

ICS 13.220.10

CCS C 80/89

团 体 标 准

T/CSEE 0322—2022

移动式细水雾涡扇炮灭火系统及部件 通用技术条件

General technical specification for mobile water mist turbofan gun
fire extinguishing system and components



2022-12-05 发布

2023-03-01 实施

中国电机工程学会 发布

团 体 标 准
移动式细水雾涡扇炮灭火系统及部件
通用技术条件

T/CSEE 0322—2022

*

中国电力出版社出版、印刷、发行

(北京市东城区北京站西街19号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

*

2023年7月第一版 2023年7月北京第一次印刷

880毫米×1230毫米 16开本 1.5印张 47千字

*

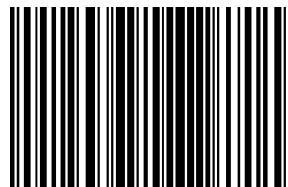
统一书号 155198·4833 定价 38.00元

版 权 专 有 侵 权 必 究

本书如有印装质量问题，我社营销中心负责退换



中国电机工程学会官方微信



155198.4833

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 分类	2
5 型号	2
6 系统功能	4
7 性能要求	5
8 试验方法	10
9 标志、包装、运输和贮存	20

前 言

本文件按照《中国电机工程学会标准管理办法（暂行）》的要求，依据 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。

本文件由中国电机工程学会提出。

本文件由中国电机工程学会电力系统自动化专业委员会技术归口并解释。

本文件主要起草单位：北京南瑞怡和环保科技有限公司、国网浙江省电力有限公司、国网浙江省电力有限公司超高压分公司、国网电力科学研究院有限公司、中国科学技术大学火灾科学国家重点实验室、应急管理部天津消防研究所、中国矿业大学（北京）、国网浙江省电力有限公司电力科学研究院。

本文件主要起草人：熊卫东、张国良、解晓东、吴刘锁、王志刚、杨帆、钱平、林天佑、朱瑞、曹求洋、罗敬齐、余斌、王喜世、李国辉、张一凡、陈鹏、朱小龙、石长江、常炜、沈坤、罗剑飞、孟宇飞、张建成、张美琪、许志亮。

本文件为首次发布。

本文件在执行过程中的意见或建议反馈至中国电机工程学会标准执行办公室（地址：北京市西城区白广路二条 1 号，100761，网址：<http://www.csee.org.cn>，邮箱：cseebz@csee.org.cn）。

移动式细水雾涡扇炮灭火系统及部件 通用技术条件

1 范围

本文件规定了移动式细水雾涡扇炮灭火系统及部件的性能要求、试验方法、标志、包装、运输和贮存。本文件适用于移动式细水雾涡扇炮灭火系统。

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 156 标准电压

GB/T 191 包装储运图示标志

GB/T 2423.1 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验A：低温

GB/T 2423.2 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验B：高温

GB/T 2423.3 环境试验 第2部分：试验方法 试验Cab：恒定湿热试验

GB/T 2423.10 环境试验 第2部分：试验方法 试验Fc：振动（正弦）

GB/T 3766 液压传动 系统及其元件的通用规则和安全要求

GB/T 3836.1 爆炸性环境 第1部分：设备 通用要求

GB/T 4208 外壳防护等级（IP代码）

GB 5083 生产设备安全卫生设计总则

GB/T 7251.1—2013 低压成套开关设备和控制设备 第1部分：总则

GB/T 7251.8—2020 低压成套开关设备和控制设备 第8部分：智能型成套设备通用技术要求

GB/T 7932 气动 对系统及其元件的一般规则和安全要求

GB/T 12325 电能质量 供电电压偏差

GB/T 13384 机电产品包装通用技术条件

GB/T 15540—2006 陆地移动通信设备 电磁兼容技术要求和测量方法

GB/T 16838 消防电子产品环境试验方法及严酷等级

GB/T 17478 低压直流电源设备的性能特性

GB 50171 电气装置安装工程 盘、柜及二次回路接线施工及验收规范

XF 892.1 消防机器人 第1部分：通用技术条件

XF 1149 细水雾灭火装置

T/CET 301 变电站细水雾涡扇炮灭火系统技术规范

3 术语和定义

T/CET 301 和 XF 892.1 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

移动式细水雾涡扇炮灭火系统 **mobile water mist turbofan gun fire extinguishing system**

采用移动式支架的细水雾涡扇炮灭火系统（3.2）。

3.2

细水雾涡扇炮灭火系统 **water mist turbofan gun fire extinguishing system**

由细水雾涡扇炮（3.3）、工作泵、稳压泵、中央控制柜、手动控制柜、支撑平台、过滤装置、阀门、管道等组成，喷放细水雾的灭火系统（简称灭火系统）。

3.3

细水雾涡扇炮 **water mist turbofan gun**

最小设计工作压力下，80%有效射程处，雾滴直径 $D_{v0.99} < 1000 \mu\text{m}$ ，安装喷雾装置的涡扇炮（3.4）。

3.4

涡扇炮 **turbofan gun**

由风机、炮筒、管路、旋转机构、俯仰机构等组成，利用风力/液力输送实现远距离大流量灭火介质喷放的装置。

3.5

移动载体 **moving carrier**

由动力源、传动机构、行走机构、机架等组成，实现移动式细水雾涡扇炮灭火系统（3.1）行走和承载功能的组件。

3.6

机载设备 **on-board equipment**

安装在移动载体（3.5）上执行灭火、排烟、侦查、洗消等任务的涡扇炮（3.4）、排烟机、气体探测仪、照明灯具、机械手等装置。

3.7

后方辅助设备 **assistance equipment**

与移动式细水雾涡扇炮灭火系统（3.1）配套使用的后方控制台和运载车辆等辅助设备。

4 分类

4.1 按行走机构形式，可分为下列类型：

- a) 轮式；
- b) 履带式；
- c) 关节轮式；
- d) 关节履带式；
- e) 其他形式。

4.2 按控制方式，可分为下列类型：

- a) 人工控制；
- b) 半自动控制；
- c) 自动控制。

4.3 按机载设备主体功能，可分为下列类型：

- a) 灭火；
- b) 排烟；
- c) 侦查；
- d) 洗消。

5 型号

5.1 型号编制

5.1.1 型号编制方法

型号应采用如图 1 所示的编制方法。

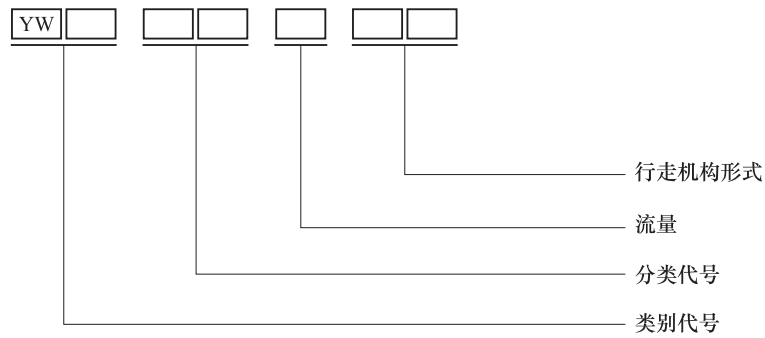


图 1 型号编制方法

5.1.2 类别代号

类别代号应用“YW”表示。控制方式代号应符合表 1 的规定。

表 1 控制方式代号

控制方式	代号
人工	R
半自动	B
自动	Z

5.1.3 分类代号

分类代号应符合表 2 的规定。当存在两项以上的主要功能时，保留前两项主要功能的代号即可。

表 2 分类代号

功能	分类代号
灭火	M
排烟	Y
侦查	C
洗消	X

5.1.4 行走机构形式代号

行走机构形式代号应符合表 3 的规定。

表 3 行走机构形式代号

行走机构形式	代号
轮式	L
履带式	D
关节轮式	GL
关节履带式	GD
其他形式	Q

5.2 产品型号示例

示例 1：自动控制的移动式细水雾涡扇炮灭火系统，轮式，涡扇炮额定流量 12 L/s，型号为：YWZ-M12L。

示例 2：人工控制的移动式细水雾涡扇炮灭火系统，消防炮额定流量 12 L/s，履带式行走机构，型号为：YWR-M12D。

6 系统功能

6.1 功能

灭火系统功能应符合表 4 的规定。

表 4 灭火系统功能

功能		灭火系统			
		灭火	排烟	侦查	洗消
整体性能	控制	★	★	★	★
	行走	★	★	★	★
消防作业功能	灭火	★	—	—	—
	排烟	★	★	—	—
	侦查	★	—	★	—
	洗消	★	—	—	★
自保护功能	耐高温	★	—	—	—
	防倾覆	★	★	★	★
	防碰撞	—	—	★	—
信息采集功能	环境参数采集功能	★	★	★	—
	视频信息采集功能	★	★	★	—
	音频信息采集功能	★	★	★	—
通信功能	双向	—	—	★	—
	冗余	—	—	★	—
声光警示		★	★	★	★

注：★代表此类灭火系统拥有的对应功能。

6.2 消防作业功能

6.2.1 灭火功能应满足接收到报警信号后立即响应，喷射灭火剂扑救火灾的要求。

6.2.2 排烟功能应满足排烟、送风作业的要求。

6.2.3 侦查功能应满足灾害现场实时视频、音频采集，并向后方控制台实时传输的要求。

6.2.4 洗消功能应满足清洗、消毒、稀释等作业要求。

6.3 自保护功能

- 6.3.1 耐高温功能应满足灭火系统在高温、烈焰、浓烟和强热辐射环境下靠近火源并实施作业的要求。
- 6.3.2 防倾覆功能应满足灭火系统在不大于工作坡度、通行宽度/高度/深度等地形环境条件下行走或实施消防作业的要求。
- 6.3.3 防碰撞功能应满足灭火系统在行走或消防作业过程中避免与障碍物相撞的要求。

6.4 信息采集功能

- 6.4.1 环境参数采集功能应满足灭火系统采集作业现场温度、湿度的要求。
- 6.4.2 视频信息采集功能应满足灭火系统采集周围或本体静态场景和动作姿态视频信息的要求。
- 6.4.3 音频信息采集功能应满足灭火系统采集周围声信号及本体警报的要求。

6.5 通信功能

- 6.5.1 双向通信功能应满足灭火系统与后方控制台信息交互的要求。
- 6.5.2 冗余通信功能应满足灭火系统与后方控制台间具有两种及以上多通道冗余通信方式的要求。

6.6 声光警示功能

声光警示功能应满足灭火系统作业时提供声、光警示信号的要求。

7 性能要求

7.1 外观、材质

- 7.1.1 灭火系统表面应光洁，不应存在有损强度和外观质量的缺陷。
- 7.1.2 材料应根据产品设计要求选择，有防腐蚀要求的应进行防腐蚀处理或采用耐腐蚀材料，原材料质量应符合国家现行产品标准的规定，并应有合格证或质量保证书。

7.2 零部件

- 7.2.1 自制件应经质量检验部门检验合格。外购件、外协件应符合国家现行产品标准的规定，应具有合格证并经质量检测部门检验合格。
- 7.2.2 具有输送、喷射细水雾功能的承压管路在最大工作压力下进行水压密封性能试验后，连接部位应无渗漏现象；承压管路耐压零部件在 1.5 倍最大工作压力下进行水压强度试验后，零部件不应有渗漏、裂纹及永久性变形等缺陷；承压管路耐压零部件在 3 倍最大工作压力下，不应出现破裂现象。
- 7.2.3 液压系统应符合 GB/T 3766 的有关规定。
- 7.2.4 气动系统应符合 GB/T 7932 的有关规定。

7.3 移动载体

7.3.1 电动机作动力源的移动载体

供电电源宜符合 GB/T 156 的有关规定，交流供电电源电压、频率等偏差或直流供电电源电压偏差应符合 GB/T 12325 的规定，低压直流电源性能应符合 GB/T 17478 的有关规定。

7.3.2 举升装置

7.3.2.1 最大举升质量不小于 1000 kg 时，举升系统应运动平稳，不应有明显的爬行、颤抖、晃动等现象。举升系统启动和停止应运动平稳。

7.3.2.2 对于塑性材料，部件承受的最大应力应小于材料屈服应力的 50%。对于脆性材料，部件承受的最大应力应小于材料断裂应力的 20%。

7.3.2.3 拉动举升臂架的钢缆、链条等索具的安全系数不应小于 5，其他索具的安全系数不应小于 2。

7.3.2.4 回转平台应双向回转并有回转停止制动装置，回转平台支承应方便、润滑。

7.3.3 其他要求

7.3.3.1 移动载体上应装设电路总开关，安装位置应方便操作。

7.3.3.2 移动载体应设有可靠的制动装置。

7.4 机载设备

7.4.1 一般要求

7.4.1.1 细水雾涡扇炮、自动寻的系统等机载设备性能应符合国家现行产品标准的规定。

7.4.1.2 机载设备不应有锯齿等锐边的构件外缘。

7.4.1.3 机载设备运动关节的始点、终点应设有限位装置，限位装置应在额定负载或最大速度下运动时可靠停止，不应产生越程现象。

7.4.1.4 机载设备俯仰、回转、传动等机构应动作灵活、安全可靠。

7.4.2 涡扇炮

7.4.2.1 涡扇炮喷头、俯仰机构、旋转传动机构、管路等应采用铜或耐腐蚀性能不低于 1Cr18Ni9Ti 不锈钢等的耐腐蚀材料制造。

7.4.2.2 涡扇炮液压油应满足在-40℃以上环境下使用要求。

7.4.2.3 涡扇炮风机应符合下列规定：

- a) 涡扇炮风机风量不应低于 30000 m³/h；
- b) 风机应保持连续运转 60 min 以上；
- c) 风机电动机、液压罐电磁阀、风机接线盒防护等级不应低于 GB/T 4208 规定的 IP55；
- d) 风机电动机绝缘等级不应低于 F 级。

7.4.2.4 涡扇炮无线遥控器或控制器启动至涡扇炮开始动作的时间应小于 5 s。

7.4.2.5 涡扇炮无线遥控距离不应小于 100 m。

7.4.2.6 涡扇炮俯仰机构应安全可靠，旋转传动机构可实现 360°水平旋转。

7.4.2.7 对于喷雾形式可调的涡扇炮，喷雾角应至少满足 0°~90°连续可调，并应实现喷雾角的连续转换。

7.5 控制装置

7.5.1 灭火系统本体或后方控制台控制装置的安装、接线应符合 GB 50171 的规定。

7.5.2 带有计算机系统的智能型控制装置应符合 GB/T 7251.8—2020 中 6.3、8.2、8.4 的规定。

7.5.3 控制装置的电磁兼容性应符合 GB/T 7251.1—2013 中 9.4 的规定。

7.5.4 无线通信装置的电磁兼容性应符合 GB/T 15540—2006 中 5.2、5.4、5.5 的规定。

7.5.5 以外壳防护的电器设备的防护等级应符合 GB/T 4208 的相关规定。

7.6 整机要求

7.6.1 一般要求

7.6.1.1 灭火设备上布置的电气、液压、气动线路应排列整齐、固定牢靠、走向合理，便于安装、拆

卸，并用醒目的颜色和标志区分；电气、液压、气动系统不应有漏电、漏油、漏气现象。

7.6.1.2 设计灭火系统时，应分析可能发生的失效。安全防护设计应符合 GB 5083 的有关规定。

7.6.2 控制性能

7.6.2.1 采用遥控装置的灭火系统遥控距离不应小于 100 m 的水平距离，工作状态下信号稳定、可靠。

7.6.2.2 两台及以上灭火系统在同一区域内工作时，控制信号不应相互干扰。

7.6.2.3 后方控制台应实时、可靠控制灭火系统。

7.6.2.4 后方控制台应实时、可靠接收灭火系统采集的图像、语音、数据等信息并实时处理。

7.6.2.5 灭火系统本体或后方控制台紧急停止按钮按下后，灭火系统应立即停止动作。

7.6.3 行走性能

7.6.3.1 最高直行速度不应小于 0.8 m/s。

7.6.3.2 直行跑偏量不应大于测量距离的 7%。

7.6.3.3 转弯直径不应大于本身长度的 1.5 倍。

7.6.3.4 爬坡能力不应小于 23%。

7.6.3.5 越障高度不应小于离地间隙的 0.5 倍。

7.6.3.6 制动距离不应大于 0.3 m。

7.6.4 消防作业、自保护、信息采集、通信性能

消防作业、自保护、信息采集、通信性能应分别符合 6.2~6.5 的规定。

7.6.5 声光警示装置性能

灭火系统声光警示装置应符合 6.6 的规定。

7.6.6 防水性能

灭火系统应有良好的防水性能，防止水渍的部位，均不应有水渗入。

7.6.7 可靠性

7.6.7.1 灭火系统持续工作时间不应小于 2 h，在持续工作时间内，整机应稳定、可靠和安全生产工作。

7.6.7.2 灭火系统应经抗振试验，试验后灭火系统应稳定、可靠和安全生产工作。

7.7 后方辅助设备

7.7.1 工作泵

7.7.1.1 消防水泵明显位置上应设置清晰永久性铭牌，标志内容应包括型号规格、流量、压力等。

7.7.1.2 消防水泵工作压力和流量应与涡扇炮工作参数相匹配。

7.7.1.3 消防水泵在额定工作压力和额定流量下，连续运行 6 h，工作泵应无故障或损坏。

7.7.1.4 消防水泵宜带有双路电源入口，也可配有单独的双电源柜，双路电源应自动及手动切换，切换时间不应大于 2 s。

7.7.1.5 消防水泵应具备手动启动和自动启动方式，停泵应采用手动操作。消防水泵启动后，稳压泵应停泵。

7.7.1.6 当灭火系统采用泡沫作为水基添加剂时，工作泵应增设泡沫泵。

7.7.1.7 工作泵控制盘（柜）面板上应具有电源电压、电动机启停状态、泵启停状态和故障声光警示等

显示，控制盘（柜）性能应符合 XF 1149 的规定。

7.7.1.8 备用泵型号规格及性能应与工作泵相同，在工作泵产生电气故障或不能达到应有能力时，备用泵应自动和手动切换投入运行。

7.7.2 稳压泵

7.7.2.1 稳压泵明显位置上应设置清晰永久性标志牌，标志内容应包括型号规格、流量、压力、制造商等。

7.7.2.2 泵体材料应为铝合金、铜合金、奥氏体不锈钢或耐腐蚀性能不低于上述金属材料材料。

7.7.2.3 稳压泵工作压力和流量应满足灭火系统稳压要求。

7.7.2.4 稳压泵设定压力与实测压力偏差以及不同压力扰动测得的重复性偏差均不应大于 0.05 MPa。

7.7.2.5 备用稳压泵规格及性能应与稳压泵相同，在主稳压泵产生电气故障或不能达到应有能力时，备用稳压泵应自动和手动切换投入运行。

7.7.3 水管卷盘

移动式灭火系统采用水管卷盘时，应符合下列规定：

- a) 水管卷盘牵引装置拉力应大于水管卷盘的拖行摩擦力，并应小于水管抗拉力；
- b) 水管卷盘与流体接触部分应采用不锈钢连接件。

7.7.4 电缆卷盘

移动式灭火系统采用电缆卷盘时，应符合下列规定：

- a) 电缆阻燃等级不应低于 T/CET 301 规定的 C 级，电缆应满足输送功率要求，且应满足保护接地和防水要求；
- b) 电缆卷盘牵引装置拉力应大于电缆卷盘的拖行摩擦力，并应小于电缆抗拉力。

7.7.5 中央控制柜

中央控制柜应具有防尘、防水、防腐性能，设置在变电站集控室的中央控制柜防护等级宜为 GB/T 4208 规定的 IP30，设置在设备舱的中央控制柜防护等级不应低于 GB/T 4208 规定的 IP35。

7.7.6 手动控制柜

当系统采用手动控制柜时，应符合下列规定：

- a) 手动控制柜应设置操作涡扇炮的俯仰机构、回转机构、喷雾调节机构的按钮或手柄，安装在移动式支撑平台的涡扇炮，手动控制柜还应设置移动式支撑平台运动机构、举升机构操作按钮或手柄；
- b) 涡扇炮接收手动控制柜功能按钮指令应正确动作；
- c) 手动控制柜应具有防尘、防水、防腐性能，防护等级宜为 IP55。

7.7.7 水罐和泡沫液罐

7.7.7.1 罐体要求

7.7.7.1.1 罐体和阀门应采用防腐材料或经过防腐处理。

7.7.7.1.2 水罐和泡沫液罐应设置液位或液量指示装置。

7.7.7.1.3 水罐和泡沫液罐应承受 0.1 MPa 的静水压力，罐体两侧面不应出现明显残余变形，连接管道、阀门均无渗漏。

7.7.7.1.4 泡沫液罐应设置呼吸口，呼吸口应保证正常输送泡沫液。

7.7.7.2 注液装置

7.7.7.2.1 消防泵至水罐的注水管路应设置阀门，阀门应方便操作。注水管路直径不应小于 65 mm，管路中不应有积水。

7.7.7.2.2 泡沫液泵至泡沫液罐间的注液管路应设置不锈钢阀门，阀门应便于操作。注液管路应采用壁厚不小于 1.5 mm、直径不小于 40 mm 的不锈钢管。

7.7.7.2.3 泡沫罐注液口应设有保护盖。

7.7.7.3 溢水装置

水罐内应设置连通大气的溢水管路，溢水管路直径不应小于水罐与消防泵间输水管路直径的 30%。溢水管路应高出罐顶。

7.7.8 自动行驶要求

7.7.8.1 自动行驶状态下直行速度不应高于 1 m/s。

7.7.8.2 最大爬坡角度不应大于 23°。

7.7.8.3 最大制动距离不大于 0.3 m。

7.7.9 自动寻的系统

7.7.9.1 外观、结构、水平回转和俯仰回转角

自动寻的系统外表应无腐蚀、起泡、剥落现象，应无明显划痕等机械损伤，紧固部位应无松动，回转机构应安全可靠。水平回转角不应小于 180°，最小俯角不应大于-90°，最大仰角不应小于+30°。

7.7.9.2 高低温性能

试验期间，自动寻设备不应产生启动等误动作；试验后，自动寻装置不应有破坏涂覆和腐蚀现象。

7.7.9.3 耐湿热性能

自动寻的系统应进行恒定湿热试验。试验期间，自动寻的系统不应产生启动等误动作；试验后，自动寻的系统不应有破坏涂覆和腐蚀现象，并应正常启动。

7.7.9.4 绝缘电阻

自动寻的系统应进行绝缘电阻的试验。自动寻的系统外部带电端子与机壳之间的绝缘电阻，应大于 20 MΩ。

7.7.9.5 介电强度

自动寻的系统应进行介电强度试验，应承受频率为 50 Hz、电压为 1500 V、历时 1 min 的耐压试验，不应发生击穿和闪络现象。

7.7.9.6 抗环境光线干扰性能

自动寻的系统应进行抗环境光线干扰性能试验。试验期间，自动寻的系统不应产生启动等误动作。

7.7.9.7 电压波动适应能力

自动寻的系统应进行电压波动适应能力试验，在额定电压的-10%~+10%内，应正常启动和工作。

7.7.9.8 抗振动性能

灭火装置应进行抗振动性能试验。试验后，灭火装置不应产生脱落、裂纹及明显变形，并应正常使用。

7.7.9.9 视频记录

系统应具备现场不小于 24 h 档案视频记录的功能，可和其他视频监控系统联用。

7.7.9.10 运行可靠性能

系统应进行运行可靠性能试验，连续 10 次点火触发启动试验，应对试验火完成启动、自动跟踪定位。

7.7.9.11 静电放电抗扰度试验

试验期间，试样应能正常工作。

7.7.9.12 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验

试验期间，试样应能正常工作。

8 试验方法

8.1 外观、材质检查

8.1.1 目测检查机器人表面质量和使用材料，试验结果应符合 7.1 的规定。

8.1.2 检查防盐雾腐蚀材料，试验结果应符合 7.1 的规定。

8.2 零部件通用性能试验

8.2.1 水压密封试验

水压密封试验前，应将受压部件封闭，注满水并排除空气，然后缓慢加压至最大工作压力的 1.1 倍，保持 3 min，试验结果应符合 7.2.2 的规定。

8.2.2 水压强度试验

水压强度试验前，应将受压部件封闭，注满水并排除空气，然后缓慢加压至最大工作压力的 1.5 倍，保持 3 min，试验结果应符合 7.2.2 的规定。

8.2.3 液压系统性能试验

按 GB/T 3766 的规定试验，试验结果应符合 7.2.3 的规定。

8.2.4 气动系统性能试验

按 GB/T 7932 的规定试验，试验结果应符合 7.2.4 的规定。

8.3 移动载体性能试验

8.3.1 供电电源性能试验

按 GB/T 12325 的规定进行交流电压、频率等供电电源偏差或直流供电电源电压偏差试验；按 GB/T 17478 的规定进行低压直流电源设备性能特性试验，试验结果应符合 7.3.1 的规定。

8.3.2 涡扇炮举升平台试验

- 8.3.2.1 在满载状态下运动臂架或梯架，目测臂架或梯架运行状态，连续启动、停止臂架或梯架运动，检查设备摇晃情况，试验结果应符合 7.3.2.1 的规定。
- 8.3.2.2 臂架或梯架放置在行驶位置时为应力测试初始位置，将涡扇炮按额定工作流量和压力喷射，根据设计计算书和实际使用工况选取试验工况，记录测点应力，选取最大应力点，试验结果应符合 7.3.2.2 的规定。
- 8.3.2.3 查看举升系统使用的钢缆、链条等索具以及其他索具设计计算书，查看结果应符合 7.3.2.3 的规定。
- 8.3.2.4 检查回转平台双向回转，制动装置，润滑和维修，检查结果应符合 7.3.2.4 的规定。

8.4 机载设备性能试验

8.4.1 目测检查

检查机载设备构件外缘表面粗糙度，运动关节始点、终点限位装置及俯仰、回转、传动等机构动作，检查结果应符合 7.4.1 的规定。

8.4.2 涡扇炮试验

8.4.2.1 风机性能试验：

- a) 试验条件。涡扇炮风机风量测量应在平坦场地上测量，涡扇炮水平布置。在涡扇炮进水口安装压力表，顺风向喷射，将距涡扇炮喷射出口外 0 m~0.2 m 处定义为风速测试平面，并在测试平面上选用与涡扇炮炮筒出口圆截面同等相对圆截面设置为风速采样区域。
- b) 试验操作。启动涡扇炮风机，当风机稳定运行后，采用便携式风速计分别测量采样圆截面中心、采样圆截面边缘风速，采样点重复采集 5 次，并求取风机中心区域风速与边缘区域风速平均值。涡扇炮风机风量应根据采样区域风速平均值及采样截面面积计算确定。试验结果应符合 7.4.2 的规定。

8.4.2.2 遥控性能试验：

- a) 遥控响应试验。用无线遥控器或控制器分别操作涡扇炮动作，用秒表测量从开始按下操作按钮至涡扇炮开始动作的时间，试验结果应符合 7.4.2 的规定。
- b) 遥控距离试验。改变无线遥控器与涡扇炮的距离，使用遥控器操作涡扇炮，用激光测距仪测量涡扇炮不能有效动作的距离，试验结果应符合 7.4.2 的规定。

8.4.2.3 操作性能试验：

- a) 对涡扇炮动作机构进行检查，在无工作压力条件下连续进行 30 次水平回转操作和俯仰回转操作。在最大工作压力条件下连续进行 5 次水平回转操作和俯仰回转操作。
- b) 用角度仪测量涡扇炮的水平回转角和俯仰回转角，试验结果应符合 7.4.2 的规定。

8.4.2.4 喷雾角测试。喷雾型水炮喷射时，将量角规的两条边分别与喷雾型水炮前的雾状水流边缘相重合，两边的夹角为喷雾角。试验结果应符合 7.4.2 的规定。

8.5 控制装置性能试验

8.5.1 目测检查控制装置安装、接线，试验结果应符合 7.5.1 的规定。

8.5.2 按 GB/T 7251.8—2020 的规定对带有计算机系统的智能型控制装置进行试验，试验结果应符合 7.5.2 的规定。

8.5.3 按 GB/T 7251.1—2013 的规定对控制装置的电磁兼容性进行试验，试验结果应符合 7.5.3 的规定。

8.5.4 按 GB/T 15540—2006 的规定对无线通信装置的电磁兼容性进行试验，试验结果应符合 7.5.4 的规定。

8.5.5 按 GB/T 4208 的规定对借助外壳防护的电器设备的防护等级进行试验，试验结果应符合 7.5.5 的规定。

8.6 整机性能试验

8.6.1 一般要求

8.6.1.1 目测检查灭火系统电气、液压、气动线路的质量，试验结果应符合 7.6.1.1 的规定。

8.6.1.2 按 GB 5083 和本文件的规定对灭火系统安全防护性能进行试验，试验结果应符合 7.6.1.2 的规定。

8.6.2 控制系统试验

8.6.2.1 遥控试验

遥控试验应按下列步骤执行：

- a) 在试验地面上取 100 m 测量区间，划出控制端线和停车端线；
- b) 将灭火系统置于停车端线处，在控制端线处用无线或有线遥控装置控制灭火系统动作，试验结果应符合 7.6.2.1 的规定；
- c) 将一台灭火系统置于停车端线处，选取同型号的其他 2 台无线遥控装置，在控制端线处用 3 台无线遥控装置控制灭火系统，试验结果应符合 7.6.2.2 的规定。

8.6.2.2 后方控制台试验

后方控制台试验应按下列步骤执行：

- a) 在试验地面上取 100 m 测量区间，划出控制端线和停车端线；
- b) 将后方控制台和灭火系统分别放置在控制端线和停车端线处；
- c) 用后方控制台控制灭火系统动作，试验结果应符合 7.6.2.3 的规定；
- d) 用后方控制台接收灭火系统采集图像、音频、语音、数据等信息，试验结果应符合 7.6.2.4 的规定。

8.6.2.3 紧急停止试验

紧急停止试验应按下列步骤执行：

- a) 使灭火系统处于工作状态中；
- b) 按下灭火系统本体或后方控制台的紧急停止按钮，灭火系统应立即停止动作；
- c) 灭火系统本体或后方控制台的紧急停止试验，各进行 3 次，试验结果应符合 7.6.2.5 的规定。

8.6.3 行走性能试验

8.6.3.1 直行速度试验

直行速度试验应按下列步骤执行：

- a) 在平整的试验地面上取 50 m 测量区间，划出横向始端线和终端线；
- b) 操作机器人，使机器人保持最大速度直线驶过始端线和终端线，记录机器人驶过始端线和终端线的时间，计算机器人单次前进行走的速度；
- c) 机器人用后退方式，以最大速度直线通过终端线和始端线，记录机器人驶过终端线和始端线的时间，计算机器人单次后退行走的速度；

d) 上述试验不应少于 2 次，计算机机器人的平均速度，试验结果应符合 7.6.3.1 的规定。

8.6.3.2 直行跑偏量试验

直行跑偏量试验应按下列步骤执行：

- 在平整的试验地面上取 50 m 测量区间，划出横向始端线、终端线和纵向中心线，如图 2 所示；
- 机器人位于始端线处，并使机器人中心线与纵向中心线重合；
- 机器人启动后，在不调整转向的情况下通过试验区间；
- 在终端线处停止行走，以初始轨迹切线延长线为基准，测量 50 m 距离内机器人的跑偏量 e ；
- 取二次试验的平均值，试验结果应符合 7.6.3.2 的规定。

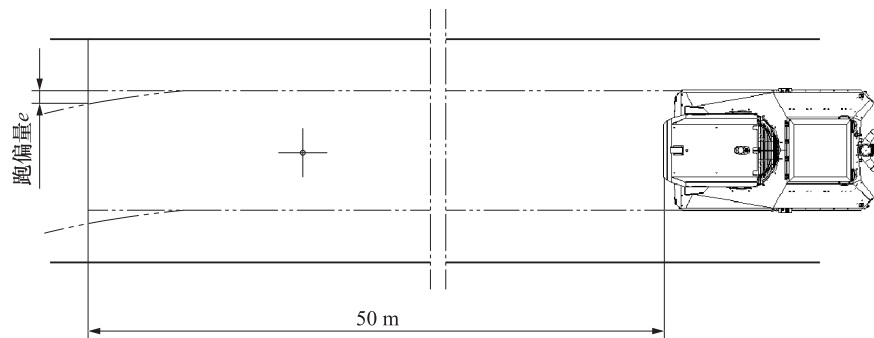


图 2 直线行驶跑偏量

8.6.3.3 转弯直径试验

转弯直径试验应按下列步骤执行：

- 试验场地为平坦、干燥的混凝土或沥青地面，应允许机器人做全圆周转弯动作。
- 测量机器人转弯直径：
 - 使机器人处于连续转弯行走状态，画出机器人离转向中心最远点形成的轨迹圆，如图 3 所示；
 - 在互相垂直的两个方向测量轨迹圆直径，取算术平均值作为试验结果。
- 机器人左转和右转各测定一次，试验结果应符合 7.6.3.3 的规定。

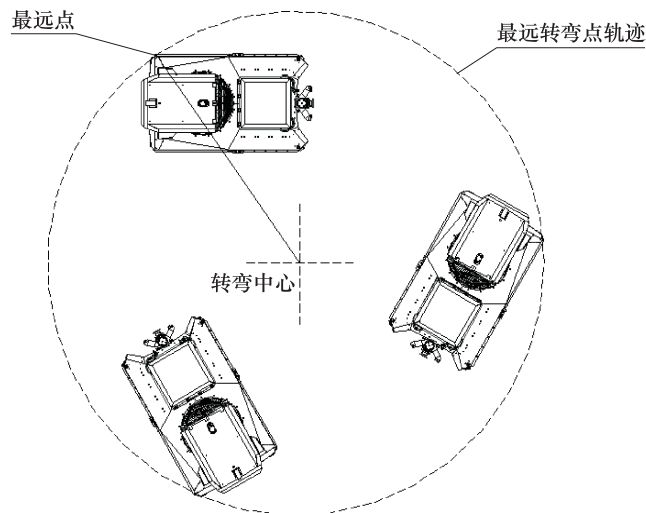


图 3 机器人转弯轨迹圆

8.6.3.4 爬坡度试验

爬坡度试验应按下列步骤执行：

- a) 爬坡试验装置示意图如图 4 所示；
- b) 将爬坡试验装置调整至所需坡度位置；
- c) 灭火系统正对试验装置的斜坡坡道，停在斜坡前沿；
- d) 操作灭火系统直行，行走至爬坡试验装置上；
- e) 测量坡度起止点高度差 h 和水平距离 a ；
- f) 计算 h 和 a 的比值，试验结果应符合 7.6.3.4 的规定。

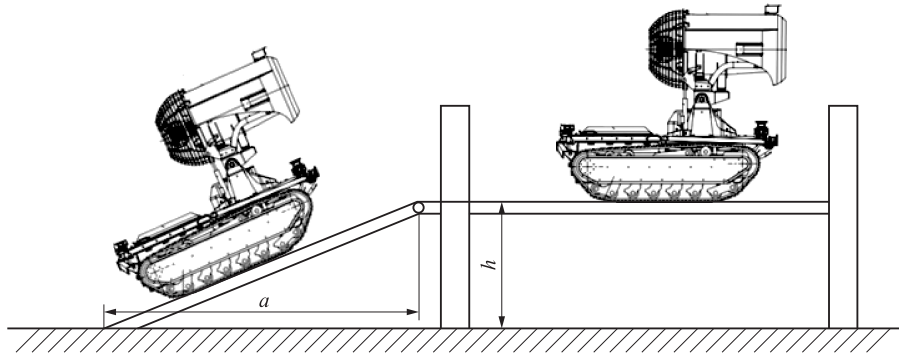


图 4 爬坡试验装置示意图

8.6.3.5 越障高度试验

越障高度试验应按下列步骤执行：

- a) 越障试验装置示意图如图 5 所示，宽度应大于灭火系统宽度；
- b) 灭火系统正对越障试验装置，停在越障试验装置前沿；
- c) 操作灭火系统直行，越过越障试验装置；
- d) 测量越障试验装置高度 H ，试验结果应符合 7.6.3.5 的规定。

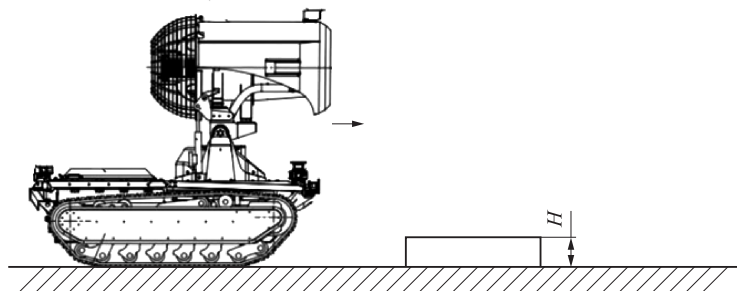


图 5 越障试验装置示意图

8.6.3.6 制动试验

制动试验应按下列步骤执行：

- a) 在平整的试验地面上划出停止线；
- b) 机器人以最大速度行走至停止线后停车；
- c) 测量灭火系统超出停止线的距离；
- d) 取二次试验的算术平均值，试验结果应符合 7.6.3.6 的规定。

8.6.4 消防作业试验

按 6.2 的规定对灭火系统消防作业功能进行试验，试验结果应符合 6.2 的规定。

8.6.5 自保护性能试验

8.6.5.1 防倾覆试验应按下列步骤执行：

- a) 防倾覆试验装置应符合下列规定：
 - 1) 防倾覆试验装置示意图如图 6 所示；
 - 2) 试验装置台面倾斜角应在 0° 与最大倾斜角度之间连续调节，并应在该范围内任意角度固定；
 - 3) 试验装置运转应平稳，上升速度不应大于 $10^\circ/\text{min}$ ，下降速度不应大于 $27^\circ/\text{min}$ ；
 - 4) 防止试验时灭火系统侧滑，可采用在试验台上安装防侧滑挡块方法，挡块高度不应大于 30 mm ，且只允许加在侧翻中心一侧；
 - 5) 防止试验时灭火系统侧翻，应有专用防侧翻安全设备，安全设备对灭火系统的约束力在侧翻临界状态前应为 0 N ；
 - 6) 设有防止灭火系统纵向移动的楔形块。
- b) 测定左最大倾覆稳定角应按下列步骤执行：
 - 1) 将灭火系统置于试验装置上，灭火系统纵向对称平面与试验装置台面转动中心线平行；
 - 2) 安装防侧滑挡块及防倾覆安全设备；
 - 3) 启动试验装置，使灭火系统向左慢慢倾斜，直到右侧行走机构脱离试验台面时为止，记录倾覆角度 α ；
 - 4) 将试验台面倾斜角恢复为初始状态；
 - 5) 重复 3)、4) 的试验，试验进行 3 次，3 次测量值相对误差超过 3%，应重新测试；
 - 6) 最大倾覆稳定角取 3 次测量值的算术平均值。
- c) 测定右最大倾覆稳定角时，应将灭火系统调头置于试验装置上，重复 b) 步骤。

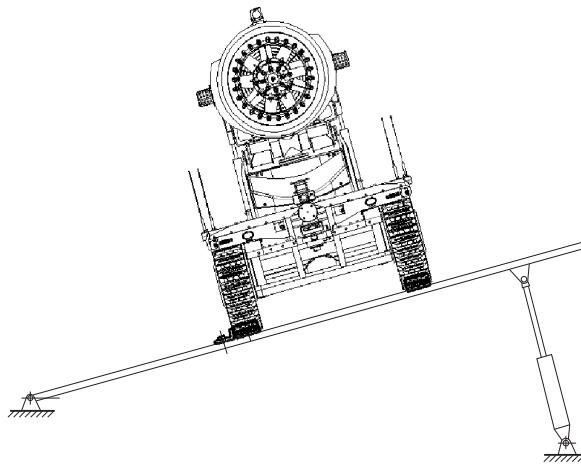


图 6 防倾覆试验装置示意图

8.6.5.2 其他自保护性能应按本文件的规定进行试验，试验结果应符合 6.3 的规定。

8.6.6 信息采集性能试验

8.6.6.1 环境参数探测

环境参数探测试验应按下列步骤执行：

- a) 按 8.6.2.2a)、b) 做好试验准备；

- b) 用后方控制台显示灭火系统采集的现场温度、湿度、辐射热、风速、风向等环境参数的实时信息，试验结果应符合 6.4 的规定。

8.6.6.2 视频信息采集

视频信息采集试验应按下列步骤执行：

- a) 按 8.6.2.2a)、b) 做好试验准备；
- b) 用后方控制台显示灭火系统采集的现场视频实时信息，试验结果应符合 6.4 的规定。

8.6.6.3 音频信息采集

音频信息采集试验应按下列步骤执行：

- a) 按 8.6.2.2a)、b) 做好试验准备；
- b) 用后方控制台接收灭火系统采集的现场音频实时信息，试验结果应符合 6.4 的规定。

8.6.7 通信性能试验

8.6.7.1 双向通信

双向通信应符合 6.5 的规定。

8.6.7.2 冗余通信

冗余通信试验应按下列步骤执行：

- a) 按 8.6.7.1 的方法使双向通信处于正常工作状态；
- b) 人为切断处于正常工作状态的一条通信链路，试验结果应符合 6.5 的规定。

8.6.8 声光警示性能试验

启动声光警示装置，声光信号应符合 6.6 的规定。

8.6.9 防水性能试验

将灭火系统停在试验场地中，采用内燃机作动力源的灭火系统将内燃机置于怠速运转状态，采用人工雨淋方法试验，降水强度不应小于 0.12 mm/s，淋水 15 min 后对控制装置等需要防水的部位进行检查，试验结果应符合 7.6.6 的规定。

8.6.10 可靠性试验

8.6.10.1 持续工作时间试验

持续工作时间试验应按下列步骤执行：

- a) 试验条件：
 - 1) 场地：平坦路面；
 - 2) 设施：爬坡试验台；
 - 3) 行走速度：中速。
- b) 试验内容：试验内容应符合表 5 的规定。
- c) 试验步骤：
 - 1) 用无线遥控装置或后方控制台操作灭火系统；
 - 2) 试验内容应在灭火系统持续工作时间内连续实施，中间不允许补充能量；

3) 试验结果应符合 7.6.7.1 的规定。

表 5 持续工作时间试验内容

试验项目	试验方法	行走方向	试验时间 min
行走	沿 10 m×10 m 方形轨迹行走	顺时针	10
		逆时针	10
爬坡	按 7.6.3.4 的规定执行	反复试验	10
消防作业	按本文件执行	连续试验	30

8.6.10.2 抗振试验

抗振试验应按下列步骤执行：

- a) 将灭火系统固定于运载车上，以平均时速大于 40 km/h 的速度在三级公路上运行 200 km，允许用运输振动台进行模拟试验；
- b) 经运输试验后的灭火系统再按 8.6.10.1 的规定进行试验，试验结果应符合 7.6.7.2 的规定。

8.7 后方辅助设备试验

8.7.1 工作泵和稳压泵

8.7.1.1 持续工作可靠性试验

工作泵在额定工作压力和额定流量下，连续运行 6 h。试验结果应符合 7.7.1.3 的规定。

8.7.1.2 双路电源及切换功能试验

给灭火系统输入两路电源，检查切换情况并记录自动及手动切换时间。试验结果应符合 7.7.1.4 的规定。

8.7.1.3 启动试验

使工作泵处于准工作状态，手动启动工作泵，检查是否启动，检查稳压泵是否停泵，给出火警模拟信号，检查工作泵是否自动启动以及稳压泵是否停泵。工作泵启动后，检查是否必须手动停泵。试验结果应符合 7.7.1.5 的规定。

8.7.1.4 主备泵切换试验

手动启动工作泵或稳压泵，使灭火系统处于正常工作状态，模拟工作泵或稳压泵断电或故障，检查工作泵或稳压泵、备用泵切换情况。试验结果应符合 7.7.1.8、7.7.2.5 的规定。

8.7.1.5 稳压精度试验

调整压力控制仪表，使装置正常运行，分别记录灭火系统稳压压力上限和稳压压力下限。开启稳压管路上出水阀门放水，调整阀门开度 3 次，记录每次显示压力和实测压力。试验结果应符合 7.7.2.4 的规定。

8.7.2 手动控制柜试验

依次通过手动控制柜面板功能按钮发出旋转、俯仰信号，各动作重复进行 5 次，记录涡扇炮动

作，试验结果应符合 7.7.6 的规定。

8.7.3 水罐和泡沫液罐试验

按本文件的规定对灭火系统水罐及泡沫液罐进行试验，试验结果应符合 7.7.7 的规定。

8.7.4 自动行驶试验

8.7.4.1 直行速度测试

启动自动行驶模式，按 8.6.3.1 的规定进行自动行驶功能试验，试验结果应符合 7.7.8.1 的规定。

8.7.4.2 爬坡角度测试

启动自动行驶模式，按 8.6.3.4 的规定进行爬坡角度功能试验，测试自动行驶状态下的爬坡角度。反复进行试验 5 次，记录数据，试验结果应符合 7.7.8.2 的规定。

8.7.4.3 最大制动距离测试

启动自动行驶模式，按 8.6.3.6 的规定进行制动距离试验，试验结果应符合 7.7.8.3 中对自动行驶过程中最大制动距离的要求。

8.7.5 自动寻的系统试验

8.7.5.1 外观、结构、水平回转角和俯仰回转角

采用目测方法及用角度仪检查灭火装置的俯仰回转角及水平回转角，检查结果应符合 7.7.9.1 的规定。

8.7.5.2 高温试验

按 GB/T 2423.2 的规定进行试验，将系统接通电源处于正常监视状态，将灭火装置放入，以不大于 $0.5\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 的升温速率，使温度升至 $55\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，在此条件下保持 2 h，取出灭火装置，在室温条件下放置 1 h 后应符合 7.7.9.2 的规定。

8.7.5.3 低温试验

按 GB/T 2423.1 的规定进行试验，将系统接通电源处于监视状态，将灭火装置放入，以不大于 $0.5\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 的降温速率，将温度降到 $-10\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，在此条件下稳定 2 h，灭火装置在试验箱内不应有结冰现象。取出灭火装置，在温度为 $15\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度不大于 70% 的环境中恢复 1 h~2 h 后应符合 7.7.9.2 的规定。

8.7.5.4 恒定湿热试验

按 GB/T 2423.3 的规定进行试验，灭火装置经温度 $40\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度 85%、历时 48 h 的试验，取出灭火装置，在室温条件下放置 1 h~2 h 后应符合 7.7.9.3 的规定，并应正常工作。

8.7.5.5 绝缘电阻

采用绝缘电阻表在有绝缘要求的外部带电端子与机壳之间施加 $500\text{ V} \pm 50\text{ V}$ 直流电压，持续 60 s，测量电阻值。试验结果应符合 7.7.9.4 的规定。

8.7.5.6 介电强度试验

采用耐压测试仪在带电回路与金属外壳或地之间，进行电压为 1500 V，频率为 50 Hz，历时 1 min

的耐压试验。试验结果应符合 7.7.9.5 的规定。

8.7.5.7 抗环境光线干扰性能试验

在室内无其他光源的条件下，将系统接通电源处于监视状态，用 4 只 40 W 白炽灯组，组成边长为 40 cm 的正方形和 4 只 40 W 日光灯组，间距 20 cm 纵向排列作为模拟干扰源，在距灭火装置的探头中心水平 2 m 处对灭火装置探头进行干扰性照射，每次照射 1 s，间隔 1 s，两种干扰源各进行 10 次，试验结果应符合 7.7.9.6 的规定。

8.7.5.8 电压波动适应能力试验

用调压器、电工仪表，将电源电压分别调到额定电压的±10%，试验结果应符合 7.7.9.7 的规定。

8.7.5.9 抗振动性能试验

抗振动性能试验要求如下：

- a) 试验方法应按 GB/T 2423.10 执行，试验时灭火装置应处于非工作状态，试验条件应符合下列规定：
 - 1) 频率循环范围：10 Hz~150 Hz~10 Hz；
 - 2) 单振幅：0.19 mm；
 - 3) 扫描速率：1 倍频率/min；
 - 4) 振动方向：X、Y、Z 方向；
 - 5) 扫频次数：2 次扫频循环。
- b) 根据振动响应结果，分别按下列情况进行试验，每种试验均应在试样 X、Y、Z 方向依次进行。试验结果应符合 7.7.9.8 的规定。
 - 1) 未发现共振频率时，在 150 Hz 的频率上进行振幅为 0.19 mm、时间为 10 min 的定频振动试验；
 - 2) 若发现共振频率不超过 4 个，在每个共振点上进行设定振幅为 0.19 mm、时间为 10 min 的共振试验；
 - 3) 若发现共振频率超过 4 个，在 10 Hz~150 Hz~10 Hz 的频率循环内，进行振幅为 0.19 mm、扫频速率为 1 倍频率/min 的共振试验，振动时间为每个方向 1 h。

8.7.5.10 系统运行的可靠性能试验

将灭火装置固定在最小安装高度，在规定的最大保护半径处，用试验火诱发系统启动跟踪定位动作并对准目标射流灭火，以此为一次成功试验。如此重复进行 10 次，每次间歇 5 min，试验结果应符合 7.7.9.10 的规定。

8.7.5.11 静电放电抗扰度试验

将试样放在距接地参考平面 0.8 m 的支架上。接通电源，使自动寻的器处于正常监视状态，保持 15 min。

对导体外壳的试样，实施接触放电。

按 GB/T 16838 的要求，对试样施加以下条件的电磁干扰：

- 空气放电电压为 8 kV；
- 接触放电电压为 6 kV；
- 极性为正、负。

干扰期间，观察并记录试样工作状态，试验结果应满足 7.7.9.11 的要求。

8.7.5.12 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验

将试样安放在绝缘台上，接通电源，使试样处于正常监视状态，保持 15 min。按 GB/T 16838 中的要求，对试样的外连接线施加以下条件的电磁干扰：

- 电压为 1 kV 士 0.1kV；
- 频率为 5 kHz 士 1 kHz；
- 极性正、负。

干扰期间，观察并记录试样工作状态，试验结果应满足 7.7.9.12 的要求。

9 标志、包装、运输和贮存

9.1 标志

9.1.1 灭火系统应有永久性铭牌，应牢固设置在系统明显部位。铭牌内容应包括产品名称、型号、制造商名称、地址、生产日期和出厂编号等。其他灭火系统或采用其他行走机构形式，应在产品名称后加括号注明分类或行走机构形式。

9.1.2 防爆标志应按 GB/T 3836.1 执行。

9.2 包装

9.2.1 包装箱应符合 GB/T 13384 的有关规定。

9.2.2 包装箱内应附有装箱单、检验合格证、中文使用说明书、专用工具及随机文件。中文使用说明书内容应包括外观图、部位名称、功能、规格、技术指标、操作方法、注意事项及环保要求等。

9.2.3 包装箱上标志应符合 GB/T 191 的有关规定。

9.3 运输

包装好的产品，在运输过程中应避免雨雪淋袭、接触腐蚀性介质与机械损伤等。

9.4 贮存

存放产品的室内场所环境温度宜为 0℃~40℃，相对湿度宜小于 80%。
