

中国演艺设备技术协会

CHINA ENTERTAINMENT TECHNOLOGY ASSOCIATION

关于发布中国演艺设备技术协会团体标准

《大型演出硬体搭建施工规范》的通知

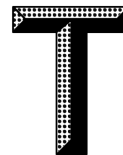
中演协标字〔2026〕2号

各有关单位：

根据《中国演艺设备技术协会团体标准管理办法》的规定，由上海杰鑫演艺设备有限公司负责起草的团体标准《大型演出硬体搭建施工规范》，已通过最终审查，现由中国演艺设备技术协会予以发布，编号为 T/CETA 11-2026，自 2026 年 12 月 29 日起实施。

此通知。





团 体 标 准

T/CETA 11—2026

大型演出硬体搭建施工规范

Construction specification for large-scale performance hardware setup

2026-09-29 发布

2026-12-29 实施

中国演艺设备技术协会 发 布
中 国 标 准 出 版 社 出 版

目 次

前言 III

引言 IV

1 范围.....

2 规范性引用文件.....

3 术语和定义.....

4 场景工艺设计.....

 4.1 概述.....

 4.2 设计输入.....

 4.3 设计要点.....

 4.4 验证与确认.....

5 施工方案.....

 5.1 概述.....

 5.2 编制依据.....

 5.3 工程概况.....

 5.4 施工安排.....

 5.5 施工计划.....

 5.6 施工工艺技术.....

 5.7 应急预案.....

 5.8 审批.....

6 施工准备.....

 6.1 场地核查及处理.....

 6.2 技术资料准备.....

 6.3 施工机具准备.....

 6.4 设施与设备准备.....

 6.5 人员与组织协调准备.....

7 主要结构搭设.....

 7.1 雷亚架搭设.....

 7.2 桁架搭设.....

8 主要设备安装.....

 8.1 核心要点.....

 8.2 电动吊机安装.....

 8.3 灯光设备安装.....

 8.4 音响设备安装.....

8.5 视频设备安装
8.6 设备供电与控制
8.7 其他设备及辅助设施安装
9 特殊作业安全操作.....
9.1 概述
9.2 通用要求
9.3 高处作业安全操作
9.4 吊装作业安全操作
9.5 动火作业安全操作
9.6 临时用电安全操作
10 检验与验收
10.1 一般规定
10.2 进场检查
10.3 结果检验
10.4 验收判定
10.5 验收资料
11 撤场拆除
11.1 基本要求
11.2 设备拆除
11.3 结构拆除
11.4 清场与场地恢复
附录 A（规范性） 支撑结构的承载验算
附录 B（规范性） 应急预案
附录 C（资料性） 特殊作业票示例
附录 D（资料性） 进场检查清单
附录 E（资料性） 支撑结构检验清单
参考文献

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。

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。

本文件由中国演艺设备技术协会演出视听分会提出。

本文件由中国演艺设备技术协会标准化技术委员会归口。

本文件主要起草单位：上海杰鑫演艺设备有限公司。

本文件参加起草单位：大连万众舞台设计工程有限公司、黑龙江视程文化传播有限公司、广州华之艺文体科技有限公司、北京金绍博会展服务有限公司、温州中艺文化传播有限公司、重庆完美演出集团有限公司、上海永杰文化传播有限公司、上海柏莱特视听设备服务有限公司、海口联动力文化传播有限公司、上海瑞励演出器材有限公司、天津天堂鸟文化传播有限公司、上海豫天文化传播有限公司、上海顺方文化发展有限公司、上海音匠文化传媒有限公司、上海凤羽文化传播有限公司、上海惠臣舞台灯光设备有限公司、南京紫天鸿文化传播有限公司、南京鑫雅博智能科技有限公司、上海舞美艺术中心有限公司、上海艺舞文化传播有限公司、河南昊鑫文化传播有限公司、山东厚石演艺设备工程有限公司、江苏科信工程检测有限公司、三亚陇之缘文化传媒有限公司、深圳市视听文化传媒有限公司、厦门成飞文化科技集团有限公司。

本文件主要起草人：李杰、范鸿彬、孙洋、欧华生、徐新刚、吴昌青、李瑜、韩琪、殷帆、李向争、李俊、秦绍军、周文峰、方海波、徐恒、王辉、惠国新、姜孟郁、李黎明、杜凯炯、夏敬柱、罗陈昊、王仲一、王旻炜、吴振荣、刘家显、张成飞、朱慧雯、柳得安、施晓红、薛懿华、高浩。

引 言

大型演出活动是文化艺术与科技融合的重要载体,其成功举办高度依赖安全、可靠、高效的技术支撑。硬件搭建作为集结构工程、电力布设、设备吊装与现场管理于一体的综合性、高时效性工程,是演出从创意策划转化为现场实景的核心环节,直接关系到演出的艺术呈现效果,更关系到所有参与人员的生命财产安全。

近年来,随着演出市场规模持续扩大、技术复杂度不断提升以及观众对视听体验要求的日益提高,硬件搭建作业的规范性、专业性与安全性面临前所未有的挑战。为有效预防危险和减少施工风险,保障演出艺术质量的技术实现,提升行业整体作业水平,并推动搭建施工的标准化、科学化管理,特制定本文件。

本文件基于国家相关法律法规、强制性标准及大量行业实践,以硬件搭建完整施工流程为主线,涵盖场景工艺设计、结构搭设、设备安装与调试,以及拆除等各环节。其核心特点包括:

- 明确操作流程,对每一步具体作业进行分解与界定;
- 聚焦技术要求,提供量化指标及工艺方法指引;
- 将安全保障深度融入每个操作步骤,实现安全与工序同步。

本文件旨在为演出承办、演出创意、搭建施工及检验验收等各方提供一套统一、清晰、可执行的技术与管理依据,通过规范施工行为、贯穿安全理念,确保搭建工程在安全可控的前提下,达到既定的技术与艺术目标,从而为大型演出活动的繁荣、健康与可持续发展提供技术支撑。

免责声明:执行本文件的单位不免除执行国家有关法律法规和强制性标准的责任,不免除工程施工的安全责任,本文件的发布机构不承担这些责任。

大型演出硬体搭建施工规范

重要提示：

搭建施工活动中，特别注意人员活动场地的上空、脚下及周围的环境安全，防止绊倒、坠落、击打、碰撞、挤压、剪切及缠绕等机械损伤，以及触电、烫伤、火灾等伤害。

相关施工安全见 GB/T 33170.4—2016 第 5 章。

相关防护措施见 GB 39800.1。

特殊作业见第 9 章。

1 范围

本文件规定了大型演出硬体搭建的施工工艺、技术要求，以及检验与验收。

本文件适用于在室内场馆、露天场地等场所举办的大型演出活动中，对支撑结构、机械、灯光、音响和视频等设施的配置与布局、搭建与拆除。其他活动涉及硬体搭建的作业参照使用。

注：大型演出是大型群众性活动之一，相关法规对其规模有定义。

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 3608—2025 高处作业分级

GB/T 4437.1—2023 铝及铝合金热挤压管 第 1 部分：无缝圆管

GB/T 5972—2023 起重机 钢丝绳 保养、维护、检验和报废

GB/T 7000.217—2023 灯具 第 2-217 部分：特殊要求 舞台灯光、电视、电影及摄影场所（室内外）用灯具

GB/T 15706—2012 机械安全 设计通则 风险评估与风险减小

GB/T 28049 厅堂、体育馆扩声系统设计规范

GB/T 30174—2025 机械安全 术语

GB/T 33170.4—2016 大型活动安全要求 第 4 部分：临建设施指南

GB 39800.1 个体防护装备配备规范 第 1 部分：总则

GB 50017—2017 钢结构设计标准

GB 50429—2007 铝合金结构设计规范

GB/T 50502—2009 建筑施工组织设计规范

JG/T 503—2016 承插型盘扣式钢管支架构件

JB/T 8521.1—2025 编织吊索安全性 第 1 部分：一般用途合成纤维扁平吊装带

JGJ/T 46—2024 建筑与市政工程施工现场临时用电安全技术标准

JGJ/T 216—2010 铝合金结构工程施工规程

JGJ/T 231—2021 建筑施工承插型盘扣式钢管脚手架安全技术标准

SJ/T 11141—2025 发光二极管(LED)显示屏通用规范

WH/T 35—2022 舞台机械 术语
WH/T 41 舞台灯具通用技术条件
WH/T 59—2013 演出场馆设备技术术语 剧场
WH/T 75—2016 演出场所扩声用扬声器系统通用规范
WH/T 86—2019 舞台灯光控制台通用技术条件

3 术语和定义

GB 3608—2025、GB/T 30174—2025、WH/T 35—2022 和 WH/T 59—2013 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

硬件搭建 hardware setup

在演出、展览或其他活动中,进行临时性结构的搭设以及机械、灯光、音响和视频等设备的安装与调试,也包括辅助设施的安装与布置。

注 1: 辅助设施包括防护栏、防护网、绝缘垫及灭火器等安全设施,以及幕布、景片等。

注 2: 本文件采用“硬件”一词,系沿用行业惯例。在本文件语境下,该词与“硬件”概念内涵一致,都指代本文件所规范的结构与实体设备。

3.2

场景工艺设计 scenic process design

搭建施工中,搭建作业前所做的设施与设备的配置与布局。

注: 这是硬件搭建施工的前置核心环节,基于演出或活动场景的功能需求与艺术效果要求,对各类设施、设备进行系统性的功能分配、空间布局及连接方式规划,形成指导后续搭建作业的技术性文件。

3.3

特殊作业 special work

硬件搭建过程中可能涉及的高处作业、吊装作业、动火作业及临时用电等,对作业者本人、他人及周围建(构)筑物、设施设备可能造成危害或损毁的作业。

[来源:GB 30871—2022,3.1,有修改]

3.4

高处作业 work at heights

在距坠落高度基准面 2 m 及 2 m 以上的高度,且存在发生坠落可能的作业。

[来源:GB 3608—2025,3.1]

3.5

坠落高度基准面 datum plane for highness of falling

可能坠落范围内最低处的水平面。

[来源:GB 3608—2025,3.2]

3.6

吊装作业 lifting work

利用各种吊装机具将设备、工件、器具、材料等吊起,使其发生位置变化的作业。

[来源:GB 30871—2022,3.9]

3.7

动火作业 hot work

在直接或间接产生明火的工艺设施以外的禁火区内从事可能产生火焰、火花或炽热表面的非常规

作业。

注：包括使用电焊、气焊(割)、喷灯、电钻、砂轮、喷砂机等进行的作业。

[来源:GB 30871—2022,3.4]

3.8

临时用电 temporary electricity

在正式运行的电源上接用,或利用柴油发电机供电的非永久性用电。

注：本文件所述临时用电包括搭建与拆除,以及设施设备使用期间的所有用电。

[来源:GB 30871—2022,3.10,有修改]

3.9

承插型盘扣式钢管脚手架 disk lock steel tubular scaffold

雷亚架

由钢管立杆、横杆、斜杆等构件通过节点构成,立杆之间采用外套管或内套管连接,水平杆和斜杆采用杆端扣接头卡入连接盘,用楔形插销连接,能承受相应的荷载,并具有作业安全和防护功能的结构架体。

注 1：以下简称“脚手架”。

注 2：分为支撑脚手架和作业脚手架,支撑脚手架主要用于承重,作业脚手架主要用做人员操作平台。

[来源:JGJ/T 231—2021,2.1.1,有修改]

3.10

桁架 truss

由若干杆件构成的一种平面或空间格架式结构或构件,各杆件主要承受各种作用产生的轴向力,有时也承受节点弯矩和剪力。

[来源:GB/T 50083—2014,2.2.7]

3.11

吊点许用载荷 allowable hanging point load

场馆屋架或钢结构上允许吊挂物体的最大集中点载荷。

注 1：既有建筑结构上可承受的单点吊点载荷在搭建前由场馆方提供。

注 2：单位为千牛(kN)。

3.12

隐蔽结构 concealed structure

工程施工中上道工序被下道工序覆盖、隐蔽后难以直接检测和调整,涉及结构安全、用电安全的关键部位。

注 1：硬体搭建中的隐蔽结构,如雷亚架的地基基础(见 6.1.2)、锚固节点、隐蔽线缆,以及其他施工过程中需要控制而后期无法检测和调整的关键点,需要在隐蔽前检测并作记录。

注 2：本术语和定义参考了 GB 50300—2013 中 3.0.6 第 5 项“隐蔽工程”的概念。

4 场景工艺设计

4.1 概述

场景工艺设计是将演出艺术创意与舞美设计的需求转化为技术实现的过程,为精准、高效、安全的舞台呈现提供技术措施。其内容包括设计输入、设计要点以及验证与确认等,形成一整套文件作为实施硬体搭建的依据。

4.2 设计输入

场景工艺设计的前提条件是明确的设计输入,一般由承办方和创作团队以书面形式(如技术需求说明书、合同附件等)正式提供,作为场景工艺设计的依据。

- a) 场地规模和现场条件:
 - 1) 场地规模:包括观众容量;舞台区、观众区及后台辅助区的尺寸、面积与建筑结构特征;可用吊点许用载荷(若室内)、棚顶高度(若露天)及支撑结构等;
 - 2) 现场条件:包括场地的地理位置、室内或露天属性、地质状况、自然环境(温湿度、风速等)、屋架和/或地面承载能力及供电供水接口条件等。
- b) 演出艺术创意和舞美效果需求:
 - 1) 舞美设计方案:全面反映演出艺术创意与舞美设计的效果图、制作图等文件;
 - 2) 设施设备需求:包括支撑结构、机械设备系统、灯光系统、音响系统、视频显示系统(LED 视频、投影等),特效设备(烟雾、雪花、焰火等)的具体要求;
 - 3) 辅助设施需求:包括防护栏、防护网、绝缘垫及灭火器等安全设施,以及幕布、景片等;
 - 4) 其他需求:未在上述范围内的特殊技术要求或限制条件。

4.3 设计要点

4.3.1 原则

场景工艺设计宜与承办方和演出创作团队充分沟通,准确理解演出艺术需求,并切实评估技术实现的可行性。

4.3.2 设计说明

场景工艺设计应撰写设计说明,阐述设计的总体思路、技术原则和关键要求,包括以下内容:

- a) 项目概述:演出名称、演出场次、演出日期及场地情况等基本信息;
- b) 设计依据:列明所依据的舞美效果图、制作图、技术需求说明及主要技术标准;
- c) 设计综述:整体设计的理念,实现舞美效果的核心技术手段;
- d) 关键技术说明:对复杂结构、特殊机械动作、重要设备集成方案等进行重点说明;
- e) 安全措施:强调设计中的重点安全措施,如载荷、特殊作业、防火等级及应急预案等;
- f) 子专项工程:特殊效果需要的推、拉、升、降、转及翻扬、摆转等专业机械设备,以及演员飞行器 etc 等特定设备,按照子专项工程由供应商专门设计与实施,并与硬体搭建相互协调。

4.3.3 设施设备选型

作为场景硬体搭建的基本物理要素,选择的设施设备器件应满足质量可靠,供应商溯源清晰的要求,且包括以下要求。

- a) 用于背景墙、舞台、观众席、棚顶等支撑结构的承插型盘扣式钢管脚手架(为方便表述,以下都采用其许用术语“雷亚架”),其结构应符合 JGJ/T 231—2021 的相关要求,其构件应符合 JG/T 503—2016 的要求。一般情况下,宜选择标准型(B 型)支撑架结构,特殊情况下,当不能满足承载要求时,可选择重型(Z 型)支撑架结构,依据承载验算确定。
- b) 用于悬挂灯具、音箱、视屏等设备的铝合金桁架,其管材应符合 GB/T 4437.1—2023 的相关要求,宜采用 6061-T6 或 6082-T6 材质。其焊接应符合 JGJ/T 216—2010 第 6 章的相关规定,高强螺栓连接应符合 JGJ/T 216—2010 第 7 章的相关规定,螺栓性能等级应不低于 8.8 级。管材规格及结构尺寸依据承载验算确定。

- c) 用于悬挂重载的型钢承重梁,依据承载验算确定其规格,应符合对应型钢的相关标准要求。
- d) 用于起重并悬挂静止载荷、运动载荷或特殊表演的电动吊机,应符合约定执行的标准或约定的技术要求,该技术要求不应低于现行强制性国家标准的相关要求。宜考虑 IGVW SQP2:2024 的使用要求(其中悬挂静止载荷需用 D8+电动吊机或 D8 带二级安全保持的电动吊机、悬挂运动载荷或特殊表演需用 C1 电动吊机)。

注:悬挂静止载荷或搭建施工用的电动吊机一般为定速电动链式吊机,悬挂运动载荷或特殊表演的需调速。

- e) 用于灯光系统的灯具应符合 GB/T 7000.217—2023 和 WH/T 41 的相关要求、控制台应符合 WH/T 86—2019 的要求,系统中其他器件应符合约定的要求。
- f) 用于扩声的音响系统应符合 GB/T 28049 和 WH/T 75—2016 的相关要求,系统中其他器件应符合约定的要求。
- g) 用于特效的设备(烟雾、雪花、焰火等)应符合约定要求,或相关标准的要求。
- h) 用于吊挂载荷的钢丝绳保险绳破断拉力不应小于悬挂载荷的 10 倍。
- i) 安全设施以及其余附属设施都应符合约定要求或相关标准的要求。

注:“约定要求”就是供需双方通过一定的文件(协议等)达成一致的要求。

4.3.4 设施设备清单

从类别与必要信息两个维度列出设施设备清单。

- a) 设施设备类别:
 - 1) 结构设施类:雷亚架、桁架、钢梁及轨道等;
 - 2) 专业设备类:机械、灯光、音响、视频及特效设备等及其控制系统;
 - 3) 辅助设施类:防护栏、安全网、绝缘垫及灭火器等安全设施,以及幕布、景片等。
- b) 主要设施设备的必要信息:
 - 1) 基本信息:名称、型号规格、制造商(或供货商)、数量及自重等,以及产品出厂合格证及检测报告;
 - 2) 特性信息:
 - 雷亚架:架体尺寸(步距、纵向与横向跨度);立杆、横杆、斜杆的材质及规格;盘扣节点连接盘材质;其余连接件材质等;

注:根据不同用途(如背景架、舞台、看台等)可分列。

- 桁架、型钢承重梁:规格、材质、支撑跨距、承载量及悬挂点数等;
- 电动吊机:出厂编号、额定起重量、额定起升速度、调速范围(指调速设备)、额定起升高度、制动特性、工作级别及电源参数(电压、功率)等;
- 灯光设备:电气参数、光源、光学参数、控制方式、防护等级及设备尺寸等;
- 音响设备:电气参数、音频特性、控制方式、防护等级及设备尺寸等;
- 视频设备(投影机、LED 显示设备等):电气参数、显示特性、控制方式、防护等级及设备尺寸等;
- 特效设备(烟雾、雪花、焰火等):电气参数、性能参数、耗材特性、控制方式、防护等级及设备尺寸等;
- 辅助设施:材料的防火阻燃报告。

4.3.5 设施设备布置图

绘制设施设备布置图,显示所有设施与设备在空间中的位置关系,包括以下图纸。

- a) 综合平面布置图:搭建区域所有设施的俯视图,标明尺寸、间距和定位基准线。
- b) 立面图或剖面图:展示搭建区域的纵向(侧视)和横向(正视)的设备空间关系,特别是吊挂设备的高度层次。

- c) 专业分层图(必要时):可分层显示支撑结构、电动吊机、灯光、音响及视频设备等位置。
- d) 关键节点详图:对复杂的连接点、支撑点、机械传动部位进行放大细节绘制。

4.3.6 配电与控制系统图

绘制配电与控制系统图,指导电力分配、信号连接和系统集成,确保系统稳定运行,包括以下图纸。

- a) 配电系统图:显示总配电柜至各分配电箱/柜的回路划分、电缆规格、断路器容量、相位平衡等信息的图纸。
- b) 机械控制系统图:描述机械设备控制系统中,控制单元、执行机构、检测单元、人机界面的集成逻辑,以及故障诊断与处理、安全警示等信息的图纸。
- c) 灯光控制系统图:描述灯光控制系统中,灯光控制台、分配放大器、灯具之间连接关系的图纸。
- d) 音响控制系统图:描述音响控制系统中,音源、调音台、处理器、功放及扬声器之间连接关系的图纸。
- e) 视频控制系统图:描述所有视频源、切换设备、显示设备之间的信号格式与路由信息的图纸。
- f) 电气管线布置图:标明强电桥架、弱电线槽的走向、规格及敷设方式的图纸,避免干扰。

4.3.7 载荷分布图

由设备布置导出各载荷点位置,及作用于结构的载荷标准值[见附录 A 的 A.2b),作为承载验算的输入条件。即在平面图和立面图上,清晰标注载荷的分布位置、载荷方向及载荷标准值。

4.3.8 承载验算

支撑结构的承载验算应遵守附录 A 的规定。

4.3.9 其他

必要时,宜设置搭建设施载荷与变形自动监测装置,通过物联网传感器实时采集受力与形变数据,进行自动分析与预警,以实现防止超载、失稳坍塌等危险发生。

4.4 验证与确认

场景工艺设计结果应经过验证与确认。

- a) 验证:
 - 1) 证实该设计是否满足演出艺术创意与舞美设计效果的需求;证实该设计是否安全可靠。主要有以下方式之一:
 - 由承办方委托专家进行审查及验算,出具审查意见及验算结果;
 - 由承办方主持,创作团队,有关专业人员及工程商进行会议评审及风险评估,出具评审、评估意见及结论;
 - 2) 风险评估依据 GB/T 15706—2012 的相关内容,从伤害发生的概率和伤害的严重程度两个方面进行分析和评价。
 - 3) 验证后必要时对场景工艺设计进行优化改进,确定最终设计结果。
- b) 确认:获得承办方和创作团队认可,确定接受该设计结果并签字。

5 施工方案

5.1 概述

硬体搭建作为一项专项工程,其施工组织设计可直接以施工方案的形式编制。

5.2 编制依据

5.2.1 依据相关法律、法规、规范性文件,以及 GB/T 50502—2009。

5.2.2 依据场景工艺设计的核心要素。主要包括:4.2、4.3.2、4.3.4~4.3.6、4.3.8 及 4.4。

5.3 工程概况

5.3.1 基本情况

基本情况包括:

- a) 工程名称;
- b) 施工单位简介,营业执照、法人证件以及必要的其他资质等;
- c) 施工范围,工程量及工作量界定;
- d) 施工合同(或协议书),名称、编号及签订日期等;
- e) 招投标文件或承办方对施工的重点要求。

5.3.2 设计简介

主要介绍施工范围内的设计内容和相关要求(基于第 4 章的内容和要求)。

5.3.3 施工条件

施工现场的基础条件应说明如下内容:

- a) 施工地点的气象状况:施工期、使用期的风力及雨季分布与强度(尤其露天场地);
- b) 施工区域的地质状况:地面承重影响;
- c) 施工区域的场地状况:运货通道,倒运及临时堆放场地,排水渠道,容许吊挂载荷的原结构;
- d) 施工区域的空间状况:容纳搭建结构与活动,以及施工作业的空间;
- e) 施工区域的供电及供水状况:演出活动及施工需要;
- f) 场地使用许可情况:场地使用许可、临时搭建审批,扰民影响;
- g) 其他与施工有关的主要因素。

5.4 施工安排

5.4.1 工程施工进度、质量以及安全与环境保证等均应满足施工合同、招投标文件和承办方对施工的要求。

5.4.2 确定主要施工顺序及施工流水段。施工流水段宜以功能分区与作业顺序划分,以提高施工效率。

5.4.3 针对施工的重点和难点进行安排,并简述主要管理与技术措施。

5.4.4 确定施工管理的组织机构及岗位职责,并适应工程施工的需要。

5.5 施工计划

5.5.1 施工进度计划

按照施工安排编制施工进度计划,并应满足承办方的总时间要求。进度计划宜采用网络图或横道图表示,并附必要的说明。

5.5.2 施工准备计划

包括下列内容:

- a) 技术准备计划:施工所需图纸和技术资料的准备、消化与技术交底,安全培训,以及与相关单位

的技术交接等；

b) 现场准备计划：施工、生活等临时设施的准备，以及与相关单位的现场交接等。

5.5.3 资源配置计划

包括下列内容：

a) 劳动力配置计划：工程用工量及专业工种劳动力配置；

b) 特殊作业人员计划：特殊作业人员配备；

c) 物资配置计划：工程材料和设备配置、施工用料和施工机具配置，以及测量和检测仪器配置。

5.6 施工工艺技术

5.6.1 针对不同硬体系统分别说明核心分项施工工艺。每个分项包含工艺流程、操作要点、质量保证措施等。

5.6.2 针对施工难点提出专项技术方案或关键技术措施，以及安全文明施工及环境保护措施。

5.7 应急预案

应制定高处坠落、结构坍塌、触电、火灾等专项应急预案，明确应急组织机构、救援流程及人员职责；配备应急物资，明确放置位置。

应急预案编制规定见附录 B。

5.8 审批

施工方案应经施工单位内部审核，报监理单位审查合格，并报承办方审批。

6 施工准备

6.1 场地核查及处理

6.1.1 查阅施工时段天气预报，在雷电、暴雨、大雪、浓雾或风力不小于 6 级等天气条件下，不应组织户外施工作业。

6.1.2 核查搭建场地地面承载力，确认雷亚架、桁架等支撑结构的受力点、锚固点位置，松软区域铺垫钢板或承重垫板加固，露天地锚打入坚实土层，确保地基与基础满足结构与设备的承载要求。

地基与基础的处理依据 JGJ/T 231—2021 中 7.3.1 的规定，按基础承载力要求检查验收，且拍照留档，验收合格后方可搭设施工。

6.1.3 核查搭建区域的空间状况，复核施工图纸与现场实际尺寸的一致性，宜考虑足够的空间容纳搭建结构与活动需要，并适合施工作业。若为室内，则核查建筑结构承重梁的许用承载力；若为露天且附近有高压线，则核查搭建结构距高压线的水平与垂直距离，确保符合当地电力部门给出的安全要求。

6.1.4 核查搭建场地区域，确保无易燃、易爆物危险，无积水且排水渠道无阻，清理场地内障碍物，划分材料堆放区、设备组装区、施工通道及安全警戒区，设置明显的区域标识。

6.1.5 确认现场水电供应条件，核查消防栓，布设配电系统，且应符合 JGJ/T 46—2024 的相关规定，布置施工照明、动力电源接口，预留应急电源接口。

6.2 技术资料准备

6.2.1 办结施工方案及进场检查报审备案，以及场地使用许可、占道施工、夜间施工等必要审批手续。

6.2.2 备齐“场景工艺设计”和“施工方案”全套资料，核心涵盖设施设备清单；施工图纸（舞美效果图、设备布置图、配电与控制系统图、载荷分布图）；各项施工计划与施工工艺技术（含工艺流程与操作要

点);专项技术方案以及应急预案等。

6.2.3 组织施工团队进行技术交底,明确搭建方案、结构参数、设备安装精度,以及其他特殊要求;明确安全技术措施。

6.3 施工机具准备

可根据施工需要,准备以下的施工机具:

- a) 吊装运输设备:如汽车吊、叉车、手动液压车、卷扬机及电动吊机等;
- b) 安装操作机具:如移动作业平台、扭矩扳手、套筒扳手、钢丝钳、螺丝刀、电动冲击钻及切割机;
- c) 测量检测器具:如水准仪、经纬仪、激光水平仪、拉力计、接地电阻测试仪、绝缘电阻测试仪、卷尺及线坠等;
- d) 安全防护与辅助器具:如安全帽、安全带、防滑鞋、绝缘垫、安全网、应急灯、对讲机及警示标志等,以及应急物资(灭火器、消防水带、急救箱、警示带等)。

施工机具均应是出厂或定期鉴定期内合格的产品。

6.4 设施与设备准备

6.4.1 按清单清点进场设施,核查雷亚架、桁架、钢梁、轨道及螺栓等构配件的规格、数量以及产品合格证、检测报告。并检查各件的完好状态,不应使用变形、锈蚀、裂纹的构配件。

6.4.2 按清单清点进场设备,核查机械、灯光、音响、视频及特效设备等及其控制系统的规格、数量以及产品合格证、检测报告。并检查各件的完好状态,核对吊挂安装设备的重量,不应使用有损伤的设备。

6.4.3 转运设施与设备到相应的安装区域,并做好临时存放及防雨、防潮、防碰撞保护。确保工作区域内整洁卫生、物料码放整齐有序、通道畅通。

6.4.4 接通施工临时用电,应满足 TN-S 系统要求,配备配电箱、漏电保护器。供电容量应匹配设备运行峰值。

6.5 人员与组织协调准备

6.5.1 组建施工管理架构,配备项目经理、技术负责人、安全员、施工班组等岗位人员。所有人员应具备相应的资格,并持有上岗证书,如特殊作业人员及雷亚架搭设人员应经专业技术培训考试合格后持证上岗。

6.5.2 对作业现场及全过程进行危险有害因素辨识,制定并落实安全管控措施。

6.5.3 进入作业现场的人员应正确佩戴符合 GB 39800.1 要求的个体防护装备。应遵守 GB/T 33170.4—2016 中第 5 章安全施工的相关规定。

6.5.4 开展安全教育培训,重点讲解高处作业、吊装作业、动火作业、用电作业等高危环节的操作规范以及应急处置流程;讲解雷亚架、桁架等结构搭设以及各种设备安装的操作规范。均应留存培训签到及考核记录。

6.5.5 明确各岗位职责与分工、施工进度计划、关键节点的验收标准。

6.5.6 协调场地管理方、安保、消防等相关单位,明确施工期间的协作机制与联络方式。

7 主要结构搭设

7.1 雷亚架搭设

7.1.1 概述

大型演出硬体搭建中,雷亚架主要用于露天舞台主体、舞台棚顶支撑、视频背景架、看台等结构搭

设,或用于各种造型的结构搭设;也用于室内舞台主体、视频背景架等结构搭设,一般采用支撑架形式。

雷亚架的所有零配件均为标准件,因此无论搭建何种结构,其搭建工艺与流程基本相同,仅其规模与布局不同。

例:雷亚架搭建的露天舞台主体,搭配三面兼具棚顶支撑与视频背景功能的结构,结合桁架式棚顶,形成露天镜框式舞台,为大型演出硬体搭建的典型形式之一。

7.1.2 搭建施工

支撑架形式的雷亚架搭设依据 JGJ/T 231—2021 的相关规定,并按照场景工艺设计的规定施工。具体内容如下。

a) 操作步骤:雷亚架搭设操作步骤见表 1。

表 1 雷亚架搭设操作步骤

操作步骤	阶段标识
1) 清理施工区域,查看地基,确认地面压实度; 2) 复核承力地面,地锚固定或铺设配重基座板;	清理场地 复核承力
3) 依据支撑架立杆定位图,使用卷尺等测量工具在地基或结构层上标定每根立杆的中心点; 4) 将可调底座放置于标记点,并调节底座螺母至中间高度;	定位 与放置
5) 将首节标准立杆底端套入或插入可调底座; 6) 从架体角部开始,安装最底层水平杆,将扣接头对准立杆连接盘,插入插销并用手锤敲紧; 注:立杆安装需 2 人协同,安装首层第二根水平杆前,需为单根立杆设置临时防倾覆支撑。	安装 首层架体
7) 遵循“由下至上、先内后外”原则逐层搭设,并及时与已搭设的稳定部分连接,避免出现单根立杆或局部架体悬空与独立; 8) 通过连接套管(或连接棒)接高立杆; 9) 按设计步距(相邻水平杆竖向距离)逐层安装各层水平杆; 10) 根据结构设计同步安装竖向与水平斜杆,确保扣接头与连接盘对准并敲紧插销;	搭设 主体架体
11) 在顶层立杆顶端插入可调托撑; 12) 根据梁板底标高精确调节托撑螺母至设计高度; 13) 在托撑 U 型槽内正确放置主梁、次梁等承载龙骨;	安装顶托 与龙骨
14) 架体搭设完成后组织全面检查,检查所有盘扣节点、斜杆设置、底座与托撑状态、顶托悬臂长度等; 15) 使用沙袋等,按设计载荷的 1.2 倍在承载点加载试验,持荷 2 h;	检查 与确认
16) 确认结构安全无误后相关负责人签字	

b) 技术要求如下。

- 1) 作业前应确认地基与基础的处理已验收合格,确认地基坚实无积水、无下陷风险,承力地面平整误差不大于 3 mm/m²。
- 2) 底座不应直接放置在不坚实、有积水或冻胀的地基上;基础不平时用平整垫板垫实,不应使用已开裂木垫板;底座底板宜与基础面充分接触且水平。
- 3) 不应使用端面不垂直、套管焊接开裂的立杆和开裂的构配件。
- 4) 可调底座丝杆插入立杆长度不应小于 150 mm,丝杆外露长度不宜大于 300 mm。
- 5) 首层立杆垂直度偏差应不大于 1/500(即 2 m 内不大于 4 mm)。
- 6) 最底层水平杆中心线距可调底座底板不应大于 550 mm(依据 JGJ/T 231—2021 的 6.2.5)。

- 7) 水平杆及斜杆安装后,插销锤击抽查连续下沉量不应大于 3 mm。
- 8) 总体搭设完成后,立杆总垂直度偏差应不大于 $H/500$ 且不大于 50 mm(H 为总高)。
- 9) 在多层楼板上设置支撑架时,上下层支撑立杆宜对齐。
- 10) 可调托撑轴线应与立杆对正,可调托撑伸出顶层水平杆或双槽托梁中心线的悬臂长度应不超过 650 mm,丝杆外露长度应不超过 400 mm,插入立杆长度不应小于 150 mm(依据 JGJ/T 231—2021 的 6.2.4)。
- 11) 可调托撑调平后,当主梁、次梁等承载龙骨置于 U 型槽内时应进行一次微调,并逐点检查调平状态。
- 12) 所有盘扣节点处,扣接头弧面应与立杆外表面完全贴合,节点盘与锁销完全扣紧、无松动。
- 13) 下方设禁入区并有专人监护;工具随身携带以防坠落,小型构件用人工传递;锤击插销时不应用力过猛,防止工具脱手。
- 14) 每层水平杆安装完成后宜即时检查水平度,不合格时及时调整,避免累积偏差。
- 15) 斜杆的布置应符合设计要求,满布或按特定要求布置,斜杆未完全锁紧前不应进行下道工序。当架体高度超过 6 m 时,未安装斜杆前不应继续升层搭设。
- 16) 不应在未安装水平杆的立杆上攀爬或提前加载重物。作业时确保站稳在已安装牢固的结构上,不应站在未锁紧的节点处操作。调节托撑高度时,动作宜平缓;托撑上不应集中堆放重物或超设计载荷使用。
- 17) 当架体吊装时,立杆间应增设立杆连接件;有条件时,应与已建成结构进行可靠刚性拉结。
- 18) 顶部承重梁、连接件应安装牢固,顶部荷载应通过托撑、立杆、底座直接传递至基础,不应偏心受力。
- 19) 架体主要尺寸(步距、跨度等)应符合设计要求;架体整体无晃动、无异响。
- 20) 设置配重时,其总重量应大于抗倾覆最小值的 1.5 倍,配重块应整齐堆叠、捆绑固定,防止散落。
- 21) 应编制施工方案;搭设高度达到或超过 24 m 时,应编制专项施工方案;搭设高度达到或超过 50 m 时,专项方案还应组织专家论证。
- 22) 加载试验时沙袋等应捆绑牢固,且应安排专人监视结构变化,发现异常(如挠度超标、节点开裂等)立即卸载。持载时结构最大挠度不应大于跨度的 $1/500$,卸载后不应有沉降、变形、节点滑移等现象,整体保持稳定。
- 23) 全面检查并形成书面记录,相关负责人签字确认;未经检查合格的结构,不应进入下一步施工或加载。
- 24) 支撑架的安全管理与维护遵守 JGJ/T 231—2021 中第 9 章的相关规定。

7.2 桁架搭设

7.2.1 概述

大型演出硬体搭建中,铝合金桁架主要用作灯光、音响、视频等设备的承载体,也用作露天棚顶结构的人字架与横梁,以及其他需要承重的设备支撑,其搭建形式多种多样,最常用的有:

- a) (露天)由雷亚架支撑的棚顶结构,主梁安装有提升设备,并配套提升式架体,用于承载灯光、音响、视频等设备;
- b) 由桁架立柱支撑的棚顶结构,其主梁可悬挂灯光、音响、视频等设备;
- c) (室内)由建筑承重梁吊挂的提升式桁架,承载灯光、音响、视频等设备。

7.2.2 由雷亚架支撑的棚顶结构

由雷亚架支撑的棚顶结构,一般用于露天镜框式舞台搭建,舞台左、右、后三面设有雷亚架可支撑棚顶结构。

a) 操作步骤:由雷亚架支撑的棚顶结构搭建操作步骤见表 2。

表 2 由雷亚架支撑的棚顶结构搭建操作步骤

操作步骤	阶段标识
1) 确认舞台面平整,清理杂物,划定作业安全区并设置警示标识; 2) 核对雷亚架、桁架、电动吊机、吊装带、钢丝绳及配套配件的型号规格、数量及完好性; 3) 在三面雷亚架顶部相对四角处安装横担(横担上预先装好吊环),确保横担固定牢固、吊环位置对应;	前期准备
4) 在舞台面按照设计结构尺寸、连接方式完成桁架主梁及人字形棚顶的组装,保证桁架拼接牢固、整体规整,然后绷紧篷布并固定牢固; 5) 将各吊机链条挂钩悬挂至各横担的吊环上,再将吊机挂钩通过吊装带捆绑固定在桁架主梁吊点处(棚顶四角),形成倒挂吊机布设形式(每吊点配置一台吊机); 注: 吊机倒挂或顺挂根据现场情况,以安装可靠便于隐蔽为宜。 6) 在每个吊点处安装临时保险带(吊装带),一端绑扎固定在雷亚架顶端水平杆上,一端下垂穿过桁架吊点附近结构回到雷亚架水平杆,由高空作业人员完成绑扎操作;	组装桁架及挂接吊装
7) 同步启动各吊机进行棚顶试吊与初吊 100 mm,再将其提升至距地面 1.5 m 左右(人员便捷操作高度),高空作业人员抽紧并二次捆绑临时保险带; 8) 全面检查棚顶结构组装节点、吊装连接点位、吊具捆绑部位,确认所有连接均牢固可靠、无松动隐患; 9) 点动吊机调整棚顶结构使主梁处于水平状态; 10) 按设计布局在主梁上安装用于提升灯架的电动吊机,理顺并规整绑扎电线线缆(设备安装与接线调试详见第 8 章);	初吊检查及调平安装
11) 在棚顶各吊点处粘贴自粘式测高标尺带(以下简称“标尺带”),一字型桁架仅在两端吊点粘贴; 12) 启动各吊机缓慢起吊,每个吊点安排专人观测标尺带测高数值,实时通报数据,同时观察各承重链条张紧状态(尤其是一字型桁架); 13) 起吊过程中若出现标尺带各点高度误差超 80 mm、或 3 个及以上吊点的一字型桁架出现链条松弛,立即停机; 14) 通过点动吊机调整各吊点高度,使各吊点标尺带数值一致、各承重链条张紧均匀,再次抽紧并固定临时保险带; 15) 继续缓慢起吊,直至提升至设计高度; 注: 使用标尺带测高以消除起吊不同步,减小载荷不平衡的办法是针对定速电动吊机起吊的情况,起吊过程中出现不同步误差需调整水平的操作有可能不止一次。同时,不排除采用电机同步控制和载荷传感器监测的方式。	起吊作业及监控同步
16) 最终调整主梁水平,确保水平度达标、所有承重链条张紧均匀,扯除标尺带; 17) 锁定各吊机制动装置,使用吊装带(或专用卡箍)将棚顶结构与雷亚架可靠绑定,形成第一道保险; 18) 各吊点安装钢丝绳保险绳,完成二次保险固定; 19) 确认保险绳安装牢固、受力可靠后,拆除所有临时保险带;	终调水平及锁定保险
20) 在舞台面组装(桁架式)灯架,启动棚顶主梁上各吊机,下放链条挂接灯架,并提升至方便操作的高度安装所需灯具及相关吊挂器物;	灯具安装与灯架提升

表 2 由雷亚架支撑的棚顶结构搭设操作步骤（续）

操作步骤	阶段标识
21) 按类似方式同步平稳提升至设定高度后锁定吊机制动装置,安装钢丝绳保险绳,将灯架与棚顶主梁或雷亚架可靠连接;	灯具安装 与灯架提升
22) 全面目视检查,复查承载点,复测关键尺寸,随机抽查节点紧固度; 23) 加载试验,参照表 1 中 15)操作; 24) 确认结构安全无误后相关负责人签字	检查与确认

b) 技术要求如下。

- 1) 确认雷亚架支撑结构稳定、无倾斜、松动等安全隐患。
- 2) 电动吊机应完好无损,型号符合设计要求,具备双制动(或带二级保持)功能,额定承载能力满足所承担的设计载荷。其行程限位及制动装置应灵敏可靠,链条、吊钩等关键部件应无锈蚀、扭曲变形等缺陷,符合吊装要求,吊装前进行空载试运转,设备应运行平稳。
- 3) 所有连接件(插销、螺栓)应无损坏、无滑扣;钢丝绳应无断丝、锈蚀、弯折等缺陷(依据 GB/T 5972—2023 的要求);吊装带应无破损、老化(依据 JB/T 8521.1—2025 的要求)。
- 4) 桁架结构预拼及吊装区域应设置警示带,确保人员不处于危险情况;搬运长桁架宜多人协同,确保结构不会变形。
- 5) 桁架结构(包括主梁、人字架、灯架)组装拼接时,所有插销应可靠插入,拼接长度误差应不超过 $\pm 5\text{ mm/m}$,直线度偏差应不大于 3 mm/m ,法兰盘贴合面不应小于 90% 。节点应连接牢固、紧固到位,螺栓终拧扭矩应符合产品要求,无松动、缺失现象。架体造型与几何尺寸应符合设计要求,结构规整无扭曲、无偏斜,满足起吊与承载要求。
- 6) 横担是悬臂梁承载结构,对多吊点悬挂桁架用的横担一般采用型钢;对线阵列等大载荷专用吊重的横担采用桁架。无论采用哪种都应进行结构计算核定其承载能力,确保满足使用要求。
- 7) 横担安装水平度偏差应不大于 3 mm/m ,应与生根结构连接面贴合紧密稳固,满足悬挂载荷要求。
- 8) 人字形棚顶的顶角角度应符合设计要求,两侧桁架对称偏差应不大于 5 mm ;篷布张拉应平整,无明显褶皱,边缘固定牢固,抗风载能力满足现场环境要求。
- 9) 桁架结构(包括主梁、人字架、灯架)提升采用单点单吊机配置,电动吊机无论采用倒挂或顺挂形式,悬挂连接点应牢固、受力清晰、无偏载、无虚挂或松挂。
- 10) 正式提升前应进行离地 100 mm 的试吊,确保吊具、结构状况无异常并调平衡后再正式起吊。
- 11) 提升过程应低速、平稳操作,不应快启急停。各点承重链张紧状态宜保持一致,不应出现松链、偏斜起吊等现象;定速电动吊机宜采取测高控制措施:平面桁架全吊点、一字型桁架两端吊点设置测高标识进行实时监测,各吊点起升高度偏差不应超过 80 mm 。
- 12) 提升过程应设置临时保险带(吊装带)并与桁架吊点及支撑结构可靠连接,钢丝绳保险绳未安装可靠前不应拆除临时保险带。
- 13) 提升过程应有专人监护吊具、链条、吊点及结构状态,发现异常立即停机调整,水平校正后方可继续提升,直至达到设定高度。
- 14) 提升到达设定高度时调整架体水平,水平倾斜度应不大于 1° ,使承重受力均匀;调整后吊机应锁定可靠,且应立即安装钢丝绳保险绳,钢丝绳保险绳选用应匹配承载要求,采用与主吊独立的锚点,不应同点固定,连接点应牢固无滑移、无额外晃动,与主吊形成双保险。

- 15) 搭建过程多吊点提升中,宜采用电机同步控制及载荷传感器监测技术。当采用电机同步控制时,不同步误差应不大于 50 mm;当采用载荷传感器监测时,载荷值不应大于电机额定载荷。
- 16) 电动吊机控制系统宜具备安全型编组功能,一旦检测到组内任何一台吊机发生故障(如行程限位动作、载荷超限等),立即停止该组所有吊机的运行。
- 17) 加载试验按 7.1.2b)中 22)的要求。
- 18) 全面检查并形成书面记录,相关负责人签字确认。未经检查合格的结构,不应进入下一步施工或承载。

7.2.3 由桁架立柱支撑的棚顶结构

由桁架立柱支撑的棚顶结构,一般用于露天且无其他支撑结构的场景。该结构可由桁架作为立柱直接支撑棚顶;也可不设棚顶,仅由桁架立柱支撑桁架主次梁,用于悬挂灯光、音响、视频等设备。其搭设遵循“自下而上,从稳定到承载”的原则。

a) 操作步骤:由桁架立柱支撑的棚顶结构搭设操作步骤见表 3。

表 3 由桁架立柱支撑的棚顶结构搭设操作步骤

操作步骤	阶段标识
1) 清理施工区域,查看地基,确认地面压实度; 2) 复核承力地面,地锚固定或铺设配重基座板; 3) 核对桁架、电动吊机、吊装带、钢丝绳及配套配件的型号规格、数量及完好性;	清理场地 与复核承力
4) 将可调节底座放置于指定点,使用激光水平仪等仪器调平至所有底座顶面齐平,并临时锁定; 5) 将各反头连接在底座上,安装方套、底层横向支撑杆和底部斜撑(斜撑上端暂不固定);	底座定位 与底部安装
6) 在安全区域将各段主横梁桁架对接,按规定紧固成整体,再将其两端连接至两侧的方套; 7) 按设计拼接人字形棚顶结构,完成后绷设篷布并固定牢固;	地面拼接 主横梁
8) 在地面将各桁架立柱连接至高度所需,顶端安装吊点横担和吊机链条挂钩; 9) 将立柱底部与反头连接,协同竖立并初步固定后,安装并紧固底部斜撑,形成稳定三角形;	竖立各立柱
10) 将吊机挂钩通过吊装带捆绑固定在桁架吊点处; 11) 同步启动各吊机进行桁架初吊 100 mm,再将其提升至距地面 1.5 m 左右(人员便捷操作高度); 12) 全面检查桁架组装节点、吊装连接点位、吊具捆绑部位,确认所有连接均牢固可靠、无松动隐患; 13) 点动吊机调整桁架使其处于水平状态; 14) 按设计布局在桁架上安装灯光、音响、视频等设备,理顺并规整绑扎电线电缆(设备安装与接线调试详见第 8 章);	初吊检查 及调平安装
15) ~20)将整个系统同步提升至设计高度[参照表 2 中 11)~16)的步骤操作]; 21) 立即对所有连接节点按最终力矩要求进行 100%终拧锁定,锁定各吊机制动装置; 22) 各吊点安装钢丝绳保险绳,完成二次保险固定,确认保险绳安装牢固、受力可靠;	最终提升 与全面锁定
23) 参照表 2 中 22)~24)的步骤操作	检查与确认

b) 技术要求。

- 1) 按 7.1.2b)中 1)的要求。
- 2) 底座整体结构应调平确保其稳定,中心距误差应不大于 5 mm,调平后的底座应设置警示,防止碰撞移位。
- 3) 桁架立柱在斜撑未安装紧固前处于不稳定状态,应立即连接斜撑,且人员不应站在其倾倒半径内。同侧立柱应在同一直线上,垂直度偏差应不大于 1/500(如 10 m 高偏差应不大于

20 mm)。
其余按照 7.2.2b)[1)除外]的全部要求。

7.2.4 由承重梁吊挂的提升式桁架结构

由承重梁吊挂的提升式桁架结构,一般适用于室内有建筑承重梁的场景,但也不排除露天有承重梁结构的情况[见表 2 中 20)]。该结构将桁架拼装为方框形、一字型等所需形式,用于承载灯光、音响、视频等设备,整体悬挂于承重梁,并可通过电动吊机提升至设计高度。

a) 操作步骤:由承重梁吊挂的提升式桁架结构搭设操作步骤见表 4。

表 4 由承重梁吊挂的提升式桁架结构搭设操作步骤

操作步骤	阶段标识
1) 确认安装场地平整,清理杂物,划定作业安全区并设置警示标识; 2) 核查承重梁,依据场景工艺设计确定承载点位置,核对承重梁承载能力、吊点许用载荷; 3) 核对桁架、电动吊机、吊装带、钢丝绳及配套配件的型号规格、数量及完好性; 4) 在合适的承重点位置,利用吊装带捆绑吊环,紧固卸扣或锁扣使吊装带绑扎可靠防松,确保吊环安装稳固、受力均匀;	前期准备
5) 在地面按照设计结构尺寸、连接方式完成桁架的组装,保证桁架拼接牢固、整体规整; 6) 将各吊机链条挂钩悬挂至承重梁的各吊环上,再将吊机挂钩通过吊装带捆绑固定在桁架吊点处,形成倒挂吊机布设形式(每吊点配置一台吊机); 注:吊机倒挂或顺挂根据现场情况,以安装可靠便于隐蔽为宜。 7) 在每个吊点处安装临时保险带(吊装带),一端绑扎固定在建筑承重梁上,一端下垂穿过桁架吊点附近结构返到承重梁,由高空作业人员完成绑扎操作;	组装桁架及挂接吊装
8) 同步启动各吊机进行桁架初吊 100 m,再将其提升至距地面(人员便捷操作高度),高空作业人员抽紧并二次捆绑临时保险带; 9) 全面检查桁架组装节点、吊装连接点位、吊具捆绑部位,确认所有连接均牢固可靠、无松动隐患; 10) 点动吊机调整桁架使其处于水平状态; 11) 按设计布局在桁架上安装灯光、音响、视频等设备,理顺并规整绑扎电线线缆(设备安装与接线调试详见第 8 章);	初吊检查及调平安装
12) 在桁架吊点处粘贴自粘式测高标尺带,平面桁架(如方框型)每吊点粘贴一条,一字型桁架仅在两端吊点粘贴; 13) ~16)参照表 2 中 12)~15)的步骤操作;	起吊作业及监控同步
17) 最终调整桁架水平,确保水平度达标、所有承重链条张紧均匀,扯除标尺带; 18) 锁定各吊机制动装置,各吊点处安装钢丝绳保险绳,将其固定在承重梁上距主吊点约 300 mm 处; 19) 确认保险绳安装牢固、受力可靠后,拆除所有临时保险带;	终调水平及锁定保险
20) 参照表 2 中 22)~24)的步骤操作	检查与确认

b) 技术要求。

1) 确认承重梁承载能力、吊点位置、吊点许用载荷符合场景工艺设计,不应随意设置吊点或在未核验的构件上布设吊具。

2) 钢丝绳保险绳在承载梁上的位置不应靠近主吊点。

其余按照 7.2.2b)[除去其中 1)、6)、7)、8)]的全部要求。

8 主要设备安装

8.1 核心要点

主要设备安装的核心要点如下。

- a) 结构为根:设备安装前,确认承载结构、承重梁的载荷分布、承载点的承载能力和结构验收报告。
- b) 双重保险:吊挂设备设置双重保险,工作索(主吊)与安全索(保险绳)分别固定在两处互不依赖的承载结构上。
- c) 防风防雨:露天搭建时,所有设备进行防风加固;所有电气连接满足相应 IP 防护要求。实时监测天气变化,遇有雷电、暴雨、大雪、浓雾或风力不小于 6 级等天气时,将负载归至安全位置,立即切断总电源停止作业,同时对设备采取覆盖防护措施。
- d) 专业要求:各专业设备的安装满足相应的技术要求,同时落实消防安全措施。
- e) 流程管控:执行“检查→安装→调试→检测”的流程,检测都经签字确认。

8.2 电动吊机安装

本条针对为演出效果升降各种器物或提升运动物体的电动吊机,相关内容也适用于搭建过程用于提升桁架结构、线阵列音箱等的施工吊机(如 7.2、8.4)。

- a) 操作步骤:电动吊机安装操作步骤见表 5。

表 5 电动吊机安装操作步骤

操作步骤	阶段标识
1) 核查支撑结构(雷亚架、桁架、轨道)的承载点位置与承载能力; 2) 清理安装区域,平整场地,宜考虑足够的操作与散热空间; 3) 开箱核对电动吊机、电气柜、控制台的型号规格,检查设备外观及附件配备; 4) 检查链条、吊钩、限位装置等;	施工准备 与核查
5) 将电动吊机主机搬运至预定位置,使用专用夹具或高强度连接件,将其固定在支撑结构上; 6) 将分路配电柜、控制台定位,采用可靠方式固定;	机械部件 安装与固定
7) 按电气原理图,区分动力线、控制线、信号线进行柜内接线。接线,线号标识,线缆整理成束固定; 8) 从分路配电柜(见 8.6)敷设专用电缆至控制台,再连接至电动吊机。电缆沿结构规范捆扎,穿孔处加装护圈; 9) 所有电气设备连接专用保护接地,连接点做防腐处理;	电气系统 安装与接线
10) 复查所有接线正确性、螺栓紧固度、接地可靠性及绝缘性能。清理杂物,悬挂安全标识; 11) 接通电源,进行电动吊机空载升降,测试电机正反转及上下限位装置灵敏性; 12) 吊起额定载荷 125% 的配重,离地 100 mm,静置 10 min,检查结构、固定点及吊机状态; 13) 吊起额定载荷进行不少于 5 次升降运行,检查运行是否平稳顺畅,无异常;	调试与 功能测试
14) 使用专用吊具(吊带、卸扣)平衡连接负载; 15) 由专人统一指挥,操作员听令动作,完成升降作业	挂载作业

- b) 技术要求如下。
 - 1) 结构承载点应符合载荷分布设计。吊机不应挂在非承重杆件或装饰性部件上。
 - 2) 电动吊机应符合 7.2.2b) 中 2) 的要求。
 - 3) 吊机安装后应保持垂直,无倾斜,所有紧固件应防松。

- 4) 不应斜拉斜吊或人员随吊物升降。
- 5) 动力线截面按额定电流选型,控制线应不小于 1.5 mm²,信号线应不小于 0.7 5 mm²。
- 6) 逐项调试、逐步合闸,观察无异常后再继续。
- 7) 负载试验后,结构、固定点及吊机部件应无永久变形或异常。
- 8) 链条尾部应挂在吊机上,防止脱链。
- 9) 设备安装位置应远离潮湿、腐蚀、高热及强振动源。

8.3 灯光设备安装

演出所用灯光设备的安装。

a) 操作步骤:灯光设备安装操作步骤见表 6。

表 6 灯光设备安装操作步骤

操作步骤	阶段标识
1) 布置施工区域,设置警戒区与警示标识; 2) 确认支撑结构(桁架或横管) 的承载点位置与承载能力; 3) 依据灯光设计图,在桁架或横管上标记所有灯具的安装位置; 4) 开箱检查灯具及配件,确认其完好,并核对光学、电气参数;	施工准备 与定位检查
5) 将灯具搬运或吊装至安装位置; 6) 使用 U 型夹、万向节等专业配件,将灯具牢固锁定在桁架管或横管上; 7) 为每台灯具加装独立的保险绳,并可靠绑紧在主体结构上;	灯具吊挂 与固定
8) 按设计图纸定位分路配电柜、调光柜、控制台等设备; 9) 依次调平找正,以可靠方式固定设备底座;	电气设备 就位与安装
10) 确认所有电气柜、控制台均处于断电状态; 11) 所有电气设备连接专用保护接地,连接点做防腐处理; 12) 依次进行柜体主电源进线、负载出线及控制信号线的连接; 13) 从分路配电柜(见 8.6)引主电缆至调光柜,再按分组分路连接至各灯具。单独敷设 DMX512 等控制信号线,连接控制台与调光柜; 14) 将电源线与信号线分开捆扎固定,做好标识;	电气连接 与布线
15) 开启配电柜,再开启灯光控制台,建立信号连接并预热; 16) 根据设计调整灯具光斑角度与焦距并锁紧(手动调整的需断电操作); 17) 进行灯具编组、地址码设置,编写并测试场景程序;	角度调整 与控制编程
18) 逐回路通电测试设备保护、通断及联动控制功能; 19) 全系统满负荷运行 30 min,测试所有编程场景,监测电气参数; 20) 检查无误后,填写复核记录并签字确认	系统调试 与安全复核

b) 技术要求。

- 1) 确认支撑结构各安装点位满足承载要求,安装点位与方式应符合载荷分布设计要求。
- 2) 施工周边宜留有足够的操作空间,且应无易燃物及障碍物。灯具与幕布等易燃物的安全距离应不少于 500 mm,高温灯具宜加装隔热挡板。
- 3) 搬运及安装时确认灯具自身开关处于关闭状态,并应轻拿轻放。
- 4) 灯具的光学、电气参数及配件(散热、调焦等)应符合设计要求。

- 5) 设备通风口应无遮挡,工作环境温度应不大于 40 ℃、相对湿度不大于 85%。
- 6) 灯具应安装牢固无晃动,不应仅靠灯具自带的抱箍或螺栓受力,应使用专业配件与桁架或横杆硬连接。大型灯具宜使用专用支架或更牢固的节点。
- 7) 所有灯具无论轻重,都应加装独立的保险绳。
- 8) 露天可移动设备需评估大风影响,必要时额外加固。
- 9) 露天系统应接入防雷网,并与音响系统接地点保持至少 5 m 间距;应加装漏电、过载、短路及防浪涌保护装置,漏电动作电流不应大于 30 mA。
- 10) 露天灯具或加装设备的防护等级(IP)应满足露天使用要求;露天所有金属连接件应具备防腐能力。
- 11) 调试人员应佩戴防强光护目镜。露天场景宜优化程序以抵消环境光干扰。
- 12) 大功率灯具(2 kW 及以上)应单独占用调光柜通道及供电回路,每回路电流应不超过 16 A,线截面按总功率 1.2 倍核算。输出回路应与灯具功率匹配。
- 13) 光束位置、光斑大小应精准匹配设计,同组灯具光斑角度偏差应不超过±5°。
- 14) 通信接口应接触良好,确保信号稳定。控制台指令响应时间应不大于 0.2 s,场景切换应平滑无卡顿,调试后应保存参数。
- 15) 试运行期间,配电柜、调光柜处应有专人值守。应逐回路调试,不应多回路同时合闸。
- 16) 故障排查时的断电顺序是“控制台→调光柜→配电柜”,不应强行合闸。

8.4 音响设备安装

演出所用音响设备的安装。

注：本条主要针对吊挂式线阵列音箱。

a) 操作步骤:音响设备安装操作步骤见表 7。

表 7 音响设备安装操作步骤

操作步骤	阶段标识
1) 核算线阵列音箱总重(含箱体、吊挂件、线缆),确认支撑结构(桁架或承重梁)的承载点位置与承载能力。在主吊点挂接电动吊机链条挂钩,并在其旁约 1 m 处设独立的保险锚点。 2) 布置施工区域,设置警戒区与警示标识。 3) 地面安装首节音箱吊挂件,连接电动吊机吊钩(防脱卡扣闭合)。缓慢提升至 1.5 m 左右,锁定吊机。安装临时保险绳(微受力)至保险锚点,并将主保险绳一端固定在音箱专用吊点,另一端临时收束。 4) 将后续音箱在低空逐节与上一节精准对接,按规范完成机械连接(销轴、卡扣及防松装置)。每连接一节后,提升已安装部分至便于下一节操作的高度并锁定吊机。循环完成所有连接,全程保留临时保险。 5) 全部串接后,检查所有连接点。将整串阵列平稳提升至最终设计高度,锁定吊机。将主保险绳收束端拉至锚点并调节至兜底不承重状态固定。拆除临时保险绳,形成“吊机承重+保险绳”的双重锁定 注：当 1 台电动吊机不能满足承载要求时,可能通过平衡器等连接件由 2 台甚至 3 台同规格的电动吊机悬吊。	承载确认 与吊装
6) 在设计位置安装其他落地式(或低挂式)音箱。	落地安装
7) 按设计图纸定位分路配电柜、调音台及周边设备机架,依次调平找正,以可靠方式固定。	电气设备
8) 敷设主电缆及分支电缆,强电与信号线分开铺设,通道线缆做好防护。	安装与接线

表 7 音响设备安装操作步骤（续）

操作步骤	阶段标识
9) 按顺序系统接线:分路配电柜(见 8.6)→电源时序器;电源时序器→调音台、音频处理器、接口箱等前级设备;电源时序器→功率放大器。 10) 所有电气设备连接专用保护接地,连接点做防腐处理。 11) 按顺序接信号线:调音台→处理器→功放→音箱。 12) 按顺序通电:闭合配电柜总电源→开启电源时序器→启动调音台及前级周边设备→开启功率放大器。 13) 系统关机:顺序与开机相反,先关功放→再关前级→最后关总电源	电气设备 安装与接线
14) 检查电压、相位、接地是否正常,排除松动、裸露、干扰、异响。 15) 送入测试信号,逐路检查电平、声道、相位;调整处理器参数,确认系统稳定、无啸叫、无失真。 16) 全面检查所有机械连接、线缆接头、接地电阻、回路电流及静音功能,模拟故障验证保护功能。露天环境侧重检查防风、防雨措施。	电气检查 与系统调试

b) 技术要求如下。

- 1) 所有承重吊点应位于主体支撑结构上,不应设置在桁架腹杆等非承重区域。吊耳、吊机等承重部件额定载荷应满足承载要求,且无破损老化。
- 2) 音箱间应使用原厂连接件并按规范扭矩紧固,防松装置到位,对接间隙应不大于 2 mm。整串阵列垂直度偏差应符合设计要求。
- 3) 临时保险绳宜选用柔性合成纤维安全绳,连接后微受力;主保险绳应选用无缺陷的钢芯钢丝绳,与结构接触处加防磨护套,安装后应处于正确的兜底备用状态。
- 4) 任何空中连接或检查作业前,应确认电动吊机已可靠锁定,主保险未最终锚定前,不应拆除临时保险。人员在高处作业时不应攀爬悬吊的音箱。
- 5) 电缆截面应与负载电流相匹配,敷设整齐固定。音频信号线与动力线不应同管敷设。所有接线与调试应在断电、验电后进行,操作应悬挂警示牌。
- 6) 音响电源与灯光、机械电源应物理隔离。线缆应连接牢固,并做好防水绝缘。通电调试时应逐步合闸,发现异常立即断电排查。
- 7) 阵列最终安装位置高度偏差应不超过±50 mm,倾角偏差应符合设计要求,以确保声学覆盖。系统频响宜覆盖 40 Hz~18 kHz,功放温升应不大于 40 ℃。
- 8) 系统就位后,应由 2 人分别独立检查确认:机械连接牢固、吊机制动锁定可靠、主保险绳兜底状态正确、所有电气安全措施到位。

8.5 视频设备安装

演出所用视频设备的安装。

注:本条主要针对 LED 视频设备。

a) 操作步骤:视频设备安装操作步骤见表 8。

表 8 视频设备安装操作步骤

操作步骤	阶段标识
1) 清点所有配件:LED 模组、框架型材、连接件、电源箱、信号器及线缆等,确认数量与完好性; 2) 布置施工区域;设置警戒区与警示标识;	前期准备
3) 按设计组装框架(落地式或悬挂式),固定牢固底座或吊点; 4) 使用水平仪、激光测距仪校准框架垂直度、水平度及对角线,进行微调; 5) 完成搭建后,进行载荷测试(1.2 倍设计载荷,持续 30 min);	框架搭建
6) 地面预拼接模组,检查平整度与拼缝; 7) 从框架底部或一侧开始固定模组,逐块安装至完整画面; 8) 调整模组间隙,确保拼接缝均匀;	模组安装
9) 按设计图纸定位分路配电柜、控制系统配电柜、LED 显示屏专用配电箱,依次调平调正,以可靠方式固定; 10) 所有电气设备连接专用保护接地,连接点做防腐处理; 11) 按顺序接主回路:分路配电柜(见 8.6)→控制系统配电柜或 LED 显示屏专用配电箱; 12) 按顺序接信号线:控制系统配电柜→发送卡→信号线缆→接收卡; 13) 全线编号挂牌,复核接线与绝缘、接地; 14) 整理线缆,分类捆扎、线槽固定; 15) 按顺序通电:分路配电柜→控制系统配电柜→LED 显示屏专用配电箱;	电气设备 安装与连接
16) 逐区域通电测试,检查模组点亮状况; 17) 接入信号调试画面,调整分辨率、色彩、同步性; 18) 测试亮度、对比度、灰度及散热系统,连续运行 2 h; 19) 对照图纸与技术标准逐项查验;	调试与检测
20) 加装防雨罩、防风件(露天)或防尘处理(室内); 21) 清理现场,回收余料,拆除临时设施	防护与收尾
注:视屏安装在雷亚架或桁架搭建的背景结构上时,其背景结构按照第 7 章的相关要求,安装方式仍按以下相关步骤操作。	

- b) 技术要求如下。
- 1) 安装地面水平误差应不大于 3 mm/m,承重不应小于 500 kg/m²(落地式)。
 - 2) 电源电压波动应不超过±5%,信号接口应与控制协议(如 HDMI/DVI)匹配。
 - 3) 框架垂直度误差应不大于 2 mm/m,水平度误差应不大于 1 mm/m,对角线偏差应不大于 3 mm。落地式框架应进行抗倾覆验算。
 - 4) 连接螺栓应按扭矩紧固,应加装防松垫圈。
 - 5) 搬运模组应轻拿轻放,不应踩踏模组,高空安装应保证稳固结构。
 - 6) 显示屏的拼装精度应按照 SJ/T 11141—2025 中 5.6 的规定,其中平整度等级、水平相对错位等级及垂直相对错位等级按约定选取。显示屏的外观质量应符合 SJ/T 11141—2025 中 5.4 的规定。
 - 7) 模组安装从左到右、从上到下顺序排列,方向应与信号传输方向一致,每块模组固定点不应少于 2 处。
 - 8) 模组与框架的连接点间距应不大于 300 mm。

- 9) 电源线截面应与负荷匹配(宜为每 100 块模组不小于 4 mm²)。接线前应断电验电,不应同时触碰正负极。
- 10) 信号线应屏蔽,传输距离大于 50 m 时应加信号放大器。
- 11) 模组像素完好率应为 100%,无坏点、死点。
- 12) 色彩偏差、亮度均匀性、对比度、灰度等级应符合设计或约定要求。
- 13) 模组表面温度应不大于 60 ℃,散热正常,无异常发热。
- 14) 露天防风加固件承载力应满足当地风压要求。
- 15) 调试时远离电源箱、信号器。定期检查防护设施牢固性,遇故障先断电再排查。
- 16) 验收前确认所有安全措施到位。

8.6 设备供电与控制

在有电网供电的场所,机械、灯光、音响及视频等各专业设备由电网供电,没有条件时由柴油发电机供电。本条是各专业设备的供电与控制安装的通用部分。

a) 操作步骤:设备供电与控制安装操作步骤见表 9。

表 9 设备供电与控制安装操作步骤

操作步骤	阶段标识
1) 确认现场电源接入点(电网进线或发电机机位),计算同时用电设备(机械、灯光、音响及视频)及其他用电总功率; 2) 若由电网供电,则确认接入电压,线缆规格;若由柴油发电机供电,则根据总功率选配发电机,确定机位及线缆路由; 3) 准备好配电柜、断路器、漏电保护器、标识牌及测试工具(万用表、绝缘电阻表);	前期准备
4) 由电网供电时,将电网电缆接入总配电柜进线端,紧固接线;由发电机供电时,将发电机放置在规划位置,接好排烟管,设置减震垫,再将发电机输出电缆接入专用配电柜,空载启动发电机 5 min~10 min,监测输出电压、频率及各项保护装置; 5) 按机械、灯光、音响及视频等设备类型,出线至各分路配电柜,每回路配置独立断路器和漏电保护器,但机械设备采用变频控制时不宜设置漏电保护; 6) 用绝缘电阻表检测线缆绝缘电阻,确认无短路、漏电,确认全程接地可靠; 7) 合闸送电,测量电压、相序,三相平衡;测试各分路开关保护功能,确认正常; 8) 系统确认无误后,断电等待设备正式接入;	供电系统安装
9) 按各专业设备安装的相关操作步骤进行;	设备接入与调试
10) 全负荷联动:开启所有设备,模拟演出全流程,观察供电稳定性(电压波动不超过±5%); 11) 安全验证:人为触发过载或漏电测试,确认保护装置能准确切断对应回路; 12) 标识归档:张贴设备标识,整理接线图、负荷表和测试记录	联调运行

b) 技术要求如下。

- 1) 电网应为 TN-S 系统(380 V/220 V),电压波动应不超过±5%,频率 50 Hz±1 Hz。
- 2) 发电机功率宜为总负荷的 1.2 倍~1.5 倍;输出电压应稳定在 380 V,频率 50 Hz,应配置 AVR 自动电压调节,且应具备过载、欠压、过压保护;机位地面应平整、通风、远离易燃物。
- 3) 电网与发电机场地严格区分,两种电路不应混用。每回路应设独立保护(断路器+漏电保护器)。

- 4) 电气柜、控制台应安装稳固,固定点分布均匀,无松动。电气柜垂直度偏差应不大于 1.5 mm/m,控制台水平度偏差应不大于 1.5 mm/m。
- 5) 机械、灯光、音响、视频等设备回路都应选铜芯阻燃重型耐候橡胶套电缆(ZR-YCW),线截面应按负荷计算并留有余量。
- 6) 电缆绝缘电阻不应小于 1 M Ω ;接地统一采用 TN-S 系统,PE 线与 N 线严格分开,所有设备外壳应可靠接地,接地电阻不应大于 4 Ω (不宜大于 1 Ω),连接点做防腐处理,接地线为黄绿双色,线截面不应小于相线的 1/2。
- 7) 电缆布线应横平竖直、绑扎均匀,预留检修余量,固定间距应不大于 500 mm,弯曲半径宜不小于线缆直径的 10 倍,并应做好防水防碾压保护。
- 8) 动力线(电源线)、控制线、信号线应分开敷设,平行间距应不小于 300 mm;桥架、线槽内有金属隔板分层隔离时,垂直间距宜不小于 200 mm;交叉敷设呈 90°。
- 9) 各处接线牢固,所有线缆、配电箱、设备相序及回路应编号清晰,标识与负载对应。
- 10) 大功率吊机、总配电柜等的启停和操作,应实施双人核对制度(操作员+安全员)。
- 11) 露天搭建时,配电柜和插座箱应加防水罩;发电机应做防滑移固定,周边 10 m 不应有易燃物,且应配足灭火器。

8.7 其他设备及辅助设施安装

其他设备及辅助设施的安装均应符合场景工艺设计的要求。

9 特殊作业安全操作

9.1 概述

大型演出硬体搭建中,除了第 6 章~第 8 章的要求,对于各种特殊作业安全操作,本章主要引用 GB 30871—2022 中第 4 章、第 5 章、第 8 章及第 9 章的适用内容,并根据硬体搭建的风险特点做了必要的修改及补充。

9.2 通用要求

9.2.1 所有特殊作业人员应持有效证件上岗,作业前开展专项安全技术及应急交底,作业人员确认交底内容后方可作业。

9.2.2 实行特殊作业许可审批制度,作业前办理相应的特殊作业票。特殊作业票应明确作业时间、地点、人员、风险及安全措施,并经相关责任人审批签字。

注:附录 C 给出了特殊作业票示例。

9.2.3 划定危险作业区域,设置明显警示标识,设置至少一名专职监护人。监护人应熟知风险与应急措施,不应擅离职守。

9.2.4 施工前及每日作业前,对高处作业防护设施、吊装设备及索具、动火作业设备、临时用电配电系统、接地接零装置、用电设备等进行检查,不合格不应投入使用。

9.2.5 现场不应违规堆放易燃、易爆、腐蚀性物品,动火作业区域清理可燃物,配备灭火器材。临时用电规范布设,不应私拉乱接、超负荷用电及带电违规操作。

9.2.6 当作业现场出现异常,如结构异常响动、天气突变、电力中断等,可能危及人员安全时,应立即停止作业,人员撤离至安全区域,并报告负责人。

9.2.7 遇有雷电、暴雨、大雪、浓雾或风力不小于 6 级等天气时,不应户外作业。

9.2.8 作业完毕,清理现场,确认无安全隐患后,由负责人签字关闭作业票。

9.3 高处作业安全操作

9.3.1 在坠落高度基准面 2 m 及以上,于雷亚架、桁架、钢梁等临时结构物上进行的施工作业均属于高处作业。

9.3.2 作业人员应正确佩戴符合国家标准规定的安全带及安全绳。在高处移动时,应确保安全带始终处于“高挂低用”的系挂状态(无法实现时,应使用双钩安全带交替挂设),且锚固点牢固可靠,30 m 以上高处作业应配备通信联络工具。

9.3.3 作业点下方应设置警戒区,并设专人看守,防止无关人员进入。警戒区范围不应小于可能的坠落半径。如作业高度大于 4 m 时,宜设置安全防护网,防护网尽可能贴近施工界面。

9.3.4 不应站在不牢固的结构物上作业;在彩钢屋顶、石棉瓦、瓦楞板等轻型材料上作业,应铺设牢固的脚手板并加以固定,脚手板上要有防滑措施;不应在未固定、无防护设施的构件上作业或行走。

9.3.5 雨雪天作业时,应采取可靠的防滑、防寒措施;遇有暴风雪、台风、暴雨后,应对作业安全设施进行检查,发现问题立即处理。

9.3.6 不应上下投掷工具、材料。小型工具应使用工具袋或系有安全绳,物料应使用牢固的吊索传递。人员上下时手中不应持物。

9.3.7 同一坠落方向上,不应进行上下交叉作业,包括高空吊装作业与下方设备安装也不应同时进行。

9.3.8 因作业需要临时拆除或变动作业对象的安全防护设施时,应经作业审批人员同意,并采取相应的防护措施,作业后应及时恢复。

9.3.9 拆除结构设施和设备时,应设警戒区并派专人监护,不应上下同时施工。

注:高处作业分级见 GB 3608—2025。

9.4 吊装作业安全操作

9.4.1 使用起重设备吊装桁架、灯光设备、音响阵列、大屏幕及电气柜等作业均属于吊装作业。

9.4.2 吊装作业按吊物质量进行分级管理,具体分级标准应在作业方案中明确。

9.4.3 指定专人统一指挥,指挥信号应清晰、准确。应明确司索人员及起重操作人员。

9.4.4 作业前对起重设备(电动吊机、钢丝绳、吊带、卸扣及安全装置等)进行全面检查,确保其处于完好、可靠状态,不应使用已达到报废标准的索具。

9.4.5 司索人员尚应遵守如下规定。

- a) 听从指挥人员的指令,并及时报告险情。
- b) 不应将不同种类或不同规格的索具混在一起使用。
- c) 吊物绑挂牢靠,棱角处加衬垫保护。吊点设置根据吊物重心位置确定,保证吊装过程中吊物平衡;起吊时检查连接点是否牢固、可靠;吊运零散件时,应使用专门的吊篮、吊斗等器具,吊篮、吊斗等不应装满。
- d) 吊物离地前和悬空时,人员应避开吊物下方。
- e) 吊物就位时,应与吊物保持一定的安全距离,用拉绳、撑杆或钩子辅助其就位。
- f) 吊物就位前,不应解开吊装索具。
- g) 9.4.6 的 g) 中与司索人员有关的不应起吊的情况,司索人员应做相应处理。

9.4.6 起重操作人员尚应遵守如下规定。

- a) 按指挥人员发出的指挥信号操作,任何人发出的紧急停车信号均应立即执行,吊装过程中出现故障,应立即向指挥人员报告。
- b) 吊物接近或达到额定起重吊装能力时,应检查制动器,用低高度、短行程试吊后再起吊。
- c) 利用两台或多台起重机械吊运同一吊物时应保持同步,各台起重机械所承受的载荷不宜超过

各自额定起重能力的 80%。

- d) 下降吊物时,不应自由下落(溜);不应利用极限位置限制器停车。
- e) 不应在起重机械工作时对其进行检修;不应在有载荷的情况下调整起升机构的制动器。
- f) 停工和休息时,不应将吊物、吊笼、吊具和吊索悬在空中。
- g) 遇有下列情况之一,不应操作起吊:
 - 1) 指挥信号不明或违章指挥;
 - 2) 吊物质量不明或超载;
 - 3) 吊物捆绑不牢或不平衡;
 - 4) 吊物下面有人、吊物上有人或浮置物;
 - 5) 安全装置不可靠;
 - 6) 光线不足、视线不清;
 - 7) 埋于地下物或与地面构件有钩挂;
 - 8) 吊物锐角处与吊索间无衬垫;
 - 9) 司索操作简化或违章作业。

9.4.7 监护人员应确保吊装过程中警戒范围内没有非作业人员经过或停留。

9.4.8 作业完毕,将所有控制手柄置于零位,电源开关断开;将吊索、吊具收回放置到规定位置,并对其进行例行检查。

注:吊装作业分级见 GB 30871—2022 中 9.1。

9.5 动火作业安全操作

9.5.1 在搭建现场进行焊接、切割、打磨、热风枪使用等产生明火、火花或炽热表面的作业属于动火作业。

9.5.2 作业前清除动火点周围至少 10 m 范围内的易燃物,如木屑、包装泡沫、地毯、篷布等,并配备足量、适用的消防器材,满足作业现场应急需求。

9.5.3 动火点下方及周围火星溅落范围内,应使用防火毯对无法移除的地毯、木台板等可燃物进行严密覆盖隔离。

9.5.4 在金属桁架、管线上动火时,检查内部及相连区域,确保无易燃保温材料、线缆等隐蔽火险及隐患。

9.5.5 动火期间,距动火点 30 m 内不应排放可燃气体;距动火点 15 m 内不应排放可燃液体;在动火点 10 m 范围内、动火点上方及下方不应同时进行可燃溶剂清洗或喷漆作业,也不应进行可燃粉尘清扫作业。

9.5.6 使用电焊机作业时,电焊机与动火点的间距不应超过 10 m,不能满足要求时应将电焊机作为动火点管理。

9.5.7 进行气焊、气割动火作业时,乙炔瓶应直立放置,不应卧放使用;氧气瓶与乙炔瓶的间距不应小于 5 m,二者与动火点间距不应小于 10 m,并应采取防晒和防倾倒措施;乙炔瓶应安装防回火装置。

9.5.8 作业完成后清理现场,确认无残留火种后方可离开。

9.5.9 动火作业设专人监护。监护人在作业期间及作业结束 30 min 内,应全程监视,确保无遗留火种。

9.6 临时用电安全操作

9.6.1 适用于结构搭建、灯光、音响、视频及特效等设备的用电过程均属于本文件所述临时用电作业。

9.6.2 临时用电作业应遵循安全第一、规范布设、持证上岗、分级管控原则,执行国家有关电气安全技术规范,执行 JGJ/T 46—2024 的相关规定。不应违章作业、违规用电,保障搭建现场用电安全。

9.6.3 编制专项用电方案,明确负荷计算、配电级数、线路走向、设备选型等核心内容,方案经技术、安

全部门审核通过后方可实施。

9.6.4 作业人员应按规定穿戴绝缘鞋、绝缘手套等个人绝缘防护用品,不应酒后、带病、疲劳时涉电操作,不应违规触摸、撬动带电设备与线路。

9.6.5 应采用三级配电、两级漏电保护系统,总配电箱、分配电箱、开关箱分级设置,开关箱与用电设备应符合“一机、一闸、一漏、一箱”的规定,不应一闸多机。

9.6.6 进场的配电箱、电缆、开关、漏电保护器、用电机具等电气设备及材料,应具备产品合格证、检测报告等有效证明文件,作业前逐台、逐段进行外观及性能检查,不应使用老化、破损、绝缘层脱落、参数不符的产品。

9.6.7 临时用电设备及配电箱需具备防雨、防尘、防砸性能。配电箱、接头防护等级不应低于 IP65,并做防水封堵,满足露天、交叉作业的环境使用要求。电气参数应与现场供电条件、用电负荷相匹配。

9.6.8 配电箱应设置在干燥、通风、无碰撞、无杂物堆积的位置,箱门加锁并明确责任人与标识。

9.6.9 电缆线路应采用绝缘护套铜芯电缆,不应使用裸线;线路穿越通道、设备区域时,应采取穿管保护、架空防护或地面盖板防护措施,不应碾压、踩踏、拖拽电缆,线路接头处应做好绝缘密封处理,防范漏电隐患。沿桁架或雷亚架走线时应通过扎带、线夹等固定,不应随意缠绕或悬挂于金属构架或管道上。

9.6.10 所有设备接电前,应确认设备额定电压、功率与供电参数匹配,不应超负荷接电运行。

9.6.11 作业过程中,不应带电插拔插头、带电接线拆线,不应擅自更换配电线路或更改漏电保护装置参数。

9.6.12 施工机具、灯光、音响及视频等不同用电回路,应独立分路配电,避免回路混接。不应使用不合格的漏电保护器,不应擅自拆除、停用漏电保护装置。

9.6.13 行灯、手持电动工具等移动用电设备,其电源线应使用专用橡皮护套软电缆,并确保接线正确,接地良好。

9.6.14 用电设备运行时,安排专人巡检,重点检查线路温度、接头状态及漏电保护器灵敏度,发现异常立即断电排查,未排除故障前不应重启设备。

9.6.15 每日作业前,对配电系统、线路、设备进行一次全面检查,确认无隐患后方可送电作业,做到用电安全闭环管控。

10 检验与验收

10.1 一般规定

10.1.1 依据场景工艺设计、施工方案、约定执行的国家或行业现行标准,以及其他约定文件进行检验。

10.1.2 参与检验的人员应具备相应资格,特殊作业人员应持证上岗。

10.1.3 结构与设备安全性及适用性应满足相关技术要求。

10.1.4 对其安全性应进行不定期巡检,发现问题立即整改,整改后复检合格方可继续使用。

10.1.5 所有检验应形成书面记录,签字齐全,归档备查。

10.1.6 检验合格后,满 30 日应重新检验,合格后方可继续使用。

10.1.7 未经检验或检验不合格不应验收及使用。

10.2 进场检查

进场检查的主要内容有:

- a) 场景工艺设计和施工方案的完整性及合规性;
- b) 进场设备与器材的合格证及产品检测报告;
- c) 进场设备与器材的外观;
- d) 电动吊机及电控系统的空载试运转。

检查表见附录 D。

10.3 结果检验

10.3.1 结果检验的方法

主要是目测检查,常规检测器具测量、测试,以及触感判断等。

10.3.2 结果检验的内容

结果检验的内容主要有:

- a) 支撑结构的检验见附录 E;
- b) 特殊作业票的检查;
- c) 机械、灯光、音响及视频等设备的安装检查(根据第 8 章的相关技术要求拟表操作);
- d) 消防与疏散通道的检查。

注:当承办方有要求时,支撑结构搭设完整,其他设备安装前进行一次结构安全检验及验收。

10.4 验收判定

满足下列条件判定为验收通过的必要条件:

- a) 10.3.2 的所有项目检验合格;
- b) 隐蔽结构(地基基础、隐蔽线缆等)检验验收记录完整;
- c) 载荷试验、电气测试、试运行及联调运行合格;
- d) 安全隐患全部整改闭环;
- e) 不合格项(若有)整改后复检合格。

10.5 验收资料

竣工验收包含以下资料:

- a) 场景工艺设计、施工方案、设计变更;
- b) 技术交底记录;
- c) 设备与器材合格证及产品检测报告;
- d) 进场、过程、隐蔽结构检验记录;
- e) 载荷试验、电气测试记录;
- f) 整改与复查记录(若有);
- g) 机械、灯光、音响、视频等设备系统调试记录;
- h) 竣工验收报告及签字文件,由搭建方、承办方、监理或场馆方联合验收并签字生效。

11 撤场拆除

11.1 基本要求

11.1.1 应编制拆除方案或拆除作业指导书。拆除人员需特殊作业时应持证上岗,高空作业应规范佩戴安全带、设置安全兜底与防护措施,统一指挥信号与作业流程。

11.1.2 拆除过程设专职安全员全程监护,遇大风、强雨等恶劣天气应立即停止高空与吊装作业。

11.1.3 拆除前,除拆除用电(如吊装件吊机)外,应完成全场断电、断气,设置警戒区域与安全监护,确认无人员滞留、无设备载荷、无安全隐患后方可启动作业。

11.1.4 拆除作业遵循先卸载后拆除、先设备后结构、先高空后地面、先外挂后主体,对称均衡、分段有序的原则,不应上下交叉作业、野蛮拆除、强行拉扯及抛掷构件。

11.1.5 不应擅自更改拆除顺序、超载荷作业与违规动火,消防器材应全程就位。

11.2 设备拆除

11.2.1 起重与吊挂设备:先解除保险绳将吊机载荷完全下降至方便拆卸设备的高度。

11.2.2 灯光、音响设备:先断开电源与信号线路,挂牌上锁确认断电后,双人配合拆卸灯具、音箱、处理器等设备,做好防护包装与配件收纳,不应单肩负重、高空抛递。

11.2.3 视频设备:LED 视频、投影、切换器等设备应逐单元解锁、平稳下降,保护屏体与线路接口,线缆分类盘绕、标识清晰,统一清点装箱。

11.2.4 线路与辅材:按系统拆除电源线、信号线、网线等,清理扎带与固定件,线缆避免强拉硬拽,分类收纳避免混缠。

11.3 结构拆除

11.3.1 雷亚架:自上而下逐层拆除,先拆斜撑、横杆,再拆立杆,遵循后搭先拆、先搭后拆顺序,构件平稳传递至地面,分类码放,不应整体推倒、连片拆除。

11.3.2 桁架:先对称卸载、解除受力,大跨度桁架宜设置临时支撑,分段拆解后再拆除吊点与连接件,螺栓、销钉等配件统一回收,不应高空丢弃。

11.3.3 舞台台体、看台及附属结构:先拆面板、台阶,再拆龙骨、支撑框架,悬挑、悬空结构先卸荷后拆除,保持结构受力均衡,防止失稳变形。

注:根据实际情况调整拆除顺序,以安全有序为准。

11.4 清场与场地恢复

11.4.1 所有设备、构件、辅材分类装车,完成数量核对与完好性检查,办理交接记录。

11.4.2 全面清理场地垃圾、线材废料、包装杂物,恢复地面、墙面、天花原貌,消除搭建与拆除痕迹。

11.4.3 撤除警戒标识与安全防护设施,确认场地无安全隐患后,完成撤场移交。

11.4.4 作业完成后清点人员与工具,确认无遗留隐患后方可离场。

附录 A

(规范性)

支撑结构的承载验算

A.1 支撑结构的选型(见 4.3.3 和 4.3.4)通常根据经验估算选取,承载验算是通过严格计算复核所选支撑结构的承载能力是否满足安全使用要求。

对支撑结构(如雷亚架、桁架、型钢承重梁及吊具等),应进行受力分析、强度、刚度及稳定性验算;对支撑结构的支撑面进行承载力验算;利用原有结构作为吊点的,对原有结构进行校核。验算均应出具书面结论。

A.2 承载验算应由原结构设计单位或其他具有相应设计资质的单位完成,由该单位的注册结构工程师验算,并在结构计算书上签字且加盖注册章;场景工艺设计应提供结构布局和准确的载荷标准值,作为支撑结构的外载荷,也是承载验算的基础依据。场景工艺设计也将承办方提供的天气情况提供给验算单位。

主要要求如下。

a) 承载验算:

- 1) 支撑结构采用雷亚架时,按照 JGJ/T 231—2021 第 5 章的相关规定计算;
- 2) 支撑结构采用桁架时,按照 GB 50429—2007 第 6 章~第 8 章的相关规定计算;
- 3) 承重梁采用型钢时,按照 GB 50017—2017 第 6 章的相关规定计算。

注 1: 承载验算将场景工艺设计提供的载荷标准值[见 A.2b)]作为净外载荷计入,其中不包含承载结构的自重,计算时自行计入结构自重,并根据有关规定取一定的安全系数计算。场景工艺设计提供载荷标准值时,需注意载荷与承载结构的区别。如,挂在灯架上的灯具重量对灯架是载荷,灯架是其承载结构;挂有灯具的灯架挂在承重梁上时,整个灯架含灯具的总重量是承重梁的载荷,承重梁是承载结构;雷亚架或桁架作用于地基基础上时,雷亚架或桁架(包括其上安装的设备)的总重量是地基基础的载荷,地基基础是其承载结构。

注 2: 露天结构尚需计入风载荷,应见 JGJ/T 231—2021 第 5 章,见 GB 50009—2012 第 8 章。

b) 载荷标准值的确定:

- 1) 吊挂静止载荷的结构以实际吊挂的物体自重乘以增大系数作为载荷标准值,按公式(A.1)计算。

$$G \geq Qk \quad \dots\dots\dots (A.1)$$

式中:

G ——结构承受的载荷,即该结构的载荷标准值(kN);

Q ——结构上吊挂的物体自重(kN);

k ——增大系数,灯具、一般音箱、视屏等取 1.3,线阵列音箱和包含灯具等所挂器件的桁架取 1.5。

示例 1: 一套 4 m 长的桁架,自重 50 kg (0.50 kN),其上悬挂 10 个灯具,每个灯具含配件 25 kg (0.25 kN)。

① 每个灯具对桁架吊挂处的载荷标准值为: $0.25 \times 1.3 = 0.325$ (kN),对桁架的总载荷标准值为 3.25 kN。

② 整套桁架对承重梁的载荷标准值为: $(0.25 \times 10 + 0.50) \times 1.5 = 4.5$ (kN),假定由两个吊点将灯架悬挂于承重梁,则每个吊点的载荷标准值为 2.25 kN。

示例 2: 一套线阵列音箱含附件重 90 kg (0.9 kN),其悬挂点对支撑结构的载荷标准值为 $0.9 \times 1.5 = 1.35$ (kN)

- 2) 舞台区域一般按 4.0 kN/m^2 的静态载荷为外载荷,与台板自重 (0.4 kN/m^2) 合成总外载荷后计算。特殊情况下若需更大外载荷时,按实际需要计算。
- 3) 观众看台区域一般按 3.5 kN/m^2 的静态载荷为外载荷,与台板自重 (0.4 kN/m^2) 合成总

外载荷后计算。特殊情况下若需更大外载荷时,按实际需要计算。

- 4) 观众看台的走道或疏散平台区域一般按 3.5 kN/m^2 的静态载荷为外载荷,与台板自重 (0.3 kN/m^2)合成总外载荷后计算。

注:吊挂运动载荷或特殊表演的吊点处以特性载荷为基础按舞台机械安全要求进行计算。

A.3 承载验算不能满足安全使用要求时,调整结构或负载直至达到要求,否则不应使用。

CETA

附 录 B
(规范性)
应急预案

B.1 一般规定

B.1.1 本附录适用于演出硬体搭建与拆除施工过程中的应急管理。重点针对高处作业、吊装作业、动火作业、临时用电及一般施工作业中可能发生的安全事故。

B.1.2 应急管理应遵循生命优先、预防为主、快速响应的原则,第一时间控制险情、救助伤员,防止事故扩大。

B.1.3 施工前应编制专项应急预案(可并入施工方案或安全专项方案),向全体作业人员进行应急交底,并配备必要的应急物资,设置应急集合点。必要时在施工前组织应急演练。

B.2 应急组织与职责

B.2.1 现场组成应急小组,由项目负责人担任组长,安全员、施工班组长为成员,小组成员职责如下:

- a) 组长:负责现场统一指挥,决定是否停工、疏散及联系外部救援;
- b) 安全员:组织抢险、切断危险源、保护现场;
- c) 班组长:负责本班组人员清点、疏散、初步急救。

B.2.2 小型项目可兼职设置,但应明确每名成员在应急状态下的具体任务。

B.3 风险辨识与预防

B.3.1 施工前识别以下主要风险:

- a) 高处作业:坠落、物体打击、结构失稳;
- b) 吊装作业:吊件坠落、设备倾覆、碰撞;
- c) 动火作业:火灾、烫伤;
- d) 临时用电:触电、电气火灾;
- e) 一般作业:机械伤害、物料倾倒、磕碰扭伤。

B.3.2 任何人员发现隐患或险情,都应立即报告现场负责人。存在重大隐患的,立即停止相关作业,疏散人员。

B.3.3 预防措施执行第9章的相关规定。

B.4 应急处置要点

B.4.1 通用处置:按以下步骤:

- a) 发生事故后,第一发现人立即大声呼救并报告组长;
- b) 组长启动应急响应:停止相关作业、疏散无关人员、组织急救、必要时拨打119/120;
- c) 先控制危险源(如断电、停吊车、灭火),再救助伤员,同时保护事故现场。

B.4.2 高处作业事故:停止交叉作业,封锁区域;检查结构稳定性;对坠落伤员不应随意搬动,疑似脊柱损伤应用硬质担架。

B.4.3 吊装作业事故:立即断电、停止吊装;固定吊件防止滑落;解救被困人员前确保设备不再倾覆。

B.4.4 动火作业事故:切断气源和/或电源,用灭火器扑救初期火灾;火势失控立即报警并引导消防车;烧伤人员不应涂抹药膏或挑破水泡。

B.4.5 临时用电事故:先切断电源再用绝缘工具施救;触电者心跳骤停立即心肺复苏;电气火灾断电后

用干粉或二氧化碳灭火器。

B.4.6 一般作业事故:停止作业,排除次生隐患(如结构失稳、物料倾倒);按常规急救处理轻伤,重伤送医。

B.5 应急物资与通讯

B.5.1 应急物资配备根据需要可配备:

- a) 急救箱(含止血带、夹板、消毒用品);
- b) 灭火器(干粉、二氧化碳)、灭火毯;
- c) 安全绳、担架、绝缘工具、应急照明灯;
- d) 警戒带、扩音器(或对讲机)。

B.5.2 物资定点存放、定期检查,不应挪用。

B.5.3 现场醒目位置张贴紧急联系电话(项目负责人、安全员、120、119、110)。

B.6 应急结束与善后

B.6.1 险情排除、伤员送医、无次生隐患后,由组长宣布应急结束。

B.6.2 保护事故现场,配合调查;总结原因,完善预案;对受损设施修复或更换后方可恢复施工。

附 录 C
(资料性)
特殊作业票示例

C.1 高处作业票

高处作业票示例见表 C.1。

表 C.1 高处作业票

作业票编号:(GC-YC-YYYYMMDD-XXXX)		作业单位:	
项目名称:		作业地点:	
作业内容			
作业高度	☐ 2 m~5 m ☐ 5 m~15 m ☐ 15 m~30 m ☐ 30 m 以上		
作业时间	自_____年____月____日____时____分至_____年____月____日____时____分		
作业人员	姓名:_____ 持证情况: ☐ 高处作业证 ☐ 特殊作业证 证号:_____		
监护人员	姓名:_____ 联系电话:_____ 资质: ☐ 安全管理人员证 ☐ 专职监护员		
应急联系人	姓名:_____ 联系电话:_____ 应急救援电话:_____		
风险辨识与安全措施确认			
风险类别	具体风险	安全措施	确认人签字
坠落风险	高空坠落、物体打击	a) 作业人员正确佩戴安全帽、全身式安全带,安全带高挂低用; b) 作业面铺设防滑脚手板,设置防护栏杆; c) 下方设置警戒区,禁止无关人员进入	
设备风险	脚手架或控制台失稳	a) 脚手架搭设符合规范,经验收合格后方可使用; b) 定期检查架体连接节点、承重情况	
环境风险	大风、雨雪、能见度低	a) 作业前确认天气条件,风力不小于 6 级或恶劣天气不应作业; b) 夜间作业配备充足照明设备	
审批意见			
作业负责人签字_____		日期:_____年____月____日	
安全管理部门审核_____		日期:_____年____月____日	
项目负责人审批_____		日期:_____年____月____日	
作业完成确认			
作业已完成,现场清理完毕,安全隐患已消除 ☐			
确认人签字:_____		日期:_____年____月____日	

C.2 吊装作业票

吊装作业票示例见表 C.2。

表 C.2 吊装作业票

作业票编号:(GC-YC-YYYYMMDD-XXXX)		作业单位:	
项目名称:		作业地点:(场馆或搭建区域具体位置)	
吊装设备名称	(如,LED显示屏、舞台桁架、大型音响、灯光控制台等)		
吊装重量	_____t/kg 吊装高度:_____m		
吊装机具	起重机械型号:_____ 额定起重量:_____t 检验状态: ☐ 合格 ☐ 不合格		
作业时间	自_____年____月____日____时____分至_____年____月____日____时____分		
起重指挥人员	姓名:_____ 持证情况: ☐ 起重指挥证 ☐ 特殊作业证 证号:_____ 联系电话:_____		
起重司索人员	姓名:_____ 持证情况: ☐ 司索工证 ☐ 特殊作业证 证号:_____		
起重操作人员	姓名:_____ 持证情况: ☐ 操作工证 ☐ 特殊作业证 证号:_____		
监护人员	姓名:_____ 资质: ☐ 安全管理人员证 ☐ 专职监护员 联系电话:_____		
应急联系人	姓名:_____ 联系电话:_____ 应急救援电话:_____		
风险辨识与安全措施确认			
风险类别	具体风险	安全措施	确认人签字
吊装风险	设备坠落、碰撞	a) 吊具(钢丝绳、吊钩等)经检查合格,载荷匹配; b) 吊装前进行试吊,确认无误后正式作业; c) 划定吊装警戒区,设置警示标识,专人监护	
机械风险	吊点不平衡、倾覆	a) 调整吊点受力平衡; b) 不应超载吊装,控制吊装速度与幅度	
协同风险	指挥信号不清	a) 指挥人员使用标准手势或对讲机,与司索、操作统一信号; b) 作业前进行安全技术交底	
审批意见			
作业负责人签字_____ 日期:_____年____月____日			
安全管理部门审核_____ 日期:_____年____月____日			
项目负责人审批_____ 日期:_____年____月____日			
作业完成确认			
吊装作业完成,设备就位稳固,吊装机具回收完毕 ☐			
确认人签字:_____ 日期:_____年____月____日			

C.3 动火作业票

动火作业票示例见表 C.3。

表 C.3 动火作业票

作业票编号:(GC-YC-YYYYMMDD-XXXX)		作业单位:	
项目名称:		作业地点:(场馆或搭建区域具体位置)	
动火作业类型	☐ 气割 ☐ 电焊 ☐ 砂轮切割 ☐ 其他:_____		

表 C.3 动火作业票 (续)

作业时间	自_____年____月____日____时____分至_____年____月____日____时____分		
动火作业人员	姓名:_____ 持证情况: ☐ 焊工证 证号:_____		
监护人员	姓名:_____ 联系电话:_____ 具备灭火技能: ☐ 是 ☐ 否		
动火区域	周边环境: 周边_____m内是否有易燃物: ☐ 是 ☐ 否 易燃物名称及位置:_____		
应急联系人	姓名:_____ 联系电话:_____ 应急救援电话:_____		
风险辨识与安全措施确认			
风险类别	具体风险	安全措施	确认人签字
火灾风险	引燃易燃物、可燃物	a) 清理动火区域周边 10 m 内易燃物(如木屑、包装泡沫、地毯、篷布等); b) 无法清理的易燃物采取覆盖、隔离措施; c) 配备足量灭火器材(干粉灭火器 ≥ 2 具、灭火毯 1 块)	
烫伤风险	高温焊渣飞溅	a) 作业人员穿戴防护面罩、防火手套、阻燃服; b) 下方设置接火斗,防止焊渣引燃下方物品	
审批意见			
作业负责人签字_____ 日期:_____年____月____日			
安全管理部门审核_____ 日期:_____年____月____日			
项目负责人审批_____ 日期:_____年____月____日			
作业完成确认			
动火作业完成,现场清理完毕,留守监护_____分钟,无复燃风险 ☐			
确认人签字:_____ 日期:_____年____月____日			

C.4 临时用电作业票

临时用电作业票示例见表 C.4。

表 C.4 临时用电作业票

作业票编号:(GC-YC-YYYYMMDD-XXXX)		作业单位:	
项目名称:		作业地点:(场馆或搭建区域具体位置)	
用电用途	(如,灯光设备供电、音响设备用电、搭建工具用电、临时照明等)		
用电设备	总功率_____千瓦 额定电压: ☐ 220 V ☐ 380 V ☐ 其他:		
作业时间	自_____年____月____日____时____分至_____年____月____日____时____分		
作业人员	姓名:_____ 持证情况: ☐ 电工证 证号:_____ 联系电话:_____		
监护人员	姓名:_____ 资质: ☐ 安全管理人员证 ☐ 电工辅助证		
配电设备	配电箱型号:_____ 漏电保护器动作电流: ≤ 30 mA,动作时间: ≤ 0.1 s,检验状态: ☐ 合格		
应急联系人	姓名:_____ 联系电话:_____ 应急救援电话:_____		

表 C.4 临时用电作业票 (续)

风险辨识与安全措施确认			
风险类别	具体风险	安全措施	确认人签字
触电风险	漏电、短路、误接触	a) 临时电缆采用阻燃、绝缘良好的橡套电缆,不应拖地、碾压; b) 设备接地接零保护齐全,漏电保护器定期检测; c) 潮湿环境作业使用防水电器,作业人员穿戴绝缘鞋、绝缘手套	
过载风险	用电负荷超标	a) 按总功率合理配置电缆截面、开关设备,不应超载用电; b) 不应私拉乱接、违规搭接临时用电	
火灾风险	电缆过热、短路起火	a) 配电箱保持通风干燥,远离易燃物; b) 定期巡查电缆温度、接头状态,发现异常立即断电	
审批意见			
作业负责人签字_____ 日期:_____年____月____日			
安全管理部门审核_____ 日期:_____年____月____日			
项目负责人审批_____ 日期:_____年____月____日			
作业完成确认			
临时用电作业完成,电源已切断,电缆、设备回收完毕 ☐			
确认人签字:_____ 日期:_____年____月____日			

附 录 D
(资料性)
进场检查清单

进场检查清单见表 D.1。

表 D.1 进场检查清单

检查内容	序号	检查项目	要求 (章节号)	检查结果 √/×	检查人 (签字)
场景 工艺 设计	1.1	设计输入	4.2		
	1.2	场景工艺设计说明	4.3.2		
	1.3	设施设备选型及清单	4.3.3、4.3.4		
	1.4	设施设备布置图	4.3.5		
	1.5	配电与控制系统图	4.3.6		
	1.6	载荷分布图	4.3.7		
	1.7	支撑结构的承载验算	A.2		
	1.8	验证结果	4.4a)		
	1.9	确认结果	4.4b)		
施工 方案	2.1	工程概况	5.3		
	2.2	施工安排	5.4		
	2.3	施工计划	5.5		
	2.4	施工工艺技术	5.6		
	2.5	应急预案	5.7		
	2.6	审批	5.8		
设备与 器材	3.1	产品合格证及产品检测报告	4.3.3、4.3.4		
	3.2	外观			
	3.3	电动吊机及电控系统空载试运转			
人员 资质	4.1	作业人员清单	5.5.3		
	4.2	特殊作业证件	9.2		
注 1：检查结果——合格√，不合格×。 注 2：不合格项整改后复检，直至合格。 注 3：设备与器材包括所有结构构件(雷亚架、桁架、钢梁等)、执行设备(电动吊机、吊具、灯光、音响、视频等)及控制设备。					

审核：_____ 日期：_____
批准：_____ 日期：_____

附 录 E
(资料性)
支撑结构检验清单

支撑结构检验主要是施工任务完成,交付使用前的检验,以确定验收是否通过。
支撑结构检验清单见表 E.1。

表 E.1 支撑结构检验清单

结构类别	序号	检验项目及要求	技术要求。 (条文号)	检验结果 √/×	检验人 (签字)
雷亚架	1	立杆、横杆、斜杆及各配件型号规格应符合设计要求,各件应无变形、裂纹、锈蚀	4.3.3a) 4.3.4b)		
雷亚架 结构	1.1	作业前应确认地基与基础的处理已验收合格,地基坚实无积水、无下陷风险,承力地面平整	7.1.2		
	1.2	底座不应直接放置在不坚实、有积水或冻胀的地基上;基础不平时应用平整垫板垫实,不应使用已开裂木垫板;底座底板宜与基础面充分接触且水平			
	1.3	不应使用端面不垂直、套管焊接开裂的立杆和开裂的构配件			
	1.4	可调底座丝杆插入立杆长度不应小于 150 mm,丝杆外露长度不宜大于 300 mm			
	1.5	首层立杆垂直度偏差应不大于 1/500(即 2 m 内不大于 4 mm)			
	1.6	最底层水平杆中心线距可调底座底板不应大于 550 mm(依据 JGJ/T 231—2021 中 6.2.5)			
	1.7	水平杆及斜杆安装后,插销锤击抽查连续下沉量不应大于 3 mm			
	1.8	总体搭设完成后,立杆总垂直度偏差应不大于 $H/500$ 且不大于 50 mm(H 为总高)			
	1.9	在多层楼板上设置支撑架时,上下层支撑立杆宜对齐			
	1.10	可调托撑轴线应与立杆对正,可调托撑伸出顶层水平杆或双槽托梁中心线的悬臂长度应不超过 650 mm,丝杆外露长度应不超过 400 mm,插入立杆长度不应小于 150 mm。(依据 JGJ/T 231—2021 中 6.2.4)			
	1.11	可调托撑调平后,当主梁、次梁等承载龙骨置于 U 型槽内时应进行一次微调,并逐点检查调平状态			
	1.12	所有盘扣节点处,扣接头弧面应与立杆外表面完全贴合,节点盘与锁销完全扣紧、无松动			
	1.13	斜杆的布置应符合设计要求,满布或按特定要求布置			
	1.14	托撑上不应集中堆放重物或超设计载荷使用			
	1.15	有条件时,应与已建成结构进行可靠刚性拉结			

表 E.1 支撑结构检验清单 (续)

结构类别	序号	检验项目及要求	技术要求。 (条文号)	检验结果 √/×	检验人 (签字)
雷亚架结构	1.16	顶部承重梁、连接件应安装牢固,顶部载荷应通过托撑、立杆、底座直接传递至基础,不应偏心受力	7.1.2		
	1.17	架体主要尺寸(步距、跨度等)应符合设计要求;架体整体无晃动、无异响			
	1.18	设置配重时,其总重量应大于抗倾覆最小值的 1.5 倍,配重块应整齐堆叠、捆绑固定,防止散落			
	1.19	(若有)搭设高度达到或超过 24 m 时,应编制专项施工方案;搭设高度达到或超过 50 m 时,专项方案还应组织专家论证			
	1.20	加载试验时沙袋等应捆绑牢固,且应安排专人监视结构变化,发现异常(如挠度超标、节点开裂等)立即卸载。持载时结构最大挠度不应大于跨度的 1/500,卸载后不应有沉降、变形、节点滑移等现象,整体保持稳定			
桁架	2	桁架及配件型号规格应符合设计要求,各件应无变形、裂纹、锈蚀	4.3.3b) 4.3.4b)		
由雷亚架支撑的棚顶结构	2.1.1	确认雷亚架支撑结构稳定、无倾斜、松动等安全隐患	7.2.2		
	2.1.2	电动吊机应完好无损,型号符合设计要求,具备双制动(或带二级保持)功能,额定承载能力满足所承担的设计载荷。其行程限位及制动装置应灵敏可靠,链条、吊钩等关键部件应无锈蚀、扭曲变形等缺陷,符合吊装要求,吊装前进行空载试运转,设备应运行平稳			
	2.1.3	所有连接件(插销、螺栓)应无损坏、无滑扣;钢丝绳应无断丝、锈蚀、弯折等缺陷(依据 GB/T 5972—2023 的要求);吊装带应无破损、老化(依据 JB/T 8521.1—2025 的要求)			
	2.1.4	桁架结构(包括主梁、人字架、灯架)组装拼接时,所有插销应可靠插入,拼接长度误差应不超过 ± 5 mm/m,直线度偏差应不大于 3 mm/m,法兰盘贴合面不应小于 90%。节点应连接牢固、紧固到位,螺栓终拧扭矩符合产品要求,应无松动、缺失现象。架体造型与几何尺寸应符合设计要求,结构规整无扭曲、无偏斜,满足起吊与承载要求			
	2.1.5	横担应进行结构计算核定其承载能力,确保满足使用要求			
	2.1.6	横担安装水平度偏差应不大于 3 mm/m,应与生根结构连接面贴合紧密稳固,满足悬挂载荷要求			
	2.1.7	人字形棚顶的顶角角度应符合设计要求,两侧桁架对称偏差应不大于 5 mm;篷布张拉应平整,无明显褶皱,边缘固定牢固,抗风载能力满足现场环境要求			
	2.1.8	桁架结构(包括主梁、人字架、灯架)提升采用单点单吊机配置,电动吊机无论采用倒挂或顺挂形式,悬挂连接点应牢固、受力清晰、无偏载、无虚挂或松挂			

表 E.1 支撑结构检验清单 (续)

结构类别	序号	检验项目及要求	技术要求。 (条文号)	检验结果 √/×	检验人 (签字)
由雷亚架支撑的棚顶结构	2.1.9	提升到达设定高度应调整架体水平,水平倾斜度应不大于1°,使承重受力均匀;调整后吊机应锁定可靠,且应立即安装钢丝绳保险绳,钢丝绳保险绳选用应匹配承载要求,采用与主吊独立的锚点,不应同点固定,连接点应牢固无滑移、无额外晃动,与主吊形成双保险	7.2.2		
	2.1.10	搭建过程多吊点提升中,当采用电机同步控制时,不同步误差应不大于50mm;当采用载荷传感器监测时,载荷值不应大于电机额定载荷			
	2.1.11	当电动吊机控制系统具备安全型编组功能时,一旦检测到组内任何一台吊机发生故障(如行程限位动作、载荷超限等),立即停止该组所有吊机的运行			
	2.1.12	加载试验按序号1.20的要求			
由桁架立柱支撑的棚顶结构	2.2.1	按序号1.1的要求	7.2.3		
	2.2.2	底座整体结构应调平确保其稳定,中心距误差应不大于5mm			
	2.2.3	同侧立柱应在同一直线上,垂直度偏差应不大于1/500(如10m高偏差应不大于20mm)			
	2.2.4	以下按序号2.1.2~2.1.11和1.20的要求			
承重梁吊挂提升的桁架结构	2.3.1	确认承重梁承载能力、吊点位置、吊点许用载荷符合场景工艺设计,不应随意设置吊点或在未核验的构件上布设吊具	7.2.4		
	2.3.2	钢丝绳保险绳在承载梁上的位置不应靠近主吊点			
	2.3.3	以下按序号2.1.2~2.1.4、2.1.8~2.1.11和1.20的要求			
注1: 检验结果——合格√,不合格×					
注2: 不合格项整改后复检,直至合格。					

审核: _____ 日期: _____

批准: _____ 日期: _____

参 考 文 献

- [1] GB 4943.1—2022 音视频、信息技术和通信技术设备 第1部分:安全要求
 - [2] GB/T 7247.3—2025 激光产品的安全 第3部分:激光显示与表演指南
 - [3] GB 19517—2023 国家电气设备安全技术规范
 - [4] GB/T 20118—2025 一般用途合成纤维圆形吊装带
 - [5] GB 23468—2025 坠落防护装备的选择、使用和维护
 - [6] GB/T 33170.4—2016 大型活动安全要求 第4部分:临建设施指南
 - [7] GB 50009—2012 建筑结构荷载规范
 - [8] GB/T 50083—2014 工程结构设计基本术语标准
 - [9] GB 50169—2016 电气装置安装工程 接地装置施工及验收规范
 - [10] GB 50205—2020 钢结构工程施工质量验收标准
 - [11] GB 50210—2018 建筑装饰装修工程质量验收标准
 - [12] GB 50300—2013 建筑工程施工质量验收统一标准
 - [13] GB/T 50312—2016 综合布线系统工程验收规范
 - [14] GB 50576—2010 铝合金结构工程施工质量验收规范
 - [15] GB 50755—2012 钢结构工程施工规范
 - [16] GB 55017—2021 工程勘察通用规范
 - [17] GB 55032—2022 建筑与市政工程施工质量控制通用规范
 - [18] SJ/T 11281—2025 发光二极管(LED)显示屏测试方法
 - [19] JGJ 80—2016 建筑施工高处作业安全技术规范
 - [20] JB/T 5317—2016 环链电动葫芦
 - [21] WH/T 28—2007 舞台机械 台上设备安全
 - [22] WH/T 36—2009 舞台机械 台下设备安全要求
 - [23] WH/T 37—2009 舞台机械 操作与维修导则
 - [24] WH/T 38—2009 舞台扩声系统跳线柜、接线箱(盒)及设置规范
 - [25] IGVW SQP2;2024 Electric chain hoists
-



中国演艺设备技术协会
团 体 标 准
大型演出硬体搭建施工规范
T/CETA × × —20 × ×

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)
网址 www.spc.net.cn
总编室:(010)68533533 发行中心:(010)51780238
读者服务部:(010)68523946
中国标准出版社印刷
各地新华书店经销

*

开本 880×1230 1/16 印张 00 字数 00 千字
2026 年 月第1版 2026 年 月第1次印刷

*

书号: 155066 • 5-22899 定价 00.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68510107