

重庆市工程建设标准

建筑采光屋面技术标准

Technical Standard for Building Lighting Roof

DBJ50/T-305-2018

主编单位:中机中联工程有限公司

重庆建工第八建设有限责任公司

批准部门:重庆市住房和城乡建设委员会

施行日期:2019年2月1日

2018 重 庆

重庆工程建设

重庆市住房和城乡建设委员会文件

渝建发〔2018〕45 号

重庆市住房和城乡建设委员会 关于发布《建筑采光屋面技术标准》的通知

各区县(自治县)城乡建委,两江新区、经开区、高新区、万盛经开区、双桥经开区建设局,有关单位:

现批准《建筑采光屋面技术标准》为我市工程建设推荐性标准,编号为 DBJ50/T-305-2018,自 2019 年 2 月 1 日起施行。

本标准由重庆市住房和城乡建设委员会负责管理,中机中联工程有限公司负责具体技术内容解释。

重庆市住房和城乡建设委员会

2018 年 10 月 26 日

重庆工程建设

前 言

本标准是根据重庆市城乡建设委员会《关于下达 2014 年绿色建筑与建筑节能标准编制计划的通知》渝建〔2014〕109 号的要求,结合重庆市的地方特点,经过调查研究,认真总结实践经验,参考国内外相关的标准,经广泛征求意见的基础上编制而成。

本标准的主要内容有:1. 总则;2. 术语和符号;3. 材料;4. 设计;5. 施工;6. 工程验收;7. 维护。

本标准由重庆市城乡建设委员会负责管理,由中机中联工程有限公司负责具体技术内容解释。在本标准的实施、应用过程中,如有意见或建议,请寄送中机中联工程有限公司(地址:重庆市九龙坡区石桥铺渝州路 17 号,邮编:400039,电话:023-61539515),以供修编时参考。

本标准主编单位、参编单位、主要起草人、审查专家

主 编 单 位:中机中联工程有限公司

重庆建工第八建设有限责任公司

参 编 单 位:重庆大学

重庆华兴咨询工程有限公司

重庆建工住宅建设有限公司

中国建筑第七工程局有限公司

主要起草人:王永超 江 鸿 郭 可 廖袖锋 何开远

黄 普 张智强 邹时畅 王 晋 雷坤明

何 丹 赵本坤 刘 彬 程予川 古 征

彭薇娜 童 愚 傅剑锋 杨文杰 吴 萍

张 意 杨云铠 文灵红 杨 东 杨芳乙

熊联波 李万林 岳希峰 王承林 王 聪

孙 蛟 杨 鑫 周 川

审 查 专 家:周爱农 丁小猷 周 莲 谷 军 肖佑坤

周 强 刘宏斌

目 次

1	总则	1
2	术语和符号	2
2.1	术语	2
2.2	符号	3
3	材料	5
3.1	一般规定	5
3.2	透光板采光顶	5
3.3	导光管采光顶	7
3.4	辅助材料	9
4	设计	11
4.1	一般规定	11
4.2	性能要求	11
4.3	建筑设计	16
4.4	结构设计	19
4.5	电气设计	20
4.6	排水设计	21
4.7	通风设计	22
5	施工	23
5.1	一般规定	23
5.2	透光板采光顶	23
5.3	导光管采光顶	24
6	工程验收	25
6.1	一般规定	25
6.2	透光板采光顶	27
6.3	导光管采光顶	36

7 维护	38
7.1 一般规定	38
7.2 透光板采光顶	38
7.3 导光管采光顶	40
附录 A 采光材料性能参数	41
附录 B 结露计算方法	48
附录 C 不舒适眩光指数计算	50
附录 D 采光计算方法	52
附录 E 采光计算参数	54
附录 F 采光屋面光反射影响分析	59
本标准用词说明	63
引用标准名录	64
条文说明	69

Contents

1	General Provisions	1
2	Terms and Symbols	2
2.1	Terms	2
2.2	Symbols	3
3	Materials	5
3.1	General Requirements	5
3.2	Lighting Board skylight	5
3.3	Tubular Daylighting skylight	7
3.4	Auxiliary Materials	9
4	Design	11
4.1	General Requirements	11
4.2	Performance Requirements	11
4.3	Architectural Design	16
4.4	Structural Design	19
4.5	Electrical Design	20
4.6	Drainage Design	21
4.7	Ventilation Design	22
5	Construction	23
5.1	General Requirements	23
5.2	Lighting Board skylight	23
5.3	Tubular Daylighting skylight	24
6	Acceptance of Engineering	25
6.1	General Requirements	25
6.2	Lighting Board skylight	27
6.3	Tubular Daylighting skylight	36

7 Maintenance	38
7.1 General Requirements	38
7.2 Lighting Board skylight	38
7.3 Tubular Daylighting skylight	40
Appendix A Performance Parameters of Lighting Materials	41
Appendix B Dewing Calculation Method	48
Appendix C Discomfort Glare Index Calculation	50
Appendix D Daylighting Calculation Method	52
Appendix E Daylighting Calculation Parameter	54
Appendix F Analysis on the Influence of Light Reflection	59
Explanation of Wording in This Standard	63
List of Quoted Standards	64
Explanation of Provisions	69

1 总 则

1.0.1 为规范采光屋面工程的设计、施工和验收,特制定本标准。

1.0.2 本标准适用于新建、改建和扩建民用建筑的采光屋面工程的选用、设计、施工、工程验收以及维护。

1.0.3 采光屋面工程除应符合本标准外,尚应符合国家及重庆市现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术 语

2.1.1 采光屋面 lighting roof

建筑物的屋面材料部分或全部被透光材料或导光材料所取代,从而具备一定的自然采光能力。

2.1.2 透光板采光顶 lighting board system

由透光板材(如玻璃、热致变色玻璃、光伏玻璃、聚碳酸酯(PC)、聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA)、玻璃纤维增强树脂中空采光板(GRP)等)为原材料制成的面材或部品与支承体系组成的具有采光功能的屋面。

2.1.3 导光管采光顶 tubular daylighting skylight

一种将室外天然光采集,并经管道传输,用于室内天然光照明的采光顶,通常由集光器、导光管和漫射器组成。

2.1.4 照度 illuminance

表面上一点的照度是入射在包含该点面元上的光通量除以该面元面积之商。

2.1.5 采光系数标准值 standard value of daylight factor

在规定的室外天然光设计照度下,满足视觉功能要求时的采光系数值。

2.1.6 不舒适眩光 discomfort glare

在视野中由于光亮度的分布不适宜,或在空间或时间上存在着极端的亮度对比,以致引起不舒适的视觉条件。

2.1.7 围护结构传热系数 thermal transmittance of building envelope

在稳定传热条件下,围护结构两侧空气温差为 1K 时,在单位

时间内通过单位面积的传热量,单位为 $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ 。

2.1.8 太阳得热系数 solar heat gain coefficient(SHGC)

通过透光围护结构(门窗或透光幕墙)的太阳辐射室内得热量与投射到透光围护结构(门窗或透光幕墙)外表面上的太阳辐射量的比值。太阳辐射室内得热量包括太阳辐射通过辐射投射的得热量和太阳辐射被构件吸收再传入室内的热量两部分。

2.2 符 号

2.2.1 照度

- E_w 室外照度,单位为勒克斯(lx);
 E_o 室内照度,单位为勒克斯(lx);
 E_{av} 室内平均照度,单位为勒克斯(lx);
 E_s 室外天然光设计照度,单位为勒克斯(lx);
 E_l 室外天然光临界照度,单位为勒克斯(lx);
 C 采光系数,用(%)表示;
 K 光气候系数;
 DGI 不舒适眩光指数。

2.2.2 几何参数

- A_t 导光管的有效采光面积,单位为 m^2 ;
 d 导光管的管径,单位为 m ;
 A_x 室内表面总面积,单位为 m^2 ;
 d_c 导光管的布置间距,单位为 m ;
 h_x 参考平面至导光管漫射器的高度,单位为 m ;
 l 房间的长度,单位为 m ;
 s 房间的地面面积,单位为 m^2 ;
 s_{eff} 导光管采光系统的有效服务面积,单位为 m^2 ;
 h_0 太阳高度角,单位为 $^\circ$;
 α 太阳方位角,单位为 $^\circ$;

θ 反射光入射角,单位为 $^{\circ}$ 。

2.2.3 系数

η_d 导光管采光系统的效率;

CU 采光利用系数;

T_t 透光折减系数;

g 太阳能总透射比;

τ_1 集光器的透射比;

r 光热比;

τ_2 漫射器的透射比;

τ_w 污染折减系数;

τ_j 室内构件的挡光折减系数;

ρ 导光管内壁反射材料的反射比;

ρ_i 室内各表面反射比的加权平均值;

SHGC 太阳得热系数。

3 材 料

3.1 一般规定

3.1.1 建筑采光屋面工程所用材料应有产品合格证书和性能检测报告,材料的品种、规格、性能应符合国家现行标准和设计要求的有关规定。

3.1.2 建筑采光屋面工程所用的材料应符合防火性能要求。

3.1.3 建筑采光屋面工程应符合建筑节能和绿色建筑的相关要求,并与主体建筑同步实施。

3.1.4 建筑采光屋面工程涉及的系统与材料宜通过绿色建材或绿色产品认证。

3.2 透光板采光顶

3.2.1 玻璃透光板采光顶所用材料的承载性能、开启和固定部分气密性能、水密性能、保温性能、太阳得热系数、空气声隔声性能、采光性能应符合《建筑玻璃采光顶》JG/T 231、《建筑玻璃应用技术规程》JGJ113 的规定及相应标准的要求。

3.2.2 采光屋面玻璃必须使用夹层玻璃或夹层中空玻璃,其胶片厚度不应小于 0.76mm,且夹胶层应位于下侧。

3.2.3 采光屋面用中空玻璃气体层厚度应依据节能要求计算确定,且不应小于 12mm,其余性能指标应符合《中空玻璃》GB/T 11944 的有关规定。

3.2.4 采光屋面用夹层玻璃应符合下列要求:

1 夹层玻璃应符合现行国家标准《建筑用安全玻璃 第 3 部分:夹层玻璃》GB 15763.3 中规定的 II-1 和 II-2 产品要求。

2 钢化夹层玻璃应采用均质钢化玻璃。上人屋面玻璃应按地板玻璃进行设计。地板玻璃必须采用夹层玻璃,点支承地板玻璃必须采用钢化夹层玻璃。所有采光顶玻璃应进行磨边倒角处理。

3.2.5 采光屋面用热致调光中空玻璃应符合相关的规范要求,其传热系数、可见光透射比及太阳得热系数等热物理性能指标应符合本标准附录 A.0.1 的要求。

3.2.6 采光屋面用光伏玻璃性能应符合《建筑玻璃采光顶》JG/T 231 的相关规定。光伏玻璃性能选用的面板玻璃应选用超白玻璃,超白玻璃的透光率不宜小于 90%。

3.2.7 采光屋面用光伏玻璃应符合下列要求:

1 光伏夹层玻璃应符合现行国家标准《建筑用太阳能光伏夹层玻璃》GB 29551 的规定。

2 光伏中空玻璃应符合现行国家标准《光伏用玻璃光学性能测试方法》GB/T 30983 的规定。

3 其技术要求、试验方法及判定规则应满足附录 A.0.2 的要求。

3.2.8 对有采光功能要求的采光屋面,其玻璃的透光折减系数不应低于 0.45。对辨色有要求的采光屋面,其颜色透射指数不宜低于 80。

3.2.9 采光屋面用聚碳酸酯板应符合下列要求:

1 聚碳酸酯中空板应符合现行行业标准《聚碳酸酯(PC)中空板》JG/T 116 的规定。

2 聚碳酸酯实心板应符合现行行业标准《聚碳酸酯(PC)实心板》JG/T 347 的规定。

3 玻璃纤维增强树脂符合现行行业标准《高强度中空采光门窗》11CJ24 的规定。

4 其物理和力学性能、承载性能等参数应符合本标准附录 A.0.3 的要求。

3.2.10 采光屋面用聚碳酸酯板宜采用直立式 U 形板、梯形飞翼板,可采用聚碳酸酯平板,聚碳酸酯板黄色指数变化不应大于 1。

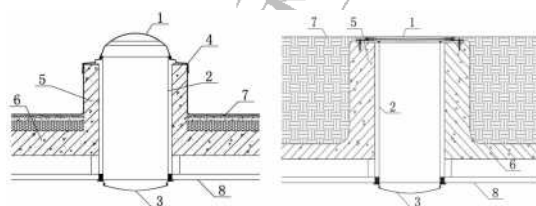
3.2.11 聚碳酸酯板燃烧性能等级不应低于现行国家标准《建筑材料及制品燃烧性能分级》GB8624 中规定的 B-s2,d1,t1 级。

3.2.12 玻璃纤维增强树脂中空采光板(GRP)的抗风压性能、气密性能、水密性能、保温性能、空气声隔声性能及采光性能应符合现行行业标准《聚碳酸酯(PC)中空板》JG/T 116 的要求。

3.2.13 采光屋面用透光材料的光热参数可按本标准的附录 A.0.4 规定取值。

3.3 导光管采光顶

3.3.1 导光管采光顶的基本构造应包括集光器、导光管和漫射器等部件。



(a)半球形集光器 (b)平板形集光器

图 3.1.1 导光管采光系统构造示意图

- 1 集光器;2 导光管;3 漫射器;4 防雨装置;
5 安装基座;6 结构层;7 屋(地)面完成层;8 天花板

3.3.2 导光管采光顶的传热系数、太阳得热系数、颜色透射指数、防尘等级、抗结露因子性能指标应符合表 3.3.2 的要求。

表 3.3.2 导光管采光顶相关性能指标

项目	技术指标	测试方法
传热系数	不高于 $2.2\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	《建筑外门窗保温性能分级及检测方法》GB/T 8484
太阳得热系数	不高于 0.35	/
颜色透射指数	不低于 90	《建筑外窗采光性能分级及检测方法》GB/T 11976
防尘等级	不低于 IP6X	《灯具 第 1 部分：一般要求与试验》GB 7000.1
抗结露因子	不应低于 5 级	《建筑外门窗保温性能分级及检测方法》GB/T 8484

备注：除符合本标准指标要求外，还应满足设计要求。

3.3.3 集光器所用材料的性能应符合表 3.3.3 中的相关规定。

表 3.3.3 集光器材料性能要求

项目	技术指标	
可见光透射比	聚碳酸酯(PC)	≥ 0.85
	聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA)	≥ 0.90
	玻璃	≥ 0.70
紫外线透射比	聚碳酸酯(PC)或聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA)	≤ 0.01
厚度(mm)	聚碳酸酯(PC)	≥ 3
	聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA)	≥ 3
	玻璃	单片玻璃厚度 ≥ 4

3.3.4 集光器的气密性能不应低于现行国家标准《建筑外门窗气密、水密、抗风压性能分级及检测方法》GB/T 7106 中规定的 8 级；水密性能不应低于现行国家标准《建筑外门窗气密、水密、抗风压性能分级及检测方法》GB/T 7106 中规定的 6 级且不应渗漏；抗风压性能不应低于现行国家标准《建筑外门窗气密、水密、抗风压性能分级及检测方法》GB/T 7106 中规定的 5 级。

3.3.5 集光器的抗冲击性能应符合现行国家标准《建筑安全玻璃 第 2 部分：钢化玻璃》GB 15763.2 的有关规定。特殊应用场所应满足相应的安全要求。

3.3.6 导光管内表面壁材料的反射比不应低于 0.95，常见材料的性能参数可按本标准附录 A.0.5 的规定取值。

3.3.7 导光管采光顶性能参数应符合《导光管采光系统技术规程》JGJ/T 374 的规定,并按下列要求进行取值:

1 导光管采光顶的光热性能参数可按本标准附录 A.0.5-1 的规定取值。

2 导光管内壁反射膜材的反射比可按本标准附录 A.0.5-2 的规定取值。

3 漫射器常见材料的性能参数可按本标准附录 A.0.5-3 的规定取值。

3.4 辅助材料

3.4.1 铝合金材料的牌号、状态应符合现行国家标准《变形铝及铝合金化学成分》GB/T 3190 的有关规定,铝合金型材应符合现行国家标准《铝合金建筑型材》GB 5237 的规定,型材尺寸允许偏差应满足高精级或超高精级的要求。

3.4.2 铝合金型材采用阳极氧化、电泳涂漆、粉末喷涂、氟碳喷涂进行表面处理时,应符合现行国家标准《铝合金建筑型材》GB 5237 的规定。

3.4.3 碳素结构钢和低合金高强度结构钢的种类、牌号和质量等级应符合现行国家标准《碳素结构钢》GB/T 700、《低合金高强度结构钢》GB/T 1591 等的规定。

3.4.4 碳素结构钢和低合金高强度结构钢应采取有效的防腐处理。采用热浸镀锌防腐处理时,锌膜厚度应符合现行国家标准《金属覆盖层钢铁制件热浸镀锌层技术要求及试验方法》GB/T 13912 的规定。

3.4.5 采光屋面用不锈钢应采用奥氏体型不锈钢,其化学成分应符合现行国家标准《不锈钢和耐热钢牌号及化学成分》GB/T 20878 等的规定。

3.4.6 与采光屋面配套使用的附件及紧固件应符合设计要求,

并应符合现行国家标准《建筑用不锈钢绞线》JG/T 200、《建筑幕墙用钢索压管接头》JG/T 201、《铝合金窗锁》QB/T 3890 和《紧固件机械性能不锈钢螺栓、螺钉和螺柱》GB/T 3098.6 等的规定。

3.4.7 采光屋面工程的接缝用密封胶应采用中性硅酮密封胶，其物理力学性能应符合现行行业标准《幕墙玻璃接缝用密封胶》JC/T 882 中密封胶 20 级或 25 级的要求，并符合现行国家标准《建筑密封胶分级和要求》GB/T 22083 的规定。

3.4.8 密封胶条应符合现行行业标准《建筑门窗用密封胶条》JG/T 187、《建筑橡胶密封垫 预成型实心硫化的结构密封垫用材料规范》HG/T 3099 和现行国家标准《工业用橡胶板》GB/T 5574 的规定。

3.4.9 采光屋面应采用中性硅酮结构密封胶，性能应符合现行国家标准《建筑用硅酮结构密封胶》GB 16776 的规定，生产商应提供结构密封胶的位移承受能力数据和质量保证书。

3.4.10 防水卷材应符合现行国家标准《屋面工程技术规范》GB 50345 的规定。

3.4.11 采光屋顶所用遮阳系统应符合相应的标准要求。

4 设计

4.1 一般规定

4.1.1 采光屋面应根据建筑物的使用功能、外观设计、使用要求、安装条件、使用年限等要求,经过综合技术经济分析,合理选择其形式、材料、造型、结构形式及附件,并能方便施工、维护。

4.1.2 采光屋面应与建筑物整体及周围环境相协调,布置宜与整体结构相协调。

4.1.3 采光屋面工程设计应满足建筑使用功能的要求。采光屋面的面板和直接连接面板的支承结构的结构设计使用年限不应低于 25 年;间接支承屋面的主要支承结构的设计使用年限宜与主体结构的设计使用年限相同。

4.1.4 采光屋面工程应选用通过绿色认证的系统与材料,优先采用模块化或工厂生产的预制部品或构件。

4.1.5 宜采用建筑信息模型(BIM)技术,提升设计效率与质量。

4.2 性能要求

4.2.1 有热工性能要求时,建筑采光屋面的传热系数及太阳得热系数应符合表 4.2.1 的规定。其传热系数、太阳得热系数和可见光透射比可按现行行业标准《建筑门窗玻璃幕墙热工计算规程》JGJ/T 151 的规定进行计算。

表 4.2.1 屋顶透明部分传热系数及太阳得热系数限值

建筑类型	传热系数 $[W/(m^2 \cdot K)]$	太阳得热系数 SHGC
公共建筑	≤ 2.6	≤ 0.30
居住建筑	≤ 3.2	≤ 0.35

4.2.2 公共建筑屋顶透明部分的面积不应大于建筑屋顶总面积的 20%，居住建筑屋顶透明部分的面积不应大于房间地板轴线面积的 10%。

4.2.3 对有遮阳要求的采光顶应采取适宜的遮阳措施，并优先选择自遮阳或可调节遮阳系统。

4.2.4 采光屋面的热桥部位应采取保温措施，热桥部位不应出现结露现象。建筑采光屋面宜进行玻璃结露点计算，计算方法可按本标准附录 B 计算执行。

4.2.5 透光板采光屋面宜设置可启闭的排风窗合理进行气流组织。

4.2.6 有供暖、空气调节和通风要求的建筑物，其采光屋面的气密性、水密性、抗风压性能分级应符合表 4.2.6 的要求，并应符合国家标准《建筑幕墙》GB/T 21086、《建筑外门窗气密、水密、抗风压性能分级及检测方法》GB/T 7106 的规定。

表 4.2.6 采光屋面气密性、水密性、抗风压性能要求

性能类型	应用类型	性能要求	分级标准
气密性	透光板采光顶	不应低于 3 级	《建筑幕墙》GB/T 21086
	导光管采光顶	不应低于 3 级	《建筑外门窗气密、水密、抗风压性能分级及检测方法》GB/T 7106
水密性	透光板采光顶	根据设计计算确定等级	《建筑幕墙》GB/T 21086
	导光管采光顶	不应低于 6 级	《建筑外门窗气密、水密、抗风压性能分级及检测方法》GB/T 7106
抗风压	透光板采光顶	根据设计计算确定等级	《建筑幕墙》GB/T 21086
	导光管采光顶	不应低于 5 级	《建筑外门窗气密、水密、抗风压性能分级及检测方法》GB/T 7106

4.2.7 采光屋面设计应满足现行国家标准《建筑采光设计标准》GB 50033 的有关要求，并与人工照明设计相结合。功能房间的采光质量应满足下列要求：

1 建筑主要功能房间的采光系数平均值应满足现行国家标准《建筑采光设计标准》GB 50033 的规定；

2 主要大进深功能房间设计采光屋面改善自然采光时,满足自然采光系数要求的面积比例宜大于 75%;

3 地下空间利用采光屋面改善自然采光时,自然采光系数 $\geq 0.5\%$ 的面积宜大于首层地下室面积的 20%;

4 有采光均匀度要求的场所,采光屋面的室内透光部分宜均匀布置,相邻两透光部分中心距离不宜大于参考平面至透光部分下沿高度的 1.5 倍,采光均匀度不宜小于 0.7。

5 有均匀度要求的场所,导光采光顶的漫射器宜均匀布置,水平间距宜为参考平面至导光管漫射器高度的 1.0~1.5 倍。

6 采光屋面室内侧表面及周边饰面宜采用浅色,并采取必要的室内外遮阳设施,减小不舒适眩光。不舒适眩光指数 DGI 不宜高于表 4.2.7 规定的数值,DGI 按附录 C 的规定计算。

表 4.2.7 不舒适眩光指数 DGI

采光等级	眩光指数值 DGI
I	20
II	23
III	25
IV	27
V	28

4.2.8 采光屋面应进行采光计算,并进行必要的修正。采光计算可按附录 D 进行。

1 当采光屋面下方有室内构件或者井壁影响采光效果时,采光计算参考面的采光系数或照度应乘以相应的挡光折减系数进行修正,挡光折减系数按本标准附录 E 取值。

2 当导光管采光系统的水平安装倾角超过 15° 时,应进行修正。

表 4.2.8 倾斜安装的修正系数

倾斜角度(°)	修正系数
0	1
15	0.98
30	0.91
45	0.79
60	0.65
75	0.54
90	0.50

4.2.9 在建筑方案设计时,对建筑室内顶部天窗采光,窗地面积比可按表 4.2.9 进行估算。导光管采光顶的自然采光服务面积估算可按附录 D.0.2.3 进行。

表 4.2.9 重庆地区顶部采光等级与窗地面积比

采光等级	顶部采光窗地面积比		
	平天窗	锯齿形天窗	矩形天窗
I	1/5	1/3	1/2
II	1/6	1/4	1/3
III	1/8	1/5	1/4
IV	1/10	1/7	1/5
V	1/19	1/12	1/9

注:1 窗地面积比计算条件:窗的总透射比 τ 取0.6;室内各表面材料反射比的加权平均值:I~III级取 ρ_i 0.5;IV级取 ρ_i 0.4;V级取 ρ_i 0.3。

2 当房间内同时有侧面采光时,可按侧窗面积的0.5倍换算成平天窗面积、或按侧窗面积的0.75倍换算成锯齿形天窗面积、或将侧窗面积直接计入矩形天窗的面积进行估算采光。天窗与侧窗的水平布置距离宜大于侧窗的采光有效进深。

4.2.10 除导光管采光顶外,采光屋面玻璃的可见光反射比不应大于0.16,且反射光不应应对周边建筑的正常使用造成严重影响。反射光的影响程度按表 4.2.10 判断,反射光相关参数可按附录 F 计算。

表 4.2.10 反射光的影响程度判断

反射光入射角	亮度 $B(\text{cd}/\text{m}^2)$	影响程度
$\theta < 15^\circ$	$B \geq 2000$	严重影响
$15^\circ \leq \theta \leq 30^\circ$	$2000 \leq B \leq 4000$	轻微影响
	$4000 \leq B < 6000$	有影响
	$B \geq 6000$	严重影响
$\theta > 30^\circ$		可接受

4.2.11 导光管采光顶设计时宜根据气候状况合理确定集光器的形式,并应尽量少使用弯管。当使用弯管时,其弯曲角度不宜小于 90° 。在满足光环境要求的前提下,宜优先选择管径大的导光管采光顶。

4.2.12 对采光形式复杂的建筑,应利用计算机软件或缩尺模型进行采光计算分析。对大型采光屋面工程方案设计阶段,宜进行采光模拟分析计算和采光的节能量核算,可节省的照明用电量宜按下列公式计算:

$$U_e = W_e / A \quad (4.2.12-1)$$

$$W_e = \Sigma (P_o \times t_D \times F_D + P_o \times t'_D \times F'_D) / 1000 \quad (4.2.12-2)$$

式中: U_e 单位面积上可节省的年照明用电量 [$\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$];

W_e 可节省的年照明用电量 [$\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$];

A 照明的总面积 (m^2);

P_o 房间或区域的照明安装总功率 (W);

t_D 全部利用天然采光的时数 (h);

F_D 全部利用天然采光时的采光依附系数,取 1.0;

t'_D 部分利用天然采光的时数 (h);

F'_D 部分利用天然采光时的采光依附系数,在临界照度与设计照度之间的时段数时取 0.5;

4.2.13 采光屋面的隔声性能应符合现行国家标准《民用建筑隔声设计规范》GB 50118 的规定,并应满足建筑的隔声设计要求。

对声环境要求高的屋面宜采取降噪构造措施,应进行雨噪声测试,测试结果应符合设计要求。

4.2.14 透光板采光顶的平面内变形和抗震性能应符合《建筑幕墙》GB/T 21086 和《建筑抗震设计规范》GB 50011 的规定。

4.2.15 透光板采光顶的耐撞击性能、承重性能应符合设计要求和《建筑幕墙》GB/T 21086 的规定,且在人员密度大或青少年、幼儿园活动的公共建筑耐撞击性能不低于标准规定的 2 级要求。

4.3 建筑设计

4.3.1 采光屋面的防火设计应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定和有关法规的规定。

4.3.2 采光屋面应具有安全防护措施,保证安全,且不应跨越主体结构的变形缝。人员流动密度大、青少年或幼儿活动的公共场所以及使用中容易受到撞击的采光屋面部位,应采用夹层玻璃,并应设置明显的警示标志。

4.3.3 采光屋面的防水等级、防水设防要求应符合现行国家标准《屋面工程技术规范》GB 50345 的规定。

4.3.4 采光屋面的排水设计应符合下列要求:

1 采光顶应采用结构找坡,排水坡度不宜小于 5%,不应小于 3%。

2 除低层建筑排水系统可采用无组织排水系统外,其他建筑应采用有组织排水,但在建筑物人流密集处和对落水噪声有限制的屋面,应避免采用无组织排水系统。当采光屋面采取无组织排水时,应在屋檐设置滴水构造。

3 排水方向应顺直、无转折。当设置排水天沟时,天沟不应跨越建筑物的伸缩缝、沉降缝、变形缝,且天沟底板排水坡度应大于 1%。

4 天沟断面宽、高应根据建筑物当地雨水量和汇水面积进

行计算,同时还应满足设计雨水斗所需要的最小宽度。

5 排水天沟材料宜采用不锈钢板,厚度不应小于 2mm;当采用钢板时,厚度不应小于 2.5mm。

6 钢板、不锈钢板天沟室内侧宜设置柔性防水层。

4.3.5 采光屋面的设计应考虑维护和清洗的要求,可按需要设置清洗装置或清洗用安全通道,并应便于维护和清洗操作。

4.3.6 采光屋面的透光部分以及开启窗的设置应满足使用功能和建筑效果的要求。

4.3.7 玻璃面板面积不宜大于 2.5m^2 ,长边边长不宜大于 2m,且应符合《建筑玻璃应用技术规程》JGJ113 的要求。

4.3.8 玻璃采光顶板缝构造应符合下列规定:

1 注胶式板缝应采用中性硅酮建筑密封胶密封,且应满足接缝处位移变化的要求。板缝宽度不宜小于 10mm。在板缝变形较大时,应采用位移能力较高的中性硅酮密封胶。

2 嵌条式板缝可采用密封条密封,且密封条交叉处应可靠封接。连接构造上宜进行多腔设计,并宜设置导水、排水系统。

4.3.9 框支玻璃面板设计应符合下列要求:

1 框支承玻璃面板可采用注胶板缝或嵌条板缝。

2 明框采光顶面板应有足够的排水坡度或设置外部排水构造,半隐框采光顶的明框部分宜顺排水方向布置。

4.3.10 点支承玻璃面板设计应符合下列要求:

1 矩形玻璃面板宜采用四点支承,三角形玻璃面板宜采用三点支承。相邻支承点间的板边距离,不宜大于 1.5m。点支承玻璃可采用钢爪支承装置或夹板支承装置。采用钢爪支承时,孔边至板边的距离不宜小于 70mm。

2 点式支承装置应能适应玻璃面板在支承点处的转动变形要求。钢爪支承点与玻璃之间应设置具有弹性的衬垫或衬套,其厚度不宜小于 1mm,且应有足够的抗老化能力。支板式点支承装置应设置衬垫承受玻璃重量。

4.3.11 聚碳酸酯板可冷弯成型,中空平板的弯曲半径不宜小于板材厚度的 175 倍,U 形中空板的最小弯曲半径不宜小于厚度的 200 倍,实心板的弯曲半径不宜小于板材厚度的 100 倍。

4.3.12 玻璃纤维增强树脂中空采光板(GRP)采光窗适用于坡度不大于 10%的屋面。采光带适用于需要大面积采光的场所。

4.3.13 屋面光伏的防水设计应满足下列要求:

1 光伏组件的设计部位不应影响所在建筑部位的雨水排放;

2 光伏组件基座与结构层相连时,防水层应铺设到支座和金属埋件的上部,并应在地脚螺栓周围作密封处理;

3 在屋面防水层上设计光伏组件时,其支架基座下部应增设附加防水层;

4 光伏组件的引线穿过屋面处应预埋防水套管,并作防水密封处理,穿墙管线不宜设在结构柱处。

4.3.14 平屋面上光伏组件的设计应符合下列规定:

1 光伏组件安装宜按最佳倾角 35° 进行设计;当光伏组件的倾角小于 10° 时,应设置维修、人工清洗的设施与通道;

2 直接构成建筑屋面面层的建材型光伏构件,除应保障屋面排水的畅通外,还应具有一定的刚性;

3 光伏组件周围屋面、检修通道、屋面出入口和光伏方阵之间的人行通道上部应铺设保护层。

4.3.15 坡屋面上光伏组件的设计应符合下列规定:

1 坡屋面坡度宜按光伏组件全年获得电能最多的倾角设计;

2 建材型光伏构件与周围屋面材料连接部位应做好建筑构造处理,并应满足屋面整体的保温、防水等功能要求。

4.3.16 导光管采光顶的设计选型,应根据场所的类型、使用要求、光资源情况和安装条件等因素综合确定。

4.3.17 有调光要求的导光管采光顶宜采用自动控制方式对光

输出进行连续调节。

4.3.18 导光管采光顶安装于屋面时,预留洞口直径宜为导光管的外管径加 50mm~70mm,并满足安装的需求。

4.4 结构设计

4.4.1 采光屋面应按围护结构进行设计,并应具有规定的承载能力、刚度、稳定性和变形协调能力,应满足承载能力极限状态和正常使用极限状态的要求,并符合《建筑结构荷载规范》GB 50009 的要求。

4.4.2 直接连接面板的支承结构,其结构设计应符合现行国家标准《钢结构设计规范》GB 50017、《混凝土结构设计规范》GB 50010、《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB 50018 和《铝合金结构设计规范》GB 50429 的规定。

4.4.3 在新建建筑上安装采光屋面,应考虑其传递的荷载效应。在既有建筑上增设采光屋面,应事先对既有建筑的结构设计、结构材料、耐久性、安装部位的构造及强度等进行检测和复验算。

4.4.4 采光屋面应进行重力荷载、风荷载作用计算分析。抗震设计时,应考虑地震作用的影响,并按照《建筑抗震设计规范》GB 50011 的要求采取适宜的构造措施。当温度作用不可忽略时,结构设计应考虑温度效应的影响。

4.4.5 结构设计时应分别考虑施工阶段和正常使用阶段的作用和作用效应,可按弹性方法进行结构计算分析;当构件挠度较大时,结构分析应考虑几何非线性的影响。应按现行行业标准《采光顶与金属屋面技术规程》JGJ 225 中相关规定进行作用或作用效应组合,并按最不利组合进行结构设计。

4.4.6 采光屋面的材料选择与结构设计,应满足现行行业标准《采光顶与金属屋面技术规程》JGJ 225 中相关规定。

4.5 电气设计

4.5.1 建筑采光屋面的防雷设计应符合现行国家标准《建筑物防雷设计规范》GB 50057 和现行行业标准《民用建筑电气设计规范》JGJ 16 的有关规定。

4.5.2 金属框架与建筑物的防雷系统应可靠连接。当采光屋面未处于建筑物防雷保护范围时,应做相应的防雷措施。连接部位应清除非导电保护层。

4.5.3 应用采光屋面的场所,其人工照明控制应结合自然采光状况采取分区、分组控制措施或智能调光控制。

4.5.4 导光管采光顶采用配有调光器的导光管采光顶时,电气设计应预留单独的配电回路。

4.5.5 光伏系统设计应符合现行行业标准《民用建筑太阳能光伏系统应用技术规范》JGJ 203 的相关规定。

4.5.6 应根据建筑物使用功能、电网条件、负荷性质和系统运行方式等因素,确定光伏系统类型,选择并网或独立光伏系统。

4.5.7 光伏系统设计应满足下列要求:

1 建筑平屋面上光伏组件安装支架宜采用自动跟踪型或手动调节型的可调节支架;

2 建筑平屋面对直接构成建筑屋面面层的建材型光伏构件,除应保障屋面排水通畅外,安装基层还应具有一定的刚度;

3 安装在坡屋面上的光伏组件宜根据建筑设计要求选择顺坡镶嵌设置或顺坡架空设置方式。

4.5.8 光伏系统应满足国家供配电系统规范关于电压偏差、闪变、频率偏差、相位、谐波、三相平衡度和功率因数等电能质量指标的要求。

4.5.9 光伏采光顶系统的光伏组件应具有带电警告标识及相应的电气安全防护措施,在人员有可能接触或接近光伏系统的位

置,必须设置防触电警示标识。

4.5.10 并网光伏系统与公共电网之间应设隔离装置。光伏系统在并网处应设置并网专用低压开关箱(柜),并应设置专用标识和“警告”、“双电源”提示性文字和符号。

4.5.11 光伏采光顶电线(缆)、电气设备的连接设计应统筹安排,安全、隐蔽、集中布置并满足安装维护要求。型材断面结构和支承构件设计应考虑光伏系统导线的隐蔽走线。

4.6 排水设计

4.6.1 屋面雨水排水系统应迅速、及时地将屋面雨水排至室外雨水管渠或地面,并根据技术经济比较后选择采用重力流雨水斗系统、87型雨水斗系统、虹吸式屋面雨水系统。

4.6.2 雨水排水系统设计所采用的降雨历时、设计降雨强度、屋面汇水面积和设计雨水流量应符合现行国家标准《建筑给水排水设计规范》GB 50015的有关规定。

4.6.3 采光屋面雨水设计暴雨强度应按当地或相邻地区暴雨强度公式计算确定,当采用天沟集水且沟檐溢水会流入室内时,设计暴雨强度应乘以1.5的系数。

4.6.4 采光屋面各汇水范围内,雨水排水立管不宜少于两根。

4.6.5 采光屋面雨水排水工程应设置溢流口、溢流堰、溢流管系等溢流设施。溢流排水不得危害建筑设施和行人安全。

4.6.6 采光屋面雨水排水系统采用的设计重现期,应根据建筑物的重要程度、汇水区域性质、气象特征等因素确定。一般建筑物的采光屋面雨水排水工程与溢流设施的总排水能力不应小于10年;重要的公共建筑物的采光屋面,或采用天沟集水且沟檐溢水会流入室内的采光屋面,其屋面雨水排水工程与溢流设施的总排水能力不应小于50年。

4.6.7 采光屋面雨水流量径流系数应按1.0设计。

4.6.8 雨水排水设计应综合考虑排水坡度、排水组织、防水等因素,尽可能减少屋面的积水和积雪,必要时应设置防封堵设施,并方便进行清除、维护。

4.7 通风设计

4.7.1 采光屋面工程各功能房间的通风、排烟设施应符合下列要求:

1 其通风和排烟有效面积应满足建筑设计的要求。

2 通风设计可采用自然通风或机械通风,自然通风可采用气动、电动和手动的可开启窗形式,并设置方便操作的开启装置。机械通风应与建筑主体通风一并考虑。

3 当建筑物使用自然通风受到限制或风压与热压联合作用效果不能满足要求时,应采用自然通风和机械通风共同作用的复合通风,复合通风中自然通风量不宜低于运行总风量的 30%。自然通风和机械通风系统既可联合运行,也可以分别独立运行。

4.7.2 通风天窗宜采用智能传感器控制,根据室内二氧化碳浓度和温度自动开关。安装于水平或倾斜屋面的通风窗宜预装雨水感应器,下雨时自动关闭。

4.7.3 采光屋面通风窗如兼作消防排烟窗,应满足消防联控功能及消防优先原则,确保消防排烟状态下不受其他非消防控制信号干扰。

4.7.4 建筑采光屋面宜设开启扇,开启扇位置及面积的确定应充分考虑室内外的风压、热压作用,宜通过计算流体力学软件(CFD)设计确定,确保气流不短路。

5 施 工

5.1 一般规定

5.1.1 采光屋面的安装施工应在主体验收之后进行,安装过程中应及时对采光屋面的半成品、成品进行保护。

5.1.2 采光屋面施工前应组织各参建方进行图纸会审,并应掌握施工图中的细部构造及有关技术要求;施工单位应编制施工组织设计,并应进行现场技术安全交底。

5.1.3 采光屋面所采用材料应有产品合格证书和性能检测报告,材料的品种、规格、性能等应符合设计要求和技术标准的规定,材料进场后应按规定进行抽样检验,工程中严禁使用不合格材料。

5.1.4 宜采用建筑信息模型(BIM)技术,提升施工效率与质量。

5.2 透光板采光顶

5.2.1 透光板采光屋面的施工应符合《采光顶与金属屋面技术规程》JGJ 255 的要求,玻璃透光板采光屋面还应符合《屋面工程技术规范》GB 50345 的要求。

5.2.2 光伏玻璃透光板采光屋面的施工应符合下列规定:

1 建筑平屋面上安装光伏组件,应选择不影响屋面排水功能的基座形式和安装方式;

2 建筑平屋面上光伏组件基座与结构层相连时,防水层应铺设到支座和金属埋件的上部,并应在地脚螺栓周围做密封处理;

3 建筑平屋面上光伏组件的引线穿过平屋面处应预埋防水

套管,并应做防水密封处理;防水套管应在平屋面防水层施工前埋设完毕;

4 建筑坡屋面上顺坡支架安装的光伏组件与屋面之间的垂直距离应满足安装和通风散热间隙的要求。

5.3 导光管采光顶

5.3.1 导光管采光屋面施工应符合《导光管采光系统技术规程》JGJ/T 374 的规定,还应满足设计的要求。

5.3.2 导光管采光屋面的防水处理应符合《屋面工程技术规范》GB 50345 所规定的防水要求。

6 工程验收

6.1 一般规定

6.1.1 采光屋面工程质量验收应分别进行观感检验和抽样检验,并按下列规定划分检验批:

1 安装节点设计相同,使用材料,安装工艺和施工条件基本相同的采光顶工程每 $500\text{m}^2 \sim 1000\text{m}^2$ 为一个检验批,不足 500m^2 应划分为一个检验批;每个检验批每 100m^2 应至少抽查一处,每处不得少于 10m^2 ;

2 天沟或排水槽应单独划分检验批,每个检验批每 20m 应至少抽查一处,每处不得小于 2m ;

3 同一个工程的不连续采光顶工程应单独划分检验批;

4 异形或有特殊要求的采光顶工程,检验批的划分应根据结构、工艺特点及工程规模,由监理单位、建设单位和施工单位共同协商确定。

6.1.2 检验批质量验收合格应符合下列规定:

1 主控项目的质量应经抽查检验合格;

2 一般项目的质量应经抽查检验合格;有允许偏差值的项目,其抽查点应有 80% 及其以上在允许偏差范围内,且最大偏差值不得超过允许偏差值的 1.5 倍;

3 应具有完整的施工操作依据和质量检查记录。

6.1.3 采光屋面验收时应应对下列资料进行核查:

1 竣工图、结构计算书、热工计算书、设计变更文件及其他设计文件;

2 工程所用各种材料、附件及紧固件,构件及组件的产品合格证书、性能检测报告,进场验收报告记录和主要材料复试报告;

3 工程中使用的硅酮结构胶应提供国家认可实验室出具的硅酮结构胶相容性和剥离粘结性试验报告；进口硅酮结构胶应提供商检证；

4 硅酮结构胶的注胶及养护时环境的温度、湿度记录，注胶过程记录；双组分硅酮结构胶的混匀性试验记录及拉断试验记录；

5 构件的加工制作记录；现场安装过程记录；

6 后置锚固件的现场拉拔检测报告；

7 设计要求进行气密性、水密性、抗风压、热工和抗风掀试验时，应提供其检验报告；

8 现场淋水试验记录，天沟或排水槽等关键部位的蓄水试验记录；

9 防雷装置测试记录；

10 隐蔽工程验收文件和相关图像资料；

11 拉杆和拉索的张拉记录；

12 光伏屋面系统联合试运转及调试记录；

13 其他质量保证资料。

6.1.4 采光屋面工程应对下列部位进行隐蔽工程验收：

1 预埋件或后置锚固件质量；

2 构件与主体结构的连接节点安装，构件之间连接节点安装；

3 排水槽和落水管的安装，排水槽与落水管之间的连接安装；

4 排水槽的防水层施工，采光顶与周边防水层的连接节点安装；

5 采光顶的四周，内表面与其他装饰面相接触部位的封堵，以及保温材料的安装；

6 屋脊处、穹顶的圆心点、不同面的转弯处等节点的安装，变形缝处构造节点安装；

7 防雷装置的安装;

8 冷凝水收集排放装置的安装。

6.1.5 检查屋面有无渗漏、积水和排水系统是否通畅,应在雨后或持续淋水 2h 后进行,并应填写淋水试验记录。具备蓄水条件的檐沟、天沟应进行蓄水试验,蓄水时间不得少于 24h,并应填写蓄水试验记录。

6.1.6 采光屋面工程验收后,应填写分部工程质量验收记录,并应交建设单位和施工单位存档。

6.2 透光板采光顶

6.2.1 玻璃透光板采光屋面工程验收的主控项目应符合下列要求:

1 玻璃采光顶及组成材料的品种、规格和性能指标应符合设计要求及相关标准的规定。

检验方法:检查型式检验报告、出厂合格证和现场抽样检验报告。

检查数量:按进场批次,每批随机抽取 3 个试样进行检查;质量证明文件应按照其出厂检验批进行核查。

2 玻璃采光顶的承载性能、气密性能、水密性能、隔声性能、热工性能应符合设计要求。

检验方法:核查型式检验报告及复检报告。

3 玻璃采光屋面工程使用的材料、构件等进场时,应对其下列性能进行复验,复验应为见证取样送检:

1) 采光玻璃:可见光透射比、可见光反射比、传热系数、太阳得热系数、中空玻璃露点温度;

2) 构件型材:抗拉强度、抗剪强度。

检验方法:进场时抽样复验,验收时核查复验报告。

检查数量:同一厂家的同一种产品抽查不少于一组。

4 玻璃采光顶的预埋件位置准确,安装牢固;后置锚固件安装符合设计要求。

检验方法:观察检查、检查后置锚固件的现场拉拔检测报告。

检查数量:检查全数的 10%,并不少于 5 处。

5 玻璃采光顶、玻璃组件的制作及组装质量应符合《建筑玻璃采光顶》JG/T 231 的有关规定。

检验方法:观察检查、尺量检查、核查性能检测报告。

检查数量:检查全数的 10%,并不少于 5 个。

6 构件与主体结构的连接以及构件之间连接构造符合设计要求,连接牢固。

检验方法:观察、手扳检查。

检查数量:检查全数的 10%,并不少于 5 处;牢固程度全数检查。

7 点支承玻璃采光顶的支承装置应安装牢固,配合应严密;支承装置不得与玻璃直接接触。

检验方法:观察检查、手扳检查。

检查数量:检查全数的 10%,并不少于 5 处;牢固程度全数检查。

8 安装完成后的玻璃采光顶不得有渗漏现象。

检验方法:雨后观察或淋水试验。

检查数量:全数检查。

6.2.2 光伏玻璃透光板采光屋面工程验收的主控项目应符合下列要求:

1 太阳能光伏玻璃采光系统及其组件的品种、规格和性能指标应符合设计要求及相关标准的规定。

检验方法:检查型式检验报告、出厂合格证和现场抽样检验报告。

检查数量:按进场批次,每批随机抽取 3 个试样进行检查;质量证明文件应按照其出厂检验批进行核查。

2 光伏玻璃采光系统的承载性能、气密性能、水密性能、隔声性能、可见光透射比、传热系数、太阳得热系数应符合设计要求。

检验方法:核查型式检验报告及复检报告。

检查数量:全数核查。

3 预埋件位置准确,安装牢固;后置锚固件安装符合设计要求。

检验方法:观察检查、检查后置锚固件的现场拉拔检测报告。

检查数量:检查全数的10%,并不少于5处。

4 光伏玻璃采光系统配套材料的质量及制作组装质量应符合《建筑玻璃采光顶》JG/T 231的有关规定。

检验方法:观察检查、尺量检查、核查性能检测报告。

检查数量:检查全数的10%,并不少于5个。

5 构件与主体结构以及构件之间连接构造应符合设计要求,连接牢固。

检验方法:观察、手扳检查。

检查数量:检查全数的10%,并不少于5处;牢固程度全数检查。

6 安装完成后的太阳能光伏玻璃系统不得有渗漏现象。

检验方法:雨后观察或淋水试验。

检查数量:全数检查。

6.2.3 塑酯透光板采光顶工程验收的主控项目应符合下列要求:

1 聚碳酸酯采光板或玻璃纤维增强树脂采光板及配套材料的品种、规格和性能指标应符合设计要求及相关标准的规定。

检验方法:检查型式检验报告、出厂合格证和现场抽样检验报告。

检查数量:按进场批次,每批随机抽取3个试样进行检查;质量证明文件应按照其出厂检验批进行核查。

2 采光板系统的承载性能、气密性能、水密性能、热工性能、隔声性能应符合设计要求。

检验方法:核查检测报告。

3 采光板系统使用的材料、构件等进场时,应对其下列性能进行复验,复验应为见证取样送检:

1) 采光板:燃烧性能、可见光透射比、传热系数、太阳得热系数;

2) 构件型材:抗拉强度、抗剪强度。

检验方法:进场时抽样复验,验收时核查复验报告。

检查数量:同一厂家的同一种产品抽查不少于一组。

4 采光板与支承构件之间连接构造符合设计要求,连接牢固;固定螺丝应均匀拧紧,完成后应采用硅酮耐候密封胶对螺丝部位进行密封处理。

检验方法:观察、手扳检查。

检查数量:检查全数的10%,并不少于5处;牢固程度全数检查。

5 型材接缝应平整,压条应安装牢固,采光板的分格尺寸应符合设计要求。

检验方法:观察、手扳检查和坡度尺检查。

检查数量:检查全数的10%,并不少于5处。

6 采光板的安装方向和冷弯方向应正确。

检验方法:观察检查。

检查数量:全数检查。

7 采光板系统不得有渗漏现象。

检验方法:雨后观察或淋水试验。

检查数量:全数检查。

6.2.4 玻璃透光板采光顶工程验收的一般项目应符合下列要求:

1 玻璃采光顶铺装应平整、顺直,外露金属框或压条应横平

竖直,压条应安装牢固;玻璃密封胶缝应横平竖直、深浅一致,宽窄应均匀,应光滑顺直,排水坡度应符合设计要求。

检验方法:观察、手扳检查和坡度尺检查。

检查数量:检查全数的10%,并不少于5处。

2 采光顶玻璃表面应平整、洁净,颜色应均匀一致。

检验方法:观察检查。

检查数量:检查全数的10%,并不少于5处。

3 檐口、檐沟、天沟、水落口、伸出屋面管道、玻璃采光顶与周边墙体之间的连接、玻璃采光顶的冷凝水收集和排除以及其他细部构造应符合设计要求。

检验方法:观察检查。

检查数量:检查全数的10%,并不少于5处。

4 硅酮耐候密封胶的打注应密实、连续、饱满,粘结应牢固,不得有气泡、开裂、脱落等缺陷;胶缝应横平竖直,深浅一致,宽窄均匀,光滑顺直。

检验方法:观察检查。

检查数量:检查全数的10%,并不少于5处。

5 遮阳设施的安裝应符合设计及产品说明书的要求,可调节遮阳设施开闭灵活。

检验方法:观察检查、现场开闭检查。

检查数量:检查全数的10%,并不少于5处。

6 明框玻璃采光顶铺装的允许偏差和检验方法,应符合表6.2.4-1的规定。

表 6.2.4-1 明框玻璃采光顶铺装的允许偏差和检验方法

项目		允许偏差(mm)		检验方法
		铝构件	钢构件	
通长构件水平度 (纵向或横向)	构件长度 $\leq 30\text{m}$	10	15	水准仪检查
	构件长度 $\leq 60\text{m}$	15	20	
	构件长度 $\leq 90\text{m}$	20	25	
	构件长度 $\leq 150\text{m}$	25	30	
	构件长度 $> 150\text{m}$	30	35	
采光顶坡度	坡起长度 $\leq 30\text{m}$	+10	+15	经纬仪检查
	坡起长度 $\leq 60\text{m}$	+15	+20	
	坡起长度 $\leq 90\text{m}$	+20	+25	
	坡起长度 $> 90\text{m}$	+25	+30	
单一构件直线度 (纵向或横向)	构件长度 $\leq 2\text{m}$	2	3	拉线和尺量检查
	构件长度 $> 2\text{m}$	3	4	
相邻构件平面高低差		1	2	直尺和塞尺检查
通长构件直线度 (纵向或横向)	构件长度 $\leq 35\text{m}$	5	7	经纬仪检查
	构件长度 $> 35\text{m}$	7	9	
分格框对角线差	对角线长度 $\leq 2\text{m}$	3	4	尺量检查
	对角线长度 $> 2\text{m}$	3.5	5	

检查数量:检查全数的 10%,并不少于 5 处。

7 隐框玻璃采光顶铺装的允许偏差和检验方法,应符合表 6.2.4-2 的规定。

表 6.2.4-2 隐框玻璃采光顶铺装的允许偏差和检验方法

项目		允许偏差(mm)		检查方法
通长接缝水平度 (纵向或横向)	构件长度 $\leq 30\text{m}$	10		水准仪检查
	构件长度 $\leq 60\text{m}$	15		
	构件长度 $\leq 90\text{m}$	20		
	构件长度 $\leq 150\text{m}$	25		
	构件长度 $> 150\text{m}$	30		

续表 6.2.4-2

项目		允许偏差(mm)	检查方法
相邻板块的平面高低差		1	直尺和塞尺检查
相邻板块的接缝直线度		2.5	丈量检查
通长接缝直线度 (纵向或横向)	构件长度 $\leq 35\text{m}$	5	拉线和丈量检查
	构件长度 $> 35\text{m}$	7	
玻璃间接缝宽度(与设计尺寸比)		2	丈量检查

检查数量:检查全数的10%,并不少于5处。

8 点支承玻璃采光顶铺装的允许偏差和检验方法,应符合表 6.2.4-3 的规定。

表 6.2.4-3 点支承玻璃采光顶铺装的允许偏差和检验方法

项目		允许偏差(mm)	检查方法
通长接缝水平度 (纵向或横向)	构件长度 $\leq 30\text{m}$	10	水准仪检查
	构件长度 $\leq 60\text{m}$	15	
	构件长度 $> 60\text{m}$	20	
相邻板块的平面高低差		1	直尺和塞尺检查
相邻板块的接缝直线度		2.5	丈量检查
通长接缝直线度 (纵向或横向)	构件长度 $\leq 35\text{m}$	5	拉线和丈量检查
	构件长度 $> 35\text{m}$	7	
玻璃间接缝宽度(与设计尺寸比)		2	丈量检查

检查数量:检查全数的10%,并不少于5处。

6.2.5 光伏玻璃透光板采光顶工程验收的一般项目应符合下列要求:

1 太阳能光伏玻璃铺装应平整、顺直,外露金属框或压条应横平竖直,压条应安装牢固;玻璃密封胶缝应横平竖直、深浅一致,宽窄应均匀,应光滑顺直,排水坡度应符合设计要求。

检验方法:观察、手扳检查和坡度尺检查。

检查数量:检查全数的10%,并不少于5处。

2 檐口、檐沟、天沟、水落口、伸出屋面管道、光伏玻璃采光系统与周边墙体之间的连接以及其他细部构造应符合设计要求。

检验方法:观察检查。

检查数量:检查全数的 10%,并不少于 5 处。

3 硅酮耐候密封胶的打注应密实、连续、饱满,粘结应牢固,不得有气泡、开裂、脱落等缺陷;胶缝应横平竖直,深浅一致,宽窄均匀,光滑顺直。

检验方法:观察检查。

检查数量:检查全数的 10%,并不少于 5 处。

4 明框光伏玻璃铺装的允许偏差和检验方法,应符合表 6.2.5-1 的规定。

表 6.2.5-1 明框光伏玻璃铺装的允许偏差和检验方法

项目		允许偏差(mm)		检验方法
		铝构件	钢构件	
通长构件水平度 (纵向或横向)	构件长度 $\leq 30\text{m}$	10	15	水准仪检查
	构件长度 $\leq 60\text{m}$	15	20	
	构件长度 $\leq 90\text{m}$	20	25	
	构件长度 $\leq 150\text{m}$	25	30	
	构件长度 $> 150\text{m}$	30	35	
采光顶坡度	坡起长度 $\leq 30\text{m}$	+10	+15	经纬仪检查
	坡起长度 $\leq 60\text{m}$	+15	+20	
	坡起长度 $\leq 90\text{m}$	+20	+25	
	坡起长度 $> 90\text{m}$	+25	+30	
单一构件直线度 (纵向或横向)	构件长度 $\leq 2\text{m}$	2	3	拉线和尺量检查
	构件长度 $> 2\text{m}$	3	4	
相邻构件平面高低差		1	2	直尺和塞尺检查
通长构件直线度 (纵向或横向)	构件长度 $\leq 35\text{m}$	5	7	经纬仪检查
	构件长度 $> 35\text{m}$	7	9	
分格框对角线差	对角线长度 $\leq 2\text{m}$	3	4	尺量检查
	对角线长度 $> 2\text{m}$	3.5	5	

检查数量:检查全数的 10%,并不少于 5 处。

5 隐框光伏玻璃铺装的允许偏差和检验方法,应符合表 6.2.5-2 的规定。

表 6.2.5-2 隐框光伏玻璃铺装的允许偏差和检验方法

项目		允许偏差 (mm)	检查方法
通长接缝水平度 (纵向或横向)	构件长度 $\leq 30\text{m}$	10	水准仪检查
	构件长度 $\leq 60\text{m}$	15	
	构件长度 $\leq 90\text{m}$	20	
	构件长度 $\leq 150\text{m}$	25	
	构件长度 $> 150\text{m}$	30	
相邻板块的平面高低差		1	直尺和塞尺检查
相邻板块的接缝直线度		2.5	尺量检查
通长接缝直线度 (纵向或横向)	构件长度 $\leq 35\text{m}$	5	拉线和尺量检查
	构件长度 $> 35\text{m}$	7	
玻璃间接缝宽度(与设计尺寸比)		2	尺量检查

检查数量:检查全数的10%,并不少于5处。

6.2.6 塑酯透光板采光顶工程验收的一般项目应符合下列要求:

1 采光板与型材采用镶嵌形式时,嵌入型材的深度和边缘余量应符合设计和产品说明书的要求。

检验方法:观察检查。

检查数量:检查全数的10%,并不少于5处。

2 密封胶条的安装必须符合设计要求,胶条与采光板和型材应嵌填紧密;

检验方法:观察检查。

检查数量:检查全数的10%,并不少于5处。

3 硅酮耐候密封胶的打注应密实、连续、饱满,粘结应牢固,不得有气泡、开裂、脱落等缺陷。

检验方法:观察检查。

检查数量:检查全数的10%,并不少于5处。

4 采光板安装压紧后不应出现板材结构变形。

检验方法:观察检查。

检查数量:检查全数的10%,并不少于5处。

5 应采用型材专用收边配件把中空板材的端部完全盖住。中空板材边部被夹持部分至少含有一条筋肋,安装完成后,边部不得外露。

检验方法:观察检查。

检查数量:检查全数的 10%,并不少于 5 处。

6 安装完成后的采光板表面应清洁、干净,不得有化学腐蚀痕迹、磨损、划痕、油污和泥砂,无残留保护膜;板端孔格封闭良好,孔内清洁,无杂质。

检验方法:观察检查。

检查数量:检查全数的 10%,并不少于 5 处。

7 遮阳设施的安装应符合设计及产品说明书的要求,可调节遮阳设施开闭灵活。

检验方法:观察检查、现场开闭检查。

检查数量:检查全数的 10%,并不少于 5 处。

6.3 导光管采光顶

6.3.1 导光管采光屋面工程验收的主控项目应符合下列要求:

1 导光管采光顶及组成材料的规格、性能应符合设计要求及《导光管采光系统技术规程》JGJ/T 374 的规定。

检验方法:检查出厂合格证和质量检验报告。

检查数量:按进场批次,每批随机抽取 3 个试样进行检查;质量证明文件应按照其出厂检验批进行核查。

2 导光管采光顶应对下列项目进行见证取样检验,检测结果应符合设计要求及《导光管采光系统技术规程》JGJ/T 374 的规定。

1) 导光管采光系统:透光折减系数、颜色透射指数、防尘等级、传热系数、太阳得热系数、抗结露因子;

2) 集光器:气密性能、水密性能、抗风压性能、抗冲击

性能。

检验方法:进场时抽样复验,验收时核查复验报告。

检查数量:同一厂家的同一种产品抽查不少于一组。

3 导光管采光系统相关部件与屋面安装基座之间的连接构造应符合设计和安装说明书的要求,部件与基座或结构连接应牢固,系统各组件之间的连接应牢固。

检验方法:观察、手扳检查。

检查数量:检查全数的10%,并不少于5处。

4 集光器及基座的防水、防尘构造应符合设计要求,不得有渗漏和积水现象。

检验方法:观查检查,雨后观察或淋水检查。

检查数量:全数检查。

5 导光管采光系统的照度、采光效果和采光均匀度指标应满足设计要求。

检验方法:核查检测报告。

6.3.2 导光管采光屋面工程验收的一般项目应符合下列要求:

1 导光管采光顶安装的位置应符合设计要求。

检验方法:观查检查。

检查数量:全数检查。

2 集光器与基座之间的空隙应采用弹性材料填塞饱满。

检验方法:观查检查。

检查数量:检查全数的10%,并不少于5处。

3 有调光要求的导光管采光系统的调光装置的安装应符合设计及产品说明书的要求,调节控制灵敏。

检验方法:现场调节检查。

7 维 护

7.1 一般规定

7.1.1 采光屋面工程竣工验收时,承包商应向业主提供使用维护说明书,应包括下列内容:

- 1 采光屋面的设计依据、主要性能参数及结构的设计使用年限;
- 2 使用注意事项、光伏系统电气安全注意事项;
- 3 日常与定期的维护、保养要求;
- 4 主要结构特点及易损零部件更换方法;
- 5 备品、备件清单及主要易损件的名称、规格;
- 6 承包商的保修责任。

7.1.2 在采光屋面交付使用前,工程承包商应为业主培训维修、维护人员。

7.1.3 采光屋面交付使用后,业主应根据使用维护说明书的相关要求及时制定采光屋面的维修、保养计划与制度。

7.1.4 外表面的检查、清洗、维护应符合现行行业标准《建筑外墙清洗维护技术规程》JGJ 167 的相关规定。凡属高空作业者,应符合现行行业标准《建筑施工高处作业安全技术规范》JGJ 70 的有关规定。

7.2 透光板采光顶

7.2.1 透光板采光顶日常维护和保养应符合下列规定:

- 1 表面应避免锐器及腐蚀性气体、液体与其接触;
- 2 排水系统应畅通,导水通道不得堵塞;

3 在使用过程中如发现窗启闭不灵或附件、电路系统损坏等现象时,应及时修理或更换;

4 密封胶或密封胶条不得脱落或损坏;

5 构件或附件的螺栓不得松动或锈蚀;

6 对锈蚀的构件应及时除锈补漆或采取其他防锈措施。

7.2.2 在透光板采光屋面工程投入使用后,每年应进行一次定期检查和维修,检查项目应包括:

1 整体有无变形、错位、松动,如有,则应对该部位对应的隐蔽结构进行进一步检查;主要承力构件、连接构件和连接螺栓等是否损坏、连接是否可靠、有无锈蚀等;

2 采光屋面的面板有无松动、损坏;

3 密封胶有无脱胶、开裂、起泡,密封胶条有无脱落、老化等损坏现象;

4 开启部分是否启闭灵活,五金附件是否有功能障碍或损坏,安装螺栓或螺钉是否松动和失效。

7.2.3 当采光屋面遭遇地震、火灾、极端气象灾害后,应及时对采光屋面进行全面的检查,修复或更换损坏的构件。

7.2.4 透光板采光顶的清洗应符合下列规定:

1 清洗时应用中性洗涤剂,不允许有侵蚀作用的洗涤剂;

2 禁用坚硬、锐利工具实施清洗。

7.2.5 光伏玻璃采光屋面的定期检查、日常维护和保养应符合现行行业标准《采光顶与金属屋面技术规程》JGJ 255 的规定,并符合下列要求:

1 应建立光伏发电系统的管理制度及操作手册。

2 应至少每年进行一次对光伏系统、锚固结构的检查。当发生地震和极端气象灾害后应进行全面检查。

3 系统运行发生异常时,应由专业维修人员进行处理。

4 采光光伏系统的运行、维护和保养应由专业公司进行,并配备专人进行系统的操作、维护和保养管理工作。禁止调整控制

器参数。蓄电池充放电状态失常时,应由有关生产厂家进行检查和调整。

7.2.6 光伏玻璃采光屋面的定期检查及维护内容包括:

- 1 应定期检查光伏组件间连线是否可靠、牢固;连线是否接地、绝缘;光伏组件是否有损坏或异常;

- 2 定期检查控制器、逆变器与其它设备的连线是否牢固;控制器、逆变器的接地连线是否牢固;控制器的运行工作参数与设计值是否一致;控制器显示值与实际测量值是否一致;

- 3 应定期对配电线路和防雷接地装置进行检查和维护。

7.3 导光管采光顶

7.3.1 导光管采光顶的使用和维护应编制专项方案,维护工作应由经专业培训的人员完成。

7.3.2 导光管采光顶运行中,应定期对系统各部件及系统与建筑主体结构连接部位进行维护。

7.3.3 维护时应避免硬物损伤系统部件,且应避免灰尘落入管道内。

7.3.4 集光器和漫射器表面的清洗宜每年进行一次。

附录 A 采光材料性能参数

A.0.1 热致调光中空玻璃的热物理性能指标可按下表取值。

表 A.0.1-1 热致调光中空玻璃的热物理性能指标

玻璃类型	可见光 透射比 Tv	太阳得热系 数 SHGC		中部传热 系数 K [W/m ² ·K]
		透明	雾化	
6 透明+2M+6 透明+12A+6 透明	0.71	0.75	0.18	2.5
6 透明+2M+6 绿色吸热+12A+6 透明	0.66	0.47	0.18	2.5
6 透明+2M+6 灰色吸热+12A+6 透明	0.38	0.44	0.18	2.5
6 透明+2M+6 中透光热反射+12A+6 透明	0.28	0.30	0.18	2.1
6 透明+2M+6 低透光热反射+12A+6 透明	0.16	0.16	0.18	2.0
6 透明+2M+6 高透光 LOW-E+12A+6 透明	0.72	0.54	0.18	1.7
6 透明+2M+6 中透光 LOW-E+12A+6 透明	0.62	0.44	0.18	1.6
6 透明+2M+6 较低透光 LOW-E+12A+6 透明	0.48	0.33	0.18	1.6
6 透明+2M+6 低透光 LOW-E+12A+6 透明	0.35	0.26	0.18	1.6
6 透明+2M+6 高透光 LOW-E+12 氩气 +6 透明	0.72	0.54	0.18	1.4
6 透明+2M+6 中透光 LOW-E+12 氩气 +6 透明	0.62	0.44	0.18	1.3
6 透明+2M+6 高透光 LOW-E+12 氩气 +6 高透光 LOW-E+12 氩气+6	0.47	0.36	0.18	1.0
6 透明+2M+6 高透光 LOW-E+16 氩气 +6 高透光 LOW-E+16 氩气+6	0.47	0.36	0.18	0.8

表 A.0.1-2 热致调光中空玻璃窗的热物理性能指标

玻璃品种及规格(mm)		玻璃中部传热系数 K [W/m ² ·K]	整窗传热系数 K[W/m ² ·K]				
			铝合金型材			彩铝复合型材	
			非隔热型材(窗框窗洞面积比15%)	隔热型材(窗框窗洞面积比20%)	隔热型材多腔密封(窗框窗洞面积比20%)	灌注式型材(窗框窗洞面积比25%)	组合式型材(窗框窗洞面积比25%)
中空玻璃	6透明+2M+6透明+9A/12A+6透明	2.7/2.5	3.8/3.6	3.2/3.0	3.1/2.9	2.8/2.7	2.4/2.3
	6透明+2M+6绿色吸热+9A/12A+6透明	2.7/2.5	3.8/3.6	3.2/3.0	3.1/2.9	2.8/2.7	2.4/2.4
	6透明+2M+6灰色吸热+9A/12A+6透明	2.7/2.5	3.8/3.6	3.2/3.0	3.1/2.9	2.8/2.7	2.4/2.4
	6透明+2M+6中透光热反射+9A/12A+6透明	2.3/2.1	3.5/3.3	3.0/2.8	2.8/2.6	2.8/2.7	2.3/2.3
	6透明+2M+6低透光热反射+9A/12A+6透明	2.2/2.0	3.4/3.2	3.0/2.8	2.7/2.5	2.6/2.5	2.3/2.2
	6透明+2M+6高透光LOW-E+9A/12A+6透明	1.9/1.7	3.1/2.9	2.6/2.4	2.4/2.3	2.3/2.2	1.9/1.9
	6透明+2M+6中透光LOW-E+9A/12A+6透明	1.8/1.6	3.1/2.9	2.5/2.3	2.3/2.2	2.3/2.2	1.9/1.8
	6透明+2M+6较低透光LOW-E+9A/12A+6透明	1.8/1.6	3.1/2.9	2.5/2.3	2.3/2.2	2.3/2.2	1.9/1.8
	6透明+2M+6低透光LOW-E+9A/12A+6透明	1.8/1.6	3.1/2.9	2.5/2.3	2.3/2.2	2.3/2.1	1.8/1.7
	6透明+2M+6高透光LOW-E+9/12氩气+6透明	1.5/1.4	2.8/2.6	2.3/2.2	2.2/2.0	2.0/2.0	1.6/1.5
	6透明+2M+6中透光LOW-E+9/12氩气+6透明	1.5/1.3	2.7/2.6	2.3/2.1	2.1/1.9	2.0/1.9	1.5/1.5

注:由5mm玻璃组成的不同品种及规格的整窗传热系数可参照6mm玻璃组成的不同品种及规格的整窗传热系数选用。

A.0.2 光伏玻璃的技术要求应符合下表的要求。

表 A.0.2-1 光伏夹层玻璃的技术要求、试验方法及判定规则

序号	名称	技术要求	试验方法	判定规则
1	外观质量	6.2	7.3	8.3.1
2	尺寸允许偏差	6.3	7.4	8.3.2
3	弯曲度	6.4	7.5	
4	最大功率确定	6.5	7.6	8.3.1
5	温度系数测量	—	7.7	—
6	标称工作温度(NOCT)测量	6.6	7.8	8.3.3
7	标准测试条件及标称工作温度下的性能	—	7.9	—
8	低辐照度下的性能	—	7.10	—
9	绝缘性	6.7	7.11	8.3.3
10	湿漏电流	6.8	7.12	
11	室外曝露性能	6.9	7.13	
12	耐紫外(UV)辐照性能	6.10	7.14	8.3.3 8.3.4
13	耐热循环性能	6.11	7.15	8.3.3
14	耐机械载荷性能	6.12	7.16	
15	耐冰雹性能	6.13	7.17	
16	旁路二极管耐热性能	6.14	7.18	
17	热斑耐久性能	6.15	7.19	
18	耐湿—冻性能	6.16	7.20	
19	引出端受力性能	6.17	7.21	
20	光老炼性能	6.18	7.22	
21	耐热性	6.19	7.23	8.3.4
22	耐湿性	6.20	7.24	8.3.3 8.3.4
23	抗风压性能	6.21	7.25	8.3.7
24	耐落球冲击剥离性能	6.22	7.26	8.3.5
25	霰弹袋冲击性能	6.23	7.27	8.3.6

A.0.3 聚碳酸酯的物理及力学性能应符合下表的要求。

表 A.0.3-1 聚碳酸酯(PC)中空板物理、力学性能

序号	项目		单位	技术要求
1	落锤冲击 (穿孔特性)	最大穿透力	N	≥ 600
		最大穿透能量	J	≥ 5
2	落锤冲击(50%冲击破坏能)		J	≥ 15
3	热膨胀系数		$^{\circ}\text{C}^{-1}$	$\leq 3.5 \times 10^{-5}$
4	透光率*	d 4mm	%	≥ 75
		d 5mm		≥ 70
		d 6mm		≥ 70
		d 8mm		≥ 70
		d 10mm		≥ 70
5	雾度 Δ		%	≤ 5.0
6	耐候性能 (2000h)	色差		≤ 5.0
		黄色指数变化		≤ 3.0
		落锤冲击(穿孔特性)性能保留率	%	≥ 60
7	传热系数	d 4mm(双层)	$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	≤ 3.8
		d 6mm(双层)		≤ 3.5
		d 8mm(双层)		≤ 3.3
		d 10mm(双层)		≤ 3.0
		d 10mm(三层)		≤ 2.8
8	紫外线透射比		%	≤ 0.001
9	燃烧性能		级	不低于 B

* 透光率只适用于 B 级产品,其他厚度数据由供需双方商定。

Δ 只适用于透明板材检测。

表 A.0.3-2 聚碳酸酯板(PC)实心板物理、力学性能要求

序号	项目		单位	技术要求
1	拉伸性能	拉伸屈服应力	MPa	≥ 55
2		断裂标称应变	%	≥ 60
3		拉伸弹性模量	MPa	≥ 2200
4	简支梁缺口冲击强度		kJ/m^2	≥ 6
5	拉伸冲击强度		kJ/m^2	≥ 150

续表 A.0.3-2

序号	项目		单位	技术要求
6	落锤冲击 (穿孔特性)	最大穿透力	N	≥600
		最大穿透能量	J	≥5
7	维卡软化温度		℃	≥145
8	热变形温度		℃	≥130
9	加热尺寸 变化率	$1.5 \leq d \leq 5$	%	≤10
		$d > 5$		≤5
10	热膨胀系数		℃ ⁻¹	≤7.5×10 ⁻⁵
11	透光率(B)*	d 1.5mm	%	≥85
		d 3mm		≥83
		d 4mm		≥82
		d 6mm		≥80
		d 12mm		≥75
12	雾度△		%	≤5.0
13	耐候性能 (2000h)	色差	—	≤5.0
		黄色指数变化	—	≤3.0
		落锤冲击(穿孔特性)性能保留率	%	≥60
14	紫外线透射比		%	≤0.001
15	燃烧性能 b		级	B

*透光率只适用于 B 级产品。

△只适用于透明板材检测。

表 A.0.3-3 高强度中空采光板(GRP)技术参数

序号	项目名称	技术指标	
1	采光板厚度(mm)	50	20
2	板材宽度(mm)	1000	
3	板材长度(mm)	<10000(根据设计要求)	
4	重量(kg/m ²)	7.2	6.6
5	可燃性	B级	
6	烟气毒性	ZA3	
7	可见光透射比	0.85(无色板材)	

续表 A.0.3-3

序号	项目名称	技术指标	
8	空气隔声(dB)	28	23
9	传热系数[W/(m ² ·K)]	2.0	2.3
10	抗弯强度(MPa)	80	
11	邵氏硬度	83	
12	耐中性盐雾试验	4000h 未开裂、起鼓、剥落,粉化 0 级,变色灰卡 4 级	
13	耐人工老化实验	4000h 未开裂、起鼓、剥落,粉化 0 级,变色灰卡 3 级	
14	耐紫外线辐照性(168h)	样品未开裂、起鼓、剥落,粉化 0 级,变色灰卡 4 级	
15	颜色	多种颜色可选	

A.0.4 透光材料的光热参数可按表 A.0.4 取值。

表 A.0.4 透光材料的光热参数值

材料类型	材料名称	规格	颜色	可见光		太阳光		遮阳系数
				透射比	反射比	透射比	总透射比	
聚碳酸酯	乳白 PC 顶	3mm	乳白	0.16	0.81	0.16	0.20	0.23
	颗粒 PC 顶	3mm	无色	0.86	0.09	0.76	0.80	0.92
	透明 PC 顶	3mm	无色	0.89	0.09	0.82	0.84	0.97
	透明 PC 顶	4mm	无色	0.89	0.09	0.81	0.84	0.96
亚克力	透明亚克力	3mm	无色	0.92	0.08	0.85	0.87	1.00
	透明亚克力	4mm	无色	0.92	0.08	0.85	0.87	1.00
	磨砂亚克力	4mm	乳白	0.77	0.07	0.71	0.77	0.88
	磨砂亚克力	5mm	乳白	0.57	0.12	0.53	0.62	0.71
玻璃	夹胶玻璃	3C+0.38PVB+3C	无色	0.89	0.08	0.79	0.84	0.96
	夹胶玻璃	4C+1.52PVB+4C	无色	0.86	0.08	0.68	0.74	0.86
	夹胶玻璃	6C+0.76PVB+6C	无色	0.86	0.08	0.67	0.76	0.87
	夹胶玻璃	6C+1.52PVB+6C	无色	0.88	0.08	0.72	0.77	0.89
	夹胶玻璃	3F 绿+0.38PVB+3C	浅绿	0.81	0.07	0.55	0.67	0.77
	夹胶玻璃	6F 绿+0.38PVB+6C	浅绿	0.72	0.07	0.38	0.57	0.65
	中空玻璃	4mm+24A+4mm	无色	0.81	0.15	0.71	0.77	0.88
	中空玻璃	6Low-E+12A+6C	无色	0.76	0.11	0.47	0.54	0.62
	中空玻璃	6C+12A+6Low-E	无色	0.67	0.13	0.46	0.61	0.70
	中空玻璃	6Low-E+12A+6C	灰色	0.65	0.11	0.44	0.51	0.59
	中空玻璃	6Low-E+12A+6C	浅蓝灰	0.57	0.18	0.36	0.43	0.49

A.0.5 导光管采光顶性能参数取值可按下表取值。

表 A.0.5-1 导光管采光系统光热性能参数

装置名称	透光折减系数 T_r	太阳得热系数 $SHGC$	光热比 $T_r/SHGC$	传热系数 K 值($W/m^2 \cdot K$)	显色指数 R_a
导光管系统	0.74	0.35	2.11	2.1	98
	0.72	0.35	2.06	2.1	95
	0.68	0.32	2.12	1.6	95
	0.60	0.32	1.86	1.6	95

注:表中数值为导光管系统的实测值。

表 A.0.5-2 导光管内壁反射膜材的反射比 ρ 值

材料名称	总反射比	漫反射比
聚合物反射膜	0.99	<0.05
增强银反射膜	0.98	
增强银反射膜	0.97	
增强银反射膜	0.96	
增强铝反射膜	0.95	

表 A.0.5-3 漫射器材料的可见光透射比

材料类型	型号规格(mm)	可见光透射比
透明亚克力	2.5	0.90
磨砂亚克力	2.5	0.86
透明聚碳酸酯	3	0.88
磨砂聚碳酸酯	3	0.85

附录 B 结露计算方法

B.0.1 室内结露温度应按下列方法确定：

1 室内设计温度计算条件下的饱和水蒸气压 P_s 可按表 B.0.1 取值。

2 室内计算温度条件下的水蒸气分压 P 应按室内相对湿度与该温度下饱和水蒸气压 P_s 的乘积取值。

3 室内结露温度可按照表 B.0.1 中饱和水蒸气压等于水蒸气分压 P 的温度取值。

表 B.0.1 不同温度下的饱和水蒸气压 P_s (mmHg)

$t(^{\circ}\text{C})$	P_s	$t(^{\circ}\text{C})$	P_s	$t(^{\circ}\text{C})$	P_s	$t(^{\circ}\text{C})$	P_s
-20	0.772	11	9.844	41	58.34	71	243.9
-19	0.850	12	10.510	42	61.50	72	254.6
-18	0.935	13	11.230	43	64.80	73	265.7
-17	1.027	14	11.980	44	68.26	74	277.2
-16	1.128	15	12.780	45	71.88	75	289.1
-15	1.238	16	13.630	46	75.65	76	301.4
-14	1.357	17	14.530	47	79.60	77	314.1
-13	1.487	18	15.470	48	83.71	78	327.3
-12	1.627	19	16.470	49	87.98	79	341.0
-11	1.780	20	17.530	50	92.51	80	355.7
-10	1.946	21	18.65	51	97.20	81	369.7
-9	2.124	22	19.82	52	102.10	82	384.9
-8	2.315	23	21.06	53	107.20	83	400.6
-7	2.519	24	22.37	54	112.50	84	416.8
-6	2.737	25	23.75	55	118.00	85	433.6
-5	2.969	26	25.21	56	123.80	86	450.9
-4	3.216	27	26.74	57	129.80	87	468.7

续表 B.0.1

$t(^{\circ}\text{C})$	P_s	$t(^{\circ}\text{C})$	P_s	$t(^{\circ}\text{C})$	P_s	$t(^{\circ}\text{C})$	P_s
-3	3.673	28	28.35	58	136.10	88	487.1
-2	3.956	29	30.04	59	142.60	89	506.1
-1	4.258	30	31.82	60	149.40	90	525.8
0	4.579	31	33.70	61	156.4	91	546.1
1	4.926	32	35.66	62	163.8	92	567.0
2	5.294	33	37.73	63	171.4	93	588.6
3	5.685	34	39.90	64	179.3	94	610.9
4	6.101	35	42.18	65	187.5	95	633.9
5	6.543	36	44.56	66	196.1	96	657.6
6	7.013	37	47.07	67	205.0	97	682.1
7	7.513	38	49.69	68	214.2	98	707.3
8	8.045	39	52.44	69	223.7	99	733.2
9	8.609	40	55.32	70	233.7	100	760.0
10	9.209						

B.0.2 玻璃室内侧表面温度应按下列公式计算：

$$T = T_i - U/h_i(T_i - T_e)$$

式中： T 玻璃室内侧表面温度(K)；

T_i 建筑物室内温度(K)；

T_e 建筑物室外温度(K)；

h_i 室内对流换热系数[W/(m²·K)]；

U 玻璃传热系数[W/(m²·K)]；

B.0.3 可按下列方法进行结露判定：

1 当玻璃室内侧表面温度计算值大于室内露点温度时，可判定不会结露；

2 当玻璃室内侧表面温度计算值小于室内露点温度时，可判定会产生结露。

附录 C 不舒适眩光指数计算

C.0.1 采光屋面的不舒适眩光指数(DGI)可按下列公式进行计算。

$$DGI = 10 \lg \Sigma G_n \quad (C.0.1-1)$$

$$G_n = 0.478 \frac{L_s^{1.6} \Omega^{0.8}}{L_b + 0.07 \omega^{0.5} L_s} \quad (C.0.1-2)$$

$$\Omega = \int \frac{d\omega}{p^2} \quad (C.0.1-3)$$

$$p = \exp[(35.2 - 0.31889\alpha - 1.22e^{-2\omega/3})10^{-3}\beta - (21 + 0.26667\alpha - 0.002963\alpha^2)10^{-5}\beta^2] \quad (C.0.1-4)$$

式中: G_n 眩光常数;

L_s 窗亮度,通过窗所看到的天空、遮挡物和地面的加权平均亮度(cd/m^2);

L_b 背景亮度,观察者视野内各表面的平均亮度(cd/m^2);

ω 窗对计算点形成的立体角(sr);

Ω 考虑窗位置修正的立体角(sr);

p 古斯位置指数;

α 窗对角线与窗垂直方向的夹角;

β 观察者眼睛与窗中心点的连线与实现方向的夹角。

计算不舒适眩光指数(DGI)时,坐姿观测者眼睛的高度应取 1.2m,站姿观测者眼睛的高度应取 1.5m,观测位置应在纵向和横向两面墙的钟点,视线应水平朝前观测。DGI 一般需要采用计算机软件进行计算,视线方向及相关角度示意图见下图。



图 C.0.1 眩光观察视线示意图(站姿 h 取 1.5m, 坐姿 h 取 1.2m)

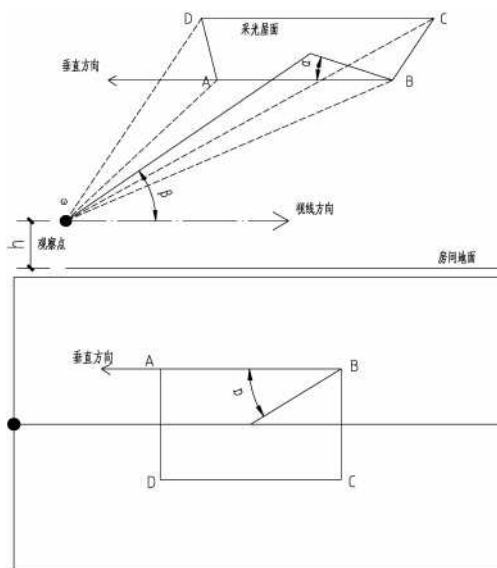


图 C.0.2 眩光计算各角度示意图

附录 D 采光计算方法

D.0.1 采光顶采光计算方法

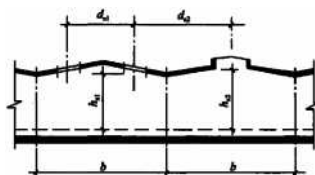


图 D.0.1 顶部采光计算示意图

采光系数平均值可按式计算:

$$C_{av} = \tau \cdot CU \cdot \frac{A_c}{A_d} \quad (D.0.1-1)$$

式中: C_{av} 采光系数平均值(%);

CU 利用系数,可按附表 E.0.1 取值;

A_c/A_d 窗地面积比;

τ 窗的总透射比,可按式计算:

$$\tau = \tau_0 \cdot \tau_c \cdot \tau_w \quad (D.0.1-2)$$

式中: τ_0 采光材料的透射比,可按附录 A 取值;

τ_c 窗结构的挡光折减系数,可按附录 E 取值,无框时取 1;

τ_w 窗玻璃的污染折减系数,可按附录 E 取值。

D.0.2 导光管采光系统采光计算方法

D.0.2.1 在顶部均匀布置条件下,室内平均水平照度可按式进行计算:

$$E_{av} = \frac{n \times \Phi_u \times CU \times MF}{s} \quad (D.0.2.1-1)$$

$$\Phi_u = E_s \times A_c \times \eta_d \quad (D.0.2.1-2)$$

式中: E_{av} 室内平均水平照度(lx);

- n 导光管采光系统的数量；
- Φ_{μ} 导光管采光系统漫射器的设计输出光通量(lm)；
- E_s 室外天然光设计照度值，重庆地区取 12000lx；
- A_t 导光管的有效采光面积(m²)；
- η_d 导光管采光系统的总效率；
- CU 导光管采光系统的利用系数，可按本标准附录 E.0.1 取值；
- MF 维护系数，可按本标准附录 E.0.3 取值；
- s 房间地面面积(m²)。

D.0.2.2 导光管采光系统的总效率可按下式进行计算：

$$\eta_d = \tau_1 \times TTE \times \tau_2 \quad (\text{D.0.2.2})$$

式中： τ_1 集光器的透射比；

TTE 导光管的传输效率，可按附录 E 的方法确定；

τ_2 漫射器的透射比。

D.0.2.3 导光管采光系统的自然采光有效服务面积可按下式进行估算。

$$s_{eff} = \frac{6731A_t}{E_n} \quad (\text{D.0.2.3})$$

式中： s_{eff} 导光管采光系统的有效服务面积(m²)；

A_t 导光管的有效采光面积(m²)，可根据导光管直径计算得到；

E_n 室内照度设计值(lx)。

附录 E 采光计算参数

E.0.1 顶部安装的导光管采光系统利用系数可按表 E.0.1 确定。

表 E.0.1 利用系数(CU)表

顶棚反射比 (%)	室空间比 RCR	墙面反射比(%)		
		50	30	10
80	0	1.19	1.19	1.19
	1	1.05	1.00	0.97
	2	0.93	0.86	0.81
	3	0.83	0.76	0.70
	4	0.76	0.67	0.60
	5	0.67	0.59	0.53
	6	0.62	0.53	0.47
	7	0.57	0.49	0.43
	8	0.54	0.47	0.41
	9	0.53	0.46	0.41
	10	0.52	0.45	0.40
50	0	1.11	1.11	1.11
	1	0.98	0.95	0.92
	2	0.87	0.83	0.78
	3	0.79	0.73	0.68
	4	0.71	0.64	0.59
	5	0.64	0.57	0.52
	6	0.59	0.52	0.47
	7	0.55	0.48	0.43
	8	0.52	0.46	0.41
	9	0.51	0.45	0.40
	10	0.50	0.44	0.40

续表 E.0.1

顶棚反射比 (%)	室空间比 RCR	墙面反射比(%)		
		50	30	10
20	0	1.04	1.04	1.04
	1	0.92	0.90	0.88
	2	0.83	0.79	0.75
	3	0.75	0.70	0.66
	4	0.68	0.62	0.58
	5	0.61	0.56	0.51
	6	0.57	0.51	0.46
	7	0.53	0.47	0.43
	8	0.51	0.45	0.41
	9	0.50	0.44	0.40
	10	0.49	0.44	0.40
地面反射比为 20%				

E.0.2 室内空间 RCR 可按式计算:

$$RCR = \frac{5h_x(l+b)}{l \cdot b} \quad (E.0.2)$$

式中: h_x 窗下沿距参考平面的高度(m);

l 房间长度(m);

b 房间进深(m)。

E.0.3 窗玻璃的污染折减系数可按下表取值。

表 E.0.3 窗玻璃的污染折减系数 τ_w 值

房间污染程度	玻璃安装角度		
	垂直	倾斜	水平
清洁	0.90	0.75	0.60
一般	0.75	0.60	0.45
污染严重	0.60	0.45	0.30

注:1. τ_w 值是按 6 个月擦洗一次窗确定的。

2. 多雨地区,水平天窗的污染系数可按倾斜窗的 τ_w 值选取。

E.0.4 导光管采光系统的维护系数可按下表确定。

表 E.0.4 导光管采光系统维护系数

房间污染程度	安装角度		
	垂直	倾斜	水平
清洁	0.90	0.80	0.70
一般	0.80	0.70	0.60
污染严重	0.70	0.60	0.50

E.0.5 导光管传输效率的计算可按以下步骤进行：

- 1 确定导光管直段部分的等效长度, $M=L/D$;
- 2 根据表 E.0.5-1 确定各个弯曲段的等效长度;
- 3 累加得到系统总的有效长度, 根据表 E.0.5 确定导光管的传输效率。

表 E.0.5-1 不同弯头角度下的等效长度

弯头角度 (°)	管径(mm)			
	250	350	530	650
30	4.8	3.5	2.3	1.4
60	9.6	5.7	4.5	2.8
90	12.8	7.2	5.8	3.7

表 E.0.5-2 导光管的传输效率

M	反射比			
	0.9	0.95	0.98	0.99
0	1.000	1.000	1.000	1.000
1	0.868	0.930	0.971	0.985
2	0.767	0.871	0.944	0.971
4	0.617	0.772	0.895	0.944
8	0.428	0.623	0.811	0.895
12	0.315	0.516	0.740	0.852
16	0.241	0.435	0.680	0.812
20	0.190	0.372	0.627	0.775
24	0.153	0.322	0.580	0.741
32	0.105	0.247	0.502	0.681

续表 E.0.5-2

M	反射比			
	0.9	0.95	0.98	0.99
40	0.076	0.195	0.439	0.628
48	0.058	0.158	0.388	0.582
56	0.045	0.130	0.345	0.541
64	0.036	0.109	0.308	0.504
72	0.030	0.092	0.277	0.471
80	0.025	0.079	0.251	0.441

注: $M = L/D$ 。其余长度的数值可通过插值得到。

E.0.6 窗结构的挡光折减系数可按下表取值。

表 E.0.6 窗结构的挡光折减系数

窗种类		τ_f 值
单层窗	木窗	0.70
	钢窗	0.80
	铝窗	0.75
	塑料窗	0.70
双层窗	木窗	0.55
	钢窗	0.65
	铝窗	0.60
	塑料窗	0.55

E.0.7 室内构件的挡光折减系数可按下表取值。

表 E.0.7 室内构件的挡光折减系数

构件名称	结构材料	
	钢筋混凝土	钢
实体梁	0.75	0.75
屋架	0.80	0.90
吊车梁	0.85	0.85
网架		0.65

E.0.8 井壁的挡光折减系数可按下图取值。

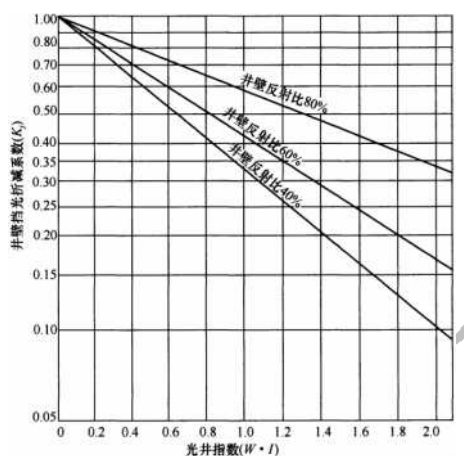


图 E.0.8-1 井壁挡光折减系数

矩形采光罩光井指数按下式计算

$$W \cdot I = 0.5H(W+L)/W \cdot L \quad (\text{E.0.8-1})$$

圆形采光罩光井指数按下式计算

$$W \cdot I = H/D \quad (\text{E.0.8-2})$$

式中, $W \cdot I$ 光井指数;

W 采光口宽度(m);

L 采光口长度(m);

H 采光口井壁的高度(m);

D 圆形采光口直径(m)。

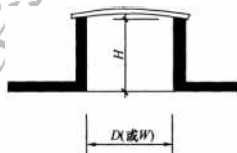


图 E.0.8-2 采光罩计算几何参数示意

附录 F 采光屋面光反射影响分析

F.0.1 适用场合

采光屋面光反射影响分析用于评价受太阳光直射的镜面反射采光屋面对周边建筑物的影响,用于指导相关设计的优化并核实项目状态是否达标。

F.0.2 分析方法

F.2.1 分析区域

半径为玻璃幕墙建筑物 5 倍高度范围内的受照建筑。

F.2.2 分析工况

每天需采集 11 个时间点(即 8 点、18 点每个整点时刻进行采集)计算太阳光线在全晴气候照射在采光屋面后的反射光亮度及相对受照建筑形成的反射光入射角,计算日期为春分日、夏至日、秋分日、冬至日以及每月的 1 号、11 号和 21 号。

F.2.3 计算步骤

a. 太阳高度角和方位角计算公式:



图 F.0.1 太阳高度角和方位角示意

$$\sin h_0 = \sin \delta + \cos \varphi \cos \delta \cos (15t + \lambda - 300)$$

$$\sin \alpha = \cos \delta \sin (15t + \lambda - 300) / \cos h_0$$

式中, h_0 太阳高度角(度)

α 太阳方位角(度)

t 东经 120°时间(24 小时制)

λ 地理经度(重庆沙坪坝 106.47° , 奉节 109.53° , 梁平 107.80° , 酉阳 108.77° , 其他地区按当地地理数据或参照取值)

φ 地理纬度(重庆沙坪坝 29.58° , 奉节 131.02° , 梁平 30.68° , 酉阳 28.83° , 其他地区按当地地理数据或参照取值)

δ 太阳赤纬角(见附表 F.2 值)

b. 在全晴气候垂直太阳光线照射下, 太阳光照度计算公式为:

$$E = 1.37 \times 10^5 e^{\frac{0.223}{\sin \lambda_0}}$$

c. 太阳光亮度的计算

$$B = \rho E / \pi$$

式中, b 亮度(cd/m^2)

E 表面照度(lx)

ρ 材料表面反射率

π 圆周率

d. 反射光入射角(也称“眩光角”)是指经镜面反射后的太阳光线(简称“反射光”)与受照建筑立面法线即人眼水平视角的夹角。



图 F.0.2 反射光入射角示意

反射光入射角的确定由两种途径:一是可以通过预测得到的空间透视图直接量取;二是可以采用公式进行计算。反射光平行直线的方向向量 $L = (m, n, p)$, 受照立面的法线向量 $N = (A, B, C)$, 则反射光入射角 θ 计算公式为

$$\cos \theta = \frac{Am + Bn + Cp}{\sqrt{m^2 + n^2 + p^2} \sqrt{A^2 + B^2 + C^2}} \quad (0 \leq \theta \leq 90^\circ)$$

F.2.4 计算结果分析

如果反射光入射角,则影响程度为可接受,不再需计算光照亮度,如果反射光入射角,则需进行光亮度的计算,然后根据亮度B计算结果判定光污染影响程度。影响程度为严重影响时为不可接受,需对设计进行调整。

表 F.0.2 光反射分析指标及影响程度判断

反射光入射角	亮度 B(cd/m ²)	影响程度
$\theta < 15^\circ$	$B \geq 2000$	严重影响
$15^\circ \leq \theta \leq 30^\circ$	$2000 \leq B < 4000$	轻微影响
	$4000 \leq B < 6000$	有影响
	$B \geq 6000$	严重影响
$\theta > 30^\circ$		可接受

F.0.3 典型日太阳位置

表 F.0.3-1 典型日太阳赤纬角

	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月
1	-23.1	-17.3	-7.9	4.2	14.8	21.9	23.2	18.2	8.6	-2.9	-14.2	-21.7
11	-21.9	-14.3	-4.0	8.0	17.7	23.0	22.2	15.5	4.9	-6.7	-17.2	-22.9
21	-20.1	-10.8	-0.1	11.6	20.0	23.5	20.6	12.4	1.0	-10.4	-19.8	-23.4

表 F.0.3-2 典型日太阳高度角

时间	春分	夏至	秋分	冬至
8	14.0	25.0	14.4	1.7
9	26.7	37.8	27.1	12.7
10	38.8	50.8	39.2	22.5
11	49.5	63.8	50.0	30.3
12	57.3	76.4	58.0	35.4
13	59.9	83.7	60.6	37.0
14	56.1	74.1	56.7	34.7
15	47.5	61.3	48.1	29.0
16	36.5	48.2	36.9	20.7
17	24.3	35.3	24.7	10.7
18	11.5	22.5	11.9	

表 F.0.3-3 典型日太阳方位角

时间	春分	夏至	秋分	冬至
8	-81.3	-103.9	-81.9	-61.7
9	-72.8	-98.0	-73.4	-53.4
10	-62.1	-91.6	-62.8	-43.2
11	-47.3	-83.3	-48.0	-30.5
12	-25.7	-66.3	-26.2	-15.3
13	2.9	12.4	3.0	1.7
14	30.5	71.3	31.1	18.4
15	50.7	85.2	51.4	33.2
16	64.4	92.9	65.1	45.3
17	74.6	99.1	75.2	55.1
18	82.8	105.1	83.4	63.1

本标准用词说明

1 为了便于在执行本标准条文时区别对待,对要求严格程度不同的用词说明如下:

1) 表示很严格,非这样做不可的:

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.《建筑结构荷载规范》GB 50009
- 2.《建筑抗震设计规范》GB 50011
- 3.《建筑给水排水设计规范》GB 50015
- 4.《建筑设计防火规范》GB 50016
- 5.《钢结构设计规范》GB 50017
- 6.《建筑采光设计标准》GB/T 50033
- 7.《建筑物防雷设计规范》GB 50057
- 8.《民用建筑隔声设计规范》GB 50118
- 9.《电气装置安装工程电缆线路施工及验收规范》GB 50168
- 10.《电气装置安装工程接地装置施工及验收规范》GB 50169
- 11.《电气装置安装工程蓄电池施工及验收规范》GB 50172
- 12.《民用建筑热工设计规范》GB 50176
- 13.《公共建筑节能设计标准》GB 50189
- 14.《绿色建筑评价标准》GB/T 50378
- 15.《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205
- 16.《建筑装饰装修工程质量验收规范》GB 50210
- 17.《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303
- 18.《屋面工程技术规范》GB 50345
- 19.《铝合金结构设计规范》GB 50429
- 20.《碳素结构钢》GB/T 700
- 21.《低合金高强度结构钢》GB/T 1591
- 22.《铜及铜合金顶材》GB/T 2040
- 23.《连续热镀锌钢板及钢带》GB/T 2518
- 24.《紧固件机械性能不锈钢螺栓、螺钉和螺柱》GB/T 3098.6
- 25.《变形铝及铝合金化学成分》GB/T 3190

- 26.《钛及钛合金顶材》GB/T 3621
- 27.《耐候结构钢》GB/T 4171
- 28.《非合金钢及细晶粒钢焊条》GB/T 5117
- 29.《热强钢焊条》GB/T 5118
- 30.《铝合金建筑型材》GB 5237
- 31.《铝及铝合金压型顶》GB/T 6891
- 32.《铝合金门窗》GB/T 8478
- 33.《建筑材料及制品燃烧性能分级》GB 8624
- 34.《地面用晶体硅光伏组件设计鉴定和定型》GB/T 9535
- 35.《中空玻璃》GB/T 11944
- 36.《彩色涂层钢板及钢带》GB/T 12754
- 37.《建筑用压型钢板》GB/T 12755
- 38.《金属覆盖层钢铁制件热浸镀锌层技术要求及试验方法》
GB/T 13912
- 39.《建筑幕墙气密、水密、抗风压性能检测方法》GB/T 15227
- 40.《建筑用安全玻璃第3部分：夹层玻璃》GB 15763.3
- 41.《建筑用硅酮结构密封胶》GB 16776
- 42.《建筑幕墙用铝塑复合顶》GB/T 17748
- 43.《地面用薄膜光伏组件设定鉴定和定型》GB/T 18911
- 44.《光伏系统并网技术要求》GB/T 19939
- 45.《工业厂房玻璃钢采光罩采光设计标准》CECS 44
- 46.《光伏(PV)组件安全鉴定第一部分：结构要求》GB/T
20047.1
- 47.《离网型风能、太阳能发电系统用逆变器第1部分：技术
条件》GB/T 20321.1
- 48.《不锈钢和耐热钢牌号及化学成分》GB/T 20878
- 49.《建筑幕墙》GB/T 21086
- 50.《建筑密封胶分级和要求》GB/T 22083
- 51.《建筑外门窗气密、水密、抗风压性能分级及检测方法》

GB/T 7106

- 52.《建筑外门窗保温性能分级及检测方法》GB/T 8484
- 53.《建筑外窗抗风压性能分级及检测方法》GB/T 7106
- 54.《建筑用安全玻璃第2部分:钢化玻璃》GB 15763.2
- 55.《灯具第1部分一般要求与试验》GB 7000.1
- 56.《建筑外窗采光性能》GB/T 11976
- 57.《建筑玻璃应用技术规程》JGJ 113
- 58.《采光顶与金属屋面技术规程》JGJ 255
- 59.《导光管采光系统技术规程》JGJ/T 374
- 60.《民用建筑绿色设计规范》JGJ/T 229
- 61.《空间网格结构技术规程》JGJ 7
- 62.《民用建筑电气设计规范》JGJ 16
- 63.《建筑机械使用安全技术规程》JGJ 33
- 64.《施工现场临时用电安全技术规范》JGJ 46
- 65.《建筑施工高处作业安全技术规范》JGJ 80
- 66.《建筑钢结构焊接技术规程》JGJ 81
- 67.《玻璃幕墙工程技术规范》JGJ 102
- 68.《建筑玻璃应用技术规程》JGJ 113
- 69.《金属与石材幕墙工程技术规范》JGJ 133
- 70.《混凝土结构后锚固技术规程》JGJ 145
- 71.《建筑门窗玻璃幕墙热工计算规程》JGJ/T 151
- 72.《建筑外墙清洗维护技术规程》JGJ 168
- 73.《民用建筑太阳能光伏系统应用技术规范》JGJ 203
- 74.《聚碳酸酯(PC)中空顶》JG/T 116
- 75.《建筑玻璃点支承装置》JG/T 138
- 76.《未增塑聚氯乙烯(PVC-U)塑料窗》JG/T 140
- 77.《玻璃纤维增强塑料(玻璃钢)窗》JG/T 186
- 78.《建筑门窗用密封胶条》JG/T 187
- 79.《建筑用不锈钢绞线》JG/T 200

- 80.《建筑幕墙用钢索压管接头》JG/T 201
- 81.《建筑用遮阳天篷帘》JG/T 252
- 82.《建筑用遮阳软卷帘》JG/T 254
- 83.《聚碳酸酯(PC)实心顶》JG/T 347
- 84.《幕墙玻璃接缝用密封胶》JC/T 882
- 85.《铝合金窗锁》QB/T 3890
- 86.《铝幕墙顶顶基》YS/T 429.1
- 87.《铝幕墙顶氟碳喷漆铝单顶》YS/T 429.2
- 88.《铝及铝合金彩色涂层顶、带材》YS/T 431
- 89.《铝塑复合顶用铝带》YS/T 432
- 90.重庆市《公共建筑节能(绿色建筑)设计标准》DBJ 50-052
- 91.重庆市《居住建筑节能 65%(绿色建筑)设计标准》DBJ 50-071
- 92.重庆市《居住建筑节能 50%设计标准》DBJ 50-102
- 93.重庆市《绿色建筑评价标准》DBJ 50/T-066
- 94.重庆市《建设工程绿色施工规范》DBJ 50/T-228

重庆工程建设

重庆市工程建设标准

建筑采光屋面技术标准

DBJ50/T-305-2018

条文说明

2018 重 庆

重庆工程建设

目 次

1	总则	73
2	术语和符号	76
2.1	术语	76
3	材料	77
3.1	一般规定	77
3.2	透光板采光顶	78
3.3	导光管采光顶	80
3.4	辅助材料	83
4	设计	86
4.1	一般规定	86
4.2	性能要求	87
4.3	建筑设计	92
4.4	结构设计	94
4.5	电气设计	95
4.6	排水设计	97
4.7	通风设计	97
5	施工	100
5.1	一般规定	100
5.3	导光管采光顶	101
6	工程验收	103
6.2	透光板采光顶	103
6.3	导光管采光顶	105
7	维护	107

7.1 一般规定	107
7.2 透光板采光顶	107
7.3 导光管采光顶	108

重庆工程建设

1 总 则

1.0.1 近年来,建筑节能与绿色建筑的工作越来越受到重视,国家和地方出台了一系列关于建筑节能与绿色建筑的政策、标准和规范,包括重庆市《绿色建筑行动实施方案(2013-2020 年)》渝府办发〔2013〕237 号、重庆市《公共建筑节能(绿色建筑)设计标准》DBJ 50-052、重庆市《居住建筑节能 65%(绿色建筑)设计标准》DBJ 50-071 等,对建筑节能与绿色建筑的发展具有较强的推动作用,绿色建筑呈现迅猛发展趋势。

建筑采光是实现建筑节能与绿色建筑工程的重要措施之一,也是建筑节能与绿色建筑标准体系中技术内容的重要组成部分。建筑屋面采光属于建筑自然采光的形式之一,不同于一般侧窗采光,其材料的选择、设计、施工及验收标准的建立显得尤为重要。

一是国家现行的《建筑采光设计标准》GB 50033 和《建筑照明设计标准》GB 50034 为自然采光设计提供基础性的依据,但地区的气候资源差异决定采光屋面工程必须结合当地的条件进行选型和设计。

二是现行的建筑节能与绿色建筑标准对自然采光以结果评价为导向,标准涉及的内容比较零碎,由于标准实施的前后时间关系部分条文还存在矛盾的地方,缺乏专门针对采光屋面的设计、施工及验收技术标准。

三是采光产品的日新月异,除了常规的透光板系统屋面外,还有新型的导光管采光系统、光伏玻璃、热致调光玻璃等材料,其自然采光设计的方法与传统的设计不尽相同,需要进一步明确。

四是国家在大力发展装配式建筑、绿色建材及绿色建筑,建筑采光屋面涉及材料或部品、设计及施工等内容标准应提出相应的要求,便于进一步引导和推广。

五是自然采光技术在大进深空间及地下空间采光、提高室内采光质量和改善室内舒适度方面发挥较大的作用,但还需进一步规范 and 提升。

因此,结合重庆地区的光气候资源情况、建筑节能与绿色建筑实施要求及新型产品的性能指标,突出采光屋面的建筑节能与绿色建筑的系列要求,规范设计、安装、施工验收和运行维护的各个环节,确保采光屋面工程达到安全适用、技术先进、经济合理,特制定本技术标准。

1.0.2 本标准适用于新建、改建和扩建民用建筑的采光屋面设计、系统和材料选用、施工及工程验收。由于工业建筑范围很广,一般不同于民用建筑,具有特殊的要求,如可能存在腐蚀、辐射、高温、高湿、振动、爆炸等特殊条件,本标准难以涵盖。当然,对于一般用途的工业建筑,其采光屋面可参照本标准的有关规定执行,有特殊要求的,应专门研究,并采取相应的措施。

1.0.3 采光屋面工程应用是综合技术,涉及到多个方面,包括结构安全、结构抗震、节能、环保、采光等要求,因此,采光屋面工程除满足本标准要求外,还应满足下列现行国家标准或行业标准:《建筑采光设计标准》GB 50033、《建筑照明设计标准》GB 50034、《屋面工程质量验收规范》GB 50207、《屋面工程技术规范》GB 50345、《建筑结构荷载规范》GB 50009、《钢结构设计规范》GB 50017、《建筑设计防火规范》GB 50016、《建筑物防雷设计规范》GB 50057、《建筑用太阳能光伏夹层玻璃》GB 29551、《建筑幕墙》GB/T 21086、《玻璃幕墙工程技术规范》JGJ 102、《采光顶与金属屋面技术规程》JGJ 255、《建筑玻璃应用技术规程》JGJ 113、《导光管采光系统技术规程》JGJ/T 374、《种植屋面工程技术规程》JGJ 155、《民用建筑太阳能光伏系统应用技术规范》JGJ 203、《建筑玻璃采光顶》JG/T 231、重庆市《公共建筑节能(绿色建筑)设计标准》DBJ 50-052、重庆市《绿色建筑设计标准》DBJ50/T-214、重庆市《绿色建筑检测标准》DBJ50/T-211 等有关绿色建筑、建筑节能

能、建筑幕墙物理性能方面的标准,其它相关的规定也应参照执行。

重庆工程建设

2 术语和符号

2.1 术 语

2.1.1 本标准中采光屋面所使用的透光材料或导光材料包括玻璃、塑酯及导光管三种形式材料,具体材料包括普通玻璃、热致变色玻璃、光伏玻璃、聚碳酸酯(PC)、聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA)、玻璃纤维增强树脂中空采光板(GRP)等。

2.1.2 本标准中透光板采光顶按使用材料的形式可划分为玻璃采光顶、塑酯采光顶两种,其中玻璃采光顶可分为采用普通玻璃采光顶、热致变色玻璃采光顶、光伏玻璃采光顶等形式,塑酯采光顶包括聚碳酸酯(PC)采光顶、聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA)采光顶、玻璃纤维增强树脂中空采光板(GRP)采光顶等形式。

3 材 料

3.1 一般规定

3.1.1 材料性能是保证采光屋面质量和安全的物质基础,本条所指材料性能主要包括力学性能、热工性能、物理性能及化学性能等,力学性能参数包括强度、硬度、刚度、塑性、韧性等,热工性能参数包括传热系数、太阳得热系数等,物理性能参数包括密度、熔点、导热性、热膨胀性等,化学性能参数包括耐蚀性、热稳定性等。

采光屋面所使用的材料概括起来,基本上可分为五大类:支承框架、面板、密封填缝、结构粘结和其他辅助材料(保温材料、隔声材料和隔汽材料等)。对于导光管采光系统,则主要是集光器、导光管、漫射器及保温和密封材料。这些材料和设备由于生产厂家不同,质量差别较大。因此为确保采光屋面安全可靠,就要求所使用的材料应符合国家或行业标准规定的要求;对其中少量暂时还没有国家标准的材料,应符合设计要求,或参考国外同类产品标准要求;生产企业制定的企业标准经备案后可作为产品质量控制的依据。

3.1.2 近些年,由于对节能性能有较高要求,使得保温、隔热材料在建筑上获得普遍应用。但一些采用易燃或可燃隔热、保温材料的工程,发生严重的火灾,造成很大损失。因此考虑到采光顶与金属屋面的重要性,对隔热、保温材料应提高防火性能要求,应采用岩棉、矿棉、玻璃棉、防火顶等不燃或难燃材料。岩棉、矿棉应符合现行国家标准《建筑用岩棉绝热制品》GB/T 19686 的规定,玻璃棉应符合现行国家标准《建筑绝热用玻璃棉制品》GB/T 17795 的规定。根据《建筑设计防火规范》GB 50016 的相关要求

制定本条文。无论是在加工制作和施工中,还是交付使用后,采光屋面的防火都十分重要,面板材料应采用不燃材料或难燃材料。

3.1.3 现行的建筑节能与绿色建筑标准对建筑采光屋面工程提出相应的要求,因此建筑采光屋面应按照建筑节能和绿色建筑的相关要求进行设计并符合设计要求,如采光屋面的建筑热工性能、可见光透射比、屋面防水性能、支撑采光顶的材料耐候性和耐久性等。另外,建筑屋面采光设计一般为二次设计,滞后于土建设计,若采光屋面工程的预留预埋不足,造成返工和资源浪费,这就要求采光屋面工程应与主体建筑同步实施。

3.2 透光板采光顶

3.2.2 采光屋面玻璃对其安全性要求极高,夹层玻璃在合理使用条件下,具有安全可靠的性能,因此必须使用夹层玻璃。尽管钢化玻璃破碎后形成细小的颗粒,但也会给人体带来伤害,特别是近年来钢化玻璃自爆概率较高,因此规定必须使用夹层玻璃,且对 PVB 胶片的厚度做出规定,避免夹层玻璃破碎后发生坠落。

3.2.4 地板玻璃要求的安全性比屋面玻璃高,因此上人屋面玻璃应按地板玻璃设计。

3.2.10 作为采光屋面的面板材料,聚碳酸酯板应具有良好的耐候性和抗老化性。常见的失效形式是顶材黄化,因此应控制黄色指数变化指标,提高对聚碳酸酯顶的要求。在生产顶材时,紫外线稳定剂(uv)的线性分布最低点小于 80 时可保证聚碳酸酯顶黄色指数变化不大于 1。

3.2.11 根据现行国家标准《公共场所阻燃制品及组件燃烧性能要求和标识》GB 20286 的规定,作为采光屋面面板使用的聚碳酸酯顶,其燃烧性能等级不应低于 GB 8624 规定的 B 级,且产烟等级不低于 s2 级、燃烧滴落物/微粒的附加等级不低于 d1 级、产烟

毒性等级不低于 t1 级。

3.2.12 聚碳酸酯板中空板的物理和力学性能、太阳得热系数、空气声隔声性能和承载性能应符合《聚碳酸酯(PC)中空板》JG/T 116 的规定；聚碳酸酯板实心板的物理和力学性能、承载性能应符合《聚碳酸酯(PC)实心板》JG/T 347 的规定。玻璃纤维增强树脂中空采光板(GRP)的抗风压性能、气密性能、水密性能、保温性能、空气声隔声性能及采光性能应符合《聚碳酸酯(PC)中空板》JG/T 116 的要求，即表 3.2.12-1~3.2.12-6。

表 3.2.12-1 抗风压性能分级承载性能分级表[kPa]

分级代号	1	2	3	4	5	6	7	8	X、X
分级指标值 P_3	$1.0 \leq P_3$ <1.5	$1.5 \leq P_3$ <2.0	$2.0 \leq P_3$ <2.5	$2.5 \leq P_3$ <3.0	$3.0 \leq P_3$ <3.5	$3.5 \leq P_3$ <4.0	$4.0 \leq P_3$ <4.5	$4.5 \leq P_3$ <5.0	$P_3 \geq 5.0$

注：表中 X、X 表示用 ≥ 5.0 kPa 的具体值取代分级代号。

表 3.2.12-2 气密性能分级表[m³/(m·h)]

分级	3	4	5
单位缝长分级指标值 q_1 /m ² /(m·h)	$2.5 \geq q_1 > 1.5$	$1.5 \geq q_1 > 0.5$	$q_1 \leq 0.5$
单位面积分级指标值 q_2 /m ³ /(m ² ·h)	$7.5 \geq q_2 > 4.5$	$4.5 \geq q_2 > 1.5$	$q_2 \leq 1.5$

表 3.2.12-3 水密性能分级表[Pa]

分级	1	2	3	4	5	××××
分级指标值 ΔP	$100 \leq \Delta P$ <150	$150 \leq \Delta P$ <250	$250 \leq \Delta P$ <350	$350 \leq \Delta P$ <500	$500 \leq \Delta P$ <700	$\Delta P \geq 700$

注：××××表示用 ≥ 700 Pa 的具体值取代分级代号。

表 3.2.12-4 保温性能分级[W/m²]

分级	7	8	9	10
分级指标值 K	$3.0 > K \geq 2.5$	$2.5 > K \geq 2.0$	$2.0 > K \geq 1.5$	$K < 1.5$

表 3.2.12-5 空气声隔声性能分级[dB]

分级	2	3	4	5	6
分级指标值 R_w	$25 \leq R_w < 30$	$30 \leq R_w < 35$	$35 \leq R_w < 40$	$40 \leq R_w < 45$	$45 \leq R_w$

表 3.2.12-6 采光性能分级

分级	1	2	3	4	5
分级指标值 T_r	$0.20 \leq T_r$ < 0.30	$0.30 \leq T_r$ < 0.40	$0.40 \leq T_r$ < 0.50	$0.50 \leq T_r$ < 0.60	$T_r \geq 0.60$

3.3 导光管采光顶

3.3.1 目前,常用的导光管采光顶由集光器、导光管和漫射器等基本构件构成,根据工程的实际需要,还可增加一些配件,如调光器等。导光管采光系统主要采用顶部安装的方式,当顶部开洞受限制时,也可采用侧面安装的方式。根据工程设计的要求,集光器部分可高于屋面,或与屋面平齐;当室内有吊顶时,漫射器的设计安装应与其相结合。

导光管采光顶宜采用通用的规格。参照国际照明委员会 CIE 的标准和国内外现有产品的技术规格,建议按管径给出导光管的通用规格,各管径对应的有效截面面积如表 3.3.1 所示。

表 3.3.1 不同规格导光管采光顶的有效截面面积

管径尺寸(mm)	截面面积(m^2)
250	0.05
350	0.10
530	0.22
650	0.33
750	0.44
900	0.64

3.3.2 导光管采光顶主要性能指标包括传热系数、太阳得热系数、颜色透射指数、防尘等级、抗结露因子性能指标。

1 导光管采光顶传热系数的测试方法参照《建筑外门窗保温性能分级及检测方法》GB/T 8484,测试过程中,要求安装的导光管采光顶伸入室内的导光管长度为 400mm,计算传热系数时,

室内侧的传热面积为导光管与漫射器表面积之和。目前,《公共建筑节能设计标准》GB 50189、《居住建筑节能 65%(绿色建筑)设计标准》DBJ50-071、《居住建筑节能 50%设计标准》DBJ50-102 对屋面的热工性能参数提出了要求,结合行业标准《导光管采光系统技术规程》JGJ/T 337 对导光管系统的传热系数规定及市场上产品的传热系数测试情况,本条规定导光管采光系统的传热系数不高于 $2.2\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ 。

2 太阳得热系数是透光围护结构的重要节能评价指标,该数值越低,意味着单位面积透过的太阳辐射越少,对于我国夏热冬暖、夏热冬冷和温和地区的夏季节能具有积极的作用。通过对现有导光管系统(管长 0.6m)的测试,其太阳得热系数均不高于 0.35。随着导光管长度的增加,该数值会进一步降低。

3 与人工照明相比,天然采光的显色性是其一大优势。利用导光管系统进行采光,除保证采光的数量,即提高系统效率外,还应重视采光的质量,其中显色性是很重要的指标之一。我们通常以颜色透射指数作为评价指标,按照 CIE 的评价标准,可分为 90、80、60、20 四档,导光管采光顶的显色性应达到优良,即 90 以上。颜色透射指数的测试可按照《建筑外窗采光性能分级及检测方法》GB/T 11976 进行。

4 当导光管内壁积灰或污染时,其反射比会下降,将导致系统性能的降低。安装和使用过程中,应避免灰尘进入系统内部。参照灯具防护等级的性能要求,应达到尘密的要求,即 IP6X。测试方法可参照《灯具第 1 部分:一般要求与试验》GB 7000.1 中灯具的防尘性能测试方法进行测试,测试时应将整套系统放入防尘箱中进行测试。防尘等级可按表 3.3.2-1 给出的依据进行判定。

表 3.3.2-1 防尘等级的分级表及判定依据

防尘等级	判定依据
IP1X	直径为 50mm 的试具无法进入
IP2X	直径为 12.5mm 的试具无法进入
IP3X	直径为 2.5mm 的试具无法进入
IP4X	直径为 1mm 的金属线无法进入
IP5X	放置于防尘箱中试验后,开盖检查产品内部无灰尘进入, 或许进入但不影响产品性能
IP6X	放置于防尘箱中试验后,开盖检查,不能有灰尘,属尘密

5 当系统内部结露或产生凝结水时,将降低系统性能,并影响正常使用。在系统设计时,应考虑相应措施避免结露。抗结露因子(CRF)为衡量物体表面结露能力的指标。导光管采光顶伸入室内的部分为导光管和漫射器,导光管采光系统抗结露因子的测试方法参照《建筑外门窗保温性能分级及检测方法》GB/T 8484,导光管采光系统抗结露因子取导光管与漫射器抗结露因子中的较低值(见表 3.3.2-2)。

表 3.3.2-2 抗结露的分级表及判定依据

分级	1	2	3	4	5
分级指标值	$CRF \leq 35$	$35 < CRF \leq 40$	$40 < CRF \leq 45$	$45 < CRF \leq 50$	$50 < CRF \leq 55$
分级	6	7	8	9	10
分级指标值	$55 < CRF \leq 60$	$60 < CRF \leq 65$	$65 < CRF \leq 70$	$70 < CRF \leq 75$	$CRF > 75$

3.3.4 集光器是导光管采光系统暴露在室外的部件,气密性能、水密性能和抗风压性能是其重要性能指标。其测试方法和分级要求可按现行国家标准《建筑外门窗气密、水密、抗风压性能分级及检测方法》GB/T 7106 的相关规定执行。气密、水密、抗风压性能分级可分别参照表 3.3.4-1、表 3.3.4-2 和表 3.3.4-3 确定。

表 3.3.4-1 气密性等级表及判定依据

分级	1	2	3	4	5	6	7	8
单位缝长 分级指标值 $q_1/[m/(m^3 \cdot h)]$	$4.0 \geq$ $q_1 > 3.5$	$3.5 \geq$ $q_1 > 3.0$	$3.0 \geq$ $q_1 > 2.5$	$2.5 \geq$ $q_1 > 2.0$	$2.0 \geq$ $q_1 > 1.5$	$1.5 \geq$ $q_1 > 1.0$	$1.0 \geq$ $q_1 > 0.5$	$q_1 \leq 0.5$
单位缝长 分级指标值 $q_2/[m/(m^3 \cdot h)]$	$12 \geq$ $q_2 > 10.5$	$10.5 \geq$ $q_2 > 9.0$	$9.0 \geq$ $q_2 > 7.5$	$7.5 \geq$ $q_2 > 6.0$	$6.0 \geq$ $q_2 > 4.5$	$4.5 \geq$ $q_2 > 3.0$	$3.0 \geq$ $q_2 > 1.5$	$q_2 \leq 1.5$

表 3.3.4-2 水密性等级表及判定依据

分级	1	2	3	4	5	6
分级指标 ΔP	$100 \leq$ $\Delta P < 150$	$150 \leq$ $\Delta P < 250$	$250 \leq$ $\Delta P < 350$	$350 \leq$ $\Delta P < 500$	$500 \leq$ $\Delta P < 700$	$\Delta P \geq 700$

表 3.3.4-3 抗风压性能等级表及判定依据

分级	1	2	3	4	5	6	7	8	9
分级指标值 P_3	$1.0 \leq P_3$ < 1.5	$1.5 \leq P_3$ < 2.0	$2.0 \leq P_3$ < 2.5	$2.5 \leq P_3$ < 3.0	$3.0 \leq P_3$ < 3.5	$3.5 \leq P_3$ < 4.0	$4.0 \leq P_3$ < 4.5	$4.5 \leq P_3$ < 5.0	$P_3 \geq 5.0$

3.3.7 抗冲击性能是指导光管采光系统采光罩部件抵抗由于天气原因或人为原因产生的不确定撞击的能力。因为导光管采光系统采光罩通常安装于建筑物屋面或建筑物周围地表,出于安全的考虑,故提出本条规定。试验可参照《建筑用安全玻璃 第2部分:钢化玻璃》GB 15763.2 的规定,应足以抵御质量为 1kg 的钢球,从 1.0m 高度自由落到采光罩上时产生的冲击而不得产生裂纹或贯穿的裂纹。

3.4 辅助材料

3.4.1 铝合金型材精度有普通级、高精级和超高精级之分。采光屋面对材料的要求较高,为保证其承载力、变形和美观要求,应采用高精级或超高精级的铝合金型材。

3.4.2 铝合金型材采用阳极氧化、电泳涂漆、粉末喷涂、氟碳漆喷涂进行表面处理时,应符合现行国家标准《铝合金建筑型材》GB 5237 的规定,表面处理层的厚度应满足表 3.4.2 的要求。

表 3.4.2 铝合金型材表面处理层厚度

表面处理方法		膜厚级别 (涂层种类)	厚度 $t(\mu\text{m})$	
			平均膜厚	局部膜厚
阳极氧化		不低于 AA15	$t \geq 15$	$t \geq 12$
电泳涂漆	阳极氧化膜	B		$t \geq 9$
	漆膜	B		$t \geq 7$
	复合膜	B		$t \geq 16$
粉末喷涂				$t \geq 40$
氟碳喷涂	二涂		$t \geq 30$	$t \geq 25$
	三涂		$t \geq 40$	$t \geq 34$
	四涂		$t \geq 65$	$t \geq 55$

注:由于挤压型材横截面形状的复杂性,在型材某些表面(如内角、横沟等)的漆膜厚度允许低于本表的规定,但不允许出现露底现象。

3.4.3 碳素结构钢和低合金高强度结构钢的种类、牌号和等级应符合现行国家标准《优质碳素结构钢》GB/T 699、《碳素结构钢》GB/T 700、《低合金高强度结构钢》GB/T 1591、《合金结构钢》GB/T 3077、《碳素结构钢和低合金结构钢热轧薄钢板和钢带》GB 912、《碳素结构钢和低合金结构钢热轧厚钢板和钢带》GB/T 3274、《结构用无缝钢管》GB/T 8162 等相关产品标准的规定。

3.4.5 不锈钢材的防锈能力与其铬和镍含量有关。目前常用的不锈钢型材有 304 系列: S30408 (06Cr19Ni10)、S30458 (06Cr19Ni10N)、S30403 (022Cr19Ni10), 含镍铬总量为 27%~29%, 镍含量 9%~10%; 316 系列: S31608 (06Cr17Ni12Mo2)、S31658 (06Cr17Ni12Mo2N)、S31603 (022Cr17Ni12Mo2), 含镍铬总量 29%~31%, 含镍量 12%~14%。316 系列型材防锈性能优于 304 系列, 更适用于耐腐蚀性能要求较高的环境。采光顶与金属屋面采用的奥氏体不锈钢尚应符合现行国家标准《不锈钢棒》

GB/T 1220、《不锈钢冷加工钢棒》GB/T 4226、《不锈钢冷轧钢板和钢带》GB/T 3280、《不锈钢热轧钢带》YB/T 5090、《不锈钢热轧钢板和钢带》GB/T 4237 的规定。

3.4.6 当前国内标准五金配件的品种尚不齐全,且无幕墙、采光顶专用的产品标准,因此所用附件、紧固件应首先符合设计要求,并应符合国家现行标准《建筑用不锈钢绞线》JG/T 200、《建筑幕墙用钢索压管接头》JG/T 201、《建筑门窗五金件旋压执手》JG/T 213、《建筑门窗五金件传动机构用执手》JG/T 124、《建筑门窗五金件滑撑》JG/T 127、《建筑门窗五金件多点锁闭器》JG/T 215、《铝合金窗锁》QB/T 3890、《紧固件螺栓和螺钉通孔》GB/T 5277、《十字槽盘头螺钉》GB/T 818、《不锈钢自攻螺钉》GB 3098.21、《紧固件机械性能螺栓、螺钉和螺柱》GB/T 3098.1、《紧固件机械性能螺母粗牙螺纹》GB/T 3098.2、《紧固件机械性能螺母细牙螺纹》GB/T 3098.4、《紧固件机械性能自攻螺钉》GB/T 3098.5、《紧固件机械性能不锈钢螺栓、螺钉和螺柱》GB/T 3098.6、《紧固件机械性能不锈钢螺母》GB/T 3098.15 的规定。

3.4.11 用天篷帘、软卷帘应分别符合现行行业标准《建筑用遮阳天篷帘》JG/T 252 和《建筑用遮阳软卷帘》JG/T 254 的规定。

4 设计

4.1 一般规定

4.1.2 采光屋面与建筑物整体的协调是建筑造型的需要,是建筑师非常关注的问题。采光屋面还应与周围环境相协调,尤其是外观造型和颜色方面的协调。采光屋面的选型和布置是建筑设计的重要内容,设计者除了考虑外观效果外,还必须综合考虑室内空间组合、功能、视觉以及加工条件等多方面的要求。采光屋面的建筑设计由建筑师和屋面(幕墙)专业设计师共同完成。建筑设计的主要任务是确定采光屋面的类型、色调、构图、虚实组合和协调围护结构与建筑整体以及与环境的关系,并对采光屋面的性能、材料和制作工艺提出设计要求,要根据建筑的使用功能、造价、环境、能耗、施工技术条件进行设计,并能方便制作、安装、维修和保养。

4.1.3 面板以及与面板直接连接的支承结构(主梁、次梁等)的受载面积小、影响面小,可按围护结构考虑,属于现行国家标准《建筑结构可靠度设计统一标准》GB 50068 中所说的“易于替换的结构构件”,因此其结构设计使用年限不应低于 25 年。间接支承面板的支承结构是大跨度、重载的屋面主要结构(如支承檩条的大梁、屋架、网架、索结构等),基本属于主体结构的范畴,其结构设计使用年限应与主体结构相同。

4.1.5 建筑信息化模型(Building Information Modeling 简称 BIM),是近年来在建筑行业中新兴的一种工程数字化设计方式,通过建筑信息模型实现土建设计及相关检测、管网控制、可提升项目工程的设计质量。

4.2 性能要求

4.2.1 国家《公共建筑节能设计标准》GB50189 于 2015 年 10 月 1 日实施,对夏热冬冷地区围护结构热工性能提高了要求,并采用太阳得热系数代替了综合遮阳系数。对于公共建筑,分为甲类和乙类分别提出要求。其中,甲类公共建筑是指单栋面积大于 300m^2 的建筑,或单栋建筑面积小于或等于 300m^2 但总建筑面积大于 1000m^2 的建筑群;乙类公共建筑是指单栋建筑面积小于或等于 300m^2 的建筑。

现行重庆市《公共建筑节能(绿色建筑)设计标准》DBJ50-052 针对公共建筑围护结构包括屋面、屋面透明部分提出强制规定。重庆市《居住建筑节能 65%(绿色建筑)设计标准》DBJ50-071 和《居住建筑节能 50%设计标准》DBJ50-102 规定居住建筑屋顶天窗的传热系数不应大于 $3.2\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$,遮阳系数不应大于 0.50。《民用建筑热工设计规范》GB 50176 对水平透光围护结构的太阳得热系数与建筑遮阳系数的乘积给出了相应规定。综合以上标准,提出太阳得热系数的限值要求。

当公共建筑进行围护结构热工性能权衡判断时,屋顶透明部分传热系数不应大于 $3.0\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$,太阳得热系数 SHGC 要求不大于 0.35。

外遮阳构件是改善外窗(包括透光幕墙)太阳得热系数的重要技术措施。有外遮阳时,外窗(包括透光幕墙)的遮阳性能应为外遮阳构件和外窗(包括透光幕墙)组成的系统的综合太阳得热系数。外遮阳构件的遮阳系数计算应符合《民用建筑热工设计规范》GB 50176 的规定。需要注意的是,外窗(包括透光幕墙)的太阳得热系数计算不考虑内遮阳构件的影响。

本条所指的具有热工性能要求的系统主要指采光顶中的大型玻璃采光顶、光伏采光系统等涉及结构设计的系统,其余系统或材料的热工性能执行自身系统的要求。采光屋面太阳得热系

数应按现行国家标准《民用建筑热工设计规范》GB 50176 和现行行业标准《建筑门窗玻璃幕墙热工计算规程》JGJ/T 151 的有关规定计算。带有中空内置遮阳的门窗、幕墙传热系数应按照现行行业标准《建筑门窗玻璃幕墙热工计算规程》JGJ/T 151 的规定进行计算。导光管采光系统等产品的传热系数应以有相关资质的检测单位出具的产品性能检测报告为准,测试方法参照《建筑外门窗保温性能分级及检测方法》GB/T 8484。

4.2.2 屋顶透明部分所占的面积虽然远低于实体屋面,但对建筑顶层而言,透明部分将直接受到太阳的辐射,透明部分隔热的好坏对顶层房间的室内环境影响极大,尤其是夏季屋顶水平面太阳辐射强度最大,如果屋顶的透明面积越大,相应建筑的能耗也越大,因此对屋顶透明部分的面积和热工性能应予以严格的限制。

现行重庆市《公共建筑节能(绿色建筑)设计标准》DBJ50-052 对公共建筑屋顶透明部分的面积要求不应大于建筑屋顶总面积的 20%,并应采取适宜的遮阳措施。重庆市《居住建筑节能 65% (绿色建筑)设计标准》要求居住建筑屋顶天窗的面积不宜大于房间地板轴线面积的 10%。

4.2.3 建筑遮阳的目的在于防止直射阳光透过玻璃进入室内,减少阳光过分照射加热建筑室内,是门窗隔热的主要措施。透过窗户进入室内的太阳辐射热,是夏季室内过热和空调负荷的主要原因。设置遮阳不仅要考虑降低空调负荷,改善室内的热舒适性,减少太阳直射和眩光影响;同时也需要考虑非空调时间的采光以及冬季的阳光照射需求。

常用的遮阳措施包括自遮阳系统和可调节遮阳系统,考虑遮阳效果及后期维护管理,优先采用自遮阳或可调节外遮阳系统。

1 自遮阳系统:可采用遮阳型低辐射镀膜夹层中空玻璃、遮阳型夹层中空 Low-E 玻璃、变色夹层中空玻璃、热反射夹层中空玻璃、建筑用热致调光中空玻璃等遮阳型的玻璃系统。还可以设

置具有透光能力的光伏薄膜类电池玻璃,必要时也可设置遮阳系统。当采用具有透光能力的光伏薄膜类电池玻璃时,还应符合现行行业标准《采光顶与金属屋面技术规程》JGJ 255 的相关规定。另外,若采用固定遮阳构件设计时,应进行夏季太阳直射轨迹分析,根据分析结果确定固定遮阳的形状和安装位置。

2 可调节遮阳系统:可调节遮阳宜设置在室外侧,可以根据季节环境、室内外温差、阳光的强弱程度加以调节。可调节外遮阳措施不完全指活动外遮阳设施,永久设施(中空玻璃夹层智能内遮阳)、外遮阳加内部高反射率可调节遮阳也可以作为可调节外遮阳措施。屋顶采用调节外遮阳措施,在计算建筑有太阳直射的透明部分面积中有可控遮阳调节措施的面积比例时,屋顶部分有可控遮阳调节措施的面积可以乘以 1.1 的权重系数计入分子。在室内侧设置活动遮阳时,可结合建筑造型、风格等灵活运用、大胆创作,在实现建筑节能的同时实现建筑艺术的提升。必要时还可在其外侧采取淋水降温等措施。

4.2.4 热桥部位是围护结构热工性能的薄弱环节,确保热桥部位在冬季不结露是避免围护结构内表面霉变的必要条件。采光屋面与其它围护结构连接处应采取保温、密封构造,采用防潮型材料填塞,缝隙应采用密封材料或胶密封。如果是不防潮的保温材料在冬季就会吸收凝结水变得潮湿,降低保温效果。这些构造的缝隙必须采用密封材料或胶,杜绝外界雨水、冷凝水等影响。从保证建筑正常使用、健康室内环境的角度考虑,将冬季热桥表面温度高于房间空气露点设置为强制性条文。结露验算应按现行国家标准《民用建筑热工设计规范》GB 50176 的有关规定计算。

4.2.5 由于平面功能的需要,大型商场、高层建筑的裙房往往建筑进深都很大,有的甚至接近 100m。在这种情况下,仅仅依靠风压是难以获得好的自然通风效果的。利用风压自然通风,就得设置竖向风道。而中庭不仅是丰富室内空间、改善室内环境的设

施,而且也正是良好的自然通风竖向风道,通过合理的设计,可以消除室内余热、余湿并有效控制室内污染物浓度,改善室内热湿环境和空气品质,节约建筑运行能耗。当自然通风不能满足要求时,应采用机械通风,或自然通风和机械通风结合的复合通风。

室外空气污染和噪声污染严重的地区,不宜全面采用自然通风。在梅雨季节,在开窗情况下围护结构内表面易产生泛潮,如不及时处理,易对人体健康造成威胁,应关闭通风口,减少湿空气的进入。

采光屋面的可开启面积应与所在空间的其他通风开口综合考虑,满足气流组织的需要及相关标准规定的自然通风换气次数的要求。对于空间或者气流组织复杂的,宜使用计算流体力学的方法确定开口位置及大小。

4.2.7 采光屋面的重要功能是自然采光,应满足采光的相关要求。应用采光屋面的场所,其照度、采光系数和均匀度等采光数量和质量指标应满足现行国家标准《建筑采光设计标准》GB 50033 的要求。导光管采光系统只能在天然光充足的时段提供场所所需的照明,当开窗面积受到限制时,可采用人工照明补充。在阴天采光不足的时段或夜间也需要人工照明的补充,以保证视觉作业和场所使用要求的需要。人工照明的设计宜与导光管系统的设计结合,以充分利用天然光,实现节能。同时,导光管采光系统的布置应与人工照明的布置相结合。自然采光不仅有利于照明节能,而且有利于增加室内外的自然信息交流,改善空间卫生环境,调节空间使用者的心情。建筑的地下空间和高大进深的地上空间,由于空间的封闭,很容易出现自然采光不足的情况。通过采用天窗、采光罩等设计手法,以及各类导光技术和设施的采用,可以有效改善这些空间的自然采光效果。

为保证采光均匀性的要求,通常情况下采光顶或导光筒应均匀布置,布置间距应控制在合理的范围。为满足均匀度为 0.7 的要求,采光顶或导光筒之间的间距宜为参考面高度的 1~1.5 倍。

采光均匀度为参考平面上的采光系数最低值与平均值之比。

顶部采光的眩光由于眩光源不在水平视线位置,在同样的窗亮度条件下,顶窗的眩光一般小于侧窗的眩光,顶部采光对室内的眩光效应主要为反射眩光。为保证采光均匀性的要求,通常情况下漫射器应均匀布置,漫射器之间的间距应控制在合理的范围。为满足均匀度要求为 0.7 的要求,漫射器之间的间距宜为参考面高度的 1~1.5 倍。

4.2.8 顶部采光与导光管工程的采光计算方法均为流明法,参照《建筑采光设计标准》GB 50033 给出。其中,导光管采光系统的总效率可按本标准给出的方法计算。可见光透射比可按现行行业标准《建筑门窗玻璃幕墙热工计算规程》JGJ/T 151 的规定进行计算。重庆地区位于 V 类光气候区,室外天然光设计照度值 E_s 为 12000lx。

当室内有构件遮挡时,如工业厂房的吊车梁、网架等,计算时应考虑其遮挡,室内构件的挡光折减系数参照《建筑采光设计标准》GB 50033 中给出。

当屋面不是水平面时,导光管系统安装时与水平安装的状态有所区别。系统对于入射光的接收程度取决于实际的可见天空,可见天空的大小用立体角来表示。当整个天空可见时,各方向的人射光都能接收。而当导光管采光系统倾斜安装时,其可见天空的立体角将减小,可接受的入射光也相应减少。导光管采光系统倾斜安装时,其设计输出光通应乘以修正系数。

4.2.9 本条中的窗地比由《建筑采光设计标准》GB 50033 中的规定换算而来,考虑了重庆地区的光气候系数 K。本条文便于在方案设计阶段估算采光口面积,此窗地面积比值只适用于规定的计算条件。如不符合规定的条件,需按实际条件进行计算。导光管采光系统的自然采光服务面积估算公式由理论推导而来,并考虑较不利情况,仅用于前期估算,具体服务面积需根据产品性能参数采用检测或者模拟计算的方式予以确定。

4.2.10 眩光会让人感到不舒服,降低对重要信息的辨识力。对于采光屋面,光污染控制对策主要是降低材料的可见光反射比及控制反射光入射角和亮度。

4.2.11 采光罩是集光器的主要部件,其主要作用是采集室外光线,对系统的光学性能具有重要的影响。合理选择采光罩的形状,采用反光片或导光棱镜等措施,限制高角度的直射阳光,提高低角度阳光的利用效率,以保证室内有相对稳定的光输出。在导光管设计中,弯管的出现会显著影响系统的效率。为提高系统效率,应尽量避免使用弯管。当不得不使用弯管时,应采用较大角度的弯管,不能使用锐角的弯管,以减少光的损失。在长度和使用材料等条件相同的情况下,管径大的导光管采光系统的效率更高。因此,在技术经济条件许可的条件下,设计选型时应尽可能选择管径大的系统。

4.2.12 本标准给出的采光计算方法,仅适用于全阴天空条件下、规则房间、采光屋面均匀布置的情况。当建筑空间复杂、屋面透光部分非均匀布置,或需要逐点计算采光时,可采用计算机软件或模型试验进行计算分析。

自然采光设计可以有效降低照明能耗。在设计阶段,进行自然采光节能量的模拟预测和核算,可以预测自然采光的节能潜力,帮助建筑师进行自然采光设计方案的节能优化。采光节能计算方法按照现行国家标准《建筑采光设计标准》GB50033 执行。

4.3 建筑设计

4.3.1 采光屋面与防火分隔构件间的缝隙,应进行防火封堵。防烟、防火封堵构造系统的填充材料及其保护性面层材料,应采用耐火极限符合设计要求的不燃烧材料或难燃烧材料。在正常使用条件下,封堵构造系统应具有密封性和耐久性,并应满足伸缩变形的要求;在遇火状态下,应在规定的耐火时限内,不发生开

裂或脱落,保持相对稳定性。当屋面和外墙保温材料燃烧性能为非 A 级材料时,采光屋面与外墙交界处、屋顶开口部位四周的保温层,应采用宽度不小于 500mm 的燃烧性能为 A 级保温材料设置水平防火隔离带。为了避免两个防火分区因玻璃破碎而相通,造成火势迅速蔓延。防火分区间设置通透隔断时,应采用防火玻璃或防火玻璃制品,其耐火极限应符合现行规范和标准要求。

4.3.2 采光屋面若贴临外墙,且四周没有女儿墙或女儿墙(或屋面上翻檐口)低于 500mm 的屋面,应设置防坠落装置。公共场所安装的采光屋面,可能发生人员或物体冲撞、挤压事故,造成人员伤害和财产损失。因此,此类部位的玻璃应采用安全玻璃中的夹层玻璃,并应设置明显的警示标志,有效防止此类事故的发生,降低事故危害。

4.3.6 采光屋面应具有良好的密封性。如果开启窗设置过多、开启面积过大,将增加采暖空调的能耗和雨水渗漏的可能性,且影响整体效果。实际工程中,开启扇的设置数量,应兼顾建筑使用功能、美观和节能环保的要求。在保证采光效果的前提下,室内透光部分的形式和布置应尽量与室内设计及装修保持协调一致。

4.3.14 平屋面上光伏组件的设计需要考虑下列因素:

1 因为在太阳高度角较小时,光伏方阵排列过密会造成相互遮挡,降低运行效率。所以应对光伏组件的相互遮挡进行日照计算和分析,以保证光伏方阵实现高效、经济的运行。

2 需要经常维修的光伏组件的周围屋面、检修通道等人员通行的屋面部位,应设置刚性保护层保护防水层。

4.3.15 平屋面上安装光伏组件应符合以下要求:

1 为了获得较多太阳光,屋面坡度宜采用光伏组件全年获得电能最多的倾角。一般情况下可根据当地纬度正负 10° 来确定屋面坡度。

2 建材型光伏构件安装在坡屋面上时,其与周围屋面材料

连接部位要做好建筑构造处理,相互间衔接完好,应满足屋面整体的保温、防水等围护结构功能要求。

4.3.16 在满足相同采光要求的前提下,需要综合场所特点、使用要求、室外光条件状况和安装条件等各方面因素,从技术经济性上进行多方案比选后选择其中较优的设计方案。

设计和安装应考虑建筑使用功能和室内布置的要求,不影响建筑的正常使用,并做到便于维护和维修。

4.3.18 土建预留洞口应根据导光管的管径确定,并预留足够的安装空间。预留时还应满足保温及防水的要求。采用半球形等突出屋面的集光器时,宜采用现场浇制的方法制作安装基座,该做法施工简单并便于集光器安装。在停车场等有交通功能的场所安装集光器时,应考虑到交通的需要,应采用与地面平齐的平板形式的集光器,以保证通道畅通。

对于钢筋混凝土屋面,屋面应统一做防水,且防水应延伸至安装基座的顶部。彩钢屋面开孔与基座处的防水处理,防水材料应铺设至基座外边缘外不少于 500mm。

4.4 结构设计

4.4.1 采光屋面是建筑物的外围护结构的一部分,主要承受直接作用其上的风荷载、重力荷载(积灰荷载、雪荷载、活荷载和自重)、地震作用、温度作用等,不分担主体结构承受的荷载和地震作用。采光屋面结构体系应满足承载能力极限状态和正常使用极限状态的基本要求。面板与支承结构之间、支承结构与主体结构之间,应有足够的变形能力,以适应主体结构的变形;当主体结构在外荷载作用下产生变形时,不应使构件产生强度破坏和不能允许的变形。

4.4.2 直接与面板连接的支承结构,一般是钢结构构件、铝合金结构构件,其结构设计应符合国家本条相关标准的规定。

4.4.3 在新建建筑上安装采光屋面,结构设计时应事先考虑其传递的荷载效应。既有建筑结构形式和使用年限各不相同。在既有建筑上增设采光屋面,必须进行检测和结构验算,保证结构本身的安全性。

4.4.4 重力荷载和风荷载是屋面结构承受的最主要荷载,结构设计应考虑这些荷载的组合及效应计算;在抗震设防地区,由于采光屋面的面板和直接连接的支承结构一般尺度较小、重量较轻,地震作用相对风荷载一般较小,承载力和挠度验算时可忽略其作用。但在构造设计上适当加以考虑,以保证其抗震性能;温度等非荷载作用涉及温度场及适宜的分析方法,本标准没有给出明确的设计方法,当需要考虑时,应按国家有关标准的规定进行结构计算分析和设计。

4.4.5 对非抗震设防的地区,只需考虑风荷载以及积灰荷载、雪荷载、屋面活荷载、结构自重等重力荷载,必要时应考虑温度作用;对抗震设防的地区,尚应考虑地震作用影响。目前,结构抗震设计的标准是小震下保持弹性,基本不产生损坏。在这种情况下,构件也应基本处于弹性工作状态。因此,本标准中有关构件的内力和挠度计算均可采用弹性方法进行。对变形较大的场合(如尺度较大的玻璃面板),宜考虑几何非线性的影响。

在采光屋面工程中,温度变化引起的对面板、胶缝和支承结构的作用效应是存在的。温度作用的影响一般可通过建筑或结构构造措施解决,而不一一进行计算,实践证明是简单、可行的办法。对温度变化比较敏感的工程,在设计计算和构造处理上应采取必要的措施,避免因温度应力造成构件破坏。

4.5 电气设计

4.5.2 采光屋面是附属主体建筑的围护结构,其金属框架一般不单独作防雷接地,而是利用主体结构的防雷体系,与建筑本

身的防雷设计相结合,因此要求应与主体结构的防雷体系可靠连接,并保持导电通畅。压顶板体系(接闪带)应与主体结构屋顶的防雷系统有效的连通。

4.5.3 为保证光环境效果,充分利用天然光,实现照明节能,照明设计及照明控制应与采光屋顶的采光状况相结合,可采取分区分组控制措施,有条件时还可采用智能照明控制系统对人工照明进行调光控制,当天然光对室内照明达不到照度要求时,控制系统自动开启人工照明,直到满足照度要求。

4.5.4 调光器通过控制电机带动导光管系统内的遮光片进行开关,从而达到调整漫射器输出的光通量,实现对室内光照度调节的目的。电气设计时应考虑调光器的用电需求,预留单独的配电回路。

4.5.8 光伏系统所产电能应满足国家电能质量的指标要求,主要包括:

1 10kV 及以下并网光伏系统正常运行时,与公共电网接口处电压允许偏差如下:三相为额定电压的 $\pm 7\%$,单相为额定电压的 $\pm 7\%$ 、 -10% ;

2 并网光伏系统与公共电网同步运行,频率允许偏差为 $\pm 0.5\text{Hz}$;

3 并网光伏系统的输出有较低的电压谐波畸变率和谐波电流含有率;总谐波电流含量小于功率调节器输出电流的 5% ;

4 光伏系统并网运行时,逆变器向公共电网馈送的直流分量不超过其交流额定值的 1% 。

4.5.9 人员有可能接触或接近的、高于直流 50V 或 240W 以上的系统属于应用等级 A,适用于应用等级 A 的设备被认为是满足安全等级 II 要求的设备,即 II 类设备。当光伏系统从交流侧断开后,直流侧的设备仍有可能带电,因此,光伏系统直流侧应设置必要的触电警示和防止触电的安全措施。

4.5.10 光伏系统并网后,一旦公共电网或光伏系统本身出现异

常或处于检修状态时,两系统之间如果没有可靠的脱离,可能带来对电力系统或人身安全的影响或危害。因此,在公共电网与光伏系统之间一定要有专用的联结装置,在电网或系统出现异常时,能够通过醒目的联结装置及时人工切断两者之间的联系。另外,还需要通过醒目的标识提示光伏系统可能危害人身安全。

4.5.11 现行国家标准《光伏(PV)组件紫外试验》GB/T 19394和《光伏组件盐雾腐蚀试验》GB/T 18912对光伏组件的耐久性试验提出明确要求,本标准的试验指标就是根据这两个试验标准制定的。根据工程的数据统计,建筑上应用的光伏组件在20年内输出功率衰减一般不超过初始测试值的20%。

4.6 排水设计

4.6.3 采光屋面采用天沟集水,而天沟无调蓄雨量的能力,为增加雨水排水系统的可靠性,当采用天沟集水且沟檐溢水会流入室内时,设计暴雨强度应乘以1.5的系数。

4.6.4 对于采光屋面的各汇水面积内,宜设2组独立排水系统,以提高安全度。

4.6.5 采光屋面,一般承载力较弱,将超设计重现期的雨水,采用溢流设施迅速、及时排走,既是采光屋面的安全保障,也是经济可靠的排水方式。

4.7 通风设计

4.7.1 本条源自国家标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》(GB 50736-2012)。无外窗、有人员经常停留的房间,是指:办公室、会议室、接待与休息间、展厅、阅览室、娱乐和健身房以及卫生间等房间,当设有空调系统时,房间有相应的新风系统,也可不另行设置通风系统。

4.7.2 室内二氧化碳浓度和温度对人员活动、思维等生理反应及舒适度感官均存在较大的影响。室内二氧化碳浓度为 $350\sim 450\mu\text{g/g}$, 可视为等同室外一般环境; 室内二氧化碳浓度为 $450\sim 1000\mu\text{g/g}$, 人员感觉空气清新, 呼吸顺畅; 室内二氧化碳浓度为 $1000\sim 2000\mu\text{g/g}$, 人员感觉空气混浊, 并开始觉得昏昏欲睡; 室内二氧化碳浓度为 $2000\sim 5000\mu\text{g/g}$, 感觉头痛、嗜睡、注意力无法集中、心跳加速、轻度恶心; 室内二氧化碳浓度大于 $5000\mu\text{g/g}$, 可能导致严重缺氧, 对人员造成严重危害。因此, 室内设置与通风窗联动的二氧化碳检测装置, 当传感器监测到二氧化碳浓度达到或超过 $1000\mu\text{g/g}$, 通风窗开启。鉴于二氧化碳分子量大于空气平均分子量, 二氧化碳传感器应设置于人员活动区域。

4.7.3 考虑到消防安全的重要性和特殊性, 兼作消防排烟窗的通风窗应确保消防排烟开窗信号不受诸如雨水感应、热辐射感应等其他自控信号的干扰。

4.7.4 一般情况除冬季外, 建筑物在春、夏、秋三个季节均应充分利用室外自然环境。可通过加大通风量的方式改善室内热环境, 提高室内空气质量。而适当提高外窗可开启面积、有效组织好室内外自然通风气流路径则是投入最小、见效最好的技术手段, 应大力推广应用。公共建筑一般室内人员密度比较大, 建筑室内空气流动, 特别是自然、新鲜空气的流动, 是保证建筑室内空气质量符合国家有关标准的关键。

《公共建筑节能(绿色建筑)设计标准》DBJ50-052 和《居住建筑节能 65%(绿色建筑)设计标准》DBJ50-071 对主要功能房间的外窗通风开口比例进行了相应的要求。采光屋面的开启方式不同于侧窗开启, 但如果设计合理, 采光屋面的天窗同样能有效地促进室内自然通风, 有利于节能降耗。

《公共建筑节能(绿色建筑)设计标准》DBJ50-052 规定: 自然通风条件下, 房间的换气次数达到 2 次/时。《居住建筑节能 65%(绿色建筑)设计标准》DBJ50-071 规定: 自然通风降温时, 换气次

数不小于 10 次/h。基于此,当采用采光屋面进行开窗通风时,可考虑采光屋面通风的效果和贡献,可通过计算流体力学软件(CFD)设计分析,确保满足换气次数要求。即:当采光屋面设置相应的天窗开启,其开启面积可考虑纳入透明部分(门窗、幕墙等)开启面积与地板轴线面积比例和透明部分(门窗、幕墙等)可开启面积与透明部分面积比例计算。

根据《建筑幕墙、门窗通用技术条件》GB/T31433 的要求,作为衡量窗、幕墙的耐久性指标的反复启闭性能应满足开启部位启闭次数不应小于 1 万次,且启闭无异常,使用无障碍。

计算流体力学 CFD(Computational Fluid Dynamics)数值模拟技术相比传统的模型试验和经验公式预测流体的流动和传热而言,CFD 技术具有成本低、速度快、资料完备等优点,逐渐受到人们的青睐。目前随着计算机技术和数值模拟技术的发展,CFD 已被广泛用于解决工程中的实际问题。考虑到采用建筑采光屋面的房间存在大空间、大进深的情形,进行室内自然通风设计较常规的房间设计复杂,需要采用先进的计算机模拟技术来辅助气流组织的设计,确保采光屋面自然通风口部开启的位置具有良好的气流组织,避免气流的短路。

5 施 工

5.1 一般规定

5.1.1 采光屋面属于外围护结构体系,为保证安装施工质量,要求主体结构满足采光屋面安装的基本条件,并符合结构相关的施工质量验收规范的要求。安装过程中对加工好的半成品、成品构件进行保护,在存放、搬运、吊装时,应防止碰撞、损坏、污染构件,在室外储存时更应采取有效保护措施。

5.1.2 采光屋面施工前应组织各参建方进行图纸会审,参建方应对设计文件中的重点内容进行正确理解与准确把握,掌握施工图中的细部构造及有关技术要求,确保后续施工验收符合设计要求。

施工组织设计编制应符合《采光顶与金属屋面技术规程》JGJ 255、《导光管采光系统技术规程》JGJ/T 374 及《建设工程绿色施工规范》DBJ50/T-228 相关规定,施工组织设计具体应包括如下内容:

1 工程概况,组织机构、责任和权利、施工进度计划和施工程序安排(包括技术规划、现场施工准备、施工队伍及有关组织机构等);

2 材料质量标准及技术要求;

3 与主体结构施工、设备安装、装饰装修的协调配合方案;

4 搬运、吊装方法、测量方法及注意事项;

5 试验样品设计、制作要求和物理性能检验要求;

6 安装顺序、安装方法及允许偏差要求,关键部位、重点难点部位施工要求,嵌缝收口要求;

7 构件、组件和成品的现场保护方法;

- 8 质量要求及检查验收计划；
- 9 安全措施及劳动保护计划；
- 10 光伏系统安装、调试、运行和验收方案；
- 11 相关各方交叉配合方案。

施工组织设计内容还应有绿色施工相关的节地、节能、节水、环境保护及人员健康等内容，并符合《建设工程绿色施工规范》DEJ50/T-228 规定。

采光屋面的施工应符合现行行业标准《建筑施工高处作业安全技术规范》JGJ 80、《建筑机械使用安全技术规程》JGJ 33、《施工现场临时用电安全技术规范》JGJ 46 的有关规定，确保项目施工安全。

5.1.3 采光屋面工程采用的各种材料，除有产品出厂质量证明文件外，还应在材料进场后由施工单位按规定进行抽样复检，并提出试验报告。抽样数量、检验项目和检验方法，应符合国家产品标准和本规范的有关规定。

5.1.4 建筑信息化模型 (Building Information Modeling 简称 BIM)，是近年来在建筑行业中新的一种工程数字化设计方式，通过建筑信息模型实现土建设计及相关检测、管网控制、施工过程的动态观察及实时漫游等可视化交底，还可以进行现场模拟施工，极大的提升项目工程的施工效率和质量。

5.3 导光管采光顶

5.3.2 当导光管设计穿过屋面时，其防水处理应符合《屋面工程技术规范》GB 50345 所规定的防水要求。屋面防水工程应根据建筑物的类别、重要程度、使用工程要求确定防水等级，并按相应等级进行防水设防，对防水有特殊要求的建筑屋面，应进行专项防水设计。屋面防水等级和设防要求应符合表 5.3.2 的规定。

表 5.3.2 屋面防水等级和设防要求

防水等级	建筑类别	设防要求	防水等级
I 级	重要建筑和高层建筑	两道防水设防	I 级
II 级	一般建筑	一道防水设防	II 级

重庆工程建設

6 工程验收

6.2 透光板采光顶

6.2.1 第1款 玻璃采光顶进场时应提供采光顶的型式检验报告,性能应符合《建筑玻璃采光顶》JG/T 231 的规定,其组成材料的性能指标也应符合该标准的规定。遮阳天篷帘及组成材料的性能应符合《建筑用遮阳天篷帘》JG/T 252 的规定。

第2款 施工图设计时应明确本条所列的各项性能指标,各项性能指标的分级详见《建筑玻璃采光顶》JG/T 231,在该标准中,玻璃采光顶的热工性能包含了保温性能和遮阳系数。热工性能应进行复检,其他项目是否需复检可根据设计要求进行。

第5款 在《建筑玻璃采光顶》JG/T 231 中,对玻璃的制作、玻璃组件的组装、支承结构加工和组装都进行了详细规定,在检查验收时应根据该标准的相关要求进行检查验收。

第8款 玻璃采光屋面施工完毕,应进行雨后观察、整体或局部淋水试验,檐沟、天沟应进行蓄水试验,并应填写淋水和蓄水试验记录。

6.2.2 第1款 太阳能光伏玻璃采光系统进场时,应核查太阳能光伏玻璃系统及组件性能的型式检验报告,太阳能光伏玻璃的性能应符合《建筑用太阳能光伏夹层玻璃》GB 29551 及《建筑用太阳能光伏中空玻璃》GB/T 29759 的规定。

第4款 太阳能光伏玻璃的性能按《建筑用太阳能光伏夹层玻璃》GB 29551 及《建筑用太阳能光伏中空玻璃》GB/T 29759 的规定执行,配套材料及制作组装按《建筑玻璃采光顶》JG/T 231 的规定执行。

第6款 太阳能光伏玻璃采光系统施工完毕,应进行雨后观

察、整体或局部淋水试验,檐沟、天沟应进行蓄水试验,并应填写淋水和蓄水试验记录。

6.2.3 第4款采光板与支承构件之间连接构造符合设计要求,连接牢固。螺栓或铆钉穿孔安装时,板材的开孔孔径须比螺栓或铆钉直径大50%,预留热胀冷缩空间。铆钉头部应比柄部大2倍,并加上垫片,避免在局部产生大压强损坏板材。螺丝不宜拧得太紧,避免压裂板材。不宜使用PVC垫片或含沥青成份的防水胶布。冷弯加工时,弯曲部分避免使用螺丝固定。所有孔穴均应以硅酮密封胶填满空隙及覆盖外露部分,防止水分或清洁剂进入,影响板材质量。

第6款采光板在安装时一定要分清安装的方向,将抗紫外线的一面朝外安装,没有防紫外线涂层的一面朝内安装,切勿装错。中空采光板材倾斜安装时应顺肋筋方向,有利于冷凝水导出。如果采光板要进行冷弯安装,一定要注意冷弯的方向只能是顺着肋筋弯曲,中空采光板冷弯安装的情况下,其弯曲半径不得小于板材厚度的175倍。

第7款采光板板材安装好后应认真做喷淋试验,检查是否漏水,如有漏水隐患应及时消除,然后再检查外观质量。

6.2.6 第1款采光板板材的裁切尺寸和膨胀预留量是否合适,要特别注意留出足够的均匀的膨胀间隙,嵌入型材的深度和边缘余量应符合设计和产品说明书的要求。

第2款采光板安装固定宜采用厂家配套提供的专用胶条,胶条的材质宜采用EPDM橡胶或者氯丁橡胶,严禁采用聚氯乙烯(PVC)、天然橡胶等含有对采光板有害的物质的胶条。

第3款 与采光板接触的密封胶必须选用中性硅酮胶,严禁使用碱性、酸性、化学成分不明的含有溶剂的密封胶。在施胶前一定要使型材及板材的表面清洁和干燥,做到无油污、尘土、水汽、露珠及其他杂物,施胶均匀,胶层表面光滑,断面尺寸不一致并不得有间断现象;须特别注意的是所使用中性密封胶必须提

前与板材做相溶性试验,以避免与采光板板材发生化学反应。可能发生渗漏的部位可用充以密封胶进行弥补,如迎水面两端密封胶垫的接口处。

第5款中空采光板收口处先用专用胶带将口封好,再将收边配件固定好。中空采光板上原有的胶带仅为临时保护板材边缘所用,其是不耐老化的。在安装时,按尺寸裁板下料后应采用专用胶带密封板端孔格,把原来胶带替换下来。专用胶带应有很好的耐候性,长期使用而不丧失其粘结性和机械强度,安装操作时,贴胶带时要注意以下几点:

- 1 保证板材边缘都是光滑的;
- 2 要将所有孔吹干净,压缩空气必须是干燥且无任何杂质;
- 3 要保证用型材、金属盖板,端部的U形保护槽把胶带完全盖住,安装完成后,不应该有暴露的部分。

4 中空采光板连接的边缘局部最少都要保持20mm的空间,板材被夹持配件夹持的部分必须至少含有一条筋肋。

第6款在将采光板与配件安装固定的时候,宜将保护膜撕开30mm到50mm,这样是为了避免配件压条将保护膜压住。但不能撕开太多,不然容易因为安装操作划伤采光板。在确认安装好采光板装置和配件后,方可撕开保护膜。如果遇到施工中必须要对采光板进行保护时,也应该先撕掉,然后在覆盖上保护膜。采光板清洗时应用60℃以下的温水冲洗,应采用中性洗涤剂,不能采用对采光板有侵蚀作用的洗涤剂。用软布或海绵蘸中性液轻轻擦洗。禁用粗布、刷子、拖把等其它坚硬、锐利工具实施清洗。

6.3 导光管采光顶

6.3.1 第1款 导光管采光系统的管径通常有250mm、350mm、530mm、650mm、900mm等规格,系统的技术性能包括透光折减系数、颜色透射指数、防尘等级、传热系数、太阳得热系数、抗结露

性能等,应符合设计要求及《导光管采光系统技术规程》JGJ/T 374 的规定,进场时核查其型式检验报告。集光器、导光管、漫射器等组件也应提供相应的型式检验报告,其性能也应符合《导光管采光系统技术规程》JGJT 374 的规定。

第 5 款导光管采光系统安装完成后,应按照现行国家标准《采光测量方法》GB/T 5699 的规定对系统的照度、采光效果和采光均匀度指标进行测量,测量结果应符合设计要求。

7 维 护

7.1 一般规定

7.1.1 为了使采光屋面在使用过程中达到和保持设计要求的功能,确保不发生安全事故,本标准规定承包商应提供给业主使用维护说明书,作为工程竣工交付内容的组成部分,指导采光屋面的使用和维护。

7.1.2 本条要求工程承包商在工程交付使用前应为业主培训合格的维修、维护人员。导光管采光系统属于较为专业的产品,维护工作应由专业人员完成,并留有完整的维护记录。

7.1.3 采光屋面在正常使用时,业主应根据使用维护说明书及本标准的相关要求,制定维修保养计划与制度,保证其安全性与功能性要求。主要包括:日常维护与保养;定期检查和维修;地震、台风、火灾后的全面检查与修复等。

7.2 透光板采光顶

7.2.2 根据实际工程经验,在采光屋面工程竣工验收后一年内,工程加工和施工工艺及材料、附件的一些缺陷均有不同程度的暴露。所以在工程竣工验收后一年时,应对工程进行一次全面的检查。

对玻璃面板,应检查有无剥落、裂纹等。

对于使用结构硅酮密封胶的采光屋面工程,本标准规定使用十年后进行首次粘结性能的检查,此后每五年检查一次。首次检查规定与《玻璃幕墙工程技术规范》JGJ 102-2003 的规定基本一致。

关于抽样比例及抽样部位,本标准未作出具体规定。实际工程的检查应由检查部门制定检查方案,由相应设计资质部门审核后实施。

“每三年检查一次”是建立在检查结果良好的基础上,如果粘结性能有下降趋势的话,应根据检查结果制定检查间隔时间,增加检查频次。

7.2.5 光伏发电系统交付使用前,光伏系统设计单位应协助用户建立光伏发电系统的管理制度,编写使用操作手册、日常检查和巡检的内容及其指导说明,并对各项条文详细说明。

7.3 导光管采光顶

7.3.1 为保证系统在使用过程中稳定可靠,应根据当地气候特点制定专门的维护方案,包括检查和维护的部位,检查和维护周期和维护的方法等内容。导光管采光系统的维护工作应坚持安全可靠、科学管理、操作规范、节能高效的原则。同时,导光管采光系统属于较为专业的产品,维护工作应由专业人员完成,并留有完整的维护记录。

7.3.2 维护工作的内容应包括集光器、导光管、漫射器、调光器、密封部件以及防水等。

7.3.3 为保证系统的性能,在对集光器、漫射器等部件进行维护时,应避免硬物损伤或留下划痕。在对管道进行维护时,应采用干燥清洁的软布擦拭内表面,并避免灰尘进入管道内。

7.3.4 在日常使用过程中,集光器和漫射器表面的污染是影响系统性能最重要的因素。考虑到气候的特点,每年宜进行一次,以保证采光的效果。平板式集光器清洗的频率宜适当增加,不宜少于半年一次。