

**团 体 标 准**

T/CECS XXX-2021

**搭设式施工钢管脚手架支撑技术规程**

Technical specification for steel tubular shoring scaffold in construction

（征求意见稿）

2021-XX-XX发布 2021-XX-XX实施

**中国工程建设标准化协会**

# 

# 前 言

根据中国标准化协会《关于印发 <2017年第一批工程建设协会标准制定、修订计划> 的通知》（建标协字[2017]14号）的要求，规程编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国际标准和国外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，编制了本规程。

本规程的主要技术内容是：1. 总则；2. 术语；3. 基本规定；4. 材料、构配件；5. 荷载；6. 结构设计；7. 构造与选用；8. 施工；9. 检查与验收；10. 安全管理。

本规程中以黑体字的条文为强制性条文，必须严格执行。

本规程由中国工程建设标准化协会负责管理，由中国建筑股份有限公司技术中心负责技术内容的解释。在执行过程中如有意见或建议，请寄送至中国建筑股份有限公司技术中心科技与项目管理部（地址：北京市顺义区林河开发区林河大街15号，邮政编码：101300。）

|  |  |
| --- | --- |
| 本规程主编单位： | 中国建筑股份有限公司技术中心 |
|  | 清华大学 |
| 本规程参编单位： |  |
|  |  |
|  |  |
| 本规程主要起草人员： |  |
| 本规程主要审查人员： |  |

# 目次

[前 言 1](#_Toc74310337)

[目次 2](#_Toc74310338)

[Contents 4](#_Toc74310339)

[1 总则 1](#_Toc74310340)

[2 术语 2](#_Toc74310341)

[3 基本规定 8](#_Toc74310342)

[4 材料、构配件 10](#_Toc74310343)

[4.1 材料 10](#_Toc74310344)

[4.2 制作质量要求 11](#_Toc74310345)

[5 荷载 17](#_Toc74310346)

[5.1 荷载分类 17](#_Toc74310347)

[5.2 荷载标准值 18](#_Toc74310348)

[5.3 荷载分项系数及组合 22](#_Toc74310349)

[6 结构设计 24](#_Toc74310350)

[6.1 基本规定 24](#_Toc74310351)

[6.2 立杆稳定计算 26](#_Toc74310352)

[6.3 水平杆设计计算 35](#_Toc74310353)

[6.4 支撑架抗倾覆验算 36](#_Toc74310354)

[6.5 地基基础设计 38](#_Toc74310355)

[7 构造与选用 41](#_Toc74310356)

[7.1 一般规定 41](#_Toc74310357)

[7.2 框架式支撑架构造 44](#_Toc74310358)

[7.3 框架式支撑架选用 46](#_Toc74310359)

[7.4 桁架式支撑架构造 55](#_Toc74310360)

[7.5 桁架式支撑架选用 59](#_Toc74310361)

[7.6 特殊支撑架构造 63](#_Toc74310362)

[8 施工 66](#_Toc74310363)

[8.1 施工准备 66](#_Toc74310364)

[8.2 架体搭设与拆除 67](#_Toc74310365)

[8.3 早拆 69](#_Toc74310366)

[9 检查与验收 71](#_Toc74310367)

[9.1 构配件的检查与验收 71](#_Toc74310368)

[9.2 架体检查与验收 73](#_Toc74310369)

[9.3 架体使用检查 74](#_Toc74310370)

[10 安全管理 76](#_Toc74310371)

[附录A 主要构配件的制作质量及几何偏差要求 78](#_Toc74310372)

[附录B 风压高度变化系数 80](#_Toc74310373)

[附录C 支撑架的计算长度系数 81](#_Toc74310374)

[附录D 支撑架钢管轴心受压稳定系数 89](#_Toc74310375)

[附录E 支撑架节点力学性能试验方法 97](#_Toc74310376)

[本规程用词说明 101](#_Toc74310377)

[引用标准名录 102](#_Toc74310378)

# Contents

1 General Provisions 1

2 Terms 2

3 General Requirements 8

[4 Meterials and Accessories 10](#_Toc487450560)

[4.1 Material Requirerments 10](#_Toc487450562)

[4.2 Production Quality Requirements 11](#_Toc487450563)

5 Loads 17

5.1 Loads Classification 17

5.2 Characteristic Value of Loads 18

5.3 Combination of Loads Effects 22

6 Design of Structure 24

6.1 Basic Regulation 24

6.2 Stability of Vertical Tube Checking 26

6.3 Design and Calculation of Horizontal Tube 35

6.4 Overturning Resistance Checking 36

6.5 Design and Calculation of Subgrade and Foundation 38

7 Construction Requirement and Selection 41

7.1 General Requirements 41

7.2 Construction Requirements of Frame Support Structures 44

7.3 Construction Selection of Frame Support Structures 46

7.4 Construction Requirement of Truss Support Structures 55

7.5 Construction Selection of Truss Support Structures 59

7.6 Construction Requirement of Special Support Structures 63

8 Construction 66

8.1 Preparation of construction 67

8.2 Installation and Dismantlement 69

9 Inspection and Acceptance 71

9.1 Inspection and Acceptance of Components 71

9.2 Inspection and Acceptance of Support Structures 73

9.3 Inspection in Operation of Support Structures 74

10 Safety Management 76

Appendix A Production Quality and Geometric Tolerance for Main Components 78

Appendix B Height Coefficient for Wind Pressure 80

Appendix C Effective Length Factors of Support Structures 81

Appendix D Stability Coefficients for Axial Compression Members 89

Explanation of Wording in This Code 97

List of Quoted Standards in This Code 101

Addition：Explanation of Provisions 102

# 1 总则

**1.0.1** 为统一建筑施工支撑架设计、施工、使用及管理，做到技术先进、经济合理、安全适用，制定本标准。

【1.0.1】本条规定了支撑架的设计、施工、使用及管理的基本原则、基本要求和基本方法。目的是确保各类支撑架设计施工的安全，同时，统一各类支撑架的设计方法，做到技术先进、便于设计应用。条文中所述管理，包含对支撑架安全管理、搭设质量管理、日常使用维护管理和对支撑架材料、构配件的保养管理等。

**1.0.2** 本规程适用于工程建设中圆钢管支撑架的设计、施工、使用及管理。

【1.0.2】本规程适用于工程建设中圆钢管支撑架的设计、施工、验收和使用，主要用于模板支撑架、钢结构安装胎架和支撑架、临时舞台、临时看台等其他临时支撑架。

**1.0.3** 建筑施工支撑架的设计、施工、使用及管理除应符合本规程外，尚应符合国家现行有关强制性标准的规定。

【1.0.3】支撑架的设计、施工、验收和使用除了符合本规程的规定外，还应符合国家现行有关支撑架强制性条文以及强制性标准的规定。本规程在充分吸纳借鉴其它相关标准有关规定的基础上，对其它标准不合理之处进行了调整、修正或者重新规定，因此不强调与其它推荐性标准的协调性。

# 2 术语

**2.0.1** 扣件式钢管支撑架 steel tubular scaffold with couplers

节点采用扣件方式连接的钢管支撑架（图2.0.1）。

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| （a）未连接状态 | （b）连接状态 |
| 图2.0.1 扣件节点连接示意图  1—立杆；2—水平杆；3—剪刀撑；4—直角扣件；5—旋转扣件 | |

**2.0.2** 碗扣式钢管支撑架 cuplock steel tubular scaffold

节点采用碗扣方式连接的钢管支撑架（图2.0.2）。

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| （a）不连接状态 | （b）连接状态 |
| 图2.0.2 碗扣式节点连接示意图  1—立杆；2—水平杆；3—上碗扣；4—下碗扣；5—碗扣限位销；6—横杆插头 | |

**2.0.3** 承插型盘扣式钢管支撑架 disk lock steel tubular scaffold

节点采用盘扣方式连接的钢管支撑架。（图2.0.3）

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| （a）不连接状态 | （b）连接状态 |
| 图2.3 盘扣式节点连接示意图  1—立杆；2—水平横杆；3—水平斜杆；4—竖向斜杆；5—横杆插头；6—圆盘；7—插销 | |

**2.0.4** 轮扣式钢管支撑架 disk-pin joined steel tubular scaffold

节点采用轮扣方式连接的钢管支撑架（图2.0.4）。

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| （a）不连接状态 | （b）连接状态 |
| 图2.0.4 轮扣式节点连接示意图  1—立杆；2—水平杆；3—立杆连接套管；4—横杆插头；5—轮盘 | |

**2.0.5** 承插型键槽式钢管支撑架 keyway-quicklock steel tubular scaffold

节点采用键槽方式连接的钢管支撑架（图2.0.5）。

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| （a）不连接状态 | （b）连接状态 |
| 图2.0.5 键槽式节点连接示意图  1—立杆；2—水平杆；3—水平斜杆；4—竖向斜杆；5—键槽插座；  6—带键销的活动插座；7—立杆连接套管 | |

**2.0.6** 框架式支撑结构 frame support structure

仅由立杆和水平杆组成或由立杆、水平杆以及剪刀撑等构件组成，考虑节点转动刚度的支撑结构。

**2.0.7** 桁架式支撑结构 truss support structure

由立杆、水平杆及斜腹杆等构件组成，不考虑节点转动刚度的支撑结构。

**2.0.8** 单元框架 frame unit

由纵向和横向竖向剪刀撑以及水平剪刀撑围成的矩形单元结构，是有剪刀撑框架式支撑结构的基本计算单元。

**2.0.9** 单元桁架 truss unit

由立杆、水平杆以及斜杆组成的纵横跨均为1跨的几何稳定矩形单元结构。

【2.0.6~2.0.9】条文从结构受力性能的不同，将当前工程建设中所采用的支撑架划分为框架式支撑架和桁架式支撑架。仅含有立杆和水平杆的支撑架或含有立杆、水平杆以及剪刀撑的支撑架均属于框架式支撑结构，如图2.0.6所示。

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| （a）无剪刀撑框架式 | （b）有剪刀撑框架式 |
| 图2.0.6 框架式支撑结构示意图  1—立杆；2—水平杆；3—竖向剪刀撑；4—水平剪刀撑 | |

单元框架由竖向剪刀撑、水平剪刀撑围闭而成，最大跨数不大于6跨，是有剪刀撑框架式支撑结构的基本计算单元，如图2.7阴影部分所示。

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| （a）单元框架立面示意图 | （b）单元框架平面示意图 |
| 图2.0.7 单元框架示意图  1—单元框架；2—立杆；3—水平杆；4—竖向剪刀撑；5—水平剪刀撑 | |

单元桁架为1×1跨，由立杆、水平杆和斜腹杆组成，其中斜腹杆以螺旋式或对称式布置（图2.0.9（a~b）），单元桁架之间通过水平杆连接形成桁架式支撑架，单元桁架的组合方式可为矩阵型或梅花型（图2.0.9（c~d））。

每隔一定跨数和步距布置斜腹杆搭设形成的支撑架也属于桁架式支撑架（图2.0.9（e））。

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |
| (a)螺旋式单元桁架 | (b)对称式单元桁架 | (c)桁架式支撑架（矩阵型） |
|  | |  |
| (d)桁架式支撑架（梅花型） | | (e)桁架式支撑架立面图 |
| 图2.0.9 桁架式支撑架示意图  1—立杆；2—横杆；3—竖向斜杆；4—水平斜杆；5—单元桁架之间连接杆；6—单元桁架 | | |

**2.0.10** 节点转动刚度 rotational stiffness of joint

支撑结构中的立杆与水平杆连接节点发生单位转角（弧度值）所需要的弯矩值。

符号每次出现都在条文下给出了说明，所以删除了该节

# 3 基本规定

**3.0.1** 支撑架可分为框架式和桁架式。

**【3.0.1】**本条规定了支撑架的分类。按照节点形式不同对支撑架进行命名的分类，不能反映结构的受力特点，不同节点形式的支撑架可能具有相同或相似的受力特性。根据是否考虑节点半刚性，基于受力性能将支撑架进行统一和分类，将其分为框架式支撑架和桁架式支撑架。

由于支撑架种类繁多，仅有立杆和水平杆搭设的支撑架或运用立杆、水平杆以及剪刀撑搭设的支撑架均属于框架式支撑架，如扣件式、碗扣式、轮扣式、无斜腹杆搭设的键槽式、无斜腹杆搭设的盘扣式支撑架等属于框架式支撑架。以立杆、水平杆以及斜腹杆搭设的支撑架属于桁架式支撑架，如含有斜腹杆的键槽式、含有斜腹杆的盘扣式支撑架均属于桁架式支撑架。条文说明2.1.6~2.1.9给出了框架式支撑架和桁架式支撑架的示意图。

**3.0.2** 在支撑架搭设和拆除施工前，应按有关规定编制专项施工方案，并应经审批后组织实施。

【3.0.2】支撑架的搭设和拆除作业是一项技术性、安全性要求很高的工作，专项施工方案是指导支撑架搭拆作业的技术文件。如果无专项施工方案而盲目进行支撑架的搭拆作业，极易引发安全事故。

编制专项施工方案的目的，是要求在支撑架搭设和拆除作业前，根据工程的特点对支撑架搭设和拆除进行设计和计算，编制出指导施工作业的技术文件，并按其组织实施。

根据工程特点是指编制的专项施工方案应符合工程实际，满足施工要求和安全承载、安全防护要求；应根据工程结构形状、构造、总荷载、施工条件、环境条件等因素，经过设计和计算确定支撑架搭设和拆除施工方案。

应经过审批是强调对专项施工方案进行审核把关，按专项施工方案的审批程序进行审查批准。对于按住房和城乡建设部《关于印发（危险性较大的分部分项工程安全管理规定〉的通知》（中华人民共和国住房和城乡建设部令37号）和住房和城乡建设部办公厅《关于实施（危险性较大的分部分项工程安全管理规定〉有关问题的通知（建办质[2018] 31号）规定需进行审核论证的专项施工方案，应组织专家审核论证，并应按专家的意见对专项施工方案进行修改。同时还应符合和遵守地方监管部门的相关规定。

组织实施是指搭设、检查验收、使用、维护与管理、拆除的作业过程落实，强调按方案指导施工。

**3.0.3** 支撑架的承载力计算应采用荷载效应基本组合；变形计算应采用荷载效应标准组合。

【3.0.3】本条规定了支撑架承载能力极限状态设计和正常使用极限状态设计时应采用的荷载效应组合。

**3.0.4** 支撑架的设计、搭设和使用应满足下列要求：

**1** 应能承受设计荷载；

**2** 结构应稳固，不得发生影响正常使用的变形；

**3** 当遇意外作用或偶然超载时，不得发生整体破坏；

**4** 支撑架高宽比较大时宜与工程结构作可靠连接，且在使用过程中不得损害既有工程结构；当支撑架无法与工程结构连接时，应考虑防倾覆措施。

**5** 地基应坚实可靠，当地基不均匀时，应进行处理。

**3.0.5** 支撑架进场前应对钢管壁厚、直径和初弯曲值进行抽检检测，并对钢管进行强度拉伸试验，以实际值作为设计的依据。

# 4 材料、构配件

## 4.1 材料

**4.1.1** 支撑架的主要构配件材质应符合下列规定。

支撑架主要构配件为Q235、Q355或Q390时，其材料力学性能应符合或高于表4.1.1规定的材质要求，且钢材等级不应低于B级。

**表4.1.1支撑架的主要构配件材质**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 构配件 | 主要构配件为Q235材质 | 主要构配件为Q355材质 | 主要构配件为Q390材质 |
| 立杆 | Q235 | Q355 | Q390 |
| 水平杆 | Q235 | Q355 | Q390 |
| 节点连接构配件 | Q235或ZG270-500 | Q355或ZG310-570 | Q390或ZG340-640 |
| 立杆连接套管 | 20号无缝钢管或ZG270-500 | 45号无缝钢管或ZG310-570 | ZG340-640 |
| U型可调顶托 | Q235 | Q355 | Q390 |
| 可调螺母 | ZG270-500 | ZG310-570 | ZG340-640 |

【4.1.1】本条汇总给出了钢管支撑架杆件及有关主要配件的材质要求。其中水平杆、立杆、U型可调顶托均同时采用Q235B或Q355或Q390。考虑某些地区对钢材低温韧性的要求，规定钢材不应低于B级。节点连接构配件包含直角扣件、旋转扣件、对接扣件、盘扣圆盘、轮扣轮盘、碗扣、插销等。

**4.1.2** 支撑架所用钢管应符合现行国家标准《直缝电焊钢管》GB/T 13793、《低压流体输送焊接钢管》GB/T 3091及《建筑支撑架用焊接钢管》YB/T 4202中规定的普通钢管的要求，其材料力学性能应符合现行国家标准《碳素结构钢》GB/T 700的规定或《低合金高强度结构钢》GB/T1591 的规定。

**4.1.3** 采用钢板成型的构配件，其钢板应符合现行国家标准《碳素结构钢》GB/T700中的规定，并经600-650℃的时效处理；采用铸钢制造的构配件，其机力学能应符合现行国家标准《一般工程用铸造碳钢件》GB/T 11352中ZG270-500或ZG310-570或ZG340-640的规定。

【**4.1.2~4.1.3**】钢管的弯曲度、不圆度、钢管端面、焊缝高度、重量、化学成分、制造工艺等应同时满足《直缝电焊钢管》GB/T 13793、《低压流体输送焊接钢管》GB/T 3091及《建筑支撑架用焊接钢管》YB/T 4202的要求。其力学性能包括屈服强度、抗拉强度、断后伸长率等应满足现行国家标准《碳素结构钢》GB/T 700中5.4条的规定或《低合金高强度结构钢》GB/T1591 中6.4条的规定。采用铸钢制造的构配件，其力学性能应符合现行国家标准《一般工程用铸造碳钢件》GB/T 11352中ZG270-500或者ZG310-570的规定。

**4.1.4** 用于搭设剪刀撑或与结构拉结等而采用的钢管、扣件等配件应符合现行国家标准《钢管支撑架扣件》GB 15831和现行行业标准《建筑施工扣件式钢管支撑架安全技术规范》JGJ130的规定。

【4.1.4】对于采用剪刀撑搭设的框架式支撑架以及顶部横杆作为承载龙骨采用扣件与立杆连接时，所采用的扣件质量及技术要求应符合现行国家标准《钢管支撑架扣件》GB 15831，扣件搭设构造规定应符合现行行业标准《建筑施工扣件式钢管支撑架安全技术规范》JGJ130的规定。

## 4.2 制作质量要求

**4.2.1** 钢管外径、壁厚、外形允许偏差应符合表4.2.1的规定。

**表4.2.1 钢管外径、壁厚、外径允许偏差**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 偏差项目  钢管直径  （mm） | 外径（mm） | 壁厚 | 外形偏差 | | |
| 弯曲度（mm/m） | 不圆度（mm） | 管端截面 |
| 31~40 | ±0.5 | ±10%·t | 2.0 | 0.38 | 与轴线垂直、无毛刺 |
| 41~50 |
| ≥51 | ±1%D | 7.5/1000·D |

注：t为钢管壁厚；D为钢管直径。

【4.2.1】支撑架所用钢管直径、壁厚、外形偏差执行现行国家标准《低压流体输送用焊接钢管》GB/T3091和《直缝电焊钢管》GB/T 13793的规定。

**4.2.2** 各部位的焊接质量应满足下列要求：

**1** 杆件焊接制作应在专用工艺装备上进行，焊接宜采用CO2气体保护焊；

**2** 节点构配件与立杆接触面上下应与立杆钢管满焊；

**3** 立杆钢管底部与接长套管应环形满焊；

**4** 插头与水平杆应环形满焊；

**5** U型可调顶托板和底座垫板焊接前应检查工装是否变形，防止螺杆与板件不垂直、焊接电流应调好，螺杆焊后不应有气孔及咬边和焊穿管壁现象；

**6** 焊丝应与钢管和铸钢件材质相匹配，宜采用符合现行国家标准《气体保护电弧焊用碳钢、低合金钢焊丝》GB/T8110中气体保护电弧焊用碳钢、低合金钢焊丝的要求；

**7** 焊缝应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205中三级焊缝的要求，有效焊缝高度应不小于3.5mm。

【4.2.2】本条综合其他相关标准给出，为保证杆件焊接尺寸准确，应制作专用的工艺装备。为保证焊接质量，宜采用CO2气体保护焊。为满足本规程6.1.4节节点承载力的要求，规定各处焊接均为满焊，确保连接牢固，防止发生节点局部破坏而导致支撑架稳定承载力降低。应对焊缝根部收缩、咬边、未满焊、表面夹渣等外观质量进行外观检测，应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205中三级焊缝的要求。

**4.2.3** 立杆采用套管接长时，套管壁厚不应小于立杆壁厚。套管与立杆的连接方式采用焊接时，立杆应伸入套管20mm~30mm处焊接，60mm外径立杆连接套管长度不应小于150mm，一般外径（外径小于48.3mm）立杆连接套管长度不应小于120mm；当立杆连接套管与立杆的连接方式采用压接时，立杆应伸入套管40mm~60mm处压接，60mm外径立杆连接套管长度不应小于180mm，一般外径（外径小于48.3mm）立杆连接套管长度不应小于150mm；套管内径与立杆钢管外径间隙不应大于 1.5mm.。

【4.2.3】本条对支撑架立杆采用套管接长的情况进行了规定。

连接套管与立杆分为焊接和冷压接，根据焊接与压接工艺要求，立杆与套管采用焊接时，立杆伸入套管20mm~30mm处焊接；立杆与套管采用压接时，立杆伸入套管40mm~60mm处压接。

中国建筑股份有限公司技术中心进行了30次套管接长立杆轴压试验及大量数值研究，研究表明：根据套管接长立杆与不接长立杆轴压稳定系数相等的原则，得到套管长度应满足，其中为立杆套管接长后的长细比，为立杆接长后的总长度，不同长细比立杆要求的套管长度不同。根据此式，偏安全考虑，一般外径立杆（外径48.3mm以内） 焊接套管长度不小于120mm，压接套管长度不小于150mm；对于60mm外径立杆，焊接套管长度不小于150mm，压接套管长度不小于180mm；对于其它直径的钢管，亦可运用上述公式进行计算，得到套管长度。

当立杆接长后长细比λ≤100，间隙比（立杆套管之间间隙与立杆壁厚的比值）满足t间隙/t壁厚≤-0.004λ+0.71；长细比λ＞100，t间隙/t壁厚≤0.004λ-0.09时，间隙比对轴心受压稳定系数的影响在5%以内，其中t间隙为套管与立杆之间的间隙，t壁厚为立杆壁厚。根据常用的3.2mm壁厚立杆，偏安全得到间隙值应控制在1mm以内，同时考虑便于施工安装，建议间隙值不应大于1.5mm。

**4.2.4** 立杆采用对接扣件接长时，对接扣件外盖板厚度不应小于5mm，高度不应小于120mm；内十字板总高度不应小于140mm，最小厚度不宜小于4mm，宽度宜比立杆内直径小2~4mm，内十字板中间圆板直径应与立杆外径相等，螺栓拧紧力矩应在40N·m~ 60N·m之间。

【4.2.4】本条对支撑架立杆采用对接扣件接长的情况进行了规定。

经调研，市场上对接扣件主要有质量为0.8kg和1.2kg的两种规格，中国建筑股份有限公司技术中心试验及数值研究表明，两种规格接长下的立杆轴压稳定性能差别较大。0.8kg规格的对接扣件盖板壁厚较小、内十字板厚度小，同时内十字板中部圆板直径小于立杆内直径，接长后上下立杆端部大部分处于悬空状态，并未接触，立杆受力后即发生较大弯曲，仅靠盖板抗弯受力，稳定性能较差，承载力大幅降低。本规程规定内十字板中间圆板直径应与立杆外径相等，同时规定了盖板及内十字板厚度，对于0.8kg的对接扣件严禁使用在支撑架中，仅可运用在作业脚手架中。

根据对接扣件接长立杆与不接长立杆轴压稳定系数相等的原则，得到对接扣件内十字板长度应满足，其中*h*1为内十字板长度，*h*为立杆接长后总长度，为立杆对接扣件接长后的长细比；外盖板高度应满足，其中*h*2为外盖板高度，其余参数含义同上。根据上式，得到内十字板长度不小于120mm，外盖板高度不小于100mm，考虑对接扣件使用过程中易变形，取1.2倍安全系数，得到条文规定数值。（如图4.2.4）

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| 图4.2.4 对接扣件接长示意图  1—上立杆；2—下立杆；3—内十字板；4—外盖板；5—内十字板中部圆板；6—螺栓 | |

**4.2.5** U型可调顶托的托板长度应不大于150mm，宽度应不小于100mm，厚度应不小于5mm。承力面钢板应与丝杆环焊，托板下应设置加劲板；顶托板应设置开口挡板，挡板高度应不小于40mm。48mm外径立杆顶托的丝杆外径应不小于36mm，60mm外径立杆顶托的丝杆外径应不小于48mm，空心螺杆壁厚均不得小于5mm。调节螺母厚度应不小于30mm，可调螺杆与调节螺母啮合长度应不少于5扣。顶托长度应不小于450mm。

【4.2.5】U型可调顶托依据现行标准《建筑施工扣件式钢管支撑架安全技术规范》JGJ130-2011第3.4.1~3.4.3条相关规定。根据现场调研，当楞梁采用支撑架钢管时，为保证顶托受力偏心不大于50mm，以此规定托板长度不大于150mm（如图4.2.5）。为防止钢管的滑落，挡板高度不得低于40mm。为保证U型可调顶托与立杆间隙不大于3mm，规定48mm外径立杆螺杆外径不小于36mm，60mm外径立杆螺杆外径不小于48mm，若为空心螺杆，其壁厚不得小于5mm。

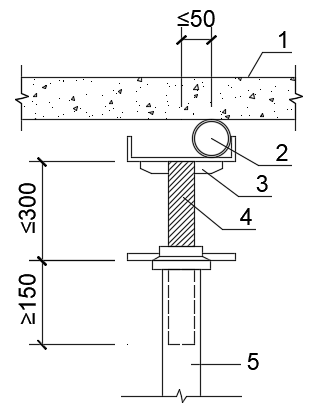


图4.2.5 板下可调撑托简图

1—楼板；2—钢管；3—加劲板；4—螺栓杆；5—立杆；

**4.2.6** 支撑架结构、构配件外观质量应符合下列要求：

**1** 钢管应无裂纹、凹陷、锈蚀，不应使用焊接接长的钢管；

**2** 钢管应平直，直线度允许偏差不大于1/450，两端面应平整，不应有斜口、毛刺；

**3** 铸件表面应光滑，不应有砂眼、缩孔、裂纹、浇冒口残余等缺陷，表面粘砂应清除干净；

**4** 各焊缝应饱满，焊渣应清除干净，不应存在表面气孔、夹渣、裂纹和电弧擦伤等缺陷，未满焊、根部收缩、咬边和接头不良等缺陷应满足三级焊缝的要求；

**5** 架体杆件及其他构配件表面应光滑，连接处不应有毛刺、滴瘤和多余结块；

**6** 主要构配件上的生产厂标识应清晰。

【4.2.6】本条综合其他相关标准给出，由于支撑架杆件、构配件属于高周转、重复使用型构件，每使用一个周期后需要对其外观质量进行检查，对不满足相关要求的构配件进行维修，对于受损严重无法维修的构配件不予使用。

# 5 荷载

## 5.1 荷载分类

**5.1.1** 作用于支撑架上的荷载分为恒荷载与可变荷载。

【5.1.1】关于支撑架上的荷载说明如下：

**1** 本条规定作用在支撑架上的荷载分为恒荷载与可变荷载（活荷载），其分类及名称是根据现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009确定的；

**2** 支撑架的荷载效应组合中，不考虑偶然荷载，这是因为支撑架严格禁止有撞击力作用于架体。

**5.1.2** 支撑架做模板支撑时，荷载取值应符合下列要求：

**1** 模板支撑架恒荷载应包括以下内容：

**1)** 模板自重：包括模板及支撑模板主、次楞梁的自重；

**2)** 支撑架自重：包括立杆、水平杆、剪刀撑和U型可调顶托等构配件的自重；

**3)** 新浇筑钢筋混凝土自重：包括混凝土和钢筋自重；

**4)** 作用于支撑架上的其他恒荷载。

**2** 模板支撑架可变荷载应包括以下内容：

**1)** 施工荷载：包括作用在模板上的施工人员、施工设备和工具、超过浇筑构件厚度的混凝土堆放荷载；

**2)** 附加水平荷载：包括作用在支撑架顶部的泵送混凝土、倾倒混凝土等未预见因素产生的水平荷载；

**3)** 风荷载；

**4)** 其他施工荷载。

【5.1.2】为方便计算，将模板自重规定含主次楞梁的重量，模板支撑架自重包括可调托座的重量。支撑架的设计中均不考虑地震作用的影响，但应根据实际情况和设计需要，考虑可能存在的其他外部作用。

**5.1.3** 支撑架做其他支撑用途时，荷载取值应符合下列要求：

**1** 支撑架恒荷载包括以下内容：

**1)** 上部被支撑体系自重：被支撑结构及其构配件；

**2)** 支撑架自重：包括立杆、水平杆、剪刀撑和U型可调顶托等构配件的自重；

**3)** 作用于支撑架上的其他恒荷载。

**2** 支撑架可变荷载应包括以下内容：

**1)** 施工荷载：包括作业人员、施工机具、堆料等产生的荷载；

**2)** 附加水平荷载；

**3)** 风荷载；

**4)** 其他施工荷载。

【5.1.3】支撑架做其他支撑用途时，恒荷载和活荷载应根据实际情况考虑和计算。

## 5.2 荷载标准值

**5.2.1**支撑架结构应按短暂设计状况进行承载力计算。承载力计算应符合下式要求：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | （5.2.1） |

|  |  |
| --- | --- |
| 式中： | ——结构重要性系数，按表5.2.1取值； |
|  | ——荷载组合的效应设计值（kN）； |
|  | ——结构构件承载力设计值（kN）。 |

表5.2.1 支撑架结构重要性系数

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 结构重要性系数 | 搭设高度（m） | 荷载标准值 | 搭设高度（m） | 荷载标准值 |
| <8 | <15kN/m2  或<20kN/m  或<7kN/点 | >8 | >15kN/m2  或>20kN/m  或>7kN/点 |
|  | 1.0 | | 1.1 | |

注：结构重要性系数为1.0中搭设高度和荷载标准值任何一项不满足条件时，取值1.1。

**【5.2.1】**根据《建筑结构荷载规范》GB 50009第3.2.2条规定，对于承载能力极限状态，应按荷载的基本组合或偶然组合计算荷载组合的效应设计值，并应采用进行设计，其中为结构重要性系数，考虑到支撑架在搭设和使用过程中为多次周转循环使用，其重要性系数不宜按照临时结构予以降低。一般情况下取1.0，对于危险性较大工程或者有特殊要求需专门设计的重型支撑，可取1.1。本规程按照《建筑施工支撑架安全技术统一标准》GB 51210规定，从支撑架搭设高度和荷载标准值情况对结构重要性系数进行取值，结构重要性系数为1.0中搭设高度和荷载标准值任何一项不满足条件时，取值1.1。

**5.2.2** 模板支撑架恒荷载标准值应符合下列规定：

**1**模板自重标准值：模板自重标准值应根据混凝土结构模板设计图纸确定。肋形或无梁楼板模板自重标准值可按表5.2.2的规定确定。

**2**支撑架自重标准值：可根据钢管支撑系统设计图纸进行计算。

**3** 新浇筑混凝土自重标准值：对普通钢筋混凝土板自重可采用25.1kN/m3，普通钢筋混凝土梁自重可采用25.5kN/m3，或根据实际图纸情况确定。

【5.2.2】对于模板自重标准值、新浇筑混凝土自重标准值的取值，本规程按现行行业标准《建筑施工模板安全技术规范》JGJ 162中的相关规定执行，其中普通素混凝土自重24kN/m3,一般板结构中钢筋自重1.1kN/m3，一般梁结构中钢筋自重1.5kN/m3。本规程条文将普通混凝土和钢筋加在一起，得到普通钢筋混凝土板自重为25.1kN/m3，普通钢筋混凝土梁自重为25.5kN/m3。其他混凝土或非一般梁板结构中钢筋，自重可根据实际情况确定。

表 5.2.2 模板自重标准值（）

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 模板构件名称 | 木模板 | 定型钢模板 |
| 平面模板及小楞 | 0.30 | 0.50 |
| 楼板模板（包括梁模板） | 0.50 | 0.75 |
| 楼板模板及支架（楼层高度为4m以下） | 0.75 | 1.1 |

**5.2.3** 支撑体系上可变荷载标准值的取值应符合下列规定：

**1**施工人员、设备及堆放施工材料产生的施工荷载标准值按均布活荷载考虑，一般情况下可取3.0；当支撑架上存在大型设备时，如上料平台、混凝土输送泵、布料机等，可变荷载应按实际情况计算；

**2** 泵送混凝土或不均匀堆载等因素产生的附加水平荷载标准值，可取计算工况下竖向恒荷载标准值的2%，并应作用在支撑架上端水平方向；

**3** 作用于架体上的水平均布风荷载标准值应按下式计算：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (5.2.3) |

|  |  |
| --- | --- |
| 式中： | ——风荷载标准值（）； |
|  | ——风振系数，取1.0； |
|  | ——风压高度变化系数，应按照本规程附录D的规定，  根据架体所在地的地面粗糙程度划分为A、B、C、D四类，按表B采用； |
|  | ——风荷载体型系数，按本规程第5.2.4条的规定采用； |
|  | ——基本风压值，国家标准《建筑结构荷载规范》GB50009规定采用，取重现期*n*=10对应的风压值。 |

**【5.2.3】**对可变荷载的取值说明如下：

1施工活荷载一般情况下取3.0kN/m2，或者根据现行标准《建筑施工模板安全技术规范》JGJ 162进行计算采用。

2泵送混凝土或不均匀堆载等因素产生的附加水平荷载标准值借鉴了现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666中附录A，按照计算工况下竖向恒荷载标准值的2%计算取值。

3作用于架体上的风荷载简化为水平均布荷载，垂直作用于迎风面上。风荷载标准值的计算公式来源于现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009中的一般表达式；

4基本风压的取值，应按照现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009的规定取用，支撑架使用周期一般为1年~3年，遇到强风的概率较小，取10年重现期基本风压是偏于安全的。

5考虑到支撑架是附着在主体结构上，不考虑风振影响，仅考虑风荷载的静力作用影响，风振系数均取为。

6支撑架需根据架体所在地面的粗糙程度和计算高度取用不同的高度变化系数。由于支撑架架体部分和上部模板部分风压高度系数和体型系数均不同，应作为两个独立的迎风面分别计算风荷载作用值，两个迎风面的高度变化系数需根据所处的高度分别取值，如图5.2.3所示。

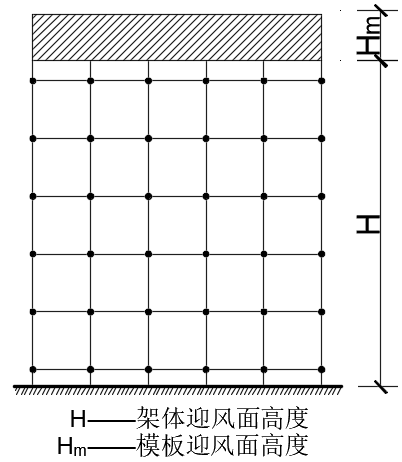


图5.2.3 迎风面高度示意图

**5.2.4** 支撑架风荷载体型系数应按下列规定计算：

1 采用密目安全网全封闭的支撑架取1.0，为挡风系数，取0.8；当采用密目安全网非全封闭的支撑架取1.3，最大值为1.0。

2 当支撑架无密目安全网，为敞开式时：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (5.2.4-1) |
|  |  | (5.2.4-2) |

|  |  |
| --- | --- |
| 式中： | ——支撑架的体型系数； |
|  | ——挡风系数； |
| *n* | ——支撑架横向立杆排数； |
|  | ——系数，按表5.2.4取用。 |
|  | ——支撑架杆件净投影面积； |
|  | ——支撑架的轮廓面积。 |

表5.2.4 系数

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | ≤1 | 2 | 4 | 6 |
| ≤0.1 | 0.99 | 0.99 | 0.99 | 0.99 |
| 0.2 | 0.85 | 0.90 | 0.93 | 0.97 |
| 0.3 | 0.66 | 0.75 | 0.80 | 0.85 |
| 0.4 | 0.50 | 0.60 | 0.67 | 0.73 |
| 0.5 | 0.33 | 0.45 | 0.53 | 0.62 |
| 0.6 | 0.15 | 0.30 | 0.40 | 0.50 |

注：表中——立杆横向间距（mm）；*h*——水平杆步距（mm）

【5.2.4】根据有关试验表明，密目安全网为全封闭状况下，其挡风系数，考虑到密目安全网积灰影响，挡风系数标准值取0.8。支撑架架体为敞开式时，无悬挂密目式安全网，整体风荷载体型系数引用《建筑结构荷载规范》GB50009-2012表8.3.1第33项及37项给出。

## 5.3 荷载分项系数及组合

**5.3.1** 计算支撑架及构件承载力（抗弯、抗剪、稳定性）时荷载的设计值，应取其标准值乘以荷载的分项系数，分项系数应符合表5.3.1的规定：

**表5.3.1 荷载分项系数**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 验算项目 | | 荷载分项系数 | |
| 恒荷载 | 可变荷载 |
| 1 | 强度、稳定承载力 | | 1.3 | 1.5 |
| 2 | 倾覆验算 | 有利 | 0.9 | 0 |
| 不利 | 1.3 | 1.5 |
| 3 | 变形 | | 1.0 | 0 |

注：提供抗倾覆力矩的荷载为有利荷载，主要为竖向荷载以及与倾覆方向相反的水平荷载；提供倾覆力矩的荷载为不利荷载，主要为倾覆方向的水平荷载。

**5.3.2** 设计支撑架时，应根据使用过程可能出现的荷载取最不利荷载效应组合进行计算，荷载效应组合应按表5.3.2的规定采用。

**表 5.3.2 荷载效应组合**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 计算项目 | | | 荷载效应组合 |
| 1 | 水平杆强度及变形 | | 恒荷载+施工荷载 |
| 2 | 支撑架立杆稳定性 | | 恒荷载+施工荷载+风荷载 |
| 3 | 倾覆验算 | 有利 | 恒荷载 |
| 4 | 不利 | 水平荷载+风荷载 |
| 5 | 地基承载力 | | 恒荷载+施工荷载+风荷载 |

【**5.3.1、5.3.2**】按现行国家标准《建筑结构可靠性设计统一标准》GB50068-2018第8.2节的规定明确了荷载分项系数的取值，该标准取消了以恒载起控制作用时恒载分项系数取1.35的规定，而仅有一种组合方式，并将恒、活荷载分项系数由1.2、1.4调整到1.3、1.5。

对于兼作模板主楞的水平杆的承载能力、变形验算考虑模板自重、新浇筑混凝土自重和施工荷载的影响。当支撑架四周为敞开时，可不考虑风荷载对模板支撑架的影响，支撑架立杆稳定性验算时不组合风荷载；当支撑架四周全封闭密目式安全网时，应考虑风荷载对支撑架的影响，支撑架立杆稳定性验算应组合风荷载。倾覆力矩主要由风荷载和附加水平荷载作用产生，抗倾覆力矩主要由模板自重、支撑架自重和钢筋自重作用产生。

# 6 结构设计

## 6.1 基本规定

**6.1.1** 支撑架的结构设计应依据现行国家标准《建筑结构可靠性设计统一标准》GB 50068、《建筑结构荷载规范》GB 50009、《钢结构设计标准》GB 50017的规定，采用以概率论为基础的极限状态设计方法，以分项系数的设计表达式进行设计。

【6.1.1】根据现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009的指导思想，支撑架结构的承载力计算采用承载能力极限状态设计方法，采用分项系数设计表达式进行计算；对于正常使用极限状态，荷载分项系数均取为1.0。

中国建筑股份有限公司技术中心试验研究表明，《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB50018以初始缺陷为L/750制定的单一稳定曲线，不适用于支撑架钢管的稳定设计。本规程根据支撑架立杆不同接长方式、不同初始缺陷给出了多条稳定曲线，因此本规程支撑架结构设计并未引用《冷弯薄壁型钢结构技术规范》。本规程中稳定系数通过perry稳定计算公式给出，与《钢结构设计标准》GB 50017采用的方法一致。

**6.1.2** 框架式支撑结构应采用半刚性节点连接的框架计算模型；桁架式支撑结构应采用铰接节点连接的桁架计算模型。

【6.1.2】本规程明确了框架式、桁架式支撑架的构造形式。按照《建筑施工临时支撑结构技术规范》JGJ300的规定，框架式支撑结构采用半刚性节点的计算模型，桁架式支撑结构采用铰接节点的计算模型。半刚性计算模型在有限元分析中实现，比如建模过程中立杆节点与横杆节点运用弹簧单元进行连接，弹簧单元包含扭转的性能。采用非线性弹簧单元时，其扭转参数应输入试验得到的节点弯矩-转角(*M*-)曲线，该方法可以较为精确地模拟支撑架节点的转动刚度在受力过程中的变化；采用线性弹簧单元时，扭转参数应直接输入本规程表6.1.5给出的节点转动刚度值进行分析，由于本规程给出的节点刚度值考虑节点质量离散性取了1.5倍的安全系数，采用该值进行分析时是偏于安全的。

**6.1.3** 支撑架宜进行整体稳定性分析；当水平杆直接承受竖向荷载时，应对水平杆的强度和挠度进行验算，并对连接节点进行抗剪承载力验算。

**6.1.4** 钢管支撑架立杆与水平杆节点力学性能设计值宜符合表6.1.4的规定，其他形式节点力学性能根据试验确定。

**表6.1.4 节点力学性能设计值**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 节点形式 | 性能指标 | | | |
| 转动刚度（kN·m/rad） | 抗拉  （kN） | 抗剪  （kN） | 抗滑  （kN） |
| 扣件式 | 20 | - | - | 8 |
| 碗扣式 | 25 | 30 | 25 | - |
| 盘扣式 | 30 | 60 | 40 | - |
| 轮扣式 | 15 | 60 | 40 | - |
| 键槽式 | 35 | - | 85 | 20 |
| 其他形式 | 根据试验确定（附录E） | | | |

【6.1.4】横杆和立杆的连接节点是半刚性连接，具有一定的转动刚度，转动刚度大小影响着架体的整体稳定性，本规程在计算框架式架体稳定性时，考虑节点的转动刚度。

中国建筑股份有限公司技术中心进行了一系列测量节点抗弯刚度的试验，包括12组扣件式节点抗弯刚度试验、18组盘扣式节点抗弯刚度试验、18组键槽式节点抗弯刚度试验，试验中钢管外径均为48mm。对实验结果进行分析得到扣件式节点（正常拧紧）初始转动刚度在27～35，盘扣式节点（插销插紧）初始转动刚度在39～51，键槽式节点（卡紧）初始转动刚度在42～59，取平均值，并考虑实际节点会有松动，且节点转动刚度在受力过程中会减小，取1.5倍的安全系数。本规程扣件式节点转动刚度取20，盘扣式节点转动刚度取30，键槽式节点转动刚度取35，碗扣式节点转动刚度参考《建筑施工碗扣式钢管支撑架安全技术规范》JGJ 166-2016取25，轮扣式节点转动刚度参考《建筑施工插盘式钢管支架安全技术规范》DBJ 52/T089-2018取15。

参考相关标准对节点抗滑承载力、抗拉承载力、抗剪承载力进行了规定，以保证节点连接的可靠性。

**6.1.5** 支撑架立杆地基基础（含楼面）的承载力应满足使用过程中的所有荷载作用，其沉降和变形应满足被支撑结构的设计、施工、验收和使用要求。

**6.1.6**支撑架立杆长细比应不大于150，横向斜杆、剪刀撑长细比应不大于150，受拉杆长细比应不大于350。

**6.1.7** 钢材的强度设计值、弹性模量应按表6.1.8采用。

**表6.1.7 钢材强度设计值、弹性模量（）**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 钢材等级 | 抗拉、抗压、抗弯强度设计值*f* | 弹性模量*E* |
| Q235 | 215 | 2.06×105 |
| Q355 | 305 |
| Q390 | 345 |

【6.1.7】根据《钢结构设计标准》GB50017-2017主编的观点，Q355的设计指标可直接按Q345钢的取值，这是考虑到其上下屈服点相差约10MPa，且认为现Q355钢就是原Q345钢，故GB50017-2017标准中Q345钢的设计强度直接取为Q355钢的设计强度，这样做新旧钢号的可靠度是不变的，本规程Q355钢强度设计值参照《钢结构设计标准》GB50017-2017取305N/mm2。

## 6.2 立杆稳定计算

**6.2.1** 立杆中由风荷载作用产生的轴向力标准值应按下式进行计算：

 （6.2.1）

|  |  |
| --- | --- |
| 式中： | ——风荷载产生的轴向力标准值(N)； |
| *n* | ——支撑架计算单元立杆跨数； |
| *B* | ——支撑架横向宽度(mm)； |
|  | ——支撑架计算单元在风荷载作用下产生的倾覆力矩标准值（N·m），按本规程6.4.1条规定计算； |

**【6.2.1】**本条参照现行标准《建筑施工支撑架安全技术统一标准》GB 51210中6.2.16条计算风荷载条件下立杆轴力。支撑架纵横向的规定与风向有关，顺风方向架体的宽度为横向宽度，垂直风方向支撑架的宽度为纵向宽度，如图6.2.1所示。

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| （a）立面图 | （b）俯视图 |
| 图6.2.1 支撑架纵横方向 | |

**6.2.****2** 支撑架立杆的轴向力设计值，应按下式进行计算：

**1** 不组合风荷载时：

 （6.2.2-1）

**2** 组合风荷载时（背风面立杆），按下式进行计算：

 （6.2.2-2）

|  |  |
| --- | --- |
| 式中： | ——立杆中由所有恒荷载作用产生的轴向力标准值之和(N)； |
|  | ——立杆中由施工荷载作用产生的轴向力标准值(N)； |
|  | ——立杆中由风荷载作用产生的轴向力标准值(N)，按本规程式(6.2.4)计算； |
|  | ——风荷载组合值系数，按照《建筑结构荷载规范》取0.6。 |

**【6.2.2】**本条立杆轴向力组合值是按照本规程第5.3.2条考虑风荷载组合和不考虑风荷载组合**两种情况给出，其中恒荷载分项系数和可变荷载分项系数分别为1.3和1.5。

**6.2.3** 由风荷载产生的弯矩设计值，应按下式进行计算：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | （6.2.3） |

|  |  |
| --- | --- |
| 式中： | ——风荷载产生的弯矩标准值()； |
|  | ——风荷载标准值()；按照式（5.2.3）计算； |
|  | ——立杆纵向间距(mm)； |
| *h* | ——立杆步距(mm)。 |

**【6.2.3】**风荷载产生的弯矩标准值是按三跨连续梁均布荷载下支座弯矩计算公式进行计算，设计值考虑荷载分项系数，即得到此公式。

**6.2.4** 当支撑架通过连墙件与既有墙、柱进行可靠连接时，可不考虑风荷载产生的立杆轴力，但应考虑风荷载产生的立杆节间局部弯矩；当架体不设置竖向密目安全网时，风荷载引起的立杆轴力较小，可不进行立杆局部稳定性验算。

【6.2.4】当支撑架与既有结构通过连墙件进行可靠连接时，风荷载产生的立杆轴力和弯矩可以通过连墙件传递到既有结构上，因此不考虑风荷载的作用。

**6.2.5** 框架式支撑架进行整体稳定性验算时，计算长度的确定应符合下列规定。

**1** 无剪刀撑时，立杆计算长度应按下式计算：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | （6.2.5-1） |

**2** 有剪刀撑时，单元框架整体稳定验算立杆计算长度应按下式计算：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | （6.2.5-2） |

**3** 有剪刀撑时，立杆局部稳定验算计算长度应按下式计算：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | （6.2.5-3） |

|  |  |
| --- | --- |
| 式中：*h* | ——立杆步距(mm)； |
|  | ——立杆计算长度系数，当无剪刀撑时，应按本规程附录C-1~C-5取值；当有剪刀撑时，应按本规程附录C-6~C-8取值； |
|  | ——扫地杆高度、顶部悬臂长度修正系数，应按本规程附录C-9或C-10取值； |
|  | ——立杆计算长度高度修正系数，应按本规程表6.2.5取值； |
|  | ——为、中较大者； |
|  | ——扫地杆高度与步距*h*之比； |
|  | ——悬臂杆高度与步距*h*之比； |

**表6.2.5 单元框架计算长度高度修正系数**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *H*（m） | 5 | 10 | 20 | 30 | 40 |
|  | 1.00 | 1.11 | 1.16 | 1.19 | 1.22 |

**【6.2.5】**本规程参照现行标准《建筑施工临时支撑结构技术规范》JGJ 300中4.4.9～4.4.11的规定分别按整体稳定和局部稳定两种情况计算单元框架立杆的计算长度。根据本规程表6.1.4各支撑架节点刚度大小，参考JGJ 300附录B，列出了各支撑架常用工况下的计算长度系数，而不必进行繁琐的差值计算，便于应用。

**6.2.6** 支撑架的稳定承载力计算通过验算立杆的稳定性进行，应按下列两种工况进行计算：

**1** 不考虑风荷载参与组合时，应按照式(6.2.6-1)进行立杆稳定性验算：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | （6.2.6-1） |

**2** 考虑风荷载参与组合时或支撑架为偏心传力方式时，应按照式(6.2.6-2)进行立杆稳定性验算：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | （6.2.6-2） |

|  |  |
| --- | --- |
| 式中： | ——结构重要性系数，按表5.2.1取值； |
| *N* | ——立杆的轴力设计值，按照第6.2.1条计算； |
|  | ——轴心受压构件的稳定系数，按照附录D计算； |
|  | ——长细比，； |
|  | ——立杆的计算长度(mm)，按照第6.2.5的规定计算； |
| *i* | ——立杆钢管的回转半径(mm)； |
| *A* | ——立杆钢管的截面面积(mm2),应当按照实际测量的最小尺寸进行计算； |
| *W* | ——立杆钢管的截面模量(mm3)； |
|  | ——风荷载产生的立杆弯矩设计值(N/mm2)，按本规程式(6.2.3)计算； |
| *f* | ——钢材抗压强度设计值(N/mm2)，按表6.1.8采用。 |

【6.2.6】支撑架立杆为偏心传力或考虑风荷载影响时，其立杆弯矩设计值为立杆偏心弯矩与风荷载引起的弯矩之和，立杆偏心弯矩设计值应根据本规程6.1.4条的规定进行计算，此时需按压弯公式进行验算。目前众多标准中压弯公式存在多种形式，存在不统一不协调的情况，容易给设计者带来混淆。

我国《钢结构设计标准》GB 50017中实腹式构件弯矩平面内压弯验算公式采用式（1）：

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

《建筑施工临时支撑结构技术规范》JGJ 300以及《建筑施工直插盘销式模板支架安全技术规范》DB 37/5008中构件压弯验算公式采用式（2）：

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

《建筑施工支撑架安全技术统一标准》GB 51210以及《建筑施工碗扣式钢管支撑架安全技术规范》JGJ 166中构件压弯验算公式采用式（3）：

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

《建筑施工扣件式钢管支撑架安全技术规范》JGJ 130以及《建筑施工承插型盘扣式钢管支架安全技术规程》JGJ 231中构件压弯验算公式采用式（4）：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | （4） |

对上述公式由来及演变进行研究与梳理，同时以算例对比了各公式计算结果。结果表明，压弯公式去掉弯矩放大系数是合理的。按概率极限状态法进行复核的同时应满足稳定验算的安全系数的要求，引入了材料强度附加系数，给出了公式（5），由概率极限状态法设计式与单一系数法式的对比可取，详情可见文章《脚手架压弯公式的对比分析与改进》：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | （5） |

由于公式（5）过于保守，尤其是风荷载占荷载比重较小时，本规程采用公式（3）作为立杆压弯验算公式。

由于支撑架的循环使用，产生锈蚀等原因，钢管截面不满足尺寸时可以按照现场测量结果中最小规格计算，满足承载力要求即可，但壁厚不得低于2.8mm。

因钢管的多次重复使用与运转，容易产生较大的初弯曲，中国建筑股份有限公司技术中心经过调研，其初弯曲分布在*L*/1000~*L*/200之间，不同于《冷弯薄壁型钢结构设计规范》中根据统计仅按初始缺陷为L/750的一条曲线；同时，支撑架立杆会出现接长的情况，主要有套管接长和对接扣件接长，由于立杆与套管具有间隙，套管及对接扣件周转后出现变形等，立杆接长后即出现较大弯曲。因此《冷弯薄壁型钢结构设计规范》不适用于支撑架钢管的稳定性计算。

为满足绿色施工的要求，从实际情况出发，物尽其用的原则。中国建筑股份有限公司技术中心对支撑架不接长立杆、套管接长立杆、对接扣件接长立杆进行了多组轴压试验及有限元参数分析，研究了3种形式的立杆在不同长细比、不同初始缺陷、不同连接尺寸等条件下的稳定系数。运用perry稳定曲线计算公式，对试验及有限元计算结果进行拟合，对不接长立杆、套管接长立杆、对接扣件接立杆初始缺陷为L/1000、L/750、L/600、L/450时分别给出了4条稳定曲线，从而得到12个不同初始缺陷的值表。同时研究得到，当立杆接长时所用套管满足本规程4.2.3条规定时，立杆套管接长后稳定系数与不接长立杆相近，即不接长立杆稳定系数可采用套管接长稳定系数表，为了减少表格数量便于选用，本规程相应去掉了不接长立杆稳定系数表。

当套管不满足本规程4.2.3条质量要求规定时，可对附表套管接长稳定系数进行折减，折减后稳定系数，其中为折减系数，为未修正的套管接长立杆稳定系数，按本规程附表C选取，折减系数为：



其中，m为接长比（套管长度与立杆计算长度比值）；n为间隙比（套管立杆间隙与立杆壁厚比值）；为正则化长细比。

此修正系数公式放在条文说明中仅作参考。

支撑架在计算立杆及整体稳定承载力时，稳定系数根据进场前实测的立杆初弯曲值以及接长方式来确定取用稳定系数值表。

**6.2.7** 桁架式支撑架进行局部验算时，立杆计算长度应按下式计算：

 （6.2.7）

【6.2.7】桁架式支撑架高度较小时容易发生局部失稳破坏，需对立杆进行局部验算。JGJ 300编制组研究表明，对于桁架式支撑架，以作为局部失稳的计算长度是偏于安全的。

**6.2.8** 单元桁架连接搭设形成的桁架式支撑结构，其单元桁架整体稳定性验算应按下列公式计算：

**1** 不组合风荷载时：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | （6.2.8-1） |

**2** 组合风荷载时：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | （6.2.8-2） |
| 其中 |  | （6.2.8-3） |

|  |  |
| --- | --- |
| 式中： | ——单元桁架的轴力设计值，，*N*为立杆轴力设计值，按照本规程第6.2.1条计算； |
|  | ——单元桁架的稳定系数，根据等效长细比按照本规程附录F取值； |
|  | ——单元桁架等效长细比，； |
|  | ——单元桁架等效回转半径(mm)，，为纵、横向立杆间距较小值； |
|  | ——单元桁架弯矩设计值（N·mm）； |
|  | ——单元桁架等效截面模量(mm3)，； |
|  | ——单元桁架等效截面面积(mm2)，。 |

【6.2.8】桁架架体高度较小时，易发生局部失稳破坏，按本规程第6.2.7条进行验算；当桁架架体高度较大时，易发生整体失稳破坏，此时应按本规程第6.2.8条进行验算，分为组合风荷载和不组合风荷载两种情况。其单元桁架按照格构柱进行等效截面特性计算，单元桁架整体失稳时，失稳模式类似悬臂柱在轴向作用下的屈曲失稳，将其视为悬臂柱，则单元桁架计算长度**，对应截面等效回转半径为：

**；

则单元桁架等效长细比为：

**；

单元桁架等效截面模量为：

**。

**6.2.9** 无剪刀撑框架式支撑架应按本规程公式（6.2.6-1）或公式（6.2.6-2）进行立杆稳定性验算。

**6.2.10** 有剪刀撑框架式支撑架进行稳定性验算时，当不组合风荷载时，应按本规程公式（6.2.6-1）对单元框架进行立杆稳定性计算；当组合风荷载时，还应按本规程公式（6.2.6-2）进行立杆局部稳定性验算。

**6.2.11** 桁架式支撑架进行稳定性验算时，应符合下列规定：

**1** 桁架的局部稳定性应按本规程（6.2.6-1）或公式（6.2.6-2）进行立杆稳定性验算；

**2** 单元桁架的整体稳定性应按本规程第6.2.8条进行验算。符合下列情况之一时，可不进行单元桁架的整体稳定性验算：

**1）**支撑架通过连墙件与既有建筑作可靠连接时；

**2）**当支撑架的单元桁架安装本规程第7.3.2条中梅花型布置 时。

【6.2.9~6.2.11】无剪刀撑框架式支撑架存在整体失稳，需对立杆进行稳定性验算。稳定验算分为组合风荷载和不组合风荷载两种情况，需分别进行验算。

单元框架为水平剪刀撑，竖直剪刀撑围城的封闭结构。有剪刀撑框架式支撑架中单元框架的稳定性反映了整体框架结构的稳定性，有剪刀撑框架式支撑架进行稳定性验算时，可对单元框架立杆进行验算；当组合风荷载时，风荷载作用下，框架式支撑架立杆会产生附加轴力，需对背风面轴力增加的立杆进行局部稳定验算。当无密目安全网时，风荷载引起的轴力较小，可不进行立杆的局部稳定性验算。

桁架式支撑架的稳定性由单元桁架决定，单元桁架按照格构柱的设计方法，分为整体稳定性验算和局部稳定性验算。当单元桁架高度较小时，易发生局部失稳破坏；当单元桁架高度较大时，易发生整体失稳破坏。

各类支撑架验算公式汇总如表1所示。

表1 各类支撑架需验算内容

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 类型 | | 计算内容 | 稳定验算公式 | 计算公式 |
| 框架式支撑架 | 无剪刀撑 | 立杆稳定 | 不组合风荷载（6.2.6-1） | （6.2.5-1） |
| 组合风荷载（6.2.6-2） |
| 有剪刀撑 | 单元框架稳定 | 不组合风荷载（6.2.6-1） | （6.2.5-2） |
| 立杆局部稳定 | 组合风荷载（6.2.6-2） | （6.2.5-3） |
| 桁架式支撑架 | | 桁架局部稳定性 | 不组合风荷载（6.2.6-1） | （6.2.7） |
| 组合风荷载（6.2.6-2） |
| 单元桁架整体稳定 | 不组合风荷载（6.2.8-1） | - |
| 组合风荷载（6.2.8-2） | - |

## 6.3 水平杆设计计算

**6.3.1** 水平杆的弯矩与挠度计算应符合下列规定：

**1** 对于扣件式水平杆在节点处连续的情况，当连续跨数超过3跨时，宜按3跨连续梁计算；当连续跨数不超过3跨时，应按实际跨数连续梁计算；

**2** 对于其他形式水平杆在节点处不连续的情况，应按单跨简支梁计算；

**3** 计算跨度，对于纵向水平杆，应取立杆纵向间距；对于横向水平杆应取立杆横向间距。

**6.3.2** 当水平杆承受外荷载时，应进行水平杆的抗弯强度验算、变形验算及水平杆连接节点的抗剪强度验算。

**6.3.3** 水平杆的抗弯强度验算应按下式计算：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | （6.3.3） |

|  |  |
| --- | --- |
| 式中： | ——弯曲正应力()； |
|  | ——水平杆的弯矩设计值（）； |
|  | ——水平杆的截面模量（）； |
|  | ——钢材的抗弯强度设计值（）。 |

**6.3.4** 节点抗剪强度验算应符合下式要求：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | （6.3.4） |

|  |  |
| --- | --- |
| 式中：*R* | ——水平杆剪力设计值（kN）； |
|  | ——节点抗剪承载力设计值，按本规程表6.1.5规定取值。 |

**6.3.5** 节点抗滑验算应符合下式要求：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | （6.3.4） |

|  |  |
| --- | --- |
| 式中：*V* | ——作用在节点上的竖向力设计值（kN）； |
|  | ——节点抗滑承载力设计值，按本规程表6.1.5规定取值。 |

**【6.3.5】**扣件式节点抗滑承载力设计值根据《建筑施工扣件式钢管支撑架安全技术规范》JGJ130中表5.1.8确定。

**6.3.6** 水平杆变形验算应符合下式要求：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | （6.3.6） |

|  |  |
| --- | --- |
| 式中： | ——挠度（mm），当计算纵向水平杆时跨度宜取立杆纵向间距，当计算横向水平杆时跨度宜取立杆横向间距； |
|  | ——受弯构件容许挠度，为跨度的1/150和10mm中的较小值。 |

## 6.4 支撑架抗倾覆验算

**6.4.1** 风荷载作用在支撑架上产生的倾覆力矩标准值计算，可取架体横向（短边方向）的一榀架及对应范围内的顶部竖向栏杆围挡作为计算单元，并宜按下列式计算：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | （6.4.1-1） |
|  |  | （6.4.1-2） |
|  |  | （6.4.1-3） |

|  |  |
| --- | --- |
| 式中： | ——支架计算单元在风荷载作用下的倾覆力矩标准值（）； |
|  | ——风荷载作用在支架计算单元架体范围内的均布线荷载标准值 （）； |
|  | ——风荷载作用下支架计算单元的竖向栏杆围挡范围内产生的水平集中力标准值（N），作用在架体顶部 ； |
|  | ——立杆纵向间距（mm）； |
|  | ——支架架体风荷载标准值（）， 以多榀平行桁架整体风荷载体型系数 按本规程第5.2.4条规定计算； |
|  | ——支架顶部竖向栏杆围挡的高度（mm），对于模板支架，当钢架为绑扎时，顶部只计算安全网的挡风面积；当钢架绑扎完毕，已安装完梁板模板后，应将安全立网和测模两个挡风面积分别计算，取较大值。 |

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| （a）平面图 | （b）立面图 |
| 图6.4.1 风荷载沿架体横向作用示意图 | |

**【6.4.1】**本条关于架体抗倾覆稳定性的验算是参照现行国家标准《建筑施工支撑架安全技术统一标准》GB 51210中6.2.15条规定。风荷载对支撑架产生的倾覆力矩由两部分组成，一是风对支撑架上部竖向围栏或模板的作用，二是风对架体的作用，为便于计算取一列横向立杆作为计算单元。

**6.4.2** 在水平荷载作用下，支架的抗倾覆承载力应符合下式要求：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | | （6.4.2） |
| 式中：*B* | ——支架横向（短边）宽度（mm）； | |
|  | ——立杆纵向间距（mm）； | |
|  | ——支架均匀分布的架体及附件自重面荷载标准值（）； | |
|  | ——支架均匀分布的架体上部物料构件自重面荷载标准值（）； | |
|  | ——支架计算单元上集中堆放物料的自重标准值（N）； | |
|  | ——支架计算单元上集中堆放物至倾覆原点的水平距离（mm）； | |
|  | ——架体计算单元在风荷载作用下的倾覆力矩标准值（）按本规程第6.4.1条规定计算。 | |

**【6.4.2】**本条关于架体抗倾覆稳定性的验算是参照现行国家标准《建筑施工支撑架安全技术统一标准》GB 51210中6.2.17条规定。推导如下：

，其中*M*为风荷载作用下产生的倾覆力矩设计值，为架体计算单元产生的抵抗力矩，0.9为恒荷载倾覆验算的荷载分项系数。即得到：。

**6.4.3** 符合下列情况之一时，可不进行支撑架结构的抗倾覆验算：

**1** 支撑架与既有墙、柱结构有可靠连接时；

**2** 撑架结构的高宽比不超过3时。

【6.4.3】当支撑架体将要出现倾覆时，可认为支撑架迎风面立杆出现悬空，对地面的压力为零，而背风面立杆出现最大附加轴力。

当支撑架与既有建有建筑有可靠连接时，风荷载主要传递到既有建筑上，产生的立杆附加轴向力较小，增强了架体的抗倾覆能力。同时，立杆附加轴向力受架体高宽比影响较大，架体高宽比小于3时，风荷载产生的立杆附加轴向力较小。当符合上述两种情况之一时，可不进行支撑架的抗倾覆验算。

## 6.5 地基基础设计

**6.5.1** 支撑架立杆底地基承载力应满足下列要求：

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  | | （6.5.1-1） |
|  |  | | （6.5.1-2） |
| 不组合风荷载时： | |  | （6.5.1-3） |
| 组合风荷载时： | |  | （6.5.1-4） |

|  |  |
| --- | --- |
| 式中： | ——立杆基础底面的平均压力标准值（）； |
|  | ——上部结构传至立杆基础的轴向力标准值(*N*)； |
|  | ——立杆基础底面积()； |
|  | ——修正后的地基承载力特征值(*MPa*)，按本规程6.5.2的规定采用。 |

**【6.5.1】**本条公式是根据现行标准《建筑地基基础设计规范》GB50007中5.2的规定确定的。基底压力取标准值计算，上部结构传至立杆基础的轴向力标准值分为组合风荷载和不组合风荷载两种情况，分别对应可变荷载起控制作用和恒荷载起控制作用。风荷载下立杆产生的轴向力标准值按本规程6.2.1条计算。

**6.5.2** 修正后的地基承载力特征值应按下式计算：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | （6.5.2） |

|  |  |
| --- | --- |
| 式中： | ——地基承载力修正系数，按表6.5.2的规定采用； |
|  | ——地基承载力特征值，应按现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007的规定，可由载荷试验、其他原位测试、公式计算或按工程地质报告提供的数据采用。 |

**表6.5.2 地基承载力修正系数**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 地基土类型 | 修正系数 | |
| 原状土 | 分层回填夯实土 |
| 多年填基土 | 0.6 | - |
| 碎石土、砂土 | 0.8 | 0.4 |
| 粉土、黏土 | 0.7 | 0.5 |
| 岩石、混凝土、道路路面（沥青混凝土路面、水泥混凝土路面、水泥稳定碎石道路基层） | 1.0 | - |

【6.5.2】对地基承载力特征值进行修正，是因为支撑架立杆地基易受季节性天气、雨水等外界因素影响，和永久性建筑地基的承载力计算不同，对地基承载力特征值有必要进行修正。

**6.5.3** 当支撑架搭设在结构楼板上时，应对支承架体的楼面进行结构承载力验算，当不能满足承载力要求时应对楼面结构进行加固，如楼板下增设临时支撑等。

【6.5.3】当模板支撑架或外支撑架搭设在混凝土楼面上时，为保证支撑层混凝土楼面安全，应对支承架体的楼面进行结构承载力验算。

**6.5.4** 立杆基础底面积*A*g的计算应符合下列规定：

**1** 立杆下部设置固定底座或可调底座时，立杆基础底面积*A*g的取底座面积；

**2** 当在夯实整平的原状土或回填土上设置立杆时，其下铺设宽度不小于200mm的条形木垫板时，立杆基础底面积可按下式计算：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | （6.5.3） |

|  |  |
| --- | --- |
| 式中：*a* | ——木垫板宽度(mm)； |
| *b* | ——沿木垫板铺设方向相邻立杆间距(mm)。 |

【6.5.4】本条根据现行行业标准《建筑施工临时支撑结构技术规范》JGJ300-2013中4.6.3条规定执行。

# 7 构造与选用

## 7.1 一般规定

**7.1.1** 支撑架地基应符合下列规定：

**1** 地基应坚实、平整，场地应有排水措施，不应有积水；

**2** 土层地基上的立杆底部应设置足够强度和支撑面积的混凝土块或垫板；

**3** 混凝土结构层上的立杆底部应设置可调底座或垫板；

**4** 对承载力不足的地基土或混凝土结构层，应进行加固处理；

**5** 湿陷性黄土、膨胀土、软土地基应设有防水措施；

【7.1.1】地基基础质量是影响支撑架工程安全的重要环节，规定土层地基上的立杆应设置混凝土块或垫板，并规定需要足够的强度和支撑面积，是为了通过垫板的应力扩散角将立杆轴力扩散到地基上，减少地基应力。

支撑架工程设计时，其地基应符合《建筑地基基础工程施工质量验收规范》GB 50202的要求，应符合工程的地质勘探报告中的要求。

|  |  |
| --- | --- |
| **7.1.2** 盘扣式、轮扣式、键槽式等承插型支撑架扫地杆高度不宜大于500mm，其他支撑架扫地杆高度不宜大于300mm；立杆顶部伸出水平杆的悬臂高度a与步距h的比值a/h不宜大于0.3（图7.1.3）。  **7.1.3** 可调托撑伸出水平杆长度不应大于650mm，螺杆伸入立杆长度不应小于150mm，安装时螺杆与立杆应上下同轴，且螺杆外径与立杆内径的间隙不应大于3mm（图7.1.3）。 | 图7.1.3 可调托撑  1—托座；2—丝杆；3—调节螺母；  4—立杆；5—横杆；6—节点 |

【7.1.2~7.1.3】陈骥在《钢结构稳定理论与设计》一书中通过一个两端铰接带有悬臂端的轴心压杆例子探讨了悬臂长度与支座之间距离比值对杆件稳定承载力的影响，当时，与两端铰接轴心压杆相比，悬臂构件屈曲荷载降低19%；当时，降低35%。天津大学、浙江大学、西安建筑科技大学等高校众多学者也研究表明，扫地杆高度以及立杆悬臂高度对支撑架承载力有较大影响，承插型支撑架（盘扣式、键槽式、轮扣式支撑架等）扫地杆高度大于500mm，或其他支撑架（扣件式、碗扣式支撑架等）扫地杆高度大于300mm，扫地杆处易先发生局部破坏，导致支撑架承载力大幅下降；可调托撑伸出水平杆长度过大也会发生局部失稳破坏，中国建筑股份有限公司技术中心研究表明，立杆顶部伸出水平杆的悬臂高度a与步距h的比值a/h大于0.3时，悬臂端首先发生局部屈曲，导致支撑架承载力大幅降低。为了充分发挥支撑架结构的承载力，本条对扫地杆及悬臂高度进行了规定。

**7.1.4** 当有既有结构时，支撑架应与既有结构可靠连接，并应符合下列规定：

**1** 连接点竖向间距不宜大于2个步距，优先布置在水平剪刀撑或水平斜杆层；

**2** 连接点水平间距不宜大于8m；

**3** 连接点距支撑架节点不宜大于300mm；

**4** 当遇柱时，宜采用抱箍式连接措施。抱柱钢管应向相邻架体延伸至少1跨并与相邻架体利用扣件扣紧，且抱柱钢管与相邻架体竖向框架的水平距离不应超过300mm（图7.1.4）。

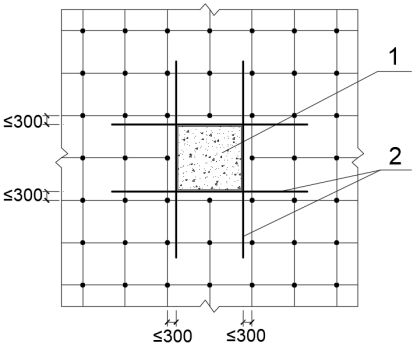


图7.1.4 抱柱构造平面图

1—结构柱；2—抱柱水平杆

**【7.1.4】**支撑架与既有建筑进行可靠连接后，可大幅提高支撑架的倾覆能力，减少事故的发生。同时立杆抗侧移能力提高，风荷载下，立杆附加轴力减小，稳定性大幅提升。理论上，连接点越多，支撑架承载力越高，连接点竖向间距不宜大于2个步距。连接点布置在水平剪刀撑或水平斜杆以及节点附近，主要是减少立杆或横杆的弯矩及挠度，防止杆件内力过大造成局部屈曲。

**7.1.5** 当支撑架高宽比大于3，且四周无可靠连接时，应在支撑结构上对称设置缆风绳或采取其他防倾覆措施。

【7.1.5】支撑架高宽比大于3时，易发生倾覆失稳，需采取防倾覆措施，当四周无可靠连接时，可在支撑架上对称设置缆风绳，缆风绳的数量根据支撑架高宽比确定，缆风绳角度宜在45°~ 60°之间。

**7.1.6** 在坡道、台阶、坑槽等基础不等高部位的支撑架，应符合下列规定：

**1** 基础高处的扫地杆向低处至少延长至倒数第二跨与立杆连接，靠斜坡上方的立杆轴线到斜坡的距离不应小于500mm，斜坡下方第一个步距应小于2000mm（图7.1.6）；

**2** 设置在斜坡上的立杆应与地基有可靠固定连接。

|  |
| --- |
|  |
| 图7.1.6 基础不等高支撑架布置图  1—立杆；2—横杆；3—节点；4—扫地杆 |

【7.1.6】中国建筑股份有限公司技术中心对支撑架基础不等高情况进行了大量研究，研究表明，当支撑架基础出现高低跨不等高情况时，基础高处的扫地杆向低处延长至倒数第二跨与立杆连接时，承载力与基础等高支撑架基本相等，高跨扫地杆向低跨宜通长布置或延长至倒数第二跨。斜坡下方第一个步距大于2000mm时，支撑架易发生局部失稳破坏，承载力大幅降低，本条规定此处步距应小于2000mm。

## 7.2 框架式支撑架构造

**7.2.1** 竖向剪刀撑布置应符合下列规定：

**1** 框架式支撑架应在纵向、横向分别设置竖向剪刀撑，剪刀撑应均匀布置。竖向剪刀撑间隔不应大于6跨，每个剪刀撑的跨数不应超过6跨，剪刀撑倾斜的角度宜在45°~ 60°之间，支撑架外围应设置连续封闭的剪刀撑（图7.2.1）。

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| （a）平面图 | （b）立面图 |
| 图7.2.1 框架式支撑架剪刀撑布置图  1—立杆；2—横杆；3—竖向剪刀撑；4—水平剪刀撑 | |

**2** 竖向剪刀撑应采用旋转扣件固定在与之相交的立杆或水平杆上，旋转扣件中心宜靠近主节点。

**7.2.2** 水平剪刀撑布置应符合下列规定：

**1** 水平剪刀撑间隔层数宜为4步~5步；

**2** 顶层应设置水平剪刀撑；

**3** 扫地杆层应设置水平剪刀撑；

**4** 水平剪刀撑应采用旋转扣件固定在与之相交的立杆或水平杆上。

【7.2.2】天津大学对满堂扣件式支撑架进行了试验研究，试验表明，水平剪刀撑能提高架体空间抗扭能力，提高支撑架稳定承载力。西安建筑科技大学等高校研究表明水平剪刀撑的设置对整架稳定承载力影响明显，若不设置水平剪刀撑或设置过少，将大大削弱支撑架的承载力。本规程兼顾架体安全及施工操作上的方便，建议水平剪刀撑每隔4步~5步布置，同时配合竖向剪刀撑，能形成封闭的单元框架，提高支撑架的稳定承载力。

**7.2.3** 剪刀撑接长时应采用旋转扣件搭接，搭接长度不应小于1000mm，旋转扣件不应少于2个，且两端扣件离杆端不小于100mm。

【7.2.3】剪刀撑主要承受轴向力，单个旋转扣件连接时易发生滑动，为确保剪刀撑受力过程中旋转扣件连接可靠不发生滑动，规定旋转扣件不应少于2个，同时规定了剪刀撑搭接长度。

**7.2.4** 当同时满足下列规定时，可采用无剪刀撑框架式支撑架：

**1** 搭设高度在5m以下；

**2** 被支撑结构自重的荷载标准值小于5kPa；

**3** 支撑架支承于坚实均匀地基上或结构层上；

**4** 支撑架与既有结构有可靠连接。

【7.2.4】本条参考《建筑施工临时支撑结构技术规范》JGJ300中的规定，当采用无剪刀撑框架式支撑架时，上述四个条件缺一不可。

**7.2.5** 封顶水平杆受碗扣节点、盘扣节点、轮扣节点、键槽节点等位置限制，无法采用相应节点钢管水平杆或钢背楞时，可采用扣件式钢管与两侧立杆相连接作为封顶杆（图7.2.5），当支撑架的封顶杆兼作模板主楞时，封顶杆钢管托梁应按照本规程第6.3.1条、第6.3.3条、第6.3.6条进行承载力和挠曲变形验算。

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| (a) 板下扣件式钢管封顶杆 | (b) 梁下扣件式钢管封顶杆 |
| 图7.2.5 梁板下扣件式钢管封顶杆  1—底模；2—模板次楞；3—扣件式钢管封顶杆兼作模板主楞；  4—顶步水平杆；5—立杆；6—节点；7—最顶部连接节点 | |

## 7.3 框架式支撑架选用

**7.3.1** 框架式支撑架按表7.3.2~表7.3.8选用时，选用条件应满足表7.3.1的规定。

表7.3.1支撑架选用条件

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 项目 | 要求 | 说明 |
| 结构类型 | 钢筋混凝土梁、板构件 | 构件为钢与混凝土组合构件时，应重新设计计算。 |
| 支撑架基础 | 满足承载力要求，支撑基础坚实平整。 | - |
| 搭设高度 | ≤ 20m | 搭设高度大于20m时按本规程规定另行设计。 |
| 初始缺陷 | 立杆初始缺陷不大于杆长1/450 | 选用表格按立杆最大初始缺陷1/450计算给出，立杆初始缺陷较小时可另行设计。 |
| 立杆尺寸 | 立杆外径为48mm系列，壁厚不小于2.8mm | 立杆外径为其他尺寸时（如60mm），应另行设计。 |

**7.3.2** 扣件式钢管支撑架剪刀撑布置符合7.2.1~7.2.3条且选用条件符合7.3.1条时：

**1** 混凝土板类支撑可按表7.3.2-1选用；

**2** 混凝土梁类支撑可按表7.3.2-2选用。

表7.3.2-1 混凝土板类有剪刀撑扣件式钢管支撑架选用表

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 搭设高度  板厚(mm) | 4m以下 | | 4m~8m | | 8m~20m | |
| 立杆纵横向间距（mm） | 立杆步距（mm） | 立杆纵横向间距（mm） | 立杆步距（mm） | 立杆纵横向间距（mm） | 立杆步距（mm） |
| 180以下 | 1200 | 1200 | 1200 | 900 | 900 | 1200 |
| 181~300 | 1200 | 900 | 900 | 1200 | 900 | 900 |
| 301~400 | 900 | 1200 | 900 | 1200 | 900 | 600 |
| 401~500 | 900 | 1200 | 900 | 900 | 900 | 600 |
| 501~600 | 900 | 1200 | 900 | 900 | 900 | 600 |
| 601~800 | 900 | 900 | 900 | 600 | 900 | 600 |
| 801~1100 | 900 | 600 | 900 | 600 | 600 | 900 |
| 1101~1500 | 900 | 600 | 600 | 900 | 600 | 900 |
| 1501~1700 | 600 | 900 | 600 | 900 | 600 | 900 |
| 1701~2200 | 600 | 900 | 600 | 900 | 600 | 600 |
| 2201~2800 | 600 | 900 | 600 | 600 | - | - |
| 2801~3600 | 600 | 600 | - | - | - | - |

表7.3.2-2 混凝土梁类有剪刀撑扣件式钢管支撑架选用表

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 搭设  高度  梁高  (mm) | 4m以下 | | | 4m~8m | | | 8m~20m | | |
| 立杆纵向间距（mm） | 立杆横向间距（mm） | 立杆  步距（mm） | 立杆纵向间距（mm） | 立杆横向间距（mm） | 立杆  步距（mm） | 立杆纵向间距（mm） | 立杆横向间距（mm） | 立杆  步距（mm） |
| 180以下 | 1200 | 1200 | 1200 | 1200 | 1200 | 900 | 1200 | 900 | 900 |
| 1200 | 900 | 1500 | 1200 | 900 | 1200 | 900 | 900 | 1200 |
| 181~300 | 1200 | 900 | 1200 | 1200 | 900 | 900 | 900 | 900 | 900 |
| 1200 | 1200 | 900 | 1200 | 900 | 900 | 900 | 900 | 900 |
| 301~400 | 1200 | 900 | 900 | 900 | 900 | 1200 | 900 | 900 | 900 |
| 401~500 | 1200 | 900 | 900 | 900 | 900 | 900 | 900 | 600 | 1200 |
| 501~600 | 900 | 900 | 1200 | 900 | 600 | 1200 | 900 | 600 | 900 |
| 601~700 | 900 | 900 | 900 | 900 | 600 | 1200 | 900 | 600 | 900 |
| 701~800 | 900 | 900 | 900 | 900 | 600 | 900 | 900 | 900 | 600 |
| 801~900 | 900 | 600 | 1200 | 900 | 600 | 900 | 900 | 600 | 600 |
| 901~1000 | 900 | 600 | 1200 | 900 | 900 | 600 | 900 | 600 | 600 |
| 1001~1100 | 900 | 600 | 900 | 900 | 900 | 600 | 900 | 600 | 600 |
| 1101~1300 | 900 | 600 | 900 | 900 | 600 | 600 | 900 | 600 | 600 |
| 1301~1400 | 900 | 900 | 600 | 900 | 600 | 600 | 600 | 600 | 900 |
| 1401~1700 | 900 | 600 | 600 | 900 | 600 | 600 | 600 | 600 | 900 |
| 1701~2100 | 900 | 600 | 600 | 600 | 600 | 900 | 600 | 600 | 600 |
| 2101~2200 | 900 | 600 | 600 | 600 | 600 | 600 | 600 | 600 | 600 |
| 2201~2300 | 900 | 600 | 600 | 600 | 600 | 600 | 600 | 400 | 900 |
| 2301~2700 | 600 | 600 | 900 | 600 | 600 | 600 | 600 | 400 | 900 |
| 2701~2800 | 600 | 600 | 900 | 600 | 600 | 600 | 600 | 400 | 600 |
| 2801~3300 | 600 | 600 | 600 | 600 | 400 | 900 | 600 | 400 | 600 |
| 3301~3500 | 600 | 600 | 600 | 600 | 400 | 600 | 600 | 400 | 600 |
| 3501~4300 | 600 | 400 | 900 | 600 | 400 | 600 | - | - | - |
| 4301~5500 | 600 | 400 | 600 | - | - | - | - | - | - |

**7.3.3** 扣件式钢管支撑架无剪刀撑布置符合7.2.4条且选用条件符合7.3.1时：

**1** 混凝土板类支撑可按表7.3.3-1选用；

**2** 混凝土梁类支撑可按表7.3.3-2选用。

表7.3.3-1 混凝土板类无剪刀撑扣件式钢管支撑架选用表

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 板厚（mm）  搭设高度 | | 100  以下 | 101~  120 | 121~  150 | 151~  180 | 181~  200 |
| 5m  以下 | 立杆纵横向间距（mm） | 1200 | 900 | 900 | 600 | 600 |
| 立杆步距（mm） | 900 | 900 | 900 | 900 | 900 |

表7.3.3-2 混凝土梁类无剪刀撑扣件件钢管支撑架选用表

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 梁高（mm）  搭设高度 | | 180  以下 | | 181~300 | | 301~400 | 401~500 |
| 5m  以下 | 立杆纵向间距（mm） | 900 | 1200 | 900 | 900 | 900 | 600 |
| 立杆横向间距（mm） | 900 | 600 | 900 | 600 | 600 | 600 |
| 立杆步距（mm） | 1200 | 900 | 900 | 1200 | 900 | 900 |

**7.3.4** 碗扣式钢管支撑架剪刀撑布置符合7.2.1~7.2.3条且选用条件符合7.3.1时：

**1** 混凝土板类支撑可按表7.3.4-1选用；

**2** 混凝土梁类支撑可按表7.3.4-2选用。

表7.3.4-1 混凝土板类有剪刀撑碗扣式钢管支撑架选用表

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 搭设  高度  板厚(mm) | 4m以下 | | 4m~8m | | 8m~20m | |
| 立杆纵横向间距  （mm） | 立杆  步距  （mm） | 立杆纵横向间距  （mm） | 立杆  步距  （mm） | 立杆纵横向间距  （mm） | 立杆  步距  （mm） |
| 180以下 | 1200 | 1500 | 900 | 1200 | 900 | 1200 |
| 181~240 | 1200 | 1200 | 900 | 1200 | 900 | 1200 |
| 241~300 | 900 | 1200 | 900 | 1200 | 900 | 1200 |
| 301~400 | 900 | 1200 | 900 | 1200 | 600 | 900 |
| 401~600 | 900 | 1200 | 600 | 900 | 600 | 900 |
| 601~900 | 600 | 900 | 600 | 900 | 600 | 900 |
| 901~1300 | 600 | 900 | 600 | 900 | 600 | 600 |
| 1301~1800 | 600 | 900 | 600 | 600 | 600 | 600 |
| 1801~3000 | 600 | 600 | 600 | 600 | 600 | 600 |
| 3001~3700 | 600 | 600 | 600 | 600 | - | - |
| 3701~4700 | 600 | 600 | - | - | - | - |

表7.3.4-2 混凝土梁类有剪刀撑碗扣式钢管支撑架选用表

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 搭设  高度  梁高  (mm) | 4m以下 | | | 4m~8m | | | 8m~20m | | |
| 立杆纵向间距（mm） | 立杆横向间距（mm） | 立杆  步距（mm） | 立杆纵向间距（mm） | 立杆横向间距（mm） | 立杆  步距（mm） | 立杆纵向间距（mm） | 立杆横向间距（mm） | 立杆  步距（mm） |
| 180以下 | 1200 | 1200 | 1500 | 1200 | 900 | 1500 | 900 | 900 | 1200 |
| 181~240 | 1200 | 1200 | 1200 | 1200 | 900 | 1200 | 900 | 900 | 1200 |
| 241~300 | 1200 | 900 | 1500 | 900 | 900 | 1200 | 900 | 600 | 1200 |
| 301~400 | 1200 | 900 | 1200 | 900 | 900 | 1200 | 900 | 600 | 1200 |
| 401~500 | 900 | 900 | 1200 | 900 | 600 | 1200 | 900 | 600 | 1200 |
| 501~600 | 900 | 900 | 1200 | 900 | 600 | 1200 | 600 | 600 | 900 |
| 601~700 | 900 | 600 | 1200 | 900 | 600 | 1200 | 600 | 600 | 900 |
| 701~900 | 900 | 600 | 1200 | 600 | 600 | 900 | 600 | 600 | 900 |
| 901~1000 | 900 | 600 | 1200 | 600 | 600 | 900 | 600 | 400 | 900 |
| 1001~1300 | 600 | 600 | 900 | 600 | 600 | 900 | 600 | 400 | 900 |
| 1301~1600 | 600 | 600 | 900 | 600 | 400 | 900 | 600 | 400 | 900 |
| 1601~1800 | 600 | 600 | 900 | 600 | 400 | 900 | 600 | 600 | 600 |
| 1801~2100 | 600 | 400 | 900 | 600 | 400 | 900 | 600 | 600 | 600 |
| 2101~2800 | 600 | 400 | 900 | 600 | 600 | 600 | 600 | 600 | 600 |
| 2801~3000 | 600 | 600 | 600 | 600 | 600 | 600 | 600 | 600 | 600 |
| 3001~3600 | 600 | 600 | 600 | 600 | 600 | 600 | 600 | 600 | 600 |
| 3601~4700 | 600 | 600 | 600 | - | - | - | - | - | - |

**7.3.5** 碗扣式钢管支撑架无剪刀撑布置符合7.2.4条且选用条件符合7.3.1时：

**1** 混凝土板类支撑可按表7.3.5-1选用；

**2** 混凝土梁类支撑可按表7.3.5-2选用。

表7.3.5-1 混凝土板类无剪刀撑碗扣式钢管支撑架选用表

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 板厚（mm）  搭设高度（mm） | | 100  以下 | 101~  120 | 121~  150 | 151~  180 | 181~  200 |
| 5m以下 | 立杆纵横向间距（mm） | 1200 | 1200 | 900 | 900 | 600 |
| 立杆步距（mm） | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 |

表7.3.5-2 混凝土梁类无剪刀撑碗扣式钢管支撑架选用表

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 梁高（mm）  搭设高度（mm） | | 180  以下 | 181~  300 | 301~  400 | 401~  500 |
| 5m以下 | 立杆纵向间距（mm） | 1200 | 1200 | 900 | 900 |
| 立杆横向间距（mm） | 1200 | 900 | 900 | 600 |
| 立杆步距（mm） | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 |

**7.3.6** 轮扣式钢管支撑架剪刀撑布置符合7.2.1~7.2.3条且选用条件符合7.3.1时：

**1** 混凝土板类支撑可按表7.3.6-1选用；

**2** 混凝土梁类支撑可按表7.3.6-2选用。

表7.3.6-1 混凝土板类有剪刀撑轮扣式钢管支撑架选用表

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 搭设高度  板厚(mm) | 4m以下 | | 4m~8m | | 8m~20m | |
| 立杆纵横向间距（mm） | 立杆步距（mm） | 立杆纵横向间距（mm） | 立杆步距（mm） | 立杆纵横向间距（mm） | 立杆步距（mm） |
| 180以下 | 1200 | 1000 | 1200 | 1000 | 900 | 1000 |
| 181~300 | 1200 | 1000 | 900 | 1000 | 900 | 1000 |
| 301~500 | 900 | 1000 | 900 | 1000 | 600 | 1000 |
| 501~700 | 900 | 1000 | 600 | 1000 | 600 | 1000 |
| 701~1100 | 600 | 1000 | 600 | 1000 | 600 | 1000 |
| 1101~1400 | 600 | 1000 | 600 | 1000 | 600 | 500 |
| 1401~1900 | 600 | 1000 | 600 | 500 | 600 | 500 |
| 1901~2400 | 600 | 500 | 600 | 500 | 600 | 500 |
| 2401~2800 | 600 | 500 | 600 | 500 | - | - |
| 2801~3600 | 600 | 500 | - | - | - | - |

表7.3.6-2 混凝土梁类有剪刀撑轮扣式钢管支撑架选用表

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 搭设  高度  梁高  (mm) | 4m以下 | | | 4m~8m | | | 8m~20m | | |
| 立杆纵向间距（mm） | 立杆横向间距（mm） | 立杆  步距（mm） | 立杆纵向间距（mm） | 立杆横向间距（mm） | 立杆  步距（mm） | 立杆纵向间距（mm） | 立杆横向间距（mm） | 立杆  步距（mm） |
| 180以下 | 1200 | 1200 | 1000 | 1200 | 1200 | 1000 | 1200 | 900 | 1000 |
| 180~300 | 1200 | 1200 | 1000 | 1200 | 900 | 1000 | 900 | 900 | 1000 |
| 301~500 | 1200 | 900 | 1000 | 900 | 900 | 1000 | 900 | 600 | 1000 |
| 501~600 | 900 | 900 | 1000 | 900 | 600 | 1000 | 900 | 600 | 1000 |
| 601~700 | 900 | 900 | 1000 | 900 | 600 | 1000 | 600 | 600 | 1000 |
| 701~900 | 900 | 600 | 1000 | 900 | 600 | 1000 | 600 | 600 | 1000 |
| 901~1000 | 900 | 600 | 1000 | 600 | 600 | 1000 | 600 | 600 | 1000 |
| 1001~1200 | 900 | 600 | 1000 | 600 | 600 | 1000 | 600 | 600 | 500 |
| 1201~1400 | 600 | 600 | 1000 | 600 | 600 | 1000 | 600 | 600 | 500 |
| 1401~1800 | 600 | 600 | 1000 | 600 | 600 | 500 | 600 | 600 | 500 |
| 1801~2200 | 600 | 600 | 500 | 600 | 600 | 500 | 600 | 600 | 500 |
| 2201~2800 | 600 | 600 | 500 | 600 | 600 | 500 | - | - | - |
| 2801~3600 | 600 | 600 | 500 | - | - | - | - | - | - |

**7.3.7** 轮扣式钢管支撑架无剪刀撑布置符合7.2.4条且选用条件符合7.3.1时：

**1** 混凝土板类支撑可按表7.3.7-1选用；

**2** 混凝土梁类支撑可按表7.3.7-2选用。

表7.3.7-1 混凝土板类无剪刀撑轮扣式钢管支撑架选用表

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 板厚（mm）  搭设高度（mm） | | 100  以下 | 101~  120 | 121~  150 | 151~  180 | 181~  200 |
| 5m以下 | 立杆纵横向间距（mm） | 1200 | 1200 | 900 | 900 | 900 |
| 立杆步距（mm） | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 |

表7.3.7-2 混凝土梁类无剪刀撑轮扣式钢管支撑架选用表

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 梁高（mm）  搭设高度（mm） | | 180  以下 | 181~  300 | 301~  400 | 401~  500 |
| 5m以下 | 立杆纵向间距（mm） | 1200 | 900 | 900 | 900 |
| 立杆横向间距（mm） | 900 | 900 | 900 | 600 |
| 立杆步距（mm） | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 |

**7.3.8** 盘扣式、键槽式钢管支撑架无斜腹杆布置符合7.2.4条且选用条件符合7.3.1时：

**1** 混凝土板类支撑可按表7.3.8-1选用；

**2** 混凝土梁类支撑可按表7.3.8-2选用。

表7.3.8-1 混凝土板类无斜撑钢管支撑架选用表（盘扣式、键槽式）

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 板厚（mm）  搭设高度（mm） | | 100  以下 | 101~  120 | 121~  150 | 151~  180 | 181~  200 |
| 5m以下 | 立杆纵横向间距（mm） | 1200 | 1200 | 1200 | 1200 | 900 |
| 立杆步距（mm） | 1500 | 1500 | 1000 | 1000 | 1000 |

表7.3.8-2 混凝土梁类无斜撑钢管支撑架选用表（盘扣式、键槽式）

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 梁高（mm）  搭设高度（mm） | | 180  以下 | 181~  300 | 301~  400 | 401~  500 |
| 5m以下 | 立杆纵向间距（mm） | 1200 | 1200 | 1200 | 900 |
| 立杆横向间距（mm） | 1200 | 900 | 900 | 900 |
| 立杆步距（mm） | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 |

【7.3.1~7.3.7】当支撑架运用剪刀撑搭设形成框架式结构，且剪刀撑布置符合本规程第7.2.1~7.2.3条，或支撑架符合本规程第7.2.4条，采用无剪刀撑、无斜撑的支撑结构时，应根据本规程第6章的规定进行设计计算，确定支撑架的搭设参数。本规程同时给出了各种框架式支撑架作为混凝土板和混凝土梁支撑结构的选用表格，该表格规定了有无剪刀撑的选用条件，当符合选用条件时，可直接选用表格参数进行设计，便于设计应用。表格中搭设参数仅满足立杆局部稳定性和架体整体稳定性的验算要求，仍需对水平杆、架体抗倾覆、地基基础等进行设计计算。需要说明的是，该选用表格仅作为参考，并非强制性。

该选用表格按照本规程计算长度附表C及6.2节进行计算校核给出。计算中模板自重取，钢筋混凝土板，钢筋混凝土梁，施工荷载取，恒荷载分项系数，或荷载分项系数，支撑架自重参考各标准选取；最大扫地杆高度或悬挑高度取500mm。

选用表格部分计算结果以及和相关支撑架标准对比如下表所示，本规程表格单杆承载力相较于实际承受的荷载设计值安全系数在1.2~2.3之间。与JGJ130标准对比，本规程单杆承载力大部分偏高。从西安建筑科技大学、天津大学扣件式支撑架试验结果分析可知，JGJ130标准计算出的单杆承载力过于保守，相较于试验值其安全系数大部分在2.0~3.0之间，而本规程计算的单杆承载力相较于试验值安全系数大部分在1.2~1.5之间，再乘上表格单杆承载力相较于实际承受的荷载设计值安全系数1.2~2.3，最终安全系数大部分在1.44~1.8之间，在满足安全的同时更加经济。

本规程计算结果与JGJ 166标准以及DBJ 52/T089标准计算值基本相近。

表1 有剪刀撑扣件式板类部分计算结果汇总及对比

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 板厚（m） | 搭设高度（m） | 步距（m） | 立杆横纵间距（m） | 本规程表格单杆承载力（kN） | JGJ 130单杆承载力（kN） | 单杆承受荷载设计值（kN） |
| 0.18 | 4 | 1.2 | 1.2 | 23.59 | 22.19 | 18.06 |
| 8 | 0.9 | 1.2 | 26.33 | - | 19.53 |
| 20 | 1.2 | 0.9 | 20.60 | - | 14.02 |
| 0.4 | 4 | 1.2 | 0.9 | 27.72 | 24.66 | 16.27 |
| 8 | 0.9 | 0.9 | 22.49 | 26.21 | 17.16 |
| 20 | 0.9 | 0.9 | 42.12 | 23.61 | 22.21 |
| 1.1 | 4 | 0.6 | 0.9 | 56.67 | 27.91 | 35.24 |
| 8 | 0.6 | 0.9 | 46.00 | 27.91 | 36.61 |
| 20 | 0.9 | 0.6 | 33.38 | 25.78 | 19.24 |
| 2.2 | 4 | 0.9 | 0.6 | 44.91 | 28.62 | 28.81 |
| 8 | 0.9 | 0.6 | 36.45 | 28.62 | 29.65 |
| 20 | 0.6 | 0.6 | 42.28 | 27.16 | 33.34 |
| 3.6 | 4 | 0.6 | 0.6 | 56.89 | 30.15 | 45.50 |

注：计算中取立杆截面尺寸48mm×3.2mm，取行标《建筑施工扣件式钢管支撑架安全技术规范》JGJ 130中加强型剪刀撑工况进行对比。

表2 有剪刀撑碗扣式板类部分计算结果汇总及对比

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 板厚（m） | 搭设高度（m） | 步距（m） | 立杆横纵间距（m） | 本规程表格单杆承载力（kN） | JGJ 166单杆承载力（kN） | 单杆承受荷载设计值（kN） |
| 0.18 | 4 | 1.5 | 1.2 | 24.09 | 25.05 | 17.95 |
| 8 | 1.2 | 0.9 | 23.30 | 32.35 | 11.35 |
| 20 | 1.2 | 0.9 | 21.33 | 29.13 | 14.02 |
| 0.4 | 4 | 1.2 | 0.9 | 28.70 | 32.35 | 16.27 |
| 8 | 1.2 | 0.9 | 23.30 | 32.35 | 17.16 |
| 20 | 0.9 | 0.6 | 22.42 | 39.06 | 11.02 |
| 0.9 | 4 | 0.9 | 0.6 | 30.16 | 32.35 | 13.54 |
| 8 | 0.9 | 0.6 | 24.48 | 43.37 | 14.38 |
| 20 | 0.9 | 0.6 | 22.42 | 39.06 | 16.89 |
| 1.8 | 4 | 0.9 | 0.6 | 30.16 | 43.37 | 24.12 |
| 8 | 0.6 | 0.6 | 58.69 | 61.15 | 25.42 |
| 20 | 0.6 | 0.6 | 53.74 | 55.08 | 28.64 |
| 3.0 | 4 | 0.6 | 0.6 | 72.31 | 61.15 | 38.45 |
| 8 | 0.6 | 0.6 | 58.69 | 61.15 | 39.52 |
| 20 | 0.6 | 0.6 | 53.74 | 55.08 | 42.74 |

注：计算中取立杆截面尺寸为48.3mm×3.5mm，选用行标《建筑施工碗扣式钢管支撑架安全技术规程》JGJ 166进行对比。

表3 有剪刀撑轮扣式板类部分计算结果汇总及对比

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 板厚（m） | 搭设高度（m） | 步距（m） | 立杆横纵间距（m） | 本规程表格单杆承载力（kN） | DBJ52/T089单杆承载力（kN） | 单杆承受荷载设计值（kN） |
| 0.18 | 4 | 1.0 | 1.2 | 32.01 | 32.01 | 18.26 |
| 8 | 1.0 | 1.2 | 25.98 | 25.98 | 19.53 |
| 20 | 1.0 | 0.9 | 24.59 | 24.59 | 14.81 |
| 0.5 | 4 | 1.0 | 0.9 | 33.09 | 33.09 | 19.07 |
| 8 | 1.0 | 0.9 | 26.86 | 26.86 | 20.12 |
| 20 | 1.0 | 0.6 | 23.59 | 23.59 | 12.19 |
| 1.1 | 4 | 1.0 | 0.6 | 31.74 | 31.74 | 15.89 |
| 8 | 1.0 | 0.6 | 25.76 | 25.76 | 16.73 |
| 20 | 1.0 | 0.6 | 23.59 | 23.59 | 19.24 |
| 1.9 | 4 | 1.0 | 0.6 | 31.74 | 31.74 | 25.29 |
| 8 | 0.5 | 0.6 | 48.17 | 48.17 | 26.60 |
| 20 | 0.5 | 0.6 | 44.11 | 44.11 | 29.81 |
| 2.8 | 4 | 0.5 | 0.6 | 59.35 | 59.35 | 36.10 |
| 8 | 0.5 | 0.6 | 48.17 | 48.17 | 37.17 |

注：计算中立杆截面尺寸取48mm×3.2mm，选用贵州地标《建筑施工插盘式钢管支架安全技术规程》DBJ 52/T089进行对比。

## 7.4 桁架式支撑架构造

**7.4.1** 支撑结构运用斜杆进行搭设时为桁架式支撑架构造**，**当支撑架搭设高度不超过8m时，支撑架架体四周外立面向内的第一跨每层均应设置竖向斜杆，架体整体底层以及顶层均应设置竖向斜杆，且在架体内部区域间隔不超过5跨由低至顶纵向、横向均应设置竖向斜杆（图7.2.4-1）；当支撑架高度不超过4个步距时，可不设置水平斜杆；当支撑架高度超过4个步距时，应在顶层设置水平斜杆。

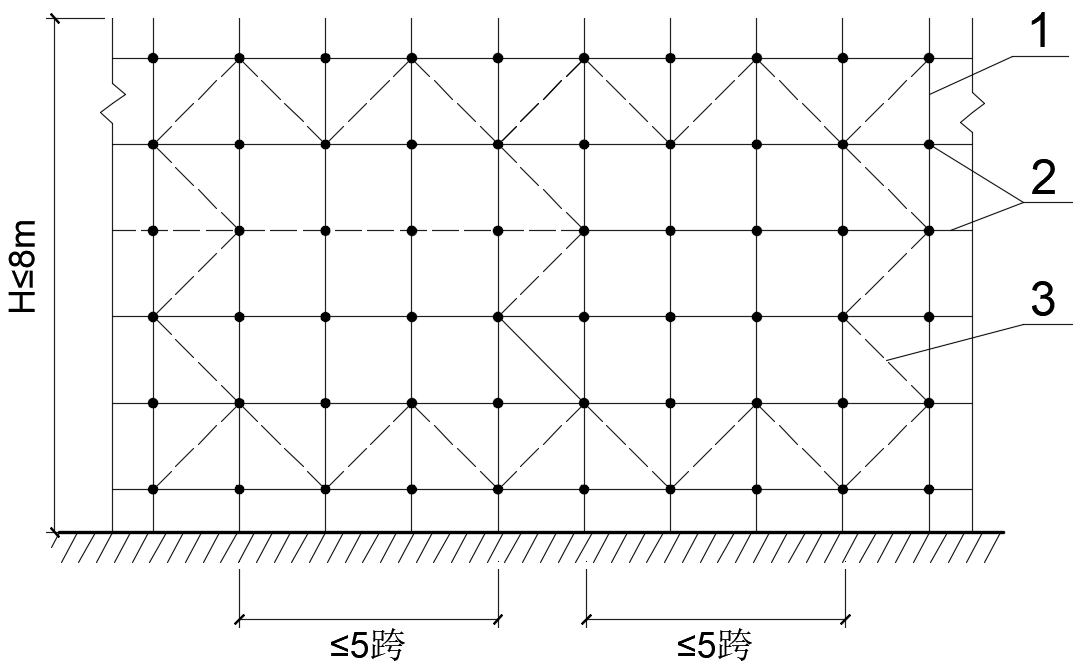
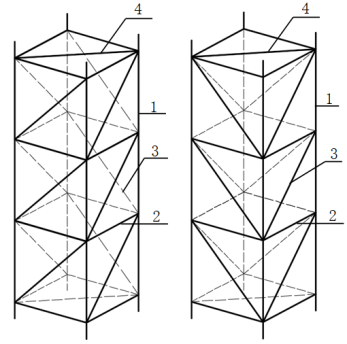


图7.2.4-1 支撑架高度不超过8m时斜杆布置立面图

1—立杆；2—横杆；3—竖向斜杆

【7.4.1】本条参考《建筑施工承插型盘扣式钢管支架安全技术规程》JGJ 231种对斜杆布置的规定。

**7.4.2** 当支撑架搭设高度大于8m时，支撑架可采用单元桁架式搭设方式，单元桁架竖向斜杆宜采用螺旋式或对称式（图7.4.2），在单元桁架每个面满布。水平斜杆宜每隔2~3个步距布置一道，底层和顶层应布置水平斜杆。



（a）螺旋式 （b）对称式

图7.4.2 单元桁架斜杆布置立面图

1—立杆；2—横杆；3—竖向斜杆；4—水平斜杆

**7.4.3** 桁架式支撑架的单元桁架组合方式可采用矩阵型或梅花型，单元桁架之间通过水平杆相连（图7.4.3）。

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| （a）矩阵型 | （b）梅花型 |
| 图7.4.3 单元桁架组合平面图  1—单元桁架；2—水平杆 | |

【7.4.2、7.4.3】当支撑架搭设高度大于8m时，竖向斜杆宜满布，也可采用单元桁架的搭设形式，单元桁架之间通过横杆连接。数值研究表明，单元桁架斜杆采用螺栓式或对称式时承载力较高。单元桁架组合方式可采用矩阵型或梅花型，梅花型即为竖向剪刀撑满布的搭设形式。

**7.4.4** 桁架式支撑架的斜杆布置（图7.4.4）应符合下列规定：

**1** 外立面应布满竖向斜杆；

**2** 支撑架外围应布满水平斜杆，其竖向间隔宜为4~5步；

**3** 顶层应布满水平斜杆；

**4** 扫地杆层应布满水平斜杆。

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| （a）立面图 | （b）平面图 |
| 图7.4.4 桁架式支撑架斜杆布置图  1—立杆；2—横杆；3—竖向斜杆；4—水平斜杆 | |

**7.4.5** 梁体下部宜沿梁纵向设置主承立杆，梁侧设置辅助立杆，并应满足下列要求：

**1** 当梁截面高度不超过600mm，且梁截面高宽比为2~3.5时，梁下可不设立杆，梁下可采用扣件式钢管或型钢作为模板主楞；

**2** 当梁截面高度在600mm以上，不超过900mm，且梁截面高宽比为2~3.5时，梁下宜设单立杆（图7.4.6-1）；

**3** 当梁截面超过上述范围时，宜在梁下设置多排加密立杆（图7.4.5-2）。

**7.4.6** 当承受荷载较大时，宜在荷载较大部位加密立杆，立杆加密后增设的水平杆应向非加密区延伸至少2跨，并与非加密区水平杆利用扣件扣紧（图7.4.7）。

**7.4.7** 支撑架在承受线荷载较大处宜沿梁底纵向和横向加密立杆，在加密区沿竖向宜同时加密水平杆，非加密区立杆、水平杆间距应与加密区立杆、水平杆间距互为倍数（图7.4.8）。

|  |
| --- |
|  |
| 7.4.5-1 梁下设置单排立杆构造  1—梁底模；2—模板次楞；3—梁下扣件式钢管封顶杆或型钢作模板主楞；  4—梁下顶步水平杆；5—立杆；6—节点；7—板下顶步水平杆 |
|  |
| 图7.4.5-2梁下设置多排立杆构造  1—梁底模；2—模板次楞；3—梁下扣件式钢管封顶杆或型钢作模板主楞；  4—梁下顶步水平杆；5—立杆；6—节点；7—板下顶步水平杆 |
|  |
| 图7.4.6 支撑架加密区立杆平面布置图 |
|  |
| 图7.4.7 支撑架不同立杆间距成倍数设置图 |

## 7.5 桁架式支撑架选用

**7.5.1** 盘扣式、键槽式钢管支撑架斜杆布置按照7.4.1条且选用条件符合表7.3.1条时：

**1** 混凝土板类支撑可按表7.5.1-1选用；

**2** 混凝土梁类支撑可按表7.5.1-2选用。

表7.5.1-1 混凝土板类有斜撑钢管支撑架选用表（盘扣式、键槽式）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 板厚（mm）  搭设高度（mm） | | 180  以下 | 181~  400 | 401~  700 | 701~  800 | 801~  1500 | 2201~  2800 | 2801~  3500 | 3501~  6500 |
| 8m  以下 | 立杆间距（mm） | 1200 | 1200 | 1200 | 900 | 900 | 900 | 600 | 600 |
| 立杆步距（mm） | 1500 | 1500 | 1000 | 1500 | 1000 | 500 | 1000 | 500 |

表7.5.1-1 混凝土梁类有斜撑钢管支撑架选用表（盘扣式、键槽式）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 梁高（mm）  搭设高度（mm） | | 180~  270 | 271~  400 | 401~  700 | 701~  1000 | 1001~  1500 | 1501~  2300 | 2301~  2700 | 2701~  3600 | 3601~  4300 | 4301~  6500 |
| 8m  以下 | 立杆纵向间距（mm） | 1500 | 1200 | 1200 | 1200 | 900 | 900 | 900 | 600 | 900 | 600 |
| 立杆横向间距（mm） | 1200 | 1200 | 1200 | 900 | 900 | 600 | 900 | 600 | 600 | 600 |
| 立杆步距（mm） | 1500 | 1500 | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | 500 | 1000 | 500 | 500 |

**7.5.2** 盘扣式钢管支撑架斜杆布置按照7.4.2~7.4.4条且选用条件符合表7.3.1条时：

**1** 混凝土板类支撑可按表7.5.2-1选用；

**2** 混凝土梁类支撑可按表7.5.2-2选用。

表7.5.2-1 混凝土板类单元桁架式盘扣式钢管支撑架选用表

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 搭设高度  板厚(mm) | 4m以下 | | 4m~8m | | 8m~20m | |
| 立杆纵横向间距（mm） | 立杆步距（mm） | 立杆纵横向间距（mm） | 立杆步距（mm） | 立杆纵横向间距（mm） | 立杆步距（mm） |
| 180以下 | 1500 | 1500 | 1200 | 1500 | 1200 | 1500 |
| 181~300 | 1200 | 1500 | 1200 | 1500 | 1200 | 1500 |
| 301~400 | 1200 | 1500 | 1200 | 1500 | 1200 | 1000 |
| 401~600 | 1200 | 1000 | 1200 | 1000 | 1200 | 1000 |
| 601~700 | 1200 | 1000 | 1200 | 1000 | 900 | 1000 |
| 701~1400 | 900 | 1000 | 900 | 1000 | 900 | 1000 |
| 1401~1500 | 900 | 1000 | 900 | 1000 | 900 | 500 |
| 1501~2700 | 900 | 500 | 900 | 500 | 900 | 500 |
| 2701~2800 | 900 | 500 | 900 | 500 | 600 | 1000 |
| 2801~3400 | 600 | 1000 | 600 | 1000 | 600 | 1000 |
| 3401~3600 | 600 | 1000 | 600 | 1000 | 600 | 500 |
| 3601~3700 | 600 | 1000 | 600 | 500 | 600 | 500 |
| 3701~6500 | 600 | 500 | 600 | 500 | 600 | 500 |
| 6501~6700 | 600 | 500 | 600 | 500 | - | - |

表7.5.2-2 混凝土梁类单元桁架式盘扣式钢管支撑架选用表

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 搭设高度  梁高(mm) | 4m以下 | | 4m~8m | | 8m~20m | |
| 立杆纵横向间距（mm） | 立杆步距（mm） | 立杆纵横向间距（mm） | 立杆步距（mm） | 立杆纵横向间距（mm） | 立杆步距（mm） |
| 180以下 | 1500 | 1500 | 1200 | 1500 | 1200 | 1500 |
| 181~300 | 1200 | 1500 | 1200 | 1500 | 1200 | 1500 |
| 301~400 | 1200 | 1500 | 1200 | 1500 | 1200 | 1000 |
| 401~600 | 1200 | 1000 | 1200 | 1000 | 1200 | 1000 |
| 601~700 | 1200 | 1000 | 1200 | 1000 | 900 | 1000 |
| 701~1400 | 900 | 1000 | 900 | 1000 | 900 | 1000 |
| 1401~1500 | 900 | 1000 | 900 | 1000 | 900 | 500 |
| 1501~2700 | 900 | 500 | 900 | 500 | 900 | 500 |
| 2701~2800 | 900 | 500 | 900 | 500 | 600 | 1000 |
| 2801~3400 | 600 | 1000 | 600 | 1000 | 600 | 1000 |
| 3401~3600 | 600 | 1000 | 600 | 1000 | 600 | 500 |
| 3601~3700 | 600 | 1000 | 600 | 500 | 600 | 500 |
| 3701~6500 | 600 | 500 | 600 | 500 | 600 | 500 |
| 6501~6700 | 600 | 500 | 600 | 500 | - | - |

【7.5.1、7.5.2】当支撑架运用斜杆搭设形成桁架式结构，且斜杆布置符合本规程第7.4.1条或第7.4.2~7.4.3条时，应根据本规程第6章的规定进行设计计算，确定支撑架的搭设参数。本规程同时给出了盘扣式支撑架、键槽式支撑架作为混凝土板和混凝土梁支撑结构的选用表格，该表格规定了斜杆布置的选用条件，当符合选用条件时，可直接选用表格参数进行设计，便于设计应用。表格中搭设参数仅满足立杆局部稳定性和架体整体稳定性的验算要求，仍需对水平杆、架体抗倾覆、地基基础等进行设计计算。需要说明的是，该选用表格仅作为参考。

该选用表格按照本规程计算长度附表C及6.2节进行计算校核给出。计算中模板自重取，钢筋混凝土板，钢筋混凝土梁，施工荷载取，恒荷载分项系数，或荷载分项系数，支撑架自重参考各标准选取；最大扫地杆高度或悬挑高度取500mm。

选用表格部分计算结果以及和相关支撑架标准对比如下表所示，本规程表格单杆承载力相较于实际承受的荷载设计值安全系数在1.2~2.0之间，本规程计算结果与键槽式标准T/CMRA07比较接近，与标准JGJ 231相比偏小，即与盘扣式标准JGJ 231相比，本规程相对偏于保守。

表1 桁架式键槽式支撑架板类部分计算结果汇总及对比

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 板厚（m） | 搭设高度（m） | 步距（m） | 立杆横纵间距（m） | 本规程表格单杆承载力（kN） | T/CMRA07单杆承载力（kN） | 单杆承受荷载设计值（kN） |
| 0.18 | 8 | 1.5 | 1.2 | 36.89 | 31.68 | 18.89 |
| 0.4 | 8 | 1.5 | 1.2 | 36.89 | 31.68 | 29.23 |
| 0.8 | 8 | 1.5 | 0.9 | 36.89 | 40.10 | 27.54 |
| 1.5 | 8 | 1.0 | 0.9 | 57.64 | 57.74 | 46.55 |
| 3.5 | 8 | 1.0 | 0.6 | 57.64 | 71.28 | 44.92 |
| 6.5 | 8 | 0.5 | 0.6 | 102.47 | - | 80.63 |

注：计算中取立杆截面尺寸为48mm×3.2mm，选用《建筑施工承插型键槽式钢管支撑架技术标准》T/CMRA 07-2020进行对比。

表2 桁架式盘扣支撑架板类部分计算结果汇总及对比

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 板厚（m） | 搭设高度（m） | 步距（m） | 立杆横纵间距（m） | 本规程表格单杆承载力（kN） | JGJ 231单杆承载力（kN） | 单杆承受荷载设计值（kN） |
| 0.18 | 4 | 1.5 | 1.5 | 36.89 | 47.72 | 27.62 |
| 8 | 1.5 | 1.2 | 36.89 | 47.72 | 18.89 |
| 20 | 1,5 | 1.2 | 36.89 | 47.72 | 21.74 |
| 0.4 | 4 | 1.5 | 1.2 | 36.89 | 47.72 | 28.28 |
| 8 | 1.5 | 1.2 | 36.89 | 47.72 | 29.23 |
| 20 | 1.0 | 1.2 | 57.64 | 79.91 | 33.67 |
| 1.4 | 4 | 1.0 | 0.9 | 57.64 | 79.91 | 42.86 |
| 8 | 1.0 | 0.9 | 57.64 | 79.91 | 43.91 |
| 20 | 1.0 | 0.9 | 57.64 | 79.91 | 47.06 |
| 2.7 | 4 | 0.5 | 0.9 | 102.47 | 160.38 | 77.53 |
| 8 | 0.5 | 0.9 | 102.47 | 160.38 | 78.90 |
| 20 | 0.5 | 0.9 | 102.47 | 160.38 | 83.00 |
| 3.6 | 4 | 1.0 | 0.6 | 57.64 | 79.71 | 45.26 |
| 8 | 1.0 | 0.6 | 57.64 | 79.71 | 46.10 |
| 20 | 0.5 | 0.6 | 102.47 | 160.38 | 49.78 |
| 6.5 | 4 | 0.5 | 0.6 | 102.47 | 160.38 | 79.56 |
| 8 | 0.5 | 0.6 | 102.47 | 160.38 | 80.63 |
| 20 | 0.5 | 0.6 | 102.47 | 160.38 | 83.85 |

注：计算中取立杆截面尺寸为48mm×3.2mm，选用《建筑施工承插型盘扣式钢管支架安全技术规程》JGJ 231-2010进行对比。

## 7.6 特殊支撑架构造

**7.6.1** 当支撑架具有悬挑部分时（图7.6.1），应符合下列规定：

**1** 悬挑支撑架的悬挑长度不宜超过4.8m；

**2** 悬挑部分的竖向斜杆倾角宜为40°~60°；

**3** 悬挑支撑架的落地部分宽度B以及支撑架纵向宽度L不应小于两倍悬挑长度Bt；

**4** 落地部分应满足框架式或桁架式支撑架的构造要求；

**5** 悬挑高度Ht范围内沿悬挑方向的每排杆件应形成桁架，其顶层及悬挑斜面应设置剪刀撑或满足斜杆；

**6** 悬挑部分不宜使用扣件传力；

**7** 使用前宜进行载荷试验。

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| （a）正立面图 | （b）侧立面图 |
| 图7.6.1 悬挑支撑架示意图  虚线表示剪刀撑或斜杆 | |

【7.6.1】本条参考《建筑施工临时支撑结构技术规范》JGJ 300制定。

**7.6.2** 当支撑架具有跨空部分时（图7.6.2），应符合下列规定：

**1** 跨空跨度Bs不宜超过9.6m；

**2** 落地部分宽度B不应小于跨空跨度Bs；

**3** 跨空跨度Bs宜小于两倍跨空高度Hs；

**4** 落地部分应满足框架式或桁架式支撑架的构造要求；

**5** 跨空高度Hs范围内应使跨空方向的每排杆件形成桁架，其顶层与底层应设置水平剪刀撑或满布水平杆；

**6** 跨空部分不宜使用扣件传力；

**7** 使用前宜进行载荷试验。

|  |
| --- |
|  |
| （a）正立面图 |
|  |
| （b）侧立面图 |
| 图7.6.2 跨空支撑架示意图  虚线表示剪刀撑或斜杆 |

【7.6.2】本条参考《建筑施工临时支撑结构技术规范》JGJ 300制定。

# 8 施工

## 8.1 施工准备

**8.1.1** 支撑架施工前应根据建筑结构的实际情况、地基承载力、搭设高度，按照本规程的规定编制专项施工方案，并应经审核批准后方可实施。

【8.1.1】支撑架应本着搭设安全、实用、经济的原则编制专项施工方案。同时，插盘式钢管支撑架当架体危险性达到一定程度时，应按照《危险性较大的分部分项工程安全管理规定》（中华人民共和国住房和城乡建设部令37号）、《关于实施（危险性较大的分部分项工程安全管理规定〉有关问题的通知（建办质[2018] 31号）的规定，编制安全专项施工方案，对于超过一定规模的架体，安全专项施工方案尚应组织专家论证。

**8.1.2** 支撑架在安装、拆除作业前，项目技术负责人或方案编制人员应根据专项施工方案和本规程的要求，对现场管理人员和作业人员进行安全技术交底，作业人员应正确理解其施工顺序、工艺、工序、作业要点和搭设安全技术要求等内容，并履行签字手续。

【8.1.2】根据《危险性较大的分部分项工程安全管理办法》（建质[2009]87号）规定，安全专项施工方案实施前，编制人员或项目技术负责人应当向现场管理人员和作业人员进行安全技术交底。

**8.1.3** 支撑架专项施工方案应根据施工图纸、地基条件和施工工况等情况制定，并应包括以下内容：

**1** 编制说明及依据；

**2** 工程概况；

**3** 施工计划；

**4** 施工工艺技术；

**5** 施工安全保证措施；

**6** 劳动力计划；

**7** 计算书及相关图纸。

【8.1.3】本条规定了钢管支撑架编制专项施工方案应包括的主要内容，供方案编制参考。计算书应包含支撑架立杆稳定验算、水平杆抗弯、抗滑、抗剪验算、水平杆挠度验算、架体抗倾覆验算、地基承载力验算等；对于模板计算书，应包含模板强度及挠度验算，主楞、次楞强度及挠度验算。方案内容至少应包括这些内容，但不仅限于这些内容。

**8.1.4** 对进入现场的支撑架构配件，使用前应按本规程的要求对其质量进行复检，验收合格方可使用。

**8.1.5** 经检验合格的构配件应按品种、规格分类，堆放整齐、平稳，并应标挂数量规格排名备用，堆放场地应没有积水。

**8.1.6** 支撑架应在地基基础验收合格后搭设，搭设场地必须平整、坚实、有排水措施。

**8.1.7** 支撑架搭设前，在其安全距离范围以外应设置安全警示标志，必要时设立隔离设施。

【8.1.5~8.1.7】本条规定现场对支撑架的管理与维护，保证现场安全施工，同时保证支撑架的安全维护。

**8.1.8** 当采用预埋方式设置连墙件时，应征得设计单位同意，按设计要求预埋，埋入后在混凝土浇筑前，应进行隐蔽工程验收。

【8.1.8】当架体采用在已浇筑的墙、柱等构件中预埋方式设置连墙件时，为了不影响结构安全，预埋件的设置必须征得设计单位的同意。

## 8.2 架体搭设与拆除

**8.2.1** 立杆设置位置应在对基础、预留预埋件进行检查验收合格后，按专项施工方案确定的位置放线测量。

**8.2.2** 立杆底座和土层基础上垫板应准确放置在定位线上，保持水平，垫板应平整、无翘曲，应不采用已开裂垫板。

**8.2.3** 在放置垫板、底座后应按先立杆、后水平杆再斜杆的顺序搭设，形成基本的架体单元，应以此扩展搭设成整体支撑架体系。

【8.2.1~8.2.3】确定了模板支撑架的搭设位置应按照施工方案设立杆，水平杆，并明确具体操作流程。

**8.2.4** 水平杆插头插入立杆节点后，采用工具锤锤击水平杆端部，使插头卡紧。

【8.2.4】只有保证水平杆的抗拔力，才能保证支撑架节点的转动刚度满足规范要求。因此，保证水平杆的抗拔力对插盘式钢管支撑架的稳定性至关重要。本条规定了手锤的重量，目的是保证水平杆抗拔力。

**8.2.5** 在多层楼板上连续设置支撑架时，宜保证上下层支撑立杆在同一轴线上。

【8.2.5】建筑楼板多层施工，为避免支撑架体对下部支承楼面产生的压力导致楼面破坏，应采用上下层支撑立杆在同一轴线的方式有效传力。

**8.2.6** 支撑架的搭设应分阶段进行，架体每阶段搭设完成后必须经检查验收合格后，方可正式投入使用。

**8.2.7** 混凝土浇筑前施工管理人员应组织对搭设的支撑架进行验收，并应确认符合专项施工方案要求后浇筑混凝土。

【8.2.1~8.2.7】为确保支撑架搭设过程中的准确定位、连接牢固，并确定架体结构安全以及搭设过程安全，本节参考了《建筑施工扣件式钢管支撑架安全技术规范》JGJ 130、《建筑施工承插型盘扣式钢管支撑架安全技术规程》JGJ231综合给出了支撑架搭设过程中的相关规定。

**8.2.8** 支撑架拆除应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204、《混凝土结构工程施工规范》GB50666中混凝土强度的有关规定。

**8.2.9** 架体拆除时应按专项施工方案设计的顺序进行。专项施工方案中应完善支撑架的拆除顺序和措施，当分段拆除时，应合理确定分界位置，并保证分段拆除后支撑架的稳定性。

**8.2.10** 支撑架的拆除顺序、工艺应符合专项施工方案的要求。当专项施工方案无明确规定时，应符合以下规定：

**1** 应按先搭设后拆，后搭设先拆的拆除原则；

**2 拆除必须自上而下逐层进行，严禁上下层同时拆除作业，分段拆除的高度应不大于两层；**

**3** 分段、分立面拆除时，应确定分界处的技术处理方案，并应保证分段后架体的稳定；

**4** 梁下架体的拆除，应从跨中开始，对称地向两端拆除；悬臂构件下架体的拆除，应从悬臂端向固定端拆除；

**5 设有连墙（柱）件的支撑架，连墙（柱）件必须随支撑架逐层拆除，严禁先将连墙（柱）件全部或数层拆除后再拆除支撑架。**

【8.2.8、8.2.10】支撑架拆除的过程是新浇筑构件开始靠自身强度逐渐承受荷载的过程，不同的拆架顺序导致混凝土构件从不同的受力过程往最终的受力状态转变。因此，合理的拆架顺序对于确保新浇筑的混凝土构件的受力模型的渐变极为重要，当混凝土构件的跨度较大时，拆模顺序显得更为重要，实际施工中经常出现未对支撑架拆除顺序做出规定的情况，导致质量和安全隐患。

**8.2.11 支撑架水平杆应进行施工工况验算后方可拆除，作业层混凝土浇筑完成前，严禁拆除下层支撑架水平杆。**

## 8.3 早拆

**8.3.1** 模板早拆应根据工程的施工图纸、施工技术文件进行设计，按照要求编制模板早拆施工方案，由技术主管部门审核批准。

**8.3.2** 早拆支撑由敲击式早拆头和立杆、横杆等组成，是可实施一次支撑，两次分别拆除的模板支撑系统。

**8.3.3** 早拆支撑的设计与施工，必须保证第一次拆除模架后，支撑体系与结构荷载传递可靠。模板早拆必须保证竖向保留支撑始终处于承受荷载状态，模板第一次拆除过程中，严禁扰动保留部分的支撑原状，严禁拆除设计保留的支撑，严禁竖向支撑随模板拆除后再进行二次支顶。

**8.3.4** 早拆支撑适用于工业与民用建筑中楼板不小于100mm，且混凝土强度等级不低于C20的现浇钢筋混凝土楼板施工。不适用于预应力楼板的施工。

**8.3.5** 早拆支撑承受竖向荷载力的最低设计值不应小于25kN。

**8.3.6** 第一次拆除模架后保留竖向支撑。

**8.3.7** 模板及其早拆支撑设计计算必须保证足够的强度、刚度和稳定性，满足施工过程中承受浇筑混凝土的自重荷载和施工荷载，确保安全。

**8.3.8** 依据楼板厚度、最大施工荷载、采用的模板早拆体系类型，进行受力分析，根据楼层的净空高度，按照支撑杆件的规格，确定竖向支撑组合，设计竖向支撑间距控制值；根据竖向支撑结构受力分析确定横杆步距，确定需要保留的横杆，保证支撑架体的空间稳定性；依据开间尺寸进行早拆装置的布置。

# 9 检查与验收

## 9.1 构配件的检查与验收

**9.1.1**进场的钢管构配件应具有两年内有效的质量合格证、质量（性能）检验报告，根据表9.1.1-1的规定进行性能检测；并根据表9.1.1-2对其表面观感、重量、壁厚、焊接质量等进行外观抽检。

【9.1.1】构配件的力学性能应由生产厂家根据本规程进行试验，产品进场时进行检查。

表**9.1.1-1**构配件力学性能表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 构配件名称 | 检测项目 | 抽查数量 | 检测标准及性能指标 |
| 1 | 钢管 | 抗拉强度、屈服点、断后延伸长度 | 750根为一批，每批抽取1根 | 《低压流体输送用焊接钢管》GB/T 3091第5.4.1条 |
| 2 | 连接节点 | 节点焊缝抗剪承载力 | 2000根为一批，每批抽取3根 | 本规程表6.1.4 |
| 抗拉承载力 | 2000根为一批，每批抽取3根 | 本规程表6.1.4 |
| 3 | 插头 | 节点焊缝抗剪承载力 | 2000根为一批，每批抽取3根 | 不小于30 kN |
| 4 | 节点 | 节点转动刚度 | 每年不少于一次，每次不少于3个节点 | 不小于本规程表6.1.4规定值 |

表9.1.1-2构配件外观质量检查表

| 序号 | 项目 | 要求 | 抽查数量 | 检查方法 |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 钢管 | 表面应平直光滑，不应有裂缝、结疤、分层、错位、硬弯、毛刺、压痕和深的划痕 | 全数 | 目测 |
| 2 | 外壁使用前应刷防锈漆，内壁宜刷防锈漆 | 全数 | 目测 |
| 3 | 钢管外径允许偏差±0.5mm，立杆钢管壁厚允许偏差±0.36mm。 | 3% | 游标卡尺 |
| 4 | 外表面的锈蚀深度≤0.18mm | 3% | 游标卡尺 |
| 5 | 连接节点 | 表面应平整，应没有弯曲、裂缝现象 | 全数 | 目测 |
| 6 | 焊缝应饱满，应没有夹渣、裂缝、开焊现象 | 全数 | 目测 |
| 7 | 板厚允许偏差为厚度的10% | 3% | 游标卡尺 |
| 8 | 立杆连接套管 | 材料同钢管 | — | — |
| 9 | 焊缝应饱满，应不有夹渣、裂缝、开焊现象 | 全数 | 目测 |
| 10 | 套管长度、可插入长度允许偏差±5mm | 3% | 钢卷尺 |
| 11 | U型可调顶托及底座 | 48mm外径立杆螺杆外径不得小于36mm，60mm外径立杆螺杆外径不得小于48mm，空心螺杆壁厚均不得小于5mm；可调托撑螺杆与螺母旋合长度不少于5扣；可调托撑U型托板厚度不小于5mm，弯曲变形不大于1mm；螺杆与托板或垫板焊接牢固，焊脚尺寸不小于钢板厚度。 | 3% | 游标卡尺 |

续表9.1.1-2

| 序号 | 项目 | 要求 | 抽查数量 | 检查方法 |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 12 | U型可调顶托及底座 | 焊缝应饱满，应不有夹渣、裂缝、开焊现象 | 全数 | 目测 |
| 13 | 扣件 | 应有生产许可证、质量检测报告、产品质量合格证、复试报告 | 《钢管支撑架扣件》GB 15831的规定 | 检查资料 |
| 不允许有裂缝、明显变形、螺栓滑丝；扣件与钢管接触部位不应有氧化皮；活动部位能灵活转动；扣件表面应进行防锈处理。 | 全数 | 目测 |
| 14 | 扣件螺栓拧紧力矩 | 扣件螺栓拧紧力矩不应小于40N·m，且不应大于65N·m | 5%~10% | 扭力扳手 |

## 9.2 架体检查与验收

**9.2.1** 支撑架搭设前，应按表9.2.1进行检查验收。

表9.2.1 支撑架搭设前检查验收表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 项目 | 技术要求 | 允许偏差（mm） | 检验方法 |
| 1 | 地基  承载力 | 满足承载能力要求 | — | 检查计算书、地质勘察报告 |
| 2 | 平整度 | 场地应平整 | 10 | 水准仪测量 |
| 3 | 排水 | 有排水措施、不积水 | — | 观察 |
| 4 | 垫板 | 应平整、无翘曲，应不采用已开裂垫板 | — | 观察 |
| 厚度符合要求 | ±5 | 钢卷尺量 |

**9.2.2** 支撑架搭设完成后按表9.2.2进行检查验收。

表9.2.2 支撑架搭设完成后检查验收表

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 项目 | | 技术要求 | 允许偏差（mm） | 检查方法 |
| 1 | 立杆  垂直度 | — | — | 1.5‰且≤30 | 经纬仪或吊线 |
| 2 | 水平杆  水平度 | — | — | 3‰ | 水平尺 |
| 3 | 杆件间距 | 步距 | — | ±10 | 钢卷尺 |
| 4 | 纵、横距 | — | ±5 | 钢卷尺 |
| 5 | 水平杆  抗拔力 | — | 不小于1.2 kN | — | 测力计 |

【9.2.1、9.2.2】支撑架的检查与验收主要依据本规程相关条款对质量的要求和《建筑施工扣件式钢管支撑架安全技术规范》JGJ130、《建筑施工承插型盘扣式钢管支撑架安全技术规范》JGJ231的相关规范要求确定。

## 9.3 架体使用检查

**9.3.1** 支撑架在使用过程中应进行下列检查：

**1**基础是否有不均匀沉降；

**2**立杆底部与垫板是否有活动或悬空；

**3**水平杆是否有松动现象；

**4**施工是否超载；

**5**安全防护措施是否符合要求。

【9.3.1】支撑架使用过程中应对架体进行检查，对发现的问题应及时处理和上报。

**9.3.2** 支撑架应提供以下技术资料：

**1** 支撑架专项方案；

**2** 生产厂家营业执照；

**3** 构配件出厂合格证书、力学性能检验报告；

**4** 构配件进场检验记录；

**5** 支撑架安装、使用检查验收记录。

**9.3.3** 支撑架在使用过程中，应进行例行检查、专项检查和全面检查，其检查时机和检查内容应满足如下规定：

**1** 架体结构应进行日常的例行检查与整改，例行检查应针对下列内容开展：

**1**) 基础应无积水，基础周边排水有序；

**2**) 架体各部件的品种、规格、空间尺寸等应符合安全专项方案及本规程的要求；

**3**) 架体应无明显变形，立杆、水平杆及连接件、连墙加固件、U型可调顶托、底座应无松动；

**4**) 安全防护设施应符合专项施工方案及本规程的要求；

**5**) 应无超载使用工况，其他设施或设备应不与之相连接。

**2** 架体在6级及以上大风、洪水、雷击、雨雪来临前，应组织专项检查，对可能造成坍塌事故的潜在隐患采取可靠的加固措施，并将人员撤离至安全区域；

**3** 架体在使用过程中，当遇到下列异常情况后，则应进行全面检查，对检查发现的隐患应在整改后经检查确认符合使用前的验收条件时，在形成检查验收记录后方可继续使用：

**1**) 遇到六级及以上大风、大雨、大雪后；

**2**) 冻结的地基土解冻后；

**3**) 停用超过一个月后；

**4**) 架体遭受外力撞击作用后；

**5**) 架体拆除前；

**6**) 寒冷和严寒地区冬施前；

**7**) 其他可能影响架体结构稳定性的特殊情况发生后。

【9.3.3】本条规定了支撑架在使用过程中的例行检查、专项检查和全面检查的时机与内容。专项检查的恶劣气候，根据现行国家标准《生产过程危险和有害因素分类与代码》GB/T 13861的规定，包括：大风、极端的温度、雷电、大雾、冰雹、暴雨雪、洪水、浪涌、泥石流、地震等。

# 10 安全管理

**10.0.1** 制定支撑架搭设施工方案时，应根据工程特点、所处地理环境充分考虑安全技术措施。搭设前严格进行安全技术交底，施工中严格执行安全技术措施。

【10.0.1】本条规定强调安全管理中先方案后施工的原则，突出施工方案中安全技术措施的采用及技术交底的重要性。

**10.0.2** 支撑架安装与拆除人员必须是经考核合格的专业架子工。架子工应持证上岗，上岗人员应定期体检。

【10.0.2】本条的规定旨在保证专业架子工搭设支撑架，是避免支撑架安全事故发生的措施之一。

**10.0.3** 支撑架搭设作业人员必须正确戴安全帽、系安全带、穿防滑鞋。

**10.0.4** 支撑架在总体验收合格后、混凝土浇筑前，施工单位项目技术负责人、项目总监理工程师应确认具备混凝土浇筑的安全生产条件后，签署混凝土浇筑令，方可浇筑混凝土。

【10.0.4】本条规定了钢管支撑架做好安全检测与管理工以保证安全施工。

**10.0.5** 遇6级及以上大风、雨雪、大雾天气时，应停止支撑架的搭设与拆除作业。

【10.0.5】大于六级大风停止高处作业的规定是按照现行标准《建筑施工高处作业安全技术规范》（JGJ80）中的规定而提出的。

**10.0.6 严禁在支撑架基础开挖深度影响范围内进行挖掘作业。**

【10.0.6】本条规定为了防止挖掘作业过程中或挖掘以后钢管支撑架因基础沉陷而坍塌，为强制性条文。

**10.0.7** 高支模区域内，应设置安全警戒线，禁止上下交叉作业。

**10.0.8** 在支撑架上进行电气焊作业时，必须有防火措施和专人监护。

**10.0.9** 支撑架应与架空输送电线路保持安全距离，工地临时用电线路及支撑架接地防雷击措施等按现行标准《施工现场临时用电安全技术规范》JGJ46的有关规定执行。

# 附录A 主要构配件的制作质量及几何偏差要求

表A 主要构配件制作质量及几何偏差要求

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 构配件名称 | 检查项目 | 公称尺寸（mm）  或示意图 | 允许偏差*Δ*  (mm) | 检测量具 |
| 立杆 | 外径  壁厚 | — | 符合本规程4.2节规定 | 游标卡尺 |
| 钢管表面锈蚀深度 | — | ≤0.18 | 游标卡尺 |
| 杆件长度 | — | ±0.7 | 钢卷尺 |
| 节点间距 | — | ±0.5 | 钢卷尺 |
| 杆件直线度 | — | *L/*450 | 专用量尺 |
| 杆端面对轴线垂直度 | — | ≤0.3 | 角尺 |
| 节点与立杆同轴度 | — | ≤0.5 | 专用量尺 |
| 钢管与节点环焊缝高度 | — | ≥3.5 | 焊接检验尺 |
| 钢管与套管环焊缝高度 | — | ≥3.5 | 焊接检验尺 |
| 水平杆 | 钢管尺寸（mm）  外径  壁厚 | — | 符合本规程4.2节规定 | 游标卡尺 |
| 钢管表面锈蚀深度 | — | ≤0.18 | 游标卡尺 |
| 杆件长度 | — | ±0.5 | 钢卷尺 |
| 两端插头平行度 | — | ≤1.0 | 专用量尺 |
| 钢管与插头环焊缝焊满度 | — | ≥3.5 | 目测 |
| U型可调顶托 | 顶托板厚度 | 5.0 | ±0.2 | 游标卡尺 |
| 螺杆外径 | 48mm外径立杆：36  60mm外径立杆：48 | ±0.5 | 游标卡尺 |
| 空心螺杆壁厚 | 5.0 | ±0.2 | 游标卡尺 |
| 顶托板变形 |  | 1.0 | 钢板尺、塞尺 |
| 可调底座 | 垫座板厚度 | 6.0 | ±0.2 | 游标卡尺 |
| 螺杆外径 | 48mm外径立杆：36  60mm外径立杆：48 | ±0.5 | 游标卡尺 |
| 空心螺杆壁厚 | 5.0 | ±0.2 | 游标卡尺 |

注：*L*为钢管长度（mm）。

# 附录B 风压高度变化系数

对于平坦或稍有起伏的地形，风压高度变化系数应根据地面粗糙度类别按表B确定。地面粗糙度可分为A、B、C、D四类：

A类：江河、湖岸地区；

B类：田野、乡村、丛林、丘陵及房屋比较稀疏的乡镇和城市郊区；

C类：有密集建筑群的城市市区；

D类：有密集建筑群且房屋较高的城市市区。

表B 风压高度变化系数

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 离地面高度(m) | 地面粗糙度类别 | | | |
| A | B | C | D |
| 5 | 1.09 | 1.00 | 0.65 | 0.51 |
| 10 | 1.28 | 1.00 | 0.65 | 0.51 |
| 15 | 1.42 | 1.13 | 0.65 | 0.51 |
| 20 | 1.52 | 1.23 | 0.74 | 0.51 |
| 30 | 1.67 | 1.39 | 0.88 | 0.51 |
| 40 | 1.79 | 1.52 | 1.00 | 0.60 |
| 50 | 1.89 | 1.62 | 1.10 | 0.69 |
| 60 | 1.97 | 1.71 | 1.20 | 0.77 |
| 70 | 2.05 | 1.79 | 1.28 | 0.84 |
| 80 | 2.12 | 1.87 | 1.36 | 0.91 |
| 90 | 2.18 | 1.93 | 1.43 | 0.98 |
| 100 | 2.23 | 2.00 | 1.50 | 1.04 |
| 150 | 2.46 | 2.25 | 1.79 | 1.33 |
| 200 | 2.64 | 2.46 | 2.03 | 1.58 |

注：两高度之间的风压高度变化系数按表中数据采用线性插值确定。

# 附录C 支撑架的计算长度系数

**表C-1 无剪刀撑框架式支撑结构的计算长度系数（扣件式）**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 步数 | 步距(m) | 立杆间距（m） | | | | | | | | | | | |
| 1.5×1.5 | | 1.2×1.2 | | 1.0×1.0 | | 0.9×0.9 | | 0.75×0.75 | | 0.6×0.6 | |
| a=0.5  (m) | a=0.2  (m) | a=0.5  (m) | a=0.2  (m) | a=0.5  (m) | a=0.2  (m) | a=0.5  (m) | a=0.2  (m) | a=0.5  (m) | a=0.2  (m) | a=0.5  (m) | a=0.2  (m) |
| 1 | 1.8 | 2.53 | 2.39 | 2.48 | 2.35 | 2.46 | 2.32 | 2.44 | 2.31 | 2.43 | 2.29 | 2.40 | 2.27 |
| 1.5 | 2.77 | 2.58 | 2.72 | 2.53 | 2.69 | 2.51 | 2.68 | 2.50 | 2.66 | 2.48 | 2.64 | 2.47 |
| 1.2 | 3.12 | 2.84 | 3.21 | 2.81 | 3.18 | 2.78 | 3.17 | 2.77 | 3.15 | 2.75 | 3.12 | 2.73 |
| 0.9 | 3.72 | 3.27 | 3.67 | 3.22 | 3.62 | 3.18 | 3.60 | 3.16 | 3.57 | 3.13 | 3.53 | 3.10 |
| 0.6 | 4.87 | 4.12 | 4.79 | 4.05 | 4.75 | 4.01 | 4.72 | 3.98 | 4.69 | 3.95 | 4.66 | 3.92 |
| 2 | 1.8 | 2.74 | 2.66 | 2.69 | 2.61 | 2.66 | 2.58 | 2.65 | 2.57 | 2.63 | 2.55 | 2.60 | 2.53 |
| 1.5 | 2.98 | 2.87 | 2.92 | 2.82 | 2.90 | 2.79 | 2.88 | 2.78 | 2.86 | 2.75 | 2.84 | 2.74 |
| 1.2 | 3.31 | 3.14 | 3.35 | 3.10 | 3.32 | 3.07 | 3.31 | 3.06 | 3.28 | 3.04 | 3.26 | 3.02 |
| 0.9 | 3.87 | 3.58 | 3.81 | 3.53 | 3.77 | 3.48 | 3.74 | 3.46 | 3.71 | 3.43 | 3.68 | 3.40 |
| 0.6 | 4.96 | 4.44 | 4.88 | 4.36 | 4.83 | 4.32 | 4.80 | 4.29 | 4.78 | 4.26 | 4.74 | 4.22 |
| 3 | 1.5 | 3.07 | 3.00 | 3.02 | 2.94 | 2.99 | 2.92 | 2.97 | 2.90 | 2.94 | 2.88 | 2.93 | 2.86 |
| 1.2 | 3.40 | 3.28 | 3.42 | 3.24 | 3.38 | 3.20 | 3.37 | 3.19 | 3.35 | 3.17 | 3.33 | 3.15 |
| 0.9 | 3.94 | 3.73 | 3.88 | 3.68 | 3.84 | 3.63 | 3.81 | 3.61 | 3.78 | 3.57 | 3.74 | 3.54 |
| 0.6 | 4.99 | 4.59 | 4.91 | 4.51 | 4.86 | 4.47 | 4.83 | 4.44 | 4.81 | 4.40 | 4.77 | 4.37 |
| 4 | 1.2 | 3.45 | 3.36 | 3.46 | 3.31 | 3.42 | 3.28 | 3.41 | 3.27 | 3.39 | 3.25 | 3.36 | 3.22 |
| 0.9 | 3.99 | 3.81 | 3.93 | 3.76 | 3.88 | 3.71 | 3.85 | 3.69 | 3.82 | 3.65 | 3.78 | 3.62 |
| 0.6 | 5.01 | 4.67 | 4.93 | 4.59 | 4.88 | 4.55 | 4.85 | 4.52 | 4.83 | 4.48 | 4.79 | 4.45 |
| 5 | 0.9 | 4.01 | 3.86 | 3.95 | 3.81 | 3.90 | 3.76 | 3.87 | 3.73 | 3.84 | 3.70 | 3.80 | 3.66 |
| 0.6 | 5.03 | 4.73 | 4.94 | 4.65 | 4.89 | 4.60 | 4.87 | 4.57 | 4.84 | 4.54 | 4.80 | 4.50 |

注：1步距两级之间计算长度系数取线性插值；

2 立杆间距两级之间，纵向、横向间距不同时，计算长度系数按较大立杆间距取值。立杆间距两级之间时，计算长度系数取两级中较大值。

3 表中a为和中的较大值，其中 为扫地杆高度和步距*h*之比， 为悬臂长度和步距*h*之比，两级之间计算长度系数取线性插值。

**表C-2 无剪刀撑框架式支撑结构的计算长度系数（轮扣式）**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 步数 | 步距(m) | 立杆间距（m） | | | | | | | | | | | |
| 1.8×1.8 | | 1.5×1.5 | | 1.2×1.2 | | 0.9×0.9 | | 0.6×0.6 | | 0.6×0.3 | |
| a=0.5  (m) | a=0.2  (m) | a=0.5  (m) | a=0.2  (m) | a=0.5  (m) | a=0.2  (m) | a=0.5  (m) | a=0.2  (m) | a=0.5  (m) | a=0.2  (m) | a=0.5  (m) | a=0.2  (m) |
| 1 | 2.0 | 2.24 | 2.14 | 2.22 | 2.12 | 2.19 | 2.10 | - | - | - | - | - | - |
| 1.5 | 2.56 | 2.40 | 2.53 | 2.37 | 2.50 | 2.35 | 2.48 | 2.32 | - | - | - | - |
| 1.0 | 3.23 | 2.90 | 3.18 | 2.86 | 3.14 | 2.82 | 3.10 | 2.79 | 3.06 | 2.75 | - | - |
| 0.5 | - | - | - | - | - | 4.15 | - | 4.09 | - | 4.04 | 4.57 | 3.98 |
| 2 | 2.0 | 2.40 | 2.35 | 2.38 | 2.33 | 2.35 | 2.30 | - | - | - | - | - | - |
| 1.5 | 2.72 | 2.62 | 2.68 | 2.59 | 2.66 | 2.56 | 2.63 | 2.54 | - | - | - | - |
| 1.0 | 3.35 | 3.15 | 3.30 | 3.10 | 3.25 | 3.06 | 3.21 | 3.02 | 3.17 | 2.98 | - | - |
| 0.5 | - | - | - | - | - | 4.36 | - | 4.30 | - | 4.24 | 4.60 | 4.19 |
| 3 | 1.5 | 2.79 | 2.73 | 2.75 | 2.69 | 2.73 | 2.67 | 2.70 | 2.64 | - | - | - | - |
| 1.0 | 3.40 | 3.26 | 3.36 | 3.22 | 3.31 | 3.17 | 3.27 | 3.13 | 3.22 | 3.08 | - | - |
| 0.5 | - | - | - | - | - | 4.47 | - | 4.41 | - | 4.35 | 4.62 | 4.29 |
| 4 | 1.0 | 3.44 | 3.32 | 3.39 | 3.28 | 3.35 | 3.24 | 3.30 | 3.19 | 3.25 | 3.15 | - | - |
| 0.5 | - | - | - | - | - | 4.52 | - | 4.46 | - | 4.40 | 4.63 | 4.34 |
| 5 | 1.0 | 3.46 | 3.36 | 3.41 | 3.32 | 3.36 | 3.27 | 3.32 | 3.23 | 3.27 | 3.18 | - | - |
| 0.5 | - | - | - | - | - | 4.56 | - | 4.50 | - | 4.44 | 4.63 | 4.38 |

注：同表C-1。

**表C-3 无剪刀撑框架式支撑结构的计算长度系数（碗扣式）**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 步数 | 步距(m) | 立杆间距（m） | | | | | | | | | | | |
| 1.8×1.8 | | 1.5×1.5 | | 1.2×1.2 | | 0.9×0.9 | | 0.6×0.6 | | 0.6×0.3 | |
| a=0.5  (m) | a=0.2  (m) | a=0.5  (m) | a=0.2  (m) | a=0.5  (m) | a=0.2  (m) | a=0.5  (m) | a=0.2  (m) | a=0.5  (m) | a=0.2  (m) | a=0.5  (m) | a=0.2  (m) |
| 1 | 2.0 | 1.93 | 1.86 | 1.90 | 1.84 | 1.87 | 1.80 | - | - | - | - | - | - |
| 1.5 | 2.20 | 2.07 | 2.17 | 2.04 | 2.14 | 2.01 | 2.09 | 1.97 | - | - | - | - |
| 1.0 | 2.73 | 2.45 | 2.69 | 2.41 | 2.65 | 2.37 | 2.60 | 2.33 | 2.56 | 2.29 | - | - |
| 0.5 | - | - | - | - | - | 3.41 | - | 3.34 | - | 3.27 | 3.72 | 3.19 |

**续表C-3**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 步数 | 步距(m) | 立杆间距（m） | | | | | | | | | | | |
| 1.8×1.8 | | 1.5×1.5 | | 1.2×1.2 | | 0.9×0.9 | | 0.6×0.6 | | 0.6×0.3 | |
| a=0.5  (m) | a=0.2  (m) | a=0.5  (m) | a=0.2  (m) | a=0.5  (m) | a=0.2  (m) | a=0.5  (m) | a=0.2  (m) | a=0.5  (m) | a=0.2  (m) | a=0.5  (m) | a=0.2  (m) |
| 2 | 2.0 | 2.06 | 2.03 | 2.04 | 2.00 | 2.00 | 1.97 | - | - | - | - | - | - |
| 1.5 | 2.33 | 2.26 | 2.29 | 2.22 | 2.26 | 2.19 | 2.21 | 2.15 | - | - | - | - |
| 1.0 | 2.83 | 2.65 | 2.78 | 2.61 | 2.74 | 2.57 | 2.66 | 2.52 | 2.65 | 2.48 | - | - |
| 0.5 | - | - | - | - | - | 3.58 | - | 3.52 | - | 3.44 | 3.74 | 3.36 |
| 3 | 1.5 | 2.39 | 2.34 | 2.35 | 2.31 | 2.32 | 2.27 | 2.27 | 2.23 | - | - | - | - |
| 1.0 | 2.87 | 2.75 | 2.83 | 2.70 | 2.78 | 2.66 | 2.74 | 2.61 | 2.69 | 2.57 | - | - |
| 0.5 | - | - | - | - | - | 3.67 | - | 3.60 | - | 3.52 | 3.75 | 3.43 |
| 4 | 1.0 | 2.89 | 2.80 | 2.85 | 2.75 | 2.80 | 2.71 | 2.76 | 2.67 | 2.71 | 2.62 | - | - |
| 0.5 | - | - | - | - | - | 3.72 | - | 3.65 | - | 3.57 | 3.76 | 3.48 |
| 5 | 1.0 | 2.91 | 2.83 | 2.86 | 2.79 | 2.81 | 2.74 | 2.77 | 2.70 | 2.72 | 2.65 | - | - |
| 0.5 | - | - | - | - | - | 3.75 | - | 3.68 | - | 3.60 | 3.76 | 3.51 |

注：同表C-1。

**表C-4 无剪刀撑框架式支撑结构的计算长度系数（盘扣式）**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 步数 | 步距(m) | 立杆间距（m） | | | | | | | | | | | |
| 1.8×1.8 | | 1.5×1.5 | | 1.2×1.2 | | 0.9×0.9 | | 0.6×0.6 | | 0.6×0.3 | |
| a=0.5  (m) | a=0.2  (m) | a=0.5  (m) | a=0.2  (m) | a=0.5  (m) | a=0.2  (m) | a=0.5  (m) | a=0.2  (m) | a=0.5  (m) | a=0.2  (m) | a=0.5  (m) | a=0.2  (m) |
| 1 | 2.0 | 1.85 | 1.78 | 1.82 | 1.76 | 1.79 | 1.73 | - | - | - | - | - | - |
| 1.5 | 2.09 | 1.97 | 2.06 | 1.94 | 2.02 | 1.91 | 1.98 | 1.87 | - | - | - | - |
| 1.0 | 2.60 | 2.33 | 2.56 | 2.29 | 2.51 | 2.25 | 2.45 | 2.20 | 2.40 | 2.16 | - | - |
| 0.5 | - | - | - | - | - | 3.19 | - | 3.11 | - | 3.03 | 3.46 | 2.95 |
| 2 | 2.0 | 1.97 | 1.94 | 1.95 | 1.92 | 1.91 | 1.88 | - | - | - | - | - | - |
| 1.5 | 2.21 | 2.15 | 2.18 | 2.11 | 2.14 | 2.08 | 2.09 | 2.03 | - | - | - | - |
| 1.0 | 2.70 | 2.52 | 2.65 | 2.48 | 2.59 | 2.43 | 2.54 | 2.38 | 2.48 | 2.33 | - | - |
| 0.5 | - | - | - | - | - | 3.36 | - | 3.27 | - | 3.18 | 3.48 | 3.09 |

**续表C-4**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 步数 | 步距(m) | 立杆间距（m） | | | | | | | | | | | |
| 1.8×1.8 | | 1.5×1.5 | | 1.2×1.2 | | 0.9×0.9 | | 0.6×0.6 | | 0.6×0.3 | |
| a=0.5  (m) | a=0.2  (m) | a=0.5  (m) | a=0.2  (m) | a=0.5  (m) | a=0.2  (m) | a=0.5  (m) | a=0.2  (m) | a=0.5  (m) | a=0.2  (m) | a=0.5  (m) | a=0.2  (m) |
| 3 | 1.5 | 2.27 | 2.23 | 2.23 | 2.19 | 2.20 | 2.16 | 2.15 | 2.11 | - | - | - | - |
| 1.0 | 2.74 | 2.61 | 2.69 | 2.57 | 2.63 | 2.52 | 2.57 | 2.46 | 2.52 | 2.41 | - | - |
| 0.5 | - | - | - | - | - | 3.43 | - | 3.34 | - | 3.26 | 3.49 | 3.17 |
| 4 | 1.0 | 2.76 | 2.67 | 2.71 | 2.62 | 2.65 | 2.56 | 2.59 | 2.51 | 2.54 | 2.45 | - | - |
| 0.5 | - | - | - | - | - | 3.48 | - | 3.39 | - | 3.30 | 3.50 | 3.21 |
| 5 | 1.0 | 2.77 | 2.69 | 2.72 | 2.65 | 2.66 | 2.59 | 2.60 | 2.54 | 2.55 | 2.48 | - | - |
| 0.5 | - | - | - | - | - | 3.51 | - | 3.42 | - | 3.33 | 3.50 | 3.23 |

注：同表C-1。

**表C-5 无剪刀撑框架式支撑结构的计算长度系数（键槽式）**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 步数 | 步距(m) | 立杆间距（m） | | | | | | | | | | | |
| 1.8×1.8 | | 1.5×1.5 | | 1.2×1.2 | | 0.9×0.9 | | 0.6×0.6 | | 0.6×0.3 | |
| a=0.5  (m) | a=0.2  (m) | a=0.5  (m) | a=0.2  (m) | a=0.5  (m) | a=0.2  (m) | a=0.5  (m) | a=0.2  (m) | a=0.5  (m) | a=0.2  (m) | a=0.5  (m) | a=0.2  (m) |
| 1 | 2.0 | 1.78 | 1.73 | 1.75 | 1.69 | 1.73 | 1.67 | - | - | - | - | - | - |
| 1.5 | 2.08 | 1.90 | 2.05 | 1.87 | 2.01 | 1.84 | 1.96 | 1.79 | - | - | - | - |
| 1.0 | 2.50 | 2.24 | 2.44 | 2.19 | 2.39 | 2.15 | 2.34 | 2.10 | 2.28 | 2.05 | - | - |
| 0.5 | - | - | - | - | - | 3.02 | - | 2.94 | - | 2.86 | 3.28 | 2.77 |
| 2 | 2.0 | 1.90 | 1.88 | 1.87 | 1.84 | 1.84 | 1.82 | - | - | - | - | - | - |
| 1.5 | 2.18 | 2.07 | 2.14 | 2.03 | 2.10 | 2.00 | 2.04 | 1.95 | - | - | - | - |
| 1.0 | 2.58 | 2.42 | 2.53 | 2.37 | 2.47 | 2.32 | 2.42 | 2.27 | 2.36 | 2.21 | - | - |
| 0.5 | - | - | - | - | - | 3.17 | - | 3.09 | - | 3.00 | 3.30 | 2.91 |
| 3 | 1.5 | 2.21 | 2.15 | 2.17 | 2.11 | 2.13 | 2.07 | 2.08 | 2.02 | - | - | - | - |
| 1.0 | 2.62 | 2.51 | 2.56 | 2.45 | 2.50 | 2.40 | 2.45 | 2.35 | 2.39 | 2.29 | - | - |
| 0.5 | - | - | - | - | - | 3.25 | - | 3.16 | - | 3.07 | 3.31 | 2.98 |

**续表C-5**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 步数 | 步距(m) | 立杆间距（m） | | | | | | | | | | | |
| 1.8×1.8 | | 1.5×1.5 | | 1.2×1.2 | | 0.9×0.9 | | 0.6×0.6 | | 0.6×0.3 | |
| a=0.5  (m) | a=0.2  (m) | a=0.5  (m) | a=0.2  (m) | a=0.5  (m) | a=0.2  (m) | a=0.5  (m) | a=0.2  (m) | a=0.5  (m) | a=0.2  (m) | a=0.5  (m) | a=0.2  (m) |
| 4 | 1.0 | 2.64 | 2.55 | 2.58 | 2.50 | 2.52 | 2.44 | 2.47 | 2.39 | 2.40 | 2.33 | - | - |
| 0.5 | - | - | - | - | - | 3.29 | - | 3.20 | - | 3.11 | 3.31 | 3.02 |
| 5 | 1.0 | 2.65 | 2.58 | 2.59 | 2.53 | 2.53 | 2.47 | 2.48 | 2.42 | 2.41 | 2.35 | - | - |
| 0.5 | - | - | - | - | - | 3.32 | - | 3.22 | - | 3.13 | 3.31 | 3.04 |

注：同表C-1。

**表C-6 有剪刀撑框架式支撑结构的计算长度系数**

**（扣件式）**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 单元框架x向跨数 | 步距(m) | 立杆间距（m） | | | | | | |
| 1.5×1.5 | 1.2×1.2 | 1.0×1.0 | 0.9×0.9 | 0.75×0.75 | 0.6×0.6 | 0.4×0.4 |
| 3 | 1.8 | 1.46 | 1.28 | 1.15 | 1.08 | - | - | - |
| 1.5 | 1.65 | 1.47 | 1.31 | 1.23 | 1.10 | - | - |
| 1.2 | 1.92 | 1.69 | 1.53 | 1.44 | 1.29 | 1.13 | - |
| 0.9 | - | 2.05 | 1.85 | 1.74 | 1.57 | 1.37 | 1.09 |
| 0.6 | - | - | - | 2.32 | 2.09 | 1.83 | 1.43 |
| 4 | 1.8 | 1.78 | 1.59 | 1.44 | 1.35 | - | - | - |
| 1.5 | 2.05 | 1.79 | 1.63 | 1.55 | 1.38 | - | - |
| 1.2 | 2.31 | 2.11 | 1.89 | 1.79 | 1.63 | 1.42 | - |
| 0.9 | - | 2.46 | 2.29 | 2.19 | 1.94 | 1.73 | 1.35 |
| 0.6 | - | - | - | 2.76 | 2.60 | 2.33 | 1.82 |
| 5 | 1.8 | 2.05 | 1.82 | 1.65 | 1.56 | - | - | - |
| 1.5 | 2.28 | 2.09 | 1.88 | 1.77 | 1.61 | - | - |
| 1.2 | 2.50 | 2.37 | 2.20 | 2.09 | 1.89 | 1.67 | - |
| 0.9 | - | 2.67 | 2.56 | 2.48 | 2.29 | 2.02 | 1.60 |
| 0.6 | - | - | - | 3.00 | 2.90 | 2.70 | 2.15 |

**续表C-6**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 单元框架x向跨数 | 步距(m) | 立杆间距（m） | | | | | | |
| 1.5×1.5 | 1.2×1.2 | 1.0×1.0 | 0.9×0.9 | 0.75×0.75 | 0.6×0.6 | 0.4×0.4 |
| 6 | 1.8 | 2.20 | 2.02 | 1.87 | 1.76 | - | - | - |
| 1.5 | 2.40 | 2.27 | 2.10 | 2.01 | 1.82 | - | - |
| 1.2 | 2.59 | 2.51 | 2.39 | 2.30 | 2.13 | 1.89 | - |
| 0.9 | - | 2.78 | 2.70 | 2.65 | 2.51 | 2.27 | 1.83 |
| 0.6 | - | - | - | 3.13 | 3.06 | 2.92 | 2.45 |

注：1 同表C-1注1、注2；

2 其中的x向定义如下：

1) 当纵向、横向立杆间距相同时，х向为单元框架立杆跨数大的方向；

2) 当纵向、横向立杆间距不同时，х向分别取纵向、横向进行计算，取较大值。

表C-7 有剪刀撑框架式支撑结构的计算长度系数（轮扣式）

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 单元框架x向跨数 | 步距(m) | 立杆间距（m） | | | | | |
| 1.8×1.8 | 1.5×1.5 | 1.2×1.2 | 0.9×0.9 | 0.6×0.6 | 0.6×0.3 |
| 3 | 2.0 | 1.90 | 1.85 | 1.78 | 1.69 | - | - |
| 1.5 | 2.09 | 2.04 | 1.98 | 1.89 | 1.76 | - |
| 1.0 | - | 2.35 | 2.28 | 2.17 | 2.02 | - |
| 0.5 | - | - | - | - | 2.61 | - |
| 4 | 1.8 | 2.04 | 2.00 | 1.94 | 1.87 | - | - |
| 1.5 | 2.24 | 2.19 | 2.15 | 2.07 | 1.96 | - |
| 1.2 | - | 2.51 | 2.46 | 2.37 | 2.24 | - |
| 0.9 | - | - | - | - | 2.88 | 2.59 |
| 5 | 2.0 | 2.11 | 2.08 | 2.04 | 1.97 | - | - |
| 1.5 | 2.31 | 2.27 | 2.24 | 2.18 | 2.09 | - |
| 1.0 | - | 2.60 | 2.55 | 2.49 | 2.45 | - |
| 0.5 | - | - | - | - | 3.05 | 2.81 |
| 6 | 1.8 | 2.15 | 2.13 | 2.09 | 2.03 | - | - |
| 1.5 | 2.35 | 2.32 | 2.29 | 2.24 | 2.16 | - |
| 1.2 | - | 2.66 | 2.61 | 2.56 | 2.47 | - |
| 0.9 | - | - | - | - | 3.16 | 2.96 |

注：同表C-6。

表C-8 有剪刀撑框架式支撑结构的计算长度系数（碗扣式）

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 单元框架x向跨数 | 步距(m) | 立杆间距（m） | | | | | |
| 1.8×1.8 | 1.5×1.5 | 1.2×1.2 | 0.9×0.9 | 0.6×0.6 | 0.6×0.3 |
| 3 | 2.0 | 1.69 | 1.64 | 1.58 | 1.51 | - | - |
| 1.5 | 1.88 | 1.83 | 1.77 | 1.69 | 1.58 | - |
| 1.0 | - | 2.11 | 2.05 | 1.98 | 1.86 | - |
| 0.5 | - | - | - | - | 2.39 | - |
| 4 | 1.8 | 1.80 | 1.76 | 1.70 | 1.64 | - | - |
| 1.5 | 1.99 | 1.96 | 1.91 | 1.83 | 1.74 | - |
| 1.2 | - | 2.23 | 2.19 | 2.13 | 2.03 | - |
| 0.9 | - | - | - | - | 2.59 | 2.35 |
| 5 | 2.0 | 1.86 | 1.83 | 1.78 | 1.72 | - | - |
| 1.5 | 2.05 | 2.02 | 1.98 | 1.92 | 1.83 | - |
| 1.0 | - | 2.29 | 2.26 | 2.21 | 2.13 | - |
| 0.5 | - | - | - | - | 2.70 | 2.51 |
| 6 | 1.8 | 1.90 | 1.87 | 1.82 | 1.77 | - | - |
| 1.5 | 2.08 | 2.05 | 2.02 | 1.96 | 1.89 | - |
| 1.2 | - | 2.33 | 2.30 | 2.26 | 2.19 | - |
| 0.9 | - | - | - | - | 2.77 | 2.61 |

注：同表C-6。

表C-9 有剪刀撑框架式支撑结构的扫地杆高度与悬臂杆高度

修正系数（水平杆连续）

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 单元框架x向跨数 |  | 0.4 | 0.6 | 0.8 | 1.0 | ≥1.2 |
| 3 | ≤0.2 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |
| 0.4 | 1.280 | 1.188 | 1.105 | 1.077 | 1.065 |
| 0.6 | 1.602 | 1.438 | 1.279 | 1.210 | 1.171 |
| 4 | ≤0.2 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |
| 0.4 | 1.193 | 1.087 | 1.075 | 1.048 | 1.036 |
| 0.6 | 1.441 | 1.250 | 1.187 | 1.124 | 1.097 |

续表C-9

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 单元框架x向跨数 |  | 0.4 | 0.6 | 0.8 | 1.0 | ≥1.2 |
| 5 | ≤0.2 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |
| 0.4 | 1.121 | 1.074 | 1.046 | 1.037 | 1.031 |
| 0.6 | 1.306 | 1.190 | 1.119 | 1.087 | 1.077 |
| 6 | ≤0.2 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |
| 0.4 | 1.085 | 1.056 | 1.033 | 1.033 | 1.031 |
| 0.6 | 1.225 | 1.144 | 1.088 | 1.087 | 1.074 |

注：1. 同附表C-1注3、附表C-6注2。

2. 为单元框架*x*向跨距与步距*h*之比；

表C-10有剪刀撑框架式支撑结构的扫地杆高度与悬臂杆高度

修正系数（水平杆不连续）

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 3 | 4 | 5 | 6 |
| ≤0.2 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |
| 0.4 | 1.036 | 1.030 | 1.028 | 1.026 |
| 0.6 | 1.144 | 1.111 | 1.101 | 1.096 |

注：为单元框架x向跨数。

# 附录D 支撑架钢管轴心受压稳定系数

表D-1 初弯曲值为L/1000的钢管轴压稳定系数****

（套管接长或不接长立杆）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 0 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 0.999 | 0.999 | 0.998 | 0.998 | 0.997 | 0.996 |
| 10 | 0.999 | 0.999 | 0.999 | 0.998 | 0.998 | 0.998 | 0.997 | 0.997 | 0.997 | 0.996 |
| 20 | 0.996 | 0.996 | 0.995 | 0.995 | 0.994 | 0.994 | 0.993 | 0.993 | 0.992 | 0.992 |
| 30 | 0.979 | 0.977 | 0.975 | 0.973 | 0.970 | 0.968 | 0.966 | 0.964 | 0.961 | 0.959 |
| 40 | 0.956 | 0.954 | 0.951 | 0.949 | 0.946 | 0.943 | 0.941 | 0.938 | 0.935 | 0.932 |
| 50 | 0.929 | 0.926 | 0.923 | 0.919 | 0.916 | 0.913 | 0.909 | 0.906 | 0.902 | 0.898 |
| 60 | 0.894 | 0.890 | 0.886 | 0.882 | 0.877 | 0.873 | 0.868 | 0.864 | 0.859 | 0.854 |
| 70 | 0.849 | 0.843 | 0.838 | 0.832 | 0.827 | 0.821 | 0.815 | 0.809 | 0.802 | 0.796 |
| 80 | 0.789 | 0.783 | 0.776 | 0.769 | 0.762 | 0.755 | 0.747 | 0.740 | 0.732 | 0.725 |
| 90 | 0.717 | 0.710 | 0.702 | 0.694 | 0.686 | 0.678 | 0.670 | 0.663 | 0.655 | 0.647 |
| 100 | 0.639 | 0.631 | 0.623 | 0.615 | 0.608 | 0.600 | 0.592 | 0.585 | 0.577 | 0.570 |
| 110 | 0.555 | 0.547 | 0.539 | 0.531 | 0.524 | 0.516 | 0.509 | 0.502 | 0.495 | 0.488 |
| 120 | 0.481 | 0.474 | 0.467 | 0.461 | 0.455 | 0.448 | 0.442 | 0.436 | 0.430 | 0.425 |
| 130 | 0.419 | 0.413 | 0.408 | 0.402 | 0.397 | 0.392 | 0.387 | 0.382 | 0.377 | 0.372 |
| 140 | 0.367 | 0.363 | 0.358 | 0.354 | 0.349 | 0.345 | 0.341 | 0.337 | 0.332 | 0.328 |
| 150 | 0.324 | 0.321 | 0.317 | 0.313 | 0.309 | 0.306 | 0.302 | 0.299 | 0.295 | 0.292 |
| 160 | 0.288 | 0.285 | 0.282 | 0.279 | 0.276 | 0.273 | 0.269 | 0.267 | 0.264 | 0.261 |
| 170 | 0.258 | 0.255 | 0.252 | 0.250 | 0.247 | 0.244 | 0.242 | 0.239 | 0.237 | 0.234 |
| 180 | 0.232 | 0.230 | 0.227 | 0.225 | 0.223 | 0.220 | 0.218 | 0.216 | 0.214 | 0.212 |
| 190 | 0.210 | 0.208 | 0.206 | 0.204 | 0.202 | 0.200 | 0.198 | 0.196 | 0.194 | 0.192 |
| 200 | 0.190 | 0.189 | 0.187 | 0.185 | 0.183 | 0.182 | 0.180 | 0.178 | 0.177 | 0.175 |
| 210 | 0.174 | 0.172 | 0.171 | 0.169 | 0.168 | 0.166 | 0.165 | 0.163 | 0.162 | 0.160 |
| 220 | 0.159 | 0.158 | 0.156 | 0.155 | 0.154 | 0.152 | 0.151 | 0.150 | 0.149 | 0.147 |
| 230 | 0.146 | 0.145 | 0.144 | 0.143 | 0.142 | 0.140 | 0.139 | 0.138 | 0.137 | 0.136 |
| 240 | 0.135 | 0.134 | 0.133 | 0.132 | 0.131 | 0.130 | 0.129 | 0.128 | 0.127 | 0.126 |
| 250 | 0.128 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

表D-2 初弯曲值为L/750的钢管轴压稳定系数****

（套管接长或不接长立杆）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 0 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 0.999 | 0.999 | 0.999 | 0.998 | 0.998 |
| 10 | 0.997 | 0.997 | 0.996 | 0.995 | 0.995 | 0.994 | 0.993 | 0.992 | 0.991 | 0.990 |
| 20 | 0.989 | 0.988 | 0.987 | 0.985 | 0.984 | 0.983 | 0.981 | 0.980 | 0.978 | 0.977 |
| 30 | 0.967 | 0.965 | 0.962 | 0.960 | 0.957 | 0.954 | 0.952 | 0.949 | 0.946 | 0.943 |
| 40 | 0.940 | 0.938 | 0.935 | 0.932 | 0.928 | 0.925 | 0.922 | 0.919 | 0.916 | 0.912 |
| 50 | 0.909 | 0.905 | 0.901 | 0.898 | 0.894 | 0.890 | 0.886 | 0.882 | 0.878 | 0.874 |
| 60 | 0.869 | 0.865 | 0.860 | 0.856 | 0.851 | 0.846 | 0.841 | 0.836 | 0.831 | 0.825 |
| 70 | 0.820 | 0.814 | 0.808 | 0.803 | 0.797 | 0.791 | 0.784 | 0.778 | 0.772 | 0.765 |
| 80 | 0.759 | 0.752 | 0.745 | 0.738 | 0.731 | 0.724 | 0.717 | 0.710 | 0.703 | 0.695 |
| 90 | 0.688 | 0.681 | 0.673 | 0.666 | 0.658 | 0.651 | 0.643 | 0.636 | 0.628 | 0.621 |
| 100 | 0.613 | 0.606 | 0.599 | 0.591 | 0.584 | 0.577 | 0.570 | 0.563 | 0.556 | 0.549 |
| 110 | 0.529 | 0.521 | 0.513 | 0.506 | 0.498 | 0.491 | 0.484 | 0.477 | 0.470 | 0.463 |
| 120 | 0.457 | 0.450 | 0.444 | 0.438 | 0.432 | 0.426 | 0.420 | 0.414 | 0.409 | 0.403 |
| 130 | 0.398 | 0.392 | 0.387 | 0.382 | 0.377 | 0.372 | 0.367 | 0.363 | 0.358 | 0.353 |
| 140 | 0.349 | 0.345 | 0.340 | 0.336 | 0.332 | 0.328 | 0.324 | 0.320 | 0.316 | 0.312 |
| 150 | 0.308 | 0.305 | 0.301 | 0.298 | 0.294 | 0.291 | 0.287 | 0.284 | 0.281 | 0.278 |
| 160 | 0.274 | 0.271 | 0.268 | 0.265 | 0.262 | 0.259 | 0.257 | 0.254 | 0.251 | 0.248 |
| 170 | 0.246 | 0.243 | 0.241 | 0.238 | 0.235 | 0.233 | 0.231 | 0.228 | 0.226 | 0.224 |
| 180 | 0.221 | 0.219 | 0.217 | 0.215 | 0.212 | 0.210 | 0.208 | 0.206 | 0.204 | 0.202 |
| 190 | 0.200 | 0.198 | 0.196 | 0.195 | 0.193 | 0.191 | 0.189 | 0.187 | 0.186 | 0.184 |
| 200 | 0.182 | 0.180 | 0.179 | 0.177 | 0.176 | 0.174 | 0.172 | 0.171 | 0.169 | 0.168 |
| 210 | 0.166 | 0.165 | 0.163 | 0.162 | 0.161 | 0.159 | 0.158 | 0.156 | 0.155 | 0.154 |
| 220 | 0.153 | 0.151 | 0.150 | 0.149 | 0.147 | 0.146 | 0.145 | 0.144 | 0.143 | 0.142 |
| 230 | 0.140 | 0.139 | 0.138 | 0.137 | 0.136 | 0.135 | 0.134 | 0.133 | 0.132 | 0.131 |
| 240 | 0.130 | 0.129 | 0.128 | 0.127 | 0.126 | 0.125 | 0.124 | 0.123 | 0.122 | 0.121 |
| 250 | 0.120 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

表D-3 初弯曲值为L/600的钢管轴压稳定系数****

（套管接长或不接长立杆）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 0 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 0.999 | 0.999 | 0.998 | 0.998 | 0.997 | 0.996 |
| 10 | 0.995 | 0.994 | 0.993 | 0.992 | 0.990 | 0.989 | 0.987 | 0.986 | 0.984 | 0.982 |
| 20 | 0.980 | 0.978 | 0.976 | 0.974 | 0.971 | 0.969 | 0.966 | 0.964 | 0.961 | 0.958 |
| 30 | 0.954 | 0.951 | 0.948 | 0.945 | 0.942 | 0.939 | 0.936 | 0.933 | 0.929 | 0.926 |
| 40 | 0.923 | 0.919 | 0.916 | 0.912 | 0.909 | 0.905 | 0.902 | 0.898 | 0.894 | 0.890 |
| 50 | 0.886 | 0.882 | 0.878 | 0.874 | 0.869 | 0.865 | 0.861 | 0.856 | 0.851 | 0.847 |
| 60 | 0.842 | 0.837 | 0.832 | 0.827 | 0.822 | 0.816 | 0.811 | 0.806 | 0.800 | 0.794 |
| 70 | 0.789 | 0.783 | 0.777 | 0.771 | 0.765 | 0.758 | 0.752 | 0.746 | 0.739 | 0.733 |
| 80 | 0.726 | 0.719 | 0.713 | 0.706 | 0.699 | 0.692 | 0.685 | 0.678 | 0.671 | 0.664 |
| 90 | 0.657 | 0.650 | 0.643 | 0.636 | 0.629 | 0.621 | 0.614 | 0.607 | 0.600 | 0.593 |
| 100 | 0.586 | 0.579 | 0.572 | 0.566 | 0.559 | 0.552 | 0.545 | 0.539 | 0.532 | 0.526 |
| 110 | 0.502 | 0.494 | 0.487 | 0.480 | 0.473 | 0.466 | 0.459 | 0.453 | 0.446 | 0.440 |
| 120 | 0.434 | 0.427 | 0.421 | 0.416 | 0.410 | 0.404 | 0.399 | 0.393 | 0.388 | 0.383 |
| 130 | 0.378 | 0.373 | 0.368 | 0.363 | 0.358 | 0.354 | 0.349 | 0.345 | 0.340 | 0.336 |
| 140 | 0.332 | 0.328 | 0.324 | 0.320 | 0.316 | 0.312 | 0.308 | 0.304 | 0.301 | 0.297 |
| 150 | 0.294 | 0.290 | 0.287 | 0.284 | 0.280 | 0.277 | 0.274 | 0.271 | 0.268 | 0.265 |
| 160 | 0.262 | 0.259 | 0.256 | 0.253 | 0.250 | 0.248 | 0.245 | 0.242 | 0.240 | 0.237 |
| 170 | 0.235 | 0.232 | 0.230 | 0.227 | 0.225 | 0.223 | 0.220 | 0.218 | 0.216 | 0.214 |
| 180 | 0.212 | 0.210 | 0.207 | 0.205 | 0.203 | 0.201 | 0.199 | 0.197 | 0.196 | 0.194 |
| 190 | 0.192 | 0.190 | 0.188 | 0.186 | 0.185 | 0.183 | 0.181 | 0.180 | 0.178 | 0.176 |
| 200 | 0.175 | 0.173 | 0.172 | 0.170 | 0.168 | 0.167 | 0.165 | 0.164 | 0.163 | 0.161 |
| 210 | 0.160 | 0.158 | 0.157 | 0.156 | 0.154 | 0.153 | 0.152 | 0.150 | 0.149 | 0.148 |
| 220 | 0.147 | 0.145 | 0.144 | 0.143 | 0.142 | 0.141 | 0.140 | 0.138 | 0.137 | 0.136 |
| 230 | 0.135 | 0.134 | 0.133 | 0.132 | 0.131 | 0.130 | 0.129 | 0.128 | 0.127 | 0.126 |
| 240 | 0.125 | 0.124 | 0.123 | 0.122 | 0.121 | 0.120 | 0.119 | 0.118 | 0.118 | 0.117 |
| 250 | 0.116 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

表D-4 初弯曲值为L/450的钢管轴压稳定系数****

（套管接长或不接长立杆）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 0 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 0.999 | 0.999 | 0.998 | 0.998 | 0.997 | 0.996 | 0.995 |
| 10 | 0.993 | 0.992 | 0.990 | 0.989 | 0.987 | 0.985 | 0.983 | 0.980 | 0.978 | 0.976 |
| 20 | 0.973 | 0.970 | 0.967 | 0.964 | 0.961 | 0.958 | 0.954 | 0.951 | 0.947 | 0.943 |
| 30 | 0.943 | 0.940 | 0.936 | 0.932 | 0.928 | 0.925 | 0.921 | 0.917 | 0.913 | 0.909 |
| 40 | 0.905 | 0.901 | 0.897 | 0.893 | 0.888 | 0.884 | 0.880 | 0.875 | 0.871 | 0.866 |
| 50 | 0.862 | 0.857 | 0.852 | 0.847 | 0.843 | 0.838 | 0.833 | 0.827 | 0.822 | 0.817 |
| 60 | 0.812 | 0.806 | 0.801 | 0.795 | 0.790 | 0.784 | 0.778 | 0.772 | 0.766 | 0.760 |
| 70 | 0.754 | 0.748 | 0.742 | 0.735 | 0.729 | 0.723 | 0.716 | 0.710 | 0.703 | 0.697 |
| 80 | 0.690 | 0.683 | 0.677 | 0.670 | 0.663 | 0.656 | 0.650 | 0.643 | 0.636 | 0.629 |
| 90 | 0.622 | 0.616 | 0.609 | 0.602 | 0.595 | 0.589 | 0.582 | 0.575 | 0.569 | 0.562 |
| 100 | 0.556 | 0.549 | 0.543 | 0.536 | 0.530 | 0.524 | 0.517 | 0.511 | 0.505 | 0.499 |
| 110 | 0.473 | 0.466 | 0.459 | 0.452 | 0.446 | 0.439 | 0.433 | 0.427 | 0.420 | 0.415 |
| 120 | 0.409 | 0.403 | 0.397 | 0.392 | 0.387 | 0.381 | 0.376 | 0.371 | 0.366 | 0.361 |
| 130 | 0.357 | 0.352 | 0.347 | 0.343 | 0.339 | 0.334 | 0.330 | 0.326 | 0.322 | 0.318 |
| 140 | 0.314 | 0.310 | 0.306 | 0.303 | 0.299 | 0.295 | 0.292 | 0.288 | 0.285 | 0.282 |
| 150 | 0.278 | 0.275 | 0.272 | 0.269 | 0.266 | 0.263 | 0.260 | 0.257 | 0.254 | 0.251 |
| 160 | 0.248 | 0.246 | 0.243 | 0.240 | 0.238 | 0.235 | 0.233 | 0.230 | 0.228 | 0.226 |
| 170 | 0.223 | 0.221 | 0.219 | 0.216 | 0.214 | 0.212 | 0.210 | 0.208 | 0.206 | 0.204 |
| 180 | 0.202 | 0.200 | 0.198 | 0.196 | 0.194 | 0.192 | 0.190 | 0.188 | 0.187 | 0.185 |
| 190 | 0.183 | 0.181 | 0.180 | 0.178 | 0.176 | 0.175 | 0.173 | 0.172 | 0.170 | 0.168 |
| 200 | 0.167 | 0.165 | 0.164 | 0.162 | 0.161 | 0.160 | 0.158 | 0.157 | 0.156 | 0.154 |
| 210 | 0.153 | 0.152 | 0.150 | 0.149 | 0.148 | 0.146 | 0.145 | 0.144 | 0.143 | 0.142 |
| 220 | 0.141 | 0.139 | 0.138 | 0.137 | 0.136 | 0.135 | 0.134 | 0.133 | 0.132 | 0.131 |
| 230 | 0.130 | 0.129 | 0.128 | 0.127 | 0.126 | 0.125 | 0.124 | 0.123 | 0.122 | 0.121 |
| 240 | 0.120 | 0.119 | 0.118 | 0.117 | 0.116 | 0.116 | 0.115 | 0.114 | 0.113 | 0.112 |
| 250 | 0.111 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

表D-5 初弯曲值为L/1000的钢管轴压稳定系数****

（对接扣件接长立杆）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 0 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 0.999 | 0.999 | 0.998 | 0.998 | 0.997 | 0.996 |
| 10 | 0.999 | 0.999 | 0.999 | 0.999 | 0.999 | 0.999 | 0.999 | 0.998 | 0.998 | 0.998 |
| 20 | 0.998 | 0.998 | 0.997 | 0.997 | 0.997 | 0.996 | 0.996 | 0.996 | 0.996 | 0.995 |
| 30 | 0.979 | 0.977 | 0.975 | 0.974 | 0.972 | 0.970 | 0.969 | 0.967 | 0.965 | 0.963 |
| 40 | 0.961 | 0.959 | 0.957 | 0.955 | 0.953 | 0.951 | 0.949 | 0.947 | 0.944 | 0.942 |
| 50 | 0.940 | 0.937 | 0.935 | 0.932 | 0.929 | 0.927 | 0.924 | 0.921 | 0.918 | 0.915 |
| 60 | 0.911 | 0.908 | 0.905 | 0.901 | 0.897 | 0.894 | 0.890 | 0.886 | 0.881 | 0.877 |
| 70 | 0.873 | 0.868 | 0.863 | 0.858 | 0.853 | 0.848 | 0.842 | 0.837 | 0.831 | 0.825 |
| 80 | 0.819 | 0.812 | 0.806 | 0.799 | 0.792 | 0.785 | 0.778 | 0.771 | 0.763 | 0.756 |
| 90 | 0.748 | 0.740 | 0.732 | 0.724 | 0.716 | 0.708 | 0.700 | 0.692 | 0.683 | 0.675 |
| 100 | 0.667 | 0.659 | 0.650 | 0.642 | 0.634 | 0.626 | 0.618 | 0.609 | 0.601 | 0.593 |
| 110 | 0.586 | 0.578 | 0.570 | 0.562 | 0.555 | 0.547 | 0.540 | 0.533 | 0.526 | 0.519 |
| 120 | 0.512 | 0.505 | 0.498 | 0.491 | 0.485 | 0.478 | 0.472 | 0.466 | 0.460 | 0.454 |
| 130 | 0.448 | 0.442 | 0.436 | 0.430 | 0.425 | 0.419 | 0.414 | 0.409 | 0.403 | 0.398 |
| 140 | 0.393 | 0.388 | 0.383 | 0.379 | 0.374 | 0.369 | 0.365 | 0.360 | 0.356 | 0.351 |
| 150 | 0.347 | 0.343 | 0.339 | 0.335 | 0.331 | 0.327 | 0.323 | 0.319 | 0.316 | 0.312 |
| 160 | 0.308 | 0.305 | 0.301 | 0.298 | 0.295 | 0.291 | 0.288 | 0.285 | 0.282 | 0.279 |
| 170 | 0.276 | 0.273 | 0.270 | 0.267 | 0.264 | 0.261 | 0.258 | 0.255 | 0.253 | 0.250 |
| 180 | 0.247 | 0.245 | 0.242 | 0.240 | 0.237 | 0.235 | 0.233 | 0.230 | 0.228 | 0.226 |
| 190 | 0.223 | 0.221 | 0.219 | 0.217 | 0.215 | 0.213 | 0.211 | 0.208 | 0.206 | 0.204 |
| 200 | 0.203 | 0.201 | 0.199 | 0.197 | 0.195 | 0.193 | 0.191 | 0.190 | 0.188 | 0.186 |
| 210 | 0.184 | 0.183 | 0.181 | 0.180 | 0.178 | 0.176 | 0.175 | 0.173 | 0.172 | 0.170 |
| 220 | 0.169 | 0.167 | 0.166 | 0.164 | 0.163 | 0.162 | 0.160 | 0.159 | 0.157 | 0.156 |
| 230 | 0.155 | 0.154 | 0.152 | 0.151 | 0.150 | 0.149 | 0.147 | 0.146 | 0.145 | 0.144 |
| 240 | 0.143 | 0.141 | 0.140 | 0.139 | 0.138 | 0.137 | 0.136 | 0.135 | 0.134 | 0.133 |
| 250 | 0.125 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

表D-6 初弯曲值为L/750的钢管轴压稳定系数****

（对接扣件接长立杆）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 0 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 0.999 | 0.999 | 0.999 | 0.998 | 0.998 |
| 10 | 0.999 | 0.998 | 0.998 | 0.997 | 0.997 | 0.997 | 0.996 | 0.996 | 0.995 | 0.995 |
| 20 | 0.994 | 0.993 | 0.993 | 0.992 | 0.991 | 0.991 | 0.990 | 0.989 | 0.988 | 0.987 |
| 30 | 0.969 | 0.967 | 0.965 | 0.962 | 0.960 | 0.958 | 0.955 | 0.952 | 0.950 | 0.947 |
| 40 | 0.945 | 0.942 | 0.939 | 0.936 | 0.933 | 0.930 | 0.927 | 0.924 | 0.921 | 0.918 |
| 50 | 0.915 | 0.911 | 0.908 | 0.905 | 0.901 | 0.897 | 0.894 | 0.890 | 0.886 | 0.882 |
| 60 | 0.877 | 0.873 | 0.869 | 0.864 | 0.860 | 0.855 | 0.850 | 0.845 | 0.840 | 0.835 |
| 70 | 0.830 | 0.824 | 0.819 | 0.813 | 0.807 | 0.801 | 0.795 | 0.789 | 0.783 | 0.776 |
| 80 | 0.770 | 0.763 | 0.756 | 0.749 | 0.742 | 0.735 | 0.728 | 0.721 | 0.714 | 0.706 |
| 90 | 0.699 | 0.691 | 0.684 | 0.676 | 0.669 | 0.661 | 0.654 | 0.646 | 0.638 | 0.631 |
| 100 | 0.623 | 0.616 | 0.608 | 0.601 | 0.593 | 0.586 | 0.579 | 0.571 | 0.564 | 0.557 |
| 110 | 0.550 | 0.543 | 0.536 | 0.529 | 0.522 | 0.516 | 0.509 | 0.502 | 0.496 | 0.490 |
| 120 | 0.483 | 0.477 | 0.471 | 0.465 | 0.459 | 0.453 | 0.447 | 0.442 | 0.436 | 0.431 |
| 130 | 0.425 | 0.420 | 0.414 | 0.409 | 0.404 | 0.399 | 0.394 | 0.389 | 0.385 | 0.380 |
| 140 | 0.375 | 0.371 | 0.366 | 0.362 | 0.357 | 0.353 | 0.349 | 0.345 | 0.341 | 0.337 |
| 150 | 0.333 | 0.329 | 0.325 | 0.321 | 0.318 | 0.314 | 0.310 | 0.307 | 0.303 | 0.300 |
| 160 | 0.297 | 0.293 | 0.290 | 0.287 | 0.284 | 0.281 | 0.278 | 0.275 | 0.272 | 0.269 |
| 170 | 0.266 | 0.263 | 0.260 | 0.257 | 0.255 | 0.252 | 0.249 | 0.247 | 0.244 | 0.242 |
| 180 | 0.239 | 0.237 | 0.234 | 0.232 | 0.230 | 0.227 | 0.225 | 0.223 | 0.221 | 0.219 |
| 190 | 0.216 | 0.214 | 0.212 | 0.210 | 0.208 | 0.206 | 0.204 | 0.202 | 0.200 | 0.199 |
| 200 | 0.197 | 0.195 | 0.193 | 0.191 | 0.190 | 0.188 | 0.186 | 0.184 | 0.183 | 0.181 |
| 210 | 0.179 | 0.178 | 0.176 | 0.175 | 0.173 | 0.172 | 0.170 | 0.169 | 0.167 | 0.166 |
| 220 | 0.164 | 0.163 | 0.162 | 0.160 | 0.159 | 0.157 | 0.156 | 0.155 | 0.154 | 0.152 |
| 230 | 0.151 | 0.150 | 0.149 | 0.147 | 0.146 | 0.145 | 0.144 | 0.143 | 0.141 | 0.140 |
| 240 | 0.139 | 0.138 | 0.137 | 0.136 | 0.135 | 0.134 | 0.133 | 0.132 | 0.131 | 0.130 |
| 250 | 0.129 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

表D-7 初弯曲值为L/600的钢管轴压稳定系数****

（对接扣件接长立杆）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 0 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 0.999 | 0.999 | 0.998 | 0.998 | 0.997 | 0.996 |
| 10 | 0.996 | 0.995 | 0.994 | 0.993 | 0.992 | 0.991 | 0.990 | 0.989 | 0.987 | 0.986 |
| 20 | 0.984 | 0.983 | 0.981 | 0.979 | 0.977 | 0.975 | 0.973 | 0.971 | 0.969 | 0.967 |
| 30 | 0.960 | 0.957 | 0.954 | 0.951 | 0.948 | 0.945 | 0.942 | 0.939 | 0.936 | 0.933 |
| 40 | 0.930 | 0.926 | 0.923 | 0.920 | 0.916 | 0.913 | 0.909 | 0.905 | 0.902 | 0.898 |
| 50 | 0.894 | 0.890 | 0.886 | 0.882 | 0.878 | 0.874 | 0.870 | 0.865 | 0.861 | 0.856 |
| 60 | 0.851 | 0.847 | 0.842 | 0.837 | 0.832 | 0.827 | 0.821 | 0.816 | 0.810 | 0.805 |
| 70 | 0.799 | 0.793 | 0.787 | 0.781 | 0.775 | 0.769 | 0.763 | 0.756 | 0.750 | 0.743 |
| 80 | 0.737 | 0.730 | 0.723 | 0.716 | 0.709 | 0.703 | 0.695 | 0.688 | 0.681 | 0.674 |
| 90 | 0.667 | 0.660 | 0.653 | 0.645 | 0.638 | 0.631 | 0.624 | 0.617 | 0.609 | 0.602 |
| 100 | 0.595 | 0.588 | 0.581 | 0.574 | 0.567 | 0.560 | 0.553 | 0.546 | 0.540 | 0.533 |
| 110 | 0.526 | 0.520 | 0.513 | 0.507 | 0.501 | 0.494 | 0.488 | 0.482 | 0.476 | 0.470 |
| 120 | 0.464 | 0.458 | 0.453 | 0.447 | 0.442 | 0.436 | 0.431 | 0.425 | 0.420 | 0.415 |
| 130 | 0.410 | 0.405 | 0.400 | 0.395 | 0.390 | 0.385 | 0.381 | 0.376 | 0.372 | 0.367 |
| 140 | 0.363 | 0.359 | 0.354 | 0.350 | 0.346 | 0.342 | 0.338 | 0.334 | 0.330 | 0.326 |
| 150 | 0.323 | 0.319 | 0.315 | 0.312 | 0.308 | 0.305 | 0.301 | 0.298 | 0.295 | 0.292 |
| 160 | 0.288 | 0.285 | 0.282 | 0.279 | 0.276 | 0.273 | 0.270 | 0.267 | 0.264 | 0.262 |
| 170 | 0.259 | 0.256 | 0.253 | 0.251 | 0.248 | 0.246 | 0.243 | 0.241 | 0.238 | 0.236 |
| 180 | 0.234 | 0.231 | 0.229 | 0.227 | 0.224 | 0.222 | 0.220 | 0.218 | 0.216 | 0.214 |
| 190 | 0.212 | 0.210 | 0.208 | 0.206 | 0.204 | 0.202 | 0.200 | 0.198 | 0.196 | 0.194 |
| 200 | 0.192 | 0.191 | 0.189 | 0.187 | 0.186 | 0.184 | 0.182 | 0.181 | 0.179 | 0.177 |
| 210 | 0.176 | 0.174 | 0.173 | 0.171 | 0.170 | 0.168 | 0.167 | 0.165 | 0.164 | 0.163 |
| 220 | 0.161 | 0.160 | 0.158 | 0.157 | 0.156 | 0.155 | 0.153 | 0.152 | 0.151 | 0.149 |
| 230 | 0.148 | 0.147 | 0.146 | 0.145 | 0.144 | 0.142 | 0.141 | 0.140 | 0.139 | 0.138 |
| 240 | 0.137 | 0.136 | 0.135 | 0.134 | 0.133 | 0.132 | 0.131 | 0.130 | 0.129 | 0.128 |
| 250 | 0.127 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

表D-8 初弯曲值为L/450的钢管轴压稳定系数****

（对接扣件接长立杆）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 0 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 0.999 | 0.999 | 0.998 | 0.998 | 0.997 | 0.996 | 0.995 |
| 10 | 0.994 | 0.993 | 0.992 | 0.990 | 0.989 | 0.987 | 0.985 | 0.983 | 0.981 | 0.979 |
| 20 | 0.977 | 0.975 | 0.972 | 0.970 | 0.967 | 0.964 | 0.961 | 0.958 | 0.955 | 0.952 |
| 30 | 0.948 | 0.945 | 0.941 | 0.938 | 0.934 | 0.930 | 0.926 | 0.923 | 0.919 | 0.915 |
| 40 | 0.911 | 0.907 | 0.903 | 0.899 | 0.894 | 0.890 | 0.886 | 0.882 | 0.877 | 0.873 |
| 50 | 0.868 | 0.863 | 0.859 | 0.854 | 0.849 | 0.844 | 0.839 | 0.834 | 0.829 | 0.824 |
| 60 | 0.819 | 0.813 | 0.808 | 0.802 | 0.797 | 0.791 | 0.785 | 0.779 | 0.773 | 0.767 |
| 70 | 0.761 | 0.755 | 0.749 | 0.742 | 0.736 | 0.730 | 0.723 | 0.717 | 0.710 | 0.703 |
| 80 | 0.697 | 0.690 | 0.683 | 0.676 | 0.670 | 0.663 | 0.656 | 0.649 | 0.642 | 0.635 |
| 90 | 0.629 | 0.622 | 0.615 | 0.608 | 0.601 | 0.594 | 0.588 | 0.581 | 0.574 | 0.567 |
| 100 | 0.561 | 0.554 | 0.548 | 0.541 | 0.535 | 0.528 | 0.522 | 0.516 | 0.509 | 0.503 |
| 110 | 0.497 | 0.491 | 0.485 | 0.479 | 0.474 | 0.468 | 0.462 | 0.456 | 0.451 | 0.445 |
| 120 | 0.440 | 0.435 | 0.429 | 0.424 | 0.419 | 0.414 | 0.409 | 0.404 | 0.399 | 0.395 |
| 130 | 0.390 | 0.385 | 0.381 | 0.376 | 0.372 | 0.367 | 0.363 | 0.359 | 0.355 | 0.351 |
| 140 | 0.347 | 0.343 | 0.339 | 0.335 | 0.331 | 0.327 | 0.323 | 0.320 | 0.316 | 0.313 |
| 150 | 0.309 | 0.306 | 0.302 | 0.299 | 0.296 | 0.293 | 0.289 | 0.286 | 0.283 | 0.280 |
| 160 | 0.277 | 0.274 | 0.271 | 0.268 | 0.266 | 0.263 | 0.260 | 0.257 | 0.255 | 0.252 |
| 170 | 0.249 | 0.247 | 0.244 | 0.242 | 0.239 | 0.237 | 0.235 | 0.232 | 0.230 | 0.228 |
| 180 | 0.225 | 0.223 | 0.221 | 0.219 | 0.217 | 0.215 | 0.213 | 0.211 | 0.209 | 0.207 |
| 190 | 0.205 | 0.203 | 0.201 | 0.199 | 0.197 | 0.195 | 0.194 | 0.192 | 0.190 | 0.188 |
| 200 | 0.187 | 0.185 | 0.183 | 0.182 | 0.180 | 0.178 | 0.177 | 0.175 | 0.174 | 0.172 |
| 210 | 0.171 | 0.169 | 0.168 | 0.166 | 0.165 | 0.163 | 0.162 | 0.161 | 0.159 | 0.158 |
| 220 | 0.157 | 0.155 | 0.154 | 0.153 | 0.152 | 0.150 | 0.149 | 0.148 | 0.147 | 0.146 |
| 230 | 0.144 | 0.143 | 0.142 | 0.141 | 0.140 | 0.139 | 0.138 | 0.137 | 0.135 | 0.134 |
| 240 | 0.133 | 0.132 | 0.131 | 0.130 | 0.129 | 0.128 | 0.127 | 0.126 | 0.125 | 0.124 |
| 250 | 0.124 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

# 附录E 支撑架节点力学性能试验方法

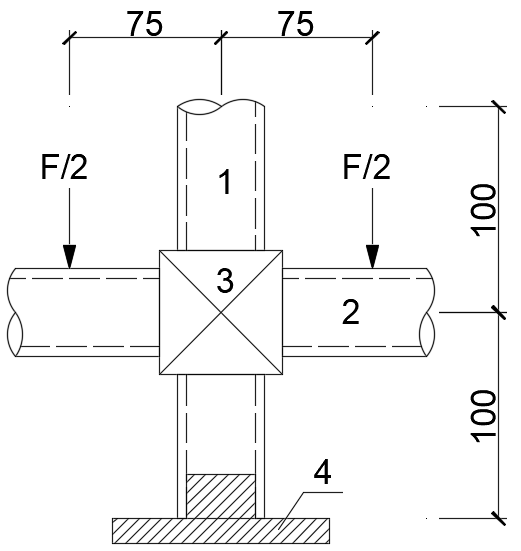
**E.1.1** 支撑架立杆与水平连接节点力学性能试验，应符合下列规定：

**1** 抗剪或抗滑承载力试验应取立杆与水平杆连接节点进行极限承载力试验（图E.1.1-1）。应按下列方法进行试验：

1）可选万能材料试验机为检测设备；

2）应采用定型试验工装将试验加持固定在试验机上；

3）应等速施加荷载。荷载由0kN增加，当荷载增至节点竖 向抗剪或抗滑承载力设计值时，观察节点连接件应无塑性变形、无滑移、未破坏；继续增加荷载，直至连接件破坏，记录极限荷载值。



图E.1.1-1 抗剪或抗滑承载力试验示意图

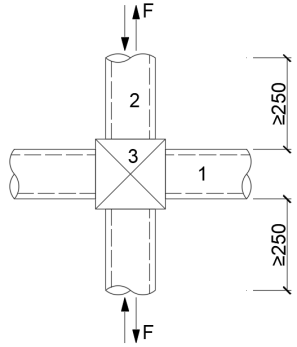
1—立杆；2—横杆；3—节点；4—底座工装

**2** 水平杆抗拉、压力试验应取立杆与水平杆连接节点分别进行水平杆轴向抗拉和抗压承载力试验（图E.1.1-2）。应按下列方法进行试验：

1. 可选万能材料试验机为检测设备；

2）将试件水平杆两端夹持在试验机的钳口上。抗拉实验时，钢管夹持段可压扁或插入直径与钢管内径相当的圆钢棒；

3）应等速施加荷载。荷载由0kN增加，当水平杆的拉、压力增至节点水平杆抗拉、压承载力设计值时，观察节点连接件应无塑性变形、无滑移、未破坏；继续增加荷载，直至连接件破坏，记录极限拉、压力荷载值。



图E.1.1-2 竖向抗拉、抗压承载力试验示意图

1—立杆；2—横杆；3—节点

**3** 转动刚度试验应取立杆与水平杆连接节点进行转动刚度抗弯试验（图E.1.1-3）。应按下列方法进行试验：

1）水平杆长度应大于1000mm，加载点距离节点中心 1000mm，可用砝码进行逐级加载或其他方式加载；

2）立杆上下段固定，使立杆竖直，水平杆应水平；

3）水平杆上布置两个测点，取平均值，减小试验测量误差；

4）绘制节点弯矩-转角曲线图，节点转动刚度可取初始抗弯刚度或割线刚度（E.1.1-3）

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| （a）转动刚度试验示意 | （b）节点弯矩-转角曲线 |
| 图E.1.1-3 节点转动刚度试验  1—立杆；2—水平杆；3—节点 | |

【E.1.1】节点转动刚度试验中，在荷载F作用下，水平杆产生的竖向位移，其中为节点发生转角产生的位移，为横杆弯曲产生的位移，如图1所示。

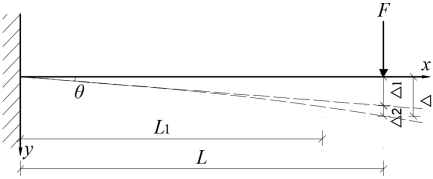


图1 转动刚度试验水平杆位移示意图

水平杆任意截面内力矩方程为，即：

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

又时，，带入式（1）中得，于是：

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

则任意位置处，水平杆产生的弯曲位移：

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

试验中位移测点固定在水平杆上，可近似取节点转动产生的位移：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | （4） |

则任意位置处水平杆产生的竖向总位移为：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | （5） |

由试验中测得的位移，可以得到节点的转角，为减小测量误差，试验中可设置测点1、测点2，分别运用式（5）计算相应的转角，然后取平均值作为试验结果，节点弯矩。

得到节点弯矩-转角曲线后，可利用相应函数模型进行拟合，得到节点初始刚度，极限弯矩等参数。比如利用Kishi和Chen提出的三参数幂函数模型进行拟合：

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

其中：为节点初始刚度，为极限弯矩，*n*为形状参数。

# 本规程用词说明

**1** 为便于在执行本规程条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1）表示很严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

2）表示严格，在正常情况下均应这样做的：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“应不”；

3）表示允许稍有选择，在条件许可时首先这样做的：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

4）表示有选择，在一定条件下可以这样做的，可采用

“可”。

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

# 引用标准名录

1 《低压流体输送焊接钢管》GB/T 3091

2 《碳素结构钢》GB/T 700

3 《结构用无缝钢管》GB/T 8162

4 《直缝电焊钢管》GB/T 13793

5 《一般工程用铸造碳钢件》GB/T 11352

6 《钢管支撑架扣件》GB 15831

7 《气体保护电弧焊用碳钢、低合金钢焊丝》GB/T 8110

8 《碳素结构钢和低合金结构钢热轧厚钢板和钢带》GB/T 3274

9 《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205

10 《建筑结构荷载规范》GB 50009

11 《建筑结构可靠性设计统一标准》GB 50068

12 《钢结构设计标准》GB 50017

13 《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB 50018

14 《建筑地基基础设计规范》GB 50007

15 《混凝土结构设计规范》GB 50010

16 《建筑地基基础工程施工质量验收规范》GB 50202

17 《建筑施工支撑架安全技术统一标准》GB 51210

18 《建筑施工扣件式钢管支撑架安全技术规范》JGJ 130

19 《建筑施工临时支撑结构技术规范》JGJ 300

20 《建筑施工碗扣式钢管支撑架安全技术规范》JGJ 166

21 《建筑施工承插型盘扣式钢管支撑架安全技术规范》JGJ 231

22 《建筑施工模板安全技术规范》JGJ 162

23 《建筑施工插盘式钢管支架安全技术规范》DBJ 52/T089