

ICS 点击此处添加 ICS 号

CCS 点击此处添加 CCS 号

# T/CAQI

## 中国质量检验协会团体标准

T/CAQI XXXX—XXXX

### 氢能储运装备安全监测系统技术要求

Technical Requirements for Safety Monitoring System of Hydrogen Energy Storage  
and Transportation Equipment

（征求意见稿）

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX – XX – XX 发布

XXXX – XX – XX 实施

中国质量检验协会 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 系统架构及功能 ..... 2

5 监测内容与方法 ..... 3

6 数据采集终端要求 ..... 5

7 监测平台要求 ..... 11

附录 A（资料性） 氢能储运装备安全监测系统数据字典定义 ..... 14

参考文献 ..... 17

## 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××××提出。

本文件由中国质量检验协会归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

# 氢能储运装备安全监测系统技术要求

## 1 范围

本文件规定了氢能储运装备监测系统的系统架构及功能、监测内容与方法、数据采集终端要求及监测平台要求。

本文件适用于氢能储运装备（固定式储氢容器、移动式储氢容器）、系统管路的监测方案制定、实施和监测系统建立、运行。

本文件仅限于气氢、液氢储运装备安全监测系统技术要求，不包括固态储氢系统技术要求。

## 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 3836.1 爆炸性环境 第1部分：设备 通用要求
- GB/T 4208-2017 外壳防护等级（IP代码）
- GB/T 13306 标牌
- GB/T 15211-2013 安全防范报警设备 环境适应性要求和试验方法
- 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 第3部分：射频电磁场辐射抗扰度试验
- GB 17859-1999 计算机信息系统 安全保护等级划分准则
- GB/T 19800 无损检测 声发射检测 换能器的一级校准
- GB/T 19801 无损检测 声发射检测 声发射传感器的二级校准
- GB/T 20485（所有部分） 振动与冲击传感器校准方法
- GB/T 28046.1-2011 道路车辆 电气及电子设备的环境条件和试验 第1部分：一般规定
- GB/T 28046.2-2019 道路车辆 电气及电子设备的环境条件和试验 第2部分：电气负荷
- GB/T 28046.4-2011 道路车辆 电气及电子设备的环境条件和试验 第4部分：气候负荷
- GB/T 50493 石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计标准
- JJF 1050 工业用热传导真空计校准规范
- JJF 1153 冲击加速计（绝对法）校准规范
- JJF 1183 温度变送器校准规范
- JJF 1305 线位移传感器校准规范
- JJF 1469 应变式传感器测量仪校准规范
- JJG 693 可燃气体检测报警器
- JJG 882 压力变送器检定规程
- JJG 971 液位计检定规程
- JJG 1038 科里奥利质量流量计检定规程

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**氢能储运装备安全监测系统** safety monitoring system for hydrogen energy storage and transportation equipment

通过对氢能储运装备对于气氢、液氢储运装备进行状态参数采集、处理分析和管理，实现动态监测、安全预警、设备管理等基本功能，为用户提供信息服务的系统，包括数据采集终端和监测平台。

3.2

数据采集终端 data acquisition terminal

安装在氢能储运装备上，对于气氢、液氢储运装备的压力、温度、泄漏量等动态参数进行采集并通过通信协议发送到平台的装置，至少包括：传感单元、分析处理和通信单元。

3.3

车载数据采集终端 vehicle data acquisition terminal

安装在移动式氢能储运装备上，具备对移动式氢能储运装备的压力、温度、泄漏量等动态参数进行采集并通过通信协议发送到平台的装置，至少包括：传感单元、分析处理和通信单元。

3.4

监测平台 monitoring platform

使用单位、检验机构、监管机构等分别或共同建立的，对氢能储运装备进行数据采集、分析预警、统计和管理的平台。

3.5 全球导航卫星系统 global navigation satellite system (GNSS)

能在地球表面或近地空间任何地点，为用户提供全天候的三维坐标、速度和时间信息的空基无线电导航定位系统。

注：常见的GNSS包括美国的全球定位系统（GPS）、中国的北斗卫星导航系统（BDS）。

4 系统架构及功能

4.1 系统架构

感知层：由各种传感器组成，包括氢气传感器、压力传感器、温度传感器、湿度传感器、应力应变传感器等，以及用于移动式储运装备定位的全球导航卫星系统（GNSS）接收器，用于实时监测氢能储运装备的状态参数。

数据传输层：负责将感知层采集到的数据通过有线或无线网络传输至数据处理中心。可采用光纤通信、无线通信（如4G/5G）等技术，确保数据传输的实时性和稳定性。

数据处理层：对采集到的数据进行处理、分析和存储。包括数据预处理、特征提取、数据融合等环节，以实现氢能储运装备状态的准确评估。

应用层：根据数据处理结果，实现安全监测、预警、故障诊断等功能。同时，提供用户界面，方便用户实时查看设备状态、接收报警信息、进行远程控制等。

4.2 系统架构图示

氢能储运装备安全监测系统由数据采集终端（固定式）、车载智能采集终端装置（移动式）和监测平台组成，总体结构如图1。

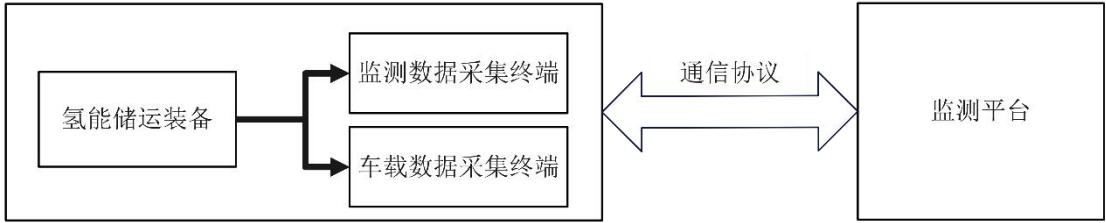


图 1 氢能储运装备安全监测系统总体结构图

4.3 系统基本功能

氢能储运装备安全监测系统通过储运设备的压力、应力应变、温度、泄量（浓度）、液位等参数远程监测和数据采集分析处理，实现氢能储运装备异常参数实时预警、异常处置、安全评估和安全监管等功能。

## 4.4 系统功能内容

### 4.4.1 状态监测功能

4.4.1.1 氢气浓度监测：实时监测氢能储运装备周围的氢气浓度，当浓度超过安全阈值时，系统应立即发出报警信号。

4.4.1.2 压力监测：监测储氢容器、管道等的压力变化，确保其在安全范围内运行。

4.4.1.3 温度监测：监测氢能储运装备的温度，防止因温度过高或过低导致设备损坏或氢气泄漏。

4.4.1.4 应力应变监测：通过安装在设备表面的应力应变传感器，实时监测设备的应力应变状态，及时发现设备的变形、裂纹等缺陷。

### 4.4.2 安全预警功能

4.4.2.1 阈值报警：系统可设置各种监测参数的阈值，当监测数据超过阈值时，自动触发报警机制，通过声光报警、短信通知等方式提醒相关人员。

4.4.2.2 趋势预警：通过对监测数据的趋势分析，预测潜在的安全隐患，提前发出预警信号，以便采取预防措施。

### 4.4.3 故障诊断功能

4.4.3.1 异常检测：利用数据分析和模式识别技术，识别设备的异常行为和故障特征。

4.4.3.2 故障定位：结合监测数据和设备结构信息，准确定位故障部位，为维修提供依据。

### 4.4.4 数据管理与分析功能

4.4.4.1 数据存储：系统应具备大容量数据存储能力，能够长期保存监测数据，以供历史查询和分析。

4.4.4.2 数据分析：对监测数据进行统计分析、趋势分析、关联分析等，挖掘数据背后的规律和潜在问题。

4.4.4.3 可视化展示：通过图表、曲线、仪表盘等形式直观展示监测数据和分析结果，方便用户理解和决策。

### 4.4.5 远程监控与控制功能

4.4.5.1 远程访问：用户可通过互联网远程访问监测系统，实时查看设备状态和监测数据。

4.4.5.2 远程控制：在必要时，用户可远程控制氢能储运装备的相关设备，如关闭阀门、启动通风系统等。

### 4.4.6 系统管理功能

4.4.6.1 用户管理：对系统用户进行权限管理，确保数据安全和操作安全。

4.4.6.2 设备管理：对监测设备进行配置、校准、维护等管理，保证设备的正常运行。

4.4.6.3 日志管理：记录系统运行日志、用户操作日志等，便于系统维护和安全审计。

## 5 监测内容与方法

### 5.1 一般原则

5.1.1 安全监测系统的硬件架构应包含服务器、电源、环境监测器、报警器、传感器网络和通信模块。

5.1.2 监测内容应包括氢能储运装备运行参数、反映设备损伤与失效的参数等内容，具体内容应根据储运设备设计制造、运行管理、安全需求等因素综合确定。

5.1.3 监测方法应根据监测内容、监测布置和数据采集分析的要求确定，包括：

- a) 运行参数宜使用传感器监控；
- b) 设备失效状态使用气体检测报警仪、火焰探测器等监控；
- c) 设备损伤可辅以无损检测设施监控；
- d) 安全附件宜通过定期检查和校验监控。

### 5.2 监测内容

5.2.1 使用单位可根据表 1 中基本功能要求选择监测参数。

5.2.2 检验机构采用动态监测系统对氢能储运装备开展安全评估或定期检验工作的，监测参数应按表 1 高级功能要求选取。

表 1 监测参数选取

监测类别	监测内容	固定式气氢储运装备		固定式液氢储运装备		固定式储氢容器监测参数选取参照标准	移动式气氢储运装备		移动式液氢储运装备		移动式储氢容器监测参数选取参照标准
		基本功能要求	高级功能要求	基本功能要求	高级功能要求		基本功能要求	高级功能要求	基本功能要求	高级功能要求	
运行参数	压力	●	●	○	●	NB/T 11498-2024	●	●	—	—	T/CASEI 019-2023
	温度	●	●	○	●		○	●	○	●	
	流量	—	○	●	●		—	—	—	—	
	液位	—	—	●	●		—	—	●	●	
	振动	○	●	○	●		—	—	—	—	
	充装次数	—	●	—	●		—	●	—	●	
	真空度	—	—	●	●		—	—	●	●	
	加速度	—	—	—	—		○	●	○	●	
	位置	—	—	—	—		●	●	●	●	
反应设备损伤与失效得参数	泄漏浓度	●	●	●	●		○	●	○	●	
	应变	○	●	○	●		—	—	—	—	
	位移	○	○	○	○		—	—	—	—	
	火焰	●	●	●	●		—	—	—	—	
	声发射	○	●	○	●		—	—	—	—	
安全设施	静电导除	○	●	○	●	—	—	—	—		
注：“●”表示必测；“○”表示选测；“—”表示不测。											

5.3 数据格式

氢能储运装备安全监测系统数据格式与字典定义见附录A。

5.3.1 数据格式要求

结构化数据：氢能储运装备安全监测系统应采用结构化数据格式，以便于数据的存储、处理和分析。常见的结构化数据格式包括CSV、JSON、XML等。

实时数据：系统应能够实时采集和传输氢能储运装备的运行数据，如氢气浓度、压力、温度、流量等，数据格式应支持实时更新和快速读取。

历史数据：系统应能够存储历史数据，数据格式应支持数据的长期保存和高效查询，以便于进行数据分析和趋势预测。

5.3.2 数据标准化

数据编码：氢能储运装备安全监测系统中的数据应进行标准化编码，以确保数据的一致性和可读性。例如，氢气浓度可以采用统一的单位（如ppm或%LEL）进行编码。

数据字典：系统应建立数据字典，明确定义每个数据项的含义、数据类型、取值范围、单位等信息，以便于数据的理解和使用。

5.3.3 数据存储与管理

数据库设计：系统应采用合适的数据库管理系统（如MySQL、Oracle等）进行数据存储，数据库设计应满足数据的完整性、一致性和安全性要求。

数据备份与恢复：系统应具备数据备份和恢复功能，确保数据的安全性和可靠性，防止数据丢失或损坏。

#### 5.3.4 数据接口与交换

数据接口：系统应提供标准的数据接口，支持与其他系统进行数据交换和共享。数据接口应符合相关的行业标准和规范，如RESTful API、SOAP等。

数据交换格式：系统在进行数据交换时，应采用通用的数据交换格式，如JSON、XML等，以确保数据的兼容性和互操作性。

#### 5.3.5 数据安全性与隐私保护

数据加密：系统应对敏感数据进行加密处理，确保数据在传输和存储过程中的安全性。

访问控制：系统应建立严格的访问控制机制，对不同用户设置不同的权限，确保数据的访问安全。

隐私保护：系统应遵守相关的隐私保护法律法规，对个人隐私数据进行保护，防止数据泄露和滥用。

#### 5.3.6 数据质量保障

数据校验：系统应具备数据校验功能，对采集到的数据进行有效性检查和校验，确保数据的准确性和完整性。

数据清洗：系统应支持数据清洗功能，对异常数据、缺失数据进行处理，提高数据的质量和可用性。

#### 5.3.7 数据可视化

图表展示：系统应能够将监测数据以图表、曲线等形式进行可视化展示，方便用户直观地了解氢能储运装备的运行状态。

报表生成：系统应能够生成各种数据报表，如日报、月报、年报等，为管理决策提供数据支持。

#### 5.3.8 数据共享与发布

数据共享：系统应支持数据的共享功能，允许授权用户访问和使用监测数据，促进数据的利用和价值挖掘。

数据发布：系统应能够将监测数据发布到相关的平台或网站上，供公众查询和监督。

#### 5.3.9 数据生命周期管理

数据归档：系统应支持数据归档功能，对历史数据进行归档处理，以节省存储空间和提高系统性能。

数据销毁：系统应具备数据销毁功能，对过期或无用的数据进行安全销毁，防止数据泄露和滥用。

### 6 数据采集终端要求

#### 6.1 总体要求

##### 6.1.1 基本要求

数据采集终端应符合下列基本要求：

- 当传感单元同介质直接接触时，应选择同介质相适应的传感单元；
- 传感器单元的量程应为测量最大值的 1.5 倍至 3.0 倍。

##### 6.1.2 设备标识

铭牌应符合GB/T 13306的规定，可根据铭牌体积按序进行标识，标识不下的内容应在说明书或包装上注明，基本内容应包括：

- 产品名称、型号及商标；
- 生产企业名称；
- 生产日期、编号或批号；
- 产品的主要技术参数及适用设备类型。

#### 6.2 功能要求

##### 6.2.1 数据格式要求

结构化数据：采用CSV/JSON/XML等格式，便于存储与分析。



实时数据：支持高频采集（如1Hz更新），格式需兼容快速读写。  
历史数据：长期存储，支持高效查询（如时间戳索引）。

6.2.2 数据标准化

编码规则：统一单位（如氢气浓度用ppm或%LEL）。  
数据字典：明确定义数据项含义、类型、取值范围（示例见表2）。

表 2 数据字典示例

数据项	类型	单位	单位	说明
氢气浓度	Float	ppm	ppm	实时浓度值
压力	Float	MPa	MPa	储罐压力
温度	Float	℃	-253~50	液氢/环境温度

6.2.3 数据存储与管理

数据库：推荐MySQL/PostgreSQL，支持时序数据扩展。  
备份机制：自动备份（如每日增量备份+每周全量备份）。

6.2.4 数据接口

API标准：RESTful API，支持JSON格式数据交换。

6.2.5 数据安全

加密：TLS 1.3传输加密，AES-256存储加密。  
访问控制：基于角色的权限管理（如管理员/操作员/访客）。

6.2.6 数据可视化

图表类型：实时曲线（氢气浓度趋势）、仪表盘（压力状态）。  
报表生成：支持PDF/Excel导出（如日报、异常事件报告）。

6.2.7 数据质量

校验规则：自动检测异常值（如温度突变超±10℃/min）。  
清洗策略：缺失值插补（线性插值）或标记无效数据。

6.2.8 数据生命周期

归档：历史数据压缩存储（如5年后转冷存储）。  
销毁：按法规要求定期销毁（如用户数据保留5年后删除）。

6.2.9 快速应用建议

开发工具：使用Python的Pandas处理数据，Matplotlib/Plotly可视化。  
测试验证：通过模拟数据验证格式兼容性（如检查JSON解析错误率）。

6.2.10 数据采集频率

数据采集终端的采集频率应满足表3的要求。

表 3 监测参数数据采集频次要求

序号	采集参数	基本功能需求的采集频次	高级功能需求的采集频次
1	压力	固定式：采样间隔不大于 30s 移动式：采样间隔不大于1 min	固定式：实时监测 移动式：采样间隔不大于30 s
2	温度	固定式：采样间隔不大于 1 min 移动式：—	固定式：实时监测 移动式：采样间隔不大于2 min
3	流量	采样间隔不大于10 min	采样间隔不大于2 min
4	液位	采样间隔不大于10 min	采样间隔不大于2 min
5	振动	采样间隔不大于1 min	实时监测

序号	采集参数	基本功能需求的采集频次	高级功能需求的采集频次
6	充装次数	—	根据相关设计标准确定
7	真空度	采样间隔不大于48 h	采样间隔不大于24 h
8	加速度	—	不移动时，采样间隔不高于 30 min 移动时，采样间隔不高于2 min
9	位置	不移动时，采样间隔不高于 60 min 移动时，采样间隔不高于2 min	不移动时，采样间隔不高于 30 min 移动时，采样间隔不高于2 min
10	泄漏浓度	固定式：采样间隔不大于 1 min 移动式：—	固定式：采样间隔不大于 10 s 移动式：采样间隔不大于10 s
11	应变	—	采样间隔不大于1月
12	位移	—	采样间隔不大于1月
13	火焰	采样间隔不大于1 min	采样间隔不大于10 s
14	声发射	—	采样间隔不大于10个充装过程
15	静电导除	—	采样间隔不大于1天

6.2.11 数据传输

数据采集终端应该能将采集到的数据发送到监测平台, 并保证数据的透明性、完整性和实时性。数据传输应满足以下要求：

- a) 当传感单元获取的数据未超过预警阈值时，数据传输间隔不大于 1 min；
- b) 当传感单元获取的数据超过预警阈值时，数据传输延迟不大于 5 s。

6.2.12 配置参数修改

数据采集终端应能接受监测平台的远程参数修改请求，需要修改的参数至少包括：采样间隔、数据传输间隔和传感单元预警阈值。

6.3 性能测试要求

6.3.1 外观

数据采集终端外壳应整洁，表面应无毛刺、凹痕、裂纹、变形，表面涂层应无起泡、龟裂、脱落。机械零件应无锈蚀和机械损伤。

6.3.2 测试方法总体要求

数据采集终端的性能测试应满足表4的要求，同时满足以下规定：

- a) 生产检验由数据采集终端制造单位逐只进行，制造单位可根据用户需要增加检验项目；
- b) 在新产品定型前，应进行型式试验的，型式试验由有资质的第三方检验机构进行；
- c) 用于加氢站承压设备风险评估等功能的数据采集终端应采用国家密码主管部门要求的国产加密算法。

表 4 数据采集终端性能测试要求

测试内容	测试方式	基本功能要求	高级功能要求
准确度	生产检验	●	●
电气适应性	型式试验	○	●
环境适应性	型式试验	○	●
电磁兼容性	型式试验	○	●
防爆要求	型式试验	●	●
加密要求	型式试验	—	●
注：“●”表示必测；“○”表示选测；“—”表示不测。			

6.3.3 数据采集终端采集参数的准确度

6.3.3.1 总体要求

数据采集终端采集参数的准确度应不低于表5的要求。

表 5 采集参数准确度要求

序号	传感单元	准确度/最大允许误差/灵敏度
1	压力	±0.5%F.S.
2	泄漏浓度	±5%LEL
3	液位	±0.5%F.S.
4	温度	±2℃
5	真空	30%
6	位置（水平位置）	20 m（2 dRMS）
7	加速度	±5%
8	应变	1.5 pm/μ $\epsilon$
9	位移	±0.1%
10	声发射	±5%
11	振动	±2%
12	流量	±1.5%

6.3.3.2 测试方法

- 6.3.3.2.1 压力采集准确度按 JJG 882 中规定的方法进行检查。
- 6.3.3.2.2 浓度采集准确度按 JJG 693 中规定的方法进行检查。
- 6.3.3.2.3 液位采集准确度按 JJG 971 中规定的方法进行检查。
- 6.3.3.2.4 温度采集准确度按 JJF 1183 中规定的方法进行检查。
- 6.3.3.2.5 真空度采集准确度按 JJF 1050 中规定的方法进行检查。
- 6.3.3.2.6 位置采集准确度测试：将车载智能采集终端装置放置在已知准确经纬度的位置，通过监测平台连续获取 1000 个终端位置信息，统计各位置信息与已知点的偏差。
- 6.3.3.2.7 加速度采集灵敏度按 JJF 1153 中规定的方法进行检查。
- 6.3.3.2.8 应变采集准确度按 JJF 1469 中规定的方法进行检查。
- 6.3.3.2.9 位移采集准确度按 JJF 1305 中规定的方法进行检查。
- 6.3.3.2.10 声发射采集准确度按 GB/T 19800、GB/T 19801 中规定的方法进行检查。
- 6.3.3.2.11 振动采集准确度按 GB/T 20485 中规定的方法进行检查。
- 6.3.3.2.12 流量采集准确度按 JJG 1038 等标准中规定的方法进行检查。

6.3.4 电器适用性

6.3.4.1 总体要求

- 数据采集终端电源接入方式可采用电池供电和外部供电，并满足以下要求：
- a) 当采用电池供电时，单体电池的峰值开路电压小于 4.5 V；短路时，单体电池端子处的最大电压和瞬态电流的乘积不超过 33 W；
  - b) 外部供电一般采用接入供电系统的方式进行，当采用外部供电时，数据采集终端需符合 6.3.2.2~6.3.2.4 中所述要求。

6.3.4.2 电压工作范围

当需要采用外部供电时，数据采集终端工作电压范围应满足表5的要求，试验过程中和试验后数据采集终端所有功能应处于GB/T 28046.1-2011中定义的A级。

表 6 工作电压范围

直流供电系统 V	最低工作电压 V	最高工作电压 V
12	9	16
24	18	32

6.3.4.3 过电压性能

数据采集终端过电压性能和试验方法应符合GB/T 28046.2-2019中4.3的要求。

6.3.4.4 反向电压性能

数据采集终端反向电压性能和试验方法应符合GB/T 28046.2-2019中4.7第2种情况的要求。

### 6.3.5 环境适应性

环境的适应性应符合6.3.3.1~6.3.3.13的要求。

#### 6.3.5.1 高温试验

按GB/T 15211-2013表2中严酷等级Ⅳ的要求进行。

#### 6.3.5.2 低温试验

按GB/T 15211-2013表3中严酷等级Ⅲ、Ⅳ的要求进行。

#### 6.3.5.3 温度变化试验

按GB/T 15211-2013表4中严酷等级Ⅱ的要求进行。

#### 6.3.5.4 恒定温湿试验

按GB/T 15211-2013表6中严酷等级的要求进行。

#### 6.3.5.5 交变温湿试验

按GB/T 15211-2013表14中严酷等级的要求进行。

#### 6.3.5.6 锤击试验

按GB/T 15211-2013表15中严酷等级Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ的要求进行。

#### 6.3.5.7 跌落试验

按GB/T 15211-2013表16中严酷等级的要求进行。

#### 6.3.5.8 防尘试验

按照GB/T 15211-2013表21中严酷等级的要求进行。

#### 6.3.5.9 正弦振动试验

按GB/T 15211-2013表18中严酷等级1的要求进行(仅当监测终端位于压缩机或液氢泵出口管路上)。

#### 6.3.5.10 模拟太阳辐射温升试验

按GB/T 15211-2013表19中严酷等级Ⅳ的要求(仅当监测终端位置可能受到阳光照射时)。

#### 6.3.5.11 模拟太阳辐射和表面老化试验

按GB/T 15211-2013表20中严酷等级Ⅳ的要求(仅当监测终端位置可能受到阳光照射时)。

#### 6.3.5.12 外壳防护性能

数据采集终端外壳防护等不应低于GB/T 4208-2017中IP65的要求。

#### 6.3.5.13 耐盐雾性能

数据采集终端耐腐蚀性能和试验方法应符合GB/T 28046.4-2011中5.5.1的要求。

### 6.3.6 电磁兼容性

#### 6.3.6.1 静电放电抗扰度

按GB/T 17626.2的规定,在试验等级为3级(接触放电,试验电压为6 kV)的条件试验。试验过程中和试验后数据采集终端所有功能应处于GB/T 28046.1-2011中定义的A级。

#### 6.3.6.2 射频电磁场辐射抗扰度

按GB/T 17626.3的规定，在试验等级为4级（接触放电，试验电压为30 V/m）的条件试验。试验过程中和试验后数据采集终端所有功能应处于GB/T 28046.1-2011中定义的A级。本条仅适用于采用接入车载供电系统的终端（见表6）。

表 7 试验脉冲 5a 参数

参数	12V系统	24V系统
$U_s$	65 V~87 V	123 V~174 V
$R_i$	$0.5\ \Omega \sim 4\ \Omega$	$1\ \Omega \sim 8\ \Omega$
$T_d$	40 ms~400 ms	100 ms~350 ms
$T_r$	(100~5) ms	

6.3.7 防爆要求

数据采集终端应满足GB/T 3836.1规定的防爆要求，与氢能储运装备储存介质直接接触部分应满足0区防爆要求，数据采集终端整体应满足 I 区防爆要求。

6.3.8 加密要求

6.3.8.1 数据完整性

系统应采用国家密码主管部门要求的国产加密算法保证鉴别信息和重要业务数据（依据重要等级划分表中等级为高的数据）等敏感信息在文件系统、数据库中存储的完整性。加密方式可采用国家密码主管部门要求的加密算法进行完整性校验，如：SM3、MD5、SHA1等。

数据完整性校验通过工具对传输的报文进行拦截、篡改和重新提交，验证是否具有完整性校验。校验的内容应包括存储和传输完整性的关键信息应与数据重要等级划分表和安全防护方案中的具体定义是否一致。对于支持恢复的关键信息，直接对文件或数据库中的关键信息进行修改后，前端必须给出数据被篡改的提示，并支持通过恢复功能进行恢复；对于不支持恢复的关键信息，直接对文件或数据库中的关键信息进行修改后，前端必须给出数据被篡改的提示，虽不强制要求提供恢复功能，但必须预留紧急恢复方案。

6.3.8.2 数据存储保密性

系统应采用国家密码主管部门要求的国产加密算法保证鉴别信息和重要业务数据（依据重要等级划分表中等级为高的数据）等敏感信息在文件系统、数据库中存储的保密性。加密方式可采用国家密码主管部门要求的加密算法进行保密性保护，如：SM2、SM4、AES、RSA等。

数据存储保密性校验通过连接数据库，查看密码存储加密是否使用相应的加密算法，需要确认的点包括（加密算法、密钥长度、密钥存储位置、加密算法代码来源等）。再登录服务器，查看主机配置 context.xml，JNDI连接是否采用明文连接。

6.3.8.3 数据传输保密性

6.3.8.3.1 数据传输保密性应满足以下要求：

- a) 系统应对通信过程中的整个报文或会话过程进行加密，加密方式可采用国家密码主管部门要求的加密算法进行保密性保护，如：SM2、SM4、AES、RSA 等，通道协议可采用 SSL/TLS 加密（v1.2 及以上）；
- b) 系统应采用国家密码主管部门要求的国产加密算法保证鉴别信息和重要业务数据（依据重要等级划分表中等级为高的数据）等敏感信息在传输过程中的保密性；
- c) 等保二级系统加密方式使用商用的加密算法；等保三级系统必须使用国密的加密算法进行加密。

6.3.8.3.2 数据传输保密性校验可在服务端通过工具对传输的报文进行抓包，验证报文中的关键信息是否采用 SM1、SM2、SM4、3DES、AES、RSA 等算法进行加密，等保二级系统可以使用商用的加密算法，等保三级系统必须使用国密的加密算法。

6.4 安装要求

6.4.1 数据采集终端的安装区域应选择在远离碰撞、过热、阳光直射、废气、水和灰尘的地方。

6.4.2 数据采集终端的安装应牢固可靠，保证设备不会松动。

6.4.3 天线应远离其他敏感的电子设备，天线到终端的线路应直接连接。

6.4.4 终端的连接线路都应保证整齐安全地连接，用线夹固定好，安装完毕后，电线不外露。

6.4.5 压力传感单元、温度传感单元、液位传感单元的安装应符合如下要求：

- a) 同罐体之间的连接应采用螺纹或法兰的连接形式；
- b) 同罐体之间连接部位的强度应当考虑温差应力的影响；
- c) 液位传感单元应设置防止泄漏的密封式保护装置；
- d) 应当避免受到辐射热、冻结或振动等的不利影响；
- e) 用于具有腐蚀性或者高黏度介质的传感单元，必要时应在传感单元和罐体之间装设隔离介质的缓冲装置；
- f) 传感单元应采用可靠的固定结构，防止在使用过程中发生相对运动；
- g) 安装完成后应进行泄漏检测。

6.4.6 泄漏浓度传感单元的安装应符合 GB/T 50493 的要求。泄漏传感单元宜安装于易发生泄漏、聚集的位置。

## 7 监测平台要求

### 7.1 总则

监测平台应能够接收数据采集终端上传的数据，根据数据进行监控和分析处理，并满足数据存储、安全等相关要求。

### 7.2 基本功能

#### 7.2.1 监测功能

##### 7.2.1.1 氢能储运装备安全监测

7.2.1.1.1 固定式气氢储运装备安全监测应包括压力监测、温度监测、泄量（浓度）、火焰监测等，固定式液氢储运装备安全监测还应包括液位监测等，必要时还应包括应变、振动、充装次数监测等功能。

7.2.1.1.2 移动式气氢储运装备安全监测应包括压力监测、温度监测、位置跟踪等，移动式液氢储运装备安全监测还应包括液位检测等，必要时还可包括车辆调度、充装次数监测等功能：

- a) 压力监测：实时接收终端上传的承压设备工作压力信息，并记录以日、月、年为单位的压力-时间曲线；
- b) 温度监测：实时接收终端上传的承压设备温度信息，并记录以日、月、年为单位的温度-时间曲线；
- c) 泄漏量（浓度）监测：实时接收终端上传的氢气泄漏浓度信息，并记录；
- d) 火焰监测：实时接收终端上传的红外成像信息，并实时显示；
- e) 液位监测：实时接收液氢储氢容器液位信息，并记录以日、月、年为单位的液位-时间曲线；
- f) 加速度监测：实时接收终端上传移动式压力容器加速度信息，转换得到移动式压力容器速度信息；
- g) 固定式氢能储运装备查找：根据设备编号、使用登记证号等条件查询设备的实时状态信息；
- h) 移动式氢能储运装备查找：根据移动式氢能储运装备设备编号、挂车号、使用登记证等条件查询氢能储运装备实时位置和状态信息；
- i) 车辆调度：通过多种方式选择车辆，并向车辆下发调度信息。

##### 7.2.1.2 历史轨迹回放

平台应具备指定时间段内回放移动式氢能储运装备历史轨迹的功能。

##### 7.2.1.3 数据采集终端运行监控

平台应具备数据采集终端运行情况监控功能，能够实时监控终端在线和离线情况，并提供运行监控分析。

### 7.2.2 预警处置功能

7.2.2.1 平台应支持接收由数据采集终端触发的预警信息，包括超压预警、超温预警、介质泄漏预警、介质液位报警、火焰报警、动态信息上报异常报警和数据采集终端电量异常报警等。

7.2.2.2 部分报警难以由终端实现的，如充装次数报警、区域报警等，平台应根据安全需求产生报警，并应能确定是否下发终端进行预警提示。

7.2.2.3 预警可通过声、光、电或文字等方式进行，并在监测平台显示、自动记录相关信息。

7.2.2.4 平台应具备对终端上报的预警信息进行处理的功能，处理过程包括预警信息确认、预警处置、预警情况记录和预警信息处理状态跟踪。

7.2.2.5 预警处理可根据不同预警类型进行处理，处理方式包括向使用单位相关责任人员下发信息，自动拨打相关负责人员电话等。

7.2.2.6 所有预警及预警处理信息均应记录并提供查询功能。

## 7.3 管理功能

### 7.3.1 数据采集终端管理

数据采集终端管理应包括终端参数配置，终端开户、销户等功能。其中终端参数配置管理应包括IP地址配置、报警参数配置、终端固件升级等。

### 7.3.2 基础信息管理

平台应具备加氢站承压设备基本信息管理、人员信息管理等功能，并提供对氢能储运装备信息的综合查询。

### 7.3.3 罐体寿命与检验管理

- a) 平台应具备储运装备罐体全生命周期管理功能，应至少包括：
- b) 记录罐体的设计寿命、制造信息、材料性能、使用历史、充装次数等关键数据；
- c) 管理罐体的定期检验报告、在线监测数据和损伤评估记录，建立完善的罐体安全技术档案；
- d) 基于监测数据（如应变、声发射、充装次数等）和历次检验检测结果，结合相关标准规范，对罐体剩余寿命进行评估或预测；
- e) 根据罐体的设计寿命、安全状态和法定检验周期，自动生成并推送检验检测提醒，支持检验计划的制定与跟踪。

### 7.3.4 数据采集终端上传信息管理

平台应具备对数据采集终端上传的数据信息的存储和查询等功能。

### 7.3.5 用户管理

平台应具备用户账号管理、角色管理、权限管理、预警控制配置等功能，其中预警控制配置应实现对报警的声、光提示可控配置。

### 7.3.6 数据分析

平台应具备对氢能储运装备设备预警、充装次数、历史轨迹有效性等信息的统计分析功能，并以文字或图表方式表示统计分析结果。

### 7.3.7 报表导出功能

平台中所有查询结果及统计分析结果应支持电子报表导出功能。

## 7.4 安全评估功能

7.4.1 对于固定式氢能储运装备，平台可基于固定式氢能储运装备监测数据、历年检验等数据，确定或预测损伤机理和失效模式，实现氢能储运装备安全状态评估。

7.4.2 对于移动式氢能储运装备风险评估的监测平台应基于至少 1500 台同类型氢能储运装备检验信息建立风险评估数据库，并开发相应风险评估软件。平台可基于移动式压力容器监测数据、历年检验数据

等，确定损伤机理和失效模式，实现移动式氢能储运装备失效可能性和失效后果定量分析自动计算。确定移动式氢能储运装备风险。根据设备的风险和风险可接收水平，制订基于风险的检验策略。

7.4.3 用于移动式氢能储运装备风险评价的平台应经市场监督管理总局下属相关全国标准化技术机构进行技术评审。

## 7.5 安全监管

用于移动式氢能储运装备安全监管。监管部门通过平台可实时获取移动式氢能储运装备安全状态、预警、风险等方面的情况，并可多维度统计移动式氢能储运装备安全隐患、事故的总体情况、特点、环节、形式、原因等，全面掌握移动式压力容器的安全状况，从而开展有针对性的监督检查、隐患治理、事故调查处理等工作。

## 7.6 性能指标

### 7.6.1 平台总体性能：

- a) 在没有外部因素情况下，故障恢复时间不超过 120 min；
- b) 报警及报警信息处理时间不超过 5 min；
- c) 应对全生命周期数据进行存储，存储数据应至少保存 10 年；
- d) 建立数据备份机制，每月对数据进行全量备份，每周对数据进行增量备份，系统数据恢复时间不超过 5 h。

### 7.6.2 安全要求：

- a) 满足 GB 17859-1999 中规定的第 3 级及以上安全要求；
- b) 数据库中关键数据加密储存，用户密码加密存储；
- c) 采用备份平台，主平台有问题可自动切换到备份平台。



附录 A

(资料性)

氢能储运装备安全监测系统数据字典定义

- A.1 氢能储运装备基本信息的数据字典规范定义见表 A.1。
- A.2 监测项基本信息的数据字典规范定义见表 A.2。
- A.3 监测点基本信息的数据字典规范定义见表 A.3。
- A.4 数据采集终端在逻辑上包含传感、数据处理、通信三个单元，其数据字典规范定义见表 A.4。
- A.5 数据采集终端（通信单元）主要实现通信功能，向监测平台所在的数据中心传输数据，其数据字典规范定义见表 A.5。
- A.6 数据采集终端（数据处理单元）进行必要的的数据过滤、计算或传输协议转换，其数据字典规范定义见表 A.6。
- A.7 数据采集终端（传感单元）一般将监测项物理模拟量转换为数字量，基于测量标定值将数字量转换为数据，并将数据基于协议封装后向外输出，其数据字典规范定义见表 A.7。
- A.8 数据采集终端（传感单元）数据通道信息的数据字典规范定义见表 A.8。
- A.9 超限报警信息的数据字典规范定义见表 A.9。
- A.10 监测数据的数据字典规范定义见表 A.10。

表 A.1 氢能储运装备基本信息表（Pressure Equipment）

字段名称	数据类型	字段含义
ID	字符型	设备唯一编码
设备类型	字符型	设备类型参见本文件正文1.2
出厂编号	字符型	厂家内部编码
设备厂家编码	字符型	设备制造厂家统一社会信用代码
设备型号	字符型	/
制造日期	日期型	/
设备描述	字符型	/

表 A.2 监测项基本信息表（Monitor Item）

字段名称	数据类型	字段含义
ID	字符型	监测项唯一标识
监测项名称	字符型	监测项全称，如压力、温度、流量、液位等，参见本文件正文中表1的“监测内容”列
监测项简称	字符型	三位大写字母

表 A.3 监测点基本信息表（Monitor Point）

字段名称	数据类型	字段含义
ID	字符型	监测点唯一标识
监测点名称	字符型	
所属监测项ID	字符型	
数据采集终端ID	字符型	
传感器通道ID	字符型	
报警启用	整型	报警的启用状态（0：未启用；1：启用）
报警阈值上限	浮点型	
报警阈值下限	浮点型	

字段名称	数据类型	字段含义
是否启用	整型	启用状态（0：未启用；1：启用）

表 A.4 数据采集终端基本信息表（Monitor Device）

字段名称	数据类型	字段含义
ID	字符型	唯一标识
终端通信功能	整型	是否具备通信功能（0：否；1：是）
终端分析处理功能	整型	是否具备分析处理功能（0：否；1：是）
终端传感功能	整型	是否具备传感功能（0：否；1：是）
传感器类型	字符型	当终端具备传感功能时，本字段有效，内容包括：温度传感器、压力传感器
出厂编号	字符型	
终端厂家	字符型	
终端型号	字符型	
安装位置	字符型	数据采集终端安装位置

表 A.5 数据采集终端（通信单元）信息子表（Monitor Device Gateway）

字段名称	数据类型	字段含义
ID	字符型	唯一标识
数据采集终端ID	字符型	
SIM卡编号	字符型	
IP地址1	字符型	
IP地址2	字符型	
设备状态	整型	0：在线；1：离线；2故障；3：欠费；4：停用
网络类型	字符型	Wi-Fi、Ethernet、Cellular-3G、Cellular-4G、Cellular-5G
固件版本	字符型	

表 A.6 数据采集终端（数据处理单元）信息子表（Monitor Device Sensor）

字段名称	数据类型	字段含义
ID	字符型	唯一标识
数据采集终端ID	字符型	
IP地址1	字符型	
IP地址2	字符型	
设备状态	整型	0：在线；1：离线；2故障；3：欠费；4：停用
固件版本	字符型	
所属数据采集终端（通信单元）ID	字符型	用于数据传输的数据采集终端（通信单元）ID

表 A.7 数据采集终端（传感单元）信息子表（Monitor Device Sensor）

字段名称	数据类型	字段含义
ID	字符型	唯一标识
数据采集终端ID	字符型	
采集协议	字符型	封装采集数据所使用的协议，如：RS485、MODBUS、TCP等
采集端口	字符型	
当前状态	整型	0：在线；1：离线；2故障；3：欠费；4：停用

字段名称	数据类型	字段含义
所属数据采集终端（分析处理单元）ID	字符型	用于数据传输的数据采集终端（分析处理单元）ID

表 A.8 数据采集终端（传感单元）数据通道信息子表（Monitor Device Sensor Data Channel）

字段名称	数据类型	字段含义
ID	字符型	唯一标识
所属数据采集终端（传感单元）ID	字符型	
数据类型	字符型	压力、浓度、液位、温度、应变、声发射等
数据单位	字符型	数据单位，如温度数据单位“摄氏度”或“℃”
数据精度	整型	数据保留小数部位的长度
采集时间间隔	浮点型	从数据采集终端（传感单元）获取通道数据的时间间隔，单位为毫秒
上报时间间隔	浮点型	上传该通道数据的时间间隔，单位为毫秒
数据范围上限	浮点型	
数据范围下限	浮点型	
通道状态	整型	0：在线；1：离线；2故障；3：欠费；4：停用

表 A.9 超限报警信息表（Alarm Info）

字段名称	数据类型	字段含义
ID	字符型	
监测点ID	字符型	报警数据所属监测点
超值点	浮点型	按照实际精度保留小数
报警时间	日期时间型	开始出现报警的时间
报警ID	字符型	用于将一段时间内持续的报警归纳为一次报警的标识
处理状态	整型	报警记录处理状态（0：未处理；1：已处理）

表 A.10 监测数据表（Monitor Data）

字段名称	数据类型	字段含义
ID	字符型	
数据通道ID	字符型	所属数据采集终端（传感单元）数据通道ID
数据值	浮点型	按照实际精度保留小数
采集时间	日期时间型	数据采集时间

### 参 考 文 献

- [1] NB/T 11498-2024 加氢站承压设备监测技术要求
  - [2] T/CASEI 019-2023 移动式压力容器动态监测系统技术要求
-