多尺度多性能协同模型自动生成与智能优化

bps-schema：建筑性能模拟数据模型

多尺度协同设计标准方案

林波整理

2026年5月28日

www.cadreg.com.cn

目录

一、 项目背景与课题分工 —— 课题2/3/4技术路线与协作

二、 数据格式决议 —— HBJSON基础与多尺度扩展方案

三、 Schema 标准与规范 —— draft-2020-12 与设计原则

四、 文件架构与结构 —— 尺度 × 领域二维体系

五、 集成与使用方式 —— 验证、代码生成、平台集成

六、 下一步工作计划 —— 待办事项与时间节点

CCTC 中国建科

项目背景与课题分工

—— 课题2/3/4技术路线与协作

www.cadreg.com.cn

一、课题2研究目标

1.1 多尺度多性能协同模型自动生成与智能优化

针对我国现有绿色建筑模型构建机理缺失、数据集成度不足、模型自动生成识别方法缺失等问题，依据多模态数据融合与智能生成算法理论，运用多源异构数据集成与模型自动生成技术方法，开展基于多模态数据融合、多尺度模型自动适应、多性能协同优化的绿色建筑模型自动生成方法与智能优化研究。

建筑尺度

建筑层级绿色性能模拟模型生成与优化

社区尺度

社区层级绿色性能耦合模型生成与优化

城市尺度

城市层级绿色性能协同模型生成与优化

一、课题分工与技术路线

1.2 5月28日课题协同会议决议

课题	定位	核心任务	优化目标
课题二	方案生成与优化	CAD/图片→绿色建筑模型自动生成	形态合理性、设计品质
课题三	性能优化	基于生成模型的优化算法提升	能耗、碳排放等考核指标
课题四	计算引擎	性能仿真计算（能耗、风场等）	计算精度与效率

系统架构（四层）

UI + 云端 — 构力云端 + CAD 提供展示和交互功能

API 层 — 基于 RESTful API 协议，构力统一定义，各课题评估

容器层 — 课题2生成算法 / 课题3基座模型+性能优化 / 课题4计算核心

数据库 — 课题1提供100万+150栋的数据库

成果集成平台

由构力提供统一云端集成平台

各课题以API形式暴露算法/服务

平台展示：课题一数据集、课题二/三生成与优化、课题四仿真工具、课题五评审平台

数据格式决议

—— HBJSON基础与多尺度扩展方案

二、数据格式决议

2.1 多尺度数据流转

尺度	几何格式	参数格式	说明
建筑	HB JSON	HB JSON	Honeybee JSON为基础格式
社区/城市	3DM	HB JSON+	HB JSON处理大规模几何效率不足，采用数形结合方案

数据流转

HB JSON → IDF：课题二生成的模型转为IDF供课题四计算引擎使用

计算结果以JSON格式返回课题二、三

接口方式

倾向RESTful API

各课题算法/服务以API形式暴露，供构力平台调用

牵头单位

课题二、四牵头推进格式方案确定

一周内明确HB JSON格式支持情况

二、HBJSON 结构解读

2.2 Honeybee Schema 核心设计

几何层级

Model → Room → Face → Aperture/Door → Shade

Room：封闭三维空间，faces[]≥4
Face：Wall/Floor/RoofCeiling/AirBoundary
Aperture：窗（开洞，透光）
Door：门（可开启、玻璃门）
Shade：室内外遮阳构件

关键设计特征

Abridged模式：identifier外键引用，避免循环嵌套，减小文件体积

Properties扩展：energy/radiance/doe2 插件式挂载

容差机制：tolerance + angle_tolerance 处理CAD浮点误差

5种边界条件：Outdoors / Surface / Ground / Adiabatic / OtherSideTemp

三 Schema 标准与规范

—— draft-2020-12 与设计原则

三、Schema 标准与规范

3.1 格式选型与设计原则

draft-2020-12

全库采用 JSON Schema draft-2020-12 标准。

$defs — 类型定义区
$ref — 标准引用机制
oneOf — 判别联合体
allOf — 实体组合
const/enum — 枚举
required — 必填字段

设计原则

- 几何与模拟域解耦
- 尺度 × 领域二维分文件
- 严格模式，禁止额外字段
- 标识符统一规范
  ^[.A-Za-z0-9_-]+$
  1-100 字符

兼容性

building / energy / radiance 三文件对齐
honeybee-schema (HBJSON 开源定义)。

CFD、community、urban 为独立领域扩展，非 HBJSON。

四

文件架构与结构

—— 尺度 × 领域二维体系

四、文件架构总览

4.1 11 领域文件 + 1 聚合入口

尺度	几何文件	类型数	模拟域文件
建筑	schema-building.json	30	schema-energy (49) / schema-radiance (25) / schema-cfd (14)
社区	schema-community.json	7	schema-community-energy (8) / schema-community-cfd (13) / schema-community-microclimate (2)
城市	schema-urban.json	3	schema-urban-energy (5) / schema-urban-cfd (15)
聚合	schema-all.json — 引用全部11个文件，171个类型定义		

* CFD、community、urban 系列为 AI 生成的示例文件，需人工审核后使用

四、Building 几何层级

4.2 HBJSON 完全对齐（30 类型定义）

层级关系

Model → Room → Face → Aperture / Door → Shade

Room：faces[] (≥4), multiplier, zone, story, shades
Face：face_type, boundary_condition, apertures[], doors[]
Aperture：is_operable, indoor/outdoor_shades[]
Door：is_glass, indoor/outdoor_shades[]
Shade：is_detached

边界条件（5 种）

Outdoors — sun/wind_exposure, view_factor
Surface — boundary_condition_objects
Ground — 无参数
Adiabatic — 无参数
OtherSideTemperature — htc + temperature

几何原语：Point3D / Face3D / Plane / Mesh3D / Color

四、模拟参数覆盖

4.3 Energy / Radiance / CFD

Energy（49 defs）
材料：11 种（常规/无质量/植被/窗材）
构造：6 类 + Abridged 引用模式
时间表：5 类
负荷：People/Lighting/Equipment
HVAC：IdealAirSystem
构造集 / 程序类型

Radiance（25 defs）
材质：Plastic/Metal/Glass/BSDF 等 8 种
材质集：Wall/Floor/RoofCeiling
Aperture/Door/Shade
传感器：Sensor / SensorGrid
视角：View（6 种类型）

CFD*（14 defs）
风剖面：4 种 + 地形类别
计算域 / 网格（+wall layer）
湍流：6 种模型 + 壁面函数
边界条件 / 求解器
（AI 示例文件）

四、社区与城市尺度实体

4.4 多尺度扩展（AI 示例，需审核）

社区尺度（4 文件，30 defs）

community：Site / TerrainGrid / TerrainTIN
Road / GreenSpace / WaterBody

community-energy：DistrictEnergy
Plant(10种) / Network / Pipe / Connection

community-cfd：计算域/网格/湍流/求解器

community-microclimate：UHI 强度/反照率

城市尺度（3 文件，23 defs）

urban：ClimateZone / LandUse
气候分区 / 用地性质

urban-energy：需求聚合
可再生能源潜力 / 碳平衡

urban-cfd：行人风舒适评估
(Laws/Davenport/NEN_8100 标准)

五 集成与使用方式

—— 验证、代码生成、平台集成

五、使用方式

5.1 数据验证与代码生成

数据验证

```
pip install jsonschema

python3 -c "
import json, jsonschema
with open('model.hbjson') as f:
  jsonschema.validate(
    json.load(f),
    json.load(open(
      'schema-building.json')))"
```

TypeScript 生成

```
npx quicktype
  schema-building.json
  -o dist/building.d.ts
  --lang typescript

npx quicktype ...
  schema-energy.json
  -o dist/energy.d.ts
```

Python Pydantic 生成

```
pip install datamodel-codegen

datamodel-codegen \
  --input schema-building.json \
  --output dist/building.py \
  --output-model-type pydantic_v2
```

五、平台集成架构

5.2 bps-schema 作为数据底座

课题二

方案生成

CAD/图片→HB JSON

→

课题三

性能优化

遗传算法/粒子群

→

课题四

计算引擎

能耗/风场/采光

→

构力平台

云端集成

API调用与展示

数据流转协议

1. 课题二生成 HB JSON 模型
2. 转为 IDF 供课题四计算
3. 课题四返回 JSON 性能结果
4. 课题三基于结果进行优化
5. RESTful API 暴露服务接口

与 bps-schema 的关系

bps-schema 提供统一数据格式定义

- 课题二：生成 HB JSON 合规数据
- 课题三：优化结果写入扩展字段
- 课题四：计算引擎读取 schema 验证输入

六

下一步工作计划

—— 待办事项与时间节点

六、下一步工作计划

6.1 会议待办与技术路线固化

技术路线固化

一是课题二与课题三形成书面技术路线说明，明确优化变量、目标函数和方法

二是提交项目组确认

格式方案确定

一是各课题评估HB JSON格式可行性与工作量

二是提交转换器开发方案（HB JSON ↔ IDF / 3DM ↔ HB JSON+）

三是一周内明确格式支持情况

API与平台对接

一是组织课题二/三/四与构力团队完成API接口详细方案设计

二是各课题本周内向构力提交数据格式和API需求清单

三是课题一本周内向各课题提供数据需求表格

六、实体完善与工程化

6.2 bps-schema 后续开发计划

实体审核完善

community / urban / cfd 为 AI 生成的示例文件

- 人工审核实体定义
- 补充字段约束和校验规则
- 领域专家审核物理合理性

工程化工具

- schema-all.json 自动验证脚本
- CI/CD 集成
- 多文件 $ref 解析测试
- 补充更多领域（water / transportation）

代码生成器

- TypeScript 类型声明自动生成
- Python Pydantic v2 模型生成
- 与 课题四的计算引擎数据对接
- 格式转换器（HB JSON ↔ IDF）目前已经有ladybug tools相关的库可以实现。

感谢聆听 | 欢迎指导

www.cadreg.com.cn