



中华人民共和国国家标准

GB/T 25319—2010

汽车用燃料电池发电系统 技术条件

Fuel cell power system used for motor vehicles—Technical specification

2010-11-10 发布

2011-05-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	I
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语与符号	2
4 要求	3
5 试验方法	5
6 检验规则	7
7 标识、说明和技术文件	8
附录 A (资料性附录) 产品型号编制办法	10

前 言

本标准的附录 A 是资料性附录。

本标准由中国电器工业协会提出。

本标准由全国燃料电池标准化技术委员会(SAC/TC 342)归口。

本标准负责起草单位:上海神力科技有限公司。

本标准参加起草单位:机械工业北京电工技术经济研究所、上海攀业氢能源科技有限公司等。

本标准主要起草人:胡里清、张若谷、卢琛钰、孙婷、张黛、董辉等。

汽车用燃料电池发电系统 技术条件

1 范围

1.1 概述

本标准规定了汽车用质子交换膜燃料电池发电系统的术语与符号、要求、试验方法、检验规则和标识、说明和技术文件。

本标准适用于汽车用质子交换膜燃料电池发电系统(以下简称发电系统)。

1.2 系统边界

系统边界见图1。图中粗实线框内部分为发电系统,相对框内的进出箭头所指为发电系统的输入和输出。

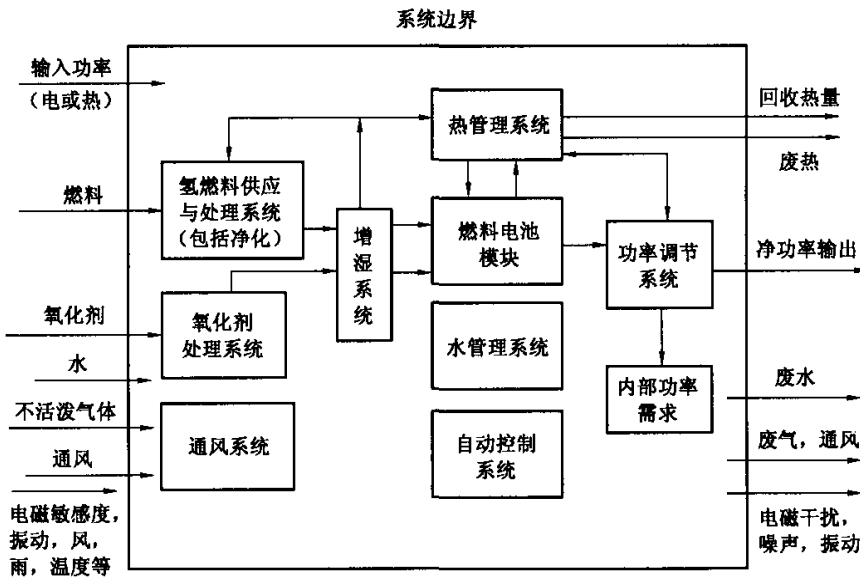


图1 发电系统的边界示意图

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准,然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

GB/T 2900.18 电工术语 低压电器

GB/T 3512 硫化橡胶或热塑性橡胶 热空气加速老化及耐热试验(GB/T 3512—2001, eqv ISO 188:1998)

GB 3836.1 爆炸性气体环境用电气设备 第1部分:通用要求(GB 3836.1—2000, eqv IEC 60079-0:1998)

GB/T 4942.1—2006 旋转电机整体结构的防护等级(IP代码)-分级(IEC 60034-5:2000, IDT)

GB 4943 信息技术设备的安全(GB 4943—2001, eqv IEC 60950-1:1999)

GB/T 15329.1 橡胶软管及软管组合件 织物增强液压型 第1部分：油基流体用 (GB/T 15329.1—2003, ISO 4079-1:2001, MOD)

GB/T 17045 电击防护 装置和设备的通用要求 (GB/T 17045—2008, IEC 61140:2001, IDT)

GB/Z 18333.1—2001 电动道路车辆用锂离子蓄电池

GB 18655—2002 用于保护车载接收机的无线电骚扰特性的限制和测量方法 (idt IEC 60025:1995)

GB/T 20042.1 质子交换膜燃料电池 术语

GB/T 20438.1 电气/电子/可编程电子安全相关系统的功能安全 第1部分：一般要求 (GB/T 20438.1—2006, IEC 61508-1:1998, IDT)

GB/T 20972.1—2007 石油天然气工业 油气开采中用于含硫化氢环境的材料 第1部分：选择抗裂纹材料的一般原则 (ISO 15156-1:2001, IDT)

GB/T 21437.2 道路车辆 由传导和耦合引起的电骚扰 第2部分：沿电源线的电瞬态传导 (GB/T 21437.2—2008, ISO 7637-2:2004, IDT)

GB/T 24549—2009 燃料电池电动汽车 安全要求

GB/T 24554—2009 燃料电池发动机性能试验方法

ISO 10605 道路车辆 静电放电产生的电干扰的测试方法

ISO 11452 道路车辆 窄带辐射的电磁能量产生的电干扰的部件试验方法

3 术语与符号

3.1 术语和定义

GB/T 2900.18、GB 3836.1、GB 4943 和 GB/T 20042.1 确立的以及下列术语和定义适用于本标准。

3.1.1

工况 work conditions

发电系统工作状态，以净输出功率标定工况。

3.1.2

额定工况 rated conditions

制造商用于标定发电系统按100%净输出功率规定的工况。

3.1.3

怠速工况 idle conditions

发电系统处于工作状态，能维持自身工作，但不对外输出功率。

3.1.4

有效功率 effective power

燃料电池堆输出功率减去辅助能耗所剩的功率，即发电系统净输出功率。

3.1.5

额定功率 rated power

发电系统在额定工况时的有效净输出功率，并能够在此功率下稳定持续工作。

3.1.6

过载功率 overload power

发电系统在规定的时间内持续工作的最大有效净输出功率。

3.1.7

效率 efficiency

发电系统单位时间内所消耗燃料的能量转化为有效功率的份额，单位为%。规定用燃料的低热值 (LHV) 计算。

3.1.8

体积比功率 volume power density

发电系统最大有效净输出功率与发电系统总体积之比(不包括散热器与燃料贮存容器),单位为 kW/L。

3.1.9

质量比功率 mass power density

发电系统最大有效净输出功率与发电系统总质量之比(不包括散热器与燃料贮存容器),单位为 kW/kg。

3.1.10

燃料消耗量 fuel consumption

特定工况下发电系统在规定时间内消耗的燃料量,单位为 kg/h。

3.1.11

燃料消耗率 fuel consumption rate

发电系统单位时间、单位功率消耗的燃料量,单位为 g/(kW·h)。

3.1.12

怠速启动时间 idle start-up time

发电系统由待机状态启动至怠速工况所经历的时间,单位为 s。

3.1.13

燃料利用率 fuel utilization

发电系统的实际燃料耗量与输入发电系统中的燃料量的比值,单位为 %。

3.2 符号及状态规定

符 号	含 义	单 位
P_E	发电系统额定功率	kW
P_F	发电系统功率	kW
P_S	燃料电池电堆输出功率	kW
P_A	辅助支持运行系统消耗的功率	kW
P_I	怠速辅助功率	kW
T_{SIC}	怠速冷启动时间	s
T_{SIH}	怠速热启动时间	s
T_{SC}	额定功率冷启动时间	s
T_{SH}	额定功率热启动时间	s
T_{10-90}	从 10% P_E 到 90% P_E 的响应时间	s

4 要求

4.1 正常使用条件

- a) 环境温度: $-10\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 45\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- b) 海拔: $<1\ 000\ \text{m}$ 。

4.2 安全性要求

4.2.1 通用安全性

发电系统中使用诸如易燃物质、加压介质、电能、机械能等部分应符合相关标准要求,主要部分包括:

- a) 外壳防护,应符合 GB/T 4942.1—2006 规定 IP55 等级;
- b) 控制装置部件及安全功能,应按 GB/T 20438.1 的规定进行设计开发,具有过流、过压、欠压、氢泄漏以及控制失效等非正常运行状态下的安全保障功能;
- c) 软管及软管组合件至少应符合 GB/T 15329.1 中 1 型软管的规定;
- d) 金属管路及其连接件应符合 GB/T 20972.1—2007 的规定;
- e) 硫化橡胶和热塑性橡胶部件应按 GB/T 3512 的规定的进行热空气加速老化试验和耐热试验(老化时间为不低于 96 h),试验后的性能仍能满足发电系统的使用要求;
- f) 材料和元器件以及结构设计应符合 GB 3836.1 中 II 类设备的防爆安全规定;
- g) 电机防护结构设计应符合 GB/T 17045 中 I 类设备的规定。

4.2.2 发电系统燃料供应与处理子系统的安全性

4.2.2.1 燃料供应安全性

发电系统燃料供应端口(燃料贮存容器出口)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,以确保燃料供应的安全性。

4.2.2.2 燃料排放安全性

发电系统排放燃料时应设有直通车外的排放口,并有安全保护装置。

4.2.2.3 燃料泄漏安全性

发电系统燃料供应管路不得通过乘员舱。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。

4.2.3 发电系统的电路系统安全性

发电系统的电路系统安全应符合 GB/T 24549—2009 要求。电路系统中应有短路或漏电保护装置,可自动切断发电系统总输出。

4.2.4 安全监控、保障子系统

发电系统中的各子系统如燃料供应子系统(不包括燃料贮存容器)、氧化剂供应子系统、水/热管理子系统、控制子系统等均应与安全监控、保障子系统相连。安全监控、保障子系统自动控制各子系统安全运转,并可根据发电系统运转情况的变化提供相应声、光提醒和自动开启与关闭控制,保证发电系统运行正常与安全。

4.3 燃料供应

供给发电系统的燃料应符合相关特定燃料电池发电系统标准和要求,其所含可能对发电系统产生有害影响的杂质含量应在制造商规定范围内。

4.4 燃料供应子系统

发电系统燃料供应子系统包含的管路、阀门、传感器、燃料处理装置等,应符合相应标准和使用要求。

连接发电系统和燃料贮存容器的连接装置应适合使用要求。补给燃料时与燃料供应站的快速燃料接插件连接方法应符合相关压力、安全等标准和规定。非标准燃料贮存容器的补给端口与标准燃料贮存容器的接续器必须是不能相配的。

无论是固定的或可更换的,一次性的或可再充装的燃料贮存容器(加压或不加压),这些燃料贮存容器应符合国家相关压力、安全使用标准和规定要求。

4.5 氧化剂处理子系统

氧化剂处理子系统包括过滤器、管路、处理装置、传感器件、阀门等,应符合相应标准。氧化剂供应子系统中过滤器仅对颗粒级灰尘等进行过滤处理。

4.6 热管理子系统

热管理子系统包括散热器和配套风扇、管路、循环流体泵、阀门、传感器件、冷却流体储存箱与补充箱等,应符合相应标准。

4.7 水管理子系统

水管理系统包括管路、循环水泵、阀门、传感器件、水储存与补充箱等,应符合相应标准。发电系统生成水回收用作燃料或氧化剂增湿使用或其他使用用途时,应去除水中对发电系统有害的物理颗粒与金属离子。

4.8 自动控制子系统

自动控制子系统包括为保障发电系统正常运行进行调节与监控所必须的传感器件、线路、执行器件、控制器件、软件程序等,应符合相应标准。

4.9 功率调节子系统

燃料电池堆输出功率将根据发电系统内部装置所消耗的功率和对外输出功率的要求,通过 DC/DC 或 DC/AC 装置对电流、电压进行调节,提供符合使用要求的功率输出。

4.10 起动时间

发电系统按 5.2 进行起动试验时,从启动至怠速工况所需时间应符合制造商的规定。

4.11 动态响应

发电系统按照 5.4 进行动态响应试验时,最大输出功率与制造商标定的额定功率之比不小于 80%。

4.12 温度适应性

按照 5.5 规定进行高温适应性试验和低温适应性试验时,发电系统工作正常。

4.13 抗振可靠性

发电系统应具备一定的抗冲击振动的能力,满足标准 GB/Z 18333.1—2001,应保证正常使用中所产生的冲击振动不会对发电系统各个零部件产生损害,保证整个发电系统的正常运行。

4.14 防水防尘

发电系统中需要具备防水防尘能力的部件应按 5.7 的要求进行试验,试验结果符合 GB/T 4942.1—2006 中 IPX5 等级或 IP55 以上等级的要求。

4.15 电磁兼容性

发电系统的各控制器应满足标准 GB 18655—2002、GB/T 21437.2、ISO 11452、ISO 10605 的电磁兼容性要求,测试项目的发射限值应符合相关标准规定,干扰度应达到 II 级。

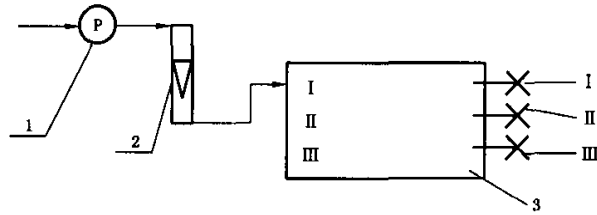
5 试验方法

5.1 安全性试验

5.1.1 气体泄漏试验

将发电系统中的燃料电池堆中的燃料腔、氧化剂腔及冷却流体腔出口封闭;只通过一个电堆端板上燃料管路进口与压力表和流量计相连;将惰性气体(氮气、氩气等)按不超过电堆最大工作压力经过燃料进口通入电堆,保持压力稳定 60 s,使腔内气体压力达到平衡;用气体流量计测量单位时间内的气体流量,所得到的值为发电系统的燃料气体窜到氧化剂及冷却流体腔内与外泄漏量的总和,应符合制造商规定。

测试流程示意如图 2 所示：



- 1——气体减压阀；
- 2——气体流量计；
- 3——燃料电池堆；

- I——电堆燃料气腔入口；
- II——电堆氧化剂气腔入口；
- III——电堆冷却流体腔入口。

图 2 气体泄漏测试方法示意图

5.1.2 绝缘强度试验

用兆欧表测量发电系统的燃料电池堆正负极分别引出的电流母板与发电系统封装架电阻，正负极对车身绝缘电阻应大于 100 Ω/V。

5.2 起动特性试验

按 GB/T 24554—2009 的规定进行。应符合制造商规定。

5.3 工况试验

在怠速、部分加载、额定工况、过载工况等各个工况时，分别测取燃料消耗量；电池堆的输出电流和电压、发电系统净输出的电流电压；测量辅助支持运行系统的功耗；记录进气温度、进气压力、冷却水温度、环境温度和湿度等；在额定工况和过载工况时，记录发电系统输出电流和电压随时间变化的历程。

试验方法应符合 GB/T 24554—2009 的规定。

额定工况下发电系统稳定运行 1 h，过载工况下发电系统稳定运行 60 s。

5.4 动态响应特性试验

考核发电系统动态加载响应及加载冲击能力。主要进行动态响应时间测试和动态循环加载测试。

5.4.1 动态响应时间测试

试验方法应符合 GB/T 24554—2009 的规定。应符合制造商规定。

5.4.2 动态循环加载测试

试验方法应符合 GB/T 24554—2009 的规定。应符合制造商规定。

5.5 温度适应性试验

5.5.1 高温适应性试验

发电系统与散热器均置于环境温度 45 °C ± 2 °C，发电系统在标定功率工况下运行。发电系统稳定运行 60 min。

5.5.2 低温适应性试验

发电系统在正常操作至稳定状态后停机，然后将发电系统置于 -10 °C 环境中 1 h，之后将环境温度升到 10 °C 进行解冻，此过程重复 10 次，再按制造商规定的要求启动发电系统，发电系统应能按制造商的规定正常启动。

5.6 耐振动性试验

发电系统耐振动性试验应符合 GB/Z 18333.1—2001 的规定。试验后，发电系统应能正常启动。

5.7 防水防尘试验

按照 GB/T 4942.1—2006 中试验方法进行检测，应符合 IP55 等级要求。

5.8 电磁兼容性试验

5.8.1 发射试验

按照标准 GB 18655—2002 中试验方法进行检测，检测结果应符合标准规定的发射限制。

5.8.2 抗扰度试验

5.8.2.1 传导抗扰度试验

按照标准 GB/T 21437.2 中试验方法进行检测,抗扰度应达到Ⅱ级。

5.8.2.2 辐射抗扰度试验

按照标准 ISO 11452 中试验方法进行检测,抗扰度应达到Ⅱ级。

5.8.2.3 静电放电抗扰度

按照标准 ISO 10605 中试验方法进行检测,抗扰度应达到Ⅱ级。

6 检验规则

6.1 每台燃料电池发电系统都须经检验合格才能出厂并附有产品合格证。针对不同的产品,检验分为型式试验、例行试验和验收试验。

6.2 凡遇下列情况的产品,应进行型式试验。型式试验试验样品应不少于两台。型式试验应符合第5章规定的试验方法。

- a) 新产品试制或小批试生产;
- b) 定期抽试,连续批量生产的产品每年不得少于一次;
- c) 设计或工艺的变化足以引起产品的性能改变时;
- d) 产品转厂生产或长期停止(超过定期抽试期限)生产后又恢复生产;
- e) 上级质量监督部门有要求时。

6.3 对于在型式试验有效期内正常生产的每台产品,可仅进行产品的例行试验。例行试验的项目包括气密性检查和绝缘强度试验,试验方法按如下规定:

6.3.1 气密性检查

连接所有接受气密测试的发电系统每个子系统的管路、连接件和承受压力元件;只通过一个电堆端板上燃料管路进口与压力表和流量计相连;给燃料腔、氧化剂腔、冷却剂腔及管路、连接件和承受压力元件通入不超过电堆最大工作压力的试验惰性气体(氮气、氩气等),保持压力稳定 60 s,使各腔内和管路内气体压力达到平衡;用气体流量计测量单位时间内的气体流量,所得到的值为发电系统的气体外泄漏量,应符合制造商规定。

发电系统的所有管路连接接头和各个元件联接部位涂上渗漏检测液,在发电系统通入惰性气体(如氮气、氩气等),压力不超过最大工作压力的条件下进行试验,应不产生气泡。

检查流程示意如图3所示。

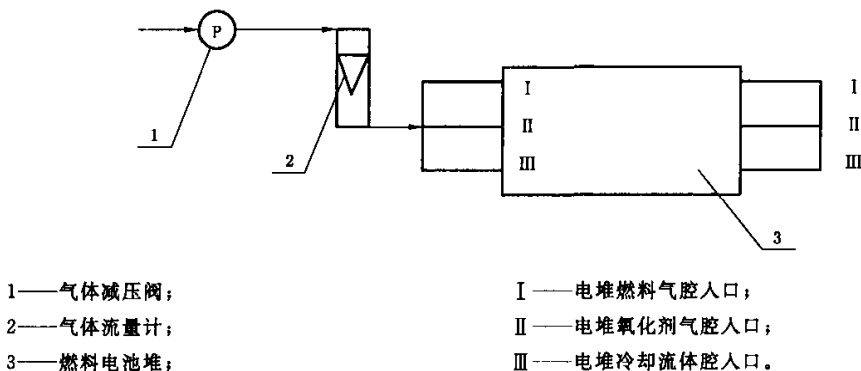


图3 气体气密性检查方法示意图

6.3.2 绝缘强度试验

在批量生产时,试验电压可提高到规定的1.2倍,试验时间可缩短至1s,允许被试发电系统的试验在室温下进行,但应保证被试发电系统在最高运行温度下绝缘强度合格。

6.4 对于供需双方有合同规定的产品,如果合同对检验项目和试验方法有明确规定的,按合同规定进行验收试验;如果无明确规定,属于新产品,则应进行型式试验;如果属于老产品,可仅进行例行试验。

7 标识、说明和技术文件

发电系统产品上应有可靠固定的产品铭牌、各类标识牌及警示牌,这些标志牌上的标志信息在产品的整个使用期内应清晰易读,并且能抵抗环境条件侵蚀能力而不会被磨灭。

制造商向用户提供的技术文件或资料(包括产品的安装使用说明书等)可以视为供货合同的一部分。

7.1 产品铭牌

发电系统产品铭牌标识内容至少应包含以下信息:

- a) 制造商名称或其注册商标;
- b) 发电系统型号;
- c) 发电系统生产日期或序列号。

7.2 标记

如果由于发电系统的连接件位置接错会导致危险的发生,则这些连接件都应给出明显的标志,电连接的正负极也应给予说明。

7.3 警示牌

警示牌的警示内容至少应包括:

- a) 振动危险;
- b) 高温;
- c) 可燃气体或液体;
- d) 腐蚀和有毒介质;
- e) 高电压。

7.4 技术文件

产品说明书要对发电系统的系统集成、安装、操作和维护进行说明,其中包括安装手册、操作手册、维护手册和备品备件清单等文件或内容。这些信息可以图样、表格或说明的形式给出。

除非发电系统的制造商与客户另有协议,否则,每台发电系统都应附有一套完整的技术文件。

一套文件若由多个文件组成,每个文件都应列出其他文件的文件代号和名称。

7.4.1 产品说明书

提供给用户的产品说明书的信息包括:

- a) 符合4.2.1规定的通用安全措施;
- b) 燃料和氧化剂的种类,可用的燃料和氧化剂种类(包括气体成分,杂质含量等);
- c) 燃料和氧化剂气体的最高和最低供气压力;
- d) 在额定及最大功率下燃料和氧化剂的消耗量;
- e) 最大气体外泄漏量限值;
- f) 燃料和氧化剂供气的允许温度范围;
- g) 典型排放物;
- h) 发电系统存储时的周围环境(温度和湿度范围);
- i) 正常运行时的周围环境条件(允许的海拔范围、温度、湿度范围);

注:输出功率有赖于氧的浓度,在高海拔地区运行时可能降低性能。

- j) 允许的冲击和振动水平；
- k) 发电系统的正常运行温度,允许的最高和最低运行温度；
- l) 冷却剂种类和品质；
- m) 发电系统的启动时间(热启动时间、冷启动时间)；
- n) 尺寸和重量；
- o) 电气输出定额(额定电压、额定电流、额定功率、开路电压、满载电流时的端电压)；
- p) 最大过载电流和过载时间；
- q) 接地点的位置。

7.4.2 安装手册

安装手册应对发电系统的安装和固定,电气线路、燃料管路、氧化剂管路、冷却系统管路的连接,给出清晰、详细的说明。

安装指南包括的内容：

- 装卸、运输和存储；
- 安装前的准备；
- 安装方位(向上或向下等)；
- 固定方法；
- 输气管路和冷却剂管路的连接方法；
- 电路和传感器的连接方法；
- 注意事项和禁止的操作；
- 安装图。

7.4.3 操作手册

技术文件中应包含操作手册,详尽地说明发电系统正确启动和使用的程序,对安全措施和可能出现的不正确操作应予以特别提醒。

当发电系统编程运行时,应提供程序设计的详细资料和必要的安全规程的详细信息。

操作手册应包含：

- 启动和操作规程；
- 操作顺序；
- 检测频次；
- 正常和紧急关机规程；
- 储存要求；
- 注意事项和禁止的操作；
- 自然环境(如振动烈度、冲击强度、大气污染物等)信息。

7.4.4 维护手册

技术文件应包含维护手册。维护手册应详尽地说明调试、维修和预防性检查、修理的要求和时间间隔。应详细说明正确操作的确认方法(如软件测试程序)。

维护手册中最好还应包括维修记录。

发电系统制造商还应对零部件和元器件的处置和再生利用加以说明。

附录 A
(资料性附录)
产品型号编制办法

A.1 产品型号的构成

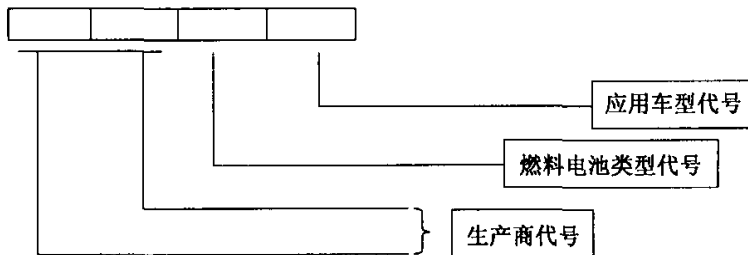
燃料电池发电系统的产品型号通常由产品代号、规格代号和补充代号三部分组成，每一部分之间用分隔符“-”分开。产品型号的编制除宜按 A.2 的规定外，其他代号可由燃料电池发电系统制造商自行确定。产品型号的含义宜在说明书中说明。



A.2 产品型号的要求

A.2.1 产品代号

产品代号一般用汉语拼音字母和阿拉伯数字表示，汉语拼音字母一般用大写字母，具体含义如下：



A.2.2 规格代号

规格代号用数字、字母和分隔符“/”表示；第一段为额定功率，1 kW 及以上的规格，用千瓦数加字母“K”表示，1 kW 以下的规格，用瓦数表示；第二段为电压范围，以伏特数表示。

A.2.3 补充代号

补充代号由制造商自行确定，但应在说明书中加以说明。

A.2.4 型号示例

例：神力科技制造，氢燃料电池客车发电系统，额定功率 80 kW，电压范围 320 V~560 V

