

中国质量检验协会文件

中检办发〔2026〕40号

中国质量检验协会关于《相变储能墙体日光温室建设规范》团体标准征求意见的通知

各有关单位和相关专家：

中国质量检验协会（以下简称本协会）批准立项的《相变储能墙体日光温室建设规范》团体标准经过有关专家和参编单位讨论和修改，据此形成上述团体标准征求意见稿。

按照《中国质量检验协会团体标准管理办法》的相关规定和要求，本协会现对上述团体标准公开征求意见，请各有关单位和相关专家对上述团体标准制定的修改意见和建议于2026年3月12日前反馈至本协会；如逾期未作反馈，则视为无意见和建议。

谨此感谢有关专家和参编单位与社会各界对本协会团体标准制修订工作的大力支持！

本团体标准编制工作组 联系人：于向前

手机：13901282218

邮箱：sunyy@otuni.com

中国质量检验协会碳中和绿色发展专业委员会 联系人：蔺枫

电话：010-59196500 手机：13601123186

邮箱：zwh@chinatt315.org.cn

附件：1.《相变储能墙体日光温室建设规范》(征求意见稿)

2.团体标准征求意见表



附件 1

ICS
CCS

团 体 标 准

T/CAQI XXX—20XX

相变储能墙体日光温室建设规范

Technical code for construction of solar greenhouses with phase-change energy storage walls

(征求意见稿)

20XX-XX-XX 发布

20XX-XX-XX 实施

中国质量检验协会 发布

— 3 —

目 次

前 言	7
1 范围	8
2 规范性引用文件	8
3 术语和定义	9
4 选址	9
4.1 交通与资源	9
4.2 环境条件	9
4.3 地质与防灾	9
5 主体设计	9
5.1 一般规定	9
5.2 建筑参数	9
5.3 屋面角与方位	9
6 基础设计与施工	10
6.1 一般规定	10
6.2 地基处理	10
6.3 设计荷载与抗震	10
6.4 基础构造与材料	10
6.5 结构连接	11
6.6 施工与验收	11
7 骨架结构设计与施工	11
7.1 材料要求	11
7.2 结构构件设计	11
7.3 连接节点设计	11
7.4 防腐处理	11
7.5 安装与验收	12
8 墙体设计与施工	12
8.1 墙体结构	12
8.2 墙体及毗连结构密封	13
8.3 山墙出入口	13
8.4 相变材料参数	13
9 覆盖材料	13

9.1 一般规定	14
9.2 前屋面透光覆盖材料	14
9.3 后屋面及山墙覆盖材料	14
10 通风系统	15
10.1 一般规定	15
10.2 自然通风	15
10.3 防虫网	15
10.4 机械通风	15
11 保温系统	15
11.1 一般规定	15
11.2 活动保温被	15
11.3 卷帘机系统	16
11.4 辅助加热系统	16
12 供电及控制系统	16
12.1 一般规定	16
12.2 供配电设计	17
12.3 线路敷设	17
12.4 接地与防雷	17
12.5 施工与验收	18
13 灌溉系统	18
13.1 一般规定	18
13.2 水源与水质处理	18
13.3 首部枢纽	18
13.4 管网系统与灌水器	19
13.5 施工与验收	19
14 排水系统	19
14.1 材料要求	19
14.2 施工要求	19
14.3 检查与验收	20
15 其他辅助构件	20
15.1 一般规定	20
15.2 围护覆盖固定系统	20
15.3 保温被辅助固定系统	20

15.4 内部生产作业系统	21
15.5 材料与安装验收	21
16 智能化系统	21
16.1 一般规定	21
16.2 传感系统接口预留	21
16.3 控制系统接口预留	22
16.4 数据通信与视频监控接口预留	23
16.5 中央控制室预留	23
16.6 系统功能要求	23

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。

本文件由大庆市智新惠丰农业科技有限公司提出。

本文件由中国质量检验协会归口。

本文件起草单位：大庆市智新惠丰农业科技有限公司、黑龙江省农业科学院园艺分院、中电信数智科技有限公司、青土（北京）农业科技有限公司、中和碳（北京）有限公司、北京玉山锦绣规划设计咨询有限公司。

本文件主要起草人：于向前、张涛、王旭光、张橙、冯一新、许春梅、张国营、孙茂龙 康愉旋、汤丹阳、王雪蓉。

相变储能墙体日光温室建设规范

1 范围

本标准规定了相变储能墙体日光温室建造的选址、设计、施工及配套工程的技术要求。

本标准适用于新建相变储能墙体日光温室以及既有日光温室相变储能改扩建，为相变储能墙体日光温室的建设提供方法。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 4455 农业用聚乙烯吹塑棚膜
- GB/T 5486 无机硬质绝热制品试验方法
- GB 5084 农田灌溉水质标准
- GB 6566 建筑材料放射性核素限量
- GB 8624 建筑材料及制品燃烧性能分级
- GB/T 10294 绝热材料稳态热阻及有关特性的测定 防护热板法
- GB/T 10296 绝热层稳态传热性质的测定 圆管法
- GB/T 11969 蒸压加气混凝土性能试验方法
- 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 18582 建筑用墙面涂料中有害物质限量
- GB 50011 建筑抗震设计规范
- GB 50054 低压配电设计规范
- GB 50057 建筑物防雷设计规范
- GB 50204 混凝土结构工程施工质量验收规范
- GB/T 50288 灌溉与排水工程设计标准
- GB 50311 综合布线系统工程设计规范
- GB/T 50312 综合布线系统工程验收规范
- GB/T 50485 微灌工程技术标准
- GB 50661 钢结构焊接规范
- GB 51348 民用建筑电气设计标准
- GB/T 51183 农业温室结构荷载规范
- JC/T 2111 建筑材料相变调温性能测试方法
- JC/T 2339 相变储能材料性能测试方法
- JGJ 144 外墙外保温工程技术规程
- NY/T 2205 大棚卷帘机质量评价技术规范
- NY/T 3024 日光温室建设标准

3 术语和定义

NY/T 3024 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

相变储能材料 phase change material

在特定温度范围内，通过物理状态变化（如固-液、液-气、固-固相变）吸收或释放大潜热，从而实现热能储存和释放的功能性材料。

3.2

相变储能墙体 phase change thermal storage wall

由外层防护层、外墙保温层、相变储能层和内墙导热层等构成，并能进行蓄热和放热的复合墙体。

4 选址

4.1 交通与资源

场址宜选择在交通便利、能满足生产需要的水源和电源的地区。场址距离等级公路不宜超过2km，供电和供水能力应满足温室最大设计负荷的需求。

4.2 环境条件

场址应选在光照充足、地势平坦、排灌方便的区域。场址应保证在冬季的日照百分率宜大于50%。场址应位于当地常年主导风向的上风向，且与主要工业污染源、粉尘源的距离不应小于500m。

4.3 地质与防灾

日光温室建设场址选择应符合 NY/T 3024 的规定。地下水位深度不宜小于2.0m，且场地无洪涝、滑坡、泥石流等自然灾害风险。应避开强风口、冰雹多发及强雷区。

5 主体设计

5.1 一般规定

温室主体结构设计使用年限应不低于 18 年。

5.2 建筑参数

5.2.1 温室总长宜为 60m~100m。应根据地块形状和生产规模适当调整。

5.2.2 温室跨度宜为 10m~12m。

5.2.3 温室脊高宜为 6.8m~7.2m。

5.2.4 后墙高度宜为 3.6m~3.8m。

5.2.5 室内有效净高应高于 2.2m。

5.2.6 后墙厚度宜为 300mm~500mm，山墙厚度宜为 300mm~500mm。墙体厚度应根据本标准第 6 章的墙体结构设计、当地冬季最低气温及墙体材料的保温蓄热性能综合确定。

5.3 屋面角与方位

5.3.1 前屋面角应符合 NY/T 3024 的规定。

5.3.2 后屋面角 β 宜按式(1)计算。

$$\beta = H_0 + 15^\circ \dots\dots\dots (1)$$

式中:

β ——后屋面角($^\circ$);

H_0 ——当地冬至日正午太阳高度角($^\circ$)。

5.3.3 日光温室宜采用东西延长、南向采光的朝向。方位角宜为南偏西 $5^\circ \sim 10^\circ$ 。高纬度或冬季多晴朗无风天气的地区,可采用正南方位。偏角绝对值不应大于 10° 。

5.3.4 场区内有多栋温室平行排列时,最小间距L可按式(2)进行计算。

$$L \geq H / \tan(h) \dots\dots\dots (2)$$

式中:

L——前后两栋温室的水平距离(m);

H——前排温室的屋脊高度(m);

h——当地冬至日正午太阳高度角($^\circ$)。

6 基础设计与施工

6.1 一般规定

6.1.1 基础施工必须确保温室结构的稳定性和安全性,能够承受设计图纸规定的全部荷载。

6.1.2 基础材料的选择和施工工艺应符合 GB 50204 的相关规定。

6.2 地基处理

6.2.1 基础施工前,应对场地进行清理、平整和压实,应符合 GB/T 51183 的规定。

6.2.2 地基承载力特征值应不小于 100kPa。

6.2.3 基础施工时,应避免基槽长时间暴露和被水浸泡。若发生超挖,应采用级配砂石或低标号混凝土回填至设计标高。

6.3 设计荷载与抗震

6.3.1 基础设计荷载的计算应执行 GB/T 51183 的规定,应包括以下荷载:

a)恒荷载:包括基础自重、墙体自重、骨架自重、覆盖材料及保温系统自重等;

b)活荷载:包括检修人员及设备荷载、作物吊挂荷载、室内设备荷载等;

c)雪荷载:应按 50 年一遇的雪压标准值进行计算;

d)风荷载:应按 50 年一遇的基本风压标准值进行计算,并考虑温室体型系数。

6.3.2 抗震设计应符合 GB/T 50011 的要求,基础埋深及配筋满足抗震构造措施。

6.4 基础构造与材料

6.4.1 后墙及山墙基础宜采用钢筋混凝土条形基础,宽基础宽度应比墙体厚度每边宽出应不小于 100mm。基础埋置深度必须超过当地最大冻土层厚度 500mm 以上。其施工质量验收应符合 GB 50204 的规定。

6.4.2 前屋面基础可根据骨架形式选用钢筋混凝土条形基础或独立基础。采用独立基础时,应沿温室长度方向设置基础联系梁。

6.4.3 基础所用混凝土强度等级应高于 C25,其中后墙基础混凝土强度等级应高于 C30。钢筋应采用 HRB400 级或以上,其规格、数量、间距应通过结构计算确定。钢筋的混凝土保护层厚度应高于 40mm。

6.4.4 基础顶面应预埋用于连接墙体或骨架的连接件,如预埋钢板、地脚螺栓或方钢立柱。预埋钢板厚

度不应小于 10mm。

6.4.5 在寒冷地区，必须采取抗冻融措施。应在基础外侧连续铺设厚度大于 50mm 的 B1 挤塑聚苯板作为保温层，深度达到最大冻土层位置。混凝土中宜掺加引气剂或抗冻剂。

6.5 结构连接

6.5.1 后墙及山墙条形基础顶面应预埋墙体立柱连接件，方钢立柱与基础宜通过焊接或螺栓固定，确保墙体与基础连接稳固。

6.5.2 前屋面骨架通过预埋件与基础焊接，焊缝厚度应大于构件壁厚的 1.5 倍，焊接处应做防腐处理。

6.6 施工与验收

6.6.1 基础施工前应对场地进行平整和夯实，确保地基承载力符合 GB/T 51183 的要求。

6.6.2 钢筋的绑扎、模板的支护及混凝土的浇筑、养护等，均应严格按照 GB 50204 混凝土结构工程施工质量验收规范执行。

6.6.3 施工缝应留设在剪力较小且便于施工的位置，并按规范要求进行处理。

6.6.4 基础工程完工后，应进行专项验收。验收内容应包括资料核查、尺寸偏差检查和外观质量检查。

7 骨架结构设计施工

7.1 材料要求

7.1.1 温室设计荷载应符合 GB/T 51183 的要求。

7.1.2 温室主体骨架宜采用热镀锌钢材。主要承力构件如拱杆，宜采用 80mm×30mm 或以上规格的镀锌椭圆管，壁厚不应小于 2.0mm。檩条、斜撑等可采用相应规格的圆管或方管。

7.1.3 钢材牌号不应低于 Q235。热镀锌层质量应符合 GB/T 13912 的规定，锌层平均厚度不应小于 70 μ m。

7.1.4 所有钢材进场时须提供材质证明书和产品合格证。

7.2 结构构件设计

7.2.1 骨架主体应由拱杆、纵向拉杆、斜撑、抗风柱等组成。

7.2.2 拱杆是前屋面的主要承力构件，其间距宜为 0.8m~1.2m。间距应根据当地最大雪荷载和风荷载通过计算确定。

7.2.3 应在温室关键节点设置足够的纵向和横向支撑。

7.2.4 骨架设计应为通风、卷帘、灌溉等附属设备的安装提供可靠的连接点。

7.3 连接节点设计

7.3.1 构件之间的连接节点宜优先采用螺栓连接或专用连接件，关键受力节点应采用高强度螺栓。

7.3.2 若采用焊接连接，焊条或焊丝应与主体钢材相匹配。所有结构焊缝质量等级不应低于三级，主要受力焊缝应为二级。焊缝高度应满足规范要求。

7.3.3 焊接完成后，清除焊渣和飞溅物，并对焊缝及热影响区进行防腐处理。

7.4 防腐处理

7.4.1 所有钢构件和连接件均需进行严格的防腐处理。

7.4.2 埋入地下或与土壤接触的部分，以及地上 200mm 高度范围内的钢构件，表面处理后应涂刷两遍沥青防腐漆或性能更优的防腐涂料。

7.4.3 其他暴露在空气中的非镀锌部分，应进行除锈并涂刷防锈底漆和耐候面漆。

7.5 安装与验收

7.5.1 温室安装要求应符合 GB 50661 的执行规定。

7.5.2 骨架安装应按照设计图纸和施工方案进行。

7.5.3 安装过程中应随时进行测量校正，确保骨架的各项尺寸偏差符合要求。

7.5.4 骨架安装完成后，应由建设单位、监理单位和施工单位共同组织验收。验收内容应包括资料核查、尺寸偏差实测、连接节点检查、防腐处理检查等。

8 墙体设计与施工

8.1 墙体结构

8.1.1 结构层次

后墙及山墙应采用含相变材料的内外异质复合蓄能墙体。墙体结构层次由外至内应依次为：外层防护层、外墙保温层、相变储能层、内墙导热层。

8.1.2 外层防护层

宜采用聚合物水泥防水砂浆或外墙柔性防水腻子找平，再涂刷外墙防水涂料。涂料应具有良好的耐紫外线老化性能、耐冻融性能和抗碱性。颜色宜选用浅色。施工应符合 JGJ 144 的要求。

8.1.3 外墙保温层

8.1.3.1 保温层应采用高效、耐久、防火性能良好的保温材料，符合 JGJ 144 的要求。

8.1.3.2 外墙保温层应采用高效、耐久、防火性能良好的保温材料，保温材料核心性能指标应满足：

a) 导热系数(25℃)： $\leq 0.030\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ；

b) 表观密度：28~35 kg/m^3 ；

c) 压缩强度： $\geq 200\text{kPa}$ ；

d) 尺寸稳定性： $\leq 1.5\%$ ；

e) 燃烧性能：不应低于B1级。

8.1.3.3 保温层厚度应通过热工计算确定，一般宜为 100mm~200mm。

8.1.3.4 保温板应采用粘锚结合的方式固定在墙体基面上，施工及验收应符合 JGJ 144 外墙外保温工程技术规程的相关规定。

8.1.4 相变储能层

8.1.4.1 应采用模块化组装的含相变储能材料的轻质混凝土预制板。

8.1.4.2 预制板的安装应采用干式作业法，板与板之间连接应确保气密性和整体性。

8.1.4.3 板内相变材料应采用定型化封装技术。

8.1.5 内墙导热层

8.1.5.1 墙体内表面应涂抹一层导热涂料或导热砂浆。

8.1.5.2 导热材料应具有较高的导热系数和良好的附着力。且不含有害挥发物，符合 GB 18582 的要求。内墙面最终饰面颜色宜选择深色。

8.2 墙体及毗连结构密封

8.2.1 一般规定

墙体与后坡挑板、后墙及山墙与基础之间的连接部位应设置连续、可靠的气密性构造，防止冷风渗透、雨水渗入及热量散失。所有密封材料应具有良好的耐候性、耐老化性和一定的弹性，以适应温度变化引起的结构变形。

8.2.2 墙体与后坡挑板连接处的密封

墙体与后坡挑板的交接处应设置防水密封层，宜采用耐候密封胶、防水卷材或金属泛水板进行密封处理。密封构造应连续、无间断，泛水板应伸入墙体及挑板结构内部或覆盖接缝，并用密封胶封边。

8.2.3 后墙、山墙与基础连接处的密封

墙体与基础顶面之间的缝隙应在墙体安装完成后及时进行密封处理。宜采用聚氨酯泡沫填缝剂或弹性密封胶进行填充，表面再用防水砂浆或耐候密封胶抹平密封。

8.3 山墙出入口

8.3.1 温室东西两侧山墙应至少各设置一个人员出入口，尺寸不宜小于 2.0m×2.2m。

8.3.2 门应具备保温性能良好，门框与墙体之间的缝隙应填充严密。

8.3.3 门框四周应安装密封胶条。

8.3.4 门外侧应加挂保温门帘，下摆拖地。

8.4 相变材料参数

含相变储能材料的轻质混凝土预制板及其内置的相变材料，其性能指标应符合表1的规定。

表 1 含相变储能材料轻质混凝土预制板的关键性能指标

类别	项目	指标要求	依据标准
热工性能	相变温度/°C	15~28	JC/T 2111 建筑材料相变调温性能测试方法
	相变潜热/(kJ/kg)	≥20	JC/T 2111 建筑材料相变调温性能测试方法
	导热系数(复合板材)/[W/(m·K)]	≤0.5	GB/T 10294 绝热材料稳态热阻及有关特性的测定 防护热板法
	比热容(复合板材)/[kJ/(kg·K)]	≥1.0	GB/T 10296 绝热层稳态传热性质的测定 圆管法
耐久性能	耐冷热循环性能	3000次循环后潜热衰减率≤10%，无渗漏	JC/T 2339 相变储能材料性能测试方法
	过冷度/°C	≤2	JC/T 2111 建筑材料相变调温性能测试方法
物理性能	表观密度(复合板材)/(kg/m ³)	≤900	GB/T 5486 无机硬质绝热制品试验方法
	抗压强度(复合板材)/MPa	≥3.5	GB/T 11969 蒸压加气混凝土性能试验方法
安全性能	燃烧性能(复合板材)	不低于B1级	GB 8624 建筑材料及制品燃烧性能分级
	放射性核素限量	内照指数≤1.0,外照指数≤1.3	GB 6566 建筑材料放射性核素限量

9 覆盖材料

9.1 一般规定

- 9.1.1 所有覆盖材料应选择具有良好透光性、保温性、耐候性和机械强度的产品。
9.1.2 覆盖材料的安装必须牢固、密封，能抵御设计风荷载，且便于更换和维护。

9.2 前屋面透光覆盖材料

- 9.2.1 前屋面应采用高透光、长寿命、功能性的农用薄膜或硬质板材，应符合 GB/T 4455 的要求。

9.2.2 性能要求

- a)透光率：初始总透光率应 $\geq 90\%$ ，使用两年后透光率衰减不应超过8%。
b)紫外线阻隔：对于不需紫外线照射的作物，紫外线阻隔率应 $\geq 90\%$ ；对于需要紫外线促进着色的作物，可选用高透紫外线的薄膜。
c)保温性：红外线阻隔率应 $\geq 80\%$ ，以减少夜间长波辐射散热。
d)功能性：应具有无滴、消雾功能，持续时间不应少于6个月。
e)机械性能：断裂伸长率、拉伸强度、抗穿刺性等应符合 GB/T 4455农业用聚乙烯吹塑棚膜的优等品要求。
f)使用寿命：连续使用寿命不应低于3年。

9.2.3 常用材料类型及选择。

常用材料类型及选择参见表2。

表2 前屋面常用透光覆盖材料性能对比

材料类型	主要优点	主要缺点	适用情况
聚烯烃(PO)涂覆膜	透光率高、强度大、无滴消雾性好、寿命长	价格较高	高端生产，对光照和环境要求高的作物
乙烯-醋酸乙烯(EVA)膜	保温性好、柔软、耐低温	强度和耐老化性一般，易吸尘	寒冷地区，注重保温性能的场所
聚碳酸酯(PC)中空板	保温性极好、强度高、寿命长	价格昂贵、热胀冷缩明显、易老化变黄	高附加值作物，要求超长使用寿命的场所

9.2.4 安装与固定

- 9.2.4.1 薄膜应通过专用的镀锌卡槽和卡簧进行固定。卡槽应预先安装在温室骨架的拱杆和纵向构件上。
9.2.4.2 铺设薄膜时应均匀拉紧，确保膜面平整无褶皱，但不可过度拉伸。
9.2.4.3 两幅薄膜搭接时，上部薄膜应压住下部薄膜，使用密封胶带或双卡槽进行密封。
9.2.4.4 温室两端和底部的薄膜应留有足够余量，并可靠固定密封。

9.3 后屋面及山墙覆盖材料

- 9.3.1 后屋面和山墙的外围护结构除墙体外，还包括后坡。后坡应为集保温、防水、承重于一体的复合结构。
9.3.2 后坡结构宜采用“彩钢板+保温芯材+内衬”的复合板结构。
9.3.3 外层彩钢板应耐候，保温芯材防火等级不应低于 B1 级。
9.3.4 安装要求：复合板应可靠地固定在后坡骨架上。板与板之间的拼接缝应采用专用密封胶条和密封胶进行处理，确保防水和气密性。板与后墙、山墙的交接处应做泛水处理。

10 通风系统

10.1 一般规定

- 10.1.1 温室应设置通风系统，通风系统可采用自然通风、机械通风或两者结合的方式。
- 10.1.2 通风口应能实现有效的空气对流，且操作方便、密封严密。所有通风口安装防虫网。

10.2 自然通风

10.2.1 顶部通风口

应在距离屋脊1.5m~2.0m的背风面位置设置一道或多道通长的顶部通风口。通风口宽度宜为0.8m~1.2m。通风口的上边固定，下边可卷起或放下。应采用手动或电动卷膜器进行启闭。电动卷膜器应具备遥控、限位保护和过载保护功能。

10.2.2 前底脚通风口

- 10.2.2.1 应在前屋面底部设置一道通长的底部通风口，作为冷空气的进风口。
- 10.2.2.2 通风口下沿距地面高度不宜低于30cm，以避免冷风直接吹袭作物根部。宽度宜为0.8m~1.0m。
- 10.2.2.3 启闭方式同顶部通风口。

10.3 防虫网

- 10.3.1 所有通风口内侧均应安装防虫网，防虫网规格不应低于60目。材料应选用抗老化、耐腐蚀的材质。
- 10.3.2 防虫网应安装在便于清洁和更换的轨道或框架上。应定期清理防虫网，以免因灰尘堵塞影响通风效率。

10.4 机械通风

对于跨度较大、长度较长或种植高密度、高价值作物的温室，宜增设机械通风系统。

10.4.1 强制排风

应在温室一侧山墙上部安装大功率排风扇，在另一侧山墙下部设置进风百叶窗。风机选型和数量应根据温室体积和要求的换气次数计算确定。

10.4.2 循环风机

应在温室内部沿长度方向均匀布置若干台轴流式循环风机。风机安装高度宜在作物冠层上方。

11 保温系统

11.1 一般规定

保温系统包括覆盖在前屋面上的活动保温被和驱动其开合的卷帘机系统，还应配备辅助加热系统作为应急补能措施。

11.2 活动保温被

保温被应为多层复合结构,具备优良的保温性、防水性、抗老化性和足够的机械强度应符合 GB/T 4455 的规定。

11.2.1 性能指标

- a)单位面积质量:不宜超过 $3.5\text{kg}/\text{m}^2$ 。
- b)传热系数:应 $\leq 0.8\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ 。
- c)防水性:静水压不应低于 50kPa 。
- d)使用寿命:在正常使用和存放条件下,不应低于5年。

11.2.2 安装与连接

保温被上下两端应打孔或缝制扣眼。多幅保温被之间应确保连接处紧密。

11.3 卷帘机系统

卷帘机是实现保温被自动化收放的动力设备,其选型和安装必须安全可靠。

11.3.1 设备选型

- 11.3.1.1 应根据温室长度和保温被单位重量,计算总负载,选择功率匹配的电机和减速机。
- 11.3.1.2 卷帘机的质量应符合 NY/T 2205 规范的规定。

11.3.2 安装要求

- 11.3.2.1 卷帘机应牢固地安装在后墙顶部或后坡骨架上,安装位置应便于检修。
- 11.3.2.2 卷杆应水平安装,与屋脊线平行。支撑托架应均匀分布,间距不宜大于 3m 。
- 11.3.2.3 拉绳应使用耐磨、抗老化的专用尼龙绳或钢丝绳,每道拉绳的间距与骨架拱杆间距一致。

11.3.3 安全装置

电动卷帘机系统必须配备上限位和下限位开关。控制箱应具备过载保护功能,并在电机附近设置急停按钮。应设置防侧偏装置。

11.4 辅助加热系统

11.4.1 系统类型

- 11.4.1.1 热水加温:应在温室内安装散热翅片管、地暖管道或移动式散热器。
- 11.4.1.2 热风加温:应使用燃油、燃气或电热风机直接向室内吹送热风。
- 11.4.1.3 电加热:应配备电热线、电热膜或使用电加热器。

11.4.2 设计与安全

- 11.4.2.1 加热系统的供热能力应根据温室围护结构的热损失和设定的室内最低维持温度进行计算确定。
- 11.4.2.2 系统应具备超温断电保护功能。

12 供电及控制系统

12.1 一般规定

12.1.1 施工、安装及验收，应符合 GB 50054、GB 51348、GB 50057 的规定。

12.1.2 系统范围应包括从电源引入点至各用电设备终端的全部供配电线路、配电设备、控制设备、照明系统以及安全防护系统。

12.1.3 所有电气设备和材料的选择均应考虑其防护等级、耐候性和耐腐蚀性。

12.2 供配电设计

12.2.1 负荷计算与电源要求

12.2.1.1 电气设计前必须进行详细的负荷计算。计算范围应包括但不限于：卷帘机、通风卷膜机、强制通风风机、循环风机、水泵、施肥机、辅助加热设备、补光灯、控制系统主机、传感器、照明及检修插座等所有用电设备的容量。

12.2.1.2 温室总计算负荷 P_{js} 应按式（3）进行计算：

$$P_{js}=K_x \sum P_e \cdots \cdots \cdots (3)$$

式中：

K_x ——需要系数，根据温室规模和设备同时使用情况选取，一般可取0.6~0.8；

$\sum P_e$ ——所有用电设备的额定功率总和（kW）。

12.2.1.3 供电电源应为三相四线制 380V/220V，50Hz 交流电。电源质量应稳定，电压波动范围不宜超过额定电压的±7%。

12.2.1.4 对于大型温室园区，宜设置专用配电室和变压器。对于关键生产或育苗温室，应考虑配置备用电源。

12.2.2 配电箱设计

配电箱内应设置总断路器和分路断路器。每路输出应独立控制，并具备短路保护和过载保护功能。对于水泵、插座等潮湿环境下的回路，应加装剩余电流动作保护器。

12.3 线路敷设

12.3.1 电缆/电线选型

12.3.1.1 动力线路应选用铜芯交联聚乙烯绝缘电力电缆或铜芯聚氯乙烯绝缘电力电缆。控制线路及照明线路可选用铜芯聚氯乙烯绝缘电线。

12.3.1.2 电缆/电线的截面积应根据其所在回路的计算电流、允许电压降（末端电压降不宜超过 5%）、敷设方式和环境温度进行综合选定。

12.3.1.3 温室内所有电缆/电线均应穿管或在线槽内敷设，严禁裸露布线。

12.3.2 敷设方式与要求

12.3.2.1 强电（动力、照明）线路和弱电（控制、信号、网络）线路应分开敷设。宜采用不同的线槽或管道，平行敷设时，间距不应小于 300mm。

12.3.2.2 穿线管宜采用镀锌钢管或阻燃型硬质塑料管。

12.3.2.3 地埋敷设的电缆，应穿在专用电缆保护管内，埋设深度不应小于 0.7m。穿越道路或墙体时，必须加套管保护。

12.3.2.4 所有线路接头必须在专用的接线盒内进行，连接应牢固可靠，并做好绝缘和防水处理。

12.4 接地与防雷

12.4.1 所有电气设备的金属外壳、金属线槽、钢结构骨架等非带电金属部分，均必须与保护接地线可靠连接。

12.4.2 接地装置应利用基础内的钢筋网作为自然接地体，或单独设置人工接地体（如接地极、接地带）。接地电阻值不应大于 4Ω 。对于有精密电子设备的控制室，接地电阻不应大于 1Ω 。

12.4.3 温室应根据 GB 50057 进行雷击风险评估。对于雷暴活动频繁的地区，应划为第二类或第三类防雷建筑物，设置独立的避雷针或利用金属骨架作为接闪器，并设置可靠的引下线和接地网。

12.4.4 应在总配电箱和重要的分配电箱处安装与系统相适应的电涌保护器。

12.5 施工与验收

电气系统施工应由具备相应资质的专业人员进行。完工完毕后应进行绝缘电阻测试、接地电阻测试、线路导通测试及功能测试。验收时应提交完整的竣工资料。

13 灌溉系统

13.1 一般规定

整个灌溉系统的设计和施工应符合 GB/T 50288、GB/T 50485 的相关规范。

13.2 水源与水质处理

灌溉水质应符合 GB 5084 农田灌溉水质标准的要求，应对水源进行定期检测。关键指标应满足表3的要求。

表 3 灌溉水质参考指标

项目	适宜范围	说明
pH值	5.5~7.5	偏离此范围影响养分有效性
电导率(EC)/(ms/cm)	<1.5	过高会导致盐分积累
悬浮物/(mg/L)	<50	含量过高易堵塞灌水器
碳酸氢根(HCO ₃)/(mmol/L)	<4.0	过高易导致pH升高和沉淀

13.3 水处理系统

13.3.1 过滤系统：应包含粗滤、精滤两级过滤。

13.3.2 水质调节系统：对于 pH 值或 EC 值不合格的水源，应配置加酸/碱设备或反渗透设备进行调节。

13.4 首部枢纽

首部枢纽应安装在温室外部的泵房内。其组成部分应包括蓄水设施、动力与加压设备、水肥一体化系统、控制与测量装置。

13.4.1 蓄水设施

应根据温室最大日灌溉定额和水源保证率计算确定蓄水池容积，其有效容积不宜小于 8m^3 ，应满足1-2天的灌溉用量。

13.4.2 动力与加压设备

应根据系统设计流量和所需工作压力选择合适的水泵。水泵扬程应考虑水泵到最不利点灌水器的高程差、沿程水头损失和灌水器工作压力。

13.4.3 水肥一体化系统

水肥一体化系统是实现精准施肥的关键。常用施肥方式包括文丘里施肥器、压差式施肥罐、比例式施肥泵、注肥泵/AB桶系统。

13.4.4 控制与测量装置

首部枢纽及各级主管路的关键节点应安装压力表。总管路上应安装流量计。各灌溉分区的入口处应安装电磁阀。

13.5 管网系统与灌水器

13.5.1 管网系统

13.5.1.1 管网布局：应根据温室地形、分区和作物布局进行设计。干管和支管可沿墙角或埋地敷设。毛管沿作物种植行布置。

13.5.1.2 每条支管和毛管的末端应安装堵头或可开启的阀门。

13.5.2 灌水器选型

13.5.2.1 滴灌系统：适用于行栽作物。

13.5.2.2 微喷系统：适用于叶菜类、育苗或需要提高空气湿度的场合。

13.6 施工与验收

13.6.1 管道连接应牢固、无渗漏。

13.6.2 滴头或喷头安装位置应准确，滴头出水口应朝上或侧向。

13.6.3 系统安装完毕后，应进行冲洗和压力测试。

14 排水系统

14.1 材料要求

14.1.1 用于现浇排水沟的混凝土，强度等级不应低于 C20。

14.1.2 用于砌筑排水沟的砖或砌块，其强度等级和抗冻性能应符合设计要求。

14.1.3 砌筑及抹面所用的水泥砂浆，其配合比应符合设计要求，强度等级不应低于 M7.5。

14.1.4 采用预制混凝土构件时，其产品质量应有出厂合格证明文件。

14.2 施工要求

14.2.1 定位与开挖

14.2.1.1 施工前，应根据设计图纸准确放线，确定排水沟的位置、走向和高程。

14.2.1.2 沟槽开挖的宽度和深度应满足沟体砌筑或浇筑的操作空间需求。槽底应平整、夯实，严禁扰动地基持力层。

14.2.1.3 沟槽开挖应设置不小于设计要求的纵向坡度。

14.2.2 沟体施工

14.2.2.1 排水沟内侧边缘与温室基础外缘的水平距离不应小于 500mm。

14.2.2.2 采用砖砌施工时，砖缝应饱满，排列应整齐。沟体内外壁应采用水泥砂浆抹面，表面应压实抹光，确保平整、无裂缝。

14.2.2.3 采用混凝土现浇施工时，模板应支护牢固，确保截面尺寸准确。混凝土浇筑应连续进行，振捣应密实。

14.2.2.4 排水沟的纵向坡度应均匀，不应小于 0.2%，确保排水通畅，无局部积水。

14.2.3 连接与出口

14.2.3.1 排水沟应与场区主排水管网或指定的排水区域可靠连接，接口处应密封严密，防止渗漏。

14.2.3.2 排水沟出口处应采取防护措施，防止冲刷和堵塞。

14.3 检查与验收

14.3.1 排水沟工程完工后，应清除沟内所有杂物和垃圾。

14.3.2 验收内容应包括资料核查、外观质量检查、尺寸与坡度复核。

14.3.3 必须进行通水试验。试验时，应观察水流是否顺畅，沟内有无明显积水，各连接处有无渗漏现象。

14.3.4 通水试验合格后，方可进行沟槽两侧的回填作业。回填土应分层夯实。

15 其他辅助构件

15.1 一般规定

其他辅助构件为非主体结构，材料应具有足够的强度、耐久性和耐候性，其安装不应对主体结构或覆盖材料造成损伤。

15.2 围护覆盖固定系统

15.2.1 压膜绳/带

15.2.1.1 位置设在前屋面薄膜骨架上。

15.2.1.2 材料：应选用抗老化、高强度的聚乙烯或聚丙烯专用压膜带，或高强涤纶压膜绳。

15.2.1.3 安装：沿温室长度方向，每隔 800mm~1000mm 设置一道，与拱杆位置对应。两端应有可靠的拉紧和固定装置。

15.2.2 前口压膜杆

15.2.2.1 沿温室前端基础外侧通长设置，用于将薄膜的下摆牢固地压在地面或基础上。

15.2.2.2 材料：宜采用外径不小于 $\Phi 25\text{mm}$ 的镀锌钢管。

15.2.2.3 安装：通过专用固定件将其固定在基础外侧。

15.3 保温被辅助固定系统

15.3.1 卷棉被绳

15.3.1.1 用于将保温被与卷杆连接。

15.3.1.2 材料：应选用直径不小于8mm的耐磨、抗老化、低延伸率的高强度尼龙绳。对于超长或超重的保温被，建议使用 $\Phi 3$ mm以上的涂塑钢丝绳。

15.3.1.3 安装：每道拉绳间距与压膜绳一致，上下两端应与保温被和卷杆的扣眼牢固连接，所有拉绳应受力均匀。

15.3.2 后墙压棉被杆

15.3.2.1 沿后墙外侧上部通长设置，当保温被完全放下时，该杆将保温被的上边缘压实在后墙上。

15.3.2.2 材料：宜采用外径不小于 $\Phi 32$ mm的镀锌钢管。

15.3.2.3 安装：通过支架将其固定在后墙上，与后墙的距离应能容纳并压紧保温被。

15.4 内部生产作业系统

15.4.1 作物吊挂/栽培架系统

15.4.1.1 对于番茄、黄瓜等攀爬类作物，须设置作物吊挂系统。

15.4.1.2 吊挂线：应在温室骨架之间，沿作物种植行上方拉设专用的高强度镀锌钢丝。

15.4.1.3 荷载校核：设计骨架时，必须已考虑作物吊挂的全部荷载。

15.4.1.4 栽培架：对于草莓等立体栽培模式，应根据设计要求安装专用的多层栽培架。栽培架应结构稳固，并与地面或温室结构有可靠连接。

15.4.2 内部作业通道

15.4.2.1 温室内应设置主作业通道和次作业通道。主通道宽度不宜小于1.2m。次通道宽度不宜小于0.6m。

15.4.2.2 通道地面应进行硬化处理，可采用混凝土、步道砖或厚实的石子铺设。地面应平整、防滑。

15.4.3 轨道运输系统（可选）

15.4.3.1 大型或现代化温室应铺设轨道运输系统。

15.4.3.2 轨道由两根平行铺设的加热管或专用钢管组成。

15.4.3.3 轨道设计和铺设应与种植畦或槽的布局紧密结合，要求水平、平行，接头平滑。

15.5 材料与安装验收

15.5.1 所有辅助构件的金属部分均应采用热镀锌或同等防腐处理。

15.5.2 安装应牢固可靠，连接件应拧紧，不应有松动。安装过程不应因薄膜、保温被等覆盖材料造成刮伤、刺破。

15.5.3 验收时应检查所有构件的材质、规格是否符合设计要求，安装是否牢固、位置是否正确，并进行实际操作检验。

16 智能化系统

16.1 一般规定

16.1.1 智能化系统建设应包括基础设施预留与基本功能实现两部分。

16.1.2 智能化系统的布线工程施工应符合GB 50311及GB/T 50312的相关要求。

16.2 传感系统接口预留

16.2.1 环境传感器点位预留

16.2.1.1 空气温湿度：应在温室内部避开门口和通风口直接影响的区域，至少设置3个代表性监测点（如靠近后墙中部、温室中部、靠近前底脚处）。每个监测点应设置在作物冠层高度附近，并使用小型百叶箱或防辐射罩进行保护，避免阳光直射和灌溉水溅。应为此预留安装支架和弱电信号线管路。

16.2.1.2 光照强度：监测点应设置在温室中部、不受结构阴影遮挡的开阔位置，与作物冠层平齐或略高。应预留安装支架和信号线管路。

16.2.1.3 能源与碳排放监测点位预留：应预留关键能源计量表计（电、燃气/生物质能、水）的点位，应设置在公共、移动信号良好区域，无封闭密闭、无永久遮挡，避开高温、高湿、腐蚀、强电磁、易燃易爆、易水淹、易冰冻区域。

16.2.1.4 CO₂浓度：监测点设置要求同空气温湿度。应预留安装支架、信号线及可能的独立供电线管路。

16.2.1.5 室外气象站：应在温室附近无遮挡的开阔地带预留室外微型气象站的安装基础和立杆。气象站通常包括风速、风向、室外温湿度、光照、雨量等传感器。应预留从气象站到控制室的多芯信号电缆和供电电缆的管路。

16.2.2 土壤/基质传感器点位预留

16.2.2.1 应根据温室灌溉分区的数量，在每个代表性分区内至少预留1-2个监测点。

16.2.2.2 监测点位应选择能反映该区域平均水肥状况的位置，避开边缘地带。

16.2.2.3 预留内容应包括：从监测点到附近立柱或墙体的信号线保护管，以及汇集到控制中心的弱电桥架或管路。

16.2.2.4 监测参数通常包括土壤/基质的温度、水分含量(VWC)和电导率(EC)。

16.2.3 相变墙体温度传感器点位预留

16.2.3.1 为监测和评估相变储能墙体的性能，应在后墙的关键位置预留温度传感器埋设点。

16.2.3.2 至少应在后墙中部选择一个典型剖面，由内至外在以下界面预留传感器埋设孔道：

- a)内墙导热层表面；
- b)相变储能层内部(中部)；
- c)相变储能层与外墙保温层交界处；
- d)外墙保温层与外墙防护层交界处。

16.2.3.3 所有传感器信号线应通过预埋的微型管路引出至墙体侧面或顶部的接线盒。

16.3 控制系统接口预留

16.3.1 执行设备控制接口

16.3.1.1 卷帘机/通风机：除安装独立的动力电源外，还应在电控箱预留一组弱电控制线，（通常包括启动、停止、正转、反转的干接点信号线）至中央控制室或就近的物联网控制节点箱。

16.3.1.2 灌溉电磁阀：应从首部枢纽电磁阀群预留控制电缆至中央控制室或灌溉控制器。

16.3.1.3 水泵/施肥泵：应预留控制电缆，用于远程启停和状态反馈。

16.3.1.4 辅助加热/补光设备：应预留控制接口，实现与环境监测数据的联动控制。

16.3.1.5 可再生能源设备：应预留控制与状态反馈接口。

16.3.1.6 所有控制线缆应穿管保护，并贴上清晰、耐久的标签。

16.3.2 物联网控制节点箱预留

16.3.2.1 可在温室内均布设置若干个物联网控制节点箱。每个节点箱负责采集和控制其周边区域的传感器和执行器。

16.3.2.2 应在温室内的立柱或墙体上为这些节点箱预留安装位置和 220V 电源插座。

16.3.2.3 应预留从每个节点箱到中央控制室或主控制器的数据通信线管路。

16.4 数据通信与视频监控接口预留

16.4.1 综合布线系统

16.4.1.1 应建立一个结构化的综合布线系统，连接中央控制室、温室内各信息点(传感器汇集点、控制节点箱、网络摄像头等)和外部网络接口。

16.4.1.2 水平布线：从控制室到温室内各信息点的线路，应采用六类或以上非屏蔽双绞线(UTP)或屏蔽双绞线(STP)，穿管或在专用弱电桥架内敷设。

16.4.1.3 垂直布线：若为多层或大型园区，各建筑间的主干线缆应采用光缆。

16.4.1.4 信息插座：在需要接入网络设备的位置，应预留标准的 RJ45 信息插座。

16.4.2 无线网络覆盖预留（可选）

16.4.2.1 应预留移动终端接入和部署无线传感器，无线 AP（接入点）的安装位置和 PoE（以太网供电）网络接口。

16.4.2.2 AP 点位应均匀分布，以实现温室内外无线网络全覆盖。安装位置应选择温室中部较高的骨架上。

16.4.3 视频监控点位预留

16.4.3.1 应在温室出入口、主作业通道、首部枢纽、作物关键生长区及室外周界等位置，预留网络高清摄像机的安装点位。

16.4.3.2 每个点位应预留一个坚固的安装支架，并同时预留一个 220V 电源插座和一个 RJ45 网络接口。若采用 PoE 供电，则只需预留网络接口。

16.4.3.3 预留位置应保证监控视角开阔、无遮挡，且便于安装和维护。

16.5 中央控制室预留

16.5.1 温室园区应设置一间独立的中央控制室，用于安放服务器、主控制器、显示设备和操作终端。

16.5.2 控制室应满足机房建设的基本要求：环境清洁、温湿度适宜，并配置专用空调和 UPS 不间断电源。

16.5.3 应预留足够数量的电源插座、网络接口和接地端子。应预留从室外引入各类通信线缆(光缆、电缆)的专用通道。

16.6 系统功能要求

16.6.1 数据采集

16.6.1.1 环境数据采集：应设置实时采集温室环境传感器数据，包括但不限于空气温度、空气湿度、光照强度、CO₂浓度、土壤温度、土壤湿度等。

16.6.1.2 设备状态采集：应设置采集主要环境调控设备的运行状态，包括但不限于卷帘机、通风设备、灌溉阀门、补光系统、辅助加热设备等。

16.6.1.3 报警信息接收：应设置实时接收并处理传感器超阈值报警信息，包括但不限于温度、湿度、光照、CO₂浓度、土壤 pH 值等参数的异常。

16.6.1.4 能源数据采集：应能采集关键能源计量表计（如电、燃气/生物质能、水）的数据。

16.6.1.5 采集方式：应设置支持多种数据采集与上报方式，包括定时上报、阈值触发加报、断网续传补报等。

16.6.2 数据传输安全

系统应保障数据传输过程中的安全性与完整性，宜采用数据加密、数字签名、图像水印等技术手段，防止数据在传输中被篡改、窃取或泄漏。系统应有网络漏洞快速扫描能力。发起漏洞快速扫描、系统接收快速扫描指令后，判定是否为初次扫描：若是，则调用全部漏洞库中检测程序进行全面扫描生成结果，分析、更新漏洞库；否则，依据上次扫描结果与关联漏洞库，调用部分漏洞库检测程序进行快速扫描，生成扫描结果。

16.6.3 智能调控

系统应具备基于环境数据的智能调控能力。根据监测的各类温室数据(T)，与不同作物在不同生育期所需的环境条件数据上限(T1)、下限(T2)数值对比，智能优化调控设施开、关或运行状态，实现用能成本最低或碳排放最小的优化控制，保持温室数据处于范围内，未在范围内进行告警。

16.6.4 温室综合管理

16.6.4.1 安防管理：人员或卡口通行应具有无障碍通行信息校验能力，通过移动终端实现人物面部实别完成身份校验，并结合移动终端 NFC 信息进行匹配，控制门禁启闭，并对异常通行行为（如未授权时间进入、滞留超时）进行实时预警。视频监控系統能与通行校验系統联动，实现卡口、周界非授权闯入预警，自动调用并突出显示相关区域监控画面。

16.6.4.2 设施设备管理：支持温室主要设备的资产档案、维护保养计划、实时报警与事件处置流程管理。

16.6.4.3 系统应具备基于角色的组织树权限管理功能，每个用户只能访问特定角色内的系统功能。所有关键操作应留有对应身份用户的不可篡改日志。

16.6.4.4 具备温室用能数据（如电、水）的实时采集、汇总与分析功能，为节能管理提供依据。

16.6.5 安全溯源

系统应支持建立农产品生产全过程的质量控制电子档案，并具备生成与管理安全溯源信息（如二维码）的能力。

16.6.6 碳效驾驶舱

应提供集中可视化交互界面，实现以下功能：

- a) 温室运行关键数据（环境参数、设备状态、能耗数据等）实时展示、历史趋势查询，分析数据提供运行优化建议。
- b) 温室生产活动碳排放的自动核算与报告生成。
- c) 运行数据超限预警、设备故障报警的集中展示与通知。
- d) 主要设备的远程手动控制功能。
- e) 视频监控画面的集成浏览与调用。

抄送：本协会会员工作部，本协会存档（2）。

中国质量检验协会

2026年2月11日印发
