 **T/CECS XXX:2021**

中国工程建设标准化协会标准

不锈彩钢电缆桥架工程技术规程

Technical code for prepainted stainless steel

cable supporting system engineering

（征求意见稿）

中国工程建设标准化协会标准

不锈彩钢电缆桥架工程技术规程

Technical code for prepainted stainless steel

cable supporting system engineering

**CECS :xxx**

 主编单位：中国工程建设标准化协会电气专业委员会

 上海樟祥电器成套有限公司

批准单位： 中国工程建设标准化协会

 施行日期： 年 月 日

**前 言**

本规程根据中国工程建设标准化协会建标协字[2018]第030号文《关于印发‹2018年第二批协会标准制订、修订计划›的通知》的要求，由中国工程建设标准化协会电气专业委员会、上海樟祥电器成套有限公司会同有关单位共同编制而成。

我国社会经济建设发展需要更多具有附带功能的产品。采用彩色涂层不锈钢制造的（以下简称不锈彩钢）电缆桥架，一方面由于采用机器人模具生产，深入挖掘了变截面梁的截面惯性矩潜力，所用材料更省；另一方面采用不锈钢板外加彩色涂层，既更大程度提升了电缆桥架的耐腐蚀性，还保持了提供标明其承载电缆类别所需颜色的可能性。同时，有关单位针对性地开展了有关变截面结构梁刚度和强度的关系，同时完成并已经取得的新的研究成果，面市新产品——不锈彩钢电缆桥架的技术特点和类似产品在市场中应用的质量控制需要，广泛征求全国有关生产、设计和安装等单位的意见，最后经审查定稿。

本规程共分5章和 4 个附录。其主要技术内容：总则、术语、电缆桥架、电缆桥架工程设计、电缆桥架安装及验收等。

本规程由中国工程建设标准化协会电气专业委员会CECS／TC 7(北京市海淀区清河小营东路15号中国电力科学研究院有限公司，邮编：100192)归口管理并负责解释。在执行过程中，如发现需要修改或补充之处，请将意见和建议寄送解释单位。

主编单位：

参编单位：

主要起草人：

主要审查人：

 **目 次**

1 总则

2 术语

3 电缆桥架

3.1 电缆桥架的组成

3.2 电缆桥架主体的结构类型和品种

3.3 附件及支吊架

3.4 型号和规格

3.5 材质及载荷特性

3.6 不锈彩钢板涂层试验要求和适用环境

3.7 其他技术要求

3.8 检验

4 电缆桥架工程设计

5 电缆桥架安装及验收及文件

5.1 电缆桥架安装

 5.2 电缆桥架工程验收

附录A 电缆支撑系统的结构分析及计算

附录B 电缆桥架载荷试验

附录C 电气连续性试验

附录D 不锈彩钢板的物理性能和力学性能

本规程用词说明

引用标准名录

附：条文说明

Contents

1 General provisions

2 Terms

3 Cable supporting system

3.1 System components

3.2 Structure type and classification of cable support system

3.3 Accessory and support device

3.4 Type specification

3.5 Material and load characteristic

3.6 Test requirements and applicable environment for coating of stainless steel plate

3.7 Other technical requirements

3.8 Inspection

4 Engineering design for cable supporting system

5 Installation and acceptance of cable supporting system engineering

5.1 Installation of cable supporting system

5.2 Acceptance of cable supporting system engineering

Appendix A Structure analysis and calculation for cable supporting system

Appendix B Loading capacity test for cable supporting system

Appendix C Electrical continuity test

Appendix D Physical properties and mechanical properties of stainless steel sheets

Explanation of wording in this code

List of quoted standards

Addition: Explanation of provisions

**1 总 则**

**1.0.1** 为保证不锈彩钢电缆桥架的制造、工程设计选用、安装及验收技术先进，经济合理，安全适用，确保质量，编制本规程。

**1.0.1** 【条文说明】与T/CECS 31《钢制电缆桥架工程技术规程》相比较，本标准重点提出了采用有彩色涂层不锈钢板制造的电缆桥架的工程技术要求。采用碳素钢（采用热浸镀锌防腐）、铝合金、高分子材料、彩钢（涂有具有防腐功能的彩色涂料）等制造的电缆桥架已经有大量应用。本标准则规范了采用彩色涂层不锈钢制的（以下简称不锈彩钢）电缆桥架的工程应用要求。不锈彩钢电缆桥架采用抗腐蚀性更高的不锈钢板，并涂有彩色涂层，便于安装中对不同电缆进行色标管理，美观且易于后续电缆管理。

**1.0.2** 本规程适用于工业与民用建筑中不锈彩钢电缆桥架的制造、工程设计选用、安装及验收，不适用于耐火不锈彩钢电缆桥架制造。

**1.0.2** 【条文说明】把制造、工程设计选用和施工共同遵守的规则，纳入同一规程，这是一般电缆桥架工程应用实践的需要。本规程适用于不锈彩钢电缆桥架，由于彩色涂料的性能难以满足耐火要求，故本规程不适用于将不锈钢彩钢电缆桥架用于需要耐火的情况。

**1.0.3** 不锈彩钢电缆桥架工程设计应与建筑、结构、工艺以及其他有关专业设计密切配合，确定合理的电缆桥架敷设路径，同时还应满足安装、维护以及电缆敷设的需求。

**1.0.3** 【条文说明】电缆桥架工程是一个系统工程，涉及面广、合理的布局可达到节省空间，缩短距离，减少浪费，安全运行的目的。电缆桥架作为电缆的支承系统，一旦完成后再作更换的难度和费用较大，此外，电缆桥架的质量及寿命与维护的关系也很密切，这些在桥架的工程设计中都应综合考虑。

**1.0.4** 不锈彩钢电缆桥架产品应具有通过国家认可的质量检测机构出具的型式试验检测合格报告。提供工程的不锈彩钢电缆桥架产品应该具有该产品生产厂家的出厂检验合格报告及国家认可的质量检测机构出具的抽检合格报告。

**1.0.5** 不锈彩钢电缆桥架的制造、工程设计、安装及验收，除应执行本规程外，尚应符合现行有关国家标准的规定。

**2 术 语**

**2.0.1** 电缆桥架 cable supporting system

由主体（托盘或梯架）和附件、支（吊）架等部件构成，用于支承电缆线路的具有一定刚度的结构系统。

注：本规程中除非特别说明，所称电缆桥架、托盘、梯架、附件（跨接电缆除外）等均由涂有彩色涂层的不锈钢板制成。

2.0.1 【条文说明】本条明确了电缆支承系统的定义及组成。

**2.0.2** 电缆梯架 cable ladder

由薄板成型的类工字钢侧板与若干根横档构成并具有一定刚度的梯形部件，用于承托电缆荷重，简称为梯架。

**2.0.3** 电缆托盘 cable tray

在梯架底部的横档上平敷有孔或无孔底板构成的具有一定刚度的槽形部件，用于承托电缆荷重，简称为托盘。

2.0.2、2.0.3 【条文说明】电缆托盘、电缆梯架通过新型工艺手段来增强整体承载的强度，统一结构并简化工艺，达到降低板材消耗的目的。

**2.0.4** 弯通 bend-fitting

一段改变托盘、梯架方向的连接段。

**2.0.5** 弯通的弯曲半径 bend-fitting radius

 弯通的两条内侧直角边的内切圆半径（简称弯曲半径）。

**2.0.6** 附件 accessory

用于直线段之间、直线段与弯通之间的连接，以构成连续刚性结构系统所必需的固定连接或补充直线段、弯通功能的部件。

**2.0.7** 支吊架 support device

直接支承或吊挂桥架的托臂、立柱或吊架等部件。

**2.0.8** 均布载荷uniformly distributed load（UDL）

均匀施加到托盘或梯架的载荷。

**2.0.9** 安全工作载荷safe working load（SWL）

在正常使用中可安全施加的最大载荷。

**2.0.10** 跨距 span

两个相邻支吊架的中心距。

**2.0.11** 彩色涂层不锈钢 prepainted stainless steel sheet

彩色涂层不锈钢（简称不锈彩钢）是采用预涂装技术，将不锈钢基板经过连续表面化学处理后，再涂覆高耐腐有机涂层，经烘烤固化而制成的产品。

2.0.11【条文说明】彩色涂层不锈钢板系用严格的涂层复合工艺，使表面耐腐有机涂层的附着力增强，使之耐腐蚀性能更进一步提高。

**3 电缆桥架**

**3.1** 电缆桥架的组成

**3.1.1** 电缆桥架由主体、附件和支吊架组成。

3.1.1 【条文说明】明确电缆桥架应由主体、附件和支吊架组成，让人清晰了解“桥架”不是单个部件，而是由多类部件构成的承托电缆线路的结构系统。

**3.1.2** 电缆桥架主体包括托盘、梯架的直线段及弯通。

3.1.2 【条文说明】电缆桥架主体是直接承托电缆载荷的桥架系统部件。

 **3.2** 电缆桥架主体的类型和品种

**3.2.1** 常用电缆桥架主体包括下列类型：

 **1** 无孔托盘；

 **2** 有孔托盘；

 3 梯架。

3.2.1 【条文说明】本条仅列出常用的电缆桥架主体结构类型。对于特殊的结构形式，本规程不予限制。

**3.2.2** 托盘、梯架的产品包括下列品种：

 **1** 等宽度直线段或变宽度直线段；

 **2** 水平或垂直弯通，按30°、45°、60°、90°改变方向；

 **3** 水平或垂直三通、四通，分等宽度、变宽度两种。

3.2.2 【条文说明】本条仅列出常用的电缆桥架结构品种。对于特殊的结构品种，本规程不限制。

 **3.3** 附件及支吊架

**3.3.1** 电缆桥架附件应包括下列品种：

**1** 各种连接板；

 **2** 盖板；

 **3** 隔板；

 **4** 压板；

 **5** 终端板；

 **6** 引下件；

 7 紧固件；

 8 跨接线。

**3.3.2** 支吊架应包括下列品种：

 **1** 托臂: 分卡接式、螺栓固定式；

 **2** 立柱: 分工字钢、槽钢、角钢、异型钢立柱；

 **3** 吊架: 分圆钢单、双杆式，角钢单、双杆式，工字钢单、双杆式；槽钢单、双杆式，异型钢单、双杆式；

 **4** 其他固定支架：如垂直，斜面等固定用支架。

3.3.1、3.3.2 【条文说明】这两条仅列出常用的附件和支吊架。对于特殊的桥架附件和支吊架，本规程不限制。

 **3.4** 型号和规格

**3.4.1** 电缆桥架型号包括下列内容：

 **1** 名称：可用大写汉语拼音第一个字母表示；

 **2** 结构形式：无孔托盘（P1）、有孔托盘（P2）、梯架（T）；

 **3** 规格：托盘、梯架的直线段和弯通依次标明宽度、高度；附件和支吊架标明一个或几个主要技术特性的尺寸；

 **4** 材质：不锈钢（S）。

3.4.1 【条文说明】列出产品型号编制的主要内容。但在型号上不作统一规定，可由厂家自定或在订货技术要求中反映，以照顾到目前各生产厂产品样本的实际情况，不因执行规程而进行大的改动。

**3.4.2** 托盘、梯架常用规格尺寸系列宜符合表3.4.2。

**表3.4.2 托盘、梯架常用规格系列（mm）**

|  |  |
| --- | --- |
| 宽度（*B*） | 高度（*h*） |
| 50 | 60 | 80  | 100 | 150 | 200 |
| 100 | ☆ | ☆ | ☆ |  |  |  |
| 200 |  | ☆ | ☆ | ☆ |  |  |
| 300 |  |  | ☆ | ☆ | ☆ |  |
| 400 |  |  |  | ☆ | ☆ | ☆ |
| 500 |  |  |  |  | ☆ | ☆ |
| 600 |  |  |  |  |  | ☆ |
| 800 |  |  |  |  |  | ☆ |
| 1000 |  |  |  |  |  | ☆ |

注：符号“☆”表示工程常规的推荐尺寸。

**3.4.3**  托盘、梯架的直线段单件标准长度宜为2000mm，工业用途推荐的直线段标准单件长度为3000 mm、4000 mm、6000mm。

3.4.3 【条文说明】国内大多数制造商的托盘、梯架直线段单件标准长度最常用的是2000mm。考虑到有些制造商采用滚轧机一次成型工艺，在满足本规程规定的强度和刚度时，也可按3000、4000、6000mm长度制造，以减少连接，有助于大跨距工程的应用。

**3.4.4** 弯通的内角不应为直角，工程常用的弯通宽度与其弯曲半径配合尺寸见表3.4.4。

**表3.4.4 托盘、梯架常用的弯通宽度与其弯曲半径配合尺寸（mm）**

|  |  |
| --- | --- |
| 宽度（*B*） | 弯曲半径（*r*） |
| 100 | 150 | 200 | 300 | 400 | 600 | 800 | 900 |
| 100 | ☆ |  |  |  |  |  |  |  |
| 200 |  | ☆ | ☆ |  |  |  |  |  |
| 300 |  |  | ☆ | ☆ |  |  |  |  |
| 400 |  |  |  | ☆ | ☆ |  |  |  |
| 500 |  |  |  |  | ☆ | ☆ |  |  |
| 600 |  |  |  |  |  | ☆ | ☆ |  |
| 800 |  |  |  |  |  | ☆ | ☆ |  |
| 1000 |  |  |  |  |  |  | ☆ | ☆ |

注：“☆”表示工程常规的推荐尺寸。

**3.4.5** 有孔托盘底部通风孔面积应在托盘底部总面积的30%~40%范围内。

3.4.5 【条文说明】有孔托盘通风孔的作用是透气散热，电缆须单层敷设，且每根电缆之间应留有足够的空隙。室内无盖，室外加遮阳罩。本规程中对有孔托盘底部通风孔面积，规定了底部总面积在30%~40%之间，是考虑到有足够的散热条件，同时板材厚度应与强度相匹配。否则，将影响托盘强度。在设计选型时也应注明敷设要求。

**3.4.6** 梯架直线段横档或托盘直线段底部横档应均匀布置，横档的中心间距不应大于300mm，弯通的横档或加强筋的中心间距取其1/2长度处。

3.4.6 【条文说明】梯架底部横档中心间距与横档宽度的规定，是从全塑电缆的受力与敷设整齐的需要考虑的。

**3.4.7** 梯架横档截面的宽度不应小于25mm，横档高度不应小于20mm。

**3.4.8** 支吊架或立柱上固定托臂的开孔位置或焊接位置，应满足托盘、梯架多层设置时层间中心距为200、250、300、350mm的要求。

3.4.8 【条文说明】支吊架和立柱固定托臂处的开孔位置要求，系考虑与电缆工程设计规程、规程的层间距离规定值相协调，为此，可沿立柱纵向按孔中心距50mm开长孔。

**3.4.9** 各种附件和支吊架在满足相应载荷的条件下，其规格尺寸应配合托盘、梯架确定。

3.4.9 【条文说明】各种附件和支吊架的规格尺寸在规程中没有列出，目的是给制造厂以更灵活的产品设计范围，本条仅提出原则要求。

 **3.5** 材质及载荷特性

**3.5.1** 不锈彩钢托盘、梯架的材质宜采用冷轧不锈钢板。不锈彩钢板基材的化学成分、物理、力学性能及表面质量应分别符合GB/T 20878、GB/T 34200的规定。常用不锈彩钢版的物理性能和力学性能表参见附录C。

**3.5.2** 电缆桥架采用不锈钢材质时，宜采用材料牌号为 06Cr19Ni10、022Cr17Ni12Mo2和10Cr17的不锈钢。

**3.5.3** 不锈钢涂层钢板托盘、梯架材质应符合《不锈钢冷轧钢板及钢带》GB/T 3280的规定。

3.5.1~3.5.3 【条文说明】规定了各种不锈彩钢电缆桥架的材质要求。因抗腐蚀能力不同，在不同腐蚀环境下，不锈钢彩色涂层钢板的基材的选用有如下参考意见：

奥氏体型钢优选：06Cr19Ni10（SUS304）、022Cr19Ni10 (sus304L)适用于污染严重的工业区和沿海地区。06Cr17Ni12Mo2 (SUS316)、022Cr17Ni12Mo2 (SUS316L)适用于侵蚀性严重的海洋和化学工业环境。

铁素体型钢优选：10Cr17 (SUS430)在适用于干燥的室内环境。

019Cr21CuTi (sus443)、019Cr23MoTi (sus445J1)、019Cr23Mo2Ti (sus445J2) 在大气、淡水及硝酸性介质中，以上400系优于300系奥氏体，可替代304使用。

**3.5.4** 当满足安全工作载荷（SWL）时，各类型不锈钢托盘、梯架板材的最小允许厚度应不小于表3.5.4所列数值。

表3.5.4 托盘、梯架板材最小允许厚度（mm）

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 梯架宽B | 跨距 | 侧边单双 | 夹层厚度 | 侧板 | 横档 | 底板 | 盖板 |
| B≤300 | 2000 | 单 |  | ≥0.6 | ≥0.6 | ≥0.6 | ≥0.6 |
| 3000 | 双 |  | ≥0.6 | ≥0.6 | ≥0.6 | ≥0.6 |
| 4000 | 双 | 1.5 | ≥0.8 | ≥0.6 | ≥0.6 | ≥0.6 |
| 6000 | 双 | 1.5 | ≥0.8 | ≥0.6 | ≥0.6 | ≥0.6 |
| 300<B≤500 | 2000 | 单 |  | ≥0.6 | ≥0.6 | ≥0.6 | ≥0.6 |
| 3000 | 双 |  | ≥0.8 | ≥0.8 | ≥0.6 | ≥0.6 |
| 4000 | 双 | 1.5 | ≥0.8 | ≥0.8 | ≥0.6 | ≥0.6 |
| 6000 | 双 | 2.0  | ≥0.8 | ≥0.8 | ≥0.6 | ≥0.6 |
| 500<B≤800 | 2000 | 单 |  | ≥0.8 | ≥0.8 | ≥0.6 | ≥0.6 |
| 3000 | 双 |  | ≥0.8 | ≥0.8 | ≥0.6 | ≥0.6 |
| 4000 | 双 | 1.5 | ≥0.8 | ≥0.8 | ≥0.6 | ≥0.6 |
| 6000 | 双 | 2.0  | ≥0.8 | ≥0.8 | ≥0.6 | ≥0.6 |
| 800<B≤1000 | 2000 | 单 |  | ≥0.8 | ≥0.8 | ≥0.6 | ≥0.6 |
| 3000 | 双 |  | ≥0.8 | ≥0.8 | ≥0.6 | ≥0.6 |
| 4000 | 双 | 1.5 | ≥0.8 | ≥0.8 | ≥0.6 | ≥0.6 |
| 6000 | 双 | 2.0  | ≥0.8 | ≥0.8 | ≥0.6 | ≥0.6 |

3.5.4【条文说明】其他条件相同的情况下，不同截面的梁有着不同的刚度。本规程鼓励厂家以梁的强度和刚度满足要求为前提，挖掘潜力创新探讨梁的截面，以实现更优的重量刚度比，从而更加节能降耗。

3.5.5当托盘、梯架的直线段单件标准长度为2000mm时，托盘、梯架的安全工作载荷（SWL）分级应符合表3.5.5-1的规定；当托盘、梯架的直线段单件标准长度为3000mm、4000mm或6000mm时，托盘、梯架的安全工作载荷（SWL）分级应符合表3.5.5-2的规定。

表**3.5.5-1** 托盘、梯架安全工作载荷（SWL）（跨距2米）

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 安全工作载荷等级 | A | B | C | D |
| 安全工作载荷（N/m） | 500 | 1500 | 2000 | 2500 |

表**3.5.5-2** 托盘、梯架安全工作载荷（SWL）（跨距3米及以上）

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 安全工作载荷等级 | A | B | C | D |
| 安全工作载荷（N/m） | 650 | 1800 | 2600 | 3250 |

**3.5.6** 托盘、梯架、支吊架的结构及连接节点，应满足强度、刚度和稳定性的要求，其计算原则可参照附录A。

**3.5.7** 托盘、梯架的载荷能力应按本规程附录B载荷试验的规定予以验证；托盘、梯架施加1.5倍的安全工作载荷卸载后，不应出现永久变形。

**3.5.8** 托盘、梯架在承受安全工作载荷时的相对挠度不应大于其跨距的1/200。

3.5.8 【条文说明】为了不影响构件的正常使用和观感，产品设计时应对构件的相对挠度规定相应的限制。在《钢结构设计规程》GB 50017中，对次梁的刚度要求为：f≤1/250；对平台的刚度要求为f≤1/150。所以本规程的刚度要求定为f≤1/200。这个指标是衡量桥架梁刚度是否合格的一个重要指标。

**3.5.9** 连接板、连接螺栓等附件的材质和强度应与托盘、梯架、托臂等材质匹配。托盘、梯架的电气连续性应按T/CECS 31-2017附录C的方法测定。

3.5.9 【条文说明】连接附件的材质应该采用不锈彩钢，强度也应通过计算并在支吊架载荷试验中验证。若达不到与本体结构等强度的要求，则需修改连接件（包括连接螺栓）的结构设计。

**3.5.10** 生产厂应提供各种型式规格的托盘、梯架的跨距与安全工作载荷的关系曲线或数据表。

3.5.10 【条文说明】厂家应该提供质量可靠的电缆桥架产品。桥架的跨距与安全工作载荷的关系曲线，最能反映电缆桥架的选型的本质依据。一般需要做大量试验才能获得此关系曲线或数据表。

**3.6 不锈彩钢涂层试验要求和适用环境**

**3.6.1** 应根据加工和使用条件选择不锈彩钢有机涂层的种类，不锈彩钢板有机涂层要求见表3.6.1。涂层应质地均匀，板绕直径1t(t为板厚)的芯轴弯折180°，涂层不得起皮剥落。

表3.6.1 不锈彩钢板有机涂层

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 涂层种类 | 代号 | 每面涂层层数 | 最小厚度μm/每面 |
| 聚酯 | PE | 2 | 25 |
| 聚偏氟乙烯 | PVDF | 2,3,4 | 25 |

**3.6.2** 托盘、梯架用彩色涂层不锈钢板防腐涂层的技术指标，均应符合表3.6.2的规定。

表**3.6.2** 托盘、梯架彩色涂层钢板技术指标

|  |  |
| --- | --- |
| 项目 | 涂层性能及技术指标 |
| 表面涂层厚度 | 托盘外/内侧平均厚度 | ≥20μm/12μm |
| 梯架外/内侧平均厚度 | ≥20μm/20μm |
| 附着力 | 不低于《漆膜附着力测定法》GB/T1720中一级的规定 |

**3.6.3**托盘、梯架涂层性能试验应符合下列规定:

1 涂层厚度应按现行国家标准《漆膜厚度测定法》GB/T 1764的有关规定或使用测厚仪器测定；

2 附着力应按现行国家标准《色漆和清漆 漆膜的划格试验》GB/T 9286的有关规定测定。

3 涂层柔韧性应按现行国家标准《漆膜柔韧性测定法》GB/T 1731的有关规定测定。

4 涂层的冲击强度应按现行国家标准《漆膜耐冲击测定法》GB/T 1732的有关规定测定。

**3.6.4**各牌号不锈彩钢板的适用环境推荐见表3.6.3。

表3.6.4 各牌号不锈彩钢板的适用环境

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 环境状况 | 乡村地区，城市生活区 | 沿海地区，重污染工业区 |
| 建筑部位 | 屋面、外墙雨水可清洗 | 檐口底面及其附近墙面 | 屋面、外墙雨水可清洗 | 檐口底面及其附近墙面 |
| 细节情况 | 污物不存积处 | 污物易存积处 | 污物不存积处 | 污物易存积处 | 污物不存积处 | 污物易存积处 | 污物不存积处 | 污物易存积处 |
| 304、443 | √ | Δ | × | × | × | × | × | × |
| 316、444、445J1 | √ | √ | √ | × | Δ | × | × | × |
| 445J2 | √ | √ | √ | Δ | √ | Δ | × | × |
| 2205 | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ |
| 涂层不锈钢 | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ |
| 注：√——表示材料性能与环境抗腐蚀要求匹配；×——表示材料性能低于环境抗腐蚀要求；Δ——表示采用相对光滑的表面处理并经常维护时，材料性能能够满足环境抗腐蚀要求。 |

**3.7** 其他要求

**3.7.1** 桥架如有需要，可以采用钨极氩弧焊焊接，其焊接技术要求应执行DL/T869《火力发电厂焊接技术规程》的规定。焊缝的抗拉强度和屈服强度等力学性能应不低于本体材料的相应的力学性能。焊缝表面应均匀，不应有漏焊、裂纹、夹渣、浇穿、弧坑等缺陷，并应达到国家标准《钢结构工程施工质量验收规程》GB 50205的三级要求。

3.7.1 【条文说明】手工钨极氩弧焊焊接要求，系参照《钢结构工程施工质量验收规程》GB 50205作出的规定。一般而言，不希望施工单位在安装中使用焊接方法进行连接，这是因为不锈钢薄板焊接难度很大。但是，制造企业如果有高水平的合格焊工，则可以进行焊接。电力行业焊接标准DL/T 869对材料控制、工艺控制、过程控制、焊缝外观质量（包括变形控制）和内部质量控制均有详细规定。

**3.7.2** 不锈彩色涂层钢板桥架本体，即托盘和梯架制作时，不宜采用可能造成涂层损伤的生产工艺，加工时板材表面应覆膜保护。铆接应采用无损工艺，铆接点应牢固。

3.7.2 【条文说明】由于不锈彩钢板采用预涂装技术，因此，生产加工过程中应重视对涂层的保护。

**3.7.3** 不锈彩钢托盘、梯架接头处的连接电阻不应超过50mΩ。

3.7.3 【条文说明】为使不锈彩钢电缆桥架系统有良好的电气连续性能，对托盘、梯架的电阻值作了规定。

**3.8** 检 验

**3.8.1** 产品出厂前应根据设计图纸和相关标准要求，检验以下项目内容是否符合规定:

**1** 全检外观质量；

 **2** 抽检零件部件尺寸精度；

 **3** 全检焊缝质量（如果有）；

 **4** 抽检涂层厚度及附着力；

 **5** 抽检桥架的安全工作载荷试验。

3.8.1【条文说明】本节列出了不锈彩钢电缆桥架的检验项目和检验范围。对于自动化、模具化生产而言，确保模子不走样、不变形是保证产品尺寸精度的关键，可用抽检进行监督。桥架如有焊接，则薄板的高难度焊接质量必须全检才能确保质量。载荷试验是产品承载能力的最终体现，可用抽检控制加工总体质量。

**3.8.2** 有下列情况之一时，应进行型式检验:

  **1** 托盘、梯架新产品试制鉴定；

 **2** 材料、结构、工艺有较大改变；

 **3** 产品停产3年后恢复生产；

 **4** 国家质量检测机构或认证组织要求对该产品进行型式检验时。

**3.8.3** 型式检验项目应包括本规程第3.5~3.8节的有关项目。

**3.8.4** 产品抽样方法及检验判定:

 **1** 同一工程，同一批次的原材料，应根据规格、载荷等级划分不同产品样本。检验样品抽取为在待检样本中随机抽取（简称抽样）。厂内抽样应由质量部门代表监督并在抽样见证单上签字。工程现场抽样应由工程监理单位代表监督并在抽样见证单上签字。抽样数量为每个品种的1%，但不少于3件，其中允许载荷试验样品取1件。

 **2** 每个样本抽样检验中，有1件有1个项目检验不合格时，应在同样本产品中再抽检2件，如仍有不合格，则判定该批产品为质量不合格；否则，应判定为合格。

3 现场抽检工作应由国家认可的相应的检验检测机构承担。抽检项目内容见本标准3.8.1的规定。

**4 工程设计**

**4.0.1** 不锈彩钢电缆桥架的设计应根据建（构）筑物室内、外使用环境、敷设的电缆类型等因素综合确定，并应符合下列规定：

1 应根据适用环境合理选择产品型式；

2 桥架的设计安全工作荷载应不大于所选桥桥架的安全工作荷载；

3 应满足工程防腐蚀要求。

4 应符合《钢制电缆桥架工程技术规程》T/CECS 31-2017第4章的规定。

4.0.1 【条文说明】本条规定了不锈彩钢桥架设计的原则，目的是满足施工安装、维护和敷设电缆的要求。有关电缆桥架的工程设计要求，应按照T/CECS 31-2017第4章中规定执行。

**4.0.2** 如果所有导体的绝缘水平均能耐受可能出现的最高标称电压，则允许多个回路敷设在同一电缆桥架中或电缆桥架的同一分隔中。GB/T 18379规定的区段I和区段II电压的回路应敷设在不同的电缆桥架内；不同功能用途的线缆宜敷设在不同的电缆桥架内。

4.0.2 【条文说明】不同电压等级的线缆敷设设在不同的电缆桥架内可防治电磁干扰及相互影响，不同功能用途的线缆敷设在不同的电缆桥架内可便于管理维护。

**4.0.3**  规划桥架敷设路径时，不宜占用建筑内的安全通道。不得已占用安全通道的桥架不应在行人伸臂可及范围内。当桥架在穿过各类墙体及楼板时，应按建筑构件原有防火等级的规定封堵，应能耐受与封堵处建筑构件相同的耐燃水平。

4.0.3 【条文说明】桥架尽量不占用建筑内的安全通道是从防止火灾对疏散通道的影响的角度考虑的；对各类墙体及楼板上的孔洞进行封堵，是建筑防火的基本措施。

**4.0.4** 抗震设防烈度为6度及以上的地区，主干线电缆桥架的支架或吊架应满足抗震要求，并应符合现行国家标准《建筑机电工程抗震设计规程》GB 50981的有关规定。

4.0.4 【条文说明】抗震设防烈度为6度及以上的地区，应按《建筑机电工程抗震设计规程》GB50981的要求，做抗震支吊架设计，满足抗震要求。

**4.0.5** 当明敷电缆数量较多或电缆跨越距离较大时，应选用电缆桥架。大跨距（4m和6m）的桥架在安全工作荷载下桥架的相对挠度不应大于1/200。户外设置的桥架，还应考虑风载、雪载等影响，且不应因水的凝结和侵入而损坏，IP防护等级应与其安装地点相适应，可能有积水或冷凝水的地方应采取排水措施。多尘的场所应采取额外预防措施防止灰尘或其他物质大量积聚，使其聚集量不致妨碍线缆在桥架中的散热。

4.0.5 【条文说明】同一路径电缆数量2根以上或电缆距离较长不易穿管敷设时，应选用电缆桥架布线。在工程安装或检修时确无附加集中荷载，工作均布荷载可按电缆自重计，当可能有附加集中荷载时，工作均布荷载应按电缆自重与附加集中荷载之和计，附加集中荷载可以900N计。

**4.0.6** 不锈彩钢电缆桥架宜用于下列环境及场所：

1 正常工作环境的工业与民用建筑；

2 室内潮湿环境及室外工作环境；

3 腐蚀环境；

4 洁净厂房；

5 综合管廊、电缆隧道、公路隧道、地铁隧道等场所。

4.0.6 【条文说明】不锈彩钢电缆桥架不仅可替代传统钢制电缆桥架，还可用于腐蚀、潮湿、洁净厂房等场所，如民用建筑地下室、化工、港口、桥梁、隧道、管廊等场所。

**4.0.7** 不锈彩钢电缆桥架选型应符合下列规定：

1 需要电气屏蔽时，应采用有盖无孔的无孔托盘；;

2 在易燃粉尘场所，宜选用梯架，每一层桥架应设置实体盖板；

3 腐蚀性液体或油的溅落等需防护场所，宜选用有孔托盘，每一层桥架应设置实体盖板；

4 需防护外部热源影响时，应采用有隔热板的托盘；

5 仅允许BA4、BA5人员进入场所，宜选用梯型桥架；

6 除本条第1款～第5款规定的情况外，宜选用梯架或托盘。

4.0.7 【条文说明】不锈彩钢电缆桥架的选型与其他桥架选型要求一致。1~3款来自GB 50217。

**4.0.8** 电力电缆桥架的宽度宜按电缆双层排列布置选择，并宜预留10～25%的空间。电缆在桥架内敷设时，电缆总截面积与桥架横截面面积之比，电力电缆不应大于40%，控制电缆不应大于50%。

4.0.8 【条文说明】在电缆桥架内可无间距敷设电缆，宽度宜按电缆单层排列布置选择，宜预留10～25%的空间是为了应对后续可能的变化。电力电缆总截面积占电缆桥架内横断截面积不应大于40%，控制电缆不应大于50%。

**4.0.9** 不锈彩钢电缆桥架水平敷设时，至地面的距离不宜小于2.5m，通过室外道路处不应小于4.5m，距离建筑物板底的距离，不应小于300mm，且不应作行人通道或平台使用。

4.0.9 【条文说明】通过室外道路处的不锈彩钢电缆桥架外道路处不应小于4.5m是为了车辆的通行。桥架距离建筑物板底的距离不应小于300mm是考虑线缆的安装和维护。

**4.0.10** 不锈彩钢电缆桥架多层布置时，层间距应符合下列规定：

1 电力电缆桥架的间距不宜小于0.3m；

2 电信电缆桥架与电力电缆桥架的间距不宜小于0.5m；

3 控制电缆桥架的间距不宜小于0.2m；

4 桥架上部距顶棚、楼板或梁等障碍物不宜小于0.3m。

**4.0.11** 不锈彩钢电缆桥架与各种管道平行架设时，其净距应符合下列要求：

1 桥架与压缩空气管道等一般工艺管道平行架设时不应小于400mm。

2 桥架与具有腐蚀性液体管道平行架设时不应小于500mm。

3 桥架不宜在具有腐蚀性液体管道下方或在具有腐蚀性气体管道上方平行安装。当无法避免时，应有不小于500mm的净距，且其间应用防腐隔板隔开。

4 桥架与热力管道平行架设时，当热力管道有保温层，其净距不应小于500mm，当无保温层，不应小于1000mm。

5 桥架不宜在热力管道的上方平行安装。当无法避免时应有不小于1000mm的净距，其间应采取有效的隔热措施。

**4.0.12** 民用建筑内，配变电所、配电间、竖井、机房等场所外垂直敷设的电缆桥架，距地面1800mm以下部分应加实体盖板保护； 工业建筑内局部地段确需在地面敷设的电缆桥架，宜设盖板保护，人行及机械通道区域地面上设置的桥架上方应增设防护措施；洁净厂房洁净区内的桥架宜设盖板。

4.0.12 【条文说明】民用建筑内一般场合下，距地面1800mm以下部分应加金属盖板保护有利于人身安全；工业建筑内的桥架在地面敷设的桥架设置盖板，具有美观便于维护的优点；洁净厂房洁净区内的桥架设置盖板便于管线密封及维护。

**4.0.13** 不锈彩钢电缆桥架和支架的强度应满足电缆敷设的要求。除大跨桥架外，水平敷设时的支架间距宜为1.5m～2.0m，垂直敷设时的固定间距不宜大于2m。

4.0.13 【条文说明】本条规定了桥架的支架和固定点要求。

4.0.14 桥架应有良好的接地措施。桥架系统的起始端和终端应与建筑物接地装置可靠连接。桥架每隔20m～30m应增加一个接地连接点。在伸缩缝和连续铰链接处应采用软铜导线或编织铜线连接，铜线截面积不应小于4mm2。

**5 电缆桥架安装验收及文件**

 **5.1** 安装

**5.1.1**  电缆桥架应按施工图纸安装，并应符合下列要求：

**1** 施工方在向电缆桥架制造商提供订单前，宜按施工图对电缆桥架的走向进行测量，绘制测量图。

**2** 桥架主体包括弯通等宜采用标准产品及工厂预制件。

**3** 桥架分段应合理，连接部位不应置于穿墙、楼板孔洞内。

5.1.1 【条文说明】电缆桥架原则上应尽可能采用标准件和工厂预制件，不宜现场切割、加工和制作。图纸及根据图纸进行的测量，是保证桥架安装工程质量的基础。

**5.1.2**  电缆桥架安装应在下列条件具备后进行：

1 土建施工已结束，井道封顶已完工，周围清洁环境干净。

2 穿越墙面、楼板的孔洞位置已确认无误。

3 相关的电气设备电缆进出位置和方式已确定。

4 桥架现场抽检已经完成，各项检验已经合格。

5.1.2 【条文说明】确认桥架安装工程开始的现场条件，可以减少因现场情况变化而产生的桥架现场切割、加工和制作。电缆桥架的现场抽检，是桥架敷设前的一项重要的质量检查工作。此项工作完成才能进行桥架安装，这是桥架工程技术规程第一次进行规定。

**5.1.3** 支吊架设置应符合设计或产品技术文件要求，支吊架安装应垂直、无明显扭曲，应符合下列规定：

 **1** 未征得结构专业许可，主体钢结构构件上，不得焊接电缆桥架支架。

**2** 水平安装的支架间距宜为1500mm~2000mm，转角安装的支架间距转角宜为300mm~600mm；垂直安装的支架间距不应大于2000mm，当间距超过上述范围时，桥架应进行特殊设计。

 **3** 采用圆钢吊架时，圆钢直径不得小于10mm，并应有防晃措施，在分支处或端部300mm~500mm处应有固定措施。

**4** 敷设在电气竖井内的电缆桥架，其固定支架不应安装在固定电缆的横担上，且每隔3层~5层应设置承重支架。

**5** 与预埋件焊接固定时，焊缝应饱满，焊缝长度不应少于25mm。

**6** 采用膨胀螺栓固定时，螺栓应适配，防松零件齐全，并应符合《混凝土结构后锚固技术规程》JGJ145的相关规定。轻型墙体禁止采用膨胀螺栓固定安装。

5.1.3 【条文说明】提出支架的防腐要求，是避免因支架的腐蚀影响彩钢桥架整体的防腐能力和美观。支架是桥架系统与主体结构的连接体，是桥架支撑的基础，因此焊接和安装需满足要求。

**5.1.4** 桥架本体间的连接应牢固可靠，桥架与支吊架等支撑系统应固定牢靠。应保证在电缆敷设和维护时不出现桥架纵向和横向滑移。

**5.1.5** 桥架转弯、分支处宜采用专用连接配件，其弯曲半径不应小于其内电缆最小允许弯曲半径的最大值。

5.1.5 【条文说明】桥架配件原则上应采用工厂预制件和专用配套件，特殊情况也可以采用自制产品以满足工程需要，但必须满足电缆的允许转弯半径。

**5.1.6** 当直线段桥架长度超过30m时，应设置伸缩装置；当跨越构建筑物变形缝处时，应设置补偿装置。

5.1.6 【条文说明】因桥架与构建筑物主体结构的热膨胀系数有可能不同，长距离直线段和构建筑物变形缝处需采取措施以避免对桥架和桥架内电缆产生伤害。

**5.1.7** 当设计无要求时，桥架安装应符合下列规定：

 **1** 安装应牢固，横平竖直，沿梯架、托盘水平走向的支架水平偏差应不大于10mm，其垂直偏差应不大于5mm。

 **2** 宜敷设在易燃易爆气体管道和热力管道的下方；与水管同侧上下敷设时，宜安装在水管的上方；与热水管、蒸气管平行上下敷设时，应敷设在热水管、蒸气管的下方，与各类管道的最小净距应符合T/CECS 31-2017 4.1.6条的规定。

 **3** 周围的空间应满足线缆敷设、维护的需要。

 **4** 敷设在电气竖井内穿楼板处和穿越不同防火区的，应有防火封堵措施。

 **5** 对于敷设在室外的，当进入室内或配电箱（柜）时应有防雨水措施。由室外较高处引向室内时，应先向上倾斜，然后水平引入室内。当采用托盘时，宜在室外水平段改用一段梯架，并在墙体交接处采用封堵防渗。室外电缆桥架宜采用人字形盖板，固定方式采用卡槽式和抱箍式。

 **6** 有防雷要求的电缆桥架，外壳应与防雷接地装置可靠连接。

5.1.7 【条文说明】针对电缆敷设的需求，电缆桥架需满足这些基本要求。

**5.1.8** 桥架与保护导体的连接应符合下列规定：

**1** 全长不大于30m时，应不少于2处与保护导体可靠连接；全长大于30m时，每隔20m~30m应增加一个与接地干线的连接点，起始端和终点端均应可靠接地。

 **2** 彩钢桥架本体之间连接板的两端应采用截面不小于4mm2的铜芯跨接线跨接。

 **4** 接地点或需要电气连接处应确保电气连接并有防腐措施。

5.1.8 【条文说明】当桥架需要接地时，应满足本条款的要求，当彩钢涂层不满足接地要求而需要破除时，不能降低其防腐性能。

**5.1.9** 现场安装过程中因切割、钻孔等原因造成桥架基板裸露的，可采用相应的涂料或油漆修补。

5.1.9 彩钢桥架一般用于对防腐或美观要求较高的场所，因此当涂层有可能破坏时，需要相应修复以避免影响整体性能。

**5.1.10** 线缆保护管与电缆托盘连接时，应采用专用的连接器或其他防止电缆损伤措施，并宜采用不锈钢等耐腐产品。

5.1.10 与彩钢桥架整体协调并防止线缆的外护层损伤，应采用专用的产品并满足整体防腐要求。

**5.1.11** 桥架严禁作为人行通道、梯子或站人平台，其支吊架不得作为吊挂设计以外重物的支架使用。

5.1.11 【条文说明】本规程规定的桥架在产品设计、制造以及工程运用中均不考虑因人员行走、踩踏或其他非正常行为对桥架产生的影响。

**5.1.12** 为防止桥架生产、储存、运输、安装过程中损伤而采取的临时措施如涂层保护膜等应在桥架安装完成后全部清除。

**5.2** 电缆桥架工程验收

**5.2.1** 桥架布置应符合施工图的要求。

**5.2.2** 桥架应整齐美观，外涂层无损伤，无明显色差。

**5.2.3** 桥架内外应干净整洁，不应有垃圾或其他无关的物体留存或附着。

**5.2.4** 与电缆或人体有可能接触的部位光滑无毛刺。

**5.1.5** 与支架间及与连接板的固定螺栓应紧固无遗漏，螺母应位于外侧。

**5.2.6** 桥架连接部位位置应符合本规程5.1.7条的规定。

5.2.1~5.2.6 【条文说明】是桥架安装完成后进行安装质量检查的整体要求和外观检查要求。

5.2.7 桥架本体之间的接地应符合4.0.13条和5.1.8条的规定。

5.2.8 桥架端部之间的连接电阻应不大于50mΩ。

**5.2.7~5.2.8** 【条文说明】是桥架安装完成后接地检查验收的要求。

5.2.9 桥架直线段伸缩节、补偿装置设置应符合5.1.6条的规定。

5.2.10 桥架的平直度，防火封堵、防水等措施应符合5.1.7条的规定。

5.2.11 支吊架安装间距应符合5.1.3条第2款的规定。

**5.2.9~5.2.11** 【条文说明】是桥架安装完成后，特殊节点检查验收。

**5.3 文件**

5.3.1 不锈彩钢电缆桥架工程交接验收时，应对下列项目进行检验并形成记录或文件：

1桥架材质及其附件型号、规格，连接处电阻测试记录、抽样记录和抽样检验报告；

2各种规定距离；

3各种支撑件和固定点允许偏差值；

4桥架连接点位置和连接状况；

5桥架的接地状况；

6施工中造成建筑物的孔、洞、沟、槽损坏的修补情况。

5.3.2 不锈彩钢电缆桥架敷设工程交接验收时，其资料应按相关技术资料管理规定办理。

**附录A 电缆支承系统的结构分析及计算**

1. 电缆支承系统应进行整体作用效应分析；同时应对支承系统中受力状况特殊部位进行深化分析。
2. 当电缆支承系统在施工和使用期的不同阶段有多种受力状况时，应分别对各种工况进行结构分析，并确定其最不利的状况。

 户外电缆支承系统可能遭遇飓风、雪载荷等偶然作用时，尚应按照国家现行有关标准的要求新增工况进行结构分析。

1. 结构分析的模型尚应符合下列要求:

 **1** 结构分析采用的计算简图、几何尺寸、计算参数，边界条件、网格划分、结构材料性能指标以及构造措施等应符合工作状况；

  **2** 结构上可能的作用和变形状况等，应符合结构的实际状况；

 **3**  各种近似假定和简化，应有理论、试验依据或经工程实践验证；计算结果的精度应符合工程设计的要求。

1. 结构分析应符合下列要求：

**1** 满足力学平衡条件；

**2** 节点和边界的约束条件；

**3** 结构分析应采用弹性分析方法。

1. 结构分析所采用的计算软件应经考核和验证，其技术条件应符合国家现行有关标准的要求。同时应对分析结果进行判断和校核，以保证分析结果的合理性。
2. 模型结构分析宜按空间体系进行结构整体分析，并宜考虑结构单元的弯曲、轴向、剪切和扭转等变形对结构内力的影响。当进行简化分析时，应符合下列规定：

 **1** 体型简单、规则，传力明确的空间结构，可沿不同方向分解为平面结构分别进行分析，但应考虑平面结构的空间协同工作；

 **2** 构件的轴向、剪切和扭转变形对整体结构内力分析影响不大时，可不予考虑。

**A.0.7** 托盘、梯架应采用空间体系进行整体分析，并应符合下列计算原则：

**1** 托盘计算模型单元应采用板单元；

**2** 梯架侧边为板时宜采用板单元，梯架侧边为型钢时宜采用梁或实体单元。

 **3** 计算模型的板单元的网格划分大小不宜大于10mm。

**A.0.8** 电缆支承系统的结构构件的强度计算均应满足现行《钢结构设计标准》GB 50017及相关规程的要求。

**附录B 电缆桥架载荷试验**

**B.1** 托盘、梯架载荷试验的目的

一、批量生产阶段的载荷试验目的

用于产品出厂前的抽检：检查在各种载荷等级、跨距条件下，托盘、梯架的抽样样品是否满足规定的安全工作载荷（即额定均布载荷）以及极限载荷的要求。样品的抽样取样按本规程3.8.4的规定进行。

二、设计阶段的载荷试验目的

获得并检验在各种载荷等级、跨距条件下，托盘、梯架的极限均布载荷，据此推算出该型托盘、梯架的安全工作载荷。设计计算得到的结果应与试验结果基本保持一致。

条文说明：两个阶段的试验目的不同。批量生产阶段的试验作为生产工艺质量的控制以及产品合格的证据。设计阶段的试验可以加载到使样品失效（产生永久变形、翻边、塑性曲屈、皱折等现象），以便获得极限载荷，利于新产品的试制。

**B.1.1** 试样

托盘、梯架板材厚度、侧边高度、横档或底板与侧边的连接或任何部件的外形不同，都构成不同的设计结构，需要进行试验。

对每一种结构的托盘、梯架取一件无拼接的直线段作为试样。对于托盘、梯架的接头位于跨距中部的实际安装情况，须增加一个含接头的直线段作为试样。

**B.1.2** 试验支承型式与跨距

试验支承型式为简支梁，托盘、梯架两端及两侧不受任何约束；试验支承跨距采用设计跨距（*L*），允许的试验跨距上下偏差为*Δ*=0.01×*L*，且*Δ*≤30mm。

对每一种结构的托盘、梯架取一件无拼接的直线段作为试样，如图B.1.1所示。对于托盘、梯架的接头位于跨距中部的实际安装情况，须增加一个含接头的直线段作为试样，如图B.1.2所示。



图B.1.1 无拼接直线段试样的试验型式



图B.1.2 含接头直线段试样的试验型式

条文说明：现场安装的情况多种多样，而接头部位可能是桥架强度的薄弱环节之一。含接头直线段试样的试验就是针对接头位于跨距中部的情况，保证接头部位与桥架本体强度的一致性，以确保桥架服役的安全。

**B.1.3** 试样定位

试样水平置放在支架上，两端用扁钢支撑，两个圆钢中心距离为试验跨距长度（*L*±*Δ*），试件两端的外伸段长度*L*s≥100mm。外伸段长度不满足要求时，允许用连接件将试样端部接长，如图B.1.3所示。



图B.1.3 试样端部接长的示意图

条文说明：托盘、梯架为薄壁结构，试样支撑处存在应力集中，规定最小外伸段长度的目的是避免由于应力集中引发的局部失稳，导致试验失败。当托盘、梯架的长度规格与安装支吊架的跨距相同时，试样端部接长之后才有可能进行试验。

**B.1.4** 试验载荷用材料

试验采用人工加载。载荷用材料可用钢条、砝码块或其他材料。钢条可用厚3mm、宽30～50mm、长度不大于1000mm的扁钢。其他载荷材料宽度不大于125mm，长度不大于300mm，单件重量不超过5kg。

为便于对梯架试样加载，允许用厚1mm，长度不大于1000mm的钢板或网板置放在支架跨距内的横档上，两块钢板之间不能搭接，钢板重量应计入载荷总重量。

**B.1.5** 试验载荷

试验载荷应按本规程第3.5.5条确定。

**B.1.6** 试验的加载

首先按额定的安全工作载荷的10%预加载和卸载，观察支架、挠度测量等是否正常。预加载和卸载后将挠度测量量具的指针调零。

在正式试验加载时，可根据载荷用材料的具体情况，将试验载荷分M次加载（批量生产阶段的试验取M≥3，设计阶段的试验取M≥10），每次增加的载荷值相等。例如

首次加载值＝试验载荷/M（N/m）；

二次加载值＝首次加载值ｘ2（N/m）；

三次加载值＝首次加载值ｘ3（N/m）；

其余依次类推。加载时，试验载荷用材料必须均匀分布在跨距*L*之内。

条文说明：批量生产阶段与设计阶段的试验目的不同，因此加载次数不同。在正常情况下，在达到极限载荷之前，批量生产阶段的托盘、梯架处于弹性受力的状态，可取较少的加载次数或较大的载荷增加值；而设计阶段的试验目的之一是通过试验得到极限载荷，因此加载次数较多，载荷增加值较小。特别地，当施加载荷达到并超过设计计算的额定工作载荷时，应适当减小每次继续增加的载荷。

**B.1.7** 试验的卸载与数据记录

托盘、梯架每次加载完成后，保持一段时间（≥5分钟），再按B.1.8的要求测量挠度值，并做好记录。随即卸载并保持一段时间（≥5分钟），使托盘、梯架复原。

观察卸载后的挠度测量量具的指针是否归零，如果指针归零，再进行下一次加载并再次测量、记录、观察指针是否归零。依次类推。

如果出现指针不能完全归零的情况，说明试样已经开始产生永久变形。

**B.1.8** 挠度测量

 采用游标高度尺或百分表等量具测量挠度，量具精度不低于0.02mm。挠度测量方向与托盘、梯架试样纵向轴线垂直，测点位于跨距中点两个侧边的中心，每次加载后（保持一段时间≥5分钟），测量两个测点的读数，取平均值即为该载荷下的挠度值（挠度值与跨距之比为相对挠度）。

**B.1.9** 试验标准

一、批量生产阶段的试验标准

1）按B.1.5在试样上加载至安全工作载荷，试样中心点产生的相对挠度值不得大于试样跨距的1/200；

2）按B.1.5在试样上加载至1.5倍的安全工作载荷（极限载荷），卸载后试样的永久变形，即产生的永久变形相对挠度值不大于试样跨距的1/200；

条文说明：试样卸载后产生一定的永久变形（规定不大于试样跨距的1/200），说明在极限载荷作用下，试样中部截面上存在一定塑性变形。考虑到不锈钢具有较强的应变强化（加工硬化）特点以及弹性卸载规律，再次加载时只要不超过极限载荷，即1.5倍的安全工作载荷，试样并不会产生新的永久变形，因而是安全的。该规定有利于发挥材料的潜力。

3）在以上的加载过程中，一旦试样发生失稳现象，即出现翻边或侧边的曲屈、皱折等现象，即判定该试样不合格，需要重做试验。

条文说明：托盘、梯架为薄壁结构，试样失稳是比较危险的失效形式，有可能在弹性受力的状态下发生，所以一旦发生失稳现象，即判定该试样不合格。

二、设计阶段的试验标准

1）按B.1.6逐次加载至试样出现永久变形，即卸载后试样产生1/200跨距的相对挠度值，这时的载荷数值为极限均布载荷，极限载荷的数值除以1.5，即得到该型托盘、梯架的安全工作载荷试验值。如果试验值小于安全工作载荷的设计计算值，则需要检查计算结果，修改或改进结构设计。

2）在以上的加载过程中，一旦试样发生失稳现象，即出现翻边或侧边的曲屈、皱折等现象，必须修改桥架的结构设计。

含接头直线段试样的试验与无拼接直线段试样试验的规定相同。载荷特性及挠度曲线应根据计算及试验结果进行绘制。

条文说明：按设计阶段的试验目的规定了试验标准。无论出现试样失稳或者验值小于安全工作载荷的设计计算值，都必须修改桥架的结构设计。

**B.1.10** 试验载荷的选择

当支吊架的实际距离大于产品规定跨距时，许用的工作载荷需按下式进行折算：



式中 *qG*——许用的工作载荷（N/m）；

*qE*——产品设计的安全工作载荷（N/m）；

*L*——产品设计的跨距（m）；

 *LG*——实际跨距，即支吊架的实际距离（m）。

许用的工作载荷进行折算后，在进行载荷试验时的最大载荷需要同步进行折算。考虑了1.5倍的安全系数之后，对于2m、3m、4m、6m四种设计的跨距，其最大试验载荷分别列于表B1至B4。

**表B1 2米桥架试验载荷（N/m）**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 实际跨距（mm） | 1500 | 2000 | 2500 |
| 系 数 | 1.78 | 1.00 | 0.64 |
| 载荷等级 | A: 650N/m | 1735 | 975 | 624 |
| B: 1800N/m | 4806 | 2700 | 1728 |
| C: 2600N/m | 6942 | 3900 | 2496 |
| D: 3250N/m | 8678 | 4875 | 3120 |

**表B2 3米桥架试验载荷（N/m）**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 实际跨距（mm） | 2500 | 3000 | 3500 |
| 系 数 | 1.44 | 1.00 | 0.73 |
| 载荷等级 | A: 500N/m | 639 | 650 | 475 |
| B: 1500N/m | 3240 | 2250 | 1643 |
| C: 2000N/m | 4320 | 3000 | 2190 |
| D: 2500N/m | 5400 | 3750 | 2738 |

**表B3 4米桥架试验载荷（N/m）**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 实际跨距（mm） | 3500 | 4000 | 4500 |
| 系 数 | 1.31 | 1.00 | 0.79 |
| 载荷等级 | A: 500N/m | 852 | 650 | 514 |
| B: 1500N/m | 2948 | 2250 | 1778 |
| C: 2000N/m | 3930 | 3000 | 2370 |
| D: 2500N/m | 4913 | 3750 | 2963 |

**表B4 6米桥架试验载荷（N/m）**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 实际跨距（mm） | 5500 | 6000 | 6500 |
| 系 数 | 1.19 | 1.00 | 0.85 |
| 载荷等级 | A: 500N/m | 774 | 650 | 553 |
| B: 1500N/m | 2678 | 2250 | 1913 |
| C: 2000N/m | 3570 | 3000 | 2550 |
| D: 2500N/m | 4463 | 3750 | 3188 |

**B.2** 支吊架载荷试验

**B.2.1** 试样

对每种型式、结构、规格的支（吊）架（包括托臂、立柱、吊杆、螺栓等附件），各取一套作为试样。

**B.2.2** 支吊架固定体和试样定位

支、吊架固定体及试样定位方式，如图B.2.1、B.2.2、B.2.3所示。支吊架固定体应为刚性结构，并满足试验载荷要求。



图B.2.1 支架固定体和定位方式



图B.2.2 吊架固定体和定位方式-1



图B.2.3 吊架固定体和定位方式-2

**B.2.3** 支吊架试验载荷

托臂试验载荷按式（B.2.1）确定。

W＝L(n0*qE*十G) (B.2.1)

式中：

W—托臂试验载荷，单位为牛（N）；

L —支、吊架相邻两侧等跨布置时的跨距，单位为米（m）；

*qE* —每层托盘、梯架的额定均布载荷，单位为牛每米（N/m）；

G —托盘、梯架及盖板、附件自重，单位为牛每米（N/m）；

n0 —安全系数，取1.5。

**B.2.4** 加载

1）按托盘、梯架的两侧边在托臂上的位置吊挂载荷，载荷可用钢块、铅锭或其他比重大的材料，盛装载荷材料的容器、吊具的重量应计入载荷总重量。

2）试验时应不少于3次加载，每次加载量相等。

3）当立柱或吊杆支承多层托臂时，以各层托臂同时承受各自的试验载荷进行整体试验。

**B.2.5** 测量与检查

1）每次加载后，用百分表等量具测量a、b处的位移或变形量以及卸载后的残余变形量。量具精度不低于0.02mm；

2）检查焊口或螺栓连接处有无裂纹、变形损坏，卡接式托臂有无下滑；

3）列出载荷与位移或变形量的关系曲线或数据表。

**附录C 不锈彩钢板的物理性能**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 品 种 | 牌 号 | 简 称 | 统一字代号 | 密 度g∕cm3 | 热导率W∕m\*K20℃ | 电 阻20℃Ωmm2∕m | 线膨胀系数20℃10-6k-1 | 弹性模量20℃kN∕mm2 |
| 奥氏体不锈钢 | 06Cr19Ni10 | 304 | S30408 | 7.93 | 15 | 0.73 | 17.2 | 193 |
| 铁素体不锈钢 | 022Cr19Ni10 | 304L | S30403 | 7.90 | 15 | 0.73 | 17.2 |
| 022Cr17Ni12Mo2 | 316L | S31603 | 8.00 | 15 | 0.74 | 16.0 |
| 022Cr12 | 410L | S11203 | 7.7 | 25 | 0.70 | 10.0 | 220 |
| 10Cr17 | 430 | S11710 | 7.7 | 25 | 0.70 | 10.0 | 220 |
| 019Cr21CuTi | 443 | S12182 | 7.7 | 25 | 0.70 | 10,0 |  |
| 019Cr19Mo2NbTi | 444 | S11972 | 7.75 | 25 | 0.60 | 10.6（200℃） | 200 |
| 019Cr23MoTi | 445J1 | S12362 | 7.7 | 25 | 0.70 | 10.0 | 220 |
| 019Cr23Mo2Ti | 445J2 | S12361 | 7.7 | 25 | 0.70 | 10.0 | 220 |
| 奥氏体-铁素体双相不锈钢 | 022Cr23Ni5Mo3N | 2205 | S22053 | 7.8 | 16 | 0.88 | 13.0 | 200 |

**不锈彩钢板的力学性能**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 牌 号 | 简 称 | 统一数字代号 | 拉伸试验 | 硬度试验 | 180o弯曲试验 |
| 规定塑性延伸强度RP0.2∕MPa | 抗拉强度Rm∕Mpa | 断后伸长率A­50mm∕% | HBW | HRB | HV | D―弯曲压头直径a―试样厚度 |
| 不小于 | 不大于 |  |
| 06Cr19Ni10 | 304 | S30408 | 205 | 515 | 40 | 201 | 92 | 210 | ― |
| 022Cr19Ni10 | 304L | S30403 | 180 | 485 | 40 | 201 | 92 | 210 | ― |
| 022Cr17Ni12Mo2 | 316L | S31603 | 180 | 485 | 40 | 217 | 95 | 220 | ― |
| 022Cr12 | 410L | S11203 | 195 | 360 | 22 | 183 | 88 | 200 | D=1a |
| 10Cr17 | 430 | S11710 | 205 | 420 | 22 | 183 | 89 | 200 | D=1a |
| 019Cr21CuTi | 443 | S12182 | 205 | 390 | 22 | 192 | 90 | 200 | D=1a |
| 019Cr19Mo2NbTi | 444 | S11972 | 275 | 415 | 20 | 217 | 96 | 230 | D=1a |
| 019Cr23MoTi | 445J1 | S12362 | 245 | 410 | 20 | 217 | 96 | 230 | D=1a |
| 019Cr23Mo2Ti | 445J2 | S12361 | 245 | 410 | 20 | 217 | 96 | 230 | D=1a |
| 022Cr23Ni5Mo3N | 2205 | S22053 | 450 | 665 | 25 | 293 | 31 | ― | ― |

本规程用词说明

 **1** 为了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”。

1. 表示严格，在正常情况下均应这样做的：

 正面词采用“应”：

 反面词采用“不应”或“不得”。

1. 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的；

 正面词采用“宜”，

 反面词采用“不宜”。

1. 表示有选择，在一定条件下可以这样做的：

 正面词采用“可”；

 反面词采用“不可”。

 **2** 条文中指定应按其他有关标准执行时，写法为“应符合

……要求(或规定)”或“应按……执行”。

### 引用标准名录

1 《钢结构设计规程》GB 50017

2 《冷弯薄壁型钢结构技术规程》GB 50018

3 《钢结构工程施工质量验收规程》GB 50205

4 《建筑电气工程施工质量验收规程》 GB 50303

5 《建筑机电工程抗震设计规程》GB 50981

6 《漆膜柔韧性测定法》GB/T 1731

7 《漆膜耐冲击性测定法》GB/T 1732

8 《漆膜厚度测定法》GB/T 1764

9《不锈钢冷轧钢板和钢带》GB/T 3280-2015

10 《色漆和清漆 漆膜的划格试验》GB/T 9286

11 《不锈钢和耐热钢 牌号及化学成分》GB/T 20878

12《建筑屋面和幕墙用冷轧不锈钢钢板和钢带》GB /T 34200-2017

13 《混凝土结构后锚固技术规程》JGJ 145

14 《钢制电缆桥架工程技术规程》T/CECS 31-2017