关于团体标准《舞台机械 电气控制规范》公开征求意见的通知

中演协标字〔2022〕10号

各有关企业、用户、行业专家:

由中国演艺设备技术协会立项的《舞台机械 电气控制规范》团体标准，已形成征求意见稿。现进行网上公示，广泛征求企业、用户和行业专家的意见。请于2023年1月26日前将有关意见反馈给《舞台机械 电气控制规范》编制组。

联系人:

魏发孔 电话13522139631，邮箱657774208@qq.com;

吴 菲 电话15910658895，邮箱2676788121@qq.com。

附件:

1、《舞台机械 电气控制规范》公开征求意见稿;

2、《舞台机械 电气控制规范（公开征求意见稿）》团体标准编制说明;

3、《团标 编制工作组公开征求意见汇总处理表》。

中国演艺设备技术协会
标准化技术委员会
2022年12月26日

北京市东城区安定门东大街28号雍和大厦东楼C座10层 电话：（010）64033602
邮编：100007 传真：（010）64097132

ICS 21.020
CCS K 09

T/CETA

中 国 演 艺 设 备 技 术 协 会 团 体 标 准

T/CETA XXXX—XXXX

舞台机械 电气控制规范

Stage machinery--Specification for electrical control

CETA

XXXX - XX - XX 发布 XXXX - XX - XX 实施

中国演艺设备技术协会 发 布

目　　次

前言 II
引言 III
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 2
4.1　一般要求 2
4.2　配电及电气传动装置 3
4.3　急停系统 6
4.4　人机交互系统 6
4.5　基本安全保护功能 8
4.6　液压传动控制系统 10
4.7　无线控制装置 10
4.8　支持基于互联网远程数据传输 10
5　试验方法及检验规则 10
5.1　出厂检验 10
5.2　型式试验 11
6　标志和随行文件 12
6.1　标志 12
6.2　随行文件 12
7　包装 12
8　其它使用信息 12
8.1　通则 12
8.2　环境空气温度和湿度 12
8.3　外部电源要求 13
附录 A（规范性）　舞台机械电气控制框图 14
A.1　调速设备 14
A.2　定速设备 15
参考文献 16

CETA

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这些专利的责任。

本文件由中国演艺设备技术协会 舞台机械专业委员会提出。

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：浙江大丰实业股份有限公司。

本文件参与起草单位：北京北特圣迪科技发展有限公司、北京金东高科科技有限公司、成都炎兴自动化工程有限公司、成都德焘锐视科技有限公司、甘肃工大舞台技术工程有限公司、北京秀域科技文化股份有限公司、北京星光创艺科技有限公司、泰州市文化产业协会。

本文件主要起草人：薛焕新、朱国良、胡仁荣、李由、杜安坤、侯鹏强、杨震、白彦斌、高环清、严峰、周敏、吴太利、黄学通。

CETA

中国演艺设备技术协会版权所有，本文件技术内容不得抄录于自创文件（仅允许规范性引用）。

引　　言

各演出场所配置的舞台机械除个别设备（如防火隔离幕、演员升降小车、运景升降台等）因其特殊要求需独立控制外，通常由一套控制系统集中控制，便于演出或排练过程中各设备间的协同控制与管理，最终作为一个整套产品提供给用户。

本文件的制定旨在保证舞台机械电气控制系统的可用性，在系统交付时功能特性方面有统一的合格评定依据。本文件中涉及到安全功能的内容仅限于满足可用性要求，舞台机械的安全技术要求应以相关强制性国家标准为准。

本文件的使用者有：

——制造商或供应商（第一方）；

——用户或订货方（第二方）；

——独立机构（第三方）。

按照《演出场馆设备 舞台机械专业 技术标准体系》的规划，舞台机械专业 技术标准分为：

——A. 专业基础标准；

——B. 专业安全标准；

——C. 专业通用标准；

——D. 专业产品标准；

——E. 专业其他标准。

其中，专业通用标准分为：

——C.1. 规范；

——C.2. 规程；

——C.3. 指南。

本文件属于 C.1.规范标准。

CETA

舞台机械 电气控制规范

1 范围

本文件规定了舞台机械电气控制系统的技术要求、试验方法与检验规则、标志和随行文件、包装及其它使用信息等。

本文件适用于为各演出场所提供的舞台机械电气控制系统。这些场所包括专业剧场、多功能剧场、多用途剧场、音乐厅、露天剧场等室内外演出场所，以及供演出和集会活动的各种其他场所。

本文件不适用于独立控制且操作和控制功能要求比较单一的机械控制，如防火隔离幕、演员升降小车、运景升降台以及一些只要求就地完成简单操作的机械等。

本文件不适用于为临时使用搭建的及杂技用的机械装置或舞美机械装置的电气控制系统。

本文件不适用于在其实施之前制造的舞台机械的电气控制系统。

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 3766-2015 液压传动系统及其元件的通用规则和安全要求

GB/T 5226.32-2017 /IEC 60204-32:2008 机械电气安全 机械电气设备第32部分：起重机械技术条件

GB/T 13306-2011 标牌

GB/T 13384-2008 机电产品包装通用技术条件

GB/T 14048.1-2012 低压开关设备和控制设备 第1部分：总则

GB/T 14048.5-2017 低压开关设备和控制设备 第5-1部分：控制电路电器和开关元件 机电式控制电路电器

GB/T 30174-2013 机械安全 术语

GB/T 36727-2018 舞台机械 验收检测规范

GB/T 41922-2022《舞台装备故障数据传输接口和通信协议规范》

WH/T 35 舞台机械 术语

3 术语和定义

GB/T 30174-2013和WH/T 35 中界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

剧目 performance

按演出的要求，对参与演出的舞台机械预先编制好相应的场景，一个剧目可以由多个场景组成，并按演出的顺序依次排列。

3.2

场景 cue

由一台或多台设备和/或编组组成，并预先设置好这些设备或编组的运行参数。每个场景都有唯一的编号。

注：运行参数包括但不限于：目标位、速度、延时时间、凸轮曲线。

3.3

手动方式 manual mode

在操作台上不需要通过编辑场景就能选择设备，可用默认的运行参数进行操作，满足装台或临时性运行需求。也可根据实际需要在启动前修改运行参数，启动后运行参数只允许修改速度设定。

3.4

自动方式 auto mode

在操作台上通过调用并启动剧目中的场景，对应的设备按预设的运行参数或曲线自动运行，常用于演出或排练。应急情况下，允许手动介入。

3.5

场景返回 cue reverse

在自动方式下，反向启动场景时，场景中的所有设备按原路径或直接返回到起始位置，常用于排练。

注1：起始位指最近场景执行前的位置或场景的参数化起始位置。

3.6

凸轮曲线 cam curve

也称电子凸轮曲线，利用预设的主轴和从轴间的函数关系，实现设备按指定的路径轨迹运行。通常，这个关系是一个主轴和一个从轴，或者一个主轴和多个从轴之间的函数关系，主轴可以是实际的轴（实轴），也可以是通过软件虚构的轴（虚轴）。

3.7

程序互锁 program interlock

为防止运行时设备间相互干涉、以及防止设备或人处于危险状态，而采用程序的方式实现的一种互锁保护，能阻止或停止危险的运动。

3.8

急停 emergency stop (E-stop)

急停功能 emergency stop function

该功能预定：

——用于阻止或降低正在发生的已存在的对人员的危险、对机械或正在进行中的工作的损害；

——由单一人为动作触发的。

[来源：GB/T 16754-2021,3.1]

3.9

电气传动系统（安全相关） PDS(SR)

适用于安全相关应用的调速电气传动系统。

[来源：GB/T 12668.502-2013,3.11]

3.10

控制器 controller

接收人机交互系统的指令，通过控制程序和逻辑判断，控制传动装置按既定的要求运行；同时收集现场状态信息反馈给人机交互系统。

控制器可以是以下一种或几种组合：中央控制器、主控制器、远程模块、轴控制器、服务器等。

4 技术要求

4.1 一般要求

4.1.1 系统组成

舞台机械电气控制系统通常由以下四部分组成：

a) 配电及电气传动装置；

b) 急停系统；

c) 人机交互系统；

d) 控制器。

CETA

注：系统框图参见附录A。

4.1.2 控制性能

4.1.2.1 设备在空载和额定载荷情况下，分别从低速（不大于 10%额定速度）到全速（额定速度）运行，启动、匀速及停止各阶段运行平稳，应无明显抖动现象；运行时（特别在启停阶段）制动器不应产生异常摩擦声响；启动和停止时升降设备不应有明显下滑现象。

4.1.2.2 设备在额定载荷情况下全速运行，实际速度与额定速度相比，其误差在设计规定的允许范围内。设计未作具体规定时，允许误差应小于额定速度的 8%。

4.1.2.3 设备在额定载荷与额定速度条件下运行，其停位精度应满足设计要求。

4.1.2.4 有同步要求的设备在额定载荷与额定速度条件下运行，其同步精度应满足设计要求。

4.1.3 安全监测信号

用于互锁及安全保护用的开关量检测信号应满足：高电平允许启动，低电平禁止启动；并有断线检测功能。

注：安全检测信号包括但不限于：剪切信号、松绳信号、乱绳信号、安全门信号、限位信号、超程信号、急停信号。

4.1.4 位置检测

以下设备在有任意定位需求的情况下应设置反映设备实际位置的测距机构，并单独配置位置编码器：

a) 钢丝绳或链条传动的台下升降设备；
b) 靠摩擦传动的设备。
c) 液压传动的台下升降设备

4.1.5 声光报警

设置声光报警器的区域，当该区域舞台机械运行时，对应的声光报警器发出报警。在声光报警器附近或人机交互系统上可以激活或关闭。

4.2 配电及电气传动装置

4.2.1 配电与接地系统

4.2.1.1 宜设置台上舞台机械和/或台下舞台机械配电柜（箱），管理舞台机械的次级电源分配。

4.2.1.2 次级配电柜供电制式、配电容量应满足机械最大运行功率要求。进线断路器分断能力不宜小于 25kA。

4.2.1.3 次级配电柜应具备如下保护功能：

a) 过负荷保护；
b) 短路保护；
c) 接地保护；
d) 过压保护；
e) 失压保护；
f) 缺相保护；
g) 相序保护。

4.2.1.4 在升降台台仓、乐池台仓、卷扬机房及主舞台栅顶宜设置舞台机械维修电源箱（15KW），供维修工具临时用电。

4.2.1.5 根据剧场建筑设计提供的接地系统，接入舞台机械电气接地与等电位系统，保障用电安全，应包括以下接地系统：

a) 保护接地系统；
b) 总等电位及局部等电位联接接地系统；
c) 辅助等电位系统；

CETA

d) 防静电接地。

4.2.1.6 舞台机械的金属结构及所有的电气设备的金属外壳应可靠接地。主回路与控制回路的绝缘电阻值不应小于 0.5MΩ。

4.2.2 关键器件选型

4.2.2.1 断路器

断路器应有短路、过载、隔离保护功能，其断流能力应大于安装点的预期最大短路电流。

4.2.2.2 接触器和继电器

交流接触器应选择正确的使用类型；升降设备接触器宜选择AC-3或AC-4类别；不应通过微型继电器触点分断感性负载电流。接触器、继电器应配有瞬态电压抑制单元，抑制单元直接与线圈并连。

4.2.2.3 控制按钮和控制开关

满足控制与操作的需求，并符合GB/T 14048.1-2012、GB/T 14048.5-2017和人机工程要求。其外壳防护等级应不低于IP65，最短操作寿命为100,000次。

4.2.2.4 指示器

满足各种信号显示的需要，工作电压应满足：不小于0.8Un、且不大于1.1Un。其外壳防护等级应不低于IP65。使用寿命在标称电压下不低于50,000小时。

4.2.2.5 熔断器

满足控制电路的保护要求，并应有状态指示。不同电压等级的熔断器不应交叉布置。

4.2.2.6 接线端子和连接器

4.2.2.6.1 接线端子宜采用标准导轨安装，并设有明显的标志；端子应能与外接导线进行可靠连接，防止振动时松线；电气柜、控制箱内宜选择无螺纹夹紧型端子。

4.2.2.6.2 PE 接线端子应采用黄绿相间的专用端子，其材质适合连接铜导线、截面积取决于相应相的导体截面积。

4.2.2.6.3 连接器应为多销插头和插座，插头和插座配套使用，并从结构上保证正确插接，不会引起危险和不安全操作。

4.2.2.6.4 对用于通讯信号、编码器信号传输的插头、插座的插针宜选择镀金工艺的插针。

4.2.2.7 变频器

应选用矢量型带STO功能和速度闭环功能的变频器。如果没有采用再生制动装置，应配置足够容量的制动电阻器，同时考虑散热情况。

4.2.2.8 编码器

调速设备增量型速度编码器宜安装在电机尾轴上，其分辨率不应低于1024脉冲每转(p/r)，连接紧固且不应有丢失脉冲的现象。

4.2.2.9 限位开关

根据不同的应用场合，选用合适的限位开关：

a) 台下升降台类宜选用机械式限位开关，并保证在任何负荷及速度下从正反方向撞击，限位开关的复现性均应满足精度要求；
b) 台上卷扬机械宜选用凸轮限位机构，凸轮限位机构和卷筒应采用键连接，开关数量不宜少于 4 组。
c) 水平运行或沿水平轴摆动的设备应根据具体的应用场合进行风险评估，配置合适的限位开关。

CETA

4.2.2.10 载荷传感器

根据不同的应用场景、不同类型机械的受力和连接方式选择合适准确度等级的载荷传感器和变送器，同时考虑以下因素：

a) 载荷传感器最大称量参数应根据机械设备在 1.2 倍额定荷载下传感器的受力来确定，并留有足够余量。
b) 载荷传感器在机械设备承载额定荷载时传感器的受力值宜在其最大称量值的 30%～75%范围，确保有较好的线性度和更大余量的安全负载。
c) 变送器的电源电压：24VDC（±20%）或 AC180V～240V，50HZ±1HZ；输出信号：4～20mA 或 0～10V；宜优先选取前者。

4.2.3 电气布置

4.2.3.1 电气柜布置应符合低压配电间成排布置的配电柜通道最小宽度要求，受建筑平面限制时可按实际面积布置，但应在图纸上备注说明。

4.2.3.2 电气柜上方不应设置消防喷淋水管、液压管路和喷淋头。电气柜安装基座宜高出电气室结构面 200mm-400mm，高度根据出线实际需要确定。

4.2.3.3 与电气柜、电气室相通的进出线孔洞及门应有防止鼠、蛇类等小动物进入的封堵措施。

4.2.3.4 电气箱、操作箱、急停按钮盒及操作台插口盒宜参照以下安装高度，且同一剧场安装高度应一致：

a) 电气箱顶距地面应不大于 2m；
b) 操作箱底距地面宜 1.2m-1.4m；
c) 急停按钮盒中线距地面宜 1.4m-1.5m；
d) 操作台插口盒底距地面宜不小于 0.3m，且不宜高于 1.5m。

4.2.4 电线电缆及配管

4.2.4.1 电力电缆、通讯电缆和光缆燃烧性能应符合建筑物防火分类，并在电气设计说明中给出确切定义。

4.2.4.2 电缆宜采用封闭式金属线槽或金属管敷设，并且强电、弱电应走不同的线槽和管。

4.2.5 其它要求

4.2.5.1 调速设备远程切断电源的方式

对于调速设备切断电源的措施：

a) 应提供电源和变频器之间的接触器（电源隔离）；
b) 宜提供变频器和电机之间的接触器（电机隔离）。

4.2.5.2 定速设备远程切断电源的方式

对于定速升降设备，设置正反转接触器的同时，还应设置一个主接触器，以防止因触点粘连产生危险。

4.2.5.3 不间断电源（UPS）

中央控制器及计算机系统宜配置在线式不间断电源（UPS），主电源失电时应能自动转换为UPS供电，供电持续时间应保证在10分钟以上，确保系统有足够的时间进行数据备份与保护，避免非正常关机。

4.2.5.4 制动器控制

制动器宜采用双继电器或接触器，并由不同的输出回路控制。

4.2.5.5 超行程硬限位保护

CETA

超行程硬限位开关设置要求：

a) 调速设备

——升降设备宜设置上/下限位、上/下超程开关用于超行程保护。

——平移、旋转及其它运动形式的设备视风险评估而定。

b) 定速设备

——升降设备应设置上/下限位、上/下超程开关用于超行程保护。

——平移设备应设置进/退限位。

——旋转及其它运动形式的设备视风险评估而定。

4.2.5.6 维修开关

为确保设备维修/维护时安全，在机旁应设置维修开关，并有相应的检测反馈。

4.2.5.7 安全监测装置

安全监测装置宜包括但不限于：

a) 松绳检测装置；

b) 乱绳检测装置；

c) 剪切传感器；

d) 防撞传感器；

e) 载荷传感器；

f) 防护门检测装置；

g) 抱闸检测装置；

h) 超行程检测装置。

4.3 急停系统

4.3.1 应设置一个安全、可靠的急停系统。相应的控制器及继电器应是安全型，急停按钮都应有反馈检测。

4.3.2 急停装置的设计位置应使操作者和其他需要启动急停装置的人易于接近操作，并且操作时不会有危险。

4.3.3 防止误操作的措施不应削弱急停装置的触发性，因此应避免使用急停装置防护罩。

4.3.4 急停装置的操纵机构应为红色蘑菇型按钮，应能自行锁住。如果在操作机构的后面有背景，则背景颜色应为黄色。

4.3.5 急停装置的复位只能在急停功能被激活的那一位置上通过手动来实现，急停装置复位后，设备不应自动重启。

4.4 人机交互系统

4.4.1 组成

舞台机械人机交互系统通常有以下三部分组成：

a) 操作台

集成人机界面，满足演出、排练、装台及临时性的操作需求。

b) 就地操作箱

通常安装在设备附近或操作视线较好的地方，常用于维修及维护，也可用于特殊需求下的演出。操作级别应优先于操作台。

c) 备用操作箱

用于故障情况下的应急处理，且与主控制系统有程序或硬件互锁。

4.4.2 操作台

CETA

4.4.2.1 通则

4.4.2.1.1 各操作台的操作优先级别应一样，应允许在不同的操作台上同时操作不同的设备；一旦某个设备或编组被某个操作台选中，则别的操作台上不应允许对该设备或编组进行任何操作。
4.4.2.1.2 操作台的设置应考虑操作者能够从操作位置安全地监视操作区域
4.4.2.1.3 所有运动都应由操作装置来激活和终止，并有明显的运行方向指示。
4.4.2.1.4 一旦操作装置释放，则运动马上停止。

4.4.2.2 分类

操作台可分以下几种：

a) 主操作台

一般安装于控制室或固定于某个视线好、操作方便的位置；由单屏或多屏显示界面组成；配置两个或两个以上操作装置。

b) 移动操作台

一般安装在小车上，方便移动。在舞台面或马道上设计多个移动台接口，可根据需要或最佳视角选择合适的接口进行操作；由单屏或双屏界面组成；配置两个或两个以上操作装置。

c) 小型操作台（便携盘）

一种比较轻便，可固定安装或手持移动的操作盘或面板。配置单屏、一个或两个操作装置。

4.4.2.3 操作方式

提供手动方式和自动方式两种。

应允许不同的设备在不同的操作台用不同的操作方式同时运行。

4.4.2.4 凸轮曲线功能

有调速和同步要求，并参与演出的设备宜具备凸轮曲线功能，可根据各种演出需求按预设的凸轮曲线运行。

以下设备宜配置凸轮功能：

——有调速和同步要求的同类设备，但电机功率或机械减速比不同；

——不同种类间有同步要求的调速设备；

——演出特效要求的调速设备。

4.4.2.5 时间运行功能

宜提供时间运行功能，可通过输入设备运行时间，使得设备在规定时间点到达设定位置。

4.4.2.6 场景返回功能

在自动方式下，调速设备应具备场景返回功能。

执行场景返回功能时应确保机械设备或景物不存在相互干涉。

4.4.2.7 编组管理

应提供对设备的编组管理功能，如新建、编辑、删除等等，并提供编组中设备的参数设置入口或方法。

注：编组运行及监控参见4.5.9。

4.4.2.8 用户管理

应提供账号及身份识别管理功能,每个操作人员应有独立账号。

4.4.2.9 权限保护

应对各类功能模块实施权限保护，不同类型的操作人员应分配不同的操作权限。

CETA

4.4.2.10 设备参数管理

根据不同的操作权限，应允许对舞台机械设备的基本参数进行查询和更改。

注：基本参数包括但不限于行程范围、额定速度、设备禁用、当前位置。

4.4.2.11 设备状态数据实时采样并显示

应实时采样并显示设备的状态数据，如实际位置、实际运行速度等。

注1：位置以毫米（mm）为单位；速度以毫米每秒（mm/s）为单位。

注2：如果配置载荷传感器，状态数据还应包括实际载荷值，以千克（kg）为单位。

4.4.2.12 状态及报警信息

设备和系统的实时状态及报警信息应显示，历史报警信息应可查询。

4.4.2.13 剧目管理

剧目管理应包括对剧目的新建、编辑、删除、保存、导入、导出；对场景的拆分、合并、复制、粘贴、排序等功能。

4.4.2.14 日志管理

对舞台机械设备的各类报警信息、状态信息、运行参数以及各种操控行为等，应有实时日志记录（至少保存三个月），并提供相关查询接口或方法。

4.4.2.15 关键数据备份

对设备参数、编组信息、场景数据、日志等数据，应提供实时备份的入口或方法。

注：设备参数包括但不限于：额定速度、额定载荷（如果有载荷传感器）、脉冲当量、上下软限位等。

4.4.2.16 关键数据还原

对已备份的数据，应提供快速数据还原的入口或方法。

4.4.2.17 关键数据冗余

在多操作台协同作业时，应提供关键数据互传、备份、同步等方法。

4.4.2.18 功能键冻结保护

一旦操作台上所选设备开始运行，该操作台上的部分重要功能键应自动“冻结”，以防止设备的运行参数被误改。

注：如“清除选中”、“清除全部”、“目标位修改”等功能键。

4.4.3 就地操作箱

宜配置就地操作箱的设备包括但不限于：

a) 大幕机；
b) 灯光吊笼；
c) 移动式单点吊机。

4.4.4 备用操作箱

以下设备应配置备用操作箱：

a) 大幕机对开手拉操作；
b) 配置备用驱动的设备；
c) 配置备用变频器的设备。

4.5 基本安全保护功能

CETA

4.5.1 急停功能

4.5.1.1 根据风险评估，选择合适的急停方式：0 类停止、1 类停止。

4.5.1.2 0 类停止：

立即切断机器致动机构的动力实现停止。

注：可能需要额外的制动。

[来源：GB 16754-2021,4.1.3，有修改——删除了示例]

4.5.1.3 1 类停止满足以下条件之一：

a) 在设定的限值内，启动并控制电动机减速使电动机停止,当电动机速度低于规定的限值时启动 STO 功能（见 4.5.2）；或

b) 在设定的限值内,启动并监视电动机减速使电动机停止,当电动机速度低于规定的限值时启动 STO 功能；或

c) 启动电动机减速并在应用规定的延时时间届满后启动 STO 功能。

[来源：GB/T 12668.502-2013,4.2.2.3，有修改]

4.5.2 安全转矩取消 STO

能够引起转动（或运动，如果是直线电机）的电源不被应用到电动机。电气传动系统将不对产生转矩（或力，如果是直线电动机）的电动机提供能量。

[来源：GB/T 12668.502-2013，4.2.2.2，有修改——删除了所有注]

注：本安全功能对应于0类停止。

4.5.3 程序互锁保护

对于运行路径有相互干涉，以及为避免设备或人处于危险状态，控制系统应提供程序互锁保护，停止或禁止启动设备。

4.5.4 安全制动控制

宜提供安全输出信号以控制外部制动，并结合状态反馈判断制动器动作的准确性。一旦判断制动器动作错误，应立即切断制动器电源并启用0类停止。

4.5.5 防撞保护

为避免设备间或设备与演员间碰撞，宜采取适当的保护措施，这些措施包括但不限于：边缘压力传感器、光栅、光幕。当防撞保护激活时，设备应立即停止运行。

如果这些措施不切实可行，也可采取清空周围、全程可视情况下点动运行。

4.5.6 防剪切保护

在有相对运动可能产生剪切伤害的边缘设置剪切传感器时;剪切装置的设计应考虑发生剪切时确保设备在允许的安全距离内停止。设备再启动时，应只能向安全方向运行。

4.5.7 防松绳保护

在卷扬机或曳引机驱动的设备有对钢丝绳设置松绳检测装置时，在松绳情况下应停止运行。

4.5.8 防乱绳保护

在卷筒上有对钢丝绳状态进行实时监测装置时，在发生叠绳或乱绳现象时应停止运行。

4.5.9 编组运行监控

多台设备可编成一组由操作者一起控制。在此情况下，编组对错误情况的动作取决于编组的类型。有两种可能的编组操作：

CETA

a) 异步关联编组运行：在此模式下，当相关安全功能激活时，整组设备应停止。系统应能识别出具体出错的设备。
b) 设备编组同步运行：编组中所有设备协同运行（行程同步或时间同步），且需要实时监控。当某设备相关安全功能被激活或超过组同步容差时，应停止编组内所有设备，系统应能够识别造成安全功能激活的设备。

4.5.10 超载保护

对于有载荷传感器的设备，当实际载荷超过额定载荷1.2倍时，应停止运行，并允许向载荷减轻的方向运行。

4.5.11 超速保护

当实际速度超过额定速度1.25倍时，应立即0类停止。

4.5.12 超行程软限位保护

实时监控设备位置，当超过允许的行程范围时，应立即停止设备。

4.5.13 多轴驱动的设备监控

对于多电机（2台及以上）驱动且每个电机由单独的驱动器控制的单体设备，应实时监控每个驱动的状态，各驱动的位置、速度进行实时对比，超出规定的容错范围应立即停止所有驱动，系统应能设别出错的驱动。

4.5.14 其它

其它安全功能及安全保护参见相关的安全标准。

4.6 液压传动控制系统

液压传动控制系统应符合GB/T 3766-2015，5.4.7中规定的相关要求。

4.7 无线控制装置

无线控制装置应符合GB/T 5226.32-2017 /IEC 60204-32:2008，9.2.7中规定的相关要求。

4.8 支持基于互联网远程数据传输

宜提供基于互联网远程数据传输接口和功能。其接口和功能要求按GB/T 41922-2022《舞台装备故障数据传输接口和通信协议规范》执行。

5 试验方法及检验规则

5.1 出厂检验

舞台机械电气控制的出厂检验按下列各项进行（见表1）。

注：根据舞台机械的特点，电气控制系统的出厂检验一般为现场安装调试后交付前的检验（隐蔽项目可在安装过程中检验）。

表 1 电气控制检验项目

序号	被检测项	检验方法	判定
1	4.1.2.1	各速度段全程目测观察。	是否符合本项要求
2	4.1.2.2	按GB/T 36727-2018规定的方法测量额定速度及其精度。	是否符合设计文件或本项要求
3	4.1.2.3	按GB/T 36727-2018规定的方法测量停位精度。	是否符合设计文件要求
4	4.1.2.4	按GB/T 36727-2018规定的方法测量同步精度。	是否符合设计文件要求

序号	被检测项	检验方法	判定
5	4.1.3	正常情况下，模拟断开该安全监测信号的回路，这种情况下应该有故障报警，运行时设备会停止。	是否符合本项要求
6	4.1.4	检查满足该条款的条件下，是否配置相应的位置检测机构和位置编码器。	是否符合本项要求
7	4.1.5	选择设备运行并查看报警器工作状态，同时在指定区域检查是否有激活或关闭功能。	是否符合本项要求
8	4.2.1.3	检查次级配电柜各断路器及保护器的保护功能及其设置值。	是否符合本项要求
9	4.2.1.5	目测检查并结合仪表检测。	是否符合本项要求
10	4.2.1.6	目测检查电气系统并用兆欧表测量绝缘电阻。	是否符合本项要求
11	4.2.2.1	查看相关电气设计图及元器件手册。	是否符合本项要求
12	4.2.2.2	查看相关电气设计图及元器件手册。	是否符合本项要求
13	4.2.2.3	目测及查看相关元器件手册及相关标准。	是否符合本项要求
14	4.2.2.4	目测及查看相关元器件手册。	是否符合本项要求
15	4.2.2.5	目测检测。	是否符合本项要求
16	4.2.2.6	目测及查看相关电气设计图。	是否符合本项要求
17	4.2.2.7	目测及查看相关电气设计图。	是否符合本项要求
18	4.2.2.8	目测及查看相关元器件手册。	是否符合本项要求
19	4.2.2.10 a)	查看相关机械及电气设计图。	是否符合本项要求
20	4.2.3	目测并结合卷尺测量。	是否符合4.2.3中各项要求
21	4.2.4.1	查看电气设计图。	是否符合本项要求
22	4.2.4.2	目测检查。	是否符合本项要求
23	4.2.5.1 a)	目测及查看相关电气设计图。	是否符合本项要求
24	4.2.5.2	目测及查看相关电气设计图。	是否符合本项要求
25	4.2.5.5 b)	现场查看限位开关的配置情况并测试其功能。	是否符合本项要求
26	4.2.5.6	目测并实际操作测试，检查人机界面的报警状态。	是否符合本项要求
27	4.3	目测并实际操作测试，检查急停功能同时查看人机界面的报警状态。	是否符合4.3中各项要求
28	4.4	结合操作手册进行实际操作，对各项功能逐一测试。	是否符合4.4中各项要求
29	4.5.1和4.5.2	查看相关电气设计图及现场急停相关参数设置；实际进行急停功能测试。	是否符合本项要求
30	4.5.3	在启动前或运行过程中，模拟设置相关互锁条件使其不满足，则设备不应启动或启动后停止运行。	是否符合本项要求
31	4.5.4	查看相关电气设计图；并进行实际运行测试和故障模拟测试。通过模拟，如模拟接触器或继电器没按要求输出；或模拟抱闸检测反馈不正确等等情况下，设备不应启动或启动后停止，并有相应的报警信息。	是否符合本项要求
32	4.5.6	实际触碰剪切传感器，检测相关功能。	是否符合本项要求
33	4.5.7和4.5.8	运行过程中，模拟触发相关信号，设备应停止，并查看相关报警状态。	是否符合本项要求
34	4.5.9	按GB/T 36727-2018规定的方法进行编组功能测试。	是否符合本项要求
35	4.5.10	额定载荷情况下正常运行，继续加载到1.2倍额定载荷，设备不应启动，并有相关报警信息。但允许朝载荷减小方向运行。	是否符合本项要求
36	4.5.11	可以通过设置减小额定速度的方法进行模拟超速保护，当实际超过额定值的1.25倍时，设备应立即停止。	是否符合本项要求
37	4.5.12	可以通过修改软限位值或当前位置值，使当前位置值超出允许的软限位值，设备不应启动，并查看相关报警信息。	是否符合本项要求
38	4.5.13	可以通过模拟某个电机的故障信号或修改其位置模拟超出位置容错等方法，查看相关报警信息，同时设备不应允许启动。	是否符合本项要求

5.2 型式试验

舞台机械电气控制的型式试验仅在有要求的情况下实施，具体实施的要求根据需要约定。

CETA

6 标志和随行文件

6.1 标志

每个电气柜、分控箱、接口箱及维修箱等都应在明显的位置设永久性的标牌，标牌的尺寸及技术要求应符合GB/T 13306-2011的要求。

产品标牌上应注明：

a) 产品名称及型号；
b) 产品编号；
c) 主要技术参数，如电压、电流或功率等；
d) 制造商名或商标；
e) 生产日期。

6.2 随行文件

交付时应提供如下文件，包括但不限于：

a) 操作及维护手册或使用维护说明书；
b) 电气控制竣工图，包括系统图、原理图、面板布置图、底板布置图、端子图、电气设备布置图、线路敷设图及其它文字资料；
c) 随机备件清单；
d) 关键元器件产品（变频器、可编程序控制器、传感器、计算机等各种主要元器件）出厂合格证及相关产品使用说明书；
e) 监理认可的隐蔽工程检验记录。

7 包装

7.1 应根据产品特点按照 GB/T 13384-2008 的相关规定选择合适的包装方式。

7.2 所有电气柜、箱、操作台/操作面板、备品备件等包装都应考虑防水、防潮措施。其结构强度应保证在整个运输过程中不致损坏。

7.3 包装箱及其他包装方式的包装标志应清晰整齐，并应确保不因雨水冲刷或历时久而模糊不清，标志应包括下列各项：

a) 收货单位与地址，到站；
b) 产品名称、型号及外形尺寸；
c) 起重位置及中心位置标志；
d) 发货单位及地址，发站；
e) 安全标志。

注：根据舞台机械的特点，这里主要指由制造商发往现场的电气设备的包装。

8 其它使用信息

8.1 通则

应将设备可接受的环境条件及外部电源要求（8.2和8.3）以书面文件准确、清晰地传递给用户。

注：本章内容不是对产品的要求，是需要告知用户的信息，可通过约定文件并在6.2，a)文件里包含这些内容。

8.2 环境空气温度和湿度

电气机房及控制室应配置空调或除湿器来避免有害影响(如控制柜内的冷凝)。具体要求如下：

a) 控制室：

——环境温度：18℃~28℃；

CETA

——相对湿度：35%~75%；

——不应采用以水为灭火介质的消防形式。

b) 电气机房：

——环境温度：0℃-40℃；

——相对湿度：10%~85%；在 40℃时，相对湿度小于 50%；

——不应采用以水为灭火介质的消防形式。

8.3 外部电源要求

提供给舞台机械的电源应为TN-S系统，具体要求如下：

a) 额定频率：(50 ± 0.5)Hz；

b) 额定线电压：380V；

c) 额定相电压：220V；

d) 供电电压偏差限值：额定电压的-10%~+7%；

e) 电压总谐波：畸变率小于等于 5%；

f) 相间电压不平衡度：小于等于 3%。

CETA

附 录 A
（规范性）
舞台机械电气控制框图

A.1 调速设备

调速设备控制框图如图A.1所示。

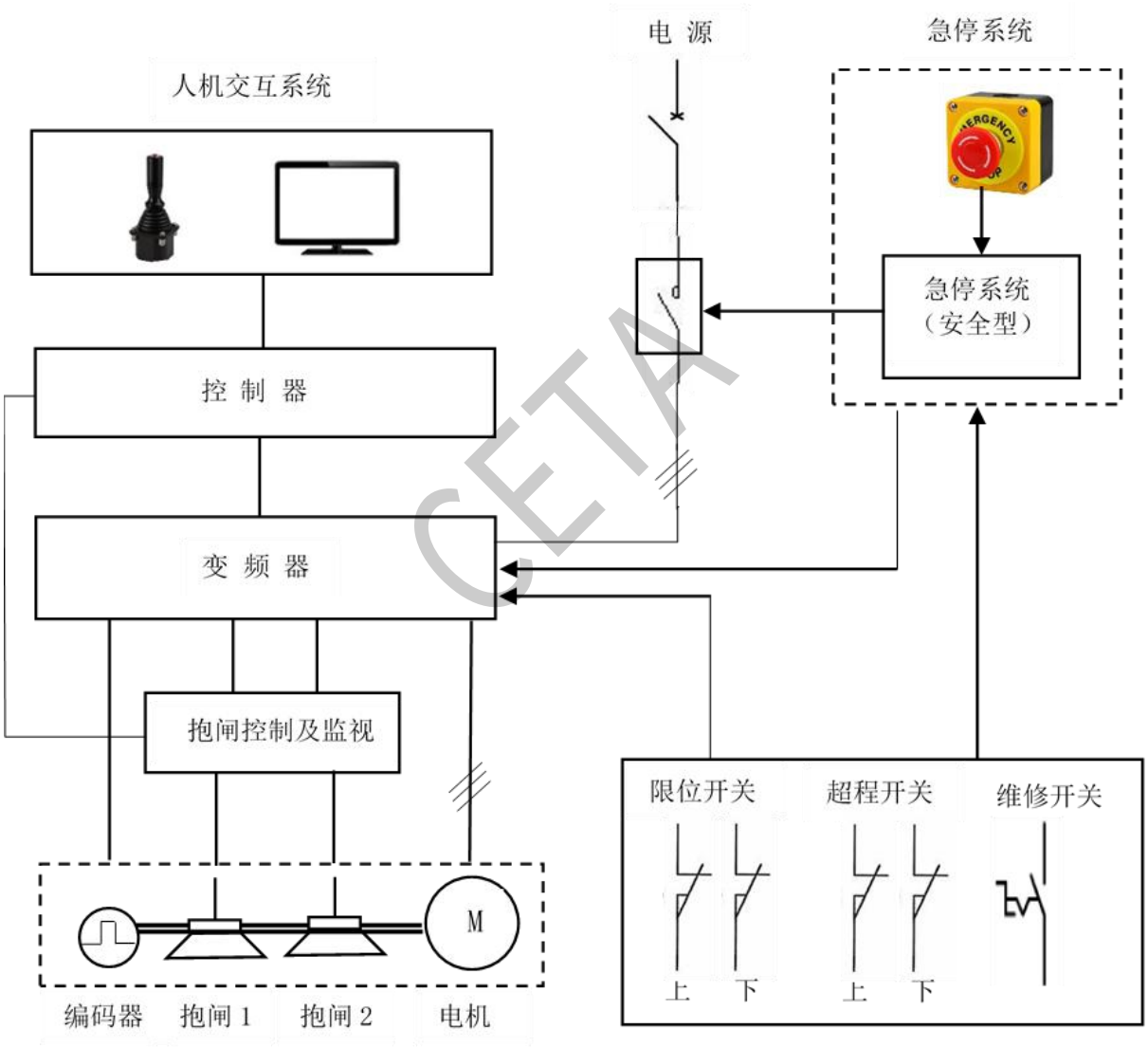

图 A.1 调速设备控制框图

CETA

A.2 定速设备

定速设备控制框图如图A.2所示。

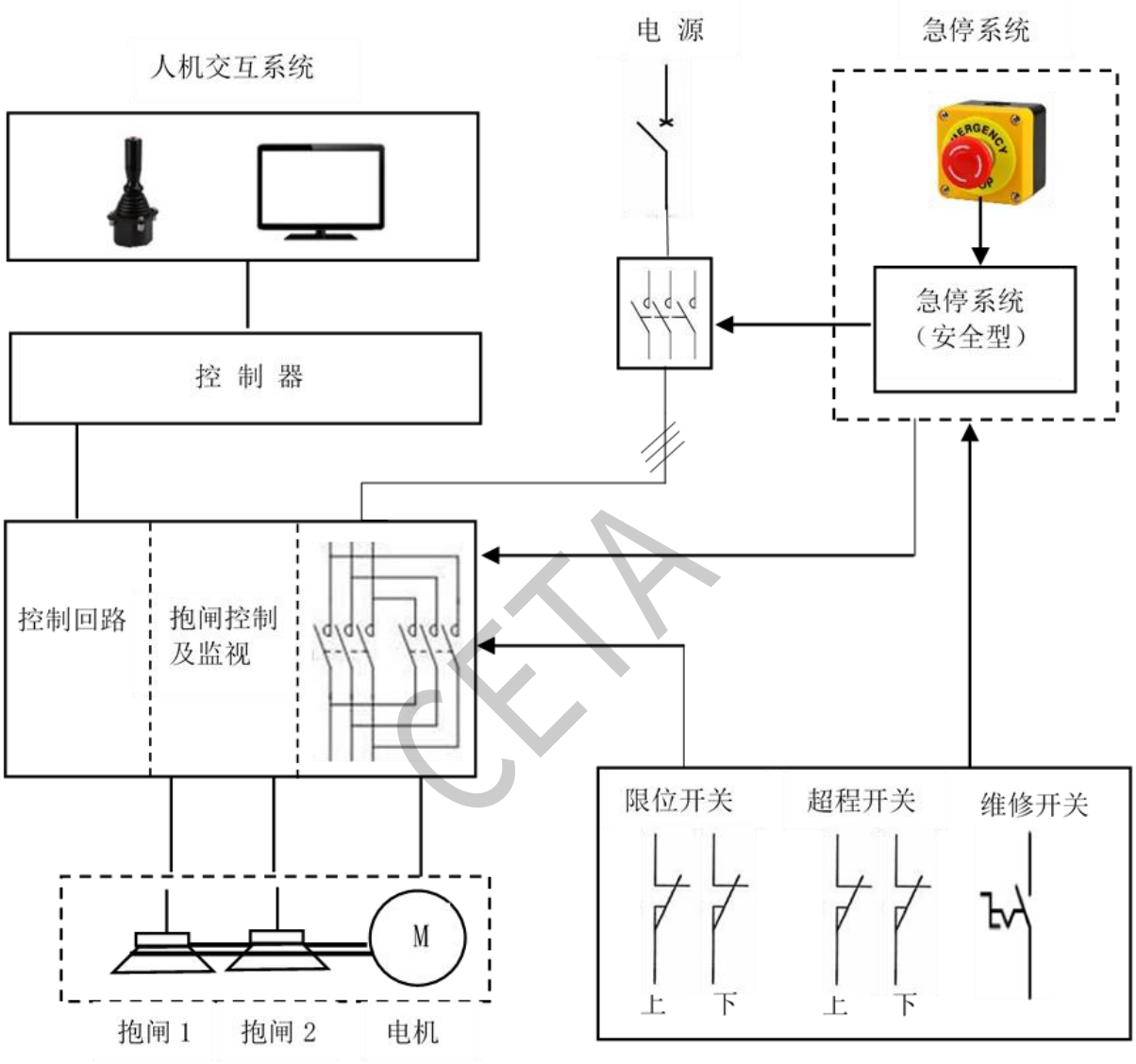

图 A.2 定速设备控制框图

CETA

参 考 文 献

[1] GB/T 3811-2008 起重机设计规范
[2] GB/T 5226.1-2019/IEC 60204-1:2016 机械电气安全 机械电气设备 第1部分：通用技术条件
[3] GB/T 7251.1-2013/IEC 61439-1:2011 低压成套开关设备和控制设备 第1部分：总则
[4] GB 7251.12-2013/IEC 61439-2:2011 低压成套开关设备和控制设备 第2部分：成套电力开关和控制设备
[5] GB 7947-2010/IEC 60446：2007 人机界面标志标识的基本和安全规则 导体颜色或字母数字标识
[6] GB/T 12668.3-2012 调速电气传动系统 第3部分：电磁兼容性要求及其特定的试验方法
[7] GB/T 12668.502-2013/IEC 61800-5-2：2007 调速电气传动系统 第5-2部分：安全要求——功能
[8] GB/T 15706-2012 /ISO 12100:2010 机械安全 设计通则 风险评估与风险减小
[9] GB/T 15945-2008 电能质量 电力系统频率偏差
[10] GB/T 16754-2021/ISO 13850:2015 机械安全 急停 设计原则
[11] GB/T 16855.1-2018/ISO 13849-1:2015 机械安全 控制系统相关安全部件 第1部分 设计通则
[12] GB/T 16855.2-2015 /ISO 13849-2:2012 机械安全 控制系统相关安全部件 第2部分：确认
[13] GB/T 20438-2017/IEC 61508:2010 (所有部分) 电气/电子/可编程电子安全相关系统的功能安全
[14] GB/T 22188.1-2008/ISO 11064-1：2000 控制中心的人类工效学设计 第1部分：控制中心的设计原则
[15] GB/T 22188.3-2010 控制中心的人类工效学设计 第3部分：控制室的布局
[16] GB 50054-2011 低压配电系统设计规范
[17] GB 50055-2011 通用用电设备配电设计规范
[18] GB 50168-2018 电气装置安装工程 电缆线路施工及验收规范
[19] GB 50169-2016 电气装置安装工程 接地装置施工及验收规范
[20] GB 50171-2012 电气装置安装工程 盘、柜及二次回路接线施工及验收规范
[21] GB 50174-2017 数据中心设计规范
[22] GB 50231-2009 机械设备安装工程施工及验收通用规范
[23] WH/T 27-2007 舞台机械 验收检测程序
[24] WH/T 28-2007 舞台机械 台上设备安全
[25] WH/T 36-2009 舞台机械 台下设备安全要求
[26] WH/T 37-2009 舞台机械 操作与维修导则
[27] IEC 62061:2021 Safety of machinery – Functional safety of safety-related electrical, electronic and programmable electronic control systems
[28] EN 17206:2020 Entertainment technology-Machinery for stages and other production areas-Safety requirements and inspections
[29] DIN 56950-1:2012-5 Entertainment technology-Machinery installations
Part1: Safety requirements and inspection

CETA

舞台机械 电气控制规范

编制说明

一、 工作简况

(一) 任务来源

根据中国演艺设备技术协会2022年03月14日发文（中演协标字（2022）02号），批准立项团体标准《舞台机械 电气控制规范》。

(二) 协作单位

标准起草单位：浙江大丰实业股份有限公司。

标准参与起草单位：北京北特圣迪科技发展有限公司、北京金东高科科技有限公司、成都炎兴自动化工程有限公司、成都德泰锐视科技有限公司、甘肃工大舞台技术工程有限公司、北京秀域科技文化股份有限公司、北京星光创艺科技有限公司、泰州市文化产业协会。

(三) 主要工作过程

立项批准后起草单位开始起草《舞台机械　电气控制规范》(工作组讨论稿1)。

负责起草单位于2022年03月15日组建了编制组，并迅即启动工作，于04月09日将团标《舞台机械　电气控制规范》(工作组讨论稿1）发编制组各位讨论。

截止05月10日，收齐并汇总编制组各位老师对“讨论稿1”的意见。

通过起草单位四位参编人员的共同讨论，对“讨论稿1”所提意见进行了逐条回复，并在此基础上形成“讨论稿2”，于05月25日发给编制组各位老师讨论。

截止06月28日，收齐并汇总编制组各位老师对“讨论稿2”的意见。

通过起草单位四位参编人员的共同讨论，对“讨论稿2”所提意见进行了逐条回复，并在此基础上形成“讨论稿3”，于07月28日发给编制组各位老师讨论。

截止08月18日，收齐并汇总编制组各位老师对“讨论稿3”的意见。

08月31日编制组根据上述讨论意见修订出了《舞台机械　电气控制规范》(征求意见稿)，并撰写了《电气控制规范 编制说明》，开始发给行业专家征求意见。

《舞台机械 电气控制规范（征求意见稿）》共发给业内16位专家，于09月22日收齐并汇总了回复意见，09月23日发给编制组各位老师讨论。

11月1日收齐各位编制组老师的意见，通过起草单位四位参编人员的共同讨论，对汇总意见进行了逐条回复，于12月1日形成“讨论稿4”。

12月15日组织线上会议，针对“讨论稿4”，请各位编制组老师发表意见。根据会上讨论意见，形成“讨论稿5”，用于公开征求意见。

(四) 主要起草人及其所做的工作

主要起草人及其所做的工作如表1所示：

CETA

表 1 主要起草人及其所做的工作

序号	姓名	性别	职称	工作单位	课题分工
1	薛焕新	男	高级工程师	浙江大丰实业股份有限公司	编制组长 主笔起草
2	朱国良	男	高级工程师	浙江大丰实业股份有限公司	协助主笔
3	胡仁荣	男	高级工程师	融创（北京）文化旅游规划研究院有限公司	参与起草
4	李由	女	工程师	北京北特圣迪科技发展有限公司	参与起草
5	杜安坤	男	高级工程师	北京金东高科科技有限公司	参与起草
6	侯鹏强	男	工程师	成都炎兴自动化工程有限公司	参与起草
7	杨震	男	高级工程师	成都德焘锐视科技有限公司	参与起草
8	白彦斌	男	工程师	甘肃工大舞台技术工程有限公司	参与起草
9	高环清	男	高级工程师	北京秀域科技文化股份有限公司	参与起草
10	严峰	男	高级工程师	北京星光创艺科技有限公司	参与起草
11	周敏	女	工程师	泰州市文化产业协会	参与起草
12	吴太利	男	高级工程师	浙江大丰实业股份有限公司	参与起草
13	黄学通	男	工程师	浙江大丰实业股份有限公司	参与起草

二、编制原则和确定标准的主要内容

(一)标准编制原则

标准按照 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。

标准的制定旨在保证电气控制产品的可用性，使产品交付时功能特性方面有统一的合格评定依据。标准中涉及到安全功能的内容仅限于满足可用性要求，舞台机械的安全技术要求应以相关强制性国家标准为准。

(二)确定标准主要内容的依据

1 名称

根据 GB/T 1.1 中 6.1.1 的要求，名称可有引导元素（可选）、主体元素（必备）和补充元素（可选）组成，以及根据 GB/T 20001.5-2017 中 6.1.1 要求，规范标准的名称应包含词语“规范”，以表明标准的类型。本标准名称最终定为：“舞台机械 电气控制规范”，其中“舞台机械”是引导元素，“电气控制”是其主体元素，“规范”表明标准的类型。

本标准的名称也与中国演艺设备技术协会批准发布的《演出场馆设备 舞台机械专业 技术标准体系》规划的产品标准类别给出的名称一致。

2 范围

标准规定了舞台机械电气控制系统的技术要求、试验方法与检验规则、标志和随行文件、包装及其它使用信息等。

标准适用于各演出场所的电气控制，不适用于独立控制且操作和控制功能要求比较单一的

CETA

机械控制，如防火幕、演员升降小车、运景台以及一些只要求就地完成简单操作的机械等。。

3 主要技术内容说明

1) 第 3 章除了直接引用 GB/T 30174-2013 和 WH/T 35 界定的术语，还定义了电气控制常用的一些术语，如剧目、场景、场景返回、凸轮曲线、程序互锁等等。

2) 4.1.1 电气控制系统组成，规范调速设备（见附录 A.1）和定速设备（见附录 A.2）的控制架构。

3) 4.1.2 对舞台机械几个关键的控制性能指标提出要求。

4) 4.1.3 规范安全监测信号的设计及控制逻辑。

5) 4.1.4 什么情况下需要配置测距机构和位置编码器做了明确的规定。

6) 4.1.5 规范舞台各区域配置的声光报警器的功能要求。

7) 4.2.1 规范舞台机械的配电及其接地系统的要求。

8) 4.2.2 规范电控关键器件的选型。

9) 4.2.3 规范电气柜、箱等的布置及安装要求。

10) 4.2.4 电缆的防火要求、配管及敷设要求。

11) 4.2.5 规范其它电气设计要求，切断电源的方式、制动器的控制、UPS 的配置、维修开关及其它安全监测装置等等。

12) 4.3 规范对急停系统的设计及安全要求

13) 4.4 人机交互系统的功能做统一的规范要求，包括操作台、就地操作箱和备用操作箱。

14) 4.5 舞台机械电气控制离不开安全，本条款规范了电控基本的安全保护功能。

15) 4.6 针对液压传动控制系统的技术要求参见 GB/T 3766-2015。

16) 4.7 无线控制装置的技术要求参加 GB/T 5226.32-2017 /IEC 60204-32:2008。

17) 4.8 基于互联网远程数据传输接口和功能按 GB/T 41922-2022《舞台装备故障数据传输接口和通信协议规范》执行。

18) 5.1 出厂检验。对前述所有技术要求逐条列出了检验方法和判定规则。“出厂检验”是产品交付的基本术语，根据舞台机械的特点，电气控制的出厂检验一般为现场安装调试后交付前的检验（隐蔽项目可在安装调整过程中检验）。

19) 5.2 型式试验。仅在有要求的情况下实施，具体实施的要求根据需要约定。

20) 第 6 章 对标志和随行文件作了规定。

CETA

21) 第 7 章，考虑到电气设备的特殊性，对包装作了明确的防水、防潮要求。

22) 第 8 章，规范电气控制系统的供电及环境要求，便于建筑设计及用户使用做参考。

三、国外相关法律、法规和标准情况

目前，国际上还没有关于舞台机械电气控制产品的国际标准，一些发达国家或地区在其舞台机械技术标准中主要对电气设计及控制的安全功能做了规范。

1) 英国关于娱乐场所的技术标准：

《TECHNICAL STANDARDS FOR PLACES OF ENTERTAINMENT》：2015

2) 奥地利关于舞台机械设备的标准：

ONORM M 9630-1 《舞台机械设备 总则》

ONORM M 9630-2 《舞台机械设备 台上机械设备》

ONORM M 9630-3 《舞台机械设备 台下机械设备——升降台、车台、转台》

3) 德国关于舞台机械设备安全要求与检查的标准：

DIN 56950-1:2012《Entertainment technology – Machinery installations – Part 1: Safety requirements and inspection》

4) 欧洲关于舞台机械设备安全要求与检查的标准：

EN 17206:2020-09《Entertainment technology – Machinery for stages and other production areas –Safety requirements and inspections》

CETA

四、与我国有关现行法律、法规和其它标准的关系

我国在 2018 年 01 月 01 日以前的产品标准（国家标准、行业标准），很多都是将安全技术要求和功能性技术要求编制在一份标准中。因而其中将安全技术要求标为强制执行，将功能性技术要求作为非强制执行，即为条文强制的标准。

2018 年 01 月 01 日，国家颁布了修订后的《中华人民共和国标准化法》，其中：

“**第十条** 对保障人身健康和生命财产安全、国家安全、生态环境安全以及满足经济社会管理基本需要的技术要求，应当制定强制性国家标准。”

“强制性国家标准由国务院批准发布或者授权批准发布。”，

“**第十一条** 对满足基础通用、与强制性国家标准配套、对各有关行业起引领作用等需要的技术要求，可以制定推荐性国家标准。”

“**第二十条** 国家支持在重要行业、战略性新兴产业、关键共性技术等领域利用自主创新技术制定团体标准、企业标准。”

上述规定说明，产品标准对安全性技术要求与功能性技术要求应当分别制定，前者为强制执行，只能由国家制定。后者可由国家、行业、团体、企业等制定，推荐采用（或约定采用）。

舞台机械电气控制离不开“安全”，无论是电气设计还是控制。因此，在编制本标准时不可避免地会涉及到电气设计要考虑的安全因素和控制上的安全保护功能。但标准中涉及到安全功能的内容仅限于满足可用性要求，舞台机械的安全技术要求应以相关强制性国家标准为准。本标准仅保证电气控制产品的可用性，使产品交付在功能特性上有统一的合格评定依据。

本标准在编制规则和概念协调上遵循了以下标准：

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》

GB/T 20001.5-2017《标准编写规则 第 5 部分；规范标准》

GB/T 20001.10-2014《标准编写规则 第 10 部分；产品标准》

WH/T 35 《舞台机械 术语》。

五、重大意见分歧的处理结果和依据

经编制组反复讨论，目前无重大意见分歧。

六、预期的社会经济效果

标准化是行业发展和兴旺的保障，也是行业发展走向进一步成熟的标志。近年来，我国文化装备业的大发展与国家科技进步、创新驱动、产业升级、民族工业崛起同步奋进，演艺装备行业中的舞台机械专业也随之得到蓬勃发展。其中，离不开标准化、规范化的推动作用。

《中华人民共和国标准化法》第二十七条规定“企业应当按照标准组织生产经营活动，其生产的产品、提供的服务应当符合企业公开标准的技术要求”。

本标准的制定，为提升产品和服务质量，促进科学技术进步，为文化装备业的发展提供服务。并满足完善舞台机械标准系列的需要，将为舞台机械技术的发展起到切实显著的作用。

七、对标准实施的建议及要求

建议在审批程序完成后发布实施，由企业自愿声明采用。

八、废止现行有关标准的建议

无。

《舞台机械 电气控制规范》编制工作组

2022.12.16

CETA

附件 3

团体标准公开征求意见汇总处理表

标准项目名称：《舞台机械 电气控制规范》　　编制组组长：薛焕新　副组长：朱国良　　共　页

主要起草单位：浙江大丰实业股份有限公司　　联系人：吴菲　电话：15910658895　　2022 年　月　日

序号	标准章条编号	意见内容	提出人及单位	处理意见

说明：　收集意见共计约*条。