

T / NAIA

团体标准

T/NAIA ××—2025

老旧下挖式无后坡厚土墙日光温室改造技术规范

Technical specification for Renovation of Old Sunken Non-Rear-Slope
Thick-Earthen-Wall Solar Greenhouses

××××-××-××发布

××××-××-××实施

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。

本文件主要起草人：张雪艳、肖金鑫、王晓卓、韦峰、范威、宋佳伟、李敏、索飞宇、滑玲仪、石元敏、熊依伶、杨睿骐、马福平、刘雅舒

老旧下挖式无后坡厚土墙日光温室改造技术规程

1 范围

本文件规定了老旧下挖式无后坡厚土墙日光温室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、改造施工技术及质量验收方法。

本文件适用于宁夏回族自治区及类似生态区改建老旧下挖式无后坡厚土墙日光温室，技术条件相同时也可执行本标准。。

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/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
- GB 50018 冷弯薄壁型钢结构技术规范
- GB 50661 钢结构焊接规范
- 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 1563 温室工程技术规范
- NY/T 2134 日光温室主体结构施工与安装验收规程
- NY/T 3024 日光温室建设标准
- 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

跨度 span

后墙内侧至前屋面地脚线间的水平距离。

3.11

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《建筑施工安全检查标准》（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《金属熔化焊接头缺欠分类及说明》（GB/T 6417.1）和《焊接质量要求 金属材料的熔化焊》（GB/T 12469）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≤10年，可允许采用电镀锌（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>10年，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《金属覆盖层 钢铁制件热浸镀锌层技术要求》（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≥85 μm（承受主要荷载的立柱、拱架等关键构件）或≥70 μm（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

西北地区改建温室的角度、跨度、脊高、后墙高度、墙体厚度参照下表。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	3.8~4.5	1.5~1.9	31.0~35.0
	12	5.8~6.9	4.0~5.0	1.7~2.1	30.0~34.0
38°~42°	8	3.7~4.4	3.0~3.4	1.3~1.6	30.0~33.0
	10	4.6~5.6	3.8~4.5	1.4~1.8	29.0~33.0
	12	5.4~6.8	4.0~4.6	1.6~2.0	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	3.8~4.3	1.3~1.7	29.0~32.0
	12	5.4~6.3	4.0~4.7	1.5~1.9	28.0~31.0
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
12	5.0 ~ 5.6	3.8 ~ 4.4	1.4 ~ 1.7	26.0 ~ 28.0

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。

6.2 墙体改造作业

6.2.1 墙体切削

原有墙体过厚，并且表面存在剥落和裂缝等问题时，需进行切削工作，切削后墙体厚度需满足保温蓄热性能。施工首先按北面设计 $58^{\circ}\pm 4^{\circ}$ 倾角，南面设计 $65^{\circ}\pm 4^{\circ}$ 倾角（基底宽 $3\text{m}\pm 10\text{cm}$ ，顶宽 $0.9\text{m}\pm 5\text{cm}$ ），激光投线仪双面放线后划分6~8级阶梯（每级阶梯高 $\leq 40\text{cm}$ 、平台宽 80cm ）；自上而下分层切削，每级切深 50cm 后退 80cm 形成操作平台，基底暂留 1m 防倾覆，同步用机械限位挡板+探针校准厚度（基底宽误差 $\leq \pm 5\text{cm}$ ），每级阶梯转折点下方 30cm 预埋 50kg 坠石（间距 2m ）并通过 $\Phi 8\text{mm}$ 钢丝绳以 45° 斜拉至上级平台锚桩（张紧力 $\geq 300\text{N}$ ）；切削面凿平至凹凸差 $\leq 10\text{mm}$ ，喷水润湿后刮涂抗裂草泥层（黏土:石灰:稻草=5:1:1，厚 2cm ），斜面喷涂硅烷防水剂（南面 $0.5\text{kg}/\text{m}^2$ ，北面 $0.5\text{kg}/\text{m}^2$ ），墙趾设砾石排水盲沟（深 $40\text{cm}\times$ 宽 30cm ）；全程单日切削 $\leq 0.5\text{m}$ ，风力 > 4 级停工，验收标准为基底宽 $3\text{m}\pm 10\text{cm}$ /顶宽 $0.9\text{m}\pm 5\text{cm}$ 、阶梯平整度 $\leq 10\text{mm}/2\text{m}$ 、淋水 1h 无渗漏、全站仪位移 $< 2\text{mm}/24\text{h}$ 。

6.2.2 削土回填

剔除杂质的切削土过筛（孔径 $\leq 20\text{mm}$ ）后，按切削土:腐熟粪肥:稻壳:河沙=7:2:1:1混合，添加5%生物炭调节pH至6.5-7.5；分3层回填室内，每层虚铺 $30\sim 40\text{cm}$ 后旋耕深翻 $20\sim 30\text{cm}$ ，然后洒水至含水率25%并覆膜闷堆7天（ 60°C 发酵灭菌），重复数次至室外地坪高度；末层混入蚯蚓种苗（ $500\text{条}/\text{m}^2$ ）培育团粒结构，表层 20cm 铺设种植层（切削土:椰糠:蚓粪=5:3:2，压实密度 $\leq 1.3\text{g}/\text{cm}^3$ ）。

6.2.3 墙体保温作业

在土墙外侧铺设老旧温室拆除下来的塑料薄膜和保温被等保温材料，铺设厚度应在 $5\sim 10\text{cm}$ 。在保温材料外侧再覆盖一层防水透气膜，防止雨水渗入保温材料，影响保温效果。

6.3 基础作业

6.3.1 前屋面基础

第一步，平整好地块，按规划要求划线、开槽、挖坑，开挖深度 $\geq$ 当地冻土层深度，宽度 500mm ，槽底原土夯实（压实系数 ≥ 0.95 ）；第二步，浇筑 80mm 厚C15混凝土垫层；第三步，支模浇筑 $300\times 300\text{mm}$ C20素混凝土梁；第四步，顶部预埋 $200\times 200\times 10\text{mm}$ 钢板（Q235B），焊接4根M20锚栓（锚深 $\geq 400\text{mm}$ ）；回填土分层夯实（每层 $\leq 300\text{mm}$ ）。

6.3.2 后墙基础

施工时在凿毛地坪上铺 30mm 粗砂找平，干砌 200mm 厚毛石基层（缝填碎石），表面浇筑 80mm 厚C15素混凝土垫层精准控制坡度；按照墙体坡度采用浸水处理的MU10回收砖（缺

陷率 $<15\%$) 搭配M5混合砂浆砌筑, 符合GB 50003要求; 顶部砌筑反斜面压顶, 预埋L型 $\Phi 12$ 螺杆, 用螺栓紧固10mm厚钢板 ($150\times 150\text{mm}$) 作为拱架支座; 砌体覆麻袋保湿养护7天 (每日喷水2次)。

6.3.3 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, 开挖 $800\times 800\text{mm}\times$ 坑底至冻深线下200mm (冻深未知时按800mm深) 的基坑, 坑底铺150mm厚级配碎石 (粒径5-20mm), 压实系数 ≥ 0.93 ; 第二步, 支模浇筑 $500\times 500\times 500\text{mm}$ C25素混凝土块; 第三步, 顶部预埋 $300\times 300\times 12\text{mm}$ 钢板 (Q235B), 焊接4根M20锚栓 (锚深 $\geq 400\text{mm}$), 第四步, 回填土分层夯实 (每层 $\leq 300\text{mm}$)。

6.4 钢架主体结构改造作业

拱架可采用椭圆管。椭圆管规格 $\geq 80\text{mm}\times 30\text{mm}\times 2.0\text{mm}$, , 拱架间距 $\leq 1.2\text{m}$, 横拉杆规格 $\geq \text{DN}20\times 2.8\text{mm}$, 斜撑规格 $\geq \text{DN}40\times 3.2\text{mm}$; 若改造后温室跨度 $\geq 10\text{m}$, 需增加立柱和横梁, 立柱间距 $\leq 6\text{m}$, 独立柱和横梁规格不低于 $100\text{mm}\times 50\text{mm}\times 4.0\text{mm}$ 。镀锌要求参照本标准的5.2.3。

6.5 屋面覆盖改造作业

后屋面应采用轻质、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。前屋面覆盖材料应选用透光率高、抗老化、防滴膜的塑料薄膜 (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 $\geq 91\%$, 雾度 $\leq 20\%$, 安装按 NY/T 1966 执行。。覆盖的保温被要求防水防老化, 室外 -15°C 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。

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32目防虫网。通风口处棚膜须重叠 $15\text{-}20\text{cm}$, 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被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 $\geq 70\text{m}$ 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。

6.8 电气系统

温室内电缆强电采用 $\text{DN}20\times 2.5\text{mm}$ 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 $\geq 300\text{mm}$; 电缆全程穿管无中直接头, 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。

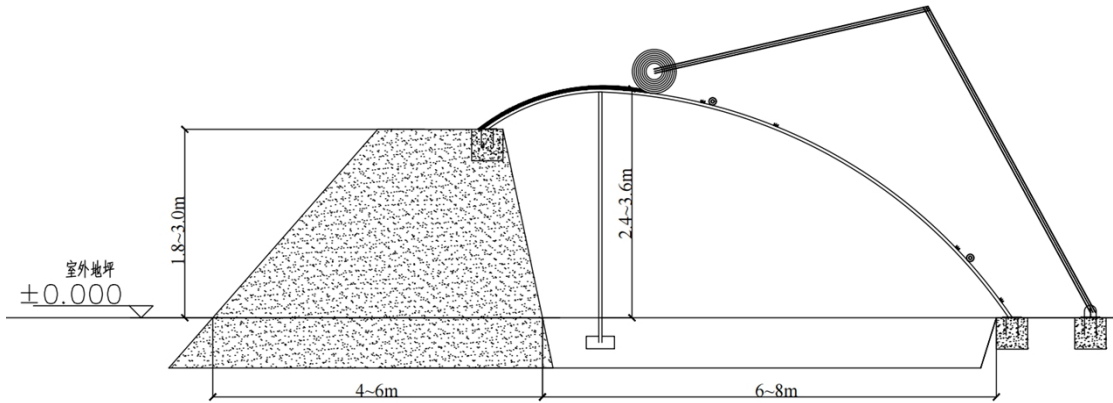
7.3 验收方法

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。

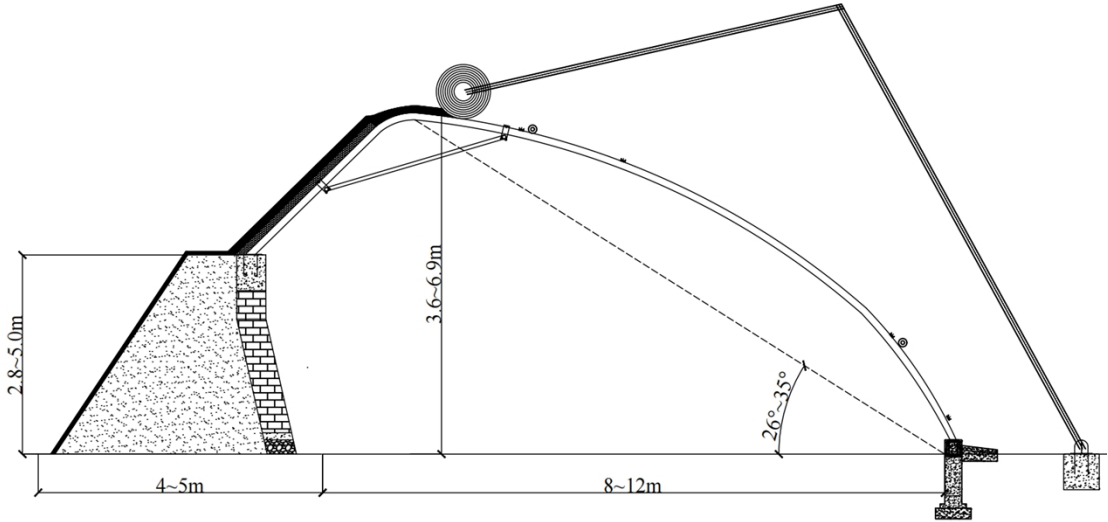
附录 A

(资料性)

老旧下挖式无后坡厚土墙日光温室剖面示意图



老旧下挖式无后坡厚土墙日光温室无立柱改造剖面示意图



大荷载地区老旧下挖式无后坡厚土墙日光温室改造剖面示意图

