

UDC

中华人民共和国行业标准



P

JGJ 247-2011
备案号 J 1234-2011

冰雪景观建筑技术规程

Technical specification for ice and snow landscape building

2011-08-29 发布

2012-04-01 实施

中华人民共和国住房和城乡建设部 发布

中华人民共和国行业标准

冰雪景观建筑技术规程

Technical specification for ice and snow landscape building

JGJ 247 - 2011

批准部门：中华人民共和国住房和城乡建设部

施行日期：2 0 1 2 年 4 月 1 日

中国建筑工业出版社

2011 北 京

中华人民共和国行业标准
冰雪景观建筑技术规程

Technical specification for ice and snow landscape building

JGJ 247 - 2011

*

中国建筑工业出版社出版、发行（北京西郊百万庄）

各地新华书店、建筑书店经销

北京红光制版公司制版

化学工业出版社印刷厂印刷

*

开本：850×1168 毫米 1/32 印张：3 $\frac{1}{2}$ 字数：95 千字

2011 年 10 月第一版 2011 年 10 月第一次印刷

定价：**18.00 元**

统一书号：15112·21071

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题，可寄本社退换

（邮政编码 100037）

本社网址：<http://www.cabp.com.cn>

网上书店：<http://www.china-building.com.cn>

中华人民共和国住房和城乡建设部 公 告

第 1133 号

关于发布行业标准 《冰雪景观建筑技术规程》的公告

现批准《冰雪景观建筑技术规程》为行业标准，编号为 JGJ 247-2011，自 2012 年 4 月 1 日起实施。其中，第 4.3.3、4.3.6、4.3.9、4.4.4、5.1.3、5.4.3、5.5.5、5.5.7、5.6.4 条为强制性条文，必须严格执行。

本规程由我部标准定额研究所组织中国建筑工业出版社出版发行。

中华人民共和国住房和城乡建设部

2011 年 8 月 29 日

前 言

根据住房和城乡建设部《关于印发〈2008年工程建设标准规范制订、修订计划（第一批）〉的通知》（建标〔2008〕102号文）的要求，规程编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国际标准和国外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，制定本规程。

本规程的主要技术内容是：1 总则；2 术语和符号；3 冰、雪材料的计算指标；4 冰雪景观建筑设计；5 冰雪景观建筑施工；6 配电、照明施工；7 工程质量验收；8 维护管理；相关附录。

本规程中以黑体字标志的条文为强制性条文，必须严格执行。

本规程由住房和城乡建设部负责管理和对强制性条文的解释，由哈尔滨市勘察设计协会负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送哈尔滨市勘察设计协会（地址：哈尔滨市松北区世纪大道1号东配楼631室，邮政编码：150028）

本 规 程 主 编 单 位：哈尔滨市勘察设计协会

本 规 程 参 编 单 位：哈尔滨市土木建筑学会

哈尔滨市城乡建设委员会

哈尔滨市建筑设计院

黑龙江省冰雪建筑艺术专家委员会

哈尔滨工业大学

哈尔滨马迭尔集团有限公司

哈尔滨市方舟城市规划设计有限公司

本规程主要起草人员：郝 刚 王丽生 王东涛 申宝印

曹升铉 陈记良 彭俊清 马新伟

李景诗 陶春晖 朱秀芳 毛成玖

姜洪涛	刘瑞强	刘柏哲	曹 蕾
孙 颖	王同军	武 钢	郝 佳
吕延琳	赵义武	高广安	马红蕾
韩兆祥	孙桂敏	李 馥	王雨雷
郭翔宇	曲怀宁	吴方晓	董 君
申 凯			

本规程主要审查人员：王公山 何振东 杨世昌 于胜金
王金元 王树波 马 燕 朱卫中
陈永江 张冠芳 郑文忠 胡青原
施家相

目 次

1	总则	1
2	术语和符号	2
2.1	术语	2
2.2	符号	3
3	冰、雪材料的计算指标	5
3.1	冰材料计算指标	5
3.2	雪材料计算指标	6
4	冰雪景观建筑设计	11
4.1	一般规定	11
4.2	冰雪景区总体设计	11
4.3	冰雪景观建筑设计	12
4.4	冰砌体结构构件设计	15
4.5	雪体结构构件设计	22
4.6	冰雪景观照明设计	28
5	冰雪景观建筑施工	35
5.1	一般规定	35
5.2	施工测量	35
5.3	采冰与制雪	36
5.4	冰建筑基础施工	37
5.5	冰砌体施工	38
5.6	冰砌体内钢结构施工	39
5.7	水浇冰景施工	40
5.8	冰雕制作	40
5.9	冰灯制作	41
5.10	雪景观建筑施工	41

6	配电、照明施工	43
6.1	电力电缆施工	43
6.2	照明施工	45
7	工程质量验收	48
7.1	一般规定	48
7.2	冰砌体工程质量验收	48
7.3	雪体工程质量验收	51
7.4	配电照明工程质量验收	53
8	维护管理	55
8.1	监测	55
8.2	维护	55
8.3	拆除	56
附录 A	冰砌体承载力影响系数	58
附录 B	雪体承载力影响系数	59
附录 C	工程质量验收记录	60
	本规程用词说明	67
	引用标准名录	68
	附：条文说明	69

Contents

1	General Provisions	1
2	Terms and Symbols	2
2.1	Terms	2
2.2	Symbols	3
3	Parameters of Ice and Snow Materials	5
3.1	Parameters of Ice Materials	5
3.2	Parameters of Snow Materials	6
4	Design of Ice and Snow Landscape	11
4.1	General Requirements	11
4.2	Overall Design of the Ice and Snow Scenic Area	11
4.3	Design of Ice and Snow Landscape	12
4.4	Design of Structural Element of Ice Masonry	15
4.5	Design of Structural Element of Snow Masonry	22
4.6	The Illumination Design of Ice and Snow Architecture	28
5	Construction of Ice and Snow Landscape	35
5.1	General Requirements	35
5.2	Construction Survey	35
5.3	Ice Collection and Snow Making	36
5.4	Foundation Construction of the Ice Building	37
5.5	Construction of Ice Masonry	38
5.6	Construction of Steel Structure in Ice Masonry	39
5.7	Construction of Man-made Icicles	40
5.8	Construction of Ice Sculpture	40
5.9	Construction of Ice Lantern	41
5.10	Construction of Snow Landscape	41

6	Construction of Power Distribution for Illumination	43
6.1	Construction of Power Cable Distribution	43
6.2	Construction of Illumination	45
7	Acceptance Check	48
7.1	General Requirements	48
7.2	Acceptance Check of Ice Masonry	48
7.3	Acceptance Check of Snow Masonry	51
7.4	Acceptance Check of Power Distribution for Illumination	53
8	Operation and Management	55
8.1	Supervision	55
8.2	Maintenance	55
8.3	Demolition	56
Appendix A Influence Coefficients for Bearing		
	Capacity of Ice Masonry	58
Appendix B Influence Coefficients for Bearing		
	Capacity of Snow Masonry	59
Appendix C Record of Acceptance Check		60
Explanation of Wording in This Specification		67
List of Quoted Standards		68
Addition: Explanations of Provisions		69

1 总 则

1.0.1 为使冰雪景观建筑设计、施工、验收和维护管理做到技术先进、经济合理、安全适用，确保工程质量，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于以冰、雪为主要材料的冰雪景观建筑的设计、施工、验收和维护管理。

1.0.3 冰雪景观建筑设计、施工、验收和维护管理除应符合本规程外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术 语

2.1.1 冰雪景观建筑 ice and snow landscape building

以冰、雪为材料建造的具有冰雪艺术特色, 供人观赏或活动的冰雪建筑、冰雕、雪雕、冰灯等冰雪艺术景观及冰雪游乐活动设施。

2.1.2 天然冰 natural ice

自然界中的江水、河水、湖水等水体在自然环境下冻结成的冰体。

2.1.3 人造冰 man-made ice

在人工制冷条件下冻结成的冰体。

2.1.4 毛冰 rough ice

未经加工成使用规格前的冰块。

2.1.5 采冰 ice exploiting

采用机具, 将天然冰按照一定规格分割并取得毛冰的过程。

2.1.6 水浇冰景 watering icescape

采用机械或人工方式将水喷洒在树枝或其他材料扎制成的一定形状的骨架上, 冻结成的冰景。

2.1.7 冰花 ice flower

在装满清水的模具内按照设计要求放置植物、花果、鱼虫、艺术品等景物, 冻结成的实体透明冰景。

2.1.8 冰雕 ice sculpture

以冰为材料雕塑成的作品。

2.1.9 冰灯 ice lanterns

在人工制冷条件下, 向模具或容器内注水, 冻结成的中空冰体, 经过雕琢, 置入灯光形成的具有艺术效果的冰景。

2.1.10 天然雪 natural snow

天然降雪或自然界常年积雪。

2.1.11 人造雪 man-made snow

在低温条件下,采用专用设备用水制成的细小冰晶体,或者采用专业设备将冰粉碎为细小冰颗粒。

2.1.12 雪雕 snow sculpture

以雪为材料雕塑成的作品。

2.1.13 雪坯 rough snow body

具有一定规格和强度的以雪为材料的几何体。

2.1.14 冰雪景观建筑高度 height of the ice or snow building

室外地面到冰雪景观建筑中冰砌体或雪体顶部的高度。

2.2 符 号

2.2.1 材料性能

f ——冰砌体或雪体抗压强度设计值;

f_t ——冰砌体或雪体轴心抗拉强度设计值;

f_m ——冰砌体弯曲抗拉强度设计值;

f_v ——冰砌体或雪体抗剪强度设计值;

f_w ——雪体弯曲抗拉强度设计值。

2.2.2 作用和作用效应

M ——截面弯矩设计值;

N ——轴心压力设计值;

N_L ——局部受压面积上的轴向力设计值;

N_t ——轴心拉力设计值;

V ——截面剪力设计值。

2.2.3 几何参数

A ——构件截面面积;

A_L ——局部受压面积;

H ——构件高度;

H_0 ——墙、柱的计算高度;

h ——墙厚或矩形柱的短边边长；

S ——横墙间距；

W ——构件截面抵抗矩。

2.2.4 计算系数

φ ——承载力影响系数；

β ——墙、柱高厚比；

$[\beta]$ ——墙、柱允许高厚比。

3 冰、雪材料的计算指标

3.1 冰材料计算指标

3.1.1 冰的抗压、抗拉和抗剪强度极限值应按表 3.1.1 的规定取值。

表 3.1.1 冰的抗压、抗拉和抗剪强度极限值 (MPa)

强度类型	冰块温度分级 (°C)					
	—5	—10	—15	—20	—25	—30
抗压强度	2.790	3.090	3.510	4.050	4.710	5.490
抗拉强度	0.108	0.109	0.111	0.114	0.119	0.125
抗剪强度	0.360	0.450	0.550	0.640	0.740	0.830

3.1.2 冰砌体的抗压、抗拉和抗剪强度标准值应按表 3.1.2 的规定取值。

表 3.1.2 冰砌体的抗压、抗拉和抗剪强度标准值 (MPa)

强度类型	冰砌体温度分级 (°C)					
	—5	—10	—15	—20	—25	—30
抗压强度	0.854	0.946	1.075	1.240	1.442	1.681
抗拉强度	0.047	0.047	0.047	0.048	0.049	0.050
抗剪强度	0.078	0.088	0.097	0.105	0.112	0.119

3.1.3 冰砌体的抗压、轴心抗拉和抗剪强度设计值应按表 3.1.3 的规定取值。

表 3.1.3 冰砌体的抗压、轴心抗拉和抗剪强度设计值 (MPa)

强度类型	破坏特征	冰砌体温度分级 (°C)					
		-5	-10	-15	-20	-25	-30
抗压强度	整齐状砌体截面	0.475	0.526	0.597	0.689	0.801	0.934
轴心抗拉强度	沿冰体及沿齿缝截面	0.026	0.026	0.026	0.027	0.027	0.028
抗剪强度	沿通缝及沿齿缝截面	0.043	0.049	0.054	0.058	0.062	0.066

注：1 表中整齐状砌体，指冰块经过加工后，用水冻结成的冰砌体；

2 冰块间水的冻结强度，取同温度冰砌体的强度设计值；

3 双肢空心冰墙的墙肢砌体的强度设计值，应按表 3.1.3 中数值的 90% 取值；

4 施工质量控制等级为 C 级。

3.1.4 冰摩擦系数、线膨胀系数、平均密度和导热系数应符合下列规定：

1 冰摩擦系数(μ)应取 0.1；

2 冰线膨胀系数(α)应取 $52.7 \times 10^{-6}/\text{K}$ ；

3 冰平均密度(ρ)应取 $920\text{kg}/\text{m}^3$ ；

4 冰导热系数(λ)应取 $2.30\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ 。

3.2 雪材料计算指标

3.2.1 雪体的密度值应按表 3.2.1 的规定取值。

表 3.2.1 雪体密度值(kg/m^3)

雪 型	松散状态	成型压力(MPa)		
		0.05	0.10	0.15
人造雪	455	510	530	550
天然雪	190	350	390	410

注：在其他压力下成型的雪体的密度值可依据表中数值采用内插法求得。

3.2.2 雪体抗压强度极限值、抗压强度标准值和抗压强度设计值应按表 3.2.2 的规定取值。

表 3.2.2 雪体抗压强度极限值、抗压强度标准值和抗压强度设计值（MPa）

雪型	密度 (kg/m³)	抗压强度 取值类别	温度分级 (°C)				
			—10	—15	—20	—25	—30
人造雪	510	极限值	0.369	0.405	0.441	0.487	0.534
		标准值	0.199	0.218	0.238	0.263	0.288
		设计值	0.105	0.115	0.125	0.138	0.151
	530	极限值	0.535	0.578	0.621	0.729	0.838
		标准值	0.289	0.312	0.335	0.393	0.452
		设计值	0.152	0.164	0.176	0.207	0.238
	550	极限值	0.701	0.751	0.801	0.971	1.142
		标准值	0.378	0.405	0.432	0.524	0.616
		设计值	0.199	0.213	0.227	0.276	0.324
天然雪	350	极限值	0.189	0.236	0.284	0.304	0.324
		标准值	0.102	0.128	0.153	0.164	0.175
		设计值	0.054	0.067	0.081	0.086	0.092
	390	极限值	0.349	0.402	0.456	0.548	0.640
		标准值	0.188	0.217	0.246	0.295	0.345
		设计值	0.099	0.114	0.129	0.156	0.182
	410	极限值	0.429	0.485	0.542	0.670	0.798
		标准值	0.231	0.262	0.292	0.361	0.430
		设计值	0.122	0.138	0.154	0.190	0.226

注：施工质量控制等级为 C 级。

3.2.3 雪体抗折强度极限值、抗折强度标准值和抗折强度设计值应按表 3.2.3 的规定取值。

**表 3.2.3 雪体抗折强度极限值、抗折强度标准值和
抗折强度设计值 (MPa)**

雪型	密度 (kg/m ³)	抗折强度 取值类别	温度分级 (°C)				
			—10	—15	—20	—25	—30
人造雪	510	极限值	0.150	0.248	0.346	0.386	0.426
		标准值	0.076	0.125	0.175	0.196	0.216
		设计值	0.040	0.066	0.092	0.103	0.114
	530	极限值	0.288	0.436	0.584	0.632	0.680
		标准值	0.146	0.221	0.296	0.320	0.345
		设计值	0.077	0.116	0.156	0.169	0.181
	550	极限值	0.426	0.624	0.822	0.878	0.934
		标准值	0.216	0.316	0.416	0.445	0.473
		设计值	0.113	0.166	0.219	0.234	0.249
天然雪	350	极限值	0.147	0.152	0.157	0.160	0.162
		标准值	0.074	0.077	0.080	0.081	0.082
		设计值	0.039	0.041	0.042	0.043	0.043
	390	极限值	0.223	0.235	0.246	0.255	0.263
		标准值	0.113	0.119	0.125	0.129	0.133
		设计值	0.059	0.063	0.066	0.068	0.070
	410	极限值	0.389	0.404	0.418	0.422	0.425
		标准值	0.197	0.204	0.212	0.213	0.215
		设计值	0.104	0.108	0.111	0.112	0.113

注：施工质量控制等级为 C 级。

3.2.4 雪体抗劈拉强度极限值、抗劈拉强度标准值和抗劈拉强

度设计值应按表 3.2.4 的规定取值。

**表 3.2.4 雪体抗劈拉强度极限值、抗劈拉强度标准值和
抗劈拉强度设计值 (MPa)**

雪型	密度 (kg/m ³)	抗劈拉强度取值 类别	温度分级 (℃)				
			—10	—15	—20	—25	—30
人造雪	510	极限值	0.093	0.106	0.113	0.120	0.121
		标准值	0.047	0.054	0.057	0.061	0.061
		设计值	0.025	0.028	0.030	0.032	0.032
	530	极限值	0.146	0.160	0.170	0.182	0.185
		标准值	0.074	0.081	0.086	0.092	0.094
		设计值	0.039	0.043	0.045	0.049	0.049
	550	极限值	0.194	0.205	0.216	0.228	0.231
		标准值	0.098	0.104	0.109	0.115	0.117
		设计值	0.052	0.055	0.058	0.061	0.062
天然雪	350	极限值	0.066	0.071	0.076	0.079	0.081
		标准值	0.033	0.036	0.038	0.040	0.041
		设计值	0.017	0.019	0.020	0.021	0.022
	390	极限值	0.102	0.108	0.111	0.115	0.118
		标准值	0.052	0.054	0.056	0.058	0.060
		设计值	0.027	0.029	0.030	0.031	0.031
	410	极限值	0.149	0.162	0.170	0.177	0.183
		标准值	0.075	0.082	0.086	0.090	0.093
		设计值	0.040	0.043	0.045	0.047	0.049

注：施工质量控制等级为 C 级。

3.2.5 雪体抗剪强度极限值、抗剪强度标准值和抗剪强度设计值应按表 3.2.5 的规定取值。

表 3.2.5 雪体抗剪强度极限值、抗剪强度标准值和
抗剪强度设计值(MPa)

雪型	密度 (kg/m ³)	抗剪强度 取值类别	温度分级 (°C)				
			—10	—15	—20	—25	—30
人造雪	510	极限值	0.268	0.336	0.404	0.472	0.540
		标准值	0.131	0.165	0.198	0.231	0.265
		设计值	0.066	0.083	0.099	0.116	0.133
	530	极限值	0.362	0.439	0.515	0.587	0.659
		标准值	0.177	0.215	0.525	0.288	0.323
		设计值	0.089	0.108	0.126	0.144	0.162
	550	极限值	0.515	0.573	0.630	0.688	0.745
		标准值	0.252	0.281	0.309	0.337	0.365
		设计值	0.162	0.141	0.155	0.169	0.183
天然雪	350	极限值	0.068	0.070	0.072	0.081	0.089
		标准值	0.033	0.034	0.035	0.040	0.045
		设计值	0.017	0.017	0.018	0.020	0.023
	390	极限值	0.145	0.164	0.183	0.190	0.196
		标准值	0.073	0.082	0.090	0.093	0.096
		设计值	0.037	0.041	0.045	0.047	0.048
	410	极限值	0.179	0.190	0.200	0.211	0.221
		标准值	0.088	0.093	0.098	0.103	0.108
		设计值	0.044	0.047	0.049	0.052	0.054

注：施工质量控制等级为 C 级。

4 冰雪景观建筑设计

4.1 一般规定

4.1.1 冰雪景观建筑设计应遵循安全、美观、经济、时效的原则。

4.1.2 冰雪景观建筑设计应包括下列内容：

1 总体设计以及电力、道路、给水、排水、通信等配套设施专项设计；

2 建筑类冰雪景观设计、艺术类冰雪景观设计；

3 冰砌体结构、构件设计，雪体结构、构件设计；

4 冰雪景观照明设计；

5 冰雪活动类项目设计；

6 服务设施设计。

4.1.3 冰雪景观建筑设计应满足寒冷条件下材料采用、设备维护、施工作业和游人活动的要求。

4.1.4 给水应满足制冰、制雪、施工、生活、消防等用水量的要求。

4.2 冰雪景区总体设计

4.2.1 冰雪景观建筑景区选址应符合下列规定：

1 景区应合理规划，科学选址，并应综合考虑气候、地质、地貌、电力、通信、交通、冰源、制雪、水源等因素，宜选择在空气清新，无风沙烟尘污染，交通便利的地区，且应避开居住区；

2 应满足展示功能要求，并应具备设置大型停车场地，保证人流集中、疏散安全的条件；

3 应便于冬期施工，并应符合安全施工要求。

4.2.2 冰雪景区总体规划应确定功能分区、交通体系、游览路线、配套工程和各种标识。景区占地规模可按游人高峰期平均每人不小于 10m² 确定占地面积，并应进行用冰量、用雪量、用电量、投资估算。景区总体设计成果应包括景区位置图、现状图、总体规划图、总体效果图、功能分区示意图、对外交通组织规划图、采冰场位置及运输路线，制冰、雪用水源位置，总体灯光照明、灯光色彩分析图和技术经济指标。

4.2.3 冰雪景区建设详细规划应按照总体规划的要求，确定各功能景区的主题、内容；并应提出单项冰、雪景观的创意、位置、体量、功能、技术设计要求。详细规划设计成果应包括分区规划图、景区修建性详细规划图、分区效果图、竖向设计图、景区视觉分析图、景区游览路线图、景区活动项目示意图、景区服务设施和标识示意图、景区照明分布图、背景音乐分布图、电力分配图和规划说明书。

4.2.4 交通规划应根据游览高峰期人流、车流，综合考虑动、静态交通组织，提出引导人流走向、疏解方案，车辆分类停放、交通组织渠化方案和突发事件人车疏散应急预案，并应确定道路宽度、停车场面积和交通指示标志。

4.3 冰雪景观建筑设计

4.3.1 冰雪景观建筑设计应包括下列内容：

1 建筑类冰雪景观设计；

2 艺术类冰雪景观设计；

3 为景区服务的管理、商业、环卫、标识等配套设施设计以及冰雪活动类项目设计；

4 单项景观照明、配电、音响设计。

4.3.2 建筑类冰雪景观设计应符合下列规定：

1 应满足结构安全和功能的要求；

2 方案设计应包括平面图、立面图、剖面图、效果图、冰雪毛坯砌筑图，照明效果以及各项经济技术指标；重要景观建筑

可根据需要制作模型；

3 施工图设计应包括平面位置图、建筑施工图、结构施工图、照明配电施工图以及其他专项设计和设计说明、各专业设计说明，材料、设备统计表和相关的安全技术措施；

4 冰雪景观建筑设计受力方式应以抗压为主，减少受拉、受剪受力方式；

5 大体积冰景观建筑砌体内部可设计为空心，也可采用毛冰、碎冰填充，分层浇水冻结的方式制作；外侧冰墙冰砌块组砌厚度应根据计算确定，并应在施工图中注明。

4.3.3 建筑高度大于 10m 的冰景观建筑和允许游人进入内部或上部观赏的冰雪景观建筑物、构筑物等应进行结构设计。

4.3.4 冰楼梯应作防滑处理，踏步宽度不应小于 350mm，且高度不应大于 150mm；踏步台阶应外高里低且相对高差不应超过 10mm，踏步和平台冰砌围栏高度不应小于 1100mm、厚度不宜小于 250mm。

4.3.5 冰砌体建筑高度不宜超过 30m。长度超过 30m 的冰砌体建筑应设宽度不小于 20mm 伸缩缝。

4.3.6 冰雪景观建筑中，可与游人直接接触的砌体结构垂直高度大于 5m 时，应作收分或阶梯式处理，且其上部最高处的砌体部分或悬挑部分的垂直投影与冰雪景观建筑基底外边缘的缩回距离不应小于 500mm，应符合下列规定：

1 应有抗倾覆和抗滑移措施；

2 冰砌体厚度不得小于 700mm，并分层砌筑，缝隙粘结率不得低于 80%；

3 雪体厚度不得小于 900mm，并按设计密度值要求分层夯实。

4.3.7 艺术类冰雪景观设计应符合下列规定：

1 应主题鲜明，轮廓清晰；

2 表现手法宜夸张而强烈，整体形象突出，体面关系以及肌理处理明晰；

3 应体量适当,艺术效果突出,在不同光照条件下具有良好观赏效果,并应便于雕琢。

4.3.8 雪雕、冰雕、彩色冰屏等景观主雕刻面宜选择背光、侧光方位,应避免正对迎风面。雪景观建筑高度超过 15m 时,正对阳光的正立面或背立面应避免直接照射,无法避免时宜采取遮挡措施;大型雪建筑,在迎光面可喷洒胶质防晒液。

4.3.9 冰、雪活动项目类设计应符合下列规定:

1 冰、雪攀爬活动项目高度超过 5m 时,应采取安全攀登防护措施,并提供或安装经安全测试合格的攀登辅助工具,顶部应设安全维护设施、疏散平台和通道。

2 冰、雪滑梯的滑道应平坦、流畅,并应符合下列规定:

1) 直线滑道宽度不应小于 500mm,曲线滑道宽度不应小于 600mm;滑道护栏高度不应低于 500mm,厚度不应小于 250mm;

2) 转弯处滑道应进行加高加固处理,曲线部分护栏高度不应小于 700mm,并应在转弯坡度变化区域,设警示标志,在坡道终端应设缓冲道,缓冲道长度应通过计算或现场试验确定,终点处应设防护设施;

3) 滑道长度超过 30m 的滑梯类活动,应采用下滑工具;采用下滑工具的滑道平均坡度不应大于 10° ,不采用下滑工具的滑道平均坡度不应大于 25° ;

4) 下滑工具应形体圆滑,选用摩擦系数小、坚固、耐用、轻质材料制作,并应经安全测试合格方可使用。

3 溜冰、滑雪等项目设计应符合滑冰场、滑雪场的相关规定。

4 利用冰、雪自行车,雪地摩托车,冰、雪碰碰车等进行特殊游乐活动的工具应采用安全合格产品;场地应符合设计要求,且应设计安全防护设施。

4.3.10 景区服务配套设施设计应符合下列规定:

1 冰雪景观建筑景区出入口、主要道路和服务设施应有无

障碍设施；交通流量大，易出现人员拥挤、滑倒情况的平台、道路、台阶坡道应设置地毯、栏杆、扶手等防滑和安全防护设施；

2 商业、餐饮、厕所、休息、活动等服务性用房，配电室、雪机房等设备用房，客服中心、售票、管理中心等管理用房应根据功能、景观等要求合理布局；房屋设施应具有保温功能，且造型和材质应与周围环境相协调；

3 商业用房服务半径可取 100m~150m，公厕服务半径可取 50m~100m。

4.4 冰砌体结构构件设计

4.4.1 冰砌体结构构件应按承载能力极限状态设计，并应满足正常使用状态的要求。

4.4.2 结构构件承载能力极限状态，应按荷载效应的基本组合进行计算，并应符合下列规定：

1 结构重要性系数应为 1.0；

2 永久荷载分项系数：

1) 对由永久荷载效应控制的组合，应取 1.35；

2) 对由可变荷载效应控制的组合，应取 1.20。

3 可变荷载分项系数应取 1.4，其组合值系数应取 0.7；

4 冰砌体自重应取 9.2kN/m^3 ；

5 非冰结构构件自重及作用荷载应按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 的有关规定取值。

4.4.3 冰砌体结构构件承载力应按温度分级为 -5°C 冰砌体强度设计值计算。

4.4.4 冰景观建筑基础设计应符合下列规定：

1 高度大于 10m，落地短边长度大于 6m 的冰建筑应进行基础设计，地基承载力应按非冻土强度计算，且应考虑冰建筑周边土的冻胀因素。

2 软土或回填土地基不能满足设计要求时，应采取减小基底压力、提高冰砌体整体刚度和承载力的措施。

3 对于高度大于 10m 的冰建筑基础, 不能满足天然地基设计条件时, 应采用水浇冻土地基等加固措施进行地基处理。处理后的地基承载力应达到设计要求。

4.4.5 建筑高度小于 10m 且落地短边长度小于 6m 的冰景观建筑和建筑高度小于 3m 且落地短边长度大于 6m 的实体冰景观建筑可采用自然地面用水浇透冻实的冻土地基; 冻土厚度大于 400mm 时, 厚度应按 400mm 取值, 小于 400mm 时按实际冻土厚度取值。冻土地基承载力值应通过原位测试确定。

4.4.6 冰砌体应按现行国家标准《砌体结构设计规范》GB 50003 确定静力计算方案进行静力计算, 且可按刚性方案设计。

4.4.7 当冰砌体结构作为一个刚体, 需验算整体稳定(抗倾覆、抗滑移等)时, 应符合下式规定:

$$1.2S_{G1k} + 1.4S_{Q1k} + \sum_{i=2}^n S_{Qi k} \leq 0.8S_{G1k} \quad (4.4.7)$$

式中: S_{G1k} ——起有利作用的永久荷载标准值的效应;

S_{G2k} ——起不利作用的永久荷载标准值的效应;

S_{Q1k} ——起控制作用的一个可变荷载标准值的效应;

$S_{Qi k}$ ——第 i 个可变荷载标准值的效应。

4.4.8 受压构件的承载力应符合下式规定:

$$N \leq \varphi f A \quad (4.4.8)$$

式中: N ——轴心压力设计值;

φ ——高厚比 β 和轴向力的偏心距 e 对受压构件承载力的影响系数, 应按本规程附录 A 的规定采用, 其中 (β) 的取值应按本规程第 4.4.13 条第 1、2 款计算; (e) 按内力设计值计算时, 不应超过截面重心到轴向力所在偏心方向截面边缘距离的 60%;

f ——冰砌体抗压强度设计值, 应按本规程表 3.1.3 的规定取值;

A ——截面面积, 冰砌体应按毛截面计算; 带壁柱墙、带冰构造柱的墙截面的翼缘宽度, 应分别按本规程第

4.4.13 条第 2 款第 1、2 项采用，壁柱间墙、冰构造柱间墙取截面净长度。

4.4.9 局部受压的承载力应符合下式规定：

$$N_L \leq 1.2 f A_L \quad (4.4.9)$$

式中： N_L ——局部受压面积上的轴向力设计值；

f ——冰砌体的抗压强度设计值，按本规程表 3.1.3 的规定取值；

A_L ——局部受压面积。

4.4.10 轴心受拉构件的承载力应符合下式规定：

$$N_t \leq f_t A \quad (4.4.10)$$

式中： N_t ——轴心拉力设计值；

f_t ——冰砌体的轴心抗拉强度设计值，按本规程表 3.1.3 的规定取值；

A ——截面面积，冰砌体应按毛截面计算。

4.4.11 受剪构件的承载力应符合下式规定：

$$V \leq f_v A \quad (4.4.11)$$

式中： V ——截面剪力设计值；

f_v ——冰砌体抗剪强度设计值，按本规程表 3.1.3 的规定取值；

A ——截面面积，冰砌体应按毛截面计算。

4.4.12 受弯构件的承载力应符合下式规定：

$$M \leq 0.8 f_m W \quad (4.4.12)$$

式中： M ——截面弯矩设计值；

f_m ——冰砌体弯曲抗拉强度设计值，可取抗剪强度设计值，按本规程表 3.1.3 的规定取值；

W ——冰砌体截面抵抗矩。

4.4.13 墙、柱高厚比设计应符合下列规定：

1 冰墙、柱的高厚比验算应符合下式规定：

$$\beta = \frac{H_0}{h} \leq [\beta] \quad (4.4.13-1)$$

式中： H_0 ——墙、柱的计算高度，应按表 4.4.13-1 采用；

h ——墙厚或矩形柱的短边边长；

$[\beta]$ ——墙、柱的允许高厚比，应按表 4.4.13-2 采用。

表 4.4.13-1 墙、柱的计算高度 H_0

冰建筑 构件类别	楼盖或屋盖类别	横墙间距 S(m)	带壁柱墙、带冰构造柱墙 或周边拉结的墙		
			$S>2H$	$2H\geq S>H$	$S\leq H$
冰建筑为 刚性方案	装配式有檩体系 轻型楼、屋盖	$S<20$	1.0H	0.4S+0.2H	0.6S
	瓦材屋面的木屋 盖和轻钢屋盖	$S<16$			
冰建筑为 非刚性方案	装配式有檩体系 轻型楼、屋盖	$S\geq 20$	1.5H		
	瓦材屋面的木屋 盖和轻钢屋盖	$S\geq 16$			
构件上端为自由端		2.0H			

注：1 构件在底层时，构件高度 H ，取楼板顶面或上水平支承点到构件下端支承距离；构件在其他层时，构件高度 H ，取楼板或其他水平支承点间的距离；

2 构件上端为自由端时，构件高度 H ，取构件长度；

3 无壁柱的山墙，构件高度 H ，可取层高加山墙尖高度的 1/2；带壁柱的山墙、带冰构造柱的山墙，构件高度 H 可取壁柱、冰构造柱处的山墙高度；

4 无盖的三边支承墙，构件高度 H ，取上端自由边到墙下端支承点的距离，且在无盖的三边支承墙中，宜设置冰圈梁和壁柱或冰构造柱。

表 4.4.13-2 墙、柱的允许高厚比 $[\beta]$

构件类型	冰 墙	冰 柱
主要承重构件	10	8
次要承重构件	12	10

2 带壁柱墙和带冰构造柱墙的高厚比应按下式进行验算：

$$\beta = \frac{H_0}{h} \leq [\beta] \quad (4.4.13-2)$$

式中： H_0 ——带壁柱墙、带冰构造柱墙或壁柱间墙、冰构造柱间墙的计算高度，应分别按表 4.4.13-1 或第

4.4.13 条第 2 款第 3 项的规定采用；

h' ——带壁柱墙和带冰构造柱墙的截面折算厚度分别按第 4.4.13 条第 2 款第 1、2 项采用，壁柱间墙、冰构造柱间墙的厚度，取墙本身厚度；

$[\beta]$ ——墙、柱的允许高厚比，应按表 4.4.13-2 采用。

- 1) 带壁柱墙的折算厚度，应取 3.5 倍截面回转半径，其中：带壁柱墙为条形基础时，带壁柱墙截面的翼缘宽度可取相邻壁柱间的距离；单层冰景观建筑，带壁柱墙截面的翼缘宽度可取壁柱宽加墙高的 $2/3$ ，但不应大于窗间墙宽度和相邻壁柱间的距离；多层冰景观建筑，当有窗间洞口时，带壁柱墙截面的翼缘宽度可取冰实墙宽度；无门窗洞口时，每侧翼墙宽度可取壁柱间高度的 $1/3$ 。
- 2) 带冰构造柱墙的翼缘宽度取相邻冰构造柱间的距离，其折算厚度取 1.05 倍墙厚。
- 3) 验算壁柱间墙或冰构造柱间墙的高厚比时，横墙间距 S 应取壁柱间或构造柱间的距离；设有冰圈梁的带壁柱墙或冰构造柱墙的计算高度 H_0 按表 4.4.13-1 采用，但构件高度 H 按下列规定确定：当冰圈梁宽度 b 大于或等于相邻壁柱间或冰构造柱间的距离 S_0 的 $1/30$ 时，冰圈梁可视为带壁柱间墙或带冰构造柱间墙的不动铰支点，构件高度 H 应取相邻不动铰之间的距离；不允许增加冰圈梁宽度时，可按墙体平面外等刚度原则增加冰圈梁高度。

4.4.14 冰砌体构造应符合下列规定：

1 双肢空心冰墙的总高度超过允许高厚比时，冰砌体构造应符合下列规定：

- 1) 冰墙单肢厚度不应小于 250mm；
- 2) 双肢冰墙间的连接应采用冰块拉结和两皮冰间配置 3mm 厚水平钢板网的冰块拉结，且拉结冰块的厚度均

不得少于两皮冰，每皮冰厚度不应小于 200mm；上述两种拉结冰块沿双肢空心冰墙高度相间设置，其间距不应大于单肢墙的允许高厚比的 50%。

2 承重的独立空心冰柱截面尺寸不应小于 450mm×450mm，实心冰柱截面尺寸不应小于 400mm×400mm。

3 独立冰柱高度大于 15m 时，冰柱内配筋应符合下列规定：

- 1) 竖向钢筋配筋率不得小于 0.2%，且配筋不得少于 8 Φ 16，并应采用带肋钢筋；
- 2) 竖向钢筋连接可采用搭接、机械连接或焊接；采用搭接时，钢筋搭接长度不应小于 60d（d 为搭接钢筋直径的较大值），且不应小于 1200mm；锚固长度不应小于 80d，且不应小于 1500mm；
- 3) 箍筋直径不应小于 Φ 12，间距不应大于三皮冰，且不应大于 1200mm。

4 冰砌体应分皮错缝搭砌，上下皮搭砌长度不应小于 120mm。

5 冰砌墙体伸缩缝的设置应符合下列规定：

- 1) 伸缩缝最大间距不应大于 30m；
- 2) 伸缩缝宽度宜为 20mm，缝内不得有杂物，应沿缝贯通设置 20mm 阻燃苯板或其他弹性材料。

6 冰砌体遇到下列情况之一时，应在冰砌体外设置型钢防护骨架及钢板网：

- 1) 冰砌体洞口上部有外加重荷载或动荷载；
- 2) 冰砌体洞口宽度大于 3m 或有人流、车流通过的洞口；
- 3) 冰砌体的悬挑长度大于 0.6m；
- 4) 冰砌体结构安全需要。

7 洞口防护可采用 2 L 40×4 间距 500mm 的角钢作骨架和 3mm 厚钢板网，钢板网与角钢点焊间距不应大于 200mm。

4.4.15 抗震设防地区，建筑高度大于 12m 或层数大于 4 层的

冰景观建筑，应根据地震造成灾害的可能性，采取相应的抗震构造措施。

4.4.16 过梁的设置应符合下列规定：

1 冰砌平拱洞口宽度不得大于 3m，并按表 4.4.16-1 选用型钢过梁。

表 4.4.16-1 槽钢、角钢过梁选用表

冰洞口宽度 L_n (mm)	型钢类别	型钢间距 (mm)	型钢规格数量
$L_n < 1000$	槽钢	500	2[8
	角钢	500	2L50×5
$1000 \leq L_n < 2000$	槽钢	500	2[10
	角钢	500	2L75×6
$2000 \leq L_n \leq 3000$	槽钢	500	2[12
	角钢	500	2L110×8

- 注：1 型钢过梁上部冰砌体分皮错缝搭砌，上下皮错缝长度为冰块长度的 50%，当过梁上部冰砌体高度大于洞口宽度的 50%或有外加荷载时，根据计算确定；
- 2 型钢过梁支承长度不宜小于 300mm。

2 采用圆拱形冰砌冰碓过梁时，冰碓尺寸和矢高应按表 4.4.16-2 选用。

表 4.4.16-2 冰碓尺寸、矢高

冰洞口宽度 L_n (mm)	楔形冰碓高度 d (mm)	矢高 f_0 (mm)
$L_n \leq 3000$	$d \leq 300$	$f_0 \leq 1400$
$3000 < L_n \leq 6000$	$300 < d \leq 600$	$1400 < f_0 \leq 3000$
$6000 < L_n \leq 9000$	$600 < d \leq 900$	$3000 < f_0 \leq 4500$

- 注：1 表中楔形冰碓为圆弧形拱洞口，当冰碓高度大于 550mm 时，分两层砌筑，其高度为两层楔形碓块的高度之和；
- 2 冰碓过梁上部洞宽范围的冰砌体分皮错缝搭砌，上下皮搭砌长度为冰块长度的 1/2。

3 冰砌体的拱脚支座水平截面承载力,应根据拱脚推力作抗剪和抗滑移计算,并应考虑冰体溶化承载力降低情况,采取相应构造措施。

4.4.17 当冰砌构件的悬挑长度大于 0.6m 时,应按悬挑结构采用型钢挑梁作构造处理。

4.4.18 冰砌体墙中型钢挑梁应按现行国家标准《砌体结构设计规范》GB 50003 的规定进行抗倾覆验算。

4.4.19 当冰景观建筑高度大于 12m 或层数大于 4 层时,圈梁标高处应设置刚性拉结或楼盖;楼盖、屋盖的主要承重结构宜采用装配式有檩体系钢结构,承重梁可选用型钢。

4.5 雪体结构构件设计

4.5.1 雪体结构构件应按承载能力极限状态设计,并应满足正常使用状态的要求。

4.5.2 结构构件承载能力极限状态应按荷载效应的基本组合进行计算,并符合下列规定:

1 结构重要性系数应取 1.0。

2 永久荷载分项系数应符合下列规定:

1) 对由永久荷载效应控制的组合,应取 1.35;

2) 对由可变荷载效应控制的组合,应取 1.20。

3 可变荷载分项系数应取 1.4,其组合值系数应取 0.7。

4 计算雪体结构构件的自重时,应将本规程表 3.2.1~表 3.2.5 中的取值换算为重力密度 (kN/m^3)。

5 非雪体结构构件自重及作用荷载应按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 的规定取值。

6 雪体结构,在自重及外荷载作用下,当一侧受阳光照射时,应验算整体稳定。

4.5.3 雪体结构构件承载力应按温度分级为 -10°C 的强度设计值计算。

4.5.4 雪体建筑基础设计应符合下列规定:

1 建筑高度大于 10m 且落地短边长度大于 6m 的雪体建筑应进行基础设计,地基承载力应按非冻土强度计算,且应考虑雪体建筑周边土的冻胀因素。

2 软土或回填土地基不能满足设计要求时,应采取减小基底压力的措施。

3 建筑高度大于 10m 的雪体建筑地基承载或变形不能满足设计要求时,可采取水浇冻土地基等加固措施进行地基处理。处理后的地基承载力应达到设计要求。

4.5.5 建筑高度小于 10m 且落地短边长度小于 6m 的雪体建筑 and 高度小于 3m 且落地短边长度大于 6m 的实体雪体建筑可采用自然地面用水浇透冻实的冻土地基;冻土厚度大于 400mm 时,厚度应按 400mm 取值,小于 400mm 时按实际冻土厚度取值。冻土地基承载力值应通过原位测试确定。

4.5.6 雪体建筑应按现行国家标准《砌体结构设计规范》GB 50003 确定静力计算方案进行静力计算,且可按刚性方案设计。

4.5.7 受压构件的承载力应符合下式规定:

$$N \leq \varphi f A \quad (4.5.7)$$

式中: N ——轴心压力设计值;

φ ——高厚比 β 和轴向力的偏心距 e 对受压构件承载力的影响系数,应按本规程附录 B 的规定采用,其中 (β) 的取值应按本规程第 4.5.12 条第 1、2 款计算; (e) 按内力设计值计算时,不应超过截面重心到轴向力所在偏心方向截面边缘距离的 60%。雪体抗压强度应按本规程表 3.2.2 规定取值;

f ——雪体抗压强度设计值,应按本规程表 3.2.2 的规定取值;

A ——截面面积,雪体应按毛截面计算;带壁柱墙、带冰构造柱的墙截面的翼缘宽度,应分别按本规程第 4.5.12 条第 2 款第 1、2 项采用,壁柱间墙、冰构造柱间墙取截面净长度。

4.5.8 局部受压的承载力应符合下式规定：

$$N_L \leq 1.2fA_L \quad (4.5.8)$$

式中： N_L ——局部受压面积上的轴向力设计值；

f ——雪体的抗压强度设计值，按本规程表 3.2.2 的规定取值；

A_L ——局部受压面积。

4.5.9 轴心受拉构件的承载力应符合下式规定：

$$N_T \leq f_T A \quad (4.5.9)$$

式中： N_T ——轴心受拉设计值；

f_T ——雪体的轴心抗拉强度设计值，按本规程表 3.2.4 的规定取值；

A ——截面面积，雪体应按毛截面计算。

4.5.10 受剪构件的承载力应符合下式规定：

$$V \leq f_v A \quad (4.5.10)$$

式中： V ——截面剪力设计值；

f_v ——雪体抗剪强度设计值，按本规程表 3.2.5 的规定取值；

A ——截面面积，雪体应按毛截面计算。

4.5.11 受弯构件的承载力应符合下式规定：

$$M \leq f_w W \quad (4.5.11)$$

式中： M ——截面弯矩设计值；

f_w ——雪体弯曲抗拉强度设计值，可取抗折强度设计值，按本规程表 3.2.3 的规定取值；

W ——截面抵抗矩。

4.5.12 墙、柱高厚比设计应符合下列规定：

1 雪体墙、柱的高厚比验算应符合下式规定：

$$\beta = \frac{H_0}{h} \leq [\beta] \quad (4.5.12-1)$$

式中： H_0 ——墙、柱的计算高度，应按表 4.5.12-1 采用；

h ——墙厚或矩形柱的短边边长；

$[\beta]$ ——墙、柱的允许高厚比，应按表 4.5.12-2 采用。

表 4.5.12-1 墙、柱的计算高度 H_0

雪体建筑 构件类别	楼盖或屋盖类别	横墙间距 S(m)	带壁柱墙、带冰构造柱墙 或周边拉结的墙		
			$S>2H$	$2H\geq S>H$	$S\leq H$
雪体建筑为 刚性方案	装配式有檩体系 轻型楼、屋盖	$S<20$	1.0H	$0.4S+0.2H$	0.6S
	瓦材屋面的木屋 盖和轻钢屋盖	$S<16$			
雪体建筑为 非刚性方案	装配式有檩体系 轻型楼、屋盖	$S\geq 20$	1.5H		
	瓦材屋面的木屋 盖和轻钢屋盖	$S\geq 16$			
构件上端为自由端			2.0H		

- 注：1 构件在底层时，构件高度 H ，取楼板顶面或上水平支承点到构件下端支承距离；构件在其他层时，构件高度 H ，取楼板或其他水平支承点间的距离；
- 2 构件上端为自由端时，构件高度 H ，取构件长度；
- 3 无壁柱的山墙，构件高度 H ，可取层高加山墙尖高度的 $1/2$ ；带壁柱的山墙、雪体墙中带冰构造柱的山墙，构件高度 H 可取壁柱、冰构造柱处的山墙高度；
- 4 无盖的三边支承墙，构件高度 H ，取上端自由边到墙下端支承点的距离，且在无盖的三边支承墙中，宜设置冰圈梁和壁柱或冰构造柱。

表 4.5.12-2 墙、柱的允许高厚比 $[\beta]$

构件类型	雪体墙	雪体柱
主要承重构件	8	6
次要承重构件	10	8

2 带壁柱墙和带冰构造柱墙的高厚比应按下式进行验算：

$$\beta = \frac{H_0}{h} \leq [\beta] \quad (4.5.12-2)$$

式中： H_0 ——带壁柱墙、雪体墙中带冰构造柱墙或壁柱间墙、冰构造柱间墙的计算高度，应分别按表 4.5.12-1 或第 4.5.12 条第 2 款第 3 项的规定采用；

h' ——带壁柱墙和带冰构造柱墙的截面折算厚度分别按第 4.5.12 条第 2 款第 1、2 项采用，壁柱间墙、冰构造柱间墙的厚度，取用墙本身厚度；

$[\beta]$ ——墙、柱的允许高厚比，应按表 4.5.12-2 采用。

- 1) 带壁柱墙的折算厚度，应取 3.5 倍截面回转半径，其中：带壁柱墙为条形基础时，带壁柱墙截面的翼缘宽度可取相邻壁柱间的距离；单层雪体建筑，带壁柱墙截面的翼缘宽度可取壁柱宽加墙高的 $2/3$ ，但不大于窗间墙宽度和相邻壁柱间的距离；多层雪体建筑，当有窗间洞口时，带壁柱墙截面的翼缘宽度可取雪体实墙宽度；无门窗洞口时，每侧翼墙宽度可取壁柱间高度的 $1/3$ 。
- 2) 雪体墙中带冰构造柱墙的翼缘宽度取相邻冰构造柱间的距离，其折算厚度取 1.05 倍墙厚。
- 3) 验算壁柱间墙或冰构造柱间墙的高厚比时，横墙间距 S 应取壁柱间或构造柱间的距离；设有冰圈梁的带壁柱墙或冰构造柱墙的计算高度 H_0 按表 4.5.12-1 采用，但构件高度 H 按下列规定确定：当冰圈梁宽度 b 大于或等于相邻壁柱间或冰构造柱间的距离 S_0 的 $1/30$ 时，冰圈梁可视为带壁柱间墙或带冰构造柱间墙的不动铰支点，构件高度 H 应取相邻不动铰之间的距离；不允许增加冰圈梁宽度时，可按墙体平面外等刚度原则增加冰圈梁高度。

4.5.13 雪体构造应符合下列规定：

1 高度不大于 6m 的雪体墙的厚度不应小于 800mm，高度大于 6m 且小于 10m 的雪体墙的厚度不应小于 1000mm；独立雪体柱截面尺寸不应小于 1200mm×1200mm；

2 高度大于 6m 的雪体墙及独立雪体柱内部应采取设置竹、木、钢等结构加固措施；

3 跨度大于 2m 的拱形门洞，有人、车通过的洞口和有悬挑的雪体，应采取在雪体内外设置竹、木、钢等结构加固防护措施。

4.5.14 抗震设防地区，建筑高度大于 9m 或层数大于 3 层的雪景建筑，宜根据地震造成灾害的可能性，采取相应的抗震构造措施。

4.5.15 过梁的设置应符合下列规定：

1 雪体平拱洞口宽度不得大于 3m，并应按表 4.5.15-1 选用型钢过梁。

表 4.5.15-1 槽钢、角钢过梁选用表

雪体洞口宽度 L_n (mm)	型钢类型	型钢间距 (mm)	型钢规格数量
$L_n < 1000$	槽钢	500	2[8
	角钢	500	2L50×5
$1000 \leq L_n < 2000$	槽钢	500	2[10
	角钢	500	2L75×6
$2000 \leq L_n \leq 3000$	槽钢	500	2[12
	角钢	500	2L110×8

注：1. 表中楔形雪体硿为圆弧形拱洞口，当雪体硿高度大于 550mm 时，分两层砌筑，其高度为两层楔形雪体硿块的高度之和；

2 雪体硿过梁上部洞宽范围的雪体，分皮错缝搭砌，上下皮搭砌长度为雪体块长度的 1/2。

2 采用圆拱形雪体硿过梁时，雪体硿尺寸和矢高应按表 4.5.15-2 采用。

表 4.5.15-2 雪体硿尺寸、矢高

雪体洞口宽度 L_n (mm)	楔形雪体硿高度 d (mm)	矢高 f_0 (mm)
$L_n \leq 3000$	$d \leq 500$	$f_0 \leq 1500$
$3000 < L_n \leq 6000$	$500 < d \leq 800$	$1500 < f_0 \leq 3000$
$6000 < L_n \leq 9000$	$800 < d \leq 1100$	$3000 < f_0 \leq 4500$

注：1 表中楔形雪体硿为圆弧形拱洞口，当雪体硿高度大于 550mm 时，分两层砌筑，其高度为两层楔形雪体硿块的高度之和；

2 雪体硿过梁上部洞宽范围的雪体分皮错缝搭砌，上下皮搭砌长度为雪体块长度的 1/2。

3 雪体的拱脚支座水平截面承载力, 根据拱脚推力作抗剪和抗滑移计算, 并考虑雪体溶蚀承载力降低情况采取相应的构造措施。

4.5.16 当雪体构件的悬挑长度大于 0.4m 时, 应采用型钢挑梁。雪体墙中型钢挑梁的抗倾覆应按现行国家标准《砌体结构设计规范》GB 50003 的规定进行验算。

4.5.17 当雪景建筑高度大于 9m 或层数大于 3 层时, 圈梁标高处应设置刚性拉结; 楼盖、屋盖的主要承重结构宜采用装配式有檩体系钢结构, 承重梁可选用型钢。

4.6 冰雪景观照明设计

4.6.1 冰雪景观照明设计应符合国家现行标准《建筑照明设计标准》GB 50034、《民用建筑电气设计规范》JGJ 16 和《城市夜景照明设计规范》JGJ/T 163 的有关规定。

4.6.2 夜间展示的冰雪景观应进行总体和单体照明设计, 且应符合下列规定:

- 1 应对冰雪景观照明设计内置灯光和外置灯光;
- 2 应根据表现主题合理配置灯光的色彩、照度;
- 3 灯具布置应符合总体灯光设计和单体灯光设计要求, 并应合理确定位置; 亮度、光色和光影应符合灯光设计效果要求;
- 4 宜选用高效、节能、适用的灯具;
- 5 室外灯具、支架等附属构件应保证寒冷条件下正常使用。

4.6.3 冰雪景观建筑照明质量应符合下列规定:

- 1 冰雪景观建筑照明光源的色温应符合表 4.6.3-1 的规定。

表 4.6.3-1 冰雪景观建筑照明光源的色温

光源颜色	色温(K)	颜色特征	适用景观
I	<3300	暖	古典以及欧式冰建筑、商业设施
II	3300~5300	中间	艺术类冰雕作品、广告
III	>5300	冷	雪雕及冰峰、活动场所

2 照明光源颜色应符合冰雪景观建筑创意主题的要求。

3 冰雪景观建筑照明灯光直接眩光限制质量等级 UGR （统一眩光值）应符合表 4.6.3-2 的规定。

表 4.6.3-2 冰雪景观建筑照明灯光直接眩光限制质量等级 UGR

UGR 的数值	对应眩光程度描述	视觉要求和场所示例
<13	没有眩光	—
13~16	开始有感觉	冰雕作品
17~19	引起注意	冰雕作品
20~22	引起轻度不适	雪雕作品
23~25	不舒服	雪雕、景区照明
26~28	很不舒服	—

4 冰雪景观照明场所统一眩光值 UGR 大于 25 时应采取下列避免眩光的措施：

- 1) 景观照明灯具不得安装在大型冰雪景观建筑照明干扰区内，且不得对视觉产生镜面反射；
- 2) 小体量冰雪景观建筑及艺术类冰雕景观照明，可沿视线方向进行配光或采取间接照明方式，且宜选用发光面积大、亮度低、光扩散性能好的灯具。

4.6.4 冰雪景观建筑照度水平应符合下列规定：

- 1 冰雪景观建筑照度可采用下列分级 (lx)：20、50、100、200、300、500、750。
- 2 视觉工作照度范围宜按表 4.6.4 选用。

表 4.6.4 视觉工作照度范围值

视觉工作性质	照度范围 (lx)	区域或活动类型	适用场所示例
简单视觉工作	30~75	简单识别物表征	活动、娱乐场所
一般视觉工作	100~200	景观内置灯光、商业等工作场所	冰雕及冰景观建筑内
	200~500	景观外投光照明	冰雕小品、小规模雪雕
	500~750	大型冰雪景观建筑、景观展示区域、重要视觉场所	标志性景观、舞台表演等较重要景区

3 表演区域应按照演出要求安装专业照明系统。

4 景区环境灯光设计应合理配置灯光的明、暗对比,色彩变化,点、线、面搭配,灯光变化移动在三维空间形成的总体效果;当采用激光等有特殊表现功能的灯光时,宜设置程序控制;中心景区和主要景观的照度应高于其他景区。

5 灯光设计应编制照度分布图、景区和大型景观灯光颜色效果图,灯光变幻程序设计,并应根据总体设计要求,提出音响设计方案。

6 景区道路应安装照明设备,宜选用单色调光源,照度以 $20\text{lx}\sim 50\text{lx}$ 为宜,可利用灯箱、广告灯、地埋灯间接照明。

4.6.5 冰雪景观建筑照明光源与灯具的选择应符合下列规定:

1 景观区域光源、灯具的选择和配置,应视觉效果良好,布局合理,照度适宜,亮度明晰,色彩突出,变换得当。

2 照明光源应根据景区环境、光效、显色性、耐用性等进行选择。

3 冰景内置光源宜选用荧光灯或其他冷光气体放电光源。

4 广告区、信息发布区、导游图、大屏幕可选用 LED 光源。

5 景区引导标识可采用电致发光板作为辅助照明。

6 景观照明灯具应选用发热量低、节能、安全、耐用、在低温环境下能正常使用的高效光源及高效灯具,并应符合下列规定:

1) 冰景内置灯具、轮廓灯等与冰景接触的灯具应选用亮度高、冷光源灯具;

2) 冰景内无法拆除的灯具应选用经济、低污染、耐用型灯具;

3) 室外采用的灯具应防水、防潮并易于更换。

7 不易检修维护的投光灯、泛光灯、高空标志灯应选择光源寿命长的灯具。

8 景区、广场功能性照明宜选用高强度气体放电灯具。

4.6.6 冰雪景观建筑照明应采取下列节能措施:

1 应选用经济合理、环保节能的光源。

2 直管型荧光灯应选用低温下能够正常工作的节能型电子镇流器。当选用电感镇流器时,能耗应符合现行行业标准《管形荧光灯镇流器能效限定值及节能评价值》GB 17896 的规定。

3 应选择合理的照明控制方式:

- 1) 可采取分区控制灯光或多点控制方式;
- 2) 公共场所照明,宜采用集中控制或时钟控制方式;
- 3) 可设置不同时间段减光控制方案;
- 4) 高效能灯具启动后,可适当降低电压。

4 应根据景区照明功能需要,采用定时开关、红外感应控制器和照明智能控制系统等节能管理措施。

5 广场、道路及庭院照明可采用太阳能照明灯具及风能照明灯具。

4.6.7 冰雪景观建筑的照明供电系统应符合下列规定:

1 应合理确定负荷等级和供电方案。

2 冰雪景区重要照明负荷供电设施宜采用双电源、双回路,分级供电。

3 三相照明线路各相负荷宜保持平衡,最大相负荷电流不宜超过三相负荷平均值的 115%,最小相负荷电流不宜小于三相负荷平均值的 85%。

4 重要场所,应在负荷末级配电箱采用自动切换电源的供电方式,负荷较大时,可采用由两个专用回路各带 50%照明灯具的配电方式。

5 在分支回路中,不得采用三相低压断路器对三个单相分支回路进行控制和保护。

6 照明系统中的每一个单相分支回路电流不宜超过 16A,光源数量不宜超过 50 个;冰建筑内组合灯具每一个单相回路电流不宜超过 25A,光源数量不宜超过 120 个。

7 采用气体放电灯的照明线路时,中性导体应与相导体规

格相同。

8 采用电感镇流器气体放电光源时，可将同一灯具或不同灯具的相邻灯管（光源）分接在不同相序的线路上。

9 总体供电方案应按照景区规划和单体冰雪景观建筑电气照明设计，计算用电负荷，确定供电方案，完成配电系统设计，并应符合下列规定：

- 1) 采用固定供电时，配电设备和供电线路应为固定设施，供电线路应采取直埋方式；线路穿过道路和有重型车辆通过的地方，应加钢管保护；
- 2) 采用临时供电时，配电线路宜采用金属线槽明敷或暗敷。

10 景区应设置值班照明。

11 采用的电气设备及断路器（含微型断路器）应能在环境温度 -30°C 以下正常工作。

12 室外分支线路应安装剩余电流动作保护器。

13 配电线路应安装短路、过负荷和过欠电压保护器。

14 室外配电柜、箱防护等级不应低于 IP33。

4.6.8 冰景建筑灯光设计应符合下列规定：

1 建筑类冰景应根据创意确定光源，灯光应富于变化，大型冰景观建筑灯光宜采用程控设计；艺术类冰景可选用外投光，并应根据表现内容和艺术表现力选用灯光颜色、照度、布光方式和灯具类型。

2 光源的选择应符合下列规定：

- 1) 冰体内的渲染效果灯光色差不宜过小，灯光颜色宜选用白色、黄色、红色、蓝色、绿色等作基调；
- 2) 冰景观建筑内置照明宜选用直管荧光灯和可塑 LED 灯；
- 3) 冰景观建筑轮廓灯宜选用霓虹灯、可塑 LED 灯、光导纤维灯、频闪灯、雷光管；
- 4) 大型冰景观建筑外投光应以气体光源为主，宜选用泛

光灯或投光灯；

- 5) 冰雕作品和大型冰景观建筑局部效果照明，可采用暖色调的卤素灯、拍灯或射灯等紧凑型节能灯。

3 冰景观建筑内置光源宜选用 T8 管和 T5 细管径普通卤粉直管荧光灯，或三基色直管荧光灯、紧凑型节能灯、LED 灯。

4 建筑高度大于 3m 且宽度和厚度均大于 1.5m 的冰景观建筑、浮雕类冰景宜以内置灯光为主，局部可采用高光或互补色光进行点缀；并应根据设计要求对光源进行程序控制，实现光源色彩变换、明暗变化、流动闪烁。内置灯光应根据冰的透光度，确定光源与外层冰的厚度，与冰外表面的距离不应大于 350mm 且不应小于 150mm。

5 艺术类冰景灯光布置，宜采用外投光，灯具与景观的距离不应小于 1.5m，灯具宜隐蔽摆放，并应与景观呈一定角度。主光源和辅助光源应在类型、颜色、照度、距离满足表现效果的需要。灯具应安装在灯具架上，且距地面高度不应小于 0.5m。

6 局部造型效果灯可选用白炽灯或卤素灯为光源，射灯作为点缀。

7 冰廊、灌木丛等面积较大的景观，效果光可选用满天星造型。

4.6.9 雪景观灯光设计应符合下列规定：

1 雪雕景观照明可选用金属卤化物灯和高压钠灯，灯具距雪景距离不应小于 2.0m；

2 灯具应安装在灯具架上，且距地面高度不应小于 0.5m；

3 应根据设计主题选择灯光颜色和照度；主光、侧光和背景光的照度应满足功能要求；

4 大型雪景观灯光布置应主次分明，直接照射雪景泛光灯功率不宜大于 400W；

5 宜选用体积较小的泛光灯，灯具和支架宜漆成白色。

4.6.10 低压配电系统的接地形式应符合下列规定：

1 冰雪景区低压配电系统的接地形式宜采用 TT 或 TN-S

系统。

2 当采用 TT 系统时，每个配电箱处应设接地极；接地故障保护的動作特性应符合下式规定：

$$R_A \times I_a \leq 50 \quad (4.6.10)$$

式中： R_A ——接地极和外露可导电部分保护导体电阻之和（ Ω ）；

I_a ——保护电器切断故障回路的動作电流（A）。

3 当采用过电流保护器时，反时限特性过电流保护器的故障回路的動作电流（ I_a ）应保证 5s 内切断电流；采用瞬时動作特性过电流保护器的故障回路的動作电流（ I_a ）应为保证瞬时動作的最小电流。当采用剩余电流動作保护器时，应为其额定剩余動作电流。

4 当采用 TN-S 系统时，保护导体（PE）超过 50m 时，应作重复接地；当线路超长时，末端配电箱外露可导电部分和外界可导电部分应作局部等电位连接或辅助等电位连接。

4.6.11 配电线路的接地方式，等电位连接以及保护应符合现行国家标准《低压配电设计规范》GB 50054 规定。

5 冰雪景观建筑施工

5.1 一般规定

5.1.1 冰雪景观建筑施工前，建设单位应组织设计、施工、监理单位相关人员，进行图纸会审和技术交底。

5.1.2 施工单位应编制冰雪景观建筑施工组织设计，并应制定施工方案。应对施工支撑结构进行承载力和稳定验算，确定高处作业、施工测量、机具选用、型钢埋设、构件安装、冰雪切割和运输等技术措施。

5.1.3 建筑高度超过 30m 的冰建筑，施工期内应按现行行业标准《建筑变形测量规范》JGJ/T 8 的有关规定进行沉降和变形观测。

5.1.4 对涉及结构安全和使用功能的材料和设备，应进行进场检验。

5.2 施工测量

5.2.1 应按规划要求对场地进行总体放线，对单体景观进行定位，并应经检查合格后，做好建筑控制点桩位保护。

5.2.2 应按照冰雪景观建筑线桩或控制点测定外廓线，并经闭合校测合格后，方可确定细部轴线及有关边界线，其允许偏差应符合表 5.2.2 的规定。

表 5.2.2 细部轴线允许偏差

项 目		允许偏差
细部轴线		±10mm
标 高	层 高	±15mm
	总 高	±30mm

续表 5.2.2

项 目		允许偏差
总高垂直度(m)	$H \leq 15$	$\pm 20\text{mm}$
	$H > 15$	$H/750$ 与 $\pm 50\text{mm}$ 的较小值
外廓线边长(m)	$L(B) \leq 30$	$\pm 20\text{mm}$
	$L(B) > 30$	$\pm 30\text{mm}$
对角线(m)	$L(B) \leq 30$	$\pm 30\text{mm}$
	$L(B) > 30$	$\pm 40\text{mm}$
轴线角度(°)	$L(B) \leq 30$	$\pm 20''$
	$L(B) > 30$	$\pm 30''$

5.3 采冰与制雪

5.3.1 天然冰采制应符合下列规定：

- 1 天然冰采制的环境温度宜在 -10°C 以下。
- 2 当天然冰冻结厚度大于或等于 200mm 且冰材料满足下列条件时，方可进行采冰作业：
 - 1) 强度达到设计要求；
 - 2) 透光性良好，无明显气泡、泥沙、杂物及明显裂缝和断层。
- 3 毛冰在自然条件下，应搁置 12h 以上，方可采用；
- 4 毛冰宜选用下列尺寸规格：长度为 1000mm、宽度为 700mm 且冰厚度大于 200mm 或长度为 1300mm、宽度为 1200mm 且冰厚度应大于或等于 300mm。冰雕宜采用整块毛冰，尺寸规格宜采用长度为 2000mm、宽度为 1200mm 且冰厚度应大于或等于 400mm。砌筑用冰块尺寸规格宜采用长度为 600mm、宽度为 300mm 且冰厚度应大于或等于 200mm。

5.3.2 毛冰应采用齿锯分割，并加工成设计要求规格的冰砌块。

5.3.3 人造冰冻制应符合下列规定：

- 1 人造冰的环境温度应在 -10°C 以下；

2 制作透明人造冰时,应采取充气或使水缓慢流动等防止产生气泡的措施;

3 制作彩色冰时,所用彩色染料应易溶于水、无污染、悬浮性好、透光性强,符合环保要求,且彩色冰的色相饱和度应符合设计要求;

4 人造冰的尺寸规格可采用 $600\text{mm} \times 300\text{mm} \times 200\text{mm}$ 。

5.3.4 人造雪制作应符合下列规定:

1 人造雪制作的环境温度宜在 -10°C 以下;

2 大规模制雪时,水源应充足,水质应达到制雪机的用水标准;

3 室内人工制雪时,宜选用雾化程度高、喷嘴较细的制雪机制雪,也可选用大型刨冰机用冰块粉碎加工制作;

4 大型雪坯制作宜采用下列方式:

1) 采用雪堆积方式时,应采用模板按设计要求制成几何体后,填充堆雪、并分层压实;

2) 采用雪块垒砌方式时,应采用强度满足设计要求的规格雪块垒砌组合成大型雪坯,垒砌接缝应规整严密,雪坯几何尺寸应规整。

5.4 冰建筑基础施工

5.4.1 施工前地基表面应清理平整,并应经浇水冻实后,方可进行上部砌体施工。

5.4.2 地基表面坡度小于 1% 时,宜采用浇水冻实找平;地基表面坡度大于 1% 时,宜采用冰砌块找平。

5.4.3 冰建筑承重墙、柱必须坐落在实体地基上,严禁坐落在碎冰层上。

5.4.4 冰建筑基础施工应符合下列规定:

1 应采用规格冰块分层组砌的施工方法,上下皮冰块应错缝搭接,搭接长度应为 $1/2$ 的冰块长度,且不应小于 150mm 。不得采用周边围砌,中间填芯的方法砌筑。

2 每皮冰块砌筑高度应水平一致，冰砌体水平缝、垂直缝宽度不应大于 2mm，且应注水冻实，冰缝冻结面积率不应小于 80%。

3 内部设计为填充碎冰或为空心的冰建筑应设实体冰砌体基座，冰基座高度应为冰建筑高度 $L(B)$ 的 1/10，且不应小于 1m。

5.5 冰砌体施工

5.5.1 冰景观建筑外部应选用透明度高、无杂质、无裂纹的冰砌块。

5.5.2 冰砌块间的冻结用水应选用洁净的天然水或自来水。

5.5.3 冰景建筑施工，应采用组砌方式。可采用垂直升降机或吊车运输砌块。

5.5.4 施工时，灌注用水的温度宜为 0℃，并应采用专用注水工具灌注冰缝，注水冻结率不应小于 80%。

5.5.5 施工期间，应对冰砌体进行温度监测。当冰体温度高于设计温度或砌筑水不能冻结时，应停止施工，并应采用遮光、防风材料遮挡等保护冰景的措施。

5.5.6 冰砌块尺寸应根据冰砌体（墙）厚度和冰料尺寸确定，各砌筑面应平整且每皮冰块高度的允许误差为 ±5mm，冰块长度和宽度的允许误差为 ±10mm。

5.5.7 冰砌体墙的砌筑应符合下列规定：

1 内部采用碎冰填充的大体量冰建筑或冰景，当外侧冰墙高度大于 6m 时，冰墙组砌厚度不应小于 900mm，当外侧冰墙高度小于 6m 时，冰墙组砌厚度不应小于 600mm，且应满足冰墙高厚比的要求；

2 冰砌体组砌上下皮冰块应上、下错缝，内外搭砌；错缝、搭砌长度应为 1/2 冰砌体长度，且不应小于 120mm；

3 每皮冰块砌筑高度应一致，表面用刀锯划出注水线；冰砌体的水平缝及垂直缝不应大于 2mm，且应横平竖直，砌体表

面光滑、平整；

4 单体冰景观建筑同一标高的冰砌体（墙）应连续同步砌筑；当不能同步砌筑时，应错缝留斜槎，留槎部位高差不应大于 1.5m。

5.5.8 采取空心砌筑方式的大体量冰景观建筑，冰体间应采取构造措施进行拉结，内部非承重部分可采用碎冰填充。

5.5.9 大体量冰景观建筑内填充碎冰时，碎冰应级配合理，并应分层填充，每层厚度不应大于 1.5m，且应注水冻实，但不得溢出冰体外表面。

5.5.10 冰碇采用的冰块应根据设计要求，采用加工楔型冰块用的模具制作，且楔型冰块的上下边长度的允许误差为 5mm。冰碇中的各楔形冰块间的竖向冰缝应在 1mm~2mm 之间，竖向冰缝应注满水冻实。

5.5.11 冰砌体中安放灯具的孔洞应根据设计要求预留。灯具孔洞距冰砌体外表面的距离应符合本规程第 4.6.8 条第 4 款的规定，冰砌体中灯具孔洞内的碎冰应清理干净。对较高的冰建筑宜留出检修人员出入的隐蔽洞口和上下通行的竖向检修井，检修井内应设置钢筋爬梯。

5.5.12 彩色冰块各砌筑面应平整；彩色冰砌体的冰缝、彩色冰与非彩色冰间的冰缝，应采用水及彩色冰沫拌合填充或勾缝。

5.5.13 冰景观建筑外部完工后，应自上而下进行精细净面处理。

5.6 冰砌体内钢结构施工

5.6.1 对配有竖向钢筋和箍筋的冰建筑，竖向钢筋与冰块间的缝隙应采用冰沫拌水分层塞填冻实，但水平箍筋应在冰砌体上凿出水平冰槽放置并注水冻实，不得高出冰面或放置在冰缝内。

5.6.2 型钢过梁、型钢骨架与冰砌块的缝隙，应采用注水或冰沫拌水塞填。

5.6.3 预埋件与冰砌体应注水冻实，不得有缝隙。

5.6.4 冰建筑施工脚手架和垂直运输设备应独立搭设，不得与冰建筑接触。

5.7 水浇冰景施工

5.7.1 水浇冰景应根据设计要求扎制骨架，然后进行喷水浇洒施工。骨架可一次制成，也可在喷水浇洒过程中继续扎制骨架。

5.7.2 水浇冰景施工可采用机械喷洒，也可采用人工喷洒方式，将水分次喷洒在树枝或其他材料的骨架上，逐渐加厚冰层，冻制成冰挂、冰乳石、冰山、冰洞等景观。

5.7.3 水浇冰景施工的环境温度应在 -15°C 以下，且应无阳光直接照射。

5.7.4 水浇冰景应采用自来水或无杂质的地下水，喷洒时应控制流量、强度和雾化度。

5.8 冰雕制作

5.8.1 制作冰雕用冰块应无杂质、气泡、裂纹。

5.8.2 大型冰雕作品应根据设计要求，用冰块组砌成几何整体后再进行雕刻。

5.8.3 小型冰雕作品可采用整块冰块，也可采用冰砌块组砌成冰坯后进行雕刻，但冰砌体的纹理、砌缝应符合作品的要求。

5.8.4 用冰砌块组砌冰坯时，冰砌块之间的注水冻结面积率不应小于80%，冰缝的结合应牢固密实，表面光滑应无缝隙。

5.8.5 大型冰雕可先制作小样，也可直接在冰坯上放大样。

5.8.6 冰雕作品可采用圆雕、浮雕、透雕、凹影雕等多种艺术表现手法进行雕刻。

5.8.7 冰雕作品应体现冰的透明、折光、坚硬、易碎、易风化的特点，写意和写实相结合，注重刀法，纹理清晰，力度适当，突出镂空技巧和整体艺术表现力。

5.9 冰灯制作

5.9.1 可根据功能不同制成吊挂式、落地式等形式多样、体量精致小巧的冰灯，且冰体上应留有足够的通风散热口。

5.9.2 冰灯可按下列步骤制作：

- 1 根据设计要求制作模具；
- 2 将清水或彩色水注入模具并进行冷冻，冰坯壁厚宜为20mm~40mm；
- 3 在冰坯适当位置打出孔洞，倒出冰坯内未冻结的水；
- 4 在冰坯表面绘制或雕刻图案；
- 5 在冰体内部安装照明灯具；
- 6 安装辅助构件。

5.9.3 冰花可采用下列方法制作：

1 将清水注入模具或容器内，在低温下冻结成内空的冰坯，在冰体内、外采用描绘、雕刻、镶嵌山水、渔舟、花卉、树木、古灯、古建筑、人物等写意形式，形成浮雕冰景。

2 将清水注入模具或容器内，放入鱼类、昆虫、植物、花卉、小动物造型或标本，冻结后形成冰景。

3 将清水注入模具或容器内，在冻制过程中掺入不同密度、不同溶解性、不同扩散性的彩色溶液，制作成特殊效果冰景。

5.9.4 冰花宜采用外部照明，光源可选用投光灯或其他彩色灯光。

5.9.5 冰花的下部应设高度不低于1.0m，用冰或其他材料制作的展览平台。

5.10 雪景观建筑施工

5.10.1 雪景观建筑用雪可采用天然雪。在雪量较小的地区，雪景观建筑用雪宜采用人造雪。大型雪景观用雪应适当提高人工制雪含水率，小型雪景观可适当降低含水率。

5.10.2 雪景观建筑雪坯模板应搭建牢固；雪坯模板应根据填雪

进度分层安装，填充用雪应干净，不应有较大雪块和杂质；雪坯应压制均匀、密实，密度值应符合本规程表 3.2.1 的规定。

5.10.3 雪景观建筑可采用雕刻和塑造的方式，棱角应圆滑，大型雪雕塑表面相邻面的高度差不宜小于 100mm。

5.10.4 雪景观上镶嵌其他材质装饰物应牢固，并应考虑承重和风化因素。较大型的镶嵌物可设置独立基础，也可采取加固措施。

5.10.5 中小型艺术类雪雕作品完成后，应进行表面处理，形成保护层。

5.10.6 以雪为材料的活动类设施，应满足结构要求、保证安全和方便维修。

5.10.7 供白天观赏的雪雕景观主立面宜选择侧光朝向，不宜正对阳光或背光。

6 配电、照明施工

6.1 电力电缆施工

6.1.1 冰雪景观建筑所用电缆应采用在 -25°C 及以下能够正常工作且绝缘等级符合要求的铝合金电缆。

6.1.2 低压电力电缆芯数和导线截面的选择应符合下列规定：

1 低压配电系统的接地形式为 TN-C-S 且保护线与中性线合用同一导体时，应采用四芯电缆。

2 低压配电系统的接地形式为 TN-S 且保护线与中性线各自独立时，应采用五芯电缆。

3 低压配电系统的接地形式为 TT 时，应采用四芯电缆。

4 1kV 以下电源中性点直接接地时，三相四线制系统的电缆中性导体截面面积应满足线路最大不平衡电流持续工作状态的要求；对有谐波电流影响的回路，应考虑谐波电流的影响，且应符合下列规定：

1) 以气体放电灯为主要负荷的回路，中性导体截面面积不得小于相导体截面面积；

2) 其他负荷回路，中性导体截面面积不得小于相导体截面面积的 $1/2$ 。

5 采用单芯电缆作接地（PE）线时，中性导体、保护导体的截面面积应符合表 6.1.2 的规定；保护接地中性导体截面应符合下列规定：

1) 铜芯线，不应小于 10mm^2 ；

2) 铝芯线，不应小于 16mm^2 。

6 保护地线的截面面积应满足回路保护电器可靠动作要求，且应符合表 6.1.2 的规定。

表 6.1.2 满足热稳定要求的保护导体允许最小截面 (mm²)

电缆相导体截面(S)	保护导体允许最小截面
$S \leq 16$	S
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	S/2

7 交流供电回路由多根电缆并联组成时，应采用相同材质、相同截面的导体。

6.1.3 电缆进场时供方应提供产品合格证、产品安全认证标志、产品检测检验报告和其他有效证明文件。

6.1.4 电缆进场时，应进行外观检查和绝缘测试，并应符合下列规定：

- 1 电缆保护层不得破损；**
- 2 电缆绝缘层不得有损伤，电缆应无压扁、扭曲，铠装应不松卷，耐寒电缆（电线）外护层应有明显标识和制造厂标；**
- 3 应进行绝缘测试并填写现场测试报告单。**

6.1.5 电缆运送应符合下列规定：

- 1 成盘电缆运送时不得平放，卸车时应采用电缆盘吊卸，并不得直接抛装；**
- 2 非成盘电缆应按电缆最小弯曲半径卷成圆盘，在四个点位处捆紧后搬运，不得在地面上拖拉；截断后存放的电缆芯线应在接头处加铅封，应采取绝缘和防潮措施。**

6.1.6 安装前，电缆应在温度 10℃ 及以上的环境中至少放置 24h，并应安排好电缆放线顺序。

6.1.7 电缆敷设应符合下列规定：

- 1 电缆敷设前应查看电缆外表面有无损伤。**
- 2 电缆敷设时，应排列整齐，不得交叉，位置固定。在电缆埋设线位应设置标志牌。标志牌设置应符合下列规定：**

- 1) 在电缆的始、终端头，转弯、分支接头等处应设置标志牌；**

2) 标志牌上应注明线路编号; 并联使用的电缆应有顺序号, 标志牌上的字迹应清晰, 不易脱落; 当设计无标号时, 应写明型号、规格及起讫地点。

3 电缆敷设时, 在电缆的终端头和电缆头应留有备用长度。直埋电缆应留取总长度的 $1.5\% \sim 2\%$ 作为余度, 并应呈波浪形敷设。

4 电缆通过冰景, 或在地下埋设时, 应加装保护管或保护罩; 易受到机械损伤的部位应采用金属钢管保护。伸出冰建筑物保护管的长度不应小于 250mm。

5 设有变电所或箱式变电站的供电回路至各功能分区的配电箱的线路, 可采用耐低温铠装电力电缆, 也可采用无铠装电力电缆加装钢管, 并应采用直埋方式安装。

6 在景区、广场、道路配电线路不能暗敷设时, 应在地面上安装镀锌钢管加以保护, 并应用冰雪碎沫加水冻实覆盖, 且不得突出地面。

6.2 照明施工

6.2.1 照明灯具应按设计要求进行安装。冰景内的照明灯具设置应与冰体砌筑施工同步进行。每个用电单元应根据工程进度进行通电检测。冰雪景观用电设施应采取绝缘措施, 不应漏电。

6.2.2 冰雪景观基础下配线应穿管保护。灯具配线宜采用耐低温绝缘等级为 0.45/0.75kV 铜芯橡皮线或铜芯氯丁橡皮线。

6.2.3 冰景内部设置效果灯时, 应留有散热口。

6.2.4 冰景内置灯具应便于安装、维护和拆除。

6.2.5 冰景内照明宜采用一体化灯具, 两灯之间的连接宜采用模块插口或软连接, 电源电线连接处应作好防潮密封处理。

6.2.6 冰景内采用带散热孔耐低温电子镇流器时, 应采用防水、防潮措施。

6.2.7 冰景内置电感型镇流器宜集中摆放, 在镇流器底部应采取隔热绝缘措施。

6.2.8 公共场所采用点光源照明方式时，宜采用紧凑型节能荧光灯。

6.2.9 冰体内选用白炽灯泡照明时，应具有良好的通风散热空间，灯具功率不应大于 25W。

6.2.10 白炽灯泡不应垂直向上安装，且灯泡与冰体的距离不得小于 100mm。

6.2.11 高度大于 15m 或体积大于 500m³ 冰景观建筑内部留有检修通道时，在底部或上部宜根据需要预留换灯检修口。

6.2.12 采用投光灯或泛光灯做景观照明时，宜选用一体化灯具，并应安放在支架上。支架上的灯具应能上下自由转动，并能调整投射角。

6.2.13 冰景观建筑外轮廓采用可塑 LED 灯时，明敷设固定间距不得大于 1.5m。

6.2.14 气体放电光源无功功率过大时，在景区供电配电箱内应进行分散无功功率补偿。

6.2.15 冰、雪景区照明控制，宜采用就地控制或集中在值班室、变电所统一联合控制方式。

6.2.16 景区闭园后应保留值班和功能性照明。

6.2.17 照明配电接线应符合下列规定：

1 保护接地导体（PE）应与接地干线相连接，且不得串联连接。金属构架、灯具的构件和金属软管应接地，且有标识。

2 采用多相供电的同一冰雪景观建筑内的电线绝缘层颜色应一致。保护导体（PE 线）应选用绿/黄双色线；零线应选用淡蓝色；相导体选用：A 相为黄色，B 相为绿色，C 相为红色；不应采用绿/黄双色线作负荷线。冰雪景观内照明回路应与配电箱（盘）回路标识相一致，在配电箱（盘）内和断路器底部标明控制负荷名称。

3 在人行通道等人员来往密集场所安装的落地式灯具、支架上安装的灯具等，应采取防意外触电的保护措施。

6.2.18 照明配电箱（盘）安装应符合下列规定：

1 箱（盘）内应配线整齐，无绞接现象。导线应连接紧密，不伤芯线，不断股。垫圈下螺栓两侧下压的导线截面积应相同，同一端子导线上连接不得多于 2 根，防松垫圈等零件应齐全。

2 箱（盘）内的开关动作应灵敏可靠，带有剩余电流动作漏电保护装置额定漏电动作电流不应大于 30mA，额定漏电动作时间应小于 0.1s。

3 照明箱（盘）内，应分别设置零线（N）和中性导体（PE 线）汇流排，零线和保护导体应经汇流排配出。

6.2.19 安装、调试、检验用的各类计量器具、电气设备上的计量仪表和相关电气保护仪表（设施），应检测合格，并应在有效期内使用。

7 工程质量验收

7.1 一般规定

7.1.1 冰雪景观建筑工程质量验收可按本规程附录 C 记录,质量验收程序和组织应符合现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300 的规定。

7.1.2 通过返修或加固处理仍不能满足安全使用要求的分部工程、单位工程,应予拆除。

7.2 冰砌体工程质量验收

I 主控项目

7.2.1 冰砌块的强度应满足设计的要求。

检验方法:检查冰砌块强度试验报告。

7.2.2 冻结用水应选用洁净的天然水或自来水。

检验方法:检查验收记录。

7.2.3 冰砌体结构收分或阶梯式处理应满足设计要求。

检验方法:检查验收记录。

7.2.4 冰砌墙体伸缩缝的设置应满足设计要求。当设计无要求时,应符合本规程第 4.4.14 条第 5 款的规定。

检验方法:检查验收记录。

7.2.5 过梁的设置应满足设计要求。当设计无要求时,应符合本规程第 4.4.16 条的规定。

检验方法:检查验收记录。

7.2.6 冰缝注水冻结面积不应小于 80%。

检验方法:检查验收记录。

7.2.7 外部冰砌块质量应符合本规程第 5.5.6 条的规定。

检验方法：检查验收记录。

7.2.8 外冰墙厚度应满足设计要求。当设计无要求时，应符合本规程第 5.5.7 条第 1 款的规定。

检查数量：每检验批抽 10%，每个墙面不应少于 2 处。

检验方法：用尺检查。

7.2.9 斜槎留置应符合本规程第 5.5.7 条第 4 款的规定。

检验方法：检查验收记录。

7.2.10 冰缝宽度不应大于 2mm。

检验方法：观察检查和检查验收记录。

7.2.11 碎冰填充应符合本规程第 5.5.9 条的规定。

检验方法：检查验收记录。

7.2.12 冰碓施工应符合本规程第 5.5.10 条的规定。

检验方法：检查验收记录。

7.2.13 冰砌体内钢结构施工时，竖向钢筋搭接长度不应小于 $60d$ ，且不小于 1200mm；钢筋锚固长度不应小于 $80d$ ，且不小于 1500mm。

检验方法：检查验收记录。

7.2.14 洞口防护钢板网厚度不应小于 3mm，钢板网与型钢点焊间距不应大于 200mm。

检验方法：检查验收记录。

7.2.15 型钢过梁支承长度应满足设计要求。当设计无要求时，不应小于 300mm。

检验方法：检查验收记录。

7.2.16 钢筋、型钢与冰块缝隙应符合本规程第 5.6.1、5.6.2 和 5.6.3 条的规定。

检验方法：检查验收记录。

7.2.17 水平钢筋位置设置应满足设计要求。当设计无要求时，应符合本规程第 5.6.1 条的规定。

检验方法：检查验收记录。

II 一般项目

7.2.18 冰砌体组砌方法应符合本规程第 5.5.7 条第 2 款的规定。

检验方法：观察检查和检查验收记录。

7.2.19 冰雪景观建筑冰砌体工程外形尺寸偏差、检验方法和抽样数量应符合表 7.2.19 的规定。

表 7.2.19 冰砌体工程外形尺寸允许偏差

序号	项 目		允许偏差 (mm)	检验方法	抽样数量
1	层高		± 15	用水平仪和尺检查	不应少于 4 处
2	总高		± 30		
3	表面平整度		5	用 2m 靠尺和楔型塞尺检查	检查全部自然墙面，每个墙面不应少于 2 处
4	门窗洞口高宽		± 5	用尺检查	每检验批抽 50%，且不应少于 5 处
5	外墙上下窗口偏移		20	以底层窗口为准，用经纬仪或吊线检查	每检验批抽 50%，且不应少于 5 处
6	水平缝平直度		7	拉 10m 线和尺检查	检查全部外墙面，每个墙面不应少于 2 处
7	垂直缝游丁走缝		20	吊线和尺检查，以每层第一皮为准	检查全部外墙面，每个墙面不应少于 2 处
8	踏步		外高里低，不超过 10	用拉线、尺检查	每检验批抽 30%，每处取 3 点，且不应少于 5 处
9	栏板		± 10		
10	垂直度 (m)	$H \leq 15$	± 20	用经纬仪、吊线和尺检查	外墙、柱查阳角，且不少于 4 处；内墙每 20m 长查一处，且不应少于 4 处
		$H > 15$	$H/750$ 且 ≤ 50		

续表 7.2.19

序号	项 目		允许偏差 (mm)	检验方法	抽样数量
11	外廓线 (轴线) 长度 L 、 宽度 B (m)	$L(B) \leq 30$	± 20	用经纬仪、 吊线和尺检查 或其他测量仪 器检查	全部外墙和内承 重墙
		$L(B) > 30$	± 30		

7.3 雪体工程质量验收

I 主控项目

7.3.1 雪体的强度应满足设计的要求。

检验方法：检查雪体强度试验报告。

7.3.2 雪体工程墙体厚度应满足设计要求。当设计无要求时，对高度不大于 6m 的墙体，厚度不应小于 800mm，对高度大于 6m 且小于 10m 的墙体，厚度不应小于 1000mm。

检查数量：每检验批抽 10%，每个墙面不应少于 2 处。

检验方法：用尺检查。

7.3.3 雪柱截面尺寸应满足设计要求。当设计无要求时，截面尺寸不应小于 1200mm×1200mm。

检查数量：每检验批抽 10%，每个墙面不应少于 2 处。

检验方法：用尺检查。

7.3.4 平拱洞口型钢过梁的设置应满足设计要求。当设计无要求时，应符合本规程表 4.5.15-1 的规定。

检验方法：检查验收记录。

7.3.5 型钢过梁上部砌体错缝长度应为雪块长度的 1/2。

检验方法：检查验收记录。

7.3.6 型钢过梁支承长度不应小于 350mm。

检查数量：每检验批抽 10%，每个墙面不应少于 2 处。

检验方法：用尺检查。

7.3.7 圆拱形雪碓的施工应满足设计要求。当设计无要求时，应符合本规程表 4.5.15-2 的规定。

检验方法：检查验收记录。

7.3.8 型钢挑梁的设置应满足设计要求。当设计无要求时，应符合本规程第 4.5.16 条的规定。

检验方法：检查验收记录。

7.3.9 雪填充质量、雪密度值应满足设计要求。当设计无要求时，应符合本规程第 5.10.2 条的规定。

检验方法：检查验收记录。

7.3.10 雪景观镶嵌物施工应符合本规程第 5.10.4 条的规定。

检验方法：检查验收记录。

7.3.11 雪活动类设施的施工应符合本规程第 4.3.9 和 5.10.6 条的规定。

检验方法：检查验收记录。

II 一般项目

7.3.12 冰雪景观建筑雪体工程外形尺寸偏差、检验方法和抽样数量应符合表 7.3.12 的规定。

表 7.3.12 雪体工程外形尺寸允许偏差

序号	项 目	允许偏差 (mm)	检验方法	抽样数量
1	层高	±15	用水平仪和 尺检查	不应少于 4 处
2	总高	±30		
3	表面平整度	5	用 2m 靠尺 和楔型塞尺 检查	检查全部自然墙面， 每个墙面不应少于 2 处
4	门窗洞口高宽	±5	用尺检查	每检验批抽 50%， 且不应少于 5 处

续表 7.3.12

序号	项 目		允许偏差 (mm)	检验方法	抽样数量
5	外墙上下窗口偏移		20	以底层窗口 为准,用经纬 仪或吊线检查	每检验批抽 50%, 且不应少于 5 处
6	栏板		± 10	用拉线、尺 检查	检查总量的 30%, 每处取 3 点,且不应 少于 5 处
7	垂直度 (m)	$H \leq 15$	± 20	用经纬仪、 吊线和尺检查	外墙、柱查阳角, 且不少于 4 处;内墙 每 20m 长查一处,且 不应少于 4 处
		$H > 15$	$H/750$ 且 ≤ 50		
8	外廓线 (轴线) 长度 L 、 宽度 B (m)	$L(B) \leq 30$	± 20	用经纬仪、 吊线和尺检查 或其他测量仪 器检查	全部外墙和内承 重墙
		$L(B) > 30$	± 30		

7.4 配电照明工程质量验收

7.4.1 冰雪建筑配电照明所用的设备、材料、成品和半成品进场时,应提供质量合格证明文件。对新电气设备、器具和材料等进场时,尚应提供安装、采用、维修和试验要求等技术文件。

7.4.2 动力和照明的漏电保护装置,应进行模拟动作试验,并应作好试验记录。

7.4.3 冰雪景区内大型建筑照明系统满负荷通电连续试运行时间不得小于 24h;冰景内照明系统满负荷通电连续试运行时间不得小于 12h。

7.4.4 满负荷试运行的所有照明灯具均应开启,每间隔 2h 记录 1 次运行情况,在满足本规程第 7.4.3 条规定的试运行时间内应无故障。

7.4.5 灯具、断路器、启动器、控制器、频闪器及灯光控制设

备在投入运行前，应进行耐低温运行试验，反复启动不得低于 10 次，通电连续试运行时间大于 24h。气体放电灯启动试验每次启、停应间隔不少于 15min，反复启动不低于 5 次，上述运行试验不得出现过热、漏电、闪烁、功率降低和超过启动时间或启动不正常等现象。

7.4.6 电压降正常运行情况下，照明和电动机等用电设备端电压的偏差允许值（以额定电压的百分数表示）应为 $\pm 5\%$ ，并应随时进行监测记录。

7.4.7 配电照明工程质量验收记录应符合下列规定：

1 配电照明分部工程可按灯具及安装、配电箱（盘）施工、照明供电施工、用电保护、电缆及施工、照度水平及效果和运行调试 7 个分项工程进行验收；每个分项工程验收质量应符合设计要求，并应填写验收记录；

2 应进行质量控制资料检查，安全和功能检验资料核查及主要功能抽查，并应填写记录；

3 配电照明工程检验批评定应全数检验。

8 维 护 管 理

8.1 监 测

8.1.1 景区使用期间应对冰雪景观建筑砌体进行温度监测，并符合下列规定：

1 景区中每个功能分区应至少选择 1 个具有代表性的冰雪景观建筑作为监测点；

2 应选择建筑高度大于 12m 的冰景观建筑，或建筑高度大于 9m 的雪景观建筑作为监测点；

3 监测的部位应选择景观建筑的主要结构部位；

4 监测的时段为：8 时、14 时和 20 时，必要时可增加 2 时。

8.1.2 冰雪景观建筑的沉降和变形监测应按照现行行业标准《建筑变形测量规范》JGJ/T 8 的有关规定进行。

8.1.3 应根据对冰雪景观建筑砌体温度监测和变形监测结果，当冰雪景观建筑局部出现明显裂缝、松动脱落、位移、倾斜、风化严重、失去观赏价值等情况采取的措施应符合本规程第 8.2 和 8.3 节的规定。

8.2 维 护

8.2.1 冰雪景区在使用期间应组织相关专业技术人员对冰雪景观建筑进行专项巡回检查，并符合下列规定：

1 专项检查的内容应包括冰雪砌体结构安全状况和用电设备安全运行状态；

2 冰雪砌体结构安全状况检查，在景区运行初期应以变形监测为重点；在景区运行后期应以砌体温度监测为重点；检查中对设置的监测点的主要结构部位砌体温度和变形进行监控；

3 用电设备安全检查应以各类仪表运行状况和记录为重点；
4 巡回检查的内容应包括冰雪景观建筑观感质量、各类防滑设施、安全防护措施，配电照明线路及配电箱、盘各类灯具运行状况；

5 专项检查每天一次；巡回检查每天展前和展后各一次，出现环境温度异常变化时应加大检查频次；

6 每次检查后应根据相关数据和本规程的相关规定制定维护方案。

8.2.2 运行期间冰雪景观建筑出现下列情况应及时进行维护：

- 1 表面被积雪、灰尘等污染；
- 2 内置灯具造成冰体融化产生孔洞；
- 3 雪景观建筑出现蜂窝、麻面，影响观赏效果；
- 4 风化严重，局部融化变形；冰体表面出现裂缝，冰块粘结缝出现融蚀、风蚀，局部松动、塌陷；
- 5 冰砌体、雪体与结构构件产生缝隙；
- 6 基础变形；
- 7 其他影响观感质量的局部缺损等现象；
- 8 需要随时进行维护的冰雪景观建筑。

8.2.3 冰雪娱乐活动设施的防护措施、防滑设施及警示标识应随时进行维护、加固或更换。

8.2.4 水浇冰景施工完成后，每 5d 宜进行一次维护，在低温天气下应补充喷水，保持景观完好。

8.2.5 照明设施、设备以及相关的维护应按本规程第 8.2.1 条第 3~6 款要求进行。

8.3 拆 除

8.3.1 当冰景观建筑所处环境日平均温度高于 -5°C 、雪景观建筑日平均温度高于 -10°C 时，应采取禁止人员进入上部、内部活动或停止运行等措施。

8.3.2 日最高气温连续 5d 不低于 0°C 时，冰雪景观建筑应进行

拆除。

8.3.3 冰雪景观建筑出现明显位移或倾斜，存在安全隐患时，应予以拆除。

8.3.4 冰雪景观建筑表面或局部融化，失去观赏价值时，应予以拆除。

附录 A 冰砌体承载力影响系数

A.0.1 冰砌体承载力影响系数 (φ) 应按表 A.0.1 的规定采用。

表 A.0.1 冰砌体承载力影响系数 (φ)

高厚比 β	相对偏心距 $\frac{e}{h}$						
	0.00	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30
3	1.00	0.89	0.78	0.70	0.61	0.58	0.55
4	1.00	0.88	0.76	0.68	0.60	0.57	0.54
5	1.00	0.87	0.73	0.66	0.59	0.56	0.52
6	1.00	0.86	0.71	0.65	0.58	0.55	0.51
7	1.00	0.85	0.69	0.63	0.57	0.53	0.49
8	1.00	0.84	0.68	0.62	0.56	0.52	0.47
9	1.00	0.83	0.66	0.60	0.54	0.50	0.45
10	1.00	0.82	0.65	0.59	0.53	0.49	0.44

注：1 e 为轴向力偏心距；

2 h 为矩形截面中平行于轴向力偏心方向的边长。

附录 B 雪体承载力影响系数

B.0.1 雪体承载力影响系数 (φ) 应按表 B.0.1 的规定采用。

表 B.0.1 雪体承载力影响系数(φ)

高厚比 β	相对偏心距 $\frac{e}{h}$						
	0.00	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30
2	1.00	0.91	0.82	0.71	0.60	0.53	0.45
3	1.00	0.89	0.79	0.70	0.60	0.53	0.45
4	1.00	0.88	0.76	0.66	0.55	0.50	0.44
5	1.00	0.87	0.73	0.62	0.51	0.46	0.40
6	1.00	0.85	0.70	0.59	0.47	0.42	0.37
7	1.00	0.84	0.67	0.56	0.43	0.38	0.34
8	1.00	0.83	0.64	0.53	0.39	0.34	0.31

注：1 e 为轴向力偏心距；

2 h 为矩形截面中平行于轴向力偏心方向的边长。

附录 C 工程质量验收记录

C.0.1 检验批的质量验收记录由施工项目专业质量检查员填写，监理工程师（建设单位项目专业负责人）组织项目专业质量检查员等进行验收，并应按表 C.0.1 记录。

表 C.0.1 检验批质量验收记录

工程名称				分项工程名称				验收部位						
施工单位				专业工长				项目经理						
施工执行标准名称及编号														
分包单位				分包项目经理				施工班组长						
主控项目	质量验收规范的规定			施工单位检查评定记录					监理(建设)单位验收记录					
	1													
	2													
	3													
	4													
	5													
	6													
	7													
	8													
	9													
一般项目	1													
	2													
	3													
	4													
施工单位检查结果评定		项目专业质量检查员 年 月 日												
监理(建设)单位验收结论		监理工程师 (建设单位项目专业技术负责人) 年 月 日												

C.0.2 分项工程质量应由监理工程师（建设单位项目专业技术负责人）组织项目专业技术负责人等进行验收，并应按表 C.0.2 记录。

表 C.0.2 _____ 分项工程质量验收记录

工程名称				结构类型		检验批数	
施工单位				项目经理		项目技术负责人	
分包单位				分包单位 负责人		分包项目经理	
序号	检验批部位、区段	施工单位检查 评定记录			监理(建设)单位验收结论		
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
检查 结论	项目专业 技术负责人 年 月 日	验收 结论	监理工程师 (建设单位项目专业技术负责人) 年 月 日				

C.0.3 分部（子分部）工程质量应由总监理工程师（建设单位项目专业技术负责人）组织施工项目经理和有关勘察、设计单位项目负责人进行验收，并按表 C.0.3 记录。

表 C.0.3 _____ 分部 (子分部) 工程验收记录

工程名称		结构类型		层 数	
施工单位		技术部门负责人		质量部门负责人	
分包单位		分包单位负责人		分包技术负责人	
序号	分部工程名称	检验批数	施工单位检查评定	验收意见	
1					
2					
3					
4					
5					
6					
质量控制资料					
安全和功能检验 (检测)报告					
观感质量验收					
验收 单 位	分包单位	项目经理		年 月 日	
	施工单位	项目经理		年 月 日	
	勘察单位	项目负责人		年 月 日	
	设计单位	项目负责人		年 月 日	
	监理(建设)单位	总监理工程师 (建设单位项目专业技术负责人)		年 月 日	

C.0.4 单位工程质量验收应按表 C.0.4-1 的规定进行记录。表 C.0.4-1 为单位工程质量验收的汇总表,与表 C.0.3 和表 C.0.4-2~表 C.0.4-4 配合使用。表 C.0.4-2 为单位工程质量控制资料核查记录,表 C.0.4-3 为单位工程安全和功能检验资料核查及主要功能抽查记录,表 C.0.4-4 为单位工程观感质量检查记录。

表 C.0.4-1 单位工程质量竣工验收记录

工程名称		结构类型		层数/建筑面积	
施工单位		技术负责人		开工日期	
项目经理		项目技术负责人		竣工日期	
序号	项目	验收记录		验收结论	
1	分部工程	共 分部, 经查 分部 符合标准及设计要求 分部			
2	质量控制 资料核查	共 项, 经审查符合要求 项, 经核定符合规范要求 项			
3	安全和主要使用功 能核查及抽查结果	共核查 项, 符合要求 项, 共抽查 项, 符合要求 项, 经返工处理符合要求 项			
4	观感质量验收	共抽查 项, 符合要求 项, 不符合要求 项			
5	综合验收结论				
参 加 验 收 单 位	建设单位	监理单位	施工单位	设计单位	
	(公章) 单位(项目)负责人 年 月 日	(公章) 总监理工程师 年 月 日	(公章) 单位负责人 年 月 日	(公章) 单位(项目)负责人 年 月 日	

表 C.0.4-2 单位工程质量控制资料核查记录

工程名称		施工单位			
序号	项目	资料名称	份数	核查意见	核查人
1	建筑与结构	图纸会审、设计变更、洽商记录			
2		工程定位测量、放线记录			
3		原材料出厂合格证书及进场检（试）验报告			
4		施工试验报告及见证检测报告			
5		隐蔽工程验收记录			
6		施工记录			
7		地基基础、主体结构检验及抽样检测资料			
8		分项、分部工程质量验收记录			
9		工程质量事故及事故调查处理资料			
10		新材料、新工艺施工记录			
1	配电照明	图纸会审、设计变更、洽商记录			
2		材料、设备出厂合格证书及进场检（试）验报告			
3		设备调试记录			
4		金属构架、灯具的构件和金属软管接地记录			
5		隐蔽工程验收记录（内置灯具、电缆施工等）			
6		施工记录			
7		分项工程质量验收记录			
结论： 总监理工程师 施工单位项目经理 年 月 日 （建设单位项目负责人） 年 月 日					

表 C. 0. 4-3 单位工程安全和功能检验资料核查及主要功能抽查记录

工程名称		施工单位				
序号	项目	资料名称	份数	核查意见	抽查结果	核查 (抽查)人
1	建筑与结构	建筑垂直度、标高、全高测量记录				
2		建筑物沉降观测测量记录				
3		活动、娱乐工程试用记录				
1	配电与照明	照明全负荷试验记录				
2		大型灯具牢固性检验记录				
3		接地(PE)支线接线及接地电阻检查、测试记录				
4		人行过道等人流密集场所灯具防触电措施检查记录				
5		漏电保护装置动作电流和时间测试记录				
6		电器保护计量仪表灵敏度测试记录				
结论： 总监理工程师 施工单位项目经理 年 月 日 (建设单位项目负责人) 年 月 日						

表 C. 0. 4-4 单位工程观感质量检查记录

工程名称				施工单位			
序号	项 目	抽查质量状况	核查(抽查)人				
			好	一般	差		
1	建筑与结构	外墙面					
2		变形缝					
3		屋面					
4		内墙面					
5		内顶棚					
6		地面					
7		楼梯、踏步、护栏					
8		门窗					
1	配电照明	配电箱(盘)接线					
2		配电箱(盘)开关					
3		配电箱(盘)漏电保护装置					
4		配电箱(盘)内 N 线与 PE 线配置					
5		照明质量、照度水平及效果					
观感质量综合评价							
检查结论	总监理工程师 施工单位项目经理 年 月 日 (建设单位项目负责人) 年 月 日						

本规程用词说明

1 为便于在执行本规程条文时区别对待，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：

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：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：

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 《砌体结构设计规范》 GB 50003
- 2 《建筑结构荷载规范》 GB 50009
- 3 《建筑照明设计标准》 GB 50034
- 4 《低压配电设计规范》 GB 50054
- 5 《建筑工程施工质量验收统一标准》 GB 50300
- 6 《建筑变形测量规范》 JGJ/T 8
- 7 《民用建筑电气设计规范》 JGJ 16
- 8 《城市夜景照明设计规范》 JGJ/T 163
- 9 《管形荧光灯镇流器能效限定值及节能评价值》 GB 17896

中华人民共和国行业标准

冰雪景观建筑技术规程

JGJ 247 - 2011

条文说明

制 定 说 明

《冰雪景观建筑技术规程》JGJ 247-2011 经住房和城乡建设部 2011 年 8 月 29 日以第 1133 号公告批准、发布。

本规程制定过程中，编制组对冰雪景观建筑材料、设计、施工、安全、灯光、运营和工程质量验收等进行了调查研究，总结了我国北方地区近 50 年来冰灯和冰雪景观建筑工程的实践经验，同时参考借鉴了国外先进技术法规、技术标准，通过数个实验期对人工制冰、人造雪、天然冰、天然雪的观察和大量的物理性能实验及实际验证，取得了一系列重要技术参数。

为便于广大设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本规程时能正确理解和执行条文规定，《冰雪景观建筑技术规程》编制组按章、节、条顺序编制了本规程的条文说明，对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明，还着重对强制性条文的强制性理由作了解释。但是，本条文说明不具备与规程正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握规程规定的参考。

目 次

1	总则	73
2	术语和符号	74
2.1	术语	74
3	冰、雪材料的计算指标	75
3.1	冰材料计算指标	75
3.2	雪材料计算指标	78
4	冰雪景观建筑设计	82
4.1	一般规定	82
4.2	冰雪景区总体设计	82
4.3	冰雪景观建筑设计	83
4.4	冰砌体结构构件设计	84
4.5	雪体结构构件设计	88
4.6	冰雪景观照明设计	91
5	冰雪景观建筑施工	95
5.1	一般规定	95
5.3	采冰与制雪	95
5.4	冰建筑基础施工	96
5.5	冰砌体施工	96
5.6	冰砌体内钢结构施工	97
5.10	雪景观建筑施工	97
6	配电、照明施工	98
6.1	电力电缆施工	98
6.2	照明施工	98
7	工程质量验收	100
7.1	一般规定	100

7.2	冰砌体工程质量验收	103
7.3	雪体工程质量验收	103
7.4	配电照明工程质量验收	103
8	维护管理	104
8.1	监测	104
8.2	维护	104
8.3	拆除	104

1 总 则

1.0.1 冰雪景观建筑的出现是冰灯和雪雕艺术的一次飞跃。冰雪艺术展示从民间节庆的一种小型娱乐装饰发展成为冰灯艺术,进而发展为冰雪景观建筑,在中国北方经历了较为漫长的发展阶段,最初的年代已经无从考查,从最初民间一种简单的节日装饰,经过哈尔滨市艺术工作者的挖掘、整理,走过了近 50 年的历程,发展成为一门独特的表现艺术,成为国内外许多城市和地区促进地方经济和文化发展炙手可热的特色项目。“冰灯”也从民间简单随手提着游玩的灯笼,发展成为大体量综合性的冰雪景观建筑,在设计、施工、功能、作用上等均发生了本质性的变化。通过查证最新相关资料,目前,在我国和世界范围内还没有针对“冰雪”为材料的建设规范。我们根据多年的实践经验、多年的观测、大量的试验和实际应用,编制了本规程,供有关人员参考。由于可供参考的资料有限,环境和条件的局限性,本规程还需根据实际情况进行充实。

在当今旅游业高度发达,与经济发展紧密相连的时期,冰雪景观建筑已经成为世界范围寒地国家和地区争相发展的特色旅游项目。冰雪景观建筑迫切需要在规划、设计、施工、验收和维护管理等各项技术领域有一个统一的规范,从而提高冰雪景观建筑设计水平,促进冰雪艺术和冰雪文化发展,保证冰雪景观建筑安全和工程质量。

1.0.2 大型冰雪景观建筑及其游乐园一般建于严寒、寒冷地区的室外,对于气候和冰雪材料有一定的要求,在区域上有一定的局限性。室内冰雪景观则不受地域限制,但一般规模较小,运营和维护成本较高。

2 术语和符号

本规程采用的术语和符号是根据我国寒冷地区冰雪景观建筑的设计、施工和建设的实践，以及冰雪旅游和冰雪文化的发展逐渐形成的习惯和社会认知，并参考国内外有关资料而形成的。

2.1 术 语

2.1.11 本条低温条件下指在环境温度低于 -10°C 的条件下。

2.1.14 冰雪景观建筑高度在本规程不包括冰雪景观建筑上部和下部非冰雪制品的高度。

3 冰、雪材料的计算指标

3.1 冰材料计算指标

3.1.1 冰块的强度极限值

1 抗压强度极限值试验曲线如图 1 所示。

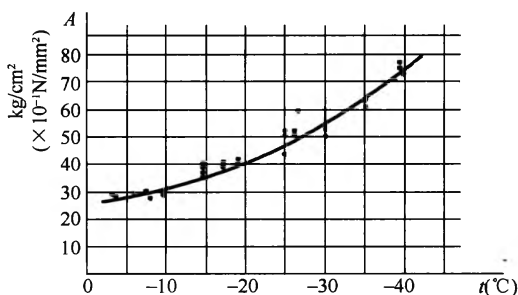


图 1 冰块的抗压强度极限值试验曲线

冰的抗压强度经验公式为：

$$A = 26.1 + 0.24t(1 + 0.1t) \quad (1)$$

式中：A——冰在不同温度下的抗压强度极限值；

t ——冰的温度，取绝对值， t 大于 5 且小于 40。

2 抗剪强度极限值试验曲线如图 2 所示。

冰的抗剪强度经验公式为：

$$A_j = 2.6 + 0.19t \quad (2)$$

式中： A_j ——冰的抗剪强度极限值；

t ——冰的温度，取绝对值， t 大于 5 且小于 40。

3 抗拉强度极限值试验曲线如图 3 所示。

冰的抗拉强度经验公式为：

$$A_L = 1.08 + 0.002t(0.13t - 1) \quad (3)$$

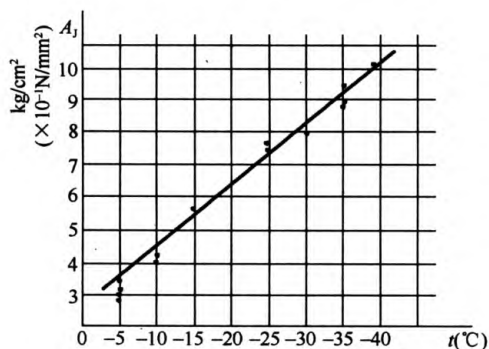


图 2 冰块的抗剪强度极限值试验曲线

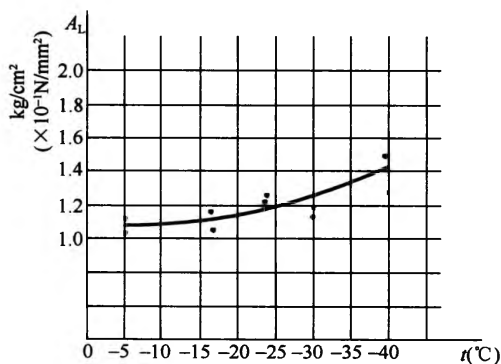


图 3 冰块的抗拉强度极限值试验曲线

式中: A_L ——冰的抗拉强度极限值;

t ——冰的温度, 取绝对值, t 大于 5 且小于 40。

3.1.2 冰砌体抗压、抗拉、抗剪强度标准值

冰砌体抗压强度标准值按下式计算:

$$f_k = f_m(1 - 1.645\delta) \quad (4)$$

式中: f_k ——冰砌体抗压强度标准值 (MPa);

δ ——变异系数, 取为 0.25;

f_m ——冰砌体抗压强度极限值的平均值 (MPa)。

$f_m = 0.52f_1$, -5°C 时 $f_1 = 2.79$, 为冰的抗压强度极限值的平均值, 取自试验资料, 即规程表 3.1.1 值, 则 $f_m = 1.451\text{MPa}$ 。

由上得 $f_k = 0.854\text{MPa}$ 。

冰砌体抗拉强度标准值按下式计算:

$$f_{tk} = f_m(1 - 1.645\delta) \quad (5)$$

式中: f_{tk} ——冰砌体抗拉强度标准值 (MPa);

δ ——变异系数, 取为 0.31;

f_m ——冰砌体抗拉强度极限值的平均值 (MPa)。

$f_m = 0.29 \sqrt{f_t}$, -5°C 时 $f_t = 0.108\text{MPa}$, 为冰的抗拉强度极限值的平均值, 取自试验资料, 即规程表 3.1.1 值, 则 $f_m = 0.095\text{MPa}$ 。

由上得 $f_{tk} = 0.047\text{MPa}$ 。

冰砌体抗剪强度标准值按下式计算:

$$f_{vk} = f_{vm}(1 - 1.645\delta) \quad (6)$$

式中: f_{vk} ——冰砌体抗剪强度标准值 (MPa);

δ ——变异系数, 取为 0.29;

f_{vm} ——冰砌体抗剪强度极限值的平均值 (MPa)。

$f_{vm} = 0.25 \sqrt{f_v}$, -5°C 时 $f_v = 0.36\text{MPa}$, 为冰的抗剪强度极限值的平均值, 取自试验资料, 即规程表 3.1.1 值。则 $f_{vm} = 0.150\text{MPa}$ 。

由上得 $f_{vk} = 0.078\text{MPa}$ 。

其他温度分级时, 同理可求得相应的强度标准值, 得出本规程 3.1.2。

3.1.3 冰砌体抗压、抗拉、抗剪强度设计值, 取自于强度标准值。强度标准值除以材料分项系数 γ_t 即为强度设计值。材料分项系数考虑了施工质量控制等级 C 级取 $\gamma_t = 1.8$, 类似冰雕等比较精细的工程施工质量控制等级可定为 B 级取 $\gamma_t = 1.7$ 。

施工质量控制等级的确定, 参照现行国家标准《砌体结构工

程施工质量验收规范》GB 50203 的规定，主要考虑现场质保体系、工作环境、材料强度和工人技术等级的综合水平等因素来划定。

3.1.4 不同地域的冰导热系数，可按下式进行计算：

$$\lambda = 2.22(1 + 0.0015t) \quad (7)$$

式中： λ ——冰的导热系数[W/(m·K)]；

t ——冰温度(°C)，取绝对值， t 大于 5 且小于 40。

3.2 雪材料计算指标

3.2.1 人造雪的密度取自试验数据，采用雪龙牌制雪机所产人造雪的密度值为参考值，替代 supercool 牌制雪机和波顿牌制雪机所产人造雪的密度值。天然雪取自原始试验数据。

3.2.2 雪体抗压强度极限值取自试验资料。不同温度时，其强度表达式（密度函数）如下：

人造雪		天然雪	
-10°C	$y=0.0083x-3.864$	-10°C	$y=0.0040x-1.2113$
-20°C	$y=0.0090x-4.1489$	-20°C	$y=0.0043x-1.2209$
-30°C	$y=0.0152x-7.2184$	-30°C	$y=0.0079x-2.4415$

式中：抗压强度极限值 y 的单位为 MPa，密度 x 的单位为 kg/m³。

所用物理力学指标是对雪加压处理后的试验数据，不适用于松散状态雪。

强度标准值 f_k 也是考虑了各种受力状态时的强度变异性，按“统一标准”取用了强度极限值的平均值 f_m 的概率密度分布函数 0.05 的分位值，即 95% 保证率的强度极限值的平均值 f_m ，按式 $f_k = f_m(1 - 1.645\delta)$ 推算得到。

考虑到材料的离散性较大，取变异系数 $\delta=0.28$ 。

强度设计值考虑了施工环境条件差，其施工质量控制等级定为 C 级，材料分项系数 $\gamma_t=1.9$ ；对于雪雕、雪塑等比较精细工程，施工质量控制等级定为 B 级，材料分项系数 $\gamma_t=1.8$ 。设计值及施工质量控制等级的确定原则与冰砌体相同。

对于 -15°C 和 -25°C 条件下的抗压强度值按线性插入算得。
而松散状态的雪未纳入抗压强度指标中。

3.2.3 雪体的抗折强度极限值取自试验资料。

人造雪

$$-10^{\circ}\text{C} \quad y=0.0069x-3.3695$$

$$-20^{\circ}\text{C} \quad y=0.0119x-5.723$$

$$-30^{\circ}\text{C} \quad y=0.0127x-6.0505$$

式中：抗折强度极限值 y 的单位为 MPa ，密度 x 的单位为 kg/m^3 。

表 1 天然雪抗折强度极限值

密度(kg/m^3)	温度($^{\circ}\text{C}$)		
	-10	-20	-30
350	0.147	0.157	0.162
390	0.223	0.246	0.263
410	0.389	0.418	0.425

雪体的抗折强度标准值及设计值的推算方法同本规范第 3.2.2 条条文说明抗压强度值计算方法，但其中变异系数取 $\delta=0.3$ 。C、B 级的材料分项系数分别为 $\gamma_t=1.9$ 、 1.8 。

对于 -15°C 和 -25°C 的雪体抗折强度值按线性插入算得。而松散状态的雪未纳入雪体抗折强度指标中。

3.2.4 雪体的抗劈拉强度极限值试验资料，人造雪采用了雪龙牌制雪机的指标。

表 2 人造雪抗劈拉强度极限值 (MPa)

密度(kg/m^3)	温度($^{\circ}\text{C}$)		
	-10	-20	-30
510	0.093	0.113	0.121
530	0.146	0.170	0.185
550	0.194	0.216	0.231

表 3 天然雪抗劈拉强度极限值(MPa)

密度 (kg/m ³)	温度(°C)		
	—10	—20	—30
350	0.066	0.076	0.081
390	0.102	0.111	0.118
410	0.149	0.170	0.183

人造雪抗劈拉强度极限值取上表抗劈拉强度极限值。抗劈拉强度标准值、设计值的推算方法同本规范第 3.2.2 条条文说明中的抗压强度值计算方法,但考虑到指标离散性较大,变异系数取 $\delta=0.3$, C、B 级的材料分项系数分别为 $\gamma_f=1.9$ 、1.8。

对于—15°C 和—25°C 的抗劈拉强度值按线性插入算得。而松散状态的雪未纳入抗劈拉强度指标中。

3.2.5 雪体的抗剪强度极限值试验数据。

表 4 人造雪极限值(MPa)

密度(kg/m ³)	温度(°C)		
	—10	—20	—30
510	0.268	0.404	0.540
530	0.362	0.515	0.659
550	0.515	0.630	0.745

表 5 天然雪极限值(MPa)

密度(kg/m ³)	温度(°C)		
	—10	—20	—30
350	0.068	0.072	0.089
390	0.145	0.183	0.196
410	0.179	0.200	0.221

按与本规程第 3.2.2 条条文说明抗压强度值计算相同的方法推算抗剪强度标准值、设计值。考虑压剪试验强度值偏高,所以变异系数取 $\delta=0.31$, C、B 级的材料分项系数分别为 $\gamma_f=$

2.0、1.9。

对于 -15°C 和 -25°C 的抗剪强度值按线性插入算得。而松散状态的雪未纳入抗剪强度指标中。

冰材料计算指标根据实验室测试数据以及设计人员在实际工作中的经验制定，经过不断积累所得出。冰材料计算指标经过了近 50 年的实际检验，没有出现因设计取值而发生的情况，而雪材料计算指标经过两年的试验而得，需在实践中进一步观测和积累。在有特殊需要时，可进行测试或参考实验结果。

4 冰雪景观建筑设计

冰雪景观建筑设计属于多门类的综合学科，是土木工程设计、艺术设计、照明设计、营销策划、活动策划、展示设计等多个设计领域的综合。通过几十年的实践总结，冰雪景观建筑设计以土木工程设计为主要参考依据，在施工上以建筑工程施工队伍、使用建筑机械设备为主。

4.1 一般规定

由于地域条件和施工的差异，不同地区各有差别，在设计中应充分考虑地域的要求。建议多使用地方材料。冰雪的透光度、供应量将直接制约设计。

4.1.1 针对冰雪景观建筑施工期以及使用期较为短暂的特点，提出了设计工作的总体原则，其中最主要的是冰雪景观建筑应满足使用安全要求和景观自身特点的要求。

4.1.3 设计中选择的设备、使用的材料、设备维护、设备运行、设施使用和游人活动，要求在寒冷条件下保证运行安全良好。新产品宜通过实际检验后采用。

4.2 冰雪景区总体设计

总体设计的关键在于整个园区的创意主题的确定，根据主题才能确定园区的表现形式、规模，设计者在此阶段更像是一个策划者。而一般技术规程，特别是施工规程中并不涉及此类内容。对于冰雪景观建筑设计工作者，在总体设计阶段应是一个复合型的人才，需要具备多学科的综合能力。

总体设计可以参考园林景区有关设计标准。

4.2.1~4.2.4 此4条对景区选址、总体规划、景区建筑设计和

交通规划提出了相关要求,在设计过程中可参照园林景区有关设计规范要求实施。

每人不小于 10m^2 确定占地面积,地域不同可根据实际情况定。

4.3 冰雪景观建筑设计

冰雪景观建筑设计包括单体设计,设计中涉及组群设计,一个单项可能包括数个单体项目。冰雪景观建筑在工程设计中一般以实体建筑为主,构造设计较多,构件材料也可采用木材、竹材等经济、耐用、易回收的材料。

冰雪景观建筑立面设计突出总体效果,受结构和构造限制,一般比较厚重,在设计过程,以整体效果作为重点,单体轮廓清晰,线条明朗,细部雕琢应考虑风化因素的影响,宜用夸张手法。

4.3.2 冰雪景观建筑设计注重外部艺术表现力,在满足结构安全和功能要求的前提下,内部可设计为空心,可采用堆土、沙袋、脚手架代替或用毛冰、碎冰填充。

4.3.3 高度超过 10m 的冰墙、冰柱的主要承重构件和次要承重构件,均应进行强度计算并满足结构要求,特别是允许游人进入内部或上部的冰雪景观建筑更应特别谨慎。本条为强制性条文,应严格执行。

4.3.4 冰楼梯踏步宽度取规定值上限,踏步台阶外高里低是为防滑需要;冰楼梯围栏高度,取国家规定标准上限,厚度依多年实践和高厚比要求确定。

4.3.5 本条采用“不宜”,是考虑到结构和施工等因素提出的,同时考虑到冰雪景观建筑中求“高”、求“大”,容易忽视“精”、“细”等现象,在设计中根据需从实际出发,对超过 30m 的冰建筑采取相应的结构设计措施确保结构安全,材料的垂直运输也应采取特殊手段保证施工安全,强化质量管理,确保冰建筑精雕细刻的特色。

4.3.6 本条主要是对垂直高度超过 5m 并与游人直接接触的 5m 以上冰砌体部分的设计提出构造要求。冰雪景区供游人进出的大型拱门等建筑,其高度一般在 5m 以上,其顶部均有一些悬挑等结构,对此类建筑提出 2 条措施:冰砌体作收分或阶梯式处理;上部封顶压盖部分应有抗倾覆、抗滑移措施,以防止上部冰砌块坠落伤人,此规定符合多年来实践经验的要求。本条为强制性条文,应严格执行。

4.3.7 冰雪艺术设计应不断引入新的设计理念,探索新的设计思路。要吸纳当前世界各国先进的冰雪艺术设计元素,丰富思路、扩充视野、创新发展。

4.3.8 阳光、温度、风力、污染对冰雪具有融蚀作用,其中冰的风化作用平均每日约为 0.2mm(哈尔滨地区),受地域、环境、气候的影响,各地冰雪体风化程度将有所变化;对雪的影响还会更大一些,有条件时在雪建筑迎光面应喷洒胶质防晒液和其他维护方式。

4.3.9 活动类项目参与人数较多,尤以儿童为主,此类项目的设计安全性应成为设计工作重点考虑的因素。攀爬类项目提出攀登防护措施、攀登辅助工具、顶部安全防护栏杆、疏散平台及通道等要求,是为预防摔伤、踏伤、跌滑、高坠等事故发生。滑梯类项目中,对直线滑道、曲线滑道护栏、转弯、滑道的平均坡度、下滑工具、终端设计等,均根据多年来的实践经验和相关设计要求提出了具体技术规定,利于此项目安全和可靠。缓冲道长度应根据滑道坡度等计算确定,缓冲道终点应设防护设施。此条相关技术数据符合多年来实践经验,它涉及人身安全。本条为强制性条文,应严格执行。

4.4 冰砌体结构构件设计

4.4.1、4.4.2、4.4.5~4.4.7 冰砌体结构构件的计算以承载力计算为主,荷载效应取基本组合,并以相应的构造措施为保证。

关于正常使用极限状态的问题,因此种材料结构,尚无变

形、裂缝等的控制指标限值,按极限状态验算根据不足,只能直观判断,所以暂按计算和结构构造措施使结构保持正常使用状态。

虽然使用期限只有短暂的两个月,但因人流密集,所以结构重要性系数为 1。

一般景观区面积大时,应简单查明地层构造,岩土性质,水文地质条件及冻深,宜达到初勘深度。对于不均匀沉降较敏感的冰景建筑下,宜布有控制性勘探孔。

高度大于 10m 的冰景建筑,应验算软弱下卧层地基承载力。

当冰建筑为大面积实体落地建筑时,入冬初期施工现场已有的冰雪覆盖层,导致地基土冻得不厚。为确保安全,冰雪景观建筑在大面积施工前,当冻土厚度超过 400mm 时,只计 400mm 厚作为冻土持力层,而厚度小于 400mm 的按实际厚度取用。冻土地基承载力由现场测试确定。

空旷的冰砌体建筑的静力计算方案,当横墙间距 $S \geq 20\text{m}$ 超出刚性方案(因为临时性建筑不会是重型刚性楼盖、屋盖,所以按有檩轻型楼、屋盖考虑的 S)即非刚性方案时,宜采取有效构造措施,使得体系成为刚性。如设置必要的冰砌横墙拉结或设临时性的壁式框架充当冰砌横墙的拉结作用。

4.4.3 冰砌块砌筑时,环境温度偏高,将影响工期和施工质量。环境温度上升至 $-5^{\circ}\text{C} \sim 0^{\circ}\text{C}$,达到停止使用或拆除条件,为保证冰景观建筑使用过程的安全,以 -5°C 作为设计温度。

4.4.4 本条规定了高度大于 10m,落地短边长度大于 6m 的冰建筑应进行基础设计的基本原则;同时规定了软土、回填土地基不能满足设计要求或对于高度超过 10m 的冰建筑,地基承载力变形不能满足设计要求时,应采取的相应措施,以保证地基安全度,从而保证景观建筑安全。本条列为强制性条文是因为根据目前情况看,冰雪景观建筑向“高”、“大”发展,因此必须强调地基承载力以免出现结构隐患。本条为强制性条文,应严格执行。

4.4.9 本条中局部受压强度提高系数,因施工条件不利,影响

施工质量,不易做到均匀受压状况。故参照砌体规范端部受压的情况简化后取整为 1.20。

4.4.10 轴心受拉构件承载力计算不包括轴向力垂直于冰块间的粘结平面(冰缝)的情况,如现场浇水结冰作为冰块间的粘结层时,设计中避免这种受力形式。

沿竖缝的冰体破坏以及沿齿缝的破坏模式,受拉计算面积取受力构件的全部截面积。

水平受拉(沿水平粘结平面)时包括竖缝截面。

4.4.11 受剪构件承载力计算以通缝破坏形式为主,当计算齿缝破坏情况时抗剪截面面积应为把竖缝计入在内的全截面计算。

4.4.12 由于施工环境条件差,队伍专业熟练程度不够,常造成冰缝结合面注水饱满度不足 80%。砌体通常存在通缝、齿缝或沿冰块和竖缝等几种破坏的可能,而每种情况承载力不尽相同,其中任一种的弯曲抗拉强度值都略高于抗剪强度值。考虑到无法进行弯曲抗拉模式试验的实际情况,根据经验为偏于安全以抗剪强度代用。

实际可能遇到的工程,如二侧外冰墙,中间用碎冰浇水结冰填充的冰砌体,外冰墙的受力接近受弯构件。

4.4.13 冰建筑是短期观展性的,不可能做刚性大的重型楼、屋盖,所以只考虑了轻型有檩体系楼、屋盖作为静力计算的结构水平支承体系,以此划分成刚性、非刚性方案(包括弹性、刚弹性)。

当无盖有四面墙的情况时,若边比接近或大于 2,按悬臂构件考虑;当小于 2 时,横墙间的三边支承墙板,较高时应设计成设有圈梁的带壁柱墙或冰构造柱墙,从而使大面积墙划分成小区格的墙板。

当满足 $\frac{b}{S_0} \geq 30$ 时,墙体的构件高度 H ,取为相邻圈梁间的距离。继而按本规程表 4.4.13-1 确定 H_0 ,当然横墙刚度要达到其最大水平位移值 $u_{\max} \leq \frac{H}{500}$,应比砌体放宽,因为材料有较大

的塑性, 式中 H 为横墙的总高度。如单层时横墙长度 $L \geq H$, 多层时 $L \geq \frac{H}{2}$ 。

表 4.4.13-1 的非刚性方案指刚弹性方案和弹性方案, 因本规程所涉及的工程很难遇到, 所以未细列出。

关于冰圈梁、冰构造柱的结构, 可参照本规程第 4.4.15 条文说明中的相关内容。

4.4.14 双肢空心冰墙, 往往在冰墙中安设灯管时形成单肢墙, 这种墙的厚度一般在 250mm, 较薄。为了增强结构在施工初期至使用后期的整个过程中的刚度和稳定性, 原则上沿双肢空心冰墙每隔不大于 $1/2$ 单肢冰墙允许高厚比的高度处, 相间设置两皮冰块、在两皮冰块间设钢板网进行拉结。

高厚比指以单肢厚度计算, 拉结冰块作为节点的节点间距与墙厚度之比。

冰柱内竖向钢筋插入在钻孔中, 且冰沫(碎屑)注 0°C 水冻实。水平箍筋放置在水平沟槽内冰沫注 0°C 水冻实。

关于冰砌体伸缩缝的设置, 综合考虑到结构安全、观赏效果以及多年来的实践经验, 以 30m 设一道 20mm 伸缩缝为宜。关于冰线膨胀系数 α 值的确定, 经查证最新国内外有关资料, 按 $52.7 \times 10^{-6}/\text{K}$ 取值。

4.4.15 本条文从抗震概念出发, 给出了抗震设防原则。较高的冰景建筑, 虽然每年使用期限不长, 年复一年, 周期性地重复出现, 又因人流密集, 地震发生的随机性和材料自身的脆性特点造成危及人身安全的因素存在, 所以应考虑抗震构造设防, 以提高冰结构的刚度及延性, 若遭遇地震, 冰块不至于瞬时坠落, 造成游人伤亡事故发生。

关于抗震构造措施, 可考虑设置配筋冰构造柱及配筋冰圈梁和适当设置横墙等设防措施, 来提高结构的刚度及延性。增加冗余度以防连锁性破坏。

冰圈梁、冰构造柱是在一面外露(三面冰砌体围合)的水平或

竖向冰槽中放置钢筋骨架，并用冰沫碎屑与 0°C 水拌制的半液体流动状态拌合物来灌实冻结成冰圈梁或冰构造柱，也可采用其他方式如钢筋骨架或钢板网圈梁等抗震构造措施。

4.4.16 梁板外荷载：当梁板下的冰墙高度(h_w)小于过梁的净跨(L_n)时，应计入梁板传来的荷载；当梁板下的墙体高度(h_w)不小于过梁净跨(L_n)时，可不考虑梁板荷载。

冰墙体自重：当过梁上的冰墙体高度(h_w)小于过梁净跨 $L_n/2$ 时，应按冰砌体的均布自重采用；当冰砌体高度(h_w)不小于过梁净跨 $L_n/2$ 时，应按高度为 $1/2$ 墙体的均布自重采用。

4.4.17 挑梁悬挑长度即使小于 0.6m ，也应在最上第二层往下每隔 1 皮~2 皮设置配筋率不少于 0.2% 的钢板网或钢筋，并锚固于主体结构，伸入长度不小于 $30d$ 。

悬挑型钢梁可选用槽钢、角钢、工字钢等。

4.4.19 当冰建筑物高度大于 12m (4 层)时，每隔一定高度(圈梁标高)处，应设置冰楼面刚性楼盖作为冰建筑的刚性横隔，使冰建筑物增加空间刚度及整体稳定性和协同工作，意在为每片墙竖向提供水平支承点，能使墙片处于周边拉结状态。

4.5 雪体结构构件设计

4.5.1、4.5.2、4.5.4~4.5.6 各条说明借鉴冰结构的相关条文说明，理解应用。

计算雪体自重时，应将其质量密度乘以重力加速度 g 换算成重力密度。如 $510\text{kg/m}^3 \times 10\text{N/kg} = 5100\text{N/m}^3 = 5.10\text{kN/m}^3$ 。本条文中的雪，指经加压处理后的雪。

雪体结构构件，当一侧有阳光照射时，被照射面雪融化，成为竖向偏心受压构件，易失去整体稳定，所以除整体稳定验算外，必要时采取防护措施。

4.5.3 雪体结构构件，以 -10°C 的强度值作为构件设计的计算指标，是因为雪比冰材料结构松散，温度稍有上升容易变形；其次现场施工条件很不利，工期紧等影响施工质量的诸多因素，而

使用后期临近拆除时温度相对较高，为保证使用过程中的安全，以 -10°C 为设计温度。

4.5.7 雪体结构构件，墙、柱构件截面尺寸都较大，墙厚800mm、柱1200mm $\times$ 1200mm，通常高度都不大，所以不必考虑 φ 的影响，取其为1。若偏心距较大，为使雪体建筑接近轴向受压状态并满足 $\beta \leq [\beta]$ 的要求，可采取加大截面面积、设壁柱或设骨架等措施。

表 6 雪体承载力影响系数 φ

高厚比 β	相对偏心距 $\frac{e}{h}$			
	0.00	0.10	0.20	0.30
2	1.00	0.820	0.601	0.452
3	1.00	0.786	0.600	0.446
4	1.00	0.757	0.553	0.437
5	1.00	0.729	0.510	0.402
6	1.00	0.700	0.467	0.367

注：承载力影响系数 φ 是偏压极限荷载平均值与轴压极限荷载平均值的比值。

附录 B 是以上表为依据，对相对偏心距 $\frac{e}{h}$ 及高厚比 β 按线性插入编制成的。

4.5.8 局部受压构件承载力计算四种情况中，即中心局压、墙段的中部边缘局压、端部局压、角部局压等，按砌体不论哪种情况，提高系数都不大于1.25，考虑到雪体材质不密实，受局压时有凹陷变形，提高系数取1.20。一般设计中尽可能避免端部或角部局压情况。

4.5.9 轴心受拉构件承载力计算时，轴心抗拉强度指标按抗劈拉强度值计算承载力。

4.5.10 受剪构件承载力计算时，受剪强度指标是按剪压试验方法取得的值。

4.5.11 受弯构件承载力计算时，其弯曲抗拉强度指标采用抗折

强度值，其值是以简支梁集中受荷的试验方法取得的值。

4.5.12 墙、柱允许高厚比按本规程表 4.5.12-2 采用，参见本规程条文说明第 4.4.14 条，只考虑了轻型楼盖作为水平支承体系。因雪体结构材料强度比较低而且不密实，所以对无盖有四面墙体的情况，墙体为三面支承时根据边比确定悬臂结构或三边支承结构。当墙体较高时，应设计成设有圈梁的带壁柱或冰构造柱的小区格墙板。

当满足 $\frac{b}{S_0} \geq 30$ 时，墙体构件高度取 H （圈梁间距）。继而按本规程表 4.4.13-1 确定 H_0 ，当然横墙有足够的刚度。其最大水平位移值 $u_{\max} \leq \frac{H}{500}$ ，应比砌体放宽，是考虑到这种材料塑性大。上式中 H 为横墙总高度，一般单层时横墙长度 $L \geq H$ ，多层时 $L \geq \frac{H}{2}$ 。

表 4.4.13-1 的非刚性方案指刚弹性方案和弹性方案，因本规程所涉及的工程很难遇到，所以未细列出。

雪材料比较松散，受阳光辐射后融化影响稳定性，所以对其允许高厚比 $[\beta]$ 值较冰结构严一些。

关于雪体的冰圈梁、冰构造柱，可参照本规程第 4.4.15 条条文说明中的相关内容。

4.5.13 雪体构造应符合下列规定：

雪体材料结构松散，强度较低，易受日照，风蚀影响，出于安全考虑，所以墙和柱的最小构造尺寸定得较大，墙 800mm、柱 1200mm×1200mm，也因上述的原因，高度大于 10m 的雪墙、独立柱，内部设置竹、木、钢材料组成的结构体系，以保证雪体整体稳定。

4.5.14 关于雪体的抗震设防理念及抗震构造措施可参照本规程第 4.4.15 条条文说明中的相关内容。

4.5.15 过梁的荷载取值按本规程第 4.4.16 条的条文说明采用。

表 4.5.15-1、表 4.5.15-2 的注，只限于洞口是以长方形雪

砌块、楔形雪砌块砌成时按注解执行。

雪体碇同冰碇，每层楔形块的高度指楔形块的大小边间的距离。碇高是每层楔形块的高度之和。雪体材料松散，强度低，受自然条件影响较大，所以碇拱脚，应验算滑移稳定。同时还应注意因融化承载力降低的情况，应采取的相应补强加固措施。

4.5.16 雪体悬臂构件，由于其抗剪能力低，应选用构造措施保证挑梁的安全，如采用型钢作挑梁。

悬挑型钢梁可选用槽钢、角钢、工字钢等。

4.5.17 雪体结构构件断面较大，承载力、稳定性比冰结构好，但高度较大时，如大于 9m（3 层）时，由于易受自然日照风吹的影响，单面融化、风蚀成为偏心受力构件，容易形成不稳定的受力体，所以在每隔一定高度（圈梁标高）处，设冰楼面刚性楼盖作为横隔，使该种建筑为空间稳定整体，同时墙体成为四面有约束的构件。

4.6 冰雪景观照明设计

灯光是冰雪景观建筑夜间展示的灵魂，色彩斑斓、绚烂多姿的灯光与冰雪景观建筑的融合是工程技术和艺术表现的完美结合，灯光是冰雪景观设计中不可或缺的内容，设计者对于灯光、灯具、色彩、供电、电气施工、灯光表现力等相关知识应充分了解和掌握，对新型光源等新技术、新工艺和新设备应进行深入的研究。

4.6.2 设计内容及要求包括下列要求：

冰雪景观建筑灯光整体设计主要包括：景观效果照明、功能性照明、舞台灯光及灯光演示等专业性照明设计。

1 冰雪景观建筑效果照明主要采用两种灯光布设方式：一种是冰内设置的灯光，主要用于大型冰景建筑或雕塑；另一种是针对冰雕和雪雕设置的外投光照明，主要用于人物、动物、植物、浮雕，保证景观具有良好的艺术效果。

2 灯光的颜色和明暗变幻在冰雪景观表现效果上尤其重要。

由于冰体、雪体本身的透光率、折射率、反光率不同，不同颜色灯光波长和穿透力不同，在灯光设计上和色温配置上，建议多采用白、红、黄、绿、蓝、紫等颜色的灯光，颜色配置上宜采用对比色或补色。

3 为突出节能和环保，尽量不用白炽灯类光源。原因是白炽灯发光效率低、产生的热量易融化冰雪。应推广采用 LED 塑管灯及荧光灯。

4 利用各种灯饰和效果灯营造特殊夜景。可充分采用高低位差、明暗对比、色彩变化、点线面结合等多种手法，采用激光、光纤、LED、电脑程控、激光光束三维空间造型表演技术和采用满天星、红灯笼等空间点缀方式，通过各种灯光组合营造完美的灯饰效果。

4.6.3 冰雪景观建筑灯光设计根据总体效果，合理确定光源色温，达到最佳效果。良好的光源显色性还具有一定的节能效果。

灯光设计和照明设计宜采用多种灯光组合，使冰雪景观通过灯光的表现力，展现效果。

眩光是冰雪景观建筑较难避免的问题，特别影响景观拍照效果，在灯具布置上尽量避免眩光。雪雕比较高时，采用大功率的投光灯，灯具布置要合适，注意灯具的选型及光源的隐蔽性。采用大功率 LED 投光灯，可减少眩光的影响。

4.6.4 照度水平参照现行国家标准《建筑照明设计标准》GB 50034 中的分级。

本规程表 4.6.4 照度范围值是依据多年来冰雪景观建筑设计经验并参考行业标准确定。

大型冰雪景区中的娱乐场所，应利用灯光营造快乐气氛，可采用激光结合城市之光、空中玫瑰、大功率电脑探照灯共同组合烘托景区氛围。在冰体地面可采用 LED 塑管灯组成图形，变换灯光组合。

当景区占地面积较大、冰景之间距离较远时，应考虑增设道路或庭园等功能性照明设施，也可结合广告灯箱及地埋 LED 灯

等多种布灯方案，增加景区照明。

4.6.5 选择光源时，应合理确定各种光电参数，选用低温条件下具有良好启动特性的灯具。

冰景内置灯选择的光源及灯具应满足低温条件下的使用要求。

大规模冰雪景观，因场地条件限制，升降设备无法靠近，灯具的质量要严格控制。

园区灯光的整体设计需要组织好各景观之间的亮度分配，避免灯光颜色、亮度反差过大。冰雪景观立面投光（泛光）照明要确定好被照物立面各部位的照度或亮度，使照明层次感强，不宜把整个景物均匀照亮，但也不能在同一照明区内出现明显光斑、暗区和扭曲现象。

4.6.6 目前大型冰景观建筑内大量采用荧光灯，拆除时不作回收处理，随景观一同拆除，灯管粉碎后，其玻璃碎片、汞及有害物质融入冰中，造成环境污染。应提倡采用绿色环保、有利回收、可重复使用的光源，推广LED光源取代荧光灯。

4.6.7 承办重大活动的景区，应相对提高供电负荷等级。

三相负荷应尽量均衡，各相电压偏差不致差别过大。

重要的照明负荷应采用两个专用回路（两个电源）各带一半照明负荷，有利于简化系统，减少自动投切层次。

一般照明负荷主要为单相设备，如采用三相断路器，其中一相发生故障，会三相跳闸，停电影响范围较大。

主要考虑照明负荷使用的不平衡性以及气体放电灯线路的非线性所产生的高次谐波，使中性导体也会流过3的奇次倍谐波电流，此电流可达相电流的数值，因此作出相关规定。

普通断路器（含微型断路器）产品适合在温度高于5℃的条件下使用，寒冷地区选择产品应在温度低于-30℃以下保持正常工作。

从人身安全保护角度设置单相接地故障保护。

针对室外安装的柜、箱，当电气元件发热，会导致落在壳体

上的雪、冰融化进入柜、箱，应采取必要的防护措施。

4.6.8 冰景内置灯光颜色要和谐，布置巧妙、新颖。目前推荐 T5 三基色灯管作冰景内置灯，该灯管细，冰内预留槽小，易施工。建议逐步推广 LED 塑管灯或其他效率高、光源寿命长、灯光穿透力强、无汞、耗电低、易维护的节能环保灯具。

4.6.9 根据设计对雪景立面的亮度要求，通过采用不同颜色的卤化物泛光灯、大功率 LED 泛光灯和灯光变幻等措施，从而突出雪景的层次感，并让静止的雪建筑“动”起来，营造一个美妙的冰雪世界。

5 冰雪景观建筑施工

5.1 一般规定

5.1.1 冰雪景观建筑技术交底包括设计交底和施工图会审两部分。技术交底内容为冰雪景观建筑的地基基础、主体结构、非冰支撑结构、内置或外挂灯具、外部景观造型及施工图未表示的外部景观等设计要求。

5.1.2 本条是指在技术交底的基础上,施工单位应对结构施工方案及施工方法进行选优,编制施工组织设计(方案)并按规定报审。

5.1.3 根据试验结果和 40 余年来的实践经验,冰砌体高度超过 30m,除采取结构措施外,还要进行沉降和变形观测,如发现冰砌体沉降开裂或严重变形,应采取加固、局部封闭等安全措施。本条不仅涉及施工期间安全,同样也涉及投入使用后的安全。本条为强制性条文,应严格执行。

5.1.4 为保证结构安全和使用功能,对重要材料和主要设备进行进场检验很必要,设置本条的目的在于防止因时间紧、任务重而被忽视。

5.3 采冰与制雪

5.3.1 本条主要针对冰量需要较大且具备供冰条件的区域。

根据材料试验和实践经验,当天然冰厚度小于 200mm 时,强度较低,冰面无法承受作业重量,易发生事故;此时冰容易破碎,不易加工成型。

毛冰从水中采出后,冰晶体内含有大量水分,“冰”的形成过程尚未完成,在寒冷状态下,需要搁置一段时间使其“冻透”,以达到设计要求的强度。“毛冰”经切割后形成规整的六个砌筑

面平整的砌筑用冰。

提出砌筑用冰块的几何尺寸规格，目的在于规范冰砌体设计并使之标准化。天然毛冰的几何尺寸是总结多年来施工实践，以方便现场加工，同时减少废冰。

5.3.3 用自来水在容器中直接冻制的冰体，呈半透明乳白色。

5.4 冰建筑基础施工

5.4.3 为了保证冰建筑的结构安全和稳定，冰建筑的外墙体必须用整冰砌筑方法坐落在地基上，尤其是内部填充碎冰的大体量冰建筑和冰平台，其上部外墙冰砌体必须从地基上组砌到顶，不允许将冰墙、柱落在已填充的碎冰层上。本条为强制性条文，应严格执行。

5.5 冰砌体施工

5.5.2 为了保证冰砌体景观整洁，应采用洁净的天然水或自来水灌注冰缝。

5.5.5 施工期间，砌体温度随环境温度的变化而变化，为了控制砌体温度，对已施工的砌体要随时进行温度监测，当砌体温度高于 -5°C 时（冰砌体设计温度值）应停止施工，并采取相应措施，以保证施工安全。本条为强制性条文，应严格执行。

5.5.7 冰砌体墙是冰建筑结构稳定、景观效果、内置灯具等镶嵌的主体。本条对冰墙砌筑作了规定，内部填充碎冰的大体量冰建筑和冰景，外侧冰墙冰砌块组砌厚度不应小于 900mm 或 600mm，且应满足该冰墙高厚比的要求，保证冰建筑和冰景整体刚度、强度和使用周期。外侧冰墙厚度限值 900mm 或 600mm 是考虑了冰墙组砌采用常规 600mm $\times$ 300mm 冰块，按每层一顺一丁的方法上、下错缝，内外搭砌。考虑到冰缝过大注入的粘结水易流淌的实际情况，所以冰缝取不大于 2mm。本条为强制性条文，应严格执行。

5.5.9 本条规定了大体量冰建筑或冰景内填充碎冰的方法，其中碎

冰填充高度不应大于 1.5m，指不得大于操作脚手架一步架的高度。

5.5.11 本条规定灯具孔洞距冰砌体外表面距离不应大于 350mm，且不应少于 150 mm，主要考虑了冰砌体透光度的影响，冰砌体内置灯具摆放，气温升高、太阳直射、风蚀产生的冰融化损失。获得灯具距冰砌体外表面距离最佳位置，灯具摆放密度、照度，应根据冰的透光度和设计效果要求，通过实际试验结果确定。

5.6 冰砌体内钢结构施工

5.6.1~5.6.3 采取措施保证冰砌体内钢筋或钢结构与冰块间紧密的连接，应采用碎冰和水拌合的混合物注入连接处冻实。水平冰缝只有 2mm 宽，因此水平箍筋只能置于凿出的水平冰槽内，从而保证冰砌体内钢筋与冰块之间连接紧密。埋入槽内的水平箍筋不得高出冰面是为满足砌筑施工要求。

5.6.4 建筑施工脚手架与垂直运输设备不允许搭设在冰建筑上或与冰建筑接触，防止冰砌体受外力破坏和保持外表面完整。在施工过程中应采取架体稳定的相应措施，脚手架应采用双排钢脚手交圈闭合式，将冰建筑置于架体中间，实现架体之间拉结。本条为强制性条文，应严格执行。

5.10 雪景观建筑施工

5.10.1 宜采用人造雪是针对受到雪量限制的地区，雪景观建筑人造雪的含水率与雪的密度、强度等级相关联，应在现场经试验后确认。

5.10.2 雪景观建筑外表应体现雪的洁净，本条为此提出了具体要求；雪坯制作，提出通过模板成型，分层夯实是为了确保雪的密度、强度。

5.10.4 对雪景观建筑镶嵌物提出构造上的要求。

5.10.7 本条是为提高景观建筑的观赏效果，减少阳光直射引发的融蚀。

6 配电、照明施工

6.1 电力电缆施工

6.1.2 电力电缆芯数和截面选择应考虑安全、合理。

6.1.3~6.1.5 提出电力电缆进场及运送要求,是为了确保电缆施工质量、保障安全。

6.1.6、6.1.7 电缆敷设应优先保护电缆安全,同时兼顾经济性。

固定供电系统:一年四季电缆干线不动,冬季为冰雪景观供电,夏季兼顾其他用电。

临时供电系统:根据设计要求,冬季展示时临时敷设电缆,用后拆除。

6.2 照明施工

6.2.1 冰景内灯光的安装,为避免拆冰返工应随冰的砌筑同步进行,并带电测试,随时检验用电设备是否能正常启动,是否有闪烁现象等。冰景内置用电设施,不得漏电,避免冰体融化,形成带电导体。

6.2.2 冰景基础下的配线,管、线可同步进行敷设,以防冰块将管和线压坏,可选择耐低温铜芯橡皮线或铜芯氯丁橡皮线。

6.2.3 多个电感镇流器集中放置时,应注意散热。

6.2.4 设计和施工应当采取措施,方便使用后灯管和导线的回收利用。

6.2.5 冰景内采用一体化灯具时,应采用连接附件,便于安装。

6.2.9 冰景内采用白炽灯泡连接灯光控制器实现灯光变幻,白炽灯的功率应小于 25W,宜采用效果更好的紧凑型节能型灯具。

6.2.10 灯泡不得向上安装,防止冰雪融化进入灯具造成短路。

6.2.11 大规模冰景建筑,应留有换灯检修口,检修口大小按需要留置。

6.2.13 轮廓灯安装间距不宜大于 1.5m 为参考值。

6.2.14 投光灯(泛光灯)为气体光源,集中采用时,受功率因数偏低影响,可在较近配电箱内加电容器进行补偿。

6.2.15 大型冰雪景区照明可在配电室或值班室采用集中遥控系统,统一控制关闭和开启。利用景区中道路及庭园灯做值班看守照明,宜采用光控和时钟相结合的控制方式。

6.2.17 电气设备或导管接近裸露导体的接地(PE)牢固可靠,防止漏电造成伤害。接地支线与接地干线相连接时,不得串联连接,避免在维修和更换时,如拆除中间一件,接地或接零的单独个体将全部失去电击保护作用。

电线外护层的颜色不同是为了区别其功能而设定的,方便识别、维护、检修。在任何情况下不得采用 PE 线作负荷线。同一景观内不同功能的电线绝缘层颜色应有区别。景观内照明回路应与配电箱回路标识相一致,并标明负荷名称,方便识别、维护、检修,防止因误操作引发触电事故。

随着冰雪艺术的提高,外投光的灯具种类也相对增多。灯具、架安装在人员来往密集的场所极易被人触碰,因此要有严格的防灼伤和防触电的措施。

6.2.18 每个接线端子上的电线连接不超过 2 根,是为了连接紧密,不因通电后热胀冷缩发生松动。

采用 TN-S 系统,为使 PE 线和 N 线截然分开,在照明配电箱内要分设 PE 排和 N 排。

因照明配电箱额定容量有大小,小容量的回路较少,仅 2 条~3 条回路,可以用数个接线柱(如绝缘的多孔瓷或胶木接头)分别组合成 PE 和 N 接线排。不得两者混合连接。

6.2.19 仪表的指示和信号是否准确,关系到正确判断运行状态以及预期的功能和安全要求,因此特别规定此条。

7 工程质量验收

7.1 一般规定

7.1.1 根据现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300,对冰雪景观建筑工程质量验收的划分为:单位(子单位)工程、分部(子分部)工程、分项工程和检验批。

单位(子单位)工程在冰雪景区,可根据各不同功能分区的独立施工条件和独立观赏功能划分,其中具有独立观赏功能或独立景点单体工程可作为其子单位工程。在施工前由建设、监理、施工单位协商确定,并据此收集整理资料和验收。

分部(子分部)工程应按专业性质、建筑部位确定。当分部工程量较大且较为复杂,可将其中相同部分的工程或能形成独立专业体系的工程划分成若干子分部工程。冰雪景观建筑分部工程可划分为地基与基础、主体结构和配电照明等分部工程;在主体结构分部工程中可分为非冰(雪)结构、冰雪砌体结构、钢(木)结构等子分部工程。在配电照明分部工程中可分为灯具及安装、配电箱(盘)、用电保护、电缆及施工、照明质量、照度水平及效果,运行调试等分项工程。

分项工程可由一个或若干检验批组成。检验批可根据施工质量控制及验收需要按施工段、变形缝等进行划分。冰砌体工程、雪体工程和冰砌体、雪体内钢(木)结构工程可按3m作为一个检验批进行划分。

冰雪活动类设计、无障碍设计、安全设施设计、景区服务管理设计、配套设施设计(商服、供水、排水、供电、供热、环卫设施、标识)等,应按相关专业要求的验收标准进行,其中安全设施的施工质量验收应严格执行设计文件和相关标准要求。

凡属地基与基础工程,冰砌体、雪体内钢(木)结构工程,

冰砌体内置器材、电缆施工等隐蔽性工程，在隐蔽前应通知设计、监理和建设单位参加验收，并形成隐蔽验收文件。

冰雪景观建筑工程检验批（分项工程）质量验收是工程质量的关键环节，是保证工程质量的重要手段。验收前，施工单位应先填写“检验批和分项工程的质量验收记录”，并由项目专业质量检验员和项目专业技术负责人分别在检验批和分项工程质量检验记录中相关栏目上签字，然后由监理工程师组织，严格按照规定程序进行验收。

冰雪景观建筑分部工程验收实行总监理工程师（建设单位技术负责人）负责制，应组织施工单位项目负责人和技术、质量负责人等进行验收，由于地基与基础、主体结构技术性能、用电保护、照明运行调试关系到整个工程的安全，因此要求设计单位工程项目负责人参加相关分部工程质量验收，并对验收结果负责。

冰雪景观建筑，单位（子单位）工程完工后，施工单位首先要依据质量标准设计图纸等组织有关人员进行自检，并对检查结果进行评定，符合要求后向建设单位提交工程验收报告和完整的相关质量资料，由建设单位组织验收。

单位工程质量验收应由建设单位或项目负责人组织设计、施工单位负责人或项目负责人及施工单位的技术、质量负责人、监理单位的总监理工程师、经营管理单位技术负责人进行单位（子单位）工程验收。规定经营管理单位参加，是为了便于冰雪景观建筑使用前有关缺陷的修复及使用过程中维护管理。

冰雪景观建筑单位工程质量验收也称质量竣工验收，是建筑工程投入使用前的最后一次验收，也是最重要的一次验收。验收合格的条件有五个：除构成单位工程的各分部工程应该合格，并且有关的资料文件应完整以外，还须进行以下三个方面的检查：

涉及安全和使用功能的分部工程应进行检验资料的复查。不仅要全面检查其完整性（不得有漏检缺项），而且对分部工程验收时补充进行的见证抽样检验报告也要复核。这种强化验收的手段体现了对安全和主要使用功能的重视。

此外，对主要使用功能还须进行抽查。使用功能的检查是对冰雪景观建筑工程和设备、灯具安装工程最终质量的综合检验。因此，在分项、分部工程验收合格的基础上，竣工验收时再作全面检查。抽查项目是在检查资料文件的基础上由参加验收的各方人员商定，并用计量、计数的抽样方法确定检查部位。检查按本规程的要求进行。

最后，还须由参加验收的各方人员共同进行观感质量检查，这类检查往往难以定量，只能以观察、触摸或简单量测的方式进行，并由各个人的主观印象判断，检查结果并不给出“合格”或“不合格”的结论，而是综合给出质量评价。对于“差”的检查点应通过返修处理等补救。

通常工程的不合格现象一般都在检验批验收中发现并予以解决，体现边施工、边检验、边整改的原则。由于冰雪景观建筑施工时间极短的现实情况，所有质量隐患尽早在检验批的施工过程中消除。

当出现工程质量缺陷时应按下列要求进行处理：

1 在检验批验收时，当结构项目不能满足要求或一般尺寸偏差不符合规定时，应及时进行处理。其中，严重的应推倒重来；一般缺陷通过整修或更换设备予以解决。允许施工单位在采取相应措施后重新对检验批验收，但只有在验收认定合格后的检验批才能进行下一个检验批的施工，不允许因施工期短而忽视质量安全。

2 对经检验达不到设计要求的检验批，但经原设计单位核算后认定，能满足结构安全和使用功能的，可予以验收。

3 存在严重缺陷，按照一定的技术方案进行处理后，能够满足安全使用的，造成改变结构外形尺寸，但不影响安全和主要使用功能，可以按技术方案和协商文件进行验收。

7.1.2 对于通过返修或加固处理仍不能满足安全使用要求的分部工程、单位工程，应坚决予以拆除，绝不可让“带病”的工程投入使用。

7.2 冰砌体工程质量验收

本节对冰砌体工程质量验收提出按主控项目和一般项目组织实施，对验收要求、检验方法作了明确规定。

7.3 雪体工程质量验收

本节对雪体工程质量验收提出按主控项目和一般项目组织实施，对验收要求、检验方法作了明确规定。

7.4 配电照明工程质量验收

配电及照明工程为冰雪景观建筑中一个极为重要的分部工程。从一定意义上讲，景观除了靠建筑外，其效果主要靠“灯”，因此本节专门列出验收中相关内容和要求，目的在于确保其效能的发挥。

7.4.1 主要设备、材料、成品、半成品进场检验工作是工程质量的关键点，其工作过程、检验结论应有记录，并经各相关单位确认。采用新的电气设备、器具和材料进入现场前应按规定要求组织检查、检验，以保证投入使用后相关工作顺利展开。

7.4.2 为避免用电设备发生电气故障，形成电气设备可接近裸露导体带电体，造成触电事故，加装漏电保护装置能迅速切断电源，防止事故发生。漏电保护装置要作模拟动作试验，以保证其灵敏度和可靠性。

7.4.3 规定进行满负荷通电试验时间，是检验景区用电峰值期能否正常运行的有效方法。

7.4.4 所有照明灯具应逐一验收，保证灯具的完好率。

7.4.5 检验各种电气设备的稳定性。

7.4.6 各种用电设备对电压偏差都有一定要求。涉及用电设备端电压的电压偏差超过允许值，将导致用电设备的寿命降低或光通量降低。

7.4.7 提出了配电照明工程质量验收记录的内容、标准。

8 维 护 管 理

8.1 监 测

8.1.1 冰雪景观建筑砌体温度和强度有直接关系，随着温度的变化，砌体强度会随之变化，为此提出对冰砌体、雪体进行测温并规定了测温的具体要求。

8.1.2 除了对冰雪砌体测温，还应同步进行运行过程的结构变形监测，因为冰雪景观建筑强度除了和设计温度相关外，还与地基、施工、风化、风蚀等因素密切相关。运行过程中冰雪景观结构产生变形，反映了相关因素（包括温度）综合作用的结果，对安全运行十分重要。

8.1.3 本条提出了当监测结果出现 6 种情况应采取的相应措施。

8.2 维 护

8.2.1 在黑龙江省地区，运行初期为 12 月末～1 月上旬，运行后期为 2 月末～3 月上旬，但是主要取决于温度变化和景观建筑融化程度，其他地区可作参考。

8.3 拆 除

8.3.1～8.3.4 通过对冰雪景观建筑实地测温，监测变形，总结多年来实践经验，本条规定了冰雪景观建筑停止运行及拆除的具体要求。

冰、雪建筑砌体温度，除考虑瞬间温度外，还应考虑砌体的日平均温度值，依据砌体日平均温度采取相应的措施。

冰雪景观的拆除，除应综合考虑景观因温度变化对结构产生的影响、景观变形对观赏价值的影响外，尚应考虑日照、风力侵蚀对景观造成的损害。



1 5 1 1 2 2 1 0 7 1

统一书号：15112 · 21071
定 价： 18.00 元