

中华人民共和国消防救援行业标准

《特殊空间结构建筑消防安全技术要求》

(报批稿)

编制说明

标准编制组

2026年6月

一、工作简况

（一）任务来源

消防救援行业标准《特殊空间结构建筑消防安全技术要求》制定项目由国家消防救援局归口管理，全国消防标准化技术委员会建筑消防安全工程分技术委员会（TC 113/SC 13）负责起草和审查。

（二）制定背景

国务院办公厅《关于加强全民健身场地设施建设发展群众体育的意见》（国办发〔2020〕36号）要求“（九）鼓励改造建设。推广公共体育场馆平战两用改造。有关改造应符合工程建设相关法律法规和技术标准，具体要求由体育总局、住房城乡建设部、国家卫生健康委、应急管理部等部门另行制定。支持建设符合环保和安全等要求的气膜结构健身馆。”

建筑空间结构的国内应用起步于20世纪50年代，当前是民用机场航站楼、铁路枢纽客运站、大型商业综合体、体育场（馆）、会议展览等公共建筑以及大型煤棚、料场等工业建筑主要的屋盖结构形式，使用中大部分与“人员密集场所”相关联；且空间结构发展迅速，新材料、新体系、新产品、新技术、新工艺不断涌现。从结构材料看，除传统钢结构外，目前铝合金结构、膜结构、PE护套钢索和碳纤维索结构等特殊材料结构也不断在工程实践中推广应用。从单体建筑体量看，国内最大的气膜煤炭泊位堆场占地已达14.7万m²（长度1130m、跨度130m）。这些结构目前均缺乏相应的指导性消

防安全技术要求；从上述建筑全寿命期看，很多建筑受连续生产或运营的使用功能影响，难以甚至不可能停工/停业大修以确保建筑结构的耐火性能持续安全；同时在使用空间结构的工业建筑中，普遍存在较大的火灾危险性和火灾荷载，尚没有面向灭火救援需求的设施要求；针对空间结构屋盖积雪压塌事故（11·6桦南体育馆坍塌事故）、风灾损毁事故等的救援处置和防灾管理技术指导也均属空白；加之近几年多起爆炸事故的发生（6·21银川烧烤店爆炸事故、3·13燕郊燃气爆燃事故），业内需高度重视空间结构建筑火灾次生防爆安全问题。

综上，空间结构是衡量国家建筑科技发展水平的重要标志之一，且蓬勃创新发展，其设防体系、消防安全需要与发展趋势相适应，贯彻融入灭火救援需求理念，全链条夯实火灾防控基础，探索建筑结构防火、防爆安全评估新路径，最终实现保障使用及救援人员、建筑财产安全。

本标准主要规定了面向特殊空间结构建筑的消防安全评估及提升方法、维护管理要求、灾害事故后防火保护修复和多灾种救援处置的技术要求。

制定本标准可落地配套国家政策、全面提升空间结构建筑全生命周期消防安全水平，同时为灾害事故救援处置提供技术支撑，具备极强现实意义与实施紧迫性。

（三）起草单位

根据立项计划，应急管理部天津消防研究所牵头负责本标准的制定工作。

二、标准编制原则、主要技术要求的依据及理由

（一）编制原则

为了适应标准化管理工作的需要，本标准编制组完全遵循《标准化工作导则》GB/T 1、《标准化工作指南》GB/T 20000、《标准编写规则》GB/T 20001等标准制修订工作的基础性国家标准的相关规定。本标准的编制完全遵循《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写规则》GB/T 1.1—2020所规定的结构和形式。

本标准的编制原则是以全链条夯实特殊空间结构建筑消防安全为出发点，针对近年来该类建筑场所火灾事故暴露的问题总结经验教训，结合新材料新体系空间结构的发展以及近十几年的工程实践和科研成果总结，以填补国家标准空白及协调完善行业标准为原则，做到解决现实问题、技术要求合理且落地性强。

（二）主要技术要求的确定依据

本标准的技术要求主要分为五个部分，消防安全评估和提升方法主要针对耐火性能评估，其余还包括日常维护和防火防灾管理、火灾和其他灾害事故后防火保护损坏程度评估和修复、面向灾害事故的救援设施及灭火和其他灾后救援处置等三个部分，其中：

第4章“评估提升基本规定”中“4.1 一般规定”主要是对耐火性能评估的内容框架进行规定，随后分别按照“4.2 工业建筑”和“4.3

公共建筑”分节，对耐火进一步规定方法流程和关键技术要求、救援设施等。在“4.3 公共建筑”节中，解决从大空间场所局部火灾出发建立特殊空间结构耐火性能评估（防火设防）体系的问题。鉴于“4.4 膜结构”的特殊性，独立成节进行要求。

第5章“材料特性”从选材、材料燃烧性能和高温热工、力学性能对屋盖及下部支承主体结构材料、防火保护材料分别提出技术要求。

第6章“耐火验算”、第7章“防火保护”、第8章“防火构造”的章节安排对应于4.1.1规定的内容框架。第6章重点解决整体屋盖结构耐火承载能力验算用荷载及作用效应组合和判定准则方法的问题。第7章着重解决结构构件防火保护性能校核的方法问题。第8章聚焦解决特殊材料屋盖结构防火构造要求和构造样式问题。

第9章“维护与管理”首先对防火防爆和防止其他灾害的日常使用维护进行了规定，然后规定了对防火保护检查的要点，最后对防火和防风雪灾害的管理作出了规定。

第10章“灾后防护修复”面向特殊空间结构屋盖及其防火保护和防火构造的使用期间耐火功能可靠发挥问题，对灾害事故后特殊空间结构屋盖的耐火性能评估、防火保护材料和构造的损坏程度评估以及处理和修复方法进行了规定。

第11章“救援处置”总结实战经验和教训，考虑空间结构屋盖的特殊性分别对灭火处置和其他类型灾后救援提出了技术要求以保

障消防救援人员的人身安全。

附录B为规范性附录，配套对应章节明确技术方法、流程的定性与定量要求，相关内容基于工程实践总结，属国内首次提出。其余附录均为资料性附录，供参数取值等参考及选择性使用。

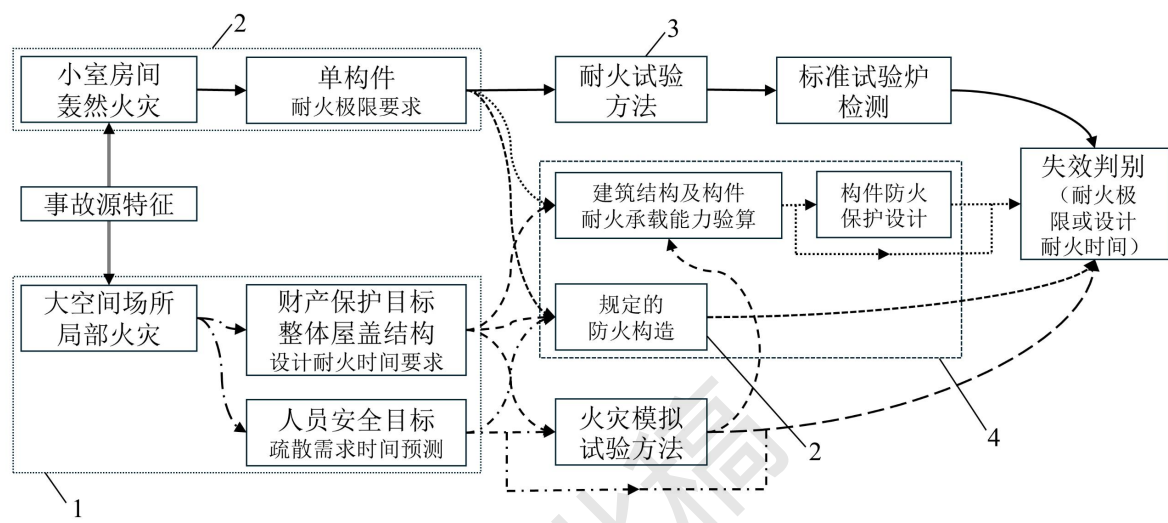
下面对标准中关键技术要点的确定依据、理由做进一步介绍：

1. 主要概念及内容

（1）“耐火性能评估”

建筑结构的耐火性能评估与防火设计是对应关系。建筑结构防火设计按照“被动防火”原则已被证明是行之有效的，国家标准《建筑防火通用规范》GB 55037—2022和《建筑设计防火规范》GB 50016—2014（2018年版）中均体现了建筑结构及构件被动防火设计理念。本标准将“特殊空间结构屋盖”整体作为“特殊水平分隔构件”评估耐火性能，确保了单构件设防体系的延续性，突出了整体屋盖结构作为水平承重构件的特殊性。其中：“构件耐火承载能力验算”对应于国家标准《建筑构件耐火试验方法 第1部分：通用要求》GB/T 9978.1—2008中承载能力判定准则；“构件防火保护”与规定的“防火构造”用于提高构件的耐火承载能力，同时对应于国家标准《建筑构件耐火试验方法 第1部分：通用要求》GB/T 9978.1—2008中隔热性和完整性判定准则；规定的“防火构造”包括政策原则性、事故经验性或被实践已证明需要达到的构造要求，以及可直接使用的构造样式。当前通过确保梁、板、柱、墙、门（防火门、防

火卷帘)、窗等单构件耐火极限,使建筑火灾限定在小室房间或指定防火分区的“单构件设防体系”已很成熟。本标准对建筑结构耐火性能评估(防火设防体系)的完善作用见图 1。



- 1 — 规定于本标准；
- 2 — 规定于现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016（2018 年版）；
- 3 — 规定于现行国家标准《建筑构件耐火试验方法》GB/T 9978、《钢结构防火涂料》GB 14907、《建筑构件耐火试验 可供选择和附加的试验程序》GB/T 26784、《混凝土结构防火涂料》GB 28375 等；
- 4 — 规定于现行国家标准《建筑钢结构防火技术规范》GB 51249 及本标准。

图 1 建筑结构耐火性能评估（防火设防体系）示意图

（2）“防爆性能评估”

本标准提供的建筑火灾防次生爆炸事故安全评估内容以国家标准《建筑防火通用规范》GB 55037—2022为基本依据，爆炸的发生常伴有火灾，因此主要参考国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016—2014（2018年版）、《民用机场航站楼设计防火规范》GB

51236—2017，还系统地参考了现行国家标准GB 50284、GB 50041、GB 50074、GB 50156、GB 50058、GB 50414、GB 50907、GB 50494和GB 50028等及部分团体标准。当前除军事设施和核安全壳等能源设施外，工业和公共建筑的防爆设计均以采用减少和避免造成人员受伤的泄爆措施为主，即从“防止形成爆炸的条件”到“泄压设施功能的可靠性”，在必须分隔的部位采用通过承重结构自身抵抗爆炸压力的抗爆构件，本标准也同样按照这种思路进行编制。

（3）标准中术语定义和用词

本标准中的术语定义充分考虑了不同标准、行业间的表述及本标准的编制需要，做到完整准确。

“特殊空间结构”的“特殊”系指区别于传统钢、钢筋混凝土框架结构梁柱的新材料、新体系建筑结构构件，这类新型结构体系对消防救援人员而言较为陌生。“空间结构”考虑勘察设计行业与消防行业“大跨度、大空间建筑”概念差异，并立足灭火救援需要。条文中“建筑特殊空间结构”中“建筑”系相对于“构筑物”而言，“特殊空间结构”包括“空间网格结构、膜结构、索结构、薄壳结构、排架结构、刚架结构、库架一体结构等及其相互组合”，且只要是形成或覆盖有建筑“大空间场所”的空间结构屋盖即属本术语定义范围内，不论是否另覆盖有“非大空间场所”（不能等同于“小室房间”，见图 2），也不论空间结构屋盖的边界直接支承于地面还是其他体系结构。“下部支承结构”与前述提及的各种结构体系对应，是它们自带的一

部分。“屋盖结构”所属范围自其边缘或跨内的下部支承结构向上算起，额外的下部支承结构可能为钢筋混凝土、钢结构的空间框架、平面框架或单柱等，以及直接支承于地面。对公共建筑不能简单以承重水平分隔构件还是承重竖向支撑构件来割裂空间结构屋盖传力路径的完整性。

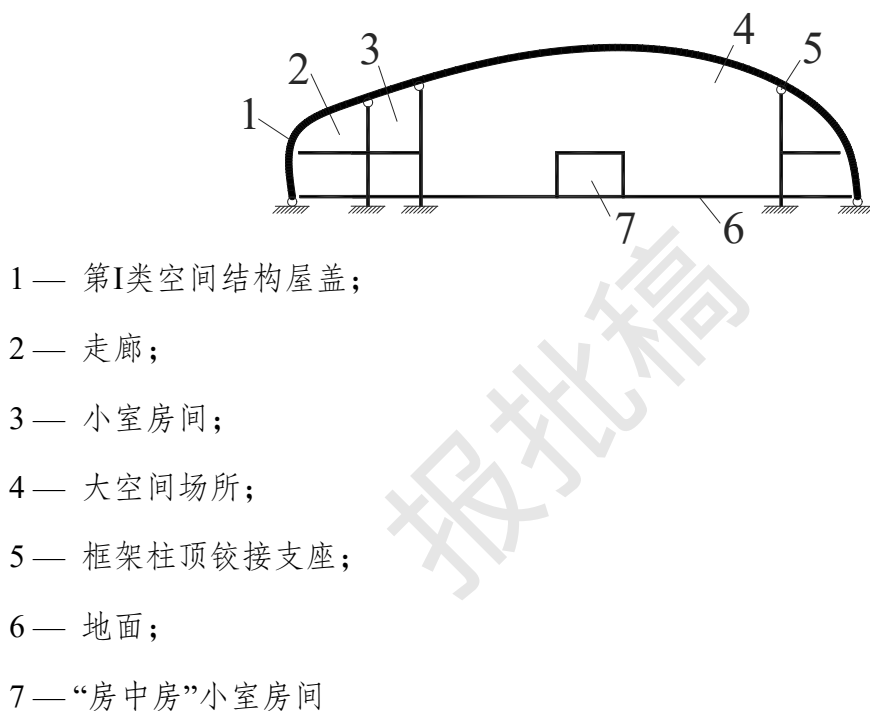


图 2 某体育馆横剖面示意图

“大空间场所”是本标准的重要术语定义，参见团体标准《建筑钢结构防火技术标准》CECS 200-2025和《大空间智能型主动喷水灭火系统技术规程》CECS 263:2009中对“大空间”的规定，“大空间”可类比厂房、展览馆、商场的中庭、体育馆（场）、机场航站楼、铁路旅客车站等建筑内的大空间场所，例如：国家标准《铁路旅客

车站建筑设计规范》GB 50226—2007（2011年版）中第5.1.1条第1款“公共区应设置为开敞、明亮的大空间”，行业标准《展览建筑设计规范》JGJ 218—2010中第4.2.5条对展览厅净高的规定，行业标准《博物馆建筑设计规范》JGJ 66—2015中第5.4.1条和第5.4.3条分别对展厅使用面积和净高的规定。但需要注意，“大空间”为依据火灾燃烧特征提出的相对概念，除存放火灾荷载较大的货架等类似使用功能外，“可燃物表面”一般为场所内楼面或地面。本标准对大空间场所尺寸的定量规定仅是从屋盖结构耐火评估角度，基本原则为场所内部空间水平投影面积不小于500 m²、空间体量不小于3000 m³，通风条件易于形成持续的燃料控制型火灾，不能混淆于“建筑防火分区面积”。

“空间网格结构”参照现行行业标准《空间网格结构技术规程》JGJ 7的有关定义，“膜结构”参照现行团体标准《膜结构技术规程》CECS 158的有关定义，“索结构”参照现行行业标准《索结构技术规程》JGJ 257的有关定义，同时均参照现行国家标准《钢结构通用规范》GB 55006、团体标准《建筑空间结构防火技术规程》CECS 1852的有关定义。

“小室房间”参见国家标准《民用机场航站楼设计防火规范》GB 51236—2017中对“房中房”的规定。公共建筑中的“小室房间”一般为商店、餐饮店、设备房、办公室、休息室等功能用房，通常单独作为防火单元，火灾燃烧特点为可发生轰燃，火灾升温环境适用国

家标准《建筑构件耐火试验方法第1部分：通用要求》GB/T 9978.1-2008规定的标准升温曲线或《建筑构件耐火试验 可供选择和附加的试验程序》GB/T 26784-2011规定的其他升温曲线表达。档案室或资料室房间尺寸一般在 $20\text{ m}^2 \sim 48\text{ m}^2$ 间，即 $4\text{ m} \times 5\text{ m} \sim 6\text{ m} \times 8\text{ m}$ ；用于培训或活动的多功能室、中型会议室房间尺寸一般在 $48\text{ m}^2 \sim 80\text{ m}^2$ 间，即 $6\text{ m} \times 8\text{ m} \sim 8\text{ m} \times 10\text{ m}$ 。

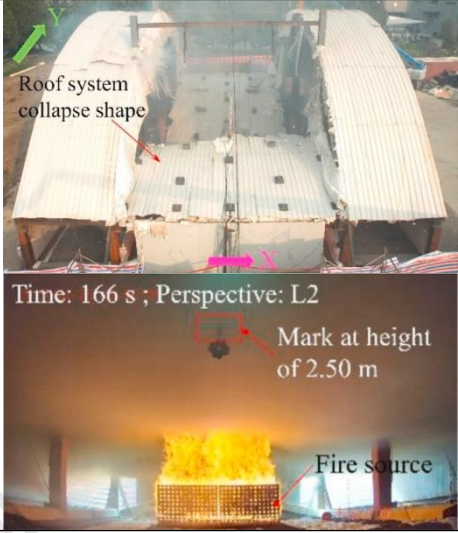
“防爆单元”为本标准提出的重要术语定义，强调由抗爆构件（承重结构构件和抗爆门、抗爆窗等）和泄压设施或敞开洞口围合而成，不同于完全由抗爆构件围合而成的“抗爆单元”，与“防火分区”“防火单元”类似，通过“防爆单元”给予爆炸超压预定的泄压路径，减轻和杜绝对建筑其余部分的影响。

综上，本标准中与建筑相关联的用词包括“防火”“防爆”；与承重结构及构件相关联的用词包括“防火设计”“耐火”“抗爆”；轻质屋面板、隔墙和易于泄压的门、窗等非结构构件统称为“泄压设施”。

2. 支撑本标准制定的试验研究和火灾案例

表1列出了标准编制单位开展的多个全尺寸特殊空间结构屋盖火灾模拟试验，为本标准的制定提供了充分的科研成果和技术参数依据。

表1 支撑标准编制的火灾模拟试验项目

序号	试验规模	完成单位及时间	试验实景
1	全尺寸圆柱面网壳火灾模拟试验 跨度24.0m、宽度16.0m，高度8.5m，火源规模大于8.0MW	第一起草单位 2019年1月	
2	缩尺铝合金球面网壳火灾模拟试验 直径8.0m、高度3.5m	参与单位 2019年3月	/
3	钢桁架屋盖结构火灾模拟试验 直径8.0m、高度3.5m	参与单位 2019年4月	/
4	全尺寸圆柱面网壳火灾模拟试验 跨度16.0m、宽度21.4m，高度8.5m，火源规模大于8.0MW	第一起草单位 2019年7月	
5	全尺寸气承式膜结构火灾模拟试验 跨度20.0m、宽度38.0m，高度7.0m，火源规模大于3.0MW	第一起草单位及参与单位共同 2019年12月	

6	全尺寸铝合金球面网壳火灾模拟试验 直径21.0m、高度8.5m，火源规模大于8.0MW	第一起草单位 2021年6月	
---	--	-------------------	--

支撑本标准编制的典型火灾案例包括“11·21安阳厂房火灾事故”，起火建筑为典型的大跨度、大空间钢结构厂房。防爆技术要求主要参考了国内外标准及文献，特别是国内部分爆炸事故中窗、隔墙的破坏和承重框架结构的损伤状况（见图 3）。



（a）“11·21火灾”



（b）“6·21爆炸”

图 3 典型火灾爆炸事故现场

3. 报批稿部分条款的说明

（1）**第4.2.1列项1**：从火灾事故案例看，工业建筑通常火灾危险性较大，本条是对当前工程实践耐火性能要求的总结，执行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016—2014（2018年版）中第3.2.1条。“耐火性能评估”的内容见本标准第4.1.1条。工业建筑的屋盖结构大都采用单构件的设计方法，因此对构件进行验算、校核。术语

“耐火极限”与国家标准《建筑构件耐火试验方法第1部分：通用要求》GB/T 9978.1－2008规定的标准升温曲线和《建筑构件耐火试验 可供选择和附加的试验程序》GB/T 26784－2011规定的其他升温曲线相对应，即特指在标准耐火试验条件下。本条工业建筑还包括飞机库、船坞等。

(2) **第4.3.1条：**本条对公共建筑中的特殊空间结构进行耐火性能评估分类。首先考虑人员安全，其次考虑空间结构屋盖这一建筑财产火灾下是否能够保全、是否需要保全。注意“财产保护”与“设计耐火时间”相联系，具有相对性。“库架一体结构”一般仅用于工业建筑故未列出。

(3) **第4.3.2条：**本条参照国家标准《消防安全工程 总则》GB/T 31592－2015和《消防安全工程指南 第3部分：结构响应和室内火灾的对外蔓延》GB/T 31540.3－2015中有关“耐火功能”的规定，所规定“各设定火灾场景”系针对大空间场所内。“引起人员受到伤害”可能包括：直接伤害，如被屋盖结构坍塌击中致伤；间接伤害，如屋面坍塌迫使烟气沉降进而引起毒烟伤害。

(4) **第4.3.4条：**大空间场所的设定火灾场景必要时可包括蔓延燃烧过程。一般情况下不考虑场所内墙面及屋面排烟时，高温烟气在近屋面的影响范围更大，对屋盖结构耐火更为不利。采用喷水降温方法对屋盖结构构件进行高温防护时，不考虑喷水与近屋面高温烟气的相互作用。这些也符合建筑结构作为建筑防火最后一道安

全屏障的“被动防火”原则。

(5) **第4.3.5条：**本条参照国家标准《消防安全工程 第4部分：设定火灾场景和设定火灾的选择》GB/T 31593.4－2015中有关“设定火灾”的规定，“设定火灾”是对本标准第4.3.2条大空间场所内设定火灾场景假定火灾特征的定量描述。建筑火灾全过程包括增长、完全发展和衰退阶段，对于第Ⅱ类空间结构可根据设定火灾场景需要考虑火灾的衰退阶段。

(6) **第4.3.7条：**本条是对当前工程实践结构耐火的总结，执行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016－2014（2018年版）中第5.1.2条。本条认为相应于“耐火极限”的标准升温曲线较公共建筑大空间场所局部火灾下近屋面温度场更为严苛，因此构件耐火性能仅满足前者即可，“耐火性能评估”的内容见本标准第4.1.1条。试以保护大空间场所网壳结构屋盖杆件达到1.00 h耐火极限为例，对于本条应用简述如下：第1种方法：对屋盖结构引入“火灾荷载效应组合”中除火灾温度作用外的其他荷载并计算效应组合，找出最大应力比杆件，然后分析计算此受力条件下杆件的临界温度。同时以标准升温曲线作为环境温度、以1.00 h内杆件表面温度低于临界温度为判据，通过杆件截面传热分析评估/获得满足要求的防火保护。第2种方法：直接根据非膨胀型或膨胀型防火涂料检验报告结果，对杆件涂覆满足1.00 h耐火极限厚度的涂料。此方法不再强调杆件应力比，安全储备来自于标准升温曲线相对更严苛。

(7) **第4.3.8条：**本条是对当前工程实践结构耐火的总结，仅针对火灾荷载相对较小或采取措施限制火灾荷载、减少火灾危险性的大空间场所，但需要注意可能限制了场所使用功能。普遍认为建筑钢材300℃开始强度衰减，建筑铝材经历高于热暴露效应起始温度再降温后，强度不能完全恢复，且热暴露效应起始温度接近合金的时效处理温度，因此稍保守定为150℃。

(8) **第4.3.10条：**本条示意图 2，升温曲线执行现行国家标准《建筑构件耐火试验方法 第1部分：通用要求》GB/T 9978.1规定的标准升温曲线或《建筑构件耐火试验 可供选择和附加的试验程序》GB/T 26784规定的其他升温曲线。“非大空间场所”指小室房间、走廊等，但需注意“非大空间场所”与“大空间场所”概念对应，其场所内空间高度可能大于“小室房间”，因此升温曲线的选取需要根据非大空间场所具体使用功能。不燃性耐火垂直分隔构件与屋面围护直接紧密连接起到防止火灾沿屋盖结构、屋面围护下方蔓延的作用。当火灾在非大空间场所内蔓延范围较大时，同样需要进行整体屋盖结构耐火承载能力验算。

(9) **第4.3.11条：**本条基于火灾升温环境导致构件表面温度这一“作用效果等效”原则，对等效曝火时间进行了明确，主要用于以防火保护材料、构造与被保护构件的界面温度来评估防火保护耐火隔热性能。注意未考虑升温历程对保护材料高温热工性能的影响、未涉及高温蠕变等与高温持时相关的构件材料特性。

(10) **第4.4.2条：**气承式膜结构工业建筑属新兴建筑，存在一定的消防安全隐患，需要寻求与传统工业建筑等效的消防安全技术要求。本条仅对当前工业建筑中应用气承式膜结构的仓储场所进行了业态类型总结，无屋盖结构体系倾向性推介。“物料特点”包括燃烧性能、空间摆放特点等。火灾事故中，“其他附属物”的重量有加速膜面坍塌风险，需要有消防安全分析依据支撑。面积指标引用地方标准《寒区建筑空间结构消防安全技术规程》DB23/T 3996-2026的有关规定。

(11) **第4.4.3条：**本条所规定的“体育比赛设施”相对于“体育训练设施”而言，作为体育训练设施使用功能限定在社区训练馆、全民健身馆等不设置看台的场所。特别当用于室内游乐、室内展览等火灾荷载较大、使用功能导致疏散路径复杂的人员密集场所时，需要仔细论证消防安全。“人员密集场所”参见国家标准《人员密集场所消防安全管理》GB/T 40248—2021中第3.3条。“其他附属物”系光伏面板等增加膜面单位面积重量的材料或装置。考虑其他附属物的重量有加速膜面坍塌风险，而且公共建筑中人员相对较多，人身安全易受到威胁，因此作不准许规定。面积指标引用《〈关于规范和加强新建充气膜体育建筑规划管理工作的指导意见（试行）〉的通知》（京规自发〔2023〕316号）及有关标准规定。

(12) **第4.4.4条：**本条填补了本标准第3.3条与第3.4条间的概念空白。当使用空间网格结构作为膜结构的骨架，且膜结构占网格

结构屋盖面积比例较大或膜结构分布位置考虑火灾场景时，火灾下可以实现大空间场所排烟、排热，减少了近屋面高温烟气积聚，这对网格结构屋盖安全是有利的。膜结构主动熔断技术目前主要用于乙烯和四氟乙烯共聚物(Ethylene-tetra-fluoro-ethylene, 缩略语ETFE)膜材气枕单元。

(13) **第5.1.2条：列项1：**本项材料的燃烧性能、燃烧滴落物及微粒等级执行现行国家标准《建筑材料及制品燃烧性能分级》GB 8624的有关规定。熔融滴落将影响人员疏散和可能导致火灾蔓延。膜面材料包括组成膜面的母材及其连接部位的材料，还包括夹层内的保温隔热等材料。材料产烟毒性危险级别划分执行现行国家标准《材料产烟毒性危险分级》GB/T 20285的有关规定，由于直接涉及火灾下人身安全，因此作应该规定；**列项2：**屋面封闭的大空间场所火灾下近屋面空间热量积聚，将导致聚乙烯(Polyethylene, 缩略语PE)护套熔化且可能发生熔融滴落，引起屋盖结构及人员疏散危险，且PE护套受损的索体必定需要更换。巴氏合金热铸锚的填料使用温度通常不超过100℃，受火后极易达到，威胁场所内人员安全，因此作不准许规定。钢索制品的常温下力学性能标准值执行现行行业标准《索结构技术规程》JGJ 257的有关规定或采用与屋盖结构同批次材料的实测值。目前非钢质索材在特殊空间结构建筑已有少量应用案例，但耐火性能研究尚不系统，因此需提供专项分析依据；**列项3：**本项屋面围护板材指有机玻璃(Polymethyl

methacrylate, 缩略语PMMA)板、铝镁锰蒙皮板、轻型预制混凝土板等屋面围护材料,由于材料产烟毒性直接涉及火灾下人身安全,因此应该规定;**列项4:** 本项针对纤维复材板片加固等现有或新开发特殊空间结构加固方法或技术做出规定。

(14) **第5.2.2条:** 本条防火纸面石膏板、玻镁板的室温参考密度分别为 680 kg/m^3 、 890 kg/m^3 ,数据引自CHEN Wei, YE Ji-hong, BAI Yu, 等. Thermal and mechanical modeling of load-bearing cold-formed steel wall systems in fire[J]. J. Struct. Eng., 2014, 140(8): A4013002. 考虑目前市面防火板材热工性能差异较大,且又为防火保护设计的常用关键材料,因此本条中对典型防火板材高温热工性能作为资料提供。本条硅酸铝棉、岩棉的室温参考密度分别为 130 kg/m^3 、 130 kg/m^3 ,数据引自CHEN Wei, YE Ji-hong, LI Xian-yong. Thermal behavior of gypsum-sheathed cold-formed steel composite assemblies under fire conditions[J]. J. Constr. Steel Res., 2018, 149: 165-179, 并经由YIN Liang, NI Zhao-peng, FAN Feng, 等. Temperature field characteristics of cylindrical aluminum alloy reticulated roof system under localized fire[J]. Fire Saf. J., 2020, 121(5): 103267验证。同样本条中对防火棉毡高温热工性能也作为资料提供。

(15) **第5.2.3条: 列项1:** 防火保护材料产烟毒性危险级别的划分执行现行国家标准《材料产烟毒性危险分级》GB/T 20285的有

关规定，由于直接涉及火灾下人身安全，因此作应该规定；**列项4**：“实际容重”相对于产品“名义容重”而言；**列项5**：水泥成分含量较高的防火板材质地硬脆，根据已有耐火性能测试结果，受火后易出现炸裂、分层脱落现象，严重降低构件耐火性能，因此作不准许使用规定。

(16) 第6.1.1条：对于索结构屋盖的锚固，包括采用压接夹具、楔形夹具等。如果存在因被连接构件向锚固部位传热导致锚固破坏的可能，在对锚固部位进行防火保护的同时需要将防火保护连续地向被连接构件延伸一定长度。“设计耐火时间不低于1.00 h”可通过在耐火试验炉内开展耐火极限不低于1.00 h的耐火性能测试检验或者通过基于设定火灾场景的实体火灾模拟试验检验。

(17) 第6.1.2条：本条所规定的“屋盖结构模型”包括完整屋盖模型、子结构模型和关键构件模型三种，如完整屋盖模型是参照原位屋盖及屋面围护另行搭建且能反映受力和热工性能完整特征的实体火灾模拟试验模型，通常用于为原位屋盖模型的数值火灾模拟试验提供模拟参数，与原位屋盖有一致结构体系且能反映主要传力路径、支承边界、围护结构等特征，试验模型具体由屋面、立面围护、完整屋盖及其下部支承组成。试验设计包括屋盖结构模型、火源工况、设定火灾、测试参数及安全防护等内容。

(18) 第6.1.4条：本条规定了采用数值模型分析整体屋盖结构耐火承载能力的建模范围。“从与地面连接部位算起”即指如空间网

格结构在边缘及跨内以网格结构形式直接竖向延伸至地面并铰接或固接等类似情况。当屋盖结构支承于单（楹）构件时，需要将其纳入数值模型中进行协同分析。单柱的类型包括独立钢或混凝土柱、枝杈状钢柱、钢管混凝土柱等。平面框架结构一般环绕第Ⅰ类空间结构边缘并为其提供下部支承，但自身没有面外支撑。

（19）**第6.1.5条：**本条所规定接触非线性如索结构屋盖“索体-索夹”的高温及高温后滑移关系等，且注意在数值模型中引入具体节点产品、构造的实测数据。

（20）**第6.1.7条：**本条所规定木结构屋盖包括木结构及钢—木组合空间网格结构和弦支穹顶等。

（21）**第6.2.1条：**本条规定了对特殊空间结构进行耐火承载能力验算需要考虑的可变荷载种类。空间结构属于国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009—2012中第7.1.2条指出的对雪荷载敏感结构，本标准认为局部火灾难以将大空间场所屋面积雪全部融化，不考虑积雪的降温作用，因此在进行耐火承载能力验算时需要考虑雪荷载，且需要考虑不同分布情况。同时，本条参照现行国家标准《工程结构可靠性设计统一标准》GB 50153的有关规定，火灾下材料性能采用实测标准值是基于与按照现行国家标准《建筑构件耐火试验方法》GB/T 9978进行结构构件耐火性能检验结果尽可能接近的原则，提高建筑结构防火设防安全储备可通过增加设计耐火时间或耐火极限实现。

(22) **第6.2.2条**：本条参照现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009和《建筑钢结构防火技术规范》GB 51249的有关规定。火灾对屋盖结构及构件的作用效应主要包括膨胀内力和挠曲二阶（ $P-\delta$ ）效应，按本条计算时，首先对屋盖结构引入除火灾温度作用外的其他荷载并计算效应组合，然后对高温影响区内的各构件引入各自温度时程，开展屋盖结构火灾下热力耦合计算。

(23) **第7.1.1条**：本条规定了进行大空间场所第I类空间结构构件防火保护性能校核可采用的方法，其中：“耐火性能检验法”一般使用国家标准《建筑构件耐火试验方法第1部分：通用要求》GB/T 9978.1—2008中规定的标准升温曲线。注意本标准第6.1.5条“等效曝火时间”的确定方法，对于高温热工性能或耐火隔热性能发挥程度受升温历程影响可能较大的防火保护材料，如膨胀型防火涂料，需实测确证此方法应用的可行性；“等效热传导系数算法”参照现行国家标准《建筑钢结构防火技术规范》GB 51249的有关规定。

(24) **第7.1.4条**：本条规定了对屋盖结构特殊部位的补充要求。“不同方向索节点”典型如轮辐式索承网格结构中环向索与径向索连接部位。“钢木连接部位”如木-钢夹板、木-钢填板、木-木螺栓、木-刚撑杆、木-钢榫连接等木材与钢材紧密接触部位。“设计耐火时间不低于1.00 h的防火保护”可通过在耐火试验炉内测试耐火极限检验或者通过基于设定火灾场景的实体火灾模拟试验检验。

(25) **第7.2.1条**：本条对大空间场所工业建筑屋盖结构和第I

类空间结构构件防火保护方案的确定做出了规定：**列项1**：规定了膨胀型与非膨胀型防火涂料的选用；**列项2**：规定了干作业与湿作业耐火隔热保护的选用，其中“相对湿度大于80%、小于20%环境”系指过于潮湿或干燥的服役环境；**列项3**：“自动喷水系统防火保护”包括采用水雾和细水雾，推荐优先采用水雾并综合考虑供水系统成本及长期服役可靠性。“自身耐锈蚀”的金属包括建筑铝合金和不锈钢等。需要注意用于灭火的水系统与构件高温防护的水系统不可相互替代。喷水可能导致混凝土结构屋盖受火表面发生爆裂，因此不适合使用自动喷水系统防火保护。

（26）**第7.2.2条**：本条防火保护材料组合规定适用于覆盖大空间场所的工业建筑屋盖结构和第I类空间结构构件使用，同样可供直接覆盖小室房间的屋盖结构构件使用。

（27）**第7.3.1条**：本条所规定小室房间作为大空间场所的“房中房”（见图2），“实体屋面”相对镂空格栅装饰吊顶屋面而言，且实体屋面上无可燃物。本条中耐火极限规定参照行业标准《铁路工程设计防火规范》TB 10063—2016中第6.1.4条。

（28）**第7.3.2条**：本条中“不存在引起火灾的使用功能”的区域如位于大空间场所内的游泳池区及附属跳台等。

（29）**第7.3.4条**：本条规定了大空间场所第I类空间结构采取具备一定耐火极限不燃性装饰性吊顶的替代化防火保护方案。实际工程中，装饰性吊顶的形式、面积、局部开洞或开孔、拼缝和封堵

条件等差异较大，本条仅针对连续无开洞吊顶并提出了尺寸要求。

(30) **第8.1.2条：**本条参见国家标准《建筑钢结构防火技术规范》GB 51249—2017中第4.2.1条～第4.2.5条。单柱的类型同本标准第6.1.4条，包括独立钢或混凝土柱、枝杈状钢柱、钢管混凝土柱等。

(31) **第8.1.3条：****列项1：**本条参照国家标准《钢结构防火涂料》GB 14907—2018中第5.1.5条“膨胀型钢结构防火涂料的涂层厚度不应小于1.5 mm，非膨胀型钢结构防火涂料的涂层厚度不应小于15 mm”的规定；**列项2：**本条“各种截面构件”包括H形、工字形、C形、Z形等截面构件；**列项3：**本条“直角顶接”为防火板材拼接为“L形”或者“T形”等。

(32) **第8.2.2条：**本标准将气承式膜结构视为一种“定制化特殊结构建筑”，用基于人员安全目标的防火构造，弥补自身在防排烟、膜面火灾下坍塌、人员疏散方面的先天性不足，弥补自身难以系统执行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016—2014（2018年版）中“建筑分类、分级—构件耐火极限”“排烟强制性技术要求”的不足，为促进气承式膜结构行业健康发展、消防安全技术创新提供可选路径。本标准认为虽然膜面火灾下坍塌不可避免、坍塌过程引起的人员恐慌心理对疏散的不利影响仍难以定量评估，但尚能采取技术措施延缓坍塌，同时引导使用人员进入疏散缓冲区，进而有序疏散至户外，避免人员受到坍塌膜面扣压、高温烟气及焰体辐射

侵害。本条根据国家标准《建筑防火通用规范》GB 55037—2022中第2.1.3条第2款“建筑应设置满足在建筑发生火灾时人员安全疏散或避难需要的设施”提出。本条“人员密集场所”执行国家标准《人员密集场所消防安全管理》GB/T 40248—2021中第3.3条。本条**列项1**疏散缓冲区内系使用人员生命安全通道，不允许可燃物存在，因此作不准许规定；**列项2**“不燃性实体支护结构”可采用具有承重能力的向室内挑檐。

(33) **第8.2.7条**：本条规定的附属机电设备主要为柴油发电机，不包括机械单元。

(34) **第8.2.11条**：本条针对室内游乐、室内展览等新兴气承式膜结构场所业态，使用人员可能动态位于高空的情况。应急避险自救工具包括但不限于防毒面具、破拆刀斧等，并能够确保在紧急情况下易于识别取用。支护装置与上方膜面的垂直距离需要考虑膜面受外部环境风影响而晃动的因素。

(35) **第8.3.5条**：对于物料装卸作业的压力过渡室，装卸作业时车辆停留时间较长，过渡室与膜结构大空间场所的分隔卷帘必然是开启的。本条目的在于物料装卸作业压力过渡室发生火灾时，其与室外分隔的卷帘不致立即破坏使膜结构大空间场所泄压，其与膜结构大空间场所分隔的卷帘能立即关闭，确保火灾及高温烟气不发生蔓延。对于运输车辆仅短时通行的物料运输压力过渡室，其与室外分隔的卷帘与膜结构大空间场所共同保压时间可忽略不计。

三、与法律法规及其他强制性标准的关系，配套推荐性标准的制定情况

（一）与法律法规及其他强制性标准的关系

本标准以现行的《中华人民共和国消防法》等法律、法规、规范性文件为依托，结合现行国家工程建设消防技术标准《建筑防火通用规范》GB 55037、《建筑设计防火规范》GB 50016及现行国家标准《消防安全工程 总则》GB/T 31592、《消防安全工程》GB/T 31593、《消防安全工程指南》GB/T 31540等进行编制。

（二）配套推荐性标准的制定情况

无。

四、与国际标准化组织、其他国家或地区有关法律法规和标准的对比分析（或与测试的国外样品、样机的有关数据对比情况）

（一）与国际、国外同类标准技术内容的对比情况

国外尚无围绕特殊空间结构建筑消防安全的专项技术标准。

（二）以国际标准为基础的起草情况

无。

五、重大分歧意见的处理过程、处理意见和依据

无。

六、标准实施过渡期建议

本标准的实施过渡期建议为6个月，为便于实施，过渡期间对标准进行宣贯解读。

七、实施行业标准的有关政策措施

无。

八、对外通报的建议及理由

无。

九、废止现行有关标准的建议

无。

十、涉及专利的有关说明

无。

十一、所涉及产品、过程或服务的目录

本标准适用于使用特殊空间结构的在用工业与公共建筑。本标准规定了特殊空间结构建筑的消防安全评估及提升方法、维护管理要求、灾后防护修复和救援处置。

十二、其他应予说明的事项

按照公平竞争审查表的规定进行了审查，本标准无限制和变相限制市场准入和退出、无限制商品要素自由流动、无影响生产经营成本和生产经营行为等内容。