

钢制电缆桥架工程设计规范

CECS31 91

主编单位：中国工程建设标准化协会电气工程委员会

批准单位：中国工程建设标准化协会

批准日期：1991年12月27日

第一章 总则

第1.0.1条 钢制电缆桥架（以下简称桥架）的设计、制造及工程使用中，必须贯彻执行国家有关技术方针政策，应做到技术先进、经济合理、安全适用，确保质量。

第1.0.2条 本规范适用于工业与民用建筑桥架工程设计、施工以及桥架制造、试验和检测。

第1.0.3条 桥架产品应经国家的桥架专业质量检测机构检测与认证。

第1.0.4条 电缆敷设工程使用桥架时，除应按照本规范执行外，尚应按国家有关标准的规定执行。

第二章 桥架

第一节 名称定义、结构类型及品种

第2.1.1条 桥架是由托盘、梯架的直线段、弯通、附件以及支、吊架等构成，用以支承电缆的具有连续的刚性结构系统的总称。

第2.1.2条 桥架可包含下列结构类型：

一、有孔托盘：是由带孔眼的底板和侧边所构成的槽形部件，或由整块钢板冲孔后弯制成的部件。

二、无孔托盘：是由底板与侧边构成的或由整块钢板弯制成的槽形部件。

三、梯架：是由侧边与若干个横档构成的梯形部件。

四、组装式托盘：是由适于工程现场任意组合的有孔部件用螺栓或插接方式连接成托盘的部件。

第2.1.3条 桥架可包含下列结构品种：

一、直线段是指一段不能改变方向或尺寸的用于直接承托电缆的刚性直线部件。

二、弯通是指一段能改变方向或尺寸的用于直接承托电缆的刚性非直线部件，可包含下列品种：

1.水平弯通：在同一水平面改变托盘、梯架方向的部件，分 30° 、 45° 、 60° 、 90° 四种；

2.水平三通：在同一水平面以 90° 分开三个方向连接托盘、梯架的部件，分等、变宽两种；

3.水平四通：在同一水平面以 90° 分开四个方向连接托盘、梯架的部件，分等、变宽两种；

- 4.上弯通：使托盘、梯架从水平面改变方向向上的部件，分 30° 、 45° 、 60° 、 90° 四种；
- 5.下弯通：使托盘、梯架从水平面改变方向向下的部件，分 30° 、 45° 、 60° 、 90° 四种；
- 6.垂直三通：在同一垂直面以 90° 分开三个方向连接托盘、梯架的部件，分等、变宽两种；
- 7.垂直四通：在同一垂直面以 90° 分开四个方向连接托盘、梯架的部件，分等、变宽两种；
- 8.变径直通：在同一平面上连接不同宽度或高度的托盘、梯架的部件。

第2.1.4条 桥架附件是指用于直线段之间、直线段与弯通之间的连接以构成连续性刚性的桥架系统所必需的连接固定或补充直线段、弯通功能的部件，可包括：

- 一、直线连接板，可简称直接板。
- 二、铰链连接板，可简称铰接板，分水平、垂直两种。
- 三、连续铰连板，可简称软接板。
- 四、变宽连接板，可简称变宽板。
- 五、变高连接板，可简称变高板。
- 六、伸缩连接板，可简称伸缩板。
- 七、转弯连接板，可简称弯接板。
- 八、上下连接板，可简称上下接板，分 30° 、 45° 、 60° 、 90° 四种。
- 九、盖板。
- 十、隔板。
- 十一、压板。
- 十二、终端板。
- 十三、引下件。
- 十四、竖井。
- 十五、紧固件。

第2.1.5条 支、吊架是指直接支承托盘、梯架的部件，可包括：

- 一、托臂：直接支承托盘、梯架且单端固定的刚性部件，分卡接式、螺栓固定式。
- 二、立柱：直接支承托臂的部件，分工字钢、槽钢、角钢、异型钢立柱。
- 三、吊架：悬吊托盘、梯架的刚性部件，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。
- 四、其它固定支架：如垂直、斜面等固定用支架。

第二节 型号及规格

第2.2.1条 桥架型号内容可含有名称、规格、荷载等级、防腐层类别：

- 一、名称：可用大写拉丁字母表示。
- 二、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。
- 三、荷载等级：A、B、C、D四级。
- 四、防腐层类别：涂漆或烤漆(Q)、电镀锌(D)、喷涂粉末(P)、热浸镀锌(R)、电镀锌后喷涂粉末(DP)、热镀锌后涂漆(RQ)、其它(T)。其中，荷载等级、防腐层类别也可不在型号中表示，可用文字统一说明。

第2.2.2条 托盘、梯架的宽度与高度常用规格尺寸系列可见表 2.2.2。

第2.2.3条 托盘、梯架的直线段单件标准长度可为 2、3、4、6m。

表2.2.2 托盘、梯架常用规格

高度 (mm)	40	50	60	70	75	100	150	200
100								
200								
300								
400								
500								
600								
800								
1000								
1200								

注：符号 表示常用规格。

第2.2.4条 托盘、梯架弯通常用的内侧弯曲半径如下：

- 一、折弯形：两条内侧直角边的内切圆半径 R 为 300、600、900mm。
- 二、圆弧形：300、600、900mm。

第2.2.5条 有孔托盘底部通风孔面积，不宜大于底部总面积的 40%。

第2.2.6条 直线段梯架横档中心间距和梯架弯通横档 1/2 长度处的中心间距均为 200 ~ 300mm，横档宽度为 20 ~ 50mm。

第2.2.7条 支、吊架立柱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、350 的要求。

第2.2.8条 各种附件及支、吊架在满足相应荷载的条件下，其规格尺寸应配合桥架系列确定。

第三节 技术要求

第2.3.1条 电缆托盘、梯架宜用冷轧板，在满足强度要求的条件下，也可使用热轧板，其材质应符合《普通碳素结构钢技术条件》GB700 标准中 Q235A 钢并符合《普通碳素结构钢冷轧钢带》GB716 及《普通碳素钢、低合金钢薄钢板技术条件》GB912 标准的有关规定。

第2.3.2条 托盘、梯架允许最小板材厚度可见表 2.3.2。

表2.3.2 托盘、梯架允许最小板材厚度

托盘、梯架宽度(mm)	允许最小厚度(mm)
< 400	1.5
400 ~ 800	2.0
> 800	2.5

第2.3.3条 表面防腐层材料应符合国家现行有关标准的规定。

第2.3.4条 手工焊接用焊条应符合《碳钢焊条》GB5117 标准，宜用 E4300 型 ~ E4313 型

焊条。

第2.3.5条 普通螺栓材质应符合《普通碳素结构钢技术条件》GB700 标准中 Q235A 钢，铆钉等紧固件材料应符合《普通碳素钢铆螺用热轧圆钢技术条件》GB715 标准。

第2.3.6条 在支、吊架跨距为 2m 按简支梁的条件下，托盘、梯架的额定均布荷载分为四级，详见表 2.3.6。

表 2.3.6 托盘、梯架的荷载等级

荷载等级	A	B	C	D
额定均布荷载 kN/m	0.5	1.5	2.0	2.5
(kgf/m)	(50)	(150)	200	(250)

第2.3.7条 托盘、梯架、支、吊架的结构，应满足强度、刚度及稳定性的要求，其计算方法可参照附录一。

第2.3.8条 桥架的承载能力，应按第 2.4.1 条荷载试验的规定予以验证，使桥架最初产生永久变形时的荷载除以安全系数 1.5 的值不应小于额定均布荷载。

第2.3.9条 各种型式支、吊架，应能承受托盘、梯架相应规格、层数的额定均布荷载及其自重。

第2.3.10条 连接板、连接螺栓等受力附件，应与托盘、梯架、托臂等本体结构强度相适应。

第2.3.11条 生产厂应给出各种型式规格托盘、梯架的不同跨距与允许均布荷载的关系曲线或数据表。

第2.3.12条 托盘、梯架在承受额定均布荷载时的相对挠度不应大于 1/200。

第2.3.13条 吊架横档或侧壁固定的托臂在承受托盘、梯架额定荷载时的最大挠度值与其长度之比，不应大于 1/100。

第2.3.14条 生产厂应给出各种型式规格的托盘、梯架在不同荷载与支、吊架跨距时的挠度值。

第2.3.15条 当托盘、梯架需要承受短时附加集中荷载时，应符合第 3.3.2 条第二款的规定。

第2.3.16条 热浸镀锌防腐处理的技术质量，应符合表 2.3.16 的规定。

表 2.3.16 热浸镀锌技术质量指标

镀锌厚度（附着量）平均值	桥 架 构 件	65 μm (460g/m ²)
	螺栓及杆件(直径 10mm)	54 μm (460g/m ²)
锌层附着力	划线，划格法或锤击法试验，锌层应不剥离、不凸起	
锌层均匀性	硫酸铜试验 4 次不应露铁	
外 观	锌层表面应均匀、无毛刺、过烧、挂灰、伤痕、局部未镀锌（直径 2mm 以上）等缺陷，不得有影响安装的锌瘤。螺纹的镀层应光滑、螺栓连接件应能拧入	

第2.3.17条 电镀防腐处理的技术质量，应符合表 2.3.17 和表 2.4.2 的规定。

表 2.3.17 电镀锌技术质量指标

镀锌层厚度(附着量)	桥 架 构 件		12 μm(84g/m ²)
	螺 栓	M14	12 μm(84g/m ²)
		M8 ~ M12	9 μm(63g/m ²)
		M6	6 μm(42g/m ²)
表面钝化处理	经钝化处理后, 应有良好的钝化膜(白色、彩虹色、草绿色、深绿色)		
锌层附着力	划线、划格法试验锌层不应起皮剥离		
外 观	锌层表面应光滑均匀、致密。不得有起皮、气泡、花斑、局部未镀、划伤等缺陷		

第2.3.18条 喷涂粉末防腐处理的技术质量, 应符合表 2.3.18 和表 2.4.2 的规定。

表 2.3.18 喷涂粉末技术质量指标

项 目	涂 料	环氧树脂粉末	聚酯粉末
	厚度 (mm)		60
附着力 (级)		2	2
冲击强度 J (kgf.cm)		5 (60)	3 (30)
柔韧性 (mm)		2	2
边角覆盖率 (%)		30	30
外观	均匀光滑、不起泡、无裂痕、色泽均匀一致		

第2.3.19条 涂漆防腐处理的技术质量, 应符合表 2.3.19 和表 2.4.2 的规定。

表 2.3.19 涂漆技术质量指标

项 目	面 漆	底 漆
厚 度 μm	25	50
附 着 力 级	2	1
冲击强度 J(kgf · cm)	5 (50)	5 (50)
柔 韧 性 mm	2	1
覆 盖 率 %	30	30
外 观	平整、光滑、均匀、不起皮、无气泡水泡	

第2.3.20条 镀锌后再喷涂粉末或涂漆的复合防腐处理的桥架, 其镀锌层厚度、附着力、外观, 应符合表 2.3.16 或表 2.3.17 的技术质量指标; 表面喷涂、涂漆层应分别符合表 2.3.18、2.3.19 及表 2.4.2 的规定。

第2.3.21条 对镀锌镍合金、高钝化等其它防腐处理的桥架, 应按第 2.4.2 条规定试验验证, 并应具有明确的技术质量指标及检测方法。

第2.3.22条 焊缝的抗拉、屈服等机械性能不应低于本体材料的机械性能, 焊缝表面均匀, 不得有漏焊、裂纹、夹渣、烧穿、弧坑等缺陷, 并应达到《钢结构工程施工及验收规范》GBJ205 标准的三级要求。

第2.3.23条 托盘、梯架几何尺寸极限偏差：

- 长度（单件标准长度）不得大于 JS16 级；
- 宽度不得大于 JS18 级；
- 高度不得大于 JS17 级。

第2.3.24条 螺栓孔径与孔距的允许偏差：

- 一、螺栓孔径可比螺杆公称直径大 1.5mm（螺杆直径不大于 M16 时）或 2mm（螺杆直径不小于 M20 时），螺栓孔精度不应低于 H14 级。
- 二、螺栓连接孔的孔距允许偏差：
 - 同一组内相邻两孔间 $\pm 0.7\text{mm}$ ；
 - 同一组内任意两孔间 $\pm 1.0\text{mm}$ ；
 - 相邻两组的端孔间 $\pm 1.2\text{mm}$ 。

第2.3.25条 当利用桥架系统构成接地回路时，应按第 2.4.5 条 规定测量接头电阻值，不得大于 0.00033 。

第四节 试验

第2.4.1条 荷载试验和挠度测量可按附录二的规定。

第2.4.2条 防腐层人工环境试验可按表 2.4.2 的规定。

第2.4.3条 镀锌层性能试验，应符合下列要求：

- 一、厚度（附着量）：按附录三“重量法”测定，或按《金属覆盖层厚度测量阳极溶解库伦法》GB4955、《磁性基体上非磁性覆盖层厚度测量磁性方法》GB4956 标准的规定。
- 二、附着力：除板厚大于 8mm 的按附录五“锤击法”测定外，其余都按《金属基体上的金属覆盖层（电沉积层和化学沉积层）附着强度试验方法》GB5270 标准规定的“划线、划格法”测定。
- 三、均匀性：按附录四的规定。

第2.4.4条 涂层性能试验，应符合下列要求：

- 一、厚度：按《漆膜厚度测定法》GB1764 或《磁性金属基体上非磁性覆盖层厚度测量磁性方法》GB4956 标准的规定。
- 二、附着力：按《漆膜附着力测定方法》GB1720 标准的规定。
- 三、柔韧性：按《漆膜柔韧性测定方法》GB1731 标准的规定。
- 四、冲击强度：按《漆膜耐冲击测定方法》GB1732 标准的规定。

第2.4.5条 托盘、梯架连接电阻测试，应按附录六的规定。

第五节 检验

第2.5.1条 产品出厂应检验项目为：

- 一、外观质量（全检）。
- 二、尺寸精度（抽检）。
- 三、防腐层厚度及附着力（抽检）。
- 四、焊接表面质量（全检）。
- 五、热浸锌层均匀性（抽检）。

第2.5.2条 有下列情况之一时，应进行型式检验：

- 一、桥架新产品试制定型鉴定；
- 二、正式生产后，材料、结构、工艺有较大改变；
- 三、产品停产1年后恢复生产；
- 四、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。

第2.5.3条 型式检验项目应包含本标准第三、四节有关检验项目。

第2.5.4条 产品抽样及判定：

一、样本应为随机抽样，抽检数量为每批产品的2%，但不宜少于3件，允许荷载试验样本仅取1件。

二、每批产品样本中有1件不合格，可抽取同批产品第二样本进行检验，如仍不合格，则该批产品即为不合格。

三、防腐层质量，可允许直接对产品或对同一材料相同工艺制作的样本进行检验。

第六节 计价、标志、包装、贮存

第2.6.1条 托盘、梯架的直线段宜按单位长度(m)计价，其它部件按件或重量计价。

第2.6.2条 每批产品主要部件应配有适当数量的标志。其内容可包含：型号、规格、制造厂名称。

第2.6.3条 产品外包装标志内容可包含：产品名称（必要时含有型号、规格）、制造厂名称、出厂日期（年、月）、工程项目名称或代号、收货单位名称、毛重、净重。

第2.6.4条 标志应清晰且不易损坏。

第2.6.5条 产品包装应能防止在运输过程中受到机械损伤，并应根据运输方式及部件规格、形状，选用适当包装方式，如角钢或扁钢、木板、泡沫混凝土包装箱等。包装箱宜便于吊装搬运。也可按用户要求，采取分类或工程区（段）的部件包装。

第2.6.6条 包装箱内应随带装箱清单、产品合格证书及出厂检验报告。

第2.6.7条 桥架贮存场所宜干燥，有遮盖，应避免受到含有酸、盐、碱等腐蚀性物质的侵蚀。

第2.6.8条 桥架各部件宜分类堆放，层间要有适当软垫物隔开，避免重压。

第三章 桥架工程设计

第一节 桥架型式及品种选择

第3.1.1条 需屏蔽电气干扰的电缆回路，或有防护外部影响如油、腐蚀性液体、易燃粉尘等环境的要求时，应选用有盖无孔型托盘。

第3.1.2条 当需要因地制宜组装的场所，宜选用组装式托盘。

第3.1.3条 除第3.1.1条、3.1.2条的情况外，可用有孔型托盘或梯架。

第3.1.4条 选用第2.1.2条之外的其它结构类型桥架时，应满足第2.3.1条至第2.6.8条的

要求。

第3.1.5条 在容易积灰和其它需遮盖的环境或户外场所，宜带有盖板。

第3.1.6条 在公共通道或户外跨越道路段，底层梯架上宜加垫板，或在该段使用托盘。

第3.1.7条 低压动力电缆与控制电缆共用同一托盘或梯架时，相互间宜设置隔板；在托盘、梯架分支、引上、引下处宜有适当的弯通；因受空间条件限制不便装设弯通或有特殊要求时，可选用软接板、铰接板；伸缩缝应配置伸缩板；连接两段不同宽度或高度的托盘、梯架可配置变宽或变高板。

第3.1.8条 支、吊架和其它所需附件，应按工程布置条件选择。

第二节 托盘、梯架规格选择

第3.2.1条 托盘、梯架的宽度和高度，应按下列要求选择：

一、电缆填充率不应超过有关标准规范的规定值。动力电缆可取 40% ~ 50%、控制电缆可取 50% ~ 70%。且宜预留 10% ~ 25% 的工程发展裕量。

二、所选托盘、梯架规格的承载能力，应符合第 3.3.1 条、第 3.3.2 条的规定。

三、工作均布荷载下的相对挠度不宜大于 1/200。

第3.2.2条 托盘、梯架直线段，可按单件标准长度（见第 2.2.3 条）选择。

第3.2.3条 各类弯通及附件规格，应适合工程布置条件，并与托盘、梯架相配套。

第3.2.4条 支、吊架规格选择，应按托盘、梯架规格层数、跨距等条件配置，并应满足荷载的要求。

第三节 荷载等级选择

第3.3.1条 工作均布荷载不应大于所选荷载等级的额定均布荷载。如果支、吊架的实际跨距不等于 2m 时，则工作均布荷载应满足：

$$q_G \leq q_E (2/L_G)^2 \quad (3.3.1)$$

式中 q_G ——工作均布荷载(N/m)；

q_E ——额定均布荷载(N/m)；

L_G ——实际跨距(m)。

第3.3.2条 工作均布荷载的确定：

一、工程条件下安装或检修确无需考虑附加集中荷载时，工作均布荷载按电缆自重均匀分布计。

二、安装或检修可能有附加集中荷载时，工作均布荷载按电缆自重均匀分布值与附加集中荷载的等效均布值之和计算。附加集中荷载的等效均布值可由下列公式换算：

$$q_p = 2p/L_G \quad (3.3.2)$$

式中 q_p ——附加集中荷载的等效均布值(N/m)；

p ——附加集中荷载，可按 900N 计。

第3.3.3条 桥架不得作为人行通道或站人平台。第 3.3.4 条 对跨距大于 6m、户外风雪作

用等特殊荷载的桥架，应按工程条件进行强度、刚度、稳定性的计算或试验验证。

第四节 表面防腐处理方式选择

第3.4.1条 应按工程环境条件、重要性、耐久性和技术经济性等因素，对桥架选择适宜的防腐处理方式。

第3.4.2条 一般情况宜按表 3.4.2 选择适于工程环境条件的防腐处理方式。当采用表中“ T ”类防腐方式时，应符合第 2.3.21 条的要求。环境条件等级的划分可见附录七。

表 3.4.2 表面防腐处理方式选择

环境条件				防腐层类别						
类型		代号	等级	Q 涂漆	D电 镀锌	P喷涂 粉末	DP 复合层	RQ	R热浸 镀锌	T其它
户 内	一般	普通型	J	3K5L、3K6						在符合 2.3.21 条规定 的情况 下确定
	0类	湿热型	TH	3K5L						
	1类	中腐蚀型	F1	3K5L、3C3						
	2类	强腐蚀型	F2	3K5L、3C4						
	0类	轻腐蚀型	W	4K2、4C2						
	1类	中腐蚀型	WF1	4K2、4C3						

注：符号“ ”表示推荐防腐类别。

第五节 支、吊架配置

第3.5.1条 确定支、吊架的跨距时，应满足第 3.2.1 条二、三款的要求。可按厂家提供的产品特性数据选用。

第3.5.2条 非直线段的支、吊架配置：

- 一、当半径不大于 300mm 时，应在距非直线段与直线段接合处 300 ~ 600mm 的直线段侧设置一个支、吊架。
- 二、当半径大于 300mm 时，除符合本条一款要求外，在非直线段中部还应增设一个支、吊架。

第3.5.3条 立柱应与托盘、梯架层间距离以及配置层数要求相适应。当需采用与本标准第 2.2.条的层间距离不同时，应指明具体要求。

第3.5.4条 托盘、梯架直线段每隔 50m，应预留伸缩缝 20 ~ 30mm。

第六节 防火

第3.6.1条 要求桥架防火的区段，可在托盘、梯架添加具有耐火或难燃性的板、网材料构成封闭或半封闭式结构，并在桥架表面涂刷符合《钢结构防火涂料应用技术规范》CECS24 90(中国工程建设标准化协会标准)的防火涂层等措施，其整体耐火性还应符合国家有关规范或标准的要求。

第七节 接地

第3.7.1条 桥架系统应具有可靠的电气连接并接地。

第3.7.2条 当允许利用桥架系统构成接地干线回路时。应符合下列要求：

- 一、托盘、梯架端部之间连接电阻不应大于 0.00033 Ω 。接地孔应清除绝缘涂层。
- 二、在伸缩缝或软连接处需采用编织铜线连接。

第3.7.3条 沿桥架全长另敷设接地干线时，每段（包括非直线段）托盘、梯架应至少有一点与接地干线可靠连接。

第3.7.4条 对于振动场所，在接地部位的连接处应装置弹簧垫圈。

第八节 桥架系统设计内容

第3.8.1条 桥架系统工程设计应与建筑结构，工艺以及有关专业密切配合，以确定最佳布置，其设计内容应含有：

- 一、桥架系统的平面布置图。
- 二、桥架系统的有关剖面图。
- 三、桥架系统所需托盘、梯架直线段、弯通、支、吊架规格和数量的明细表以及必要的说明。
- 四、有特殊要求的非标准件技术说明或详图。

附录一 桥架结构强度的计算方法

一、托盘、梯架的强度计算：

可将它简化为受均布荷载的简支梁，如附图 1.1(a)所示。其弯矩如附图 1.1(b)所示，最大弯矩在跨中，其表达式为：

$$M_{\max} = qL^2 / 8 \quad (\text{附 1.1})$$

式中 q ——作用在托盘、梯架上额定均布荷载；

L ——托盘、梯架的跨距。

托盘、梯架结构的最大弯曲正应力：

$$\sigma_{\max} = K_o \cdot M_{\max} \cdot Y_{\max} / I_x \quad (\text{附 1.2})$$

式中 K_o ——薄壁结构引起的综合修正系数。可取 1.5；

Y_{\max} ——托盘、梯架横截面形心 O 到最远点的垂直距离，如附图 1.2 所示；

I_x ——托盘、梯架横截面对 X 轴的惯性矩。

满足托盘、梯架强度要求的条件是：

$$\sigma_{\max} < [\sigma] \quad (\text{附 1.3})$$

式中 $[\sigma]$ ——托盘、梯架材料的许用应力，即为材料的屈服极限 σ_s 除以安全系数 1.5 的值。对 Q235A 钢取 $60 \times 10^3 \text{Pa}$

二、托盘、梯架最大挠度的计算：

托盘、梯架按简支梁计算，跨中最大挠度为：

$$f_{\max} = K_o \cdot 5qL^2 / 384E \cdot I_g \quad (\text{附 1.4})$$

式中 E ——材料的弹性模量。