



中华人民共和国气象行业标准

QX/T 766—2025

高空气象观测 自动放球系统

Upper-air meteorological observation—Automatic balloon ascent system

2025-05-19 发布

2025-10-01 实施

中 国 气 象 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 组成与功能	2
4.1 组成	2
4.2 功能	2
5 技术要求	2
5.1 施放	2
5.2 供电	2
5.3 环境	2
5.4 尺寸	3
5.5 可靠性	3
5.6 环境适应性	3
5.7 安全	4
5.8 外观和结构	4
6 试验方法	5
6.1 组成与功能	5
6.2 技术要求	5
7 检验规则	8
7.1 检验分类	8
7.2 检验设备	8
7.3 检验项目	8
7.4 定型检验	9
7.5 出厂检验	9
8 包装运输	9
参考文献	10

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。

本文件由全国气象仪器与观测方法标准化技术委员会(SAC/TC 507)提出并归口。

本文件起草单位：中国气象局气象探测中心、南京大桥机器有限公司。

本文件主要起草人：任晓毓、李欣、石玉文、张健、杨荣康、郭启云。

高空气象观测 自动放球系统

1 范围

本文件确立了高空气象观测自动放球系统的组成,规定了高空气象观测自动放球系统的功能和技术要求,给出了对应的试验方法,规定了自动放球系统的检验规则和包装运输要求。

本文件适用于高空气象观测自动放球系统的设计、生产和检验。

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 191—2008 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 4208 外壳防护等级(IP代码)

GB 4793.1 测量、控制和实验室用电气设备的安全要求 第1部分:通用要求

GB 4962—2008 氢气使用安全技术规程

GB 6388—1986 运输包装收发货标志

GB/T 17626.2 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验

GB/T 17626.3 电磁兼容 试验和测量技术 射频电磁场辐射抗扰度试验

GB/T 17626.4 电磁兼容 试验和测量技术 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验

GB/T 17626.5 电磁兼容 试验和测量技术 浪涌(冲击)抗扰度试验

GB/T 17626.6 电磁兼容 试验和测量技术 射频场感应的传导骚扰抗扰度

GB/T 29729—2022 氢系统安全的基本要求

GB/T 31162—2014 地面气象观测场(室)防雷技术规范

QX/T 526—2019 气象观测专用技术装备测试规范 通用要求

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

自动放球系统 automatic balloon ascent system

能够自动充灌气球,自动施放探空仪的放球装置。

[来源:GB/T 37467—2019,4.1.13]

3.2

平均失效间隔工作时间 mean operating time between failures;MTBF

失效间隔工作时间的数学期望。

[来源:GB/T 37467—2019,2.22]

4 组成与功能

4.1 组成

自动放球系统由硬件和控制软件组成,其中硬件包括:

- 电气控制系统,包括供电控制装置、信号传输监控系统、电气驱动控制模块、不间断电源(UPS)、空调和烟雾探测器等;
- 气体控制系统,包括气源输送控制装置、氢气流量计等;
- 气球施放系统,包括自动充气 and 施放装置、防爆型红外半球摄像机、氢气浓度检测仪、放球挡风装置等。

4.2 功能

应具备下列功能:

- 能按设定值对普通和双模气象气球进行自动定量充气,对 L 波段探空仪、北斗导航探空仪、具备平漂功能的卫星导航探空仪(含探空高度控制装置、降落伞、放球器等)进行自动施放;
- 对作业全过程进行远程视频监控;
- 自动生成系统运行日志,可查询及以报表方式打印输出;
- 能对风速超限、氢气量不足、氢气泄漏和流量上限等进行报警,当氢气浓度超过安全数值或氢气流量超过设定值时,声光告警并自动切断氢气阀门;
- 对无线电射频信号无屏蔽作用;
- 控制软件能与上位机观测软件进行数据交互、作业控制,具有容错性,避免因误操作导致软件出错和崩溃。

5 技术要求

5.1 施放

应满足下列要求:

- 施放时间:设备启动至气球与放球筒脱离的时间不大于 40 min;
- 适用气球:规格 300 g~1600 g 气球;
- 气球净举力误差:±10 g;
- 充气时间:不大于 20 min;
- 释放时间:不大于 5 min。

5.2 供电

5.2.1 交流电源电压为 $220(1\pm 10\%)V$,频率为 $50(1\pm 3\%)Hz$ 。

5.2.2 自动放球系统功率不大于 15 kW/h。

5.2.3 应配备 UPS,能采用自动切换方式工作;平时采用单相市电,市电断电后 UPS 能确保设备(除空调外)正常工作不少于 120 min。

5.3 环境

5.3.1 方舱工作温度控制在 $0\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 40\text{ }^{\circ}\text{C}$,空调具有除湿功能。

5.3.2 探空仪施放区与外部区域环境误差,温度不高于 3℃,相对湿度不大于 15%。

5.4 尺寸

5.4.1 方舱运输尺寸不大于 5000 mm×3500 mm×3000 mm(长×宽×高);含顶盖尺寸不大于 5000 mm×3500 mm×5000 mm(长×宽×高)。

5.4.2 放球筒内径不小于 2.6 m,高度不小于 3.3 m。

5.5 可靠性

平均失效间隔工作时间(MTBF)大于或等于 300 h。

5.6 环境适应性

5.6.1 气候环境

应满足下列要求。

- a) 温度:−40℃~50℃(工作环境),−45℃~55℃(贮存环境)。
- b) 相对湿度:0%~100%。
- c) 抗风:
 - 1) 工作状态地面风速不超过 8 级(18 m/s),能正常工作;
 - 2) 非工作状态地面风速不超过 12 级(36.9 m/s),不产生永久性变形及影响工作的损伤;
 - 3) 与获取地面风速的设备直线距离不超过 50 m,高差不超过 10 m。
- d) 淋雨:方舱具有防水措施,在下雨环境下,系统的外部设备及活动零、部件能正常工作,符合 IPX5 要求。

5.6.2 电磁兼容

应能在高空气象观测站的电磁环境条件下正常工作,电磁抗扰度应满足表 1 试验内容和严酷度等级要求。

表 1 电磁抗扰度试验内容和严酷度等级

内容	试验条件(严酷度等级)			参考标准
	交流电源端口	直流电源端口	控制和信号端口	
浪涌(冲击)抗扰度	线-线:±2 kV 线-地:±4 kV	线-线:±1 kV 线-地:±2 kV	线-地:±2 kV	GB/T 17626.5
电快速瞬变脉冲群抗扰度	±2 kV 5 kHz	±1 kV 5 kHz	±1kV 5 kHz	GB/T 17626.4
射频场感应的传导骚扰抗扰度	频率范围:9 kHz~80 MHz(9 kHz~150 kHz 频率范围内,不要求测量) 试验电压:10 V 信号调制:1 kHz,80%幅度调制			GB/T 17626.6
射频电磁场辐射抗扰度	80 MHz~1000 MHz,3 V/m,80%幅度调制(1 kHz)			GB/T 17626.3
静电放电抗扰度	接触放电:4 kV,空气放电:4 kV			GB/T 17626.2

5.7 安全

5.7.1 氢气安全

5.7.1.1 烟感探测器探测灵敏度 $0.5 \text{ dB/m} (\pm 0.1 \text{ dB/m})$ 。

5.7.1.2 气源输气控制装置进气口压力 $0.2 \text{ MPa} \sim 15 \text{ MPa}$, 出气口(气球充气口)压力 $0.2 \text{ MPa} \pm 0.10 \text{ MPa}$ 。

5.7.1.3 氢气流量计氢气流量上限报警值 $28 \text{ m}^3/\text{h}$ 。

5.7.1.4 氢气浓度检测仪氢气泄漏报警值 1% , 精度 $\pm 5\%$ (量程)。

5.7.1.5 防爆型红外半球摄像机最低照度 0.001 lx , 水平清晰度 700 TVL , 帕尔制(PAL) $1020(\text{H}) \times 595(\text{V})$, 红外距离不低于 30 m , 至少保存 10 次完整作业过程, 隔爆型。

5.7.1.6 氢气储存和输送及使用应符合 GB/T 29729—2022 及 GB 4962—2008 的要求, 并包含下列安全防范装置:

- 气球施放系统顶部装有通风窗口, 保证气体控制系统通风良好;
- 气球施放系统具有良好的接地, 接地电阻不大于 4Ω ;
- 在氢气可达部位采用防爆电器、防爆灯、防爆开关或防爆阀门, 防爆等级符合 IIC T4 要求, 可用于防爆气体为氢和乙炔气的气体环境, 最高表面温度不超过 $135 \text{ }^\circ\text{C}$;
- 气球施放系统和气体控制系统各安装 2 个氢气浓度检测仪, 并备份 2 个;
- 内、外氢气管采用不锈钢硬管连接;
- 配有手持式氢气浓度检测仪, 性能指标与固定式氢气浓度检测仪一致, 定期进行氢气泄漏检测;
- 气体控制系统安装压力传感器, 对氢气管道气体压力进行实时检测。

5.7.2 电气安全

电气设备的安全性设计应符合 GB 4793.1 的要求; 市电电源输入端与方舱外壳之间的绝缘电阻应不小于 $2 \text{ M}\Omega$ 。

5.7.3 机械安全

方舱采用结构紧密的阻燃材料, 外部组件焊接牢固, 方舱爬高梯等设施应牢固可靠, 方舱顶应用安全防滑材料制作。

5.7.4 防雷

5.7.4.1 应符合 GB/T 31162—2014 的规定。

5.7.4.2 方舱均应设防直击雷的外部雷电防护装置和闪电电涌侵入的防护措施。

5.7.4.3 方舱接地装置应与设备的金属体、金属装置、进出金属管线进行等电位连接。

5.7.5 生物防护

方舱内管路线路结构采用特殊处理, 防止虫鼠等生物对其造成损坏。

5.8 外观和结构

5.8.1 外观应整洁, 无损伤和形变, 表面涂层无气泡、开裂、脱落等现象。各部件外观颜色应协调。

5.8.2 机械结构利于装配、调试、检验、包装、运输、安装、维护等工作, 更换部件时简便易行。

5.8.3 外部组件焊接牢固, 内部组件、机柜采用加固型结构形式, 便于运输、安装和使用。

5.8.4 舱外结构件宜采用不锈钢并进行钝化处理;舱外插头插座采用防盐雾插头、插座。

5.8.5 放球筒内壁应光滑无毛刺,作业过程中对气球无损伤。

6 试验方法

6.1 组成与功能

6.1.1 组成

目测清点、计数。

6.1.2 功能

6.1.2.1 通过放球操作,检查是否实现对普通和双模气象气球进行定量、自动充气,检查使用探空仪器是否满足要求,是否控制气球施放装置进行自动施放作业及作业流程的远程摄像头监控。

6.1.2.2 放球结束后,检查是否自动生成系统运行日志,可查询及以报表方式打印输出。

6.1.2.3 在状态监控界面,通过目视及手动操作,检查是否有氢气浓度检测仪、防爆型红外半球摄像机等设备及相关合格证,模拟氢气泄漏,超过报警值是否能触发声光报警并自动停止充气。

6.1.2.4 放置卫星导航探空仪,通过接收卫星数量来检查信号屏蔽情况。

6.1.2.5 运行控制软件,并通过放球操作对控制软件进行测试,检查是否具可与上位机观测软件进行数据交互、作业控制,检查是否具有容错性。

6.2 技术要求

6.2.1 施放

通过一次完整的放球操作,检查设备充气及放球控制,计算施放时间、充气时间和释放时间,检查气球规格,实测举力计算气球净举力误差。

6.2.2 供电

系统满负荷运行时,用万用表分别测试输入电流、电压,计算其功率。

由 UPS 供电,通过放球操作检查工作不少于 120 min。

6.2.3 环境

通过开启空调查看方舱工作温度是否在 $0\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 40\text{ }^{\circ}\text{C}$,并检查空调是否具有除湿功能。

通过手动操作,检查探空仪施放区与外部区域环境误差是否满足要求。

6.2.4 尺寸

通过手动测量,检查方舱和放球筒尺寸是否满足要求。

6.2.5 可靠性

6.2.5.1 定时截尾试验方案,按照 QX/T 526—2019 表 A.1 的方案类型中选用标准型或短时高风险两种试验方案之一。

6.2.5.2 如选用短时高风险试验方案,采用 21 号方案,即生产方和使用方风险各为 30%,鉴别比为 3 的定时截尾试验方案,试验的总时间为规定 MTBF 下限值(θ_1)的 1.1 倍,接受故障数为 0,拒收故障数为 1。

试验总时间 T 为： $T=1.1 \times 300 \text{ h}=330 \text{ h}$ 。

每套自动放球系统试验的平均时间 t 为： $t=330 \text{ h}/3=110 \text{ h}$ 。

自动放球系统每次放球工作时间为 1 h。

选取 3 套自动放球系统进行试验，各施放 110 次探空仪器，其中，L 波段探空仪（搭配 750 g 气球）施放 20 次，L 波段探空仪（搭配 1600 g 气球）施放 30 次，卫星导航探空仪（搭配 750 g 气球）施放 30 次，卫星导航探空仪（搭配双模气象气球）施放 30 次，允许出现 0 次故障。

6.2.6 环境适应性

6.2.6.1 气候环境

按照表 2 检验项目进行试验，氢气泄露检测仅在恢复常温环境后进行检查。

——低温试验：-40℃工作 2 h，-45℃贮藏 2 h。按照 GB/T 2423.1 进行试验、检测和评定。

——高温试验：50℃工作 2 h，55℃贮藏 2 h。按照 GB/T 2423.2 进行试验、检测和评定。

——恒定湿热试验：40℃，相对湿度 93%，放置 12 h，通电后正常工作。按照 GB/T 2423.3 进行试验、检测和评定。

——淋雨试验：按照 GB/T 4208 进行试验、检测和评定。

——可靠性试验：记录八级风及以上的自动放球系统施放能力。

表 2 环境适应性试验检验项目

序号	检验项目		技术要求	低温试验	高温试验	恒定湿热试验	淋雨
1	自动充气装置	气源压力检测	工作正常	●	●	●	—
2		减压阀功能	控制正常	●	●	●	—
3		充气电磁阀	控制正常	●	●	●	—
4		充气量控制	控制正常	●	●	●	—
5		氢气泄露检测	工作正常	●	●	●	—
6	自动放球装置	顶盖开闭功能	工作正常	●	●	●	—
7		气球施放控制	控制正常	●	●	●	—
8		施放脱钩控制	工作正常	●	●	●	—
9		顶盖复位	控制正常	●	●	●	—
10	系统性能	自动化控制管理软件	工作正常	●	●	●	—
11		电源控制	控制正常	●	●	●	—
12		视频监控	图像显示清晰、无明显迟滞	●	●	●	—
13		空调设备	工作正常	●	●	●	—
15		紧急停止功能	正常	●	●	●	—
16		外观质量	无明显瑕疵	●	●	●	—
17		结构完好性	结构完好	●	●	●	●
18	方舱防水性能		电气控制室、气体控制室内无漏水	—	—	—	●
注：“●”表示应进行试验的项目；“—”表示不进行试验的项目。							

6.2.6.2 电磁兼容

被试样品均在正常工作状态下进行下列试验。

- 浪涌(冲击)抗扰度:施加在直流电源端和互连线上的浪涌脉冲次数应为正、负极性各 5 次;对交流电源端口,分别在 0° 、 90° 、 180° 、 270° 相位施加正、负极性各 5 次的浪涌脉冲;试验速率为每分钟 1 次。
 - 交流电源端口:线对线 ± 2 kV,线对地 ± 4 kV;直流电源端口:线对线 ± 1 kV,线对地 ± 2 kV;控制和信号端口:线对地 ± 2 kV,按照 GB/T 17626.5 进行试验、检测和评定。
 - 电快速瞬变脉冲群抗扰度:交流电源端口 ± 2 kV、5 kHz,直流电源端口 ± 1 kV、5 kHz,控制和信号端口 ± 1 kV、5 kHz,试验持续时间不短于 1 min;按照 GB/T 17626.4 依次对被试产品的试验端口进行正负极性试验、检测和评定。
 - 射频场感应的传导骚扰抗扰度:依次将试验信号发生器连接到每个耦合装置(耦合和去偶网络、电磁钳、电流注入探头)上,试验电压 10 V,骚扰信号是 1kHz 正弦波调幅、幅度调制 80% 的射频信号;扫频范围 150 kHz~80 MHz,在每个频率,幅度调制载波的驻留时间应不低于被试样品运行和响应的必要时间;按照 GB/T 17626.6 进行试验、检测和评定。
 - 射频电磁场辐射抗扰度:被试样品按现场安装姿态放置在试验台上,按照 80 MHz~1000 MHz,3 V/m,80% 幅度调制(1 kHz);按照 GB/T 17626.3 进行试验、检测和评定。
 - 静电放电抗扰度:被试样品按台式(接地或不接地)和落地式设备(接地或不接地)进行配置,确定施加放电点,每个放电点进行至少 10 次放电。
 - 如被试样品涂膜未说明是绝缘层,则发生器电极头应穿入漆膜与导电层接触;若涂膜为绝缘层,则只进行空气放电。
 - 接触放电 4 kV,空气放电 4 kV,按照 GB/T 17626.2 进行试验、检测和评定。
- 上述试验结束后,均要进行最后检测,检查其是否保持在技术要求限值内性能正常。

6.2.7 安全

6.2.7.1 氢气安全

- 6.2.7.1.1 查阅烟感探测器合格证,模拟烟雾故障检查烟感探测器。
- 6.2.7.1.2 手动操作充气,检查气源输气控制装置的压力传感器,检查进气口压力和出气口压力(气球充气口)是否满足要求。
- 6.2.7.1.3 查阅氢气流量计、氢气浓度检测仪、防爆型红外半球摄像机合格证,检查防爆型红外半球摄像机是否保存 10 次完整作业过程。
- 6.2.7.1.4 目视检查气球施放系统顶部是否装有通风窗口。
- 6.2.7.1.5 手动操作,检查气体控制系统是否具有良好的接地。
- 6.2.7.1.6 查阅相关文件,目视和手动操作,检查在氢气可达部位是否采用防爆电器、防爆灯、防爆开关或防爆阀门及防爆等级。
- 6.2.7.1.7 目视和手动检查,气球施放系统和气体控制系统是否各安装 2 个氢气浓度检测仪,并备份 2 个。
- 6.2.7.1.8 目视和手动操作,检查系统内、外氢气管是否采用不锈钢硬管连接。
- 6.2.7.1.9 目视检查手持式氢气浓度检测仪合格证和性能指标。
- 6.2.7.1.10 目视和手动操作,检查气体控制系统是否安装压力传感器,是否能对气体压力进行实时检测。

6.2.7.2 电气安全

使用兆欧表测试市电电源输入端与方舱外壳之间的绝缘电阻。

6.2.7.3 机械安全

目视检查,并查阅相关设计文件。

6.2.7.4 防雷

查阅方舱的防雷设计文件和防雷检测报告。

6.2.7.5 生物防护

查阅相关设计文件。

6.2.8 外观和结构

采用目视和手动操作的方法进行检查。

7 检验规则

7.1 检验分类

检验分为下列两类:

- a) 定型检验;
- b) 出厂检验。

7.2 检验设备

所使用的试验与检验设备应在检定有效期内。

7.3 检验项目

应按表 3 的项目进行检验。

表 3 检验项目

序号	检验项目		定型检验	出厂检验	要求章条号	试验方法章条号
1	组成与功能	组成	●	●	4.1	6.1.1
2		功能	●	●	4.2	6.1.2
3	技术要求	施放	●	○	5.1	6.2.1
4		供电	●	○	5.2	6.2.2
5		环境	●	○	5.3	6.2.3
6		尺寸	●	●	5.4	6.2.4
7		可靠性	●	—	5.5	6.2.5
8		环境适应性	●	—	5.6	6.2.6
9		安全	●	●	5.7	6.2.7
10		外观和结构	●	●	5.8	6.2.8
注：“●”表示应进行检验的项目；“○”表示需要时进行检验的项目；“—”表示不进行检验的项目。						

7.4 定型检验

7.4.1 检验条件

定型检验在下列情况下进行：

- a) 新产品定型；
- b) 主要设计、工艺、组件和部件有重大变更。

7.4.2 检验项目

按表 3 的项目进行检验。

7.4.3 判定规则

7.4.3.1 所有定型检验项目全部符合表 3 的要求，判定定型检验合格；

7.4.3.2 在检验过程中发现不符合要求时，暂停检验，被检方迅速查明原因，采取有效可靠措施纠正后，可继续进行检验，同一项目若经二次检验仍不合格，则本次检验不合格。

7.5 出厂检验

7.5.1 检验项目

按表 3 的项目进行检验。

7.5.2 判定规则

7.5.2.1 所有出厂检验项目全部符合表 3 的要求，判定出厂检验合格；

7.5.2.2 在检验过程中发现不符合要求时，暂停检验，被检方迅速查明原因，采取有效可靠措施纠正后，可继续进行检验，同一项目若经二次检验仍不合格，则本次检验不合格。

8 包装运输

8.1 包装

包装材料、容器无有害介质、无电磁干扰，具有一定强度和防老化、防污染性能；包装箱字样应符合 GB/T 191—2008 和 GB 6388—1986 的规定。

8.2 运输

应分为若干运输单元进行包装。各包装运输单元的体积和重量应便于装卸、安装建设作业，运输时各包装运输单元应固定牢靠，符合公路运输要求。

参 考 文 献

- [1] GB/T 37467—2019 气象仪器术语
-

中 华 人 民 共 和 国
气 象 行 业 标 准
高空气象观测 自动放球系统
QX/T 766—2025

*

气象出版社出版发行
北京市海淀区中关村南大街 46 号
邮政编码:100081
网址:<http://www.qxcbs.com>
发行部:010-68408042
北京建宏印刷有限公司印刷

*

开本:880 mm×1230 mm 1/16 印张:1 字数:30 千字
2025 年 6 月第 1 版 2025 年 6 月第 1 次印刷

*

书号:135029-6450 定价:25.00 元

如有印装差错 由本社发行部调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68406301