

OCTC AB01—2024



开放计算标准
工作委员会
Open Compute Technology
Committee

算力工厂建设指南

白皮书

(2024年6月)

开放计算标准工作委员会 发布



版权保护文件

版权所有归属于该文件的发布机构，除非有其他规定，否则未经许可，此发行物及其章节不得以其他形式或任何手段进行复制、再版或使用，包括电子版，影印件，或发布在互联网及内部网络等。使用许可可于发布机构获取。

前 言

本文件由中国电子技术标准化研究院提出。

本文件由开放计算标准工作委员会归口。

本文件起草单位：中国电子技术标准化研究院、浪潮电子信息产业股份有限公司、中通服咨询设计研究院有限公司、中国建筑西北设计研究院有限公司、西安工程大学、东南大学、西安交通大学、广东新会中集特种运输设备有限公司、金华莘水智能科技有限公司。

本文件主要起草人：张群、陈海、周相峰、朱亮、王涛、刘晓蕾、乌宏亮、朱智国、师宇清、张立功、赵超、李丛洋、张振宇、段晓丽、王太峰、戴蔚、赵明明、孙铁柱、陈忠英、李楠、张水权、盛有海。

算力工厂建设指南

1 概述

随着数字经济时代的全面开启，算力已经成为推动各行各业数字化转型的关键力量。在这个时代背景下，我国对于算力基础设施的投入日益加大，算力规模稳步增长，截至2023年底，我国算力总规模达到230 EFLOPS（FLOPS：每秒浮点运算次数）即每秒能完成230百亿亿次浮点运算，算力总规模居全球第二位。

然而，在算力规模高速增长的同时，也面临着诸多挑战。建设周期长、能源利用率低、技术更新换代快、管理运维效率低下以及建设投资高等问题，都在一定程度上制约了算力的进一步发展。为了解决这些问题，急需一种全新的建设模式，以更高效、更经济、更环保的方式推动算力的发展。

算力工厂正是在这样的背景下应运而生。采用预制化集装箱数据中心作为算力底座，相比传统数据中心，这一创新模式能够提升50%以上的交付效率。同时，算力工厂还搭载了计算、存储、网络等IT设备组成的硬件，对外提供算力资源的运营服务。这种模式的出现，不仅极大地缩短了建设周期，降低了建设成本，还提高了能源利用效率和管理运维效率。

算力工厂的核心理念是“打造创新的算力全生命周期服务模式，让算力以更合适的方式更快发生在更亟需的地方”。这一理念贯穿了算力工厂的整个建设过程，从规划、建设到对外提供算力运营服务，为用户提供了一体化全生命周期的服务。算力工厂致力于帮助用户以最快的模式搭建对外提供算力运营服务的平台，从而提高资金使用效率，改善用户整个生命周期的TCO（TCO：总拥有成本）和现金流，助力客户商业成功。

在算力工厂的建设过程中，注重技术创新和模式创新。通过引入先进的IT设备和数据中心技术，不断提升算力工厂的性能和效率。同时积极探索新的商业模式和运营模式，为用户提供更加灵活、多样化的服务选择。

展望未来，算力工厂将在数字经济中发挥越来越重要的作用。算力工厂将秉承创新、高效、环保的理念，不断优化和完善建设和服务模式。在算力工厂建设模式的推动下，我国的算力产业将迎来更加广阔的发展前景。

2 背景

2.1 算力发展趋势与挑战

2.1.1 算力的定义与价值

《中国算力白皮书（2022年）》将算力定义为：数据中心的服务器通过对数据进行处理后实现结果输出的一种能力。狭义的概念上，算力是软硬件配合执行某种信息处理需求的能力，一般采用每秒浮点运算次数进行表达，即FLOPS。广义概念上，算力是集信息计算力、网络运载力、数据存储力于一体的新型生产力，主要通过算力中心等算力基础设施向社会提供服务。

在人类历史的演进中，技术革命总是推动着时代的进步。第一次工业革命让人类进入热力时代，第二次工业革命则引领人类步入电力时代。而今天，随着计算机技术的飞速发展，人类迎来了由算力主宰

的第三次工业革命。这一时代变革，不仅标志着人类生产力的又一次飞跃，更预示着全球经济的崭新格局。

随着新一轮科技革命与产业革命的加速演进，算力正成为推动产业数字化转型的核心力量。它如同新时代的引擎，为各行各业的升级换代注入源源不断的新动能。在全球数字经济的浪潮中，算力不仅是发展的加速器，更是国家竞争力的重要标志。越来越多的数据显示，一个国家的算力规模与其经济发展水平之间存在着显著的正相关关系。

在数字经济时代全面开启的背景下，人工智能、云计算、大数据技术等日新月异，传统产业与新兴技术的融合日益加深，数字行业蓬勃发展。算力，作为这些技术的核心驱动力，正在以新的关键生产力形式，重塑着世界经济版图。根据IDC、浪潮信息、清华大学全球产业研究院联合发布的数据，计算力指数的提升与数字经济和GDP的增长呈正相关关系。计算力指数每提高1点，数字经济和GDP将分别增长3.5%和1.8%。这一数据充分证明了算力在推动经济增长中的重要作用。

对于中国而言，做强做优做大数字经济，促进数字经济与实体经济融合发展，已成为推动经济高质量发展的重要战略。在这一过程中，筑牢算力基础设施的坚实基础至关重要。只有拥有强大的算力支撑，才能在全球数字经济竞争中占据有利地位，为经济的高质量发展注入新动力。因此，必须加强算力基础设施的建设，推动算力与各行各业深度融合，为数字经济的蓬勃发展提供坚实保障。

2.1.2 我国算力产业高速发展

随着 5G、人工智能等信息技术的发展，算力需求不断增长，算力产业迎来重要发展机遇。我国不断加大对计算、存储和网络等基础设施的投入，高度重视数据中心、智算中心、超算中心以及边缘数据中心等算力基础设施的高质量发展。

工信部数据显示，截至2023年底，我国在用数据中心机架总规模超过810万标准机架，算力总规模达到了230 EFLOPS，算力总规模居全球第二位。

2023年，人工智能领域的发展达到了重要转折点，在人工智能席卷各个行业的大趋势下，各行业正加速从业务数字化迈向业务智能化，从感知智能到生成式智能，人工智能算力需求快速增长。大模型和生成式人工智能的发展显著拉动了智能算力的增长，为算力产业带来了更大的发展空间。

在适度超前的指导思想下，国家正加大对人工智能算力基础设施的投资。目前，互联网企业、电信运营商，以及各级政府均积极投入到智算中心的建设之中。据《2023-2024 年中国人工智能计算力发展评估报告》中中国智能算力规模测算结果，预计到2027年中国智能算力规模将达1117.4 EFLOPS。同时，该报告测算了中国通用算力规模，预计到2027年通用算力规模将达到117.3 EFLOPS。2022 -2027年期间，中国智能算力规模年复合增长率达33.9%，同期通用算力规模年复合增长率为16.6%。这些数据充分表明，在未来几年内，我国算力基础设施建设将更加注重智算中心的建设，智算产业的发展也将进入一个黄金发展期。这不仅将有力推动人工智能等前沿技术的发展，还将为我国经济的数字化转型和高质量发展提供强大支撑。

2.1.3 算力发展趋势

1) 算力需求持续增长

在数字经济时代，算力崭露头角成为全新的生产力，与数据、算法并肩成为这一时代最基础的生产要素。随着云计算、大数据技术的迅猛发展，数字化改革的步伐不断加快，数据呈现爆炸性增长，算法的复杂程度也持续攀升。这种趋势直接促使了对算力规模与能力的迫切需求，算力需求正以前所未有的速度爆发式增长，成为推动数字经济持续繁荣的关键力量。

2) 算力类型加速转变

当前的算力领域正经历着一场算力类型的加速转变。传统上，通用算力在算力需求中占据着主导地位，然而，随着AIGC大模型等人工智能技术的迅猛发展，智能算力的占比开始迅速攀升。根据中国信通院发布的《中国综合算力指数（2023年）》报告显示，尽管通用算力目前仍占据74%的算力规模，但智能算力已经以惊人的速度增长，占比达到了25%。更值得注意的是，智能算力的增速同比上年增加了45%，这一增速甚至超过了总体算力的增速。

这一转变不仅体现了人工智能技术在现代社会中的广泛应用和重要性，也预示着未来算力领域的发展方向。随着技术的不断进步和应用的不断扩展，智能算力将继续保持高速增长，成为推动数字经济发展的重要力量。同时，这也对算力基础设施的建设和运营提出了更高的要求，需要不断创新和完善，以满足日益增长的智能算力需求。

3) 算力服务泛在流动

云计算崛起之后，算力开始云化，分布化。边缘计算出现，算力还从云端下沉到通信网络的各个层级，遍布于云管端的各个角落。人工智能算力提升了其覆盖规模，实现生成式人工智能推理能力在边缘、终端等位置的部署和应用。随着边缘计算逐步进入稳健发展期，边缘计算与云计算、5G、区块链等其他技术的协同与融合需求进一步增加，推进人工智能在云-边-端的覆盖，满足无处不在的智能化需求。

4) 算力设施绿色低碳

伴随人工智能对计算和存储能力要求的不断提升，芯片的功耗正越来越高，发热量也越来越大。在中国，面对大量涌现的人工智能大模型应用以及国家“双碳战略”和“东数西算”的逐步实施，为实现算力建设和能源消耗成本间的有效平衡，对算力基础设施进行功耗控制和改良，是从源头上进行节能减排的有效手段。通过积极探索模块化设计和部署，通过提升散热效率来降低能耗的液冷数据中心受到市场的关注。此外，提高可再生能源的占比，减少化石能源的使用，有助于降低电力成本，从而间接推动算力的绿色发展。

2.1.4 算力发展挑战

我国算力基础设施发展仍有提升空间。整体来看，以人工智能大模型为代表的AIGC新应用、新需求的崛起，推动算力规模快速增长、计算技术多元创新、产业格局加速重构。大模型产业井喷式发展也带来算力紧缺、能耗激增等问题。当前我国算力发展仍面临不小挑战：

1) 建设周期长

数据中心的建设需要经过设计、土建、机电安装、调试等多个阶段，整个建设周期长达1~2年以上，这难以满足各行业对算力持续高速增长的迫切需求。

2) 能源利用率低，能耗居高不下

算力带来的能耗问题日益显现，据中国信通院数据显示2022年中国数据中心平均PUE为1.52，而国家及多地政府出台PUE值不高于1.25的严格限制，如何实现绿色低碳发展，降低算力的能耗，成为整个行业的重点研究方向。

3) 传统机柜供电制冷难以匹配

随着GPU服务器等高性能设备的广泛应用，每台机架的功率可达40kW以上，远超过传统数据中心每机架7kW的功耗水平。这使得数据中心的供电、制冷系统需要全面升级改造，以适应新的算力需求。

4) 管理运维效率低下

当前的数据中心通常存在两套独立的监控系统，即动力环境基础设施监控和IT设备监控。这种分离的系统架构使得运维人员难以根据IT设备的实际负载情况进行及时调优，导致整个数据中心的监控运维管理、能耗调优和故障预警效率低下。

5) 算力技术更新换代快

随着技术的不断发展，新的算力技术不断涌现，传统数据中心改造扩容难，无法第一时间升级新一代技术，面临建成即落后的窘境。

6) 算力需求多维爆炸

算力正在从以DC为中心走向无处不在，走向边缘/超边缘/端，更有效地走进千行百业，这需要构建更加灵活敏捷的算力底座，实现泛在多维立体的算力分布。

7) 算力建设的高投资

算力基础设施属于重资产和资本密集型行业，具有前期投入大、技术迭代快、建设门槛高等特点，其建设运营需要消耗巨大的时间成本和资金成本，远远超出了中小微企业的承受范围。

2.2 预制化数据中心发展

预制化数据中心融合了装配式建筑 and 智能模块化数据中心技术。装配式建筑是指把传统建造方式中的大量现场作业工作转移到工厂进行，建筑所用构件和配件在工厂预制，运输到建筑施工现场，通过可靠的连接方式在现场装配安装而成的建筑。装配式建筑主要包括预制装配式混凝土结构、钢结构、现代木结构建筑等。

装配式建筑符合建筑业产业现代化、智能化、绿色化的发展方向。近几年，一系列政策的颁布加快了我国装配式建筑行业的发展。2016 年是中国装配式建筑开局之年，国务院办公厅《关于大力发展装配式建筑的指导意见》（国办发〔2016〕71 号）明确：“推动建造方式创新，大力发展装配式混凝土建筑和钢结构建筑”。2022 年 4 月，《关于进一步释放消费潜力促进消费持续恢复的意见》指出，“推动绿色建筑规模化发展，大力发展装配式建筑”。

受国家政策鼓励发展装配式建筑影响，我国装配式建筑规模持续快速增长。住建部数据显示，2021 年全国新开工装配式建筑面积达7.4亿平方米，较2020年增长18%，占新建建筑面积的比例为24.5%。根据住房和城乡建设部发布的《“十四五”建筑业发展规划》，提出到2025年，装配式建筑占新建建筑的比例达30%以上。

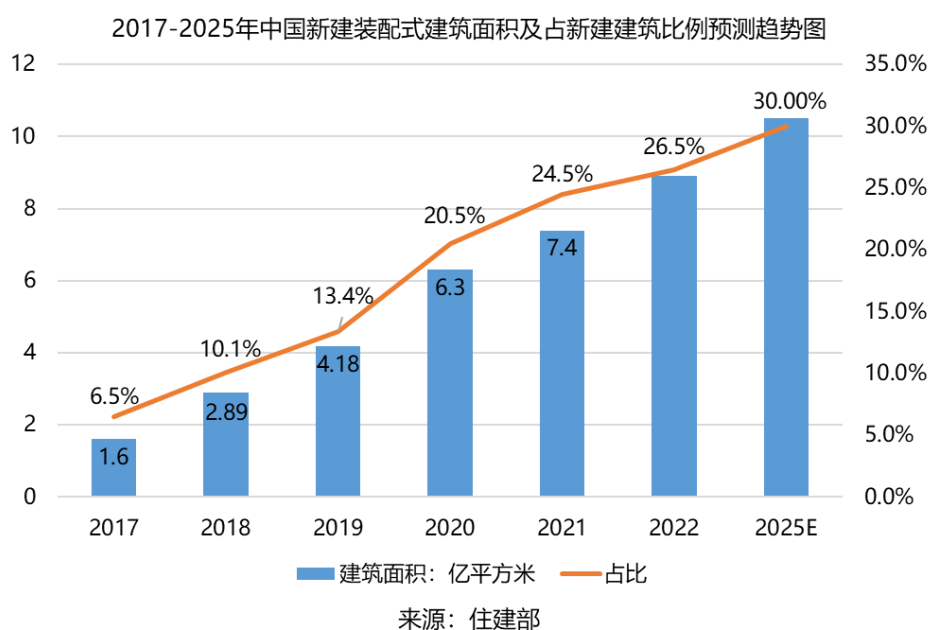


图1 2017-2025年中国新建装配式建筑面积及占新建建筑比例预测趋势

近年来，国家和地方政府出台多项政策和意见，指导数据中心的发展和建设。快速上线、绿色低碳、灵活部署等成为新时代数据中心建设的刚性需求，但是传统数据中心建设方案面临建设周期长、施工不

确定性高、能耗高、扩容难等多重挑战，无法满足新时代数据中心的发展要求。而预制化数据中心具有建设周期、质量、性能及能耗等多重优势，成为数据中心发展的重要方向。

同时多个地区对于数据中心采用装配式建筑出台了相应的政策要求，其中东部地区应用较为突出。北京要求数据中心建筑面积大于 5000 m²需按照装配式建筑实施；上海要求数据中心项目各幢建筑面积总和大于 10000 m²，需按照装配式建筑实施；海南要求数据中心需按照装配式建筑实施；浙江虽未对新建（数据中心）项目强制性采用装配式建筑，但处于逐步推广期。

数据中心预制化技术已有多年发展历史，早期预制化数据中心采用All In One（All In One：单个集装箱体内一体化集成数据中心各子系统）形式设计，满足小规模数据中心快速部署及应急建设要求。在All In One基础上，预制化数据中心逐渐实现了设备区和配电区等核心区域的模块化，但受到可靠性、空间及标准化程度等因素制约，仍为小规模及特定场景的临建级应用为主。随着装配式建筑技术与模块化数据中心融合程度的加深，预制化数据中心呈现主体结构建筑化、空间及内外使用体验楼宇化、功能区域标准化、扩容模块化等趋势，实现高等级、多楼层、大规模集群应用。预制化数据中心从“集装箱”走向永久建筑级应用。

随着国家绿色建筑等政策要求的不断更新，总体建筑将趋向于模块化、标准化方向发展，预制化数据中心将成为数据中心建设的主流模式，有望大规模推广应用。

3 算力工厂概述

面对算力需求的爆发性增长，传统数据中心已无法满足建设周期、能源利用率等严苛的限制要求，而预制化数据中心具备快速交付、绿色极简、柔性扩容等多重优势，能够满足算力的快速投建运营，实现投资的快速变现。

3.1 算力工厂模式定义

算力工厂指快速建设投运，对外提供弹性、高效、安全算力运营服务的算力中心，用户提供从规划、建设到对外提供算力运营服务的一体化算力中心全生命周期服务。算力工厂以不同形态预制化集装箱数据中心作为算力底座，中间层以计算、存储、网络等IT设备组成的硬件资源池作为算力支撑，顶层为算力资源的运营服务。算力工厂旨在为用户以最快的模式搭建对外提供算力运营服务的平台，从而帮助用户降低成本，最大化发挥算力效益，提高资金使用效率，改善用户整个生命周期TCO和现金流，通过算力工厂的模式，降低使用算力的门槛和成本，促进部署和应用，助力客户商业成功。

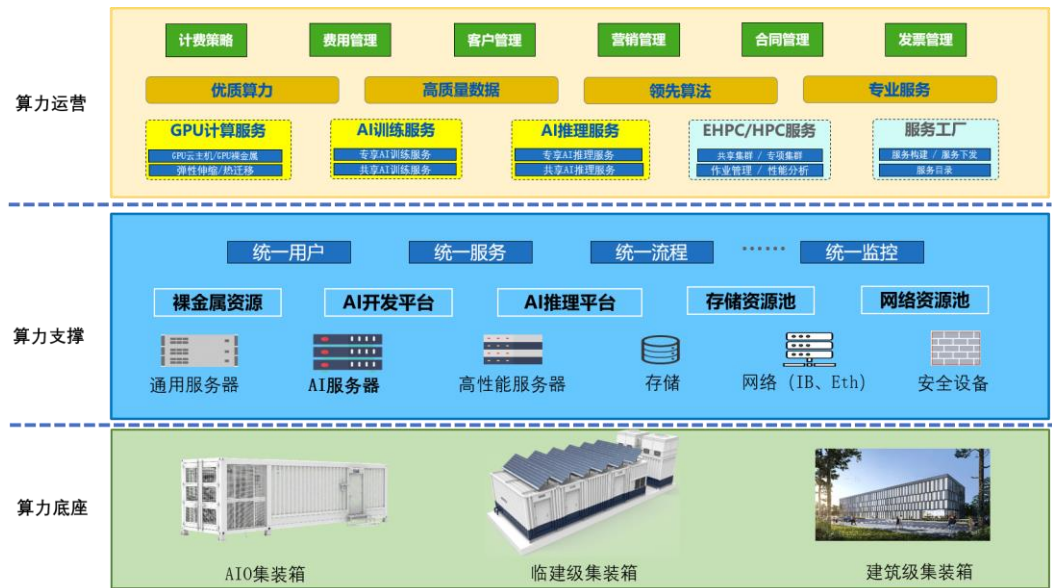


图2 算力工厂架构图

3.2 算力工厂形态分类

按照搭载算力规模的不同，算力工厂可分为以下三大建设形态：

1) All In One集装箱

以40/20英尺集装箱为载体，在单个箱体内集成机柜、配电、空调、监控、消防于一体，一体化快速交付部署。

2) 临建级集装箱

以40/20英尺或其他非标准尺寸集装箱为载体，采用拼箱的方式，多个不同功能的集装箱拼接而成的单层临时建筑结构的集装箱数据中心。

3) 建筑级集装箱

以40/20英尺或其他非标准尺寸集装箱为载体，40采用拼箱和叠箱的方式，将多个不同功能的集装箱搭建而成的单层或多层具有产权的建筑结构的集装箱数据中心。

3.3 算力工厂核心理念

算力工厂打造创新的算力全生命周期服务模式，让算力以更合适的方式更快发生在更亟需的地方。

1) 全流程交钥匙服务模式

算力工厂以用户算力需求为导向，提供定制化的算力规划、建设、运营的全流程交钥匙服务，整合专业的融资租赁平台可为用户解决资金需求问题。

2) 敏捷的多形态交付

算力工厂以预制化集装箱数据中心为基础底座，相比传统的土建模式，打造极致快速交付的单箱、拼箱、叠箱多形态算力工厂基座。

3) 适配多需求的业务场景

算力工厂提供算力中心的的代建代维服务，面向用户轻重资产的算力需求，提供新建或租赁模式，灵活适配多种需求的业务场景。

3.4 算力工厂模式优势

1) 快速建设投运

采用预制化集装箱建设模式，全模块化设计，工厂预制预集成预测试，减少现场施工误差。基础土建与模块工厂生产同步进行，现场乐高式拼装，去工程化交付，相对传统土建机房提升50%交付效率。

2) 绿色低碳

光伏+储能+液冷+自然冷源多种绿色技术有机结合统一，PUE可低至1.15以下，降低碳排放25%。集装箱为预制化钢结构建筑，装配率可达90%以上，材料回收率超80%，施工现场无粉尘噪音，建筑垃圾少，绿色环保。

3) 超高功率密度

风冷场景单柜设计功率密度40kW以上，液冷场景单柜设计功率密度65kW以上，匹配多种高功率密度算力设备部署上架。

4) 智能化运维管理

搭建融合动环监控系统与AI综合运维管理系统统一管控平台，实现数据中心统一纳管；全方位监测基础设施动力环境参数及IT设备功耗、部件温度等重要相关参数，实现机房级与服务器级系统联合动态调优，打造更加高效可控的数据中心，双向故障预警，有效提升安全可靠。

5) 柔性扩容

支持同层水平和多层垂直扩容方式，初期根据资金水平和算力需求按需部署，后期根据算力设备，匹配新型数据中心模式在线柔性升级扩容。

6) 多种建设形态

根据算力规模，可提供All In One、临建级和建筑级算力工厂三种模式，满足云计算、边缘计算等多场景需求。

7) 算力运营服务

建设前期借助合适的投资方平台，后期为用户提供算力运营服务，彻底解决用户资金成本的后顾之忧。

3.5 算力工厂应用场景

算力工厂是一个搭载算力设备的绿色预制化集装箱数据中心，可直接对外提供算力服务。有效破解算力供需难匹配，高能耗挑战，快速变现的算力难题。

面对算力需求的井喷，预制化建设模式保障最大时效的算力供给落地，快速响应客户的需求，敏捷提供业务支撑；对于市场需求的快速变化，算力工厂提供按需供给的模式，IT设备与数据中心基础设施相匹配，模块化部署，无多余无效的投资；面向市场需求的多元化，多样性算力协同，算力工厂提供混合密度灵活可扩展的部署方式，满足不同客户不同算力的建设诉求；高算力设备带动算力中心向高功率密度高能耗方向发展，算力工厂的高单柜功率密度与低PUE设计，适应技术发展的趋势与国家政策的要求。

生成式人工智能有望重构算力服务模式和市场格局。鉴于基础大模型的本地训练成本不菲，企业将更多地使用人工智能就绪的数据中心设施和生成式人工智能服务器集群，从而缩短部署时间，降低设施的长期投资成本。从基础设施层面来说，传统计算基础设施难以满足大模型时代对于算力、存储和网络的高性能需求，因此算力工厂从芯片、处理器、存储、网络、数据库、云原生架构等维度，对算力基础设施进行全面升级，满足用户在超大加速环境中对快速扩展的需求，提供可用、易用、高效的资源供给服务；在算力服务交付的过程中，算力工厂能够提供定制化的基础设施服务能力，并提供全生命周期的算力运营服务。

3.6 算力工厂收益分析

采用预制化集装箱方式相对传统土建可提升机房交付周期50%以上，能够以最快的方式实现算力的落地输出。因此算力工厂的收益主要体现在以最快的建设方式落地，将节省的建设时间转化为算力出售运营的收益。

以华东地区某项目为例：机柜总数500台，单机柜功率20kW，总IT设备用电容量10MW，供电架构2N，备电15min，制冷系统N+1配置，电费0.75元/kWh，对比预制化集装箱方式和传统土建模式下，进行收益对比分析。

表1 预制化集装箱数据中心与传统土建模块化数据中心收益对比分析

对比项		预制化集装箱数据中 心	传统土建模块化数据中 心	备注
机柜数量（个）		500	500	
功率密度（kW/柜）		20	20	
建设周期（月） 不含论证及报规报建		9	23	预制模块化快14个月
建设总投资	总费用	1.00xA	A	端到端投资基本持平
	IT设备	B	B	
	基础设施	1.0xC	C	
3年收入	租金	2E	E	预制模块化早上线14个月
投资回收期（年）		1.9	3.1	预制模块化快1.2年

注1：1.00x及1.0x表示倍数，x取值区间为1~9。

注2：“3年收入”和“投资回收期”均已启动建设时间为起点计算。

注3：以上为某特定应用场景需求明确的前提下收益的测算，仅供参考。

预制化集装箱数据中心由于采用全钢结构，相对传统土建数据中心在数据中心基础设施的造价要高，而IT设备的投资远远高于基础设施的投资，因此在相同规模算力的条件下，预制化集装箱数据中心和传统土建数据中心在建设总投资上端到端基本持平。预制化集装箱数据中心建设周期短，大幅加快业务上线的时间，实现更早的收益，因此在上述规模的算力中心中，土建模式下投资回收期为3.1年，预制化模式下投资回收期为1.9年，提前了1.2年。

4 算力工厂建设模式

4.1 建设模式分类

算力工厂建设模式主要有两大类：设备采购模式和EPC建设模式。设备采购模式，则是业主自行采购或委托承包商采购工程项目所需的设备和物资。EPC模式，即设计采购施工总承包模式，由总承包商负责整个项目的设计、采购和施工等工作。

4.1.1 设备采购模式

设备采购模式则是指业主自行采购所需的设备和物资。业主需要根据项目需要和设计方案，进行设备采购和选型，以确保项目的需求得到满足。同时，设备采购需要考虑设备的质量、价格、交货期等因素，以确保项目的顺利进行。

这种模式的优点在于业主可以更好地控制设备的采购过程和成本，同时可以与供应商建立更紧密的关系。但在这种模式下，业主需要承担更多的管理和风险，同时需要对设备和物资的采购过程进行全程监控。

在EPC模式中，总承包商为了降低风险获得更多的利润，可能通过调整设计方案来降低成本，可能会影响长远意义上的质量。而设备采购模式中，一般用户会对产品设备性能参数品牌等有非常明确的要求。

4.1.2 EPC 建设模式

EPC（Engineering Procurement Construction）模式，即设计采购施工总承包模式，是指企业受业主委托，按照合同约定对工程建设项目的的设计、采购、施工、试运行等实行全过程或若干阶段的承包。通常企业在总价合同条件下，对所承包工程的质量、安全、环保、费用和进度负责，项目建设完成后移交给业主，业主向总承包方支付合同规定的项目建设费用。

这种模式具有较高的灵活性，能够根据项目的实际需求和特点进行调整和变动。同时，由于这种模式将设计、采购、施工等环节进行了集成，能够更好地协调和管理项目资源，提高项目效率和质量。较传统承包模式而言，EPC总承包模式具有以下六个方面基本优势：

1) EPC总承包商负责整个项目的实施过程，不再以单独的分包商身份建设项目，有利于整个项目的统筹规划和协同运作，可以有效解决设计与施工的衔接问题、减少采购与施工的中间环节，顺利解决施工方案中的实用性、技术性、安全性之间的矛盾。

2) 工作范围和责任界限清晰，建设期间的责任和风险可以最大程度地转移到总承包商。

3) 合同总价和工期固定，业主的投资和工程建设期相对明确，利于费用和进度控制。

4) 能够最大限度地发挥工程项目管理各方的优势，实现工程项目管理的各项目标。

5) 建设工程质量责任主体明确，有利于追究工程质量责任和确定工程质量责任的承担人。

6) 可以将业主从具体事务中解放出来，关注影响项目的重大因素上，确保项目管理的大方向。

同时EPC总承包模式也存在以下缺点：

1) 业主主要是通过EPC合同对EPC承包商进行监管，对工程实施过程参与程度低，控制力度较低。

2) 业主将项目建设风险转移给EPC承包商，因此对承包商的选择至关重要，一旦承包商的管理或财务出现重大问题，项目也将面临巨大风险。

3) EPC承包商责任大，风险高，因此承包商在承接总包工程时会考虑管理投入成本、利润和风险等因素，所以EPC总包合同的工程造价水平一般偏高。

4.2 建设模式推荐

在实际的工程建设项目中，设备采购模式和EPC建设模式并不是互斥的，而是可以相互配合、相辅相成的。在EPC模式中，总承包商需要对整个项目的建设过程进行全面负责，这其中也包括了设备的采购工作。因此，总承包商需要根据具体情况选择合适的设备采购模式，如自主采购、招标采购或委托采购等，以保证设备和物资的质量、成本和供应。而在设备采购模式中，业主可以自行组织采购工作，也可以通过EPC模式将采购环节委托给其他专业公司进行实施，从而减少自身的管理难度和风险。这种模式可以最大限度地发挥各自的优势，提高项目的管理水平和效率。

按照建设规模，算力工厂可分为All In One、临建级和建筑级三大类。All In One算力工厂以单个40英尺集装箱或20英尺集装箱为载体，为临时性建筑结构，宜采用设备采购模式，快速投建投运。临建级算力工厂多以5~10个集装箱拼箱组成，为临时性建筑结构，宜采用设备采购模式，也可采用EPC建设模式。建筑级算力工厂以几十至上百个集装箱多层叠箱组成，为具有产权建筑结构的数据中心，宜采用EPC建设模式。

5 算力工厂规划建议

5.1 算力形式

在算力工厂规划阶段，需首先明确采用哪种算力形式。

通常来说，将CPU、GPU等芯片技术及能力，称为狭义的算力。内存、硬盘相关的存储技术，称为存力。操作系统、数据库、中间件、应用程序等在内的软件技术，称为算法。广义的算力，既包括了狭义的算力，也包括了存力和算法。根据所处理的业务特性不同，广义的算力又可分为通用算力、智能算力、超算算力和边缘算力四种类型。

通用算力以CPU芯片输出的计算能力为主；智能算力以GPU、FPGA、AI芯片等输出的人工智能计算能力为主；超算算力主要以超级计算机输出的计算能力为主；而边缘算力主要以就近为用户提供实时计算能力为主，是以上三种算力形式的组合。未来算力革命的发展趋势，将是以智能算力为核心的多种算力形式的融合，多场景共荣算力生态正在成型。

5.1.1 通用算力

通用算力以CPU芯片输出的计算能力为主，能够进行各种数学和逻辑运算、处理文本和图形等数据的计算能力。通用算力应用场景极为广泛，几乎囊括了传统服务器提供的全部业务应用，在科学研究、工程设计、数据处理和分析、安全监控、云计算和存储、网络游戏、网络购物、移动视频、移动支付、大数据挖掘、数字孪生仿真模拟、图像渲染、视频渲染等领域都有广泛的应用。这些应用场景对实时性要求不高，但是算力强度需求大。随着数字化转型的加速和人工智能技术的不断发展，通用算力的需求也在不断增加。

5.1.2 智能算力

智能算力以GPU、FPGA、AI芯片等输出的人工智能计算能力为主，具备智能化处理能力的计算设备或计算系统，它们可以实现对大量数据的快速处理、分析和判断，同时能够根据不同的应用场景进行智能化的处理和决策。智能算力的核心在于智能化，它基于人工智能、机器学习等技术，能够自主地学习和适应不同的环境，从而完成各种复杂的任务。

智能算力主要用于图像计算服务、数据推理、强化学习训练等场景。这些应用场景对实时性要求较高，需要大量的智能计算能力。例如，在自动驾驶中，需要对大量的图像数据进行实时分析，以实现车辆的精准控制和避障；在语音识别中，需要快速处理大量的音频数据，以实现实时翻译和回应。

5.1.3 超算算力

超算算力以超级计算机输出的计算能力为主，利用并行工作的多台计算机系统的集中式计算资源，通过专用的操作系统并行计算提高运算速度，解决大规模科技计算和海量并发的数据处理问题。

超算算力主要用于专门承担各种大规模科学计算和工程计算任务，用于科研计算中的流体力学、物理化学、生物信息等科研领域。常见的超算应用场景领域包括气象分析预测、高海拔宇宙线观测、空气动力学、车辆碰撞测试仿真实验、药品实验数据分析等，处理的数据量非常庞大。这些领域的研究需要极高的计算精度和速度，因此需要使用超算中心提供的强大算力支持。

5.1.4 边缘算力

边缘算力主要是以就近为用户提供的实时计算能力为主，是通用算力、智能算力和超算算力三种算力形式的组合，用以解决网络延迟产生的问题。边缘算力主要应用在智能制造、智能交通、智能安防、智能家居、智能农业、无人驾驶、医疗保健、智慧城市等领域，以提供更快速、更高效的计算服务。

5.2 算力规模

在算力工厂规划阶段，应根据算力规模确定采用哪种形式以及何种模式建设。下文以智能算力设备提供的智能算力规模为评估依据。除智能算力外，也可根据用户实际需求，提供通用算力、超算算力、边缘算力的规模评估。

All In One级算力工厂以单个40/20英尺集装箱为载体。风冷场景下，40英尺集装箱最大可提供100kW的IT设备供电和制冷能力，满足10P左右智能算力设备的部署，20英尺集装箱最大可提供50kW的IT设备供电和制冷能力，满足5P左右智能算力设备的部署。液冷场景下，40英尺集装箱最大提供300kW的IT设备供电和制冷能力，满足30P左右智能算力设备的部署，20英尺集装箱最大可提供100kW的IT设备供电和制冷能力，满足10P左右智能算力设备的部署。因此对于5P以内的风冷智能算力需求，建议采用20英尺All In One级形式，对于5P~10P的风冷智算算力需求，建议采用40英尺All In One级形式。对于10P以内的液冷智能算力需求，建议采用20英尺All In One级形式。对于10P~30P的液冷智能算力需求，建议采用40英尺All In One级形式。该种形式宜采用设备采购模式进行建设。

表2 All In One级算力工厂形式

应用场景	风冷		液冷	
集装箱尺寸	20英尺	40英尺	20英尺	40英尺
IT设备供电和制冷能力	50kW	100kW	100kW	300kW
智能算力	5P	10P	10P	30P

临建级算力工厂通常以10个以内的40/20英尺集装箱单层拼箱而成，典型风冷及液冷场景下，可提供1MW左右的IT设备供电和制冷能力，满足150P左右智能算力设备的部署。因此对于10P~200P的风冷或30P~200P的液冷智能算力需求，建议采用临建级形式，宜采用设备采购模式，也可采用EPC建设模式。

建筑级算力工厂通常几十至上百个40/20英尺集装箱多层叠箱而成，典型风冷及液冷场景下，可提供10MW左右的IT设备供电和制冷能力，满足1500P左右智能算力设备的部署。因此对于200P以上的智能算力需求，建议采用建筑级形式，宜采用EPC建设模式。

以上算力规模的分类和建设方式为典型场景化算力工厂建设的推荐方式，可根据客户实际需求进行灵活调整。

5.3 算力应用

在算力工厂规划阶段，还需明确算力应用场景。

为进一步凝聚产业共识、强化政策引导，全面推动我国算力基础设施高质量发展，2023年10月，工业和信息化部、中央网信办、教育部、国家卫生健康委、中国人民银行、国务院国资委等六部门联合印发《算力基础设施高质量发展行动计划》。指出推动算力基础设施高质量发展，更好汇集算力资源、发挥算力价值，构建泛在融合的“算力+”行业应用体系。围绕工业、金融、医疗、交通、能源、教育等重点领域，各打造30个以上应用标杆，并推动算力赋能千行百业。部分重点行业算力应用模式如下：

5.3.1 互联网行业

在过去的几年中，尽管人工智能在互联网的投资增速有所放缓，但在中国，互联网仍是人工智能技术应用和研发的主战场。从自然语言处理到图像识别，再到智能客服，人工智能的技术不仅提高了用户的体验，也极大地提高了服务质量。如今，互联网行业更为重视人工智能技术。自然语言处理，如语音识别、文本生成和机器翻译等，已被广泛应用。在图像识别方面，深度学习技术使得机器能够识别和理解图像中的各种元素，如人脸识别在安全和身份验证中的应用，以及在智能驾驶中的障碍物识别技术。

互联网企业将各种人工智能技术广泛应用于其业务模块，以优化用户体验并提升商业运营效率：智能客服借助自然语言处理和机器学习技术，为用户带来更为高效和流畅的服务，同时使企业服务效率更高、成本更低；大数据分析 with 智能决策也逐渐成为互联网企业的核心能力，通过基于智能搜索技术提取有价值的信息，从而助力企业做出更加智慧的决策；在营销领域，智能营销和个性化推荐技术，使得互联网企业能够更准确地洞察用户的兴趣和需求，增加客户粘性，向客户提供更有针对性的帮助。可以说，中国的互联网行业正在经历一个深度的智能化革命，由人工智能、大数据、自动化和其他先进技术共同推动，旨在更好地满足市场和用户的多样化需求。

5.3.2 电信行业

人工智能技术正深入地渗透到电信行业，各大运营商都在积极探索其潜在价值。凭借海量、多样且真实的用户数据，这些运营商已经构建了高价值的人工智能训练数据集，为电信行业未来的智能化发展打下了坚实的基础。一方面，中国运营商加速云数据中心建设，积极部署云上智能化能力，加速数据中心业务发展；另一方面，加速基础设施的智能化建设，支持电信网络的建设和优化。例如，网络智能化已使得资源管理、网络优化和故障诊断更为高效，能够根据实时数据动态调整，以提升网络的性能和用户体验。此外，运营商越来越多地依赖人工智能技术改进自身服务，如在智慧营业厅的建设中，采集的消费者行为数据如停留时间等，都会被智能化地分析并及时做出相应的反应。此外，防诈骗也得到了加强，电信企业利用大数据和人工智能技术大大降低了电信诈骗的可能性。同时，运营商也投入资金到提供智能化算力的平台，以获得针对各种高技术场景的解决方案。至于数据智能化，借助对通话记录和网络行为的深度分析，企业能够更深入地了解用户需求，并为他们提供更加个性化的服务。总的来说，人工智能在电信行业的广泛应用，不仅提升了客户体验，还大幅增加了运营商的业务营收、降低了运营成本，并推动了整体效率的提升。

5.3.3 政府行业

在现代数字化时代，人工智能技术在政府领域的应用日益显著，极大地推动了公共服务和城市治理的进步。例如，数字政府已经利用自然语言处理和机器学习算法，推出了智能客服系统，使公众能够获得快速、准确的在线信息查询与答疑服务。数据挖掘和预测技术也使数字政府能够深入分析海量政府数据，找到潜在的模式，进而为决策提供科学依据。在城市管理方面，结合物联网、大数据和人工智能技

术，政府正朝着智能城市管理的方向发展，优化城市基础设施、交通、环境的监测与管理，确保城市的安全、便捷和可持续性。数字政府还在积极推进办公流程与服务的自动化，通过机器人流程自动化（RPA）等工具，极大提升了工作效率和公众的满意度。值得注意的是，这些应用只是目前数字政府采纳的一部分，随着人工智能技术的不断演进，未来无疑会有更多的创新应用涌现。总的来说，通过这些人工智能应用，数字政府不仅提供了更便捷、高效和智能化的公共服务，还显著提升了公众满意度和城市治理水平。

5.3.4 金融行业

人工智能在金融行业的应用迅猛增长，已经渗透到诸如银行、投资机构及保险和证券等各个领域，主要应用包括智能客服、实体机器人、智慧网点和云上网点等，为各机构提供了更好的客户体验和高度的便利性。基于人工智能，金融企业利用机器学习算法进行数据分析，根据客户的风险状况进行准确评估，实现了贷款审批流程的自动化，确保贷款的准确性和效率。金融科技应用程序的开发者也正在积极地将更多功能——如EMI计算器和贷款资格自我评估等，集成到人工智能和机器学习技术中。此外，通过引入人工智能技术，金融机构现在可以实时监测交易和市场波动，从而及时制定策略。大量的数据，如交易、用户行为和市场数据，现在都可以通过大数据分析和人工智能技术进行深入挖掘，为风险评估、投资决策和市场预测等提供更强大的支持。为了进一步提供个性化服务，金融机构采用机器学习和推荐系统，为客户提供更符合其需求的投资方案和贷款产品。再者，金融机构也开始利用区块链技术实现更快、更安全、更透明的交易和结算，大大提高了交易效率并减少了中间环节。此外，金融企业与科技公司加速合作，通过技术合作、数据共享和创新孵化等方式，推进智能化进程，推动金融行业向智能化、自动化和个性化方向发展，为整个行业带来了创新和增长的机会。

5.3.5 制造行业

人工智能正在改变制造业，为其带来工业4.0和工业互联网时代的技术变革。通过结合大数据、物联网和其他先进技术，制造业实现了生产的自动化、智能化和灵活化，进而提高了生产效率。人工智能在制造业中应用包括但不限于：交互界面的智能化，质量管理，维修与生产检测的自动化，以及供应链管理的智能化。无人驾驶技术已进入汽车制造业，人工智能的感知、决策和控制能力促进了车辆间的智能协作，可以提高道路安全和交通效率；工业机器人也在改变汽车制造业，带来智能制造的革新，实现更高效的生产线布局和生产流程。机器视觉技术被广泛应用于产品的智能质检，对产品进行分类和检测；例如，在手机制造中利用图像识别技术，通过亮度、均匀度以及像素纹理等指标对屏幕素质进行检测。对于汽车的维修与保养，智能化系统能够自动检测故障并生成维修方案，以及通过数据分析来预测零部件的使用寿命。制造业也利用大数据分析和人工智能技术来优化生产过程，实现生产的实时监测和分析，以此来优化生产过程，预测设备故障，提高产品质量等。利用物联网和大数据技术，制造业更进一步实现了供应链的智能管理，通过可视化、协同化、智能化，提高了供应链的响应速度，降低了库存成本，大大增加物流管理的灵活性。

5.3.6 其他行业

随着科技创新的不断涌现，算力的新应用场景也日益丰富，需求量将持续激增。

在交通行业，人工智能技术也正在带来深刻的变革。以物流为例，该行业已经大量采用了智能技术来提高效率和用户体验。智能物流已经成为了发展的趋势，包括智能仓储和智能配送。在智能仓储中，货物的自动存储、拣选和库存管理的自动化，都极大地提高了仓库的运营效率，同时降低了人工成本和

管理的难度。智能配送方面，则采用了多模式运输规划，无人机和机器人技术，以实现物流运输路线的优化，确保货物能够在最短的时间内，以最低的成本送达目的地。此外，汽车制造商为了增强驾驶安全和便捷性，已经开始在其产品中实施半自动驾驶功能，例如先进的驾驶辅助系统（ADAS），从而帮助用户提高使用体验，如智慧入库停车、恶劣天气控制车辆避免碰撞等。除了私人用车方面的应用，人工智能技术在公共交通管理和道路监控方面也扮演了关键的角色，确保道路交通得到智能化管理，从而大幅提升整体交通效率。

在教育行业，科研院所和高等学府正在深度融入智能化技术以提升其教育与管理质量，提高科研创新能力，通过机器学习、深度学习、大模型等人工智能技术，基于对模拟和真实科研数据的分析，加速计算推演，帮助基础学科和应用学科更快、更准确地进行假设的验证和应用。

在医疗行业，尽管当前只有少数医疗人员参与人工智能的开发与应用，这主要是由于相关标准与规范尚处在完善阶段，但随着中国政府对人工智能法规的日益完善，未来五年中，其应用势必将得到快速的扩展。医疗数字化转型中，传统模式向互联网医疗模式的转型趋势显而易见。如人工智能和大数据技术等，已经促使疾病的诊断与治疗模式从单一领域扩展到多个领域，从而推动了医疗信息化的整体升级。预计在未来，受到政策支持和市场需求的双重推动，生物方向的人工智能应用将展现出巨大的发展潜力。

在能源行业，利用人工智能的方法、算法和工具改进和优化能源的生产、分配、消费和管理过程。这些应用涵盖了从能源勘探、生产、传输到消费和管理的整个能源链。随着技术的不断进步和应用场景的扩展，人工智能在能源行业的应用将越来越广泛和深入，为能源行业的可持续发展提供有力支持。

6 算力工厂建设思路

6.1 建设原则

1) 安全可靠

算力工厂的基础设施、网络设施、计算与存储资源等各系统应具有网络和系统的全方位安全性保护部署。应合理规划物理安全、网络安全和设备安全措施，确保数据的机密性、完整性和可用性。避免出现单点故障。在关键设备采用硬件备份、冗余等可靠性技术的基础上，采用相关的软件技术提供较强的管理机制、控制手段和事故监控与安全保密等技术措施来提高安全性。

2) 先进成熟

算力工厂系统设计应以满足用户业务未来5年以上的发展需求为重点，统一规划基础设施、算力资源、统一规划网络、统一安全要求等系统设计，应充分采用符合国际标准的、先进并且成熟的数据机房系统、计算机系统、网络系统、存储系统、集群相关软件系统等先进技术和产品。同时应根据实际使用需求，分析应用特征，避免盲目追求高精配置。

3) 灵活扩展

算力工厂建设应考虑到未来业务发展的需求，为方便实现数据中心规模的扩展，系统的设计应具有灵活的扩展能力，包括网络端口的扩展、带宽容量的扩展、处理用户访问的能力的扩展、计算能力的扩展、存储能力的扩展、基础设施的扩展等。扩展应能在线进行，要在确保在不中断服务的基础上，方便地对系统进行平滑升级与扩容。

4) 绿色节能

算力工厂系统规模大，耗电量大，节能环保不但能够大大降低用户运维成本，同时也是在相应国家节能减排、绿色低碳的号召。为降低集群整体能耗，宜采用冷板式液冷服务器，节点冷板覆盖CPU、GPU、内存等核心发热元件，节省了空气换热环节，提高末端供水温度，降低制冷系统PUE，提高计算密度。

6.2 建设流程

6.2.1 设备采购模式建设流程

设备采购模式多用于All In One算力工厂和临建级算力工厂，由于两种模式均属于临时建筑结构，因此不需要对外的报批报建流程。用户可根据实际需求确认选址、设计方案及产品规格，经内部立项后发起设备采购，由中标厂家负责深化设计、设备生产、设备交付、调试运行及交付验收。算力设备宜与预制化数据中心打包采购。相对EPC建设模式，本模式更加灵活方便快捷。

6.2.2 EPC 建设模式流程

EPC建设模式多用于建筑级算力工厂的建设，主要参照数据中心的建设流程，其建设流程一般包括以下几个环节：

- 1)内部立项：项目单位根据市场调研情况取得内部立项审批。
- 2)可行性研究：进行数据中心建设的可行性研究，编制可研报告，确定建设内容和规模。
- 3)选址：考虑项目所在地自然条件、气温、地址条件、自然灾害等，例如是不是地震带上，有没有发生水灾的可能性，气温也尤为重要，设计到PUE值大小。另外要考虑到项目所在地网络带宽资源是否满足，至少三大运营商网络光纤连接主干网络。
- 4)外部立项：根据可行性研究的结果及选址，进行项目外部立项，明确建设目标和方案，取得政府批复。
- 5)办理相关手续：在立项后，需要办理各种手续，包括能评、环评、稳评、安评、规划许可、施工许可、供电方案、消防等。其中能评需要第三方编制能评报告，环评需要编制环境评估报告。
- 6)设计：进行数据中心的方案设计和施工图设计。
- 7)土建和机电安装：进行数据中心的土建和机电安装工作。
- 8)设备调试：对数据中心内的设备进行调试，确保正常运行。
- 9)验收交付：对数据中心进行验收，确保符合建设要求，并进行交付使用。

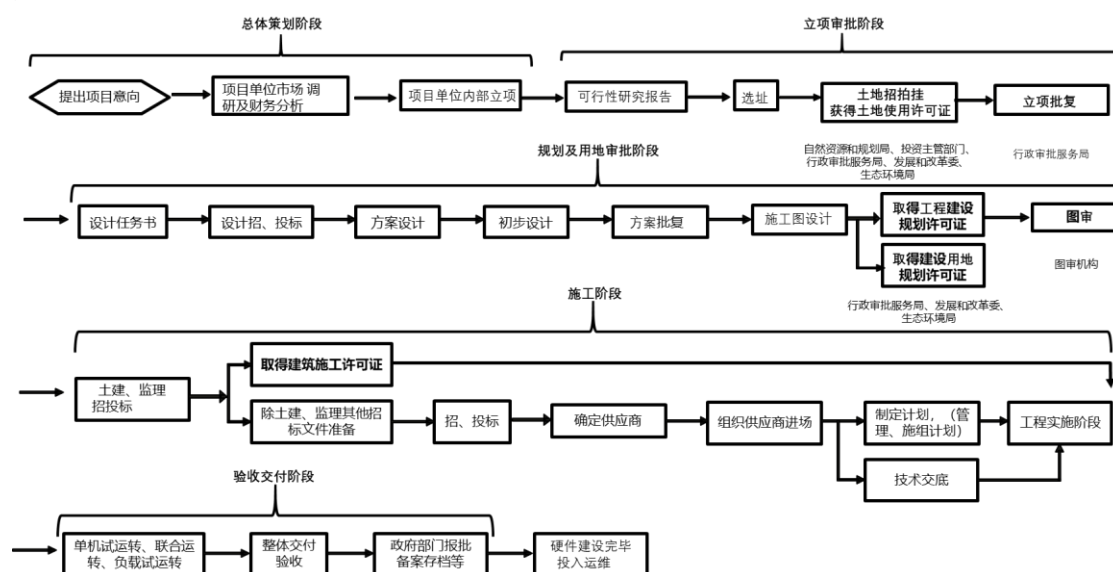


图3 建设流程

请注意，不同地区对数据中心建设的具体要求可能有所不同，实际流程可能需结合当地的具体规定和要求进行调整。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/016133114130010224>