|  |  |
| --- | --- |
| ICS | 43.080.10 |
| CCS | |  | | --- | | D:\000000部门项目\09标准化插件开发\程序源代码\StandardEditor_ShanDongKeXieYuan\团标首页面字母T.pngD:\000000部门项目\09标准化插件开发\程序源代码\StandardEditor_ShanDongKeXieYuan\团标首页面字母T后面的反斜杠.png TPHA |   R 40 |

中国港口协会团体标准

T/CPHA XXXX—XXXX

轨道式集装箱门式起重机氢燃料电池供电系统技术要求

Technical requirements for hydrogen fuel cell power supply system of rail mounted container Gantry Crane

XXXX - XX - XX发布

XXXX - XX - XX实施

中国港口协会  发布

目次

[前言 II](#_Toc192512628)

[1 范围 1](#_Toc192512629)

[2 规范性引用文件 1](#_Toc192512630)

[3 术语和定义 2](#_Toc192512631)

[4 系统构成和配置 2](#_Toc192512632)

[5 一般要求 3](#_Toc192512633)

[6 技术要求 4](#_Toc192512634)

[附录A （资料性） 检修维护 9](#_Toc192512635)

1. 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。

本文件由中国港口协会提出/归口。

本文件起草单位：青岛港国际股份有限公司、青岛新前湾集装箱码头有限责任公司、海卓动力（青岛）能源科技有限公司、山东省港口集团有限公司。

本文件主要起草人：张连钢、张峰、王心成、田昌明、赵晓楠、张智璐、孙肃徽、吕向东、周兆君、管虎、齐斌、刘长辉、孙秀良、潘航、修方强、秦洪建、刘志阳、王超、唐伟、孙正文、王红宾、周林、温可欣、徐西永。

轨道式集装箱门式起重机氢燃料电池供电系统技术要求

* 1. 范围

本文件规定了轨道式集装箱门式起重机氢燃料电池供电系统的系统构成、一般要求和技术要求。

本文件适用于轨道式集装箱门式起重机氢燃料电池供电系统的设计、制造及使用。

* 1. 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 38031 电动汽车用动力蓄电池安全要求

GB 50156 汽车加油加气加氢站技术标准

GB/T 2893 安全色和安全标志

GB/T 2894 安全标志及其使用导则

GB/T 6067.1 起重机械安全规程 第1部分:总则

GB/T 7231 工业管路的基本识别色和识别符

GB/T 7826 系统可靠性分析技术 失效模式和影响分析

GB/T 7829 故障树分析程序

GB/T 17215.321 交流电测量设备　特殊要求　第21部分：静止式有功电能表(1级和2级)

GB/T 17215.3228 静止式有功电能表(0.2S级和0.5S级)

GB/T 17467 高压低压预装式变电站

GB/T 19683 轨道式集装箱门式起重机

GB/T 19826 电力工程直流电源设备通用技术条件及安全要求

GB/T 20042.1 质子交换膜燃料电池 第1部分：术语

GB/T 24549 燃料电池电动汽车—安全要求

GB/T 28816 燃料电池 术语

GB/T 29729 氢系统安全的基本要求

GB/T 36288 燃料电池电动汽车 燃料电池堆安全要求

GB/T 37244 质子交换膜燃料电池汽车用燃料 氢气

GB/T 39462 低压直流系统与设备安全导则

GB/T 42855 氢燃料电池车辆加注协议技术要求

GB/T 50516 加氢站技术规范

ISO/TR 15916 氢系统安全的基本考虑（英文）

IEC 61508 设备功能安全（英文）

* 1. 术语和定义

GB/T 19683、GB/T 20042.1 、GB/T 28816界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

轨道式集装箱门式起重机氢燃料电池供电系统 hydrogen fuel cell power supply system for rail mounted container gantry crane

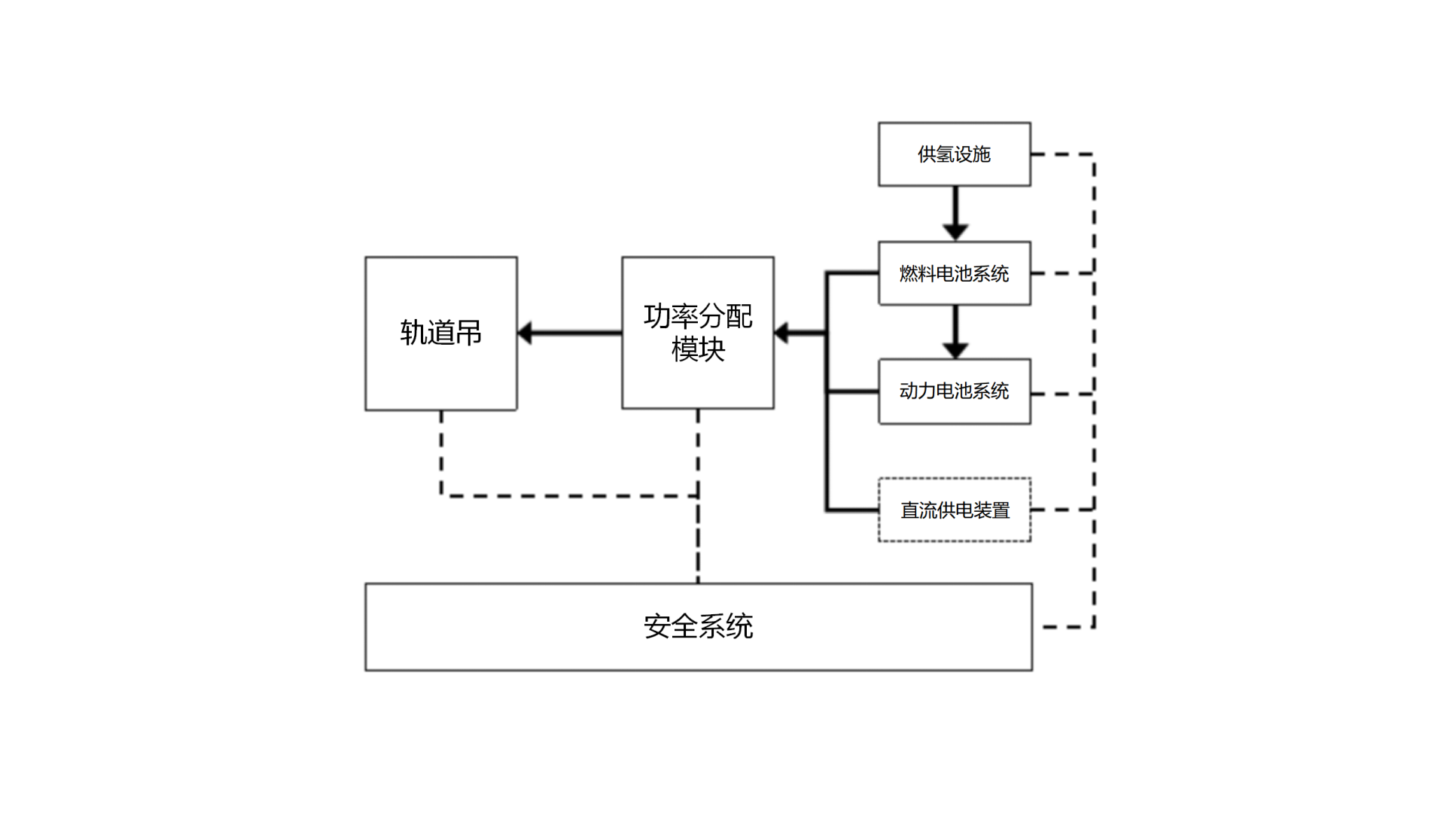
将氢气和氧气的化学能通过电化学反应直接转换成电能，并通过能量转换形成符合轨道吊集装箱门式起重机工况要求的供电装置。

**氢燃料** hydrogen fuel

适合在港口设备安全操作，满足氢燃料电池使用要求的高纯度氢气，品质不应低于GB/T 37244接受的标准。

* 1. **系统构成和配置**

轨道式集装箱门式起重机氢燃料电池供电系统（以下简称“系统”）由氢燃料电池系统、动力电池系统、直流供电装置、配电模块、功率分配模块、供氢设施、安全系统构成。系统总体构成如图1所示。



1. 轨道式集装箱门式起重机氢燃料电池供电系统总体构成图

系统配置应满足表1的要求。

1. 轨道式集装箱门式起重机氢燃料电池供电系统构成和基本配置

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 系统名称 | 子系统名称 | 配置要求 |
| 1 | 供氢设施 | 储氢装置 | ● |
| 壳体及内衬 | ● |
| 泄压装置 | ● |
| 监测及传感 | ● |
| 阀门及管件 | ● |
| 2 | 燃料电池系统 | 燃料电池堆 | ● |
| 燃料供应子系统 | ● |
| 氧化剂处理子系统 | ● |
| 热管理子系统 | ● |
| 自动控制子系统 | ● |
| 功率调节子系统 | ● |
| DC-DC | ● |
| 3 | 动力电池系统 | 动力电池 | ● |
| 动力电池管理装置 | ● |
| 电池热管理装置 | ● |
| 电池柜 | ○ |
| 充电机 | ○ |
| 4 | 直流供电装置 | 变压器 | ○ |
| 分线开关 | ○ |
| 直流供设备 | ○ |
| 5 | 安全系统 | 燃料供应与处理子系统安全保护 | ● |
| 储氢安全保护 | ● |
| 加氢安全保护 | ● |
| 管路安全保护 | ● |
| 综合监控系统 | ● |
| 消防 | ● |
| 6 | 功率分配模块 | 输入端口 | ● |
| 输出端口 | ● |
| 功率分配网络 | ● |
| 控制系统 | ● |
| 维护系统 | ○ |
| 1. ●为必配，○为选配。 | | | |

* 1. 一般要求

轨道式集装箱门式起重机应在安装或改造氢燃料电池供电系统前、后应进行安全评估,起重机安全应符合GB/T 6067.1的相关要求。

氢燃料电池系统采用氢气氢气纯度、氢气中杂质等品质应符合GB/T 37244的相关要求。

燃料电池的工作条件和工作环境的安全条件应符合GB/T 24549、GB/T 29729、GB/T 36288的相关要求。

轨道式集装箱门式起重机氢燃料电池供电系统中各子系统应具备自诊断功能，通讯应开放接口，各子安全系统应具备并网和离网两种运行模式。

轨道式集装箱门式起重机氢燃料电池供电系统宜预留供氢设施、氢燃料电池系统或动力电池系统增容接口。

选配直流供电模式功能的供电系统应具备自动投切氢燃料电池和直流两种供电模式的功能。

轨道吊上设备应易维护且具备防坠落措施。

各子系统宜采用模块化布局，宜具备快速脱离系统、快捷更换能力。

轨道式集装箱门式起重机应采用直流供电模式或多能源驱动模式，氢燃料电池应部分或全部覆盖轨道式集装箱门式起重机功率范围，未覆盖功率范围部分应采用动力电池或直流供电方式补充。

系统应具备防爆功能，燃料电池的设计应满足本节的有关规定，或使用与其具有同等安全水平的设计原则。

轨道式集装箱门式起重机应与氢燃料电池、动力电池和直流供电装置进行数据传输，对各子系统进行不间断监控、故障诊断和数据集收集。

* 1. 技术要求
     1. 供氢设施

氢气加注时加注性能目标、边界条件、加注方法、过程控制、加注速率和目标压力应符合GB/T 42855的相关要求。

供氢设施应包括储氢或管道供氢装置、壳体及内衬、泄压装置、监测及传感装置、阀门及管件等部分。

储氢或管道供氢装置应符合下列要求：

1. 储氢瓶或供氢管路尺寸应符合设计要求，材料应满足预期氢气压力要求；
2. 管路内表面应去除颗粒物，端口应洁净，无障碍物和毛刺；
3. 储氢或管道供氢装置应安装氢安全预警装置；
4. 储氢瓶应设置遮阳措施，防止阳光直射，出口方向应避开设备、人员通道等区域。

壳体及内衬应符合下列要求：

1. 应具备良好的电气、机械性能、气密性、防腐性等技术性能；
2. 应具有良好的使用性和必要的防护设施；
3. 壳体应设置电气接地措施，接地点不应少于2处，接地电阻应不大于4Ω；
4. 设计应符合标准化、规格化、系列化的要求。

泄压装置应符合下列要求：

1. 泄压装置应配备专用泄压阀；
2. 压缩储氢系统的安全泄压装置，宜选用温度驱动压力泄放装置；
3. 不应将泄压装置与气瓶隔离；
4. 泄压装置应直接安装在气瓶的瓶口内，或一组气瓶中的一个气瓶瓶口内，或气瓶上安装的阀开口内，以便将氢气排放至外部；

排气管内径不应影响泄压装置的排放流量；

1. 泄压装置的氢气排放不应朝向裸露的电气端子、裸露的电器开关或其他引火源；
2. 泄压装置的排气管应保持疏通状态；
3. 不应在氢气泄漏或排气的情况下积聚氢气。

监测及传感应符合下列要求：

1. 应使用防爆型操作台、控制箱、传感器；
2. 传感器的性能参数应满足相应标准要求；
3. 监控站应具有多通道、多制式的信号采集功能和通讯功能，应及时将监控到的多种参数、设备状态传送到地面中心站，并执行中心站发出的各种命令，及时发出报警和断电控制信号。

阀门及管件应符合下列要求：

1. 供氢设施中所有氢气管道、阀门、管件的设计压力应满足GB 50156相关要求；
2. 涉氢系统或管路应选用316不锈钢材质，如非氢材料应有良好的抗氢渗透性能。
3. 非金属材料应具有良好的氢相容性，其疲劳性能、耐久极限和蟠变强度在阀门设计寿命内应能满足设计文件的要求；
4. 输氢管路材料应与氢有良好的相容特性；
5. 阀门的预紧力应满足相应标准要求。
   * 1. 氢燃料电池系统

氢燃料电池系统应避开易燃、易爆区域及敏感设施，且运输、维护方便，基本安全应符合GB/T 29729的相关要求。

氢燃料电池系统应独立安装，氢燃料电池设备间内不应安装与燃料电池无关的动力源和热源设备，设备间内的电气设备应采用合格的防爆设备。 燃料电池设备间设计应避免氢气的积聚。

轨道式集装箱门式起重机氢燃料电池供电系统应设计为自动运行，并根据安全规范要求配备氢泄露、火灾探测、阻火器等安全系统，检测到氢泄漏或火焰时,设备能自动采取相应的安全措施,包括发出报警、关闭截止阀、开启通风装置、关停设备等。

轨道式集装箱门式起重机氢燃料电池系统需要维护或者关闭时，应有相应措施，使氢燃料电池发电装置处于安全状态。

氢燃料电池系统内部应设置监控措施，当空气进入氢燃料管路或者氢气进去空气管路时能发出报警并停止系统工作及氢气供给。

氢燃料电池系统包含燃料电池堆、燃料供应子系统、氧化剂处理子系统、热管理子系统、水管理子系统、自动控制子系统、功率调节子系统等部分。

1. 当轨道吊突然加载导致电压跌落时，应满足氢燃料电池系统瞬态电压值不低于额定电压的95%，且不低于轨道吊最低工作电压；
2. 当轨道吊突然降载或回馈能量导致电压上升时，应满足氢燃料电池系统瞬态电压值不超过额定电压的105%，且不高于轨道吊最高工作电压；
3. 电压恢复到与稳定值相差3%额定电压以内所需的时间应不超过0.5s。

燃料电池堆应符合下列要求：

1. 燃料电池堆应满足GB/T 36288标准要求，且燃料电池堆应根据风险评估进行设计。风险评估应符合GB/T 7826、GB/T 7829 和 IEC61508-1 的规定；
2. 应符合轨道吊使用时的温度、压力、电压及电流范围；
3. 燃料电池堆应有接地点,接地点与所有裸露的金属间电阻应小于0.1 Ω。
4. 燃料电池堆应有外壳做必要防护；
5. 若燃料电池堆采用气密并承压的外壳封装，则外壳应符合《压力容器安全技术监察规程》的规定。
   * 1. 动力电池系统

动力电池系统应包括动力电池、动力电池管理装置、电池热管理装置、电池柜、充电机等部分。

动力电池如采用锂电池应采用磷酸铁锂电池。

动力电池应符合下列要求：

1. 应具有单体电压、电流、温度等检测功能，应具有电池和通讯故障检测功能；
2. b) 应具有与动力电池管理系统以外控制部件的通讯功能，应具有电池运行状态显示与上传功能；
3. 应具有过流、过充过放、过高温等保护功能。
4. 应具有电池热管理装置控制功能。

电池热管理装置应具有制冷、制热等功能；具有故障诊断功能；应具有与动力电池管理装置通讯的功能。

电池模组温度控制最低温度不宜低于10℃；最高温度不宜高于45℃；温差不宜超过10℃。

电池柜应符合下列要求：

1. 电池柜柜体外观应满足各焊接部位牢固，焊缝均匀，无漏焊、咬边、气孔、飞溅等缺陷；电池柜柜体外部油漆表面光滑、平整、颜色均匀，无流挂、底、针孔等缺陷。
2. 电池柜柜体表面应具有防腐蚀镀层或涂层，防腐等级不低于C5。
3. 电池柜防护等级应达到IP65，具有较高的防尘能力，‌并能防止喷溅的水侵入。
4. 电池柜宜具备防爆泄压功能。
5. 外壳结构采用隔热保温材料、内外部装饰材料应为阻燃材料。柜体四周与顶部应有隔热设计，耐火极限应不小于0.5h。
6. 柜体外壳上应有铭牌信息，包括但不限于额定功率/额定容量、投运日期。
7. 柜体孔洞、门、线缆口等与柜外相通部位，应设置防止小动物进入的设施。。

充电机应符合下列要求：

1. 具备脉宽整流控制功能，可自动调节输出电压、电流；
2. 具备过流、过压、过温告警等保护功能；
3. 具备故障自主停机、显示、历史记录等功能；
4. 与外部设备具备通讯功能。
   * 1. 直流供电装置

直流供电设备宜设置在轨道吊就近位置，应避开易燃、易爆区域及敏感设施，且检修、维护方便。

直流供电设备应便于快速安装、低成本维护，宜选用符合GB/T 17467相关要求的高压/低压预装式直流供电站。

变压器应符合下列要求：

1. 一次侧有可靠电源，容量满足轨道吊功率要求；
2. 电源输出应符合GB/T 14549的相关要求；
3. 绝缘符合GB/T 1094.3的相关要求；
4. 承受短路能力符合GB/T 1094.5的相关要求；
5. 具有低损耗、低噪声特性。

分线开关应符合下列要求：

1. 单个分线开关容量满足带载地面供电装置载荷要求；
2. 配置数量应与变压器容量、分线开关容量、地面供电装置分组匹配；
3. 每个分线开关应配置断路器。

6.直流供电设备附件应符合GB T 19826的相关要求。直流供电系统与设备的安全总体原则和应考虑的安全因素应符合GB/T 39462的相关要求。

* + 1. 安全系统

安全系统应包括燃料供应与处理子系统安全保护、储氢安全保护、加氢安全保护、管路安全保护、综合监控系统、消防等部分：

燃料供应与处理子系统安全保护应符合下列要求：

1. 发电系统燃料供应端口(燃料贮存容器出口)应采用至少两种不同的控制装置(如自动或手动)控制燃料的供应；
2. 发电系统排放燃料时应设有直通外界的排放口，排放口应远离易燃、易爆区域及敏感设施,并有安全保护装置；
3. 发电系统燃料供应管路不得通过电气舱，燃料贮存和燃料应用端应有泄漏监测传感器，当燃料泄漏时，控制系统应能自动切断燃料供应。
4. 发电系统尾排水不得直接排入雨水管沟，应采用水封井等安全措施。

储氢安全保护应符合下列要求：

1. 储氢装置应尽量减少接头或者其他可能产生泄漏的潜在危险点的数量；
2. 储氢装置的储氢能力应满足设计压力、供氢方式、供氢压力、充氢压力、氢气充装数量以及均衡连续供气的要求；
3. 储氢装置安装区域应通风良好并设置明显的禁火标志，并配备消防设施和氢气泄漏报警设施；
4. 储氢装置的防雷、防静电与接地应符合GB/T 50516规定；

加氢安全保护应符合下列要求：

1. 氢气加注点应位于敞开位置，应具有足够的通风量；
2. 在加注操作时，应能对氢罐压力、温度进行监测且能在安全位置进行加注控制；
3. 氢气加注点应设置可燃气体检测报警系统，系统检测到空气中的氢气含量达到0.4%时应触发声光报警信号，含量达到1%时应启动相应事故排风风机，含量达到1.6%时，应触发紧急切断互锁系统；
4. 可燃气体检测报警系统的各项检测报警装置及仪器应定期进行检测，应由有资格的检测单位进行检测和提供相应检测报告；
5. 可燃气体报警声光信号应能手动消除，信号再次输入时应能正常启动。

管路安全保护应符合下列要求：

1. 氢气设备应严防泄漏，所用的仪表及阀门等零部件密封应确保良好，定期检查，对设备发生氢气泄露的部位应及时处理；
2. 氢气管道、阀门及水封等出现冻结时，作业人员应使用热水或蒸汽加热进行解冻，且应佩戴面罩进行操作；
3. 按照GB/T 7231、GB/T 2893和GB/T 2894的规定涂安全色，并设安全标志和标识。

消防

1. 氢燃料电池系统、氢罐、动力电池系统及其他可能出现可燃气体的处所，均应根据ISO/TR15916设置合适的火灾探测器及固定式自动探火或火灾报警系统；
2. 氢燃料电池系统、氢罐、动力电池系统等应设置符合《国际消防安全系统规则》的固定式灭火系统；
3. c灭火系统应与氢燃料电池及动力电池系统的火灾特性相适应；
4. 动力电池系统固定式灭火系统的灭火剂量和控制系统应保证该系统在电池复燃时再次释放，即具备两次以上灭火剂喷发功能，每次喷发灭火剂容量须有效扑灭初起火灾。

系统运行安全应符合下列要求：

1. 仅当所有防护装置均已到位且起作用时，燃料电池发电系统方可运行；
2. 应采用联锁装置；
3. 燃料电池设备停止后，在设备自动模式满足安全条件下，应具备设备自动重新启动功能；
4. 应能通过人为驱动控制系统重新启动燃料电池发电系统，且应确保该重新启动操作不具有危险性；
5. 系统应具备安全关闭和受控关闭功能。

6.5.8 系统操作安全应符合下列要求：

1. 应具有两种基本操作模式：“接通”和“断开；
2. 应具有两种主要过渡形式：“启动”和“关闭；
3. “启动”应是接受外部信号后开始从“断开”模式过渡到“接通”模式。“关闭”应自动从“接通”模式过渡到“断开”模式。“关闭”应由外部信号启动，或由燃料电池发电系统控制器根据超限情况发送的内部信号启动；
4. 所选择的操作模式应优先于其他控制系统运行，但不能超越安全关闭命令。
   * 1. 功率分配及控制模块

功率分配模块应包含输入端口、输出端口、功率分配网络、控制电路、维护电路等部分。

输入端口应具备接收功率信号的功能，符合国标GB/T 17215.321要求：

1. 输入端口在不同负载下应具有良好的稳定性和响应速度，且能够适应不同的负荷特性；
2. 输入端口应满足国家标准规定的防护等级要求；
3. 输入端口应具有良好的可靠性和安全性，应适应不同的工作环境和使用条件；
4. 输入端口应提供符合国家标准规定的接口和通信功能，应与其他装置进行数据交换和通信。

输出端口应具备输出功率信号的功能，符合国标GB/T 17215.322要求。

1. 输出端口额定电压和额定频率应符合国家标准规定的电力系统电压等级和频率；
2. 输出端口应具有一定的输出功率范围和适应不同负载特性的能力；
3. 输出端口应满足国家标准规定的基本误差限和准确度等级要求；
4. 输出端口在不同负载下的相位差应满足国家标准规定的限制。

功率分配网络应具备将各输入的功率信号分配到输出端口的功能，宜通过使用功分器、混频器、耦合器等组件来实现。

控制电路应具备将控制功率分配网络的功能，宜通过使用开关、变压器、可变电容器等组件来实现。

维护电路应具备监测功率分配模块的状态并提供故障保护功能，宜通过使用传感器、熔断器等组件来实现。

2. （资料性）  
   检修维护

系统的调节、润滑与维护点应位于可造成工作人员人身伤害或健康受损的区域外；

产品维护手册中应提供必要的避免危及人身安全或健康的维护说明；

当燃料电池发电系统处于停止状态时，应能够对其进行调节、维护、修理、清理和维修作业。如果在燃料电池发电系统运行过程中需要进行调节、维护、修理、清理和维修作业，燃料电池发电系统在设计时应保证进行上述作业时不会发生人身伤害；

需经常进行更换的自动化燃料电池发电系统部件应能够进行拆卸和更换而不会造成人身伤害；

产品技术说明书应说明操作人员使用必要的技术工具（例如专用工具、测定仪表等）能够进行上述各种作业；

当燃料电池发电系统出于保护人身健康的目的，提供安全指示或图示时，应采用能够抵御使用环境影响的永久性措施进行显示。

