广东省标准 

 DBJ 15-XX-202X

 备案号J XXXXX-202X

**人行玻璃设施技术标准**

**Technical standard for pedestrian glass facilities**

（征求意见稿）

2023-xx-xx 发布 2023—xx-xx 实施

广东省住房和城乡建设厅 发布

前 言

根据《广东省住房和城乡建设厅关于发布<2019年广东省工程建设标准制定、修订计划>的通知》的要求，广东省建设工程质量安全检测总站有限公司会同有关单位经过广泛调查研究，认真总结人行玻璃设施建设与运营维护的实践经验，参考有关国内外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，编制完成了本标准。

标准的主要内容是：1、总则；2、术语与符号；３、材料；4、勘察设计；5、施工与验收；6、检测监测；7、运维与管理；附录A步行荷载模型；附录B人致振动计算分析方法；附录C舒适度测试方法；附录D静力荷载试验；附录E动力荷载试验。

本标准由广东省住房和城乡建设厅负责管理，由广东省建设工程质量安全检测总站有限公司负责具体技术内容的解释。在执行过程中，请各单位结合工程实践，认真总结经验，并将意见和建议寄送广州市先烈东路121号广东省建设工程质量安全检测总站有限公司（地址：广州市先烈东路121号，邮编：510500）。

**本标准主编单位**：广东省建设工程质量安全检测总站有限公司

广东省文化和旅游厅

**本标准参编单位**：广东建科建设咨询有限公司

广东省建筑科学研究院集团股份有限

公司

清远市文化广电旅游体育局

广州市市政工程设计研究总院有限公司

广东建科建筑工程技术开发有限公司

广东省建科建筑设计院有限公司

清远市建设工程质量检测站有限公司

清远市清新区古龙峡生态旅游娱乐有限

公司

广东省构建工程建设有限公司

广东省工业设备安装有限公司

广东省建筑工程监理有限公司

广东省源天工程有限公司

深圳市坪山区建设工程质量安全监督站

**本标准主要起草人员**：陈少祥 曾晓峰 孙书航 杨兆庆 蒙绪权 李健 刘云龙 宁平华 林启辉 谢智彬 孔宪文 温国澄 汪高文 陈友明 黄伟中 赖冠军 陈贵涛 黄玲 孟一鸣 高建强 乔奋义 梁小聪 赵侦俊 陈林 陈斌 黄隆盛 高聪

**本标准主要审查人员**：

目 次

1 总 则 1

2 术语和符号 2

2.1 术 语 2

2.2 符 号 4

3 材料 6

3.1 一般规定 6

3.2 混凝土、钢筋及预应力筋 6

3.3 高强钢丝及钢丝绳 7

3.4 结构用钢材 9

3.5 玻璃 16

3.6 密封胶 18

3.7 其他 18

4 勘察设计 22

4.1 一般规定 22

4.2 人行玻璃桥 26

4.3 玻璃平台 30

4.4 玻璃栈道 32

4.5 玻璃结构设计 35

4.6 防护栏杆 42

4.7 照明设计 44

4.8 其它 45

5 施工与验收 46

5.1 一般规定 46

5.2 基础 48

5.3 主体结构 53

5.4 附属设施 61

5.5 工程验收 66

6 检测监测 72

6.1 一般规定 72

6.2 外观检测 73

6.3 结构实体检测 74

6.4 专项检测 79

6.5 结构监测 80

7 运维与管理 85

7.1 一般规定 85

7.2 检查要求 86

7.3 维护要求 89

7.4 安全风险管理 94

附录A 步行荷载模型 97

附录B 人致振动计算分析方法 99

附录C 舒适度测试方法 101

附录D 静力荷载试验 102

附录E 动力荷载试验 105

本标准用词说明 107

引用标准名录 108

制定说明 110

**Contents**

1 General Provisions 1

2 Terms and Symbols 2

2.1 Terms 2

2.2 Symbols 4

3 Materials 6

3.1 General Requirement 6

3.2 Concrete,rebar and prestresssed bar 6

3.3 High strength steel wire and wire rope 7

3.4 Structural steel 9

3.5 Glass 16

3.6 Sealant 15

3.7 Rest 15

4 Survey and design 22

4.1 General Requirement 22

4.2 Pedestrian glass bridge 26

4.3 Glass platform 30

4.4 Glass walkway 32

4.5 Glass structure design 35

4.6 Protective railing 42

4.7 Lighting design 44

4.8 Rest 45

5 Construction and acceptance 46

5.1 General Requirement 46

5.2 Basic 48

5.3 Main structure 53

5.4 Ancillary facilities 61

5.5 Project acceptance 66

6 Detection and monitoring 72

6.1 General Requirement 72

6.2 Appearance detection 73

6.3 Structural entity detection 74

6.4 Load test 79

6.5 Structure monitoring 80

7 Operation,maintenance and management 85

7.1 General Requirement 85

7.2 Inspection requirement 86

7.3 Maintenance requirement 89

7.4 Security risk management 94

Appendix A Walking Load Model 97

Appendix B Methods for calculation and analysis of human-induced vibration 99

Appendix C Comfort testing method 101

Appendix D Static load test 102

Appendix E Dynamic load test 105

Explanation of Wording in this Standard 107

Normative Standard 108

Develop instructions 110

# 总 则

### 1.0.1为加强广东省人行玻璃设施工程的建设与运营管理，确保工程质量和安全，按照安全可靠、经济适用、环境协调、技术先进的原则，制定本标准。

### 1.0.2 本标准适用于广东省市政和景区人行玻璃设施工程的勘察设计、施工与验收、检测评定和运营维护管理。

### 1.0.3 人行玻璃设施应按玻璃构件进行设计。

### 1.0.4广东省人行玻璃设施工程除应执行本标准外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

# 术语与符号

## 术语

2.1.1人行玻璃设施 Pedestrian glass facilities

以玻璃结构作为承载面层，可供行人通行的构筑物，包括人行玻璃桥、玻璃平台、玻璃栈道三种设施。

2.1.2人行玻璃桥 pedestrian glass bridge

在景区、市政道路上，以玻璃结构作为承载面层，满足桥梁功能的人行玻璃设施。

2.1.3人行玻璃平台 glass trestle

由支撑结构、地面玻璃、附属设施等组成的承载人群荷载的架空平台。

2.1.4人行玻璃栈道 glass platform

单侧悬空，由支撑结构、地面玻璃、附属设施等组成的承载人群荷载的步道。

2.1.5支撑结构 support structure

承受和传递玻璃设施作用的构件体系。

2.1.6玻璃结构：glass structure

以玻璃构件为主构成的结构，包括建筑工程的整体结构或部分结构。

2.1.7玻璃强度 glass strength

荷载垂直于玻璃板面，玻璃的断裂强度。

2.1.9索塔 cable pylon

用以支承主缆或拉索并将荷载作用通过塔柱传递给地基的结构。

2.1.10锚锭 anchor block

锚固主缆索股，承受主缆拉力，支承于地基上或嵌固于岩体中的结构。

2.1.11缆索系统cable system

由主缆、索夹、吊索、主索鞍、散索鞍及防护系统等构件组成，为地面玻璃提供直接支撑的结构。

2.1.12外观检测appearance checking

对人行玻璃设施主体结构及其附属物的表观状况进行的检测，以评定设施的技术状况。

2.1.13定期检测 periodical inspection

按规定周期对玻璃设施及其附属结构外观病害进行全面检测，以评定玻璃设施的技术状况。

2.1.14专项检测 special inspection

经由技术手段，查清玻璃设施的病害原因、损坏程度、承载能力、行人舒适度等，评价结构的耐久性、安全性。

2.1.15荷载试验 load test

利用特定的激振方法使玻璃设施产生振动，测试结构自振特性及振动响应，以评价玻璃设施结构的安全性和正常使用性能。

## 符号

A——毛截面面积；

——混凝土的弹性模量；

——钢筋的弹性模量；

G——剪切模量；

——轴向拉力设计值；

——测点的相对残余变位或相对残余应变(%)；

W——单位面积的人群荷载；

d——钢筋的公称直径（简称直径）；

——混凝土轴心抗压强度设计值；

——钢材的端曲承压强度设计值；

——钢材的抗拉、抗压和抗弯强度设计值；

——镀锌高强度钢丝的抗拉设计强度；

——钢丝绳最小破断拉力设计值；

——钢化玻璃强度设计值；

——钢材的抗拉、抗压和抗弯强度标准值；

——钢丝绳最小破断力；

——普通钢筋的抗拉强度设计值；

——普通钢筋的抗压强度设计值；

——混凝土轴心抗拉强度设计值；

、、——螺栓和锚栓的抗拉、抗剪、承压强度设计值；

、——对接焊缝的抗压、抗拉强度设计值；

——钢材的抗剪强度设计值；

frd1——铰轴紧密接触时径向受压强度设计值；

frd2——辊轴或摇轴自由接触时径向受压强度设计值；

——主缆钢丝应力设计值；

——分配到第i片玻璃上的荷载基本组合设计值；

——框架允许水平变形量；

α——线膨胀系数；

υ——泊松比；

ξ——结构变位或应变校验系数；

——钢丝抗拉强度分项系数；

——动力荷载试验效率；

——动力放大系数。

# 材 料

## 一般规定

3.1.1人行玻璃设施采用的材料应具有足够的强度、刚度和耐久性。

3.1.2人行玻璃设施工程应采用质量合格的建筑材料，并应在设计文件中明确材料所执行的技术标准及材料强度要求。

3.1.3人行玻璃设施工程采用的材料应满足现行《建筑设计防火规范》GB50016的相关规定。

3.1.4原材料、半成品和成品进场时，应对其规格、型号、外观和质量证明文件进行核查，并应按现行有关规定进行检验。

3.1.5材料进场后，应按种类、规格、批次分开贮存与堆放，并应标识明晰，贮存与堆放条件不应影响材料品质。

## 混凝土、钢筋及预应力筋

3.2.1混凝土强度等级应符合下列要求：钢筋混凝土结构构件不应低于C30，预应力混凝土结构构件不应低于C40。

3.2.2混凝土强度等级、标准值、设计值、弹性模量、剪切模量应按现行《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》JTG 3362的规定取用。

3.2.3混凝土结构及构件应进行耐久性设计，应符合《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》JTG 3362及《公路工程混凝土结构耐久性设计规范》JTG/T 3310的有关规定。

3.2.4钢筋应符合下列要求：

1. 钢筋混凝土及预应力混凝土构件中的普通钢筋宜选用HPB300、HRB400、HRB500，并应符合现行国家标准《钢筋混凝土用钢第1部分：热轧光圆钢筋》GB/T 1499.1、《钢筋混凝土用钢第2部分：热轧带肋钢筋》GB/T 1499.2的规定;
2. 预应力混凝土构件中的预应力钢筋应采用钢绞线、钢丝；中、小型构件或竖、横向用预应力钢筋，可选用预应力螺纹钢筋。

3.2.5钢筋混凝土及预应力混凝土构件所采用的普通钢筋及预应力钢筋类别、标准、强度、设计强度及弹性模量等，应按现行《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》JTG 3362的规定取用。

3.2.5预应力混凝土构件中的预应力钢筋应选用钢绞线、钢丝或精轧螺纹钢筋。

3.2.6预应力筋的强度标准值、设计值及在最大力下的总伸长率最小限值应满足现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010的规定。

## 高强钢丝及钢丝绳

###  主缆索股、吊索及抗风缆所用高强度钢丝及钢丝绳宜采用热镀锌线材，其中索鞍、索夹、锚固系统的拉杆宜采用40CrNiMoA、40Cr、35CrMo等合金结构钢，其技术条件不应低于现行国家标准《合金结构钢》GB/T 3077的规定。

3.3.2 镀锌高强度钢丝的技术条件应符合现行国家标准《桥梁缆索用热镀锌钢丝》GB/T 17101的规定。

3.3.3镀锌钢丝绳的技术条件应符合现行标准：

《重要用途钢丝绳》GB8918

《钢丝绳通用技术条件》GB/T20118

《粗直径钢丝绳》GB/T 20067

《密封钢丝绳》YB/T5295

3.3.4斜拉索用高强钢丝应采用5mm或7mm钢丝，其性能应满足现行《桥梁缆索用热镀锌或锌铝合金钢丝》GB / T 17101的要求。钢丝抗拉强度设计值按现行《公路钢结构桥梁设计规范》JTG D64的规定采用，标准强度不宜低于1670N/mm2。钢丝防护镀层或涂层的性能应满足国家或行业现行有关标准的规定。

3.3.5斜拉索用钢绞线应采用高强度低松弛预应力钢绞线，其性能应满足现行《高强度低松弛预应力热镀锌钢绞线》YB / T 152的要求。斜拉索用钢绞线的抗拉强度设计值应按现行《公路钢结构桥梁设计规范》JTG D64的规定采用，标准强度不宜低于1770N/mm2。钢绞线防护镀层或涂层的性能应满足国家或行业现行有关标准的规定。

3.3.6镀锌高强度钢丝主缆的弹性模量设计取值宜为1.90×105N/mm2~2.10×l05N/mm2。

3.3.7镀锌高强钢丝吊索的弹性模量设计取值宜为1.95×105N/mm2~2.05×l05N/mm2，

3.3.8 镀锌钢丝绳的弹性模量设计取值不宜小于1.10×105N/mm2。

3.3.9拉索用钢丝、钢绞线的抗拉强度设计值应按表3.3.9 的规定采用。

表3.3.9 钢丝、钢绞线抗拉强度设计值（N/mm2）

| 钢筋种类 | 抗拉强度标准值 | 抗拉强度设计值 |
| --- | --- | --- |
| 钢丝 | 1570 | 850 |
| 1670 | 900 |
| 1770 | 955 |
| 1860 | 1005 |
| 钢绞线 | 1570 | 850 |
| 1670 | 900 |
| 1720 | 925 |
| 1770 | 955 |
| 1860 | 1005 |
| 1960 | 1055 |

注：表列钢丝抗拉强度标准值系为Ⅱ级松弛钢丝的数值：当采用Ⅰ级松弛钢筋时，分项系数乘以折减系数0.9。

3.3.10钢丝绳应按其最小破断力除以钢丝绳抗拉强度分项系数求得最小破断拉力设计值。最小破断力应根据现行国家标准《粗直径钢丝绳》GB/T 20067钢芯钢丝绳取值。钢丝绳抗拉强度分项系数应按表3.3.10的规定。

表3.3.10 钢丝绳抗拉强度分项系数

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 构件种类 | 主缆 | 销接式吊索 |
| 抗拉强度分项系数 | 2.95 | 2.20 |

3.3.11桥梁索缆钢丝及钢丝绳应根据设计使用年限进行耐久性设计，应符合《公路悬索桥设计规范》JTG/T D65-05的有关规定。

3.3.12钢索防护栏杆用钢索应符合现行国家标准《不锈钢丝绳》GB/T 9944的规定。

### 3.3.13拉索用锚具应符合现行标准《预应力混凝土用钢绞线》GB/T 14370和《预应力筋用锚具、夹具和连接器应用技术规程》JGJ 85的规定。

## 结构用钢材

### 钢索塔和钢梁宜采用碳素结构钢或低合金结构钢，碳素结构钢和低合金结构钢的钢种、牌号、技术条件和性能指标质量等级应符合现行国家标准。

###  钢结构承重构件所用的钢材应具有屈服强度，断后伸长率，抗拉强度和硫、磷含量的合格保证，尚应符合现行《钢结构通用规范》GB 55006的要求；在低温使用环境下尚应具有冲击韧性的合格保证且需符合现行规范《公路钢结构桥梁设计规范》JTG-D64的规定。

### 索鞍、索夹宜采用铸钢，其技术条件应符合现行国家标准《一般工程用铸造碳钢件》GB/T 11352的规定。

### 锚固系统的拉杆、螺母宜采用合金结构钢，其技术条件应符合现行国家标准《合金结构钢》GB/T 3077的规定。

### 不锈钢材料宜采用奥氏体型或奥氏体-铁素体型不锈钢，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的相关规定，不锈钢材料应符合现行国家标准：

《不锈钢冷轧钢板和钢带》GB/T 3280

《耐热钢钢板和钢带》GB/T 4238

《结构用不锈钢无缝钢管》GB/T 14975

《不锈钢棒》GB/T 12207

### 螺钉、螺栓的材质和机械性能应符合现行国家标准：

《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》GB/T 3098.2

《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、蝶、钉和螺柱》GB/T 3098.6

《紧固件机械性能自钻自攻螺钉》GB/T 3098.11

《紧固件机械性能不锈钢螺母》GB/T 3098.15

### 销、轴、锚具等宜采用合金结构钢、合金铸钢、优质碳素结构钢，其技术条件应符合现行相关标准：

《合金结构钢》GB/T 3077

《大型低合金钢铸件》JB/T 6402

《优质碳素结构钢》GB/T 699

### 高强度螺栓连接副的技术条件应符合现行国家标准：

《钢结构用高强度大六角头螺栓》GB/T 1228

《钢结构用高强度大六角头螺母》GB/T 1229

《钢结构用高强度垫圈》GB/T 1230

### 普通螺栓技术条件应符合现行国家标准《六角头螺栓C级》GB/T 5780和《六角头螺栓》GB/T 5782的规定。

### 铸焊构件采用的结构用钢板应符合现行国家标准《优质碳素结构钢热轧厚钢板和钢带》GB/T 711、《碳素结构钢和低合金钢热乳厚钢板和钢带》GB/T 3274的规定。

###  钢材的强度设计值应根据钢材的不同厚度按现行标准《公路钢结构桥梁设计规范》JTG D64采用，应符合表3.4.11的规定。

表3.4.11 钢材的强度设计值（N/mm2）

| 钢材 | 抗拉、抗压和抗弯 | 抗剪 | 端曲承压（刨平顶紧） |
| --- | --- | --- | --- |
| 牌号 | 厚度（mm） |
| Q235钢 | ≤16 | 190 | 110 | 280 |
| 16~40 | 180 | 105 |
| 40~100 | 170 | 100 |
| Q355钢 | ≤16 | 275 | 160 | 355 |
| 16~40 | 270 | 155 |
| 40~63 | 260 | 150 |
| 63~80 | 250 | 145 |
| 80~100 | 245 | 140 |
| Q390钢 | ≤16 | 310 | 180 | 370 |
| 16~40 | 295 | 170 |
| 40~63 | 280 | 160 |
| 63~100 | 265 | 150 |
| Q420钢 | ≤16 | 335 | 195 | 390 |
| 16~40 | 320 | 185 |
| 40~63 | 305 | 175 |
| 63~100 | 290 | 165 |

注：表中厚度指计算点的钢材厚度，对轴心受拉和轴心受压构件指截面中较厚板件的厚度。

### 铸钢和锻钢的强度设计值应按表3.4.12的规定采用。

表3.4.12铸钢和锻钢的强度设计值(N/mm2)

| 强度种类 | 钢 号 |
| --- | --- |
| ZG230-450ZG230-450H | ZG270-500ZG270-480H | ZG300-500H | ZG31-570 | 35号钢 | 45号钢 |
| 抗拉、抗压和抗弯 | 170 | 200 | 220 | 225 | 250 | 280 |
| 抗剪 | 100 | 115 | 125 | 130 | 145 | 160 |
| 铰轴紧密接触时径向受压 | 85 | 100 | 110 | 110 | 125 | 140 |
| 辊轴或摇轴自由接触时径向受压 | 6.5 | 8.0 | 9.0 | 9.0 | 10.0 | 11.0 |
| 销孔 | — | — | — | — | 190 | 210 |

注：1铰轴紧密接触系指接触面为圆弧，中心角为2×45°的接触；辊轴或摇轴自由接触系指轴与板平而的接触；

2计算紧密接触或自由接触受压强度时，其承压面积采用轴径截面。轴与板采用不同钢种时，径向受压设计值取用其较低者。

### 钢材和铸钢的物理性能指标应按表3.4.13的规定采用。

表3.4.13钢材和铸钢的物理性指标

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 弹性模量E(N/mm2) | 剪切模量G(N/mm2) | 线膨胀系数α(1/-C) | 泊松比υ | 密度(kg/m3) |
| 2.06×105 | 0.79×103 | 12×106 | 0.31 | 7850 |

### 普通螺栓和锚栓连接的强度设计值应按表3.4.14的规定采用。

表3.4.14普通螺栓和锚栓连接的强度设计值（N/mm2）

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 螺栓的性能等级、锚栓和构件钢材的牌号 | 普通螺栓 | 锚栓 |
| C级 | A、B级 |
| 抗拉*.* | 抗剪 | 承压 | 抗拉 | 抗剪 | 承压 | 抗拉 |
| 普通螺栓 | 4.6级、4.8级 | 145 | 120 |  |  |  |  |  |
| 5.6级 | — | — | — | 185 | 165 | — | — |
| 8.8级 | — | — | — | 350 | 280 | — | — |
| 锚栓 | Q235钢 |  |  |  |  |  |  | 125 |
| Q355钢 |  |  |  |  |  |  | 160 |
| 构件 | Q235钢 | — | — | 265 | — | — | 350 | — |
| Q355钢 | — | — | 340 | — | — | 450 | — |
| Q390钢 | — | — | 355 | — | — | 470 | — |
| Q420钢 | — | — | 380 | — | — | 500 |  |

注：A、B级螺栓孔的精度和孔壁衣向粗糙度，C级螺栓孔的允许偏差和孔壁衣曲粗糙度，均应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205的要求。

### 高强度螺栓预拉力设计值Pd应符合表3.4.15的规定取用。

表3.4.15螺栓预应力设计值（N/mm2）

|  |  |
| --- | --- |
| 性能等级 | 螺栓规格 |
| M20 | M22 | M24 | M27 | M30 |
| 8.8S | 125 | 150 | 175 | 230 | 280 |
| 10.9S | 155 | 190 | 225 | 290 | 355 |

### 焊缝的强度设计值应按表3.4.16定采用。

表3.4.16的强度设计值（N/mm2）

| 焊接方法和焊条型号 | 构件钢材 | 对接焊缝 | 角焊缝 |
| --- | --- | --- | --- |
| 牌号 | 厚度(mm) | 抗压/J | 抗拉*/:* | 抗剪*/Z* | 抗拉、抗压或抗剪/: |
| 焊缝质M等级 |
| —级、二级 | 三级 |
| 自动焊、半自动焊和E43型焊条的手工焊 | Q235钢 | ≤16 | 190 | 190 | 160 | 110 | 140 |
| 16~40 | 180 | 180 | 155 | 105 |
| 40~100 | 170 | 170 | 145 | 100 |
| 自动焊、半自动焊和E50型焊条的手工焊 | Q355钢 | ≤16 | 275 | 275 | 235 | 160 | 175 |
| 16~40 | 270 | 270 | 230 | 155 |
| 40~63 | 260 | 260 | 220 | 150 |
| 63~80 | 250 | 250 | 215 | 145 |
| 80~100 | 245 | 245 | 210 | 140 |
| 自动焊、半自动焊和E55型焊条的手工焊 | Q390钢 | ≤16 | 310 | 310 | 265 | 180 | 200 |
| 16~40 | 295 | 295 | 250 | 170 |
| 40~63 | 280 | 280 | 240 | 160 |
| 63~100 | 265 | 265 | 225 | 150 |
| Q420钢 | ≤16 | 335 | 335 | 285 | 195 | 200 |
| 16~40 | 320 | 320 | 270 | 185 |
| 40~63 | 305 | 305 | 260 | 175 |
| 63~100 | 290 | 290 | 245 | 165 |

注：1对接焊缝受弯时，在受压区的抗弯强度设计值取，在受拉区的抗弯强度设计值取；

2焊缝质量M等级应按《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205的规定确定。其中厚度小于8mm钢材的对接焊缝，不应采用超声波探伤确定焊缝质量等级。

###  应对钢结构进行防腐、防火和养护设计，应符合《公路钢结构桥梁设计规范》JTG D64的相关规定。钢结构防腐年限应不小于15年。

### 防护栏杆宜采用金属材料，除不锈钢外的金属栏杆、零部件表面应进行耐腐蚀、耐老化处理。在湿度大于70%的潮湿环境或沿海地区，防护栏杆构件应采用两道表面处理层或更高的防腐技术要求。

## 玻 璃

### 地面玻璃面板应采用安全夹层玻璃，材料应采用均质钢化玻璃。

### 玻璃外观、质量和性能应符合国家现行标准《建筑用安全玻璃 第2部分：钢化玻璃》GB 15763.2、《建筑用安全玻璃 第3部分：夹层玻璃》GB 15763.3、《建筑用安全玻璃 第4部分：均质钢化玻璃》GB 15763.4和《悬空地板、踏步、步道及栈道玻璃》GB/T 38784的规定。

### 钢化玻璃的强度设计值可按表3.5.3取值。

表3.5.3钢化玻璃的强度设计值$f\_{g}$（N/mm2）

| 荷载作用类型 | 厚度(mm) | 中部强度 | 边缘强度 | 端部强度 |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 短期荷载作用 | 5~12 | 84 | 67 | 59 |
| 15~19 | 72 | 58 | 51 |
| 20 | 59 | 47 | 42 |
| 长期荷载作用 | 5~12 | 42 | 34 | 30 |
| 15~19 | 36 | 29 | 26 |
| 20 | 30 | 24 | 21 |

### 玻璃的物理参数可按表3.5.4的规定采用。

表3.5.4玻璃的物理参数

|  |  |
| --- | --- |
| 弹性模量E（N/mm2） | 0.72x105 |
| 泊松比υ | 0.2 |
| 线膨胀系数ɑ(1/℃） | 1x10-5 |
| 重力密度$γ\_{g}$(kN/m3) | 25.6 |

### 钢化夹层玻璃的中间层、外观、质量和性能应符合现行标准《建筑玻璃应用技术规程》JGJ 113和《玻璃结构工程技术规程》 T/CECS1099的规定。

### 玻璃防滑系数不应小于0.5且防滑玻璃应符合建筑设计要求的防滑性能。

### 玻璃加工应符合下列规定：

1. 玻璃边缘应进行机械磨边和倒棱处理，外露玻璃的边缘应抛光磨边；
2. 点支撑玻璃的孔边应进行磨边和倒棱处理，磨边宜细磨，倒棱宽度不宜小于1mm，且不应出现崩边。

### 玻璃副框应具备足够的强度，能够承受正常使用过程中的负荷和压力，并保证其稳定性和安全性；其外观应该整齐、无明显缺陷，并且表面应具有一定的耐久性和抗腐蚀性能 。

### 玻璃安装材料应与玻璃周边材料相容，符合现行国家标准的规定。

## 密封胶

### 玻璃的接缝用密封胶应采用中性硅酮建筑密封胶，其性能应符合现行国家标准《硅酮和改性硅酮建筑密封胶》GB/T 14683的相关规定，不应采用添加矿物油的硅酮建筑密封胶。

### 玻璃面板连接应采用中性硅酮结构密封胶，其性能应符合现行国家标准《建筑用硅酮结构密封胶》GB 16776的相关规定。

### 硅酮建筑密封胶和硅酮结构密封胶，应与其相接触材料进行相容性及剥离粘结性测试，并应符合现行国家标准《建筑用硅酮结构密封胶》GB 16776的规定。

## 其 他

### 铝合金材料强度、焊材的强度和弹性模量应符合现行国家标准《铝合金结构设计规范》GB 50429的规定。铝合金型材的基材应符合现行国家标准《铝合金建筑型材第1部分：基材》GB/T 5237.1的相关规定；采用阳极氧化、电泳涂漆、聚酯粉末喷涂、氟碳喷涂等表面处理时，膜层厚度和质量应分别符合现行国家标准《铝合金建筑型材第2部分：阳极氧化型材》GB/T 5237.2、《铝合金建筑型材第3部分：电泳涂漆型材》GB/T 5237.3、《铝合金建筑型材第4部分：粉末喷涂型材》GB/T 5237.4、《铝合金建筑型材第5部分：氟碳漆喷涂型材》GB/T 5237.5的有关规定。

### 木材的强度、弹性模量应符合现行国家标准《木结构设计规范》GB 50005的规定。

###  与单组分硅酮结构密封胶配合使用的低发泡间隔双面胶带，应具有透气性。

### 支撑块宜采用挤压成型PVC或邵氏A硬度为80~90的氯丁橡胶等材料制成。

### 用于玻璃与玻璃、玻璃与金属连接接触面的衬垫材料，宜采用橡胶、尼龙、聚氯乙烯（PVC）、聚四氟乙烯（PTEE）、聚酰胺、聚氯丁二烯、氯丁橡胶、硅酮等柔性制品；衬垫材料与夹层玻璃应符合化学相容性要求；承压衬垫材料的邵氏A硬度宜为80~90，定位衬垫材料的邵氏A硬度宜为55~65。

### 定位块和弹性止动片宜采用有弹性的非吸附性材料制成。

###  橡胶制品宜采用三元乙丙橡胶、氯丁橡胶及硅橡胶，且应符合现行化工行业标准《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及《工业用橡胶板》GB/T 5574的规定。

### 玻璃与副框之间的垫块材料宜采用硅橡胶或三元乙丙橡胶，垫块材料性能应符合现行国家标准《建筑门窗、幕墙用密封胶条》GB/T 24498的有关规定。

###  热铸锚头铸体材料应选用低熔点锌铜合金。其中，锌含量为（98±0.2）%，技术条件不应低于现行国家标准《锌锭》GB/T 470的规定；铜含量为（2±0.2）%，技术条件不应低于《阴极铜》GB/T 467的规定。

### 冷铸锚头铸体材料的配比应由试验确定。具体参考《公路钢筋结构桥梁设计规范》JTG D64。

### 焊接材料应符合现行国家相关标准有关规定：

《不锈钢焊条》GB/T 983

《堆焊焊条》GB/T 984

《焊接用钢盘条》GB/T 3429

《焊接用不锈钢盘条》GB 4241

《非合金钢及细晶粒钢焊条》GB/T 5117

《热强钢焊条》GB/T 5118

《气体保护电弧焊用碳钢、低合金钢焊丝》GB/T 8110

《非合金钢及细晶粒钢药芯焊丝》GB/T 10045

《镍基钎料》GB/T 10859

《熔化焊用钢丝》GB/T 14957

《气体保护焊用钢丝》GB/T 14958

《镍及镍合金焊丝》GB/T 15620

《不锈钢药芯焊丝》GB/T 17853

《无铅钎料》GB/T 20422

### 焊接材料应与主体钢材匹配，并应符合下列现行国家规定：

1. 手工焊接采用的焊条的技术条件应符合《非合金钢及细晶粒钢焊条》GB/T 5117、《热强钢焊条》GB/T 5118的规定；
2. 自动焊和半自动焊采用的焊丝和焊剂的技术条件不应低于下列现行国家规定：

《熔化焊用钢丝》GB/T 14957

《气体保护电弧焊用碳钢、低合金钢焊丝》GB/T 8110

《非合金钢及细晶粒钢药芯焊丝》GB/T 10045

《热强钢药芯焊丝》GB/T 17493

《埋弧焊用非合金钢及细晶粒钢实心焊丝、药芯焊丝和焊丝-焊剂组合分类要求》GB/T 5293

《埋弧焊用热强钢实心焊丝、药芯焊丝和焊丝-焊剂组合分类要求》GB/T 12470

### 五金件应符合国家现行有关标准的规定，除不锈钢材质外应进行防腐处理，承载力和使用寿命应满足设计要求，主要受力五金件应进行承载力验算。

# 勘察设计

## 一般规定

### 岩土工程勘察前应搜集场地地质资料、获得下列资料：

### 气象、水文资料；

### 场地已有工程地质勘察资料；

### 人行玻璃设施相关工程设计要求；

### 附有坐标和地形的工程平面图；

### 邻近建筑物、地下工程和管线等环境资料。

### 人行玻璃设施的建设应遵循先勘察后设计再施工的原则。勘察宜分为方案选址勘察、初步勘察和详细勘察三个阶段，当场地条件复杂或有特殊要求时，宜补充施工勘察。

### 岩土工程勘察应根据拟建工程特征、地基基础设计要求、场地工程地质与水文地质及周边环境等条件，选择针对性的勘察方法和手段；勘察工作深度与勘察成果应满足工程建设相应设计阶段及地基基础施工的需要。

### 岩土工程勘察除应满足本标准的要求外，尚应符合现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021的有关规定。

### 地基基础设计和施工前应对岩土工程勘察提出技术要求，并提供拟建工程规模、结构类型、荷载、基础形式和埋置深度、锚固形式等资料。

### 地基基础设计除应满足本标准的规定外，人行玻璃设施的地基基础设计尚应符合国家现行标准《建筑与市政地基基础通用规范》GB55003、《公路桥涵地基与基础设计规范》JTG 3363的有关规定。

### 人行玻璃设施总平面布置应符合规划要求，并结合当地环境特征、交通状况、人流集散方向等因素进行设计，同时应考虑下列要求：

1. 方案比选应考虑全寿命周期成本；
2. 应考虑满足设计使用年限的耐久性要求；
3. 应考虑环境保护与节能减排的要求；
4. 应满足协调、美观的要求；
5. 应考虑施工与运营期养护的要求；
6. 应考虑施工与运营期内可能出现的风险因素。

### 人行玻璃设施的设计基准期为100年。

### 人行玻璃设施结构设计时，应分别规定主体结构和可更换部件的设计使用年限。

### 人行玻璃设施的设计洪水频率应符合现行标准《城市桥梁设计规范（2019年版）》CJJ 11的相关规定。

### 人行玻璃设施结构设计时，应规定结构的设计通行能力。

### 人行玻璃桥、玻璃平台、玻璃栈道应进行整体作用效应分析；对结构中受力状况复杂的部位尚应进行详细分析。

### 人行玻璃设施分为主体结构受力和玻璃局部受力分析计算。人行玻璃设施的整体结构计算时，不考虑玻璃地板的参与受力，玻璃地板只作为自重荷载。

### 人行玻璃桥、玻璃平台、玻璃栈道结构设计宜采用以分项系数表达的极限状态设计方法，按承载能力极限状态和正常使用极限状态分别进行荷载组合，并取各自最不利的组合效应进行设计，宜进行最不利施工工况验算。

### 人行玻璃桥、玻璃平台、玻璃栈道结构设计，除应进行静力计算分析外，尚应进行动力特性分析，抗风设计分析、地震作用分析、施工阶段分析及稳定性计算，确保受力构件的强度、刚度和稳定性满足设计要求。

### 人行玻璃设施应根据结构暴露的环境类别、结构设计工作年限及使用维护条件进行耐久性设计。

### 人行玻璃设施结构设计采用的主要荷载和作用的分类应符合下列规定：

1. 结构自重、土压力、预应力、混凝土收缩及徐变作用、基础变位等为永久作用；
2. 人群荷载、风荷载、雪荷载、覆冰荷载、温度作用、栏杆荷载、施工检修荷载等为可变作用；
3. 船舶的撞击、漂流物的撞击作用等为偶然作用；

4 地震作用；

 5 本标准未规定的荷载与作用，应按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009、《建筑抗震设计规范》GB 50011、《公路桥涵通用设计规范》JTG D60的有关规定执行。

### 作用与效应组合

1. 对于地震设计状况，当采用设防烈度地震作用进行承载力极限状态的作用效应组合时，地震作用的分项系数取值不应小于1.0；
2. 雪荷载、覆冰荷载应按现行标准《建筑结构荷载规范》DBJ/T15-101 的规定执行；
3. 风荷载应按现行标准《公路桥梁抗风设计规范》JTG/T 3360-01的规定计算，结构的抗风设计应考虑风的静力作用与动力作用，并根据不同的抗风性能要求按承载能力极限状态和正常使用极限状态进行设计和检验；
4. 对风动力作用不敏感的结构或构件，设计中可仅考虑风的静力作用效应；对风动力作用敏感的结构或构件，需要同时进行风的静力和动力作用下的抗风设计；
5. 温度作用、施工荷载等其他作用应按现行标准《公路桥涵设计通用规范》JTG D60的规定执行；
6. 人群荷载按本标准执行，位于景区内的人行玻璃结构人群荷载取值应根据景区运营能力和桥梁实际跨度进行专门研究，对于有严格管控措施控制人流的人行玻璃设施，人群荷载可按控制荷载分析计算。

### 作用组合应按最不利作用效应进行结构设计。作用组合应符合下列规定：

1. 只有在结构上可能同时出现的作用，才进行组合。当结构或结构构件需做不同受力方向的验算时，则应以不同方向的最不利的作用组合效应进行计算；
2. 人群荷载与雪荷载作用不同时考虑；
3. 当可变作用的出现对结构或构件产生有利影响时，该作用不应参与组合；
4. 施工阶段作用的组合，应按计算需要及结构所处条件而定，结构上的施工人员和施工机具设备、桥面堆载、临时配重、施工期风荷载等均应作为可变作用。

### 人行玻璃设施的温度作用、施工荷载等其他作用应按现行标准《公路桥涵设计通用规范》JTG D60的规定执行。

### 人行玻璃设施的抗风设计应符合现行标准《公路桥梁抗风设计规范》JTG/T 3360-01的要求。

### 人行玻璃设施的抗震设计应符合现行标准《公路桥梁抗震设计规范》JTG/T 2231-01、《城市桥梁抗震设计规范》CJJ 166-2011的要求。特殊情况应进行专题研究。

### 人行玻璃设施应在认真调查设施所在地的地理、地质、土壤、气象、环境等条件和雷电活动规律的基础上进行防雷设计，并应符合现行国家标准《建筑物防雷设计规范》GB50057、《桥梁防雷技术规范》GB/T 31067的有关规定，做到安全可靠、技术先进、经济合理。

### 对于大跨人行玻璃桥、大型和特大型人行玻璃平台设施宜进行结构全寿命健康智能监测系统设计。

## 人行玻璃桥

### 人行玻璃桥的桥梁分类、桥梁结构的设计使用年限、桥梁设计安全等级无特殊要求应按照现行标准《城市桥梁设计规范（2019年版））》CJJ 11的有关规定执行。对有特殊要求的人行玻璃桥，其桥梁结构的设计使用年限、桥梁设计安全等级可根据具体情况另行确定。

### 人行玻璃桥设计无特殊要求应按照现行标准《城市桥梁设计规范（2019年版）》CJJ 11、《城市人行天桥及人行地道技术规范》CJJ 69的有关规定执行。

### 为在景区人行玻璃桥工程贯彻执行国家的技术经济政策，位于景区人行玻璃桥主体结构设计使用年限应符合下列要求：

1. 主跨跨度大于等于100m的大跨人行玻璃桥，主体结构设计使用年限不低于50年；
2. 主跨跨度小于100m的中小跨人行玻璃桥，主体结构设计使用年限不低于30年；
3. 主体结构以镀锌钢丝绳为主缆的悬索桥，主体结构设计使用年限不低于30年。

### 人行玻璃桥可更换结构设计使用年限应符合下列要求：

1. 钢支座、抗风缆设计使用年限应与主体结构一致；
2. 吊索、斜拉索、阻尼装置可更换部件设计使用年限为20年；
3. 人行玻璃桥的栏杆、伸缩装置、橡胶支座等构件设计使用年限为15年；
4. 地面玻璃设计使用年限为25年。

### 总体设计应符合下列规定：

1. 人行玻璃桥总平面布置应符合规划要求，并结合当地环境特征、交通状况、人流集散方向等因素进行设计；
2. 桥位宜选择在环境条件较好的区域，并宜避开抗震不利区域，不应选在抗震危险区域；
3. 桥面纵向坡度宜小于4%；
4. 人行玻璃桥上部结构，由人群荷载计算的最大竖向挠度，不应超过下列允许值：

悬索桥、斜拉桥主梁跨中 L/400

梁板式主梁跨中 L/600

梁板式主梁悬臂端 L1/300

桁架、拱 L/800

注：L为计算跨径；L1为悬臂长度。

1. 人行玻璃桥的通道净宽应根据设计通行能力计算。

### 人行玻璃桥设计中结构重要性系数、永久作用、可变作用、偶然作用等及其组合应符合现行行业标准《公路桥涵设计通用规范》JTG D60、《城市人行天桥与人行地道技术规范》CJJ 69的规定。

### 人群设计荷载及计算式应符合下列规定：

1 当人行玻璃桥玻璃面板的人群荷载按5kPa或1.5kN竖向集中力作用在一块构件上计算时，取其不利者；

2 人行玻璃桥的主体结构为梁、桁、拱及其他大跨桥梁结构，

应按下列公式计算：

当加载长度*l*＜20m时

 （4.2.8-1）

当加载长度20m≤*l*＜100m（100m以上同100m）时

 （4.2.8-2）

式中：*W*——单位面积的人群荷载（kPa）；

*l*——加载长度（m）；

*B*——半桥净宽度（m），大于4m时仍按4m计。

3 结构整体计算时，应考虑沿桥宽方向人群荷载分布不均

匀的不利影响。

### 悬索桥构件、节点的设计与构造应满足现行标准《公路悬索桥设计规范》JTG/T D65中要求。

### 斜拉桥构件、节点的设计与构造应满足现行行业标准《公路斜拉桥设计规范》JTG/T 3365-01中要求。

### 人行玻璃桥人致振动及舒适性

1. 人行玻璃桥应进行人致振动舒适度验算。当舒适度不能满足要求时，可通过提高结构刚度或提高结构阻尼、调整振源位置或采取减振、隔振等方法措施来改善人行玻璃桥的人致振动舒适度；
2. 在人致振动舒适度分析时，行人密度不宜低于1.5人/m2，步行荷载模型应根据行人密度应按附录 A的规定进行计算；
3. 步行荷载的加载方向应按结构振型确定，按照使结构振动最不利的方向加载（见图4.2.10）。



图4.2.10 步行荷载加载方向

1. 人行玻璃桥人致振动可按附录 B的方法进行分析；
2. 人行玻璃桥人舒适度评价等级应高于表4.2.13-1中的CL3等级，宜达到CL1等级。

表4.2.10-1 行人舒适度评价标准

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 舒适度等级 | 舒适度评价 | 竖向峰值加速度限值（m/s²） | 侧向峰值加速度限值（m/s²） |
| CL1 | 最佳 | [0，0.25·） | [0，0.1） |
| CL2 | 合格 | [25·，min（0.5，0.7）） | [0.1，0.15·） |
| CL3 | 不合格 | [min（0.5·，0.7），∞） | [0.15·，∞） |

1. 在人行玻璃桥竣工后，应进行人致振动舒适度测试，测试方法应符合附录C的规定。
2. 人行玻璃桥结构的阻尼比应符合表4.2.13-2的规定。

表4.2.10-2 结构类型的阻尼比

|  |  |
| --- | --- |
| 结构类型 | 阻尼比 |
| 钢筋混凝结构 | 1.3% |
| 预应力混凝土结构 | 1.0% |
| 钢-混凝土组合结构 | 0.6% |
| 钢结构 | 0.4% |
| 铝合金结构 | 0.9% |

## 玻璃平台

### 特大、大、中型及以下玻璃平台按玻璃平台总面积或支撑结构悬挑最大长度分类规定，见表4.3.1.

表4.3.1 玻璃平台的分类

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 类别 | 平台总面积A（m2） | 支撑结构悬挑最大长度Lx（m） |
| 特大型玻璃平台 | A≧50 | Lx≧18 |
| 大型玻璃平台 | 12≤A＜50 | 6≤Lx＜18 |
| 中型及以下玻璃平台 | A＜12 | 2≤Lx＜6 |

### 玻璃平台结构重要性系数应符合表4.3.2的规定。

表4.3.2玻璃平台的设计安全等级及结构重要性系数γ0

| 安全等级 | 玻璃平台类别 | 结构重要性系数γ0 |
| --- | --- | --- |
| 一级 | 特大型玻璃平台 | 1.2 |
| 二级 | 大型玻璃平台 | 1.1 |
| 三级 | 中型及以下玻璃平台 | 1.0 |

### 玻璃平台主要构件设计使用年限应符合下列要求：

### 1 主体结构的设计使用年限为50年；

### 2 地面玻璃的设计使用年限为25年；

### 3 玻璃平台的栏杆、伸缩装置、橡胶支座等构件设计使用年限为15年。

### 对于大型及特大型玻璃平台，宜进行舒适度验算。

（条文说明：对于大型及特大型玻璃平台，舒适度验算可参考4.2.10条执行）

### 总体设计应符合下列规定：

1. 大型及特大型玻璃平台宜采用钢桁架结构、索结构或预应力钢结构等结构形式；
2. 玻璃平台采用混凝土框架支撑体系结构应符合《混凝土结构通用规范》GB 55008、《混凝土结构设计规范》GB 500110的规定。采用钢框架支撑体系结构应符合《钢结构设计规范》GB 50017的有关规定执行；
3. 建造于山地和复杂地形的玻璃平台布置应符合下列规定：

（1）应根据地质、地形条件和使用要求，因地制宜设置符合抗震设防要求的边坡工程；

（2）平台基础与土质、强风化岩质边坡的边缘应留有足够的距离。

1. 玻璃平台的支撑结构由人群荷载计算的最大竖向挠度允许值不应超过表4.3.5。

表4.3.5 玻璃平台支撑构件的最大坚向挠度限值（mm)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 分类 | 混凝土结构 | 钢结构 |
| 主梁 | L0/600 | L0/500 |
| 悬臂梁 | L0/300 | L0/250 |
| 桁架 | — | L0/800 |

注：L为支撑构件的计算长度。

### 人群荷载及计算应符合下列规定：

1 当人行玻璃平台玻璃面板的人群荷载按5kN/m2或1.5kN竖向集中力作用在一块构件上计算时，取其不利者；

2 玻璃平台主体结构，人群荷载标准值不低于4.5kN/m2。人群荷载与雪荷载作用可不同时组合。

## 玻璃栈道

### 玻璃栈道分类

大、中、小型玻璃栈道按玻璃面板距地面垂直落差或栈道总长度分类规定见表4.4.1。

表4.4.1玻璃栈道的分类

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 类别 | 玻璃面板距地面垂直落差（m） | 栈道总长度L（m） |
| 大型玻璃栈道 | 24≤<100 | L≥100 |
| 中型玻璃栈道 | 5≤<24 | 30≤L<100 |
| 小型玻璃栈道 | <5 | L<30 |

### 玻璃栈道承载能力极限状态设计的结构重要性系数应根据安全等级确定，并满足表4.4.2要求。

表4.4.2玻璃栈道的设计安全等级及重要性系数γ0

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 安全等级 | 栈道类别 | 结构重要性系数γ0 |
| 一级 | 大型玻璃栈道 | 1.1 |
| 二级 | 中型玻璃栈道 | 1.0 |
| 三级 | 小型玻璃栈道 | 0.9 |

### 玻璃栈道主要构件设计使用年限应符合下列要求：

### 1 主体结构的设计使用年限为50年；

### 2 地面玻璃的设计使用年限为25年；

### 3 玻璃栈道的栏杆、伸缩装置、橡胶支座等构件设计使用年限为15年。

### 总体设计应符合下列规定：

1. 璃栈道结构形式可选用悬挑式或非悬挑式，大型玻璃栈道应采用钢桁架结构、悬索结构或预应力钢结构等结构形式；
2. 玻璃栈道结构选型应符合下列规定：

（1）除小型玻璃栈道外，玻璃栈道应选用非悬挑式；

（2）一侧靠近山体，另一侧距离地面较高或水位较深，且不易设置立柱时，宜采用斜撑式；

（3）一侧靠近山体，另一侧竖向有条件设置立柱时，应采用直撑式；

（4）不受山体和水位影响的区域，可采用单柱式、双柱式及其他结构形式。

1. 玻璃栈道宜选取山体岩体完整性II级及以上，且表面应平整，无较大裂隙，俯视及远眺视野开阔的地段，应避开地质不良地段；
2. 悬挑梁悬挑长度不宜大于3m，超过3m时应设支撑构件。悬挑梁处于中风化岩石地段时应增加锚固深度；
3. 玻璃栈道支撑构件在人群荷载作用下的最大竖向挠度允许值详见本标准第4.3.5条规定。

### 人群设计荷载值及计算应符合下列规定：

1当人行玻璃栈道玻璃面板的人群荷载按5kN/m2或1.5kN竖向集中力作用在一块构件上计算时，取其不利者；

2玻璃栈道主体结构，人群荷载标准值不低于4.5kN/m2。人群荷载与雪荷载作用可不同时组合。

### 结构设计

1. 当地质情况或地形有明显变化或支撑结构体系不同时，应设置伸缩缝，应符合下列要求：
2. 混凝土结构伸缩缝宽度不应大于80mm，钢结构伸缩缝宽度不应大于100mm；
3. 伸缩缝最大间距，混凝土结构不应大于30m，钢结构不应大于50m；
4. 山体存在较明显竖向裂隙处应设伸缩缝；
5. 支撑结构沿玻璃栈道的纵向应设置温度缝，同一温度区段的长度可按照当地温度作用的影响计算确定。
6. 支撑构件应采取构造措施保证结构整体稳定性，并减小侧向变形。
7. 玻璃栈道支撑结构的布置，应符合以下要求：
8. 当玻璃栈道平面坡度大于1/10时，支撑结构应采用梯段形式，楼梯踏步宽不小于280mm，高度不大于150mm；
9. 玻璃栈道的支撑结构宜设置检查口，其尺寸不宜小于700mmx700mm，间距宜为30~50m之间，布置位置见下图；



图4.4.6 支撑结构的检查口布置（洞口铺装可装卸地面玻璃）

1. 当玻璃栈道内侧距离山体大于0.5m时，宜采取防护措施；
2. 在玻璃栈道的落石、流水等特殊地质区域，栈道上部可增加顶棚，并直接与支撑结构连接，顶棚与支撑结构应进行整体设计。
3. 玻璃栈道混凝土支撑结构的计算及构造要求应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010的有关规定；钢结构计算及构造要求应符合现行国家标准《钢结构设计标准》GB50017的有关规定；
4. 悬挑梁的锚固端嵌岩深度不宜小于500mm，纵向受力钢筋锚固长度应满足受拉钢筋抗震锚固长度要求，钢筋锚固长度可从岩洞外边算起，且植入岩体的长度不宜小于500mm；锚固岩层应为未风化岩，嵌岩深度应除去外层强风化岩层厚度；
5. 嵌固岩体应满足局部承压、抗剪等各项承载力要求。钢筋锚固应满足抗拔承载力要求，拉拔试验应在施工现场进行。

## 玻璃结构设计

### 人行玻璃桥、人行玻璃平台及玻璃栈道以玻璃面板为踏板，应符合下列规定：

1 玻璃面板宜采用四边支承方式；

2 玻璃面板宜采用半隐框支承。当玻璃面板采用全隐框支承时，应采取可靠措施防止玻璃因结构胶老化失去粘结力而发生脱落；

3 玻璃面板应采用夹层玻璃，宜选择三层及以上的玻璃进行夹层。夹层玻璃单片玻璃厚度不应小于10mm，各层玻璃厚度宜相等，中间层胶片厚度不应小于1.52mm；

4 玻璃面板之间的接缝不应小于 6mm，接缝用建筑密封胶的变形能力应大于玻璃板缝位移量计算值；

5 玻璃面板及其连接应能适应支承结构以及主体结构的变形，应采用便于更换的构造；

### 6 人行玻璃设施的玻璃结构设计宜按四边支承的地面玻璃结构进行设计；

### 7 玻璃面板挠度不应大于其短边长度的1/200。

### 玻璃结构的设计应考虑结构构件缺陷、安装偏差、支承结构变形、不均匀沉降、温度作用等因素的不利影响，并应采取相应的计算、构造、施工措施。

### 玻璃受集中荷载作用点处，应采取避免玻璃局部破坏的构造措施。

### 地板玻璃的抗风压设计、结构设计应按现行标准《建筑玻璃应用技术规程》JGJ 113的相关规定执行。

### 玻璃面板的人群荷载按5kN/m2或1.5kN竖向集中力作用在一块构件上计算时，取其不利者。

### 框支承地板玻璃设计计算应符合下列规定：

### 1 框支承地板玻璃强度计算时，应取夹层玻璃的单片玻璃计算；

### 2 作用在夹层玻璃单片上的荷载应按下式计算：

 （4.5.6-1）

****



### 3 夹层玻璃的等效厚度te应按下式计算：

 （4.5.6-2）

式中：te—夹层玻璃的等效厚度(mm)；

—分别为各单片玻璃的厚度(mm)，n为夹层玻璃的层数。

### 4 夹层玻璃中的单层玻璃的最大应力可用有限元方法计算或按下式计算：

 （4.5.6-3）

式中：σi——第i片玻璃的最大应力(N/mm²)；

q1——作用于第i片玻璃上的荷载基本组合设计值(N/mm²)；

a——矩形玻璃板短板边长(mm)；

t——玻璃的厚度(mm²)；

m——弯矩系数，可根据玻璃板短板与长边的长度之比按表4.5.6-1取值。

表4.5.6-1四边支承玻璃板的弯矩数m

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *a/b* | 0.00 | 0.25 | 0.33 | 0.40 | 0.50 | 0.55 | 0.60 | 0.65 |
| ***μ*** | 0.1250 | 0.1230 | 0.1180 | 0.1115 | 0.1000 | 0.0934 | 0.868 | 0.0804 |
| *a/b* | 0.70 | 0.75 | 0.80 | 0.85 | 0.90 | 0.95 | 1.00 | - |
| ***μ*** | 0.0742 | 0.0683 | 0.628 | 0.576 | 0.0528 | 0.0483 | 0.0442 | - |

注：*a/b*是玻璃板短边与长边的长度之比。

### 5 桥面夹层玻璃的最大挠度应按等效单片玻璃计算。计算桥面夹层玻璃的刚度时，应采用夹层玻璃的等效厚度；

### 6 在垂直于玻璃平面的荷载作用下，单片玻璃的最大挠度可用有限元方法计算或按下列公式计算：

 （4.5.6-4）

 （4.5.6-5）

式中：df—在垂直于桥面玻璃的荷载标准组合值作用下最大挠度()；

q—垂直于该片桥面玻璃的荷载标准组合()；

µ—挠度系数，可根据玻璃短边与长边的长度之比按表4.5.6-2选用；

D—玻璃的刚度(N/mm)；

E—玻璃的弹性模量，可按0.72×105N/mm2取值;

υ—泊松比，可按0.2取值。

表4.5.6-2 四边支承板的挠度系数μ

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| a/b | 0.00 | 0.20 | 0.25 | 0.33 | 0.50 | 0.55 | 0.60 | 0.65 |
| μ | 0.01302 | 0.01297 | 0.01282 | 0.01223 | 0.01013 | 0.00940 | 0.00867 | 0.00796 |
| a/b | 0.70 | 0.75 | 0.80 | 0.85 | 0.90 | 0.95 | 1.00 | —— |
| μ | 0.00727 | 0.00663 | 0.00603 | 0.00547 | 0.00496 | 0.00449 | 0.00406 | —— |

注：a/b是玻璃板的短边与长边的长度之比

### 结构玻璃构件应根据构件开裂可能造成的灾害后果及防控响应时间，进行开裂后偶然设计状况的剩余承载力设计；对于人行玻璃桥的水平结构玻璃构件，应假设最不利的单个构件中至少有1层玻璃发生开裂。

### 结构玻璃构件开裂后剩余承载能力，可采用简化方法、数值模拟方法、试验方法分析确定。

### 夹层玻璃中任意一片玻璃发生破损后，玻璃面板承载力的验算应符合下列规定：

1 承载力验算应满足下式要求:

  (4.5.9-1)

式中: Sdl 一一荷载偶然组合效应设计值;

 *Rg1d ——*夹层玻璃中任意一片玻璃发生破损时，考虑偶然作用影响的玻璃面板抗力设计值，玻璃强度设计值可取长期荷载作用下玻璃强度设计值的 1.5倍。

2 荷载偶然组合效应设计值应按下式计算:

  (4.5.9-2)

式中: SGik —第i个永久荷载的荷载效应值;

SQlk ——人群荷载的荷载效应值，人群荷载可按本标准第4.5.5条取值。

### 玻璃地板的支承结构可采用钢材、铝合金、不锈钢等材料，支承结构应符合下列规定：

1 截面自由挑出板件和双侧加肋板件的宽厚比应符合设计要求，并应符合现行国家标准《钢结构设计标准》 GB 50017《冷弯薄壁型钢结构技术规范》 GB 50018 、《铝合金结构设计规范》 GB 50429 的有关规定；

2 铝合金型材截面有效受力部位的厚度不应小于 2.5mm铝合金型材孔壁与螺钉之间直接采用螺纹受拉、受压连接时，应进行螺纹受力计算;螺纹连接处，型材局部加厚部位的壁厚不应小于螺钉的公称直径，宽度不应小于螺钉公称直径的1.6倍；

3 热轧钢型材截面有效受力部位的厚度不应小于2.5mm，冷成型薄壁型钢截面有效受力部位的厚度不应小于3.0mm;在采用螺纹进行受拉、受压连接时，应进行螺纹受力计算；

4 支承结构跨度大于7000mm时宜采用钢型材；

5 玻璃地板支撑龙骨的挠度在荷载标准组合作用下不应大于其跨度的1/250；在可变荷载标准值作用下不应大于其跨度的1/300;为支承结构的跨度，对悬挑支承结构取其悬臂长度的2倍；

6 玻璃结构中，玻璃结构构件与钢、铝合金、不锈钢结构构件之间应设置衬垫材料；

7 当采用下端支承构造时，每块玻璃的下端宜设置不少于两个支承垫块，垫块长度应根据承载力计算确定且不应小于100mm，垫块宽度不应小于玻璃厚度，垫块至玻璃板角点的距离可取支承边长的1/4。

### 普通螺栓受剪连接中，单个螺栓的承载力设计值应取螺栓受剪玻璃孔边承压和玻璃孔填充胶受压的承载力设计值中的较小者。

### 螺栓受剪、玻璃孔边承压和玻璃孔填充胶受压的承载力设计值应符合《玻璃结构工程技术规程》T/CECS 1099的规定。

### 玻璃的开孔构造应符合现行国家标准《建筑用安全玻璃第2部分：钢化玻璃》 GB 15763..2的有关规定，且玻璃孔的间距不宜小于3倍的孔径，边距不宜小于2倍的孔径。

### 地板玻璃构造

1. 玻璃板孔洞及边缘均应进行机械磨边和倒棱，并应符合本标准第3.5.7的要求；
2. 夹层玻璃的单片厚度相差不宜大于3mm，且夹层胶片厚度不应小于0.76mm；
3. 框支承地面玻璃单片厚度不宜小于8mm，点支承地板玻璃单片厚度不宜小于10mm；
4. 玻璃之间的接缝宽度不应小于6mm，采用的密封胶的位移能力应大于玻璃板缝位移量计算值；
5. 玻璃与主体结构的连接应采用密封胶，并应定期检查连接部位胶体的老化情况。应避免尖锐物体直接接触玻璃；
6. 外露的夹层玻璃边缘应进行封边处理；
7. 玻璃强度应取夹层玻璃的单片玻璃计算；
8. 地面玻璃板面挠度不应大于其跨度的1/200。

### 用于楼梯踏步及行人楼板的结构玻璃，应设置保护面层，表面应进行防滑设计，且摩擦系数不宜小于0.5。

### 钢化夹层玻璃的中间层、外观、质量和性能应符合《建筑玻璃应用技术规程》JGJ113 的规定。

### 玻璃结构的连接及节点设计除满足本标准外，尚应符合现行标准《建筑玻璃应用技术规程》JGJ 113、《玻璃结构工程技术规程》T/CECS 1099的规定。

## 防护栏杆

### 栏杆的设计、制作、施工、验收和维护应符合现行行业标准《建筑防护栏杆技术标准》JGJ/T 470和《城市桥梁设计规范》CJJ-11的相关规定。

### 栏杆应进行防攀爬设计，防止形成蹬踏面，栏杆扶手顶面距离地面玻璃或者蹬踏面高度不应低于1.20m。

### 栏杆宜采用垂直栏杆或栏板，不宜采用横线条栏杆或实体栏杆，杆件或栏板净距不应大于0.1m。

### 金属构件的厚度应符合下列规定：

### 1 不锈钢管立柱的壁厚不应小于2.0mm，不锈钢单板立柱的厚度不应小于8.0mm，不锈钢双板立柱的厚度不应小于6.0mm，不锈钢管扶手的壁厚不应小于1.5mm；

### 2 镀锌钢管立柱的壁厚不应小于3.0mm，镀锌钢单板立柱的厚度不应小于8.0mm，镀锌钢双板立柱的厚度不应小于6.0mm，镀锌钢管扶手的壁厚不应小于2.0mm；

### 3 铝合金管立柱的壁厚不应小于3.0mm，铝合金单板立柱的厚度不应小于10.0mm，铝合金双板立柱的厚度不应小于8.0mm，铝合金管扶手的壁厚不应小于2.0mm。

### 防护栏杆主受力构件宜采用钢筋混凝土构件、钢构件或者不锈钢构件。作用在栏杆竖向荷载取值1.20kN/m，顶部水平荷载取2.50kN/m。水平集中力应作用于栏杆中的不利位置，且可与均布荷载不同时作用。

### 室外玻璃栏板风荷载的取值、结构设计时风荷载和活荷载的组合应符合现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB50009的相关规定。

### 防护栏杆立柱顶部在设计荷载作用下的位移限值应取30mm，扶手挠度限值应为扶手长度的1/250，在风荷载作用下的玻璃栏板挠度限值应为玻璃板跨度的1/100。

### 建筑防护栏杆用玻璃应采用夹层玻璃，并应符合本标准第3.5.9的要求。

### 防护栏杆的金属构件应根据腐蚀环境选用金属材料。除不锈钢外，防护栏杆的其他金属材料和金属零部件的表面应进行耐腐蚀、耐老化处理。

### 点支承玻璃防护栏杆的金属爪件和夹具应符合现行行业标准《建筑玻璃点支承装置》JG/T 138的相关规定。

### 栏板采用玻璃材质时，应采用双层夹层钢化玻璃，单片玻璃厚度不应小于6mm，胶片厚度不宜小于1.14mm。

### 防护栏杆构件应满足承载力、刚度、稳定性的要求。建筑防护栏杆应按附属结构进行设计。

### 防护栏杆各部位的构造应避免对人体产生伤害，且应便于清洁、维护、更换。

### 防护栏杆宜采用装配式，宜减少施工现场的焊接接头。

### 玻璃栏板上不宜雕刻花纹。

### 玻璃栏板应考虑施工误差、温度、应力集中等对玻璃的影响。采用点支承结构时，玻璃栏板驳接头与玻璃之间应设置弹性材料的衬垫和衬套，衬垫和衬套的厚度不宜小于1mm，且连接部位应可调节。

### 玻璃栏板采用两边支承时，玻璃嵌入量不应小于15mm；采用四边支承时，玻璃嵌入量不应小于12mm。

### 应根据栏杆、栏板的结构形式和固定条件，选择对应的结构分析模型进行相关构件的计算分析。当计算边界条件复杂时，应按最不利受力条件计算。

### 建筑防护栏杆与主体混凝土结构之间的连接宜采用预埋件。

### 建筑防护栏杆与钢结构采用螺栓连接时，主体结构应在连接处预留螺栓孔。

### 室外金属防护栏杆应进行防雷设计，并应符合现行国家标准《建筑物防雷设计规范》GB50057的有关规定。

## 照明设计

### 人行玻璃设施照明设计应满足现行国家标准《建筑照明设计标准》GB 50034和现行行业标准《城市道路照明设计标准》CJJ 45的相关规定。

### 人行玻璃设施照明设计应符合安全高效、节能、环保、维护方便的要求。

### 人行玻璃设施的照明设计应满足功能性照明要求，必要时设置景观照明。

### 人行玻璃设施的景观照明设计宜结合区间整体夜景效果，引导夜间公众活动。

### 安装在栏杆上的照明灯具应采用特低电压供电。

### 照明灯具及装置应可靠固定，在震动场所安装的灯具应采取防震措施；高空安装的灯具及装置应采取抗风措施；有坠落危险的灯具及其装置均应采取独立有效的防坠落设计。

### 应根据工程特点、系统规模、负荷性质、用电量、电源条件、电网发展规划，合理确定外部电源、自备应急电源的供配电系统方案。

### 照明设施应符合下列要求：

1 需要时可设置景观照明，但必须服从功能性照明的要求，不得影响工程结构的完整性、耐久性及养护维修；

2 反光灯照明的设计不应影响交通车辆和水上航行；

3 桥与行人距离较近时，其夜景照明很容易产生眩光，应在设计上予以充分的考虑；

4 各通道及室内应设置照明系统；

5 照明设施宜采用集中控制，并按建筑使用条件和天然采光状况采取分区、分组控制措施。

### 根据航空管理的要求，必要时应根据现行《航空障碍灯》MH/T 6012设置航空障碍标志灯。

### 有通航要求时，应根据现行《内河助航标志》GB 5863和《内河航标技术规范》JTS/T 181设置航道灯。

## 其他

### 附属设施必须符合应急疏散及服务功能要求。

### 有条件时玻璃平台、玻璃栈道可考虑设置无障碍设施。

### 应按相关要求设置标示、路线指示牌和应急疏散设施等。

1 有通航要求时，通航孔处应按航道部门要求和现行《内河助航标志》GB 5863设置桥涵标、导航装置；

2 属于旅游娱乐场所的人行玻璃设施，应配置内部管理用信息系统和面向旅游者的信息公告服务系统。信息服务设施至少应包括：电子显示导览屏、公共广播、引导标牌、安全标志和设施服务安全提示牌等。各种标志、图形符号应符合国家标准《安全标志及其使用导则》GB 2894，《标志用公共信息图形符号》GB/T 10001，《消防安全标志》GB 13495，《消防安全标志设置要求》GB 15630和《公共信息导向系统要素的设计原则与要求》GB/T 20501的要求。

### 可根据需要设置下列检修设施：

1 在索塔设置爬梯、塔顶设置检修平台；

2 在锚锭处设置检修通道、检修门等；

3 需借助墩顶作为检修平台时，桥墩应根据需要设置安全设施。

### 检修通道及工作平台应设置安全护栏。

### 消防设施的安装应符合《消防设施通用规范》GB55036的要求，及其他国家现行有关标准的规定。

### 属于旅游娱乐场所的人行玻璃设施，按《旅游区（点）质量等级的划分与评定》GB/T 17775要求，通讯设施应能保证接收移动电话信号。

### 位于桥面上的拉索、吊杆、拱肋等受力构件应设置必要的防撞保护设施。

### 人行玻璃设施在跨越道路、游乐场等人员活动的区域应设置防抛网或其它安全设施。

### 应根据人行玻璃设施的位置特点和需求选择合适的排水措施，桥面宜设置纵坡和横坡，最小纵坡不宜小于0.5%，最小横坡值可采用1%。桥面排水无特殊要求可采用自然排水方式，有要求宜通过横向、纵向排水管收集后导入落水管。

### 人行玻璃设施防雷设计，应优先利用其自然构件（例如，互联钢筋、金属钢架、金属体等）作外部防雷装置（LPS），当无法利用其自然构件的，应专门设置LPS进行防雷保护。易受直接雷击部位应设置接闪器。

# 施工与验收

## 一般规定

### 施工单位应具备相应的施工资质。

（条文说明：人行玻璃桥施工应具有桥梁专业施工相应资质，玻璃平台、栈道应符合住建部发布的相关资质要求。）

### 施工单位应建立健全质量和安全保证体系。

### 未实行监理的工程，建设单位应履行监理职责。

### 施工前，施工单位应编制施工组织设计或专项施工方案。对于危大工程，施工单位应编制专项方案，必要时还应组织专家进行论证。

### （条文说明：危大工程参考《危险性较大的分部分项工程安全管理规定》（住建部37号部令）执行，由施工单位技术负责人审核签字、加盖单位公章，并由总监理工程师审查签字、加盖执业印章后方可实施。）

### 施工单位应按照经过审批的设计文件进行施工，发生设计变更及工程洽商应按国家现行有关规定程序办理设计变更与工程洽商手续，并形成文件。严禁按未经批准的设计文件或设计变更进行施工。

### 施工单位应组织开展危险源辨识和评估，落实重大危险源的安全管理措施，并按要求组织应急救援演练。

（条文说明：施工单位应按照《中华人民共和国安全生产法》相关要求执行。）

### 施工现场应对自然危石进行清理，采取安全保护措施后方可进行施工、如需进行山体加固，应编制加固方案并组织专家进行论证。

### 施工现场质量管理可按《广东省市政基础设施工程竣工验收技术资料统一用表》的要求进行检查记录。

（条文说明：施工现场质量管理尚应按《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300等相关规范要求进行检查记录。）

### 施工过程中，应及时对结构线形及内力进行监控，确保符合设计要求。

### 施工前应根据人行玻璃设施的构造和施工特点，有计划地做好技术、劳动力、构件加工、特殊机械设备的设计制作和必要的试验等施工准备工作。

### 符合下列条件之一时，可按相关专业验收规范的规定调整抽样复验、试验数量，调整后的抽样复验、试验方案应由施工单位编制，并报相关单位审核确认。

1 同一项目中由相同施工单位施工的多个单位工程，使用同一生产厂家的同品种、同规格、同批次的材料、构配件、设备；

2 同一施工单位在现场加工的成品、半成品、构配件用于同一项目中的多个单位工程；

3 在同一项目中，针对同一抽样对象已有检验成果可以重复利用。

### 玻璃设施检验批主控项目和一般项目的质量控制参照现行《城市桥梁工程施工与质量验收规范》CJJ2 相关规定执行，地面玻璃的质量控制按主控项目执行。

## 基础

I 桩基础及承台

### 钻孔灌注桩施工前准备工作、成孔、清孔、钢筋笼吊装、混凝土灌注等施工应按《公路桥涵施工技术规范》JTG/T 3650、《城市桥梁工程施工与质量验收规范》CJJ 2、《建筑桩基技术规范》JGJ 94相关要求执行。

### 灌注水下混凝土过程中，发生断桩时，应会同设计、监理根据断桩情况研究处理措施。

### 在特殊条件下需人工挖孔时，应根据设计文件、水文地质条件、现场状况，编制专项施工方案。其护壁结构应经计算确定。施工中应采取防坠落、坍塌、缺氧和有毒、有害气体中毒的措施。

### 承台施工前应进行桩基等隐蔽工程的质量验收，桩顶的混凝土面应按水平施工缝的要求凿毛，桩头预留钢筋上的泥土及鳞锈等应清理干净。承台基底为软弱层时，应按设计要求采取措施避免在浇筑承台混凝土过程中产生不均匀沉降。中桩顶混凝土应按照环切法施工要求控制。

### 承台的钢筋和混凝土应在无水条件下进行施工，施工时应根据地质、地下水位和基坑内的积水等情况采取防水或排水的措施。应采取有效措施，使承台钢筋的混凝土保护层厚度符合设计规定。桩伸入承台的长度以及边桩外侧与承台边缘的净距应不小于设计规定值。

### 承台施工采用钢围堰作为挡水（土）设施时，应根据承台的结构特点、水文、地质和施工条件等因素确定围堰形式，并应对围堰进行专项设计。

### II 明挖基础

### 明挖地基施工前，应对基坑边坡的稳定性进行验算，基坑的开挖施工如需爆破，爆破作业的安全管理应符合现行国家标准《爆破安全规程》GB 6722的规定。

### 基础位于旱地上，且无地下水时，基坑顶面应设防止地面水流入基坑的设施。基坑顶有动荷载时，坑顶边与动荷载间应留有不小于1m宽的护道。遇不良的工程地质与水文地质时，应对相应部位采取加固措施。

### （条文说明：基坑受场地限制不能按规定放坡或土质松软、含水量较大基坑坡度不易保持时，应对坑壁采取支护措施。）

### 基础位于河、湖、浅滩中采用围堰进行施工时，施工前应对围堰进行施工设计，并应符合下列规定：

1. 围堰顶宜高出施工期间可能出现的最高水位（包括浪高）0.5m~0.7m；
2. 围堰应减少对现状河道通航、导流的影响。对河流断面被围堰压缩而引起的冲刷，应有防护措施；
3. 围堰应便于施工、维护及拆除。围堰材质不得对现况河道水质产生污染；
4. 围堰应严密，不得渗漏。

### 基坑开挖应符合下列规定：

1. 基坑宜安排在枯水或少雨季节开挖；
2. 在开挖过程中注意边坡岩质不均匀和地质突变的影响。施工过程中发现异常情况时，应立即停止施工并报监理工程师，采取应急措施；
3. 基底应避免超挖，严禁受水浸泡；
4. 槽边堆土时，堆土坡脚距基坑顶边线的距离不得小于1m，堆土高度不得大于1.5m；
5. 基坑挖至标高后应及时进行基础施工，不得长期暴露；
6. 对基坑开挖全过程应进行施工监测。通过对基坑周围的观测点进行周期性的监测。针对发现的不稳定因素，采取防范措施，以基坑监测结果指导基坑开挖施工。

### 基坑内地基承载力必须满足设计要求。基坑开挖完成后，应会同设计、勘探单位实地验槽，确认地基承载力满足设计要求。

### 当地基承载力不满足设计要求或出现超挖、被水浸泡现象时，应按设计要求处理，并在施工前结合现场情况，编制专项地基处理方案。

### III 沉井基础

### （条文说明：本节适用于钢筋混凝土沉井和钢沉井的施工，需下沉入土的双壁钢围堰、无底钢套箱围堰可参照执行。）

### 沉井施工前，应根据设计文件提供的工程地质和水文地质资料及现场的实际情况决定是否补充地质钻探，并应对洪汛、河床冲淤变化、通航及漂流物等进行调查，制定专项施工技术方案。需要在施工中度汛的沉井，应制定防护措施，保证安全。对水中特大沉井的施工，应在施工前进行河床冲淤变化和防护的数学模型分析计算，必要时应进行物理模型的模拟试验。

### 沉井下沉前，应对周边的堤防、建筑物和施工设备采取有效的防护措施，并应在下沉过程中，对其沉降及位移进行监测。

### 沉井制作位于浅水或可能被水淹没的岸滩上时，宜就地筑岛制作；位于无水的陆地时，若地基承载力满足设计要求，可就地整平夯实形成平台制作，地基承载力不足时应对地基采取加固措施；在地下水位较低的岸滩，若土质较好时，可在开挖后的基坑内制作。制作沉井的岛面、平台面和开挖基坑的坑底高程，应比施工期可能的最高水位（包括波浪影响）高出0.5m~0.7m；有流水时，应再适当加高。

### 沉井制作、浮运与就位、下沉与着床、基底检验与沉井封底应符合现行标准《公路桥涵施工技术规范》JTG/T F50的有关规定。

### IV 锚锭施工

### 锚锭工程施工应符合下列规定：

1. 基坑开挖完成后首先施工一层100mm厚的素混凝土垫层，作为锚锭基础的底模；
2. 大体积混凝土施工应符合现行国家标准《大体积混凝土施工规范》GB 50496和《混凝土结构工程施工规范》GB 50666的有关规定；
3. 型钢锚固体系中的钢构件应由工厂制作，现场应进行成品检验，确认符合设计要求；
4. 预应力锚固体系施工应符合现行标准《城市桥梁工程施工与质量验收规范》CJJ 2的有关要求。锚头应安装防护套，并注入保护性油脂。加工件应进行超声波或磁粉探伤检查，不应有设计不允许的裂纹；
5. 预埋件的（锚固体系）安装，采取加工定位钢支架的形式固定预埋索管，预埋索管与前后锚板焊接。前期可通过图纸计算出前后锚板或者索管的三维坐标值，再推导出定位支架的位置，通过安装定位支架来控制锚固系统的准确性。锚固系统安装完成后应进行复测，当存在偏差时，应按设计要求进行调整。

V 其它

### 锚杆（索）施工应符合下列规定：

1. 锚杆（索）施工前应对钢绞线、锚具、水泥、机械设备等进行检验；
2. 锚杆（索）施工中应对锚杆（索）位置，钻孔直径、长度及角度，锚杆（索）体长度，注浆配比、注浆压力及注浆量等进行检验；
3. 锚杆（索）应进行抗拔承载力检验，检验数量不宜少于锚杆（索）总数的5%，且同一土层中的锚杆检验数量不应少于3根；
4. 锚杆（索）的质量检验应符合下表5.2.18的规定。

表5.2.18 锚杆（索）质量检验标准

| 项目 | 序号 | 检查项目 | 允许值或允许偏差 | 检查方法 |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 单位 | 数值 |
| 主控项目 | 1 | 抗拔承载力 | 不小于设计值 | 抗拔试验 |
| 2 | 锚固体强度 | 不小于设计值 | 试块强度 |
| 3 | 预加力 | 不小于设计值 | 检查压力表读数 |
| 4 | 锚杆（索）长度 | 不小于设计值 | 用钢尺量 |
| 一般项目 | 1 | 钻孔孔位 | mm | ≤100 | 用钢尺量 |
| 2 | 锚杆直径 | 不小于设计值 | 用钢尺量 |
| 3 | 钻孔倾斜度 | ≤3o | 测斜角 |
| 4 | 水胶比（或水泥砂浆配比） | 设计值 | 实际用水量与水泥等胶凝材料的重量比（实际用水、水泥、砂的重量比） |
| 5 | 注浆量 | 不小于设计值 | 查看流量表 |
| 6 | 注浆压力 | 设计值 | 检查压力表读数 |
| 7 | 自由端套管长度 | mm | ±50mm | 用钢尺量 |

### 植筋施工及质量检验应符合《公路桥梁加固设计规范》JTG/T J22、《城市桥梁结构加固技术规程》CJJ/T 239相关规定。

## 主体结构

### I 索塔及墩柱

### 索塔施工应符合现行标准《公路桥涵施工技术规范》JTG/T3650的要求。

### 索塔施工时，应设置登高安全通道、安全网、临边护栏等安全防护装置。

### 索塔施工应选择天顶测距法等测量方法，测量方案编制、仪器选择和精度评价等应经过论证。

### 倾斜式索塔施工时，必须对各个施工阶段索塔的强度与变形进行计算，并及时设置相应的支撑结构。

### 塔顶钢框架的安装必须在索塔上横系梁施工完毕，且达到设计强度后方可进行。

### 索塔完工后，必须测定裸塔倾斜度、跨距和塔顶标高，作为主缆线形调整的依据。

### 索塔的施工方法宜根据结构特点、施工环境和设备能力等综合确定。索塔施工期间，宜设置必要的起重设备、工作电梯和安全通道。

### 混凝土索塔的施工应符合《公路桥涵施工技术规范》JTG/T 3650的相关规定。

### 钢锚梁的制造加工应符合《公路桥涵施工技术规范》JTG/T3650-2020第8章的规定；对分节段制造、安装、现场连接的钢锚梁，应在厂内进行试拼装。钢锚梁的安装施工应符合《公路桥涵施工技术规范》JTG/T 3650的相关规定。

### 钢锚箱的制造加工应符合《公路桥涵施工技术规范》JTG/T3650-2020第 8 章的规定，对分节段制造、安装、现场连接的钢锚箱，应在厂内进行试拼装，试拼装应符合《公路桥涵施工技术规范》JTG/T3650-2020第8.9节的规定。钢锚箱的安装施工应符合《公路桥涵施工技术规范》JTG/T 3650的相关规定。

### 钢索塔钢构件在工厂制造时应进行试拼装，试拼装合格后方可启运，并应根据不同的运输方式对钢构件进行必要的临时加固和保护。节段钢构件安装的吊点、导向件及临时匹配件宜在厂内制造时设置。钢索塔的施工应符合《公路桥涵施工技术规范》JTG/T 3650的相关规定。

### 桥台在施工前应在基础顶面测量放样出台身的纵横向轴线和内外轮廓线，其平面位置应准确。当台身较长需要设置沉降缝时，应在施工前确定其设置位置。

### 桥墩、桥台台身、盖梁、系梁和挡块等施工应符合现行《公路桥涵施工技术规范》JTGT 3650的相关规定。

（条文说明：

1 对高度小于40m的桥墩，其施工应符合《公路桥涵施工技术规范》JTGT 3650—2020第15.2.2条规定；

2 对高度大于等于40m的桥墩，其施工应符合《公路桥涵施工技术规范》JTGT 3650—2020第15.2.2、15.2.3条规定；

3 重力式桥台，其施工应符合《公路桥涵施工技术规范》JTGT 3650—2020第15.3.3条规定；

4 肋板式埋置式桥台，其施工应符合《公路桥涵施工技术规范》JTGT 3650—2020第15.3.4条规定；

5 组合式桥台，其施工应符合《公路桥涵施工技术规范》JTGT 3650—2020第15.3.6条规定；

6 桥墩墩身、桥台台身及盖梁等的预制安装施工应符合《公路桥涵施工技术规范》JTGT 3650—2020第15.4规定；

7 墩台帽、盖梁、系梁和挡块的现场浇筑施工符合《公路桥涵施工技术规范》JTGT 3650—2020第15.5规定。

II 索系统

### 缆索系统施工中，主缆索股牵引、索股线形调整、索力调整、紧缆、索鞍安装、索夹安装、吊索安装应符合《城市桥梁工程施工与质量验收规范》 CJJ 2的相关规定。

### 拉索系统施工中，拉索和锚具的制作和防护、拉索的架设、拉索的张拉应符合《城市桥梁工程施工与质量验收规范》CJJ 2的相关规定。施工过程中，必须对主梁各个施工阶段的拉索索力、主梁标高、塔梁内力以及索塔位移量等进行监测，并应及时将有关数据反馈给设计单位，分析确定下一施工阶段的拉索张拉量值和主梁线形、高程及索塔位移控制量值等，直至合龙。

### III 主梁施工

### 悬索桥主梁应符合下列规定：

1 主梁制作、安装施工应符合现行标准《城市桥梁工程施工与质量验收规范》CJJ 2的要求；

2 索夹、吊索安装完毕，并完成各项吊装设备安装及检查工作后，方可安装主梁；

3 主梁安装宜从中跨跨中对称向索塔方向进行；

4 吊装过程中应观察索塔变位情况，应根据设计要求和实测塔顶位移量分阶段调整索鞍偏移量；

5 安装合龙段前，必须根据实际的合龙长度，对合龙段长度进行修正。

### 斜拉桥主梁应符合下列规定：

1 钢梁应由具有相应资质的企业制造，并应符合现行国家标准《铁路钢桥制造规范》Q/CR 9211的规定；

2 钢结构工程施工应符合现行标准《钢结构工程施工规范》GB 507552和《城市桥梁工程施工与质量验收规范》CJJ 2的要求；

3 钢梁安装应符合下列规定：

1）索夹、吊索安装完毕，并完成各项吊装设备安装及检查工作，钢梁方可适时运输与吊装；

2）吊装前必须进行试吊；

3）钢梁安装应符合下列要求：

a 吊装必须符合高空作业及水上作业的安全规定。

b 钢梁安装宜从中跨跨中对称地向索塔方向进行。

c 吊装过程中应观察索塔变位情况，宜根据设计要求和实测塔顶位移量分阶段调整索鞍偏移量。

d 安装时，应避免相邻梁段发生碰撞。

e 安装合龙段前，必须根据实际的合龙长度，对合龙段长度进行修正。

4现场焊接除符合现行标准《钢结构工程施工规范》GB 50755《钢结构焊接规范》GB 50661和《城市桥梁工程施工与质量验收规范》CJJ 2的要求外，尚应符合下列要求：

1）安装时应有足够数量和强度的固定点。当焊缝形成并具有足够的刚度和强度时，方能解除安装固定点；

2）焊接接头应进行100%的超声波探伤，并应抽取30%进行射线检查，当有一片不合格时，应对该接头进行100%的射线检查；

3）加劲肋的纵向对接接缝可只做超声波探伤。

IV 地面玻璃

### 施工质量控制应符合下列规定：

1 主要材料、半成品、成品构配件、器具和设备应进行进场检验。凡涉及安全、节能环境保护和主要使用功能的重要材料、产品，应按各专业工程施工规范、验收规范和设计文件等规定进行复验，并应经监理工程师检查认可；

2 各施工工序应按施工技术标准进行质量控制，每道施工工序完成后，经施工单位自检符合规定后，才能进行下道工序施工，各专业工种之间的相关工序应进行交接检验，并应记录。

### 夹层玻璃、点支承玻璃的加工精度应符合下列规定：

1 夹层玻璃的尺寸允许偏差应符合表5.3.19-1的规定。

表5.3.19-1 夹层玻璃的尺寸允许偏差（mm）

|  |  |
| --- | --- |
| 项目 | 允许偏差 |
| 边长 | *L*≤2000 | ±2.0 |
| *L*>2000 | ±2.5 |
| 对角线差 | *L*≤2000 | ≤2.5 |
| *L>*2000 | ≤3.5 |
| 叠差 | *L*<1000 | ±2.0 |
| 1000≤*L*<2000 | ±3.0 |
| 2000≤*L*<4000 | ±4.0 |

2 点支承玻璃孔及形位尺寸允许偏差应符合表5.3.19-2的规定。

表5.3.19-2 点支承玻璃孔及形位的尺寸允许偏差

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 项目 | 钻孔位置 | 孔距 | 孔轴与玻璃平面垂直度 |
| 允许偏差 | ±0.8mm | ±1.0mm | ±12′ |

### 玻璃结构工程施工应符合现行标准《建筑玻璃应用技术规程》JGJ 113的要求，并应符合下列规定：

1 进场材料必须符合质量要求，不得有设计不允许的瑕疵；

2 安装尺寸误差应符合相关标准规定，严禁强力组装；

3 玻璃安装完毕后应采取保护措施。

### 夹层玻璃的最小装配尺寸应符合表5.3.21与图5.3.21的规定。

表5.3.21 夹层玻璃的最小装配尺寸(mm)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 玻璃公称厚度 | 前部余隙和后部余隙a | 嵌入深度b | 边缘间隙c |
| 密封胶 | 胶条 |
| 3~6 | 3 | 3 | 8 | 4 |
| 8~10 | 5 | 3.5 | 10 | 5 |
| 12~19 | 4 | 12 | 8 |

注：表中前部余隙和后部余隙a、嵌入深度b和边缘间隙c见图5.3.21。



图5.3.21 玻璃安装尺寸

注：凹槽宽度应等于前部余隙、玻璃公称厚度和后部余隙之和。凹槽的深度应等于边缘间隙和嵌入深度之和。

### 玻璃安装材料应与接触材料相容，安装材料的选用，应通过相容性试验确定。

### 支承块的尺寸应符合下列规定：

1 每块最小长度不得小于50mm；

2 宽度应等于玻璃的公称厚度加上前部余隙和后部余隙；

3 厚度应等于边缘间隙。

### 定位块的尺寸应符合下列规定：

1 长度不应小于25mm；

2 宽度应等于玻璃的厚度加上前部余隙和后部余隙；

3 厚度应等于边缘间隙。

### 支承块与定位块的位置应符合下列规定（见图5.3.25）：

采用固定安装方式时，支承块和定位块的安装位置应距离槽角为（1/10～1/4）边长位置之间；采用可开启安装方式时，支承块和定位块的安装位置距槽角不应小于30mm。当安装在窗框架上的铰链位于槽角部30mm和距槽角1/4边长点之间时，支承块和定位块的安装位置应与铰链安装的位置一致；支承块、定位块不得堵塞泄水孔。



图5.3.25 支承块和定位块安装位置

L—定位块； 2—玻璃； 3—框架； 4—支承块

### 弹性止动片的尺寸应符合下列规定：

1 长度不应小于25mm；

2 高度应比凹槽深度小3mm；

3 厚度应等于前部余隙或后部余隙。

### 弹性止动片位置应符合下列规定：

弹性止动片应安装在玻璃相对的两侧，弹性止动片之间的间距不应大于300mm；弹性止动片安装的位置不应与支承块和定位块的位置相同。

### 密封胶、胶条材料的应用应符合现行《建筑玻璃应用技术规程》JGJ 113的相关规定。

### 玻璃的四边应留有间隙，框架允许水平变形量应大于因结构变形引起的框架变形量。

### 框架允许水平变形量应按下式计算：

 （5.3.30）

式中： ——框架允许水平变形量(mm)；

d——玻璃与框架纵向间隙(mm)；

c——玻璃与框架横向间隙(mm)；

H——框架槽内高度(mm)；

W——框架槽内宽度(mm)；

S——误差，可取2mm～3mm。

### 玻璃安装采用的密封胶的位移能力级别不应小于20HM。

## 附属设施

### I 栏杆

### 防护栏杆加工制作前应对已建主体结构进行复测。

### 防护栏杆加工应符合设计图纸要求。

### 防护栏杆产品加工精度应符合现行国家标准《一般公差未注公差的线性和角度尺寸的公差》GB/T 1804、《形状和位置公差未注公差值》GB/T 1184的相关规定。

### 防护栏杆加工制作件应无毛刺、尖锐角、锐边、倒钩等现象，冷弯加工后的扶手金属构件表面应光滑，不得有皱褶、凹凸、裂纹。

### 防护栏杆立柱加工精度应符合下列规定：

1 立柱高度允许偏差应为0mm~+2.0mm；

2 底板垂直度允许偏差应为±1°；

3 立柱支承玻璃栏板的夹具距离允许偏差应为±0.5mm；垫圈直径允许偏差应为-0.3mm~0mm；

4 栏杆开孔位置允许偏差应为±0.5mm。

### 防护栏杆钢构件的加工应符合下列规定：

1 立柱板加工之前应进行校直调整；

2 沉头螺钉的沉孔尺寸允许偏差应符合现行国家标准《紧固件沉头螺钉用沉孔》GB/T 152.2的规定；

3 圆柱头螺栓的沉孔尺寸允许偏差应符合现行国家标准《紧固件圆柱头用沉孔》GB/T 152.3的规定；

4 螺丝孔的加工应符合设计要求。

### 钢材的焊接应符合现行国家标准《钢结构焊接规范》GB 50661的相关规定。

### 钢结构工程施工应符合现行国家标准《钢结构工程施工规范》GB 50755和《城市桥梁工程施工与质量验收规范》CJJ 2的要求。

### 进场安装的防护栏杆构件及附件的材料品种、规格、色泽和性能，应符合设计要求。防护栏杆构件安装前应进行检验，不合格的构件不得安装使用。

### 防护栏杆的安装施工应有施工方案。

### 在防护栏杆安装施工前，安装施工单位应会同相关单位检查现场情况，确认现场具备防护栏杆施工条件。

### 应检查主体结构施工偏差、预埋件安装位置或预留槽口尺寸和位置是否符合设计要求。当安装预埋件或预留槽口不满足设计要求时，应采取补救措施；主体结构未埋设预埋件或预留槽口时，应重新设计连接方案。补救措施及新设计方案应经原设计单位审查认可。

### 防护栏杆施工应按各工序技术控制标准执行，每道工序完成后，应进行检查。未经检查认可，不得进行下道工序施工。隐蔽工程应有隐蔽工程验收记录。

### 防护栏杆的施工测量应符合下列规定：

防护栏杆分格轴线的测量应与主体结构测量相配合；

应对安装防护栏杆的主体结构层间进出位置进行测量、监控；

应定期对防护栏杆的安装定位基准进行校核。

### 防护栏杆安装过程中，应及时对半成品、成品进行保护；在构件存放、搬运、安装时应轻拿轻放，不得碰撞、损坏和污染构件；对型材、玻璃等构件的表面应采取保护措施。

### 焊接作业时，应采取保护措施防止焊渣溅落在支承构件和玻璃表面上。

### 防护栏杆与不同金属防雷连接件间应采取措施防止双金属产生电化学腐蚀。

### 防护栏杆安装完毕后，应对防护栏杆所有连接件的安装质量、空心构件装饰封盖的安装情况进行全面检查，并应将附着在防护栏杆构件上的杂物清理干净。

### 不锈钢构件及饰件的连接焊接应采用不锈钢焊条氩弧焊，焊缝长度、高度应满足设计要求，且应打磨毛刺，表面处理成发纹或抛光面；不锈钢构件及饰件的螺栓连接应采用不锈钢螺栓。

### 钢管扶手端部应采用可靠的措施封闭。

### 薄壁截面焊接处附近的铁锈、污垢和积水应清除干净，焊条应烘干，并不得在非焊缝处的构件表面起弧或灭弧。

### 防护栏杆主要受力构件采用螺栓连接时，螺栓应紧固，并应有防松脱措施，外露螺纹长度不应少于2倍螺距。热浸镀锌闭合截面钢构件主节点连接宜采用栓接或铆接。

### 防护栏杆钢构件的表面处理、除锈和涂刷防锈底漆宜在安装前完成，焊缝两侧各50mm可暂不涂装；埋入混凝土或砂浆内的构件，防锈底漆应涂刷至埋设界面以下30mm~50mm。面漆涂装前应进行二次表面处理和底漆补涂。

### 玻璃栏板安装时，支承块或定位块材质、规格、数量和位置应符合设计要求。玻璃与金属件不得直接接触。

### 扶手焊接安装时，应用挡板对玻璃进行防护。

### 点支承玻璃栏板驳接头与玻璃之间的衬垫和衬套均应安装到位。

### 点支承玻璃栏板爪件安装的允许偏差应符合现行行业标准《玻璃幕墙工程技术规范》JGJ 102的有关规定。

### 框支承玻璃防护栏杆的安装应符合下列规定：

1 玻璃槽口应使用密封胶或密封胶条充填密实；

2 有槽口的构件底部宜设置排水孔等防止腔内积水的措施。

### 安装在易于受到人体或物体碰撞部位的玻璃，应采取保护措施。保护措施应视易发生碰撞的玻璃所处的具体部位不同，分别采取警示（在视线高度设醒目标志）或防碰撞设施（设置护栏）等。对于碰撞后可能发生高处人体或玻璃坠落的情况，必须采用可靠的护栏。

### II 防雷

### 防雷产品应符合《建筑物防雷工程施工与质量验收规范》GB 50601的规定，并应通过相关法定机构检验和备案。施工人员﹑资质和计量器具应符合《建筑物防雷工程施工与质量验收规范》GB 50601的规定。

### 接闪器的敷设应符合现行《桥梁防雷技术规范》GB/T31067的相关要求

### 引下线的敷设应符合现行《建筑物防雷工程施工与质量验收规范》GB 50601的相关规定。

### 接地装置的敷设应符合现行《建筑物防雷装置检测技术规范》GB/T 21431、《桥梁防雷技术规范》GB/T31067和《建筑物防雷工程施工与质量验收规范》GB 50601的相关规定。

### 防雷等电位连接的敷设应符合现行《桥梁防雷技术规范》GB/T31067的相关规定。

### 系统防雷与接地应符合现行国家标准《安全防范工程技术规范》GB 50348的相关规定。室外架设的设备及立杆应良好接地，其接地电阻不得大于10Ω。为防止电磁感应，沿杆引上摄像机的电源线和信号线应穿金属管屏蔽。室外安装的摄像机连接电缆宜采取防雷措施。

### III 电气工程

### 杆（柱）式照明灯具应符合下列要求：

1 设施上灯杆（柱）必须与结构连接牢固，其承载力应符合设计要求；

2 照明设施安装允许偏差应符合表5.4.36的规定：

表5.4.36 照明设施安装允许偏差

| 项目 | 允许偏差（mm） | 检验频率 | 检验方法 |
| --- | --- | --- | --- |
| 范围 | 点数 |
| 灯杆高度 | +40 | 每杆（柱） | 1 | 用水准仪测量 |
| 灯杆（柱）竖直度 | H/500 | 用钢尺量 |
| 平面位置 | 纵向 | 20 | 用经纬仪测量 |
| 横向 | 10 | 经纬仪放线，用钢尺量 |

注：表中H为灯杆高度。

3 灯杆（柱）的电气装置及其接地装置必须符合设计要求，并符合相关的国家现行标准；

4 灯具内各种接线端子不得超过两个线头，线头弯曲方向，应按顺时针方向并压在两垫圈之间。当采用多股导线接线时，多股导线不能散股；

5 各种螺栓紧固，宜加垫片和防松装置。紧固后螺丝露出螺母不得少于两个螺距，最多不宜超过5个螺距；

6 灯杆、灯臀、抱箍、螺栓、压板等金属构件应满足防腐要求，防腐质量应符合国家现行标准的相关规定。

### 安全防范系统的安装应符合《安全防范工程通用规范》GB 5502的要求及其他国家现行有关标准的规定。

1 摄像机应有稳定牢固的支架：摄像机应设置在监视目标区域附近不易受外界损伤的位置，设置位置不应影响现场设备运行和人员正常活动，同时保证摄像机的视野范围满足监视的要求；

2 摄像机设置的高度，室内距地面不宜低于2.5m；室外距地面不宜低于3.5m。室外如采用立杆安装，立杆的强度和稳定度应满足摄像机的使用要求。

（条文说明：由于视频安防监控系统的前端设备安装在高处（有些在户外），雷电易通过这些设备（摄像机、解码驱动盒等）引入，不但易击毁设备，也可能造成人身伤害，所以应将防雷措施列为重点考虑的问题。）

## 工程验收

### 人行玻璃设施施工质量验收应符合以下规定：

1. 工程质量验收均应在施工单位自检合格的基础上进行；
2. 参加人行玻璃设施工程质量验收的各方人员应具备相应的资格；
3. 检验批的质量应按主控项目和一般项目验收；
4. 对涉及结构安全、节能、环境保护和主要使用功能的试块、 试件及材料，应在进场时或施工中按规定进行见证检验；
5. 隐蔽工程在隐蔽前应由施工单位通知监理单位进行验收， 并应形成验收文件，验收合格后方可继续施工；
6. 对涉及结构安全、节能、环境保护和使用功能的重要分部 工程，应在验收前按规定进行抽样检验；
7. 工程的观感质量应由验收人员现场检查，并应共同确认。

### 人行玻璃设施施工质量验收合格应符合下列规定：

1. 符合工程勘察、设计文件的要求；
2. 符合本标准和相关专业验收标准规范的规定。

### 工程质量验收的划分应符合下列规定：

1. 施工前，应由施工单位制定单位工程、分部工程、分项工程和检验批的划分方案，并应由监理单位或建设单位审核通过后实施；
2. 分部工程、分项工程和检验批应按下列原则划分：

（1）分部工程可按专业性质、工程部位确定；

（2）当分部工程较大或较复杂时，可按材料种类、施工特点、施工程序、专业系统及类别将分部工程划分为若干子分部工程；

（3）分项工程可按主要工种、材料、施工工艺、设备类别进行划分；

（4）检验批可根据施工、质量控制和专业验收的需要，按工程量、施工段、变形缝进行划分。

（条文说明：人行玻璃设施的分部（子分部）工程、分项工程划分宜按现行标准《建筑与市政工程施工质量控制通用规范》GB 55032-2022附录C执行。）

### 工程质量验收应符合下列规定：

1 工程质量验收除应执行本标准规定外，尚应符合现行标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB50300 及《建筑与市政工程施工质量控制通用规范》GB 55032的有关规定，以及相关专业验收规范的规定；

2 工程采用的主要材料、半成品、成品、构配件、器具和设备应按相关专业质量标准进行验收和按规定进行复验，并经监理工程师检查认可。凡涉及结构安全和使用功能的，监理工程师应按规定进行见证取样检测并确认合格；

3 各分项工程完成后应进行自检、交接检验，并形成文件。经监理工程师检查签认后，方可进行下一个分项工程施工；

4 隐蔽工程在隐蔽前，应由施工单位通知监理工程师和相关单位进行隐蔽验收，确认合格后，形成隐蔽验收文件；

5 检验批合格质量应符合下列规定：

1）主控项目的质量经抽样检验应全部合格；

2）一般项目的质量应符合国家现行相关标准的规定；

3） 应具有完整的施工操作依据、质量验收记录。

6 分项工程质量验收合格应符合下列规定：

1）所含检验批的质量应验收合格；

2）所含检验批的质量验收记录应完整、真实。

7 分部工程质量验收合格应符合下列规定：

1）所含分项工程的质量应验收合格；

2）质量控制资料应完整、真实；

3）有关安全、节能、环境保护和主要使用功能的抽样检验结果应符合相应规定；

4）观感质量应符合要求。

8 单位工程质量验收合格应符合下列规定：

1）所含分部工程的质量应全部验收合格；

2）质量控制资料应完整、真实；

3）所含分部工程中有关安全、节能、环境保护和主要使用功能的检验资料应完整；

4）主要使用功能的抽查结果应符合国家现行强制性工程建设规范的规定；

5）观感质量应符合要求。

### 验收后的人行玻璃设施工程，应结构坚固、表面平整、线条流畅、轮廓清晰，满足城市或景区景观要求。

### 工程质量验收程序和组织应符合下列规定：

1. 隐蔽工程由专业监理工程师负责验收；
2. 检验批应由专业监理工程师组织施工单位项目专业质量检查员、专业工长等进行验收；
3. 分项工程应由专业监理工程师组织施工单位项目专业技术负责人等进行验收。关键分项工程及重要部位应由建设单位项目负责人组织总监理工程师、专业监理工程师、施工单位项目负责人和技术质量负责人、设计单位专业设计人员等进行验收；
4. 分部工程应由总监理工程师组织专业监理工程师、施工单位项目负责人和项目技术质量负责人等进行验收。勘察、设计单位项目负责人和施工单位技术、质量部门负责人应参加地基与基础分部工程的验收。设计单位项目负责人和施工单位技术、质量部门负责人应参加主体结构工程的验收；
5. 单位工程中的分包工程完工后，分包单位应对所承包的工程项目进行自检，并应按本标准规定的程序进行验收。验收时，总包单位应派人参加。分包单位应将所分包工程的质量控制资料整理完整，并移交给总包单位；
6. 单位工程完工后，施工单位应组织有关人员进行自检。总监理工程师应组织各专业监理工程师对工程质量进行竣工预验收。存在施工质量问题时，应由施工单位整改。整改完毕后，由建设单位项目负责人组织建设单位项目技术质量负责人、有关专业设计人员、总监理工程师和专业监理工程师、施工单位项目负责人参加工程验收；
7. 工程竣工验收应由建设单位组织验收组进行。验收组应由建设、勘察、设计、施工、监理与设施管理等单位的有关负责人组成，亦可邀请有关方面专家参加。工程竣工验收应在各分项工程、分部工程、单位工程质量验收均合格后进行。对于桥梁工程当设计规定进行桥梁功能、荷载试验时，必须在荷载试验完成后进行；
8. 工程竣工验收时可抽检单位工程的质量情况。

### 当人行玻璃设施施工质量不符合要求时，应按下列规定处理：

1. 经返工或返修的检验批，应重新进行验收；
2. 经有资质的检测机构检测能够达到设计要求的检验批，应予以验收；
3. 经有资质的检测机构检测达不到设计要求；但经原设计单位核算认可能够满足安全和使用功能的检验批，应予以验收；
4. 经返修或加固处理的分项、分部工程，确认能够满足安全及使用功能要求时，应按技术处理方案和协商文件的要求予以验收。

### 经返修或加固处理仍不能满足安全或重要使用要求的分部工程及单位工程，严禁验收。

### 工程质量控制资料应齐全完整。当部分资料缺失时，应委托有资质的检测机构按有关标准进行相应的实体检验或抽样试验。

### 工程质量控制资料用表可参照现行《广东省市政基础设施工程统一用表》执行。

### 工程竣工验收时，应提供下列文件和记录：

1. 工程开工、竣工报告及批复文件；
2. 工程设计变更文件、竣工图纸及相关设计文件；
3. 施工现场质量管理检查记录；
4. 工程施工总结；
5. 有关工程质量控制资料核查记录；
6. 有关安全及功能的检验和见证检测项目检查记录；
7. 有关观感质量检验项目检查记录；
8. 单位工程质量验收记录；
9. 单位工程所含各分部工程质量验收记录；
10. 分部工程所含各分项工程质量验收记录；
11. 分项工程所含各检验批质量验收记录；
12. 强制性条文检验项目检查记录及证明文件；
13. 隐蔽工程检验项目检查验收记录；
14. 原材料、成品质量合格证明文件、中文标志及性能检测报告；
15. 不合格项的处理记录及验收记录；
16. 重大质量、技术问题实施方案及验收记录；
17. 其他有关文件和记录。

# **检测监测**

## 一般规定

### 玻璃设施检测包括外观检测、结构实体检测、专项检测和结构监测。

### 当遇到下列情况之一时，应进行玻璃设施检测：

**1** 新建、改扩建的玻璃设施竣工验收前；

**2** 施工或验收过程中发现工程质量问题的玻璃设施；

**3** 玻璃设施采用新技术或新工艺，相关技术指标或参数在相应标准中未作规定的情况；

**4** 日常或定期检查发现存在质量问题（不包括易修复问题）；

**5** 其他需要进行工程质量检测的情况。

### 玻璃设施检测应包括下列内容：

**1** 了解玻璃设施初始状态，记录玻璃设施当前状况；

**2** 了解人流量的改变给设施运行带来的影响；

**3** 跟踪结构与材料的使用性能变化；

**4** 为玻璃设施状况评估提供相关信息，对玻璃设施当前及未来的人流量、荷载、承载能力及耐久性进行评估；

**5** 提供养护维修建议。

### 玻璃设施检测工作中，资料收集和现场情况调查应符合现行《城市桥梁检测技术标准》3.1.5条的相关要求。

### 玻璃设施检测应结合玻璃设施的工程概况、委托要求与现场条件，编制相应的检测方案。检测方案应符合现行《城市桥梁检测技术标准》3.1.6条的相关要求。

### 玻璃设施的检测评定工作应按以下程序开展：

**1** 检测机构受理委托；

**2** 进行初始调查、现场查勘和资料收集；

**3** 编制检测方案并经委托方确认；

**4** 竣工图纸、计算书、工程质量等资料检查；

**5** 现场检查与检测；

**6** 玻璃设施结构承载力验算（根据需要）；

**7** 给出玻璃设施结构的检测评定结论；

**8** 提出处理意见，出具检测评定报告。

### 人行玻璃设施设置结构监测的监控设施应统一规划设计，协调管理。

### 结构监测应明确其目的和功能，未经监测实施单位许可不得改变监测点或损坏传感器、电缆、采集仪等监测设备。

## 外观检测

### 外观检测应根据结构类型确定检测的内容，并进行技术状况评定。

### 玻璃设施外观检测应按下列顺序进行：

1. 核对设施档案的相关数据；
2. 对设施各构件外观进行详细的检查，记录发现病害的部位、类型、性质、范围、数量和程度等；
3. 评定设施技术状况；
4. 针对病害提出建议。

### 外观检测宜以目测为主，并配备必要的量测仪器和设备，应符合下列要求：

**1** 外观检测内容按现行标准《城市桥梁检测技术标准》DBJ/T 15-87的规定执行，应包括下列内容：

**1**）地面结构：地面玻璃、伸缩装置、护栏、排水设施、玻璃胶、搭板、防护网等；

**2**）上部结构：索塔、主梁、主桁架或拱圈，主缆，吊索，索夹，索鞍，锚具，拱上立墙、侧墙，各类构件、连接件等；

**3**）下部结构：墩台、盖梁、锚锭、支座、锥坡、挡墙、护坡等；

4）附属设施：防雷装置、照明设施、指示牌和应急疏散设施等。

**2** 玻璃面板不应有肉眼可见的气泡、杂质、裂纹等缺陷，划伤应符合相关产品标准要求；密封胶胶缝应均匀、饱满、无空隙；支承龙骨不应存有锈蚀、开裂破损、弯曲或扭曲变形情况；连接焊缝不应有裂纹、未焊透、未熔合、夹渣等缺陷；螺栓不应有脱落或松动、缺失等情况。

### 外观检测应由具有相应资质和能力的专业检测机构进行。

### 玻璃设施外观检测应对结构完好状态进行评定，宜分为下列2个等级：

合格级——设施结构完好或结构构件有损伤，但不影响设施安全，应进行保养小修；

不合格级——设施结构构件有损伤，影响结构安全，应立即修复。

### 玻璃设施技术状况评定应按《城市桥梁检测技术标准》DBJ/T 15-87第4章中I类养护桥梁外观检测的技术状况评定的有关规定执行。

### 对玻璃设施外观检测中发现的难以判断损坏程度的构件，应提出进一步检测的建议；对损坏严重、危及安全的玻璃设施，应提出应急处置措施和加固改造措施的建议。

## 结构实体检测

### 玻璃设施结构实体检测应根据使用和养护要求，结合外观检测的结果，重点选择下列内容进行详细检测：

1. 构件材料强度；
2. 钢筋间距与保护层厚度；
3. 混凝土碳化深度；
4. 钢筋锈蚀状况；
5. 构件裂缝；
6. 索结构索力及内部损伤；
7. 钢结构焊缝探伤；
8. 构件缺损及耐久性；
9. 玻璃实体检测；
10. 支座和伸缩装置；
11. 附属设施；
12. 以上检测内容不能满足要求时，宜适当增加其他无损检测内容。

### 测试影响玻璃设施结构安全性、可靠性及耐久性的有关技术指标和参数宜采用无损检测方法。

### 几何参数检测应包括下列内容：

**1** 桥梁的跨径、宽度、净空、拱矢高；

**2** 结构构件的长度与截面尺寸；

**3** 桥面铺装厚度；

**4** 结构检算需采用的其他几何参数。

### 结构断面测量应符合下列规定：

**1** 玻璃桥单跨测量断面不得少于5个；

**2** 玻璃桥墩柱、索塔的测量断面不宜少于3个，截面突变处应布设测量断面。

### 结构线形与变位检测应按现行《城市桥梁检测与评定技术规程》CJJT 233规定的方法执行。

### 索塔基础变位检测应包括基础的沉降、位移和转角，测点不得少于4个。受冲刷或淤积影响的索塔基础，应检测冲刷深度或淤积高度。

### 构件材料强度检测应包括下列内容：

**1** 结构主要承重构件的材料强度宜采用无损检测方法检测；

**2** 钢材强度、混凝土强度应按现行《城市桥梁检测与评定技术规程》CJJT 233规定的方法执行；

**3** 玻璃强度检测应按现行《建筑用安全玻璃第2部分：钢化玻璃》GB 15763.2和《建筑用安全玻璃第3部分：钢化玻璃》GB 15763.3规定的方法执行；

**4** 钢构件钢材抗拉强度检测可采用下列方法：

**1）**钢材力学性能检测应优先采用在结构中切取试样直接试验的方法，若无法切取试样也可采用表面硬度法等非破损或者微破损法进行检测，宜按《建筑结构检测技术标准》GB/T 50344的规定执行；

**2**）当工程尚有与结构同批的钢材时，可以将其加工成试件，进行钢材力学性能检验；当工程没有与结构同批的钢材时，可在构件上截取试样。

**5** 钢筋混凝土碳化深度的检测，应按现行国家标准《混凝土结构现场检测技术标准》GB/T 50784的规定执行；

**6** 钢筋混凝土中钢筋锈蚀的检测应根据测试条件和要求选择剔凿检测法、电化学测定法或者综合分析判定法，电化学测定方法和综合分析方法判定方法宜配合剔凿检测进行验证。检测方法应按《建筑结构检测技术标准》GB/T 50344和《混凝土结构耐久性评定标准》CECS 220的规定执行。

### 钢筋间距与保护层厚度检测、混凝土碳化深度检测、钢筋锈蚀状况检测应按现行《城市桥梁检测技术标准》DBJ/T 15-87相关规定执行。

### 构件裂缝检测与评定

**1** 裂缝检测与评定应按现行《城市桥梁检测与评定技术规程》CJJT 233规定的方法执行；

**2** 混凝土构件裂缝检测包括裂缝表面特征和裂缝深度，检测数量宜为全数普查，特殊情况下也可采用随机抽样方式进行。裂缝表面特征检测应包含裂缝部位、长度、开展方向、起始点、裂缝表面宽度等并绘制裂缝分布图；裂缝深度宜按现行《混凝土结构现场检测技术标准》GB / T 50784和《超声法检测混凝土缺陷技术规程》CECS 21规定的方法进行检测，处于变化发展中的裂缝应进行监测；

**3** 钢构件裂缝检测应按《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205规定的方法执行。

### 拉索、吊索、系索索力检测、钢结构焊缝探伤检测应按《城市桥梁检测与评定技术规范》CJJT 233的规定执行。

### 构件缺损状况及耐久性的检测与评定应包括下列内容：

**1** 钢筋混凝土、钢结构构件缺损检测应按现行《城市桥梁检测与评定技术规程》CJJT 233规定的方法执行；

**2** 钢结构构件防腐、涂层厚度检测应按现行国家标准《钢结构现场检测技术标准》GB/T 50621的规定执行，抽检的构件数量及同一构件的测点数量不得低于现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205的规定；

**3** 钢结构连接包括焊接、螺栓(铆钉)连接、高强螺栓连接，现场检测应按《钢结构工程施工质量验收规范》GB50205的规定执行。

### 玻璃实体检测应包括玻璃厚度、接缝宽度、表面平整度，应符合本标准第4.5.14条。

### 采用玻璃构造测量仪检测玻璃构造，玻璃构造应符合设计要求。

### 对玻璃材料强度有质疑时可进行静载试验、动载试验、冲击试验。

### 采用玻璃应力测量仪检测玻璃构造及应力，应力值应符合设计要求。

### 玻璃设施的结构实体检测尚应按现行标准《城市桥梁检测技术标准》DBJ/T 15-87的规定执行。

### 支座和伸缩装置状况检测与评定应符合下列要求：

**1** 桥梁支座检测可采用外观检查方式，支座的型号和工作状态应符合设计的规定；

**2** 板式橡胶支座、盆式橡胶支座、钢支座和伸缩装置缺损检测与评定应按现行《城市桥梁检测与评定技术规程》CJJT 233规定的方法执行；

**3** 其他类型支座的缺损状况可按现行行业标准《城市桥梁养护技术规范》CJJ99和《公路桥梁技术状况评定标准》JTG/T H21的规定进行检测。

### 附属设施检测与评定应按《城市桥梁检测与评定技术规范》CJJT 233的规定执行。

### 检测报告基本内容、处理意见、建议和说明应按《城市桥梁检测与评定技术规范》CJJT 233的规定执行。

### 玻璃平台构件检测与评定尚应符合《建筑结构检测技术标准》及国家现行有关标准的规定。

### 玻璃设施支撑结构的各检测项目应符合现行国家标准《混凝土结构现场检测技术标准》GB/T 50784、《钢结构现场检测技术标准》GB/T 50621的要求。

### 玻璃栈道采用锚杆进行施工的节点连接，应对锚杆锚入岩体深度、锚固抗拉拔力进行检测，应符合设计文件要求及国家现行有关标准的规定。

## 专项检测

### 玻璃设施专项检测应包括下列内容：

**1** 对玻璃设施线形、主缆线形、墩柱沉降、索力等进行检测，宜采用表面测量、无损检测等方法；

**2** 对玻璃设施进行静力荷载试验、动力荷载试验；

**3** 对结构材料缺损状况、材料的退化程度和退化性质进行诊断，宜根据缺损的类型、位置和检测要求，采用表面测量、无损检测技术和局部取试样等方法，试样宜在有代表性构件的次要部位获取；

**4** 对结构整体性能、功能状况进行评估，可采用结构检算的方式，根据诊断的构件材料质量状况及其在结构中的实际功能对玻璃设施的承载能力、稳定性和刚度进行计算分析，必要时对桥梁进行荷载试验；

**5** 对玻璃桥的行人舒适度进行评价，可采用结构检算或测定玻璃桥振动参数的方式。

### 专项检测应由具有相应资质和能力的专业检测机构进行。

### 人行玻璃设施静力荷载试验见附件D。

### 玻璃设施静力荷载试验工况及测试内容尚应按现行标准《城市桥梁检测技术标准》DBJ/T 15-87的规定执行。

### 玻璃设施动力荷载试验内容应包括：结构的自振频率、阻尼比、振型，可根据需要可加测动挠度或动应变等动力参数，可采用有节奏行进的人群荷载等激励方式。具体见附件E。

### 针对不同的试验目的和桥型，测定自振频率的阶数可以不同，简支梁桥不宜少于1阶，连续梁桥、刚构桥和拱桥不宜少于3阶，悬索桥、斜拉桥不宜少于10阶。

### 玻璃设施的行人舒适性评价，应满足下列规定：

1. 结构竖向一阶自振频率不应小于3Hz；
2. 结构横向一阶自振频率不宜小于1.2Hz。

### 玻璃面板静载试验、疲劳试验应符合现行《悬空地板、踏步、步道及栈道玻璃》GB/T 38784-2020的要求。

### 栏杆荷载试验应符合下列规定：

**1** 栏杆荷载试验可采用水平推力试验或抗水平反复荷载性能检测，并应按现行标准《城市桥梁检测技术标准》DBJ/T 15-87的规定执行；

**2**抗垂直荷载性能试验应符合《建筑用玻璃与金属护栏》JG/T 342附录C的要求；

**3** 抗软、抗硬重物体撞击性能试验分别应符合《建筑用玻璃与金属护栏》JG/T 342附录D、E的要求；

**4** 抗风压性能静力模拟试验应符合《建筑用玻璃与金属护栏》JG/T 342附录F的要求。

## 结构监测

### 结构监测包括施工期间监测和运营期间监测。施工期间监测宜与量测、观测、检测及工程控制相结合；运营期间监测宜采用具备数据自动采集功能的监测系统进行。

### 监测前应根据各方的监测要求与设计文件明确监测目的，结合工程结构特点、现场及周边环境条件等因素，制定监测方案。

### 智能监测系统应满足结构的功能、使用环境、运营管理和能效等级等要求，并应实现设备运行安全、可靠、节能和环保。

### 人行玻璃设施结构的监测应满足现行国家标准《建筑与桥梁结构监测技术规范》GB 50982和现行团体标准《城市交通基础设施智能监测技术规范》T/CSPSTC 62的相关规定。

### 人行玻璃设施应设置基准点和永久控制监测点进行运营监测。永久控制点应在每年夏季和冬季各观测一次。当发生突发灾害时，应适当增加观测次数。

### 运营监测按照数据采集方式分为人工监测和自动化监测。

### 自动化监测所采用的数据分析软件应具有在线监测、统计分析、状态判别、报警以及硬件设备监控等功能，系统应运行稳定，具有可拓展性。

### 监测项目应设置永久控制监测点不应低于表6.5.8-1~6.5.8-3的规定。

表 6.5.8-1 玻璃桥永久控制监测点

| 编号 | 检测项目 | 监测点 |
| --- | --- | --- |
| 1 | 墩、台身、索塔锚锭的高程 | 墩、台身底部（距地面或常水位0.5m~ 2m内）墩台侧墙尾部顶面和锚锭的左右两侧各1点~2点 |
| 2 | 墩、台身、索塔倾斜度 | 墩、台身底部（距地面或常水位0.5m~2m内）左右两侧各2点 |
| 3 | 地面高程 | 玻璃桥沿行人走道两边，按跨中、L/4、支点等不少于5个位置（10个点），测点应固定于地面面板上 |
| 4 | 拱桥桥台、锚锭水平位移 | 在拱座、锚锭的左右两侧各1点 |
| 5 | 悬索桥主缆垂直位移和水平位移 | 在锚锭左右两侧各1点 |
| 6 | 斜拉桥拉索垂直位移和水平位移 | 在锚锭左右两侧各1点 |

注：1 L—每跨跨径，2 倾斜度测点应采用相距0.5m~ 1m的两点标记检测，3 左右两侧指垂直于玻璃桥纵轴线的两侧。

表 6.5.8-2 玻璃平台永久控制监测点

| 编号 | 检测项目 | 监测点 |
| --- | --- | --- |
| 1 | 墩、台身、索塔锚锭（如有）的高程 | 墩、台身底部(距地面或常水位0.5m~ 2m内)墩台侧墙尾部顶面和锚锭的左右两侧各1点~2点 |
| 2 | 墩、台身、索塔（如有）倾斜度 | 墩、台身底部(距地面或常水位0.5m~2m内)左右两侧各2点 |
| 3 | 地面高程 | 玻璃平台按四等分半径外切点不少于4个位置（8个点），测点应固定于地面面板上 |
| 4 | 平台、锚锭水平位移 | 在玻璃平台按四等分半径外切点各1点、锚锭的左右两侧各1点 |
| 5 | 斜拉索（如有）垂直位移和水平位移 | 在锚锭左右两侧各1点 |

注：1 L—每跨跨径，2 倾斜度测点应采用相距0.5m~ 1m的两点标记检测，3 左右两侧指垂直于玻璃桥纵轴线的两侧。

表 6.5.8-3 玻璃栈道永久控制监测点

| 编号 | 检测项目 | 监测点 |
| --- | --- | --- |
| 1 | 地面高程 | 玻璃栈道按两端点、L/2且每间隔50m设置1个点等不少于3个位置（3个点），测点应固定于地面面板上 |
| 2 | 地面面板水平位移 | 玻璃栈道按两端点、L/2且每间隔50m设置1个点等不少于3个位置（3个点），测点应固定于地面面板上 |

注：1 L—每跨跨径，2 倾斜度测点应采用相距0.5m~ 1m的两点标记检测，3 左右两侧指垂直于玻璃桥纵轴线的两侧。

### 永久控制监测点的设置应符合下列规定：

**1** 新建玻璃设施交付使用前，应设置永久控制监测点；

**2** 未设置永久控制监测点且已投入使用的玻璃设施，应及时补充设置；

**3** 改扩建、维修加固后的玻璃设施，应保持或重新设置相应的永久控制监测点；

**4** 玻璃设施的永久控制监测点应便于校验复测，且牢固可靠。

### 基准点宜建立相对独立的基准测量系统，必要时可与国家大地测量网联测。基准点的设置应符合现行国家标准《工程测量标准》GB 50026的规定。

### 除本标准第6.5.4条规定的永久性控制监测项目外，玻璃设施还应根据需要，在下列项目中选取合适的项目进行监测：

**1** 几何变形监测；

**2** 应力（应变）变化监测；

**3** 玻璃设施在运营荷载、振动、偶然等作用下的应力（应变）加速度等动态响应监测；

**4** 预应力变化监测；

**5** 温度变化监测；

**6** 行人荷载监测；

**7** 周围的环境监测；

**8** 其他必要的监测项目。

### 运营监测方案除应符合本标准第6.1.4条的规定外，尚宜包括下列内容：

**1** 监测点分布位置、数量、量测方法、监测频次、自动采样频率及采样时间；

**2** 监测仪器设备、数据传输方式、数据分析处理方法；

**3** 仪器设备和传输线路的现场保护措施。

### 玻璃设施运营监测可与施工监控的监测点和测量网络相协调，实现资源共享。

### 对于监测频次和采样频率要求高的监测项目，宜采用自动化监测。

### 自动化监测实施时应符合下列要求:

1 布设的传感器应结合自身特性，考虑外荷载、温度、收缩、徐变和松弛等因素的影响，必要时进行修正；

2 对于自动化监测系统，应考虑防水、防雷措施，配备应急电源。

### 运营监测数据分析与报告应按《城市桥梁检测技术标准》DBJ/T 15-87的规定执行。

### 下列工程结构的监测方案应进行专门论证：

### 1 主跨跨度大于等于100m的大跨人行玻璃桥、特大型玻璃平台、大型玻璃平台、大型玻璃栈道；

### 2 结构形式复杂的人行玻璃设施结构。

# **运维与管理**

## 一般规定

### 玻璃设施投入运营后，应由专业人员进行日常管理。日常管理单位应建立养护维修管理制度和技术档案管理制度。

### 玻璃设施养护档案应符合下列规定：

1 玻璃设施养护档案应以每座玻璃设施为单位建档；

2 养护档案应包括：技术资料，施工竣工资料，养护文件，巡查、检测、测试资料，地下构筑物、结构上架设管线等技术文件及相关资料；

3 养护档案管理的养护信息数据应进行动态更新和管理。

### 玻璃设施应制定突发事件及防治自然灾害应急预案，组建应急队伍，配备应急物资，并定期进行应急演练和不定期修编应急预案。

### 位于景区的玻璃设施配套的安全设施和管理应符合现行国家标准《旅游娱乐场所基础设施管理及服务规范》GB/T 26353和《旅游景区服务指南》GB/T 26355的规定。

### 玻璃设施运营期间应对设施及其附属设施进行日常巡查、定期检测、专项检测和运营监测，并应及时处理安全隐患。有条件的可采用自动化监测手段设点监控，随时掌握设施变形情况和中长期发展趋势。

### 当新建玻璃设施接收养护时，工程质量按现行行业标准《城市桥梁工程施工与质量验收规范》CJJ 2的相关规定执行，外观应完好，竣工文件应齐全，且应进行功能性检测后，方可接管。

### 玻璃设施外装饰和绿化不得影响玻璃设施检修保养和影响结构耐久性，不得危及玻璃设施、行人的安全。绿化不得覆盖玻璃设施梁体。

### 在玻璃设施上增加构筑物、风雨棚、盆栽绿化、广告牌、景观装饰物品、管线或警示标志牌等时，必须满足相关安全技术要求。

## 检查要求

### 玻璃设施运营期间检查周期应符合表7.2.1的规定。

表7.2.1 玻璃设施检查周期

| 检查类型 | 检查周期 |
| --- | --- |
| 日常巡查 | 每日巡检；玻璃设施遇恶劣天气、汛期、雨季、冰冻等特殊情况，加密巡检次数，特殊情况可设专人看护. |
| 定期检测 | 外观检测 | 外观检测周期应不超过半年，宜根据玻璃设施实际运营状况、结构类型和周边环境等适当增加检测频率。 |
| 结构实体检测 | 索力检测应每年一次，拉索保护层破损状况及钢丝锈蚀情况应3年一次，其它检测宜3年~5年一次。 |
| 专项检测 | ①动力、静力荷载试验应每4年1次，结构硅酮密封胶粘接性能检测应每4年一次。②玻璃设施遭受洪水冲刷、漂流物、船舶或车辆撞击、滑坡、地震、风灾、火灾、化学剂腐蚀等特殊灾害造成结构损伤。③定期检查中难以判明安全的玻璃设施或被评为不合格级的玻璃设施。④为提高或达到设计承载等级需进行修复加固的玻璃设施。⑤超过设计使用年限，需延长使用的玻璃设施。⑥定期检查发现加速退化的玻璃设施构件，需补充检测的玻璃设施。⑦玻璃设施投入使用达10年后，应对不同部位的结构硅酮密封胶进行粘接性能的抽样检查；此后每三年宜检查一次。 |

### 发生突发状况对设施造成损伤时，应立即开展相应检测。

### 日常巡查应对结构变异、玻璃设施及安全保护区域施工作业情况和地面结构、上部结构、下部结构、附属设施等状况进行日常巡检。

### 日常巡查应由经过培训的专职桥梁管理人员或有一定经验的工程技术人员负责。

### 日常巡查记录应定期整理归档，并提出评价意见。当巡检过程中发现设施明显损坏，影响行人安全时，应立即设置警示标志，及时向管理部门报告，并应采取相应维护措施。

### 日常巡查宜以目测检查为主，并配以简单工具进行，应符合下列要求：

1. 检查玻璃设施各结构的外观完好状态，主要检查内容应符合表7.2.6的规定。

表7.2.6 玻璃设施日常巡查要点

| 组成结构 | 部位 | 损坏类型 |
| --- | --- | --- |
| 地面结构 | 地面（桥面）铺装、地面衔接结构 | 平整性及裂缝、坑槽、积水、松动或变形、残缺、破损、透视度、表面磨损、污秽（原）；地面衔接结构沉陷等 |
| 玻璃接缝、伸缩装置 | 玻璃之间的接缝胶体、玻璃与主体结构连接部位胶体老化、脱落、破损；伸缩装置连接松动、异常变形、失效（原）、破损、脱落、漏水、阻塞等 |
| 防护设施 | 破损、缺失、露筋、锈蚀、断裂、松动、变形、脱漆（原）、污秽等 |
| 排水设施 | 泄水孔堵塞；排水设施缺损等 |
| 照明设施 | 供电设备、线路或照明系统损坏、老化等 |
| 防雷装置 | 防雷装置损坏，避雷系统失效等 |
| 其他附属设施 | 各类管线损坏，固定支架松动、缺失，玻璃胶垫或胶条老化、破损、开裂、外露等；标示标牌缺失、破损等 |
| 上部结构 | 主塔、主梁、悬挑系梁等主体结构（一般适用于玻璃桥） | 异常变化、锈蚀、开裂、缺陷、变形、沉降、位移等 |
| 主缆、拉索（吊杆）、索夹、索鞍、锚具、连接件等（玻璃桥、平台、栈道） | 异常变化、锈蚀、开裂、松动、断丝、移位、破损、位移等 |
| 螺栓、焊缝、防腐涂层（人行玻璃设施） | 松动、开裂、破损、锈蚀等 |
| （桁架）支撑结构（一般适用于玻璃平台） | ①混凝土结构裂缝、渗水、蜂窝、空洞、剥落、露筋锈蚀，整体龟裂，表面严重碳化。②梁（板）式结构的跨中、支点及桁架节点及其他重点部位的混凝土是否开裂、变形、缺损和露筋锈蚀。③梁体是否出现明显的位移、变形，梁段之间是否存在错位。 |
| 悬挑支撑结构（一般适用于玻璃栈道） | ①悬挑系梁：异常变化、缺陷、变形、沉降、位移等②螺栓、焊缝、防腐涂层：松动、开裂、破损、锈蚀等③其他构件：缺失、松动、开裂、破损、露筋、锈蚀等 |
| 其他构件（玻璃桥、平台、栈道） | 上部结构其他构件缺失、松动、开裂、破损、露筋、锈蚀等 |
| 下部结构 | 索塔、墩柱、墩台基础、锚锭等 | 锈蚀、开裂、缺损、变形、沉降、位移等 |
| 支座 | 移位、变形、脱空等 |
| 挡土墙、护坡、调治构造物等 | 开裂、破损、塌陷、倾斜、异常变形等 |
| 玻璃设施保护区域内施工、岩体稳定性及岩体上附着物情况、其他危及行人安全的病害等 | 玻璃设施附近堆载、土体扰动，岩体崩塌、开裂，山体上部有不稳定孤石、树木等 |
| 其他构件 | 支撑连接件、法兰板、肋板等缺失、松动、开裂、破损、露筋、锈蚀、倾斜等 |
| 附属结构 | 抗风缆、防护网等 | 锈蚀、缺损、变形、松动、老化等 |

1. 各种警示标志、监控探头等各类附属设施完好情况。
2. 玻璃设施保护区域内施工，周边岩体的崩塌、裂缝、位移、风化等影响岩体稳定性以及岩体上附着物（如树木、花草、砂石等）位移、脱落，其他危及行人安全的病害等情况。
3. 其他较明显的损坏及不正常现象。

## 维护要求

### 玻璃设施养护维修包括日常保养或保养小修、中修、大修或改建工程。

### 日常保养或保养小修是指：玻璃设施的护栏、排水系统、地面衔接结构等非主要承重构件出现局部破损等病害的维修。

### 中修工程是指：对城市桥梁及附属设施的一般性损坏进行维修，恢复其原有的技术水平和标准的工程。

### 大修工程是指：涉及到结构安全的主要构件出现较大病害、玻璃设施主梁挠度、主塔倾斜角度等关键指标超过结构安全限值或相关规范要求；

### 改建工程是指：对结构或主要构件的改造维修涉及结构安全性的工程。

### 中修、大修或改建工程应由具备相应资质的第三方单位实施，宜包括可行性研究、设计、施工、监理、监测和工程验收等。

### 玻璃设施保养小修应包括下列内容：

1. 地面面板应保持洁净，定期清洗面板，及时清扫树叶、沙土及影响行人通行的杂物；
2. 更换个别存在裂纹、残缺等病害的地面玻璃；
3. 更换连接部位老化的胶体；
4. 更换固定玻璃、护栏等结构的连接配件；
5. 更换破损、缺失、断裂、变形的护栏；
6. 定期为护栏、钢梁、主缆、吊索、索鞍、索塔、墩台、标志牌等结构表面加漆；
7. 清理或疏通排水沟、泄水孔，更换损坏构件；
8. 其他需维修的项目。

### 中修、大修或改建工程应包括下列内容：

1. 加固较为严重的混凝土破损、裂缝、剥落等；
2. 加固较为严重的钢构件锈蚀、开裂、位移等；
3. 更换达到使用寿命或功能性玻璃；
4. 更换伸缩装置、拉索、吊杆、重要连接构件；
5. 调整、更换支座；
6. 更换索鞍、分索器、散索鞍；
7. 加固主体结构；
8. 加装、检修、更换防雷装置、检修供电线路及用电设备系统、对结构荷载产生明显增加的附属设施；
9. 其他具有一定规模的维修项目。

### 玻璃设施主体结构、附属结构维修加固应满足下列内容：

1 玻璃设施应经技术状况和承载能力检测评定并确定加固目标、内容、范围后，方可进行加固设计；

2 加固后玻璃设施的承载力，应根据桥梁加固目标的设计荷载，按相关规范进行相应计算；

3 加固不得损伤原结构；

4 加固设计时的荷载（或作用）效应应分阶段计算，并应进行各阶段构件强度、挠度及稳定性等验算；

5 加固设计应符合国家现行标准《混凝土结构耐久性设计规范》GB/T 50476、《公路工程混凝土结构防腐蚀技术规范》JTG/T B07-01和《建筑钢结构防腐蚀技术规程》JGJ/T 251的耐久性要求；

6 结构加固施工使用的材料应具有产品合格证、出厂检验报告和使用说明书等，材料进场后应抽样复检，合格后方可使用；

7 结构加固施工前应编制施工组织设计及相关的专项施工方案，并应进行施工技术交底；

8 在加固过程中，应采取限载或结构加强措施；

9 加固施工安全应符合：建立健全安全生产管理制度，执行安全操作规程；化学材料应按要求保存、配置使用，应采取人员防护和防火措施；应编制交通疏导方案，实施安全疏导措施；

10 加固施工现场应采取相应措施，降低对周围环境影响，保护生态环境；

11 加固完工后，应按设计要求和国家现行相关标准进行试验；

### 12 钢结构维修加固应符合下列规定：

1. 当钢结构或钢-混凝土组合结构的承载力（包括强度、稳定性、疲劳）、变形、几何偏差等不满足使用要求时应进行加固；钢结构或钢-混凝土组合结构存在局部损伤时，应处置后再进行加固；
2. 钢结构加固的主要方法有：加大截面法（加焊钢板、型钢）或粘贴碳纤维复合材料、加大连接强度、增设体外预应力、改变结构受力体系、减轻荷载及阻止裂纹扩展等方法；
3. 钢桥或钢结构加固时可采用高强度螺栓连接、局部黏结和焊接等方法。应优先采用栓接，亦可采用焊接和高强度螺栓的混合连接。对于非主要构件可谨慎采用焊接。当原结构连接点的铆钉脱落时宜采用高强度螺栓更换；
4. 钢结构或钢-混凝土组合结构的截面刚度不足时可采用粘贴钢板，增加混凝土桥面板厚度等方法加固。当钢结构或钢-混凝土组合结构的截面承载力不足时，可采用粘贴钢板、施加体外预应力或粘贴碳纤维复合材料等加固方法；
5. 钢结构加固的构造设计应遵循下列原则：降低应力集中程度、选择原钢结构影响小的构造形式和加固工艺，并应采用厚度较薄的轧制板件等；
6. 钢结构加固施工宜卸载进行。需要拆下构件或卸载时，必须确保安全，必要时设临时支撑，待加固完毕后拆除；
7. 恒载下加固钢结构，其加固工艺应减少被加固构件的截面因焊接加热、附加钻孔扩孔等引起的削弱影响；
8. 钢-混组合结构的加固，按其各部分材料采用不同的加固施工方法。

### 13 混凝土结构维修加固应符合下列规定：

1. 主梁、桥塔、加劲梁或整体刚度不满足使用要求时应进行加固，加固前应先处理裂缝、缺陷等病害；

2） 混凝土主梁可采用更换吊索（杆）、增设斜拉索、设置中央扣、加强加劲梁风钩等方法进行整体加固；

3） 桥塔和加劲梁可采用增大截面、粘贴钢板或纤维复合材料等方法进行的局部加固；

4） 主梁抗弯能力不足或挠度过大时，宜优先选用施加体外预应力、增大截面、简支变连续等加固法；

5） 个别主梁（板）出现严重病害，而其他主梁良好，可采用更换主梁法加固；提高承载能力幅度不大时，可采用粘贴钢板或纤维复合材料法加固；

6） 墩柱可采用增大截面、钢套管内灌注混凝土、粘贴纤维复合材料或钢板等方法加固；

7） 台身可采用外包钢筋混凝土套箍、更换台后填土、增设辅助挡土墙、框架梁加注浆锚杆等方法加固；基础可采用增大基础底面积、增大桩头面积或增加基桩、增设支撑梁等方法加固；

8） 采用预应力加固混凝土构件时，原构件混凝土强度等级不应低于C30，采用其他方法加固时，原构件混凝土强度等级不应低于C20。

### 14 索结构维修加固应符合下列规定：

1） 悬索桥主缆不宜更换或加强，主缆或锚碇承载力不足时可降低荷载等级使用；

2） 斜拉结构可采用更换斜拉索，或增设辅助墩、增设纵横向主梁限位装置、增设斜拉索减震装置等方法进行整体加固；

3） 吊索（杆）损伤或承载力不足时应进行更换。

### 15 玻璃设施基础加固应符合下列规定：

1） 地基加固处理可参考《建筑地基处理技术规范》 JGJ 79相关规定执行；

2） 墩台基础冲刷过大，可采用抛石、砌石防护、石笼、板桩防护、上游设导流坝、下游设拦砂坝等方法加固。

### 16 玻璃构件更换应符合现行《建筑玻璃应用技术规程》JGJ 113的相关规定。

### 防雷装置损坏、避雷系统失效、气象灾害预警系统故障应由专业单位进行维修。

### 除上述规定外，其他维修加固尚应符合现行《公路桥梁加固设计规范》JTG/T J22、《公路桥梁加固施工技术规范》JTG/TJ23、《城市桥梁结构加固技术规程》CJJT239及《公路钢结构桥梁制造和安装施工规范》JTG/T 3651的相关规定。

## 安全风险管理

### 玻璃设施应建立应急预案（含突发事件、自然灾害、反恐怖）应急预案，明确各部门职责，统筹协调，建立应急预警联动体系，确保玻璃设施事故信息及时报告，准确传递，快速处置。

### 景区玻璃设施的安全风险管理应符合现行《旅游娱乐场所基础设施管理及服务规范》GB/T26353和《旅游景区服务指南》GB/T 26355的规定。

### 玻璃设施护栏应安全可靠，应在危险处应加装防护装置。

### 玻璃设施的出入口处应设指示牌，标明道路的通行方向和地点。玻璃设施及周边危险处应设警示牌，告知行人通行时应注意的事项。

### 指示牌和警示牌上应包含中文及一种以上的外文翻译，标注和说明应符合现行国家标准《公共信息图形符号第1部分：通用符号》GB/T 10001.1和《标志用公共信息图形符号第2部分：旅游休闲符号》GB/T 10001.2的规定。

### 玻璃设施入口处应设置必要的安检设备，对进入的人员进行安全检查。严禁携带危险物品和易燃易爆物品进入。

### 玻璃设施应严格控制进入人数，每平方米人流量不应超过设计最大人流量。应安排专人对人员流量进行控制；出口、入口、标识标牌处增派工作人员，并结合广播进行安全疏导。

### 属于旅游娱乐场所的人行玻璃设施，应按相关部门的规定在出入口、主要通道等地安装闭路电视监控设备，且保证在运营期间工作正常、不中断。

### 严禁行人以齐步、跳跃等方式通行，严禁行人用尖锐物体直接接触地面玻璃。管理人员应在线路两端标明危险通行方式并结合广播时刻提醒。

### 未经许可，玻璃设施上严禁自行车、手推车等车辆通行。

### 突发事件应急处置应在当地政府统一领导下进行，遇到重大自然灾害和突发事件，景区主管部门立即向上级政府部门汇报，并启动应急预案，积极稳妥地开展应急救援和处置。

### 当遭遇气象灾害（热带风暴、雷暴大风、暴雨、雹灾、冰雪等）、地质灾害和地震灾害（崩塌、滑坡、泥石流、地裂缝、火山、地面沉降等）时，玻璃栈道应临时封闭，应采取下列措施：

### 1 遇到气象灾害后，应进行应急检查。如有发现灾损，应及时处理修整。特别注意标识牌、照明、通讯、网络、避雷设施等是否有损伤；

### 2 遇到地质灾害和地震灾害后，应立即查明灾情，确定毁坏部位及程度，尽快处理。待灾情结束后，组织专业技术人员进行检查，确认无危险后方可重新开放。

### 突发事件应急处置应在当地政府统一领导下进行，由景区主管部门具体负责。

### 在各主要路口、观景台和行人主要集聚区等区域设置全方位视频网络监控系统。随时掌握行人流量和信息，预防和追踪各类事件的发生。

### 大雾、大雨、大风等特殊气候条件下，应停止运营。

### 加强玻璃设施事故预防、抢险知识的教育工作。定期对抢险队伍进行救援培训和演习，提升应急处置能力。

# **附录A 步行荷载模型**

**A.0.1** 对于n个随机行人组成的行人流的模拟，应等效为个完全同步的行人组成的理想行人流，即为行人流等效人数，可按式A.0.1-1和A.0.1-2计算。

 （1）行人密度：

（个） （A.0.1-1）

 （2）行人密度：

（个） （A.0.1-2）

**A.0.2** 竖向荷载模型应按式A.0.2所示均布谐波荷载 [N/m2]计算。

 （A.0.2）

式中：——所分析竖弯模态的频率（Hz）；

——行人流等效人数（个）；

S——加载面积（m2）；

——考虑步频接近基频变化范围临界值的概率而引进的折减系数，按图A.0.2取值。



图A.0.2 折减系数（竖向）

# 附录B 人致振动计算分析方法

**B.0.1 单自由方法**

1 人行玻璃设施主梁结构的每一阶模态都用一等效的单自由度系统来替代，并用该系统计算某动力荷载下的加速度响应。

2 单自由度系统共振时的最大加速度[m/s2]可由式B.0.1-1计算：

 （B.0.1-1）

式中：——该模态广义步行荷载幅值（N），按式B.0.1-2计算；

——按同一振型计算的模态质量（Kg），按式B.0.1-3计算；

——该模态阻尼比；

——模态阻尼对数衰减率。

 （B.0.1-2）

式中：——主梁人行道宽；

——模态位移（m）；

——行人谐波荷载；

 （B.0.1-3）

式中：——人行玻璃设施主梁线质量（Kg/m）。

**B.0.2 时域分析方法**

 对于人行玻璃设施结构的每一阶模态，将行人谐波荷载加载在结构对应的有限元模型上，进行时域分析得到结构最大加速度[m/s2]，分析时长t应能保证主梁加速度响应可以达到峰值。

# 附录C 舒适度测试方法

**C.0.1** 人行玻璃设施的舒适度测试应包括以下内容：

1 识别关键的固有频率；

2 测试单人荷载作用下的响应；

3 测试一小群人荷载作用下的响应；

4 测试连续移动人行荷载作用下的响应。

**C.0.2** 舒适度测试中的每种测试应至少进行5次以上测量，并取其平均值。

**C.0.3** 测试时应采用节拍器等措施，使行人的步频接近关键频率，并实现同步。

**C.0.4** 单人荷载模式应符合下列规定：

1 对关键固有频率小于2.5Hz的人行玻璃设施采用步行模式；

2 对关键固有频率介于2.5~3.0Hz的人行玻璃设施采用步行或跑步模式；

3 对关键固有频率大于3.0Hz的人行玻璃设施采用跑步模式。

**C.0.5** 人群荷载模式应符合下列规定：

1 桥面宽度不大于2.5m时，采用10个行人进行测试；

2 桥面宽度大于2.5m时，采用15个行人进行测试。

# **附录D 静力荷载试验**

**D.0.1** 人行玻璃设施静力荷载试验包括：静力荷载试验工况下的结构应力、结构挠度（位移）、主塔塔顶纵桥向水平位移增量、斜拉索活载张力最大增量、最不利吊杆（索）力增量、混凝土主塔和梁体裂缝、其它工作状态（变形、开裂、位移、断裂等现象）等。

**D.0.2** 仪器设备应符合下列规定：

1 桥梁检测仪器设备应满足测量准确度、分辨力、量程及动态响应的性能要求，以及气候环境、机械环境和电磁环境的适应性要求；

2 检测仪器设备应在检定或校准有效期内。检测仪器设备检定或校准时，宜按检测仪器设备的实际布设情况，将传感器、导线、信号适调仪组成的模拟测量系统进行整体检定或校准。检测前应对仪器设备检查调试；当检测辅助用仪器设备对现场检测的质量、安全有影响时，应对其功能进行检查。

**D.0.3** 荷载试验控制截面和测试内容宜根据玻璃设施的结构形式按表D.0.1选定；不同试验加载工况下产生内力或变位最不利效应值的点，应选定为该控制截面的控制测点。

表D.0.1控制截面和测试内容

| 结构形式 | 控制截面和测试内容 |
| --- | --- |
| 应力测试 | 挠度（位移）测试 | 附加测试 |
| 玻璃悬索桥 | 中跨和边跨最大正弯矩截面，塔身最大弯矩截面，主缆索力 | 中跨跨中，边跨最大正弯矩截面，主塔塔顶水平纵桥向 | 中跨和边跨四分点挠度，主梁纵向漂移，吊索索力 |
| 玻璃平台 | 悬挑梁根部及截面突变位置 | 悬挑梁根部及截面突变位置 | — |
| 玻璃栈道 | 悬挑梁根部及截面突变位置 | 悬挑梁根部及截面突变位置 | — |

**D.0.3** 荷载试验的控制荷载应按本标准第4.1.18、4.3.6，4.4.5条规定的人群荷载标准值采用:当设计另有规定时，应从其规定。对于体系复杂的结构形式，其控制荷载宜通过内力或变位计算值与设计值核验后确定。

**D.0.4** 静力荷载试验加载应按人群荷载设计值沿桥跨均匀布置:加载条件受限时，可按静力等效均布力或多点集中力布置，但应确保结构局部受力安全。

**D.0.5** 现场荷载试验的测量方法和仪器使用条件及试验资料整理可按《城市桥梁检测与评定技术规范》CJJ/T 233的规定执行。

D.0.6现场荷载试验宜选择昼夜温差小的时段进行试验，加载过程分级进行，避免对结构造成损坏，影响做好结构安全或正常使用。

**D.0.7** 现场检测必须做好安全防护措施。

**D.0.8** 现场试验的其他规定可按《城市桥梁检测与评定技术规范》CJJ/T233和《公路桥梁承载能力检测评定规程》JTG/TJ21的规定执行。

**D.0.9** 试验结果评定应符合下列规定:

1 当结构变位或应变校验系数大于1时，应查明原因;当结果无误时，桥梁结构的承载能力应评定为不满足要求。结构变位或应变校验系数应按式(D.0.9-1) 计算。

 (D.0.9-1)

式中:ζ——结构变位或应变校验系数；

——试验荷载作用下控制测点的弹性变位或应变实测值；

——试验荷载作用下控制测点的弹性变位或应变计算值。

2 当测点的相对残余变位或相对残余应变大于20%时，应查明原因；当结果无误时，桥梁结构的承载能力应评定为不满足要求。测点的相对残余变位或相对残余应变应按式(D.0.9-2)

计算:

 （D.0.9-2）

式中:——测点的相对残余变 位或相对残余应变(%);

Sp——试验荷载作用下控制测点的残余变位或残余应变实测值;

St——试验 荷载作用下控制测点的总变位或总应变实测值。

3 索塔地基与基础的评定应符合:试验荷载作用下，索塔的沉降、水平位移及倾斜满足上部结构检算要求，卸载后变位基本恢复，可评定地基与基础在试验荷载作用下能正常工作:否则应进一步进行探查、简算。

# **附录E 动力荷载试验**

E.0.1 结构动力荷载试验的控制截面应根据结构振型特征和动力响应最大的原则确定。

E.0.2 动力试验工况荷载和加载位置可采用动力荷载试验效率进行控制。动力荷载试验效率应按式（E.0.2）计算：

 (E.0.2)

式中：η——动力荷载试验效率，其值宜取高值，但不得大于1；

 S——在动力试验的实际工况荷载作用下，控制截面的最大内力或变位计算值；

 S——控制荷载作用下，控制截面的最不利内力或变位计算值。

E.0.3 结构动力测试试验可采用跳梁法、跑梁法，并应符合下列规定：

1 人群跳动激振人行玻璃设施试验时，跳动位置可按所测结构的振型确定；

2 群跑步或步行激振人行玻璃设施试验时，应以不同的步速匀速通过桥梁。

E.0.4 动力放大系数应根据试验中不同速度下记录的动应变或动变位曲线进行分析，并应按下列公式计算：

 （E.0.4-1）

 （E.0.4-2）

 （E.0.4-3）

式中：μ—— 动力放大系数；

 Sds —— 静态人群荷载作用下测点的最大变位或应变值；

 Smax —— 动态人群荷载作用下测点的最大变位或应变值(波峰值)；

 Smin —— 动态人群荷载作用下测点的最小变位或应变值(同周期的波谷值)。

E.0.5 结构刚度变化情况应根据实测自振频率值与基准频率值的比较进行评价。

# 本标准用词说明

### 1 为便于在执行本标准条文时区别对待，对于要求严格程度不同的用词说明如下：

### 1）表示严格，非这样做不可的：

### 正面词采用“必须”；反面词采用“严禁”。

### 2）表示严格，在正常情况下均应这样做的：

### 正面词采用“应”：反面词采用“不应”或“不得”。

### 3）表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的:

### 正面词采用“宜”；反面词采用“不宜”。

### 4）表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

### 2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应按……执行”或“应符合……的规定”。

# 引用标准名录

《建筑地基基础设计规范》 GB 50007

《建筑结构荷载规范》GB 50009

《建筑抗震设计规范》GB 50011

《建筑照明设计标准》GB 50034

《建筑物防雷设计规范》GB 50057

《公共建筑节能设计标准》GB 50189

《智能建筑设计标准》GB 50314

《民用建筑电气设计标准》GB 51348

《钢结构现场检测技术标准》GB/T 50621

《桥梁防雷技术规范》GB/T 31067

《悬空地板、踏步、步道及栈道玻璃》GB/T 38784

《城市桥梁设计规范》CJJ 11

《城市道路照明设计标准》CJJ 45

《公路桥涵设计通用规范》JTG D60

《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》JTG D62

《公路桥涵地基与基础设计规范》JTG D63

《公路钢结构桥梁设计规范》JTG D64

《建筑桩基技术规范》JGJ 94

《玻璃幕墙工程技术规范》JGJ 102

《建筑玻璃应用技术规程》JGJ 113

《建筑地基处理技术规范》JGJ 79

《公路桥涵抗风设计规范》JTG/T D60-01

《公路悬索桥设计规范》JTG/T D65-05

《公路桥梁技术状况评定标准》JTG/T H2188

《公路桥梁承载能力检测评定规程》JTG/T J21

《建筑楼盖结构振动舒适度技术标准》JGJ/T 441

《建筑防护栏杆设计标准》JGJ/T 470

《建筑玻璃点支承装置》JG/T 138

《景区人行玻璃悬索桥与玻璃栈道技术标准》DB13（J）/T264

《玻璃栈道工程技术规程》T/CECS 896

《健康建筑可持续运行监控系统评价标准》T/CECS 1022

《玻璃结构工程技术规程》T/CECS 1099

《景区人行悬索桥工程技术规程》T/CECS 1140

《景区玻璃栈道建设标准》T/CNPA 01

制 订 说 明

《人行玻璃设施技术标准》DBJ 15-××-20xx，经广东省住房和城乡建设厅20xx年××月××日以粤建公告〔2024〕××号公告批准发布。

本标准在编制过程中，编制组进行了广泛的调查研究，参考了国内外现行相关技术法规和标准，对人行玻璃设施在材料、勘察设计、施工与验收、检测监测、运维与管理等方面内容进行了明确，并附有步行荷载模型、人致振动计算分析方法、舒适度测试方法、静力荷载试验和动力荷载试验等方面的相关技术内容。

广大设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本标准中如发现有不妥之处，请将意见函寄广东省建设工程质量安全总站有限公司(地址：广州市天河区先烈东路121号，邮政编码：510510，E-mail：qiaofenyi@163.corn)。