

WEAVING HOUSE IN QIAN VILLAGE

黔村“织”家



学校：东南大学 指导教师：韩晓峰、张晋 参赛学生：黄宜文、石子滢、姜坤、陆虎、刘洋艺、袁浩





场地鸟瞰图
Aerial View



室外剧场场景透视
Outdoor theater perspective



室外剧场入口透视
Perspective of Outdoor Theatre Entrance



一层阅览空间透视
Reading Space Perspective



二层阅览空间透视
Reading Space Perspective



休息平台透视
Rest Platform Perspective

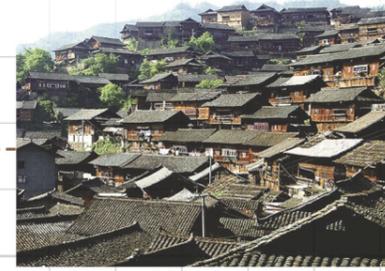
区位分析 Location Analysis



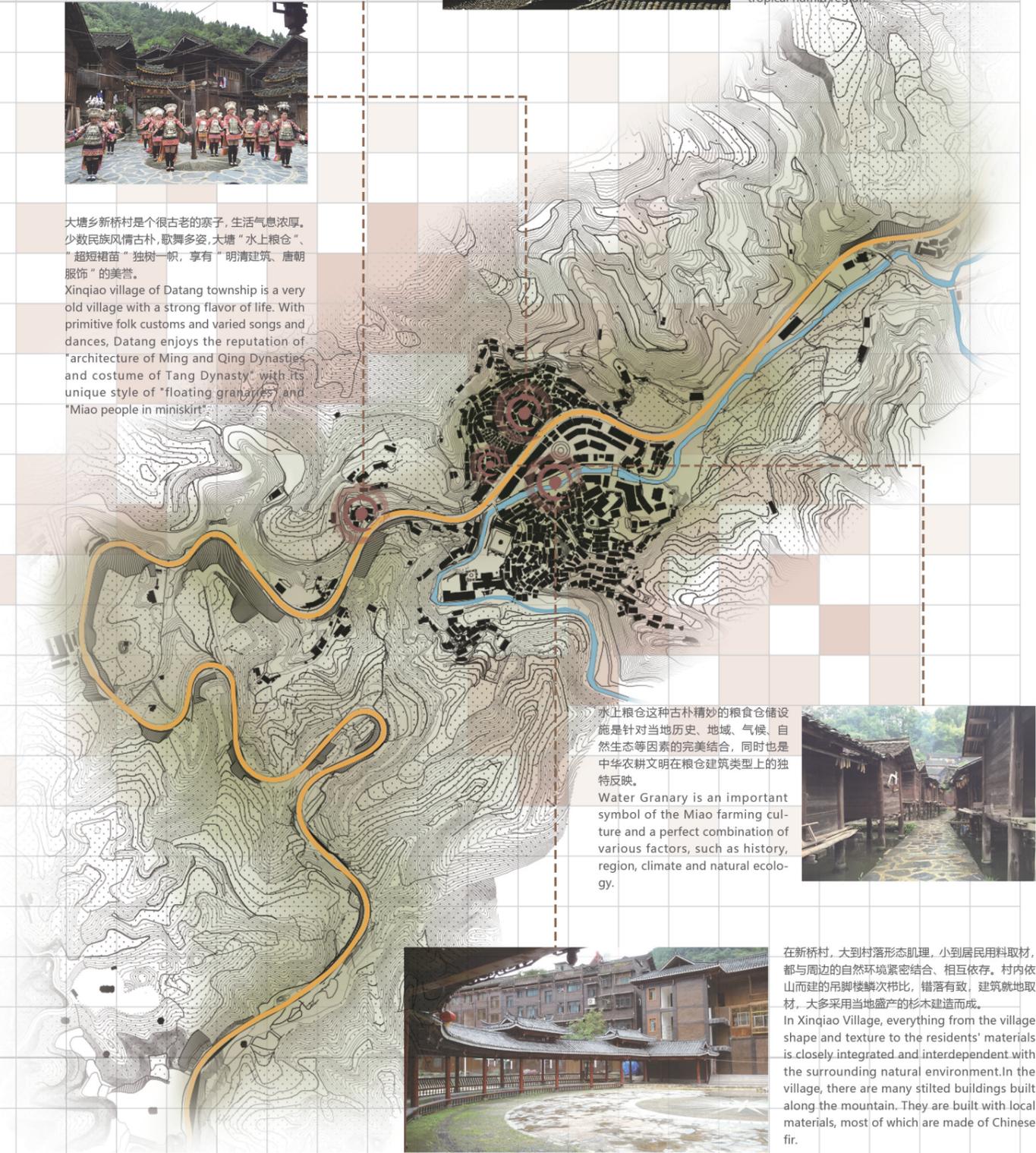
大塘乡新桥村交通便利，旅游资源丰富，怪石林立，林海苍莽，沟壑纵横，自然风光秀丽，境内素有“一山分四季，十里不同天”的气候特点。With convenient transportation, rich tourism resources, strange rocks, vast forests, ravines and beautiful natural scenery, the territory is known as the climate characteristic of "one mountain divides four seasons, ten miles have different weather".



大塘乡新桥村是个很古老的寨子，生活气息浓厚。少数民族风情古朴，歌舞多姿，大塘“水上粮仓”、“超短裙苗”独树一帜，享有“明清建筑、唐朝服饰”的美誉。Xinqiao village of Datang township is a very old village with a strong flavor of life. With primitive folk customs and varied songs and dances, Datang enjoys the reputation of "architecture of Ming and Qing Dynasties and costume of Tang Dynasty" with its unique style of "floating granaries" and "Miao people in miniskirt".



其地貌分区属武陵山中起伏中山，是我国西南中高山地的重要组成部分。其地貌类型为受湿润季风气候形成的侵蚀丘陵地；位于我国长江流域，属于中亚热带湿润地区。The geomorphologic partition is an important part of the middle and high mountains in southwest China. Its geomorphologic type is the eroded hilly land formed by humid monsoon climate. Located in China's Yangtze River basin, it belongs to the subtropical humid region.



大塘乡新桥村

灵感来源 Inspiration Source



山脉 —— 连续
Mountains -- Continuity

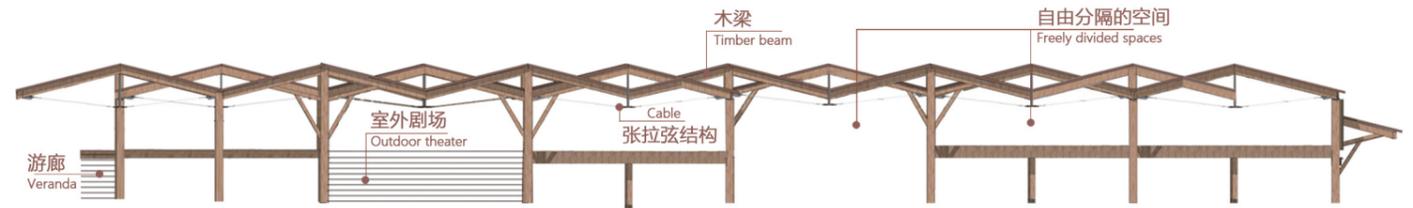


民居屋顶 —— 重复与层叠
Folk house roof -- Repetition and cascade



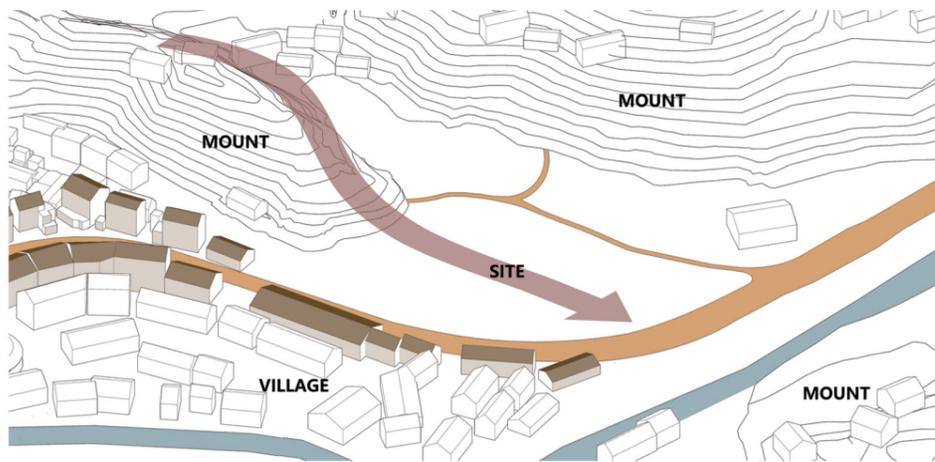
吊脚楼与廊道 —— 空间
Stilted building and veranda -- Space

设计意向 Design Image

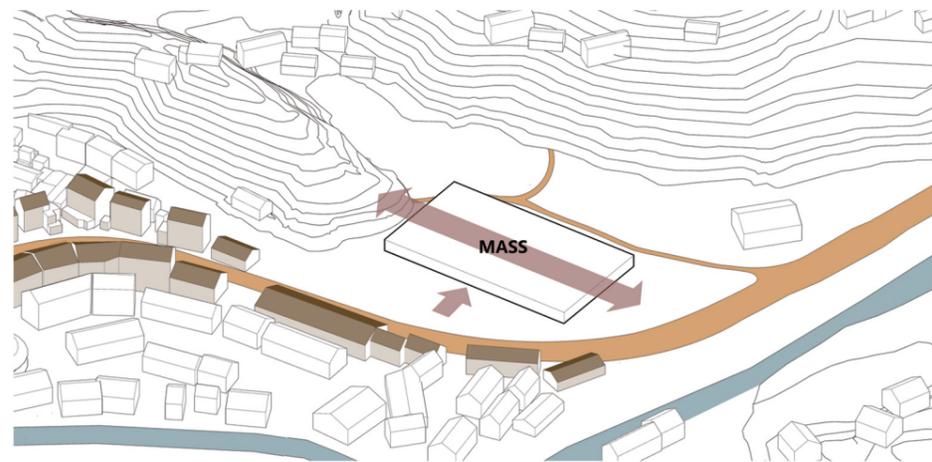


- 传统坡屋顶形式与现代建筑技术结合——形成连续、轻盈、层叠的屋顶
Traditional pitched roof forms combining with modern architectural techniques
- 吊脚楼与廊道的现代转译——形成底部灰空间和可游可望的线性空间
Modern translation of stilted buildings and corridors -- Forming a grey space to rest and a linear space for sightseeing

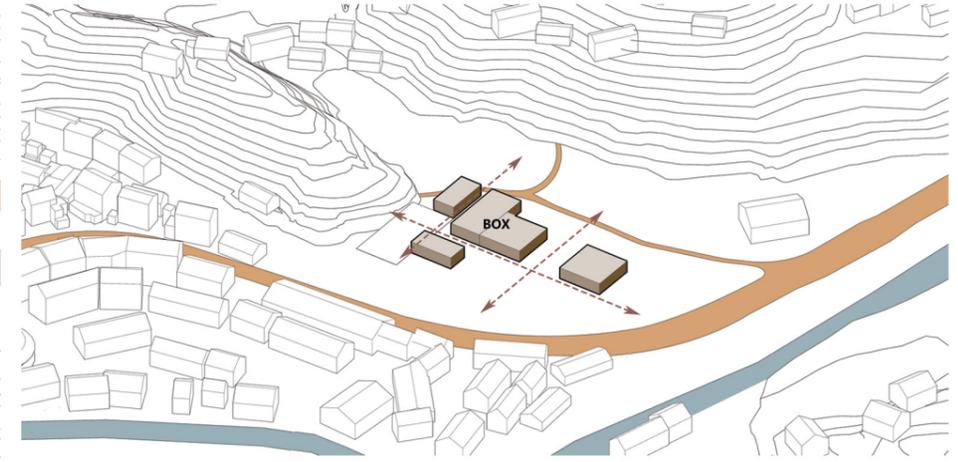
建筑生成策略 Building Generation Strategy



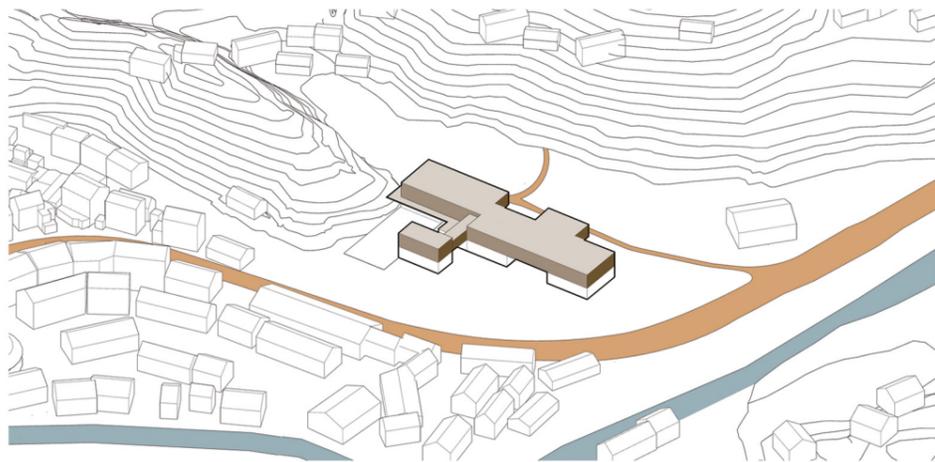
① 基地现状条件
Current condition of site



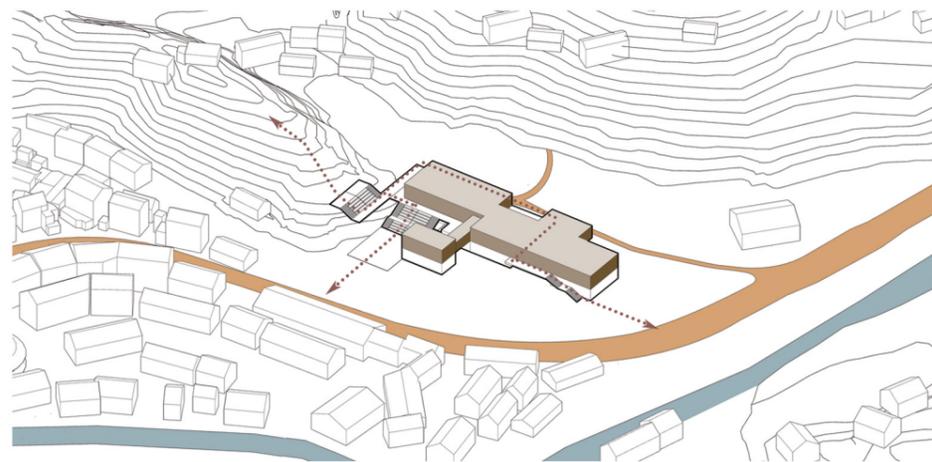
② 建筑朝向及主入口设置
Orientation and main entrance of the building



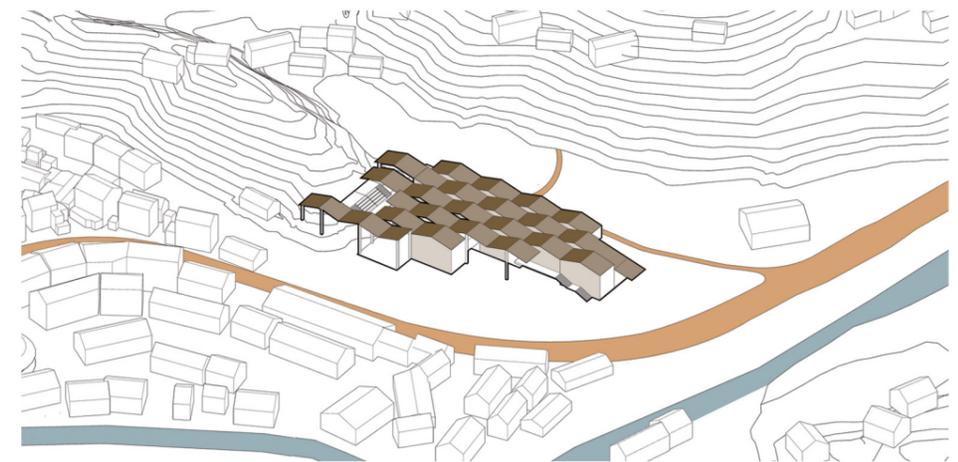
③ 一层与村庄形成流动空间，以较小尺度单元，营造真实的乡村感
The first floor and the village form a flowing space, with small scale units to create a real sense of countryside.



④ 二层进行联通，实现架空灰空间和内部活动大空间
The second floor is connected to create the overhead grey space and large space for internal activities.



⑤ 结合地形，设置剧场和游览串联路径
Combined with the terrain, the theater and tour path are set in series



⑥ 结合周围环境和乡村肌理等，覆盖错动的“层叠交织屋顶”
Combined with the surrounding environment and rural texture, the building is covered with staggered "overlapping roof".

经济技术指标

总用地面积: 6324.4m²

总建筑面积: 1610m²

建筑密度: 18%

容积率: 0.25

绿地率: 22%

建筑高度: 11.5m



总平面图
Master Plan

建筑设计说明

Architectural Design Description

该村民文化建筑设计旨在功能上回应村民日常生活，建筑形态上呼应周边现有建筑、自然环境和文化特色，空间组织上衔接村落与山体，生态技术上实现绿色、智能。

- 功能上，该建筑以“乡村客厅”为理念，为当地村民和八方来客提供享受休闲时光、感受风俗文化的场所，具有互动性、开放性。

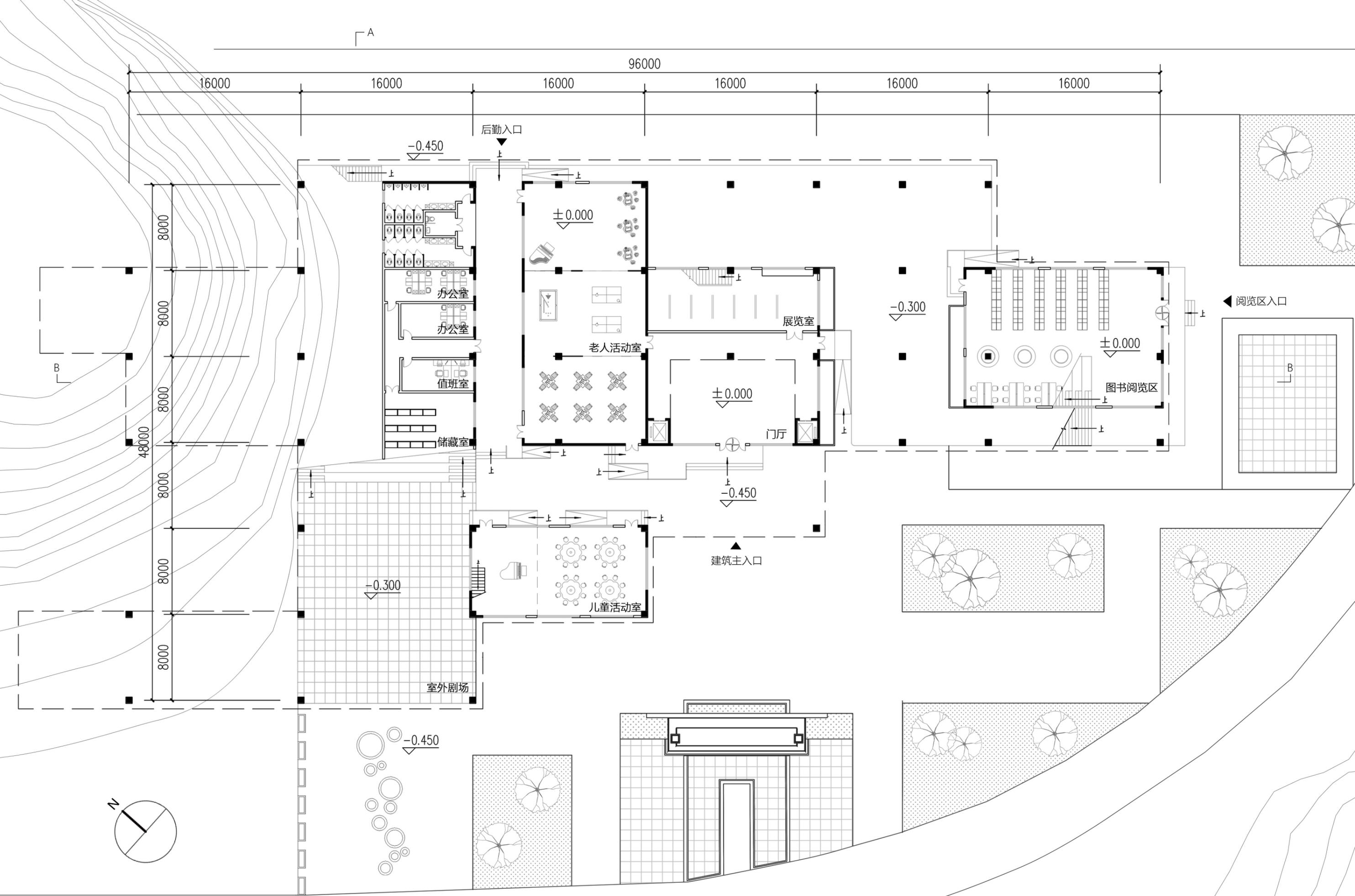
- 形态上，充分尊重当地的传统、文化和空间肌理。以“千户参差依麓构”为设计意向，实现错动的“层叠交织屋顶”这一现代转译。同时巧妙地适应了场地周边村落的小尺度肌理，将现代木结构建筑充分融入当地自然与人文环境中。

- 空间组织上，功能盒子占据一层平面，形成村落通廊和流动空间，营造乡村氛围。同时，室外剧场看台结合山地地形进行设计，并设置整个建筑的游走路径，串联起一二层各功能空间。

- 生态技术上，错动层叠屋面所形成的屋顶侧窗增加了内部空间的采光与通风。同时，运用自动遮阳百叶和动能电能转化系统，实现了建筑的智能化。

Architectural Design Description

The villagers' cultural architecture design aims to respond to the villagers' daily life functionally, echo the surrounding existing buildings, natural environment and cultural characteristics in architectural form, connect the village and mountain in spatial organization, and achieve green and intelligent ecological technology.



A

96000

16000

16000

16000

16000

16000

16000

后勤入口

-0.450

±0.000

办公室

办公室

值班室

储藏室

老人活动室

展览室

±0.000

门厅

-0.300

±0.000

图书阅览区

阅览区入口

-0.450

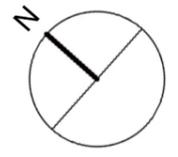
建筑主入口

儿童活动室

-0.300

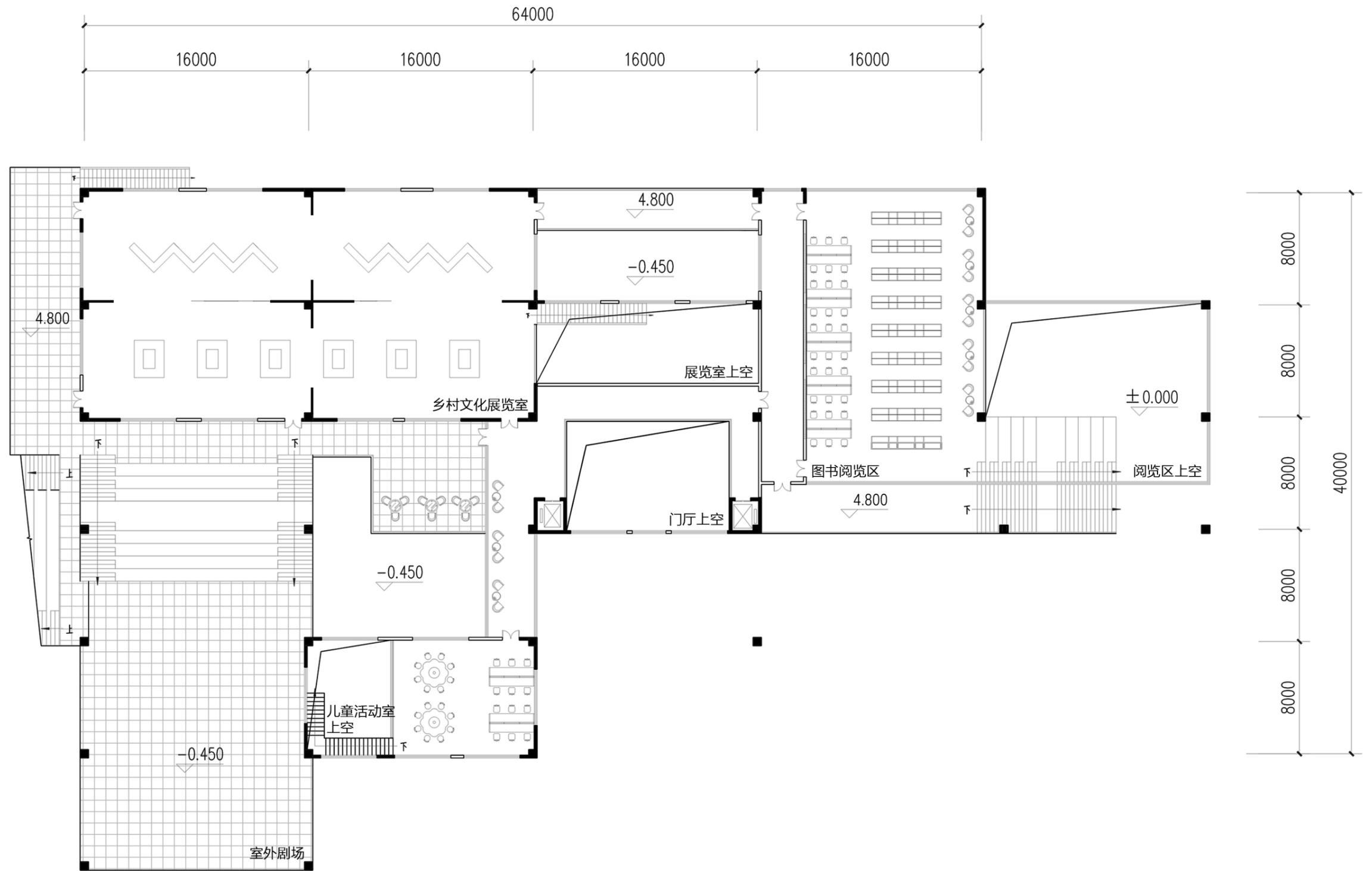
室外剧场

-0.450



A

一层平面图 1: 300
Ground Floor Plan



二层平面图 1: 300
Second Floor Plan

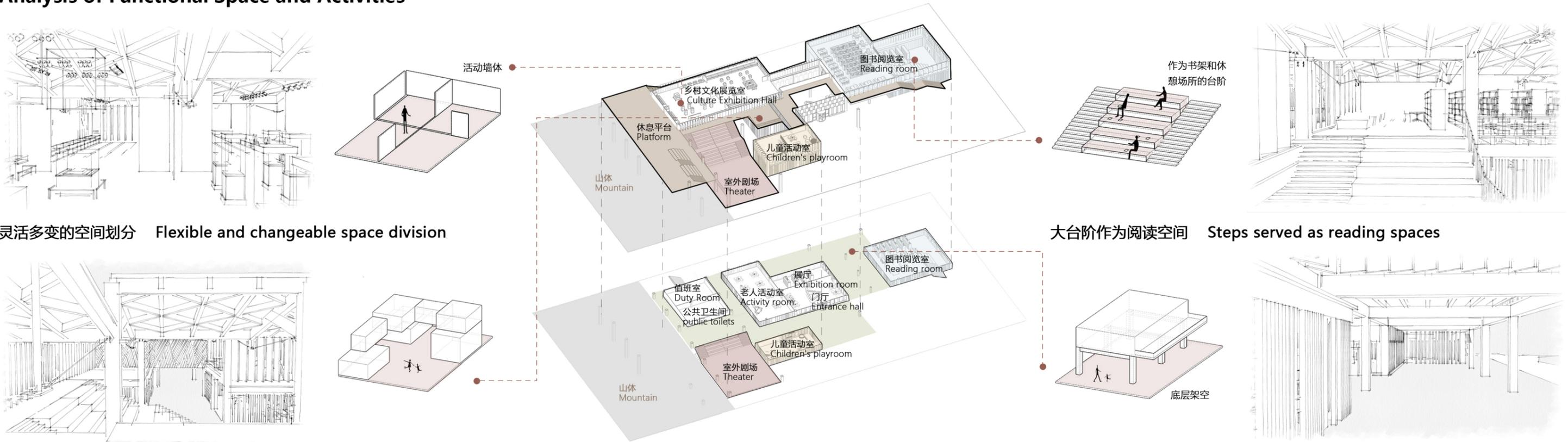


西南立面图 1: 300
South-west Elevation



A-A剖面图 1: 300
Section A-A

建筑功能空间与活动分析 Analysis of Functional Space and Activities



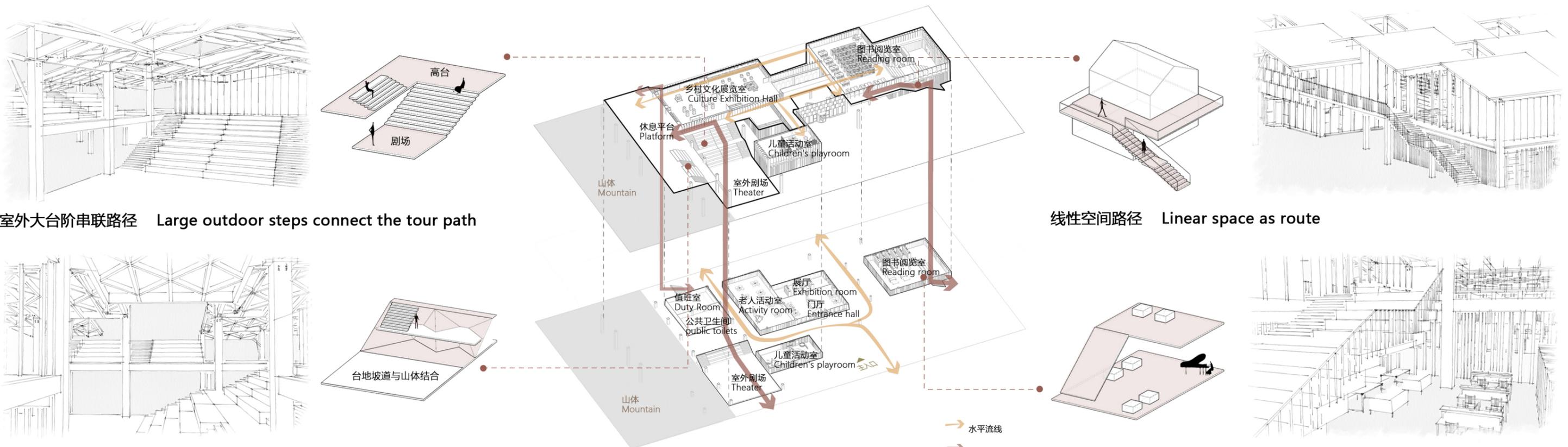
灵活多变的空间划分 Flexible and changeable space division

大台阶作为阅读空间 Steps served as reading spaces

层次变化的开放空间 Multi-level open spaces

供人休憩的灰空间 Grey space for resting people

建筑流线分析 Analysis of Building Streamline



室外大台阶串联路径 Large outdoor steps connect the tour path

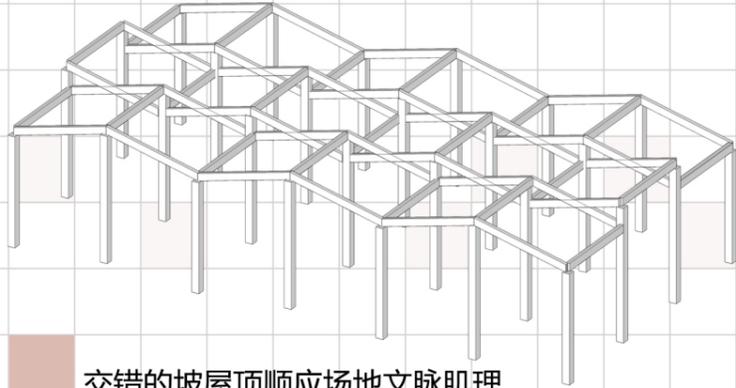
线性空间路径 Linear space as route

台地步道通向山坡村落 The terrace trail leads to the hillside village

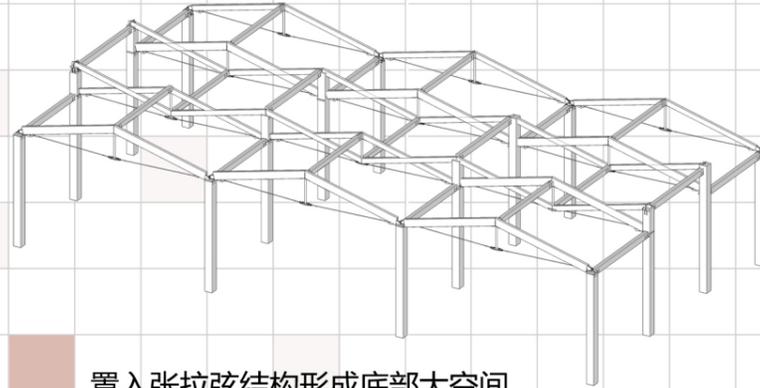
室内大台阶串联游览路径 Large indoor steps connect the tour path

结构生成过程

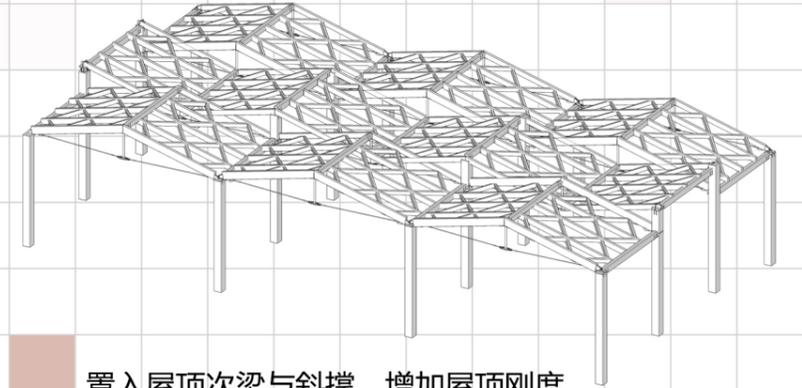
Structure Formation



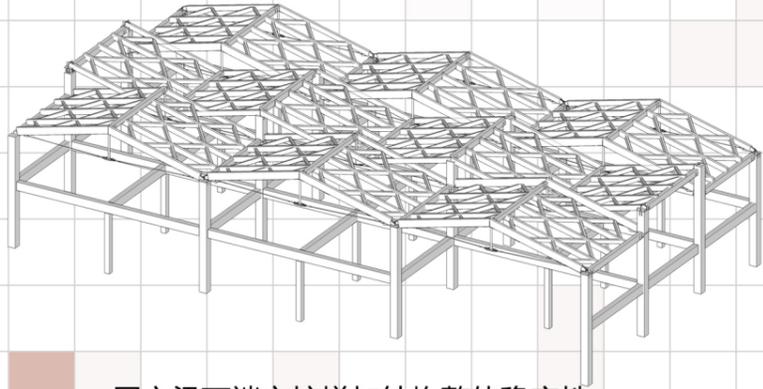
交错的坡屋顶顺应场地文脉肌理
The undulating roof follows the
context of the site



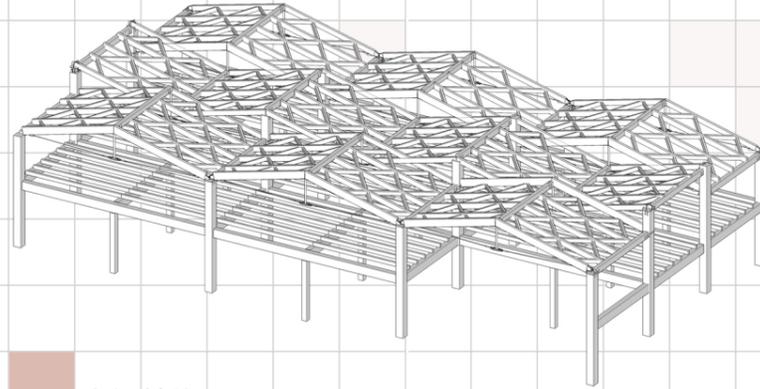
置入张拉弦结构形成底部大空间
Set up Tensioned-string structure
to form a large space



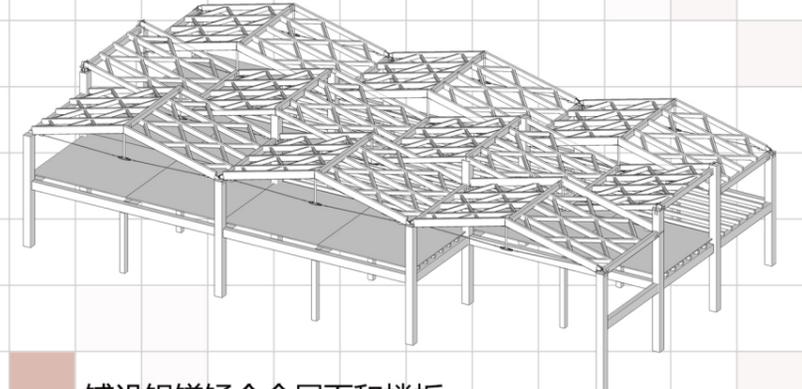
置入屋顶次梁与斜撑，增加屋顶刚度
Insert secondary beams and diagonal
braces to increase roof stiffness



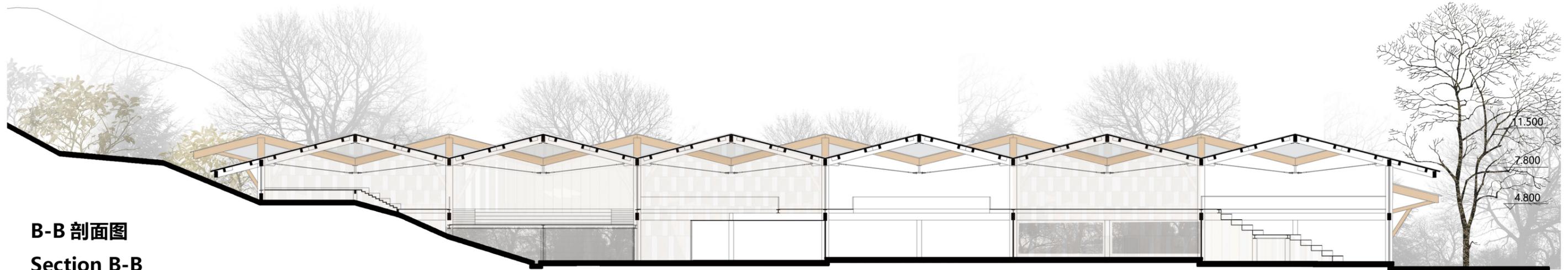
一层主梁下端立柱增加结构整体稳定性
The bottom column and the first floor main beam
increases the overall stability of the structure



次梁结构
Secondary beam structure



铺设铝镁锰合金屋面和楼板
Laying roof panel and the floor board

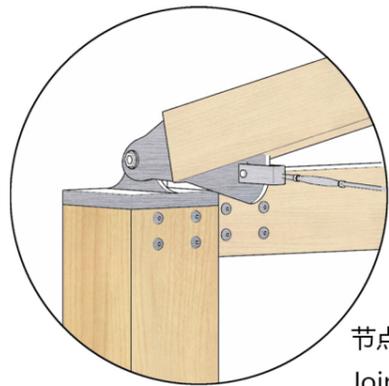
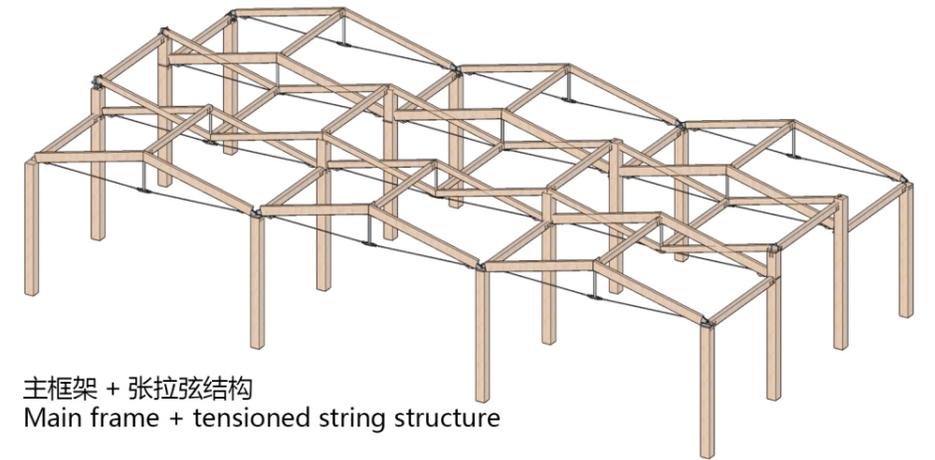
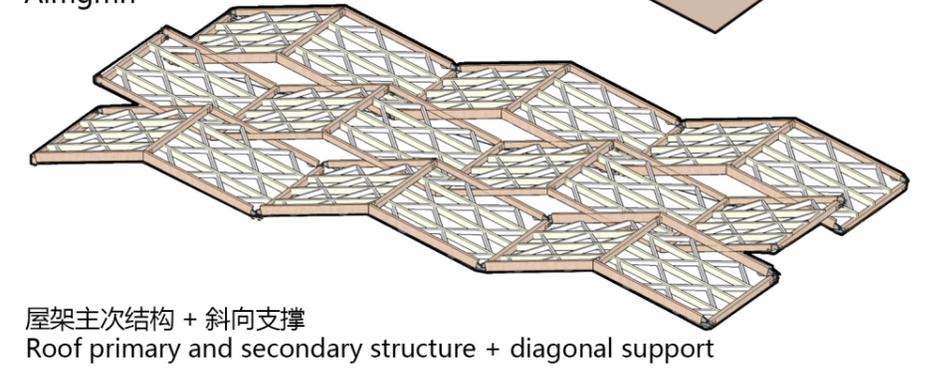
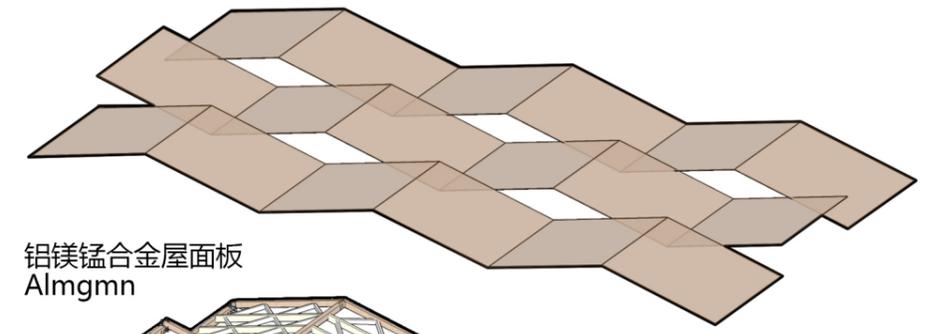
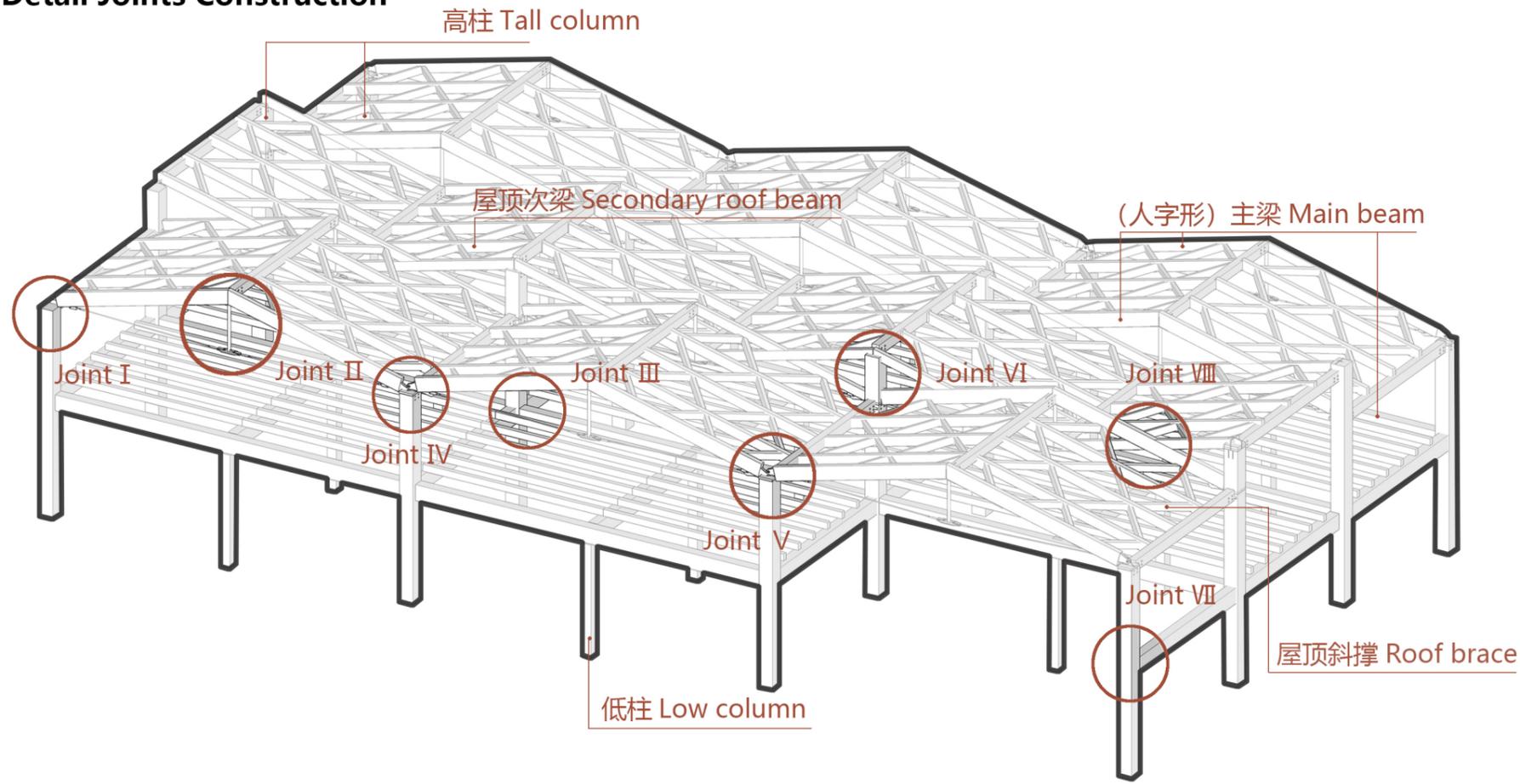


B-B 剖面图

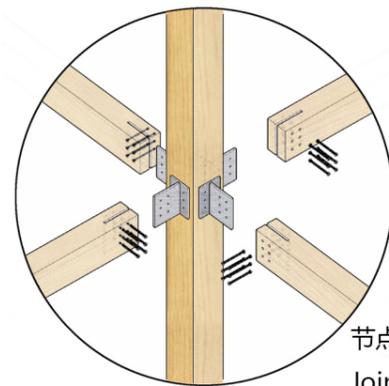
Section B-B

细部节点构造

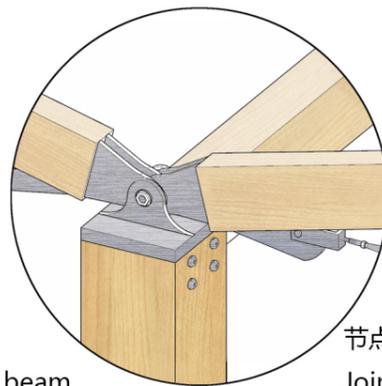
Detail Joints Construction



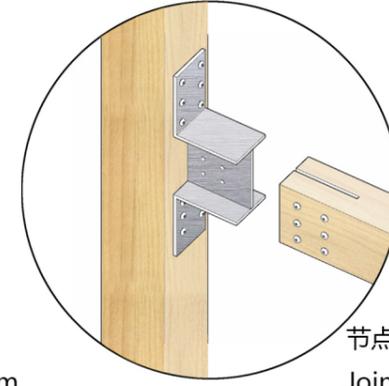
节点 I - 角柱节点
Joint I - Corner Post



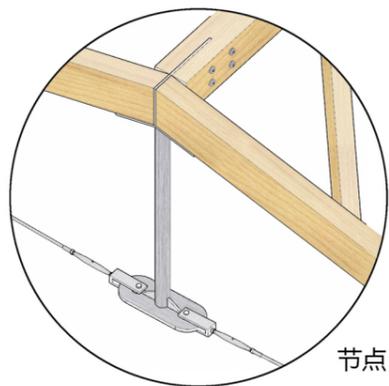
节点 III - 柱与主梁节点
Joint III - Column and main beam



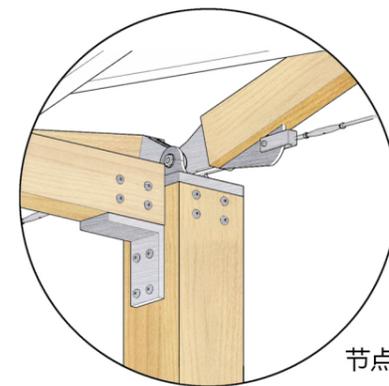
节点 V - 边跨柱梁节点
Joint V - Side column-beam



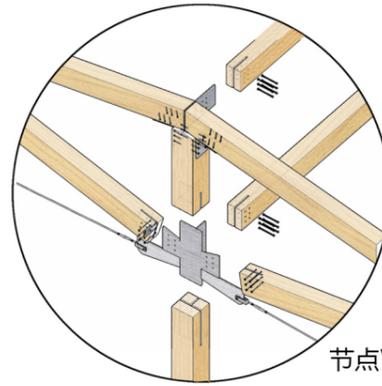
节点 VII - 端跨柱梁节点
Joint VII - End span column-beam



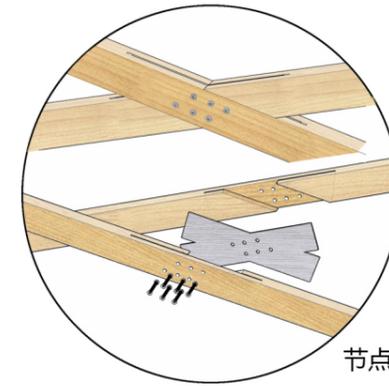
节点 II - 屋脊节点
Joint II - Tensioned roof ridge



节点 IV - 人字形梁柱节点
Joint IV - Herringbone beam and cable



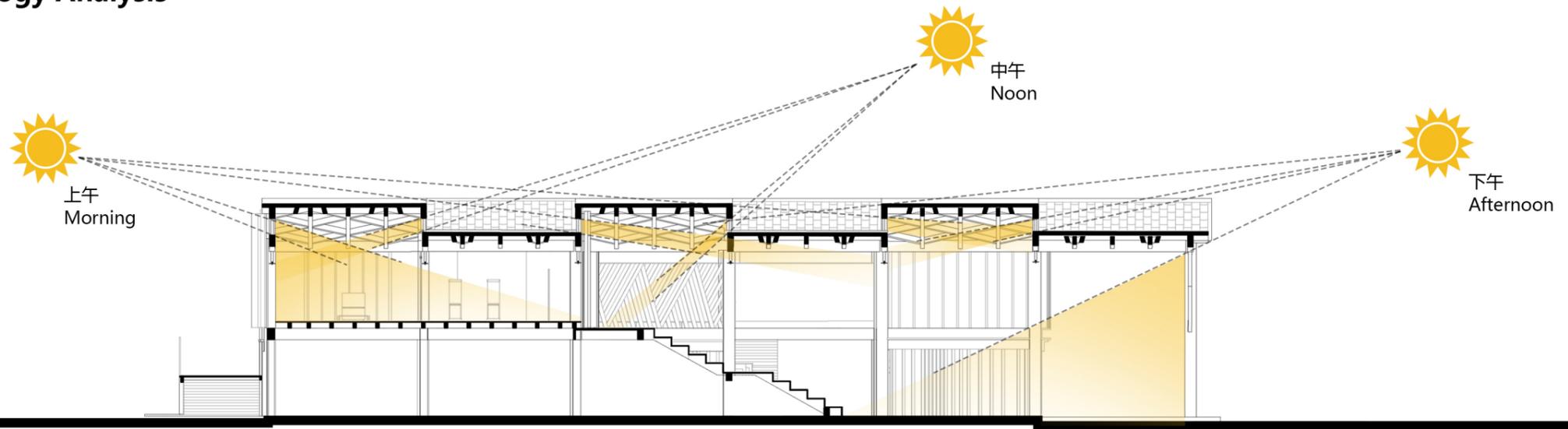
节点 VI - 内柱节点
Joint VI - Inside column



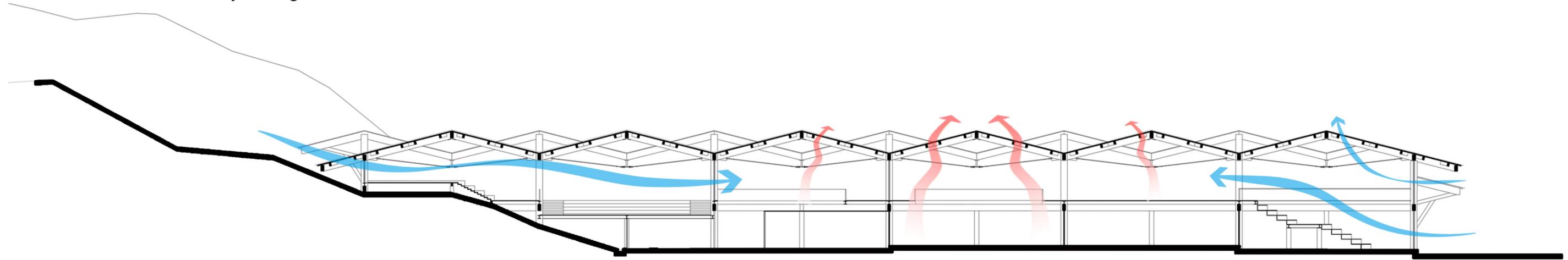
节点 VIII - 人字形梁交点
Joint VIII - Herringbone beams

生态智能技术分析 Ecological Intelligence Technology Analysis

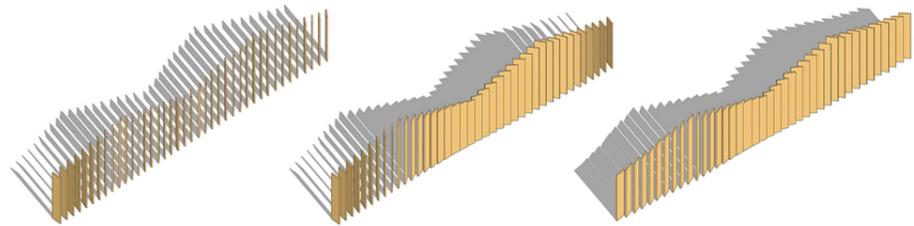
日照分析示意图
Sunshine Analysis Diagram



建筑通风分析示意图
Architectural Ventilation Analysis Diagram



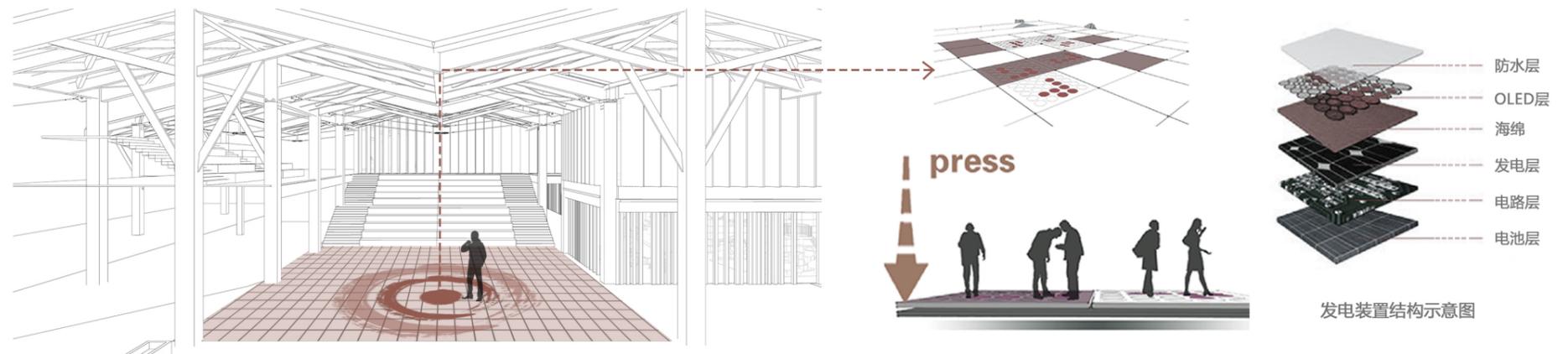
自动遮阳百叶系统
Automatic Sunshade Louver System



格栅百叶窗保证了室内环境的舒适。其原理为：格栅百叶采用全自动兼手动模式系统，每片格栅百叶可以根据太阳角进行旋转，也可以人为自行调整控制，使室内采光达到最佳。同时此变化增加了室内的光影效果和建筑立面的韵律感。

The grating louver adopts automatic and manual mode system, each grating louver can be rotated according to the sun Angle, but also can be adjusted and controlled manually, so as to achieve the best indoor lighting. At the same time, this change increases the lighting effect inside and the rhythm of the building facade.

动能电能转化系统
Kinetic Energy Conversion System



发电原理：室外剧场等地面通过被踩压的方式将动能转化为电能，并通过电线线路将能量输送到室内。
Principle of power generation: The outdoor theater and other ground will be crushed by the way of kinetic energy into electrical energy, and the energy will be transmitted to the indoor through the wire line.

结构计算书

第一章 设计说明

第一章 设计说明	2
1.1 工程概述.....	2
1.2 技术依据.....	2
1.3 技术标准及要求.....	2
1.4 设计规范.....	2
1.5 材料.....	2
1.6 材料防护.....	3
第二章 结构有限元计算分析	3
2.1 设计荷载.....	3
2.1.1. 荷载类型	3
2.1.2 荷载组合	4
2.2 计算结果.....	4
2.2.1 结构分析及设计结果简图.....	4
2.2.2 结构振型及周期.....	5
2.2.3 结构变形分析.....	7
2.2.4 结构应力状态分析.....	9
第三章 节点设计与计算	12
3.1 梁柱节点验算.....	12
3.2 隅撑节点验算.....	13
第四章 结构抗火设计与计算	13
第五章 柱下独立基础设计与计算	15

1.1 工程概述

本建筑选址于贵州省黔东南苗族侗族自治州的雷山县大塘乡新桥村,大塘乡新桥村是中国西南中高山地的重要组成部分,位于长江流域,属于中亚热带湿润气候。新桥村交通便利,自然风光秀丽,少数民族民风淳朴,旅游资源丰富。

当地传统建筑多为杉木建造,为适应吊脚楼、坡屋顶的乡村建筑肌理,本建筑屋顶采用坡面交叠的形式,采用主体结构采用木框架与张拉弦复合的结构体系,木柱作为竖向主要受力结构,屋顶和楼板采用梁板结构,并在大跨屋顶下设置拉索,减小结构的截面尺寸,营造屋顶的轻盈效果,同时在一层跨度较大的地方设置支撑以保证结构整体稳定性。

1.2 技术依据

1. 初步设计材料;
2. 从有关部门调查的其他资料。

1.3 技术标准及要求

1. 功能定位:木结构村民文化建筑;
2. 地震:工程地区按地震基本烈度 6 度,地震动峰值加速度 0.05g,建筑抗震设防类别为标准设防类(丙类);
3. 场地类别: B 类;
4. 建筑结构安全等级:二级;工程重要性系数 1.0;

1.4 设计规范

引用的相关国家及行业规范为:

《建筑结构荷载规范》(GB50009-2012); 《木结构设计标准》(GB50005-2017); 《胶合木结构技术规范》(GB50708-2012); 《轻型木结构建筑技术规程》(DG/TJ082059-2009); 《建筑抗震设计规范》(GB50011-2010); 《木结构工程施工质量验收规范》(GB50206-2012); 《钢结构设计规范》(GB50017-2017); 《建筑设计防火规范》(GB50016-2014)。

1.5 材料

1. 木材材料性能:

该公共服务站的建筑主体结构中木头构件均采用 TCYD36 胶合木,胶合木力学性能如下:

弹性模量 $E=10400N/mm^2$ 抗弯强度 $F_m=36N/mm^2$
顺纹抗拉强度 $F_t=24N/mm^2$ 顺纹抗压强度 $F_c=28N/mm^2$

TCYD36强度胶合木适用树种 SZ2、SZ3、SZ4,其层板目测强度等级分别为 3d、2d、1d。上述木材外观等级为 A,其强度详图见《胶合木结构技术规范》(GB/T50708-2012),木结构加工质量满足《木结构工程施工质量验收规范》(GB 50206-2012)。木结构防火采用结构抗火设计,需要满足现行标准梁耐火极限 1.0h 的要求。

2. 钢材材料性能:

(1) 本工程所用主要钢构件采用 Q345B, 梁节点采用Q345B, 所有室外暴露金属连接件采用耐候钢。

(2) 木螺钉、螺栓采用普通8.8级（热镀锌处理）；圆钢销采用双相型S22053不锈钢；不锈钢、剪板采用镀铬KTH350-10玛钢。

1.6 材料防护

(1) 所有的钢构件及螺栓均在工厂内完成热镀锌表面处理，锌层厚度不小于85 μm 。

(2) 木结构防火采用结构抗火设计，需要满足现行标准梁耐火极限1.0h的要求。

第二章 结构有限元计算分析

2.1 设计荷载

2.1.1. 荷载类型

1) 恒载 D:

屋面采用胶合板屋面，木檩条，轻质格栅吊顶，计算取值总计3.0kN/m²。

2) 活载 L:

根据《建筑结构荷载规范 GB50009-2012》，屋面活载按照不上人屋面荷载，故取可变荷载标准值取0.5kN/m²，楼面活载按无固定座位的看台取荷载标准值取2.0kN/m²。

3) 雪载 S:

该建筑所处黔东南，按《建筑结构荷载规范》(GB50009-2012)取50年一遇基本雪压为0.15kN/m²，参照下单跨双坡屋面，取均匀分布情况，屋面坡度为25°，因此整体计算时积雪分布系数为1.0。雪荷载标准值为0.15×1.0=0.15kN/m²。

4) 风载 W:

该建筑位于黔东南，按《建筑结构荷载规范》(GB 50009-2012)，取100年一遇基本风压 ω_0 为0.60kN/m²，根据对于30m以下且高宽比小于1.5的房屋建筑，可以不考虑脉动风压影响，此时风振系数取1.0。

2.1.2 荷载组合

分别考虑承载力极限状态以及正常使用极限状态考虑不同荷载组合，荷载组合方式具体见表2-2。

承载力极限状态	正常使用极限状态
1.35(D)+1.5(0.7)(GammaL)(LR)	(D)+(LR)
1.3(D)+1.5(GammaL)(LR)	(D)±风载 X
1.3(D)±1.5 风载 X	(D)±风载 Y
1.3(D)±1.5 风载 Y	(D)+(LR)±0.6 风载 X
1.3(D)+1.5(GammaL)(LR)±1.5(0.6)风载 X	(D)+(LR)±0.6 风载 Y
1.3(D)+1.5(GammaL)(LR)±1.5(0.6)风载 Y	(D)±风载 X+0.7(LR)

1.3(D)+1.5(0.7)(GammaL)(LR)±1.5 风载 X	(D)±风载 Y+0.7(LR)
1.3(D)+1.5(0.7)(GammaL)(LR)±1.5 风载 Y	(D)+(S)
1.3(D+0.5(LR))±1.3(1.0)EX	(D)+(S)±0.6 风载 X
1.3(D+0.5(LR))±1.3(1.0)EY	(D)+(S)±0.6 风载 Y
1.35(D)+1.5(0.7)(1.0)(S)	(D)±风载 X+0.7(S)
1.3(D)+1.5(1.0)(S)	(D)±风载 Y+0.7(S)
1.3(D)+1.5(1.0)(S)±1.5(0.6)风载 X	((D)+0.5(LR))±1.0EX
1.3(D)+1.5(1.0)(S)±1.5(0.6)风载 Y	((D)+0.5(LR))±1.0EY
1.3(D)+1.5(0.7)(1.0)(S)±1.5 风载 X	((D)+0.5(S))±1.0EX
1.3(D)+1.5(0.7)(1.0)(S)±1.5 风载 Y	((D)+0.5(S))±1.0EY
1.3(D+0.5(S))±1.5(1.0)EX	((D)+0.5(S))±(1.0)(EX(RS)±EX(ES))
1.3(D+0.5(S))±1.5(1.0)EY	((D)+0.5(S))±(1.0)(EY(RS)±EY(ES))

表 2-2 荷载组合

2.2 计算结果

2.2.1 结构分析及设计结果简图

采用有限元分析软件 MIDAS GEN 进行建模计算，木梁、木柱均采用梁单元模拟，木隅撑采用桁架单元模拟。柱脚采用十字型钢填板螺栓连接，通过预埋锚栓与底部混凝土基础铰接。有限元分析模型见图2-1。

模型中各种材料的物理性能见表2-3，各构件的截面尺寸见表2-4。

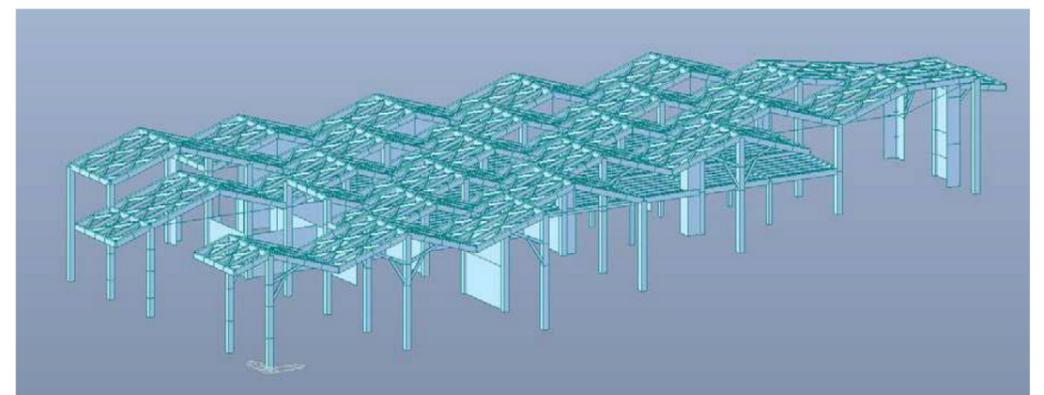


图 2-1 有限元分析模型

表 2-3 材料物理性能

编号	名称	类型	弹性模量 N/mm ²	泊松比	温度膨胀系数	容重 N/m ³
1	TC _{YD} 36	胶合木材	10.40×10 ³	0.5	6.0×10 ⁻⁶	4.900×10 ³
2	Q345	钢材	2.06×10 ⁵	0.3	1.2×10 ⁻⁵	7.698×10 ⁴

表 2-4 构件截面尺寸

构件名称	截面尺寸 (mm)
------	-----------

木柱 1	600×600
木柱 2	400×400
木梁 1	300×600
木梁 2	300×200
木斜撑 1	300×150
木隅撑	300×100

2.2.2 结构振型及周期

结构周期、频率：前十阶振型对应的周期及频率见下表：

振型	周期(s)	振型方向因子		
		TRAN-X (value)	TRAN-Y (value)	ROTN-Z (value)
1	0.5178	0.3853	94.3882	1.0301
2	0.4845	87.7115	2.1395	8.1581
3	0.3537	39.947	0.1893	59.7652
4	0.225	80.0401	1.149	3.8239
5	0.2145	52.3218	0.0365	0.2164
6	0.1438	0.2367	13.0025	5.3768
7	0.1318	1.3489	26.2443	64.175
8	0.1292	1.8212	19.7728	73.1726
9	0.1231	10.4136	57.9036	1.5027
10	0.1196	56.9395	0.0035	15.2631

表 2-5 周期、频率、振型方向因子

从上面振型分析的结果可以看出，此结构在水平地震荷载作用下，最容易出现的变形是水平向变形以及扭转变形。根据其自振周期以及频率可以看出，该屋顶结构整体自振周期较小，前 10 阶振型自振周期变化较小。

各层地震力及剪重比

(1) EX - X-Dir

塔号	层	层地震力	层剪力	重力	剪重比
Base	1F	-15.195	15.195	162.202	0.094
		抗震规范(5.2.5)中规定的各层最小剪重比， 0.006			

(2) EX - Y-Dir

塔号	层	层地震力	层剪力	重力	剪重比
Base	1F	-2.573	2.573	162.202	0.016
		抗震规范(5.2.5)中规定的各层最小剪重比， 0.006			

(3) EY - X-Dir

塔号	层	层地震力	层剪力	重力	剪重比
Base	1F	-2.573	2.573	162.202	0.016

抗震规范(5.2.5)中规定的各层最小剪重比， 0.006

(4) EY - Y-Dir

塔号	层	层地震力	层剪力	重力	剪重比
Base	1F	-2.573	2.573	162.202	0.016

抗震规范(5.2.5)中规定的各层最小剪重比， 0.006

2.2.3 结构变形分析

结构位移输出文件：

单位：位移为 mm

楼层：结构层层号

节点号：最大层间位移或最大层位移对应的节点

号位移角：楼层最大层间位移与层高的比值

位移比：最大层间位移与平均层间位移之比，或最大层位移与平均层位移之比

X向地震作用下层间位移角

塔号	楼层	节点号	最大层间位移	平均层间位移	位移比	层高	位移角
基塔	1F	131	0.004	0.004	1.000	4450	1/443687

X向规定水平力作用下扭转位移比验算（考虑偶然偏心）

塔号	楼层	节点号	最大层间位移	平均层间位移	位移比	层高	位移角
基塔	1F	131	0.004	0.004	1.000	4450	1/44368

Y向地震作用下层间位移角

塔号	楼层	节点号	最大层间位移	平均层间位移	位移比	层高	位移角
基塔	1F	303	0.673	0.673	1.000	4450	1/6612

Y向规定水平力作用下扭转位移比验算（考虑偶然偏心）

塔号	楼层	节点号	最大层间位移	平均层间位移	位移比	层高	位移角
基塔	1F	303	0.673	0.673	1.000	4450	1/6612

在正常使用状态时，结构竖向及纵横向变形取其包络工况下的最大值，如下表所示：

表 2-6 结构竖向挠度及侧移验算

工况	单元长度L (mm)	变形 (mm)			L/250	竖向验算
		Dx	Dy	Dz		
包络	16000	27.6	13.5	-46.7	64	OK

1. 竖向最大挠度为 46.7<L/250=64mm，满足要求；

2. 最大层间位移角为 27.6/7200<1/250，小于《工程木结构设计规范》(DGTJ

08-2192-2016) 中第 4.3.8 条要求。

2.2.4 结构应力状态分析

对结构在各荷载工况下的应力值进行计算，其主要构件在承载力极限状态包络工况下的应力如图所示：

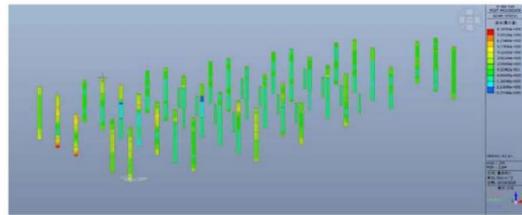


图 2-2 胶合木柱应力分布图

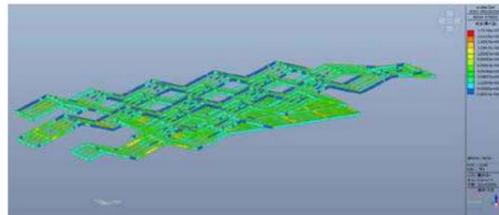


图 2-3 胶合木梁应力分布图

计算结果表明，在荷载工况包络下，木柱最大复合应力值达到 8.35MPa，胶合木柱构件采用 TC₁₃36 可满足设计要求。木梁构件最大应力值为 17.97MPa，胶合木梁采用 TC₁₃36 满足设计要求。

对于胶合木构件，由 MIDAS GEN 软件导出各构件的应力，并根据《胶合木结构技术规范》GBT-50708-2012中 5.1.3条受弯构件抗弯承载力强度验算公式 $\rho = \frac{M}{W_n f_m}$ （符号的具体含义可查询规范，此处篇幅所限，不再展开）进行应力比的验算，计算结果如下表所示：

1、胶合木梁验算

表 2-7 木梁应力比验算
(限于篇幅，此处只展示部分数据)

单元编号	梁宽 mm	梁高 mm	轴力 N/mm ²	剪力-y N/mm ²	剪力-z N/mm ²	弯矩 (+y) N/mm ²	弯矩 (-y) N/mm ²	弯矩 (+z) N/mm ²	弯矩 (-z) N/mm ²	Cb ($\frac{\min}{\max}$)	应力比	验算结果
84	300	600	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	OK
84	300	600	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.04	-1.04	-1.04	-0.03	OK
84	300	600	0.00	0.00	-0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	OK
96	300	600	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	OK
96	300	600	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	OK
96	300	600	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01	0.01	-0.01	0.00	OK
98	300	600	0.00	0.00	-1.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	OK
98	300	600	0.00	0.00	-1.15	0.00	0.00	-3.82	3.82	3.82	0.13	OK
98	300	600	0.00	0.00	-1.15	0.00	0.00	-7.64	7.64	7.64	0.25	OK

表中梁最大应力比为：单元编号 98，最大应力比为0.25<1，满足要求。

2、胶合木柱验算

根据《胶合木结构技术规范》GBT50708-2012中第5.5.2条，当轴向受压构件沿一个或两个截面主轴方向承载弯矩时，承载能力应按下式验算：

$$\left[\frac{N}{A_n f_c}\right]^2 + \frac{M_x}{W_{nx} f_{mx} \left[1 - \frac{N}{A_n f_{cEx}}\right]} + \frac{M_y}{W_{ny} f_{my} \left[1 - \left(\frac{N}{A_n f_{cEy}}\right) - \left(\frac{M_x}{W_{nx} f_{mE}}\right)\right]} < 1 \quad (\text{公式5.5.2-1})$$

$$f_{cEx} = \frac{0.47E}{(l_{0x}/h)^2} \quad (\text{公式5.5.2-2})$$

$$f_{cEy} = \frac{0.47E}{(l_{0y}/b)^2} \quad (\text{公式5.5.2-3})$$

$$f_{mE} = \frac{0.67E}{\lambda^2} \quad (\text{公式5.5.2-4})$$

式中：

- N——轴心压力设计值 (N)；
- M_x、M_y——相对于x轴（构件窄面）和y轴（宽面）的弯矩设计 (N·mm)；
- A_n——构件净截面面积 (mm²)；
- W_{nx}——相对于x轴的净截面抵抗矩 (m³)；
- W_{ny}——相对于y轴的净截面抵抗矩 (m³)；
- f_c——顺纹抗压强度设计值 (N/mm²)；
- f_{mx}、f_{my}——胶合木构件相对于x轴（构件窄面）和y轴（宽面）的抗弯强度设计值 (N/mm²)；
- E——弹性模量 (N/mm²)；
- b——构件宽度 (mm)；
- h——构件高度 (mm)；
- λ——受弯构件的长细比，不得大于50；按本规范第5.1.4条确定；
- l_{0x}、l_{0y}——计算长度，按本规范公式 (5.4.4-3) 确定。

表 2-8 木柱应力比验算
(限于篇幅，此处只展示各部分最大应力比)

单元编号	柱宽 mm	柱高 mm	计算长度 mm	Cb ($\frac{\min}{\max}$)	f _{cex}	f _{cey}	f _{mE}	应力比 (按照胶规 5.5.2-1)	验算结果	5.5.2 -4	5.5.2 -5	5.5.2 -6
1	600	600	11650.0	-8.72	12.97	12.97	358.87	0.32	OK	0.03	0.03	0.02
1	600	600	11650.0	-4.64	12.97	12.97	358.87	0.17	OK	0.03	0.03	0.01
2	600	600	11650.0	-2.09	12.97	12.97	358.87	0.09	OK	0.01	0.01	0.00
2	600	600	11650.0	-2.01	12.97	12.97	358.87	0.08	OK	0.01	0.01	0.01
3	600	600	11650.0	-1.48	12.97	12.97	358.87	0.05	OK	0.01	0.01	0.00
8	400	400	4450.0	-2.65	39.49	39.49	626.34	0.05	OK	0.02	0.02	0.00
8	400	400	4450.0	-1.82	39.49	39.49	626.34	0.03	OK	0.02	0.02	0.00
11	400	400	4450.0	-0.96	39.49	39.49	626.34	0.00	OK	0.02	0.02	0.00
11	400	400	4450.0	-0.93	39.49	39.49	626.34	0.00	OK	0.02	0.02	0.00
14	400	400	4450.0	-1.43	39.49	39.49	626.34	0.02	OK	0.02	0.02	0.00
8	400	400	4450.0	-2.00	39.49	39.49	626.34	0.03	OK	0.02	0.02	0.00

由上表可知，不同尺寸不同计算长度的最大应力比均小于 1，满足要求。

第三章 节点设计与计算

3.1 梁柱节点验算

一、节点基本资料

节点类型为：木框梁-木框柱钢填板连接节点

柱截面：600×600，材料：TC_{YD}36

TC_{YD} 36 胶合木力学性能如下：

弹性模量 $E=10400\text{N/mm}^2$

抗弯强度 $F_m=36\text{N/mm}^2$

顺纹抗拉强度 $F_t=15\text{N/mm}^2$

顺纹抗压强度 $F_c=28\text{N/mm}^2$

顺纹抗剪强度 $F_v=2.2\text{N/mm}^2$

钢填板厚度：15mm，

材料：Q345

螺栓直径 d ：20mm，强度等级：8.8 级

木框梁螺栓群：3 行 3 列，行距均为 140mm，列距为 140mm。

螺栓群列边距：100mm，行边距：100mm。

木框柱螺栓群：纵向 3 行 2 列，行距均为 140mm，列距均为 280mm；

螺栓群列边距：100mm，行边距：100mm。

横向 2 行 2 列，行距均为 140mm，列距均为 150mm。

螺栓群列边距：75mm，行边距：170mm。

二、内力信息

包络工况下：梁端沿柱方向最大剪力 $V_z=29.12\text{kN}$ ，梁端沿水平向最大剪力 $V_H=34.47\text{kN}$ ，梁端沿木梁轴向最大剪力 $V_X=90.96\text{kN}$ ，

注：沿木框柱方向为 Z 向，沿木框梁方向为 Y 向，垂直于木框梁方向为 X 向。

三、钢填板螺栓群验算

1. 螺栓群构造检查

根据《木结构设计标准》GB 50005-2017，可知螺栓端距、边距、间距及行距均满足构造要求。

2. 包络工况下节点承载力验算

(1) 木框梁螺栓群抗剪承载力验算

对木框梁-木框柱钢填板连接节点，木梁内的螺栓承受沿顺纹方向的剪力，螺栓最大剪力计算如下： $V=70.36/9=7.82\text{kN}$

综上所述，顺纹方向单个螺栓最大水平剪力为 $V=7.82\text{kN} < 22.98\text{kN}$ ，满足要求。

(2) 木框柱螺栓群抗剪承载力验算

对木框梁-木框柱钢填板连接节点，木柱内的螺栓承受沿横纹方向的剪力，以及拉杆中拉力偏心形成的偏心弯矩在螺栓中产生的剪力。螺栓最大剪力计算为： $V=29.12/4=7.28\text{kN}$

故综上所述，顺纹方向单个螺栓最大水平剪力为 $V=7.28\text{kN} < 22.98\text{kN}$ ，满足要求。

(2) 木框柱螺栓群抗剪承载力验算

对木框梁-木框柱钢填板连接节点，木柱内的螺栓承受沿横纹方向的剪力，以及拉杆中拉力偏心形成的偏心弯矩在螺栓中产生的剪力。螺栓最大剪力计算为： $V=29.12/4=7.28\text{kN}$

故综上所述，顺纹方向单个螺栓最大水平剪力为 $V=7.28\text{kN} < 22.98\text{kN}$ ，满足要求。

3.2 隅撑节点验算

一、节点基本资料

节点类型为：隅撑柱钢填板铰接

柱截面：600×600，材料：TC_{YD}36

钢填板厚度：25mm，材料：Q345

螺栓直径：20mm，强度等级：8.8 级

螺栓群：3 行 3 列，行距均为 160mm，列距为 300mm

螺栓群列边距：140mm，行边距：260mm

二、内力信息

取所有工况中隅撑轴力最大值 $N_{\max}=90.96\text{kN}$ 。

三 钢填板螺栓群验算

1. 螺栓群构造检查：

行边距为 80mm，最小限值为 64，满足！

列边距为 70mm，最小限值为 64，满足！

行距为 100mm，最小限值为 64，满足！

列距为 80mm，最小限值为 32，满足！

对于隅撑柱钢填板铰接节点，木柱内的螺栓承受隅撑轴力在螺栓中产生的剪力。螺栓最大剪力计算如下： $V=90.96/9=10.11\text{kN}$

故综上所述，顺纹方向单个螺栓最大水平剪力为 $V=10.11\text{kN} < 17.30\text{kN}$ ，满足要求！

第四章 结构抗火设计与计算

本工程按照《胶合木结构技术规程》GB/T 50708-2012，第 7.1.4-7.1.6 条考虑 1h 的耐火极限进行构件防火设计：

胶合木构件燃烧 t 小时后，有效炭化速率应根据下式计算：

$$\beta_e = \frac{1.2\beta_n}{t^{0.187}}$$

注： β_e ——根据耐火极限 t 的要求确定的有效炭化速率（mm/h）；

β_n ——木材燃烧 1.00h 的名义线性炭化速率（mm/h）；

t ——耐火极限（h）。

通过计算或查《胶合木结构技术规程》GB/T 50708-2012 表 7.1.4 可知 1h 耐火极限的有效炭化层厚度 $T=46\text{mm}$ ，有效炭化速率 $\beta_e = 45.7\text{mm/h}$ 。

同时按照《胶合木结构技术规程》GB/T 50708-2012 第 7.1.6 条以及表 7.1.6

可以计算构件燃烧后的几何特征。对工程中胶合木柱以及胶合木梁按照燃烧 1h 后的截面取值，验算燃烧后结构的承载力和变形情况见下图：

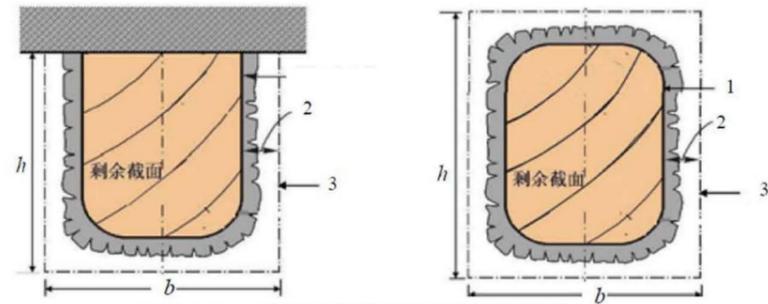


图 7.1.6 三面曝火和四面曝火构件截面简图

1——构件燃烧后剩余截面边缘；2——有效炭化厚度 T；3——构件燃烧前截面边缘

图 4-1 燃烧 1h 后结构承载力及变形图

胶合木验算强度值采用《胶合木结构技术规程》GB/T 50708-2012 中第 7.1.5 条规定的强度特征值，并考虑调整系数，强度以及弹性模量按照上述规范附表 B.0.3 取值，调整后的材料强度值见表 1 所示：

表 4-1 防火设计胶合木材料强度调整值 (MPa)

强度等级	抗弯	抗压	抗拉	弹性模量
TC ₁ 21	48.96	38.08	32.64	10920

木梁按照三面曝火，木柱按照四面曝火计算，验算荷载考虑恒载、屋面活荷载、风荷载，对更改截面尺寸后的模型有限元分析，分析结果如下：

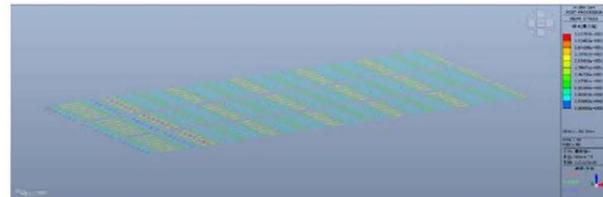


图 4-2 木梁(300×200)应力分布图(最大 32.28MPa)

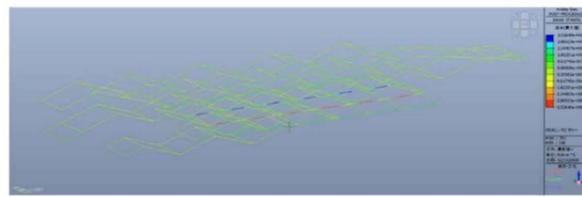


图 4-3 木梁(600×300)应力分布图(最大 3.53MPa)

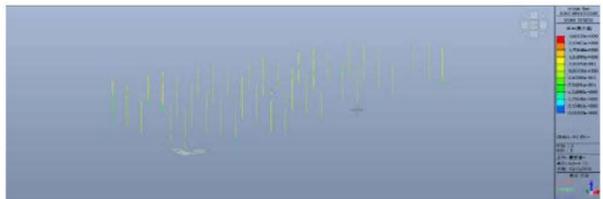


图 4-4 木柱(600×600)应力分布图(最大 2.68MPa)



图 4-5 木柱(400×400)应力分布图(最大 0.02MPa)

表 4-3 各建筑防火设计中梁、柱最大应力

构件名称	构件最大应力值 (MPa)	抗弯强度 (MPa)	抗压强度 (MPa)	验算
木梁(300×200)	32.28	48.96	—	OK
木梁(600×300)	3.53	48.96	—	OK
木柱(600×600)	2.68	—	38.08	OK
木柱(400×400)	0.02	—	38.08	OK
木斜撑(300×150)	0.46	—	38.08	OK

表 4-8 各建筑防火设计中梁最大应力比

名称	梁宽 (mm)	梁高 (mm)	轴力 (N/mm ²)	剪力-y (N/mm ²)	剪力-z (N/mm ²)	弯矩(+y) (N/mm ²)	弯矩(-y) (N/mm ²)	弯矩(+z) (N/mm ²)	弯矩(-z) (N/mm ²)	Cb(min/max)	应力比
木梁(300×200)	254	108	0	-1.28	0	0	0	32.3	32.3	32.3	0.66
木梁(600×300)	554	208	-0.10	0	-0.11	0.01	-0.01	0.55	-0.55	-0.61	0.01

表 4-10 各建筑防火设计中柱最大应力比

名称	柱宽 (mm)	柱高 (mm)	轴力 (N/mm ²)	剪力-y (N/mm ²)	剪力-z (N/mm ²)	弯矩(+y) (N/mm ²)	弯矩(-y) (N/mm ²)	弯矩(+z) (N/mm ²)	弯矩(-z) (N/mm ²)	f _{cx}	f _{cy}	f _{cz}	应力比	按照《规范》5.5.3 条验算		
														公式 5.5.3-1	公式 5.5.3-2	公式 5.5.3-3
木柱(400×400)	308	308	0	0	0	0.02	-0.02	0	0	24.59	24.59	506.39	0.00	0.00	0.00	0.00
木柱(600×600)	508	508	0	0.25	0.01	2.59	-2.59	-0.09	0.09	9.27	9.27	311.02	0.07	0.00	0.00	0.00

第五章 柱下独立基础设计与计算

由 MIDAS 软件计算结果可得相应于荷载效应基本组合时的柱荷载 $F=652\text{ kN}$ ， $M=112\text{ kN}\cdot\text{m}$ ，柱截面尺寸为 $600\text{mm}\times 600\text{mm}$ ，设计基础底面尺寸为 $1.8\text{m}\times 1.8\text{m}$ ，采用 C20 混凝土，HPB235 钢筋，查得 $f_t = 1.10\text{ N/mm}^2$ ， $f_y = 210\text{ N/mm}^2$ 。垫层混凝土。采用 C10 混凝土。

$$(1) \text{ 计算基底净反力设计值: } p_j = \frac{F}{bl} = \frac{652}{1.8 \times 1.8} = 201.2\text{ kPa}$$

$$\text{净偏心距 } e_0 = \frac{M}{F} = \frac{112}{652} = 0.172\text{ m}$$

$$\text{基底最大净反力设计值 } p_{j\max} = \frac{F}{bl} \left(1 + \frac{6e_0}{l}\right) = 201.2 \left(1 + \frac{6 \times 0.172}{1.8}\right) = 316.55\text{ kPa}$$

(2) 基础高度，取 $h=600\text{mm}$ ， $h_0=555\text{mm}$

$$\text{则 } b_c + 2h_0 = 0.6 + 2 \times 0.555 = 1.71\text{ m} < b = 1.8\text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{冲切力为 } p_{j\max} \left[\left(\frac{l}{2} - \frac{a_c}{2} - h_0\right) b - \left(\frac{b}{2} - \frac{b_c}{2} - h_0\right)^2 \right] \\ = 316.55 \left[\left(\frac{1.8}{2} - \frac{0.6}{2} - 0.555\right) \times 1.8 - \left(\frac{1.8}{2} - \frac{0.6}{2} - 0.555\right)^2 \right] \\ = 25\text{ kN} \end{aligned}$$

$$\text{抗冲切力 } 0.7\beta_{hp}f_t(b_c + h_0)h_0 = 0.7 \times 1.0 \times 1100 \times (0.6 + 0.555) \times 0.555 = 493.6\text{ kN} > 25\text{ kN}$$

(3) 配筋计算

计算基础沿 x 方向的弯矩设计值

$$\begin{aligned} M &= \frac{1}{48} [(p_{j\max} + p_j)(2b + b_c) + (p_{j\max} - p_j)b](l - a_c)^2 \\ &= \frac{1}{48} [(316.55 + 201.2) \times (2 \times 1.8 + 0.6) + (316.55 - 201.2) \times 1.8](1.8 - 0.6)^2 \\ &= 71.465\text{ kN}\cdot\text{m} \end{aligned}$$

$$A_s = \frac{M}{0.9f_y h_0} = \frac{71.465 \times 10^6}{0.9 \times 210 \times 555} = 681.3\text{ mm}^2$$

故现于 1.8m 宽度范围内配 $7\phi 12$ ， $A_s = 791.7\text{ mm}^2 > 681.3\text{ mm}^2$ 。

同理得 y 方向的配筋为：于 1.8m 宽度范围内配 $7\phi 12$ ， $A_s = 791.7\text{ mm}^2 > 483.4\text{ mm}^2$