****

T/CECS XXX-202X

中国工程建设标准化协会标准

幕墙用不锈钢应用技术规程

Technical specification for stainless steel applied in curtain walls

（征求意见稿）

\*\*\*出版社

中国工程建设标准化协会标准

幕墙用不锈钢应用技术规程

Technical specification for stainless steel applied in curtain walls

T/CECS XXX-202X

主编单位：中国建筑科学研究院有限公司

青拓集团有限公司

批准单位：中国工程建设标准化协会

施行日期：20XX年X月X日

×××出版社

202XX 北 京

**前 言**

《幕墙用不锈钢应用技术规程》（以下简称规程）是根据中国工程建设标准化协会《关于印发<2022年第二批协会标准制订、修订计划>的通知》（建标协字〔2022〕40号）的要求进行编制的。编制组经深入调查研究，认真总结实践经验，参考有关国内外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，制定本规程。

本规程共分11章和2个附录，主要内容包括：总则、术语和符号、基本规定、材料、不锈钢支承结构设计及构造要求、不锈钢面板设计及构造要求、不锈钢连接、加工制作、安装施工、工程验收、保养和维修等。

本规程的某些内容可能直接或间接设计专利，本规程的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本规程由中国工程建设标准化协会建筑幕墙门窗专业委员会归口管理，由中国建筑科学研究院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，请反馈给中国建筑科学研究院有限公司（地址：北京市北三环东路30号，邮编：100013）。

**主编单位：中国建筑科学研究院有限公司**

**青拓集团有限公司**

**参编单位：**

**主要起草人：**

**主要审查人：**

目 次

[1 总 则 1](#_Toc178598755)

[2 术语和符号 2](#_Toc178598756)

[2.1 术语 2](#_Toc178598757)

[2.2 符号 3](#_Toc178598758)

[3 基本规定 6](#_Toc178598759)

[4 材料 7](#_Toc178598760)

[4.1 一般规定 7](#_Toc178598761)

[4.2 选材 8](#_Toc178598762)

[5 不锈钢支承结构设计及构造要求 12](#_Toc178598763)

[5.1 一般规定 12](#_Toc178598764)

[5.2 轴心受力构件 13](#_Toc178598765)

[5.3 受弯构件 15](#_Toc178598766)

[5.4 拉弯和压弯构件 17](#_Toc178598767)

[6 不锈钢面板设计及构造要求 21](#_Toc178598768)

[6.1 一般规定 21](#_Toc178598769)

[6.2 面板设计 21](#_Toc178598770)

[6.3 构造要求 23](#_Toc178598771)

[7 不锈钢连接 24](#_Toc178598772)

[7.1 一般规定 24](#_Toc178598773)

[7.2 焊缝连接计算 24](#_Toc178598774)

[7.3 紧固件连接计算 26](#_Toc178598775)

[7.4 连接构造 30](#_Toc178598776)

[8 加工制作 31](#_Toc178598777)

[8.1 一般规定 31](#_Toc178598778)

[8.2 不锈钢结构用构件加工制作 31](#_Toc178598779)

[8.3 不锈钢面板加工制作 31](#_Toc178598780)

[8.4 不锈钢构件检验 32](#_Toc178598781)

[8.5 不锈钢包装和存储 32](#_Toc178598782)

[9 安装施工 34](#_Toc178598783)

[9.1 一般规定 34](#_Toc178598784)

[9.2 安装施工准备 34](#_Toc178598785)

[9.3 不锈钢支承结构 34](#_Toc178598786)

[9.4 不锈钢面板 35](#_Toc178598787)

[9.5 安全规定 36](#_Toc178598788)

[10 工程验收 38](#_Toc178598789)

[10.1 一般规定 38](#_Toc178598790)

[10.2 主控项目 38](#_Toc178598791)

[10.3 一般项目 38](#_Toc178598792)

[11 保养和维修 39](#_Toc178598793)

[11.1 检查 39](#_Toc178598794)

[11.2 维修 39](#_Toc178598795)

[11.3 清洗 40](#_Toc178598796)

[附录A 各不锈钢牌号推荐适用环境和用途 41](#_Toc178598797)

[附录B 弹性板的弯矩系数和挠度系数 43](#_Toc178598798)

[B.1 四边简支板和四边简支加肋板 43](#_Toc178598799)

[B.2 四角支承板 47](#_Toc178598800)

[用词说明 49](#_Toc178598801)

[引用标准名录 50](#_Toc178598802)

附：[条文说明 52](#_Toc178598803)

Contents

[1 General provisions 1](#_Toc7857)

[2 Terms and symbols 2](#_Toc13051)

[2.1 Terms 2](#_Toc21600)

[2.2 Symbols 3](#_Toc4565)

[3 Basic requirements 6](#_Toc32571)

[4 Materials 7](#_Toc26021)

[4.1 General reqirements 7](#_Toc1736)

[4.2 Material 8](#_Toc17836)

[5 Design and construction requirements for stainless steel support structures 12](#_Toc4823)

[5.1 General reqirements 12](#_Toc23126)

[5.2 Axial loaded members 13](#_Toc129)

[5.3 Flexual members 15](#_Toc7670)

[5.4 Tension-bending and compression-bending members 17](#_Toc17383)

[6 Design and construction requirements for stainless steel panels 21](#_Toc3225)

[6.1 General reqirements 21](#_Toc8869)

[6.2 Panel design 21](#_Toc28934)

[6.3 Construction requirements 23](#_Toc29060)

[7 Stainless steel connections 24](#_Toc5531)

[7.1 General reqirements 24](#_Toc16210)

[7.2 Weled connection calculations 24](#_Toc11310)

[7.3 Fastener connection calculations 26](#_Toc25542)

[7.4 Connection details 30](#_Toc19945)

[8 Fabrication 31](#_Toc31340)

[8.1 General reqirements 31](#_Toc6925)

[8.2 Members for stainless steel support structures 31](#_Toc20957)

[8.3 Panels 31](#_Toc446)

[8.4 Factory inspection of stainless steel structural members 32](#_Toc22999)

[8.5 Package and storage 32](#_Toc11337)

[9 Installation 34](#_Toc12014)

[9.1 General reqirements 34](#_Toc23171)

[9.2 Preparation 34](#_Toc6379)

[9.3 Stainless steel support structures 34](#_Toc18223)

[9.4 Stainless steel panels 35](#_Toc14622)

[9.5 Safty regulations 36](#_Toc402)

[10 Project acceptance 38](#_Toc20514)

[10.1 General reqirements 38](#_Toc9369)

[10.2 Dominant items 38](#_Toc32492)

[10.3 General items 38](#_Toc24639)

[11 Maintenance 39](#_Toc17684)

[11.1 Inspection 39](#_Toc12053)

[11.2 Repair 39](#_Toc20163)

[11.3 Cleaning 40](#_Toc8473)

[Appendix A Recommended environments and applications for various stainless steel grades 41](#_Toc30374)

[Appendix B Moment coefficient and deflection coefficient of elastic plates 43](#_Toc11843)

[B.1 Four-sided simply supported plates and four-sided simply supported ribbed plates 43](#_Toc17615)

[B.2 Four-corner supported plates 47](#_Toc22125)

[Explanation of wording 49](#_Toc14718)

[List of quoted standards 50](#_Toc27409)

Addition：Explanation of provisions…………………………………………………………...….52

# 1 总 则

**1.0.1** 为规范幕墙用不锈钢应用技术，做到安全适用、技术先进、经济合理、保证质量，制定本规程。

**1.0.2** 本规程适用于幕墙用不锈钢面板、不锈钢支承结构及不锈钢连接的设计、加工制作、施工与验收、维护和维修。

**1.0.3** 幕墙用不锈钢的应用，除应符合本规程的规定外，尚应符合国家现行有关标准和现行中国工程建设标准化协会有关标准的规定。

# 2 术语和符号

**2.1 术语**

**2.1.1** 幕墙用不锈钢 stainless steel for curtain wall

应用于建筑幕墙的各类不锈钢材料，包括用作面板、支承结构、连接件、紧固件以及焊接件的不锈钢。

**2.1.2** 不锈钢 stainless steel

以不锈、耐蚀性为主要特征，且铬含量至少为10.5%，碳含量不超过1.2%的钢材。

**2.1.3** 幕墙 curtain wall

由面板与支承结构体系组成，具有规定的承载能力、变形能力和适应主体结构位移能力，不分担主体结构所受作用的建筑外围护墙体结构或装饰性结构。

**2.1.4** 面板 panel

安装在幕墙支承结构上的板状构件，其厚度尺寸远小于宽度和长度尺寸。

**2.1.5** 支承结构 support structure

固定在建筑主体结构上的构件或组合构件，用于承担幕墙所受的荷载和作用，并将其传递到建筑主体结构。

**2.1.6** 构件 member

构成建筑幕墙结构体系的基本单元，包括面板、支承结构等，可以是单件或组合件。

**2.1.7** 连接件 connector

用于建筑幕墙构件之间的组装连接、构件与建筑主体结构安装连接的零件或组合件。

**2.1.8** 紧固件 fastener

用于连接两个或多个构件的螺栓、螺钉、螺母、垫圈、铆钉等机械元件。

**2.1.9** 焊接件Weldment

通过焊接工艺将两个或多个构件永久性连接在一起形成的部件。

**2.1.10** 奥氏体型不锈钢 austenitic stainless steel

基体以面心立方晶体结构的奥氏体组织为主，无磁性，主要通过冷加工使其强化并可能导致一定的磁性的不锈钢。

**2.1.11** 铁素体型不锈钢 ferritic stainless steel

基体以体心立方晶体结构的铁素体组织为主，有磁性，一般不能通过热处理硬化，但冷加工可使其轻微强化的不锈钢。

**2.1.12** 双相型不锈钢 duplex stainless steel

基体兼有奥氏体和铁素体两种组织，其中较少相的含量一般大于15%，有磁性，可通过冷加工使其强化的不锈钢。

**2.1.13** 名义屈服强度 proof strength

材料残余应变为0.2%时对应的应力。

**2.1.14** 应变强化系数 strain hardening coefficient

反映不锈钢材料发生塑性应变时强度提高的系数。

**2.1.15** 板件 element

构件相邻两纵边之间的平板部分。

**2.1.16** 加劲板件 stiffened element

两纵边均与其他板件相连接的板件。

**2.1.17** 部分加劲板件 partially stiffened element

一纵边与其他板件相连接，另一纵边由符合要求的边缘卷边加劲的板件。

**2.1.18** 非加劲板件 un-stiffened element

一纵边与其他板件相连接，另一纵边为自由的板件。

**2.1.19** 宽厚比 width-to-thickness ratio

板件平板区的宽度与厚度之比。

**2.1.20** 径厚比diameter-to-thickness ratio

圆管的直径与厚度之比。

**2.1.21** 冷成型 cold forming

常温下对材料进行冲剪、弯曲和拉伸等的加工方式。

**2.1.22** 抽芯铆钉 blind rivet

一类单面铆接用的铆钉。铆接时，铆钉钉芯由专用铆枪拉动，使铆体膨胀，起到铆接作用。

**2.2 符号**

**2.2.1** 材料性能

*E*0——不锈钢材料的初始弹性模量；

*E*0.2——应力为*f*0.2时对应的切线弹性模量；

*f*——不锈钢材料的抗拉、抗压和抗弯强度设计值；

*f*0.2——不锈钢材料的名义屈服强度标准值；

*f*v——不锈钢材料的抗剪强度设计值；

、、——不锈钢对接焊缝的抗拉、抗压、抗剪强度设计值；

——不锈钢角焊缝的抗拉、抗压、抗剪强度设计值；

——不锈钢螺栓、螺钉的抗拉、抗压、抗剪强度设计值。

**2.2.2** 效应和抗力

*B*——双力矩；

*F*——集中荷载；

*M*——弯矩；

*M*cr——受弯构件弯扭屈曲临街弯矩；

*N*——轴心力；

*N*E——轴心受压构件的弹性稳定临界力；

*N*t、*N*v——单个不锈钢螺栓、螺钉、铆钉以及电阻点焊所承受的拉力和剪力设计值；

——单个不锈钢螺栓、的抗拉、抗剪、承压承载力设计值；

——单个不锈钢螺钉的抗拉、抗剪、承压、抗撕裂承载力设计值；

——单个不锈钢电阻点焊的抗剪承载力设计值；

——单个不锈钢抽芯铆钉的抗剪、承压承载力设计值；

*q*——均布荷载；

*V*——剪力。

**2.2.3** 几何参数

——毛截面面积；

*A*e——有效截面面积；

*A*en——有效净截面面积；

*A*n——净截面面积；

*D*——面板的弯曲刚度；

*d*、*d*e——螺栓杆公称直径、有效直径；

*d*0——螺栓孔直径

*e*0——毛截面的弯心在对称轴上以形心为原点的坐标；

*h*f——角焊缝的焊脚尺寸；

*i*——回转半径；

*I*——毛截面惯性矩；

*I*ω ——毛截面扇性惯性矩；

*I*t ——毛截面抗扭惯性矩；

*l*——构件长度或跨度；侧向支撑点间的距离；焊缝的实际长度；

*l*w——焊缝的计算长度；

*S*——毛截面面积矩；

*t*w——腹板的厚度

*W*——毛截面模量；

*W*e——有效截面模量；

*W*en——有效净截面模量；

*W*n——净截面模量；

*W*ω——毛截面扇性模量；

*φ*——轴心受压构件的稳定系数；

*λ*——构件的长细比；

——构件的正则化长细比。

# 3 基本规定

**3.0.1** 幕墙用不锈钢的设计工作年限宜与所属建筑的主体结构相同。

**3.0.2** 作用在幕墙用不锈钢上的荷载应按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009的有关规定计算，且计算可变荷载时应采用50年设计基准期。

**3.0.3** 幕墙用不锈钢承载能力极限状态设计应符合下式规定：

*γ*0*S*0≤*R* （3.0.3）

式中：*γ*0——结构重要性系数，取值不应小于1.0；

*S*0——荷载效应基本组合设计值；

*R*——幕墙用不锈钢的抗力设计值。

**3.0.4** 幕墙用不锈钢正常使用极限状态设计应符合下式规定：

*d*f≤[*d*] （3.0.4）

式中：*d*f——幕墙用不锈钢在荷载效应标准组合设计值作用下产生的最大挠度值；

[*d*] ——幕墙用不锈钢挠度限值。

**3.0.5** 幕墙用不锈钢耐久性设计应符合建筑功能要求。

**3.0.6** 幕墙用不锈钢与其他材质的金属构件接触时，接触部位应设置绝缘垫片或采取其他措施防止双金属腐蚀。

# 4 材料

**4.1 一般规定**

**4.1.1** 幕墙用不锈钢材料应具有良好的耐腐蚀性能、力学性能、焊接性能、成形性能以及其他的加工工艺性能，能满足建筑幕墙的加工制造和使用的要求，并考虑不锈钢材料应用的经济性与实用性。

**4.1.2** 幕墙用不锈钢材料的牌号及成分应符合国家现行标准《不锈钢和耐热钢 牌号及化学成分》GB/T 20878的规定，质量应符合国家现行标准《不锈钢热轧钢板和钢带》GB/T 4237、《不锈钢冷轧钢板和钢带》GB/T 3280、《建筑幕墙用不锈钢通用技术条件》GB/T 34472-2017、《建筑屋面和幕墙用冷轧不锈钢钢板和钢带》GB/T 34200-2017、《不锈钢彩色涂层钢板及钢带》YB/T 6108-2023、《铬-锰-镍-氮系奥氏体不锈钢冷轧钢板和钢带》YB/T 6109、《铬-锰-镍-氮系奥氏体不锈钢热轧钢板和钢带》YB/T 6110、《结构用不锈钢无缝钢管》GB/T 14975、《不锈钢棒》GB/T 1220、《不锈钢冷加工钢棒》GB/T 4226、《机械结构用不锈钢焊接钢管》GB/T 12770、《不锈钢钢绞线》GB/T 25821、《紧固件机械性能 不锈钢和镍合金紧固件选用指南》GB/T 3098.25-2020、《不锈钢结构技术规范》CECS 410的规定。根据需方要求，经供需双方协商，对不锈钢材料进行耐腐蚀性能和力学性能试验时，试验方法由供需双方协商确定，并在合同中注明。

**4.1.3** 幕墙用不锈钢应根据应力状态、使用环境的腐蚀性等级和表面加工类型等因素合理选取牌号。不锈钢牌号推荐使用的环境和用途见附录A。

**4.1.4** 幕墙用不锈钢材料的物理性能指标应按现行协会标准《不锈钢结构技术规范》CECS 410的规定采用，也可按表4.1.4采用。

表4.1.4 幕墙用不锈钢材料的物理性能指标

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 种类 | 统一数字代号 | 牌 号 | 弹性模量*E*0(N/mm2) | 线膨胀系数  *α*(1/ºC) | 质量密度  *ρ* (kg/m3) | 泊松比  *υ* |
| 铁素体型 | S11710 | 10Cr17 | 2.20×105 | 1.00×10-5 | 7700 | 0.3 |
| S12361 | 019Cr23Mo2Ti | 2.20×105 | 1.00×10-5 | 7750 | 0.3 |
| S12362 | 019Cr23MoTi | 2.20×105 | 1.00×10-5 | 7750 | 0.3 |
| 奥氏体型 | S30403 | 022Cr19Ni10 | 2.00×105 | 1.60×10-5 | 7900 | 0.3 |
| S30408 | 06Cr19Ni10 | 2.00×105 | 1.60×10-5 | 7900 | 0.3 |
| S31603 | 022Cr17Ni12Mo2 | 2.00×105 | 1.60×10-5 | 8000 | 0.3 |
| S31608 | 06Cr17Ni12Mo2 | 2.00×105 | 1.60×10-5 | 8000 | 0.3 |
| S35657 | 08Cr19Mn6Ni3Cu2N | 2.00×105 | 1.68×10-5 | 7840 | 0.3 |
| 双相型 | S20013 | 022Cr20Mn5Ni2N | 2.00×105 | 1.30×10-5 | 7800 | 0.3 |
| S22053 | 022Cr23Ni5Mo3N | 2.00×105 | 1.37×10-5 | 7980 | 0.3 |
| S22253 | 022Cr22Ni5Mo3N | 2.00×105 | 1.37×10-5 | 7980 | 0.3 |

**4.1.5** 结构分析时，不锈钢材料的应力-应变关系可采用线弹性模型；当需要考虑材料非线性分析时，不锈钢材料的应力-应变关系可按现行协会标准《不锈钢结构技术规范》CECS 410的规定采用。

**4.1.6** 幕墙用不锈钢的强度指标可按表4.1.6采用。

表4.1.6 幕墙用不锈钢的强度指标

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 种类 | 统一数字代号 | 牌 号 | 强度标准值  （N／mm²） | | 强度设计值  （N／mm²） | | | 纵向/横向应变强化系数*n* |
| 名义屈服强度*f*0.2 | 抗拉极限强度  *f*u | 抗拉、抗压和抗弯强度*f* | 抗剪强度*f*v | 端面承压强度*f*ce |
| 铁素体型 | S11710 | 10Cr17 | 205 | 420 | 180 | 100 | 360 | 16 |
| S12361 | 019Cr23Mo2Ti | 245 | 410 | 215 | 120 | 350 | 14 |
| S12362 | 019Cr23MoTi | 245 | 410 | 215 | 120 | 350 | 14 |
| 奥氏体型 | S30403 | 022Cr19Ni10 | 180 | 485 | 155 | 90 | 420 | 7 |
| S30408 | 06Cr19Ni10 | 205 | 515 | 175 | 100 | 450 | 7 |
| S31603 | 022Cr17Ni12Mo2 | 180 | 485 | 155 | 90 | 420 | 7 |
| S31608 | 06Cr17Ni12Mo2 | 205 | 515 | 175 | 100 | 450 | 7 |
| S35657 | 08Cr19Mn6Ni3Cu2N | 355 | 650 | 310 | 155 | 505 | 11 |
| 双相型 | S20013 | 022Cr20Mn5Ni2N | 450 | 620 | 385 | 220 | 540 | 8 |
| S22053 | 022Cr23Ni5Mo3N | 450 | 620 | 385 | 220 | 540 | 8 |
| S22253 | 022Cr22Ni5Mo3N | 450 | 620 | 385 | 220 | 540 | 8 |

注：本表仅适用于经固溶处理的热轧、冷轧钢板、钢带和钢管

**4.2 选材**

**4.2.1** 幕墙支承结构用不锈钢宜采用牌号为08Cr19Mn6Ni3Cu2N（S35657）、06Cr19Ni10（S30408）、06Cr17Ni12Mo2（S31608）、022Cr17Ni12Mo2（S31603）奥氏体型不锈钢和022Cr20Mn5Ni2N （S20013）、022Cr23Ni5Mo3N（S22053）、022Cr22Ni5Mo3N（S22253）双相型不锈钢。当有可靠依据时，可采用其他牌号的不锈钢。

**4.2.2** 幕墙支承结构用不锈钢应具有名义屈服强度、抗拉强度、伸长率的合格保证。

**4.2.3** 幕墙面板用不锈钢宜采用牌号为019Cr23Mo2Ti（S12361）、019Cr23MoTi（S12362）铁素体型不锈钢，08Cr19Mn6Ni3Cu2N（S35657）、06Cr19Ni10（S30408）、06Cr17Ni12Mo2（S31608）、022Cr17Ni12Mo2（S31603）奥氏体型不锈钢和022Cr20Mn5Ni2N （S20013）双相型不锈钢。当有可靠依据时，可采用其他牌号的不锈钢。

**4.2.4** 幕墙用不锈钢的焊接材料应符合下列规定：

1 不锈钢焊接采用的焊条、焊丝、焊剂应符合现行国家标准《不锈钢焊条》GB/T 983、《不锈钢药芯焊丝》GB/T 17853、《不锈钢焊丝和焊带》GB/T 29713、《埋弧焊用不锈钢焊丝-焊剂组合分类要求》GB/T 17854的有关规定。

2 焊条、焊丝、焊剂应具有与所焊接不锈钢材料相匹配或更高等级的力学性能及防腐性能。

3 当两种不同类不锈钢相焊接时，应采用与所焊接不锈钢强度较低者相适应的焊条、焊丝或焊剂，连接材料耐腐蚀等级推荐的建筑幕墙常用的不锈钢焊条及焊丝可按表4.2.4采用。

表4.2.4 建筑幕墙常用的不锈钢焊条及焊丝

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 大气环境腐蚀性分类 | 牌号 | 统一数字代号 | 焊条 | 焊丝 |
| C1 | 10Cr17 | S11710 | E308L | ER308L |
| C2 | 022Cr20Mn5Ni2N | S20013 | E309L/E2209 | ER309L/ER2209 |
| 022Cr19Ni10 | S30403 | E308L | ER308L |
| 06Cr19Ni10 | S30408 | E308L | ER308L |
| 08Cr19Mn6Ni3Cu2N | S35657 | E308L | ER308L |
| C3 | 022Cr17Ni12Mo2 | S31603 | E316L | ER316L |
| 06Cr17Ni12Mo2 | S31608 | E316L | ER316L |
| 019Cr23MoTi | S12362 | E309LMo | ER309LMo |
| C4 | 019Cr23Mo2Ti | S12361 | E309LMo | ER309LMo |
| C5 | 022Cr23Ni5Mo3N | S22053 | E2209 | ER2209 |
| 022Cr22Ni5Mo3N | S22253 | E2209 | ER2209 |

**4.2.5** 焊缝连接的强度设计值应按表4.2.5采用。

表4.2.5 焊缝连接的强度设计值(N／mm²)

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 构件钢材及相应的焊接方法 | 统一数字代号 | 对接焊缝 | | | | 角焊缝 |
| 抗压强度*f*wc不小于 | 焊缝等级为下列等级时抗拉强度*f*wt不小于 | | 抗剪强度*f*wv不小于 | 抗拉、抗压和抗剪强度*f*wf |
| 一、二级 | 三级 |
| 自动焊、半自动焊和手工焊 | S30403 | 155 | 155 | 130 | 90 | 155 |
| 自动焊、半自动焊和手工焊 | S30408 | 175 | 175 | 150 | 100 | 175 |
| 自动焊、半自动焊和手工焊 | S31603 | 155 | 155 | 130 | 90 | 155 |
| 自动焊、半自动焊和手工焊 | S31608 | 175 | 175 | 150 | 100 | 175 |
| 自动焊、半自动焊和手工焊 | S35657 | 270 | 270 | 225 | 155 | 270 |
| 自动焊、半自动焊和手工焊 | S20013 | 385 | 385 | 325 | 220 | 260 |
| 自动焊、半自动焊和手工焊 | S22053 | 385 | 385 | 325 | 220 | 260 |
| 自动焊、半自动焊和手工焊 | S22253 | 385 | 385 | 325 | 220 | 260 |

**4.2.6** 幕墙用不锈钢的紧固件材料应符合下列规定：

1 不锈钢紧固件材料应符合现行国家标准《紧固件机械性能 不锈钢和镍合金紧固件选用指南》GB/T 3098.25的规定。

2 不锈钢螺栓的质量应符合现行国家标准《紧固件机械性能 不锈钢螺栓、螺钉和螺柱》GB/T 3098.6和《紧固件机械性能 不锈钢螺母》GB/T 3098.15的规定。

3 不锈钢螺钉的质量应符合现行国家标准《紧固件机械性能 不锈钢紧定螺钉》GB/T 3098.16的规定。

4 不锈钢自攻钉的质量应符合现行国家标准《紧固件机械性能 不锈钢自攻螺钉》GB/T 3098.21的规定。

5 不锈钢紧固件材质选择应保持与被连接材料一致或相同耐蚀等级，连接材料耐腐蚀等级相匹配的建筑幕墙常用不锈钢紧固件牌号可按表4.2.6采用。

表4.2.6 建筑幕墙常用的不锈钢紧固件牌号

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 大气环境腐蚀性分类 | 连接材料牌号 | 连接材料代号 | 紧固件材料牌号 | 紧固件材料代号 | 对应的紧固件组别 |
| C1 | 10Cr17 | S11710 | 10Cr17 | S11710 | F1 |
| C2 | 022Cr20Mn5Ni2N | S20013 | 022Cr20Mn5Ni2N | S20013 | D2 |
| 022Cr19Ni10 | S30403 | 022Cr19Ni10 | S30403 | A2 |
| 06Cr19Ni10 | S30408 | 06Cr19Ni10 | S30408 | A2 |
| 08Cr19Mn6Ni3Cu2N | S35657 | 08Cr19Mn6Ni3Cu2N | S35657 | A2 |
| C3 | 022Cr17Ni12Mo2 | S31603 | 022Cr17Ni12Mo2 | S31603 | A4 |
| 06Cr17Ni12Mo2 | S31608 | 022Cr17Ni12Mo2 | S31603 | A4 |
| 019Cr23MoTi | S12362 | 019Cr19Mo2NbTi | S11972 | F1 |
| C4 | 019Cr23Mo2Ti | S12361 | 019Cr19Mo2NbTi | S11972 | F1 |
| C5 | 022Cr23Ni5Mo3N | S22053 | 022Cr23Ni5Mo3N | S22053 | D6 |
| 022Cr22Ni5Mo3N | S22253 | 022Cr22Ni5Mo3N | S22253 | D6 |

**4.2.7** 不锈钢螺栓、螺钉连接的强度设计值应根据被连接件材料按表4.2.7-1选用，锚栓的抗拉强度设计值应按表4.2.7-2选用。

表4.2.7-1 不锈钢螺栓、螺钉连接的强度指标

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 类别 | 螺栓标记 | | 螺栓直径（mm） | 抗拉极限强度（N/mm2） | 强度设计值（N/mm2） | | | | |
| 不锈钢组别 | 性能等级 | 抗拉强度 | 抗剪强度 | 承压强度 | | |
| S30408  S31608 | S30403  S31603 | S22053  S22253 |
| 410 | 400 | - |
| 奥氏体螺栓、螺钉 | A2、A3、A4、A5 | 50 | M≤30 | 500 | 190 | 155 |  |  |  |
| 70 | M≤30 | 700 | 295 | 245 | 410 | 400 | - |
| 80 | M≤24 | 800 | 335 | 280 | 410 | 400 | - |

表4.2.7-2 不锈钢锚栓抗拉强度设计值（N/mm2）

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 类别 | 强度设计值 | | |
| S30408  S31608 | S30403  S31603 | S22053  S22253 |
| 锚栓 | 195 | 185 | 235 |

**4.2.8** 幕墙中连接面板与支承结构的不锈钢挂件、爪件、背栓等连接件宜采用现行国家标准《不锈钢和耐热钢 牌号及化学成分》GB/T 20878中的022Cr17Ni12Mo2（S31603）。

**5 不锈钢支承结构设计及构造要求**

**5.1 一般规定**

**5.1.1** 不锈钢支承结构中宜采用冷成型C形截面、圆管、方管、焊接箱形截面、焊接H形截面；当采用其他截面时，其轴心受压构件和受弯构件的稳定系数应通过专门研究确定。

**5.1.2** 不锈钢支承结构应进行承载能力极限状态设计和正常使用极限状态设计。

**5.1.3** 计算不锈钢支承结构承载力时，不宜考虑幕墙面板的约束作用；在特殊情况下需要考虑幕墙面板作用时，应通过专题验证。

**5.1.4** 不锈钢支承结构中构件的抗拉强度应按净截面计算，抗压强度应按有效净截面计算；构件的稳定承载力应按有效截面计算，稳定系数应按毛截面计算。

**5.1.5** 不锈钢支承结构中构件的壁厚不宜小于1.5mm。

**5.1.6** 不锈钢支承结构中构件的容许长细比、构件截面中部分加劲板件卷边的高厚比、构件有效截面的计算应符合现行协会标准《不锈钢结构技术规范》CECS 410的有关规定。

**5.1.7** 构件截面中受压板件宽厚比或径厚比不应大于表5.1.7的规定。

表5.1.7 受压板件的宽厚比或径厚比限值

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 板件类型 | S30403  S31603 | S30408  S31608 | S35657 | S22053、S22253 | S20013 |
| 非加劲板件 | 50 | 45 | 35 | 30 | 30 |
| 部分加劲板件 | 70 | 60 | 45 | 40 | 40 |
| 加劲板件 | 280 | 260 | 200 | 180 | 180 |
| 圆管 | 100 | 90 | 65 | 50 | 50 |

**5.1.8** 不锈钢支承构件挠度应符合下列规定：

**1** 在风荷载作用下不同跨度的构件挠度限值****应按表5.1.8的规定取值：

表5.1.8 不同跨度构件挠度限值****

|  |  |
| --- | --- |
| 跨度*l*（mm） | 挠度限值(mm) |
| 不大于4500 | *l*/180 |
| 大于4500且不大于7000 | *l*/250+7 |
| 大于7000 | *l*/200 |

注：——构件计算跨度（mm），悬臂构件可取挑出长度的2倍。

2 在永久荷载作用下构件挠度限值****应取构件计算跨度的1/250。

**5.1.9** 不锈钢支承构件应根据建筑物的耐火等级来确定耐火极限，且设计耐火极限不应低于现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016中的有关规定。当不锈钢支承构件的耐火时间不能达到规定的设计耐火极限要求时，应进行防火保护设计，采取防火保护措施。在设计文件中，应注明不锈钢支承构件的设计耐火等级、耐火极限、所需要的防火保护措施及其防火保护材料的性能要求。

**5.2 轴心受力构件**

**5.2.1** 轴心受拉构件的截面强度应满足下式要求：

 (5.2.1)

式中： *σ* ——正应力；

*A*n ——净截面面积；

*f* ——不锈钢材料的抗拉强度设计值，按本规程表4.1.6采用。

**5.2.2** 轴心受压构件的强度应满足下式要求：

 (5.2.2)

式中： *A*en ——有效净截面面积。

**5.2.3** 轴心受压构件的稳定性应满足下列公式要求：

 (5.2.3-1)

 (5.2.3-2)

 (5.2.3-3)

 (5.2.3-4)

 (5.2.3-5)

式中： *φ* ——轴心受压构件的稳定系数，取截面两主轴稳定系数中的较小者；

*A*e ——有效截面面积；

\_

——轴心受压构件的正则化长细比；

*A* ——轴心受压构件的毛截面面积；

*N*E ——轴心受压构件的弹性稳定临界力；

*λ* ——轴心受压构件的长细比或换算长细比，应分别按本规程第5.2.4条~第5.2.6条计算；

*α*c、——计算系数，可按表5.2.3取值。

**表5.2.3计算系数*α*c和的取值**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 材料 | 截面类型 | *α*c |  |
| 奥氏体型、  双相型 | 冷成型方矩管及C形截面 | 0.60 | 0.56 |
| 冷成型圆管及椭圆管 | 0.36 | 0.00 |
| 奥氏体型 | 热轧圆管 | 0.36 | 0.10 |
| 双相型 | 热轧圆管 | 0.42 | 0.26 |
| 奥氏体型 | 焊接箱形截面、焊接H形截面强轴失稳 | 0.66 | 0.24 |
| 焊接H形截面弱轴失稳 | 0.89 | 0.26 |
| 双相型 | 焊接箱形截面、焊接H形截面强轴失稳 | 0.51 | 0.37 |
| 焊接H形截面弱轴失稳 | 0.69 | 0.37 |
| 奥氏体型、  双相型 | 其他 | 0.89 | 0.26 |

**5.2.4** 计算闭口截面、双轴对称的开口截面和截面全部有效的不卷边等边角钢轴心受压构件的稳定系数时，其长细比应取按下式算得的较大值：

 (5.2.4-1)

 (5.2.4-2)

式中： *λ*x、*λ*y ——构件对截面主轴*x*轴和*y*轴的长细比；

*l*0x、*l*0y ——构件在垂直于截面主轴*x*轴和*y*轴的平面内的计算长度；

*i*x、*i*y ——构件毛截面对其主轴*x*轴和*y*轴的回转半径。

**5.2.5** 计算单轴对称开口截面（图5.2.5）轴心受压构件的稳定系数时，其长细比应取本规程公式(5.2.4-2)和下列公式计算值的较大值：

 (5.2.5-1)

 (5.2.5-2)

 (5.2.5-3)

 (5.2.5-4)

式中： *λ*ω ——弯扭屈曲的换算长细比；

*I*ω ——毛截面扇性惯性矩；

*I*t ——毛截面抗扭惯性矩；

*e*0 ——毛截面的弯心在对称轴上以形心为原点的坐标；

*l*0ω ——弯扭屈曲的计算长度；

*l* ——构件无缀板时，取构件的几何长度；有缀板时，取两相邻缀板中心线的最大距离；

*α、β* ——约束系数，可按表5.2.5采用。

**表5.2.5 开口截面轴心受压和压弯构件的约束系数**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 构件两端的支承情况 | 无缀板 | | 有缀板 | |
| *α* | *β* | *α* | *β* |
| 两端铰接，端部截面可以自由翘曲 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| 两端嵌固，端部截面的翘曲完全受到约束 | 1.00 | 0.50 | 0.80 | 1.00 |
| 两端铰接，端部截面的翘曲完全受到约束 | 0.72 | 0.50 | 0.80 | 1.00 |



*O*

形心

*A*

弯心

*O*

形心

*A*

弯心

*x*

*y*

缀板

缀板

*x*

*y*

*e*0

*e*0

**图5.2.5 单轴对称开口截面示意图**

**5.3 受弯构件**

**5.3.1** 在主平面内受弯的幕墙用不锈钢构件，其抗弯强度应按下式计算：

|  |  |
| --- | --- |
|  | （5.3.1） |

式中：*M*x、*M*y——同一截面处绕x轴和y轴的弯矩设计值；

*W*enx、*W*eny——对截面主轴x轴和y轴较小的有效净截面模量；

*f*——不锈钢材料的抗弯强度设计值。

**5.3.2** 在主平面内受弯的幕墙用不锈钢构件，其抗剪强度应按下式计算：

|  |  |
| --- | --- |
|  | （5.3.2-1） |

式中：*V*max——计算截面沿腹板平面作用的剪力；

*S*——计算剪应力处以上毛截面对中和轴的面积矩；

*I*——毛截面惯性矩；

*t*w——腹板厚度；

*f*v——不锈钢材料的抗剪强度设计值。

**5.3.3** 荷载通过弯心且在最大刚度主平面内受弯的构件，其整体稳定性应满足下列公式要求：

|  |  |
| --- | --- |
|  | （5.3.3-1） |
|  | （5.3.3-2） |
|  | （5.3.3-3） |
|  | （5.3.3-4） |

式中：*M*x——绕强轴作用的最大弯矩；

*W*ex——绕强轴的有效截面模量；

*φ*b——梁的整体稳定系数；

——梁弯扭失稳的正则化长细比；

*ϕ*b——计算系数；

*W*x——绕强轴的毛截面模量；

*M*cr——梁弯扭屈曲临界弯矩，可按《不锈钢结构技术规范》 CECS 410-2015的附录A和附录B计算。

**5.3.4** 荷载偏离截面弯心但与主轴平行的受弯构件的强度和稳定性应按下列公式计算：

强度：

|  |  |
| --- | --- |
|  | （5.3.4-1） |

稳定性：

|  |  |
| --- | --- |
|  | （5.3.4-2） |
|  | （5.3.4-3） |

式中：*M*——计算弯矩；

*B*——所取弯矩同一截面处的双力矩，可按《不锈钢结构技术规程》 CECS 410-2015附录C计算；

*W*ω——与弯矩引起的应力同一验算点处的毛截面扇性模量；

*I*ω——构件的毛截面的翘曲惯性矩；

*ω*n——验算点的主扇性坐标。

剪应力可按本规程公式（5.3.2-1）验算。

**5.3.5** 荷载偏离截面弯心且与主轴倾斜的受弯构件，当在构造上能保证整体稳定性时，其强度可按下式计算：

|  |  |
| --- | --- |
|  | （5.3.5-1） |

式中：*M*x、*M*y——对截面主轴x、y轴的弯矩；x轴和y轴方向的剪应力可分别按本规程公式（5.3.2-1）验算。

当不能在构造上保证整体稳定时，可按下式计算其稳定性：

|  |  |
| --- | --- |
|  | （5.3.5-2） |

式中：*W*ey——对截面主轴y轴的有效截面模量。

**5.3.6** 梁的支座处，应采取可靠的构造措施防止梁端截面的扭转。

**5.3.7** 腹板加劲肋的设置与设计应符合现行团体标准《不锈钢结构技术规范》CECS 410的有关规定。

**5.4 拉弯和压弯构件**

**5.4.1** 拉弯构件的强度应满足下式要求：

|  |  |
| --- | --- |
|  | （5.4.1） |

式中：*N*——轴心拉力；

*M*x、*M*y——同一截面处绕主轴x轴和y轴的弯矩；

*A*n——净截面面积；

*W*nx——对x轴的净截面模量；

*W*ny——对y轴的净截面模量；

*f*——不锈钢材料的抗弯强度设计值。

**5.4.2**  压弯构件的强度应按下式计算：

|  |  |
| --- | --- |
|  | （5.4.2） |

式中：*N*——轴心压力；

*M*x、*M*y——同一截面处绕主轴x轴和y轴的弯矩；

*A*en——有效净截面面积；

*W*enx——对x轴的有效净截面模量；

*W*eny——对y轴的有效净截面模量。

**5.4.3** 双轴对称截面的压弯构件，当弯矩作用于对称平面内时，应按下列公式计算弯矩作用平面内的稳定性：

|  |  |
| --- | --- |
|  | （5.4.3-1） |
|  | （5.4.3-2） |

式中：*M*——计算弯矩；

*β*m——等效弯矩系数，可取1.0；

*N*’E——欧拉临界力；

*E*0——不锈钢材料的初始弹性模量；

*λ*——构件在弯矩作用平面内的长细比；

*W*e——对最大受压边缘的有效截面模量。

当弯矩作用在最大刚度平面内时，尚应按下式计算弯矩作用平面外的稳定性：

|  |  |
| --- | --- |
|  | （5.4.3-3） |

式中：*η*——截面系数，对于闭口截面*η*=0.7，对于其他截面*η*=1.0；

*φ*y——对于y轴的轴心受压构件的稳定系数,其长细比应本规程公式（5.2.4-2）计算；

*φ*bx——受弯构件的整体稳定系数，对于闭口截面可取1.0。

*M*x应取构件计算段内的最大弯矩。

**5.4.4** 单轴对称开口截面的压弯构件，当弯矩作用于对称轴平面内时，除应按本规程5.4.3条计算弯矩作用平面内的稳定性外，尚应按本规程轴心受压构件的稳定性验算公式计算其弯矩作用平面外的稳定性，此时，轴心受压构件的稳定系数*φ*应按下列公式算得的弯扭屈曲的换算长细比*λ*0ω计算得到。

|  |  |
| --- | --- |
|  | （5.4.4-1） |
|  | （5.4.4-2） |
|  | （5.4.4-3） |
|  | （5.4.4-4） |

式中：*e*q——等效偏心距，当偏心在截面弯心一侧时*e*q为负，当偏心在于截面弯心相对的另一侧时*e*q为正；

*M*——构件计算段内的最大弯矩；

*β*2——横向荷载作用位置影响系数，按《不锈钢结构技术规程》 CECS 410:2015附录A表A.0.1取值；

*s*——计算系数，按本规程公式（5.2.5-2）计算；

*e*a——横向荷载作用点到弯心的距离，对于偏心压杆或当横向荷载作用在弯心时*e*a =0；当荷载不作用在弯心且荷载方向指向弯心时*e*a为负；当离开弯心时*e*a为正。

若*l*0x≤*l*0y时可不计算其弯矩作用平面外的稳定性。

当弯矩作用在对称平面内，且使截面在弯心一侧受压时，尚应按下式计算：

|  |  |
| --- | --- |
|  | （5.4.4-6） |

式中：*β*my——对y轴的等效弯矩系数，可取1.0；

*W’*ey——截面的较小有效截面模量；

*N*’Ey——欧拉临界力，按本规程公式（5.4.3-2）计算。

**5.4.5** 单轴对称开口截面压弯构件，当弯矩作用于非对称主平面内时，除应按公式（5.4.5-1）计算其弯矩作用平面内的稳定性外，尚应按公式（5.4.5-2）计算其弯矩作用平面外的稳定性。

|  |  |
| --- | --- |
|  | （5.4.5-1） |
|  | （5.4.5-2） |

式中：*φ*x——对x轴轴心受压构件稳定系数，其长细比应按本规程计算单轴对称开口截面轴心受压构件稳定系数的相关公式计算；

*N’*Ey——欧拉临界力，按本规程公式（5.4.3-2）计算。

**5.4.6** 双轴对称截面双向压弯构件的稳定性应按下列公式计算：

|  |  |
| --- | --- |
|  | （5.4.6-1） |
|  | （5.4.6-2） |

式中：*η*——截面系数，对于闭口截面*η*=0.7，对于其他截面*η*=1.0；

*φ*by——当弯矩作用于最小刚度平面内时受弯构件的整体稳定系数，应按本规程公式（5.3.3-2）计算；

*β*mx——对x轴的等效弯矩系数，可取1.0。

# 6 不锈钢面板设计及构造要求

**6.1 一般规定**

**6.1.1** 不锈钢面板与幕墙支承结构的连接应可靠，并应能满足幕墙变形要求。

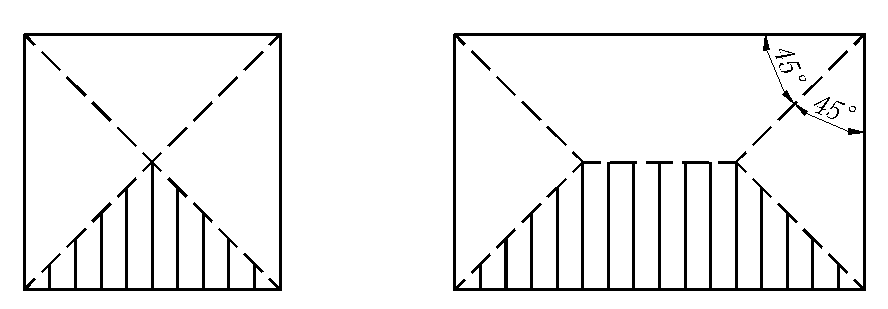
**6.1.2** 采用机械连接时，面板设计应满足拆卸或更换时不损坏其相邻部位构件或结构的要求。

**6.1.3** 不锈钢面板为平板时，其截面厚度不宜小于2.0mm；当为波纹板时，其截面厚度不宜小于0.5mm。

**6.1.4** 不锈钢面板可根据受力要求设置加劲肋，加劲肋应与面板可靠连结。

**6.1.5** 不锈钢面板上垂直板面作用的匀布荷载可按图6.1.5所示的三角形或梯形分布传递到板肋上；当长宽比大于3时可按单向板设计。

**6.1.6** 不锈钢面板为异形、曲面、折式造型等时，垂直板面作用的均布荷载向板肋的传递模式应进行专题论证。

****

(a)方板(b)矩形板

图6.1.5 面板荷载向支承肋的传递

**6.1.7** 海边或腐蚀严重地区，可采用单面涂层或双面涂层的不锈钢板。

**6.2 面板设计**

**6.2.1** 单层不锈钢面板的应力计算应符合下列规定：

1 边和肋所形成的矩形面板区格，板材边缘支承可按简支边考虑，中肋支承可按固定边考虑。

**2** 在垂直于面板的风荷载、地震作用下，面板及加劲肋的最大弯曲应力标准值宜按考虑几何非线性的有限元方法计算；矩形区格面板的最大弯曲应力标准值也可按下列公式计算：

****  (6.2.1-1)

**** (6.2.1-2)

表6.2.1 折减系数

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *θ* | ≤5.0 | 10.0 | 20.0 | 40.0 | 60.0 | 80.0 | 100.0 |
| *η* | 1.00 | 0.95 | 0.90 | 0.81 | 0.74 | 0.69 | 0.64 |
| *θ* | 120.0 | 150.0 | 200.0 | 250.0 | 300.0 | 350.0 | ≥400.0 |
| *η* | 0.61 | 0.54 | 0.50 | 0.46 | 0.43 | 0.41 | 0.40 |

持久设计状况、短暂设计状况

**** (6.2.1-3)

地震设计状况

**** (6.2.1-4)

|  |  |
| --- | --- |
| 式中：**、** | ——分别为垂直于面板的风荷载、地震作用下产生的最大弯曲应力标准值； |
|  | ——垂直于面板的风荷载标准值； |
|  | ——垂直于板面的地震作用标准值； |
| *a* | ——不锈钢面板区格的短边边长(mm)； |
|  | ——不锈钢面板的弹性模量； |
|  | ——板的弯矩系数，可根据其边界条件由本标准附录B确定； |
|  | ——无量纲参数； |
|  | ——折减系数，可由参数按表6.2.1取用。 |

3 面板在中肋支承线上的弯曲应力标准值，可取其两侧板格固端弯矩计算结果的平均值。

4 由各种作用产生的最大应力标准值进行基本组合后，应力值不应超过不锈钢材料的强度设计值。

**6.2.2** 在垂直于面板的风荷载标准值作用下，不锈钢面板的挠度应符合下列规定：

1 单层不锈钢面板每个区格的跨中挠度宜采用考虑几何非线性的有限元方法计算，矩形区格面板的跨中挠度也可按下列公式简化计算：

**** (6.2.2-1)

**** (6.2.2-2)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 式中： | ——在风荷载标准值作用下的挠度最大值(mm)； | |
|  | ——挠度系数，可由区格边长比和区格边界条件按本规程附录B采用； | |
|  | | ——垂直于面板的风荷载标准值； | |
| *a* | ——不锈钢面板区格的短边边长（mm）； | |
|  | ——面板的弯曲刚度(N﹒mm)； | |
|  | ——折减系数，可按本规程表6.2.1采用； | |
|  | ——泊松比，可按本规程表4.1.4采用。 | |

2 不锈钢复合面板的跨中挠度宜按考虑几何非线性的有限元方法计算。

3 面板挠度不应大于其区格计算短边长*a*的1/60，面板加劲肋的挠度不应大于其支承点距离的1/175。

**6.3 构造要求**

**6.3.1** 不锈钢单板宜四周折边；未折边的不锈钢复合板应采取封边措施。

**6.3.2** 不锈钢面板沿周边采用压块或非通长挂钩固定于横梁或立柱时，压块和挂钩的中心间距不应大于300mm。固定压块的螺钉或螺栓的直径不宜小于4mm，数量应根据板材所承受的风荷载、地震作用由计算确定。挂钩宜设置防噪音垫片。

**6.3.3** 固定面板的铆钉、螺钉或螺栓孔，孔中心至不锈钢面板边缘的距离不应小于2倍的孔径；相邻孔中心距不应小于3倍的孔径，也不宜大于300mm。

# 7 不锈钢连接

**7.1 一般规定**

**7.1.1** 幕墙用不锈钢构件的连接应采用传力可靠、制作方便、连接简单、便于调整的构造形式，并应考虑临时定位措施。

**7.1.2** 幕墙用不锈钢构件的连接中，焊缝应采用与不锈钢母材相适应的焊接材料和施焊工艺，紧固件应优先采用与不锈钢母材相适应的不锈钢紧固件。

**7.1.3** 不锈钢横梁与立柱采用螺钉或螺栓连接时，每个连接点处的螺钉或螺栓不应少于 2个，当横梁为开口型材时螺钉或螺栓不宜少于 3个；不应采用沉头、半沉头螺钉或螺栓。

**7.1.4** 幕墙用不锈钢爪件的质量和性能应符合现行行业标准《建筑玻璃点支承装置》JG/T 138的规定。

**7.2 焊缝连接计算**

**7.2.1** 对接焊缝强度应按下列规定计算：

1 轴心受拉对接焊缝，其强度应按下式计算：

 （7.2.1-1）

2轴心受压对接焊缝，其强度应按下式计算：

 （7.2.1-2）

3对接焊缝中正应力和剪应力均较大处，其强度应按下式计算：

 （7.2.1-3）

式中：*N*——焊缝所受的轴心力设计值；

*lw*——焊缝的计算长度，采用引弧板或引出板施焊时，每条焊缝的计算长度可取实际长度*l*；不符合上述施焊方法的对接焊缝，每条焊缝的计算长度取实际长度*l*减去2*t*；

*t*——连接件中较薄板件的厚度；

*V*——对接焊缝所受的剪力设计值；

、、——不锈钢对接焊缝的抗拉、抗压、抗剪强度设计值，可按表4.2.5取值；

——为折减系数，当焊接工艺采用钨极氩弧焊、 熔化极氩弧焊和焊条电弧焊时分别取1.0、0.95，0.9。

**7.2.2** 直角角焊缝的强度应按下列规定计算：

1 在通过焊缝形心的拉力、压力或剪力作用下：

正面角焊缝（作用力垂直于焊缝长度方向）：

 (7.2.2-1)

 (7.2.2-2)

侧面角焊缝（作用力平行于焊缝长度方向）：

 (7.2.2-3)

2在垂直于角焊缝长度方向的正应力和沿角焊缝长度方向的剪应力共同作用下：

 (7.2.2-4)

式中：——垂直于焊缝长度方向的正应力，可按焊缝有效截面计算；

——角焊缝的有效厚度，在直角角焊缝情况下可近似取*h*e=0.7*h*f；

——焊缝的计算长度；

——不锈钢角焊缝的强度设计值，可按表4.2.5取值；

——角焊缝的实际长度；

——角焊缝的焊脚尺寸；

——沿焊缝长度方向的剪应力，可按焊缝有效截面计算。

**7.2.3** 电阻点焊的承载力可按下式计算：

 （7.2.3)

式中：——单个不锈钢电阻点焊承担的剪力设计值；

——单个不锈钢电阻点焊的抗剪承载力设计值，可按本规程表7.2.3取值。

表 7.2.3单个电阻点焊的抗剪承载力设计值

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *t* (mm) | 0.4 | 0.6 | 0.8 | 1.0 | 1.5 | 2.0 | 2.5 | 3.0 | 3.5 |
| *N*vd (kN) | 0.6 | 1.1 | 1.7 | 2.3 | 4.0 | 5.9 | 8.0 | 10.2 | 12.3 |

注：1 为相焊板件中较薄板件的厚度；

2 中间板厚可由线性插值确定。

**7.3 紧固件连接计算**

**7.3.1** 不锈钢普通螺栓连接承载力应按下列规定计算：

1 不锈钢普通螺栓的杆轴方向受拉连接中，承载力应按下列公式计算：

 （7.3.1-1）

 （7.3.1-2）

2 不锈钢普通螺栓的受剪连接中，承载力应按下列公式计算：

 （7.3.1-3）

螺纹处受剪：  （7.3.1-4）

非螺纹处受剪：  （7.3.1-5）

螺纹处承压：  （7.3.1-6）

非螺纹处承压：  （7.3.1-7）

在节点处或拼接接头的一端，当螺栓沿受力方向的连接长度*l*>15*d*0时，螺栓的承载力应乘以按下式计算的折减系数：

 （7.3.1-8）

3 同时承受剪力和杆轴方向拉力的不锈钢普通螺栓连接承载力应符合下列公式要求：

 且  （7.3.1-9）

式中：*N*t、*N*v——单个不锈钢螺栓所承受的拉力和剪力设计值；

——单个不锈钢螺栓的抗拉、抗剪、承压承载力设计值；

——不锈钢螺栓的抗拉、抗剪、承压强度设计值，按本规程表4.2.7-1取值；

*d*、*d*e——螺栓杆公称直径、有效直径；

*d*0——螺栓孔直径；

*k*d——直径影响系数，*d*<12mm时，*k*d=0.9；*d*≥12mm时，*k*d=1.0；

*n*v——螺栓杆受剪面数目；

*β*L——长连接螺栓强度折减系数；

——同一受力方向的承压构件总厚度的较小值。

**7.3.2** 不锈钢螺钉连接承载力应按下列规定计算：

1 不锈钢螺钉的杆轴方向受拉的连接中，承载力应按下列公式计算：

 （7.3.2-1）

 （7.3.2-2）

 （7.3.2-3）

不锈钢螺钉在基材中的钻入深度应大于0.9mm，且承载力应满足下式要求：

 （7.3.2-4）

式中：*N*t——单个不锈钢螺钉承受的拉力设计值；

——单个不锈钢螺钉的抗拉、抗撕裂承载力设计值；

*k*F——荷载影响系数，可取为0.5；

*d*w——有垫圈时垫圈的直径，无垫圈时螺钉头的直径；

*d*e——螺钉在螺纹处的有效直径；

*t*——较薄板的厚度；

*d*——螺钉的公称直径；

*t*sup——螺钉杆的圆柱状螺纹部分钻入基材的深度；

——被连接不锈钢板的抗拉强度设计值，应按本规程表4.1.6取值；

——不锈钢螺钉的抗拉强度设计值，应按本规程表4.2.7-1取值；

——材料影响系数，奥氏体不锈钢取1.0，双相型不锈钢取0.85。

2 不锈钢螺钉的受剪连接中，承载力应按下列公式计算：

 （7.3.2-5）

 （7.3.2-6）

 （7.3.2-7）

当*t*2=*t*1时，；

当*t*2≥2.5*t*1时，；

当*t*1<*t*2<2.5*t*1时，通过线性插值确定。

当不锈钢螺钉用于钢板端部与支承构件的连接时，其抗剪承载力设计值应乘以折减系数0.8。当采用多个螺钉连接且沿受力方向的连接长度*l*≥45*d*时，承载力设计值应乘以折减系数*β*L，*β*L应按下式计算：

 （7.3.2-8）

式中：*N*v——单个不锈钢螺钉承受的剪力设计值；

——单个不锈钢螺钉的抗剪、承压承载力设计值；

*d*e——螺钉在螺纹处的有效直径；

*k*d——直径影响系数，*d*<12mm时，*k*d=0.9；*d*≥12mm时，*k*d=1.0；

*n*v——螺钉的受剪面数目；

*d*——螺钉的公称直径；

——不锈钢螺钉的抗剪、承压强度设计值，可按本规程表4.1.6取值；

*t*1——靠近螺钉头的连接板厚度；

*t*2——远离螺钉头的连接板厚度。

3 同时承受剪力和杆轴方向拉力的不锈钢螺钉连接的承载力应符合下式要求：

 （7.3.2-9）

式中：*N*t、*N*v——单个不锈钢螺钉所承受的拉力和剪力设计值；

——单个不锈钢螺钉的抗拉、抗剪承载力设计值。

**7.3.3** 不锈钢抽芯铆钉不应用于受拉连接，抽芯铆钉的受剪连接中，承载力应按下列公式计算：

 （7.3.3-1）

 （7.3.3-2）

 （7.3.3-3）

 （7.3.3-4）

当*t*2=*t*1时，；

当*t*2≥2.5*t*1时，；

当*t*1<*t*2<2.5*t*1时，通过线性插值确定。

当不锈钢抽芯铆钉用于钢板端部与支承构件的连接时，其抗剪承载力设计值应乘以折减系数0.8。当采用多个抽芯铆钉连接且沿受力方向的连接长度*l*≥45*d*时，承载力设计值应乘以折减系数*β*L，*β*L应按下式计算：

 （7.3.3-5）

式中：*N*v——单个不锈钢抽芯铆钉承受的剪力设计值；

——单个不锈钢抽芯铆钉的抗剪、承压承载力设计值；

*n*v——抽芯铆钉的受剪面数目；

*φ*——剪切面数目影响系数，单剪时取1.0，双剪时取0.8；

——不锈钢抽芯铆钉的最小抗剪承载力设计值，可按本规程表7.3.3取值，采用其他形式的抽芯铆钉时应按现行国家标准《紧固件机械性能 盲铆钉试验方法》GB/T 3098.18进行试验确定抗剪承载力；

——不锈钢抽芯铆钉承压强度设计值，可按本规程表4.2.7-1取值；

*t*1——靠近抽芯铆钉头侧的连接板厚度；

*t*2——远离抽芯铆钉头侧的连接板厚度；

*e*1——孔径

*d*0——孔径。

表7.3.3 不锈钢抽芯铆钉的最小抗剪承载力设计值（kN）

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 抽芯铆钉类别 | 公称直径（mm） | | | | | |
| 3.0 | 3.2 | 4.0 | 4.8 | 5.0 | 6.4 |
| 封闭型平圆头抽芯铆钉 | — | 2.0 | 3.0 | 4.0 | — | 6.0 |
| 开口型沉头抽芯铆钉 | 1.8 | 1.9 | 2.7 | 4.0 | 4.7 | — |
| 开口型平圆头抽芯铆钉 | 1.8 | 1.9 | 2.7 | 4.0 | 4.7 | — |

**7.4 连接构造**

**7.4.1** 角焊缝的计算长度不应小于，当被连接板件厚度不大于6mm时不应小于30mm，其他情况不应小于40mm；除连续受力的角焊缝外，侧面角焊缝的计算长度不应大于；角焊缝的焊脚尺寸不宜大于较薄焊件厚度的1.2倍，对于钢管结构，尚不宜大于较薄焊件厚度的1.5倍且不宜小于，其中*t*为较厚焊件厚度。

**7.4.2** 电阻点焊的焊点中距不宜小于，焊点边距不宜小于，其中*t*为较薄焊件厚度。

**7.4.3** 螺栓的中距不应小于3*d*0，端距不应小于2*d*0，边距不应小于1.5*d*0，其中*d*0为螺栓孔径。在靠近弯角边缘处的螺栓孔边距，尚应满足使用紧固工具的要求。

# 8 加工制作

**8.1 一般规定**

**8.1.1** 幕墙用不锈钢构件的加工制作应根据施工图及现场复测尺寸为依据，深化产品制作工艺，并应按实测结果对幕墙用不锈钢构件设计进行复核。

**8.1.2** 幕墙用不锈钢构件制作前应根据设计文件和施工图，编制制作工艺文件，并应由技术人员向制作单位进行技术交底。

**8.1.3** 对大型复杂的幕墙用不锈钢构件，应进行制作工艺和现场二次制作工艺试验，符合要求后方可进行正式制作和现场制作。新加工工艺和安装方法应经评审通过后方可实施。

**8.1.4** 幕墙用不锈钢构件的制作质量应符合设计文件、合同和国家现行标准的规定。

**8.1.5** 幕墙用不锈钢构件制作所采用的计量器具应经检定合格，并在有效期内。

**8.2 不锈钢结构用构件****加工制作**

**8.2.1**  不锈钢构件放样时放样和料号应按工艺要求预放加工余量。

**8.2.2** 不锈钢构件宜在独立、封闭的生产车间或专用场地上采用专用设备进行制作。

**8.2.3** 不锈钢板件下料宜采用激光切割、等离子切割、剪切和水切割等，不应采用气割切割；切割面应无裂纹、夹渣和分层；切割后应清除毛刺、熔渣和飞溅物。

**8.2.4** 不锈钢构件上的孔可采用钻孔、铣孔、铰孔、冲孔和锪孔等加工方法，也可采用水切割或激光切割孔。

**8.2.5** 不锈钢构件制作时应采取措施减少焊接等加工过程中产生的变形，当需要矫正时，宜采用机械方法进行矫正。

**8.2.6** 不锈钢零、部件及构件制作过程中，应避免与碳素结构钢及低合金高强度结构钢直接接触，并应保持不锈钢表面清洁。

**8.2.7** 不锈钢构件焊接前，应根据焊接工艺评定结果编制焊接工艺文件，并应向焊接人员进行技术交底。

**8.2.8** 焊接材料应按产品说明书及焊接工艺文件的规定进行保管和烘焙。

**8.3 不锈钢面板加工制作**

**8.3.1** 不锈钢面板的品种、规格及色泽应符合设计要求；需方应根据使用需求指定不锈钢表面加工类型，并在合同中注明。

**8.3.2** 不锈钢面板的加工允许偏差应符合表8.3.3的规定。

表8.3.3 不锈钢面板加工允许偏差

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 项 目 | | 允许偏差(mm) |
| 边 长（mm） | ≤2000 | ±1.5 |
| ＞2000 | ±2.0 |
| 对边长度差 | 边长≤2000mm | 2.0 |
| 边长＞2000mm | 2.5 |
| 对角线长度差 | 长度≤2000mm | 2.5 |
| 长度＞2000mm | 3.0 |
| 折弯高度 | | +1.0 |
| 平面度（1000mm范围内） | | 2.0 |
| 孔的中心距 | | ±1.5 |

**8.3.4** 不锈钢板面板加工应符合下列规定：

1 折弯加工时，折弯外圆弧半径不应小于板厚的2倍。

2 加劲肋可采用电弧螺柱焊用圆柱头焊钉可靠固定，并应采取措施使不锈钢板外表面不变形、不变色。

3 不锈钢板加劲肋端部与面板折边相交处应连接牢固。

**8.4 不锈钢构件检验**

**8.4.1** 不锈钢构件检查项目应包括：机械性能、外观尺寸、表面质量、牌号、化学成分。

**8.4.2** 不锈钢构件应按构件的5%进行随机抽样检查，且每种构件抽样数不应少于5件。当抽样中有一个构件不符合要求时，应加倍抽查；仍不合格时，应全数检查。

**8.5 不锈钢包装和存储**

**8.5.1** 幕墙用不锈钢的包装应符合现行国家标准《钢板和钢带包装、标志及质量证明书的一般规定》GB/T 247、《通用耐蚀钢铸件》GB/T 2100、《型钢验收、包装、标志及质量证明书的一般规定》GB/T 2101、《钢管的验收、包装、标志和质量证明书》GB/T 2102、《钢丝验收、包装、标志及质量证明书的一般规定》GB/T 2103、《钢丝绳包装、标志及质量证明书的一般规定》GB/T 2104的有关规定。

**8.5.2** 幕墙用不锈钢的存储环境应保持通风良好，并应避免潮湿和温度过高以及含Cl离子腐蚀介质或其它有腐蚀性气体。

**8.5.3**  幕墙用不锈钢的存储区域以及附属设施应保持清洁，并应避免其它工程作业可能带来的油污、铁锈、焊渣及异物粘附表面。

**8.5.4** 幕墙用不锈钢的堆放应符合下列规定：

1 宜放置在木制或橡胶垫上，不应与其他金属材料直接接触。

2 不同品种、不同规格的不锈钢材料应分开堆放，并应设立明显的货物标志牌。

**8.5.5** 幕墙用不锈钢在存放和装卸过程中应使用专用工具和设备，以避免不锈钢材料表面被碰撞、划伤。

# 9 安装施工

**9.1 一般规定**

**9.1.1** 安装前应对幕墙用不锈钢支承结构、面板及附件进行合格检验，其材料牌号、规格、色泽、表面处理和性能应符合设计要求。

**9.1.2** 幕墙用不锈钢支承结构、面板的安装施工应按现行国家标准《建筑施工组织设计规范》GB/T 50502的有关规定单独编制施工组织设计。

**9.1.3** 幕墙用不锈钢支承结构、面板安装过程中，对其存放、搬运、吊装以及对安装完成的半成品、成品应采取有效的保护措施。

**9.1.4** 安装结束后应对幕墙用不锈钢支承结构、面板表面进行专项清理、清洁擦洗，确保产品符合设计要求。

**9.1.5** 不锈钢支承结构、面板的制作单位应提供该产品的表面清理、清洁专项方案，并提供技术咨询服务。

**9.2 安装施工准备**

**9.2.1** 安装前应根据设计文件和施工详图，编制制作工艺文件，并应由技术人员向施工单位进行技术交底。

**9.2.2** 有抗爆、防火、防雷等要求的，应满足施工条件后方可施工。

**9.2.3** 安装施工方案应符合施工安全要求，安装施工全过程应做好人员保护，施工人员应有相应资质并进行安全教育。

**9.2.4** 安装前，应按构件明细表核对进场的构件，查验产品合格证；工厂预拼装过的构件在现场组装时，应根据预拼装记录进行。

**9.2.5** 安装现场应设置专门的构件堆场。

**9.3 不锈钢支承结构**

**9.3.1** 不锈钢支承结构的测量放线应符合下列规定：

1 风力大于4级时，不宜测量放线；

2 测量放线前，应先确定主体结构的水平基准线和标高基准线；

3 测量放线时，应结合主体结构的偏差及时调整分格，不应累积偏差；

4 分格线确定后，应在其垂直方向和水平方向设置控制线，垂直方向每隔 20m 设置一条控制线。

**9.3.2** 预埋件的安装应符合下列规定:

1 预埋件安装前应按照设计分格尺寸用测量仪器定位；

2 应采取措施防止浇筑混凝土时埋件发生位移，保持埋件位置准确；

3 预埋件的位置偏差应满足设计要求，当设计无要求时，预埋件的标高偏差不应大于±10mm，水平偏差不应大于±10mm，表面进出偏差不应大于±10mm；

4 有防雷接地要求的预埋件，错筋必须与主体结构的接地钢筋绑扎或焊接在一起，其搭接长度应符合现行国家标准《建筑物防雷设计规范》GB 50057 的规定；

5 安装连接件前应清理预埋件，使埋板露出金属面。

**9.3.3** 不锈钢支承结构安装应按批准的专项施工方案进行，并应形成稳固的空间刚度单元，必要时应增加临时支承结构或措施。

**9.3.4** 不锈钢支承结构安装前应对建筑物的定位轴线、基础轴线和标高、地脚螺栓位置等进行检查，并应办理交接验收。地脚螺栓规格、位置及紧固应满足设计要求，地脚螺栓的螺纹应有保护措施。

**9.3.5** 不锈钢横梁安装的水平标高偏差应符合下列规定：

1 同一根横梁两端或相邻两根横梁的水平标高偏差不应大于 1mm；

2 当一幅幕墙宽度不大于 35m 时，同层的横梁水平标高偏差不应大于5mm；

3 当一幅幕墙宽度大于 35m 时，同层的横梁水平标高偏差不应大于7mm；

4 一层高度安装完成后，应及时检查、校正和固定。

**9.3.6** 不锈钢横梁安装时，宜采用两点起吊；当采用两点吊装不能满足构件强度和变形要求时，宜通过计算确定吊点数量及位置。起吊索具宜采用麻绳或橡胶、塑料等柔性材料包覆的钢丝绳，起吊夹具应采用橡胶、塑料等包覆。

**9.3.7** 不锈钢支承结构的立面偏移、平面弯曲和总高度的允许偏差以及同一层内各节柱的柱顶高度差，应符合现行协会标准《不锈钢结构施工质量验收标准》T/CECS 1537-2024的规定。

**9.4 不锈钢面板**

**9.4.1** 不锈钢面板的安装和运输应符合现行行业标准《金属与石材幕墙工程技术规范》 JGJ 133的相关要求。

**9.4.2** 不锈钢面板防护应符合设计要求。

**9.4.3** 幕墙用不锈钢面板的安装顺序应根据连接方式确定。预安装并调整后，需要在孔、槽内注入胶粘剂的不锈钢面板，胶粘剂的品种和性能应符合国家现行相关标准的规定。

**9.4.4** 幕墙用不锈钢面板采用开缝安装时，应对主体结构采取可靠的防水措施，并应有符合设计要求的排水出口。

**9.4.5** 不锈钢面板用密封胶安装时，应使用长度不小于25mm的支承块、定位块、弹性止动片，弹性止动片应安装在不锈钢面板相对的两侧，每侧弹性止动片的间距不应大于300mm。

**9.4.6** 不锈钢面板分格轴线的测量应与主体结构测量相配合，发现偏差应及时调整，并应定期对不锈钢面板定位基准进行校核。安装于高层建筑的不锈钢面板测量不应在风力大于4级时进行。

**9.4.7** 不锈钢面板在安装过程中应随时检测和调整面板的水平度和垂直度，使墙面安装平整。

**9.4.8** 不锈钢面板的吊点和挂件应符合设计要求，吊点不应少于2个；起吊不锈钢板时，应使各吊点均匀受力，起吊过程应使不锈钢面板保持平稳，并采取措施保护不锈钢面板表面不应受磨损和挤压；不锈钢面板就位时，应先将其挂在主体结构或龙骨的挂点上；不锈钢面板固定前，不得拆除移开吊具。

**9.4.9** 不锈钢面板安装时，左右、上下的偏差不应大于1.5mm。

**9.4.10** 幕墙用不锈钢面板安装过程中宜进行接缝部位的雨水渗漏检验。

**9.4.11** 相邻两不锈钢面板表面高低允许差不应大于1mm，检查方法可采用深度尺量测；竖缝和横缝的直线度允许差不应大于2.5mm，检查方法可采用2m靠尺和钢板尺量测。

**9.5 安全规定**

**9.5.1** 幕墙用不锈钢构件安装施工的安全措施除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、《施工现场临时用电安全技术规范》JGJ 46、《建筑机械使用安全技术规程》JGJ 33的规定外，还应遵守施工组织设计中相关要求。

**9.5.2** 安装幕墙用不锈钢构件的施工机具和吊篮在使用前应进行安全性检查，电动工具应做绝缘电压试验。

**9.5.3** 施工作业人员必须戴安全帽，系安全带，穿防滑鞋，并配备工具袋。

**9.5.4** 工程的上下部交叉作业时，结构施工层下方应采取可靠的安全防护措施，在离地面3m高度处应设置挑出宽度不小于6m的水平防护网。

**9.5.5** 现场焊接作业时，在焊接下方应设防火斗，应采取可靠的防火措施。

**9.5.6** 脚手板上的废弃杂物应及时清理，不得在窗台、栏杆上放置施工机具。

**9.5.7** 采用脚手架施工时，脚手架应进行结构受力及稳定性计算，且应与主体结构可靠连接。悬挂式脚手架应为3层高，落地式脚手架应为双排布置。

# 10 工程验收

**10.1 一般规定**

**10.1.1** 幕墙用不锈钢的材质、外观、规格尺寸和表面处理，应符合设计要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察；尺量检查；检查材料的产品合格证书、进场验收记录、性能检测报告和材料的复验报告。

**10.1.2** 当无法提供10.1.1条检验方法中需要的工程资料时，应对幕墙用不锈钢进行现场材质分析和性能测试，且材质和性能不应低于设计要求。

**10.2 主控项目**

**10.2.1** 幕墙用不锈钢面板的折边质量、表面质量、安装质量，应符合设计要求。

检查数量：同类构件数量的10%，且不应少于5个。

检验方法：观察；尺量检查；检查施工记录。

**10.2.2** 幕墙用不锈钢支承结构的安装质量应符合设计要求。

检查数量：同类构件数量的10%，且不应少于5个。

检验方法：观察；尺量检查；检查施工记录。

**10.2.3** 幕墙用不锈钢的各种连接件、紧固件及焊接连接应符合设计要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察；手扳检查；尺量检查；检查隐蔽工程验收记录和施工记录。

**10.3 一般项目**

**10.3.1** 幕墙用不锈钢面板间缝隙的密封质量应横平竖直、缝宽均匀，缝隙构造尺寸应符合设计要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察；尺量检查。

**10.3.2** 幕墙用不锈钢面板隐蔽节点的遮封安装应整齐美观。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察。

# 11 保养和维修

**11.1 检查**

**11.1.1** 幕墙用不锈钢应根据使用类型及环境，建立全寿命周期内的使用、维护管理制度，应符合表11.1的规定。

表11.1典型环境下的维护措施

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 分类 | 典型环境 | 可能的腐蚀类型 | 维护措施 |
| 一 | 除二类和三类以外的地区 | 点蚀 | 无需维护 |
| 二 | 沿海地区和生产腐蚀性产品的工业厂房 | 应力腐蚀、晶间腐蚀、点蚀和缝隙腐蚀 | 定期检查并清理积灰 |
| 三 | 与腐蚀性介质直接接触或者存在潜在腐蚀性介质的地区 | 均匀腐蚀、应力腐蚀、晶间腐蚀、点蚀和缝隙腐蚀 | 咨询材料生产商和专业机构的建议 |

**11.1.2** 幕墙用不锈钢的维护应遵守预防为主、防治结合的原则，进行日常维护、定期检查。

**11.1.3** 幕墙用不锈钢的日常维护应检查外观缺陷、结构损伤及荷载变化情况。

**11.2 维修**

**11.2.1** 幕墙用不锈钢的维修应避免或减少损伤原构件，新增材料应连接可靠。

**11.2.2** 维修或拆除施工前，应编制施工方案和施工质量控制措施；施工技术及管理人员应熟悉工程的技术特点和质量标准，并应对施工工人进行技术培训。

**11.2.3** 维修或拆除施工应符合下列规定：  
1 维修或拆除施工不应立体交叉作业；  
2 采用机械或人工方法维修或拆除时，应从上往下逐层分区域维修或拆除；  
3 应在切断电源、水源和气源后，再进行维修或拆除工作；  
4 对在有限空间内维修或拆除施工，应先采取通风措施，经检测合格后再进行作业；

5 采用机械方法拆除时，施工人员与机械不应在同一作业面上同时作业。

**11.2.4** 采用人工方法维修或拆除应符合下列规定：

1 应按照先次要构件、后主要构件的程序进行；

2 水平构件上严禁人员聚集或集中堆放物料，施工人员应在稳定的结构或脚手架上操作。

**11.2.5** 维修或拆除作业中凡属高空作业者，应符合现行行业标准《建筑施工高处作业安全技术规范》JGJ 80的有关规定。

**11.3 清洗**

**11.3.1** 幕墙用不锈钢的日常清洗应按下列步骤进行：

1 用中性或弱碱性的清洁剂配合较湿毛巾，擦拭清除不锈钢表面水痕、灰尘、油污等污物；

2 用干净不脱毛绒的毛巾擦干不锈钢表面水份。

**11.3.2** 幕墙用不锈钢有特殊清洗需要时，可根据污渍类型按表11.3.2中的清洗方法进行。

表11.3.2 幕墙用不锈钢清洗方法

|  |  |
| --- | --- |
| 污渍类型 | 清洗方法 |
| 水泥 | 用刀片轻刮，然后用百洁布配合水擦。 |
| 锈渍、电焊渣 | 除锈剂反复擦，然后用干毛巾擦净。如果生锈严重，可以先用百洁布擦拭或角磨机轻抛，之后用除锈剂擦洗。 |
| 水渍 | 用清洁剂配合百洁布擦，如无法清除，使用除锈剂或金属抛光剂擦净。 |
| 胶渍、油漆 | 用香蕉水擦拭，配合用清洁剂擦净。 |

# 附录A 各不锈钢牌号推荐适用环境和用途

**A.0.1** 各不锈钢牌号推荐适用环境和用途见表A.0.1。

表A.0.1 各不锈钢牌号推荐适用环境和用途

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 类别 | 牌号 | 材料特性 | | 推荐使用范围 | 大气环境腐蚀性分类a、b | | | | | |
| 磁性 | 可焊性 | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 | CX |
| 铁素体 | 022Cr12 | 有 | 一般 | 装饰面板、附件、配件 | √ | - | × | × | × | × |
| 022Cr12Ni | 有 | 较好 | 受力构件、附件、配件 | √ | - | × | × | × | × |
| 10Cr17 | 有 | 较差 | 装饰面板、附件、配件 | √ | √ | - | × | × | × |
| 019Cr21CuTi | 有 | 一般 | 薄板、钢带，装饰面板（屋面、墙面） | √ | √ | √ | × | × | × |
| 019Cr23MoTi | 有 | 一般 | 薄板、钢带，装饰面板（屋面、墙面） | √ | √ | √ | √ | × | × |
| 019Cr19Mo2NbTi | 有 | 一般 | 薄板、钢带，装饰面板（屋面、墙面） | √ | √ | √ | √ | - | × |
| 019Cr23Mo2Ti | 有 | 一般 | 薄板、钢带，装饰面板（屋面、墙面） | √ | √ | √ | √ | √ | - |
| 奥氏体 | 12Cr14Mn10Ni2N | 无 | 较差 | 受力构件、附件、配件、连接件 | √ | × | × | × | × | × |
| 12Cr17Mn7Ni2Cu2N | 无 | 好 | 受力构件、附件、配件、连接件 | √ | √ | - | × | × | × |
| 12Cr17Mn8Ni2N | 无 | 好 | 受力构件、附件、配件、连接件 | √ | √ | - | × | × | × |
| 12Cr17Mn6Ni5N | 无 | 好 | 受力构件、附件、配件、连接件 | √ | √ | - | × | × | × |
| 12Cr19Mn12Ni2N | 无 | 较好 | 受力构件、附件、配件、连接件 | √ | √ | √ | × | × | × |
| 08Cr19Mn6Ni3Cu2N | 无 | 好 | 受力构件、附件、配件、连接件 | √ | √ | √ | × | × | × |
| 022Cr17Ni7N | 无 | 一般 | 受力构件、附件、配件、连接件 | √ | √ | √ | × | × | × |
| 06Cr19Ni10 | 无 | 好 | 受力构件、附件、配件、连接件、装饰面板（屋面、墙面） | √ | √ | √ | × | × | × |
| 022Cr19Ni10 | 无 | 好 | 受力构件、附件、配件、连接件、装饰面板（屋面、墙面） | √ | √ | √ | × | × | × |
| 022Cr19Ni10N | 无 | 好 | 受力构件、附件、配件、连接件 | √ | √ | √ | × | × | × |
| 06Cr17Ni12Mo2 | 无 | 好 | 受力构件、附件、配件、连接件、装饰面板（屋面、墙面） | √ | √ | √ | √ | × | - |
| 022Cr17Ni12Mo2 | 无 | 好 | 受力构件、附件、配件、连接件、装饰面板（屋面、墙面） | √ | √ | √ | √ | × | - |
| 05Cr19Ni6Mn4Cu2MoN | 无 | 好 | 受力构件、附件、配件、连接件、装饰面板（屋面、墙面） | √ | √ | √ | √ | × | - |
| 022Cr19Ni13Mo3 | 无 | 好 | 受力构件、附件、配件、连接件、装饰面板（屋面、墙面） | √ | √ | √ | √ | × | - |
| 05Cr21Ni10Mn3Cu2Mo2N | 无 | 好 | 受力构件、附件、配件、连接件、装饰面板（屋面、墙面） | √ | √ | √ | √ | × | - |
| 双相 | 022Cr23Ni5Mo3N | 有 | 好 | 受力构件、附件、配件、连接件、紧固件 | √ | √ | √ | √ | √ | - |
| 022Cr23Ni4MoCuN | 有 | 好 | 受力构件、附件、配件、连接件、紧固件 | √ | √ | √ | √ | × | × |
| 03Cr22Mn5Ni2MoCuN | 有 | 好 | 受力构件、附件、配件、连接件、紧固件 | √ | √ | √ | - | × | × |
| 022Cr22Ni5Mo3N | 有 | 好 | 受力构件、附件、配件、连接件、紧固件 | √ | √ | √ | √ | √ | - |
| 022Cr20Mn5Ni2N | 有 | 好 | 受力构件、附件、配件、连接件、紧固件 | √ | √ | √ | - | × | × |
| a按GB/T 19292.1-2018附录C，√表示可用、-表示谨慎使用、×表示不可用  b不锈钢彩涂钢板推荐使用环境参考YB/T 6108-2023《不锈钢彩色涂层钢板及钢带》附录D | | | | | | | | | | |

# 附录B 弹性板的弯矩系数和挠度系数

**B.1 四边简支板和四边简支加肋板**

1. 不同加肋方式的面板类型如图B.1.1所示。图（a）为四边简支板，图（b）、（c）、（d）、（e）为不同加肋方式的四边简支板，字母A、B、C、D、E、F代表不同边界条件的细分区格。

****

(a) (b) (c) (d) (e)

图B.1.1 板块类型示意

1. 不同区格均承受垂直于板面的均布荷载作用，其量值为*q*。不同区格的边界条件应按表B.1.2采用。计算边长*l*应取*l*x与*l*y中的较小边长。

**表B.1.2 不同区格的边界条件**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 区格类型 | A | B | C |
| 边界条件 |  |  |  |
| 区格类型 | D | E | F |
| 边界条件 |  |  |  |

注：表中板边内侧虚线代表铰接约束；垂直板边外侧的平行小短线代表固接约束。

1. 不同区格的跨中弯矩系数*m*和固端弯矩系数或可依据其类型和泊松比，分别按照表B.1.3-1~B.1.3-6采用。

**表B.1.3-1 区格A**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | | 0.125 | 0.200 | 0.250 | 0.300 | 0.333 |
| *l*x/*l*y |  |  | | | | |
| 0.50  0.55  0.60  0.65  0.70  0.75  0.80  0.85  0.90  0.95  1.00 | 0.01013  0.00940  0.00867  0.00796  0.00727  0.00663  0.00603  0.00547  0.00496  0.00449  0.00406 | 0.09868  0.09183  0.08503  0.07839  0.07200  0.06596  0.06028  0.05495  0.05008  0.04555  0.04140 | 0.09998  0.09340  0.08684  0.08042  0.07422  0.06834  0.06278  0.05756  0.05276  0.04828  0.04416 | 0.10085  0.09445  0.08805  0.08178  0.07570  0.06993  0.06445  0.05930  0.05455  0.05010  0.04600 | 0.10172  0.09550  0.08926  0.08313  0.07718  0.07151  0.06612  0.06104  0.05634  0.05192  0.04784 | 0.10224  0.09613  0.08999  0.08394  0.07807  0.07246  0.06712  0.06208  0.05741  0.05301  0.04894 |

**表B.1.3-2 区格B**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | | 0.125 | 0.200 | 0.250 | 0.300 | 0.333 | **——** |
| *l*x/*l*y |  |  | | | | |  |
| 0.50  0.55  0.60  0.65  0.70  0.75  0.80  0.85  0.90  0.95  1.00 | 0.00504  0.00492  0.00472  0.00448  0.00422  0.00399  0.00376  0.00352  0.00329  0.00306  0.00285 | 0.08203  0.07736  0.07266  0.06798  0.06341  0.05887  0.05449  0.05034  0.04645  0.04272  0.03926 | 0.08292  0.07847  0.07398  0.06949  0.06510  0.06071  0.05647  0.05244  0.04864  0.04498  0.04157 | 0.08351  0.07921  0.07486  0.07050  0.06623  0.06194  0.05779  0.05384  0.05010  0.04649  0.04311 | 0.08411  0.07996  0.07575  0.07151  0.06735  0.06317  0.05911  0.05524  0.05156  0.04800  0.04466 | 0.08446  0.08040  0.07627  0.07212  0.06803  0.06390  0.05990  0.05607  0.05244  0.04890  0.04558 | -0.1212  -0.1187  -0.1158  -0.1124  -0.1087  -0.1048  -0.1007  -0.0965  -0.0922  -0.0880  -0.0839 |
| *l*x/*l*y |  |  | | | | |  |
| 1.00  0.95  0.90  0.85  0.80  0.75  0.70  0.65  0.60  0.55  0.50 | 0.00285  0.00324  0.00368  0.00417  0.00473  0.00536  0.00605  0.00680  0.00762  0.00848  0.00935 | 0.03926  0.04182  0.04445  0.04719  0.04999  0.05282  0.05566  0.05848  0.06144  0.06447  0.06734 | 0.04157  0.04426  0.04703  0.04991  0.05287  0.05586  0.05888  0.06188  0.06504  0.06826  0.07132 | 0.04311  0.04589  0.04875  0.05173  0.05479  0.05789  0.06103  0.06415  0.06744  0.07079  0.07398 | 0.04466  0.04752  0.05047  0.05354  0.05671  0.05992  0.06317  0.06642  0.06984  0.07332  0.07663 | 0.04558  0.04849  0.05150  0.05643  0.05786  0.06113  0.06446  0.06778  0.07172  0.07483  0.07822 | -0.0839  -0.0882  -0.0926  -0.0970  -0.1014  -0.1056  -0.1096  -0.1133  -0.1166  -0.1193  -0.1215 |

**表B.1.3-3 区格C**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | | 0.125 | 0.200 | 0.250 | 0.300 | 0.333 | **——** |
| *l*x/*l*y |  |  | | | | |  |
| 0.50  0.55  0.60  0.65  0.70  0.75  0.80  0.85  0.90  0.95  1.00 | 0.00261  0.00259  0.00255  0.00250  0.00243  0.00236  0.00228  0.00220  0.00211  000201.  0.00192 | 0.07024  0.06659  0.06288  0.05915  0.05540  0.05183  0.04833  0.04496  0.04182  0.03879  0.03594 | 0.07096  0.06748  0.06394  0.06083  0.05678  0.05335  0.04997  0.04671  0.04366  0.04070  0.03791 | 0.07144  0.06808  0.06465  0.06120  0.05770  0.05436  0.05106  0.04788  0.04489  0.04198  0.03923 | 0.07192  0.06867  0.06536  0.06202  0.05862  0.05538  0.05216  0.04904  0.04612  0.04325  0.04054 | 0.07220  0.06903  0.06579  0.06251  0.,05917  0.05598  0.05281  0.04974  0.04685  0.04402  0.04133 | -0.0843  -0.0840  0.0834  -0.0826  -0.0814  -0.0799  -0.0782  -0.0763  -0.0743  -0.0721  -0.0698 |
| *l*x/*l*y |  |  | | | | |  |
| 1.00  0.95  0.90  0.85  0.80  0.75  0.70  0.65  0.60  0.55  0.50 | 0.00912  0.00223  0.00260  0.00303  0.00354  0.00413  0.00482  0.00560  0.00647  0.00743  0.00844 | 0.03594  0.03876  0.04174  0.04484  0.04806  0.05137  0.05466  0.05783  0.06089  0.06363  0.06603 | 0.03791  0.04083  0.04392  0.04714  0.05050  0.05396  0.05742  0.06079  0.06406  0.06703  0.06967 | 0.03923  0.04221  0.04538  0.04868  0.05213  0.05569  0.05926  0.06276  0.06618  0.06930  0.07210 | 0.04054  0.04360  0.04683  0.05021  0.05375  0.05742  0.06111  0.06474  0.06829  0.07157  0.07453 | 0.04133  0.04442  0.04770  0.05113  0.05473  0.05845  0.06221  0.06592  0.06956  0.07293  0.07599 | -0.0698  -0.0746  -0.0797  -0.0850  -0.0904  -0.0959  -0.1013  -0.1066  -0.1114  -0.1156  -0.1191 |

**表B.1.3-4 区格D**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | | 0.125 | 0.200 | 0.250 | 0.300 | 0.333 | **——** | |
| *l*x/*l*y |  |  | | | | |  |  |
| 0.50  0.55  0.60  0.65  0.70  0.75  0.80  0.85  0.90  0.95  1.00 | 0.00471  0.00454  0.00429  0.00399  0.00368  0.00340  0.00313  0.00286  0.00261  0.00237  0.00215 | 0.07828  0.07337  0.06847  0.06359  0.05882  0.05407  0.04955  0.04531  0.04138  0.03765  0.03426 | 0.07944  0.07473  0.07001  0.06529  0.06066  0.05603  0.05162  0.04747  0.04361  0.03993  0.03657 | 0.08021  0.07564  0.07104  0.06643  0.06189  0.05734  0.05300  0.04891  0.04510  0.04145  0.03811 | 0.08099  0.07655  0.07027  0.06756  0.06312  0.05865  0.05438  0.05036  0.04659  0.04297  0.03966 | 0.08145  0.07709  0.07268  0.06824  0.06385  0.05943  0.05521  0.05122  0.04748  0.04388  0.04058 | -0.1179  -0.1140  -0.1095  -0.1045  -0.0992  -0.0938  -0.0883  -0.0829  -0.0776  -0.0726  -0.0677 | -0.0786  -0.0785  -0.0782  -0.0777  -0.0770  -0.0760  -0.0748  -0.0733  -0.0716  -0.0698  -0.0677 |

**表B.1.3-5 区格E**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | | 0.125 | 0.200 | 0.250 | 0.300 | 0.333 | **——** | |
| *l*x/*l*y |  |  | | | | |  |  |
| 0.50  0.55  0.60  0.65  0.70  0.75  0.80  0.85  0.90  0.95  1.00 | 0.0258  0.0255  0.0249  0.0240  0.0229  0.0219  0.0208  0.0196  0.0184  0.0172  0.0160 | 0.07034  0.06644  0.06247  0.05847  0.05449  0.05059  0.04676  0.04309  0.03971  0.03645  0.03338 | 0.07133  0.06758  0.06377  0.05992  0.05608  0.05229  0.04856  0.04498  0.04166  0.03846  0.03543 | 0.07199  0.06834  0.06464  0.06089  0.05714  0.05343  0.04976  0.04624  0.04296  0.03980  0.03680 | 0.07265  0.06910  0.06551  0.06186  0.05820  0.05456  0.05097  0.04750  0.04427  0.04114  0.03817 | 0.07304  0.06955  0.06603  0.06244  0.05883  0.05524  0.05169  0.04825  0.04505  0.04194  0.03899 | -0.0836  -0.0827  -0.0814  -0.0796  -0.0774  -0.0750  -0.0722  -0.0693  -0.0663  -0.0631  -0.0600 | -0.0569  -0.0570  -0.0571  -0.0572  -0.0572  -0.0572  -0.0570  -0.0567  -0.0563  -0.0558  -0.0550 |
| *l*x/*l*y |  |  | | | | |  |  |
| 1.00  0.95  0.90  0.85  0.80  0.75  0.70  0.65  0.60  0.55  0.50 | 0.00160  0.00182  0.00206  0.00233  0.00262  0.00294  0.00327  0.00365  0.00403  0.00437  0.00463 | 0.03338  0.03577  0.03823  0.04073  0.04328  0.04589  0.04850  0.05108  0.05359  0.05594  0.05816 | 0.03543  0.03791  0.04046  0.04306  0.04570  0.04841  0.05111  0.05377  0.05635  0.05876  0.06102 | 0.03680  0.03934  0.04195  0.04461  0.04731  0.05009  0.05285  0.05556  0.05819  0.06064  0.06293 | 0.03817  0.04077  0.04344  0.04617  0.04893  0.05177  0.05459  0.05736  0.06003  0.06252  0.06483 | 0.03899  0.04162  0.04433  0.04710  0.04989  0.05277  0.05563  0.05843  0.06113  0.06364  0.06597 | -0.0600  -0.0629  -0.0656  -0.0683  -0.0707  -0.0729  -0.0748  -0.0762  -0.0773  -0.0780  -0.0784 | -0.0550  -0.0599  -0.0653  -0.0711  -0.0772  -0.0837  -0.0903  -0.0970  -0.1033  -0.1093  -0.1146 |

**表B.1.3-6 区格F**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | | 0.125 | 0.200 | 0.250 | 0.300 | 0.333 | **——** | |
| *l*x/*l*y |  |  | | | | |  |  |
| 0.50  0.55  0.60  065  0.70  0.75  0.80  0.85  0.90  0.95  1.00 | 0.00253  0.00246  0.00236  0.00224  0.00211  0.00197  0.00182  0.00168  0.00153  0.00140  0.00127 | 0.06958  0.06551  0.06134  0.05704  0.05276  0.04859  0.04459  0.04075  0.03712  0.03375  0.03060 | 0.07037  0.06651  0.06253  0.05841  0.05429  0.05027  0.04638  0.04264  0.03908  0.03576  0.03264 | 0.07090  0.06718  0.06333  0.05933  0.05531  0.05139  0.04758  0.04390  0.04039  0.03710  0.03400 | 0.07143  0.06784  0.06412  0.06024  0.05634  0.05251  0.04877  0.04516  0.04170  0.03844  0.03536 | 0.07175  0.06824  0.06460  0.06079  0.05695  0.05318  0.04949  0.04592  0.04248  0.03924  0.03618 | -0.0829  -0.0814  -0.0793  -0.0766  -0.0735  -0.0701  -0.0664  -0.0626  -0.0588  -0.0550  -0.0513 | -0.0570  -0.0571  -0.0571  -0.0571  -0.0569  -0.0565  -0.0559  -0.0551  -0.0541  -0.0528  -0.0513 |

**B.2 四角支承板**

1. 四角支承板的计算简图可按图B.2.1采用，其计算跨度应取长边边长。

****

**图B.2.1 四角支承板的计算简图**

注：图中****、****分别为平行于*l*x方向板中心点、边中点的弯矩系数值；****、****分别为平行于*l*y方向板中心点、边中点的弯矩系数值。



1. 四角支承板的跨中弯矩系数、以及自由边中点弯矩系数、，可依据其泊松比，按表B.2.2采用。

**表B.2.2 四角支承板的弯矩系数**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | | | |  | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0.50 | 0.0180 | 0.0189 | 0.0196 | 0.0214 | 0.1221 | 0.1221 | 0.1221 | 0.1223 |
| 0.55 | 0.0236 | 0.0245 | 0.0252 | 0.0271 | 0.1211 | 0.1212 | 0.1213 | 0.1216 |
| 0.60 | 0.0301 | 0.0310 | 0.0317 | 0.0337 | 0.1202 | 0.1203 | 0.1204 | 0.1208 |
| 0.65 | 0.0373 | 0.0382 | 0.0389 | 0.0410 | 0.1189 | 0.1191 | 0.1193 | 0.1199 |
| 0.70 | 0.0453 | 0.0462 | 0.0469 | 0.0490 | 0.1176 | 0.1179 | 0.1181 | 0.1189 |
| 075 | 0.0540 | 0.0549 | 0.0556 | 0.0577 | 0.1163 | 0.1166 | 0.1169 | 0.1178 |
| 0.80 | 0.0634 | 0.0643 | 0.0650 | 0.0671 | 0.1149 | 0.1153 | 0.1156 | 0.1167 |
| 0.85 | 0.0736 | 0.0745 | 0.0752 | 0.0772 | 0.1133 | 0.1138 | 0.1142 | 0.1155 |
| 0.90 | 0.0845 | 0.0880 | 0.0861 | 0.0881 | 0.1117 | 0.1123 | 0.1128 | 0.1143 |
| 0.95 | 0.0961 | 0.0969 | 0.0976 | 0.0996 | 0.1100 | 0.1107 | 0.1113 | 0.1130 |
| 1.00 | 0.1083 | 0.1091 | 0.1098 | 0.1117 | 0.1083 | 0.1091 | 0.1098 | 0.1117 |
|  |  | | | |  | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0.50 | 0.0607 | 0.0592 | 0.0580 | 0.0544 | 0.1304 | 0.1304 | 0.1304 | 0.1301 |
| 0.55 | 0.0681 | 0.0666 | 0.0654 | 0.0618 | 0.1320 | 0.1319 | 0.1318 | 0.1314 |
| 0.60 | 0.0759 | 0.0744 | 0.0732 | 0.0695 | 0.1339 | 0.1337 | 0.1336 | 0.1330 |
| 0.65 | 0.0841 | 0.0826 | 0.0814 | 0.0778 | 0.1361 | 0.1358 | 0.1356 | 0.1347 |
| 0.70 | 0.0928 | 0.0913 | 0.0901 | 0.0865 | 0.1384 | 0.1380 | 0.1377 | 0.1365 |
| 075 | 0.1021 | 0.1006 | 0.0994 | 0.0958 | 0.1408 | 0.1403 | 0.1399 | 0.1385 |
| 0.80 | 0.1117 | 0.1103 | 0.1091 | 0.1056 | 0.1435 | 0.1429 | 0.1424 | 0.1407 |
| 0.85 | 0.1220 | 0.1206 | 0.1195 | 0.1160 | 0.1464 | 0.1456 | 0.1450 | 0.1429 |
| 0.90 | 0.1327 | 0.1314 | 0.1303 | 0.1269 | 0.1494 | 0.1485 | 0.1477 | 0.1453 |
| 0.95 | 0.1440 | 0.1427 | 0.1416 | 0.1384 | 0.1526 | 0.1515 | 0.1506 | 0.1479 |
| 1.00 | 0.1559 | 0.1547 | 0.1537 | 0.1505 | 0.1559 | 0.1547 | 0.1537 | 0.1505 |

# 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，在条件允许时首先这样做的：

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

《建筑结构荷载规范》GB 50009

《建筑设计防火规范》GB 50016

《钢结构设计标准》GB 50017

《建筑物防雷设计规范》GB 50057

《建筑结构可靠性设计统一标准》GB 50068

《工程结构通用规范》GB 55001

《建筑抗震设计标准》GB/T 50011

《建筑施工组织设计规范》GB/T 50502

《钢板和钢带包装、标志及质量证明书的一般规定》GB/T 247

《不锈钢焊条》GB/T 983

《不锈钢棒》GB/T 1220

《通用耐蚀钢铸件》GB/T 2100

《型钢验收、包装、标志及质量证明书的一般规定》GB/T 2101

《钢管的验收、包装、标志和质量证明书》GB/T 2102

《钢丝验收、包装、标志及质量证明书的一般规定》GB/T 2103

《钢丝绳包装、标志及质量证明书的一般规定》GB/T 2104

《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

《紧固件机械性能 不锈钢紧定螺钉》GB/T 3098.16

《紧固件机械性能 盲铆钉试验方法》GB/T 3098.18

《紧固件机械性能 不锈钢自攻螺钉》GB/T 3098.21

《紧固件机械性能 不锈钢和镍合金紧固件选用指南》GB/T 3098.25

《不锈钢冷轧钢板和钢带》GB/T 3280

《不锈钢冷加工钢棒》GB/T 4226

《不锈钢热轧钢板和钢带》GB/T 4237

《机械结构用不锈钢焊接钢管》GB/T 12770

《结构用不锈钢无缝钢管》GB/T 14975

《不锈钢药芯焊丝》GB/T 17853

《埋弧焊用不锈钢焊丝-焊剂组合分类要求》GB/T 17854

《不锈钢和耐热钢 牌号及化学成分》GB/T 20878

《不锈钢钢绞线》GB/T 25821

《不锈钢焊丝和焊带》GB/T 29713

《建筑屋面和幕墙用冷轧不锈钢钢板和钢带》GB/T 34200-2017

《建筑幕墙术语》GB/T 34327

《建筑幕墙用不锈钢通用技术条件》GB/T 34472-2017

《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

《建筑施工高处作业安全技术规范》JGJ 80

《金属与石材幕墙工程技术规范》JGJ 133

《建筑玻璃点支承装置》JG/T 138

《不锈钢结构技术规范》CECS 410

《不锈钢结构施工质量验收标准》T/CECS 1537-2024

《不锈钢彩色涂层钢板及钢带》YB/T 6108-2023

《铬-锰-镍-氮系奥氏体不锈钢冷轧钢板和钢带》YB/T 6109

《铬-锰-镍-氮系奥氏体不锈钢热轧钢板和钢带》YB/T 6110

中国工程建设标准化协会标准

幕墙用不锈钢应用技术规程

T/CECS XXX-20XX

# 条文说明

**制 定 说 明**

本标准/规程制定过程中，编制组进行了幕墙用不锈钢调查研究，总结了我国幕墙用不锈钢实践经验，同时参考了国内外先进技术法规、技术标准，通过对相关标准的对比分析，研究幕墙用不锈钢，取得了阶段性成果。

本规程编制原则为：（1）科学合理、具有可操作性；（2）实事求是，规程使用人应严格遵守规程有关规定；（3）注重创新，编制组进行大量调研，总结了近年来我国大量新型不锈钢材料的生产、加工、设计等技术；（4）充分考虑产品标准和工程标准的协调性等。

为便于广大技术和管理人员在使用本规程时能正确理解和执行条款规定，《幕墙用不锈钢应用技术规程》编制组按章、节、条顺序编制了本规程的条文说明，对条款规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项等进行了说明。本条文说明不具备与标准正文及附录同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

**目 次**

[1 总 则 55](#_Toc98925435)

[3 基本规定 56](#_Toc98925438)

[4 材 料 57](#_Toc98925444)

[4.1 一般规定 57](#_Toc98925445)

[4.2 选 材 59](#_Toc98925445)

[5 不锈钢支承结构设计及构造要求 61](#_Toc98925451)

[5.1 一般规定 61](#_Toc98925452)

[5.2 轴心受力构件 61](#_Toc98925453)

[5.3 受弯构件 61](#_Toc98925454)

[5.4 拉弯和压弯构件 61](#_Toc98925455)

[6 不锈钢面板设计及构造要求 63](#_Toc98925458)

[6.2 面板设计 63](#_Toc98925460)

[9 安装施工 64](#_Toc98925466)

[9.4 不锈钢面板 64](#_Toc98925467)

[11 保养和维修 65](#_Toc98925466)

[11.1 检查 65](#_Toc98925467)

[11.3 清洗 65](#_Toc98925467)

# 1 总 则

**1.0.2** 本条规定了本规程的适用范围。对于用于采光顶及屋面等其他围护结构中的不锈钢的设计、制作、施工、验收、维护和维修，可参照执行本规程的有关规定；对有特别要求的，应专门研究论证，采取相应的措施。

**1.0.3** 幕墙用不锈钢的应用涉及到不锈钢材料、结构设计、加工制作、施工与验收、维护和维修等诸多方面的工程建设规范和标准。因此，幕墙用不锈钢的应用，除了应遵从本规程的规定外，尚应符合国家现行有关工程建设规范和工程建设标准的规定。

# 3 基本规定

**3.0.1** 设计工作年限是结构设计的重要参数，对幕墙用不锈钢进行结构设计时需确定其设计工作年限。幕墙作为建筑外围护结构，其构件的设计工作年限一般低于所属建筑主体结构。考虑到不锈钢材料具有优异的耐候性，因此从结构安全和充分发挥不锈钢材料优点的角度出发，规定幕墙用不锈钢的设计工作年限宜与所属建筑的主体结构相同。根据现行国家标准《工程结构通用规范》GB55001、《建筑结构可靠性设计统一标准》GB50068的有关规定，建筑主体结构按照临时性建筑结构、普通建筑结构、特别重要的建筑结构划分时，设计工作年限分别不应低于5年、50年、100年，幕墙用不锈钢的设计工作年限可根据所属建筑结构的类型相应确定。

# 4 材 料

**4.1 一般规定**

**4.1.1** 幕墙用不锈钢材料会暴露在户外环境中，面临各种天气条件的侵蚀作用，并且需要承受自身重量、风载荷、地震以及温度作用引起的应力，良好的耐腐蚀性和力学性能可以确保幕墙长期保持外观美观且结构稳定，保障幕墙的安全性和可靠性。为了适应建筑设计需求，幕墙用不锈钢材料需要能够加工成不同的形状，良好的成形性能允许其在不显著影响受力性能的情况下进行加工，满足建筑师对美学和功能性的要求。对于需要通过焊接来连接的各个不锈钢部件，具有良好的焊接性能能够保证焊接接头的质量。除了上述性能外，不锈钢材料还应具有良好的表面处理性能，比如易于抛光、镀色或涂层，以提高其装饰性和保护性。此外，不锈钢材料还应便于切割、钻孔等操作，便于现场施工。

**4.1.2** 幕墙用不锈钢材料的质量主要包括尺寸、外观、重量、化学成分、交货状态、力学性能、耐腐蚀性能、表面加工质量等。

**4.1.3** 不同类型的不锈钢力学性能、耐腐蚀性能各有差异。不锈钢的耐腐蚀性能可参考其耐点蚀指数PREN值，例如：铬1-锰-镍-氮系奥氏体PREN= Cr%+3.3（Mo%）+30（N%）-Mn% （M%表示化学成分质量百分比）；铁素体PREN= Cr%+3.3（Mo%）；铬-镍系奥氏体和奥氏体-铁素体型PREN= Cr%+3.3（Mo%）+16（N%）。腐蚀性等级评估的典型大气环境类型及相应的不锈钢耐点蚀指数PREN推荐值见表1。

表 1 腐蚀性等级评估的典型大气环境类型及不锈钢耐点蚀指数PREN推荐值

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 腐蚀性等级 | 腐蚀性 | 室内典型环境举例 | 室外典型环境举例 | PREN值 |
| C1 | 很低 | 低湿度和无污染的加热空间，如办公室、学校、博物馆。 | 干冷地区，污染非常低且潮湿时间非常短的大气环境，如某些沙漠、北极中央、南极等。 | PREN≥13 |
| C2 | 低 | 温度和相对湿度变化的不加热空间。低频率冷凝和低污染，如储藏室、体育馆。 | 温带地区，低污染（SO2≤5μg/m2，大气环境，如乡村、小镇。干冷地区，潮湿时间短的大气环境，如沙漠、北极地区等。 | PREN≥15 |
| C3 | 中等 | 中度频率冷凝和中度污染的生产空间，如食品加工厂、洗衣店、啤酒厂、乳品厂。 | 温带地区，中度污染（5μg/m2 < SO2≤30μg/m2）或氯化物有些作用的大气环境,如城市地区、低氯化物沉积的沿海地区。亚热带和热带地区，低污染大气。 | PREN≥18 |
| C4 | 高 | 高频率冷凝和高污染的生产空间，如工业工厂，游泳池。 | 温带地区，重度污染（30μg/m2 < SO2≤90μg/m2）或氯化物有重大作用的大气环境，如污染的城市地区、工业地区、没有盐雾或没有暴露于融冰盐强烈作用下的沿海地区。 | PREN≥23 |
| C5 | 很高 | 非常高频率冷凝和/或高污染的生产空间，如矿山、工业用洞穴、亚热带和热带地区的不通风工作间。 | 温带和亚热带地区，超重污染（ 90μg/m2< SO2≤250μg/m2）或氯化物有重大作用的大气环境，如工业地区、沿海地区、海岸线遮蔽位置。 | PREN≥28 |
| CX | 极端 | 几乎永久性冷凝或长时间暴露于极端潮湿和/或高污染的生产空间，如湿热地区有室外污染物（包括空气中氯化物和促进腐蚀物质）渗透的不通风工作间。 | 亚热带和热带地区（潮湿时间非常长），极重污染（SO2>250μg/m2）包括间接和直接因素或氯化物有强烈作用的大气环境，如极端工业地区、海岸与近海地区及偶尔与盐雾接触地区。 | PREN≥33 |

除环境因素外，表面加工类型对不锈钢耐腐蚀性能也有较大影响。通常幕墙用不锈钢有2B、 BA、亚光(2D)、毛面（2F）、拉丝(HL)、喷砂等表面加工类型。一般而言，同等条件下不锈钢表面平整光滑更有利于其耐腐蚀性能。不锈钢的常用表面加工类型及表面状态见表2。

表 2 幕墙用不锈钢表面加工类型及表面状态

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 简称 | 表面加工类型 | 表面状态 | 备注 |
| 1E表面 | 热轧、热处理、机械除氧化皮 | 无氧化皮 | 机械除氧化皮的方法取决于产品种类，如粗磨或喷丸等。除另有规定外，机械除氧化皮的方法一般由生产厂自行选择。 |
| 1D表面 | 热轧、热处理、酸洗 | 无氧化皮 | 用于确保不锈钢的耐腐蚀性能，是进一步加工产品常用的精加工。允许有研磨痕迹。 |
| 2D表面 | 冷轧、热处理、酸洗或除鳞 | 表面均匀、呈亚光状 | 冷轧后热处理、酸洗或除鳞。亚光表面经酸洗或除鳞产生。可用毛面辊进行平整。 |
| 2B表面 | 冷轧、热处理、酸洗或除鳞、光亮加工 | 较2D表面光滑平直 | 在2D表面的基础上，对经酸洗或除鳞后的钢板或钢带用抛光辊进行小压下平整。 |
| 2F表面  （毛面） | 冷轧、热处理、酸洗或除鳞、毛面辊轧制 | 表面均匀、亚光 | 2D或2B产品经毛面辊轧制，具有亚光表面。 |
| 4#表面 | 对单面或双面进行通用抛光 | 呈不连续线性纹理、反光 | 用150#-320#砂带研磨、平整加工。 |
| HL表面 | 冷轧、酸洗、平整、研磨 | 呈连续性磨纹状 | 用150#-320#砂抛光平整加工，使表面呈连续性磨纹。 |
| BA表面 | 冷轧、光亮退火 | 平滑、光亮、反光 | 冷轧后在可控气氛炉内进行光亮退火。通常采用干氢或干氢与干氮混合气氛，以防止退火过程中的氧化现象。也是后工序再加工常用的表面加工。 |

当处在颗粒状腐蚀性污染物浓度较高的环境中，或接触海洋性盐雾而不能及时清洗维护时，幕墙用不锈钢表面宜采用涂镀等其他防护方法。常用不锈钢彩涂表面处理见表3。彩涂不锈钢表面是通过连续涂覆有机涂料，在不锈钢表面呈现多种色彩、图案和花纹，既起到提升不锈钢耐腐蚀性能的作用，还可让不锈钢展现出各式各样的颜色和设计，实现个性化装饰效果。

表3不锈钢彩涂表面处理

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 分类 | 项目 | 代号 |
| 涂层表面状态 | 普通涂层板 | TC |
| 压花板 | YA |
| 印花板 | YI |
| 网纹板 | WA |
| 绒面板 | RO |
| 珠光板 | ZH |
| 磨砂板 | Mo |
| 面漆种类 | 聚酯 | PE |
| 硅改性聚酯 | SMP |
| 高耐候聚酯 | HDP |
| 特殊强化聚酯 | SRP |
| 连续封闭聚酯 | CSP |
| 聚偏二氟乙烯 | PVDF |

**4.2 选 材**

**4.2.5** 不锈钢材需进行焊接加工时，一般原则如下:

A)奥氏体型不锈钢材可焊性好,所有的熔焊方法和部分压焊方法适用于奥氏体型不锈钢的焊接;宜采用焊条电弧焊、惰性气体保护焊、埋弧焊和等离子焊等;奥氏体型不锈钢不需焊前预热或焊后热处理;

B)奥氏体-铁素体型不锈钢材可焊性好,但不宜采用激光焊、电子束焊和等离子焊;奥氏体-铁素体型双相不锈钢不需焊前预热或焊后热处理。

C）铁素体型不锈钢材可焊性较差，对焊接工艺及焊接参数等要求较高，目前行业针对铁素体型不锈钢焊缝连接强度方面的研究尚不成熟，因此本规程暂未给出铁素体型不锈钢焊缝连接的强度设计值。

焊接材料种类繁多，且不同企业、不同批量的相同型号产品质量差异较大，为确保焊接材料满足幕墙支承结构设计要求，焊缝连接的强度设计值应满足表4.2.5要求。

# 5 不锈钢支承结构设计及构造要求

**5.1 一般规定**

**5.1.8** 幕墙支承结构构件在风荷载作用方向、重力荷载作用方向的两个挠度值均应进行验算。对于竖直幕墙，在风荷载作用方向上的挠度计算，通常仅需考虑风荷载作用；重力荷载作用方向上的挠度计算，通常仅需考虑重力荷载的作用。参考国外相关规范，本规程中对构件在风荷载作用下的挠度控制值按跨度分别给出，对大跨度场合适当从严控制。

**5.2 轴心受力构件**

**5.2.4~5.2.5** 本规程给出了闭口截面构件以及单轴和双轴对称开口截面构件在轴心受压情况下的长细比计算规定。鉴于在幕墙工程中应用格构式受压构件的情况较为少见，本规程未包含其长细比的计算规定。格构式受压构件的长细比，可参考现行团体标准《不锈钢结构技术规程》CECS 410的相关规定计算。

**5.3 受弯构件**

**5.3.2** 本条规定了幕墙用不锈钢梁的抗剪强度计算要求。在幕墙设计中，横梁承受的集中荷载一般相对较小。因此，集中荷载作用点处局部应力过大、局部失稳等问题一般不起控制作用。故而本条未包含针对承受较大集中荷载的局部承压强度和局部稳定性设计的具体规定。对于需要承受较大集中荷载的特殊情况，可参考《不锈钢结构技术规程》CECS 410的相关规定进行局部承载能力计算，以确保局部承载能力符合要求。

**5.4 拉弯和压弯构件**

**5.4.1** 本条适用于幕墙用不锈钢拉弯构件的强度设计，其中构件截面内不出现受压区，或者虽然出现受压区，但构件仍然保持全截面有效。对于不满足上述两种情况的构件，在计算其截面特性时，应按照现行团体标准《不锈钢结构技术规程》CECS 410的相关规定，扣除受压板件的非有效宽度部分。

**5.4.3~5.4.6** 由于幕墙有适应主体结构变形的功能要求，其立柱两端节点通常采用固定铰支座或滑动铰支座的构造做法，此时柱端弯矩一般趋近于零，因此当立柱为压弯构件时所受弯矩一般由横向（匀布或多点集中）荷载引起。根据压弯构件的稳定性设计理论，本规程对等效弯矩系数*β*m的取值统一规定为1.0，以简化幕墙用不锈钢压弯构件的结构分析。

# 6 不锈钢面板设计及构造要求

**6.2 面板设计**

**6.2.2** 本条第三款对幕墙用不锈钢面板及其加劲肋在风荷载标准值作用下的挠度限值作了规定。面板的挠度限值按面板短边的1/60控制，参考了现行国际建筑标准《International Building Code》和美国金属建设协会技术白皮书《Visual Acceptance for Single-Skin Architectural Metal Wall Panels》的规定；面板加劲肋的挠度限值按其支承点距离的1/175控制，参考了美国金属建设协会技术白皮书《Visual Acceptance for Single-Skin Architectural Metal Wall Panels》的规定。

# 9 安装施工

**9.4 不锈钢面板**

**9.4.2** 不锈钢面板防护具体指表面粘贴保护膜，保护膜的粘贴需要保证不锈钢面板的完整、表面光洁度和美观度，避免运输过程中产生划痕、腐蚀和氧化。同时，施工中不锈钢面板表面的粘附物应及时去除，避免时间过久、粘贴更紧密而无法去除。该部分须在设计文件施工注意事项中注明。

# 11 保养和维修

**11.1 检查**

**11.1.1** 维护的主要目的为保障幕墙用不锈钢在服役期内的安全性和适用性。维护管理制度应明确检查、维护的内容、范围和执行计划。使用类型及环境条件不同的幕墙用不锈钢，其维护检查及管理的制度也不应相同，应具有针对性。幕墙用不锈钢可按下表分类进行维护：

**11.1.2** 维护应以预防为主，尽早发现问题，主要技术手段包括日常维护、检查、监测技术；发现安全隐患应及时采取有效措施进行处理，以保障幕墙用不锈钢安全使用。日常维护检查可以发现未按使用说明书操作的违规行为，并及时整改；评估为存在安全隐患的幕墙用不锈钢应进行检查。幕墙用不锈钢所有权人或使用人应当根据幕墙用不锈钢的类型、设计工作年限和已使用时间等情况，按照本规范规定。

**11.1.3** 外观缺陷和结构损伤应检查材料锈蚀、焊缝开裂与螺栓松脱、构件过度变形等情况；荷载变化应检查是否存在风环境改变以及火灾、爆炸、撞击等隐患。检查结果作为判断是否需要进一步检测或修缮的依据。

**11.3 清洗**

**11.3.2** 使用的毛巾应干净无颗粒等，工具不可将不锈钢表面擦出划痕；使用百洁布或者角磨机轻抛必须选用新的布片或者抛光片，以免旧片金属粉末带入造成污染；使用的清洁剂不应腐蚀不锈钢表面；清洁完后，应选用不脱绒的布，将不锈钢表面的毛绒或微尘等擦至光亮。