



CECS 106:2000

中国工程建设标准化协会标准

铝合金电缆桥架技术规程

Technical specification for aluminum - alloy cable tray

2000 北京

中国工程建设标准化协会标准

铝合金电缆桥架技术规程

Technical specification for aluminum - alloy cable tray

CECS 106:2000

主编单位:中国工程建设标准化协会电气工程
委员会电缆分委员会
江苏华威电气(集团)公司
上海立新电讯器材股份有限公司

批准单位:中国工程建设标准化协会
施行日期:2000年10月1日

前 言

根据中国工程建设标准化协会(97)建标协字第 16 号文《关于下达 1997 年第二批批准推荐性标准编制计划的函》的要求,制定本规程。

本规程规定了铝合金电缆桥架的制造技术要求、试验、检测,以及工程设计和施工的技术要点。

现批准协会标准《铝合金电缆桥架技术规程》,编号为 CECS106:2000,推荐给工程建设设计、制造及施工单位采用。本规程由中国工程建设标准化协会电气工程委员会(北京宣武区广安门外南滨河路 33 号,邮编:100055)归口管理,并负责解释。在使用中如发现需要修改和补充之处,请将意见和资料径寄解释单位。

主 编 单 位:中国工程建设标准化协会电气
工程委员会电缆分委员会
江苏华威电气(集团)公司
上海立新电讯器材股份有限公司

参 编 单 位:国家机械局广州电器科学研究所
全国电站辅机行业电缆桥架专业委员会
上海海运学院测试研究室

主要起草人:刘培仁、陈茹会、王忠顺、刘建民、梁星才、沈一飞

中国工程建设标准化协会
2000 年 10 月 1 日

目 次

1 总则	(1)
2 术语	(2)
3 铝桥架的制造与检测	(5)
3.1 型号及规格	(5)
3.2 技术要求	(6)
3.3 试验方法	(9)
3.4 检验规则	(11)
3.5 计价、标志、包装、贮存	(12)
4 铝桥架的工程设计	(13)
4.1 型式及品种的选择	(13)
4.2 托盘、梯架规格选择	(14)
4.3 荷载等级选择	(14)
4.4 表面防腐处理方式选择	(15)
4.5 支吊架配置	(16)
4.6 防火	(18)
4.7 接地	(19)
4.8 桥架系统设计	(21)
5 铝桥架的施工技术要点	(22)
附录 A 铝桥架结构强度与稳定性的计算方法	(25)
附录 B 铝桥架荷载试验	(35)
附录 C 接头导电性试验	(39)
附录 D 环境条件等级	(40)
本规程用词说明	(41)
附:条文说明	(43)

1 总 则

1.0.1 为适应工程建设的需要,使铝合金电缆桥架(以下简称铝桥架)的制造及工程应用做到技术先进、安全可靠、经济适用、便于施工与运行维护,制定本规程。

1.0.2 本规程适用于工业与民用建筑中铝桥架的制造、试验与检测,以及工程设计与施工。

1.0.3 工程选用的铝桥架产品,应经国家认可的专业质量检验机构的检测与认证。

1.0.4 铝桥架的制造、工程设计和施工,除应执行本规程外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 铝合金电缆桥架(铝合金制电缆桥架装置的简称) alu-
minum - alloy cable tray system

由铝合金材料制作托盘或梯架的直通、弯通、附件以及支吊架等构成,用以支承电缆,具有连续刚性结构的总体装置。

2.0.2 梯架(梯形电缆桥架直接承托电缆的部件的简称) ladder
cable tray

由两根纵向侧边与若干根横档构成的梯形部件。

2.0.3 有孔托盘(有孔槽形电缆桥架直接承托电缆的部件的简
称) ventilaed trough cable tray

由带孔眼的底板和侧边所构成的,或由整块铝合金板冲孔后弯曲制成底部有孔的槽形部件。

2.0.4 无孔托盘(无孔槽形电缆桥架直接承托电缆的部件的简
称) solid bottom cable tray

由底板与侧边构成的或由整块铝合金板弯曲制成实底的槽形部件。

2.0.5 直通 straight section

一段不能改变方向或几何尺寸的用于直接承托电缆的刚性直线形部件。

2.0.6 弯通 elbow

一段能改变方向的用于直接承托电缆的刚性非直线形部件。

2.0.7 水平弯通 horizontal elbow

在同一水平面改变桥架方向的部件。分为 30°、45°、60°、90°四种。

2.0.8 水平三通 horizontal tee

在同一水平面以间隔 90°分三个方向连接桥架的部件。分为

等宽、变宽两种。

2.0.9 水平四通 horizontal cross

在同一水平面以间隔 90°分四个方向连接桥架的部件,分为等宽、变宽两种。

2.0.10 垂直上弯通 vertical inside elbow

使桥架从水平面改变方向向上的部件。

2.0.11 垂直下弯通 vertical outside elbow

使桥架从水平面改变方向向下的部件。

2.0.12 垂直三通 vertical tee

在同一垂直面以间隔 90°分三个方向连接桥架的部件。

2.0.13 变宽直通 reducer

在同一平面连接不同宽度桥架的部件。

2.0.14 支吊架(电缆桥架支承构件的简称) cable tray support

用于直接支承托盘、梯架直通、弯通的部件。有支架、悬臂支架、吊架等基本型式。

2.0.15 附件 accessories

用于直通之间、直通与弯通之间的连接件,或其它补充功能的部件。可包括:

1 连接板 splice plates 分:

1) 直线连接板(简称直接板) splice plate

2) 铰链连接板(简称铰接板) adjustable splice plates,分为水

平式 horizontal、垂直式 vertical 两种。

3) 变宽连接板(简称变宽板) offset reducing splice plate

4) 变高连接板(简称变高板) step-down splice plate

5) 伸缩连接板(简称伸缩板) expansion splice plate

6) 垂直支承板(简称支承板) vertical support plate

7) 桥架与箱体或楼板连接板 tray-to-box/floor splice plate

2 终端板 end plate

3 引下件 drop-out

- 4 盖板 cover
- 5 固紧件 hold - down device
- 6 隔板 barrier strip 或 divider

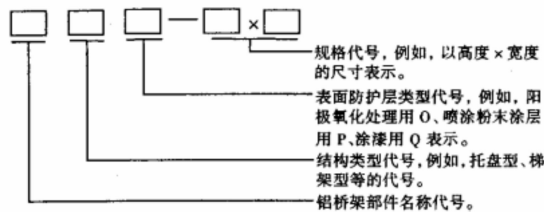
3 铝桥架的制造与检测

3.1 型号及规格

3.1.1 铝桥架型号宜由部件名称、类型及规格的代号组成：

- 1 部件名称、类型：用汉语拼音字母表示。
- 2 规格：铝桥架的侧边高度、宽度；弯通的弯曲半径；支吊架的规格尺寸等，可依次用阿拉伯数字表示。

3 型号示例：



3.1.2 铝桥架的常用规格尺寸系列应符合表 3.1.2 的规定；

3.1.3 托盘、梯架的直通单件标准长度可采用 2、3、4、6m。

3.1.4 托盘、梯架弯通的常用内侧弯曲半径应符合下列规定：

- 1 圆弧形：300、600、900 mm。
- 2 折弯形：两条内侧边的内切圆半径 300、600、900mm。

3.1.5 有孔托盘底部的通风孔面积，不宜小于底部面积的 40%。

3.1.6 梯架直通横档中心间距和梯架弯通横档 1/2 长度处的中心间距应采用 150 ~ 300mm；横档宽度应采用 25 ~ 50 mm。

表 3.1.2 铝桥架常用规格尺寸(mm)

高度 宽度	60	80	100	110	140	150	180	200
100	△							
200	△	△	△	△				
300	△	△	△	△	△	△		
400	△	△	△	△	△	△	△	△
500		△	△	△	△	△	△	△
600		△	△	△	△	△	△	△
800			△	△	△	△	△	△
1000			△	△	△	△	△	△

注:符号△表示常用规格尺寸

3.1.7 当托盘、梯架需多层设置时,托臂的层间净距离应符合本规程第 4.2.3 条的规定。

3.1.8 各种附件及支吊架在满足相应荷载的条件下,其规格尺寸应与托盘、梯架的直通、弯通系列相匹配。

3.2 技术要求

3.2.1 铝桥架用材料应符合下列规定:

1 铝桥架侧边及横档用挤压型材,宜选用牌号为 6063 (LD31)的铝合金,其材质性能应符合《铝合金建筑型材》GB/T5237 标准,供应状态宜采用 T5(RCS),精度等级宜采用普通级。支吊架用挤压型材,宜选用牌号为 5052(LF2)的铝合金,其材质性能应符合《工业用铝合金热挤压型材》GB6892 标准,供应状态宜采用 H112(R)。当工程条件有特殊要求时,材质由供需双方议定。

2 铝桥架用铝合金板材,宜选用牌号为 5052(LF2)的铝合金,其材质性能应符合《优质铝及铝合金冷轧板》GB10569 标准,供应状态宜采用 O(M)或 HX4(Y2)。

3 铝桥架用铝铆钉,应符合《抽芯铆钉技术条件》GB12615 ~ 12619 等标准。

4 气体保护电弧焊用焊丝,应符合《铝及铝合金焊丝》GB10858 标准。

3.2.2 铝桥架的结构及其承载能力应符合下列要求:

1 荷载等级:在支承跨距为 2m,按简支梁计算的条件下,托盘、梯架的额定均布荷载分为五级,应符合表 3.2.2 的规定。

表 3.2.2 荷载等级

荷载等级	A	A ₁	B	C	D
额定均布荷载 kN/m (kgf/m)	0.5 (50)	1.0 (100)	1.5 (150)	2.0 (200)	2.5 (250)

2 托盘、梯架、支吊架的结构应满足强度、刚度及稳定性的要求。其计算方法见附录 A。

3 托盘、梯架的承载能力,应按附录 B 荷载试验的规定予以验证。荷载试验中侧边开始出现失稳或最初产生永久变形时的均布荷载为破坏荷载。破坏荷载除以安全系数 1.5 的值为许用均布荷载,该值不应小于相应荷载等级所规定的额定均布荷载。

4 制造厂应给出各种型式规格的托盘、梯架的不同支吊跨距与许用均布荷载的关系曲线或数据表。

5 制造厂应给出各种型式规格的托盘、梯架在不同支吊跨距时,其许用均布荷载与挠度的关系曲线或数据表。

6 托盘、梯架直通在承受额定均布荷载时的相对挠度不宜大于 1/150。

7 各种型式的支、吊架,应能承受托盘、梯架相应规格、层数在支承跨距内的总荷载。

8 悬臂支架的托臂,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。

9 连接板、连接螺栓等受力附件,应与托盘、梯架、支吊架等

本体结构强度相适应。

3.2.3 铝桥架的表面处理,宜符合下列规定:

1 表面阳极氧化处理。氧化膜厚度级别应符合表 3.2.3-1 的规定。氧化膜需经封孔处理。

表 3.2.3-1 氧化膜厚度级别

级 别	最小平均膜厚(μm)	最小局部膜厚(μm)
AA10	10	8
AA15	15	12

2 表面喷涂聚氯乙烯(PVC)、环氧聚酯、耐候粉末或化工防腐粉末涂层,其技术质量应符合表 3.2.3-2 的规定。

表 3.2.3-2 喷涂粉末涂层技术质量指标

项 目	涂 料	聚氯乙烯(PVC)、	化工防腐粉末
		环氧聚酯、耐候粉末	
厚度	μm	≥ 60	≥ 80
附着力	级	2	2
冲击强度	kg. cm	≥ 50	≥ 50
柔韧性	mm	≤ 2	≤ 3
边角覆盖率	%	-	≥ 30
外 观		均匀光滑、不起泡、无裂纹、色泽均匀	

3 表面喷涂防腐漆、防腐涂料涂层,其技术质量应符合表 3.2.3-3 的规定。

表 3.2.3-3 涂漆、涂料涂层技术质量指标

项 目	防腐漆	重防腐涂料、耐候重防腐涂料
厚 度	μm	≥ 120
附着力	级	2
冲击强度	kg. cm	≥ 50
柔韧性	mm	≤ 3
外 观		平整、光滑、均匀、不起皱、无气泡

3.2.4 按工程要求,支吊架可采用铝制或钢制。钢制支吊架的材质及表面处理,应符合《钢制电缆桥架工程设计规范》CECS31:91的有关规定。

3.2.5 连接用螺栓、螺母、垫圈、自攻螺丝等紧固件,可采用碳钢或不锈钢材质,其技术质量应符合国家现行有关标准。碳钢制紧固件表面应经防腐处理,其技术质量应符合国家现行有关标准。

3.2.6 焊接应符合下列要求:

1 铝制件焊接应采用气体保护电弧焊,钢制支吊架应采用手工电弧焊。

2 焊缝表面应平滑均匀,焊缝不应有漏焊、裂纹、烧穿、未熔合、表面气孔、焊瘤等缺陷,焊缝咬边深度不大于0.5mm。

3.2.7 铆接应紧密牢固,不应有错位、偏斜、裂纹等缺陷。铆钉头不应有能损伤电缆的突起毛刺。

3.2.8 铝桥架的尺寸允许偏差应符合下列规定:

1 直通的单件长度偏差:当长度为2.3m时,±3mm;当长度为4.6m时,±4mm。

2 直通、弯通的宽度偏差:宽度不大于400mm时,±2mm;宽度大于400mm时,±3mm。

3 其它构件的尺寸偏差:按《一般公差 线性尺寸的未注公差》GB/T1804 标准 C 级的规定。

3.2.9 桥架表面应平整、光洁,工作表面不应有损伤电缆绝缘层的毛刺、锐边等缺陷。

3.2.10 利用铝桥架系统作为设备的接地导体时,制造厂应在铭牌中标明托盘、梯架纵向的最小金属横截面积。桥架端部相连接处的电阻值应不大于0.00033Ω。

3.3 试验方法

3.3.1 原材料应按供方质量证明书检查,必要时可做抽检试验。

3.3.2 荷载试验及挠度测试应符合附录 B 的规定。

3.3.3 阳极氧化膜厚度测定,应符合《铝及铝合金阳极氧化 阳极氧化膜厚度的定义和有关测量厚度的规定》GB8014 的规定,或用测厚仪测定。

3.3.4 表面涂层性能试验,应符合下列要求:

- 1 涂层厚度:按《漆膜厚度测定法》GB1764 标准。
- 2 附着力:按《机械产品表面防护层质量分等分级》JB/T8595 标准。
- 3 柔韧性:按《漆膜柔韧性测定法》GB/T1731 标准。
- 4 冲击强度:按《漆膜耐冲击测定法》GB/T1732 标准。
- 5 边角覆盖率:按《电工绝缘粉末试验方法》GB6554 标准。

3.3.5 钢制件表面镀锌层性能试验,应符合《钢制电缆桥架工程设计规范》CECS31:91 的有关规定。

3.3.6 铝桥架表面防护层人工气候试验可按表 3.3.6-1 的规定进行。试验后防护层外观质量分级应符合表 3.3.6-2 的规定。

表 3.3.6-1 各种防护类型铝桥架人工气候试验项目及周期

试验项目名称	试验方法标准编号	各防护类型的试验周期							
		户 内				户 外			
		J	F1	F2	W	WF1	WF2	H	
盐雾试验	GB/T2423.17 试验 Ka	96h	96h	240h	96h	96h	240h	240h	
高浓度二氧化硫腐蚀性气体试验 ¹⁾	GB/T2423.33 试验 Kca	—	4 周期	10 周期	—	4 周期	10 周期	—	
氨气试验 ²⁾	JB1045	—	4 周期	10 周期	—	4 周期	10 周期	—	
紫外线冷凝试验 ³⁾	GB/T14522	—	—	—	240h	240h	240h	—	

注:1) 二氧化硫腐蚀性气体的浓度为 17.5 mg/L;

2) 当使用环境为碱性介质时,进行浓度为 5 mg/L 的氨气试验;

3) 紫外线为 60℃、8h,冷凝为 50℃、4h 条件,只对防护层为粉末涂层、油漆、涂料的电缆桥架进行考核。

表 3.3.6-2 防护层外观质量分级规定

等级	阳极氧化膜	粉末涂料或油漆层
1	外观良好,光泽颜色无明显变化	表面外观良好,光泽颜色无明显变化
2	光泽颜色有轻微变化	涂层表面轻微褪色,轻微失光但无气泡等缺陷
3	光泽颜色有明显变化,底金属无腐蚀点	涂层表面色泽有明显变化,但无气泡等缺陷,底金属无锈点
4	光泽颜色明显变化,底金属有明显腐蚀点	涂层表面色泽明显变化且有气泡或底金属有明显锈点

经人工气候试验后,铝桥架应符合下列要求:

1 经盐雾或化学腐蚀气体试验后,表面防护层均应不低于表 3.3.6-2 规定的 3 级的要求,底金属包括边缘处均不得有明显的锈点产生。

2 对户外防腐型铝桥架,当采用耐候粉末涂料、防腐漆、耐候重防腐涂料作防护层时,经紫外线冷凝试验后涂层的光泽保持率应不低于原始光泽率的 50%,且表面应无气泡产生。

3.3.7 第 3.2.6 条~第 3.2.9 条所列内容可用目测法及通用量具检验。

3.3.8 桥架端部连接电阻试验应符合附录 C 的规定。

3.4 检验规则

3.4.1 出厂检验应符合下列规定:

1 铝桥架须经制造厂质量检验部门检验合格,并出具合格证后方可出厂。

2 出厂检验项目为:

- 1) 外观质量(全检);
- 2) 尺寸精度(抽检);
- 3) 焊接或铆接质量(全检);

4) 表面阳极氧化膜厚度、涂层厚度及附着力等技术质量(抽检)。

3.4.2 型式检验应符合下列规定:

1 具有下列情况之一时,应进行型式检验:

- 1) 新产品试制、定型鉴定;
- 2) 结构、材料、工艺有较大改变;
- 3) 停产一年后,恢复生产时;
- 4) 质量监督机构提出型式检验要求时。

2 型式检验项目为第 3.2 节及第 3.3 节的有关内容。

3.4.3 样品抽样及判定应符合下列规定:

1 检验样品应为随机抽样,抽样数量为每批产品的 2%,但不宜少于 3 件。型式检验样品数量按试验项目确定。

2 每批样品中有一项不合格时,应加倍抽样,对不合格项目进行复查。当仍不合格时,则判定该批产品不合格。

3 表面防护层质量,可允许直接对产品或对同一材料相同工艺制作的样片进行检验。

3.5 计价、标志、包装、贮存

3.5.1 铝桥架的直通宜按单位长度(m)计价,其它部件、附件宜按件计价。

3.5.2 产品的主要部件上应有清晰且不易损坏的标志。其内容宜包含:产品名称、型号、规格、制造厂名称、生产日期。

3.5.3 产品外包装上应有明显标志。其内容宜包含:产品名称、型号、规格、制造厂名称、工程项目名称、收货单位名称、毛重、净重等。

3.5.4 产品的包装、运输、贮存,参照《铝及铝合金加工产品的包装、标志、运输、贮存》GB3199 标准。

3.5.5 包装箱内应有装箱清单、产品合格证书及出厂检验报告。

4 铝桥架的工程设计

4.1 型式及品种的选择

4.1.1 对耐腐蚀性能要求较高或要求洁净的场所,如化工、石油、轻纺(化纤、腈纶)、医药、食品等工业及船舶、沿海地区等腐蚀性环境,宜选用铝桥架。

4.1.2 需屏蔽外部电气干扰的,应选用有盖无孔托盘。

4.1.3 需通风散热或防止雨雪积存的场所,宜选用有孔托盘或梯架。

4.1.4 在容易积灰、易燃粉尘或其他需遮盖的环境或户外场所,宜选用有盖托盘、梯架。

4.1.5 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无孔托盘。

4.1.6 低动力力电缆与控制电缆共用同一托盘或梯架时,相互间应设置隔板。

4.1.7 当桥架需改变方向时,宜配置相应的弯通。当受空间条件限制不便装设弯通或转角小于 30° 等特殊要求时,可选用铰接板。

4.1.8 桥架系统在分支时应配置相应的三通或四通。

4.1.9 在伸缩缝处应配置伸缩连接板。

4.1.10 连接两段不同宽度或高度的托盘或梯架,可配置变宽板或变高板。

4.1.11 支吊架和其他所需附件,应按工程布置条件选配。

4.1.12 可能有火波及的场所,支吊架宜用钢制。其他情况视工程条件,支吊架可采用钢制或铝合金制。

4.1.13 在核工业反应堆中,或铝与腐蚀介质化合析出氢气并可能聚集的场所,严禁使用铝桥架。

4.2 托盘、梯架规格选择

4.2.1 托盘、梯架的宽度和侧边高度应按下列要求选择:

1 应按电缆的数量、直径、配置层次及电缆荷重选择托盘或梯架的宽度和高度。在桥架内敷设的电缆应考虑载流量的影响,载流量修正值应按《电力工程电缆设计规范》GB50217的有关规定取用。

2 在托盘、梯架内电缆的填充率不宜超过下列规定:动力电缆 40%~50%,控制电缆 50%~70%,且宜预留 10%~25%的工程发展裕量。

4.2.2 托盘、梯架直通单件长度,可按支吊跨距、荷载及施工条件选择。

4.2.3 当托盘、梯架为多层布置时,层间净距离不宜小于 150mm。

4.2.4 根据电缆允许弯曲半径选择弯曲半径。

4.2.5 附件的规格应适合工程布置条件,并与托盘、梯架相配套。

4.2.6 支吊架规格的选择,应按托盘、梯架的规格、层数、跨距等条件配置,并应满足总荷载的要求。

4.3 荷载等级选择

4.3.1 工作均布荷载不应大于所选荷载等级的额定均布荷载。当跨距不等于 2m 时,则工作均布荷载应满足下列要求:

$$q_G \leq q_E \cdot (2/L_G)^2 \quad (4.3.1)$$

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)。

4.3.2 工作均布荷载的确定:

1 安装或检修中无需考虑附加集中荷载时,工作均布荷载可按电缆自重均匀分布计算。若在户外,应将该地区可能的风雪荷

载一并纳入计算。

2 安装或检修中可能有短时上人的附加集中荷载时,工作均布荷载按电缆自重均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按下列公式换算:

$$q_F = 2P/L_G \quad (4.3.2)$$

式中 q_F ——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。

4.3.3 对跨距大于 2m 或承载要求大于荷载等级 D 级的铝桥架,应按工程条件进行荷载试验验证。

4.4 表面防腐处理方式选择

4.4.1 铝桥架应根据不同的使用环境条件,按表 4.4.1 的规定选择合适的防护类型和相应的表面处理方式。各类使用环境等级的参数值见附录 D(其中海洋型的空气盐雾浓度按 $5\text{mg}/\text{m}^3$ 平均值考虑)。

表 4.1.1 防护类型及表面防腐处理方式选择

环境条件			防腐处理方式
防护类型	代号	使用环境条件等级	
户内	基本型	J BKSL,3K6,3K6L,3C2	阳极氧化膜 AA10 级
	中等腐蚀性	F1 3KSL,3C3	阳极氧化膜 AA15 级
	强腐蚀性	F2 3KSL,3C4	阳极氧化膜 AA10 级 + 喷涂粉末涂料或涂漆
	轻腐蚀性	W 4K2,4C2	阳极氧化膜 AA15 级
户外	中等腐蚀性	WF1 4K2,4C3	阳极氧化膜 AA15 级
	强腐蚀性	WF2 4K2,4C4	阳极氧化膜 AA10 级 + 喷涂粉末涂料
			阳极氧化膜 AA10 级 + 喷化工防腐粉末及耐候漆
	海洋型	H 4K2,4C3	阳极氧化膜 AA10 级 + 喷耐候重防腐涂料

4.4.2 一般情况宜按表 4.4.1 选择适于工程环境条件的防腐处

理方式。当工程耐久性要求高,铝桥架使用于有明显化学腐蚀介质,且长期处于相对湿度不小于85%的场所时,可选高级严酷等级的防护类型和防腐处理方式;当使用环境条件的相对湿度长期处于不大于70%的场所,也可选择低一级严酷等级的防护类型和防腐处理方式。

4.5 支吊架配置

4.5.1 水平直线段支吊架的设置,宜使托盘、梯架的连接点处于支吊点与1/4跨距之间。支吊架间距应不大于单节直通的长度,在两个支吊架之间不应出现一个以上的连接点,如图4.5.1-1所示。在一个伸缩连接板每侧的600mm以内应各设一个支吊架,如图4.5.1-2所示。

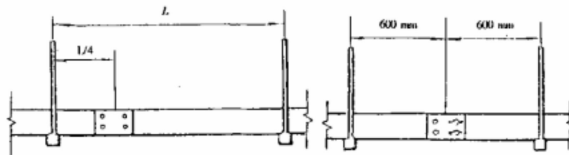


图 4.5.1-1 水平直段支吊架

图 4.5.1-2 伸缩板支吊架

4.5.2 在变宽板、水平铰接板每侧的600mm以内各设一个支吊架,如图4.5.2-1、图4.5.2-2所示。

4.5.3 在水平弯通接口处外侧的600mm内各设一个支吊架,且在弯通1/2角度处设一个支吊架($R=300\text{mm}$, $\alpha=45^\circ$ 、 30° 时可不设),如图4.5.3所示。

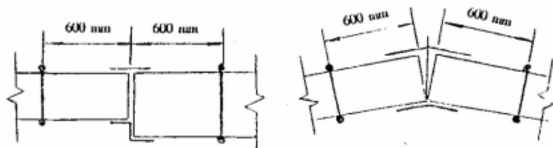


图 4.5.2-1 变宽板支吊架 图 4.5.2-2 水平铰接板支吊架

4.5.4 在水平三通、四通在每个接口处外侧 600mm 内各设一个支吊架。当弯曲半径大于 300mm 时,在三通、四通本身的每个接口内侧 $\frac{2}{3}R$ 处,各设一个支吊架,如图 4.5.4-1、图 4.5.4-2 所示。

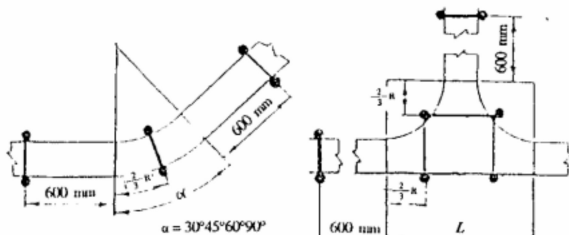


图 4.5.3 水平弯通支吊架 图 4.5.4-1 水平三通支吊架

4.5.5 在垂直铰接板连接处两侧 600mm 内应各设一个支吊架,如图 4.5.5 所示。

4.5.6 在垂直弯曲段上部弯通的两端设支吊架,在下部弯通的上端及下端外侧 600mm 内设置支吊架,如图 4.5.6 所示。

4.5.7 在垂直三通的每个接口处外侧 600mm 内设置支吊架,如图 4.5.7 所示。

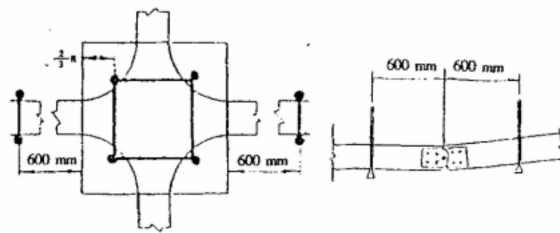


图 4.5.4-2 水平四通支吊架

图 4.5.5 垂直铰接板支吊架

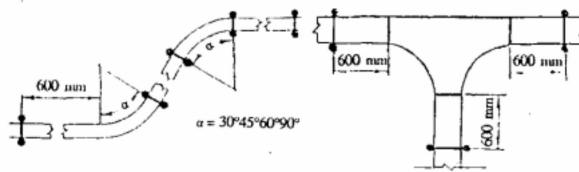


图 4.5.6 垂直弯段支吊架

图 4.5.7 垂直三通支吊架

4.6 防 火

4.6.1 铝桥架在防火区段使用时,应增加耐火或难燃性的措施。应按《电力工程电缆设计规范》GB50217 及相关标准的有关规定执行。

4.7 接 地

4.7.1 铝桥架系统应具有可靠的电气连接并接地。

4.7.2 当允许利用铝桥架系统构成接地干线回路时,应符合下列要求:

- 1 托盘、梯架端部之间连接电阻不应大于 0.00033Ω。
- 2 托盘、梯架的金属横截面积应符合表 4.7.2-1 的规定。

表 4.7.2-1 电缆桥架作为设备接地导体时对金属截面积的要求

熔断器最大电流、断路器跳闸设定或其保护继电器跳闸电流整定值(对电缆桥架系统中任何一个电缆回路的接地故障而言) A	铝桥架允许最小金属横截面积 ¹⁾	
	mm ²	in ² ³⁾
60	130	0.20
100	130	0.20
200	130	0.20
400	260	0.40
600	260	0.40
1000	390	0.60
1200	650	1.00
1600	970	1.50
2000 ²⁾	1300	2.00

注:1) 对梯架或托盘式桥架,指的是两侧边的总横截面积;

2) 当回路接地故障保护电流大于 2000A 时,不应用作设备接地导体;

3) 平方英寸。

3 在使用伸缩板或铰接板的连接处应采用编织铜线连接,其导线的截面积应符合表 4.7.2-2 的规定。

表 4.7.2-2 用于通道及设备接地导体(线)的允许最小尺寸

在设备、导管等前面的回路中的过电流 保护自动装置的整定电流不得大于下 列值 A	允许最小尺寸			
	铜 导 体		铝 导 体	
	mm ²	线号*	mm ²	线号*
15	2.5	14	4	12
20	4	12	6	10
30	6	10	10	8
40	6	10	10	8
60	6	10	10	8
100	10	8	16	6
200	16	6	25	4
300	25	4	35	2
400	25	3	35	1
500	35	2	50	1/0
600	50	1	70	2/0
800	50	1/0	95	3/0
1000	70	2/0	120	4/0
1200	95	3/0	120	250kcmill
1600	120	4/0	185	350kcmill
2000	120	250kcmill	240	400kcmill
2500	185	350kcmill	300	600kcmill
3000	240	400kcmill	400	800kcmill
4000	240	500kcmill	400	800kcmill
5000	400	700kcmill	600	1200kcmill
6000	400	800kcmill	600	1200kcmill

* 线号系按美国标准

4.7.3 沿铝桥架全长单独敷设接地干线时,其导体(线)的截面积应符合表 4.7.2-2 的规定,且每件托盘、梯架最少应有一点与接地干线可靠连接。

在铝桥架上不得用裸铜导体(线)做接地体。

4.8 桥架系统设计

4.8.1 桥架系统工程设计时应与建筑结构、工艺以及有关专业密切配合,以确定最佳布置。设计内容应符合下列规定:

1 系统设计应保证桥架能满足工程所需敷设电缆的总量,并留有裕度。

2 应正确选择荷载等级。估算电缆重量时宜考虑预留裕度的重量;对施工、检修的临时附加集中荷载或其它需要考虑的特殊荷载(如风载、雪载)应按恰当组合一并计算。

3 系统平面布置图中应标出桥架的路径走向,托盘或梯架的规格、层数,各类弯通的位置,变宽、变高板及伸缩板的设置点,支吊架的配置及各相关尺寸。

4 系统剖面图中应标出桥架的层间间距、支吊架的层间标高、路径走向的标高变动、支吊架的安装方式等。

5 应编制桥架系统所需托盘、梯架直通、弯通、支吊架及主要附件的规格和数量的明细表,并注明其荷载等级和表面防腐处理等技术要求。

6 系统设计时应优先选用标准系列产品,对工程所需的非标准件应给出详图及技术说明。

5 铝桥架的施工技术要点

5.0.1 铝桥架的施工,应按已批准的设计进行。当需要修改设计时,应经原设计单位同意。

5.0.2 铝桥架的安装,应按生产厂家提供的安装使用说明书或有关技术资料进行。

5.0.3 铝桥架严禁作为人行通道、梯子或站人平台,其支吊架不得作为起吊重物的支架使用。高空作业必须有规定的安全措施。

5.0.4 在搬运、吊装及施工时,应采取防止措施防止损伤铝桥架及其表面防护层。

5.0.5 施工时不得穿硬底鞋踩踏桥架,并防止施工工具跌落而损坏桥架。

5.0.6 当托盘、梯架表面有绝缘涂层时,应将接地点或需电气连接处的绝缘层清除干净。

5.0.7 表面有喷涂或油漆防护层的铝桥架,在切割、钻孔后应对其裸露的金属面用相应的防腐涂料或油漆修补。表面为阳极氧化处理的可不修补。

5.0.8 在振动场所及电气接地部位的连接紧固螺栓,应加装弹簧垫圈。

5.0.9 托盘、梯架的直线段配置,应每隔适当间距设置一个用伸缩连接板构成的伸缩缝,该间距的允许最大值应按工程环境最大温差按表 5.0.9 确定。

表 5.0.9 相邻伸缩缝的允许最大间距(伸缩缝调节最大值为 25mm 时)

环境最大温差 (°C)	20	30	40	50	60	70	80	90	100
相邻伸缩缝的允许最大间距(m)	53	37	28	21	18	15	13	12	11

5.0.10 托盘、梯架直线段安装时,伸缩缝的预留间隙应根据图 5.0.10 并按下列方式确定:

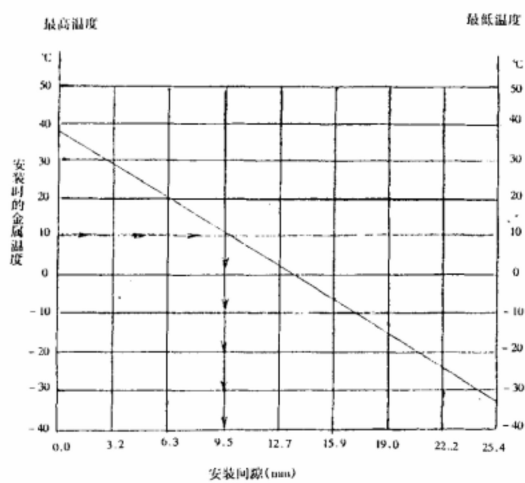


图 5.0.10 安装伸缩缝时的预留间隙(最大间隙 25mm)

- 1 在最高温度线上点出该桥架金属预计会达到的最高温度(例如:38℃);
- 2 在最低温度线上点出该桥架金属预计会达到的最低温度(例如:-33℃);

- 3 在上述两点之间连一直线；
- 4 在连线上点出安装时的温度,以找到安装伸缩时应设定的预留间隙(例如:10℃,预留间隙为9.5mm)。

5.0.11 托盘、梯架直线段在支吊架上的固定应符合下列要求(图5.0.11)

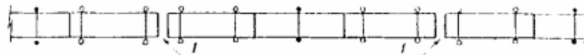


图 5.0.11 直线段在支吊架上的固定

~ 导向部件 - - 固定式压紧件 I - 伸缩连接板

1 在相邻伸缩缝之间中心处,以固定式压紧件将托盘、梯架固定在支吊架上。

2 在其余支、吊架上应采用导向部件约束托盘、梯架的横向位置,使托盘、梯架能从固定处沿两侧纵向伸缩。

3 伸缩连接板与托盘、梯架侧边的连接螺栓在安装时不要拧紧,以适应托盘、梯架纵向伸缩。

5.0.12 对安装在钢制支吊架上或用钢制附件固定的铝桥架,当钢制件表面为热浸锌时,可与铝桥架直接接触;当其表面为喷涂粉末涂层或涂漆时,则应在与铝桥架接触面之间用聚氯乙烯(PVC)或氯丁橡胶衬垫隔离。

5.0.13 敷设电缆时,在转弯处拖动电缆用的滑轮不应直接固定在铝桥架上,而可固定在钢骨架之类的结构上。

5.0.14 电缆在铝桥架上的固定,应符合《电力工程电缆设计规范》GB 50217的规定。

5.0.15 电缆敷设于敞开式桥架上,在施工完成后,对可能有坠落物而危及电缆的安全时,应加以防护。当设有盖板时,宜尽早盖好。

附录 A 铝桥架结构强度与稳定性的计算方法

A.0.1 托盘、梯架的强度应按下列方法计算:

可简化为受均布荷载的简支梁,如图 A.0.1-1(a)所示。其弯矩如图 A.0.1-1(b)所示,最大弯矩在跨中,计算公式为:

$$M_{\max} = q \cdot L^2 / 8 \quad (\text{N} \cdot \text{m}) \quad (\text{A.0.1-1})$$

式中 q ——作用在托盘、梯架上的额定均布荷载(N/m);
 L ——托盘、梯架的跨距(m)

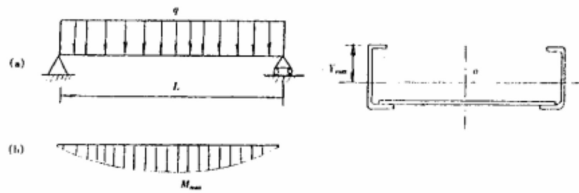


图 A.0.1-1 托盘、梯架的荷载及弯矩图 图 A.0.1-2 托盘、梯架的横截面
 托盘、梯架结构的最大弯曲正应力:

$$\sigma_{\max} = K_0 \cdot M_{\max} \cdot Y_{\max} / I_x \quad (\text{MPa 或 } 10^6 \text{ N/m}^2) \quad (\text{A.0.1-2})$$

式中 K_0 ——薄壁结构的综合修正系数,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(m),如图 A.0.1-2;
 I_x ——托盘、梯架横截面对中性轴的惯性矩(m^4)。

托盘、梯架的强度应满足下列要求:

$$\sigma_{\max} < [\sigma] \quad (\text{A.0.1-3})$$

式中 $[\sigma]$ ——托盘、梯架材料的许用应力(MPa 或 10^6 N/m^2),即为材料的屈服极限 $\sigma_{0.2}$ 除以安全系数 1.5 的值($\sigma_{0.2}$ 为残余应变达到 0.2%时的应力值,按材料牌号及供应状态,由厂家提供或试验确定)。

A.0.2 托盘、梯架的最大挠度应按下列方法计算:

托盘、梯架宜按简支梁计算,跨中最大挠度为:

$$f_{\max} = K_0 \cdot 5q \cdot L^4 / 384 \cdot E \cdot I_x \quad (\text{A.0.2})$$

式中 E ——材料的弹性模量(MPa 或 10^6 N/m^2)。厂家未提供数值时,应由试验确定。

A.0.3 托盘、梯架上翼板的局部稳定性应按下列方法计算:

当上翼板宽度远小于跨距($C \ll L$)时,翼板的局部稳定性近似为:

$$q_{\alpha} = 1.36 K_p \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{L^2 \cdot e_1} \left(\frac{\delta_1}{C_1} \right)^2 \quad (\text{N/m}) \quad (\text{A.0.3-1})$$

式中 q_{α} ——翼板的稳定临界均布荷载(N/m);

I ——单个侧边截面对形心轴的惯性矩(m^4);

δ_1 ——上翼板厚度(m)(见图 A.0.4);

e_1 ——总形心到上翼板中面的距离(m);

C_1 ——上翼板宽度(m);

K_p ——弹性模量、支承条件和初曲率等影响因素引起的修正系数,可取 0.25~0.3。

翼板稳定性的许用均布荷载值为:

$$[q_*] = q_{\alpha} / n_p \quad (\text{N/m}) \quad (\text{A.0.3-2})$$

式中 n_p ——稳定性安全系数,可取 1.5。

A.0.4 托盘、梯架腹板的局部稳定性应按下列方法计算:

$$q'_{\alpha} = K_p \cdot k_2 \frac{\pi^2 \cdot E \cdot \delta_2^3}{L^2} \quad (\text{N/m}) \quad (\text{A.0.4-1})$$

$$k_2 = \frac{2[6(1-\mu)/\pi^2 + a_3]}{3(1-\mu^2) [(1-3/\pi^2)(a_1 + a_2) - 6a_1/\pi^2]} \approx \frac{0.449}{(a_1 + a_2) - 0.873a_1}$$

$$a_1 = 1 - \frac{e_1 \cdot \delta_1 \cdot C_1 (e_1 - e_2)}{I} - \frac{e_3 \cdot \delta_3 \cdot C_3 (e_3 + e_2)}{I}$$

$$a_2 = \frac{h(e_3 \cdot \delta_3 \cdot C_3 - e_2 \cdot \delta_2 \cdot h - e_1 \cdot \delta_1 \cdot C_1)}{3I}$$

$$a_3 = \left(\frac{h}{L}\right)^2$$

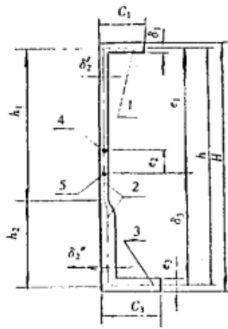


图 A.0.4 梯架一个侧边的计算示意图

1-上翼板 2-腹板 3-下翼板 4-腹板形心 5-总形心

式中 q'_{cr} ——腹板的稳定临界均布荷载(N/m);

K_2, a_1, a_2, a_3 ——计算参数;

δ_2 ——腹板厚度(m)。如果是变截面,可用下式折算(见图 A.0.4): $\delta_2 = \Sigma \delta_i \cdot h_i / \Sigma h_i$ (m)

h ——腹板高度(m);

e_2 ——总形心到腹板形心的距离(m)。总形心在腹板形心之上时, e_2 取负值;

δ_3 ——下翼板厚度(m);

C_3 ——下翼板宽度(m);
 e_3 ——总形心到下翼板中面的距离(m);
 μ ——横向收缩系数,取 $\mu = 0.3$;

其它符号与公式(A.0.3-1)相同,且仍取 K_p 值为 0.25~0.

3。

腹板稳定性的许用均布荷载值为:

$$[q'_s] = q'_s / n_p \quad (\text{N/m}) \quad (\text{A.0.4-3})$$

式中 n_p ——稳定性安全系数可取 1.5。

托盘、梯架必须同时满足上翼板和腹板的局部稳定性要求,且在新产品出厂前必须作荷载试验。

A.0.5 梯架横档的强度应按下列方法计算:

将横档视为简支梁。在中间 $B/2$ 长度上作用均布荷载,如图 A.0.5-1(a)所示,其弯矩如图 A.0.5-1(b)所示。跨中最大弯矩值为:

$$M_{\max} = 3q \cdot S \cdot B / 16 \quad (\text{N} \cdot \text{m}) \quad (\text{A.0.5-1})$$

式中 B ——横档长度(m);

S ——相邻横档之间距(m);

q ——作用在梯架上的额定均布荷载(N/m)。

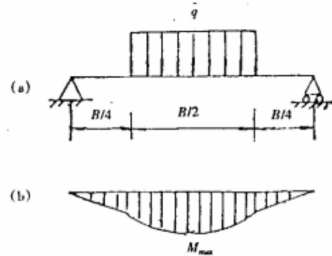


图 A.0.5-1 梯架横档荷载及弯矩图

横档的最大弯曲应力应满足下列要求：

$$\sigma_{\max} = M_{\max} \cdot Y_{\max} / I_x \leq [\sigma] \text{ (MPa 或 } 10^6 \text{ N/m}^2\text{)} \quad (\text{A.0.5-2})$$

式中 I_x ——横档截面对 X 轴的惯性矩(m^4)；
 Y_{\max} ——截面形 O 到最远点的垂直距离(m)，如图 A.0.5-2 所示。

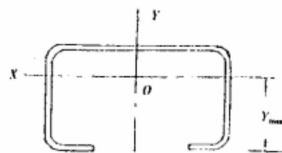


图 A.0.5-2 梯架横档截面

A.0.6 托臂的强度应按下列方式计算：

将托臂视为一端固支一端自由的悬臂梁，承受由托盘、梯架传来的荷载 P_1 ，其弯矩图如图 A.0.6-1 所示，最大弯矩 M_{\max} 在根

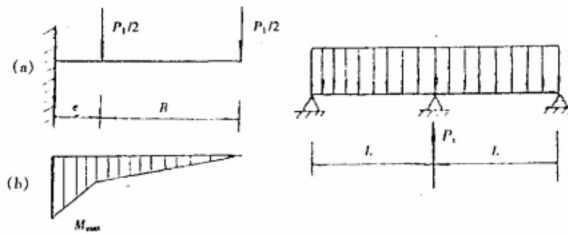


图 A.0.6-1 托臂荷载及弯矩图 图 A.0.6-2 托盘、梯架作用于托臂的总支承力

部,其值为:

$$M_{\max} = P_1(B/2 + e) \quad (\text{N} \cdot \text{m}) \quad (\text{A.0.6-1})$$

式中 e ——托盘、梯架里侧到托臂根部的距离(m);

P_1 ——托盘、梯架作用在托臂上的总支承力(N);按两跨超静定梁时,中间托臂所承受的支承力最大,如图 A.0.6-2 所示,其值为 $P_1 = 1.25q \cdot L$ (N),其中 q 为作用在托盘、梯架上的额定均布荷载(N/m), L 为托盘、梯架的支承跨距(m)。

当托臂截面形状对称时,最大弯曲应力应满足下列要求:

$$\sigma_{\max} = M_{\max} \cdot Y_{\max} / I_x \leq [\sigma] \quad (\text{MPa 或 } 10^6 \text{N/m}^2) \quad (\text{A.0.6-2})$$

式中 I_x ——托臂根部截面对 X 轴的惯性矩(m^4);

Y_{\max} ——截面形心 O 到最远点的垂直距离(m),如图 A.0.6-3(a)所示。

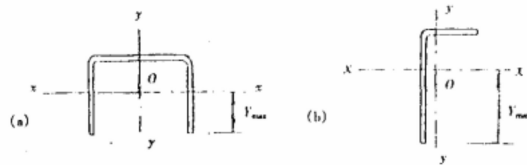


图 A.0.6-3 托臂横截面

当托臂截面形状不对称时,如图 A.0.6-3(b)所示,最大弯曲应力应满足下列要求:

$$\sigma_{\max} = M_{\max} \cdot (I_y \cdot Y - I_{xy} \cdot X) / (I_x \cdot I_y - I_{xy}^2) \leq [\sigma] \quad (\text{MPa 或 } 10^6 \text{N/m}^2) \quad (\text{A.0.6-3})$$

式中 I_x ——托臂根部截面对 X 轴的惯性矩(m^4);

I_x ——托臂根部截面对 Y 轴的惯性矩(m^4);

I_y ——托臂根部截面的惯性积(m^4);

X, Y ——截面最大应力点的坐标(m), 该坐标系的坐标原点必须放在截面形心处。

A.0.7 铝合金立柱的强度应按下列方法计算:

立柱结构如图 A.0.7 所示, 在强度计算时视为压弯杆或拉弯杆, 其最大应力为:

$$\sigma_{\max} = M \cdot Y_{\max} / I_x \pm P_i / A \leq [\sigma]$$

(MPa 或 10^6N/m^2) (A.0.7-1)

式中 M ——作用在立柱上的偏心力矩($\text{N}\cdot\text{m}$), $M = P_i \cdot S$;

S ——偏心距, 托盘、梯架对称轴到立柱形心轴之间的距离(m);

I_x ——立柱截面对 X 轴的惯性矩(m^4);

Y_{\max} ——截面应力最大点到 O 的距离(m);

P_i ——托臂传给立柱的竖直力(N);

A ——立柱截面积(m^2)。

为满足压弯构件的刚度和稳定性要求, 立柱的长细比 λ 尚应符合下列要求:

$$\lambda = L_c / \sqrt{I_x / A}$$

当 $[\sigma] \leq 110 \text{MPa}$ 时, $\lambda \leq 80$;

当 $[\sigma] \leq 140 \text{MPa}$ 时, $\lambda \leq 70$ 。

式中 L_c ——立柱的计算长度(m), 对一端固支, 一端自由的情况: $L_c = 2L$

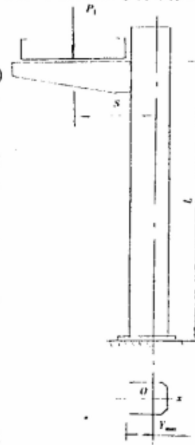


图 A.0.7 立柱结构
(A.0.7-2)

A.0.8 受剪螺栓的连接强度应按下列方法计算:

螺栓群配置方式如图 A.0.8 所示时,各螺栓所受均匀剪力为:

$$R_Q = Q/n \quad (\text{N}) \quad (\text{A.0.8-1})$$

式中 Q ——螺栓群所受的剪切力(N);
 n ——螺栓群的螺栓个数。

螺栓群受力矩 M 作用时,每个螺栓的受力方向垂直于螺栓与螺栓群中心的连线,其大小和螺栓群中心之间的距离成正比。根据这一假设可以导出下列关系式:

$$R_M^x = M \cdot Y_i / (\sum X_i^2 + \sum Y_i^2) \quad (\text{N}) \quad (\text{A.0.8-2})$$

$$R_M^y = M \cdot X_i / (\sum X_i^2 + \sum Y_i^2) \quad (\text{N}) \quad (\text{A.0.8-3})$$

$$R_i = \sqrt{R_M^x + (R_M^y + R_Q)^2} \quad (\text{A.0.8-4})$$

式中 R_Q ——单个螺栓由于剪力 Q 所承受的力(N);
 R_M^x ——单个螺栓由于力矩 M 所承受的力在 X 轴方向的分力(N);
 R_M^y ——单个螺栓由于力矩 M 所承受的力在 Y 轴方向的分力(N);
 R_i ——单个螺栓所承受的合力(N);
 X_i, Y_i ——每个螺栓与螺栓群中心的距离在 X、Y 轴方向的分量(m)。

受剪螺栓的强度应满足下列要求:

$$R_{\max} \leq [P] \quad (\text{N}) \quad (\text{A.0.8-5})$$

$$[P_1] = \pi d^2 \cdot [\tau] / 4 \quad (\text{N}) \quad (\text{A.0.8-6})$$

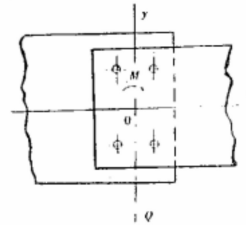


图 A.0.8 受剪螺栓群配置

式中 R_{max} ——单个螺栓所承受的最大合力(N);
 $[P]$ ——单个螺栓的容许剪力(N);
 $[P_1]$ ——由螺栓剪力所决定的抗剪切能力(N);
 $[\tau]$ ——螺栓的容许剪应力;对 Q235A 钢制螺栓取 96MPa;
 d ——螺栓直径(m)。

$$[P_c] = d \cdot \delta \cdot [\sigma_c] \quad (\text{N}) \quad (\text{A.0.8-7})$$

式中 $[P_c]$ ——由螺栓挤压所决定的抗挤压能力(N);
 $[\sigma_c]$ ——螺栓的容许挤压应力,对 Q235A 钢制螺栓取 220MPa;
 σ ——连接板厚,取两块被连接板中较薄者(m)。

当 $[P_1] > [P_c]$ 时, $[P] = [P_c]$;

当 $[P_1] < [P_c]$ 时, $[P] = [P_1]$ 。

A.0.9 受拉螺栓的连接强度应按下列方法计算:

受拉螺栓在力矩 M 作用下的强度计算作如下假设:对接面绕通过最边一排螺栓的 X' 轴翻转,各螺栓的拉力与螺栓到翻转轴 X' 的距离成正比,即按图 A.0.9 中所示的直线规律分布。

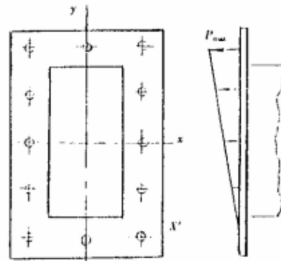


图 A.0.9 受拉螺栓群

根据以上基本假设,推导出螺栓所受的最大拉力为:

$$P_{\max} = M \cdot Y_{\max} / \sum n_i Y_i^2 \quad (\text{N}) \quad (\text{A.0.9-1})$$

式中 Y_i ——第 i 个螺栓离 X' 轴的距离(m);

n_i ——坐标同为 Y_i 的螺栓数目;

Y_{\max} ——离 X' 轴最远的螺栓坐标(m)。

受拉螺栓的强度应满足下列要求:

$$P_{\max} \leq [P_L] \quad (\text{N}) \quad (\text{A.0.9-2})$$

式中 $[P_L]$ ——单个受拉螺栓的容许拉力(N)。

$$[P_L] = \pi d_0^2 \cdot [\sigma_L] / 4 \quad (\text{N}) \quad (\text{A.0.9-3})$$

式中 d_0 ——螺栓的螺纹内径(m);

$[\sigma_L]$ ——螺栓材料的容许拉应力,对 Q235A 钢制螺栓取 128MPa。

注:当承载能力的计算值大于按本规程附录 B 试验验证确定的数值时,应以后者为准。

附录 B 铝桥架荷载试验

B.0.1 托盘、梯架试验应符合下列要求:

1 试样:

托盘、梯架的型材厚度、侧边高度、横档或底板与侧边的连接不同,或者任何部件的外形不同,都构成不同的设计结构。

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。

2 支承形式与跨距:

试验支承形式为简支梁,托盘、梯架两端及两侧不受任何约束,支承跨距按本条 9 款 1 项确定,允许偏差为 ± 30 mm。

3 支架:

支架如图 B.0.1 所示。

圆钢 2 焊接在底座 3 上。



图 B.0.1 试验用支架

1 - 托盘、梯架试件; 2 - $\Phi 25$ 圆钢; 3 - 钢支架底座;

4 - V 形钢条(宽 30 mm, 高 20 mm, 开有深 5 mm、 120° 的 V 形槽)

4 试样定位:

试样水平置放在支架上,两端用 V 形钢条支撑,两个圆钢中心距离为试验跨距长度,试件两端的外伸长度相等。

5 荷载材料:

可用拉力传感器或重物加载。荷载材料可用钢条、铅锭或其

它材料,钢条可用厚 3 mm,宽 30 ~ 50 mm,长度不大于 1 m 的扁钢。其它荷载材料宽度不大于 125 mm,长度不大于 300 mm,最大重量不超过 5 kg。

6 加载

为便于对梯架试样加载,当用重物加载时允许用厚 1 mm,长度不大于 1 m 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,钢板重量应计入荷载总重量。荷载材料之间及荷载与侧边距离均为 10 ~ 15 mm。加载至少分 10 次,每次加载值相等。

用传感器加载时,也应满足加载均匀、荷载与侧边距离均为 10 ~ 15 mm、加载次数不少于 10 次以及每次加载值相等的条件。

7 破坏荷载的确定:

在试样上逐步加载、卸载及测量,直至侧边的跨度中点产生跨距的 1/2000 的永久变形时,或者当侧边的翼板或腹板出现“曲屈—皱折”失稳现象时的均布荷载为破坏荷载。破坏荷载除以安全系数 1.5 即为托盘、梯架的许用均布荷载。

8 托盘、梯架的挠度测量与检查:

- 1) 采用游标高度尺或百分表等量具测量挠度。
- 2) 挠度测量方向与托架试样纵向轴线垂直,测点位于跨距中部两个侧边的中心。每次加载后,测量该两点读数的平均值,即为该荷载下的挠度值(挠度与跨距之比即为相对挠度)。
- 3) 每次卸载后,测量该点的残余变形量。检查侧边的翼板、腹板有无“曲屈—皱折”失稳现象。

9 荷载特性及挠度曲线的建立:

- 1) 许用均布荷载与跨距的关系曲线,应根据不少于四种跨距长度的测试数值绘制,跨距宜从 1 m 起,可按间隔 0.5 m 递增。
- 2) 挠度与相应的均布荷载或总荷载的关系曲线,即挠度曲线。

B.0.2 支、吊架试验应符合下列要求:

- 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。
- 2 支、吊架固定体及试样定位:**

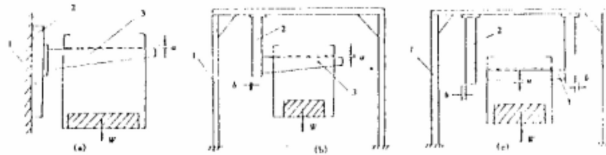


图 B.0.2 支吊架固定体和试件定位方式

1—支吊架固定体;2—支吊架或立柱;3—托臂

支、吊架固定体及试样定位方式,见图 B.0.2 所示。

- 3 托臂试验荷载按下式确定:**

$$W = A \cdot L(n_0 \cdot q_k + G) \quad (\text{B.0.2})$$

式中 A ——系数,两等跨梁的中间支吊架时取 1.25;
 L ——支、吊架相邻两侧等跨布置时的跨距(m);
 q_k ——每层托盘、梯架的额定均布荷载(N/m);
 G ——托盘、梯架及盖板、附件的自重(N/m);
 n_0 ——安全系数,取 1.5

- 4 加载:**

- 1) 按托盘、梯架的两侧边在托臂上的位置吊挂荷载。荷载可用钢块、铅锭或其它比重较大的材料,也可用拉力传感器等其它方式。加载主附件的重量应计入荷载总重量。
- 2) 试验时不应少于五次加载,每次加载量宜相等。
- 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

的试验荷载进行整体试验。

5 测量与检查:

1) 每次加载后,用百分表等测量 a、b 位移或变形量,以及卸载后的残余变形量,列出荷载与位移或变形量的关系曲线或数据表。

2) 检查焊缝或螺栓连接处有无裂纹、本体有无变形损坏,卡接式托臂有无下滑;当开始出现异常或托臂的相对挠度最大值超过 1/100 时,则判断不能满足要求。

附录 C 接头导电性试验

C.0.1 试样:

每个试样应包括两个长度 600 mm 的侧边及连接板、连接螺栓等。

C.0.2 试验方法:

按制造厂提供的说明,用连接螺栓把连接板和两个侧边连接在一起。

用 30A 的直流电流通过试样,在接头两边相距 150 mm 处的两个点上测量电压降,由测量得到的电压降与通过试样的电流,计算出接头的电阻值。

附录 D 环境条件等级

D.0.1 气候环境条件等级应符合表 D.0.1 的规定。

D.0.2 化学活性物质环境条件等级应符合表 D.0.2 的规定。

表 D.0.1 不同气候环境等级的气候环境参数

环境参数	等级			
	3K5L	3K6	3K6L	4K2
低温 °C	-5	-20	-20	-35
高温 °C	+40	+55	+40	+40
低相对湿度 %	5	10	10	10
高相对湿度 %	95	100	100	100
太阳辐射 W/m ²	700	700	700	1120
凝露条件	有	有	有	有
降水条件 mm/min	-	-	-	6
结冰条件	-	有	有	有

表 D.0.2 不同腐蚀等级的化学活性物质环境参数

环境参数 ¹⁾	等级					
	3C2,4C2		3C3,4C3		3C4,4C4	
	平均值 ²⁾	最大值 ²⁾	平均值	最大值	平均值	最大值
盐雾	有盐雾条件 ³⁾					
二氧化硫 mg/m ³	0.3	1.0	5.0	10	13	40
硫化氢 mg/m ³	0.1	0.5	3.0	10	14	70
氟 mg/m ³	0.1	0.3	0.3	1.0	0.6	3.0
氯化氢 mg/m ³	0.1	0.5	1.0	5.0	3.0	15
氟化氢 mg/m ³	0.01	0.03	0.05	1.0	0.1	2.0
氨 mg/m ³	1.0	3.0	10	35	35	175
臭氧 mg/m ³	0.05	0.1	0.1	0.3	0.2	2.0
氟化氮 ⁴⁾ mg/m ³	0.5	1.0	3.0	9.0	10	20

注:1) 在环境空气中有一种或一种以上化学气体浓度值符合本表的规定数值时,即属于该等级;

2) 平均值是长期数值的平均,最大值是在每天不超过 30 min 期间的极限值或峰值,如超过 30 min 则应提高等级;

3) 盐雾条件只作定性规定,不用以划分等级;

4) 相当于二氧化氮的值。

中国工程建设标准化协会标准

铝合金电缆桥架技术规程

CECS 106:2000

条文说明

本规程用词说明

一、为便于在执行本规程条文时区别对待,对要求严格程度不同的用词说明如下:

1. 表示很严格,非这样做不可的:

正面词采用“必须”,反面词采用“严禁”。

2. 表示严格,在正常情况下均应这样做的:

正面词采用“应”,反面词采用“不应”或“不得”。

3. 表示允许稍有选择,在条件许可时,首先应这样做的:

正面词采用“宜”,反面词采用“不宜”。

表示有条件,在一定条件下可以这样做的,采用“可”。

二、条文中指定应按其它有关标准、规范执行时,写法为“应符合……的规定”或“应按……执行”。

目 次

1	总则	(43)
2	术语	(44)
3	铝桥架的制造与检测	(45)
3.1	型号及规格	(45)
3.2	技术要求	(46)
3.3	试验方法	(49)
3.4	检验规则	(50)
3.5	计价、标志、包装、贮存	(51)
4	铝桥架的工程设计	(52)
4.1	型式及品种的选择	(52)
4.2	托盘、梯架规格选择	(54)
4.3	荷载等级选择	(54)
4.4	表面防腐处理方式选择	(55)
4.5	支吊架配置	(56)
4.6	防火	(56)
4.7	接地	(57)
4.8	桥架系统设计	(58)
5	铝桥架的施工技术要点	(59)

1 总 则

1.0.1 铝合金电缆桥架(以下简称铝桥架)以其具有耐腐蚀和重量轻的特点,在国外得到广泛应用。八十年代初随着技术设备的引进,在我国逐步应用,近几年铝桥架在海洋石油、化工、船舶、食品、轻工、电力等行业已得到广泛采用。为使铝桥架的制造、工程设计和施工有章可循,在参照美国电气制造商协会(NEMA)标准 NEMA VE1 - 1991《金属制电缆桥架装置》、NEMA VE2 - 1996《金属电缆桥架安装导则》等国外先进标准的基础上,结合我国目前铝桥架制造及工程应用的经验,制定本规程。

1.0.2 条文明确了规程的适用范围。本规程将产品制造、工程设计和施工等技术要求,纳入同一标准,这将有利于在工程建设中采用。

1.0.3 确保产品质量和工程质量是制定本规程的目的。工程建设质量要从源头抓起,不符合国家现行标准的产品,不能选用和安装。因此,明确了对铝桥架产品应实行国家认可的专业质量检测与认证。

2 术 语

对本规程需明确的专业性术语示明其定义,且包含术语的英文表示。除 2.0.6 条外,均与 NEMA VE1、VE2 标准基本一致。而弯通相当于 NEMA VE1、VE2 标准中 Cable tray fitting 的定义,是基于其功能并顾及国内厂家习惯的称呼。

3 铝桥架的制造与检测

3.1 型号及规格

3.1.1 列出了型号编制的基本原则及型号内包含的主要内容。考虑到目前各制造厂产品的实际情况,部件名称代号、结构类型代号未作统一规定。

3.1.2 托盘、梯架的宽度与侧边高度常用规格尺寸系列,是按国外和国内大多数厂家的规格确定的,以满足不同工程的需要。

3.1.3 托盘、梯架直通单件长度,最常用的是 2 m 和 3 m,因铝型材是挤压成型的,制作长度可达 4、6 m,故也列为单件标准长度。当工程需要 6 m 以上的单件长度以满足大跨距支吊要求时,应根据荷载等工程条件确定其结构,故不列为标准长度。

3.1.4 托盘、梯架弯通内侧弯曲半径是为适应常用电缆允许弯曲半径确定的,与美国 NEMA VEI 标准相同。

对于折弯型弯通,其内折边长度为折角内切圆在两条内侧边上的两个切点的连线长度。

对于 90°直角弯,其内折边长 $A = \sqrt{2} \cdot R$,外侧边根据敷设电缆的需要可为直角形或折角形(见图 1);60°折角弯 $A = R$;45°折角弯 $A = 0.77R$;30°折角弯 $A = 0.52R$ 。

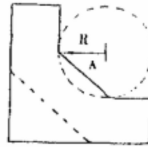


图 1 折弯形弯通

3.1.5 有孔托盘底部开孔面积系参照美国 NEMA VEI 标准;“可通风的底部需有足够的开孔让空气通过,利用不大于表面积的 60% 来支撑电缆”而制定的。

3.1.6 梯架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。美国 NEMA VEI 标准为 152、229、305、

457 mm,加拿大为 250、300、500 mm,日本为 250 mm,与之相近,也符合国内大多数厂家的现况。

3.1.7~3.1.8 仅提出原则要求,由制造厂按托盘、梯架系列配套,以满足工程设计需要。

3.2 技术要求

3.2.1 规定铝桥架制造常用的型材、板材牌号是基于下述分析:

6063(LD31)、5052(LF2)牌号的铝合金,具有中等以上的抗拉强度和弹性模量,良好的抗蚀性能和焊接、切削等工艺性能,且有优良的阳极氧化性能,可根据抗蚀要求处理成不同厚度的氧化膜,还具有无应力腐蚀倾向或应力腐蚀开裂倾向小的优良性能。因此,选用 Al-Mg 系及 Al-Mg-Si 系铝合金作为桥架材料是合理的(详见《桥架用铝合金材料性能分析及选用》,东南大学材料科学与工程系,1998.6)。

6063(LD31)铝合金具有良好的热塑性,可高速挤压成结构复杂、薄壁、中空的各种型材,国内外制造厂一般用来制作桥架的侧边和横档。

5052(LF2)铝合金有良好的耐蚀性,冷作硬化后有较好的机械强度。型材一般用于制作支吊架等结构件,板材则一般用于制作连接板、盖板等部件。

美国国家标准协会(ANSI)与电子电气工程师学会(IEEE)制订的标准《发电厂电缆系统设计与安装导则》ANSI/IEEE std 422-1986、《变电所电缆系统设计与安装导则》ANSI/IEEE std 525-1992 中,载有铝桥架的材料推荐采用 6061-T6、6063-T6 和 5052-M34 铝合金,且指出需注意其强度方面的差别。日本制造厂也采用 6063-T5 铝合金作电缆桥架(见《电气与工事》1980.No.3)。

3.2.2 铝桥架的强度及荷载等级

1 承载能力是铝桥架的主要性能之一。明确划分荷载等级,

有利于制造标准化、系列化,且便于工程合理选用。

美国 NEMA VE1 标准给出了在四种支承跨距(8、12、16、20ft)条件下划分的三个荷载等级:

A 级	501b/ft	(744N/m)
B 级	751b/ft	(1116N/m)
C 级	1001b/ft	(1488N/m)

为简化,本规程只规定在 2 m 的支承跨距条件下,分为 A、A₁、B、C、D 五个荷载等级。除 A 级、A₁ 级适于不考虑附加集中荷载的条件外,其余均可承受一定的附加集中荷载。如果减去附加集中荷载,则 B、C、D 级分别与美国 NEMA VE1 标准的 A、B、C 级相近。

本规程对荷载等级的划分,与《钢制电缆桥架工程设计规范》CECS 31:91 规定的差别仅是增加了 A₁ 级,以便于工程合理选用。

2 托盘、梯架和支吊架在不满足强度及稳定性要求时应用,曾出现过垮塌事故。

在美国《国家电气规范(NEC)》的多次版本中,包括 1999 年版 § 318 - 5 条款,对电缆桥架的结构,均明确应满足强度与刚度的要求;日本对电缆桥架构造也提出此要求(见《电气与工事》1994. No.4 和 1997, No. 10)。

基于铝合金型材构件的强度、抗压稳定性不及钢构件(如《工程建设标准化》1995, No. 2 载“盐城市铝合金塔倒塌原因浅析”),参照国际标准化组织技术报告 ISO/TR 11069 - 1995《铝结构材料与设计—静载荷下的极限状态》,并专门进行了铝合金电缆桥架力学性能的分析与验证(详见《电缆桥架的稳定分析》,上海海运学院学报,1998. 12;《电缆桥架稳定分析中的支承变分》,上海海运学院学报,1998. 6;《论电缆桥架的腹板稳定性》,应用力学,99 年增刊等),除强度破坏因素外,还发现电缆桥架的上翼缘及腹板的局部失稳,也是桥架破坏的重要原因。因而综合拟定了本条要求。

3 电缆桥架承载能力确定原则是,通过荷载试验来测定其破坏荷载,而破坏荷载除以安全系数 1.5 得出许用均布荷载,与

NEMA VE1 标准相同。但本规程判定破坏荷载的方法更具体明确,反映强度与稳定性两个方面较为完整,是根据专题分析与试验验证所确立。对 ISO/TR 11069 - 1995 计算方法应用于电缆桥架进行分析验证后发现,由于铝合金材料的非线性性质,因此稳定性判别难以由计算单一确定,还需经试验核定。安全系数取 1.5 是基于编制《钢制电缆桥架工程设计规范》时已进行的论证,其分析仍适用于铝桥架。

4~5 托盘、梯架的跨距与许用均布荷载的关系曲线或数据表 and 不同支吊跨距下的许用均布荷载与挠度的关系曲线或数据表,是反映产品性能和主要技术指标之一,也是工程设计选用所必需的技术依据,因此,规定生产厂家应通过试验给出。

6 托盘、梯架的相对挠度是考核托盘、梯架刚度的指标,而不是反应承载能力的大小。美国 NEMA VE1 标准中载明:“正常使用情况下,电缆桥架设计中不包括挠度限值,如有特殊情况可向制造厂提出。从美观出发而限制挠度,只会导致是偏保守的桥架装置”。加拿大 CAN/CSA - C22.2NO.126 标准也表达了相同观点。国外关于相对挠度值有:日本取 1/300(见《电气与工事》1980, No. 3, 1997, No. 10)、加拿大取 1/200。国内在制造与工程中曾取 1/200 或 1/150,鉴于铝型材的弹性模量约为钢材的 1/3,因而铝桥架比钢桥架的相对挠度值可放宽,在《钢制电缆桥架工程设计规范》CECS 31:91 中取 1/200,故有本条规定。可认为这一指标较为先进,较适于国情。

7 调查表明,工程实践中曾有支、吊架因未充分考虑多层托盘、梯架可能的实际总荷载,而出现强度、稳定性不能满足的失败教训,故拟定本条文。

8 根据支承托盘、梯架额定荷载的托臂力学性能试验结果,归纳而拟定了本条文,可实现在满足强度条件下确保桥架系统的整体稳定性。

9 连接附件的强度可在支吊架荷载试验中验证。若达不到

本体结构强度的要求,则需修改连接件、附件(包括连接螺栓)的结构设计。

3.2.3 铝桥架表面处理方式是按大多数可能的工程环境条件及耐腐蚀要求制定的。铝合金表面经阳极氧化处理后具有良好的耐腐蚀性能,推荐的级别是引自《铝合金建筑型材》GB/T 5237。当工程环境条件恶劣或对耐腐蚀性能要求高而单一的阳极氧化膜不能满足时,可在铝桥架表面增加复合涂层(详见广州电器科学研究所环境技术研究中心《铝合金电缆桥架大气暴露试验》1998.7等专题报告)。表 3.2.3-2、表 3.2.3-3 系根据目前工程应用效果较好的表面涂装材料的技术质量要求制定的。

3.2.6 铝制件采用气体保护焊,例如氩弧焊可获得较好的焊接质量。本条对焊缝外观质量提出了要求,可进行检查控制,以确保焊缝质量。焊缝的机械性能随整体荷载试验考核。

3.2.8 本条系参照国内制造厂家的技术条件制定的。

3.2.10 本条系参数美国 NEMA VE1 标准 § 4.3.2 及《国家电气规范(NEC)》1999 年版 § 318-7(3)条款。连接处电阻值要求参见 4.7.2 条文说明。

3.3 试验方法

3.3.1 本条的目的是防止错用材料,把住材料进货质量关。

3.3.2 附录 B 荷载试验含托盘、梯架和支吊架两部分。

1 托盘、梯架的试验,按简支梁形式较按连续梁更偏于安全。与美国 NEMA VE1 标准相同。

2 支吊架的试验,应按实际支承方式进行。以往工程中曾有未进行本项试验验证而出现支吊架强度不够的事故教训,应予重视。

3.3.6 人工气体试验的目的是考核表面防护层的耐腐蚀和抗老化性能。试验项目及防护层外观质量分级是参照《户内户外钢制

电缆桥架防腐环境技术要求》JB/T 6743,且为适应铝桥架在船舶及沿海地区等使用需要,在防护类型中增加了海洋型,又在试验项目中增加了氨气试验,以考核在碱性环境的耐腐蚀性能。

3.3.8 测量方法系参照美国 NEMA VE1 标准。

3.4 检验规则

3.4.1 产品出厂检验属于常规检验,为确保质量,对影响产品技术性能及安全性能的项目列为出厂检验项目。

焊接和铆接处是受力的关键部位,其质量好坏,直接影响使用安全性,故规定全检。

氧化膜厚度或喷涂、油漆层的厚度及附着力,是决定产品耐腐蚀性能及使用寿命的重要指标,考虑在相同工艺下其质量的差异不会很大,故规定为抽检。

3.4.2 对产品质量进行全面考核,即对规定的技术要求全部进行检验称为型式检验。

本条是根据《标准化工作导则 产品标准编写规定》GB 1.3 制定的。对其中“产品长期停产后”的规定,本规程定为“停产一年后”,较为明确。

3.4.3

1 产品抽检系指产品出厂检验时的抽检和做型式检验时的抽检。抽检的样品应从成品中随机抽取,以保证样品与总体的一致性。

3 表面防护层检验时,如用无损检测方法,可直接对产品进行检测;如对产品有损坏时,可以用同一材料相同工艺制作的试件检验,必要时也可做破坏性检测。

3.5 计价、标志、包装、贮存

3.5.1 迄今国内不少工程建设单位与生产厂仍沿用以往习惯按重量计价,这不利于产品优化设计,造成材料浪费,增大工程造价。本条的规定有利于技术进步和控制工程投资,也符合国际招标的惯例。

3.5.2~3.5.3 产品标志系根据《标准化工作导则 产品标准编写规定》GB 1.3,并结合铝桥架产品的特点制定的。

4 铝桥架的工程设计

4.1 型式及品种的选择

4.1.1 铝桥架在国外早已广泛用于发电厂、变电所以及化工、食品、污水处理、医院等场所和潮湿、滨海地区,国内现也同样被重视,有日益扩大应用之势。这不仅是因为其有质轻、强韧、加工制作方便和美观等优点,还在于具有优越的耐腐蚀性。从日本对不同牌号铝合金板材与镀锌钢板的长期大气暴露试验结果来看(见表1),铝合金具有良好的耐腐蚀性能,优于镀锌钢板。

表1 大气暴露试验腐蚀深度(mm)

时间 场所 (年)	蒲原滨海区		海岸工业区		东京工业区		大阪工业区		
	10	20	10	20	10	20	10	20	
铝 合 金	1200	0.055	0.072	0.081	0.107	0.085	0.202	0.137	0.217
	5052	0.035	0.042	0.072	0.09	0.06	0.067	0.077	0.085
	6063	0.025	0.204	0.045	0.168	0.054	0.16	0.039	0.288
镀锌钢板	0.38	*	穿透0.38	*	穿透0.38	*	0.374	*	

注:本表引自《电气与工事》1980, No.3

*表示原形已不复存在。

4.1.2 有盖无孔托盘是一个封闭的金属壳体,具有抑制外部电磁感应干扰,适于微机监控的低电平信号、弱电回路控制电缆与动力电缆并行敷设的场所。

4.1.3 有孔托盘或梯架有利于电缆的通风散热,在户外还可防止雨水积存。

4.1.4 为防止灰尘堆积在托盘或梯架内,影响电缆的通风散热,尤其是堆积易燃粉尘还可能酿成火灾;在铝桥架上部可能有重物坠落或检修施工时有电焊火花溅落;为防止户外日光照射加速电缆护套老化及影响电缆载流量等,均宜加装盖板。

4.1.5 底层梯架的下部加垫板是为防止外部机械损伤电缆。

4.1.6 为防止动力电缆故障波及或电磁感应干扰,用设置隔板方式可保证控制电缆正常运行。本条规定与美国《国家电气规范(NEC)》§ 318-6的要求相同。

4.1.7~4.1.8 为使桥架系统整齐、美观、完整。

4.1.9 见第5.0.9条说明。

4.1.11 托盘、梯架所需附件及支吊架的品种,可根据托盘、梯架的型号、规格、长度、路径和安装方式确定。

4.1.12 铝桥架的支吊架可采用铝合金制或钢制,一般按耐腐蚀要求、承载能力及技术经济等综合分析后选定。但对可能着火波及的场所,鉴于火焰温度可达800~1000℃以上,超过了铝材熔融温度660℃,为避免梯架、托盘坍塌,在缺乏可靠耐火涂层时,不宜采用铝合金支吊架。

4.1.13 我国某核电厂的安全分析报告指出:在美国橡树岭国立实验室进行腐蚀试验结果表明:只有铝和锌的腐蚀速率对增加安全壳内大气中的氢浓度有影响。每腐蚀1kg铝可产生1.25m³的氢气,每腐蚀1kg锌可产生0.343m³的氢气。以上实验说明,铝与碱性的安全壳喷淋硼酸溶液的反应比另一些电站用材料(例如,镀锌钢、铜、铜镍合金等)的反应大得多。因此,铝在安全壳内是限制使用的,并规定不用于与再循环堆芯冷却溶液接触的有关设备。

美国国家标准协会/电子电气工程师学会标准《发电厂电缆系统设计和安装导则》ANSI/IEEE Std 422-1986载明:“在遭受某些化学喷雾时,铝可与喷雾化合而析出氢,须避免氢气可能聚集到爆炸的浓度。”

4.2 托盘、梯架规格选择

4.2.1 对桥架的宽度和高度选择,除应满足所需敷设的电缆总截面外,还应满足电缆在桥架内敷设的允许填充率及裕量。

4.2.2 托盘、梯架直通单件长度不应小于支承跨距,以避免在一个支吊跨距内出现一个以上的连接点。

4.2.3 桥架层间的有效空间距离是为了方便电缆敷设。为适应大截面动力电缆的敷设,层间间距可适当增大。

4.2.4 本条是为保证电缆敷设弯曲时不受损伤。

4.2.6 支吊架规格、型式与跨距的选择,直接影响桥架系统的安全可靠。支吊架在设计跨距下,应满足单(双)侧、单(多)层桥架对工作总荷载及自重的承载要求,其它受力附件应与支吊架本体的强度相适应。

4.3 荷载等级选择

4.3.1 荷载等级中规定的额定均布荷载是在 2 m 跨距条件下确定的。在实际工程使用时往往跨距小于或大于 2 m,为满足工作均布荷载要小于额定均布荷载的要求,可按本条文给出的实际跨距下的允许工作均布荷载与额定均布荷载的换算公式进行计算,也可从制造厂给出的许用均布荷载与跨距的关系曲线中查得。

均布荷载与支吊架跨距的平方成反比。当桥架实际跨距 L_G 为 3、4、5、6 m 时,按公式(4.3.1)计算,则得出相应跨距下的允许工作均布荷载:

$$3 \text{ m 时: } q_G \leq 0.44 q_R$$

$$4 \text{ m 时: } q_G \leq 0.25 q_R$$

$$5 \text{ m 时: } q_G \leq 0.16 q_R$$

$$6 \text{ m 时: } q_G \leq 0.11 q_R$$

可见支吊跨距越大,梯架、托盘的承载能力越小。

4.3.2 工作均布荷载的确定:

1 工作均布荷载按电缆重量均匀分布计算,应包括留有电缆敷设裕度的重量。

2 换算公式(4.3.2)是根据最大弯矩值相等的条件推导出的。只有一个集中荷载 P 作用在简支梁的跨中时的最大弯矩为:

$$M_{1\max} = P \cdot L_0 / 4 \quad (\text{公式 1})$$

而受均布荷载作用时的最大弯矩为:

$$M_{2\max} = q_P \cdot L_0^2 / 8 \quad (\text{公式 2})$$

当 $M_{1\max}$ 与 $M_{2\max}$ 相等时,就得出等效均布荷载的表达式。

附加集中荷载及其数值与《电力工程电缆设计规范》GB 50217 的规定一致,与美国 NEMA VE1 标准的规定以及 ANSI/IEEE Std 422 - 1986、ANSI/IEEE Std 525 - 1992 标准示明附加集中荷载值 200 磅(890N)也相同。

4.3.3 为确保工程安全作此规定。

4.4 表面防腐处理方式选择

4.4.1 环境条件等级划分系参照《户内外钢制电缆桥架防腐环境技术要求》JB/T 6743 制定,防腐处理方式的分类则借鉴国内外试验结果及工程实践经验制定的。按环境等级、耐久性及经济分析后,可合理选择防腐处理方式。

铝合金防腐处理方式通常采用阳极氧化,日本对氧化膜厚度与耐腐蚀效果的测试结果表明(见表 2),当氧化铝膜在 $6 \mu\text{m}$ 以内时仍多出现腐蚀,当氧化铝膜厚度大于 $15 \mu\text{m}$ 时能保持良好耐腐蚀性。

表 2 氧化膜厚度与耐蚀效果

铝合金型号	1100	3003	4043	5052	6063
氧化膜厚度(μm)					
5	1年 P	10~12个月 P	8~10个月 P	1年 P	1年 P
10	2.5~3年 P	2.5~3年 P	1.5~2年 P	3年 P	3年 P
15	P	P	4~5年 P	P	P
20	NP	P	P	NP	NP
25	NP	NP	NP	NP	NP

注:本表引自《古河电工时报》第 70 号,1980, No. 7, 系在轻度工业区测试 5~6 年的结果。P—出现腐蚀凹痕;NP—目测未见腐蚀凹痕。

在强腐蚀环境或要求耐蚀寿命长而阳极氧化耐蚀性能不够时,可采取表面喷涂附加防护涂层,如聚氯乙烯、环氧聚酯、耐候粉末、氟碳酰胺、化工防腐粉末涂料或重防腐涂料等涂装处理,并注意边锐部位的覆盖保护。当同时在户外环境使用时,尚需采用耐太阳辐射性能良好的涂料品种,如脂环族聚氨酯、耐候重防腐涂料、丙烯酸涂料等。表 4.1.1 所列仅是较成熟的推荐。

4.4.2 长时期处于高相对湿度的场所,系指气温不小于 20℃,相对湿度不小于 85%,每天连续 6 h 以上,全年累计超过三个月的场所。长时期处于较低相对湿度的场所,系指相对湿度的月平均最高极限值不大于 70%的场所。

4.5 支吊架配置

4.5.1~4.5.7 均系参数美国 NEMA VE2 标准制定。

4.6 防 火

4.6.1 鉴于电缆等着火时火焰温度常达 800℃以上,而铝与钢的

熔点分别为 660℃与 1080℃左右,从耐火性能来看,铝合金较钢制品差,因而对铝桥架采取的防火措施比钢桥架更应严格。美国 ANSI/IEEE Std 422 - 1986、ANSI/IEEE Std 525 - 1992 标准中均载有“在火灾情况下,铝合金桥架结构的完整性与钢桥架的比较应加以考虑。”

4.7 接 地

4.7.1 本条的要求与《电力工程电缆设计规范》GB 50217 的规定一致。

4.7.2 参照美国《国家电气规范(NEC)》1999 年版(此前所见 1978 年版载有同一规定)和 NEMA VE1 - 1991 标准制定,分述如下:

1 美国 NEMA VE1 标准 § 4.3.2 载有“桥架连接处距端部 6 英寸的两点间通过 30A 电流所测定电阻不得超过 0.00033Ω”。

2 表 4.7.2 - 1 系引用美国《国家电气规范(NEC)》§ 318 - 7 的规定。

3 表 4.7.2 - 2 系引用美国《国家电气规范(NEC)》§ 250 - 95 的规定。

4.7.3 电缆桥架是否允许作接地干线,宜由强制性国家标准明确。美国《国家电气规范(NEC)》关于金属制电缆桥架允许作为设备接地导体的条款 § 318 - 3(c),1992 年版内容为“当长期维护和管理保证只有专职人员服务于安装好的电缆桥架时,应允许电缆桥架的金属用于商业和工业设施中作设备接地导体,且符合表 318 - 7(b) (2)要求”1999 年版稍有修改,以“确信”替代“保证”,且删去了“只有”和“商业和工业设施”。NEMA VE2 标准载有:“当电缆桥架最大能承受的电流不能满足所用的保护装置的性能时,则电缆桥架不能作为接地体用,须有独立的接地体与每根电缆连接或与桥架连接”。且为防止电化学腐蚀美国 NEMA VE2 标准载明“裸钢接地体(EGC)不能用于铝质电缆桥架”。

可见,本条与 4.7.1 条分别适应工程所需。

4.8 桥架系统设计

本节的规定旨在使桥架系统的工程设计图纸规范化,以利于施工安装及维护管理。

5 铝桥架的施工技术要点

5.0.1 按设计进行施工,是使工程实现预定目标的基本要求。在施工过程中由于实际情况变化而对原设计调整时,为保证工程设计的连续性、完整性,应经原设计单位确认,并要有设计变更通知,以确保工程质量。

5.0.2 施工人员在安装前应熟悉铝桥架产品的结构、连接方式、安装程序、装配要求,并在安装中正确实施。

5.0.3 为确保施工中人身安全和设备安全的基本要求。

5.0.4~5.0.5 系文明施工的基本要求,以保护铝桥架不受损伤。因为氧化膜或表面涂层损伤后,将影响抗腐蚀能力,降低使用寿命。

5.0.6 为确保铝桥架系统有可靠的电气连接及良好的接地。

5.0.7 在施工装配过程中,不可避免的会发生切割、钻孔等加工工作,这将破坏铝桥架表面的防护涂层,因此需有弥补措施。但对表面仅为阳极氧化处理的,因切口处裸露金属表面易与空气中的氧结合生成新的氧化膜,故可不进行修补。

5.0.8 加装弹簧垫圈是防止连接螺栓松动而影响部件之间的连接强度和电气接地性能。

5.0.9 铝的线膨胀系数近似为钢的一倍。安装铝桥架长距离直线段时,尤需注意设置伸缩缝。伸缩缝是在两直线段端部的连接处留有一定的膨胀间隙并用伸缩连接板连接,以吸收因温度变化而产生的伸缩量。伸缩连接板的可调整间隙,参照美国 NEMA VE2 标准以 25 mm 为限。表 5.0.9 也引自美国 NEMA VE2 标准。例如最大温差为 70℃时,应每隔 15 m 直线段设一个伸缩缝。

5.0.10 施工时的温度往往不是环境最高或最低的极限温度,因此,安装时对伸缩缝的预留间隙,应按当时金属表面实际温度由图

5.0.10 确定。该图引自美国 NEMA VE2 标准。

5.0.11 为使托盘或梯架直线段能够随温度变化而自由伸缩,托盘、梯架在支吊架上的固定方式分为两种,一种是固定式即用压紧件使托盘、梯架紧固在支吊架上,另一种是伸缩导向式,在支吊架上用伸缩导向部件约束托盘、梯架的横向位置但能纵向伸缩。

5.0.12 加装聚氯乙烯(PVC)或氟丁橡胶垫片,是为防止不同金属之间产生电化学腐蚀。

5.0.13 为防止铝桥架受力过大而损坏。