

ICS 29.020

CCS K 09

DL

中华人民共和国电力行业标准

DL/T 1209.4—2023

代替 DL/T 1209.4—2014

电力登高作业及防护器具技术要求

第 4 部分：复合材料快装脚手架

Technical requirements for climbing and protective equipment for electrical work
— Part 4: Composite modular scaffold

2023-10-11 发布

2024-04-11 实施

国家能源局 发布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 技术要求	4
5 试验	7
6 检验规则	16
7 标志、包容、运输和存储	17

内部收藏

国网电力科学研究院有限公司

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件是 DL/T 1209《电力登高作业及防护器具技术要求》的第4部分。DL/T 1209 已经发布了以下部分：

- 第1部分：抱杆梯、梯具、梯台及过桥；
- 第2部分：拆卸型检修平台；
- 第3部分：升降型检修平台；
- 第4部分：复合材料快装脚手架。

本文件代替 DL/T 1209.4—2014《变电站登高作业及防护器材技术要求 第4部分：复合材料快装脚手架》，与 DL/T 1209.4—2014 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- a) 更改了标准名称，改为《电力登高作业及防护器具技术要求 第4部分：复合材料快装脚手架》；
- b) 更改了“范围”，由“变电站登高作业”改为“电力登高作业”（见第1章，2014年版的第1章）；
- c) 更改了规范性引用文件（见第2章，2014年版的第2章）；
- d) 更改了“快装脚手架”的定义（见3.1，2014年版的3.1），增加了“作业平台”的定义（见3.3），删除了“散装式底座”的定义（见2014年版3.4）；
- e) 增加了连接构件的技术要求（见4.1.5）；
- f) 增加了锁止机构的技术要求（见4.1.6）；
- g) 增加了护栏中间的尺寸要求（见4.1.8）；
- h) 更改了挡脚板的尺寸要求（见4.1.13，2014年版的4.1.10）；
- i) 增加了斜梯的尺寸要求（见4.1.15）；
- j) 增加了平台开口的技术要求（见4.1.16）；
- k) 增加了重金属含量的技术要求（见4.1.22）；
- l) 增加了主绝缘长度的机械性能要求（见4.1.23）；
- m) 增加了坠落冲击的机械性能要求（见4.2.2）；
- n) 更改了作业平台的额定工作载荷（见4.2.3，2014年版的4.2.1）；
- o) 增加了斜梯横档的额定工作载荷（见4.2.4）；
- p) 增加了老化性能要求（见4.4）；
- q) 更改了集中承载强度试验的步骤（见5.3.2，2014年版的5.4.2.1）；
- r) 更改了踏档集中载荷的数值（见5.3.4，2014年版的5.4.2.3）；
- s) 增加了挡脚板抗弯试验（见5.3.5）；
- t) 增加了重金属含量测试（见5.6）；
- u) 删除了附录A，将附录A移至5.3.8.1（见5.3.8.1，2014年版的附录A）。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国电力企业联合会提出。

本文件由能源行业电力安全工器具及机具标准化技术委员会（NEA/TC 30）归口。

本文件起草单位：浙江华电器材检测研究院有限公司、昆明飞翔材料技术有限公司、浙江华云清

洁能源有限公司、国网浙江省电力有限公司台州供电公司、国网浙江省电力有限公司嘉兴供电公司、云南电网有限责任公司、云南恒安电力工程有限公司、广东电网有限责任公司、广东电网有限责任公司广州供电局、贵州电网有限责任公司、海南电网有限责任公司、广西电网有限责任公司电力科学研究院、宣城南天电力工程有限公司、中国三峡新能源（集团）股份有限公司、华能国际电力股份有限公司上安电厂、国网陕西省电力有限公司汉中供电公司、四川同尘检验检测有限公司、昆明中天达玻璃钢开发有限公司、中国电力科学研究院有限公司。

本文件主要起草人：钱苗、赵培、沈宝兴、马恒、陈玲、张志猛、章益、叶成、林琳、李周选、金点、王嘉晶、洪静、余宛辰、刘兴、李敏、黄薇蓉、刘星志、傅冬生、冯积家、李宏杰、蒋圣超、曾笑鸿、邢国斌、张景旭、曹雍川、王正锐、李倩、刘彦章、余虹云、董飞、李瑞、周立宪、司徒钧、万建成、郝玉靖。

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为：

——2014年首次发布为DL/T 1209.4—2014；

——本次为第一次修订。

本文件在执行过程中的意见或建议反馈至中国电力企业联合会标准化管理中心（北京市白广路二条一号，100761）。

电力登高作业及防护器具技术要求

第4部分：复合材料快装脚手架

1 范围

本文件规定了电力登高作业及防护用各类复合材料快装脚手架的技术要求，试验、验收规则，标志，包装、运输和存储。

本文件适用于变电站施工、运行及检修等电力登高作业及防护用各类复合材料快装脚手架。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB/T 1040.1 塑料 拉伸性能的测定 第1部分：总则
- GB/T 1040.5 塑料 拉伸性能的测定 第5部分：单向纤维增强复合材料的试验条件
- GB/T 1043.1 塑料 简支梁冲击性能的测定 第1部分：非仪器化冲击试验
- GB/T 1449 纤维增强塑料弯曲性能试验方法
- GB/T 10125 人造气氛腐蚀试验 盐雾试验
- GB 13398 带电作业用空心绝缘管、泡沫填充绝缘管和实心绝缘棒
- GB/T 16422.1 塑料 实验室光源暴露试验方法 第1部分：总则
- GB/T 16422.2 塑料 实验室光源暴露试验方法 第2部分：氙弧灯
- GB/T 16422.3 塑料 实验室光源暴露试验方法 第3部分：荧光紫外灯
- GB/T 16927.1 高电压试验技术 第1部分：一般定义及试验要求
- GB/T 26572 电子电气产品中限用物质的限量要求
- DL/T 878 带电作业用绝缘工具试验导则

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

快装脚手架 **modular scaffold**

整体结构采用“积木式”组合，构件采用复合材料制作，可在现场快速搭建的一种作业平台（见图1）。

注1：脚手架可有可调节长度的外支撑构件，通过增加与支撑表面的接触，加强构架的稳定性。

注2：脚手架的垂直支腿可以选配轮脚 [见图1a)]，配轮脚的脚手架在作业平台上无人员时，可以短距离移动构架。

注3：脚手架的垂直支腿可以选配平脚 [见图1b)]，选配平脚的脚手架不宜推行移动。

注4：在脚手架的搭建过程中，允许相邻二层有人员；其他情况下，人员只能在顶层作业平台上工作。

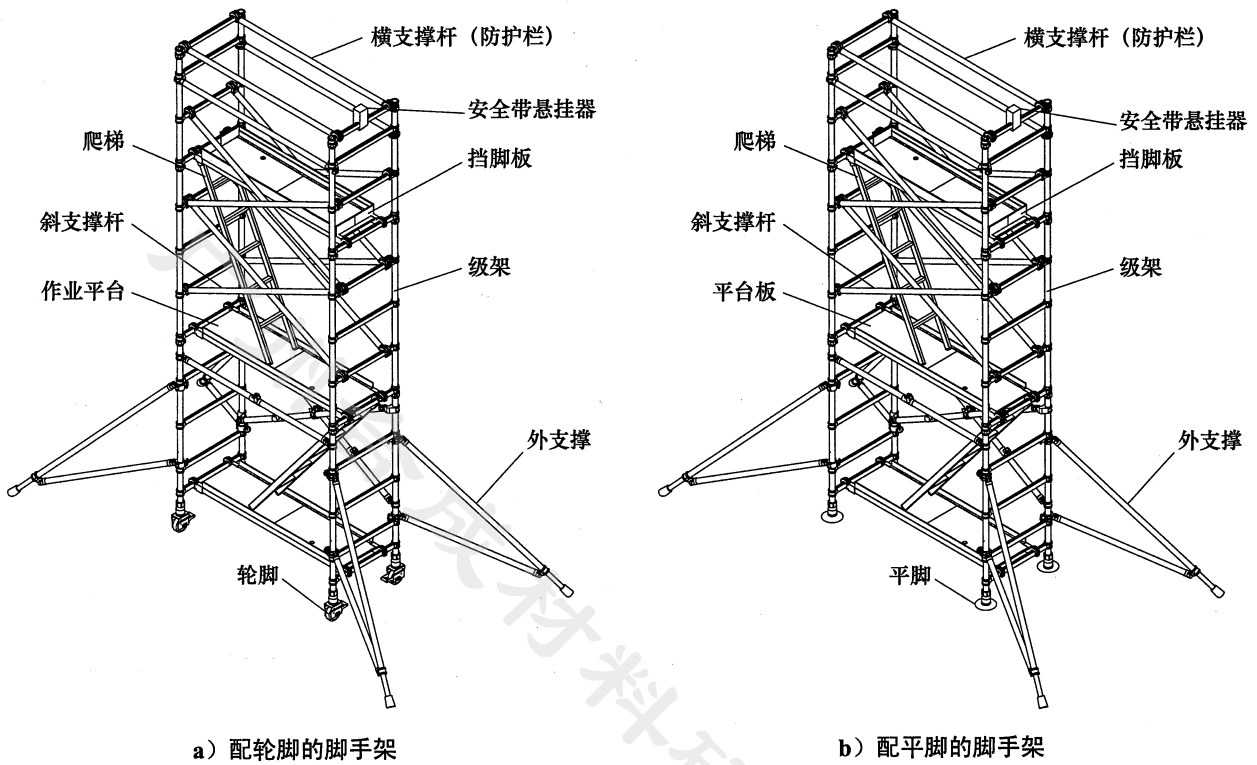


图1 快装脚手架结构示意图

3.2

级架 stage frame

由2根竖立件和几根横杆件预装成门字型的脚手架组合件（见图2）。

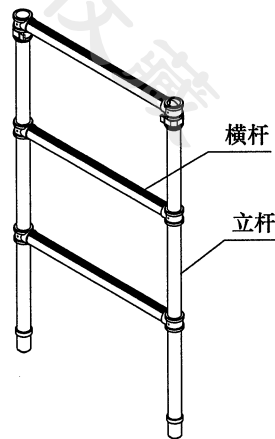


图2 级架结构示意图

3.3

作业平台 working platform

一种用于人员站立的平板（见图3）。平板的长度方向两端有可脱卸的卡扣。

3.4

整体式底座 integral base

出厂前预装成型，既能拉开，又能折叠在一起的整体式脚手架底座（见图4）。

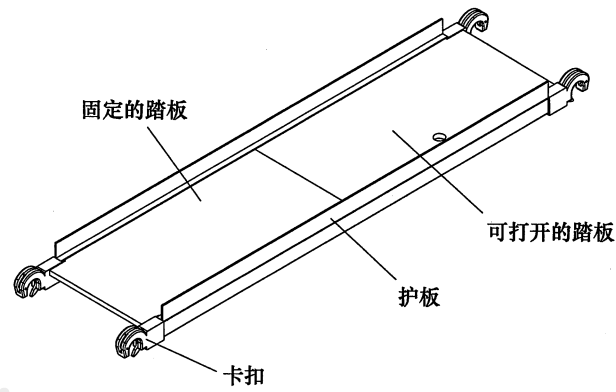


图3 作业平台结构示意图

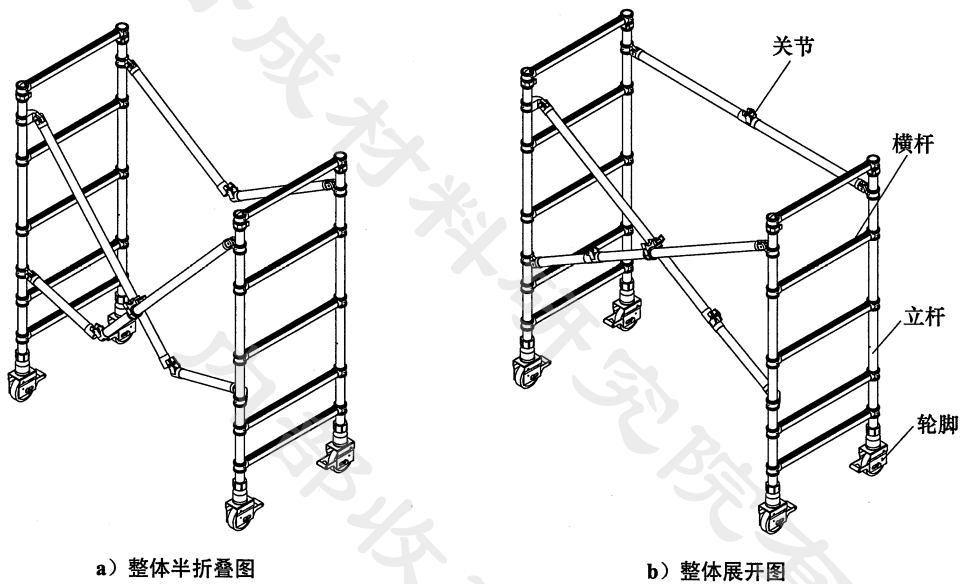


图4 整体式底座结构示意图

3.5

平台板 platform board

两端采用卡扣式结构，用于人员站立的专用踏板（见图5）。踏板的一侧固定，另一侧可打开供人员上下。

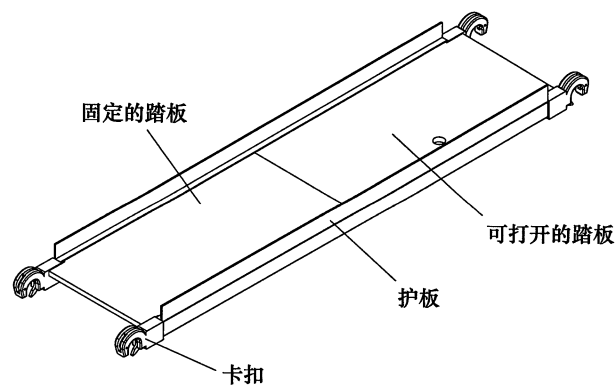


图5 平台板结构示意图

3.6

横支撑杆 horizontal support bar

用于连接及支撑水平方向两个等高级架（3.2）的带卡扣式结构的杆件。

3.7

斜支撑杆 oblique support bar

用于连接及支撑水平方向两个不等高、垂直方向相邻的带卡扣式结构的杆件。

3.8

底脚 bottom-foot

脚手架与地面接触的底脚，平面圆盘型结构的为平脚，可转动圆轮结构的为轮脚。

3.9

外支撑构件 outside support component

一端有绞式扣件，可搭接于脚手架底座外侧，调节另一端长度可增加脚手架的接触地面面积及平衡度从而加固脚手架的支撑构件（见图6）。

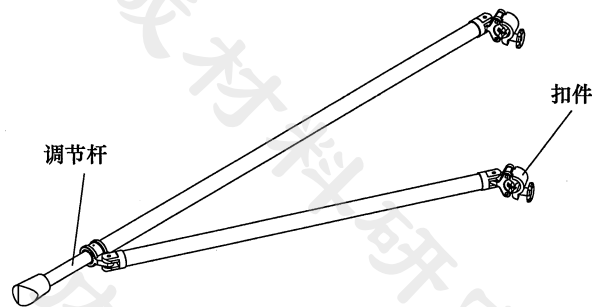


图6 外支撑构件结构示意图

4 技术要求

4.1 一般要求

4.1.1 用于制造脚手架的构件应选用复合材料；部分零件（如销、轴及弹簧）也可采用金属材料。

4.1.2 当复合材料制造的构件（如管材、板材等）被使用时，制造商应按 GB/T 1043.1、GB/T 1040.1、GB/T 1040.5、GB/T 16422.1、GB/T 16422.2、GB/T 16422.3、GB/T 1449 的要求对其冲击、拉伸、温度、老化、紫外线降解进行充分评估；黑色金属制造的零件（如紧固件、销等），应按照 GB/T 10125 的要求，进行中性盐雾（NNS）试验；确保上述所有构件或零件能符合相关技术要求。材料应足够坚固耐用，以承受正常工作条件。当使用材料时，如其与预期应用有关的特性（如温度、老化、紫外线降解）未在任何可用标准中给出，则需要充分的评估。非金属材料部件中的重金属铅、镉、汞、六价铬含量应符合 GB/T 26572 的要求。

4.1.3 脚手架的复合材料构件表面应光滑，无气泡、皱纹、裂纹、明显的机械或电灼伤痕，纤维布（毡、丝）与树脂间黏接完好，若表面采用防护层则应无脱落现象。

4.1.4 脚手架的金属零件表面应光滑、平整，棱边应倒圆弧、不应有尖锐棱角，应进行防腐处理，铝合金宜采用表面阳极氧化处理，黑色金属宜采用热浸锌处理，或供需双方协商认可的方案。

4.1.5 脚手架中所有连接构件应有效、可靠、易装配；除了直接有意的动作之外，移动脚手架、拆卸作业平台板等过程中，连接构件之间不应出现可视的位移或滑脱。

4.1.6 所有强制定位、锁止机构应开启灵活、定位准确、锁止牢固，并为脚手架提供辅助的结构刚度，以防止构件意外滑脱或上拔。

4.1.7 脚手架的层间高度设置应便于操作人员组装、拆卸，推荐高度为 1800 mm~1900 mm。

注：层间高度不宜大于成年人双臂向上举起时的总高度，同时兼顾成年人能在层间舒适工作。

4.1.8 作业平台的宽度 W 不应小于 600 mm，长度 L 不应小于 1000 mm；作业平台周边应设置侧面保护栏，高度为 1050 mm~1200 mm，侧面保护栏由多个护栏组成；护栏中间的尺寸应使直径为 470 mm 的球体不会穿过。

4.1.9 顶层的防护栏上应配置挂电装置。

4.1.10 脚手架应由单框架结构组成，脚手架的最顶层平台为作业平台，其他为中间平台；除供应商特别说明，一般情况下宜选一个平台作为作业平台。

4.1.11 脚手架在组装和拆卸过程中应能保持稳定。

4.1.12 脚手架整体应具有足够的机械强度、稳定性能；在产品说明书所确认的范围内，各构件应能经受频繁组装和搬运。

4.1.13 作业平台板底边的挡脚板应可以固定，挡脚板顶部边缘到作业平台板水平面的距离至少为 150 mm；挡脚板不宜有孔，若有孔，孔的宽度不大于 20 mm。

4.1.14 脚手架有多层时，应设置用于攀爬的斜梯。

4.1.15 上下相邻踏档的中心间距应为 250 mm~300 mm，梯具攀爬及站立踏档的踏踏面垂直投影宽度应为 40 mm~80 mm，梯框内侧间的踏档可用长度不应小于 280 mm。倾斜或垂直梯段示意图如图 7 所示。

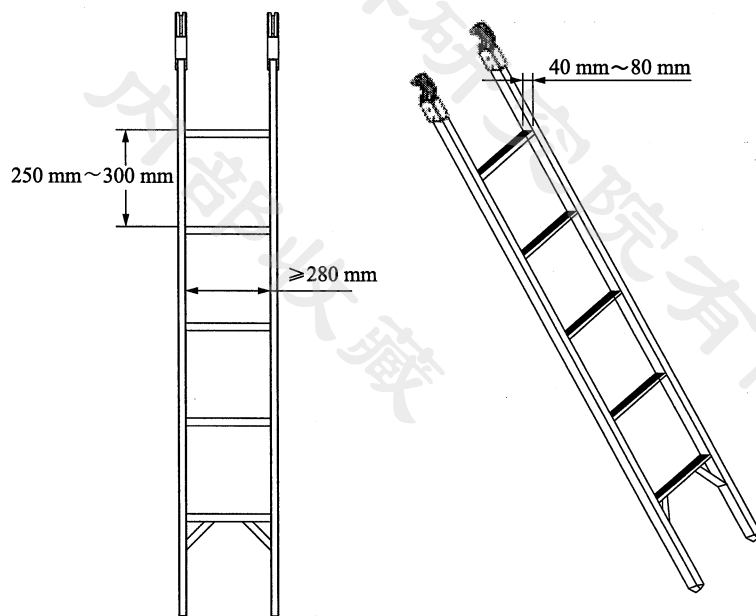


图 7 倾斜或垂直梯段示意图

4.1.16 用于用户爬升的平台上的开口应具有宽×长为 400 mm×600 mm 的最小净开口，并在开口处安装一个活动板。通道开口应设有防止活动板掉落的装置。

4.1.17 脚手架的外支撑构件应能调节长度，并有效锁止，支撑脚底部应有防滑功能。

4.1.18 脚手架的底脚应能适当调节高低且有效锁止。

4.1.19 轮脚应可靠固定在脚手架的底部，在承受使用过程中的综合载荷时应能有效工作；轮脚应具备刹车功能，刹车后，轮脚中心线应与立杆同轴。

注：刹车功能包括沿地面水平方向的滚动制动和垂直于地面绕轮脚中心线的旋转制动。

4.1.20 单个轮脚的垂直载荷不应小于脚手架整体可承受的最大额定工作载荷。

4.1.21 供人员站立、攀登的所有作业面或横档的表面应防滑。

4.1.22 非金属材料部件中的重金属铅、镉、汞、六价铬含量应符合 GB/T 26572 的要求。

4.1.23 脚手架主绝缘长度应去除金属接头等中间连接装置的长度以及作业人员攀爬或作业过程中短接的长度，金属接头长度包括嵌入在绝缘表面内的部分。脚手架主绝缘长度应符合表 1 的要求。

表 1 脚手架主绝缘长度

额定电压 kV	有效主绝缘长度 m
10	≥0.4
35	≥0.6
66	≥0.7
110	≥1.0
220	≥1.8
330	≥2.8
500	≥3.7

4.1.24 复合材料快装脚手架应在制造商规定的期限内使用，使用期限不宜超过 5 年，5 年后每半年进行一次预防性试验，试验合格后方可使用。

4.2 机械性能要求

4.2.1 防护栏中部可承受的静载荷不应小于 1.25 kN。

4.2.2 脚手架应能承受 100 kg 的模拟人从侧面翻落时的冲击载荷，并不侧翻或倒塌；同时承受过上述坠落冲击经历脚手架宜整体报废。

4.2.3 作业平台的额定工作载荷不应小于 100 kg，安全系数为 2.5，脚手架整体的极限工作载荷值由供应商提供。

4.2.4 斜梯横档的额定工作载荷不应小于 250 kg。

4.2.5 脚手架单个构件的质量不应超过 25 kg。

4.3 电气性能要求

4.3.1 220 kV 及以下电压等级的脚手架应能通过短时间（1 min）交流耐受电压试验（以无闪络、击穿及明显发热为合格），工频耐压均应符合表 2 的规定。

表 2 10 kV~220 kV 电压等级的电气性能

额定电压 kV	10	20	35	63	110	220
试验电极间距离 m	0.4	0.5	0.6	0.7	1.0	1.8
1 min 交流耐受电压 ^a kV	45	70	95	175	220	440
1 min 交流耐受电压 ^b kV	20	35	45	75	130	240

^a 用于开展型式试验、验收试验或出厂试验的耐受电压。
^b 用于开展预防性试验的耐受电压。

4.3.2 330 kV 及以上电压等级的脚手架应能通过长时间（5 min）耐受电压试验（以无闪络、击穿及明显发热为合格），工频耐压均应符合表 3 的规定。

表 3 330 kV 及以上电压等级的电气性能

额定电压 kV	330	500
试验电极间距离 m	2.8	3.7
5 min 交流耐受电压 ^a kV	380	580
5 min 交流耐受电压 ^b kV	340	530
^a 用于开展型式试验、验收试验或出厂试验的耐受电压。 ^b 用于开展预防性试验的耐受电压。		

4.4 老化性能要求

4.4.1 所有构件的裸露端口，应采用嵌入式的端帽，端帽材料应具备防腐、防老化性能。

4.4.2 脚手架的竖支撑杆、横支撑杆、斜支撑杆等构件在经过紫外灯老化试验后，其外观应无明显的龟裂。

4.4.3 脚手架中含黑色金属制造的构件，无论采用何种防腐措施，在经耐盐雾性能试验后，其表面均不应出现红锈。

4.4.4 脚手架应具有足够的机械强度、电气强度、稳定性能、良好的抗老化性，应能承受使用中可能出现的机械载荷，并能经受设计的工作电压、工作温度及环境条件等的各种考验。

5 试验

5.1 外观、组装功能检查

5.1.1 外观

用肉眼（或手摸）对脚手架外观进行检查，应符合 4.1 的相关要求。

5.1.2 组装功能检查

按说明书的要求搭建脚手架，其结构应合理完整，各构件应完好，连接部位应灵活、无卡阻现象等。

5.2 产品标志试验

5.2.1 标志内容

对照标志逐项进行检查。

5.2.2 标志耐久性

用浸过水的抹布擦拭标志 1 min，然后用无水乙醇浸过的抹布拭擦标志 1 min，标志应清晰可见，标记、文字应无模糊或丢失现象。

5.3 机械试验

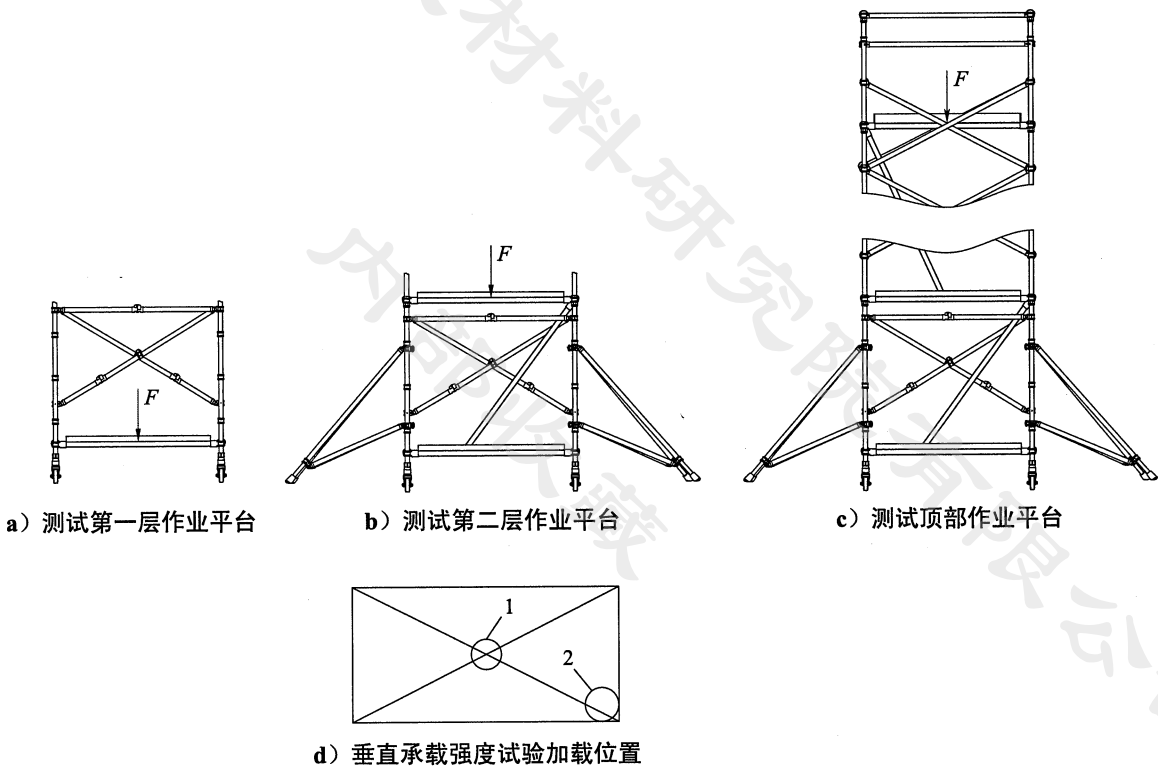
5.3.1 尺寸公差

脚手架的整体尺寸或构件尺寸均应符合产品图样的要求，允许公差应在 $\pm 2\%$ 以内。

5.3.2 集中承载强度试验

5.3.2.1 试验步骤

将脚手架按使用说明书要求安装第一层，在第一层作业平台中心位置，施加质量为 2.5 倍额定工作载荷（非预防性试验）或 1.0 倍额定工作载荷（预防性试验），测试重物直径为 $300\text{ mm} \pm 10\text{ mm}$ ，持续加载 5 min 后；再将测试重物移动到作业平台前沿的直角处位置，持续加载 5 min，然后撤除测试重物，经目测检查无异常；继续搭建脚手架的第二层。依照上述测试方法，逐层对作业平台进行集中承载强度试验，集中承载强度试验布置示意图如图 8 所示。



标引序号说明：

1——作业平台中心位置；

2——作业平台任选一个直角边。

图 8 集中承载强度试验布置示意图

5.3.2.2 判定准则

两种工况试验后，经目测检查，脚手架的构件、作业平台应无明显损坏和变形，锁止装置能开启未失效，则试验通过。

注：脚手架只有单层平台时，只对单层平台进行集中承载强度测试；脚手架具有多层作业平台时，预防性试验仅对最高层进行强度试验。

5.3.3 整体强度试验

5.3.3.1 试验步骤

将脚手架按使用说明书要求进行安装，在 10 min 内对各层平台板上施加等量均布载荷，各层载荷之和为 1.2 倍极限工作载荷，均布载荷的砝码宜选用质量为 5 kg 的沙袋。载荷应持续作用 30 min，集中整体强度试验布置示意图如图 9 所示。

注：脚手架只有单层平台时，将所有载荷均匀加载在单层平台上。

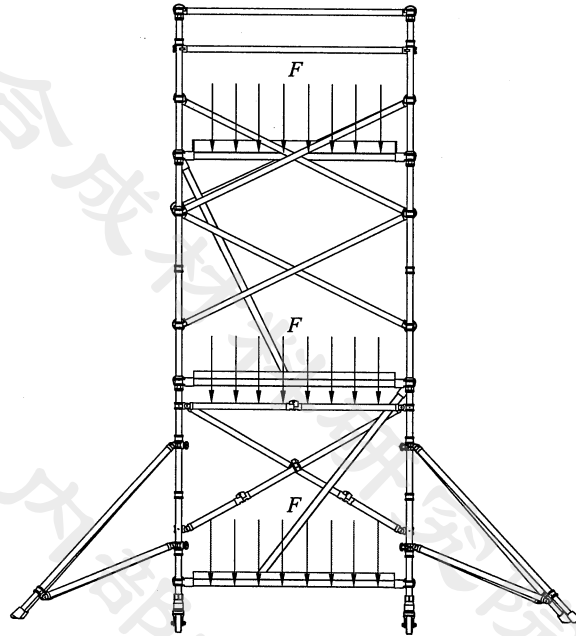


图 9 集中整体强度试验布置示意图

5.3.3.2 判定准则

按公式 (1) 对作业平台施加载荷，载荷持续作用 30 min 后，脚手架不发生倒塌、各构件无断裂、作业平台无开裂等情况，锁止装置能正常开启，则试验通过。

$$F = G/n \dots\dots\dots (1)$$

式中：

F —— 对作业平台施加的载荷；

G —— 各层总荷载；

n —— 层数。

5.3.4 斜梯的横档强度试验

5.3.4.1 试验步骤

将斜梯放置于工作角度，选择斜梯的一个踏档，并平稳地施加一个 250 kg（非预防性试验）或 120 kg（预防性试验）的集中载荷，载荷作用持续 5 min。其中集中载荷与踏档的接触面应满足：宽度应与踏档宽度相适应，长度宜选 100 mm，集中载荷应作用在横档的中间部位。横档强度试验布置示意图如图 10 所示。

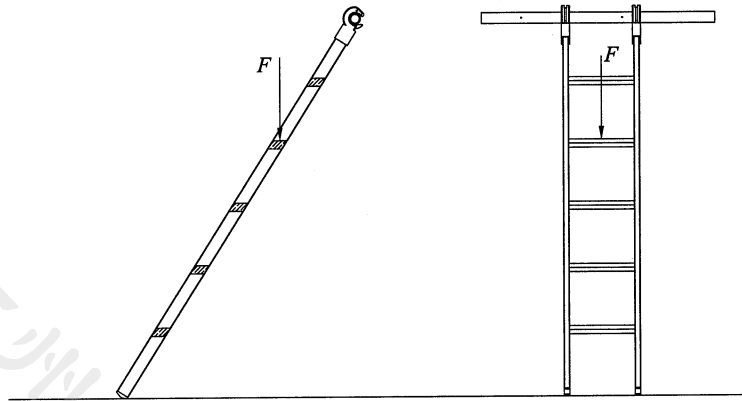


图 10 横档强度试验布置示意图

5.3.4.2 判定准则

卸载后，斜梯的任何部分不应发生永久变形或损伤，则试验通过。

5.3.5 挡脚板抗弯试验

5.3.5.1 试验步骤

试验按照下列步骤依次展开：

- 本次试验为三点弯曲试验，挡脚板抗弯试验布置示意图如图 11 所示。挡脚板尺寸如图 12 所示。调节跨距 L ，跨距 L 为 $(16 \pm 1)h$ (h 为挡脚板的厚度)，且精确到 0.5 mm。加载压头的轴线位于支座中间，且与支座平行；
- 将挡脚板置于两支座中心位置上，并使挡脚板长度方向与支座和加载压头相垂直；
- 施加一定初载荷，连续加载至 1.5 kN，记录压头的最大位移；
- 继续加载至挡脚板失效，记录载荷。

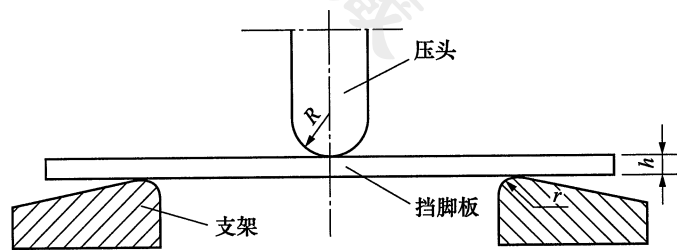
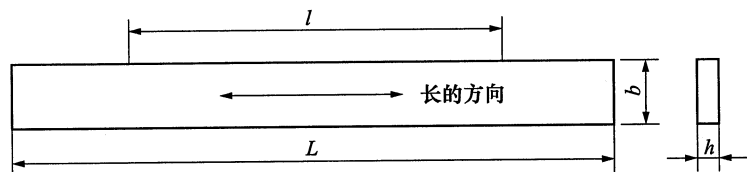


图 11 挡脚板抗弯试验布置示意图



注： l ——支点间距； L ——挡脚板长度； b ——挡脚板宽度； h ——挡脚板厚度； α ——支点圆弧角； β ——压头圆弧角。

图 12 挡脚板尺寸

5.3.5.2 判定准则

如果压头的最大位移不大于 35 mm，且失效的载荷值大于 0.3 kN，则试验通过。如果挡脚板不在跨距中间 1/3 内呈完全破坏，应予以作废，并重新做试验。

5.3.6 稳定性试验

5.3.6.1 特殊对顶

本试验仅针对两层及其以上的脚手架。

5.3.6.2 试验步骤

将脚手架按说明书要求进行安装，在顶层作业平台中心施加一个静载荷（额定工作载荷），侧面保护的最不利位置施加 0.5 kN 的水平载荷。该载荷可以分布在 300 mm×300 mm 的区域上，持续作用 1 min 后，瞬间释放水平载荷，稳定性试验布置示意图如图 13 所示。

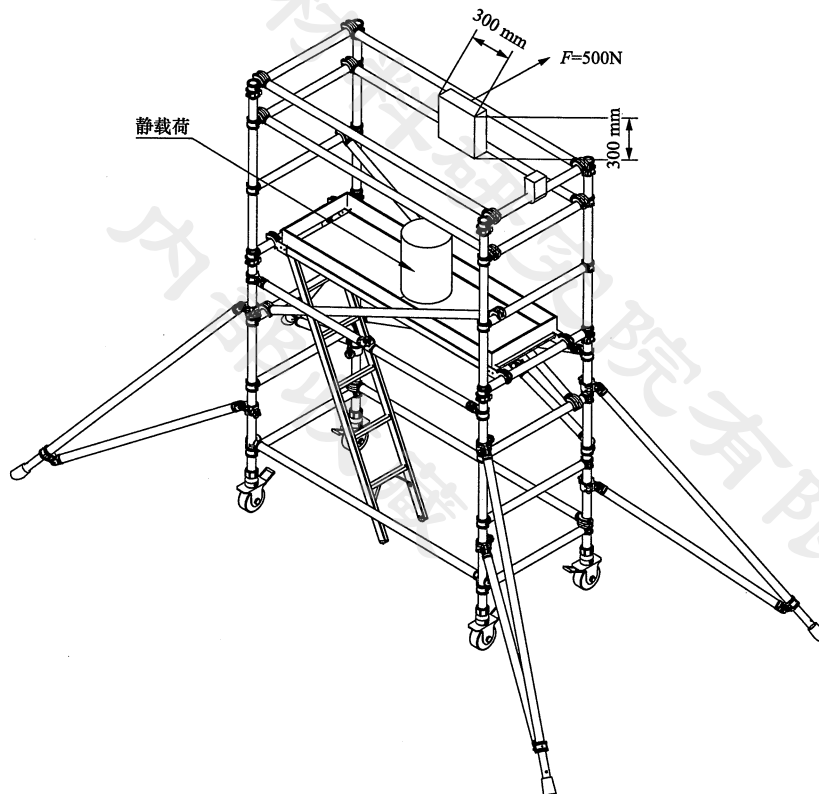


图 13 稳定性试验布置示意图

5.3.6.3 判定准则

脚手架停止摆动后，不应发生可视的整体侧向倾斜，且各构件不应有可视的永久变形、开裂等情况，锁止装置能正常开启，则试验通过。

5.3.7 坠落冲击试验

5.3.7.1 试验步骤

将脚手架按使用说明书要求进行安装。取一佩戴安全带的模拟人（模拟人质量为 $100\text{ kg} \pm 2\text{ kg}$ ），

将测试绳（测试绳应选用链式绳，链环形状宜为椭圆，在悬垂状态下测试绳两端连接点间的长度为 $1000\text{ mm}\pm 25\text{ mm}$ ，测试绳中链环的直径不应小于 6 mm ，测试绳的整体破坏载荷不应小于 22 kN ）一端与安全带的背部连接环相连，另一端扣入脚手架上部的锚固装置的悬挂点上。将模拟人向上提升，使模拟人体上的安全带背部连接环与悬挂点处于同一高度，同时让悬挂点到释放点的水平距离小于 300 mm ；释放模拟人，坠落冲击试验布置示意图如图 14 所示。

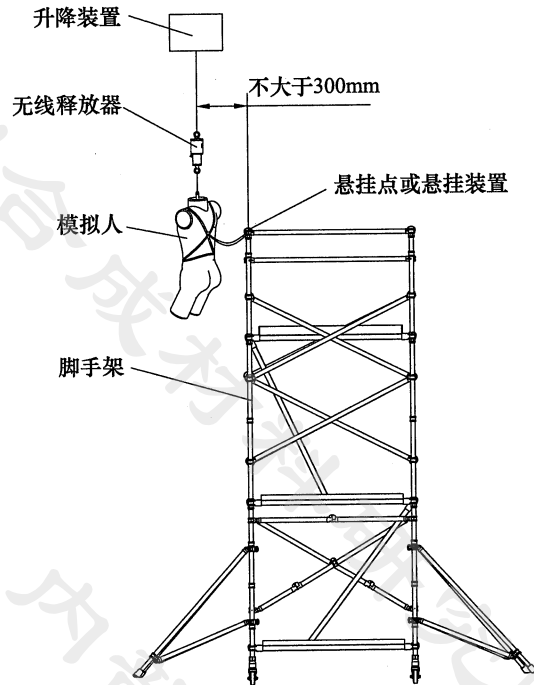


图 14 坠落冲击试验布置示意图

5.3.7.2 判定准则

释放模拟人后，等待 1 min ，若脚手架未发生倒塌、各构件未断裂，则试验通过。

5.3.8 摇摆疲劳试验

5.3.8.1 试验装置

疲劳试验采用水平往复摆动试验方法，摇摆疲劳试验装置的总质量应为 $100\text{ kg}\pm 2\text{ kg}$ ，摆块质量应为 $30\text{ kg}\pm 1\text{ kg}$ ，摆块在水平方向运动的振幅为 300 mm 、频率为 1 Hz ；摇摆疲劳试验装置应固定在平台上，以防止装置和平台产生位移。摇摆疲劳试验装置的底部应设置防滑面，以增加与作业平台表面的摩擦力；摇摆疲劳试验装置应配置相应的捆绑带及拉紧器，摇摆疲劳试验装置结构示意图如图 15 所示。

5.3.8.2 试验步骤

将脚手架按说明书要求进行安装，将摇摆疲劳试验装置安装在脚手架顶层的作业平台中心，并用捆绑带及拉紧器固定摇摆试验装置，使摇摆疲劳试验装置的底部与作业平台表面紧密贴合，避免在试验时产生相对滑移。然后启动试验装置，让试验装置连续、往复地摇摆 1000 次，摇摆疲劳试验布置示意图如图 16 所示。

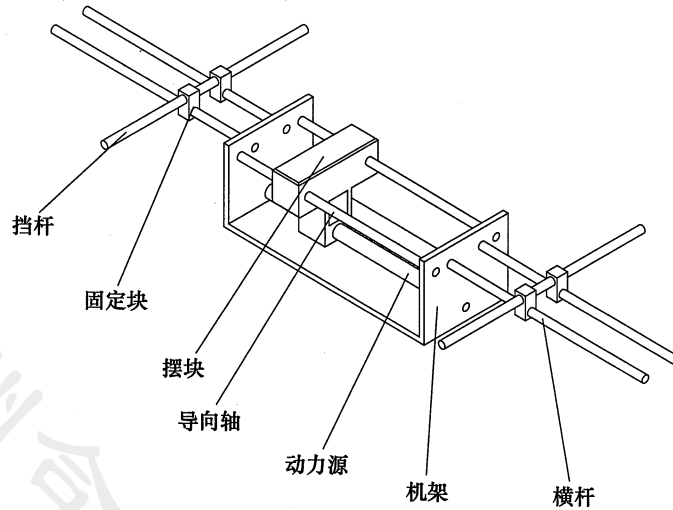


图 15 摇摆疲劳试验装置结构示意图

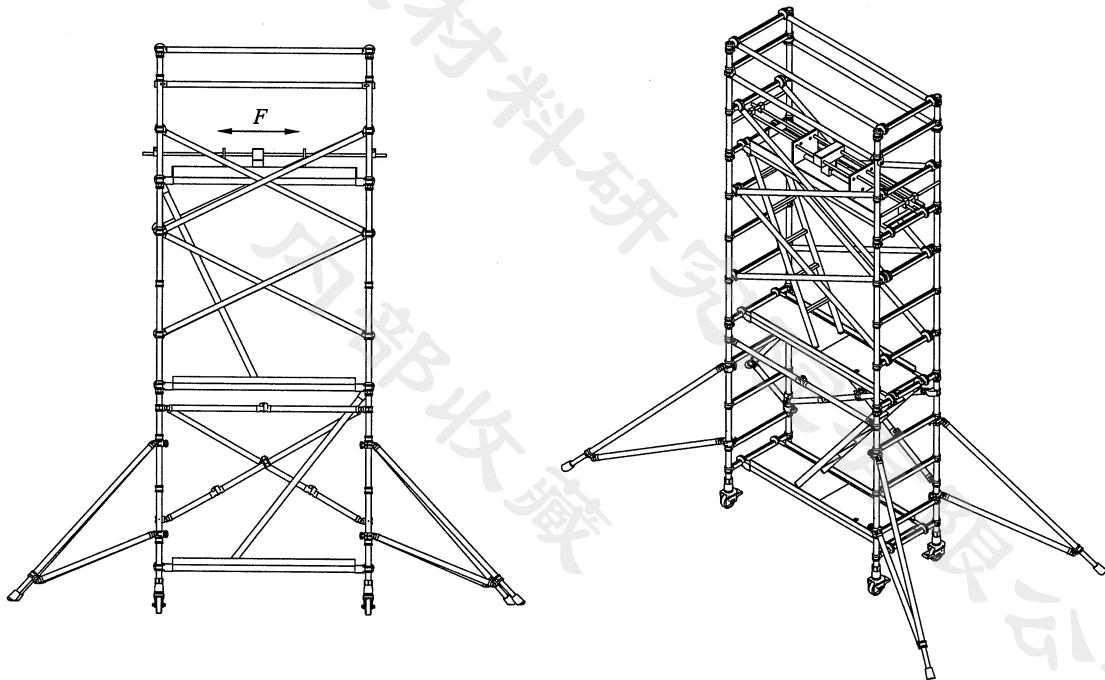


图 16 摇摆疲劳试验布置示意图

5.3.8.3 判定准则

试验后，脚手架不应发生可视的整体侧向倾斜，且各构件及零件不应有可视的永久变形、开裂、锁止装置失效或连接件卡阻等情况，则试验通过。

5.3.9 构件耐冲击试验

分别在脚手架的立杆、斜支撑杆及横支撑杆随机选取一段为试样。试验用钢锤的质量为 1 kg，下端为圆弧形，圆弧半径为 $20\text{ mm} \pm 1\text{ mm}$ ，下落冲击距离 H 为 200 mm。将试样搁置在试验机基础上，调整钢锤使其中心线与试样冲击点在同一垂线上，释放钢锤，使其自由下落冲击试样一次，试样不应出现裂纹。耐冲击试验布置示意图如图 17 所示。

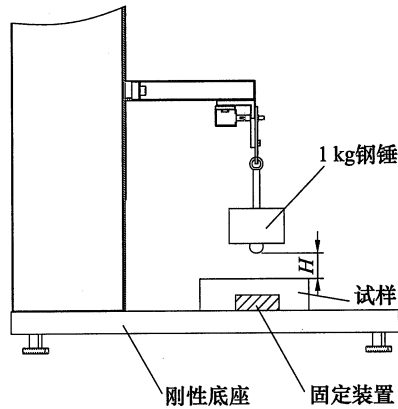


图 17 耐冲击试验布置示意图

5.4 老化试验

5.4.1 老化试验制样

从脚手架的竖杆、横杆、斜杆上随机截取一段，并制备试样。

5.4.2 低温冲击试验

将试样放置在 $(-45 \pm 2)^\circ\text{C}$ 低温箱中 1 h，从低温箱中取出试样后 1 min 内完成构件耐冲击试验，其试验方法和要求同 5.3.9。

5.4.3 湿热交变老化试验

将脚手架整体（未组装和展开状态）放置在湿热老化箱（房）内，按 $0.5^\circ\text{C}/\text{min}$ 的升温速率进行升温，在温度达到 60°C 、相对湿度达到 95% 时，保持此条件 12 h，再按 $0.5^\circ\text{C}/\text{min}$ 的降温速率进行降温，在温度达到 25°C 、相对湿度达到 95% 时，保持此条件 12 h，如此为一个循环周期。试验周期数为 30。

脚手架在完成湿热交变老化试验后，其机械强度应满足 5.3.3 和 5.3.7 的试验要求。

5.4.4 紫外灯老化试验

紫外灯老化试验箱应满足 GB/T 16422.3 的要求。

将试样固定在紫外灯老化试验箱转架上，转架每分钟旋转一周。紫外灯类型为 UV-A，在 60°C （黑标温度）下辐照暴露 8 h，然后在 50°C （黑标温度）下无辐照冷凝 4 h，如此为一个循环周期，试验周期数为 10。完成紫外灯老化试验后，试样应符合 4.4.2 的规定。

5.4.5 耐盐雾性能试验

将脚手架中用黑色金属制造的零件放入盐雾箱内，按照 GB/T 10125 的要求进行盐雾试验。盐雾箱体内温度为 $35^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ ，NaCl 溶液浓度为 5%，进行 48 h 连续喷雾试验。完成耐盐雾性能试验后，试样符合 4.4.3 的要求则通过试验。

5.5 电气试验

5.5.1 特殊规定

对于声明有绝缘性能的脚手架，应进行耐电压试验；脚手架适合在电压大于 1000 V (AC) 和

1500 V (DC) 的条件下使用。

5.5.2 耐压试验

5.5.2.1 试验条件

耐压试验时的环境温度应为 $5\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 40\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度不大于 80%；试验设备应满足 GB/T 16927.1 的规定，用交流电进行试验，频率范围应控制在标称频率的 $\pm 1\text{ Hz}$ 。

5.5.2.2 试品的准备

耐压试验应选择进行过 5.2.1 规定的试验并通过测试的脚手架，试验前，脚手架的立杆部分应以三氟三氯乙烷溶液（或无水酒精）擦净，在实验室环境中静置 30 min。

5.5.2.3 试验步骤

试验宜采用完整的脚手架，将宽度至少为 50 mm 的两个合适电极（一个为高压电极，另一个为接地电极）接到脚手架的立杆上，高压电极布置在立杆的最上端，两个电极间的绝缘材料有效距离应符合表 2、表 3 的规定，接地电极到地面的距离不应小于 1 m，耐电压试验电极布置示意图如图 18 所示。试验按照 DL/T 878 的有关规定，依次对脚手架的所有立杆进行试验。工频耐压均应符合表 2、表 3 的规定。

若试验变压器电压等级达不到试验的要求，可分段进行试验，最多可分成 4 段，分段试验电压应为整体试验电压除以分段数再乘以 1.2 倍的系数。

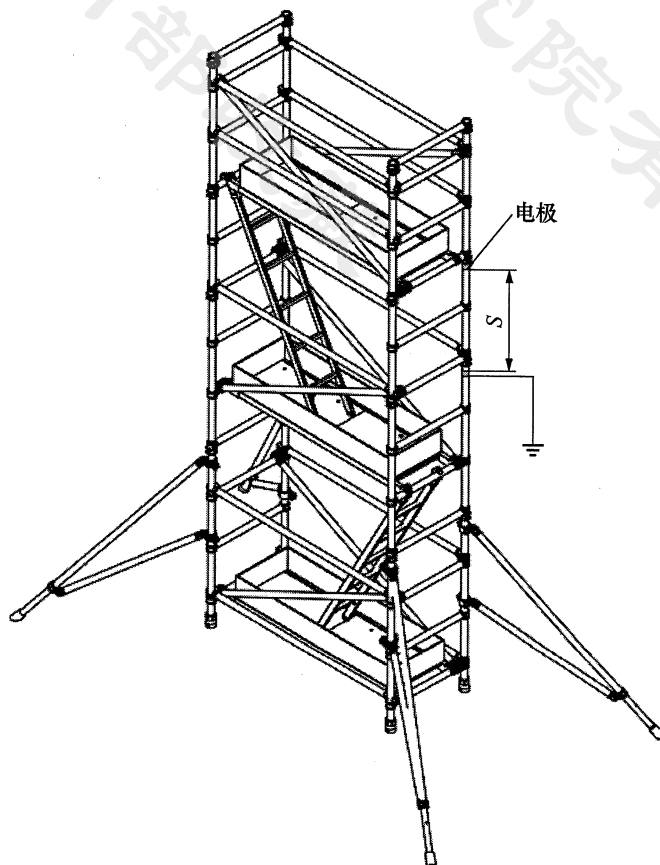


图 18 耐电压试验电极布置示意图

5.5.2.4 判定准则

试验中脚手架各构件不应发生闪络或击穿，试验后立杆表面无可见灼伤痕迹、无可察觉的温升，则试验通过。

5.5.3 老化后耐压试验

5.5.3.1 试样制备

试样应为通过 5.5.2 规定试验的整个脚手架（未组装或折叠）。

5.5.3.2 试验步骤

按照 5.4.3 对脚手架进行湿热交变老化试验，在脚手架完成湿热交变老化试验后，再进行耐压试验。

5.5.3.3 判定准则

其工频耐压符合表 2、表 3 的规定，试验中脚手架各构件不应发生闪络或击穿，试验后立杆表面无可见灼伤痕迹、无可察觉的温升，则试验通过。

5.6 重金属含量测试

按 GB/T 26572 的相关规定进行。

6 检验规则

6.1 检验分类

6.1.1 分类

脚手架的检验分为型式试验、验收试验和预防性试验。

6.1.2 型式试验

带电作业用脚手架试验前，应提供复合材料管材符合 GB 13398 的型式试验报告。

有下列情况之一的脚手架应进行型式试验：

- a) 脚手架投产或老产品转厂生产的试制定型鉴定时；
- b) 正式生产后，脚手架结构和主构件材料有较大变动时；
- c) 脚手架停产 1 年以上恢复生产时；
- d) 国家监督机构提出检验要求时。

型式试验应在 3 个同一规格型号的产品上进行，并应在以下环境条件下进行：

- 温度范围为 5℃~40℃；
- 相对湿度不大于 80%。

6.1.3 验收试验

脚手架出厂前应经过验收试验检验合格后方可出厂。

6.1.4 预防性试验

脚手架在使用过程中应定期进行预防性试验，试验周期均为 12 个月。

6.2 试验项目及要求

脚手架的试验项目、试件数量及试验要求见表4，试验顺序按照表4中的序号进行。

表4 试验项目、试件数量及试验要求

序号	试验项目	型式试验	验收试验 ^a	预防性试验	试验方法
1	外观、组装功能检查	√	√	√	5.1
2	产品标志的耐久性试验	√	√	—	5.2.2
3	尺寸公差	√	√	—	5.3.1
4	集中承载强度试验	√	√	√	5.3.2
5	整体强度试验	√	—	—	5.3.3
6	斜梯的横档强度试验	√	√	√	5.3.4
7	挡脚板抗弯试验	√	—	—	5.3.5
8	稳定性试验	√	—	—	5.3.6
9	坠落冲击试验	√	—	—	5.3.7
10	摇摆疲劳试验	√	—	—	5.3.8
11	构件耐冲击试验	√	—	—	5.3.9
12	低温冲击试验	√	—	—	5.4.2
13	湿热交变老化试验	√	—	—	5.4.3
14	紫外灯老化试验	√	—	—	5.4.4
15	耐盐雾性能试验	√	—	—	5.4.5
16	耐压试验	√	√	√	5.5.2
17	老化后耐压试验	√	—	—	5.5.3
18	重金属含量测试	√	—	—	5.7
注：“√”表示需做的试验项目；“—”表示不需做的试验项目。					
^a 必要时，当产品总数不大于100个，试件数量按1个抽取；当产品总数大于100个，试件数量按总数的1%取整抽取。					

7 标志、包装、运输和存储

7.1 标志

7.1.1 复合材料快装脚手架应按产品标准和图样规定做出标志，其内容包括：

- a) 制造商的名称或商标；
- b) 规格型号；
- c) 额定工作载荷（含单层额定工作载荷、整体最大额定工作载荷）；
- d) 作业平台面离最低支撑面的垂直高度（分层标注）；
- e) 外形尺寸（长、宽、高）；
- f) 允许使用的环境温度；
- g) 必要的安全警示；
- h) 加贴标识“仔细遵循组装和使用说明”；

- i) 标识的布置应使其在构件的使用期限内，保持明显、清晰；
- j) 允许电压等级；
- k) 带电作业用脚手架应贴双三角标志。

7.1.2 产品标志部位应位于主构件表面。标志宜采用压印、雕刻或铆铝牌等永久型形式，字迹应明显、清晰。

7.1.3 标志应耐久，试验后标签清晰度不应减弱，不应出现松动或卷边。

7.2 包装

7.2.1 脚手架的包装应使用塑料套或帆布包装。

7.2.2 外包装箱上应标注明制造厂名称、产品名称、型号、毛重、净重、数量和外形尺寸（长、宽、高）。

7.2.3 每件包装物内应附有质检部门及检验员印章的产品合格证书、安装说明书及有关文件。

7.3 运输

脚手架产品在运输时，应装入专用工具袋、箱或专用工具车内，以防受潮或损伤。

7.4 存储

脚手架应置于通风良好、干燥的房间存放，不宜长时间在户外存储。