

T/NAIA

团体标准

T/NAIA 0418—2025

老旧厚土墙日光温室双连跨改造技术规程

Technical specification for Renovation of Old Thick-Earthen-Wall

Solar Greenhouses into Double-Span Structures

2025-10-22发布

2025-10-31实施

宁夏化学分析测试协会 发布



## 前 言

本文件按照 GB/T 1.1-2020 《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由宁夏化学分析测试协会提出并归口。

本文件起草单位：宁夏大学葡萄酒与园艺学院、石嘴山市农业技术推广服务中心。

本文件主要起草人：张雪艳、肖金鑫、王晓卓、韦峰、李敏、张博、宋佳伟、王楠、石元敏、熊依伶、杨睿祺、马福平、刘雅舒。

宁夏团体标准



# 老旧厚土墙日光温室双连跨改造技术规程

## 1 范围

本文件规定了老旧厚土墙日光温室双连跨改造建设相关技术规范的术语和定义、现有温室评估、基本要求、改造施工技术的质量验收方法。

本文件适用于宁夏及类似生态区改建老旧厚土墙日光温室，技术条件相同时也可执行本文件。

## 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 50054 低压配电设计规范  
GB 50203 砌体结构工程施工质量验收规范  
GB 50303 建筑电气工程施工质量验收规范  
GB/T 6417.1 金属熔化焊接头缺欠分类及说明  
GB/T 9799 金属及其他无机覆盖层 钢铁上经过处理的锌电镀层  
GB/T 12467 金属材料熔焊质量要求  
GB/T 13912 金属覆盖层 钢铁制件热浸镀锌层 技术要求及试验方法  
GB/T 23393 设施园艺工程术语  
GB/T 51183 农业温室结构荷载规范  
GB/T 51424 农业温室结构设计标准  
JGJ 59 建筑施工安全检查标准  
NY/T 1145 温室地基基础设计、施工与验收技术规范  
NY/T 1420 温室工程质量验收通则  
NY/T 1966 温室覆盖材料安装与验收规范 塑料薄膜  
NY/T 2134 日光温室主体结构施工与安装验收规程  
NY/T 3223 日光温室设计规范

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

土墙日光温室 soil wall solar greenhouse

以太阳辐射为主要能量来源，由南向采光屋面(前屋面)、北向保温屋面(后屋面)、后墙及东西山墙三面蓄热保温土制墙体构成，墙体推土压制后切削而成。基本朝向坐北朝南，东西延长。夜间用保温材料对采光屋面外覆盖保温，可以进行作物越冬生产的单屋面温室。

注：改写GB/T 23393 设施园艺工程术语，定义3.10。

### 3.2

#### 日光温室改造 Solar greenhouse transformation

对现有日光温室进行结构加固、设施设备更新、功能优化等工程措施，以提升日光温室的性能和生产能力。

### 3.3

#### 后墙 north wall

北侧具有承载、蓄热、保温功能的墙体

### 3.4

#### 山墙 gable

东、西两端的蓄热、保温墙体。

### 3.5

#### 拱架 arch

用以承载日光温室屋面各种荷载的拱形构件。

### 3.6

#### 前屋面 south roof

从温室南沿向上延伸至脊高处，由骨架和透光、保温覆盖材料构成的采光面。

### 3.7

#### 前屋面角 angle of south roof

前屋面南沿端点与脊高处的连线与地平面之间的夹角。

### 3.8

#### 后屋面 north roof

又称后坡，连接前屋面与后墙的坡形保温防水围护结构。

### 3.9

#### 后屋面角 angle of north roof

又称后坡仰角，后屋面内表面与水平面的夹角。

### 3.10

#### 双联跨结构 Double-span structure

由一道共用承重保温蓄热墙分隔，南、北两侧各具独立屋面，可独立进行环境调控的温室结构。

### 3.11

#### 跨度 span

后墙内侧至前屋面地脚线间的水平距离。

### 3.12

#### 南跨 south span

位于共用承重保温墙南侧，通常跨度较大。

### 3.13

#### 北跨 north span

位于共用承重保温墙北侧，通常跨度较小。

### 3.14

#### 脊高 Ridge height

室外地面设计标高至屋脊线间的垂直距离。

## 4 现有温室结构评估

### 4.1 结构安全评估

#### 4.1.1 基础

检测北墙顶部/温室前部基础是否存在不均匀沉降、裂缝、变形等影响结构安全的情况。检测温室前部基础埋深是否不足。

#### 4.1.2 主体骨架结构

检测骨架结构是否存在变形，腐蚀、焊接点或连接点脱落情况。

#### 4.1.3 墙体结构

检查后墙和东西山墙破损、坍塌程度。

### 4.2 温室性能评估

分析现有日光温室在采光、保温、蓄热、通风等方面的性能。

### 4.3 温室间距评估

获取南北方向日光温室间距，分析是否可以增加跨度和脊高，改建温室不应对其他温室产生遮光，且有利于通风、人工作业和排水。

## 5 基本要求

## 5.1 改造设计原则

### 5.1.1 结构安全设计原则

温室改造后使用寿命不应低于10年，结构设计应按承载能力极限状态进行设计，符合GB/T 51424和GB/T 51183的要求，结构设计荷载应符合GB/T 51183的要求，能够承受10级以上大风及20 cm积雪。温室内的电路电器、设施设备应采用具有防水性能的符合国家标准的产品，防止漏电、触电。

### 5.1.2 采光设计原则

根据当地的地理纬度、太阳高度角等因素，合理确定改建温室的跨度、高度和前屋面角。选用透光率高、抗老化性能好的覆盖材料，保证良好的采光效果。

### 5.1.3 性能提升设计原则

根据生产需求，确保太阳辐射最弱的冬季改造温室太阳能截获量可满足喜温作物生产所需的光热资源。

### 5.1.4 保温蓄热设计原则

太阳辐射最小日：温室昼夜放热量 $\leq$ 白天接收的太阳辐射量；全年最寒冷日：温室内白天土壤和墙体蓄积的高于10℃的热量总和 $\geq$ 温室昼夜放热量。墙体、后屋面、保温被热阻应符合NY/T 3223的要求。

### 5.1.5 适于作物生长和作业设计原则

改造后的温室空间适宜于作物生长、人工和机械作业。

### 5.1.6 低成本设计原则

温室改造采取低投入、低能耗设计原则，对原有材料应用尽用。

## 5.2 施工要求

### 5.2.1 安全要求

施工全过程应贯彻“安全第一”原则，确保施工人员及现场其他人员安全，并符合JGJ 59的规定。

### 5.2.2 焊接要求

焊缝应连续饱满，无虚焊、漏焊、夹渣、烧穿等缺陷，焊接强度不低于母材强度。质量符合GB/T 6417.1和GB/T 12467的规定。焊接后构件出现变形、凹面或损伤时，应进行机械矫正或补焊修复，修复后需重新检验。

### 5.2.3 镀锌防腐要求

改造温室设计使用寿命 $\leq$ 8年且处于干燥环境时，可允许采用电镀锌（冷镀锌）工艺。镀锌工艺需满足GB/T 9799 电镀锌层标准，禁止用于埋地或直接接触土壤；所有电镀锌构件必须涂覆封闭涂层，焊缝区域在电镀后额外喷涂锌铝涂层。

改造温室设计使用寿命 $>$ 8年或作为承重构件时，无条件使用热镀锌构件。构件镀锌前应彻底清除表面油污、涂层、焊渣及氧化皮，酸洗工艺按GB/T 13912执行。镀锌层应均匀完整，无漏镀、结瘤、裂纹等缺陷，镀锌层厚度 $\geq$ 85  $\mu\text{m}$ （承受主要荷载的立柱、拱架等关键

构件)或 $\geq 70 \mu\text{m}$ (一般构件)。质量符合GB/T13912第6.2条要求。镀后构件出现损伤或凹面时,应采用专用锌基修补剂修复,禁止焊接修补。

### 5.3 改建结构参数

西北地区改建温室北跨跨度根据地形而定,一般在6-8m,以能接收到部分太阳直射辐射为标准制定拱形。南跨的角度、跨度、脊高、后墙高度、墙体厚度参照表1。老旧温室原有墙体超过下表推荐值的基于现有墙体高度进行施工,不足推荐值的根据改建成本决定是否加高,低成本改造直接使用原有墙体改建。

表1 西北地区改建温室南跨结构建议参数

地里纬度	跨度 (m)	脊高 (m)	后墙高 (m)	后屋面水平投影宽度 (m)	前屋面角
42°~46°	8	4.0~4.7	3.0~3.5	1.4~1.7	32.0~35.0
	10	4.9~6.0	3.5~4.0	1.5~1.9	31.0~35.0
38°~42°	8	3.7~4.4	3.0~3.4	1.3~1.6	30.0~33.0
	10	4.6~5.6	3.5~4.0	1.4~1.8	29.0~33.0
35°~38°	8	3.7~4.4	3.0~3.5	1.2~1.5	29.0~33.0
	10	4.6~5.4	3.5~4.0	1.3~1.7	29.0~32.0
32°~35°	8	3.6~4.0	2.8~3.2	1.1~1.3	28.0~30.0
	10	4.4~4.9	3.5~4.0	1.2~1.5	27.0~29.0

## 6 改造施工技术

### 6.1 拆除作业

将现有温室拆除后墙及东西山墙三面墙以外的所有构件。拆除过程中应做好对保留墙体的保护,严禁碰撞。

### 6.2 共用墙体改造作业

#### 6.2.1 施工准备与土墙稳定评估

施工前对原有土墙的稳定性和裂缝发育程度进行全面勘察。根据勘察结果编制专项施工方案,并向所有施工人员进行详细的技术与安全交底。清理墙根杂物,设置安全警示区和观测点。在计划切削的区段,对原有墙体进行必要的临时支撑(如使用方木或脚手架顶撑),防止施工过程中发生意外。使用激光投线仪等设备,在室内地坪上精确放出切削后土墙的内轮廓线和新建砖墙的位置线。

#### 6.2.2 土墙分层切削与修整

第一步,测量放线与安全准备。使用激光投线仪等设备,按设计图纸(如倾角 $65^\circ$ )在墙体双面精确放出切削轮廓线。在计划切削的区段,对墙体上部进行必要的临时支撑(如使用脚手架顶撑);划定危险作业区,设置安全警示标志。第二步,分层切削与同步支护。采用“自上而下”的方式分层切削,每层高度不宜超过50cm。每完成一层切削,向室内方向退让一定宽度,形成一个安全的操作平台。对于切削后暴露的土墙立面,可在垂直方向紧密排列插入木板或槽钢作为背衬。横向使用方木或钢管一端顶紧背衬,另一端支撑在室内专门搭设的满堂红脚手架或可靠的临时支撑架上,形成可靠的临时支撑体系。在切削至接近墙脚时,暂留至少60cm厚的土体作为“防滑坎”,待新建承重墙基础施工时再同步挖除。第三步,断面修整与表面处理。切削至设计轮廓后,用铁锹等工具将墙面修整平整,清除松动土块。对

切削面进行喷水润湿（至面干饱和状态）。刮涂抗裂草泥层（黏土:石灰:稻草=5:1:1，厚度2cm），起到封闭和抗裂作用。草泥层干燥后，在斜面均匀喷涂硅烷防水剂（用量约0.5kg/m<sup>2</sup>）。在墙趾处设置砾石排水盲沟（深40cm×宽30cm），防止雨水浸泡墙基。第四步，安全监测与验收。全程单日切削进度不宜超过0.5m。风力大于4级时应停止作业。验收时几何尺寸（基底宽、顶宽、倾角等）符合设计要求，草泥层粘结牢固，无空鼓、开裂；防水剂成膜均匀，观测点24小时内位移量<3mm。

### 6.2.3 削土回填

剔除杂质的切削土过筛（孔径≤20mm）后，将过筛土与腐熟粪肥按大致7:3的体积比混合，可酌情添加少量稻壳或河沙以改善结构。分层回填至室内地坪高度，每层虚铺厚度≤30cm，用小型机具或人工夯实。回填完成后，可统一采用日光消毒法（覆膜暴晒）或喷洒生物菌剂进行土壤处理。末层混入蚯蚓种苗（500条/m<sup>2</sup>）培育团粒结构，表层20cm铺设种植层。

### 6.2.4 新建承重墙

由于土墙切削后承重能力下降，因此在土墙南北两侧新建承重墙连接拱架，先建造南侧沉重墙，在建造北侧承重墙。第一步，按设计图纸标出后墙基础的位置和尺寸，开挖至当地冻深以下，宽度不小于600mm。清理槽底，验槽后原土夯实（压实系数≥0.95）；采用M5水泥砂浆砌筑MU15混凝土实心砌块，形成基础。也可支模浇筑C25钢筋混凝土基础。第二步，采用MU10及以上混凝土实心砌块，提前1-2天浇水湿润；按照设计墙体坡度，采用M5混合砂浆砌筑，灰缝饱满，上下错缝，其施工质量应符合GB 50203的要求。第三步，在墙顶支模，绑扎至少4根Φ10的纵向钢筋和Φ6@200mm的箍筋；将预埋钢板（150×150×10mm，Q235B）与至少4根Φ12锚栓焊接牢固，精确固定在模板内；浇筑C20细石混凝土，振捣密实，顶面抹平收光。第四步，复合墙体间隙处理与养护。新建砖墙与切削土墙之间的自然间隙，待砖墙结构稳定后，建议采用发泡胶从墙顶向下进行填充，以有效阻断冷桥。砌体及压顶梁施工完成后，需覆盖洒水养护不少于7天。

### 6.2.5 墙体保温作业

第一步，铺设保温芯材。将干燥的、无大面积破损变形的旧保温被、阻燃型泡沫板覆盖于土墙外侧，确保覆盖密实。第二步，外层防护。在保温材料外侧覆盖完整的全新塑料薄膜（PE膜）作为防水层。第三步，加压固定。用竹竿或木杆横向压紧薄膜，并用铁丝或绳索将其上下端与墙顶和墙脚锚桩牢固连接。

## 6.3 基础作业

### 6.3.1 南北屋面基础

第一步，平整好地块，基坑开挖与地基处理。按设计图纸进行测量放线，标出基础位置；开挖深度≥当地冻土层深度，宽度不小于500mm；清理槽底虚土，检查槽底土质，如遇软弱土层，应超挖200-300mm，换填碎石并夯实；槽底原土夯实（压实系数≥0.95）。第二步，浇筑混凝土垫层。在夯实的地基上浇筑100mm厚C20素混凝土垫层，垫层表面应平整，为后续地梁施工提供坚实、平整的工作面。第三步，地梁钢筋绑扎与支模。在垫层上绑扎地梁的钢筋骨架。地梁应配置至少4根Φ12或Φ14的纵向主筋（具体按设计），箍筋为Φ6@200mm；同时，将预埋钢板（200×200×10mm，Q235B）及其焊接的4根M20锚栓（锚深≥锚栓直径×15且全部埋入混凝土内部）精确就位，与钢筋骨架可靠固定（点焊或绑扎），确保在浇筑混凝土时不会移位。锚栓外露长度需满足后期螺母安装要求；支设地梁侧

模板，模板应牢固，确保浇筑时不涨模。第四步，浇筑地梁混凝土。浇筑C25混凝土，采用插入式振捣棒充分振捣，排除气泡，保证混凝土密实，浇筑后表面抹平收光。第五步，混凝土养护。浇筑完毕后应及时覆盖塑料薄膜或草帘进行保湿养护；养护时间不少于7天，待混凝土强度达到设计值的75%以上后方可进行下一步回填作业。第六步，基坑回填。拆除侧模，在基础两侧对称、分层回填土，每层虚铺厚度不大于300mm；采用小型打夯机或人工夯实，确保每层压实系数不低于0.94，回填至设计标高。

### 6.3.2 立柱基础

针对风雪荷载较大的地区，大跨度改造日光温室的内部需要铺设立柱，需要建造独立基础。第一步，平整好地块，基坑开挖与地基处理。根据温室平面规划图，精确测放出每一个立柱基础的中心位置，并打好定位桩；以中心点为准，机械或人工开挖800mm×800mm的方形基坑，开挖深度应在当地最大冻土层深度以下至少200mm，若当地冻深数据未知，则开挖深度不应小于1000mm；清理坑底虚土并整平，坑底铺设150mm厚的级配碎石（粒径5-20mm），用平板夯夯实，压实系数 $\geq 0.95$ 。第二步，第一阶基础施工（钢筋混凝土）。在垫层上绑扎第一阶基础的钢筋网（500mm×500mm×200mm），双层双向 $\Phi 10$ 的HRB400螺纹钢，间距150mm。使用混凝土垫块确保钢筋保护层厚度不小于40mm；支设第一阶模板，浇筑C25混凝土。采用插入式振捣棒充分振捣密实。第三步，第二阶基础施工（钢筋混凝土）及预埋件安装。在第一阶混凝土顶面上，支设第二阶基础模板（长宽300mm×300mm，高度根据设计图纸来定）；绑扎第二阶钢筋网（规格同第一阶）；将150×150×12mm的预埋钢板（Q235B）与4根M20锚栓（锚深 $\geq$ 锚栓直径 $\times 15$ 且全部埋入混凝土内部）焊接牢固。使用定位模具或辅助钢筋，将预埋件精确固定在第二阶模板的上方中心位置，确保锚栓垂直、钢板水平，且顶面标高与设计一致；浇筑C25混凝土，充分振捣，顶面抹平收光。第四步，混凝土养护。浇筑完毕后应及时覆盖塑料薄膜或草帘进行保湿养护；养护时间不少于7天，待混凝土强度达到设计值的75%以上后方可进行下一步回填作业。第五步，基坑回填。拆除侧模，在基础两侧对称、分层回填土，每层虚铺厚度不大于300mm；采用小型打夯机或人工夯实，确保每层压实系数不低于0.94，回填至设计标高。

### 6.4 钢架主体结构改造作业

拱架可采用椭圆管，南跨采用椭圆管规格 $\geq 80\text{mm} \times 30\text{mm} \times 2.0\text{mm}$ ，北跨采用镀锌圆管规格 $\geq 75\text{mm} \times 30\text{mm} \times 2.0\text{mm}$ ，拱架间距宜为1.0m（可根据当地荷载在0.9m至1.2m范围内调整），南跨拱架距离南屋面底脚0.5m处的室内净高宜为1.5~1.8m，南北跨横拉杆规格 $\geq \text{DN}20 \times 2.8\text{mm}$ ，斜撑规格 $\geq \text{DN}40 \times 3.2\text{mm}$ 。若南跨温室跨度为10m，且在风雪荷载较大地区，需视情况增加立柱和横梁，立柱间距 $\leq 6\text{m}$ ，立柱和横梁规格不低于100mm×50mm×4.0mm。镀锌要求参照本标准的5.2.3。

### 6.5 屋面覆盖改造作业

南跨后屋面应采用轻质、防火阻燃、保温性能好的材料，如聚苯板、聚氨酯泡沫板等。后坡与墙体交接处填充发泡胶，阻断冷桥，且应做好防水、防潮处理。屋面覆盖材料应选用透光率高、抗老化、防流滴的塑料薄膜（长寿无滴膜或PO膜）。塑料薄膜厚度应不小于0.12mm，使用寿命 $> 5$ 年，透光率 $\geq 90\%$ ，雾度 $\leq 25\%$ ，安装按NY/T 1966执行。南跨覆盖的保温被要求防水防老化，室外-15℃环境下，传热系数 $\leq 1.8\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ，透湿率 $\leq 5.0\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ ，纵向抗拉强度 $\geq 400\text{N}/5\text{cm}$ 。所有覆盖材料的安装要确保密闭性和防水性。北跨为接收太阳直射辐射，不覆盖外保温材料，若需要保温可采用内保温系统。

### 6.6 通风及防虫系统

在温室南侧的肩部以下和屋面顶部各设1道1.5m宽通风口。通风口处均设置70目防虫网，并配有浸塑网片，防止积水。通风口处棚膜须重叠15-20cm，通风时拉开，不通风时拉合。通风口拉开与拉合通过卷膜器卷起与卷下实现。卷膜器根据保温被卷放方式和温室长度确定是否分区。

## 6.7 卷帘机

可根据改造温室的长度和保温被重量选择卷被机，长度 $\geq 80\text{m}$ 需分区用两台，卷帘机可采用中置式电动转轴卷帘机和侧置式电动转轴卷帘机，北跨建议选择侧置式电动转轴卷帘机。

## 6.8 电气系统

温室内电缆强电采用SC20热镀锌钢管、弱电采用 $\text{O}25\text{mm}$ 重型阻燃PVC管，分设敷设且平行间距 $\geq 300\text{mm}$ ；电缆全程穿管无中间接头，确需接续时应在IP54防爆接线盒内压接并灌胶密封；配电箱装于耳房（防护 $\geq \text{IP}55$ ），接地电阻 $\leq 4\ \Omega$ ，总进线设300mA延时漏保，插座回路设30mA/0.1s瞬动漏保；灌溉区插座防护 $\geq \text{IP}68$ ，非灌溉区 $\geq \text{IP}44$ 。

## 7 验收要求

### 7.1 验收条件

改造工程完工后，施工单位需完成自检并提交竣工图纸（含设计变更签章），材料复验报告（钢材力学性能、薄膜透光率、保温被K值等），隐蔽工程记录（基础埋深、焊缝探伤、防锈处理等影像资料）等施工资料。

### 7.2 验收内容

#### 7.2.1 结构

检查温室墙体高度、厚度、骨架垂直度偏差、拱架间距误差、预埋件位置偏差、拱形角度尺寸等参数。

#### 7.2.2 保温蓄热性能

测试改造后温室是否满足设计性能。

#### 7.2.3 资料

资料验收：检查施工资料是否完整、准确，是否符合相关规定。

### 7.3 验收方法

温室验收程序、验收组织、验收项目、验收文件、工程质量保修与培训应符合NY/T 1420的规定。温室混凝土基础施工质量验收应按照NY/T 1145的规定执行。温室钢结构施工安装质量验收应按照NY/T 2134的规定执行。塑料薄膜安装质量验收应按照NY/T 1966的规定执行。温室电气工程施工质量验收应符合GB 50054、GB 50303的规定。

附录 A  
(资料性)  
温室剖面示意图

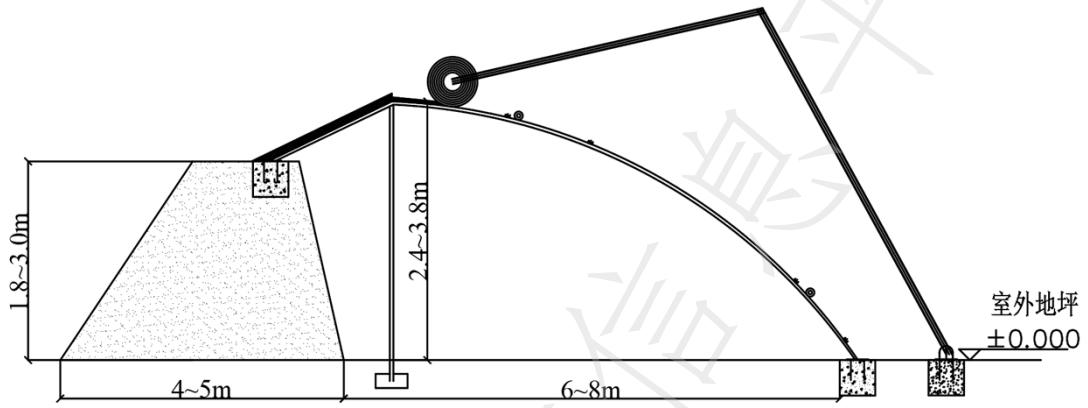


图 A.1 老旧厚土墙日光温室剖面示意图

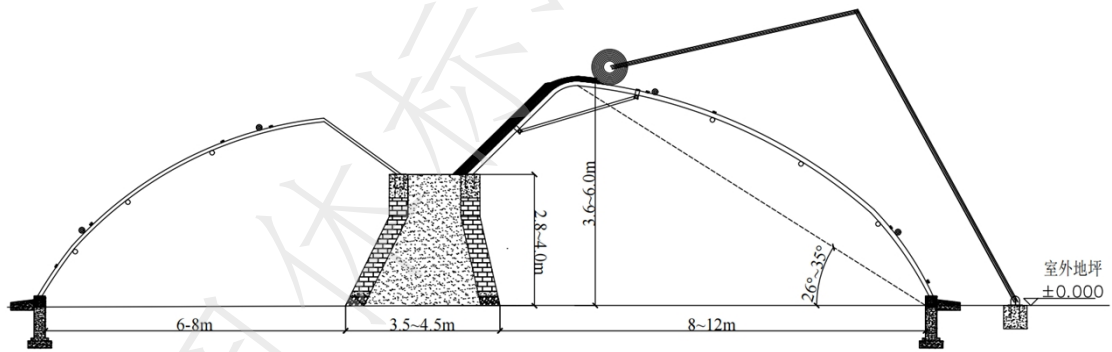


图 A.2 老旧厚土墙日光温室双连跨改造剖面示意图