

中华人民共和国国家标准

GB/T 24347—2009

电动汽车 DC/DC 变换器

The DC/DC converter for electric vehicles

2009-09-30 发布

2010-02-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布
中国国家标准化管理委员会

前 言

本标准由国家发展和改革委员会提出。

本标准由全国汽车标准化技术委员会归口。

本标准起草单位：清华大学、中国汽车技术研究中心、北京航空航天大学、南车集团株洲电力机车研究所。

本标准主要起草人：陈全世、何云堂、高大威、黄勇、齐铂金、施双容、杨伟斌、伍理勋。

电动汽车 DC/DC 变换器

1 范围

本标准规定了电动汽车 DC/DC 变换器的要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输、贮存等。

本标准适用于电动汽车动力电源系统用 DC/DC 变换器。附件和控制系统低压(12 V、24 V)电源系统使用的 DC/DC 变换器可参照本标准相关内容。

本标准中涉及的 DC/DC 变换器的功率等级为千瓦级(1 kW~200 kW);不包括模块式小功率 DC/DC 变换器。

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 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 2423.1—2008, IEC 60068-2-1:2007, IDT)

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 2423.2—2008, IEC 60068-2-2:2007, IDT)

GB/T 2423.17 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验 Ka:盐雾(GB/T 2423.17—2008, IEC 60068-2-11:1981, IDT)

GB 4208—2008 外壳防护等级(IP 代码)(IEC 60529:2001, IDT)

GB 14711—2006 中小型旋转电机安全要求

GB/T 17619—1998 机动车电子电器组件的电磁辐射抗扰性限值和测量方法

GB/T 18384.1—2001 电动汽车 安全要求 第1部分:车载储能装置

GB/T 18488.1—2006 电动汽车用电机及其控制器 第1部分:技术条件

GB 18655—2002 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(idt IEC/CISPR 25:1995)

QC/T 413—2002 汽车电气设备基本技术条件

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

DC/DC 变换器 DC/DC converter

表示在直流电路中将一个电压值的电能变换为另一个电压值的电能的装置。

3.2

效率 efficiency

DC/DC 变换器的输出功率与其输入功率及附属设备(风扇、控制器等)消耗的功率之和的比值。

DC/DC 变换器的输入功率用其输入端的电压和电流的测量值的乘积来计算,输入端电压应在其输入接线端子处(或接线电缆头部)量取。

DC/DC 变换器的输出功率用其输出端的电压和电流的测量值的乘积来计算,输出端电压应在其输出接线端子处(或接线电缆头部)量取。

附属设备(风扇、控制器等)消耗的功率另行计算。

3.3

额定输出电压 output rated voltage

在规定的条件、负载状态和温升限度下,DC/DC 变换器规定的输出工作电压值。

3.4

标称输入电压 input nominal voltage

在规定的条件、负载状态和温升限度下,DC/DC 变换器输入电压的标称值。

3.5

额定功率 rated power

在规定的条件、额定电压和连续工作情况下 DC/DC 变换器达到稳定温度后可输出的最大功率。

3.6

峰值功率 peak power

在规定的条件下和规定时间内,DC/DC 变换器可连续工作的最大功率。

3.7

质量比功率 specific power

DC/DC 变换器额定功率与其总质量(包括附属系统)的比值,单位为 kW/kg。

3.8

体积比功率 volumetric power density

DC/DC 变换器额定功率与其总体积(包括附属系统)的比值,单位为 kW/L。

3.9

动态响应时间 dynamic response time

系统受到一个激励后,由一种稳定的工作状态变换到另一个稳定工作状态所经历的时间。

4 分级与型号命名

4.1 电压等级

DC/DC 变换器的输入/输出电压值可按照 12 V 的整数倍划分,例如 12 V、24 V、36 V、48 V、……、600 V。

4.2 型号命名

DC/DC 变换器的型号命名见图 1。

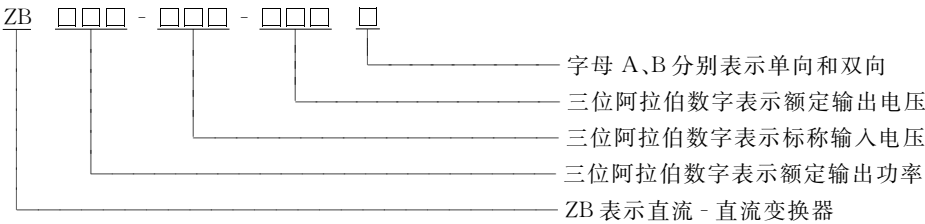


图 1 型号命名示意图

示例 1: ZB006-240-024A: 表示直流-直流电源变换器,额定输出功率为 6 kW,额定输入电压为 240 V,输出电压为 24 V,单向。

示例 2: ZB100-336-360B: 表示直流-直流电源变换器,额定输出功率为 100 kW,额定输入(输出)电压为 336 V、额定输出(输入)电压为 360 V,双向。

5 要求

5.1 环境适应性

5.1.1 温度

DC/DC 变换器的工作环境温度为一 20 ℃~+60 ℃,贮存温度为一 30 ℃~+70 ℃。

5.1.2 湿度

DC/DC 变换器的工作环境相对湿度为 5%~95%(不结露)。

5.1.3 盐雾

产品应进行盐雾试验。试验后,产品的电气性能参数应符合产品标准的规定。产品的安装细节、试验后的恢复条件和其他判定要求应在产品标准中规定。

5.2 耐振性

DC/DC 变换器的耐振性应满足 QC/T 413—2002 中 3.12 的要求。

5.3 壳体机械强度

DC/DC 变换器按照 6.3 所述的方法试验后,不发生明显的塑性变形。

5.4 防护等级

DC/DC 变换器的产品防护等级应符合 GB 4208—2008 中 IP55 要求。

5.5 噪声

DC/DC 变换器及其冷却系统的工作噪声应不大于 70 dBA。

5.6 绝缘性能

DC/DC 变换器中带电电路与地(外壳)之间的绝缘电阻,在环境温度为 $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 和相对湿度为 80%~90%时,不小于 $500\text{ }\Omega/\text{V}$ 。

5.7 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,应能耐受 2 000 V(DC)(或额定电压 +1 500 V)的试验电压 1 min。

输入和输出引线应满足 GB 14711—2006 中 5.7 的要求。

5.8 接地

按照 6.8 所述的方法试验后,电阻应不大于 $0.1\text{ }\Omega$ 。

接地点应有明显的接地标志。

5.9 电气间隙和爬电距离

电气间隙和爬电距离应满足 GB/T 18488.1—2006 表 3 中的相关要求。

5.10 额定功率

在规定的条件、额定电压和连续工作情况下,DC/DC 变换器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。

5.11 峰值输出功率及持续时间

DC/DC 变换器的过载输出功率不小于其额定功率的 1.2 倍。按照 6.11 所述的方法测量出的峰值持续运行时间,应不小于 6 min。

5.12 电磁兼容

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 18655—2002 中第 12 章和第 14 章规定的限值。

DC/DC 变换器在运行过程中抗干扰应满足 GB/T 17619—1998 中第 4 章的规定。

5.13 动态响应时间

DC/DC 变换器的动态响应时间,应符合生产商和用户签订的供货文件。

5.14 可靠性

在额定负载或按照设定的循环工况运行条件下,DC/DC 变换器无故障工作时间应不小于 3 000 h。

5.15 耐久性

DC/DC 变换器的耐久性要求,应符合生产商和用户签订的供货文件。

5.16 控制精度

5.16.1 电流控制精度

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%。

5.16.2 电压控制精度

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%。

5.17 外观质量

5.17.1 变换器外表面应平整,无明显的划伤、变形等缺陷;表面涂镀层应均匀。

5.17.2 铭牌、标志安装端正牢固,字迹清晰。

5.17.3 零部件紧固可靠,无锈蚀、毛刺、裂纹等缺陷和损伤。

6 试验方法

6.1 环境适应性

6.1.1 温度

6.1.1.1 低温试验

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 $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$,持续时间不小于 2 h。试验过程中,DC/DC 变换器在正常工作状态。

6.1.1.2 高温试验

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 $+60\text{ }^{\circ}\text{C}$,持续时间不小于 2 h。试验过程中,DC/DC 变换器在正常工作状态。

6.1.2 湿度

DC/DC 变换器的湿度试验按 QC/T 413—2002 中 3.11 的规定进行,可进行 2 个循环;试验过程中,在 $0\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 45\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时,DC/DC 变换器应处于工作状态。

6.1.3 盐雾

盐雾试验应按 GB/T 2423.17 中的有关规定进行。DC/DC 变换器应处于正常安装状态。推荐试验持续时间为 16 h、24 h、48 h。试验结束,DC/DC 变换器恢复 1 h~2 h 后,检查其通电能否正常工作。

6.2 振动试验

DC/DC 变换器的振动试验按 QC/T 413—2002 中 3.12 的规定进行。

6.3 壳体机械强度

在 DC/DC 变换器壳体各表面任意 $30\text{ cm}\times 30\text{ cm}$ 的面积上均匀地施加相当于 100 kg 质量重物的力,观测表面的塑性变形情况。

6.4 防护等级

按 GB 4208—2008 中 IP55 中方法试验。

6.5 噪声

DC/DC 变换器工作噪声试验按 QC/T 413—2002 中 4.4 的规定进行。

6.6 绝缘性能

在 DC/DC 变换器未工作情况下,在环境温度为 $23\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 和相对湿度为 80%~90% 时,用 1 000 V 兆欧表(或其他具有相同功能和精度等级的仪器)对 DC/DC 变换器中带电电路与地(外壳)之间的绝缘电阻进行测量。

6.7 耐电压性能

在 DC/DC 变换器未工作情况下,在环境温度为 $23\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 和相对湿度为 80%~90% 时,用量程为 2 000 V(DC)(或额定电压+1 500 V)的耐电压测试仪对接线端子对地(外壳)和彼此无电连接的电

路的漏电流进行测量。

6.8 接地检查

用精度为 $1/1\,000\ \Omega$ 的万用表(或其他具有相同功能和精度等级的仪器)测量 DC/DC 变换器中能触及的金属部件与外壳接地点处的电阻。

6.9 电气间隙和爬电距离

6.9.1 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相邻壳表面的最短距离。

6.9.2 爬电距离

按照 GB/T 18384.1—2001 中 6.2 的方法进行。

6.10 额定功率

使 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 2 h。

6.11 峰值功率及持续时间

使 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,在规定的测量时间内可正常工作。

6.12 电磁兼容

6.12.1 电磁干扰试验

按 GB 18655—2002 中第 3 章的测量方法进行测试。

6.12.2 电磁抗扰性试验

按 GB/T 17619—1998 的测量方法和规定的抗扰性电平要求测试。

6.13 动态响应时间

参考 6.14、图 2 中标明的工况试验曲线,测量负荷率从 30% 阶跃到 80%,或从 80% 阶跃到 30% 的响应时间。

6.14 可靠性

推荐的可靠性试验循环工况曲线(燃料电池大客车)示例见图 2, i_p 表示输出功率(P)与额定功率(P_e)的比值,试验循环数据见表 1。

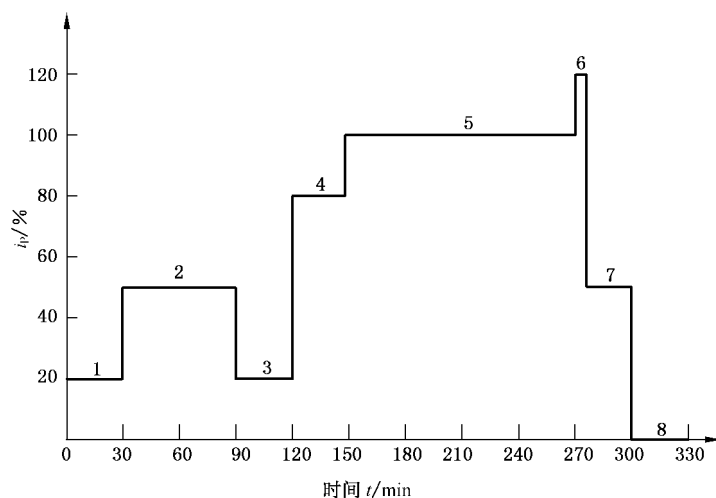


图 2 试验循环工况曲线

表 1 试验循环数据

工况序号	$i_p/\%$	工况时间 t/min	累计时间 t/min
1	20	30	30
2	50	60	90
3	20	30	120
4	80	30	150
5	100	120	270
6	120	6	276
7	50	24	300
8	0	30	330

每个循环试验时间为 5.5 h。

其他车型应用的 DC/DC 变换器可靠性试验循环工况由制造商和用户协商确定。

6.15 耐久性

DC/DC 变换器的耐久性试验方法，由生产商和用户双方协商制定。

6.16 控制精度

6.16.1 环境条件

温度为 $23\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；相对湿度为 80%～90%。

6.16.2 负荷

按 30%、60% 和 100% 的额定功率测量。

6.17 外观质量

目测检查。

7 检验规则

7.1 检验分类

产品检验分为出厂检验和型式检验两种。

7.2 出厂检验

7.2.1 每台变换器都应进行出厂检验。出厂检验由制造厂质量检验部门负责，按标准规定进行。

7.2.2 出厂检验项目见表 2。

7.2.3 出厂检验合格判定为全部检验项目合格。

7.3 型式检验

7.3.1 有下列情况之一时，变换器应进行型式检验：

- a) 新产品定型前；
- b) 产品正式投产后，在结构、材料、工艺和配套元器件等方面有较大改变，可能影响产品性能时；
- c) 产品正常生产时，每两年进行一次；
- d) 发现产品质量不稳定或各批次的出厂检验结果之间有较大差异时。

7.3.2 型式检验项目见表 2。

7.3.3 抽样及合格判定

型式检验的样品从出厂检验合格的变换器中抽取，抽样基数应不少于抽样数的 10 倍。选取不少于 2 台样品。

型式检验的合格判定为所有检验项目都合格。若有不合格项，在全部检验项目进行完毕后，再抽取加倍数量的变换器重新对不合格项进行检验，若加倍抽样检验仍不合格，则应判定这批变换器型式检验不合格。

表 2 出厂检验和型式检验项目

序号	项 目 名 称	检验要求	检验方法	型式检验	出厂检验
1	外观质量	5.17	6.17	○	○
2	低温	5.1.1	6.1.1	○	
3	高温	5.1.1	6.1.1	○	
4	湿度	5.1.2	6.1.2	○	
5	盐雾	5.1.3	6.1.3	○	
6	控制精度	5.16	6.16	○	○
7	额定功率	5.10	6.10	○	○
8	峰值功率及持续时间	5.11	6.11	○	
9	防护等级	5.4	6.4	○	
10	绝缘性能	5.6	6.6	○	○
11	耐电压性能	5.7	6.7	○	○
12	接地检查	5.8	6.8	○	○
13	电气间隙和爬电距离	5.9	6.9	○	
14	电磁兼容	5.12	6.12	○	
15	耐振性	5.2	6.2	○	
16	壳体机械强度	5.3	6.3	○	
17	噪声	5.5	6.5	○	
18	可靠性	5.14	6.14	○	
19	耐久性	5.15	6.15	○	

8 标志、包装、运输、贮存

8.1 标志

8.1.1 DC/DC 变换器产品上应有下列标志：

- 制造厂名(代码)；
- 产品型号或规格；
- 制造日期；
- 商标；
- 输入/输出极性符号；
- “高压危险”标志。

8.1.2 包装箱外壁应有下列标志：

- 产品名称、型号规格、数量、制造厂名、厂址、邮编；
- 产品标准编号；
- 每箱的净重和毛重；
- 标明防潮、不准倒置、轻放等标志。

8.2 包装

8.2.1 DC/DC 变换器的包装应符合防潮防振的要求。

8.2.2 包装箱内应装入随同产品提供的文件：

- 装箱单(指多只包装)；

- b) 产品合格证;
- c) 产品使用说明书。

8.3 运输

- 8.3.1 在运输中,产品不应受剧烈机械冲撞、曝晒、雨淋、不应倒置。
- 8.3.2 在装卸过程中,产品应轻搬轻放,严防摔掷、翻滚、重压。

8.4 贮存

- 8.4.1 产品可贮存在温度为 $-30\text{ }^{\circ}\text{C}\sim+70\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的干燥、清洁及通风良好的仓库内。
 - 8.4.2 应不受阳光直射,距离热源不应少于2 m。
 - 8.4.3 不应倒置及卧放,并避免机械冲击和重压。
-