

ICS黑体5号
中国标准文献分类号

CES

团 体 标 准

T/CES XXX XXX

特殊环境下氢能燃料电池 DC/DC 变换器试验标准

Test specification for hydrogen fuel DC / DC converter in special environment

(征求意见稿)

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

中国电工技术学会 发布

目 次

| | |
|-----------------|----|
| 目 次 | I |
| 前 言 | II |
| 1 范围 | 3 |
| 2 规范性引用文件 | 3 |
| 3 术语和定义 | 4 |
| 4 试验条件 | 4 |
| 5 要求 | 5 |
| 6 试验方法 | 10 |
| 7 试验报告 | 13 |
| 附录 | 14 |

前 言

本标准按照GB/T 1.1-2009《标准化工作导则——第1部分：标准的结构和编写规则》给出的规则起草。

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这些专利的责任。

本文件由中国电工技术学会提出并归口。

本标准负责起草单位：北京英博电气股份有限公司。

本标准参加起草单位：北京英博电气股份有限公司、新兴重工集团有限公司、新兴际华科技发展有限公司、江西泰豪军工集团有限公司。

本标准主要起草人：周洁、姜向龙、彭强。

本文件为首次发布。

特殊环境下氢能燃料电池 DC/DC 变换器试验标准

1 范围

本标准规定了用于高寒、高海拔、高热、高湿、高盐特殊环境的条件参数，以及特殊环境下使用的氢能燃料电池 DC/DC 变换器的试验要求、试验内容和试验方法。

本标准适用于海岛、高海拔、寒区、热区使用的氢能燃料 DC/DC 变换器。作为常规型电动汽车 DC/DC 变换器要求的补充。

使用地点超过 5000m 的氢能燃料 DCDC 变换器应根据制造常和用户的协议进行设计或使用。

2 规范性引用文件

下列标准所包含的条文，通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。本标准出版时，所示版本均为有效。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本使用于本文件。凡是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。

QC/T 413 汽车电气设备基本技术条件

GB/T 24347-2009 电动汽车 DCDC 变换器

GB/T 14597-2010 电工产品不同海拔的气候环境条件

GB/T 11804 电工电子产品环境条件 术语

GB/T 20625 特殊环境条件 术语

GB 14048.1 低压开关设备和控制设备 第 1 部分总则

GB 4208 外壳防护等级（IP 代码）

GB/T 28046.1-2011 道路车辆 电气及电子设备的环境条件和试验 第一部分：一般规定

GB/T 28046.2-2011 道路车辆 电气及电子设备的环境条件和试验 第二部分：电气负荷

GB/T 2423.34 环境试验 第二部分：试验方法 试验 Z/AD：温度湿度组合循环试验

GB/T 2423.18 环境试验 第二部分：试验方法 试验 Kb：盐雾，交变（氯化钠溶液）

GB/T 18384.1-2015 电动汽车 安全要求 第一部分：车载可充电储能系统（REESS）

GB/T 18488.2-2015 电动汽车用电机及其控制器 第 2 部分试验方法

GB/T 18655-2018 用于保护车载接收机的无线电骚扰特性的限值和测量方法

GB/T 17619 机动车电子电器组件的电磁辐射抗扰性限值和测量方法

ISO 7637 Road vehicles — Electrical disturbances from conduction and coupling

3 术语和定义

GB/T 24347 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1 常规型氢能燃料 DC/DC 变换器

适用条件为海拔 2000m 及以下的氢能燃料 DC/DC 变换器。

3.2 特殊环境型氢能燃料 DC/DC 变换器

特指能适应海岛、高海拔、寒区、热区的典型特殊环境的氢能燃料 DC/DC 变换器。

3.3 特殊环境

同时满足下列一个或一个以上环境条件的，本文统称为特殊环境：

- a) 最低工作温度：-25℃~-0℃ 或 最高工作温度：35℃~-55℃
- b) 工作海拔高度：≥2000 米
- c) 工作湿度：≥98%
- d) 工作盐雾度：≥25mg/m³

特殊环境 1：

使用地点环境不含 b 项环境条件的，本文定义为“特殊环境 1”

特殊环境 2：

使用地点环境含有 b 项环境条件的，本文定义为“特殊环境 2”

3.4 人工模拟环境条件

为考核产品的环境适应性，根据一定海拔高度、环境条件特征而人工设定的环境条件。

4 试验条件

4.1 试验环境条件

本标准规定的特殊环境适用于使用地而非生产地，在工厂验证阶段，除文中指出的必须使用人工模拟环境条件的项目，试验项目均在正常试验环境条件下进行。

4.1.1 正常试验环境

氢能燃料电池 DC/DC 变换器不使用人工模拟环境条件时，试验和检验宜在下列条件下进行：

- a) 环境温度：15℃~35℃；
- b) 相对湿度：45%~75%；
- c) 气压：86kPa~106kPa；
- d) 海拔：海拔高度≤2000m。

4.2 测量仪器仪表要求

- a) 试验中使用的仪器、仪表、传感器均应经计量检定部门检定合格并在有效期内；
- b) 试验中使用的电气测量仪表的准确度不应低于 0.5 级（兆欧表除外），温度级的误差不应大于±1℃。其它测量仪器仪表应符合相关标准的规定，具体要求见附录 B。

5 要求

产品性能要求应满足相应技术协议的规定，同时满足以下内容。

5.1 外观质量

- 氢能燃料电池 DC/DC 变换器的外外观质量应符合 GB/T 24347-2009 中 5.17 的要求。
- 变换器外表面应凭证，无明显的画、变形等缺陷；表面涂镀层应均匀。
- 铭牌、标志安装端正牢固，字迹清晰。
- 零部件紧固可靠，无锈蚀、毛刺、裂纹等缺陷和损伤。

5.2 防护等级

氢能燃料电池 DC/DC 变换器的产品防护等级应符合 GB 4208 中 IP67 的要求。

5.3 壳体机械强度

氢能燃料电池 DC/DC 变换器应按 GB/T 24347-2009 中 6.3 所述的方法试验后，不发生明显的塑形变形。

5.4 液冷系统冷却回路密封性能试验

氢能燃料 DC/DC 变换器应按 GB/T 18488.2-2015 中 4.8 所述的方法试验后，不发生渗漏现象。

5.5 绝缘耐压性能

5.5.1 电气间隙及爬电距离

应用在“特殊环境 2”的氢能燃料电池 DC/DC 变换器，电气间隙的确定应按 GB 14048-2006 中表 13 和表 15 的规定值乘以相应的海拔修正系数，其海拔修正系数见表 1。如电气间隙达不到要求，可用冲击耐受电压来验证。

表 1 海拔修正系数

| 海拔 H/m | 正常气压/kPa | 电气间隙修正系数 |
|----------------------|----------|----------|
| $H \leq 2000$ | 80.0 | 1 |
| $2000 < H \leq 3000$ | 70.0 | 1.14 |
| $3000 < H \leq 4000$ | 62.0 | 1.29 |
| $4000 < H \leq 5000$ | 54.0 | 1.48 |

对于仅应用于高海拔环境的氢能燃料电池 DC/DC 变换器，爬电距离应按照污染等级不小于 3 级选择，且不小于相应的电气间隙。

对于应用于所有特殊环境的燃料电池 DC/DC 变换器，爬电距离应按污染等级 4 级选择，且不小于相应的电气间隙。

5.5.2 接地

氢能燃料电池 DC/DC 变换器应按 GB/T 24347-2009 中 5.8 所述的方法试验后，电阻应不大于 0.1 Ω。

接地点应有明显的接地标识。

5.5.3 绝缘电阻

氢能燃料 DC/DC 变换器中带电电路与地（外壳）之间的绝缘电阻，在 4.1 规定的环境条件下，不小于 500 Ω/V。试验电压按表 2 的规定进行。

表 2 绝缘电阻试验电压等级

| 额定绝缘耐电压等级 U_N | 绝缘电阻表电压 |
|----------------------|---------|
| ≤ 60 | 250 |
| $60 < U_N < 250$ | 500 |
| $250 < U_N < 1000$ | 1000 |
| $1000 < U_N < 10000$ | 2500 |

5.5.4 耐电压性能

接线端子对地（外壳）和彼此无电连接的电路之间的介电强度，应按 GB/T 24347-2009 中 5.7 的要求值，进行试验，应用在“特殊环境 2”的设备需乘以相应的海拔修正系数，其海拔修正系数见表 3。

H1—产品试验地点，单位为米（m）。

表 3 工频耐受电压和冲击耐受电压的海拔修正系数 K_a

| 产品使用地点海拔 H_1 (m) | | 1000 | 2000 | 2500 | 3000 | 3500 | 4000 | 4500 | 5000 |
|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 产品试验地点 海拔 m | 0 | 1.13 | 1.28 | 1.36 | 1.44 | 1.54 | 1.63 | 1.74 | 1.85 |
| | 1000 | 1 | 1.13 | 1.20 | 1.28 | 1.36 | 1.44 | 1.54 | 1.63 |
| | 2000 | 0.88 | 1 | 1.06 | 1.13 | 1.20 | 1.28 | 1.36 | 1.44 |
| | 3000 | 0.78 | 0.88 | 0.94 | 1 | 1.06 | 1.13 | 1.20 | 1.28 |
| | 4000 | 0.69 | 0.78 | 0.83 | 0.88 | 0.94 | 1 | 1.06 | 1.13 |
| | 5000 | 0.61 | 0.69 | 0.74 | 0.78 | 0.83 | 0.88 | 0.94 | 1 |
| 注 1：在以考核内绝缘质量为主的例行试验中，按有关产品标准的规定，使用地电压取海拔 1000m 或 2000m 时产品的耐受电压值不做修正。 注 2：试验电压值为常规型氢能燃料 DC/DC 变换器规定值与修正系数 K_a 的乘积。 注 3：使用地区海拔超过 5000m 的氢能燃料 DCDC 变换器应根据制造常和用户的协议进行设计和验证。 | | | | | | | | | |

5.6 外部辅助直流电路性能

5.6.1 外部直流辅助供电工作电压范围

氢能燃料 DC/DC 变换器（E 类工作温度范围）外部辅助直流电路范围应符合 GB/T 28046.2-2019 中 4.2.3 的要求。

——12V 供电系统工作范围：6V~16V；

——24V 供电系统工作范围：10V~32V。

5.6.2 外部直流辅助供电长时间过电压

结果应符合 GB/T 28046.2-2019 中 4.3.3 中的要求细则。

5.6.3 外部直流辅助供电消耗功率

氢能燃料 DC/DC 变换器外部直流辅助供电消耗功率及待机消耗功率，依照技术文件约定。

5.6.4 外部直流辅助供电叠加交流

试验结果应符合 GB/T 28046.1-2011 中定义的 A 级。

5.6.5 外部直流辅助供电电压缓升缓降

试验结果应符合 GB/T 28046.2-2019 中 4.5.3 的要求。

5.6.6 外部直流辅助供电电压瞬时下降

试验结果应符合 GB/T 28046.1-2011 中定义的 B 级。

5.6.7 外部直流辅助供电电压骤降的复位性

试验结果应符合 GB/T 28046.1-2011 中定义的 C 级。

5.6.8 外部直流辅助供电电源反接

试验结果应符合 GB/T 28046.2-2019 中 4.7.3 的要求。

5.7 温升

氢能燃料 DC/DC 变换器的温升应符合 QC/T 413-2002 中 3.3 的要求。

氢能燃料 DC/DC 变换器的温升随使用地海拔的升高需要进行海拔修正。

各海拔高度除的温升极限值应按下式确定：

$$\tau = \tau_0 + \Delta\tau$$

式中：

τ_0 ——常规型氢能燃料 DC/DC 变换器规定的温升极限值

$\Delta\tau$ ——温升极限值的海拔修正值，由表 3 查出。

注：电阻器、变阻器等高发热电器，温升极限值的海拔修正也按上述方法进行计算，但修正的数值改为海拔每升高 100m，温升极限值按 2K 计算。

表 3 温升极限值的海拔修正值

| 使用地或试验地的海拔高度 | $\Delta\tau / K$ |
|----------------------|------------------|
| $H < 2000$ | 0 |
| $2000 < H \leq 2500$ | 2 |

| | |
|-------------------------------|----|
| 2500<H≤3000 | 4 |
| 3000<H≤3500 | 6 |
| 3500<H≤4000 | 8 |
| 4000<H≤4500 | 10 |
| 4500<H≤5000 | 12 |
| 注：本表依据为海拔每升高 100m，环境温度降低 0.5℃ | |

当试验地点与使用地点的海拔不同时，温升极限值按两者的海拔差进行修正。当试验地点的海拔高于使用地点时，温升极限值为相应产品标准规定的温升值加上修正值。当试验地点的海拔低于使用地点时，温升极限值为相应产品标准规定的温升值减去修正值。计算海拔差时，低于 2000m 的海拔均算作 0m。

5.8 额定功率测试

在规定的模拟环境条件（根据技术协议约定的特殊环境）下，试验结果应符合 24347-2009 中 5.10 的要求。

——在规定的环境条件下，额定电压和连续工作情况下，DC/DC 变化其达到稳定温升后可输出的最大功率应大于或等于铭牌中标出的额定功率值。

5.9 峰值功率及持续时间

试验结果应符合 24347-2009 中 5.11 的要求。

——DC/DC 变换器的过载输出功率不小于其额定功率的 1.2 倍。

5.10 控制不确定度

5.10.1 电流控制不确定度

试验结果应符合 24347-2009 中 5.16.1 的要求。

——对于恒流输出特性的 DC/DC 变换器在额定输出电流下的相对误差不大于 2%。

5.10.2 电压控制不确定度

试验结果应符合 GB/T 24347-2009 中 5.16.2 的要求。

——对于恒压输出特性的 DC/DC 变换器在额定输出电压下的相对误差不大于 1%。

5.11 动态响应时间

试验结果应符合生产上和用户签订的供货文件要求。

5.12 开机启动时间

在人工模拟环境条件的“特殊环境 1”和“特殊环境 2”下，氢能燃料 DC/DC 变换器

开机至正常启动的时间不得大于 4min。

5.13 可靠性

试验结果应符合 24347-2009 中 5.14 的要求。

——在额定负载或按照设定的循环工况运行条件下，氢能燃料 DC/DC 变换器无故障工作时间应不小于 3000h。

5.14 环境适应性

5.14.1 温度

5.14.1.1 低温试验

氢能燃料 DC/DC 变换器应能在环境温度为-25℃时正常开机启动并运行。

5.14.1.2 高温试验

氢能燃料 DC/DC 变换器应能在环境温度为 55℃时正常开机启动并运行。

5.14.2 湿度

5.14.2.1 耐温度变化试验

氢能燃料 DC/DC 变换器的湿度试验按 QC/T 413-2002 中的 3.10.3 的规定进行，进行 2 个循环，试验过程中在 0℃~55℃时，在实验中设备应处于正常工作状态。

5.14.2.2 耐温度、湿度循环变化试验

氢能燃料 DC/DC 变换器的湿度试验按 GB/T 2423.34 的规定在-25℃~55℃之间进行 10 个循环的温度、湿度组合循环试验。每个循环为 24h，其每个循环周期中的温度和湿度的变化情况如 QC/T 413-2002 中的图 1 所示。在低温段、高温段设备均应能正常工作。

5.14.3 盐雾

氢能燃料 DC/DC 变换器的盐雾试验应按 GB/T 2423.18 相关规定进行，满足其严酷等级 1。试验结束，DC/DC 变换器在正常试验环境下恢复 2h 后，检查其通电能否正常工作，绝缘耐压性能和产品电性能参数不应下降。有关结构外观的非电性能细节，应在技术文件中规定。

5.15 振动试验

氢能燃料 DC/DC 变换器的振动试验按 QC/T 413-2002 中的 3.12 的规定进行，振动试验结束后，零部件应无损坏，紧固件应无松脱现象，绝缘耐压性能和电性能参数不应下降。

5.16 电磁兼容

5.16.1 电磁骚扰性

氢能燃料 DC/DC 变换器在运行过程中产生的传导干扰和辐射干扰不应超过 GB/T 18655-2002 中第 12 章和第 14 章规定的限值。

5.16.2 电磁抗扰性

5.16.2.1 产品的电磁辐射抗扰性

产品的电磁辐射抗扰性应符合 GB/T 17619 的有关规定。

5.16.2.2 产品的电瞬变传导的抗扰性

应符合 ISO 7637 的有关规定，具体脉冲种类、严酷等级和试验合格判定应按标准中的有关规定或按与用户协商双方认可的规定。

6 试验方法

6.1 外观质量检查

目视检查。

6.2 防护等级检查

按照 GB 4208-2008 中 IP67 中方法试验。

6.3 壳体机械强度

在氢能燃料 DC/DC 变换器壳体表面任意 30cm×30cm 的面积上均匀地施加相当于 100kg 质量重物的力，观测表面的塑形变形情况。

6.4 液冷系统冷却回路密封性能试验

对氢能燃料 DC/DC 变换器冷却液冷却的密封状态进行检查，检查方法为在管路中施加 (40±5) kPa 的水压，保持 3min，应无任何渗漏现象。

6.5 绝缘耐压性能试验

6.5.1.1 电气间隙

使用千分尺或塞规，测量两相邻导体或一个导体与响铃壳表面的最短距离。

6.5.1.2 爬电距离

按照 GB/T 18384.1-2001 中的 6.2 方法进行。

6.5.2 接地试验

用不确定度为 1/1000 Ω 的万用表（或其它具有相同功能和精度等级的仪器）测量氢能燃料 DC/DC 变换器上能触及的金属部件与外壳接地点处的电阻。

6.5.3 绝缘电阻

在氢能燃料 DC/DC 变换器未工作情况下，在环境温度为 55℃±2℃和相对湿度为 95% 时，按表 2 的要求选取兆欧表（或其它具有相同功能和精度等级的仪器）对设备中带电回路与地（外壳）之间的绝缘电阻进行测量。

6.5.4 耐电压性能

在氢能燃料 DC/DC 变换器未工作情况下，在本标准 4.1 规定的正常试验环境下，使用额定电压+1500V 的标准，选用合适量程的耐电压测试仪器对接线端子对地（外壳）和彼此无电连接的电路漏电流进行测量。测试过程中无击穿和飞弧，且漏电流小于 20mA。如应用

于高海拔环境，还需要依据本标准表 3 予以修正。

6. 外部辅助直流电路试验

6. 6. 1 外部直流辅助供电工作电压范围试验

根据外部直流辅助供电电压的不同选择供电范围：

—— $U_N=12V$ 供电系统工作范围：6V~16V；

—— $U_N=24V$ 供电系统工作范围：10V~32V。

向设备的有效输入端供电，并测量电压值，供电电压在上述电压全范围内变化时，氢能燃料 DC/DC 变换器的所有功能都满足设计要求，且试验完成后不得出现功能损失。

6. 6. 2 外部直流辅助供电长时间过电压试验

6. 6. 2. 1 高温过电压试验，在环境温度为 $55^{\circ}C \pm 2^{\circ}C$ 的情况下：

对于 $U_N=12V$ 系统，向设备有效输入端施加 18V 的电压，持续 60min。

对于 $U_N=24V$ 系统，向设备有效输入端施加 36V 的电压，持续 60min。

试验中和试验完成后，氢能燃料 DC/DC 变换器不应出现功能损失，结果符合 GB/T 28046.1 中定义的 A 级。

6. 6. 2. 2 室温过电压试验，在本标准 4.1 规定的正常试验环境下，设备静置 1h：

对于 $U_N=12V$ 系统，向设备有效输入端施加 24V 的电压，持续 $60s \pm 6s$ 。

试验中允许出现一个或多个功能不满足设计要求。试验完成后，氢能燃料 DC/DC 变换器所有功能可以自动恢复正常，结果符合 GB/T 28046.1 中定义的 C 级。

6. 6. 3 外部直流辅助供电消耗功率试验

依照技术协议的要求，测试氢能燃料 DC/DC 变换器的外部直流辅助供电功耗。

6. 6. 4 外部直流辅助供电叠加交流试验

试验方法按照 GB/T 28046.2-2019 中 4.4.2 的要求进行。

6. 6. 5 外部直流辅助供电电压缓升缓降试验

试验方法按照 GB/T 28046.2-2019 中 4.5.2 的要求进行。

6. 6. 6 外部直流辅助供电电压瞬时下降试验

试验方法按照 GB/T 28046.2-2019 中 4.6.1.2 的要求进行。

6. 6. 7 外部直流辅助供电电压骤降的复位性试验

试验方法按照 GB/T 28046.2-2019 中 4.6.2.2 的要求进行。

6. 6. 8 外部直流辅助供电电源反接试验

试验方法按照 GB/T 28046.2-2019 中 4.7.2.3 的要求进行。

6. 7 温升试验

氢能燃料 DC/DC 变换器工作在额定工况中，测量此时的设备各部件温升（测温元件可使用

温度计、热电偶、热敏元件、红外测温仪等有效手段)。

| 单位: K | |
|------------------|--------------------|
| 部件和部位 | 极限温升 |
| 主电路半导体器件 | 外壳温升由产品技术条件或分类标准规定 |
| 主电路半导体与导体的连接处 | 裸铜: 45 |
| 主电路半导体器件与导体的连接处 | 有锡镀层: 55 |
| | 有银镀层: 70 |
| 母线(非连接处): 铜 铝 | 35 |
| | 25 |
| 主电路的电阻元件与滤波元件 | 距外表面 30mm 处的空气: 25 |

6.8 额定功率试验

试验方法按照 GB/T 24347-2009 中 6.10 规定的试验方法进行。

——使氢能燃料 DC/DC 变换器的输出电压值等于铭牌上的额定电压值,调整负载输出电流,使其与额定电压的乘积等于额定功率,在温度达到平衡后,可长时间持续工作,持续工作时间应不小于 2h。

6.9 峰值功率及持续时间试验

试验方法按照 GB/T 24347-2009 中 6.10 规定的试验方法进行。

——使氢能燃料 DC/DC 变换器的输出电压值等于铭牌上的额定电压值,调整负载输出电流,使其与额定电压的乘积等于额定功率的 1.2 倍,在技术要求规定的时间内可正常工作。

6.10 控制不确定度试验

在“特殊环境 1”和“特殊环境 2”条件下,氢能燃料 DC/DC 变换器分别按 30%、60%、100% 的额定功率负荷进行电流控制不确定度和电压控制不确定度的测试。

6.11 动态响应时间试验

试验按照 GB/T 24347-2009 中 6.13 规定的试验方法进行。

6.12 开机启动时间试验

在人工模拟环境条件的“特殊环境 1”和“特殊环境 2”下,设备静置 1h:
外部直流辅助供电供电到氢能燃料 DC/DC 变换器输出额定功率的时间,不得大于 4min。

6.13 可靠性

试验按照 GB/T 24347-2009 中 6.14 规定的试验方法进行。

6.14 环境适应性

6.14.1 温度

6.14.1.1 耐低温试验

氢能燃料 DC/DC 变换器的低温试验按 GB/T 2423.1 相关要求进行，试验温度选取为 -25℃，持续时间不小于 2h，试验过程中，DC/DC 变换器在正常工作状态。

6.14.1.2 耐高温试验

氢能燃料 DC/DC 变换器的高温试验按 GB/T 2423.2 相关要求进行，试验温度选取为 +55℃，持续时间不小于 2h，试验过程中，DC/DC 变换器在正常工作状态。

6.14.2 温度试验

6.14.2.1 耐温度变化试验

氢能燃料 DC/DC 变换器的湿度试验按 QC/T 413-2002 中 3.10.3 的规定进行，试验时的低温和高温值为 -25℃~55℃时，设备应处于正常工作状态。

6.14.2.2 耐温度、湿度循环变化试验

氢能燃料 DC/DC 变换器的湿度试验按 QC/T 413-2002 中 3.11 的规定进行，进行 2 个循环，试验过程中在 0℃~55℃时，设备应处于正常工作状态。

6.14.3 耐盐雾试验

氢能燃料 DC/DC 变换器的盐雾试验应按 GB/T 2423.18 相关规定进行，推荐试验严酷等级 1。试验结束，氢能燃料 DC/DC 变换器在正常试验环境下恢复 2h 后，检查其通电能否正常工作，绝缘耐压性能和产品电性能参数不应下降。有关结构外观的非电性能细节，应在技术文件中规定。

6.15 振动试验

氢能燃料 DC/DC 变换器的振动试验按 QC/T 413-2002 中的 3.12 的规定进行，振动试验结束后，零部件应无损坏，紧固件应无松脱现象，绝缘耐压性能和电性能参数不应下降。

6.16 电磁兼容

6.16.1 电磁骚扰性

氢能燃料 DC/DC 变换器电磁骚扰性试验按 GB18655-2002 中的规定进行。

6.16.2 电磁抗扰性

6.16.2.1 产品的电磁辐射抗扰性试验

应按 GB/T 17619 的有关规定进行。

6.16.2.2 产品的电瞬变传导的抗扰性

宜按 ISO 7637 的有关规定或按与用户协商双方认可的方法进行。

7 试验报告

在试验过程中，应计是整理有关数据和资料。试验结束后，应核实观察、测定和计算结果，并整理汇总，编写试验报告。

试验报告应包括以下内容：

a) 试验时间、地点、试验人员

- b) 试验目的
- c) 被试验样机主要技术参数
- d) 试验条件及分析
- e) 试验结果及分析
- f) 结论
- g) 附件

附录

（资料性附录）

试验仪器仪表及其精度等级

实验用主要仪器、仪表及精度等级，见表 A.1

表 A. 1 实验用主要仪器、仪表及精度等级

| 序号 | 名称 | 精度等级 | | 数量 | 备注 |
|----|---------|------|------|----|----|
| | | 型式试验 | 出厂试验 | | |
| 1 | 万用表 | 0.5 | 0.5 | 1 | |
| 2 | 台式万用表 | 0.1 | 0.1 | 1 | |
| 3 | 数字示波器 | - | - | 1 | |
| 4 | 功率分析仪 | 0.1 | 0.5 | 1 | |
| 5 | 电能质量分析仪 | 1.5 | 1.5 | 1 | |
| 6 | 差分探头 | 1.0 | 1.0 | 1 | |
| 7 | 电流探头 | 0.5 | 0.5 | 1 | |
| 8 | 绝缘电阻测试仪 | 5.0 | 5.0 | 1 | |
| 9 | 耐压仪 | 1.0 | 1.0 | 1 | |
| 10 | 红外测温仪 | 1.0 | 1.0 | 1 | |
| 11 | 温度巡检仪 | 1.0 | 1.0 | 1 | |
| 12 | 函数发生器 | 0.1 | 0.1 | 1 | |
| 13 | 钳形表 | 1.0 | 2.5 | 1 | |