

建筑世界模型

从世界理论到空间智能运营

Building World Model: From World Theory to Spatial Intelligence Operations

技术白皮书

V1.0



摘要：世界模型（World Model）是人工智能领域的前沿范式，其核心公式为 $\text{World Model} = \text{Renders}(\text{观察}) + \text{Simulates}(\text{状态}) + \text{Plans}(\text{行动})$ 。本文提出，世界模型的本质不是模式匹配（Pattern Matching），而是结构性理解（Structural Understanding）——因为理解结构，所以能推理未见场景。将这一理论框架映射到建筑运营领域，我们构建了Building World Model（建筑世界模型）体系。基于五维发展集团（Wuvee）在55个在管项目中验证的“感知→分析→决策→执行→进化”闭环，本文详细阐述了如何将世界模型理论落地为可运营、可度量、可付费的空间智能系统。

第一章 世界模型是什么

1.1 概念溯源

世界模型（World Model）的概念最早可追溯到认知科学和机器人学。1988年，Richard Sutton 在强化学习框架中首次系统性地提出了“世界模型”的思想——智能体（Agent）需要在内部建立一个对环境的表征，用以预测行动的后果。这一思想的朴素直觉是：如果你不能预测未来，你就无法规划行动。

近年来，随着深度学习、大规模语言模型和多模态学习的发展，世界模型从一个学术概念演变为AI领域最前沿的研究方向之一。LeCun（2022）在其联合嵌入预测架构（JEPa）中，将世界模型定位为智能系统的核心组件；Google DeepMind 的 Dreamer 系列模型展示了如何在潜在空间中学习世界模型并执行规划；而 Sora、Genie 等视频生成模型则被视为“世界模拟器”的雏形。

1.2 核心公式：三组件模型

我们从多个研究路线中提炼出一个统一的表述框架。世界模型可以用以下公式描述：

$\text{World Model} = \text{Renders}(\text{观察}) + \text{Simulates}(\text{状态}) + \text{Plans}(\text{行动})$

或者等价地： $\text{World Model} = \text{Planner} + \text{Simulator} + \text{Renderer}$

各组件的功能定义如下：

组件	功能	输入 → 输出	类比
Renders（观察器）	将物理世界的高维感知数据转化为结构化表示	传感器数据 → 抽象特征向量	人类视觉皮层
Simulates（模拟器）	推演行动在物理/几何/因果关系上的后果	当前状态+行动 → 预测状态	人类前额叶的“心智模拟”
Plans（规划器）	在模拟器推演的基础上做出最优决策	当前场景+目标 → 下一步行动	人类决策系统

这三者之间的协作关系构成一个完整的闭环：观察、模拟、规划三者共同构成理解世界的能力。物理世界作为起点和终点，观察器从中提取结构化信息，模拟器在抽象空间中推演可能的未来，规划器基于推演结果选择最优行动，行动再由物理世界反馈新的观察数据。

1.3 本质：结构性理解 vs. 模式匹配

这是全文最重要的论点，我们必须把它讲透。

模式匹配（Pattern Matching）是当前大多数AI系统的运作方式。一个典型的模式匹配系统表现为：它记住了训练数据中的大量统计关联；当输入与训练数据中的某个模式相似时，它给出匹配的输出生；当面对从未见过的场景时，它的表现急剧下降（“分布外失败”）；典型案例：图像分类器看到一个“穿铠甲的猫”可能识别为“狗”。

结构性理解（Structural Understanding）则是世界模型的运作方式。一个具备结构性理解的系统表现为：它理解了世界的底层物理规则、因果逻辑和几何约束；即使面对从未见过的场景，它可以通过“逻辑推导+模拟”来预测结果；它不是记住了“如果A那么B”的映射，而是理解了“为什么A会导致B”。

用一句通俗的话说：

模式匹配是“见过才知道”；结构性理解是“理解了就知道，不需要见过。”

这正是世界模型区别于传统深度学习的关键。Yann LeCun 曾指出：“我们需要的不是模式识别，而是世界模型——一个能够填补缺失信息、预测未来状态、并且能够推理因果关系的系统。”

维度	模式匹配（Pattern Matching）	结构性理解（Structural Understanding）
核心机制	统计关联学习	因果/物理规则学习
未见场景	分布外失败（OOD Failure）	仍可推理预测
数据需求	大量标注数据	较少数据+结构先验
泛化边界	训练数据分布范围	规则适用范围（理论上无限）
鲁棒性	易受对抗攻击	天然抗干扰
可解释性	黑箱，难以解释	推理路径可追溯
典型技术	Transformer、CNN、RNN	JEPA、Dreamer、Physics-based Models

一个关键的洞察是：模式匹配系统在“记忆”层面很强——它能记住见过的所有模式；而结构性理解系统在“推理”层面很强——它能推导出未曾见过的情形。一个好的世界模型需要两者的结合：用模式匹配做高效的感知编码（Renders），用结构性做因果推演（Simulates + Plans）。

1.4 VLA 模型：Vision-Language-Action 路线

在技术实现层面，世界模型最活跃的研究路线是 VLA（Vision-Language-Action，视觉-语言-行动）范式。

VLA 的核心思想是：以视觉（Vision）作为感知入口，以语言（Language）作为中间表示和推理介质，以行动（Action）作为输出结果。这正好映射到世界模型的三组件：Vision映射Renders，Language映射Simulates的抽象推理空间，Action映射Plans的输出。

在VLA框架中，大语言模型（LLM）充当了“模拟器+规划器”的角色——它用语言表示世界状态、推理行动后果、生成决策序列。而视觉编码器（如ViT）充当了观察器。扩散模型或NeRF则充当了渲染器。

代表性工作包括：RT-2（Google DeepMind, 2023）将视觉-语言模型微调为机器人行动指令的VLA模型；DreamerV3（Google DeepMind, 2023）在潜在空间中学习世界模型并实现规划；Sora（OpenAI, 2024）通过视频生成来隐式学习物理世界动力学；Genie（Google DeepMind, 2024）从2D视频中学习可交互的3D世界模型。

1.5 为什么世界模型很重要？

世界模型对AI的意义，可以用一句话概括：“它就是世界本身”——三者合一构成理解世界的能力。

当一个系统同时具备：观察世界的能力（Renders）——它知道“现在发生了什么”；模拟世界的能力（Simulates）——它能预测“如果这样做会发生什么”；规划行动的能力（Plans）——它能决定“接下来应该做什么”——那么这个系统就拥有了理解世界的能力。这不再是简单的“输入-输出”映射，而是对世界运行规则的深层建模。

这正是五维发展集团将其作为技术创新核心方向的原因——因为这一范式天然适用于建筑运营场景。

第二章 从通用世界模型到建筑世界模型

2.1 为什么建筑是一个“世界”？

建筑环境（Built Environment）是一个高度结构化、有规律可循的“小世界”。它满足世界模型发挥作用的所有前提条件：

① 建筑有明确的物理规则：热力学定律决定能源流动；流体力学决定空调风量分配；光学定律决定照明效果；材料力学决定结构安全。

② 建筑有可观测的状态空间：温度、湿度、CO₂浓度、PM2.5；设备运行状态（阀门开度、电机转速、变频频率）；能耗数据（电、水、气、冷、热）。

③ 建筑有明确的行为-结果因果链：调高空调设定温度→能耗降低但可能导致舒适度下降；开启自然通风→降低新风能耗但要考虑室外空气质量；调整照明策略→影响视觉舒适和用电负荷。

④ 建筑有评估标准：舒适度标准（PMV-PPD、G7等效温度）；能耗标准（GB/T 51161）；碳排标准（GB/T 51366）；运维效率标准（设备可用率、故障响应时间）。

这意味着：建筑领域的世界模型不需要像通用世界模型那样应对开放世界的无限可能性，它可以在一个约束良好的状态空间中工作。这大大降低了实现难度，同时带来了明确的应用价值。

2.2 建筑世界模型的定义

我们将建筑世界模型（Building World Model, BWM）定义为：

BWM = Renders(建筑感知) + Simulates(状态推演) + Plans(优化决策)

其中每个组件在建筑语境下的具体含义：

组件	建筑专有名称	技术实现	输入 → 输出
Renders	感知层	IoT网关、边缘采集、协议转换（BACnet/MQTT/Modbus）	传感器数据 → 结构化建筑状态向量
Simulates	分析推演层	物理模型+数据驱动混合建模（Digital Twin + ML）	当前状态+操作方案 → 预测能耗/舒适/碳排
Plans	决策执行层	多目标优化（MPC/RL）+ 自动化控制	目标约束+当前状态 → 最优控制策略

2.3 从数字孪生到建筑世界模型

业界通常用数字孪生（Digital Twin）来描述建筑的信息化。但“数字孪生”这个概念过于静态——它更多强调“映射和可视化”，缺少“预测和决策”的闭环能力。BWM相比于数字孪生有本质上的进化：

维度	数字孪生	建筑世界模型
核心能力	反映	理解+预测+决策
数据流	单向（现实→数字）	双向（观测→推演→行动→再观测）
时间维度	当前状态	过去（诊断）+现在（状态）+未来（预测）
因果推理	不具备	具备（理解能量/碳/舒适度的因果链）
自动化	人工监控+阈值报警	自主决策+闭环控制
学习演化	手动更新模型	持续学习（从运营数据中自我进化）

2.4 建筑世界模型的结构性优势

为什么建筑世界模型特别适合发挥“结构性理解”的优势？因为建筑运营中的因果关系是高度结构化的。

能源因果链：室外温度↑ → 冷负荷需求↑ → 冷水机组功率↑ → 总电耗↑

一个模式匹配的系统会说：“温度30°C时耗电200kWh”——它记住了统计规律。一个结构性理解的系统会说：“温度30°C时，如果围护结构的传热系数是 $U=2.0\text{ W/m}^2\text{K}$ ，窗户面积 200m^2 ，太阳辐射 500W/m^2 ，那么传热负荷 $=U\times A\times\Delta T=2.0\times 200\times 5=2000\text{W}$ ；如果当前的COP是4.0，那么额外电耗 $=2000/4=500\text{W}...$ ”——它理解了能量流动的物理机制。这正是结构性理解的价值：它可以在运维策略变化时，无需重新训练就能准确预测新的能耗结果。

碳流因果链：用电量→碳排放（电网因子×用电量）；天然气→碳排放（热值×排放因子）；空调制冷→碳排放（电耗+冷媒泄露GWP）；可再生能源→碳抵消（光伏发电量×电网因子）。

五维的CarbonSkill（碳效Skill）正是基于这种碳流因果链构建的。它不是简单地把能耗数据套用排放因子，而是建立了端到端的碳流模拟能力——能够预测每一种运营策略对碳排放的影响。

舒适度因果链：温度偏差→PMV指标变化；湿度变化→热舒适感受；CO₂浓度→空气品质感知；气流速度→吹风感（DR）。

五维的DiagnosticsSkill（诊断Skill）正是基于这种舒适度因果链，能够定位“哪里出了问题”以及“为什么出了问题”。

2.5 建筑世界模型的核心价值

基于结构性理解，建筑世界模型在运营中创造以下核心价值：预测性运营（Predictive Operations）不再是事后响应而是事前预测；因果追溯（Causal Diagnosis）知道“能耗高”不只是报警而是定位到具体设备/策略原因；优化规划（Optimal Planning）能够模拟数千种策略组合找到最优方案；迁移泛化（Transfer Generalization）在项目A学到的物理规则可以迁移到项目B；效果量化（Effect Quantification）每一种运营策略的能效/碳效/舒适度影响都可预测、可度量。

第三章 五维的Building World Model架构

3.1 总体架构

五维发展集团的Building World Model（BWM）是在“五维闭环”理论框架指导下构建的。五维闭环——感知→分析→决策→执行→进化——天然映射到世界模型的三组件，同时增加了一个关键的“进化”维度。

五维BWM的架构分为四层：World Model内核（Renders观察器、Simulates模拟器、Plans规划器）；业务能力层（感知层Perception、分析推演层Analytics、决策执行层Decision & Execution）；进化层Evolution（持续学习·模型更新·策略优化）；物理资产层（55个在管建筑项目）。

3.2 架构映射详解

3.2.1 Renders 观察器 → 感知层（Perception）

Renders的核心功能是将物理世界的高维感知数据转化为结构化表示。在五维体系中，这由感知层实现：

部署规模（数据来源：五维运营平台2026年5月数据）：

感知维度	传感器类型	部署数量/项目	数据频率
能耗	智能电表、水表、气表、冷/热量表	>5,000表具	15分钟/次
环境	温度、湿度、CO ₂ 、PM2.5、光照	>3,000传感器	5分钟/次
设备	运行状态、阀位、频率、电流、电压	>8,000测点	1分钟/次
人员	出入闸机、人体感应、WiFi探针	>200点位	实时

核心技术组件包括：IoT网关层（协议适配，支持BACnet/IP、Modbus、MQTT、OPC UA等）；边缘计算层（异常值检测 3σ 、IQR法，缺失值插补，数据归一化与结构化编码）；以及建筑状态向量（Building State Vector）——所有传感器数据汇聚成一个高维向量。

3.2.2 Simulates 模拟器 → 分析推演层

Simulates是建筑世界模型的核心。它需要对“如果我执行某个操作方案，建筑会变成什么状态”进行预测。这需要三种核心能力：

A. DiagnosticsSkill（诊断Skill）——因果诊断

技术实现：基于物理模型（EnergyPlus、Modelica）的参考基线对比；基于因果图（Causal Graph）的追溯推理；基于Transformer的时序异常检测。

输出示例：「2026-05-15 14:00-15:00 耗电量比基线高出12.3%（预计基准185kWh，实际208kWh）。主要原因分析：室外温度比气候模型预测高3.2°C；冷水机组（#2）冷却水温设定值偏低4°C；可开窗区域有9扇窗户未关闭导致冷量散失。」

B. EnergySkill（能效Skill）——能耗模拟

技术实现：轻量级物理模型（RC网络模型、灰箱模型）用于快速推演；基于历史数据的统计学习（GBRT、LSTM）用于精度校准；Hybrid Modeling混合建模——物理模型提供结构约束，数据驱动模型提供参数自适应。

通过结构性理解实现的“迁移泛化”案例：一个模式匹配的系统需要每个项目积累至少1年的历史数据后，才能做出可靠的预测。而基于结构性理解的EnergySkill，在项目A学到的物理规则（如“热传导跟室内外温差成正比”）可以应用于项目B——只需要将项目B的建筑围护结构参数代入物理模型，即可在新项目上线第一天就做出合理预测。这一能力的商业价值在于：五维可以在新项目入场首月就提供能效/碳效预测。

C. CarbonSkill（碳效Skill）——碳流模拟

技术实现：全生命周期碳流建模；实时电网排放因子接入（参考全国碳排放交易市场）；可再生能源发电预测（光伏+风能）；碳抵消策略模拟（绿电采购、碳汇、CCER）。

输出示例：「切换到方案B后，预计5-7月累计碳排放92.3 tCO₂e，比方案A减少14.7 tCO₂e（-13.7%）。其中：用电下降8.2万kWh（-44.5 tCO₂e）；天然气下降0.3万m³（+5.9 tCO₂e）；光伏发电2.1万kWh（-19.9 tCO₂e）；购入绿电抵消...」

3.2.3 Plans 规划器 → 决策执行层

Plans在三组件中的角色是：基于Simulates的预测结果，选择最优的行动方案。在五维体系中，这由OMSkill（运维Skill）实现——智能调度系统。

技术实现：MPC（模型预测控制）基于Simulates的预测结果滚动优化控制策略；多目标优化的帕累托前沿权衡机制；规则优化器将优化结果转化为可解释的控制规则。

优化决策的数学表达：在时刻t，OMS寻找最优行动序列 $a_{\{t:t+H\}}$ ，使得在未来H步的规划区间内，目标函数最小化： $\min J = w_1 \cdot E(a) + w_2 \cdot C(a) + w_3 \cdot D(a) \pm w_4 \cdot R(a)$ ；约束条件为建筑物理约束、设备运行约束、舒适度约束（ $PMV \in [-0.5, +0.5]$ ）。

其中H为预测时域（通常4-24小时），E(a)为预测总能耗，C(a)为预测碳排放，D(a)为舒适度惩罚项，R(a)为可再生能源自用率， $w_1 \sim w_4$ 为场景权重。

效果付费模式（Pay-for-Performance）

五维的商业模式是“效果付费”，这意味着五维不收取固定的运维服务费，而是从为客户节省的能源费用中分成。客户只看两个数：基线能耗（Baseline，没有五维的情况下的预测值）和实际能耗（Actual，有五维运营后的实测值）。差值就是节能量，五维从中抽取约定的比例。

这完美体现了“结构性理解”的商业价值——你只有真正理解了建筑的能量流动，才能做出可靠的预测；只有做出可靠的预测，才能把商业模式建立在效果之上。

3.2.4 Evolution 进化 → 持续学习

这是五维BWM超越经典世界模型三组件的重要增强。核心思想是：建筑世界模型不是一次建好就固定不变的。建筑的物理特性会变化（设备老化、围护结构退化、使用功能变更），气候模式会变化（全球变暖导致极端天气增多），运营需求也会变化。

所以BWM必须具备持续学习（Continual Learning）能力：

学习维度	学习方法	更新频率
设备退化模型	基于实际运行数据的参数在线更新	每日
建筑热模型	基于实测能耗数据校准灰箱参数	每周
用户行为模型	基于实际使用模式更新	每月
电网排放因子	实时接入全国碳市场数据	实时
季节性参数	基于N年滚动窗口的季节因子更新	季度/年度

3.3 四大Skill的闭环协作

五维的四大Skill（Diagnostics、Energy、Carbon、OM）不是孤立的模块，它们通过BWM的内核协同工作。DiagnosticsSkill（诊断）、EnergySkill（能效）、CarbonSkill（碳效）为Simulates提供多维状态预测，OMSkill综合三者结果制定最优策略，通过BA系统下发控制指令。

典型工作日协作流程：

06:00 —— Renders感知：采集建筑当前状态（室外温/湿度、室内设定、设备启停）。DiagnosticsSkill 诊断夜间能耗异常（若有）。

06:30 —— EnergySkill推演：今天预测温度25-32℃，光照充足。模拟不同预冷策略的能耗差异。CarbonSkill计算各预冷策略对应的碳排放。

07:00 —— OMSkill决策：选择预冷+延迟启动方案。生成冷水机组启停序列+温度设定曲线。

07:15 —— Plans执行：通过BA系统下发指令。07:30开启#1冷水机组（45Hz变频启动）；07:45打开冷冻水电动阀至85%；08:00空调末端开始送风。

12:00 —— Evolution：对比预测vs实际，更新模型参数。...（持续循环）

3.4 数据来源与基准

五维BWM的准确性依赖于两个方面数据：

物理参数数据（用于Simulates的结构性建模）：建筑围护结构热工参数来自竣工图纸+现场检测（GB 50176）；设备额定参数来自设备铭牌+厂商手册（GB/T系列）；气象参数来自中国气象局+本地气象站（GB/T 50001）；排放因子来自国家发改委+全国碳排放交易市场（IPCC指南、GB/T 51366）。

运营数据（用于Renders + Evolution）：能耗运行数据来自IoT智能表具（55个项目，>5,000个数据点）；舒适度反馈来自移动端问卷（累计>1万条）；运维工单来自运维管理平台（月均>2,000条）。

第四章 走向建筑智能体

4.1 从工具到智能体

世界模型的终极形态是一个自主智能体（Autonomous Agent）——能够观察环境、理解状态、规划行动并持续学习的系统。

当前的BWM架构已经具备了智能体的雏形。当前阶段（Building World Model V1）的能力矩阵：

Renders（观察）成熟；

Simulates（推演）可用；

Plans（规划+执行）可用；

Evolution（持续学习）可用；

自主目标设定尚缺；

跨域推理有限；

自然语言交互有限；

多建筑协同试点中。

进化方向：Building Agent（建筑智能体）

建筑智能体（Building Agent）定义为：一个以建筑世界模型为认知内核，具备自主目标设定能力、跨域推理能力和自然语言交互能力，能够在复杂建筑环境中持续优化运营效果的智能系统。

建筑智能体架构分为四层：认知内核（World Model）：Renders观察↔Simulates推演↔Plans决策；推理引擎（Reasoning Engine）：基于LLM的跨域推理、多模态理解、故障根因推理+优化策略生成；交互层（Interaction Layer）：自然语言对话、可视化看板、工单MCP；自主进化（Autonomous Evolution）：目标自适应、策略迁移、知识沉淀。

4.2 关键使能技术

4.2.1 大语言模型（LLM）作为推理引擎

LLM在建筑智能体中扮演“认知中枢”的角色：语言理解——理解运维人员的自然语言查询；策略生成——将物理模型的结果转化为可解释的优化建议；知识沉淀——将运营经验编码为结构化的建筑知识。

人机对话示例：用户：“为什么昨天5号楼的空调能耗比前天高了20%？”系统：“昨天室外最高温度32°C比前天高3°C，且午后有5台冷冻水泵一直运行在80Hz...”

4.2.2 MCP协议与工具调用

五维的Building Agent通过MCP（Model Context Protocol）协议与外部系统交互。

MCP工具列表：diagnostics.query(cause)诊断查询；energy.simulate(strategy)能效模拟；carbon.calculate(plan)碳效计算；om.execute(actions)运维执行；knowledge.retrieve(query)知识检索；report.generate(template)报告生成。

这种架构的优雅之处在于：LLM负责高层推理和交互，BWM负责底层物理计算和控制执行。两者通过MCP协议解耦，各司其职。

4.2.3 自然语言交互（NL Interface）

建筑智能体的最终用户是物业管理人员和运维工程师——他们大多不是AI专家。因此，自然语言交互界面至关重要。

台风应急场景：用户：“明天台风要来，帮我准备一下应急预案”。Agent调用气象MCP获取台风预报→调用Simulates模拟不同预案效果→生成响应：“根据台风预报（7级风+120mm降水），建议今晚：1.将#1-#3冷却塔风扇预设为防雨模式；2.关闭可开启窗扇（涉及B栋3F-12F共24扇）；3.提前关闭一楼顶部分段并开启防水挡板；4.备用柴油发电机预热。需要我执行以上预案吗？”

4.3 数据驱动的进化路径

从BWM到Building Agent，不是一步到位的。五维规划了三个阶段：

阶段一：结构化世界模型（已完成）。Renders+Simulates+Plans构成完整闭环；四大Skill完成部署；55个项目验证。

阶段二：增强型世界模型（进行中，2026Q3目标）。在Simulates中引入LLM辅助推理；自然语言查询界面；多项目知识复用（跨项目迁移学习）。

阶段三：自主建筑智能体（远景目标，2027+）。自主目标设定与策略优化；人机协作 workflow；建筑集群协同优化；与智慧园区/智慧城市系统对接。

4.4 与行业趋势的呼应

建筑世界模型不是五维的孤立探索。它与多个行业趋势紧密呼应：AI for Science→AI for Building Operations（AI正在改变建筑运营的方式——从“规则驱动”到“模型驱动”）；端侧AI（Edge AI）→边缘建筑智能（推理和预测部分在边缘运行，减少云端依赖）；AGI方向→Specialized World Model（通过缩小领域范围，在约束良好的子问题上率先实现世界模型的完整范式）。

结语

世界模型的理论告诉我们：“它就是世界本身”——当一个系统能够观察、模拟、规划，它就拥有了理解世界的能力。

对于建筑运营而言，这意味着我们可以不再依赖“规则+手册+老师傅经验”的传统模式，而是构建一个真正理解建筑能量流动、碳流路径、设备特性、人员行为的数字系统。

五维发展集团基于55个在管项目的实践验证，证明了Building World Model在建筑运营领域的可行性和商业价值——效果付费模式的核心前提，正是“结构性理解所带来的可靠预测能力”。

从世界模型到建筑世界模型，再到建筑智能体，我们正在见证一个领域的范式转变。这不仅是技术进步，更是对“如何运营一个建筑”这一古老问题的全新回答。

术语对照表

中文术语	English	说明
世界模型	World Model	能够感知、预测和规划世界状态的智能系统内核
观察器/渲染器	Renders/Renderer	将高维感知数据转化为结构化表示的组件
模拟器	Simulator	推演行动后果的组件
规划器	Planner	基于推演结果做出最优决策的组件
VLA模型	Vision-Language-Action	视觉-语言-行动的统一多模态模型架构
结构性理解	Structural Understanding	基于物理/因果规则理解世界，而非模式匹配
建筑世界模型	Building World Model (BWM)	专用于建筑运营领域的世界模型
建筑智能体	Building Agent	以BWM为核心、具备自主推理能力的智能系统
模型预测控制	Model Predictive Control (MPC)	基于模型预测的滚动优化控制方法
效果付费	Pay-for-Performance	按实际节约效果收费的商业模式
模型上下文协议	Model Context Protocol (MCP)	LLM调用外部工具的标准协议

参考文献与数据来源

[1] Sutton, R. S. (1988). Learning to predict by the methods of temporal differences. Machine Learning, 3(1), 9-44.

[2] LeCun, Y. (2022). A path towards autonomous machine intelligence. OpenReview.

- [3] Hafner, D., et al. (2023). Mastering diverse domains through world models. arXiv:2301.04104. (DreamerV3)
- [4] OpenAI. (2024). Video generation models as world simulators. OpenAI Technical Report.
- [5] Brohan, A., et al. (2023). RT-2: Vision-language-action models transfer web knowledge to robotic control. arXiv:2307.15818.
- [6] Brooks, T., et al. (2024). Video generation models as world simulators. OpenAI Technical Report. (Sora)
- [7] Bruce, J., et al. (2024). Genie: Generative interactive environments. arXiv:2402.15391.
- [8] Anthropic. (2024). Model Context Protocol (MCP) Specification.

五维内部数据来源：

- 福建五维发展集团《技术白皮书（V3.1）》，2026年3月
- 五维运营平台数据（截至2026年5月）
- 福建五维发展集团《碳排放管理平台技术方案》，2025年12月
- 福建五维发展集团《能力图谱与知识索引文档》，2026年4月

标准引用：

- GB/T 36432-2018 《建筑自动化控制系统》
- GB 50176-2016 《民用建筑热工设计规范》
- GB/T 51161-2016 《民用建筑能耗标准》
- GB/T 51366-2019 《建筑碳排放计算标准》
- IPCC 2006 Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories
- DB 3502/Z 4289-2022 《厦门市公共建筑能耗限额标准》

编制：福建五维发展集团·技术研究院 | 版本：V1.0 | 日期：2026年6月 | 分类：技术白皮书



扫码获取更多方案



以空间智能运营 | 让城市更具价值

福建五维发展集团有限公司

Tel: 400-0039-395 Mob: 183 5018 3333 E-mail: Bs@wuvee.com Web: www.wuvee.com



官方公众号
@五维发展集团



视频号
@五维发展集团



抖音号
@五维发展集团



知乎
@五维发展集团



微博
@五维发展集团



小红书
@五维发展集团



头条
@五维发展集团