

DB23

黑 龙 江 省 地 方 标 准

DB23/T 3919-2024

大跨钢结构技术标准

2024 - 12- 30 发布

2025- 1 - 31 实施

黑龙江省住房和城乡建设厅

黑龙江省市场监督管理局

联合发布

目 次

前言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 2

4 基本规定 4

5 材料要求 5

6 荷载作用 6

 6.1 基本荷载、地震作用及偶然荷载 6

 6.2 风荷载 7

 6.3 雪荷载 7

 6.4 覆冰荷载 12

 6.5 温度作用 12

7 结构体系与构件设计 12

 7.1 平面梁式结构 12

 7.2 平面桁架结构 13

 7.3 门式刚架结构 13

 7.4 空间网格结构 14

 7.5 预应力钢结构 14

 7.6 膜结构 14

8 节点计算与构造 15

 8.1 节点承载力计算 15

 8.2 构造设计 15

9 抗震与减隔震设计 16

 9.1 抗震设计 16

 9.2 隔震设计 16

 9.3 减震设计 16

10 围护结构设计 17

 10.1 屋面与墙面板 17

 10.2 檩条与墙梁 17

11 钢结构防护 17

 11.1 防火设计 17

 11.2 防腐设计 18

12 施工及验收 19

 12.1 制作与安装 19

 12.2 检测与验收 20

13 运维与改造 21

 13.1 一般规定 21

 13.2 检查与维护 22

 13.3 检测与鉴定 23

 13.4 改造与拆除 24

14 监测 25

 14.1 一般规定 25

 14.2 监测内容 26

附录 A（规范性）大跨钢结构技术状况分类 28

 A.1 分类原则 28

 A.2 分类标准 28

附录 B（资料性）大跨钢结构检查记录表 31

 B.1 承重结构 31

 B.2 围护结构 32

图 1 屋面凸起物引起的局部雪荷载示意图..... 11

图 2 雪荷载侧向力示意图.....12

图 3 安全运维程序..... 21

表 1 大跨钢结构跨度类别划分..... 4

表 2 大跨钢结构重要性等级划分.....5

表 3 雪荷载放大系数.....7

表 4 屋面积雪分布系数.....8

表 5 一级、二级焊缝质量等级及无损检测要求.....20

表 6 技术状况类别为 A_{tc} 类的大跨钢结构检查周期.....22

表 7 施工期间监测项目.....26

表 8 使用期间监测项目.....27

表 A.1 构件技术状况分类标准..... 28

表 A.2 建筑物整体或区域技术状况分类标准..... 28

表 A.3 承重结构和围护结构技术状况类别..... 29

表 A.4 附属设施技术状况类别..... 29

表 A.5 钢构件技术状况类别..... 29

表 A.6 围护结构构件技术状况类别.....30

表 B.1 大跨钢结构承重结构检查记录表..... 31

表 B.2 大跨钢结构围护结构检查记录表..... 32

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。

本文件由黑龙江省住房和城乡建设厅提出并归口。

本文件起草单位：哈尔滨工业大学、黑龙江省寒地建筑科学研究院、中国地震局工程力学研究所、哈尔滨工业大学建筑设计院有限公司、黑龙江省建工集团有限责任公司、黑龙江大学、东北林业大学、哈尔滨理工大学、哈尔滨工程大学、东北农业大学、黑龙江省建筑设计研究院、哈尔滨市建筑设计院、方舟国际设计有限公司、黑龙江省轻工设计院、黑龙江省农垦建筑设计院有限公司、哈尔滨市建筑工程研究设计院有限公司、黑龙江省建设投资集团有限公司、黑龙江省建筑安装集团有限公司。

本文件主要起草人：范峰，曹正罡，严佳川，陈建华，张清文，吴碧野，孙梦涵，王威，李方慧，张亮泉，聂桂波，徐树全，张中昊，李长山，孔庆富，林莉，石新波，阴雨夫，张成武，申爱华，刘海峰，金永泰，赵东滨，王志成，秦莹，袁野，董忠，王圣保，李晓东，武占鑫，表美慧，马加路，王骄阳，莫华美，张国龙，魏超，李云飞。

本文件主要审查人：王海云，武岳，李玉胜，隋艳革，杨 宏，支旭东，赵玉明。

大跨钢结构技术标准

1 范围

本文件规定了大跨钢结构的总则、术语和定义、基本规定、材料要求、荷载作用、结构体系与构件设计、节点计算与构造、抗震与减隔震设计、围护结构设计、钢结构防护、施工及验收、运维及改造、监测。

本文件适用于黑龙江省内新建、扩建、改建、续建、结构加固的大跨钢结构设计、施工、验收、运维、检测、鉴定、拆除，适用结构形式为平面梁式结构、平面桁架结构、门式刚架结构、空间网格结构、预应力钢结构、膜结构等，其他大跨钢结构形式可参照本文件执行。

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 2518 连续热镀锌和锌合金镀层钢板及钢带
- GB/T 5313 厚度方向性能钢板
- GB/T 11352 一般工程用铸造碳钢件
- GB 14907 钢结构防火涂料
- GB/T 19879 建筑结构用钢板
- GB 50009 建筑结构荷载规范
- GB/T 50011 建筑抗震设计标准
- GB 50016 建筑设计防火规范
- GB 50017 钢结构设计标准
- GB 50018 冷弯薄壁型钢结构技术规范
- GB 50023 建筑抗震鉴定标准
- GB/T 50046 工业建筑防腐蚀设计标准
- GB 50144 工业建筑可靠性鉴定标准
- GB 50205 钢结构工程施工质量验收标准
- GB 50207 屋面工程质量验收规范
- GB 50292 民用建筑可靠性鉴定标准
- GB 50300 建筑工程施工质量验收统一标准
- GB/T 50344 建筑结构检测技术标准
- GB 50345 屋面工程技术规范
- GB 50574 墙体材料应用统一技术规范
- GB/T 50621 钢结构现场检测技术标准
- GB 50661 钢结构焊接规范

GB 50693 坡屋面工程技术规范
 GB 50755 钢结构工程施工规范
 GB 50982 建筑与桥梁结构监测技术规范
 GB 51022 门式刚架轻型房屋钢结构技术规范
 GB 51249 建筑钢结构防火技术规范
 GB 51367 钢结构加固设计标准
 GB/T 51408-2021 建筑隔震设计标准
 GB 55001 工程结构通用规范
 GB 55002 建筑与市政工程抗震通用规范
 GB 55006 钢结构通用规范
 GB 55018 工程测量通用规范
 GB 55021 既有建筑鉴定与加固通用规范
 GB 55022 既有建筑维护与改造通用规范
 GB 55032 建筑与市政工程施工质量控制通用规范
 JGJ 7-2010 空间网格结构技术规程
 JGJ 8 建筑变形测量规范
 JGJ 80 建筑施工高处作业安全技术规范
 JGJ/T 104 建筑工程冬期施工规程
 JGJ 125 危险房屋鉴定标准
 JGJ 147 建筑拆除工程安全技术规范
 JGJ/T 251 建筑钢结构防腐蚀技术规程
 JGJ 257-2012 索结构技术规程
 JGJ 276 建筑施工起重吊装工程安全技术规范
 JGJ 297 建筑消能减震技术规程
 JGJ/T 481 屋盖结构风荷载标准
 JGJ/T 497 预应力钢结构技术标准
 DB23/720 黑龙江省建筑工程施工质量验收标准 钢结构工程
 CECS 158-2015 膜结构技术规程
 CECS 343 钢结构防腐蚀涂装技术规程
 T/CECS 24 钢结构防火涂料应用技术规程
 T/CSCS 033 钢结构监测技术标准
 T/CECS 796 屋面结构雪荷载设计标准
 T/CECS 1339-2023 大跨度钢结构监测技术规程
 YB/T 6328-2024 冶金工业构筑物安全运维技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

大跨钢结构

跨度较大的钢结构，在本文件中系指平面梁式结构、平面桁架结构、门式刚架结构、空间网格结构

和预应力钢结构等。

3.2

空间网格结构

按一定规律布置的杆件、构件通过节点连接而构成的空间结构，包括网架、曲面型网壳以及立体桁架等。

[来源：JGJ 7-2010，2.1.1]

3.3

网架

按一定规律布置的杆件通过节点连接而形成的平板型或微曲面型空间杆系结构，主要承受整体弯曲内力。

[来源：JGJ 7-2010，2.1.2]

3.4

网壳

按一定规律布置的杆件通过节点连接而形成的曲面状空间杆件系或梁系结构，主要承受整体薄膜内力。

[来源：JGJ 7-2010，2.1.7]

3.5

预应力钢结构

由拉索和钢构件作为主要受力构件而形成的预应力结构体系。

[来源：JGJ 257-2012，2.1.3]

3.6

膜结构

由膜材和其他构件组成的建筑物或构筑物。

[来源：CECS 158-2015，2.1.1]

3.7

隔震层

隔震建筑设置在基础、底部或下部结构与上部结构之间的全部部件的总称，包括隔震支座、阻尼装置、抗风装置、限位装置、抗拉装置、附属装置及相关的支承或连接构件等。

[来源：GB 51408-2021，2.1.2]

3.8

隔震支座

隔震层用于承载上部结构，并具有隔震变形能力的支座。

[来源：GB 51408-2021，2.1.8]

3.9

安全运维

为保证大跨钢结构全生命期安全使用所进行的检查、检测鉴定、技术状况分类、监测、维护和档案管理的一系列活动。

[来源：YB/T 6328-2024，2.0.2，有修改]

3.10

技术状况

大跨钢结构或构件的综合技术状态，反映大跨钢结构的完好程度、安全程度及使用功能的完善程度。

[来源：YB/T 6328-2024，2.0.3，有修改]

3.11

修复

为恢复大跨钢结构原有技术状况而实施的功能性、结构性修复的工程措施。

[来源：YB/T 6328-2024，2.0.8，有修改]

3.12

结构监测

利用传感技术获取结构荷载与响应的关键信息，通过分析现场测量数据获得结构性能表征参数，进而评估当前结构状态与服役能力，并为管理和运维提供决策支持的一般过程。

[来源：T/CECS 1339-2023，2.0.2，有修改]

4 基本规定

4.1 针对黑龙江省内大跨钢结构特点，大跨钢结构跨度类别划分见表1，大跨钢结构重要性等级划分见表2。在大跨钢结构的设计、施工、验收、运维、检测、鉴定、加固、改造、拆除过程中，应根据重要性等级采取相应的措施。

表 1 大跨钢结构跨度类别划分

结构形式（体系）	I 类	II 类	III 类	IV 类
平面梁式结构 单层网壳结构	$l > 24\text{ m}$	$24\text{ m} \geq l > 12\text{ m}$	$12\text{ m} \geq l > 6\text{ m}$	——
平面桁架 （角钢屋架、钢管屋架、空腹桁架）	$l > 36\text{ m}$	$36\text{ m} \geq l > 18\text{ m}$	$18\text{ m} \geq l > 15\text{ m}$	15 m 以下
门式刚架	$l > 36\text{ m}$	$36\text{ m} \geq l > 24\text{ m}$	$24\text{ m} \geq l > 18\text{ m}$	18 m 以下
空间结构（空间网格结构、索膜结构、张弦梁、弦支穹顶）	$l > 60\text{ m}$	$60\text{ m} \geq l > 40\text{ m}$	$40\text{ m} \geq l > 24\text{ m}$	24 m 以下
注 1：对于重型屋面，跨度类别应按表中等级提高一类考虑，已为 I 类时不再提高； 注 2：l 为结构或构件的跨度（对悬臂结构和伸臂结构为悬臂长度的 2 倍）。				

表 2 大跨钢结构重要性等级划分

	安全等级一级	安全等级二级	安全等级三级
跨度类别 I 类	特别重要	特别重要	重要
跨度类别 II 类	特别重要	重要	一般
跨度类别 III 类	特别重要	一般	次要
跨度类别 IV 类	特别重要	一般	次要

- 4.2 大跨钢结构宜优先采用轻型屋面。当采用重型屋面时，应进行专项论证。
- 4.3 重要和特别重要的大跨钢结构在设计阶段应进行结构安全性专项审查。
- 4.4 大跨钢结构设计应合理选择结构方案，应形成稳定结构体系，应进行防连续倒塌概念设计，并应有明确防连续倒塌措施。
- 4.5 大跨钢结构计算模型应根据下部支承结构形式及支座构造确定边界条件；计算模型和基本假定应与构件连接、支座形式的实际性能相符合；对于体型复杂、重要和特别重要的大跨钢结构应采用包含下部支承结构的整体分析模型进行计算。
- 4.6 屋盖结构跨越下部主体结构变形缝时，应采取具有变形能力的支座，其变形量应根据计算确定。
- 4.7 重要和特别重要的大跨钢结构应定期对外观、支座、锈蚀情况进行安全性巡检，台风、大风、暴雨、冻雨、暴雪、大雪等极端天气前后应进行特定检查。
- 4.8 重要和特别重要的大跨钢结构屋面维修、加固改造、荷载变化、使用功能调整时，应进行专项论证后方可实施。
- 4.9 特别重要的大跨钢结构设计应明确关键构件和节点，一般构件的应力比不宜大于 0.9，关键构件的应力比不宜大于 0.8，关键节点应力比不宜大于 0.8。
- 4.10 大跨钢结构构件间隐蔽搭（对）接焊缝应全部进行无损检测。
- 4.11 大跨钢结构中的拉索、拉杆、锚具应采用定制式产品，其材料性能应符合国家现行有关规范标准的规定。
- 4.12 大跨钢结构杆件、节点、支座距离实体墙的间距应不小于 50 mm。
- 4.13 对于不改变现有使用功能、不延长设计工作年限的既有大跨钢结构改造项目，当条件不具备、且执行本文件确有困难时，应不低于原建造时的标准，并应经过专项论证。
- 4.14 重要和特别重要的大跨钢结构安装工程应进行专项施工方案论证，并应进行大跨钢结构专项验收。
- 4.15 重要和特别重要的大跨钢结构现场连接节点宜采用螺栓连接。

5 材料要求

- 5.1 大跨钢结构用钢材、焊接材料、紧固件材料、预应力用钢拉索材料应符合国家现行相关规范标准的有关

规定。

5.2 大跨钢结构钢材的选用应遵循技术可靠、经济合理的原则，综合考虑结构的重要性、荷载特征、结构形式、应力状态、连接方法、工作环境等因素，选用合适的钢材牌号、材性和连接材料型号，保证结构安全可靠。

5.3 大跨钢结构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的合格保证。焊接承重结构以及重要的非焊接承重结构采用的钢材应具有冷弯试验的合格保证；对直接承受动力荷载或需验算疲劳的构件所用钢材尚应具有冲击韧性的合格保证。

5.4 大跨钢结构施工期间工作环境温度和设计温度区间不同时，且结构承受荷载，应采取相应措施。

5.5 钢材质量等级的选用应符合下述规定：

- a) A级钢仅可用于结构工作温度高于 0℃ 的不需要验算疲劳的结构，且 Q235A 钢不宜用于焊接结构。
 - b) 需验算疲劳的焊接结构用钢材应符合下列规定：
 - 1) 当工作温度高于 0℃ 时其质量等级不应低于 B 级；
 - 2) 当工作温度不高于 0℃ 但高于 -20℃ 时，Q235、Q355 钢不应低于 C 级，Q390、Q420 及 Q460 钢不应低于 D 级；
 - 3) 当工作温度不高于 -20℃ 时，对 Q235 钢和 Q355 钢不应低于 D 级，Q390、Q420 及 Q460 钢应选用 E 级。
 - c) 需验算疲劳的非焊接结构，其钢材质量等级要求可较上述焊接结构降低一级但不应低于 B 级。
- 吊车起重量不小于 50 t 的中级工作制吊车梁，其质量等级要求应与需要验算疲劳的构件相同。

5.6 工作温度不高于 -20℃ 的受拉构件及承重构件的受拉板材应符合下列规定：

- a) 所用钢材厚度或直径不宜大于 40 mm，质量等级不宜低于 C 级；
- b) 当钢材厚度或直径不小于 40 mm 时，其质量等级不宜低于 D 级；
- c) 重要和特别重要承重结构的受拉板材应满足 GB/T 19879 的要求。

6 荷载作用

6.1 基本荷载、地震作用及偶然荷载

6.1.1 大跨钢结构的永久荷载、可变荷载、积灰荷载应按 GB 55001 和 GB 50009 取值。

6.1.2 大跨钢结构的地震作用及爆炸、冲击等偶然荷载应按现行国家相关规范标准确定。

6.1.3 当屋面存在下凹曲面或可能发生较大挠曲变形时，应考虑可能排水不畅导致的积水（积雪）荷载；当屋面（楼面）面积较大或体型复杂时，设计时应考虑施工偏差可能产生屋面（楼面）构造层厚度增加导致的荷载增大。

6.1.4 当屋面采用重型面板时，其屋面刚性保护层厚度设计荷载宜按不低于 80 mm 考虑。

6.2 风荷载

- 6.2.1 风荷载确定应符合 GB 55001、GB 50009 和 JGJ/T 481 等相关规范标准的有关规定。
- 6.2.2 大跨钢结构屋盖表面积雪或者覆冰对建筑外形轮廓有较大改变，造成挡风面积增加和阻力系数变化时宜考虑建筑气动外形变化对风荷载的影响。
- 6.2.3 邻近建筑干扰效应明显或改扩建使周边风环境发生较大改变时，应考虑上述因素对大跨钢结构表面风荷载的不利影响，并采取相应措施。

6.3 雪荷载

- 6.3.1 雪荷载标准值应符合 GB 55001、GB 50009 和 T/CECS 796 等相关规范标准的有关规定。
- 6.3.2 大跨钢结构主体结构设计时的基本雪压应采用100年重现期雪压值，檩条等围护结构设计时宜采用100年重现期雪压值。
- 6.3.3 无对应城市基本雪压值时，应采用相邻城市中基本雪压值较大者或根据当地气象记录统计计算；建设在两城市之间的建筑，其基本雪压应取相邻城市中的基本雪压最大值，不按行政区划确定。
- 6.3.4 山区大跨钢结构的雪荷载应通过实际调查后确定，或按当地基本雪压乘以增大系数确定，增大系数应按照GB 50009取值。
- 6.3.5 屋面有清雪要求时，应增加雪荷载与不上人屋面活荷载同时组合的荷载工况。设计文件应注明屋面清雪时人员数量、间距、不可集中堆雪等要求。
- 6.3.6 重要和特别重要的大跨钢结构，当按公式(1)确定的荷载效应比 $R_{s/g}$ 大于 0.25 时，屋面雪荷载标准值尚应乘以雪荷载放大系数，雪荷载放大系数见表 3：

$$R_{s/g} = 1.5s_0 / 1.3G$$

(1)

式中：

$R_{s/g}$ ——荷载效应比；

s_0 ——当地基本雪压；

G ——屋面恒荷载标准值（含屋面结构自重）。

表 3 雪荷载放大系数

$R_{s/g}$	$0.25 < R_{s/g} \leq 0.5$	$0.5 < R_{s/g} \leq 1.0$	$1.0 < R_{s/g} \leq 1.5$	$1.5 < R_{s/g} \leq 2.5$	$2.5 < R_{s/g}$
S	1.20	1.40	1.50	1.60	1.70

- 6.3.7 屋面积雪分布系数应根据不同类别的屋面形式，按 GB 50009 和屋面积雪分布系数表 4 执行。

表 4 屋面积雪分布系数

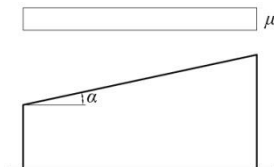



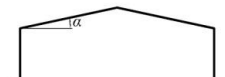

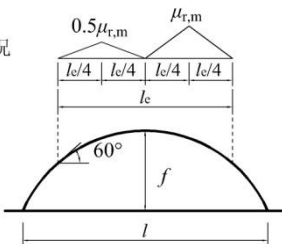
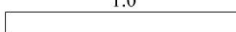
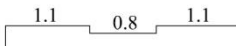
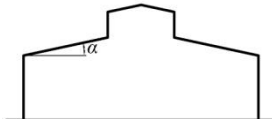
项次	类别	屋面形式及积雪分布系数 μ_r																
1	单跨 单坡 屋面	<div></div> <table><tr><th>α</th><th>$\leq 25^\circ$</th><th>35°</th><th>40°</th><th>45°</th><th>50°</th><th>55°</th><th>$\geq 60^\circ$</th></tr><tr><th>μ_r</th><td>1.0</td><td>0.7</td><td>0.55</td><td>0.4</td><td>0.25</td><td>0.1</td><td>0</td></tr></table>	α	$\leq 25^\circ$	35°	40°	45°	50°	55°	$\geq 60^\circ$	μ_r	1.0	0.7	0.55	0.4	0.25	0.1	0
α	$\leq 25^\circ$	35°	40°	45°	50°	55°	$\geq 60^\circ$											
μ_r	1.0	0.7	0.55	0.4	0.25	0.1	0											
2	单跨 双坡 屋面	<div><p>均匀分布的情况 </p><p>不均匀分布的情况1 </p><p>不均匀分布的情况2 </p></div> <p>注：μ_r按第1项规定采用。</p>																
3	拱形 屋面	<div><p>均匀分布的情况  $\mu_r=l/(8f)$ ($0.4\leq\mu_r\leq 1.0$)</p><p>不均匀分布的情况  $\mu_{r,m}=0.2+10f/l$ ($\mu_{r,m}\leq 2.0$)</p></div> <p>注：μ_r按第1项规定采用。</p>																
4	带天窗 的坡屋 面	<div><p>均匀分布的情况 </p><p>不均匀分布的情况 </p></div>																

表 4 屋面积雪分布系数（续）

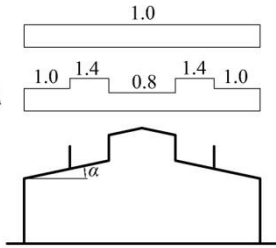
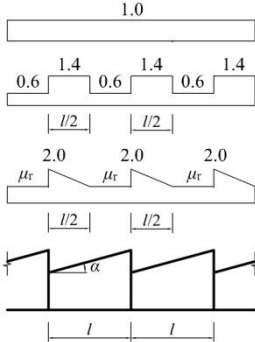
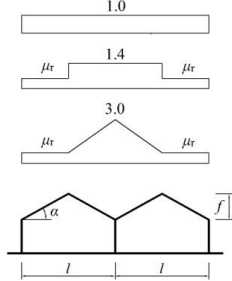
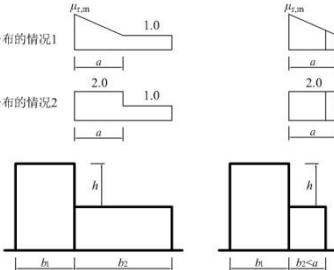
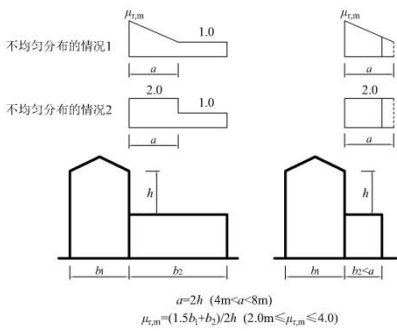
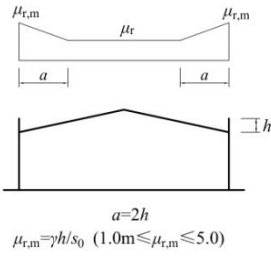
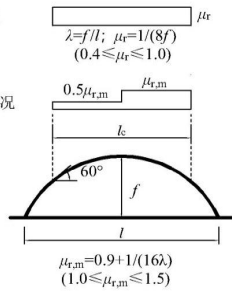
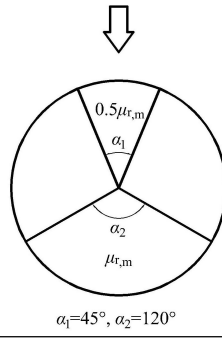
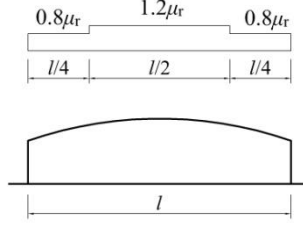
项次	类别	屋面形式及积雪分布系数 μ_r
5	带天窗有挡风板的坡屋面	<div><div>均匀分布的情况</div><div>不均匀分布的情况</div></div>
6	多跨单坡屋面（锯齿形屋面）	<div><div>均匀分布的情况</div><div>不均匀分布的情况1</div><div>不均匀分布的情况2</div></div> <p>注：μ_r按第1项规定采用。</p>
7	双跨双坡或拱形屋面	<div><div>均匀分布的情况</div><div>不均匀分布的情况1</div><div>不均匀分布的情况2</div></div> <p>注1：μ_r按本表第1项或第3项规定采用； 注2：当α不大于25° 或 l不大于0.1时，只采用均匀分布的情况； 注3：多跨屋面的积雪分布系数，可按照本项规定采用。</p>
8	与较高建筑相接的低屋面	<div><div>a) 高跨为水平屋面</div><div>不均匀分布的情况1</div><div>不均匀分布的情况2</div></div> <p>$a=2h$ ($4m \leq a \leq 8m$) $\mu_{r,m} \sim (b_1+b_2)/2h$ ($2.0m \leq \mu_{r,m} \leq 4.0$)</p>

表 4 屋面积雪分布系数（续）

项次	类别	屋面形式及积雪分布系数 μ_r
8	与较高建筑相接的低屋面	<div><p>b) 高跨为双坡屋面或拱形屋面</p><p>不均匀分布的情况1</p><p>不均匀分布的情况2</p><p>$a=2h$ ($4\text{m}<a<8\text{m}$)</p><p>$\mu_{r,m}=(1.5b_1+b_2)/2h$ ($2.0\text{m}\leq\mu_{r,m}\leq 4.0$)</p></div> <p>注：高屋面的积雪分布系数按本表第 1 项、第 2 项或第 3 项采用。</p>
9	有女儿墙及其他突起物的屋面	<div><p>$a=2h$</p><p>$\mu_{r,m}=\gamma h/s_0$ ($1.0\text{m}\leq\mu_{r,m}\leq 5.0$)</p></div> <p>注 1：还应同时考虑本表第 2 项或第 3 项的积雪分布的工况；</p> <p>注 2：μ_r按本表第 1 项或第 3 项规定采用；</p> <p>注 3：γ为雪重度，可取为 1.5 kN/m^3。</p>
10	球形屋面	<div><div><p>均匀分布的情况</p><p>$\lambda=f/l$; $\mu_r=1/(8f)$ ($0.4\leq\mu_r\leq 1.0$)</p><p>不均匀分布的情况</p><p>$\mu_{r,m}=0.9+1/(16\lambda)$ ($1.0\leq\mu_{r,m}\leq 1.5$)</p></div><div><p>不均匀分布情况时考虑范围</p><p>$\alpha_1=45^\circ$, $\alpha_2=120^\circ$</p></div></div>
11	大跨屋面	<div><p>$\mu_{r,m}=0.9+1/(16\lambda)$ ($1.0\leq\mu_{r,m}\leq 1.5$)</p></div> <p>注 1：还应同时考虑本表第 2 项或第 10 项的积雪分布的工况；</p> <p>注 2：μ_r按本表第 1 项、第 3 项或第 10 项规定采用。</p>

6.3.8 屋面凸起物引起的局部雪荷载示意图（见图1）的积雪分布系数 μ_1 、 μ_2 可按公式(2)和公式(3)确定：

$$\mu_1 = 1.0, \mu_2 = \gamma_s h / s_0 (1.0 < \mu_2 < 2.0) \quad (2)$$

$$l_s = 2h (4 \leq l_s \leq 8 \text{ m}) \quad (3)$$

式中：

γ_s ——积雪重度（ kN/m^3 ），可取为 1.8 kN/m^3 ；

h ——凸起物高度（m）；

s_0 ——基本雪压（ kN/m^2 ）。

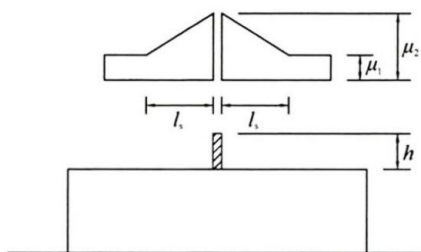


图1 屋面凸起物引起的局部雪荷载示意图

6.3.9 设计建筑结构及屋面的承重构件时，应按下列规定采用积雪的分布情况：

- 屋面板和檩条按积雪不均匀分布的最不利情况采用；
- 屋面主体结构应分别按全跨积雪的均匀分布、不均匀分布和半跨积雪的均匀分布的最不利情况采用；
- 框架和柱可按全跨积雪的均匀分布情况采用。

6.3.10 对外形复杂且无可靠雪荷载设计取值依据的屋面结构，应进行风雪试验或专项研究。

6.3.11 天沟积雪荷载应按照积满水的情况考虑，内天沟还应考虑排水不畅、堵塞引起不利荷载的影响。

6.3.12 当屋面安装有挡雪装置时，雪荷载侧向力示意图见图2，可按公式(4)计算：

$$F_s = k_{\text{dyn}} s_{k,2} b \sin \alpha \quad (4)$$

式中：

F_s ——积雪施加于挡雪装置横向单位长度作用力标准值（ kN/m ）；

k_{dyn} ——当考虑雪荷载对挡雪装置的侧向冲击作用时， k_{dyn} 取 3.0，当考虑雪荷载对挡雪装置侧向静力作用时， k_{dyn} 取 1.0；

$s_{k,2}$ ——最不利分布下的屋面雪荷载标准值（ kN/m^2 ）；

b ——从计算位置到屋脊或上一挡雪装置的水平宽度（m）；

α ——屋面相对于水平面的坡度。

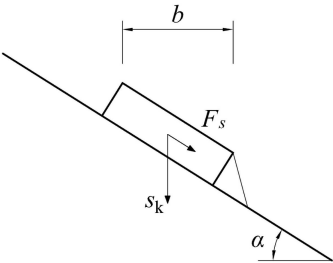


图 2 雪荷载侧向力示意图

6.4 覆冰荷载

- 6.4.1 计算结构覆冰荷载时，应根据覆冰厚度及覆冰的物理特性确定其荷载值。
- 6.4.2 建筑物檐口下方设置行人通道时，应进行覆冰坠落风险评估并采取相应措施。
- 6.4.3 屋面悬挑边缘的悬挂雪冰荷载可按公式(5)计算：

$$S_e = ks_{k,l}^2/\gamma_i \tag{5}$$

式中：

S_e ——沿屋檐单位长度上的悬挂雪冰荷载（kN/m）；

$s_{k,l}$ ——均匀分布工况下的屋面雪荷载标准值（kN/m²）；

γ_i ——悬挂雪冰的重度（kN/m³），可取为 3 kN/m³；

k ——考虑积雪不规则形状的系数，可取为 0.5。

6.5 温度作用

- 6.5.1 大跨钢结构在设计与施工阶段的温度作用应符合国家相关规范标准的有关规定。
- 6.5.2 基本气温应采用 50 年重现期的月平均最高气温和月平均最低气温。重要和特别重要的大跨钢结构，应根据近五年的日最高和最低气温，按不利情况适当增加或降低基本气温。

7 结构体系与构件设计

7.1 平面梁式结构

- 7.1.1 平面梁式结构设计、构造及支撑设置应符合 GB 55006、GB 50017 和 GB/T 50011 等相关规范标准的有关规定。

7.1.2 平面梁式结构的结构布置应设置完整的结构抗侧力体系，支座处应采取有效措施限制梁端平面外转动，支座、跨中及沿梁跨方向适当位置应设置可靠的平面外刚性支撑。

7.1.3 平面梁式结构梁截面的宽厚比限值应符合 GB 50017 和 GB/T 50011 的相关规定。

7.1.4 平面梁式结构屋面宜采用轻型屋面系统，楼面宜采用压型钢板组合楼板或钢筋桁架楼承板。

7.1.5 平面梁式结构弧形（折线）梁沿弧（折线）面应设置加劲肋，在强度和稳定计算中应考虑其影响。

7.2 平面桁架结构

7.2.1 平面桁架设计、构造及支撑设置应符合 GB 55006、GB 50017 和 GB/T 50011 等相关规范标准的有关规定。

7.2.2 平面桁架结构布置和支承形式应保证结构合理传力路径和结构整体稳定性，应设置平面外支撑体系，主要包括横向水平支撑、纵向水平支撑、竖向支撑和系杆等。

7.2.3 平面桁架支座处应采取有效措施限制桁架端平面外转动。桁架端部、跨中及沿桁架跨度方向适当位置应设置可靠的平面外刚性支撑。

7.2.4 平面桁架结构杆件截面，普通型钢不宜小于 L 50 mm×5 mm。直接与支撑或系杆相连的角钢最小肢宽，应根据连接螺栓构造要求确定。

7.3 门式刚架结构

7.3.1 本条款门式刚架结构指门式刚架轻型房屋结构，其设计与构造应符合 GB 55006、GB 50017、GB 51022 等相关规范标准的有关规定。

7.3.2 门式刚架结构应形成完整的结构受力体系，其支撑系统布置应符合国家现行相关规范标准的有关规定。

7.3.3 门式刚架温度缝处宜设置双柱，也可采用长圆孔连接檩条、吊车梁和墙梁等纵向构件，外墙板及屋面板应采用伸缩盖板的构造做法。

7.3.4 柱间支撑宜采用刚性支撑，并应进行合理布置保证温度应力的释放。当柱截面较大时，应在内外翼缘位置设置双排支撑。

7.3.5 檐口不宜设置女儿墙、广告牌及造型等挡雪构件，必须设置时应设置清雪洞口或采用其他清雪措施。

7.3.6 高低跨或有雨篷区域，应在高跨屋檐处设置有足够强度和刚度的挡雪装置。

7.4 空间网格结构

7.4.1 空间网格结构设计、构造及支撑设置应符合GB 55006、GB 50017、GB/T 50011及JGJ 7等相关规范标准的有关规定。

7.4.2 重要和特别重要的空间网格结构不应采用角钢等非中心对称的截面，圆钢管截面不宜小于 $\Phi 60 \times 3.5$ mm。

7.4.3 空间网格结构设计应符合下述规定：

- a) 网架结构和双层网壳结构设计时，应假定节点为铰接；
- b) 立体管桁架设计时，当杆件的节间长度与截面高度（或直径）之比不小于12（主管）和24（支管）时，可假定节点为铰接；当不满足此条件时，应按刚接节点计算桁架内力；
- c) 网架或网壳结构采用焊接球连接节点时，应采用内衬管坡口焊接方式。

7.4.4 立体桁架和立体拱架设计应符合下述规定：

- a) 桁架结构布置和支承形式应保证结构合理传力路径和结构整体稳定性。桁架端部、跨中及沿跨度方向适当位置应设置平面外支撑；
- b) 桁架支座处应采取有效措施限制桁架端平面外转动；
- c) 立体拱架下部支承结构应具有足够的抗侧刚度；
- d) 立体拱架应进行整体稳定性验算；
- e) 按铰接连接的三管立体桁架，任意两管平面内应设置斜腹杆形成几何不变体系；四管立体桁架应设置一定数量对角腹杆；
- f) 立体拱架支承于下弦节点时，应设置边桁架和跨中次桁架，使整体结构形成可靠的防侧倾体系；
- g) 立体桁架和立体拱架系杆应采用平行弦桁架或三管空间桁架。

7.5 预应力钢结构

7.5.1 预应力钢结构设计与构造应符合GB 50017、GB/T 50011、JGJ 257等相关规范标准的有关规定。

7.5.2 索结构应形成完整的结构受力体系。张弦梁、张弦桁架及张弦拱架等平面受力结构，应设置可靠的支撑系统，保证结构的整体稳定性。

7.5.3 预应力张拉构件应为钢丝束、钢绞线、钢丝绳及钢拉杆等定制构件，连接构造应符合国家现行相关规范标准的有关规定。

7.6 膜结构

7.6.1 膜结构设计、制作、安装、验收和维护可参照CECS 158及国家现行相关规范标准的有关规定。

7.6.2 膜材耐气候性强度、耐寒性能等应满足使用环境要求，对于上述产品性能无相关标准规定时，

可根据产品性能检测报告确定。

7.6.3 对有特殊保温、隔热要求的建筑宜采用双层膜材。采用双层膜材时，应在内外膜之间采用热稳定性好的轻质保温材料。

7.6.4 膜结构预张力应符合设计要求，保证足够的刚度，避免局部雪荷载堆积及汇聚的情况发生。

7.6.5 膜材表面积雪厚度达到临界值时应采用清雪或融雪方案，确保雪荷载不超过设计值。在雪荷载较大地区，应采用较大的膜面坡度或采取防积雪措施。

8 节点计算与构造

8.1 节点承载力计算

8.1.1 大跨钢结构的节点承载力计算应符合国家现行相关规范标准的有关规定。

8.1.2 重要和特别重要的大跨钢结构关键节点承载能力应通过有限元分析确定，并宜进行试验验证。

8.2 构造设计

8.2.1 节点构造要求应符合国家现行相关规范标准的有关规定。

8.2.2 主体承重结构栓接节点应采用高强度螺栓；檩条、马道等附属构件连接可采用普通螺栓；改造项目栓接节点应采用不低于原设计等级螺栓。

8.2.3 大跨梁式结构支座构造，应保证大跨梁在各种荷载工况作用下的位移变形要求；当采用固定铰支座时，应考虑温度作用对结构的不利影响。

8.2.4 平面桁架结构支座锚栓按构造设置时数量宜为2个~4个，跨度类别为Ⅰ类和Ⅱ类时支座锚栓宜为4个，锚栓直径不宜小于24 mm。

8.2.5 角钢桁架结构节点板、支座加劲肋厚度不宜小于8 mm，管桁架结构支座加劲肋厚度不宜小于10 mm；支座底板厚度不宜小于20 mm。

8.2.6 重要和特别重要门式刚架结构梁柱节点采用端板连接时，端板厚度不应小于20 mm。

8.2.7 空间网格结构支座设计应遵循下列原则：

- a) 空间网格结构的支座节点必须具有足够的强度和刚度，在荷载作用下不应先于杆件和其他节点而破坏，也不得产生不可忽略的变形。支座节点构造形式应传力可靠、连接简单，并应符合计算假定；
- b) 采用滑动支座时，应设置防支座脱落装置。同时应考虑施工和使用过程中产生的限制支座滑动的不利因素，进行滑动支座与固定支座包络设计；
- c) 当支座承受剪力作用时，支座底板应设置抗剪键，不应利用锚栓传递剪力。

8.2.8 大跨钢结构构件采用闭口截面时，截面封闭前应保证构件内部没有积水。当发现构件内部有积水

时，应采取措施排空积水后进行封闭。

9 抗震与减隔震设计

9.1 抗震设计

9.1.1 大跨钢结构的抗震设计应符合 GB 55001、GB 55002 和 GB/T 50011 等相关规范标准的有关规定。

9.1.2 大跨钢结构抗震验算应考虑覆雪荷载、覆冰荷载影响。覆雪荷载、覆冰荷载大小和组合系数的取值应符合 GB 50009 以及本文件第 6 章的有关规定。

9.1.3 重要和特别重要的大跨钢结构在抗震分析时，应考虑支承体系对结构受力影响，大跨钢结构与主要支承部位的连接假定应与构造相符，按整体分析模型进行计算。

9.1.4 大跨钢结构支座的抗震构造应符合下列要求：

- a) 支座构造形式应传力可靠、连接简单，并符合计算假定。设计时应考虑低温对支座材料力学性能的影响；
- b) 对于水平滑动支座，结构在罕遇地震下的滑移不应超出支承面，并应采取限位措施；
- c) 抗震设防烈度为 8 度、9 度时，承压型支座应具有一定的抗拉承载力。

9.2 隔震设计

9.2.1 大跨钢结构的隔震设计应符合 GB/T 50011、GB/T 51408、GB 55002 等相关规范标准的有关规定。

9.2.2 大跨钢结构屋盖隔震支座可采用橡胶隔震支座、摩擦摆隔震支座、碟形弹簧隔震支座等，结构层间隔震或基础隔震可采用橡胶隔震支座、摩擦摆隔震支座。

9.2.3 隔震支座应满足低温使用环境要求，支座性能参数应经过试验确定，支座刚度、阻尼特性变化、徐变量等参数应考虑低温使用环境的影响进行修正。

9.2.4 大跨钢结构隔震层经历低温和多次经历温变时，应考虑温度对于隔震支座力学性能的削减。

9.2.5 大跨钢结构的隔震设计应考虑不均匀积雪、风吹雪效应等因素造成的不对称雪荷载，可增加支座的数量或进行位置调整。

9.3 减震设计

9.3.1 大跨钢结构的减震设计应符合 GB/T 50011、GB 55002、JGJ 297 等相关规范标准的有关规定。

9.3.2 大跨钢结构减震设计应考虑极端雪荷载和低温对减震装置自身和结构整体减震性能的影响。

9.3.3 大跨钢结构在低于 0℃ 的工作环境时，不应采用速度相关型阻尼器。

9.3.4 大跨钢结构采用位移相关型阻尼器时，应考虑低温性能对阻尼器承载力和变形性能的影响。

9.3.5 减震装置应考虑低温对其设计工作年限的影响。

9.3.6 减震装置应具有良好的抗疲劳、抗老化、抗低温性能、耐久性及环境适应性，应作保温、除湿、防紫外线、定期防锈等相应处理。

10 围护结构设计

10.1 屋面与墙面板

10.1.1 屋面与墙面板设计及构造措施应符合 GB 50207、GB 50345、GB 50574、GB 50693、GB 51022 等相关规范标准的有关规定。

10.1.2 屋面宜采用咬合式压型金属板屋面系统，应在端部区域适当加设抗风螺栓或抗风螺钉。

10.1.3 屋面与墙面板钢材的防腐措施应具有耐低温性和耐候性。冷弯薄壁型钢宜采用热镀防腐。采用热镀锌、热镀铝锌等镀层材料时，最小镀层厚度应符合 GB/T 2518 的有关规定。

10.1.4 连续跨屋面排水采用内天沟时，宜设置加热装置。

10.1.5 屋面热桥部位，应按设计要求采取节能保温等隔断热桥措施。

10.1.6 对保温和防火有较高要求的建筑，围护系统保温材料宜采用岩棉，且应采取相应的防水、隔热、防结露等措施。

10.1.7 外墙外露构件、变形缝等部位，应进行保温处理；保温层和门窗相交处应采取保温和防水措施，必要时可采用膨胀密封条止水；外墙外保温系统应进行防火设计，采用适当的防火构造措施。

10.2 檩条与墙梁

10.2.1 檩条与墙梁设计应符合 GB 50017、GB 50018、GB 51022、GB 55001 等相关规范标准的有关规定。

10.2.2 位于天窗、檐口女儿墙及多跨内天沟等易积雪位置的檩条，设计时应考虑局部雪堆积且采取加强措施。

11 钢结构防护

11.1 防火设计

11.1.1 大跨钢结构的防火设计应符合 GB 50017、GB 51249 等相关规范标准的有关规定。

11.1.2 大跨钢结构构件的设计耐火极限应根据建筑的耐火等级，按 GB 50016、GB 51249 等相关规范的规定确定，并应符合下列要求：

- a) 柱间支撑的设计耐火极限应与柱相同；
- b) 楼盖支撑的设计耐火极限应与梁相同；
- c) 按组合楼板设计的钢楼承板的设计耐火极限应与楼板相同，施工阶段仅作为组合楼板模板的压型钢板的耐火极限可与吊顶相同；
- d) 屋盖支撑和系杆的设计耐火极限应与屋顶承重构件相同；
- e) 檩条作为屋盖支撑体系的组成部分时，檩条及隅撑设计耐火极限应与屋顶承重构件相同；
- f) 节点的设计耐火极限应与被连接构件中设计耐火极限高者相同。

11.1.3 大跨钢结构应进行防火保护设计，根据建筑物或构筑物的用途、场所、火灾类型，选用相应类别的钢结构防火涂料或包覆耐火材料。当大跨钢结构采用涂覆防火涂料作为防火措施时，应根据构件耐火极限及使用环境选用不同类型的防火涂料。

11.1.4 钢结构防火涂料应具备与设计耐火极限对应的型式检验报告或型式试验报告；钢结构防火涂料性能指标应符合 GB 14907 和 T/CECS 24 的有关规定。

11.1.5 室外或露天的大跨钢结构的防火保护措施采用涂覆防火涂料时，应选用耐水、耐冻融、耐候性好、强度高的室外防火涂料。

11.1.6 当工程实际使用过程中，防火保护方法需更改或防火保护材料与设计文件要求不一致时，应由设计单位出具设计修改文件后，方可实施。

11.1.7 使用单位应定期对大跨钢结构建筑进行防火保护层的检查和维护。

11.2 防腐设计

11.2.1 大跨钢结构防腐蚀设计应符合 GB 50017、GB/T 50046、JGJ/T 251、CECS 343 等相关规范标准的有关规定。

11.2.2 大跨钢结构设计文件中应注明下列内容：

- a) 防腐蚀涂装设计工作年限；
- b) 钢结构表面腐蚀等级、除锈等级的要求；
- c) 选用的防护涂（渡）层配套体系、涂（渡）层干膜厚度、涂装方法；
- d) 使用单位在使用过程中对钢结构防腐蚀进行定期检查和维修的要求。

11.2.3 游泳馆、水上乐园、温泉馆、化工厂等室内大跨钢结构的腐蚀等级不应低于 GB/T 50046 中规定的中腐蚀及 JGJ/T 251 中规定的较强腐蚀。

11.2.4 受高温影响或湿度较大的结构部位，应采取有效的隔护或通风降湿措施。有侵蚀性介质的生产车间内，应采取对生产工艺设备封闭或者有组织排气等措施。

11.2.5 重要和特别重要的大跨钢结构的构件宜采用热浸锌、镀锌、喷锌（铝）等底层防护措施，面层

防护涂装工作年限不应少于 15 年。

11.2.6 不同金属材料接触会加速腐蚀时，应在接触部位采用隔离措施。

11.2.7 焊缝、螺栓、垫圈、节点板等连接构件的耐腐蚀性能，不应低于主材材料；垫圈不应采用弹簧垫圈。

11.2.8 室外构件、维修困难的构件、重要和特别重要的大跨钢结构宜增加底层涂装道数和厚度，增加的厚度宜在 20 μm ~40 μm 之间。

12 施工及验收

12.1 制作与安装

12.1.1 大跨钢结构的制作与安装应符合 GB 55006、GB 55032、GB 50205、GB 50661、GB 50755、GB/T 5313、GB/T 11352、JGJ/T 104、JGJ/T 497 等相关规范标准的有关规定。

12.1.2 在负温下进行钢结构的制作和安装时，应按照负温施工的要求，编制钢结构制作工艺规程和安装施工组织设计文件，施工中应采取相应调整偏差的技术措施。

12.1.3 根据结构的重要性、荷载特征、连接方法和工作环境温度，进场材料应按国家标准的规定进行复验。

12.1.4 钢结构在负温下放样时，切割、铣刨的尺寸，应考虑负温对钢材收缩的影响。

12.1.5 负温环境下对零件边缘应采用精密切割机加工，焊缝坡口宜采用自动切割。采用坡口机、刨条机进行坡口加工时，不得出现鳞状表面。重要和特别重要大跨钢结构的焊缝坡口，应采用机械加工或自动切割加工。

12.1.6 在负温下露天焊接钢结构时，应严禁雨、雪天气条件下施工。当焊接场地环境温度低于-10 $^{\circ}\text{C}$ 时，应在焊接区域采取相应保温措施，宜搭设临时保温防护棚。

12.1.7 在负温下厚钢板焊接完成后，在焊缝两侧壁厚的 2 倍~3 倍范围内，应立即采取有效的焊后热处理，加热温度宜为 150 $^{\circ}\text{C}$ ~300 $^{\circ}\text{C}$ ，并宜保持 1 h~2 h。焊缝焊完或焊后热处理完毕后，应采取保温措施，使焊缝缓慢冷却，冷却速度不应大于 10 $^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 。

12.1.8 大跨钢结构负温下焊接宜采用低氢型焊条，重要和特别重要大跨钢结构宜采用高韧性超低氢型焊条。负温下用低氢型焊条烘焙温度宜为 350 $^{\circ}\text{C}$ ~380 $^{\circ}\text{C}$ ，保温时间宜为 1.5 h~2 h，烘焙后焊条应存放在不低于 120 $^{\circ}\text{C}$ 烘箱内，使用时应取出放在保温筒内，随用随取。当负温下使用的焊条外露超过 4 h 时，应重新烘焙。焊条的烘焙次数不宜超过 2 次，受潮的焊条不应使用。

12.1.9 焊接时，作业区环境温度、相对湿度和风速等应符合相关规定，当作业环境温度低于-10 $^{\circ}\text{C}$ 且必须进行焊接时，应编制专项方案。

12.1.10 在负温下安装钢结构用的专用机具应按负温要求进行检验。

- 12.1.11 钢结构在低温安装过程中，需要进行临时固定或连接时，宜采用螺栓连接形式；当需要现场临时焊接时，应在安装完毕后及时清理临时焊缝。
- 12.1.12 负温下钢结构基础锚栓施工时，应保护好锚栓螺纹端，不宜进行现场对焊。
- 12.1.13 预应力的形成过程应为张拉、加载、强迫位移等方式，预应力施工前确定施工方案，并进行施工方案论证。对不同成型状态的结构进行施工张拉监测，确保张拉态与设计状态一致。
- 12.1.14 索结构施工方案应包括施工阶段验算。跨年度施工时，应充分考虑温度、风、雪等不利荷载作用，并对支座等产生温度约束作用的节点给出明确施工要求。

12.2 检测与验收

- 12.2.1 大跨钢结构检测与验收应符合GB 55032、GB/T 50344、GB/T 50621、GB 50300、GB 50205 及DB 23/720 等相关规范标准的有关规定。
- 12.2.2 大跨钢结构工程采用的原材料及成品应进行进场验收，凡涉及安全和功能的原材料及成品，按相关规定进行复验，并应经监理工程师(建设单位技术负责人)见证取样送样，检验合格后使用。见证取样送样应由具备资质的检测机构完成。
- 12.2.3 钢材进场时，应按国家现行标准的规定抽取试件，检测项目和检验结果应符合国家现行标准的规定并满足设计要求。
- 12.2.4 钢结构连接用高强度螺栓连接副的品种、规格、性能应符合国家现行标准的规定并满足设计要求。高强度螺栓连接副应随箱带有出厂检验报告；进场时，应按国家现行标准的规定抽取试件进行检验，检验结果应符合国家现行标准的规定。
- 12.2.5 重要和特别重要的大跨钢结构连接用的高强度螺栓，应按相关规范标准进行表面硬度试验及拉力荷载试验。
- 12.2.6 设计质量等级为一级、二级的焊缝应进行内部缺陷无损检测，一级、二级焊缝质量等级及无损检测要求应符合表 5 的规定。

表 5 一级、二级焊缝质量等级及无损检测要求

焊缝质量等级		一级	二级
内部缺陷 超声波探伤	缺陷评定等级	Ⅱ	Ⅲ
	检验等级	B 级	B 级
	检测比例	100 %	30 %
内部缺陷 射线探伤	缺陷评定等级	Ⅱ	Ⅲ
	检验等级	B 级	B 级
	检测比例	100 %	30 %
注：二级焊缝检测比例的计数方法应按以下原则确定：工厂制作焊缝按照焊缝长度计算百分比，且探伤长度不小于 200 mm；当焊缝长度小于 200 mm 时，应对整条焊缝探伤；现场安装焊缝应按照同一类型、同一施焊条件的焊缝条数计算百分比，且不应少于 3 条焊缝。			

12.2.7 重要和特别重要的大跨钢结构涉及应力较大、构造复杂、应力集中等重要节点部位在施工完成且施工单位自检合格后，应由施工单位通知监理单位及建设单位相关人员检查验收，必要时可邀请设计单位、行业专家共同参与验收，合格后方可进行后续施工；如需装饰封闭，验收应留有检查验收影像资料。

12.2.8 重要和特别重要的大跨钢结构支座应进行专项验收。

13 运维与改造

13.1 一般规定

13.1.1 大跨钢结构运维与改造应符合 GB 55006、GB 55021、GB 55022、GB 51367 等相关规范标准的有关规定。

13.1.2 大跨钢结构应按规定的程序进行安全运维，安全运维程序见图 3。

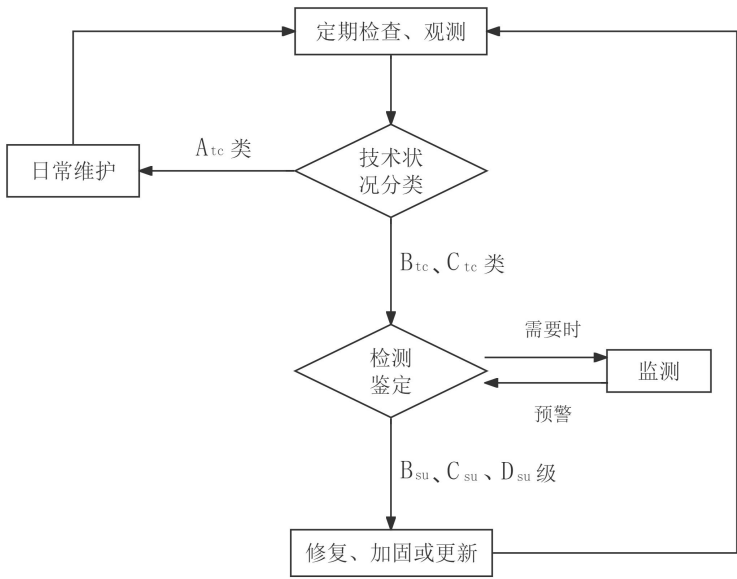


图 3 安全运维程序

13.1.3 大跨钢结构服役期内房屋使用安全责任人应建立检查制度，检查发现影响结构安全使用时，应进行检测鉴定，并采取措施、消除隐患。

13.1.4 大跨钢结构服役期内房屋使用安全责任人应制定维护计划，并根据检查结果进行周期性维护。

13.1.5 大跨钢结构检查阶段应进行技术状况分类，技术状况分类对象可为建筑物整体、建筑物某个区域或构件。建筑物整体或区域技术状况可分为 A_{tc}、B_{tc}、C_{tc} 三个类别，构件技术状况可分为 a、b、c 三个类别；技术状况分类应符合本文件附录 A 的有关规定。

13.1.6 大跨钢结构服役期内房屋使用安全责任人应编制遭遇极端恶劣天气、突发灾害与事故的应急预案；发现危及大跨钢结构安全的紧急情况时，应立即采取应急抢险措施。

13.1.7 大跨钢结构屋盖下部支承结构应定期进行检查和维护，当检查发现存在安全隐患时，应进行结构安全性鉴定。

13.2 检查与维护

13.2.1 检查

13.2.1.1 大跨钢结构建筑的检查分为日常检查和特定检查两类。

13.2.1.2 大跨钢结构建筑的检查应以调查、观察为主要手段，辅助采用必要的检查工具。大跨钢结构检查记录表应符合本文件附录 B 的规定。

13.2.1.3 大跨钢结构建筑应定期进行日常检查。技术状况类别为 A_{tc} 类的大跨钢结构检查周期宜符合表 6 的规定。

表 6 技术状况类别为 A_{tc} 类的大跨钢结构检查周期

使用条件（环境）类型	检查周期	
	实际工作年限 10 年以下	实际工作年限 10 年及以上
一般工作条件	12 个月	6 个月
高温高湿环境、腐蚀环境	6 个月	3 个月
明显振动工况	6 个月	3 个月
易积灰环境	3 个月	
积雪、冻冰环境	1 个月	
注 1：一般工作条件是指建筑物所处的使用条件中无高温、高湿、腐蚀环境、明显振动工况、易积灰及积雪冻冰等；		
注2：积雪冻冰季节应及时做好清理冻冰积雪工作，并应视具体情况增加巡检频次；		
注3：对于多种使用条件共同作用时，宜取最短检查周期。		

13.2.1.4 技术状况类别为 B_{tc} 类的大跨钢结构检查周期应符合下列规定：

- a) 实际工作年限未超过 10 年时，应按本文件第 13 章“13.2.1.3”“实际工作年限 10 年及以上”的检查周期确定；
- b) 实际工作年限超过 10 年时，应按本文件第 13 章“13.2.1.3”“实际工作年限 10 年及以上”的检查周期一半时间确定。

13.2.1.5 技术状况类别为 C_{tc} 类的大跨钢结构，应在本文件第 13 章“13.2.1.4”规定的周期内增加检查频次。

13.2.1.6 大跨钢结构建筑承重结构检查应包括下列主要内容：

- a) 屋面结构使用与维修情况；
- b) 钢构件侧向位移和变形情况，开裂、切割等损伤情况，钢材表面锈蚀情况；
- c) 支撑杆件松动、切割、节点断开等情况；

- d) 支座移位、变形、裂缝、腐蚀、螺栓松动等情况；
- e) 连接焊缝开裂、漏焊、外观质量缺陷等情况，连接螺栓缺失、松动、螺纹滑扣和断裂损伤等情况，高强度螺栓连接质量缺陷情况；
- f) 焊接空心球节点表面的变形、裂纹、锈蚀等情况，螺栓球节点裂纹、锈蚀、套筒松动、紧固销钉松动等情况；
- g) 预应力索构件松弛情况，撑杆与预应力索滑移变形情况，索锚固节点滑移、变形、裂纹、脱落等情况；
- h) 构件防腐涂层完好情况。

13.2.1.7 大跨钢结构围护结构检查应包括下列主要内容：

- a) 压型金属板缺失、风揭、孔洞、锈蚀等情况，紧固连接件完好、牢固情况；
- b) 预制混凝土大型屋面板渗漏、板肋破损、钢筋锈蚀、板缝填料脱落、连接埋件开焊等损伤情况；
- c) 围护墙体开裂、倾斜及与主体结构连接破坏等情况；
- d) 屋面构造层损坏，防水层老化、鼓泡、开裂、腐蚀或局部损坏、穿孔损伤等情况；
- e) 天沟、集水口及排水管损坏、堵塞、缺失等情况，屋面积水情况。

13.2.1.8 附属设施应定期检查其变形、损伤等情况及与主体结构连接牢固情况。

13.2.1.9 大跨钢结构在遭遇台风、大风、暴雨、冻雨、暴雪、大雪等极端天气及积雪冻融前后，应进行特定检查，主要检查屋盖、支撑系统及其连接节点的缺陷、变形、损伤情况，集水口、排水管堵塞情况，屋面防水层完好情况。

13.2.2 维护

13.2.2.1 大跨钢结构的维护应以日常维护、修复为主，必要时进行加固或更新，并应符合下列规定：

- a) 对轻微损伤和局部破损，应根据检查结果进行日常维护、修复；
- b) 对修复不能解决的损坏，应根据检测鉴定结果进行加固或更新。

13.2.2.2 应定期清理屋面和雨水排水口，排水管应保持完好和畅通，损坏时应及时维修或更换，堵塞时应及时疏通。

13.2.2.3 遭遇大雪、冻雨等极端天气及屋面积雪冻融后，应及时清理屋面冰雪，清雪前应编制清理方案，并做好相应防护措施。

13.3 检测与鉴定

13.3.1 大跨钢结构建筑在使用期间，应根据工程需要和结构实际状况，对钢结构进行检测、鉴定。

13.3.2 大跨钢结构建筑存在下列情况时，应进行检测鉴定：

- a) 技术状况为 B_{tc} 类、 C_{tc} 类；

- b) 检查难以判明主体结构安全状况;
- c) 达到设计工作年限需继续使用;
- d) 改建、扩建、移位以及建筑物用途或使用环境改变前;
- e) 原设计未考虑抗震设防或抗震设防要求提高;
- f) 遭受灾害或事故后;
- g) 存在较严重的质量缺陷或损伤、疲劳、变形、振动影响、毗邻工程施工影响;
- h) 有要求需进行质量评价时。

13.3.3 大跨钢结构建筑的调查与检测应符合 GB/T 50344、GB/T 50621、GB 50205 等相关规范标准的有关规定。

13.3.4 大跨钢结构建筑的鉴定应符合 GB 55021、GB 50292、GB 50144、GB 50023 等相关规范标准的有关规定。

13.4 改造与拆除

13.4.1 改造

13.4.1.1 大跨钢结构改造前应报建设行政主管部门审批,重要和特别重要的大跨钢结构改造前应进行专项论证。

13.4.1.2 大跨钢结构改造方案应以安全可靠、经济合理、施工便捷为原则制定,改造方案应满足节能、节地、节水、节材和环境保护的要求。

13.4.1.3 改造前应进行检测鉴定及评估,应根据鉴定结果制定改造方案,方案内容应包括:设计方案、施工方案和使用维护方案。

13.4.1.4 改造后的设计工作年限,应由产权人和改造设计单位共同商定,并在改造设计文件中注明该结构改造后的设计工作年限,且后续工作年限的选择不应低于剩余设计工作年限。

13.4.1.5 改造应在调查结构实际作用的荷载及拟改变用途新增荷载的基础上,按现行规范与标准的规定进行设计。

13.4.1.6 重要和特别重要的大跨钢结构改造施工技术方案应包括施工过程模拟分析,模拟分析计算模型应包括临时支承及支撑,且应确定临时支承的加卸载控制原则。

13.4.1.7 改造前后的计算模型,应符合现场实测结果、受力状态、构造状况、边界条件。

13.4.1.8 对高温、低温、化学腐蚀、振动、温度应力、收缩应力、冻融、地基不均匀沉降等因素引起的原结构损伤,应在改造结构的受力分析中考虑其影响,且应在改造加固设计中提出有效防治对策和安全措施,并应在设计文件中规定针对性的处理措施和加固施工顺序。

13.4.1.9 大跨钢结构当前受力状态除应考虑下部支承条件按整体分析模型进行计算外,尚应考虑锈蚀、

变形、损伤与缺陷影响，应进行下列验算：

- a) 节点连接域板件及连接；
- b) 柱脚、支座和预埋件；
- c) 隔震支座、锚栓、螺栓和预埋件；
- d) 结构薄弱部位杆件强度和变形；
- e) 下部支承结构。

13.4.1.10 重要和特别重要的大跨钢结构改造施工过程中应进行施工过程监测，当施工监测数据和预先的施工模拟分析结果出现较大偏差或超过预警限值时，应立即停止施工并分析原因，根据分析结果调整施工方案。

13.4.1.11 改造或扩建后的大跨钢结构工程质量应按照国家现行相关规范标准的有关规定进行验收。

13.4.2 拆除

13.4.2.1 大跨钢结构拆除应符合 GB 55006、JGJ 125 及国家现行相关规范标准的有关规定。

13.4.2.2 重要和特别重要的大跨钢结构拆除前应根据材料性能、腐蚀老化与外观损伤、结构体系、荷载与作用进行危险性鉴定，鉴定结果确认无修复价值后进行拆除。

13.4.2.3 危险性鉴定应委托具有相应资质的单位完成。鉴定报告应提供拟拆除结构现状安全隐患部位、程度及详细的原因分析，并应对后期拆除工作的风险提出建议。

13.4.2.4 大跨钢结构拆除工程应编制专项方案，拆除方案应在鉴定结果的基础上参考原结构设计、安装方案及现场施工环境制定。结构拆除方案的制定，除应满足本文件要求外，尚应满足国家现行规范 JGJ 147、JGJ 80 和 JGJ 276 的相关规定。

13.4.2.5 重要和特别重要的大跨钢结构拆除施工时应考虑施工温度、环境与设计时的差异，进行施工过程分析，防止发生拆除伤害。

14 监测

14.1 一般规定

14.1.1 大跨钢结构监测应符合 GB 50982、GB 55018、GB 50755、JGJ 8、T/CECS 1339、T/CSCS 033 等相关规范标准的有关规定。

14.1.2 除设计文件要求或其他规定应进行施工期间监测的大跨钢结构外，满足下列条件之一时，大跨钢结构宜进行施工期间监测：

- a) 重要和特别重要的大跨钢结构；
- b) 受施工方法或顺序影响，施工期间结构受力状态或部分杆件内力或位形与一次成型整体结构的

成型加载分析结果存在显著差异的大跨钢结构。

14.1.3 除设计文件要求或其他规定应进行使用期间监测的大跨钢结构外，满足下列条件之一时，大跨钢结构宜进行使用期间监测：

- a) 重要和特别重要的大跨钢结构；
- b) 其它经评估或鉴定需要进行结构监测的大跨钢结构。

14.2 监测内容

14.2.1 新建大跨钢结构监测内容应包括环境、作用、结构响应及变化。

14.2.2 在役大跨钢结构监测系统应根据结构整体技术状况、构件技术状况、既有病害及损伤程度确定监测内容。

14.2.3 大跨钢结构施工期间监测项目应按表 7 执行，使用期间监测项目应按表 8 执行。

表 7 施工期间监测项目

结构类型	环境监测		结构响应					结构变化	
	风	温度	应变	位移		索力/ 膜内力	振动	支座位移	基础沉降
				竖向	水平				
平面梁式结构	◎	○	●	●	◎	—	◎	◎	○
平面桁架结构	◎	○	●	●	◎	—	◎	◎	○
门式刚架结构	◎	○	●	●	◎	—	◎	◎	○
空间网格结构	◎	○	●	●	◎	—	◎	○	○
预应力钢结构	◎	○	●	●	○	●	◎	○	○
膜结构	◎	○	○	●	○	○	◎	○	○
注：●为应选监测项，○为宜选监测项，◎为可选监测项。									

表 8 使用期间监测项目

结构类型	环境及环境作用监测				结构响应					结构变化			
	雪	风	温度	地震	应变	位移		索力 /膜 内力	振动	支座 位移	基础 沉降	腐蚀	螺栓 状态
						竖向	水平						
平面梁式结构	●	◎	●	◎	●	●	◎	—	○	◎	○	○	○
平面桁架结构	●	◎	●	◎	●	●	◎	—	○	◎	○	○	○
门式刚架结构	●	◎	●	◎	●	●	◎	—	○	—	○	○	○
空间网格结构	●	◎	●	◎	●	●	◎	—	○	○	○	○	○
预应力钢结构	●	○	●	◎	●	●	○	●	○	○	○	○	○
膜结构	●	○	●	◎	○	●	◎	○	○	○	○	○	○
注：●为应选监测项，○为宜选监测项，◎为可选监测项。													

附 录 A
(规范性)
大跨钢结构技术状况分类

A.1 分类原则

大跨钢结构建筑的技术状况类别划分应根据检查、监测结果综合确定。

A.2 分类标准

A.2.1 大跨钢结构建筑构件技术状况类别宜从构件、建筑物整体或区域两个层次进行划分。构件技术状况分类标准应符合表 A.1 的规定，建筑物整体或区域技术状况分类标准应符合表 A.2 的规定。

表 A.1 构件技术状况分类标准

类别	分类标准	是否采取措施
a 类	构件无严重缺陷，未发现安全隐患	可不采取措施或采取适当日常维护措施
b 类	构件存在较严重缺陷和损伤，影响正常使用	可根据检查或检测鉴定结果确定是否采取措施
c 类	构件存在严重缺陷和损伤，可能威胁安全使用	根据检测鉴定结果确定是否采取措施，可能要立即采取措施

表 A.2 建筑物整体或区域技术状况分类标准

类别	分类标准	是否采取措施
A _{tc} 类	区域无严重缺陷，附属设施基本完整，未发现安全隐患	可不采取措施、采取适当日常维护措施或有少数构件宜采取适当措施
B _{tc} 类	区域存在较严重缺陷和损伤，附属设施存在安全隐患，影响正常使用	根据检查或检测鉴定结果确定是否采取措施，可能有少数构件应立即采取措施
C _{tc} 类	区域存在严重缺陷和损伤，附属设施缺失或严重损坏，可能威胁安全使用	根据检测鉴定结果确定是否要立即采取措施

A.2.2 大跨钢结构建筑的技术状况类别划分，数量程度用语宜符合下列规定：

- a) 少数：宜取 10 %以下；
- b) 部分：宜取 10 %～50 %之间；
- c) 多数：宜取 50 %以上。

A.2.3 大跨钢结构构件的技术状况类别应按检查项目进行划分，并应取其中较低类别作为构件的技术状况类别。

A.2.4 大跨钢结构建筑物整体或区域应按承重结构和围护结构两项分别检查技术状况，并按下列原则确定建筑物整体或区域的技术状况类别：

- a) 当围护结构与承重结构的技术状况类别相差不大于一级时，可按承重结构的类别确定；
- b) 当围护结构较承重结构的技术状况类别低于两级时，可按承重结构的类别降低一级确定；

c) 附属设施技术状况分类不参与主体结构的技术状况分类，但应在主体结构技术状况分类中进行说明。

A. 2. 5 承重结构和围护结构技术状况类别可按表 A. 3 的规定划分。

表 A. 3 承重结构和围护结构技术状况类别

类别	承重结构	围护结构
A _{tc} 类	不含 c 类构件，且 b 类构件不超过 20 %	不含 b 类构件，且 b 类构件不超过 25 %
B _{tc} 类	c 类构件不超过 10 %	c 类构件不超过 20 %
C _{tc} 类	c 类构件超过 10 %	c 类构件超过 20 %

A. 2. 6 附属设施技术状况类别可按表 A. 4 的规定划分。

表 A. 4 附属设施技术状况类别

类别	划分内容
A _{tc} 类	无损坏或轻微损坏，工作性能良好，不影响使用
B _{tc} 类	损坏较严重，影响使用
C _{tc} 类	损坏严重，不能继续使用

A. 2. 7 当承重结构存在下列情况时，结构的技术状况类别可直接划分为 C_{tc} 类。

- a) 结构布置不合理，结构体系不完整；
- b) 结构形式和构件选型不合理，整体性构造和连接等不符合国家现行相关标准规定；
- c) 支撑系统不完善，传力体系不完整，存在切割、节点断开情况；
- d) 支座移位、十字肋板屈曲、螺栓断裂等情况。

A. 2. 8 钢构件技术状况类别应符合表 A. 5 的规定。

表 A. 5 钢构件技术状况类别

检查项目	a 类	b 类	c 类
锈蚀	无锈蚀或轻微锈蚀，防腐涂层有少数脱落	构件有较严重锈迹，防腐涂层有部分脱落	大面积锈蚀、明显坑蚀、锈断、锈穿等损伤，多数防腐涂层脱落
变形	无变形	无明显变形	存在明显的侧向位移、竖向挠曲
开裂	构件或连接件无裂缝或锐角切口	构件或连接件有裂缝或锐角切口，不影响安全使用	构件或连接件有裂缝或锐角切口，影响安全使用
连接构造	焊缝无明显可见缺陷，螺栓或铆钉无拉开、变形、松动、滑移、剪坏等损坏	焊缝存在裂纹、气孔、熔池、气泡、毛刺、滑落等表面可见缺陷，少数螺栓或铆钉有松动、滑移、轻度变形等损坏	焊缝开裂，部分螺栓或铆钉有松动、滑移、变形及拉开、剪坏等严重损坏

A. 2. 9 围护结构构件技术状况类别应符合表 A. 6 的规定。

表 A. 6 围护结构构件技术状况类别

检查项目	a 类	b 类	c 类
与主体结构连接	连接可靠、无裂缝	连接处发现少数裂缝	连接方式不当，连接处已有明显变形、松动、局部脱落、裂缝或损坏
混凝土预制板	预制板节点安装牢固，拼缝处无渗漏	预制板的边、角有裂缝，拼缝处嵌缝料部分脱落，有渗水	预制板严重裂缝、变形，节点锈蚀，拼缝嵌料脱落，严重漏水
压型钢板	无明显变形、破损或锈蚀	压型钢板有局部破损、缺失现象或局部下挠变形情况，钢板表面局部涂层失效	压型钢板大范围破损、缺失现象或下挠变形情况，钢板表面部分涂层失效，有脱落风险
连接构造	焊缝无明显可见缺陷，螺栓或铆钉无拉开、变形、松动、滑移、剪坏等损坏	焊缝存在裂纹、气孔、熔池、气泡、毛刺、滑落等表面可见缺陷，少数螺栓或铆钉有松动、滑移、轻度变形等损坏	焊缝开裂，部分螺栓或铆钉有松动、滑移、变形及拉开、剪坏等严重损坏

附 录 B
(资料性)
大跨钢结构检查记录表

B.1 承重结构

大跨钢结构承重结构检查记录表详见表 B.1。

表 B.1 大跨钢结构承重结构检查记录表

建筑物编号		建筑物名称		使用单位	
结构形式		图纸资料是否完整		改造或加固记录	
承重结构					
1 屋面结构使用与维修情况； 2 钢构件侧向位移和变形情况，开裂、切割等损伤情况，钢材表面锈蚀情况； 3 支撑杆件松动、切割、节点断开等情况； 4 支座移位、变形、裂缝、腐蚀、螺栓松动等情况； 5 连接焊缝开裂、漏焊、外观质量缺陷等情况，连接螺栓缺失、松动、螺纹滑扣和断裂损伤等情况，高强度螺栓连接质量缺陷情况； 6 焊接空心球节点表面的变形、裂纹、锈蚀等情况，螺栓球节点裂纹、锈蚀、套筒松动、紧固销钉松动等情况； 7 预应力索构件松弛情况，撑杆与预应力索滑移变形情况，索锚固节点滑移、变形、裂纹、脱落等情况； 8 构件防腐涂层完好情况。					
序号	构件位置及类型	类型及损伤状况	损伤程度（轻度、较为严重、严重）	其它（损伤表述或照片）	
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
其它记录					
维护建议					
检查人员		检查日期		记录人	负责人

B.2 围护结构

大跨钢结构围护结构检查记录表详见表 B.2。

表 B.2 大跨钢结构围护结构检查记录表

建筑物编号		建筑物名称		使用单位	
结构形式		图纸资料是否完整		改造或加固记录	
围护结构					
1 压型金属板缺失、风揭、孔洞、锈蚀等情况，紧固连接件完好、牢固情况；					
2 预制混凝土大型屋面板渗漏、板肋破损、钢筋锈蚀、板缝填料脱落、连接埋件开焊等损伤情况；					
3 围护墙体开裂、倾斜及与主体结构连接破坏等情况；					
4 屋面构造层损坏，防水层老化、鼓泡、开裂、腐蚀或局部损坏、穿孔损伤等情况；					
5 天沟、集水口及排水管损坏、堵塞、缺失等情况，屋面积水情况。					
序号	构件位置及类型	类型及损伤状况		损伤程度（轻度、较为严重、严重）	其它（损伤表述或照片）
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
其它记录					
维护建议					
检查人员			检查日期		记录人
					负责人