



千岛湖配水工程展示馆被动式建筑

建设单位：杭州市千岛湖原水股份有限公司

咨询单位：欧联（杭州）节能建筑技术研究有限公司

建学建筑与工程设计所杭州公司

目录



Project Overview

工程概况

1

地理位置
设计效果
被动建筑
建筑标准
节能措施
建筑比较

Plannings Design

工程设计

2

方案设计
材料选择
气密处理
能耗模拟
设计重点
质量控制
增量成本

01

Part one

Project
Overview

工程概况

- 地理位置
- 设计效果
- 被动建筑
- 建筑标准
- 节能措施
- 建筑比较

千岛湖配水工程展示馆项目位于浙江省杭州市闲林镇。
设计从杭州的自然山水环境，人文历史文化分析入手，
分析了传统的配套设施建筑的现状及问题，提出**零能耗建筑**、**零排放**的理念。





杭州地处长三角南沿和钱塘江流域，地势低平，河网密布，湖泊密布，物产丰富，具有典型的“江南水乡”特征。

以山明水秀闻名，西湖、千岛湖，河流湖泊较多，环境优美，生态和谐，江南韵味十足。

杭州历史悠久，早在4700 多年前就产生了良渚文化，五代吴越国和南宋王朝两代定都于此。

文化积淀深厚。

杭州建筑文化相互交融，建筑因文化而立，文化由建筑而传承。





1. 被动式低能耗建筑的概念

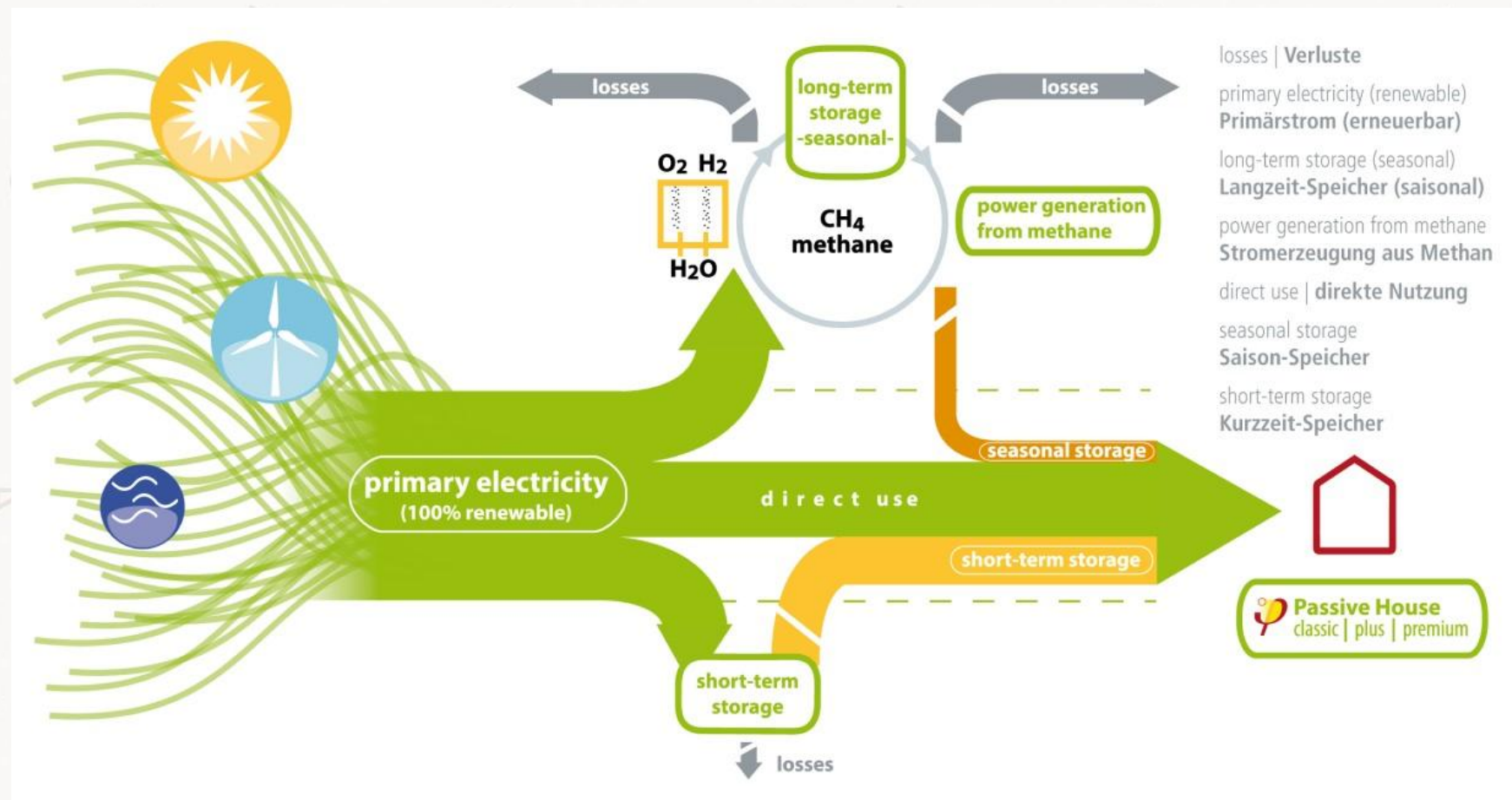
被动式建筑是一个世界级的节能建筑标准，是通过建立室内与外界环境的隔绝状态以避免能量损失的一种节能建筑。

被动式建筑不仅仅是一个建筑物能耗标准，它同时整合了最高水平的室内舒适需求。

被动式建筑的确切定义为：

被动式建筑是满足ISO7730热舒适标准的建筑，它通过满足室内空气质量的新鲜空气提供室内供暖、供冷需求，且没有附加的空气再利用。

德国被动房研究所(PHI)在2015年4月发布的《被动房标准，被动式节能改造标准以及被动房研究所节能建筑标准》对建筑物能耗指标做了详细规定。在此标准中针对新建建筑根据可再生一次能源(PER)的需求和产量，被动房可划分为被动房classic普通级、plus优级和premium特级三个级别。



2. 被动式建筑的起源

- ◆1980年代: 德国建筑物理学家**菲斯特博士创建了被动式建筑理念**，他因此被喻为“被动房之父”。
- ◆1991年: 菲斯特在德国Darmstadt建成了第一栋被动式房屋。
- ◆1996年：菲斯特在德国**创立了被动房研究所(PHI)**，致力于研究被动房技术、制定被动房标准并在世界范围内推广被动式建筑建造技术。
- ◆2000年以后，被动房在世界各地尤其是德国得到了迅速推广和广泛应用。已经有越来越多的国家和地区把被动房当做未来建筑的发展方向。



第一个真正功能性意义的被动房不是房屋，而是一艘弗莱姆号极地考察船：Fridtjof Nansen (1883)

2. 被动式建筑的起源



Dr. Prof. Wolfgang Feist
building physicists
被动式建筑的创始人、PHI创始人

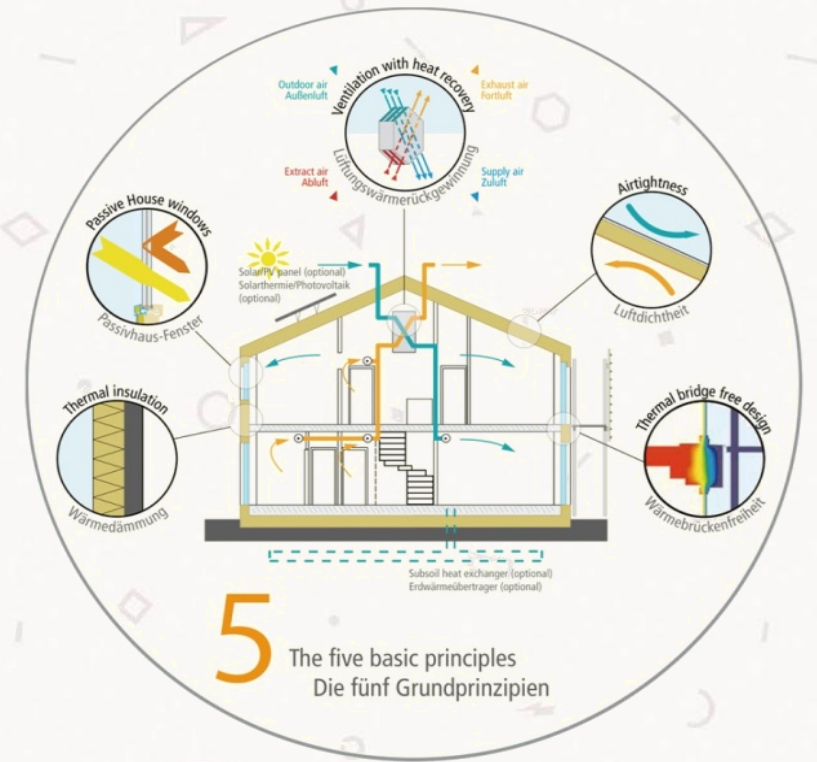


被动房研究所 (PHI) 是由沃尔夫冈·费斯特 (Wolfgang Feist) 博士领导的一个独立研究机构，该机构由众多跨学科专业人士组成，并且越来越多的加入者使得机构不断发展壮大。被动房研究所在被动房/被动式建筑理念的发展中承担着尤为关键的角色。

首个被动房示范项目 (Kranichstein 被动房，达姆施塔特，德国，建于1990年) 是欧洲首个供暖能耗低于 $120 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ 的多户住宅，其能耗水平也已通过了详细数据监测得到了验证。



3.被动式建筑的要素



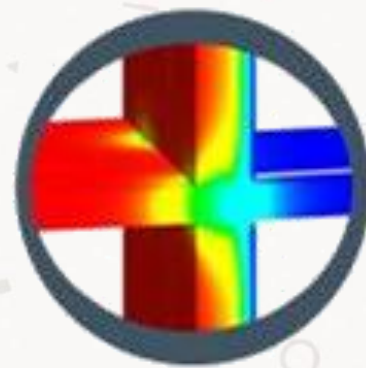
外围护结构保温

根据不同气候条件，不同的能耗标准，计算保温层厚度。比目前节能建筑设计标准增加4~5倍。



超节能外窗

窗框体采用超级保温复合型材料，玻璃采用三玻两腔结构，使其具有超强的保温性能。



无热桥设计

被动房不应该出现热桥，应削弱围护结构中传热能力，防止形成热流相对密集，同时也要控制热量的流失。



良好的气密性

被动式建筑气密性至关重要。如果气密性不好，会产生冷热气体对流，从而造成热量流失。



热回收新风系统

基本功能主要是通风、热回收和过滤。把污浊空气排出的同时留下能量，把室外的可吸入颗粒物在排入之前进行有效过滤。热回收率大于75%。

4.被动式建筑推广的意义和价值

➤社会价值

通过被动式建筑技术，减少主动能源投入，降低建筑使用成本

按照被动房标准建造，推广全生命周期环境友好建筑理念

➤民生价值

解决南方冬季采暖的需求

大幅度减少夏季空调能耗

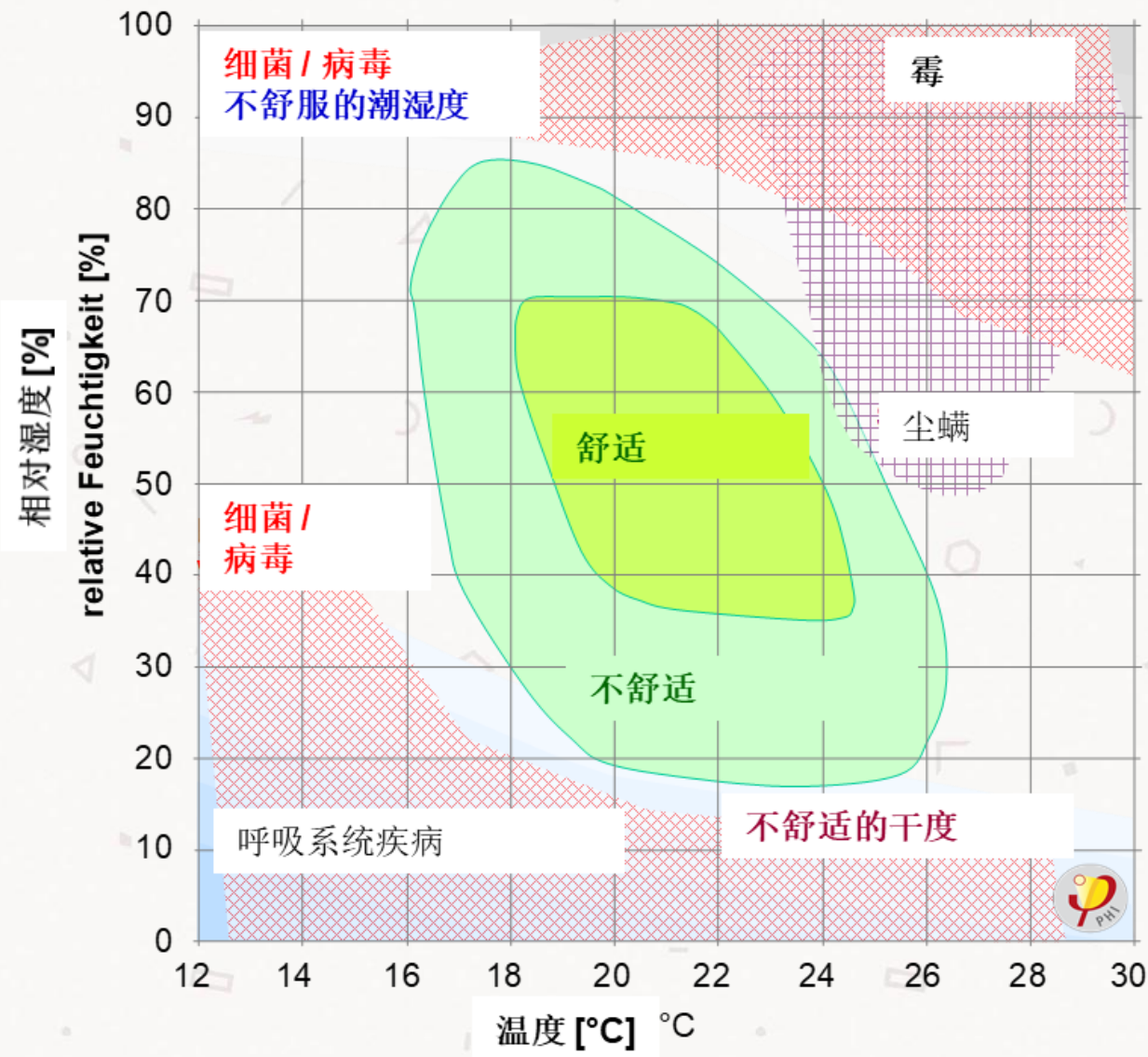
显著提升室内舒适度

➤经济价值

创造一种新的建筑模式，带动被动房相关材料、设备生产商及产业发展



分 项	标 准
室内温度	18℃~26℃
室内湿度	40-60%
室内噪音	<30dB
CO2含量	<1000mmp
悬浮粉尘PM10浓度	小于0.15mg/m ²
悬浮粉尘PM2.5浓度	10%室外浓度
细菌菌落总数	2500cfu/m ³
新风量	15-19m ³ /h·p
有害物质含量	0.1mg/m ³



且室内无结露、霉污现象产生。

通过以上节能技术的应用，本建筑物设计节能率达到90%（跟现行65%节能同类建筑相比），显著减少二氧化碳年排放。

采用的主要节能技术及主要工程做法：

- 1. 外墙、屋顶保温隔热技术：**外墙保温：采用150mm厚B1级聚氨酯保温板加A级岩棉防火隔离带处理，外墙综合传热系数 $0.15\text{W}/(\text{m}^2 \bullet \text{K})$ ； ± 0.000 以下与土接触部分的外墙保温：防水保温，避免热桥产生，选用150mm厚B1级聚氨酯保温板。屋顶保温：采用250mm厚挤塑聚苯板，综合传热系数 $0.15\text{W}/(\text{m}^2 \bullet \text{K})$ ；地面保温采用150mm厚聚氨酯保温板。
- 2. 节能门窗技术：**外门窗及天窗采用传热系数不大于 $0.8\text{W}/(\text{m}^2 \bullet \text{K})$ 的被动门窗，窗户玻璃采用Low-e玻璃三玻两中空，窗框采用铝木复合技术框料，整窗传热系数不大于 $0.8\text{W}/(\text{m}^2 \bullet \text{K})$ ；
- 3. 可调节外遮阳技术：**东向、西向及南向设置可调节活动外遮阳卷帘，夏天把太阳辐射热挡在室外，冬天外遮阳升起太阳辐射热通过外窗得热。
- 4. 无热桥处理技术：**外墙、外窗安装节点、进出建筑物的管道及遮阳构件安装采用无热桥处理技术，避免在建筑物内的结露霉污现象。
- 5. 新风系统：**热回收率大于75%，双转轮式全热交换器；
- 6. 太阳能光伏发电技术：**屋顶放置太阳能光伏板。

采用的主要节能技术及主要工程做法：

7. 空调主机采用变频技术：空调机组采用降膜式机组，末端变流量智能控制技术，有效节约运行电能；
8. 综合能耗监测技术：各系统实时能耗及累计能耗情况一目了然，且及时分析节能潜力区域，为运行节能管理提供依据；
9. 室内空气质量实时监测及新风自动控制技术：展厅等人员不固定的公用活动区域，利用空气品质检测反馈信息，控制新风风量。采用室外风环境模拟分析技术，保证建筑物过渡季节的自然通风；
10. 能耗模拟分析技术：使用PHPP专业软件进行计算，保证能耗满足被动式低能耗建筑标准要求；

序号	名称	本工程标准	公共建筑节能标准
1	外墙、屋顶、地面 传热系数	0.15W/（m ² ·K）	0.5~0.8 W/（m ² ·K）
2	外窗传热系数 外门 传热系数	0.8W/（m ² ·K）	≤3.5W/（m ² ·K） 无要求
3	体形系数	A/V≤0.4	A/V≤0.4
4	气密性	n ₅₀ ≤0.6次/h	无要求
5	空气湿度	相对湿度40~60%	无要求
6	室内空气流速	平均≤0.15m/s	平均≤0.3m/s
7	外墙内表面温度	≤室内温度3℃	无要求
8	通风设备热回收率	≥75%	设置时，按≥60%
9	通风设备耗电量	<0.45（W·h）/m ³	无要求

02

Part two

Plannings
Design

工程设计

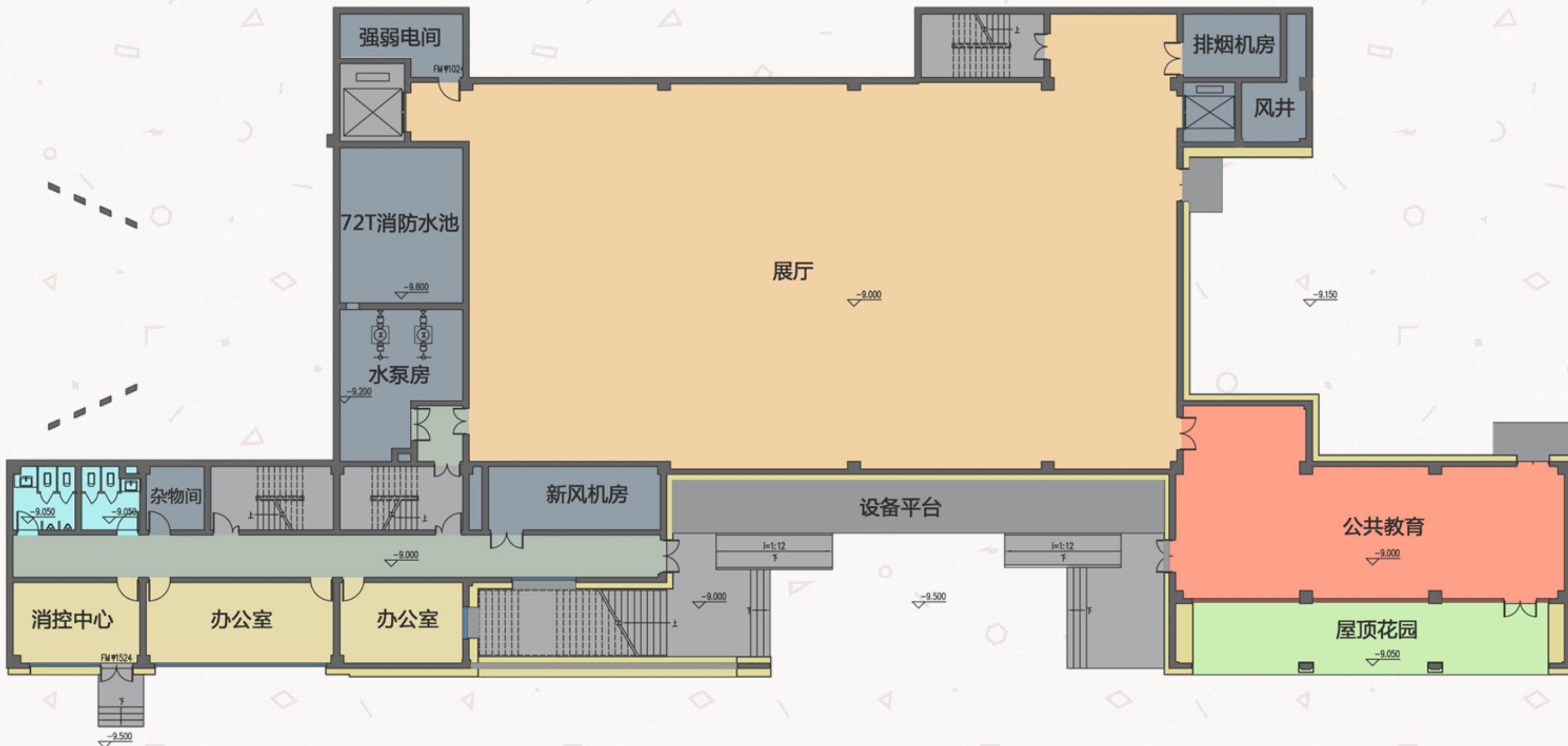
- 方案设计
- 材料选择
- 气密处理
- 能耗模拟
- 设计重点
- 质量控制
- 增量成本

建筑平面布局

建筑基本呈正南北向。地下一层及一层均为大空间展厅，东西侧设置配套办公用房。



一层平面



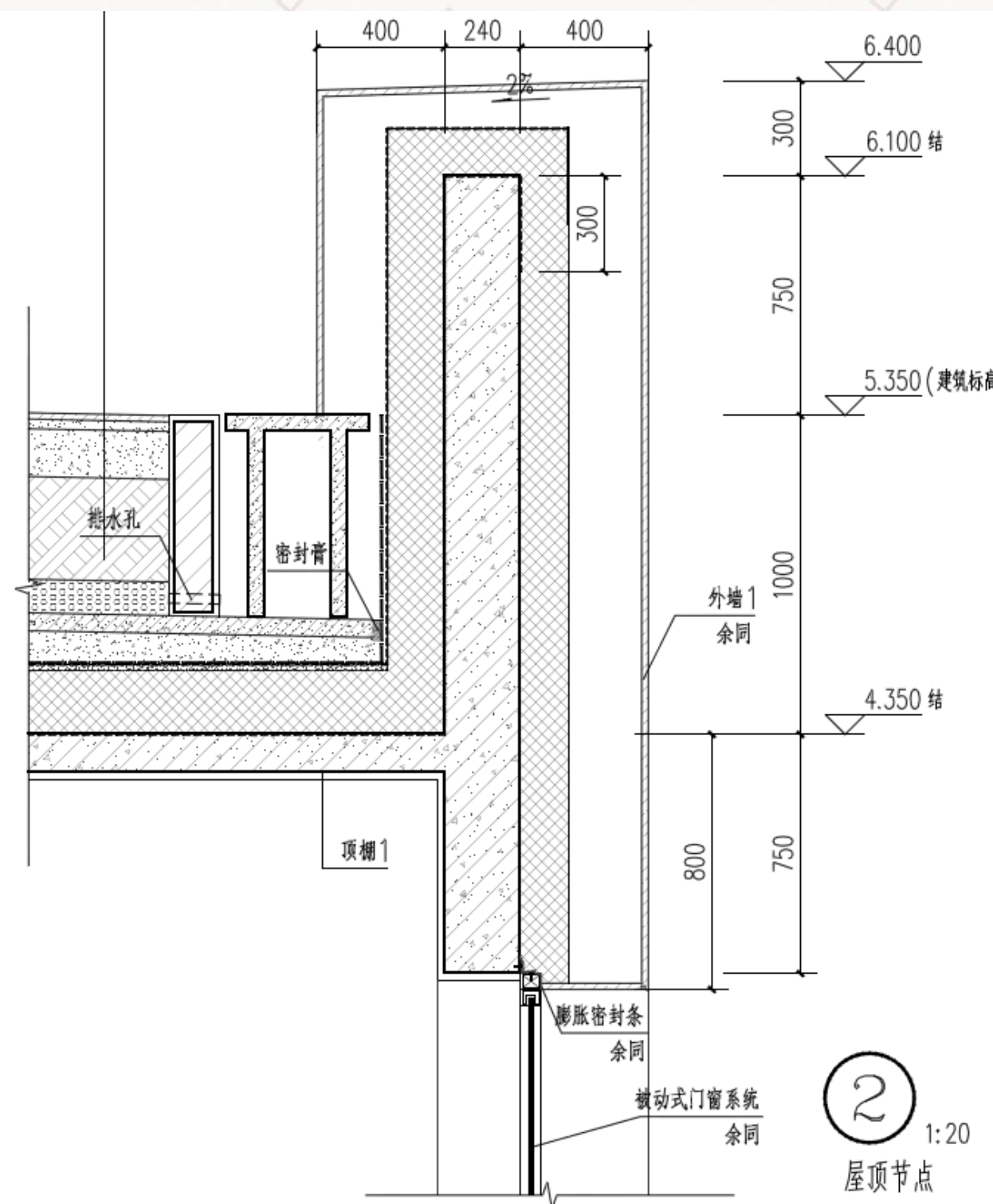
地下一层平面

1. 屋顶、女儿墙、外墙保温材料的选择：

屋顶选用250mm厚挤塑聚苯板（导热系数： $\lambda=0.030$ ，修正系数1.2， $\lambda'=0.036$ ）保温层，屋顶综合传热系数0.15 ($\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$)。

女儿墙及外墙选用150mm厚聚氨酯保温板（导热系数： $\lambda=0.020$ ，修正系数1.2， $\lambda'=0.024$ ）保温层，外墙综合传热系数0.15 ($\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$)。

无热桥的锚固件



2. 被动式外门窗及天窗的选择：

外门窗整窗采用传热系数不大于 $0.8W/(m^2k)$ 的被动门窗，窗户玻璃采用Low-e玻璃三玻两中空，窗框采用铝木复合技术框料，设置电动外遮阳系统。整窗有PHI认证证书。

天窗整窗K值小于或者等于 $0.55W/(m^2k)$ ，并且安装K值小于或等于 $0.7W/(m^2k)$ ，窗体为聚氨酯整体一次成型，表面为纯白色恒久PU涂层，良好抵制潮湿空气及液体的渗透。整窗有PHI认证证书。



被动房标准要求，外门窗的传热系数不大于 $0.8\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$ 。为保证建筑外立面效果，鉴于本建筑的窗型（设置少量幕墙，幕墙安装方式，方能达到效果），我们选用了铝木窗框。整窗传热系数为 $0.8\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$ 。

气密性对于被动式建筑是至关重要的。被动房研究所制定的《被动式低能耗建筑标准》中，建筑物换气次数必须小于 0.6次/小时 （50帕）。所以气密性不好的房子等同于浪费能源的房子，需严格控制气密面的处理，确保建筑物减少换气次数。

本建筑为框架结构地上二层，气密面处理的难点在混凝土和加气块填充墙接合处（由于温度变化伸缩系数不同，容易形成内外通缝）。

在外围结构变换材质处及管道穿外墙做密封处理。

在盖住气密层（内装修）之前做风门压力测试。

在压力测试过程中应同时检查、定位和修补可能存在的泄露点。

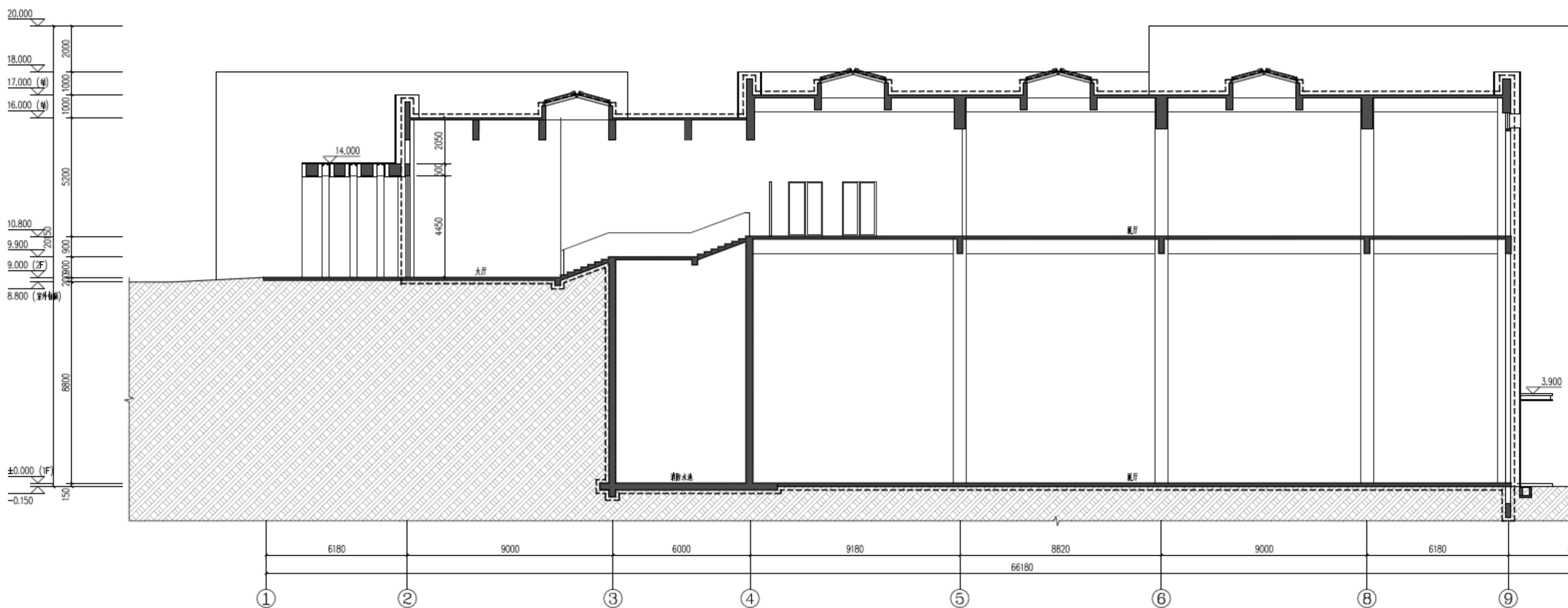
参与各工种，包括抹灰工、窗户安装工、必要时也包括水暖电工，在压力测试时均应到场，以便能够及时修补缺陷。

针对能耗模拟结果，为了降低夏季制冷能耗，我们做了以下**修改**：

- 1. 增加自保温材料在外墙体中的应用，选用蒸压加气块B07作为外墙材料。
- 2. 屋面改为250厚挤塑聚苯板（XPS），屋面女儿墙内侧增加保温为150厚聚氨酯保温（PU）；保温分层错位铺贴
- 3. 地下室增加保温为150厚聚氨酯保温（PU）。无地下室部分一层地面做法钢筋砼楼板下面增加保温为150厚聚氨酯保温（PU）。与土壤接触的地梁、承台、柱子及电梯基坑侧面均要增加保温为150厚聚氨酯保温（PU）。
- 4. 地下室侧板（外侧）保温改为150厚聚氨酯保温（PU）。包括顶板绿化屋面上面的挡墙内侧增加保温为150厚聚氨酯保温（PU）。
- 5. 地下室顶板绿化屋面增加保温为200厚挤塑聚苯板（XPS）。
- 6. 外墙均按有保温做法，包括门窗洞口四周设置同样保温材料
- 7. 节能铝合金门窗、玻璃幕墙及屋面采光玻璃窗（包括大门及幕墙）整窗最大传热系数（安装状态下U 值） $0.85[W/m^2K]$ ，外门窗采用传热系数不大于 $0.8W/(m^2 \bullet K)$ 的被动门窗，窗户玻璃采用Low-e玻璃三玻两中空，窗框采用铝木复合技术框料，整窗传热系数不大于 $0.8W/(m^2 \bullet K)$ ，设置电动外遮阳系统。所有门窗产品必须取得PHI认证。

1. 建筑热外壳的标注

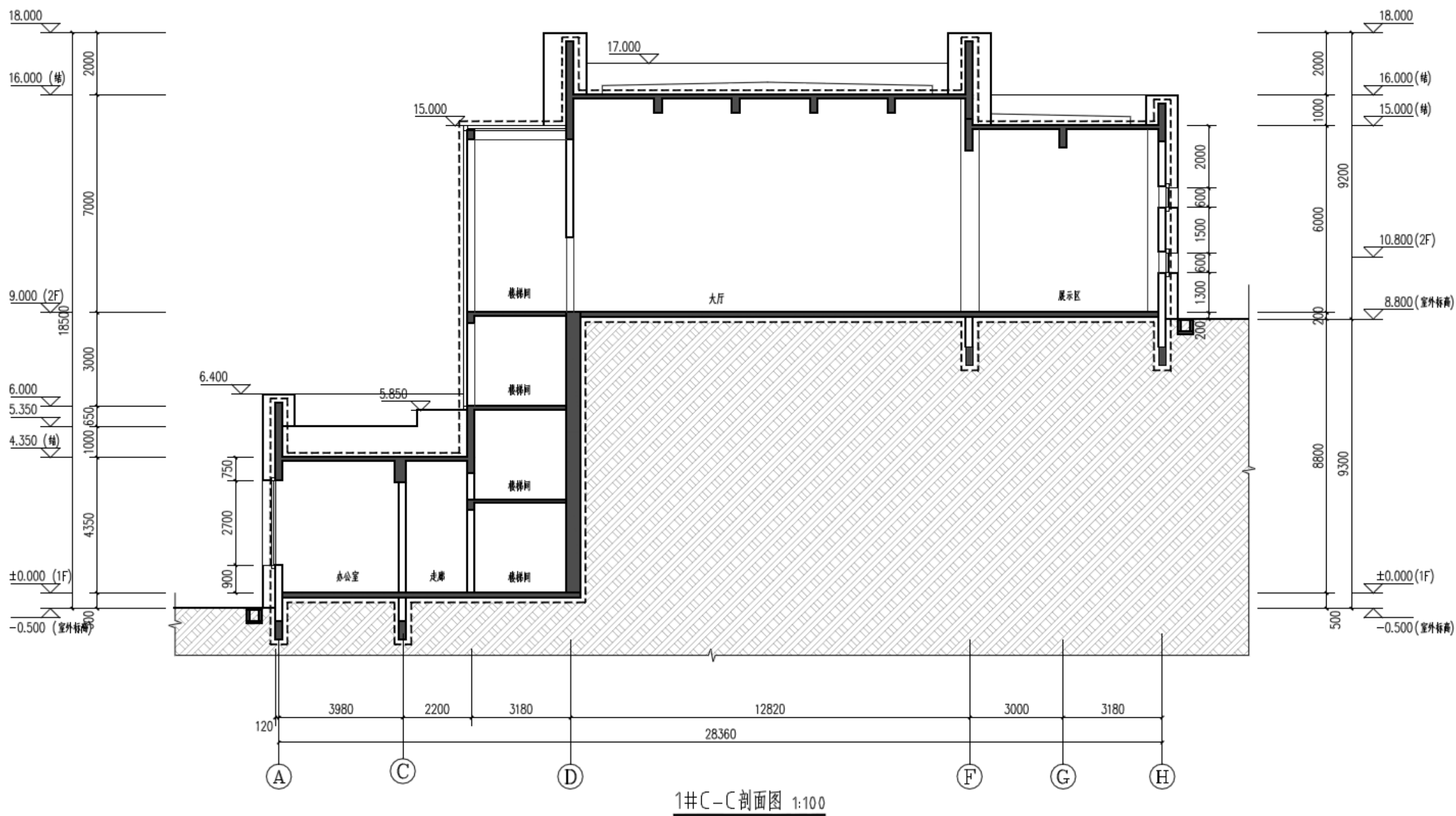
保温材料（虚线）应包裹住整个建筑。



1# A-A 剖面图 1:100

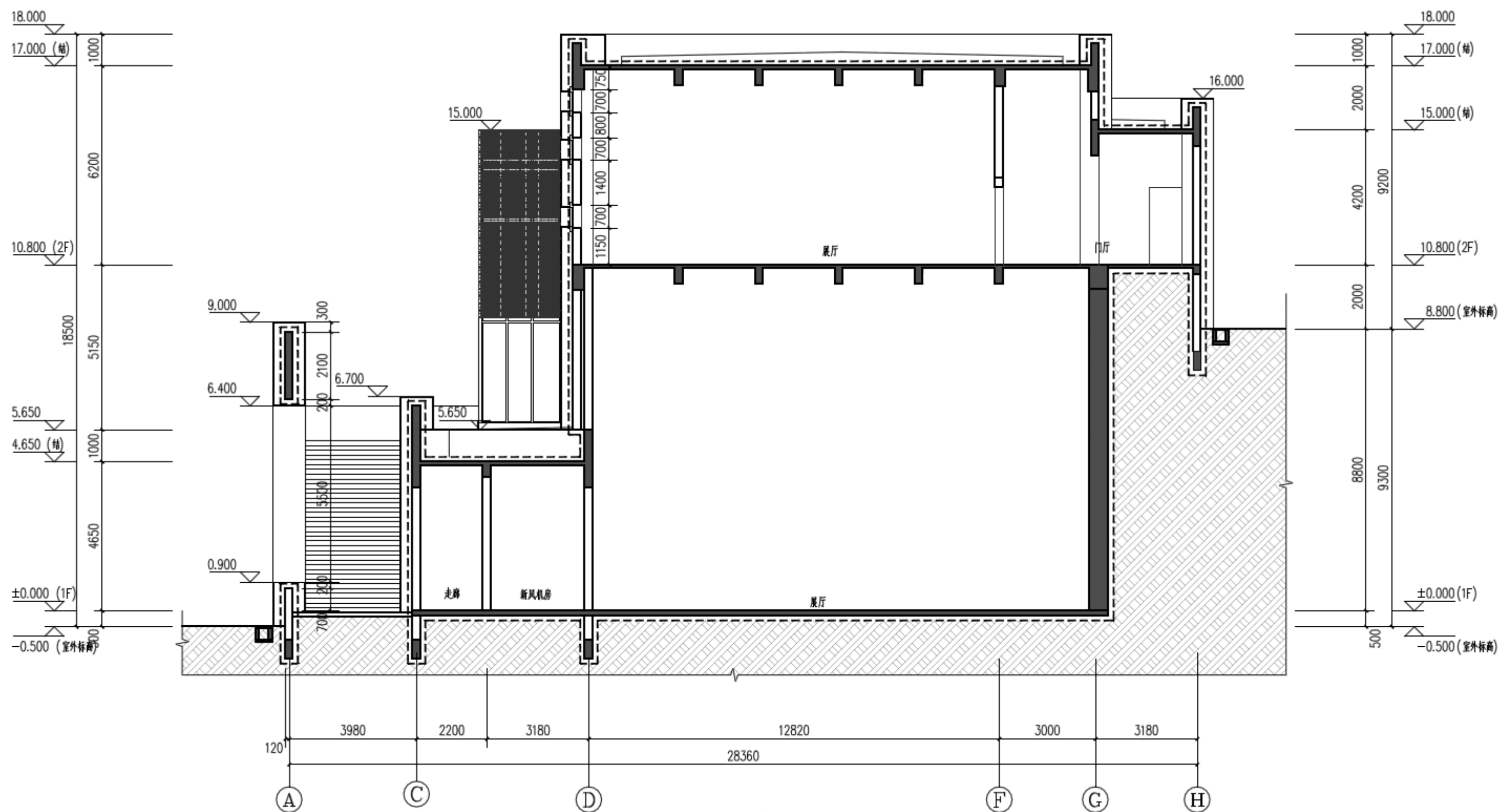
1. 建筑热外壳的标注

保温材料（虚线）应包裹住整个建筑。



1. 建筑热外壳的标注

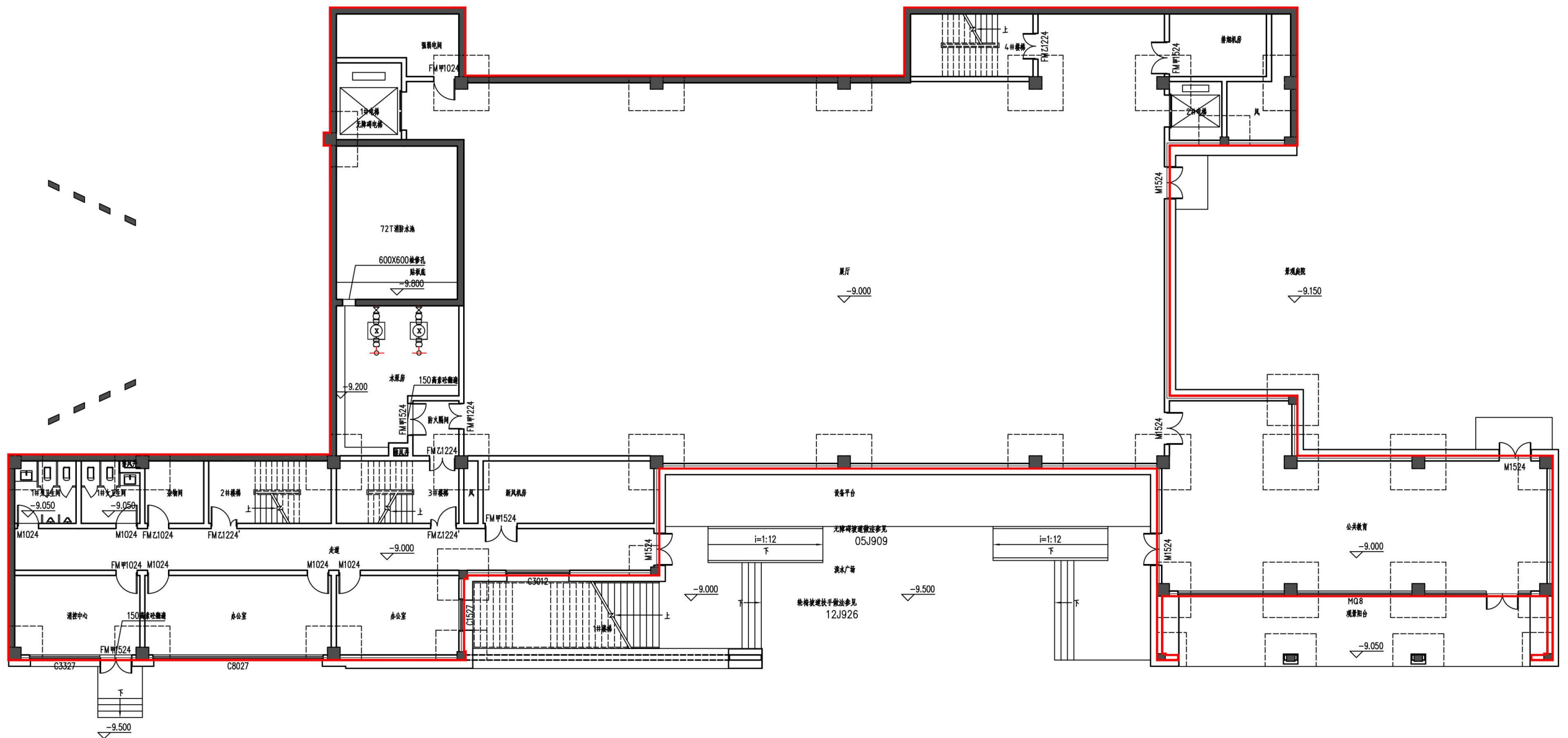
保温材料（虚线）应包裹住整个建筑。



1#B-B 剖面图 1:100

1. 建筑热外壳的标注

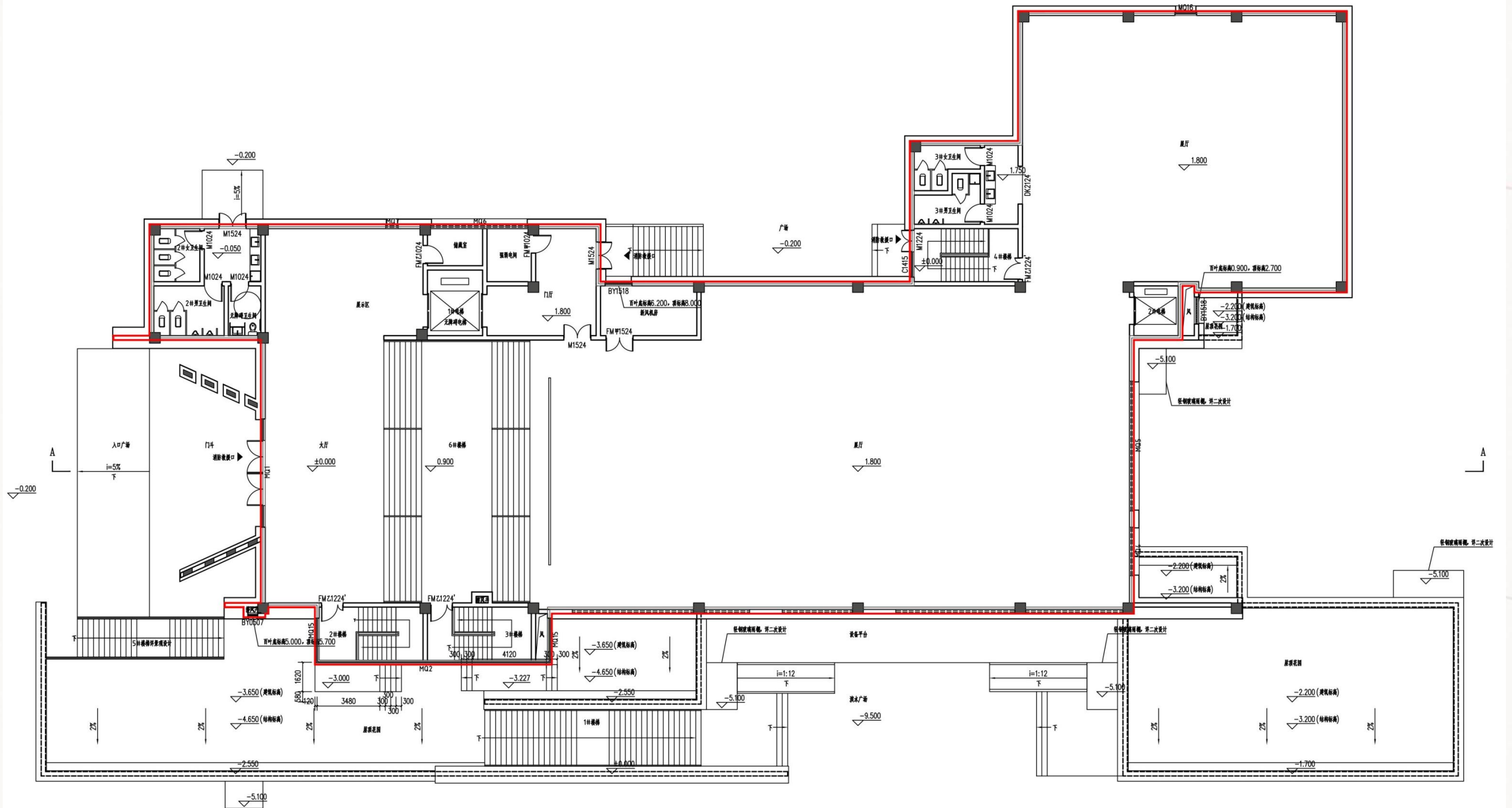
保温材料应包裹住整个建筑。



地下一层平面

1. 建筑热外壳的标注

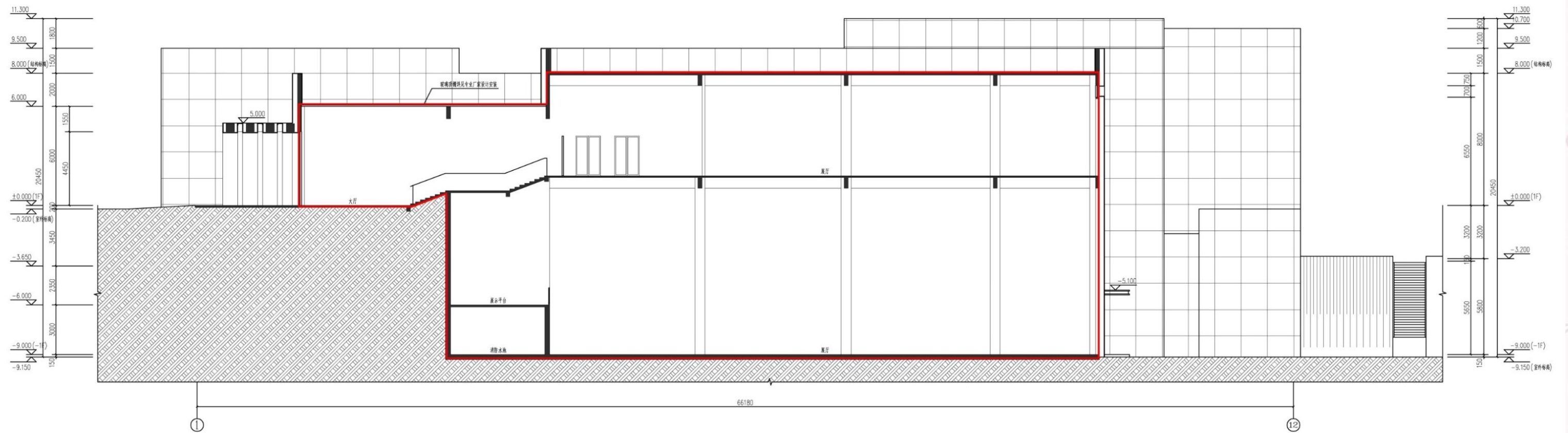
保温材料应包裹住整个建筑。



一层平面

2. 建筑气密面的标注

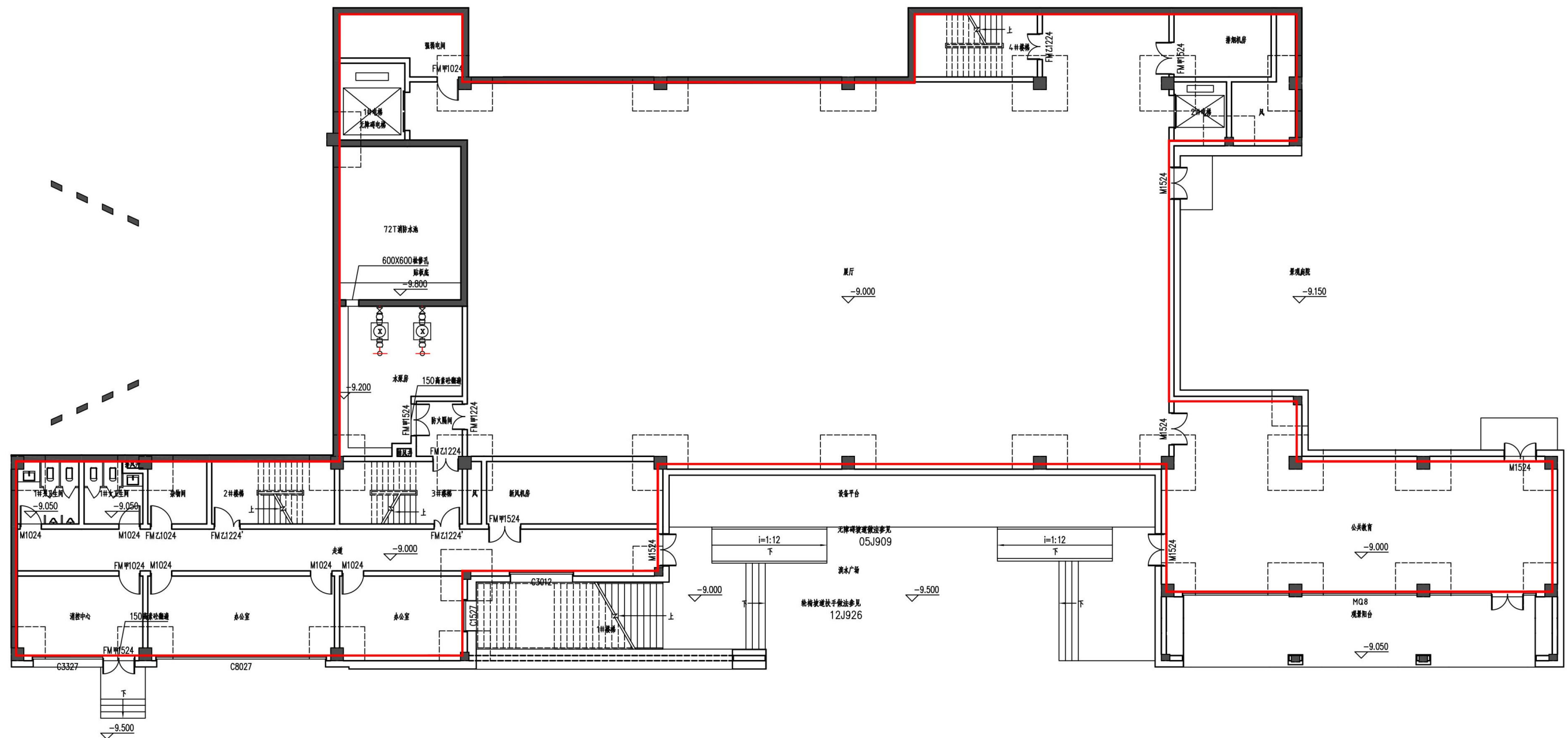
作为被动房必须明确气密面及其做法（除平面图中需要标明外，不同的剖面均应标注）



1-1剖面图

2. 建筑气密面的标注

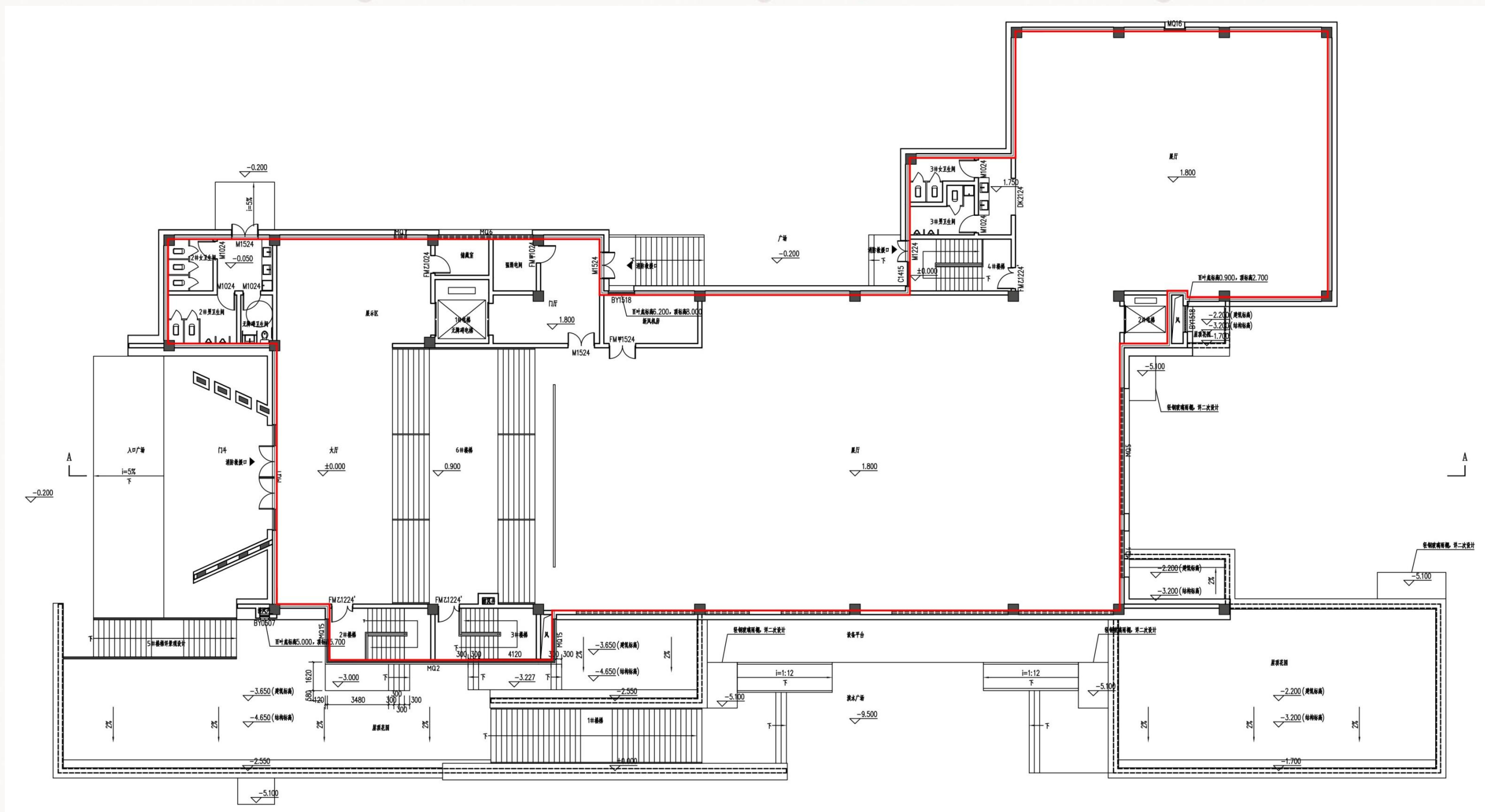
作为被动房必须明确气密面及其做法（除平面图中需要标明外，不同的剖面均应标注）



地下一层平面

2. 建筑气密面的标注

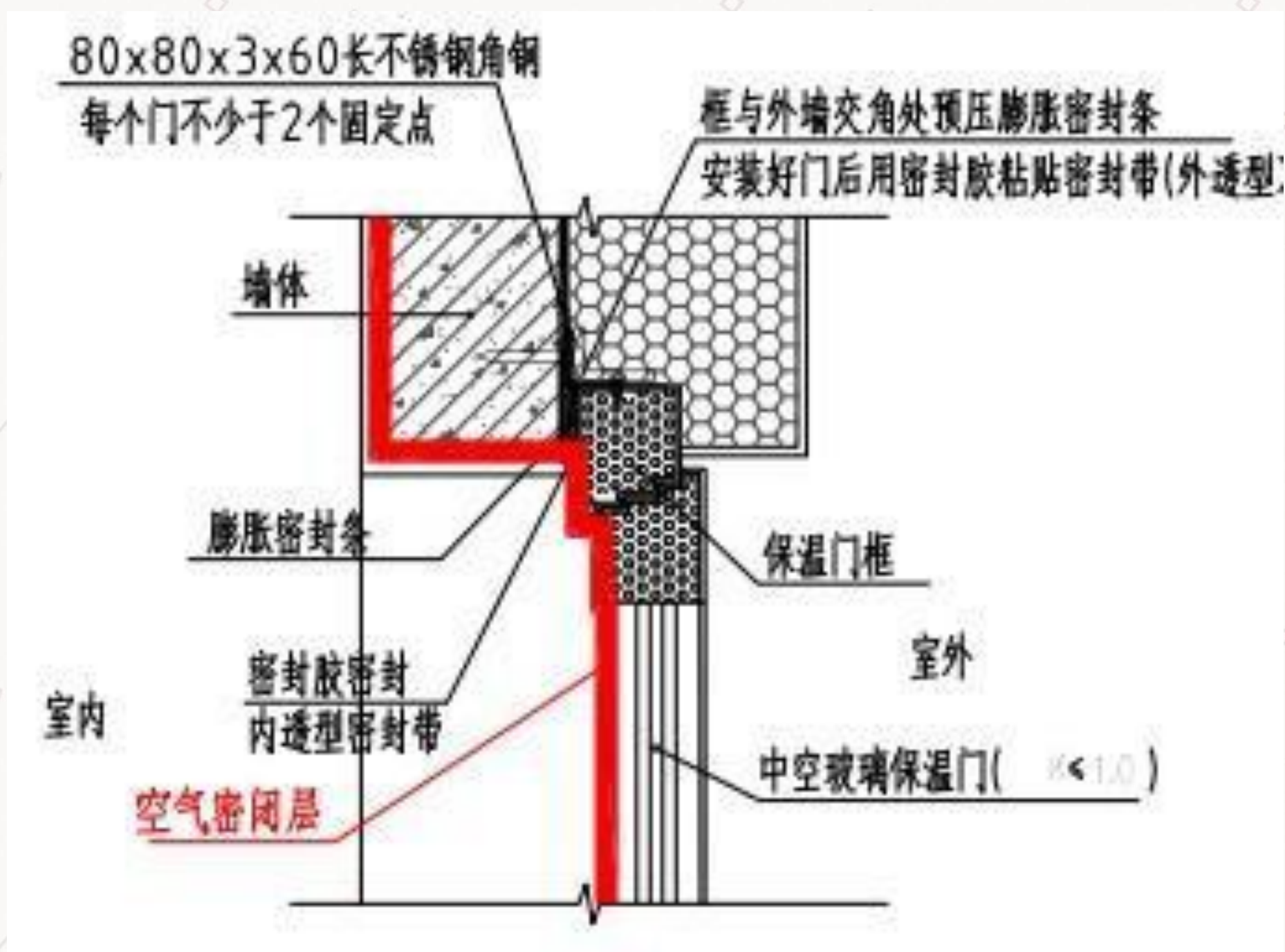
作为被动房必须明确气密面及其做法（除平面图中需要标明外，不同的剖面均应标注）



一层平面

3. 气密层的标注

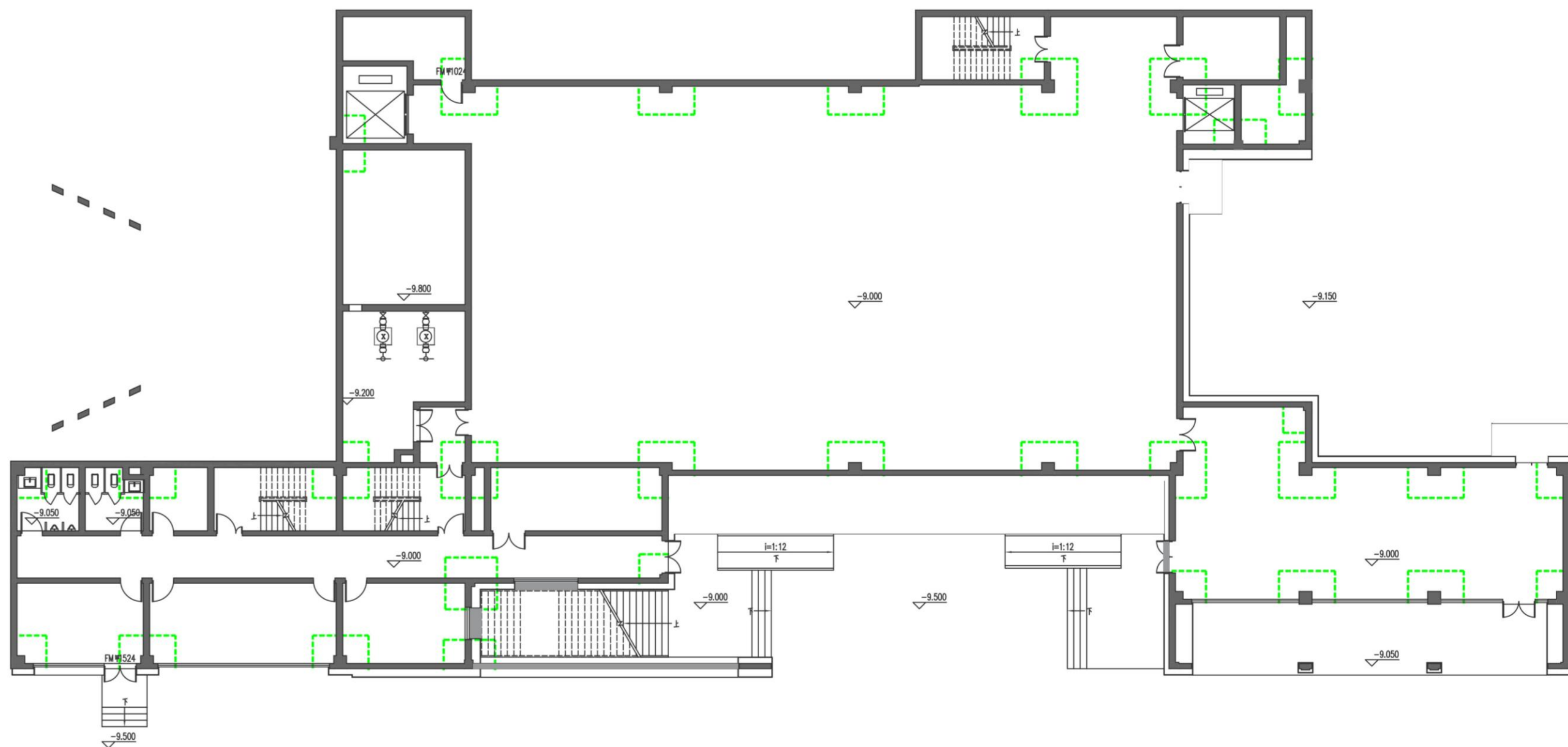
各节点做法详 图中均应详细标明气密层位置及做法。



4. 保温层的标注

作为被动房必须尽量使其保温层连续，减少热桥，平面图中除标明保温层位置厚度及其包络线外，还应标明其上下延伸的距离（可用标高标示）。

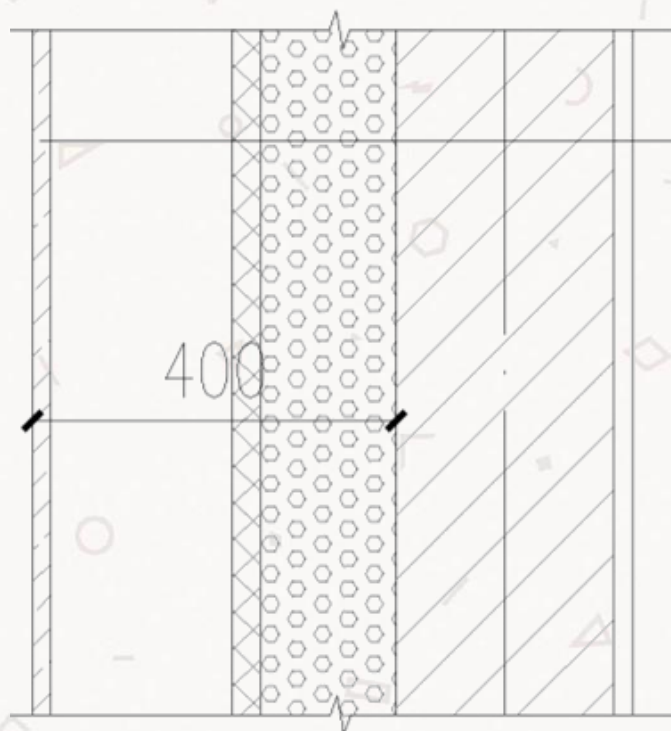
绿色线框示意基础保温。



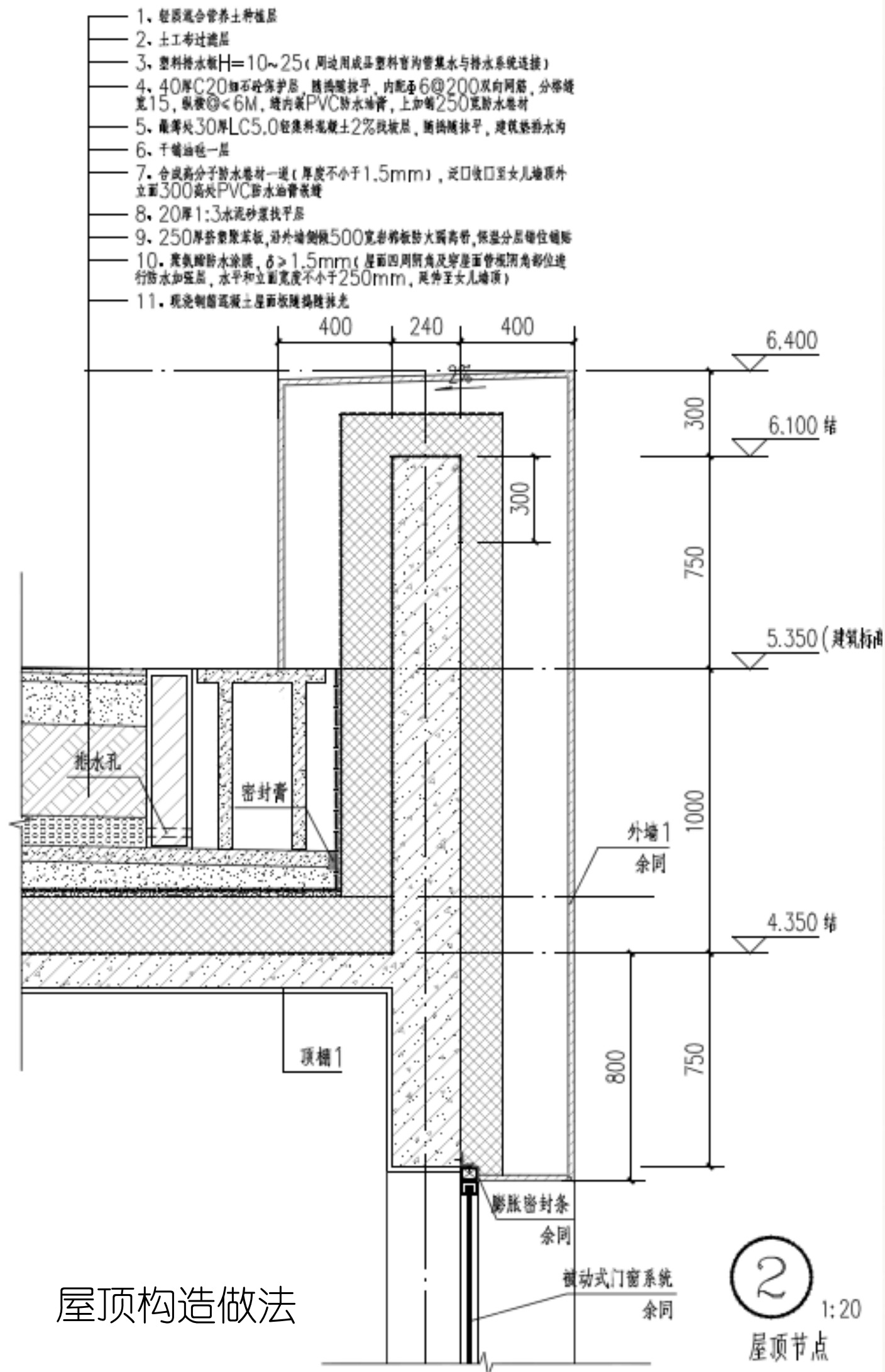
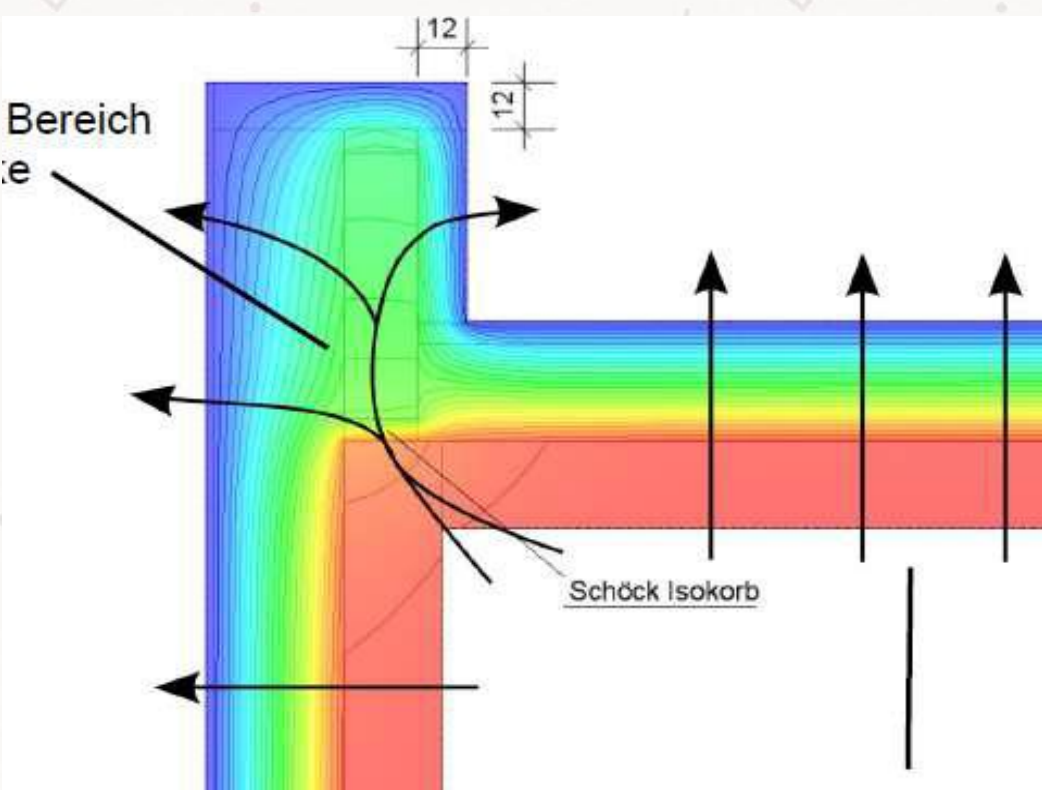
地下一层平面

5. 无热桥设计

建筑外墙、屋顶（用相关软件对屋顶做法进行防结露计算）各部分将热桥影响处理到最小，防热桥做法详见图中所示。

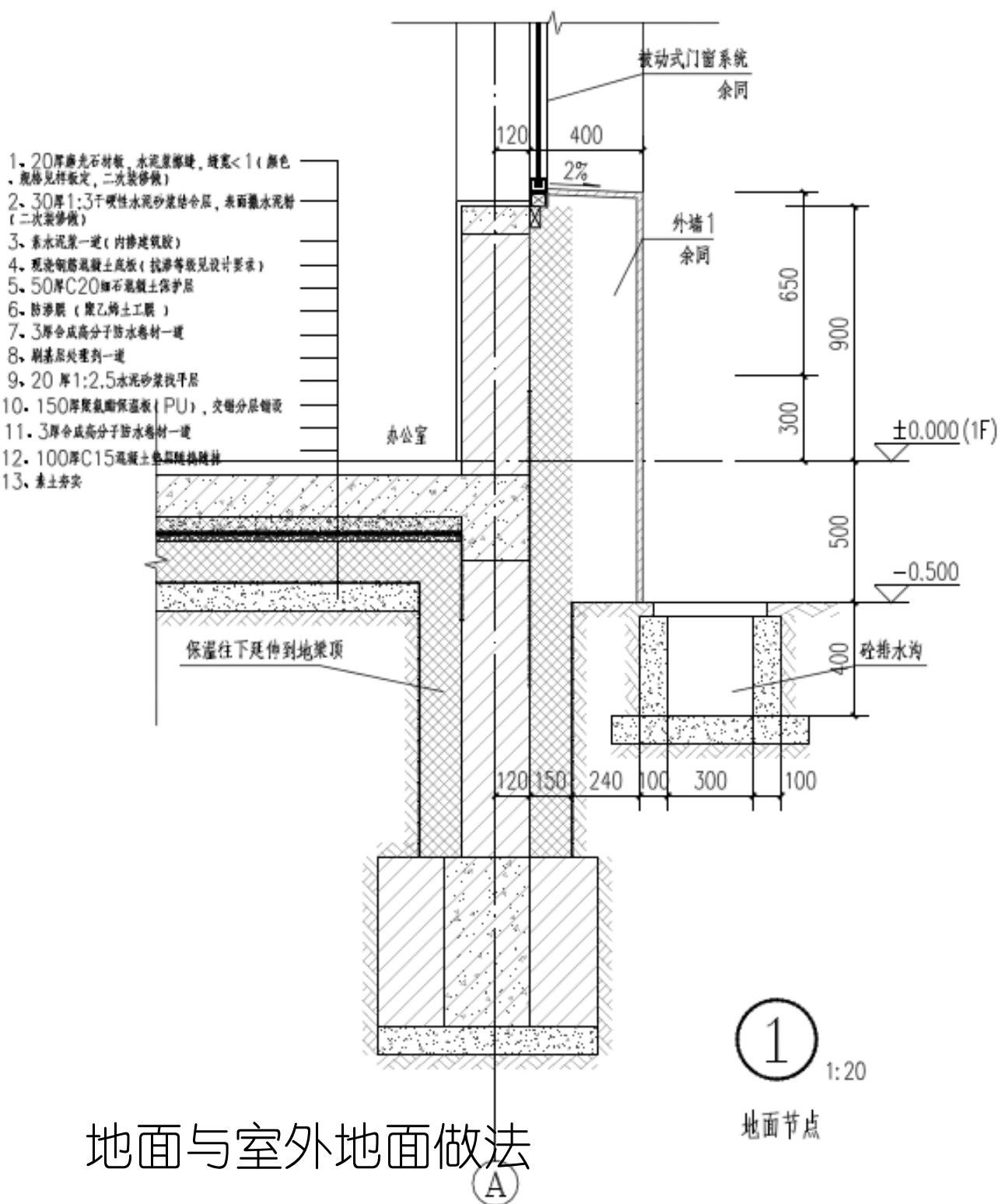


- 1、天然石材面（花岗岩、玄武岩，色彩另定）
 - 2、钢架及挂件的形式和尺寸，与幕墙公司协商后确定
 - 3、5厚抗裂砂浆复合耐碱玻纤网格布一层（用于首层时抗裂砂浆复合耐碱玻纤）
 - 4、防水透气膜
 - 5、150厚聚氨酯保温（PU）
 - 6、界面剂砂浆
 - 7、墙面（砼墙面增加界面剂一道）
- 外墙保温



5. 无热桥设计

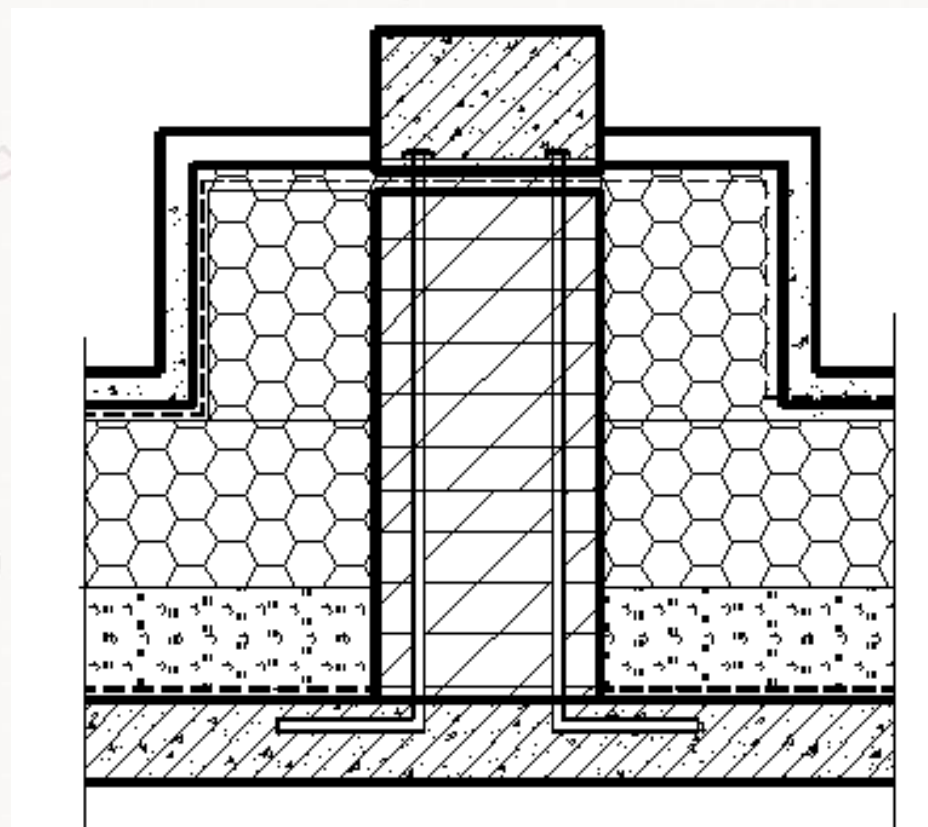
建筑地面与室外地面及柱子做的保温补偿，
防热桥做法详见图中所示。



地面与室外地面做法



6. 设计图纸中，清楚表达外窗面积及外窗玻璃的遮阳系数、传热系数等。它的选择直接影响实际能耗。
7. 设计图纸中，清楚表达外遮阳的做法，并用详图标示出外遮阳安装做法避免热桥产生。
8. 涉及可再生能源利用部分，作为被动房设计，必须做到参数完整、安装位置明确、安装方式不破坏外围护结构保温的连续性及气密性。



太阳能电池板基础详图

被动房精细化施工主要节点

一、围护结构外保温

① 结合本案所在地理位置，目前考虑外墙保为150mm保温材料聚氨酯保温板；屋顶为250mm挤塑聚苯板。

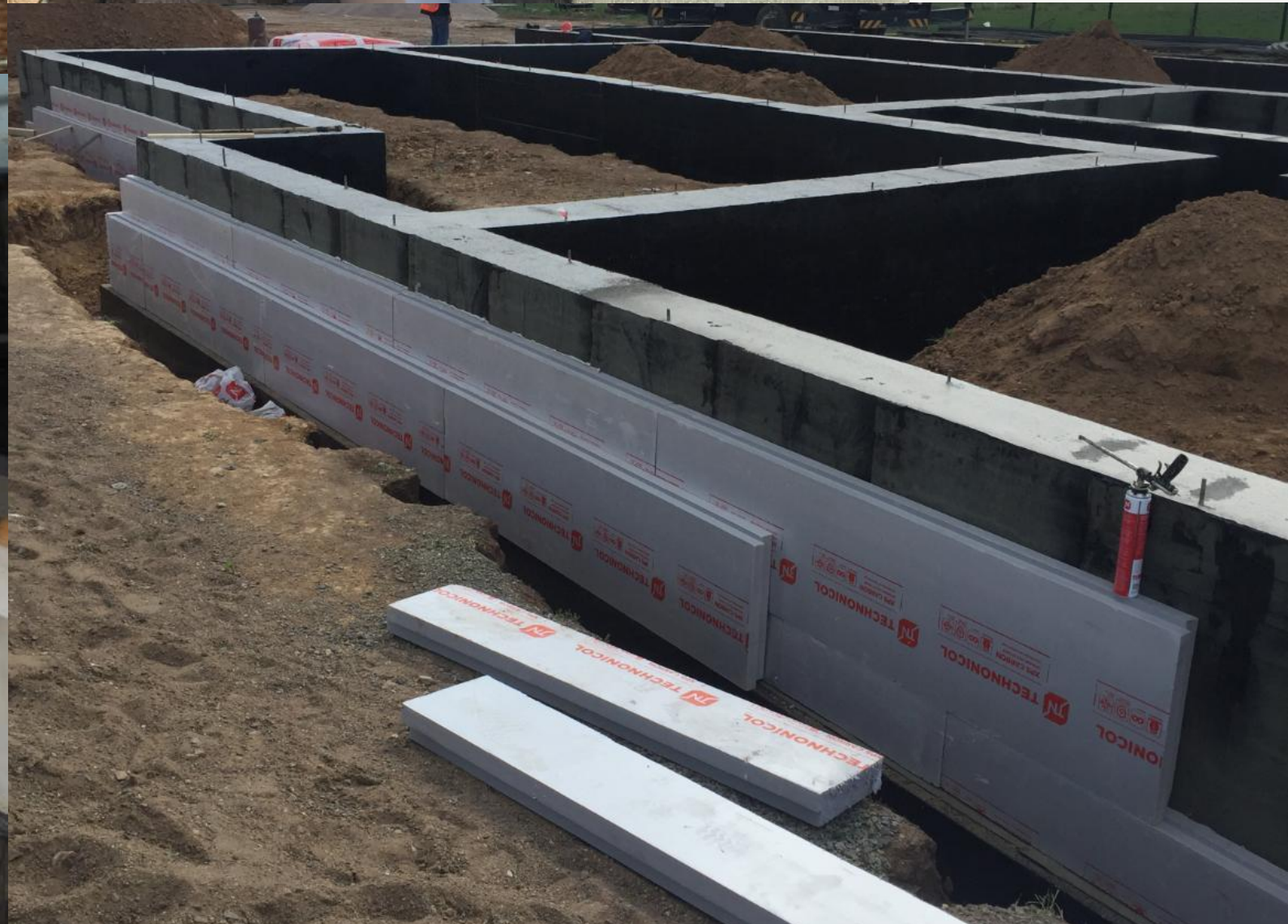
在地面保温板的上面铺设一层防潮防水层：



外墙体勒脚部位粘贴保温板示意：



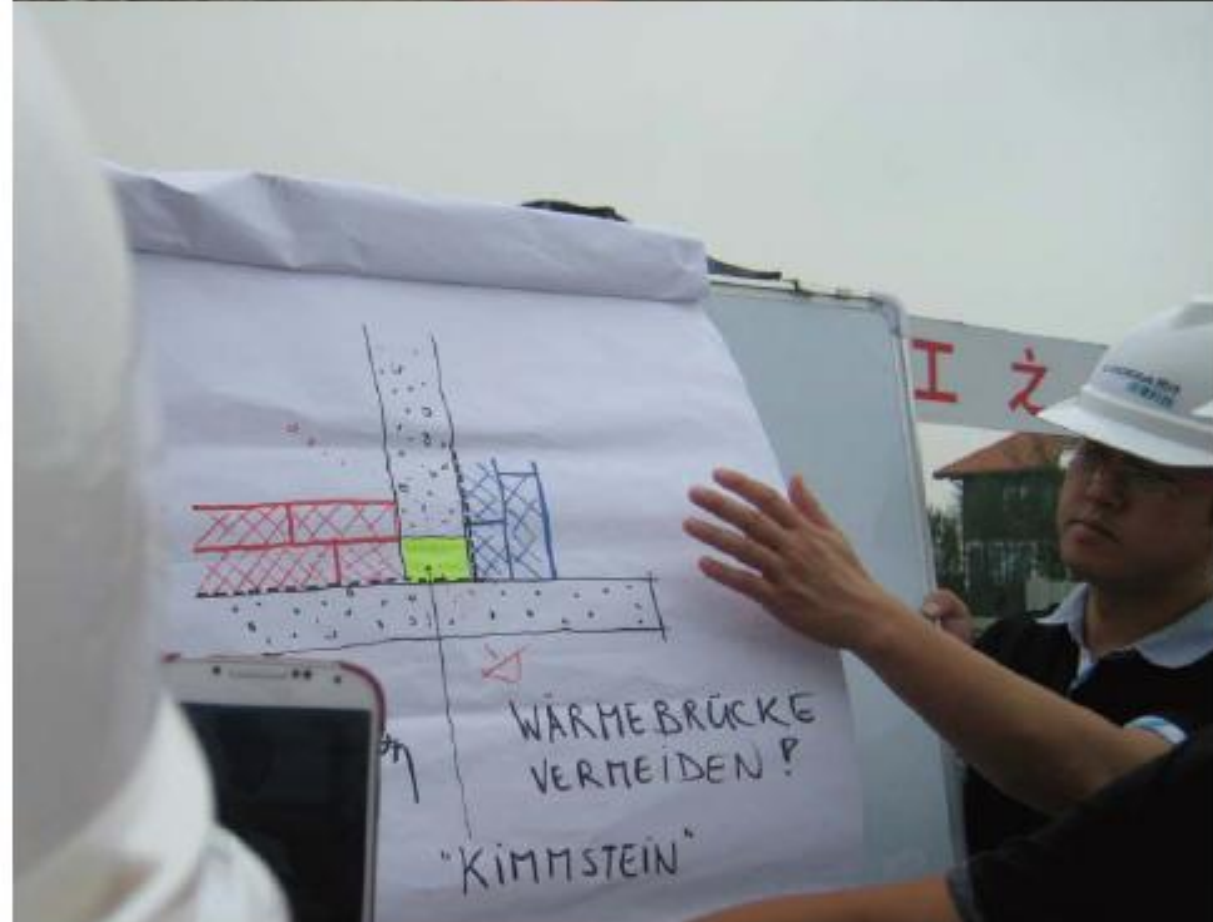
被动房精细化施工主要节点



被动房精细化施工主要节点

墙基

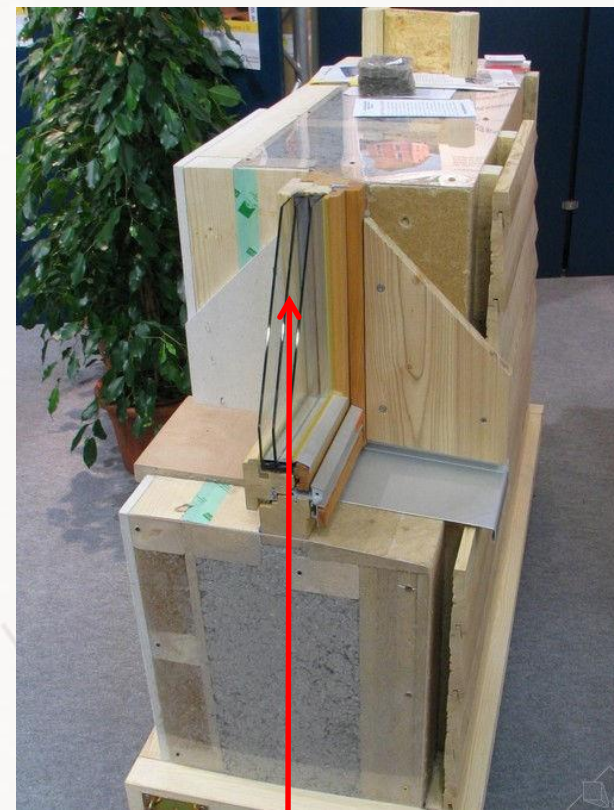
- 全抹灰粘贴防水保温板（贴至超出地面上缘30cm溅水区）
- 两层保温板错缝叠层安装(厚度约为20cm)



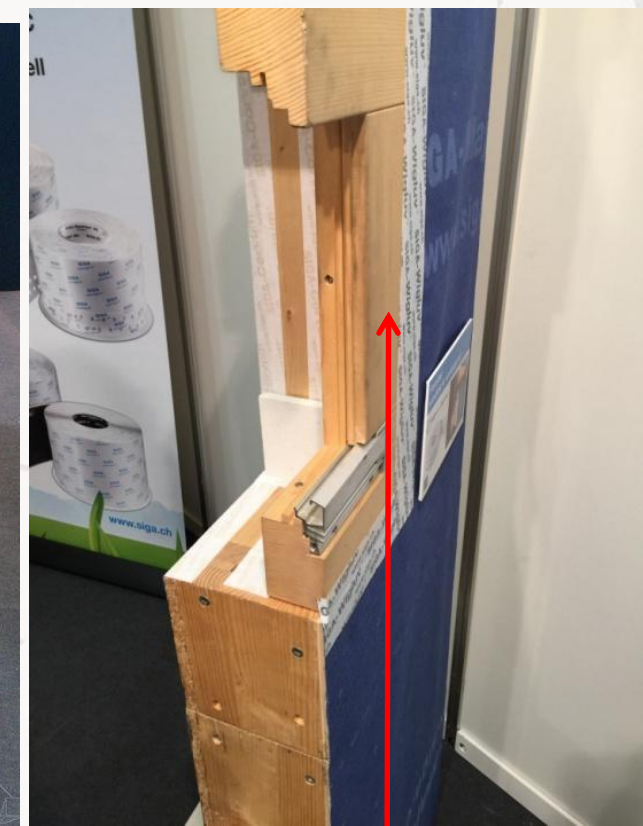
被动房精细化施工主要节点

二、门窗

根据本案情况，考虑三玻两腔的铝合金窗，窗户的安装方式与传统有所区别。窗内侧气密带上涂抹水泥抹灰进行处理粘贴。



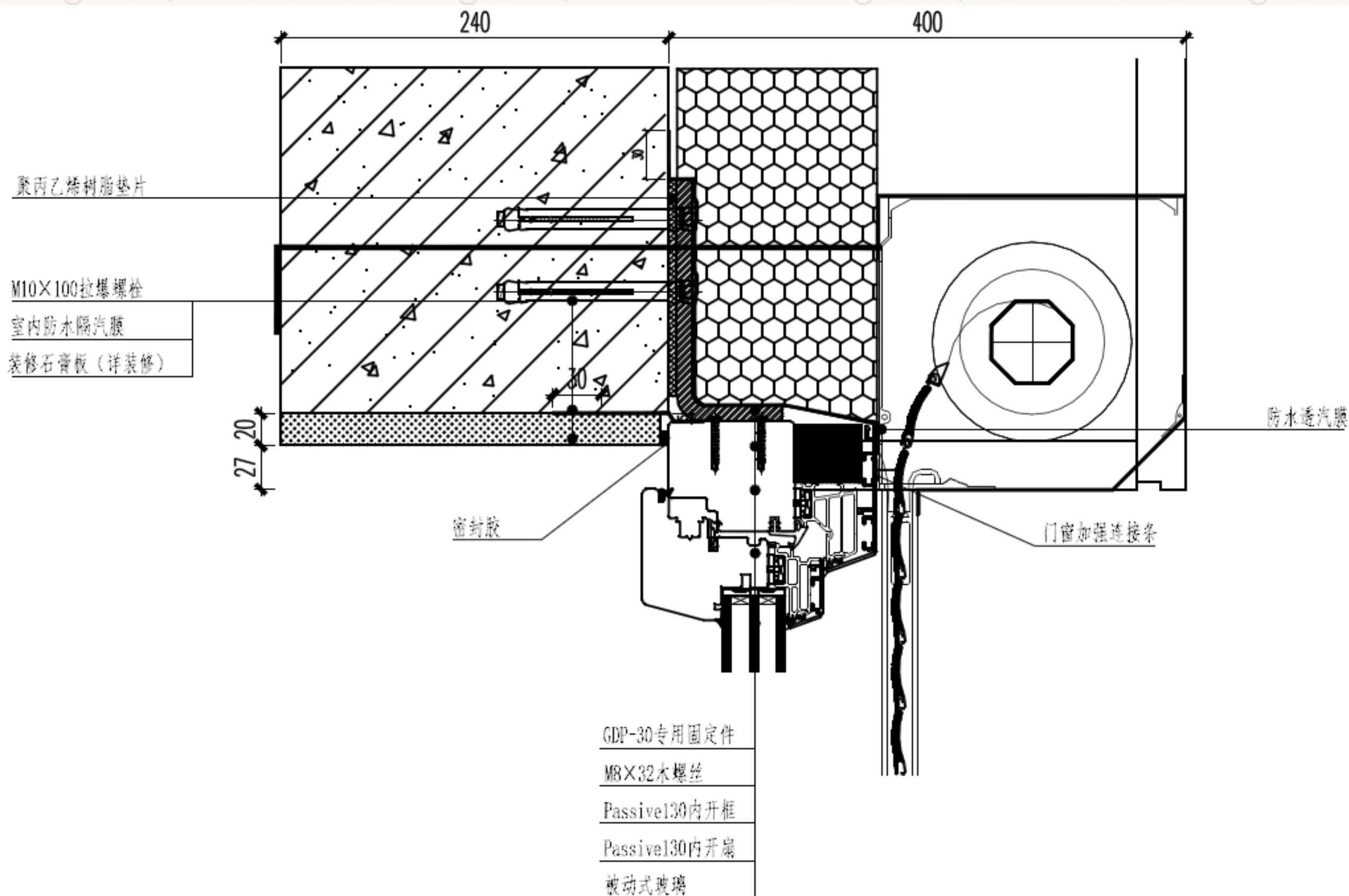
玻璃采用三玻两腔结构



气密胶带

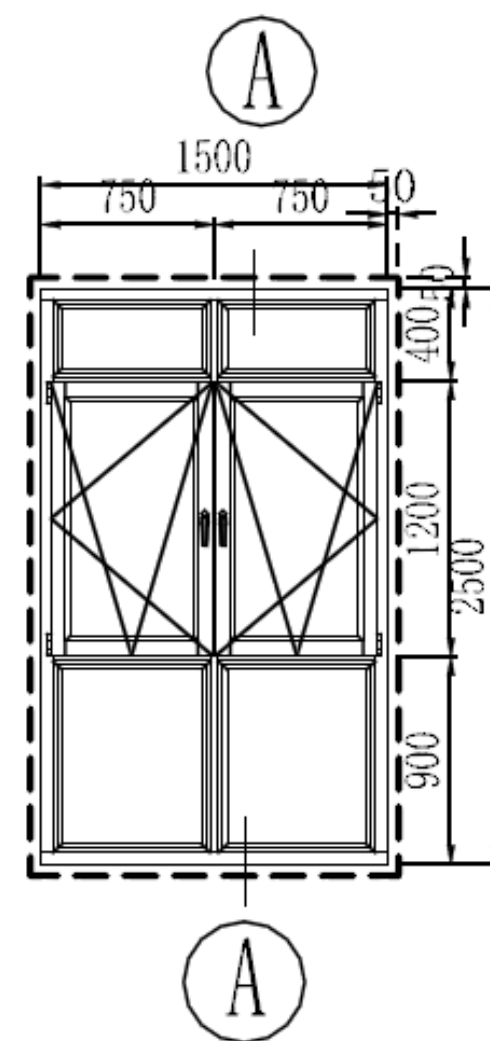
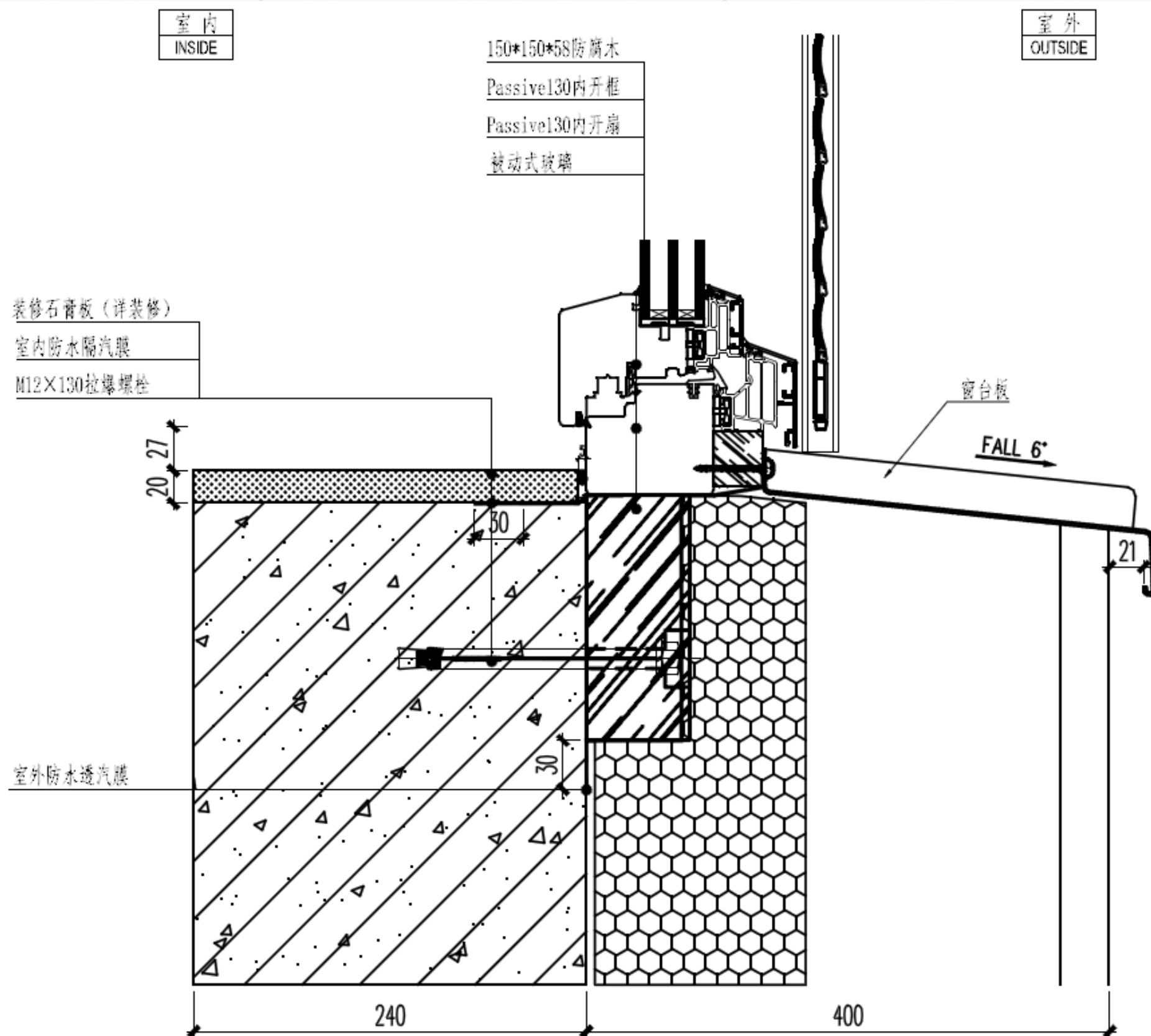
被动房精细化施工主要节点

二、门窗



被动房精细化施工主要节点

二、门窗



铝包木窗安装节点 A-A

被动房精细化施工主要节点

女儿墙-屋顶防水和保温

使用沥青卷材为混凝土屋顶做防水处理，考虑设置一个水汽调节疏导层，是一种嵌入不通风平层屋顶的屋顶卷材

屋顶防水层由沥青卷材（至少两层）或一层合成材料防水层构成，延伸至女儿墙；防水层伸至外立面至少3cm以下，并用抹灰和填料覆盖，确保没有雨水进入保温层。



被动房精细化施工主要节点

四、气密性

尽量避免在外墙壁和屋顶上开口，或将其降低到最小。某些必要的开口在规划时就应当特别留意，实际施工中更是需要严格精细的操作。

贯穿处必须极其小心，精细地使用专用粘胶带气密粘贴。粘胶带应当是灵活有弹性的，这样就可以轻松地协调零件移动。



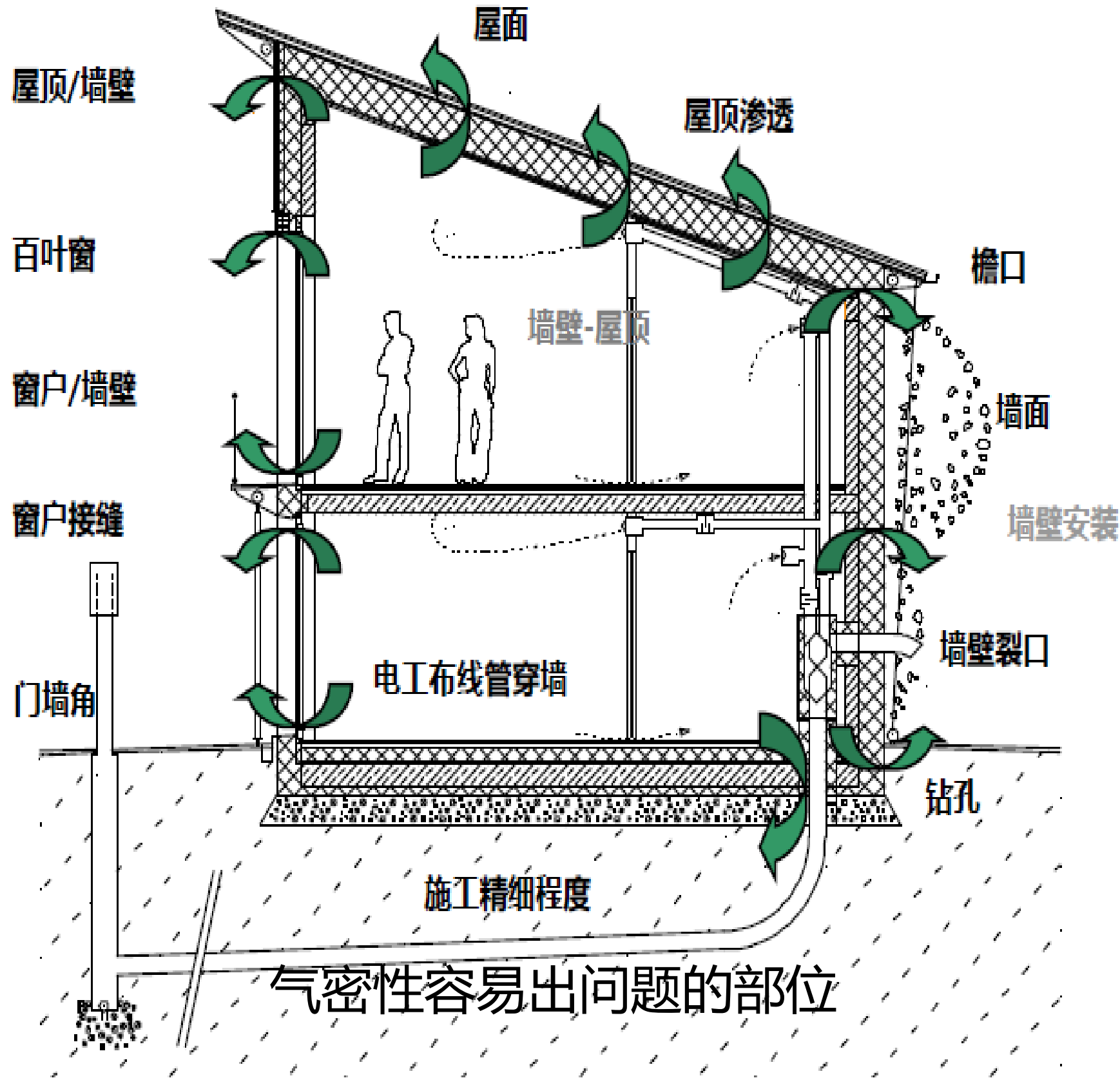
管线穿墙时，只允许一支相应厚度的管线穿过套环，同时需在管道/线周围填充保温材料（岩棉），穿孔点周围应预留足够空间，以完成套管的气密粘贴。



内侧墙应使用适合管道直径的密封套环（国内无）套环周围有气密性粘贴面，用气密粘贴或使用抹灰将其与气密层相连。外侧保温层或屋顶防水层区域的管道也用套环或使用防风、防雨水的密封带（如预压密封带）

被动房精细化施工主要节点

四、气密性



重点:

- 整体气密性
- 细节部位

良好的气密性并非自然而然形成的，只有做到以下几点才能有效实现气密性

- 在所有环节中予以考虑
- 精细的设计和施工
- 完工后通过测试

尽量避免在项目最后更改设计

- 更改设计带来的缺陷和问题往往暴露在使用过程中
- 返工，维修的代价昂贵
- 合理安排施工顺序
- 进行多次气密性测试

被动房精细化施工主要节点

四、气密性



气密性检测



被动房精细化施工主要节点

五、新风系统

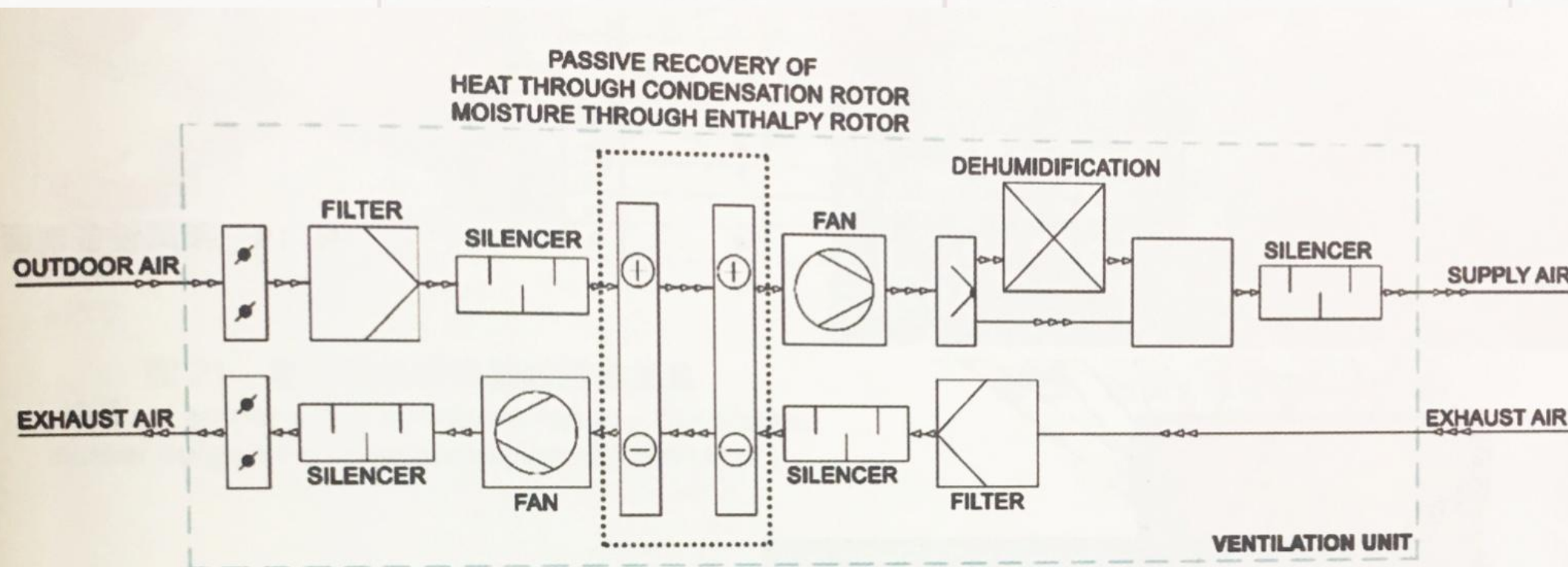
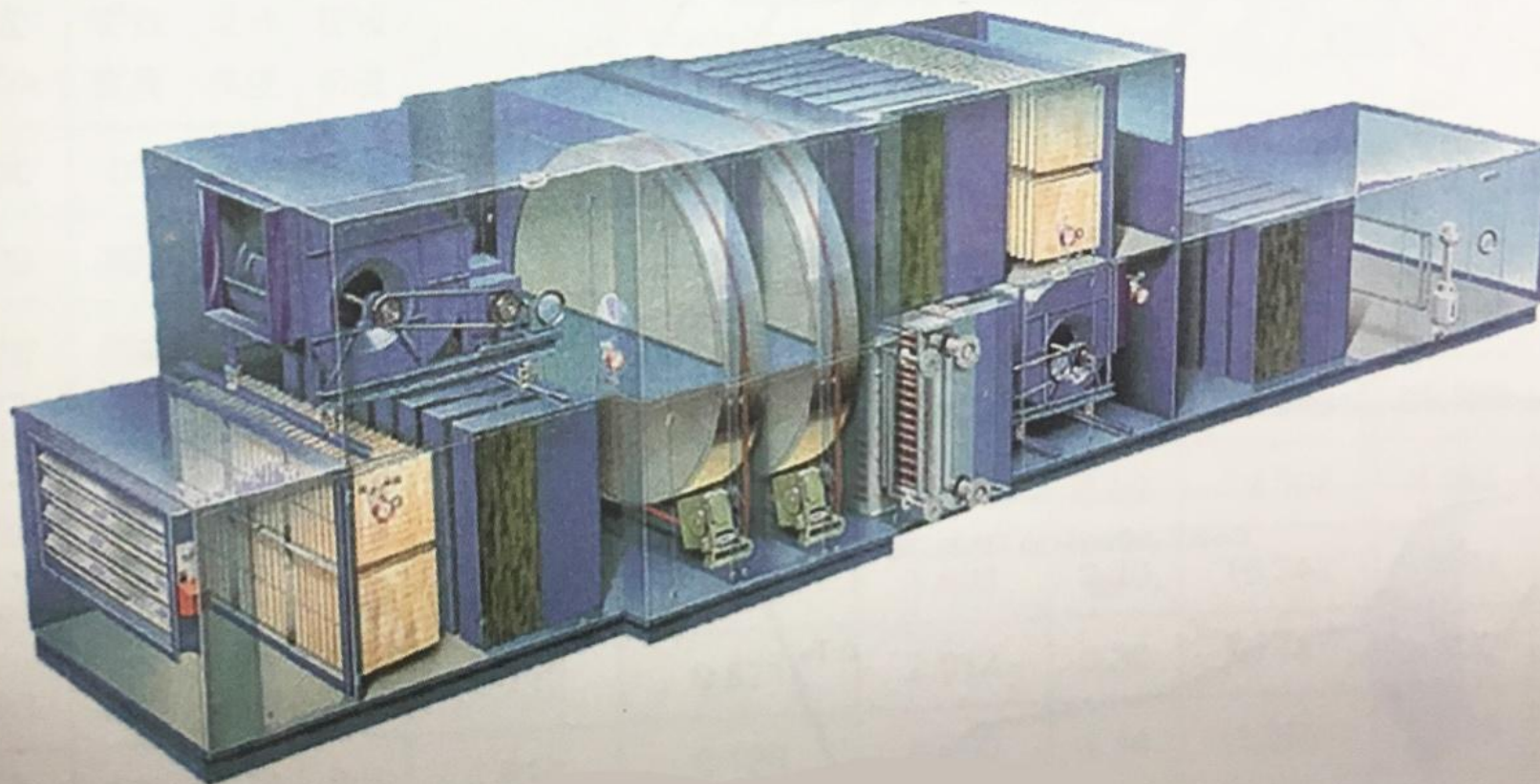
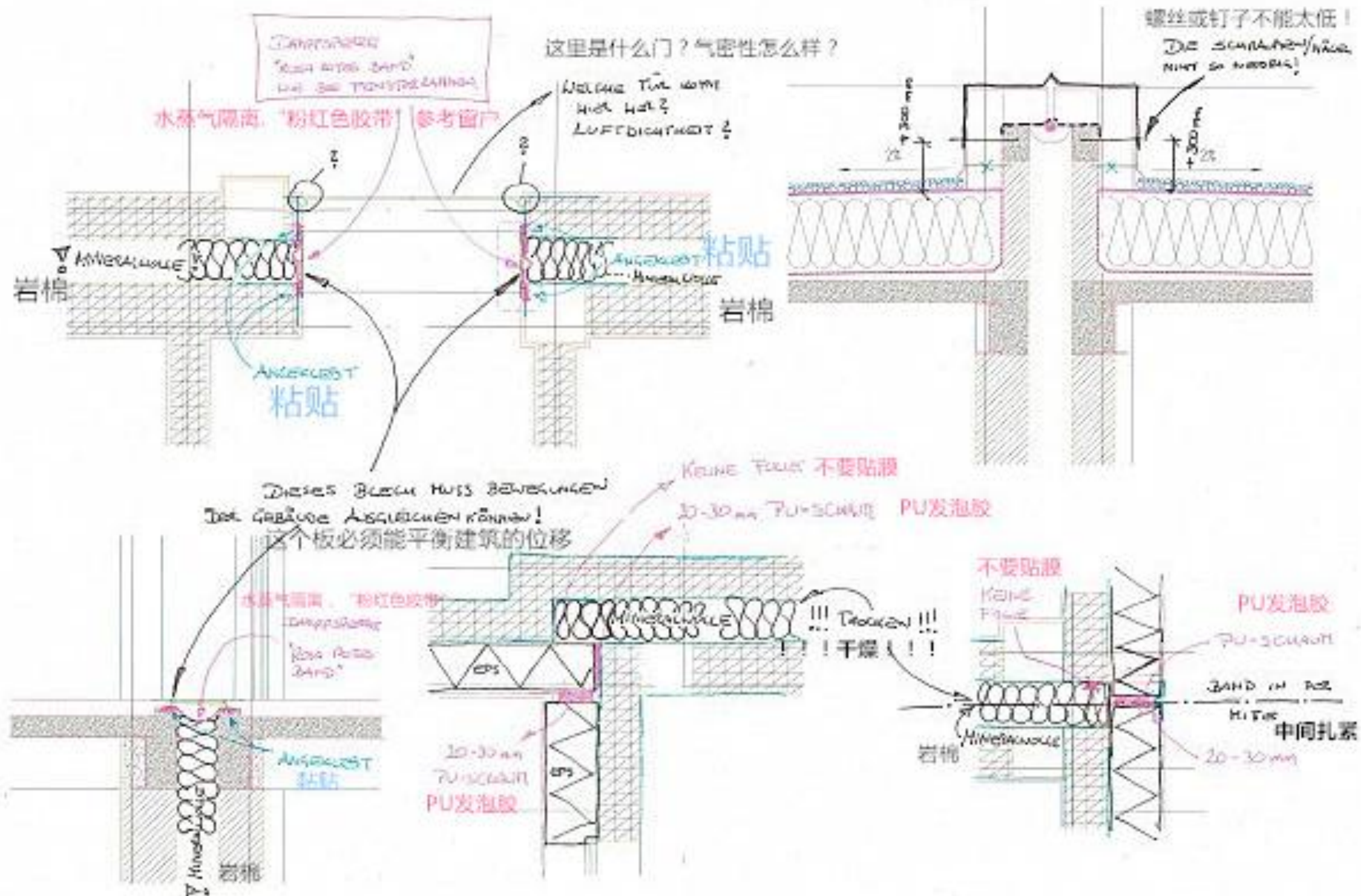


图 17 新风机组示意



被动房精细化施工主要过程

- 完备的工程手册



被动房精细化施工主要过程

- 完备的工程手册



被动房精细化施工主要过程

- 可靠的材料选择



被动房精细化施工主要过程

-细致的过程把控



被动房精细化施工主要过程

-严格的质量验收



成本增加因素：外保温、外门窗、新风系统、能耗监测、精细化施工。

