶段。美国通信塔市场成熟且资产质量高，但 MNO 集中和整合退租使国内收入增长低于移动数据增长。加拿大市场规模较小，具有清洁电力和气候优势，但都市圈、电力审批和跨境客户集中仍重要 ([1]、[6]、[5]、[22]、[24]、[23]、[26]、[27])。

## 11.3 欧洲

欧洲数据中心需求稳定、互联市场成熟，但能源价格、土地、碳、水和许可约束较高。法兰克福、伦敦、阿姆斯特丹、巴黎和都柏林等枢纽具备网络效应，也面临电网和社区承载限制。爱尔兰将新数据中心接入与本地发电、储能和新增可再生能源联系，代表“有条件增长”模式。NIS2、CER 和能源效率报告增加统一框架，但成员国实施和许可仍有差异。欧洲 TowerCo 独立化程度较高，长期合同和共享提供稳定性，利率和 MNO 整合则影响资产交易与资本配置 ([17]、[43]、[18]、[16]、[30]、[31]、[32]、[35])。

## 11.4 中国

中国拥有大规模云、互联网、移动通信和政府算力需求，政策强调全国一体化算力网络、东西部协同、绿色低碳和算力调度。区域间能源资源、网络时延和客户需求差异决定数据中心布局：东部需求密集但土地和电力较紧，西部电力和土地相对充裕但需解决网络、客户和利用率。行业受数据安全、网络安全、能耗和地方项目管理影响，国有运营商、云平台和专业数据中心企业并存。企业分析需区分商业托管、云计算、运营商自用和政府算力项目，避免把政策规划容量直接视为可出租市场供给 ([37])。

## 11.5 日本和韩国

日本和韩国数字经济成熟、企业客户质量较高、网络和电力可靠性总体较强，但都市圈集中、地震和土地成本形成结构性约束。日本能源白皮书指出，按面积计，2023 年约 90% 的国内数据中心集中于东京圈和大阪圈；政策正推动灾害韧性、可再生能源和区域分散，2026 年 GX 战略地区初筛包括九个数据中心集聚型候选地区。区域分散可降低单点灾害风险，但需要电力、光纤和客户生态同步形成 ([38]、[39])。

## 11.6 其他亚洲及东盟

新加坡是成熟互联和区域总部枢纽，但土地、电力和碳约束使新增容量采用绿色和效率条件分配。马来西亚柔佛、印度尼西亚、泰国和印度等市场承接区域扩张，需求增长较快，供电可靠性、可再生能源属性、许可协调和客户集中成为主要分化因素。东盟通信塔和中立主机受移动连接增长支持，但外币融资、地租、燃料和监管差异提高经营复杂度 ([1]、[11]、[41])。

## 11.7 中东

中东受主权投资、云区域、本地化和 AI 战略推动，部分市场具备能源、土地和资本优势。高温环境增加冷却和水管理要求，区域需求仍集中于少数国家和政府或大型企业客户。沙特对数据中心和云服务实行注册及分级要求，显示市场增长伴随安全、设施认证和本地合规。区域项目应同时审查电力价格长期性、水资源、进口设备、人才和跨境数据规则 ([40])。

## 11.8 拉丁美洲

巴西、墨西哥、智利和哥伦比亚是主要增长市场，受云区域、金融数字化、内容和移动流量驱动。区域优势包括大型人口市场和部分可再生能源资源；约束包括输电瓶颈、许可、汇率、利率和客户集中。CBRE 2026 年第一季度数据显示其覆盖的拉丁美洲主要市场库存同比增长 41.3%，但该数据仅代表主要样本市场，不应外推为全地区容量 ([1])。TowerCo 可通过国际增长分散美国退租，但本币和监管风险更高。

## 11.9 非洲

非洲移动连接、金融科技和云需求具有长期增长潜力，通信塔共享可降低运营商资本负担。结构性约束主要是电网可靠性、柴油和备电成本、外汇、融资、地租和跨境连接冗余。大型数据中心集中于南非、埃及、肯尼亚和尼日利亚等枢纽，许多国家依赖少数海缆登陆点。塔业务对能源和现场运维的依赖高于成熟市场，客户和政府支付能力差异也更大 ([11]、[12]、[15]、[22])。

11.10 大洋洲

澳大利亚和新西兰市场成熟、客户质量和融资条件较好，但人口与设施集中于少数城市，电力、土地、许可和海缆连接决定扩张。澳大利亚把数据存储或处理纳入关键基础设施，对国家重要系统施加增强网络安全义务，提高韧性也增加固定合规成本。区域远离主要全球网络中心，跨洋海缆多路径和登陆站冗余具有更高重要性（[36]、[12]）。

表 9 主要地区经营特征与结构性风险差异

| 地区        | 主要需求           | 核心约束                   | 竞争 / 融资          | 结构性判断              |
|-----------|----------------|------------------------|------------------|--------------------|
| 北美        | AI、云、企业外包和 5G  | 电网接入、变压器、州级成本分摊        | 资本市场深；数据中心和塔龙头集中 | 需求强但交付约束和 MNO 整合分化 |
| 欧洲        | 云、主权数据、企业互联    | 能源、水、许可、NIS2 / CER 和披露 | 长期基础设施资本较活跃      | 监管和供电约束高，合同质量较强    |
| 中国        | 云、互联网、运营商和政策算力 | 能耗、区域调度、数据与网络安全        | 国有、平台和专业运营商并存    | 规模大，需防规划容量与商业需求错配  |
| 日本 / 韩国   | 成熟企业、云和 AI     | 都市圈集中、土地、电力和灾害         | 融资成熟、客户质量较高      | 集中度高，区域分散需要生态同步    |
| 其他亚洲 / 东盟 | 区域云、数字消费、移动连接  | 电力可靠性、绿色属性、许可          | 新资本进入快，市场成熟度不一   | 增长强但项目执行和政策差异较大    |
| 中东        | 主权 AI、云区域和本地化  | 高温冷却、水、进口设备和注册         | 主权资本强，客户集中       | 资源和资本优势明显，需求集中度高   |
| 拉丁美洲      | 云、金融、内容和移动流量   | 输电、汇率、利率和许可            | 大型市场吸引国际运营商      | 增长较快，宏观和融资波动更高     |
| 非洲        | 移动、金融科技和区域云    | 电网、柴油、外汇、海缆冗余          | 融资和客户质量分化        | 塔共享机会大，运营和流动性约束高   |
| 大洋洲       | 云、政府和企业数字化     | 城市集中、电力、CNI 和海缆        | 成熟资本和监管环境        | 需求稳定，但地理和跨洋连接集中    |

来源：[2]、[1]、[11]、[12]、[17]、[43]、[18]、[41]、[15]、[16]、[3]、[4]、[6]、[5]、[22]、[24]、[23]、[26]、[27]、[30]、[31]、[32]、[35]、[36]、[37]、[38]、[39]、[40]；ApexInsight 整理。

第 12 章 当前行业状态和未来 12—24 个月展望

12.1 当前行业状态：截至 2026 年 8 月 6 日

截至 2026 年 8 月 6 日，行业并非统一景气状态。数据中心需求、订单和定价信号较强，但电力、设备和开发资本成为交付上限；通信塔经营现金流保持韧性，但美国客户整合退租和较高融资成本压低部分公司的收入或 AFFO 增长。当前状态应概括为“需求总体强、供给受限、资本开支高、子行业与地区分化”。

Equinix 2026 年第二季度收入 26.25 亿美元，同比增长 16%；月度经常性收入同比增长 11%，年化新增订单同比增长 23%，新增净交叉连接 9700 条，并在 33 个市场推进 52 个项目。公司将全年资本开支指引提高至 50 亿—60 亿美元，说明订单和预售强劲，同时提高建设和资金执行风险（[3]）。

Digital Realty 2026 年第二季度收入约 19 亿美元，同比增长 29%；调整后 EBITDA 9.78 亿美元，同比增长 19%。季度未按 100%口径租赁积压 19 亿美元，续租现金租金增长 25.4%，7 月又签署两项超大规模租约，年化基础租金按 100%口径 4.10 亿美元。报告期包含开发促成收益和保险赔款，不能把全部利润增长视为持续经营增速（[4]）。

American Tower 2026 年第二季度总收入同比增长 4.7%，物业收入增长 6.3%，调整后 EBITDA 增长 3.2%，AFFO 增长 3.8%，反映全球塔和 CoreSite 数据中心组合保持正增长。Crown Castle 同季度站址租赁收入同比下降 4%，调整后 EBITDA 下降 4%，但 AFFO 增长 10%；其全年站址租赁收入和调整后 EBITDA 中点仍分别较 2025 年低 5%和 6%。塔业务因此呈现经常性现金流与 DISH、Sprint 相关退租、利息和资产组合变化并存，不能以移动数据增长直接推导运营商收入增速（[5]、[6]）。

供给侧最重要的新变化是大负荷并网从地方项目问题上升为系统性监管议题。FERC 2026 年 6 月要求六个区域电网运营商证明或改革大型负荷接入规则；美国能源部资料显示变压器交付期仍远长于疫情前。欧洲和亚洲主要枢纽也继续通过能源效率、发电、储能和绿色容量条件管理扩张（[18]、[41]、[26]、[27]）。

## 12.2 未来 12—24 个月展望

基准判断是：数据中心已签订单和预租支持 2026 年下半年至 2028 年逐步交付，主流市场空置率保持相对低位，但收入确认更多取决于电力和设备到位，而非销售线索；塔业务受 5G 增挂、国际建设和合同递增支持，美国客户整合退租继续抵消部分增长。行业资本开支维持高位，自由现金流和杠杆分化大于收入分化。

上行因素包括：大型负荷并网改革缩短电力交付、AI 工作负载利用率和企业部署超预期、云和主权数据需求扩大、MNO 新增频谱与网络致密化、利率下降以及设备交付期正常化。受益最大的是已控制电力、拥有高密度兼容设施、客户分散且融资锁定的运营商。

下行因素包括：AI 项目重复申报或客户延后、发电和输电不足、电费或成本分摊上升、变压器和机电设备继续短缺、液冷和配电改造超支、MNO 进一步整合、长期利率维持高位，以及重大网络、火灾、气候或海缆中断。受影响最大的是未预租远期项目、高杠杆开发商、单客户园区、老旧低密度设施及单一路由市场。

关键不确定性不是长期数据需求方向，而是需求在客户、地区和时间上的兑现。行业可能同时出现核心枢纽缺电和部分二线市场利用率不足；监管也可能在加快 AI 基础设施与保护电网用户之间反复调整。未来 12—24 个月应优先监测交付转化率、实际起租、客户取消、并网期限和融资成本，而不是只监测规划 GW 或项目公告。

# 第 13 章 情景分析与关键监测指标

## 13.1 情景分析

表 10 未来 12—24 个月行业情景

| 情景   | 触发因素                           | 需求 / 供给      | 价格 / 利润            | 现金流 / 融资           | 企业分化               | 可能持续时间       |
|------|--------------------------------|--------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------|
| 上行情景 | 并网改革和设备供应改善；AI 及 5G 部署超预期；利率下降 | 预租快速转化，塔增挂加速 | 核心市场价格保持坚挺，续租和递增改善 | 经营现金流增长快于资本开支；杠杆下降 | 有电力、互联生态和客户分散的龙头领先 | 12—24 个月逐步显现 |



| 情景     | 触发因素                             | 需求 / 供给                      | 价格 / 利润             | 现金流 / 融资                  | 企业分化                  | 可能持续时间        |
|--------|----------------------------------|------------------------------|---------------------|---------------------------|-----------------------|---------------|
| 基准情景   | 需求维持强劲，供电和设备约束逐步但缓慢缓解            | 数据中心交付增长；塔业务低至中个位数有机变化且受退租影响 | 核心枢纽价格稳定或上升，二线市场分化  | 增长资本高，自由现金流和杠杆按企业分化       | 成熟存量资产稳；未投产项目执行风险较高   | 贯穿未来 12—24 个月 |
| 温和下行情景 | 部分 AI 客户延后；电力和利率维持高位；MNO 退租高于预期  | 净吸纳和项目转化放缓；塔新租约不足以完全抵消退租     | 租金增速下降，客户获得更强谈判权    | 增长资本沉淀、AFFO 增速下降，部分企业削减项目 | 单客户和高杠杆企业承压，核心互联资产相对稳 | 约 4—8 个季度     |
| 严重压力情景 | 大型客户集中取消；资本市场关闭；重大电网 / 网络事件或政策暂停 | 利用率下降、项目停工、退租和坏账上升           | 二线和无电力保障资产降价，合同争议增加 | 负自由现金流、减值、契约压力和再融资风险上升    | 开发商、小型运营商和老旧设施先退出或被整合 | 恢复可能超过 2 年    |

来源：[2]、[1]、[18]、[41]、[25]、[29]、[44]、[3]、[4]、[6]、[5]、[22]、[24]、[23]、[26]、[27]；ApexInsight 条件式情景。未赋予精确概率或行业财务降幅。

13.2 关键监测指标

表 11 行业监测指标框架

| 指标            | 英文名称                                 | 定义                | 首选数据源               | 频率      | 预警方向            | 限制           |
|---------------|--------------------------------------|-------------------|---------------------|---------|-----------------|--------------|
| 主要市场已交付空置率    | Delivered Vacancy                    | 已交付可出租容量中未签约比例    | CBRE / 其他单一口径市场数据   | 季度      | 上升意味着供需转弱       | 不同机构市场范围不可拼接 |
| 净吸纳与预租        | Net Absorption / Pre-leasing         | 期内新增占用及在建容量的约束性签约 | 市场机构、公司补充材料         | 季度      | 下降或取消率上升为预警     | 意向书不得计入约束性预租 |
| 项目交付转化率       | Pipeline Conversion                  | 规划、在建到投运和起租的转化    | 许可、电网、公司项目表         | 半年 / 季度 | 下降反映项目质量或执行压力   | 全球项目数据库不完整   |
| 大负荷并网期限       | Large-load Interconnection Lead Time | 申请至可用电力的时间        | FERC、RTO / ISO、监管机构 | 季度 / 年度 | 延长推迟收入并增加资本沉淀   | 规则和项目规模差异大   |
| 电力可得性与价格      | Power Availability and Cost          | 可签容量、节点价格及成本转付    | 电网、监管机构、公司披露        | 月 / 季度  | 价格或缺口上升压缩回报     | 合同转付程度不同     |
| 变压器 / 开关设备交付期 | Critical Equipment Lead Time         | 订单至交付月份           | DOE、供应商和项目披露        | 半年      | 延长为建设延期预警       | 设备规格差异大      |
| 续租现金价差        | Cash Renewal Spread                  | 续租租金较原合同现金变化      | 公司披露                | 季度      | 转负显示议价或供给过剩     | 样本偏向上市龙头     |
| 经常性收入与订单      | MRR / Bookings                       | 月度经常性收入、年化新增订单和积压 | 运营商季报               | 季度      | 增速下降或积压取消为预警    | 一次性费用需剔除     |
| 客户退租与整合       | Customer Churn                       | 合同终止、运营商整合和客户优化影响 | 公司年报 / 季报           | 季度 / 年度 | 上升直接侵蚀有机增长      | 公司定义不同       |
| 塔址新增租约和改造     | New Leases and Amendments            | 新租户及设备增挂的年化收入     | TowerCo 披露          | 季度 / 年度 | 下降反映 MNO 资本开支放缓 | 国家覆盖和币种不同    |
| 维持 / 扩张资本开支   | Recurring vs Growth Capex            | 维持现有收入和新增容量的资本支出  | 公司申报                | 季度 / 年度 | 增长支出上升而预租下降为预警  | 分类存在管理层判断    |



| 指标           | 英文名称                       | 定义                    | 首选数据源            | 频率      | 预警方向            | 限制           |
|--------------|----------------------------|-----------------------|------------------|---------|-----------------|--------------|
| 净杠杆和债务到期     | Net Leverage / Maturity    | 净债务与公司定义 EBITDA 及近期到期 | 公司申报、债券文件        | 季度      | 杠杆、浮息或近端到期上升为预警 | 非 GAAP 口径需桥接 |
| 严重中断频率与恢复时间  | Severe Outage / MTTR       | 重大中断事件、时长和恢复时间        | Uptime、监管 / 公司事件 | 年度 / 事件 | 频率或恢复时间上升为预警    | 自报和公开样本偏差    |
| 实测 PUE / WUE | Measured PUE / WUE         | 年度实测能效和直接水效率          | 欧盟数据库、公司披露       | 年度      | 恶化增加成本和政策风险     | 设计值与实测值必须分开  |
| 海缆故障和修复时间    | Subsea Fault / Repair Time | 断缆、受影响路线和恢复时长         | ITU / ICPC、运营商   | 事件 / 年度 | 多点故障或修复延长为预警    | 事件和容量披露不完整   |

来源：本报告数据计划与截至 2026 年 8 月 6 日的新增证据（[2]、[19]、[20]、[21]、[1]、[11]、[12]、[7]、[45]、[17]、[43]、[18]、[41]、[28]、[8]、[13]、[14]、[9]、[10]、[15]、[16]、[25]、[29]、[44]、[33]、[3]、[4]、[6]、[5]、[22]、[24]、[23]、[26]、[27]、[30]、[31]、[32]、[35]、[36]、[37]、[38]、[39]、[40]、[34]）；ApexInsight 整理。

13.3 GISR 变化触发条件

当前仍维持 GlobalCheck 全球行业结构性风险等级 GISR 2 级。本章不进行重新评分。未来可能导致等级上调的长期触发条件包括：全球项目管线持续转化为明显过剩；大客户集中和取消造成长期低利用率；电力与水政策从有条件接入转为广泛限制；旧设施无法经济改造并发生系统性搁浅；行业杠杆和再融资期限持续恶化；重大网络、电网或海缆中断出现更高频率和相关性；通信塔运营商整合使长期有机收入转负。

可能支持等级下调的条件包括：全球容量和项目漏斗透明度显著改善；大负荷并网、发电和设备供应形成稳定可复制机制；客户集中持续下降且合同质量提高；高密度改造成本下降并可在旧设施广泛实施；存量运营商长期降低杠杆并提高固定利率和到期分散；中断频率、损失和恢复时间持续改善且披露更完整。由于当前仍存在电力、资本、客户和事件尾部风险，现有证据不足以支持低于 2 级。

第 14 章 方法论、局限及使用说明

14.1 GISR 评价对象与含义

GlobalCheck 全球行业结构性风险等级（Global Industry Structural Risk Level, GISR）评价行业在较长时期内的经营波动、竞争结构、现金流稳定性、替代风险、增长稳定性以及监管、供应链和外部冲击暴露。六级含义依次为：GISR 1 很低结构性风险、GISR 2 较低结构性风险、GISR 3 中等结构性风险、GISR 4 较高结构性风险、GISR 5 高结构性风险、GISR 6 很高结构性风险。本报告维持 GISR 2，不因 2026 年短期数据中心景气上行而降低等级，也不因个别塔公司退租或单一政策事件机械提高等级。

14.2 与其他风险评价的边界

- GISR 不构成单个企业信用评级，不估计企业违约概率，也不替代对财务报表、流动性、治理、竞争地位和集团支持的分析。
- GISR 不构成证券、资产或项目的投资建议，不评价估值水平、预期回报或交易时点。
- GISR 不替代国家风险、主权风险、转移与可兑换风险或地方财政风险评价；区域章节仅分析行业经营条件。

- 企业适用本报告取决于主营业务和可分离分部。SIC、NAICS 和 NACE 代码仅用于候选映射，不能替代收入、资产和客户结构的实质判断。

### 14.3 数据与市场规模口径

数字基础设施不存在单一、可无重复加总的全球市场规模。本报告将数据中心用电、商业托管 IT 容量、空置率、通信站址、租户集中、光纤路由和海缆系统分别作为需求、供给或风险指标；不将云收入、企业自用设施、托管容量、塔址数量和通信运营收入相加。所有公司财务指标均标为可观察样本，非 GAAP 指标保留公司定义；跨公司比较以方向和结构为主。

### 14.4 数据截止、估算与局限

- 报告数据截止日为 2026 年 8 月 6 日。季度、年度和预测数据按各来源发布日期与数据期分别披露；自然年度与财年不作无说明拼接。
- 部分专业市场数据仅覆盖主要商业托管都市圈，不能代表全球全量；非上市运营商、新兴市场和企业自用设施的披露较弱。
- 规划容量、电网排队和土地公告不等同于在建或可交付容量；报告仅在来源可区分时使用预租、在建和投运口径。
- PUE、WUE、Tenancy Ratio、route-mile、站址和客户集中度的定义存在差异，图表均保留口径说明，不进行缺乏共同分母的精确排名。
- 情景分析为条件式行业判断，不赋予精确概率，也不提供未经验证的行业收入、利润率或违约降幅。
- 主要图表依据公开数字自行重制；受版权或访问限制的标准、商业数据库和专业调查仅概述公开信息，不复制受限图表或标准正文。

## 第 15 章 参考资料

编号按正文首次出现顺序确定；本章按来源类型分组。所有链接的最终访问日期为 2026 年 8 月 6 日。

### 15.1 国际组织与官方统计

[2] International Energy Agency; Key Questions on Energy and AI. 2026-04-16; 2025 实际; 2030 预测。链接：<https://www.iea.org/reports/key-questions-on-energy-and-ai>; 访问日期：2026 年 8 月 6 日。

[7] U.S. Census Bureau; 2022 NAICS 518210—Computing Infrastructure Providers, Data Processing, Web Hosting, and Related Services。2022 版；2026 网页；分类现行版。链接：<https://www.census.gov/naics/?details=518210&input=518210&year=2022>; 访问日期：2026 年 8 月 6 日。

[12] ITU / International Advisory Body on Submarine Cable Resilience; Final report / press release on submarine cable resilience. 2026-07-10; 截至 2026 年。链接：<https://www.itu.int/en/mediacentre/Pages/PR-2026-07-10-Submarine-cable-resilience-report.aspx>; 访问日期：2026 年 8 月 6 日。

[19] International Energy Agency; Energy and AI. 2025-04; 2024 估计; 至 2035 预测。链接：<https://www.iea.org/reports/energy-and-ai>; 访问日期：2026 年 8 月 6 日。

[20] Lawrence Berkeley National Laboratory; 2024 United States Data Center Energy Usage Report. 2024-12; 2014—2028。链接：<https://eta-publications.lbl.gov/publications/2024-lbnl-data-center-energy-usage-report>; 访问日期：2026 年 8 月 6 日。

[21] Lawrence Berkeley National Laboratory; United States Data Center Energy Usage Report: 2025 Update.

2026-06; 2030 情景。链接: <https://eta-publications.lbl.gov/publications/united-states-data-center-energy-2025>; 访问日期: 2026 年 8 月 6 日。

[28] ISO/IEC ; ISO/IEC 30134-2:2026—Power Usage Effectiveness 。 2026 ; 标准现行版。链接:

<https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso-iec:30134:-2:ed-2:v1:en>; 访问日期: 2026 年 8 月 6 日。

[45] Eurostat; NACE Rev. 2.1—Statistical classification of economic activities。 2025; 2025 版。链接:

<https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-manuals-and-guidelines/w/ks-gq-24-007>; 访问日期: 2026 年 8 月 6 日。

## 15.2 政府和监管机构

[17] European Commission; Energy Performance of Data Centres。更新至 2026-07-28; 欧盟披露和政策进程。链接:

[https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-efficiency/energy-efficiency-targets-directive-and-rules/energy-efficiency-directive/energy-performance-data-centres\\_en](https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-efficiency/energy-efficiency-targets-directive-and-rules/energy-efficiency-directive/energy-performance-data-centres_en); 访问日期: 2026 年 8 月 6 日。

[18] Commission for Regulation of Utilities, Ireland; Decision on New Electricity Connection Policy for Data

Centres。 2025-12-12; 2025 政策; 2026 实施背景。链接: <https://www.cru.ie/about-us/news/the-cru-publishes-its-decision-on-new-electricity-connection-policy-for-data-centres/>; 访问日期: 2026 年 8 月 6 日。

[26] U.S. Department of Energy, Office of Electricity; Supply Chain and Market Analysis / Distribution

Transformer materials。 页面 2026 更新; 2019—2024 最新可得。链接: <https://www.energy.gov/oe/supply-chain-and-market-analysis>; 访问日期: 2026 年 8 月 6 日。

[27] Federal Energy Regulatory Commission ; FERC Launches Targeted Action to Speed Large Load

Integration。 2026-06-18。链接: <https://www.ferc.gov/news-events/news/ferc-launches-aggressive-targeted-action-speed-large-load-integration>; 访问日期: 2026 年 8 月 6 日。

[30] European Union ; Directive (EU) 2022/2555—NIS2 。 2022-12-14 ; 持续实施。链接: [https://eur-](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32022L2555)

[lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32022L2555](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32022L2555); 访问日期: 2026 年 8 月 6 日。

[31] European Commission ; Implementing Regulation (EU) 2024/2690 。 2024-10-17 。 链接: [https://eur-](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/en/TXT/?uri=OJ%3AL_202402690)

[lex.europa.eu/legal-content/en/TXT/?uri=OJ%3AL\\_202402690](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/en/TXT/?uri=OJ%3AL_202402690); 访问日期: 2026 年 8 月 6 日。

[32] European Union; Directive (EU) 2022/2557—Critical Entities Resilience。 2022-12-14; 成员国战略期限 2026-

01-17。链接: <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2022/2557/oj/eng>; 访问日期: 2026 年 8 月 6 日。

[33] Office of the Texas Governor; Protecting Texas Ratepayers and Grid Reliability amid Large-Load Growth

。 2026-06-10; 2026 政策。链接: <https://gov.texas.gov/news/post/governor-abbott-protects-ratepayers-strengthens-grid-reliability>; 访问日期: 2026 年 8 月 6 日。

[34] New York State Office of the Governor; First Statewide Moratorium on New Hyperscale Data Centers。

2026-07-14; 一年期州级暂停及监管框架建设。链接: <https://www.governor.ny.gov/news/first-statewide-moratorium-new-hyperscale-data-centers-launched-governor-kathy-hochul>; 访问日期: 2026 年 8 月 6 日。

[35] UK Department for Science, Innovation and Technology; Data centres designated Critical National

Infrastructure。 2024-09-12。链接: <https://www.gov.uk/government/news/data-centres-to-be-given-massive-boost-and-protections-from-cyber-criminals-and-it-blackouts>; 访问日期: 2026 年 8 月 6 日。

[36] Australian Department of Home Affairs; Protecting Australia's critical infrastructure. 2024-11-05; 2025 更新参照。链接: <https://minister.homeaffairs.gov.au/TonyBurke/Pages/protecting-australias-critical-infrastructure.aspx>; 访问日期: 2026 年 8 月 6 日。

[37] 中国工业和信息化部等六部门; 算力基础设施高质量发展行动计划。2023-10-08; 2023—2025 行动期。链接: [https://www.miit.gov.cn/zwgk/zcwj/wjfb/tz/art/2023/art\\_fcb3aa793e674960b1c00d7e3b6ad448.html](https://www.miit.gov.cn/zwgk/zcwj/wjfb/tz/art/2023/art_fcb3aa793e674960b1c00d7e3b6ad448.html); 访问日期: 2026 年 8 月 6 日。

[38] 日本经济产业省 / 资源能源厅; 能源白皮书 2025—数据中心立地。2025; 2023 设施集中数据。链接: <https://www.enecho.meti.go.jp/about/whitepaper/2025/html/1-2-2.html>; 访问日期: 2026 年 8 月 6 日。

[39] 日本经济产业省; GX 战略地域制度—数据中心集积型候选地区。2026-04-24; 2026 初审。链接: [https://www.meti.go.jp/policy/energy\\_environment/global\\_warming/gx\\_strategy\\_area.html](https://www.meti.go.jp/policy/energy_environment/global_warming/gx_strategy_area.html); 访问日期: 2026 年 8 月 6 日。

[40] Saudi Communications, Space & Technology Commission; Data Center Registration / Cloud Computing Regulations。注册服务页面 2026 更新; 法规 2023。链接: <https://www.cst.gov.sa/en/business/services/Datacenter-registration>; 访问日期: 2026 年 8 月 6 日。

[41] Singapore IMDA ; Green Data Centre Roadmap 。 2024-05 ; 路线图及后续实施。链接: <https://www.imda.gov.sg/resources/press-releases-factsheets-and-speeches/factsheets/2024/charting-green-growth-for-data-centres-in-sg>; 访问日期: 2026 年 8 月 6 日。

[42] U.S. Department of Energy; Large Power Transformer Resilience Report。2024-07; 疫情前与 2024 年交付期比较。链接: <https://www.energy.gov/sites/default/files/2024-10/EXEC-2022-001242%20-%20Large%20Power%20Transformer%20Resilience%20Report%207-10-24.pdf>; 访问日期: 2026 年 8 月 6 日。

[43] European Union; Regulation (EU) 2024/1309—Gigabit Infrastructure Act。2024-04-29; 2024—2026 实施。链接: [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=OJ:L\\_202401309](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=OJ:L_202401309); 访问日期: 2026 年 8 月 6 日。

### 15.3 行业协会与专业研究

[1] CBRE Research ; Global Data Center Trends 2026 。 2026-06-17 ; 2026 年 Q1 及同比。链接: <https://www.cbre.com/insights/reports/global-data-center-trends-2026>; 访问日期: 2026 年 8 月 6 日。

[11] GSMA Intelligence ; The Mobile Economy 2026 。 2026-02 ; 2025 实际 ; 2030 预测。链接: <https://www.gsma.com/solutions-and-impact/connectivity-for-good/mobile-economy/wp-content/uploads/2026/02/The-Mobile-Economy-2026.pdf>; 访问日期: 2026 年 8 月 6 日。

[16] Cellnex Telecom; FY2025 results and 9M 2025 operational update。2026 / 2025-10; 2025 财年 / 2025-09-30。链接: <https://www.cellnex.com/investor-relations/reports-and-presentations/>; 访问日期: 2026 年 8 月 6 日。

[25] Uptime Institute ; Annual Outage Analysis 2025 。 2025 ; 2024 调查 / 事件。链接: <https://intelligence.uptimeinstitute.com/index.php/resource/annual-outage-analysis-2025>; 访问日期: 2026 年 8 月 6 日。

[29] Synergy Research Group; Hyperscale operators to account for 67% of all data center capacity by 2031。2026-04; 2025 年末; 2031 预测。链接: <https://www.srgresearch.com/articles/hyperscale-operators-to-account-for-67-of-all-data-center-capacity-by-2031>; 访问日期: 2026 年 8 月 6 日。

[44] JLL; **Global Data Center Outlook 2026**。2026; 2025—2030。链接: <https://www.jll.com/en-us/insights/market-outlook/global-data-centers>; 访问日期: 2026 年 8 月 6 日。

## 15.4 公司法定披露与正式业绩资料

[3] Equinix; **Equinix Reports Second-Quarter Results, Raises 2026 Guidance and Long-Term Outlook**。2026-07-29 ; Q2 2026 及 2026 / 2027—2029 指引。链接: <https://investor.equinix.com/news-events/press-releases/detail/1114/equinix-reports-second-quarter-results-raises-2026>; 访问日期: 2026 年 8 月 6 日。

[4] Digital Realty; **Digital Realty Reports Second Quarter 2026 Results**。2026-07-23; Q2 2026。链接: <https://investor.digitalrealty.com/news-releases/news-release-details/digital-realty-reports-second-quarter-2026-results>; 访问日期: 2026 年 8 月 6 日。

[5] American Tower Corporation; **Second Quarter 2026 Financial Results**。2026-07-28; Q2 2026。链接: <https://www.businesswire.com/news/home/20260728080275/en/american-tower-corporation-reports-second-quarter-2026-financial-results>; 访问日期: 2026 年 8 月 6 日。

[6] Crown Castle; **Crown Castle Reports Second Quarter 2026 Results and Updates Outlook**。2026-07-22; Q2 及 FY2026 指引。链接: <https://investor.crownccastle.com/news-releases/news-release-details/crown-castle-reports-second-quarter-2026-results-and-updates>; 访问日期: 2026 年 8 月 6 日。

[8] Equinix, Inc. ; **2025 Form 10-K**。2026-02 ; FY2025 ; 2023—2025 及 2026 项目。链接: <https://www.sec.gov/Archives/edgar/data/1101239/000110123926000032/eqix-20251231.htm>; 访问日期: 2026 年 8 月 6 日。

[9] American Tower Corporation ; **2025 Form 10-K**。2026-02-24 ; FY2025 ; 截至 2025-12-31。链接: <https://www.sec.gov/Archives/edgar/data/1053507/000105350726000035/amt-20251231.htm>; 访问日期: 2026 年 8 月 6 日。

[10] Crown Castle Inc. ; **2025 Form 10-K**。2026-02-23 ; FY2025 ; 截至 2025-12-31。链接: <https://www.sec.gov/Archives/edgar/data/1051470/000105147026000016/cci-20251231.htm>; 访问日期: 2026 年 8 月 6 日。

[13] Digital Realty Trust, Inc. ; **2025 Form 10-K**。2026-02 ; FY2025 ; 截至 2025-12-31。链接: <https://www.sec.gov/Archives/edgar/data/1297996/000110465926015365/dlr-20251231x10k.htm>; 访问日期: 2026 年 8 月 6 日。

[14] Digital Realty Trust, Inc. ; **Q1 2026 investor / SEC filing**。2026-04 ; 截至 2026-03-31。链接: <https://www.sec.gov/Archives/edgar/data/1297996/000110465926047702/dlr-20260423xex99d1.htm>; 访问日期: 2026 年 8 月 6 日。

[15] SBA Communications Corporation ; **2025 Form 10-K**。2026-02-27; FY2025; 截至 2025-12-31。链接: <https://www.sec.gov/Archives/edgar/data/1034054/000103405426000002/sbac-20251231x10k.htm>; 访问日期: 2026 年 8 月 6 日。

[22] SBA Communications; **First Quarter 2026 Results and Updated Outlook**。2026-04-29; Q1 及 FY2026 指引。链接: <https://ir.sbasite.com/English/Investors-overview/news-events/news-details/2026/SBA-Communications->

[Corporation-Reports-First-Quarter-2026-Results-Updates-Full-Year-2026-Outlook-and-Declares-Quarterly-Cash-Dividend/default.aspx](#); 访问日期：2026 年 8 月 6 日。

[23] Equinix ; Form 10-K for FY2002 。 2003-03 ; FY2000—2002 。 链接 : <https://www.sec.gov/Archives/edgar/data/1101239/000089843003002107/d10k.htm>; 访问日期：2026 年 8 月 6 日。

[24] SBA Communications; Form 8-K—\$3.5bn Senior Notes Offering。 2026-07-15; 2026-07-14 交易。链接: <https://www.sec.gov/Archives/edgar/data/1034054/000119312526304972/d169827d8k.htm>; 访问日期：2026 年 8 月 6 日。