**UDC**



**中华人民共和国行业标准**

**P JGJ/T×－20****××**

 **备案号J ×－20××**

建筑门窗玻璃幕墙热工计算规程

Calculation specification for thermal performance of windows, doors and glass curtain-walls

**局部修订条文征求意见稿**

**20××－××－××发布 20××－××－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**

建筑门窗玻璃幕墙热工计算规程

Calculation specification for thermal performance of windows, doors and glass curtain-walls

**JGJ/T\*\*\*-20\*\***

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 ×× 年 × 月 1 日

中国建筑工业出版社

20×× 北 京

**修订说明**

本次局部修订是根据住房和城乡建设部《关于执行2019年工程建设规范和标准编制及相关工作计划的通知》（建标标便[2019]21号）的要求，由广东省建筑科学研究院集团股份有限公司会同有关单位对《建筑门窗玻璃幕墙热工计算规程》JGJ/T 151—2008进行局部修订。

本次修订的主要内容是：将采光顶纳入本规程；加入太阳得热系数的概念及相关计算；与《民用建筑热工设计规范》GB50176协调一致；细化数值模拟的要求等。

本规范中下划线表示修改的内容；用黑体字表示的条文为强制性条文，必须严格执行。

本规范由住房和城乡建设部负责管理，由广东省建筑科学研究院集团股份有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送至广东省建筑科学研究院集团股份有限公司（地址：广东省广州市先烈东路121号，邮编：510500）。

本次局部修订的主编单位、参编单位、主要起草人和主要审查人：

主编单位：广东省建筑科学研究院集团股份有限公司

参编单位：中国建筑科学研究院

华南理工大学

深圳市建筑科学研究院集团股份有限公司

清华大学

福建省建筑科学研究院

中国南玻集团

广东省建设科技与标准化协会

泰诺风保泰（苏州）隔热材料有限公司

深圳市新山幕墙技术咨询有限公司

广州建筑装饰集团有限公司

江苏赛迪乐节能科技有限公司

广州行盛玻璃幕墙工程有限公司

深圳市保利达建设工程有限公司

主要起草人：

主要审查人：

**《建筑门窗幕墙热工计算规程》JGJ/T 151—2008**

**修订对照表**

**（方框部分为删除内容，下划线部分为增加内容）**

| 现行《规程》条文 | 修订征求意见稿 |
| --- | --- |
| 1 总则 | 1 总则 |
|  | **1.0.1**为贯彻执行国家的建筑节能政策，促进建筑门窗、玻璃幕墙、采光顶工程的节能设计和产品设计，规范门窗、玻璃幕墙、采光顶产品的节能性能评价，制定本规程。 |
|  | **1.0.2** 本规程适用于建筑外围护结构中使用的门窗、玻璃幕墙和采光顶的传热系数、遮阳系数、可见光透射比以及结露性能评价的计算。 |
|  | **1.0.3** 本规程规定的计算是在建筑门窗、玻璃幕墙、采光顶空气渗透量为零，且采用稳态传热计算方法进行的计算。 |
|  | **1.0.4** 实际工程所用建筑门窗、玻璃幕墙、采光顶的室内外热工计算边界条件应符合相应的建筑热工设计标准和建筑节能设计标准的要求。 |
|  | **1.0.5** 建筑门窗、玻璃幕墙、采光顶所用材料的热工计算参数除可使用本规程给出的参数外，尚应符合国家现行有关标准的规定。 |
| 2.1 术语 | 2.1 术语 |
|  | **2.1.5A** 框截面传热藕合系数 thermal coupling coefficient from two-dimensional calculation指门窗、幕墙、采光顶框型材通过二维有限元传热计算获得的截面整体的热流量。 |
| **2.1.6**太阳光总透射比 total solar energy transmittance (solar factor)通过玻璃、门窗或玻璃幕墙成为室内得热量的太阳辐射部分与投射到玻璃、门窗或玻璃幕墙构件上的太阳辐射照度的比值。成为室内得热量的太阳辐射部分包括太阳光通过辐射透射的得热量和太阳光被构件吸收再传入室内的得热量两部分。 | **2.1.****6**太阳得热系数solar heat gain coefficient（*SHGC*）通过玻璃、门窗或玻璃幕墙、采光顶成为室内得热量的太阳辐射部分与投射到玻璃、门窗或玻璃幕墙、采光顶构件上的太阳辐射量的比值。成为室内得热量的太阳辐射部分包括太阳辐射通过辐射透射的得热量和太阳辐射被构件吸收再传入室内的得热量两部分。也称太阳光总透射比（*g*）。 |
| **2.1.7**遮阳系数shading coefficient在给定条件下，玻璃、门窗或玻璃幕墙的太阳光总透射比，与相同条件下相同面积的标准玻璃（3mm厚透明玻璃）的太阳光总透射比的比值。 |  |
| 3 整樘窗热工性能计算 | 3 整樘窗热工性能计算 |
| 3.1 一般规定 | 3.1 一般规定 |
| **3.1.1** 整樘窗（或门，下同）的传热系数、遮阳系数、可见光透射比应采用各部分的相应数值按面积进行加权平均计算。典型窗的传热系数可按本规程附录A确定。 | **3.1.1**整樘窗（或门，下同）的传热系数、太阳得热系数、可见光透射比应采用各部分的相应数值按面积进行加权平均计算。天窗和斜屋顶窗的传热系数计算应考虑倾斜角度。 |
| **3.1.3**窗框的传热系数、太阳光总透射比应按照本规程第7章的规定进行计算。典型窗框的传热系数可按本规程附录B进行简化计算。 | **3.1.3**窗框的传热系数、太阳得热系数应按照本规程第7章的规定进行计算。 |
| **3.1.4** 窗玻璃（或其他透明板材）的传热系数、太阳光总透射比、可见光透射比应按照本规程第6章的规定进行计算。典型玻璃系统的光学热工参数可按本规程附录C确定。 | **3.1.4** 窗玻璃（或其他透明板材）的传热系数、太阳得热系数、可见光透射比应按照本规程第6章的规定进行计算。 |
| 3.3 整樘窗传热系数 | 3.3 整樘窗传热系数 |
|  | **3.3.1A** 双层窗的传热系数应按下式计算：*U*t1, *U*t2——外侧和内侧门窗的传热系数；*R*si ——单独使用时外侧门窗的内表面换热热阻；*R*se ——单独使用时内侧门窗的外表面换热热阻；*R*s ——两个门窗的玻璃之间的空气层的热阻。 |
| 3.4 整樘窗遮阳系数 | 3.4 整樘窗太阳得热系数 |
| **3.4.1** 整樘窗的太阳光总透射比应按下式计算： 式中： *g*t——整樘窗的太阳光总透射比；*A*g——窗玻璃（或其他镶嵌板）面积（m2）；*A*f——窗框面积（m2）；*g*g——窗玻璃（或其他镶嵌板）区域太阳光总透射比，按本规程第6章的规定计算；*g*f——窗框太阳光总透射比；*A*t——窗面积（m2）。 | **3.4.1**整樘窗的太阳得热系数应按下式计算：（3.4.1）式中： *SHGC*t——整樘窗的太阳得热系数；*A*g——窗玻璃（或其他镶嵌板）面积（m2）；*A*f——窗框面积（m2）；*SHGC*g——窗玻璃（或其他镶嵌板）区域太阳得热系数，按本规程第6章的规定计算；*SHGC*f——窗框太阳得热系数；*A*t——窗面积（m2）。 |
| **3.4.2**整樘窗的遮阳系数应按下式计算： （3.4.2）式中*SC*——整樘窗的遮阳系数；*g*t——整樘窗的太阳光总透射比。 |  |
| 4 玻璃幕墙热工计算 | 4 玻璃幕墙热工计算 |
| 4.1 一般规定 | 4.1 一般规定 |
| **4.1.1** 玻璃幕墙整体的传热系数、遮阳系数、可见光透射比应采用各部件的相应数值按面积进行加权平均计算。 | **4.1.1**玻璃幕墙（或采光顶，下同）整体的传热系数、太阳得热系数、可见光透射比应采用各部件的相应数值按面积进行加权平均计算。采光顶和斜幕墙的传热系数计算应考虑倾斜角度。 |
|  | **4.1.1A** 幕墙计算幅面应包括所有的典型计算单元及典型框节点。如整幅幕墙同时包含透明和非透明部分，计算的结果应包括：1 玻璃幕墙传热系数、太阳得热系数、可见光透射比；2非透明幕墙传热系数；3整幅幕墙综合传热系数。 |
| **4.1.3** 幕墙框的传热系数、遮阳系数应按本规程第7章的规定进行计算。 | **4.1.3** 幕墙框的传热系数、太阳得热系数应按本规程第7章的规定进行计算。 |
| **4.1.4** 幕墙玻璃（或其他透明面板）的传热系数、太阳光总透射比、可见光透射比应按本规程第6章的规定进行计算。典型玻璃系统的光学热工参数可按本规程附录C确定。 | **4.1.4** 幕墙玻璃（或其他透明面板）的传热系数、太阳得热系数、可见光透射比应按本规程第6章的规定进行计算。 |
| **4.2.5**幕墙计算的节点应包括幕墙所有典型的节点，对于复杂的节点可拆分计算（图4.2.5）。图4.2.5 幕墙计算节点的拆分1-立柱；2-横梁；3-开启扇框 |  |
| 4.3 幕墙传热系数 | 4.3 幕墙传热系数 |
| **4.3.1** 单幅幕墙的传热系数*U*CW应按下式计算： 式中：*U*CW——单幅幕墙的传热系数［W/(m2K)］*A*g ——玻璃或透明面板面积（m2）；*l*g ——玻璃或透明面板边缘长度（m）；*U*g ——玻璃或透明面板传热系数［W/(m2·K)］，应按本规程第6章的规定计算；*ψ*g ——玻璃或透明面板边缘的线传热系数［W/(m·K)］，应按本规程第7章的规定计算；*A*p ——非透明面板面积（m2）；*l*p ——非透明面板边缘长度（m）；*U*p ——非透明面板传热系数［W/(m2·K)］；*ψ*p ——非透明面板边缘的线传热系数［W/(m·K)］，应按本规程第7章的规定计算；*A*f——框面积（m2）；*U*f——框的传热系数［W/(m2·K)］，应按本规程第7章的规定计算。 | **4.3.1** 单幅幕墙整体传热系数，透明（透光）幕墙及非透明幕墙传热系数按下列公式计算：（4.3.1-1）（4.3.1-2）（4.3.1-3）式中：*U*CW——单幅幕墙的传热系数［W/(m2K)］；*U*CW,g——单幅幕墙透明部分的传热系数［W/(m2K)］；*U*CW，p——单幅幕墙非透明的传热系数［W/(m2K)］；*A*g ——玻璃或透明面板面积（m2）；*l*g ——玻璃或透明面板边缘长度（m）；*U*g ——玻璃或透明面板传热系数［W/(m2·K)］，应按本规程第6章的规定计算；*ψ*g ——玻璃或透明面板边缘的线传热系数［W/(m·K)］，应按本规程第7章的规定计算；*A*p ——非透明面板面积（m2）；*l*p ——非透明面板边缘长度（m）；*U*p ——非透明面板传热系数［W/(m2·K)］；*ψ*p ——非透明面板边缘的线传热系数［W/(m·K)］，应按本规程第7章的规定计算；*A*f——框面积（m2）；*U*f——框的传热系数［W/(m2·K)］，应按本规程第7章的规定计算。 |
| **4.3.2** 当幕墙背后有其他墙体（包括实体墙、装饰墙等），且幕墙与墙体之间为封闭空气层时，此部分的室内环境到室外环境的传热系数*U*应按下式计算： （4.3.2）式中：*U*CW——在墙体范围内外层幕墙的传热系数［W/(m2·K)］；*R*air——幕墙与墙体间封闭空气间层的热阻，30、40、50mm及以上厚度封闭空气层的热阻取值一般可分别取为0.17、0.18、0.18（m2·K/ W）；*U*Wall——墙体范围内的墙体传热系数［W/(m2·K)］；*h*in——幕墙室内表面换热系数［W/(m2·K)］；*h*out——幕墙室外表面换热系数［W/(m2·K)］。 | **4.3.2** 当幕墙背后有其他墙体（包括实体墙、装饰墙等），且幕墙与墙体之间为封闭空气层时，此部分的室内环境到室外环境的传热系数*U*应按下式计算： （4.3.2）式中：*U*CW——在墙体范围内外层幕墙的传热系数［W/(m2·K)］；*R*air——幕墙与墙体间封闭空气间层的热阻，按《民用建筑热工设计规范》GB 50176有关规定计算选取；*U*Wall——墙体范围内的墙体传热系数［W/(m2·K)］；*h*in——幕墙室内表面换热系数［W/(m2·K)］；*h*out——幕墙室外表面换热系数［W/(m2·K)］。 |
| 4.4幕墙遮阳系数 | 4.4幕墙太阳得热系数 |
| **4.4.1** 单幅幕墙的太阳光总透射比*g*CW应按下式计算： 式中 *g*CW——单幅幕墙的太阳光总透射比；*A*g ——玻璃或透明面板面积（m2）；*g*g ——玻璃或透明面板的太阳光总透射比；*A*p ——非透明面板面积（m2）；*g*p ——非透明面板的太阳光总透射比；*A*f ——框面积（m2）；*g*f ——框的太阳光总透射比；*A* ——幕墙单元面积（m2）。 | **4.4.1**单幅幕墙的太阳得热系数*SHGC*CW应按下式计算：（4.4.1）式中*SHGC*CW——单幅幕墙的太阳得热系数；*A*g ——玻璃或透明面板面积（m2）；*SHGC*g ——玻璃或透明面板的太阳得热系数；*A*p ——非透明面板面积（m2）；*SHGC*p ——非透明面板的太阳得热系数；*A*f ——框面积（m2）；*SHGC*f ——框的太阳得热系数；*A* ——幕墙单元面积（m2）。 |
| **4.4.2** 单幅幕墙的遮阳系数*SC*应按下式计算： （4.4.2）式中 *SC*CW——单幅幕墙的遮阳系数；*g*CW——单幅幕墙的太阳光总透射比。 |  |
| 5 结露性能评价 | 5 结露性能评价 |
| 5.1 一般规定 | 5.1 一般规定 |
| **5.1.1** 评价实际工程中建筑门窗、玻璃幕墙的结露性能时，所采用的计算条件应符合相应的建筑设计标准，并满足工程设计要求；评价门窗、玻璃幕墙产品的结露性能时应采用本规程第10章规定的结露性能评价计算标准条件，并应在给出计算结果时注明计算条件。 | **5.1.1** 评价实际工程中建筑门窗、玻璃幕墙的结露性能时，所采用的室外计算条件应符合《民用建筑热工设计规范》GB 50176相关规定，室内计算条件应与实际工程室内环境设计一致；评价门窗、玻璃幕墙产品的结露性能时应采用本规程第10章规定的结露性能评价计算标准条件，并应在给出计算结果时注明计算条件。 |
| **5.1.2** 室外和室内的对流换热系数应根据所选定的计算条件，按本规程第10章的规定计算确定。 | **5.1.2** 室外和室内的对流换热系数应根据所选定的计算条件，按本规程第10章规定的方法计算确定。 |
| **5.1.3** 门窗、玻璃幕墙的结露性能评价指标，应采用各个部件内表面温度最低的10％面积所对应的最高温度值（*T*10）。 | **5.1.3** 门窗、玻璃幕墙的结露性能评价指标，应按下列要求取值：1 玻璃及面板中部内表面的最低温度*Tg,p,*min；2 除玻璃及面板中部外，其他各部个部位应采用各个部件内表面温度最低的10％面积所对应的最高温度值（*T*10）。 |
| 5.3 结露的计算与评价 | 5.3 结露的计算与评价 |
| **5.3.2** 面板中部的结露性能评价指标*T*10应为采用二维稳态传热计算得到的面板中部区域室内表面的温度值；玻璃面板中部的结露性能评价指标*T*10可采用按本规程第6章计算得到的室内表面温度值。 | **5.3.2** 非透光面板中部的结露性能评价指标*T*10应为采用二维稳态传热计算得到的面板中部区域室内表面的温度值；玻璃面板中部的结露性能评价指标*T*10可应采用按本规程第6章计算得到的室内表面温度值。 |
| **5.3.4** 在进行工程设计或工程应用产品性能评价时，应以门窗、幕墙各个截面中每个部件的结露性能评价指标（*T*10）均不低于露点温度为满足要求。 | **5.3.4**在进行工程设计或工程应用产品性能评价时，应同时满足下列要求：**1** 玻璃及面板中部的结露性能评价指标（*Tg,p,*min）＞*Td；***2** 框、面板边缘区域的结露性能评价指标（*T*10）＞*Td*。 |
|  | **5.3.4A** 对结露性能要求较高或结露风险较大的工程设计，宜采用门窗、幕墙内表面温度*T*min＞*Td*+0.3℃的要求进行评价。 |
| **5.3.5** 进行产品性能分级或评价时，应按各个部件最低的结露性能评价指标*T*10,min进行分级或评价。 | **5.3.5**进行产品性能分级或评价时，应按玻璃及面板中部的结露性能评价指标*Tg,p,*min，框、面板边缘区域各个部件应按结露性能评价指标*T*10,min的最低值进行分级或评价。 |
| **6玻璃光学热工性能计算** | **6玻璃光学热工性能计算** |
| **6.1 单片玻璃的光学热工性能** | **6.1 单片玻璃的光学热工性能** |
| **6.1.1** 单片玻璃（包括其他透明材料，下同）的光学、热工性能应根据测定的单片玻璃光谱数据进行计算。测定的单片玻璃光谱数据应包括其各个光谱段的透射比、前反射比和后反射比，光谱范围应至少覆盖300～2500nm波长范围，不同波长范围的数据间隔应满足下列要求：**1**波长为300～400nm时，数据点间隔不应超过5nm；**2**波长为400～1000nm时，数据点间隔不应超过10nm；**3**波长为1000～2500nm时，数据点间隔不应超过50nm。 | **6.1.1** 单片玻璃（包括其他透明材料，下同）的光学、热工性能应根据测定的单片玻璃光谱数据进行计算。测定的单片玻璃光谱数据应包括其各个光谱段的透射比、前反射比和后反射比，光谱范围应至少覆盖300～2500nm波长范围，不同波长范围的数据间隔应满足下列要求：**1**波长为300～400nm时，数据点间隔不应超过5nm；**2**波长为400～1000nm时，数据点间隔不应超过10nm；**3**波长为1000～2500nm时，数据点间隔不应超过50nm。4 波长为2500nm~50um时，数据点间隔不应超过100nm。 |
| **6.1.6** 单片玻璃的太阳光总透射比g应按下式计算： 式中 *h*in——玻璃室内表面换热系数［W/(m2K)］；*h*out——玻璃室外表面换热系数［W/(m2K)］；*αs*——单片玻璃的太阳光直接吸收比。 | **6.1.6** 单片玻璃的太阳得热系数*SHGC*应按下式计算： 式中：*h*in——玻璃室内表面换热系数［W/(m2K)］；*h*out——玻璃室外表面换热系数［W/(m2K)］；*αs*——单片玻璃的太阳光直接吸收比。 |
| **6.1.8** 单片玻璃的遮阳系数*SC*cg应按下式计算： 式中 *g* ——单片玻璃的太阳光总透射比。 |  |
| **6.4玻璃系统的热工参数** | **6.4玻璃系统的热工参数** |
| **6.4.2** 玻璃系统的遮阳系数的计算应符合下列规定：**1** 各层玻璃室外侧方向的热阻应按下式计算： 式中 *R*g,*i*——第*i*层玻璃的固体热阻[(m2K)/ W]；*R*g,*k*——第*k*层玻璃的固体热阻[(m2K)/ W]；*Rk*——第*k*层气体间层的热阻[(m2K)/ W]。**2** 各层玻璃向室内的二次传热应按下式计算： （6.4.2-2）**3** 玻璃系统的太阳光总透射比应按下式计算： （6.4.2-3）4 玻璃系统的遮阳系数应按本规程公式（6.1.8）计算。 | **6.4.2**玻璃系统的太阳得热系数的计算应符合下列规定：**1** 各层玻璃室外侧方向的热阻应按下式计算：（6.4.2-1）式中*R*g,*i*——第*i*层玻璃的固体热阻(m2·K/ W)；*R*g,*k*——第*k*层玻璃的固体热阻(m2·K/ W)；*Rk*——第*k*层气体间层的热阻(m2·K/ W)。**2** 各层玻璃向室内的二次传热应按下式计算： （6.4.2-2）**3** 玻璃系统的太阳得热系数应按下式计算： （6.4.2-3） |
| 7 框的传热计算 | 7 框的传热计算 |
| 7.1 框的传热系数及框与面板接缝的线传热系数 | 7.1 框的传热系数及框与面板接缝的线传热系数 |
| **7.1.2** 计算框的传热系数*U*f时应符合下列规定： **1** 框的传热系数*U*f应在计算窗或幕墙的某一框截面的二维热传导的基础上获得；**2** 在框的计算截面中，应用一块导热系数 *λ*=0.03［W/(mK)］的板材替代实际的玻璃（或其他镶嵌板），板材的厚度等于所替代面板的厚度，嵌入框的深度按照实际尺寸，可见部分的板材宽度*b*p不应小于200mm（图7.1.2）；图7.1.2 框传热系数计算模型示意图**3** 在室内外计算条件下，用二维热传导计算软件计算流过图示截面的热流*q*w，并应按下式整理： （7.1.2-1） （7.1.2-2） （7.1.2-3）式中 *U*f ——框的传热系数[Ｗ/(m2K)]； *L*f2D ——框截面整体的线传热系数[Ｗ/(mK)]；*U*p——板材的传热系数[Ｗ/(m2K)]；*b*f——框的投影宽度(m)；*b*p——板材可见部分的宽度（m）；*T*n,in——室内环境温度（K）；*T*n,out——室外环境温度（K）。 | **7.1.2** 计算框的传热系数*U*f时应符合下列规定： **1** 框的传热系数*U*f应在计算窗或幕墙的某一框截面的二维热传导的基础上获得；**2** 在框的计算截面中，应用一块导热系数 *λ*=0.03［W/(mK)］的板材替代实际的玻璃（或其他镶嵌板），板材的厚度等于所替代面板的厚度，嵌入框的深度按照实际尺寸，可见部分的板材宽度*b*p不应小于200mm（图7.1.2）；图7.1.2 框传热系数计算模型示意图**3** 在室内外计算条件下，用二维热传导计算软件计算流过图示截面的热流*q*w，并应按下式整理： （7.1.2-1） （7.1.2-2） （7.1.2-3）式中：*U*f ——框的传热系数[Ｗ/(m2K)]； *L*f2D ——框截面传热藕合系数[Ｗ/(mK)]；*U*p——板材的传热系数[Ｗ/(m2K)]；*b*f——框的投影宽度(m)；*b*p——板材可见部分的宽度（m）；*T*n,in——室内环境温度（K）；*T*n,out——室外环境温度（K）。 |
| **7.1.3** 计算框与玻璃系统（或其他镶嵌板）接缝的线传热系数*ψ*时应符合下列规定：1 用实际的玻璃系统（或其他镶嵌板）替代导热系数 *λ*=0.03 W/(mK)的板材，其他尺寸不改变（图7.1.3）；图7.1.3 框与面板接缝传热系数计算模型示意图2 用二维热传导计算程序，计算在室内外标准条件下流过图示截面的热流*q*ψ，*q*ψ应按下式整理： （7.1.3-1） （7.1.3-2） （7.1.3-3）式中：*ψ*——框与玻璃（或其他镶嵌板）接缝的线传热系数［W/(mK)］；*L*ψ*2*D——框截面整体线传热系数［W/(mK)］；*Ｕ*g——玻璃的传热系数［W/(m2K)］；*b*g ——玻璃可见部分的宽度（m）。*T*n,in——室内环境温度（K）；*T*n,out——室外环境温度（K）。 | **7.1.3** 计算框与玻璃系统（或其他镶嵌板）接缝的线传热系数*ψ*时应符合下列规定：**1** 用实际的玻璃系统（或其他镶嵌板）替代导热系数 *λ*=0.03 W/(mK)的板材，其他尺寸不改变（图7.1.3）；图7.1.3 框与面板接缝传热系数计算模型示意图**2** 用二维热传导计算程序，计算在室内外标准条件下流过图示截面的热流*q*ψ，*q*ψ应按下式整理： （7.1.3-1） （7.1.3-2） （7.1.3-3）式中：*ψ*——框与玻璃（或其他镶嵌板）接缝的线传热系数［W/(mK)］；*L*ψ*2*D——框截面传热藕合系数［W/(mK)］；*Ｕ*g——玻璃的传热系数［W/(m2K)］；*b*g ——玻璃可见部分的宽度（m）。*T*n,in——室内环境温度（K）；*T*n,out——室外环境温度（K）。 |
| 7.2 传热控制方程 | 7.2 传热控制方程 |
| **7.2.2**采用二维稳态热传导方程求解框截面的温度和热流分布时，截面的网格划分及计算精度原则应符合下列规定：**1** 任何一个网格内部只能含有一种材料；**2**网格的疏密程度应根据温度分布变化的剧烈程度而定，应根据经验判断，温度变化剧烈的地方网格应密些，温度变化平缓的地方网格可稀疏一些；**3**当进一步细分网格，流经窗框横截面边界的热流不再发生明显变化时，该网格的疏密程度可认为是适当的；**4**可用若干段折线近似代替实际的曲线。 | **7.2.2**采用二维稳态热传导方程求解框截面的温度和热流分布时，截面的网格划分及计算精度原则应符合下列规定：**1** 任何一个网格内部只能含有一种材料；**2**网格的疏密程度应根据温度分布变化的剧烈程度而定，应根据经验判断，温度变化剧烈的地方网格应密些，温度变化平缓的地方网格可稀疏一些；**3**当进一步细分网格，流经窗框横截面边界的热流不再发生明显变化时，该网格的疏密程度可认为是适当的；**4**可用若干段折线近似代替实际的曲线；**5** 网格划分应满足框传热系数迭代计算误差小于1%的要求。 |
| 7.4封闭空腔的传热 | 7.4封闭空腔的传热 |
| **7.4.3** 热流朝上的矩形封闭空腔（图7.4.3）的努谢尔特数取决于空腔的高宽比*L*v*/L*h，其中*L*v和*L*h为空腔垂直和水平方向的尺寸。1 当*L*v*/L*h＜1时，其努谢尔特数应为：2 当1＜*L*v*/L*h＜5时，其努谢尔特数应按下列公式计算：3 当*L*v*/L*h＞ 5时，努谢尔特数应按下式计算： | **7.4.3** 热流朝上的矩形封闭空腔（图7.4.3）的努谢尔特数取决于空腔的高宽比*L*h*/L*v，其中*L*v和*L*h为空腔垂直和水平方向的尺寸。**1** 当*L*h*/L*v≤1时，其努谢尔特数应为：**2** 当1＜*L*h*/L*v≤5时，其努谢尔特数应按下列公式计算：**3** 当*L*h*/L*v＞ 5时，努谢尔特数应按下式计算： |
| **7.4.9** 转换后空腔的热流方向应由空腔的垂直和水平表面之间温差来确定，并应符合下列规定：1如果空腔垂直表面之间温度差的绝对值大于水平表面之间的温度差的绝对值，则热流是水平的；2如果空腔水平表面之间温度差的绝对值大于垂直表面之间温度差的绝对值，则热流方向由上下表面的温度确定。 | **7.4.9** 转换后空腔的热流方向应由空腔的垂直和水平表面之间温差来确定（图7.4.9），并应符合下列规定：**1**如果空腔垂直表面之间温度差的绝对值大于水平表面之间温度差的绝对值， 即时，热流方向是水平的；**2**如果空腔水平表面之间温度差的绝对值大于垂直表面之间温度差的绝对值时，热流方向应按下列规定确定：1）空腔顶部水平表面温度小于空腔底部水平表面温度，即，时，热流方向为向上； 2）空腔顶部水平表面温度大于空腔底部水平表面温度，即，时，热流方向为向下。cdab图 7.4.9 空腔表面温度示意图a —空腔底部表面温度, *T*bo；b—空腔左侧垂直表面温度, *T*lv；C—空腔顶部表面温度, *T*tp；d—空腔右侧垂直表面温度， *T*rv。 |
| 7.6 框的太阳光总透射比 | 7.6 框的太阳得热系数 |
| **7.6.1**框的太阳光总透射比应按下式计算：（7.6.1）式中*h*out——室外表面换热系数，应按本规程第10章的规定计算；*α*f——框表面太阳辐射吸收系数*U*f——框的传热系数［W/(m2·K)］；*A*surf——框的外表面面积（m2）；*A*f——框投影面积（m2）。 | **7.6.1**框的太阳得热系数应按下式计算：（7.6.1）式中：*h*out——室外表面换热系数，应按本规程第10章的规定计算；*α*f——框表面太阳辐射吸收系数*U*f——框的传热系数［W/(m2·K)］；*A*surf——框的外表面面积（m2）；*A*f——框投影面积（m2）。 |
| 9通风空气间层的传热计算9.3通风空气间层的气流速度 | 9通风空气间层的传热计算9.3通风空气间层的气流速度 |
|  | **9.3.2A** 采用数值模拟（CFD模拟法）确定通风间层空气流量时，应符合下列规定：1室外温度、太阳辐射强度采用动态模型，计算典型日的热工性能，典型日应包括冬季冬至日和夏季夏至日。2 模型中太阳辐射应包含：垂直立面的太阳直射辐射、太阳散射辐射和地面反射散射辐射。3 模型应与实际设计一致，通风空气间层内的遮阳构件，如遮阳百叶等，建模时网格数量应局部加密，确保网格划分质量。4 模拟计算参数应符合下列规定：1）应采用布辛涅斯克(Boussinesq)假设或不可压理想气体状态方程；2）自然通风条件下，湍流模型应采用低雷诺数的k-ε湍流模型（RNG k-ε 模型）；3）机械通风条件下，湍流模型可采用标准k-ε湍流模型；3）辐射应采用离散坐标辐射(DO)模型；4）空气间层含遮阳构件时，应包含45°、60°典型角度工况。 |
| 附录A 典型窗的传热系数 |  |
| 附录B 典型窗框的传热系数 |  |
| 附录C 典型玻璃系统的光学热工参数 |  |
| 附录G 表面发射率的确定 | 附录G 表面发射率的确定 |
| **G.0.2** 校正发射率*ε*的确定：用表G.0.2给出的系数乘以标准发射率*ε*n即得出校正发射率*ε*。**表G.0.2 校正发射率与标准发射率之间的关系*εn***

|  |  |
| --- | --- |
| 标准发射率*ε*n | 系数*ε/ε*n  |
| 0.03 | 1.22 |
| 0.05 | 1.18 |
| 0.1 | 1.14 |
| 0.2 | 1.10 |
| 0.3 | 1.06 |
| 0.4 | 1.03 |
| 0.5 | 1.00 |
| 0.6 | 0.98 |
| 0.7 | 0.96 |
| 0.8 | 0.95 |
| 0.89 | 0.94 |
| 注：其他值可以通过线性插值或外推获得。 |

 | **G.0.2** 校正发射率*ε*由下式计算确定：（G.0.2）式中：*ε*——校正发射率；*ε*n——标准发射率。**G.0.3**校正发射率*ε*计算结果，应保留4位有效数字，在小数点后三位截断，四舍五入到小数点后两位。 |

中华人民共和国行业标准

**建筑门窗幕墙热工计算规程**

**Calculation specification for thermal performance**

**of windows,doors and glass curtain-walls**

**JGJ/T 151—20××**

**条文说明**

1.0.1~1.0.5 总则各条文中增加采光顶的适用范围。原标准中已给出了天窗、采光顶、斜幕墙等非垂直面透明围护结构的计算方法，对于任意角度的玻璃系统、面板或节点等均可计算，因此本次修订中对适用范围更加的明确：包括门窗（含天窗、屋顶窗）、幕墙、采光顶等工程或产品的热工性能计算。

2.1.5A 新增术语。原标准截面整体的热流量定义为框整体线传热系数，参考ISO 10211:2017及ISO 10077-2:2017对框截面整体的热流量的定义，同时区别框的线传热系数，故增加此术语定义。

2.1.6 目前国内主要的建筑节能设计标准：《公共建筑节能设计标准》（GB 50189-2015）、《严寒和寒冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ 26-2019、《温和地区居住建筑节能设计标准》JGJ 475-2019中对通过透光围护结构成为室内得热量的太阳辐射部分与投射到玻璃、门窗或玻璃幕墙、采光顶构件上的太阳辐射量的比值，均统一定义为太阳得热系数。为与节能设计标准统一，同时保证本标准的延续性，本条术语定义为：太阳得热系数，也称太阳光总透射比。

2.1.7 《公共建筑节能设计标准》GB 50189-2015、《严寒和寒冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ 26-2019均不再采用遮阳系数表征门窗、幕墙的太阳得热量，为与节能设计标准统一，删除此条文。

3.1.1 为与节能设计标准协调及统一，门窗遮阳系数修改为：太阳得热系数。天窗和斜屋顶窗的传热系数计算与垂直面门窗有区别，主要是倾斜角度的不同，在计算中应给予考虑，具体计算方法按标准的6.3.4条进行计算。垂直面门窗玻璃系统传热系数计算时，为垂直气体间层，计算角度θ=90。。水平面天窗玻璃系统传热系统计算时气体间层角度为0。。典型玻璃系统在垂直面90°、水平面0°时的冬季传系数如表1所示，计算结果差异均在36%以上。

在实际工程或产品的热工性能计算中，容易忽略角度问题，造成巨大的计算差异，因此修订中明确规定的天窗和斜屋顶窗计算时须注意计算角度。玻璃系统计算时按实际应用的角度进行计算，框节点按第7章 框的传热规定的计算方法，按垂直面计算即可，不需考虑角度。

表1 典型玻璃系统不同角度的计算差异

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 玻璃系统 | 冬季传热系数 |
| 90° | 0° | 差异 |
| 1 | 6MS-Low-E+12Air+6C | 1.72 | 2.35 | 36.63% |
| 2 | 6MS-Low-E+12Ar+6C | 1.47 | 2.06 | 40.14% |
| 3 | 6MS-Low-E+12Air+6C+12Air+6C | 1.28 | 1.67 | 30.47% |
| 4 | 6MS-Low-E+12Ar+6C+12Ar+6C | 1.09 | 1.45 | 33.03% |
| 5 | 6DS-LOW-E+12Air+6DS-LOW-E+12Air+6C+1.52PVB+6C | 0.911 | 1.33 | 45.99% |
| 6 | 6DS-LOW-E+12Ar+6DS-LOW-E+12Ar+6C+1.52PVB+6C | 0.71 | 1.11 | 56.34% |

注：计算条件采用产品标准计算条件

由于本次修订中删除了附录A，本条文中同步删除附录A的相关内容。

3.1.3 为与节能设计标准及本标准其他条文协调及统一，太阳光总透射比修改为：太阳得热系数。由于本次修订中取消了附录B中有关框传热计算简化计算的内容，本条文中同步删除有关附录B的框传热计算简化计算的相关规定。

3.1.4 为与节能设计标准及本标准其他条文协调及统一，太阳光总透射比修改为：太阳得热系数。由于本次修订中删除了附录C，本条文中同步删除附录C的相关内容。

3.3.1A 为获得更好的保温及隔声性能，部分新建、改造项目中采用了双层窗构造，本次修订中参考ISO 10077-1:2017标准的规定增加了双层窗的计算方法。双层窗计算中应首先计算得每层窗的热阻或传热系数，计算示意如图3.3.1A所示。双层窗的热阻=外侧窗热阻+内侧窗热阻+双层窗空气间层的热阻-外侧窗的内侧热阻-外侧窗的内侧热阻。



图3.3.1A双层窗计算示意

3.4.1为与节能设计标准及本标准其他条文协调及统一，太阳光总透射比修改为：太阳得热系数，包括玻璃系统、框等同时进行了修改。

3.4.2 为与节能设计标准协调及统一，本标准不再采用遮阳系数表征门窗、幕墙的太阳得热量，故删除此条文。

4.1.1 为进一步明确本标准的适用范围，本条中增加了采光顶。为与节能设计标准协调及统一，遮阳系数修改为：太阳得热系数。采光顶和斜幕墙的传热系数计算与垂直幕墙的区别，主要是倾斜角度，在计算中应给予考虑。采光顶和斜幕墙的玻璃系统计算时按实际倾斜角度进行计算，框的传热计算按垂直面考虑即可，不需考虑倾斜角度。垂直面与水平面（倾斜面）的差异说明详见3.1.1条。

4.1.1A 幕墙单元是幕墙幅面的组成单元，典型单元的选取对幕墙幅面的整体传热系数计算结果有直接的影响。在实际工程项目或幕墙产品热工性能计算过程中发现，存在幕墙单元数量过少或选取单元不合理，导致计算结果偏差较大等问题，因此修订中增加了幕墙计算幅面应包括所有的典型计算单元及典型框节点的要求。

《公共建筑节能设计标准》GB 50189中围护结构主要分为透光（透明）围护结构和非透光（透明）围护结构两大类，热工性能参数要求也有显著的差异。为了与节能设计标准协调和统一，对于整幅幕墙包括透光（透明）部分和非透光（透明）部分时，应同时计算透光（透明）部分和非透光（透明）部分的传热系数。

4.1.3 为与节能设计标准及本标准其他条文协调及统一，框太阳光总透射比修改为：框太阳得热系数。

4.1.4 为与节能设计标准及本标准其他条文协调及统一，幕墙玻璃（或其他透明面板）的太阳光总透射比修改为：太阳得热系数。

近年来我国玻璃行业特别镀膜玻璃行业快速发展，镀膜玻璃特别是低辐射镀膜玻璃已经在全国普及、广泛应用，建筑设计人员，门窗幕墙设计人员、门窗幕墙工程技术人员等对玻璃的光学热工性能已逐渐熟悉，了解。由于玻璃类型繁多，且不同厂家不同玻璃品种性能差异大，因此本标准删除了附录C。

4.2.5原标准中考虑复杂节点对计算软件精度，计算机性能等要求较高，建议复杂节点拆分后进行计算。近年来随着相关专业计算软件和计算机设备快速发展，在实际工程项目和产品不需对复杂节点再进行拆分，因此删除此条文内容。

4.3.1 与新增的4.1.1A及《公共建筑节能设计标准》GB 50189协调，增加了单幅幕墙存在透光部分和非透光部分时，透光部分传热系数、非透光部分传热系数的计算公式。

4.3.2 本条主要修改了幕墙与墙体间封闭空气间层的热阻的取值。《民用建筑热工设计规范》GB 50176-2016附录表B.3中给出了封闭空气间层热阻在不同空气间层厚度、不同腔体平均温度、不同表面发射率时阻热的取值，比原标准规定更加细化，因此删除了原条文中30、40、50mm及以上厚度封闭空气层的热阻取值建议，按《民用建筑热工设计规范》GB 50176-2016附录表B.3有关规定进行取值。

4.4.1为与节能设计标准及本标准其他条文协调及统一，单幅幕墙玻璃的太阳光总透射比修改为：太阳得热系数。

4.4.2 为与节能设计标准协调及统一，本标准不再采用遮阳系数表征幕墙的太阳得热量，故删除此条文。

5.1.1由于门窗、幕墙属于轻质围护结构，热惰性小，计算实际工程项目时，应根据《民用建筑热工设计规范》GB 50176-2016第3.2.2条的要求，采用D＜1.6时te=te,min确定传热系数及结露计算的冬季室外计算温度。因此对门窗、玻璃幕墙的结露性能时，室外计算条件、室内环境设计条件更加明确、具体，避免由于室内外计算条件造成计算结果的偏差。

5.1.3 、5.3.2门窗、玻璃幕墙的结露主要分为玻璃或面板中部，框及框边缘部位三个部分。其中玻璃或面板中部采用本规程第6章解析计算得到的室内表面温度值，框及框边缘部位采用二维有限元方法计算得到*T10*温度。因此本次修订中对玻璃或面板中部、框及框边缘部位的评价指标不再统一采用T10。

明确非透光面板、玻璃面板计算内表温度采用的计算方法，玻璃面板中部室内表面最低温度应采用本规程第6章方法计算。

5.3.4 提高了玻璃或面板中部结露评价指标要求。玻璃面板出现结露现象后难以消除，且持续时间越长结露越严重，对使用者的观感及体验有较大的影响。近年来随着低辐射镀膜玻璃在全国的普及和应用，中空玻璃的抗结露性能已有大幅的提升，因此标准适度提高了玻璃或面板中部结露评价指标要求。

对于玻璃或面板中部明确要求冬季内表温度应大于露点温度，即玻璃及面板中部不允许发生结露现象，框及框边缘部位的结露评价指标T10应大于露点温度。

5.3.4A 对于抗结露性能要求较高的建筑，如博物馆、展览馆、高档酒店、储藏室等，或室内高温高湿，容易出现结露的建议，游泳馆、室内水乐园等，在抗结露性能设计时，应提高结露评价指标要求。高于露点温度0.3度，可以认为是临界露点温度，可更有效减少结露现象的出现，在NFRC 500 标准也采用临界露点温度作为评价指标。

5.3.5 与5.1.3、5.3.4条相协调，不再统一采用门窗幕墙各个部件最低的结露性能评价指标T10,min进行评价，采用玻璃及面板中部的结露性能评价指标Tg,p,min，框、面板边缘区域各个部件结露性能评价指标T10,min的最低值进行分级或评价。

6.1.1参考国际玻璃数据库（IGDB）及中国玻璃数据库（CGDB）文本格式中光谱数据波长范围的要求，对波长为2500nm~50um的光谱数据波长间隔提出了的要求：波长间隔不应超过100nm。

6.1.6为与节能设计标准及本标准其他条文协调及统一，单片玻璃的太阳光总透射比修改为：太阳得热系数，计算公式，代号等相应修改。

6.1.8为与节能设计标准协调及统一，本标准不再采用遮阳系数表征玻璃的太阳得热量，故删除此条文。

6.4.2为与节能设计标准及本标准其他条文协调及统一，删除了玻璃系统的遮阳系数计算方法，同时玻璃系统的太阳光总透射比修改为：太阳得热系数，计算公式，代号等相应修改。

7.1.2、7.1.3 与2.1.5A新增条文协调，同时区别时框的线传热系数，将原标准截面整体线传热系数统一为框截面传热藕合系数。

7.2.2 参考ISO 15099:2003、ISO 10211:2017等标准对计算网格划分的要求，提出了计算误差的精度要求:应小于1%。

二维有限元计算的几何模型应划分或划分为一系列的网格单元，准确计算热流和温度的分布。网格划分密度根据传热控制方程计算获得的每个节点的传热系数的在1％以内，即可以计算网络划分达到理想状态，（即无限精细）的网格。

网格精确度划分可采用逐步求解的方法：对于给定的网格划分要求，求解了控制传热方程的热传递系数。均匀地或在二维热流较高的区域使网格更细，并确定新的传热系数。对无限多个节点的传热系数采用外推法进行计算。当计算的传热系数误差率的1％以内时，网格足够细。

7.4.3 误勘。根据 ISO 15099:2003中热流朝上的矩形封闭空腔的高宽比定义为*L*h*/L*v。本条文空腔的高宽比均由*L*v*/L*h，修改为*L*h*/L*v。



图7.4.3空腔高宽比示意图

7.4.9 对转换后空腔，对热流垂直的情形进行补充和细化，同时增加了图例，便于理解不同的情形。

7.6.1 为与节能设计标准及本标准其他条文协调及统一，框的太阳光总透射比修改为：太阳得热系数，计算公式，代号等相应修改。

9.3.2A 随着技术的进步，已经越来越多地采用数值模拟技术辅助自然通风计算。目前，常用的自然通风数值模拟方法主要有两大类型：多区通风网络模型法与CFD模拟法。

多区通风网络模拟法是从宏观角度对建筑通风进行分析，把整个建筑物作为系统，其中每个房间作为一个区（或网络节点），认为各个区内空气具有恒定的温度、压力和污染物浓度，利用质量、能量守恒等方程计算风压和热压作用下的通风量，常用软件有Contam和Comis等。具有模型简单、计算快、操作界面友好等优点，缺点也非常明显，即计算粗糙，准确度不高，无法预测房间内气流分布的细节及参数的分布。

CFD模拟法可以对建筑小区和单个房间进行模拟，常用软件有Aripak、Fluent、Phoenics等。其优点是可以对区域或通风房间的温度、风速等参数的详细分布情况进行预测，可以清晰、直观地分析区域或房间不同位置的热舒适状况。这种方法显然更适合通风空气间层气流速度的计算。

CFD模拟法是将研究对象网格化，在应用CFD软件对通风空气间层的通风状况模拟计算时，对空气间层内气流运动的计算需要较小的网格划分，这样才能保证计算的精度要求。

本条详细规定了采用数值模拟计算的要求，采用自然通风数值模拟时，不同边界条件，计算结果相差较大，因此条文中明确给出了建模要求，既保证了计算精度，又能保证均在同等边界条件下计算，便于验证。

附录A~附录C 近年来我国门窗、幕墙行业快速发展，低辐射镀膜玻璃、断热铝合金型材、铝塑复合型材、铝木复合型材等已经在全国普及并且广泛应用，建筑设计人员，门窗幕墙设计人员、门窗幕墙工程技术人员等对新型材料的光学热工性能已逐渐熟悉。由于型材、玻璃类型繁多，且不同厂家不同品种性能差异很大，因此本标准删除了附录A~附录C。

附录G 根据 EN 12898：2019 Glass in building – Determination of the emissivity（建筑玻璃–发射率的测定），玻璃校正发射率采用拟合公式进行计算确定。对两不同的方法进行对比，如图G-1所示，在标准发射率大于0.1时，两者差别较小，均在0.2%以下；在标准发射率0.05~0.1，误差率在0.18%~1.33%，范围内；当在标准发射率小于0.05时，误差率增大至3%以上。由于近年来双银LOW-E、三银LOW-E等发射率非常小的玻璃品种出现，镀膜玻璃的表面发射率已可以接近0.01，对检测仪器设备、计算方法等提出了更高的要求。因此标准参考最新修订的EN 12898：2019，参考引入拟合计算公式。

为保证校正发射率ε计算结果的准确性，同时对计算结果小数后的有效数字保留及确定作出了详细的要求。

图G-1 两种校正发射率方法的对比