

ICS ***

中国建筑节能协会团体标准

CCS ***

T/CABEE JH-2021043

高海拔地区模块化增压式建筑 技术标准

Technical standards for modular pressurized building in high-
altitude areas

(征求意见稿)

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

中国建筑节能协会 发布

中国建筑节能协会团体标准

高海拔地区模块化增压式建筑技术标准

Technical standards for modular pressurized building in high-altitude areas

T/CABEE JH-2021043

批准部门：中国建筑节能协会

施行日期：XXXX 年 X 月 X 日

中国建筑工业出版社

20XX 北京

中国建筑节能协会文件

国建节协[20xx] x 号

关于发布《高海拔地区模块化增压式建筑技术标准》 团体标准的公告

现批准《高海拔地区模块化增压式建筑技术标准》为中国建筑节能协会团体标准，标准编号为：T/CABEE JH-2021043，自20xx年x月x日起实施。现予公告。

中国建筑节能协会

20XX年X月X日

前 言

根据《中国建筑节能协会团体标准管理办法（试行）》（国建节协（2017）40号）及《关于印发〈2021年度第二批团体标准制修订计划〉的通知》（国建节协〔2021〕50号）的要求，由中建三局集团有限公司会同有关单位组建编制组，经广泛的调查研究，认真总结实践经验，考察有关国内外标准和先进经验，并在广泛征求意见的基础上，共同编制了本标准。

本标准的主要内容包括：1总则；2术语和符号；3一般规定；4建筑设计；5结构设计；6围护系统设计；7建筑设备系统设计；8消防安全设计；9工厂加工制作；10施工安装；11质量验收；12检验与调试；13运行与维护。

本标准由中国建筑节能协会标准化管理办公室负责管理（联系电话：010-57811483，邮箱：biaoban@cabee.org），由中建三局集团有限公司负责具体内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送至付晶晶（湖北省武汉市洪山区高新大道799号中建科技产业园总部大楼，邮政编码：430070）。

本标准主编单位：中建三局集团有限公司。

本标准参编单位：中国建筑股份有限公司、中建三局工程设计有限公司、中建三局安装工程有限公司、中建三局基础设施投资有限公司、中建三局科创发展有限公司。

本标准主要起草人员：张琨、王开强、刘志茂、叶智武、刘晓升、陈波、夏劲松、刘卫军、卢登、周继云、龙安、刘业炳、孙克平、贾瑞华、裴以军、李成、赵飞、章博睿、文康、吴自敏、罗文、何亚锐、黄大凡。

本标准主要审查人员：

目 次

1 总 则	1
2 术语和符号	2
2.1 术语	2
2.2 符号	3
3 一般规定	4
4 建筑设计	5
4.1 一般规定	5
4.2 平面设计	6
4.3 立面设计	7
4.4 室内环境基本要求	8
4.5 设备用房	8
4.6 节能设计	8
5 结构设计	10
5.1 一般规定	10
5.2 材料	10
5.3 荷载与作用	11
5.4 构件与连接	12
5.5 抗震措施	13
5.6 耐久性	13
6 围护系统设计	15
6.1 一般规定	15
6.2 外墙	15
6.3 气密门、窗	15
6.4 屋面	16
7 建筑设备系统设计	17
7.1 空气加压系统	17
7.2 环境调节系统	17
7.3 电气系统	18

7.4 控制系统	19
8 消防安全设计	20
8.1 建筑防火	20
8.2 建筑构造与室内装修	21
8.3 安全疏散	21
8.4 消防设施	21
9 工厂加工制作	24
9.1 基本要求	24
9.2 切割要求	24
9.3 焊接	25
9.4 涂装	25
10 施工安装	26
10.1 一般规定	26
10.2 主体结构安装	27
10.3 设备与管线系统连接安装	28
11 质量验收	30
11.1 一般规定	30
11.2 制作质量验收	30
11.3 进场验收	31
11.4 模块安装与连接验收	31
12 检验与调试	33
12.1 结构气密性	33
12.2 管路管线	33
12.3 控制系统	33
13 运行与维护	35
13.1 使用说明	35
13.2 维护手册	35
本标准用词说明	37
引用标准名录	38

附：条文说明 40

中国建筑节能

中国建筑节能协会

中国建筑节能协会

建筑节能协会

Contents

1	General provisions.....	1
2	Terms	2
	2.1 Terms	2
	2.2 Symbols	3
3	General requirements	4
4	Architecture design	5
	4.1 General requirements	5
	4.2 Plane design	6
	4.3 Facade design	7
	4.4 Basic requirements for indoor environment	8
	4.5 Equipment room	8
	4.6 Energy saving design	8
5	Structure design	10
	5.1 General requirements	10
	5.2 Material	10
	5.3 Loading and effect	11
	5.4 Component and connection	12
	5.5 Seismic measures	13
	5.6 Durability	13
6	Enclosure system design	14
	6.1 General requirements	14
	6.2 Exterior wall	14
	6.3 Airtight doors and windows	14
	6.4 Roofing	15
7	Building equipment system design	16
	7.1 Air pressurization system	16
	7.2 Environmental regulation systems	16
	7.3 Electrical system	17

7.4 Control system	18
8 Fire safety design	19
8.1 Building fire protection	19
8.2 Building construction and interior decoration	20
8.3 Evacuation	20
8.4 Fire facilities	20
9 Factory manufacture	23
9.1 General requirements	23
9.2 Cutting requirements	23
9.3 Welding	24
9.4 Painting	24
10 Construction and installation	25
10.1 General requirements	25
10.2 On-site main body installation and allowable deviation	26
10.3 Installation of equipment and pipeline system connection	27
11 Quality acceptance	29
11.1 General requirements	29
11.2 Manufacture quality acceptance	29
11.3 Site acceptance	30
11.4 Module installation and connection acceptance	30
12 Inspection and debugging	32
12.1 Structural air-tightness	32
12.2 Pipeline	32
12.3 Control system	32
13 Operation and maintenance	34
13.1 Instructions for Use	34

13.2 Maintenance manual	34
Explanation of wording in this Code	36
List of quoted standards	37
Addition: explanation of provisions	39

1 总 则

1.0.1 为规范高海拔地区模块化增压式建筑应用技术，并在其设计建造中做到安全适用、经济合理、技术先进、确保质量，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于高海拔地区模块化增压式建筑的设计、制作、安装及验收、运行、维护。

1.0.3 高海拔地区模块化增压式建筑的设计、制作、安装及验收、运行、维护，除应符合本标准的规定外，尚应符合国家现行有关标准和现行中国建筑节能协会有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 高海拔地区模块化增压式建筑 modular pressurized buildings in high-altitude areas

由若干功能标准模块、过渡模块、连接节点模块、软连接模块、大空间模块组成的具备高海拔地区增压功能的模块化建筑。以下简称“增压建筑”。

2.1.2 功能标准模块 functional standard module

增压建筑的通用模块，可用作办公室、起居室、训练室、会客室等多场景。

2.1.3 过渡模块 transition module

具备增压、减压功能，用于连通增压建筑室外-室内的模块，同时可用于人员进出过程中的室内外压差平衡。

2.1.4 连接节点模块 connection node module

包括连接走道模块和连接节点模块，用于模块间的组拼和连接。

2.1.5 软连接模块 soft connection module

含有装配法兰的柔性连接，与连接节点模块进行装配，用于模块间的组拼、连接以及协调模块之间变形。

2.1.6 大空间模块 large space module

由多个功能标准模块组拼而成的大空间，用以满足多人群办公、居住等功能需求。

2.1.7 相对空气压力

增压建筑室内-室外空气压力差值。

2.1.8 增压 pressurize

将增压建筑内部相对空气压力增加至某个设定值的动作。

2.1.9 减压 decompression

将增压建筑内部相对空气压力降低至某个设定值的动作。

2.1.10 稳压 stabilization

正常使用中，将增压建筑内部空气压力稳定在某个设定区间范围的动作。

2.1.11 紧急泄压 emergency pressure relief

紧急情况下，将增压建筑内部相对空气压力快速泄至可手动开启气密门的动作。

2.1.12 氧浓度 oxygen concentration

增压建筑内部氧气体积占全部气体容积的百分比。

2.1.13 连接隔间 connecting compartments

用于连接两幢单体增压式建筑的气密增压隔间。可参照过渡区相关要求设计建造，但紧急情况下仅用作防火分隔设施，不可用作安全出口。

2.1.14 递物装置 delivery device

在室内外压差情况下，用于室内与室外之间快速传递小型物品的装置。

2.1.15 单体调试 monomer debugging

根据设计文件要求，对建筑单个模块和单个设备进行功能调试。

2.1.16 整体调试 integral debugging

在单体调试验收合格后，根据设计文件要求，对建筑整体进行功能调试。

2.2 符号

P ——增压压力

γ_0 ——结构的重要性系数

S ——承载能力极限状况下作用组合的效应设计值

R ——结构构件的承载力设计值

R_k ——结构构件的承载力标准值

γ_{RE} ——承载力抗震调整系数

3 一般规定

- 3.0.1 增压建筑通过增加建筑室内相对空气压力的方式来提高建筑室内空气的氧分压，进而提高室内氧气浓度，降低人体等效海拔高度。
- 3.0.2 增压建筑模块单元外部尺寸应满足道路运输要求。
- 3.0.3 增压建筑模块单元内部尺寸应满足人员生活、办公等需求。
- 3.0.4 增压建筑用材、设计和施工各环节应遵循环保、节能的原则。
- 3.0.5 增压建筑应设有安全应急系统，保障使用人员安全。
- 3.0.6 增压建筑现场组拼安装应编制施工组织设计或专项施工方案。
- 3.0.7 增压建筑应进行日常维护和定期检查。未经技术鉴定或设计许可，不得改变增压建筑的结构、用途及使用环境。

4 建筑设计

4.1 一般规定

4.1.1 增压建筑应按照国家建筑行业现行标准、规范的相应要求进行设计制作，充分考虑构配件及设备的模数化、标准化、定型化与通用化。

4.1.2 增压建筑之建筑设计应采用建筑结构、设备管线、装饰装修等一体化设计，做到设计合理，科学先进。

4.1.3 增压建筑应由功能标准模块、过渡模块、连接节点模块、软连接模块基本空间模块组成，如图 4.1.3 所示。根据增压建筑的总体布局要求，当设计为两层时可增设楼梯功能模块。

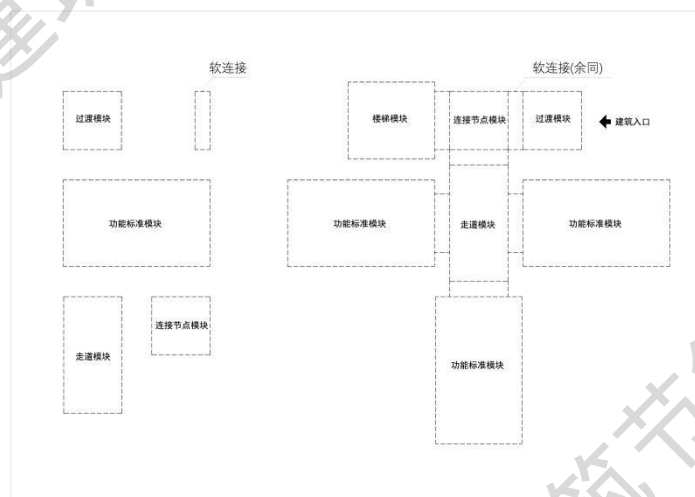


图 4.1.3 增压建筑基本模块

4.1.4 各空间模块的设计尺寸应综合考虑交通运输的尺寸限制要求。当采用陆运交通运输时，各空间模块的外观尺寸长度不宜超过 14m，高度不宜超过 3.3m，宽度不宜超过 3.7m。

4.1.5 各空间模块的设计尺寸应考虑室内装饰材料的尺寸规格，在室内装饰施工工艺要求的尺寸基础上，设计尺寸应能够保障装饰板材的低损耗率。

4.1.6 增压建筑应按其使用类别和所处气候分区，符合现行国家与地方节能设计标准的要求，当建筑体形系数不符合节能设计要求时，宜采取构造措施，降低能耗并满足舒适度要求。

4.2 平面设计

4.2.1 增压建筑的平面设计是将若干个基本空间模块进行组合布置的过程，其最终呈现的整体布局宜规整或对称，应做到各主要使用空间分区明确，交通联系空间清晰流畅。

4.2.2 主要出入口需设置过渡模块用来平衡压力以方便进出。

4.2.3 主要使用空间的功能应由功能标准模块组成，交通联系空间应由过渡模块、连接节点模块、软连接模块综合组成。

4.2.4 为实现相应尺度的功能空间，可以功能标准模块为基本模块延长边拓展出大空间，拓展出的大空间需考虑模块衔接处高气密高承压要求，如图 4.2.4 所示。

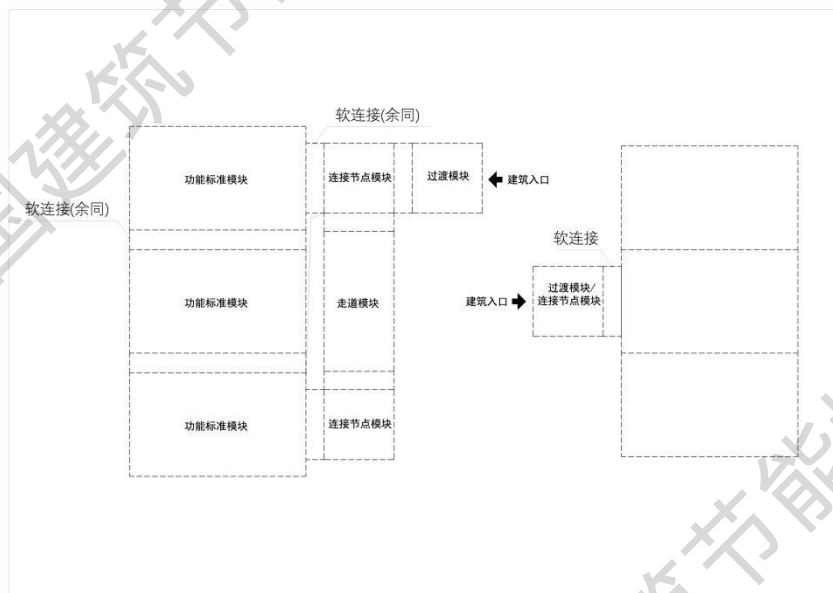


图 4.2.4 功能标准模块拓展为大空间

4.2.5 楼梯、卫生间、走道等次要或交通联系部分空间的布置应满足其使用功能要求，并应符合人流物流通行以及安全疏散等建筑要求。

4.2.6 交通联系空间可以根据需求设置一通、二通、三通、四通 的节点模块或走道模块，如图 4.2.6 所示。

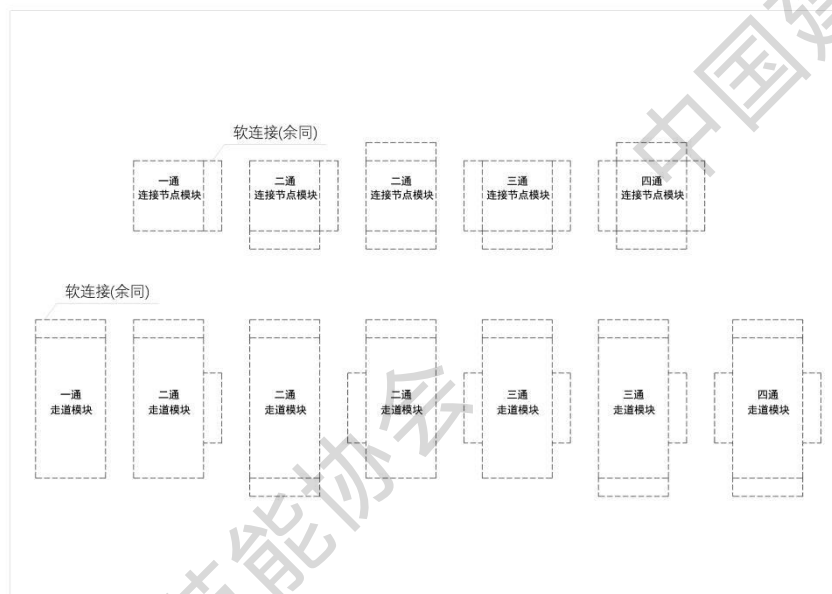


图 4.2.6 交通联系空间

4.2.7 各空间模块外顶面宜布置太阳能光伏板等清洁能源设施。

4.2.8 各空间模块组合布置时应考虑模块之间的外表面间距，保证后期组拼的作业空间需求。

4.3 立面设计

4.3.1 增压建筑的立面设计应符合规划要求，外立面效果应与周围环境相协调，体现地域特色。

4.3.2 立面自然层数不宜超过 2 层。

4.3.3 各模块外底面离地高度应满足外置综合管网铺设的空间需求。

4.3.4 自然层数为 2 层时，一层舱体外顶面距离二层舱体外底面应留有空间，便于二层外置综合管网铺设。

4.3.5 各主要使用空间的室内净高不宜低于 2.4m，局部净高不宜低于 2.2m，当设计为具体的功能场所时，其室内净高应满足具体的功能场所设计规范要求。

4.3.6 根据功能使用需求，可以在适当的模块外围护结构上设置递物装置。递物装置在建筑外立面露出部分应根据建筑总体外立面设计要求设置调整。

4.3.7 主要出入口、疏散口、递物装置处等与室外地面存在高差的部位应采用室外走台连接，室外走台的外观应与整体建筑外观协调统一，且室外走台的扶手栏杆应满足现有建筑设计相应规范要求。

4.4 室内环境基本要求

4.4.1 增压建筑的室内环境需满足现行国家标准《建筑环境通用规范》GB 55016 的相关要求。

4.4.2 对各类可产生噪声的阀门、仪器、设备、装置、管孔等需采取隔声、吸声、消声、隔振等措施，确保室内声环境满足使用要求。

4.4.3 室内采光应综合考虑天然采光与人工照明，以满足设定的建筑功能场所采光需求，涉及人员活动的空间，采光环境需满足视觉需求，整体光环境水平应与使用功能相适应。

4.4.4 根据建筑使用所在地情况应进行保温、防热、防潮设计，确保建筑内部温度湿度适宜且符合使用功能要求。

4.4.5 建筑需采取换气措施，以保证室内空气质量符合使用功能要求。

4.5 设备用房

4.5.1 增压建筑的机电设备等应集中布置在设备间。

4.5.2 设备间的位置应远离产生粉尘、油烟、有害气体及存储具有腐蚀性、易燃、易爆物品的场所，并应远离强振源。

4.5.3 需综合考虑设备间的位置，便于综合管线布置且不与主要建筑功能空间发生矛盾。

4.5.4 设备间应采取消声、隔声与减振等措施。

4.5.5 强弱电设备宜与给排水设置分离，集中布置时应采取防水防潮措施。

4.5.6 设备间综合排布各种设备机器，需采取降温措施。

4.6 节能设计

4.6.1 增压建筑建造全过程中，用材、设计和施工各环节均应遵循环保、节能的原则。

4.6.2 增压建筑的设计宜合理地采用光伏系统、风能、空气源热泵等可再生能源、节能灯具、中水设施、复合墙体、遮阳和屋顶绿化等节能、节水、节材、节地技术措施，并实现一体化设计。

4.6.3 增压建筑宜采用光伏与建筑一体化设计，相关设计与安装应满足现行团体标准《太阳能光伏发电系统与建筑一体化技术规程》CECS 418 的要求。

4.6.4 光伏系统宜做到全年综合利用，根据使用地的气候特征、实际需求和适用条件，可为建筑物供电、供生活热水、供暖。

5 结构设计

5.1 一般规定

5.1.1 增压建筑宜采用钢结构，应根据建筑物功能要求、现场环境与建造维护成本等因素，选择合适的结构体系。

5.1.2 钢结构安全等级和设计使用年限应遵循现行国家标准《建筑结构可靠性设计统一标准》GB 50068 和《工程结构可靠性设计统一标准》GB 50153 的相关规定。

5.1.3 钢结构在设计使用年限内，应符合下列规定：

- 1 应能够承受在组拼和正常使用期间预期出现的各种作用；
- 2 应保障结构和局部构件的预定使用要求；
- 3 应保障足够的耐久性、耐候性要求；
- 4 在可能遭遇的爆炸、撞击、火灾、罕遇地震等偶然事件及人为失误时，结构应保持承载力与整体稳固性。

5.2 材料

5.2.1 增压建筑钢结构应遵循技术可靠、经济合理的原则，根据其服役场景、荷载特征、连接构造与环境温度等，选择合适的牌号与材质。

5.2.2 所选钢材应符合下列规定：

- 1 钢材牌号、质量应分别遵循现行国家标准《碳素结构钢》GB/T-700、《低合金高强度结构钢》GB/T-1591 和《建筑结构用钢板》GB/T-19879 的相关规定；
- 2 结构用钢板、热轧工字钢、角钢、H 型钢和方钢等型材产品的规格、外形、重量及允许偏差应符合国家现行相关标准的相关规定；
- 3 所用的钢材应具有屈服强度、抗拉强度、断后伸长率和硫、磷含量的合格保证，对焊接结构尚应具有碳当量与冷弯试验的合格保证；
- 4 所用的钢材应考虑增压建筑所处环境温度特殊性：不需要验算疲劳时，工作温度不高于 0℃但高于-20℃时，选用 Q235、Q355 钢不应低于 B 级；工作温度不高于-20℃但高于-40℃时，Q235 钢和 Q345 钢不应低于 C 级；低于-40℃应进行专项论证。

5 处于外露环境,可采用 Q235NH、Q355NH 牌号等耐候结构钢,其质量应遵循现行国家标准《耐候结构钢》GB/T-4171 的相关规定。

5.2.3 钢结构用焊接、紧固材料应符合下列规定:

1 手工焊接、自动焊或半自动焊、埋弧焊应符合现行相应国家标准,所选焊条、焊丝型号应与主体金属力学性能相适应,并满足低温环境使用要求;

2 螺栓连接质量应遵循现行国家标准《紧固件机械性能螺栓、螺钉和螺柱》GB/T-3098.1 和《紧固件公差螺栓、螺钉、螺柱和螺母》GB/T-3104.1 的相关规定,并满足低温环境使用要求。

5.3 荷载与作用

5.3.1 除疲劳计算和抗震设计外,应采用以概率理论为基础的极限状态设计方法,用分项系数设计表达式进行计算。

5.3.2 钢结构应按承载能力极限状态和正常使用极限状态进行设计:

1 一般设计状况:

$$\gamma_0 S \leq R \quad (5.3.2-1)$$

2 地震设计状况:

$$\text{多遇地震: } S \leq R / \gamma_{RE} \quad (5.3.2-2)$$

$$\text{设防地震: } S \leq R_k \quad (5.3.2-3)$$

式中: γ_0 ——结构的重要性系数,增压建筑一般取 1.0;

S ——承载能力极限状况下作用组合的效应设计值;

R ——结构构件的承载力设计值;

R_k ——结构构件的承载力标准值;

γ_{RE} ——承载力抗震调整系数。

各系数具体取值参照现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB-50009 与《建筑抗震设计规范》GB-50011 的相关规定。

5.3.3 荷载确定宜划分为下列三类,取值可参照现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB-50009 采用:

1 永久荷载,包括结构自重等;

2 可变荷载，包括增压压力、楼面活荷载、屋面活荷载和积灰荷载、风荷载、雪荷载、温度作用等；

3 偶然荷载，包括爆炸力、撞击力、地震作用等。

5.3.4 荷载效应分析时，应按下列规定对不同荷载采用不同的代表值：

1 对永久荷载应采用标准值作为代表值；

2 对可变荷载应根据设计要求采用标准值、组合值、频遇值或准永久值作为代表值；

3 对偶然荷载应按建筑结构使用的特点确定其代表值。

5.3.5 荷载效应分析时，除增压压力荷载分项系数取值 1.25，其余荷载分项系数、荷载组合系数等，应遵循现行国家标准《建筑荷载规范》GB50009 的相关规定采用；地震作用应根据国家现行标准《建筑抗震设计规范》GB50011 确定。

5.4 构件与连接

5.4.1 增压建筑整体布置原则应符合下列规定：

1 结构布置宜规则、对称，传力路径简单、直接；

2 结构各层的质量中心与抗侧力刚度中心宜接近或重合；

3 竖向布置应使其质量均匀分布，上下楼层的质量比不宜大于 1.5，同时避免刚度和承载力突变。

5.4.2 增压建筑单模块设计应符合下列规定：

1 单模块结构计算应根据模块类型、结构选型、节点构造，确定合适的计算简图；

1 单模块结构体系宜按框架结构计算，外铺钢板宜按弹性板考虑；

2 单模块结构应遵循现行国家标准《钢结构设计规范》GB 50017 的相关规定采用一阶或二阶弹性分析。

5.4.3 连接和连接件的计算模型应与连接的实际受力性能相符合，并按承载力极限状态和正常使用极限状态分别计算和设计单个连接件。

5.4.4 螺栓孔加工精度、高强度螺栓摩擦型连接的连接板摩擦面处理工艺应保证螺栓连接的可靠性。

5.4.5 钢结构设计时，焊缝质量等级应根据钢结构的重要性、荷载特性、焊缝形式、

工作环境以及应力状态等确定。

5.4.6 焊接材料应与母材相匹配；焊缝应采用减少垂直于厚度方向的焊接收缩应力的坡口形式与构造措施。焊接结构设计中不应任意加大焊缝尺寸，应避免焊缝密集交叉。

5.4.7 由于建筑使用功能或其他因素需调整构造措施时，或对于新型结构、构件、连接节点，应通过计算分析和试验验证保证安全要求。

5.5 抗震措施

5.5.1 钢结构的抗震设计应符合下列规定：

- 1 应具有明确的计算简图和合理的地震作用传递途径；
- 2 应保证连接节点不先于构件破坏；
- 3 应避免因部分结构或构件破坏而导致整个结构丧失抗震能力或丧失对重力荷载的承载能力；
- 4 应具备良好的变形能力和塑性耗能能力；
- 5 对可能出现的薄弱部位，应采取措施提高其抗震能力。

5.5.2 钢结构模块建筑抗震按两阶段设计。第一阶段设计应按多遇地震计算地震作用，第二阶段设计应按罕遇地震计算地震作用。

5.5.3 钢结构抗震构件塑性耗能区连接的极限承载力，应大于与其相连构件充分发生塑性变形时的承载力。

5.6 耐久性

5.6.1 钢结构耐久性、耐候性设计时，应考虑各种可能影响耐久性的环境因素。钢结构防腐涂料、涂装遍数、涂层厚度均应符合设计和涂料产品说明书要求。

5.6.2 设计使用年限中，钢结构出现如下状态，应开展相应功能评估：

- 1 钢结构受力框架出现大面积锈蚀；
- 2 承重金属面板出现片状锈蚀或大面积涂层脱落；
- 3 防腐涂层局部或整体失效；
- 4 钢结构构件出现应力腐蚀裂纹；
- 5 特殊防腐保护措施失去作用。

中国建筑节能

中国建筑节能协会

中国建筑节能协会

建筑节能协会

6 围护系统设计

6.1 一般规定

6.1.1 围护结构气密层应连续包围整个增压空间，建筑施工图设计应明确标注气密层的位置。

6.1.2 应对围护结构气密层、围护结构洞口、管线贯穿处等气密性薄弱部位进行节点气密性设计。

6.1.3 当冬季室外计算温度低于 0.9°C ，建筑围护结构热桥部位应进行内表面结露验算。当热桥部位内表面温度低于空气温度时，应采用消除或消减热桥的措施，并重新复核围护结构内表面温度。

6.2 外墙

6.2.1 外墙保温形式应根据工艺、现场成品保护条件、产业配套、道路运输等条件综合确定。

6.2.2 外墙保温材料应遵循现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 要求。

6.2.3 采用内保温时，应遵循现行国家标准《外墙内保温工程技术规程》JGJ261。保温材料应选用吸水率小的保温材料。

6.2.4 外墙采用内保温时宜在室内侧设置连续的隔汽层或保温材料与金属板之间设置空气层。

6.2.5 室内内装支架固定在龙骨时应采用减少热桥的连接方式，不应完全贯穿保温层。

6.2.6 外墙采用外保温时，应满足《外墙外保温工程技术标准》JGJ 144 相关规定。

6.2.7 管线穿外保温应有可靠的防水措施。

6.2.8 增压建筑安装的雨棚、空调板和外墙装饰板、管线支架与墙板之间连接均不应破坏气密层。

6.3 气密门、窗

6.3.1 分隔增压空间与非增压空间之间的门、窗应采用气密门、窗。

- 6.3.2 分隔采暖区和室外的气密门、窗应采用带保温功能的门、窗。
- 6.3.3 分隔非采暖区与室外的气密门、窗宜采用带保温功能的门、窗。
- 6.3.4 气密门、窗在采暖季室内侧应控制结露面积，宜采用保温压框设计减少结露面积和结露强度。
- 6.3.5 外窗洞口部位宜设置披水板向外排水。
- 6.3.6 气密门、窗在安装过程中，应有保护密封材料的专项措施。

6.4 屋面

- 6.4.1 屋面应遵循现行国家标准《屋面工程技术规范》GB 50345 中规定的屋面防水等级进行防水设防。
- 6.4.2 太阳能光伏系统应与屋面进行一体化设计，太阳能支架底座与建筑连接宜在工厂完成。
- 6.4.3 采光顶与屋面的设计应符合现行行业标准《采光顶与金属屋面技术规程》JGJ 255 的相关规定。采光顶应有防尘和排水措施。
- 6.4.4 开敞式屋面不应设置排风洞口或其他孔洞。

7 建筑设备系统设计

7.1 空气加压系统

- 7.1.1 加压设备宜选用无油加压设备。加压设备选型宜考虑 20%的裕量。
- 7.1.2 加压设备进气口应直通室外，避开各种污染源。
- 7.1.3 加压设备采用螺杆式空压机时应配置储气罐，工作压力不应低于配套空压机的额定排放压力，容量应满足增压建筑相关设计要求。
- 7.1.4 储气罐等压力容器内壁的涂料应采用食品容器漆或饮水舱漆等无毒型涂料。
- 7.1.5 增压建筑应设置紧急泄压装置。
- 7.1.6 紧急泄压装置不得以任何物品遮挡，并配以红色警示标志。紧急泄压装置手柄开、关方向的标志，操作说明及防止误操作措施应以警示文字标志。
- 7.1.7 紧急泄压装置应设置在入口附近。
- 7.1.8 紧急泄压装置排放口及压力调节系统排放口应引至室外安全处。
- 7.1.9 紧急泄压时，从工作压力降至手动可开启气密门的时间不应超过 1min。
- 7.1.10 增压建筑每个过渡模块应分别设置独立的压力调节装置，当采用电动调节阀时，还应配置 1 套手动机械阀门。
- 7.1.11 增压建筑功能标准模块的升、降压速率宜在 2kPa/min ~ 10kPa/min 范围内可调，过渡模块的升、降压速率宜在 6kPa/min ~ 20kPa/min 范围内可调。
- 7.1.12 增压建筑进气口与排气口应有效隔离，避免气体短路。
- 7.1.13 增压建筑宜采用微压空气储能，由增压设备以及与其连接的稳压罐和空气储罐组成，通过管道与增压建筑进气口连通。
- 7.1.14 空气储能系统使用应综合考虑增压建筑运行能耗以及太阳能发电模式，降低增压建筑运行能耗成本。
- 7.1.15 增压建筑宜采用增压设备余热回收系统进行热能回收及再利用。
- 7.1.16 增压设备余热宜用于建筑群热水供应及室内取暖需求。

7.2 环境调节系统

- 7.2.1 增压建筑室内应当设置温湿度监视仪表，温度示值误差不应大于 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ ，湿度

示值误差不应大于 $\pm 5\%$ 。温湿度传感器应设置防护罩。

7.2.2 增压建筑环境调节系统应控制室内温度 $18^{\circ}\text{C}\sim 26^{\circ}\text{C}$ 范围内，稳压时室内温度变化率不应大于 $3^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 。

7.2.3 增压建筑稳压时应保持舱内相对湿度 $40\%\sim 60\%$ 之间。

7.2.4 增压建筑应设置弹簧式安全阀，型号规格和数量宜根据增压建筑的规模和运行压力确定。

7.2.5 安全阀的整定压力、排放能力计算和安装要求应符合现行行业标准《安全阀安全技术监察规程》TSG ZF001 相关规定。

7.2.6 增压建筑室内应配置监测仪表用于监测舱内氧气和二氧化碳浓度，其示值误差不大于 $\pm 3\%$ 。

7.2.7 增压建筑室内氧浓度值应控制不低于 19% 。当氧浓度低于限值时，控制系统应能启动换气程序，其误差不应超出 $\pm 1\%$ 。

7.2.8 增压建筑室内二氧化碳浓度不应超过 0.35% 。当二氧化碳浓度超标时，控制系统应能启动换气程序，其误差不应超出 $\pm 1\%$ 。

7.3 电气系统

7.3.1 增压建筑电气系统电压等级宜为 AC380/220V。

7.3.2 增压建筑供配电系统宜采用 1 路正常电源进线，对于消防、控制、应急照明等用电负荷应配备 UPS 电源。

7.3.3 UPS 电源应能在正常供电网络中断时自动投入使用，保持应急呼叫、应急照明、对讲通信、消防系统和监测仪表正常工作时间不少于 60min 。

7.3.4 增压建筑内部照度应遵循现行国家标准《建筑照明设计标准》GB50034 的相关规定。

7.3.5 在增压建筑控制系统主控柜上应设置声光信号发生装置，在触发按钮时应持续发出声光报警信号，声光信号应只能由操作人员在主控柜上手动切断。

7.3.6 增压建筑采用联合接地系统，保护接地、防静电接地、仪表接地共用接地装置，共用接地装置接地电阻值不应大于 1Ω 。增压建筑与接地装置之间宜用镀锌扁（圆）钢可靠连接，在保护接地装置的连接处应附有接地符号标记。

7.3.7 电气系统配电装置及馈电线路的绝缘电阻值不应小于 $0.5\text{M}\Omega$ 。

7.3.8 增压建筑穿入室内电线（缆）应采用铜芯线，中间不得有接头。

7.3.9 室内电线（缆）敷设应采用暗装方式，并带有保护套管。

7.4 控制系统

7.4.1 增压建筑控制系统宜采用 PLC 可编程序控制器。

7.4.2 增压建筑采用的 PLC 应具有先进的硬件及软件环境，满足安全性、可靠性及先进性的要求。

7.4.3 增压建筑 PLC 的网络体系结构宜由控制和监控两级构成。

7.4.4 增压建筑 PLC 可通过 Profibus DP / Modbus 和以太网等与第三方过程控制设备进行通信。

7.4.5 增压建筑 PLC 应能实现压力控制、均衡换气、过渡模块进出、紧急撤出等功能，满足增压建筑的正常使用。

8 消防安全设计

8.1 建筑防火

8.1.1 增压建筑的耐火等级应符合下列规定：

1 增压区域耐火等级应遵循现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 和《建筑防火通用规范》GB 55037 的相关规定。除气密门、窗以外，不同耐火等级建筑相应构件的燃烧性能和耐火极限不应低于表 8.1.1 的相关规定。

表 8.1.1 不同耐火等级建筑相应构件的燃烧性能和耐火极限

构件名称	耐火等级			
	一级	二级	三级	四级
增压结构	不燃性 3.0	不燃性 2.5	不燃性 2.0	不燃性 0.5
非增压结构	应遵循现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的规定			

2 设备房应单独设置，与建筑主体之间采取防火分隔措施。

8.1.2 增压建筑之间防火间距不应低于 6.0m，与相邻其他建筑的防火间距应遵循现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 和《建筑防火通用规范》GB 55037 的相关规定，且应符合下列规定：

1 两座独立的增压建筑通过连接隔间连接时，增压建筑之间防火间距不应低于 6.0m；

2 设备房面向增压建筑一侧的外墙不应开设门窗洞口。

8.1.3 增压建筑防火分区和层数应满足如下规定：

1 每个防火分区最大允许建筑面积不应大于 500m²。当建筑内设置自动灭火系统或简易自动喷水灭火系统时，防火分区面积可适当增加，增加面积按灭火系统保护面积的 1.0 倍计算；

2 增压建筑最大允许建筑面积不应超过 1000m²。

8.1.4 建筑平面布置应遵循现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016、《建筑防火通用规范》GB 55037 的相关规定，且应符合下列规定：

1 甲、乙、丙类火灾危险性物品严禁设置在建筑内；

2 严禁在建筑内使用明火；

3 电气焊等明火作业前，建筑应处于无压状态。

8.2 建筑构造与室内装修

8.2.1 疏散走道、过渡模块的顶棚、墙面、地面应采用不燃材料装修，其它装修应遵循现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016、《建筑内部装修设计防火规范》GB 50222 和《建筑防火通用规范》GB 55037 的相关规定。

8.2.2 疏散走道、楼梯间、过渡模块严禁设置任何可燃物。

8.2.3 除过渡模块的门外，其它房间开向公共走道的门应采用火灾时能自动关闭的乙级防火门。

8.2.4 建筑防火分区之间防火分隔措施应遵循现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016、《建筑内部装修设计防火规范》GB 50222 和《建筑防火通用规范》GB 55037 的相关规定。

8.3 安全疏散

8.3.1 建筑安全疏散设计除应遵循现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 和《建筑防火通用规范》GB 55037 的相关规定外，还应满足如下要求：

- 1 第二层建筑面积不大于 200m^2 且人数不超过 15 人，可设置 1 部疏散楼梯；
- 2 疏散楼梯在首层无法直通室外时，可通过长度不大于 15m 的疏散走道直通室外。

8.3.2 建筑每层宜设置可供人员安全逃生的窗口，二层逃生窗口应设置在过渡模块屋顶上方。过渡模块屋顶应设置直通地面的金属爬梯。

8.4 消防设施

8.4.1 建筑应设置紧急泄压系统，且应符合下列规定：

- 1 疏散走道不宜设置紧急泄压口，当必须设置时应能保证紧急泄压过程中疏散走道气压不低于房间气压；
- 2 楼梯间不应设置紧急泄压口。

8.4.2 紧急泄压系统的控制应符合下列规定：

- 1 紧急泄压系统应具有自动、手动和现场机械应急启动功能；
- 2 紧急泄压时，应开启建筑内所有紧急泄压口；

3 紧急泄压时，从收到火警信号到建筑室内相对空气压力从设定值降至手动开启气密门的所用时间不应超过 1min；

8.4.3 建筑紧急泄压系统的泄压口设计应符合下列规定：

1 紧急泄压口应设置在储烟仓以内，储烟仓厚度应遵循现行国家标准《建筑防烟排烟系统技术标准》GB 51251 的相关规定；

2 疏散走道的紧急泄压口与逃生窗的水平距离不应小于 5m；

3 紧急泄压口可作为排烟口使用，有效开口面积应遵循现行国家标准《建筑防烟排烟系统技术标准》GB 51251 对自然排烟口的有关规定；

4 紧急泄压口现场机械应急启动装置与地面的高度不应大于 1.7m；

5 紧急泄压口及其现场机械应急启动装置应设置指示其位置的明显标识，暗装时应设置便于开启的措施。

8.4.4 疏散楼梯入口设置挡烟分隔设施，挡烟分隔设施的深度不应小于 500mm。对于有吊顶的空间，当吊顶开孔不均匀或开孔率小于或等于 25%时，吊顶内空间高度不得计入储烟仓厚度。

8.4.5 建筑应设置火灾自动报警系统，火灾自动报警系统的设计、施工、调试及验收应遵循现行国家标准《消防设施通用规范》GB 55036、《火灾自动报警系统设计规范》GB 50116 和《火灾自动报警系统施工及验收标准》GB 50166 的相关规定。

8.4.6 建筑室内消火栓系统应满足如下规定：

1 室内消火栓系统的设计、施工、调试及验收应遵循现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016、《建筑防火通用规范》GB 55037、《消防设施通用规范》GB 55036 和《消防给水及消火栓系统技术规范》GB 50974 的相关规定。

2 可不设置室内消火栓系统时，应设置消防软管卷盘或轻便消防水龙，消防供水可采用生活供水。

8.4.7 建筑自动灭火系统设计应满足如下规定：

1 自动灭火系统的设计、施工、调试及验收应遵循现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016、《建筑防火通用规范》GB 55037、《消防设施通用规范》GB 55036、《自动喷水灭火系统设计规范》GB 50084 和《自动喷水灭火系统施工及验收规范》GB 50261 的相关规定。

2 可不设置自动灭火系统的建筑，宜设置简易自动喷水灭火系统，消防供水可

采用生活供水。

8.4.8 建筑内消防应急照明和灯光疏散指示标志的设计应遵循现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016、《建筑防火通用规范》GB 55037、《供配电系统设计规范》GB 50052 和《消防应急照明和疏散指示系统技术标准》GB 51309 的相关规定，并应符合下列要求：

1 疏散走道地面最低水平照度不应低于 3.0lx，楼梯间和过渡模块地面最低水平照度不应低于 9.0lx；

2 设备房应设置备用照明，其作业面的最低照度不应低于正常照明的照度；

3 疏散走道、过渡模块应设置灯光疏散指示标志。

8.4.9 建筑应设置灭火器，灭火器的设计应遵循现行国家标准《建筑灭火器配置设计规范》GB 50140 的相关规定。

8.4.10 建筑每个房间应设置消防过滤式自救呼吸器。

9 工厂加工制作

9.1 基本要求

9.1.1 钢材材质应符合相应材料标准的相关规定，并按现行行业标准《锅炉用材料入厂验收规则》JB/T3375 的相关规定进行入厂检验，合格后方可使用。

9.1.2 认真熟悉焊件有关图样、工艺文件和技术要求，根据焊接位置、接头形式等选择合适的焊接辅助装置。

9.1.3 焊工应按《锅炉压力容器焊工考试规则》进行考试，并取得相应合格证书方可从事有关焊接工作。

9.1.4 焊工必须经过安全技术教育培训，取得安全操作证方可上岗。

9.1.5 模块焊接、外观和组装、无损检测、热处理应遵循现行国家标准《压力容器》GB 150.1-150.4 和《固定式压力容器安全技术监察规程》TSG 21 相关规定。

9.1.6 焊接接头不得有表面裂纹、未焊透、未熔合、表面气孔、弧坑、未填满和肉眼可见夹渣等缺陷。

9.1.7 当发现有有害的缺陷时必须铲去，并用适当的方法进行补焊。修补方法按国家标准《船体结构钢焊缝修补技术要求》CB/T 3761-2013 进行。

9.1.8 增压建筑模块的对接焊缝应按现行行业标准《承压设备无损检测》JB/T4730.2 中的要求进行 20%的射线探伤检测,对接焊缝的合格级别不低于Ⅲ级,透照质量不低于 AB 级。

9.1.9 门框、窗框等受压部件有热处理要求时，应当按照制定的热处理工艺进行热处理，并且保存热处理报告、热处理温度自动记录等资料。

9.1.10 模块外观表面涂层应平整光滑、色泽均匀,不得有气泡和擦伤痕迹；人员出入和操作中接触的模块内外表面应平整光滑,不得有尖角及锐边现象。

9.1.11 焊接过程中要控制钢板内凹变形，宜焊接前对钢板进行预凸处理。

9.2 切割要求

9.2.1 零件对合线必须清晰，零件的坡口形式、正反、左右等零件加工符号、尺寸、标注必须正确无误。

- 9.2.2 下料后零件的切口、面板的自由边都必须打磨。
- 9.2.3 切割材料严格按下料工艺单要求，材料规格材质不准擅自替代。
- 9.2.4 型材加工必须控制其直线度、水平度、角尺度及焊接质量。
- 9.2.5 拼板切割零件的直线度精度、对角线精度达到质量标准。

9.3 焊接

- 9.3.1 焊接工艺必须根据焊接工艺评定报告编制，施焊时严格执行焊接工艺。焊接材料应通过焊接工艺评定确定；焊剂、焊条必须按产品说明书烘干使用；焊剂中的脏物，焊丝上的油锈等必须清除干净；CO₂气体纯度应大于99.5%。
- 9.3.2 焊接工作宜在室内进行，环境湿度应小于80%；焊接低合金钢的环境温度不应低于5℃，焊接普通碳素钢不应低于0℃。
- 9.3.3 焊接前必须彻底清除等焊区域内的表面污物，如：铁锈氧化皮、油污、油漆等影响焊缝质量的杂质，清理区域为焊缝边缘不小于20mm。
- 9.3.4 焊前预热温度应通过焊接性试验和焊接工艺评定确定；预热范围一般为焊缝每侧100mm以上，距焊缝30~50mm范围内测温。
- 9.3.5 定位焊采用的焊条和焊接规范以及对焊工的要求，应与正式焊接相同。
- 9.3.6 焊接时严禁在母材的非焊接部位引弧，也不得在焊缝端部引弧。

9.4 涂装

- 9.4.1 涂装施工环境温度不得低于5℃，相对湿度小于85%。涂装固化过程中，涂装零部件表面温度小于60℃。
- 9.4.2 施工区域必须保持空气流通，涂装及固化过程中应无粉尘及其它异物飞扬。
- 9.4.3 涂装应严格遵守湿度，温度对涂料的影响。严格遵守重涂间隔时间及调配方法的有关规定。
- 9.4.4 涂装过程中，应注意各种施工方法对漆膜的影响，确保漆膜均匀。
- 9.4.5 对螺钉头，边、角、夹缝等部位要先涂，然后大面积涂。
- 9.4.6 两种不同颜色的涂层交界处，其界面必须分明整齐。
- 9.4.7 涂漆间隔时间12h-24h。

10 施工安装

10.1 一般规定

10.1.1 增压建筑的安装应编制专项施工方案。施工方案应包括工程概况、编制依据、工程计划进度、设施及基础做法及图样、安装及拆除工艺方法、劳动力计划、应急预案、相关计算等内容，施工前应对施工人员进行安全技术交底。

10.1.2 模块化模块进场时应应对规格、外观、几何尺寸、编号及数量等进行验收。

10.1.3 施工机械及设备应在性能参数范围内进行操作和使用，专用机械及工具应满足施工要求，并应在合格检定有效期内。

10.1.4 现场安装施工人员应进行专业技能培训，作业前应进行专项安全交底，特殊工种施工人员应经过培训并持证上岗。

10.1.5 增压建筑宜采用天然地基，当地基土承载力小于 100kPa 时，以及地基土为软土等不良地基时，应进行地基处理。

10.1.6 基础形式宜采用柱形独立基础，其埋深不应小于冻土深度或 0.5m，地面应设置素混凝土垫层衬底。

10.1.7 安装前应对基础和预埋件进行验收。基础的验收包括基础的混凝土强度、基础的平面位置和顶面标高、地脚螺栓（锚栓）等进行复测，基础顶面的允许偏差应符合设计要求，基础混凝土强度应达到设计强度的 80%，复核及验收合格后方可进入下一道工序。

10.1.8 安装前，应根据装配图主控轴线和基础平面图，对基础外轮廓线、断面尺寸、垫层标高（高程）、排水沟坡度等进行抄测并填写基础平面及标高实测记录。

10.1.9 基础顶面、地脚螺栓（锚栓）偏移的允许偏差见表 10.1.9。

表 10.1.9 基础顶面、地脚螺栓（锚栓）的允许偏差

检查项目		允许偏差（mm）
基础顶面	标高	±5.0
	水平度	L/1000（L 为基础长度）
地脚螺栓（锚栓）	螺栓中心偏移	±5.0
	螺栓露出长度	+30.0
	螺纹长度	+30.0

10.2 主体结构安装

10.2.1 增压建筑的安装应合理选择起重吊装设备。

10.2.2 吊装用钢丝绳、卸扣、吊钩等吊索吊具均不得超出其允许荷载，专用机具和工具应满足施工要求，并应经检验合格后方可使用。

10.2.3 模块结构开洞面积大可能引起吊装变形时，应采用专用吊装平衡架或加固模块结构后进行吊装，防止箱体、门窗、连接法兰、递物筒和外设零配件碰撞损伤。

10.2.4 模块的安装作业应符合下列规定：

1 宜按照建筑物的模块种类、数量、组合方式、现场实际条件及安装机械的规格等确定安装顺序；

2 模块单元吊装安装时应按照合理顺序进行，必要时应采取临时支承或其他临时加固措施；可采取由中心向两侧发散安装或者由一端向另一端展开安装的方式，不可由两侧同时向中心进行安装，且若为多层建筑则需先完成下层安装后再进行上一层安装；应先调整标高，再调整中心位移，最后调整垂直偏差；

3 不应利用已安装就位的舱体模块单元的构件起吊其他重物，且不应在主要受力部位加焊其他物件；

4 吊装过程中应避免舱体模块间擦碰，尤其应避免舱体间连接法兰的重力碰撞，影响法兰连接及密封胶圈的气密性；

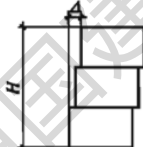

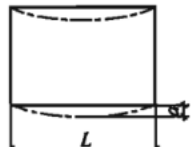
5 各舱体模块间落位后，螺栓应拧紧，其间隙应符合设计规定；

6 在吊装遇到紧急情况时，需制定相应应急预案。

10.2.5 模块单元结构各层安装完成后，应对轴线、垂直度、标高等进行复核，安装的允许偏差应符合表 10.2.5 的相关规定。

表 10.2.5 增压建筑主体安装的允许偏差 (mm)

项目	允许偏差	图例
模块底座中心线对定位轴线的偏移 Δ	± 4.0	
单层模块垂直度 Δ	4.0	

多层模块垂直度 Δ	$\Delta \leq H/2500 + 10$ 且 $\Delta \leq 30.0$	
模块顶部标高 Δ	± 5.0	
整体结构整体平面弯曲 α	$\leq L/1200$	

10.2.6 增压建筑现场焊接施工应遵循现行国家标准《钢结构焊接规范》GB 50661 的有关规定。

10.2.7 增压建筑现场模块连接用紧固件的连接施工，应遵循国家现行标准《钢结构工程施工规范》GB 50755 和《钢结构高强度螺栓连接技术规程》JGJ 82 的有关规定。

10.2.8 增压建筑模块单元在运输、存放和安装过程中磨损处的涂层以及安装连接部位应按照专项施工方案进行打磨和现场补涂。

10.3 设备与管线系统连接安装

10.3.1 增压建筑的管线安装应遵循现行国家标准《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303-2015、《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB 50242-2002、《通风与空调工程施工质量验收规范》GB 50243-2016 中的相关规定。

10.3.2 电缆、绝缘导线敷设前，绝缘电阻应经测试合格。

10.3.3 金属梯架、托盘或槽盒本体之间的连接应牢固可靠，不应少于 2 处与保护导体可靠连接；全长大于 30m 时，每隔 20m~30m 应增加一个连接点，起始端和终点端均应可靠接地。

10.3.4 电缆梯架、托盘和槽盒转弯、分支处宜采用专用连接配件，其弯曲半径不应小于梯架、托盘和槽盒内电缆最小允许弯曲半径，电缆最小允许弯曲半径按电缆直径的 10 倍。

10.3.5 电缆梯架、托盘和槽盒与支架间及连接板间的固定螺栓应紧固无遗漏，螺母应位于电缆梯架、托盘和槽盒外侧。

10.3.6 电缆梯架、托盘和槽盒水平安装时支架间距宜为 1.5m~4.0m，垂直安装的距离宜为 2.0m。

10.3.7 机械连接的金属导管，管与管、管与盒（箱）体的连接配件应选用配套部件，其连接应符合产品技术文件要求，当连接处的接触电阻值遵循现行国家标准《电气安装用导管系统第 1 部分：通用要求》 GB/T20041.1 的相关要求时，连接处可不设置保护联结导体，但导管不应作为保护导体的接续导体。

10.3.8 钢导管不得采用对口熔焊连接；镀锌钢导管或壁厚小于等于 2mm 的金属导管不得采用套管熔焊连接。

10.3.9 对于暗配的导管，导管埋设深度距建筑物、构筑物的距离不应小于 15mm。

10.3.10 对于明配的导管，在距终端、弯头中点或柜、箱等边缘 150mm~500mm 范围内设置管卡。

10.3.11 电缆穿越增压建筑舱体处应采用电缆密封接头，接头与电缆导管采用挠性连接管连接。

11 质量验收

11.1 一般规定

11.1.1 增压建筑施工质量验收应按照现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300 的有关规定进行单位工程、分部工程、分项工程和检验批的划分。

11.1.2 增压建筑模块单元按相应单位工程在加工车间进行验收，并符合本规标准第 10 章的相关规定。

11.1.3 增压建筑模块单元进行周转使用前，应对待用模块重新进行检查、检测及验收，通过后方可重新投入使用。

11.2 制作质量验收

11.2.1 增压建筑各模块单元应在工厂制作完成，应按试验压力进行气密性试验，保压时间为 1h，泄漏率小于或等于 10%/h。

11.2.2 模块单元制作完成后，应对结构尺寸、法兰面等进行复核，制作允许偏差及检验方法除应符合表 11.2.2 的相关规定外，尚应遵循现行国家标准《压力容器》GB 150.1-150.4 和《固定式压力容器安全技术监察规程》TSG 21 中的相关规定。
检查数量：全数检查。

表 11.2.2 舱体制作允许偏差及检验方法

项次	项目	允许偏差 (mm)	检验方法
1	模块单元长度、宽度、高度	±4.0	用钢尺、游标卡尺检查
2	法兰面标高	±1.0	用钢尺、游标卡尺检查
3	法兰平面度	0.5	用钢尺、塞尺检查
4	法兰面螺栓孔间距	±0.3	用钢尺、游标卡尺检查
5	万向脚杯安装孔位置度	±1.0	用钢尺、游标卡尺检查
6	一、二层调整座安装孔位置度	±1.0	用钢尺、游标卡尺检查
7	气密窗安装面平面度	1.0	用钢尺、塞尺检查

8	气密门开洞高度、宽度	±1.0	用钢尺、塞尺检查
---	------------	------	----------

11.2.3 软连接模块制作完成后，应对结构尺寸、法兰面等进行复核，制作允许偏差及检验方法除应符合表 11.2.3 的相关规定外，尚应遵循现行国家标准《压力容器》GB 150.1~150.4 和《固定式压力容器安全技术监察规程》TSG 21 中的相关规定。
检查数量：全数检查。

表 11.2.3 软连接制作允许偏差及检验方法

项次	项目	允许偏差 (mm)	检验方法
1	软连接宽度	0~+4.0	用钢尺、游标卡尺检查
2	法兰平面度	0.5	用钢尺、塞尺检查
3	法兰面螺栓孔间距	±0.3	用钢尺、游标卡尺检查

11.3 进场验收

11.3.1 增压建筑模块单元的类型、规格、性能应符合设计文件的相关规定。模块进行进场检验时，应提交模块出厂质量合格证明文件。

11.3.2 增压建筑模块单元的外表面不应有严重缺陷，应完好无损，不应有裂缝、缺损，软连接及法兰应完整无损，密封圈不应脱离或破皮。

11.3.3 增压建筑模块单元的软连接法兰及螺栓应按照本标准 10.4.7 的相关规定执行。

11.3.4 增压建筑模块单元应在显著位置粘贴产品标识，包括模块类型、规格、功能等参数。

11.3.5 增压建筑模块单元外表面不宜出现一般缺陷。对存在一般缺陷的，按照技术方案进行处理，并对其重新检查验收。

11.4 模块安装与连接验收

11.4.1 增压建筑安装现场焊接工程验收应遵循现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 及《钢结构焊接规范》GB 50661 的有关规定。

11.4.2 增压建筑的基础顶面标高、支承面水平度及地脚螺栓（锚栓）的允许偏差值应符合本标准表 11.2.2 的规定。

11.4.3 增压建筑模块单元底座中心线位置、单层模块垂直度、多层模块垂直度、模块顶部标高、整体结构整体平面弯曲偏差应符合本标准表 10.2.5 的规定。

11.4.4 增压建筑软连接模块的伸长允许偏差应符合本标准 11.2.3 的规定。

12 检验与调试

12.1 结构气密性

12.1.1 增压建筑总装完成后，应按试验压力进行气密性试验，保压时间为 1h，泄漏率小于或等于 10%/h。

12.1.2 气密性试验介质应当为干燥洁净的氮气或者空气，并且应当避免油脂污染，试验压力为工作压力，气密性试验保压时间、降压速率、泄漏率等满足相关标准、设计文件要求。

12.1.3 由多个模块组成的增压建筑(含 2 个以上模块)，应当分别对模块进行气密性试验，当各个模块气密性试验符合要求后，方能进行整体气密性试验。

12.2 管路管线

12.2.1 增压建筑给排水管路宜按表 12.2.1 所列的项目进行验收。

表 12.2.1 给排水管路渗漏检查

序号	项目	合格标准
1	给水管水压试验	管道及接口无渗漏
2	污废水管灌水试验	通球率 100%，管道及接口无渗漏
3	生活水箱灌水试验	箱体无渗漏

12.3 控制系统

12.3.1 增压建筑控制系统应先进行单体调试，单体调试合格后方能进行整体调试。

12.3.2 增压建筑控制系统单体调试宜按表 12.3.2 所列的项目进行。

表 12.3.2 控制系统单体调试

序号	项目	调试工具	调试软件	合格标准
1	控制箱 PLC	电脑，网线	西门子 TIA	符合厂家调试程序
2	多参数仪表	电脑，网线或 USB-RS232 转换器	西门子 TIA 或 modscan	显示正确
3	压差变送器	电脑，网线	西门子 TIA	显示正确

4	温湿度传感器	电脑, 网线	西门子 TIA	显示正确
5	电磁阀、急停按钮	电脑, 网线	西门子 TIA	动作正确
6	触摸屏	电脑, 网线	Utility Manager	预设参数显示正确, 模拟按钮操作正常
7	烟雾报警器	电脑, 网线	西门子 TIA	动作正确
8	多声音提示器	电脑, 网线或 USB--RS485 转换器	西门子 TIA 或 modscan	预存声音文件播放正常

12.3.3 增压建筑控制系统整体调试宜按表 12.2.3 所列的项目进行。

表 12.3.3 控制系统整体调试

序号	项目	合格标准
1	各舱体加减压和稳压调试	加减压操作正常, 各仪表显示正确, 稳压情况良好
2	氧浓度控制的调试	氧浓度变化与控制程序一致
3	过渡模块的进舱和出舱调试	加减压操作正常, 各仪表显示正确
4	应急模式的调试	应急出舱操作正常
5	节电模式的调试	系统运行情况与控制程序一致

13 运行与维护

13.1 使用说明

13.1.1 人员进出增压建筑应遵循下述规定：

- 1 人员须通过过渡模块进出增压建筑；
- 2 过渡模块气密门两侧压力平衡时方可开启；
- 3 进出过程中通过增、减压调节按钮调节过渡模块内压力；
- 4 紧急情况时可通过手动泄压阀释放过渡模块内压力；
- 5 人员进入或离开过渡模块后必须关闭过渡模块气密门。

13.1.2 增压建筑应设置应急处置措施，确保事故发生后的人身安全。

13.1.3 增压建筑应急处置措施宜包含事故求救、紧急疏散和室内环境参数不利三个方面：

- 1 事故情况下通过增压建筑室内的紧急按钮向舱外管理人员求救；
- 2 事故情况下采用正常出舱流程存在风险时，可通过逃生窗快速疏散舱内被困人员；
- 3 控制系统监测到增压建筑舱内 CO₂ 浓度偏高、O₂ 浓度偏低时，换气程序自动启动，将舱内 CO₂ 浓度、O₂ 浓度偏低调节至正常范围。

13.2 维护手册

13.2.1 增压建筑宜按日度、月度、季度及年度进行维护保养。

表 13.2.1-1 日常检查和维护保养

日常检查和维护保养	
序号	检查项目
1	各系统运行参数及报警信息
2	门窗、软连接、递物桶密封性能
3	对讲系统是否可靠、正常
4	过渡模块加压、泄压过程是否存在异常

表 13.2.1-2 月度检查和维护保养

月度检查和维护保养	
序号	检查项目
1	加压系统设备油系统、过滤系统、散热装置清理
2	检查舱体、门、窗外观
3	检查气密门、窗、递物筒处密封胶条老化情况
4	检查管道及管道软连接气密性
5	检查电气设备接线及外观
6	检查阀门动作情况
7	测氧仪校准
8	各系统操作使用记录

表 13.2.1-3 季度检查和维护保养

季度检查和维护保养	
序号	检查项目
1	检查加压设备油、气、电路连接情况，安全阀性能
2	更换空压机空气滤清器、油过滤器、油细分离器
3	检查空气过滤器滤芯和自动排水阀
4	检查各类手动阀门的动作情况及密封性能
5	检查自动操作系统的手操机构动作情况。
6	检查舱体加压、泄压、保压情况
7	更换所有设备的干电池

表 13.2.1-4 年度检验和维护保养

年度检验和维护保养	
序号	检查项目
1	季度检查和维护保养任务
2	储气罐安全阀和压力表校验
3	对多参数仪表、压力传感器、二氧化碳浓度传感器重新标定
4	应急排放阀的动作情况
5	应急电源及应急照明系统完好情况
6	消防演练，消防系统与紧急泄压功能校验
7	各系统设备与接地装置的连接情况及接地装置接地性能

13.2.2 年度检验须由权威的检验单位进行。

本标准用词说明

1 为便于在执行本 标准条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的用词：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的用词：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

3) 表示允许有选择，在条件许可时首先应这样做的用词：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 1 《《建筑结构荷载规范》 GB 50009
- 2 《建筑抗震设计规范》 GB 50011
- 3 《建筑设计防火规范》 GB 50016
- 4 《钢结构设计规范》 GB 50017
- 5 《建筑结构可靠度设计统一标准》 GB 50068
- 6 《自动喷水灭火系统设计规范》 GB 50084
- 7 《火灾自动报警系统设计规范》 GB 50116
- 8 《建筑灭火器配置设计规范》 GB 50140
- 9 《工程结构可靠性设计统一标准》 GB 50153
- 10 《火灾自动报警系统施工及验收标准》 GB 50166
- 11 《建筑内部装修设计防火规范》 GB 50222
- 12 《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》 GB 50242
- 13 《通风与空调工程施工质量验收规范》 GB 50243
- 14 《自动喷水灭火系统施工及验收规范》 GB 50261
- 15 《建筑电气工程施工质量验收规范》 GB 50303
- 16 《屋面工程技术规范》 GB 50345
- 17 《钢结构焊接规范》 GB 50661
- 18 《钢结构工程施工规范》 GB 50755
- 19 《建筑防烟排烟系统技术标准》 GB 51251
- 20 《消防应急照明和疏散指示系统技术标准》 GB 51309
- 21 《消防设施通用规范》 GB 55036
- 22 《建筑防火通用规范》 GB 55037
- 23 《碳素结构钢》 GB/T-700
- 24 《低合金高强度结构钢》 GB/T-1591
- 25 《紧固件机械性能螺栓、螺钉和螺柱》 GB/T-3098.1
- 26 《紧固件公差螺栓、螺钉、螺柱和螺母》 GB/T-3104.1
- 27 《耐候结构钢》 GB/T-4171

- 28 《室内空气质量标准》 GB/T-18883
- 29 《建筑结构用钢板》 GB/T-19879
- 30 《核潜艇舱室空气组分容许浓度》 GJB11A
- 31 《外墙外保温工程技术标准》 JGJ144
- 32 《施工现场模块化设施技术标准》 JGJ / T 435
- 33 《固定式压力容器安全技术监察规程》 TSG21
- 34 《安全阀安全技术监察规程》 TSG ZF001
- 35 《太阳能光伏发电系统与建筑一体化技术规程》 CECS 418
- 36 《钢结构模块建筑技术规程》 TCECS 507
- 37 《微高压氧舱》 T/CAAP 004

中国建筑节能协会团体标准

高海拔地区模块化增压式建筑技术标准

T/CABEE JH-2021043

条文说明

编制说明

《高海拔地区模块化增压式建筑技术标准》T/CABEE JH-2021043 经中国建筑节能协会？年？月？日以第？号公告批准发布。

本标准的主要内容包括：1 总则；2 术语和符号；3 一般规定；4 建筑设计；5 结构设计；6 围护系统设计；7 建筑设备系统设计；8 消防安全设计；9 工厂加工制作；10 施工安装；11 质量验收；12 检验与调试；13 运行与维护。

为了便于读者在使用本标准时能正确理解和执行条文规定，《高海拔地区模块化增压式建筑技术标准》编制组按章、节、条顺序编制了本标准的条文说明，对条文规定的目的、依据及执行中需注意的有关事项进行了说明。但是，条文说明不具备与标准正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

目 次

4 建筑设计	42
6 围护系统设计	44
7 建筑设备系统设计	45
8 消防安全设计	49
10 施工安装	50
11 质量验收	51

4 建筑设计

4.1.3 建筑空间的高气密性是实现其增压的前提条件，相较于以墙板为模块组合的形式，空间模块组合可以有效降低漏气率，所以将增压建筑各组成部分按照气密性承压性有保障的空间模块进行组合较为妥当。

4.1.4 《中华人民共和国道路交通安全法实施条例》第五十四条规定，重型、中型载货汽车，半挂车载物，高度从地面起不得超过4米，载运集装箱的车辆不得超过4.2米；根据《道路大型物件运输管理办法》中大件货物运输的要求，并考虑高速、国道、省道通常限高4.5m，运输车离地高度一般为0.8-1.2m，将模块的高度控制在3.3m（含）以内一般运输将不受影响。

4.3.2 当增压建筑为3层及以上时，高海拔地区资源组织困难，吊装和组装难度大幅增加，故自然层数为一层或二层较为妥当。

6 围护系统设计

6.1.1 建筑围护结构气密层应连续包围整个增压空间，避免出现气密漏点。

6.1.2 围护结构洞口、管线贯穿处容易产生渗漏，其气密性的节点设计应配合产品和安装方式进行设计和施工。穿气密层的管线等宜采用专用气密性接头，不应采用桥架或集中走套管方式进入舱内。

6.1.3 参考《民用建筑热工设计规范》GB50176-2016，冬季室外计算温度低于 0.9°C ，应对围护结构进行内表面结露验算。增压建筑应用场景均为高原地区，且为严寒和寒冷气候区，计算温度普遍低于 0.9°C 。增压建筑内表面结露水会淌进保温层，对结露控制要求更严，故要求热桥部位应进行内表面结露验算

6.2.3 外墙采用内保温时，墙体冷凝风险增大，选用吸水率小的保温材料有利于维持保温系统性能。

6.2.5 内保温贯穿性破坏往往产生大量冷凝结露。增压建筑采用内保温时，设备管线、阀门、控制柜等不宜嵌入内保温材料中。如必须嵌入内保温材料中，不对保温材料产生贯穿性破坏，避免出现贯通式热桥。

6.2.8 为保证气密层不被破坏，增压建筑模块上连接件与墙板之间连接宜采用焊接的方式，连接件与雨棚、空调板和装饰板之间的连接可采用螺栓等连接方式。

6.3.4 高海拔地区采暖季（冬季）内外温差可达 $30\text{-}40^{\circ}\text{C}$ ，气密门、窗在采暖季室内侧应控制结露面积，宜采用保温压框设计减少结露面积和结露强度。

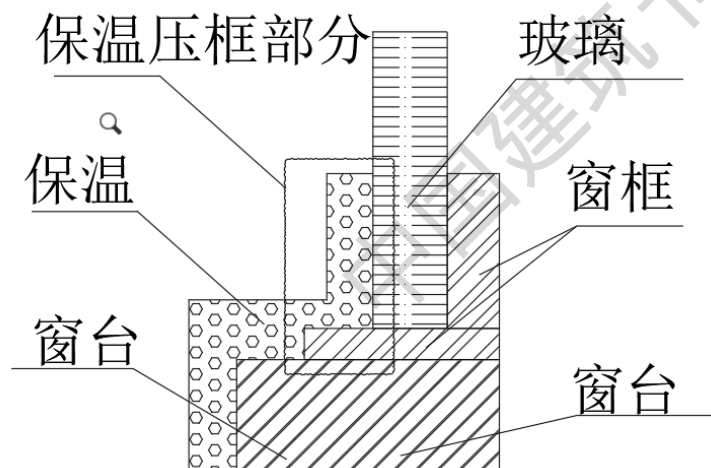


图 6-3-1 保温压框设计

6.3.6 为减少雨水在窗台部位滞留时间，设计披水板。

6.4.2 增压建筑气密门、窗在保证气密性的同时，若提升保温性能，成本将会显著提升。

6.4.4 开敞式屋面顶部雨水、灰尘或其他杂物可能会沿着排风洞口或其他孔洞进入到增压建筑室内，为避免该不利事件发生，屋面不应设置排风洞口或其他孔洞。

7 建筑设备系统设计

7.1.1 增压建筑用气需求量按每人 $20\text{m}^3/\text{h}$ 计算。加压系统包括加压设备、储气罐、三级空气过滤器及冷干机等设备。高海拔地区设备通常会降耗，加压设备选型宜考虑 20% 的裕量。加压设备可选择润滑活塞式空压机、涡旋式空压机、微油螺杆式空压机、罗茨鼓风机或螺杆式鼓风机

7.1.9 人员疏散时，通常黄金时间为 3min。将增压建筑内部相对压力快速进行泄压是一种有效的疏散方式。泄压时间过快，可能会对身体造成不适。本标准规定紧急泄压时，从工作压力降至手动可开启气密门的时间不应超过 1min。通常，手工可开启气密门的压力不超过 0.3KPa 。

7.1.11 综合考虑设备性能和一般人群能承受的人体舒适度，增压建筑功能标准模块的加减压速率宜在 $2\text{kPa}/\text{min} \sim 10\text{kPa}/\text{min}$ 范围内可调，过渡模块的加减压速率宜在 $6\text{kPa}/\text{min} \sim 20\text{kPa}/\text{min}$ 范围内可调。

7.2.4 在满足保护功能要求的前提下，增压建筑不必每个模块都设置安全阀，可根据增压建筑空间大小、用途、容纳人数等综合考虑。

7.2.8 增压建筑为密闭空间，通过运行加压系统进行换气，保证建筑内部空气品质。《室内空气质量标准》GB 18883 规定室内二氧化碳浓度上限值为 0.1%。《核潜艇舱室空气组分容许浓度》GJB11A 规定室内二氧化碳浓度上限值为 0.5%。综合人体舒适程度和运行能耗，本标准规定增压建筑室内二氧化碳浓度不应超过 0.35%。

7.4.5 增压建筑 PLC 控制系统应能实现压力控制、均衡换气、过渡模块进出、紧急撤出等功能，满足增压建筑的正常使用，如下图所示。

1 压力控制功能

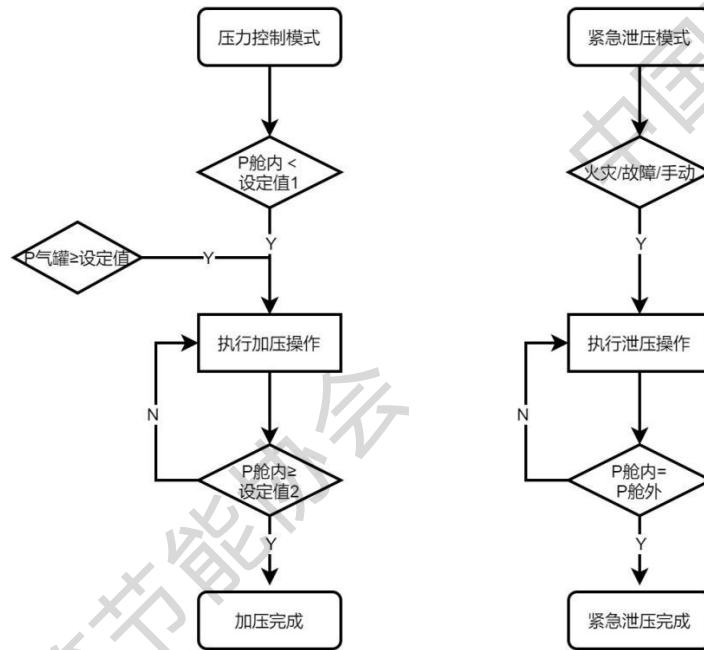


图 7-4-1 压力控制功能流程图

2 均衡换气功能

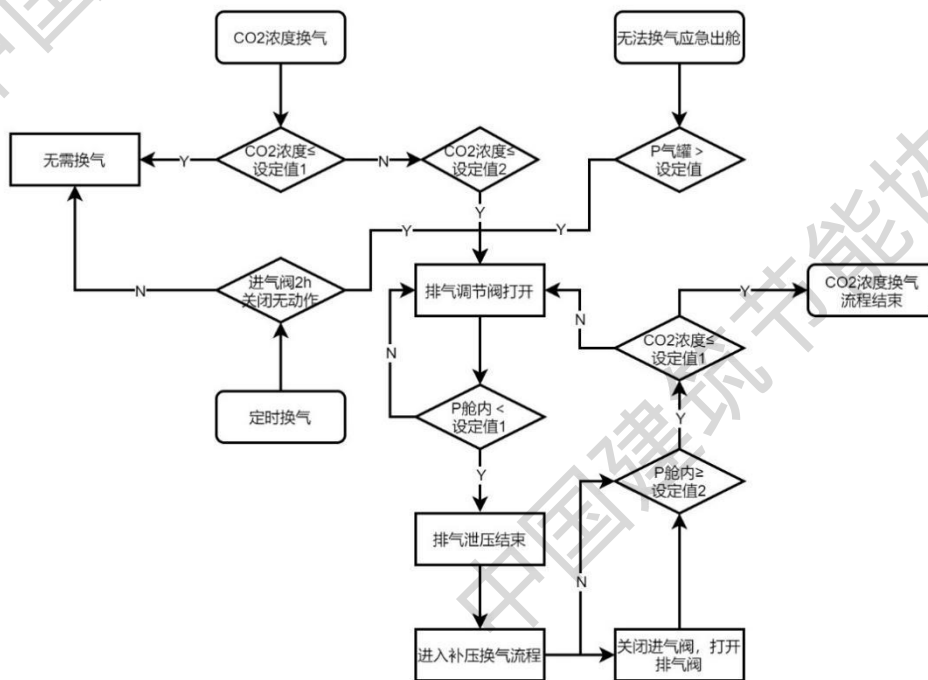


图 7-4-2 均衡换气功能流程图

3 过渡模块进出控制功能

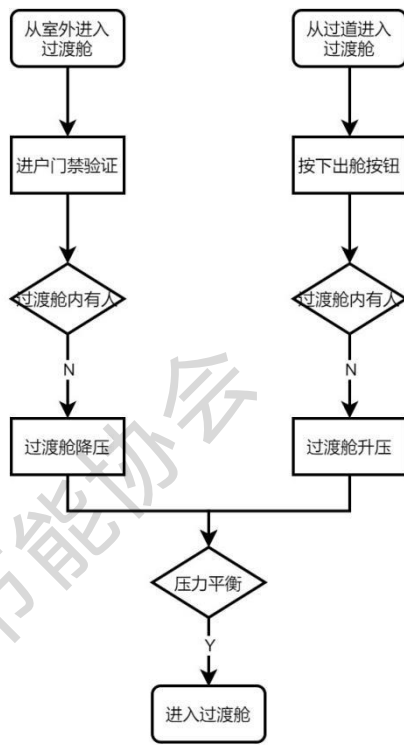


图 7-4-3 人员进过渡模块流程图

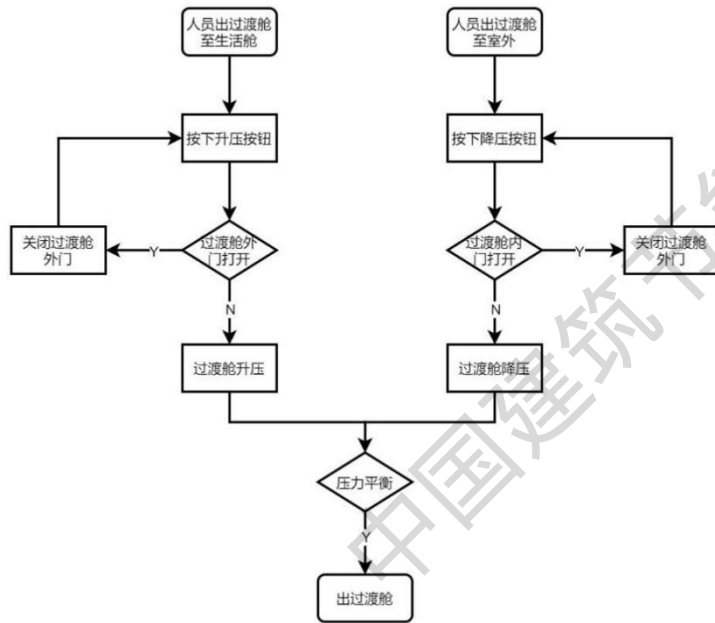


图 7-4-4 人员出过渡模块流程图

4 紧急出舱控制功能

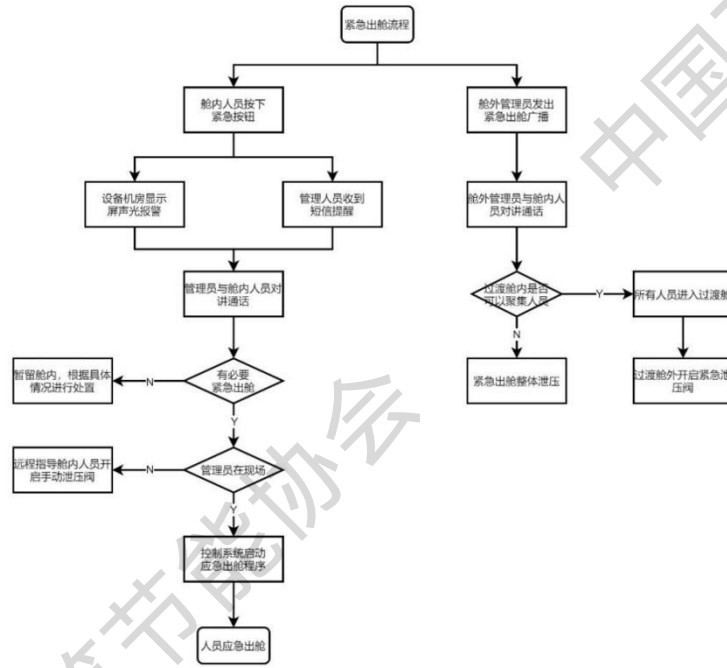


图 7-4-5 紧急出舱功能流程图

8 消防安全设计

8.1.1 增压建筑结构形式与常规建筑不同。增压建筑耐火等级应根据其使用性质、规模、区域等情况，参照现行国家规范的要求进行确定。增压建筑的受力构件包括加压结构构件和其他非加压结构构件。加压结构构件类似于常规建筑的承重墙和柱，参考《建筑设计防火规范》GB 50016，对民用建筑承重墙和柱的要求进行规定。其它非加压结构根据其位置、性质，参照《建筑设计防火规范》GB 50016 的相关规定。增压建筑的气密门、气密窗虽属于加压结构，但由于其结构破坏不会导致结构整体坍塌，因此对气密门、窗的耐火极限不做强制规定，但应满足本标准其它特别规定的要求。

8.1.2 通过过渡模块连接，类似于一栋建筑，防火间距可不限。设备房面向增压建筑一侧不开设门窗洞口，类似于防火墙防火间距可不限。

8.1.3 筑层数考虑救援窗无法设计，建议按 2 层设计；防火分区面积类比于地下、半地下建筑的设置要求。

8.4.3 楼梯间不应设置紧急泄压口，防止把烟气吸入楼梯间。若疏散楼梯采用封闭楼梯间、防烟楼梯间，可能由于泄压导致楼梯疏散门无法开启。

8.5.1 过渡模块与走道之间设置连通口能加速过渡模块与走道之间压差平衡，使人员快速进入过渡模块避难；楼梯间不设置紧急泄压口是防止楼梯间泄压过快而导致烟气吸入楼梯间。

8.5.2 根据增压建筑人员疏散要求，参考《微高压氧舱》T/CAAP 004-2019 的紧急泄压时间规定，规定紧急泄压时间不超过 1min；紧急泄压将导致房间门两侧产生压差，压差过大导致房门无法开启，可通过试验或数值模拟计算获得压差。

10 施工安装

10.1.2 增压建筑模块进场堆放场地宜选择较为平整的场地，且不应存在排水不畅、积水过多等情况。模块应按照组装顺序进行有序堆放，尽可能减少单个模块多次起吊转运的情况。

10.1.4 强调证件的提供单位对真实性负责。

10.2.2、10.2.3、10.2.4 吊装过程中保证模块平衡，严禁歪拉斜吊。首吊实行样板试安装验收制度，通过样板进一步明确安装工艺及具体要求。

10.2.8 安装方案中应包括安装过程中出现损伤的矫正修补措施。未经设计允许，不得随意对模块进行切割、开孔等，确保模块安全性及气密性。

11 质量验收

11.1.1 增压建筑安装过程中应按照工程质量验收要求及时编制施工资料，在竣工验收后，应将现场施工资料存档。

11.2.1、11.2.2 增压建筑不同于传统建筑，在出厂前需要对其机电、给排水、采暖、气密中的隐蔽工程提前进行验收。否则，待组拼之后隐蔽工程将无法验收。模块单元中的卫浴间、厨房的地面防水也应在出厂前进行 24h 闭水试验，以保证各模块在组装后不出现返工。

11.2.9 参照现行国家标准《民用建筑工程室内环境污染控制标准》GB 50325，民用建筑工程验收时，应进行室内环境污染物浓度检测，箱式房屋可按二类民用建筑采用。

11.3.2 模块单元运输过程中法兰及附属密封圈易产生磨损及脱落，应全数检查，出现此类问题需按照方案要求进行修补恢复。

11.4.5 模块软连接弹性件需保证其柔性，避免建筑加压过程中被拉裂影响气密性。