

GB/T 24347《电动汽车 DC/DC 变换器》编制说明

(一) 工作简况（包括任务来源、主要工作过程、主要参加单位和工作组成员及其所做的工作等）

1. 任务来源

随着电动汽车行业的发展，高压部件的技术水平随之提升，高电压平台的应用越来越多，不同电压之间的转换变的更加频繁，为保证电压之间转换效率和转换质量，对 DC/DC 产品技术水平提出了更高的要求。GB/T 24347-2009 自发布以来对 DC/DC 产品有了一定的规范，但该标准主要是以燃料电池电动汽车用 DC/DC 为主进行要求，目前电动汽车应用较多的高压转低压产品难以使用该标准进行要求，该标准已不能完全适用于当前产品的发展需求，因此全国汽车标准化技术委员会电动车辆分标委提出制定 GB/T 24347《电动汽车 DC/DC 变换器》标准修订，以适应新的产业发展现状。

标准制定计划于 2016 年正式下达，计划编号 20162459-T-339。

2. 主要工作过程

2.1 前期研究与规划

项目下达后分标委对该项目进行了充分调研，考虑到驱动系统对于 DC/DC 产品应用的更为广泛，因此在电动汽车用驱动电机标准研究工作组下开展了本项标准的研究工作，工作组包括了国内外主要整车、电机生产企业、DC/DC 生产企业、燃料电池电动汽车生产企业以及检测中心，在充分调研的基础上，工作组在 2018-2019 年组织召开多次会议，同时召开了若干次小范围讨论会议，对标准文本进行起草讨论。

2.2 工作组历次会议介绍

2018 年 1 月 24 日，在天津召开电动汽车用驱动电机标准研究工作组第八次会议，来着整车企业、电机生产企业、测试机构、高校在内的 80 余位专家出席了会议。会上首次提出了对 GB/T 24347《电动汽车 DC/DC 变换器》修订方案，确定了标准的主要修订点和标准修订框架，向工作组成员提交了首版标准修订草案，明确了下一步修订计划。

2018 年 5 月 21 日，在天津召开电动汽车 DC/DC 变换器标准讨论会议，来自整车、DC/DC 生产企业、燃料电池生产企业、电机生产企业、检测机构以及高校在内的 17 名专家参加了本次会议，会上明确了标准的制定方向：根据 DC/DC 产品的不同种类进行区别规定，同时兼顾电动汽车其他标准的协调；确定了标准编制的进度安排；并分配了编写任务，明确删除了“标志、包装、运输、贮存的要求和试验”以及删除了对 DC/DC 功能等级的规定。

2018 年 7 月 24 日，在昆明召开了电动汽车驱动电机标准研究工作组会议，包括整车企业、电驱动系统生产企业、测试机构、高校在内的八十余位工作组专家出席了此次会议，会议上初步讨论了 GB/T 24347《电动汽车用 DC/DC 变换器》标准草案，工作组专

家对草案中涉及的技术要求、具体指标进行了充分讨论，会后，起草组根据会议讨论的思路和建议，对草案进行研究与完善。

2018年9月20日，在杭州召开了电动汽车用DC/DC变换器标准小范围讨论会议，来自整车企业、驱动电机生产企业、DC/DC生产企业、燃料电池生产企业、检测机构近20位专家出席了此次会议。起草组按照昆明工作组会议纪要形成了最新版草案，本次会议主要介绍了最新草案的主要变动情况，与会专家针对标准草案进行逐条讨论，主要就电压测试精度、电磁兼容、绝缘电阻、效率加权值、静态电流指标、燃料电池动力系统用DC/DC差异性等技术问题进行讨论，同时确定增加：保护功能项目及相应试验方法并形成如下结论，并安排确定下次会议情况。

2018年12月12日，在深圳召开了电动汽车用驱动电机标准研究工作组会议，包括整车企业、部件生产企业、测试机构在内的80余位专家出席了此次会议。会议详细讨论了GB/T 24347《电动汽车DC/DC变换器》，与会专家对DC/DC变换器的环境适应性测试要求、高低温指标要求、效率、控制精度、电磁兼容性问题的确定进行了详细讨论，对于双向DC/DC效率、动态响应时间、电压纹波要求等内容将在会后进行意见反馈。

2019年4月25日，在合肥召开电动汽车用驱动电机标准研究工作组会议，包括整车企业、部件生产企业、高等院校、测试机构在内的80余位专家出席了此次会议。会议详细讨论了GB/T 24347《电动汽车DC/DC变换器》，对DC/DC变换器的动态响应、静态电流、效率等指标进行了重点讨论，并对部分问题点形成共识。

2019年8月27日，在苏州召开了电动汽车DC/DC变换器标准讨论会议，整车企业、DC/DC生产企业、燃料电池汽车企业、测试机构在内的20余位专家出席了此次会议。会上项目组介绍了GB/T 24347《电动汽车DC/DC变换器》标准项目的研究进度、下一步工作计划和目前存在的主要问题点。与会专家就共同关注的标准范围、DC/DC的分类、效率指标要求及测试方法、超调和恢复时间、电流控制误差精度、静态电流指标、输入电流纹波系数指标及频率要求、短路保护以及EMC等关键问题进行了详细讨论并形成共识。会议决定本标准将于2019年10月上网征求意见。

（二）标准编制原则和主要内容（如技术指标、参数、公式、性能要求、试验方法、检验规则等）的论据，解决的主要问题，修订标准时应列出与原标准的主要差异和水平对比

1. 编制原则

本标准修订原则：

充分体现当前技术能力，重点体现DC/DC本身特有的需求，对与电子产品的通用性要求在本标准中弱化，突出不同种类DC/DC产品对于该标准的适用性。与其他电动汽车相关标准进行协调，强化实用性。

2. 主要内容

本标准通过对DC/DC变换器的电气性能/使用环境等方面进行充分研究，规定了电动汽车

DC/DC变换器产品的外观要求，输入输出特性、保护功能、环境适应性、电磁兼容、电气安全等内容，针对每一项要求给出了相应的实验方法，保证标准的可实施性。

与现行GB/T 24347-2009《电动汽车DC/DC变换器》相比，本标准的主要差异：

1) 标准的结构方面，删除了原标准中分级与型号命名，标志、包装、运输、贮存等章节的内容。检验规则删除的主要原因如下：

- GB/T 24347-2009中4.1电压等级，对当前需求及趋势分析，除了固定电压输出，还有可调范围输出的需求；
- GB/T 24347-2009中4.1型号命名，在工业4.0、智能制造的背景下，存在多样化的智慧工厂管理系统，对产品的命名方式同样是多种多样，没有必要做出归一化的要求；
- GB/T 24347-2009中8.1标志，把对产品的通用要求归入修订标准中的外观要求；
- GB/T 24347-2009中8.2包装，8.3运输，因产品形态各异，供需双方协商执行即可；
- GB/T 24347-2009中8.4贮存，在修订标准中的环境适用性章节中的相关要求可以覆盖，无需单独列出。

2) 标准删除和新增的指标，删除了峰值功率及持续时间、电气间隙和爬电距离、壳体机械强度、噪声、可靠性、耐久性；新增效率、静态电流、输出电压纹波系数、保护功能、机械冲击、支撑电容放电时间。

- GB/T 24347-2009中5.3壳体机械强度删除，主要考虑有很多情况下，DC/DC集成在其他零部件（如：电机控制器或者车载充电机）中；
- GB/T 24347-2009中5.5噪声删除，目前主流产品基本上都是用风冷方式，不需要散热风扇，原标准要求的70dB可直接满足；
- GB/T 24347-2009中5.9电气间隙和爬电距离删除，新版标准中调整为对产品的使用海拔环境的要求；
- GB/T 24347-2009中5.11峰值功率及持续时间删除，1.2倍额定功率过载及6min的持续时间要求，不适应与当前的系统设计。当前对过载及持续时间的需求各异，不具有共性；
- GB/T 24347-2009中5.14可靠性删除，在实际产品中没有严格执行，而是采用其他替代方法（比如：耐久性）来要求产品的可靠度；

- GB/T 24347-2009中5.15耐久性删除，因为不能提供统一的要求，差异很大。
实际中，对不同应用场景下的具体产品的耐久要求及试验方法，在供需双方技术协议有具体要求；
- 增加效率要求，并且以加权效率的方式要求。原因：现在已经处于一个倡导高效的年代，对电力电子部件而言，效率的高低本身就直接影响到产品其他特性的优劣；从系统实际使用过程方面考虑，DC/DC并不是持续处在某一个功率点上运行，而是全功率范围内，更高频率的在某一些功率点附近，使用加权效率去综合考核DC/DC变换器的转换效率更加实用；
- 增加静态电流要求，这个概念首次在汽车行业标准中提出，一方面，旨在提请行业关注——类似于家电产品的待机功耗指标。另一方面，这个指标对整车有实际意义，避免汽车在静置停车长时间后（比如：一个月），蓄电池亏电进而导致整车无法正常启动。测试电压设定值的选定依据是GB/T 28046.1-2011中5.2 工作模式2；
- 新增输出电压纹波系数，与输出电压控制误差同等重要，反应电源变换器直流输出电能质量的指标；
- 新增保护功能要求，当系统出现受控范围内的异常使用场景，DC/DC变换器应能够自我保护，确保整个系统的稳健性；
- 新增机械冲击要求，以适应整车的极限试验——整车碰撞类试验；
- 新增支撑电容放电时间，主要针对燃料电池用DC/DC的考虑，参考GB/T 18488.1《电动汽车用驱动电机系统 第1部分 技术条件》5.5.3，燃料电池用DC/DC作为驱动电机控制器的输入级，内部结构中同样具有大容量的支撑电容，停机后若此项要求被忽视，可能导致人身安全隐患。

3) 标准调整的内容：

- 标准的范围，调整为所有电动汽车用DC/DC变换器，不限于动力系统用，适用的功率范围也不做限定。删除了标志、包装、运输、贮存相关内容；
- 规范性引用文件、术语和定义，根据修订后的技术要求做对应调整；
- GB/T 24347-2009中5.16控制精度，根据其要求描述，将术语更该为控制误差；结合系统综合要求总体考虑，电压控制误差的要求调整为2%，且不限定在额定输出电流工况；电流控制误差不限定在额定输出电压工况；
- GB/T 24347-2009中5.13动态响应时间，调整为超调和恢复时间，超调现值统

一要求为不大于10%，恢复时间要求为5ms以内，对燃料电池用DC/DC变换器单独要求为20ms以内；

- 环境适应性方面的要求，考虑DC/DC变换器除了用在纯电动车辆上，还将用于混合动力车辆，且包含乘用车和商用车，故这方面的要求和试验方法，主要参考GB/T 28046系列标准做相应的变更。每一项环境适应性试验完成后，都有小参数检查的要求；
- GB/T 24347-2009 5.6绝缘性能，参考同类产品标准的描述，将术语更改为绝缘电阻，并推荐限值为10MΩ，考虑产品实现方案的多样化，最终以满足系统需求为目标，此项限值可以由产品技术文件给定；
- 试验方法中，给出标准试验环境要求和仪器设备要求，增强标准的可执行性。

（三）主要试验（或验证）情况分析

1. 效率

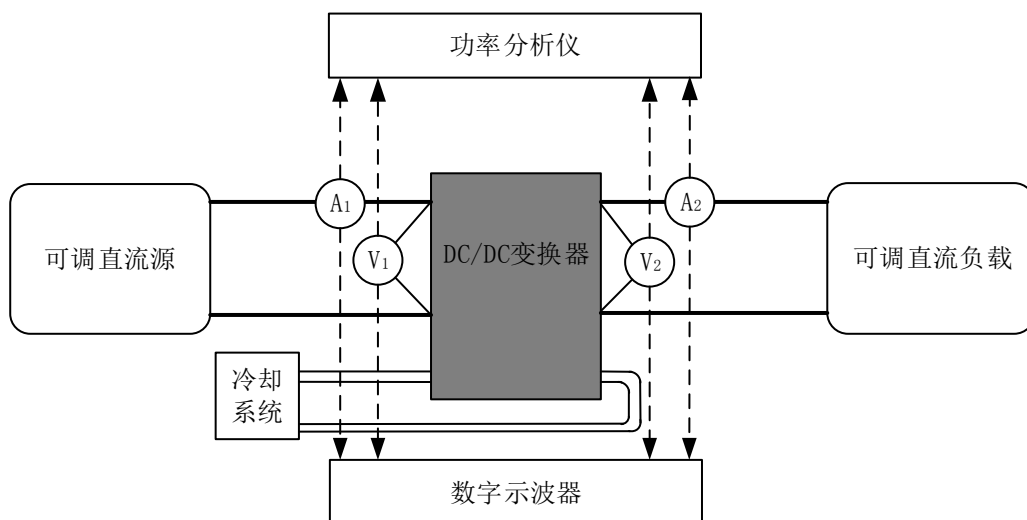
1) 测试说明

先测试输入、输出功率，计算得到某一功率点的转换效率，并使用同样的方法测得负载普各功率点的效率，然后，结合权重系数计算加权效率。

2) 测试仪器

直流功率电源、直流电子负载、功率分析仪

3) 测试接线图



Ⓐ₁ 输入电流采样装置

Ⓐ₂ 输出电流采样装置

ⓧ_{V1} 输入电压采样装置

ⓧ_{V2} 输出电压采样装置

图1 输入输出性能试验线路示意图

4) 试验方法及步骤:

- a) 按照图 1 接好试验电路，电子负载设置为恒流（或者恒阻）负载模式；
- b) 在额定的条件下开启 DC/DC 变换器（液冷产品的冷却系统要求根据产品技术协议要求执行），额定状态工作 30min 后开始测量效率；
- c) 调节输入电压额定电压，低压输出 DC/DC 变换器根据表 1（高压输出 DC/DC 变换器依据表 2）所示的负载谱，调节输出电流，分别记录各负载工况条件下的输入功率和输出功率，计算得到各工况条件下的效率 η_i ；
- d) 根据公式（1）及表 1（高压输出 DC/DC 变换器依据表 2）中的权重系数，计算加权效率。

DC/DC变换器加权效率按式（1）计算：

$$\overline{\eta} = \sum_{i=1}^n \eta_i * w_i = \sum_{i=1}^n \frac{P_{out_i}}{P_{in_i}} * w_i \dots\dots\dots (1)$$

式中：

- $\overline{\eta}$ —— DC/DC变换器加权效率（%）；
- i —— 工况序号；
- n —— 工况总数；
- η_i —— DC/DC变换器i工况的效率（%）；
- P_{out_i} —— DC/DC 变换器 i 工况的输出功率；

表1 低压输出 DC/DC 负载谱及其权重

工况序号	功率（%，相对于额定功率的百分比）	权重
1	5	5%
2	15	25%
3	25	30%
4	35	24%
5	50	14%
6	100	2%

表2 高压输出 DC/DC 负载谱及其权重

工况序号	功率（%，相对于额定功率的百分比）	权重
------	-------------------	----

1	20	10%
2	40	15%
3	60	20%
4	80	25%
5	100	30%

5) 测试数据

额定输入电压 360V，额定输出电压 14.5V，额定输出电流 125A； 环境温度：27.8℃，相对湿度：56.1%； 冷却液温度：25℃±1℃					
负荷率	输入电压(V)	输入电流(A)	输出电压(V)	输出电流(A)	效率
5%	360.05	0.2992	14.580	6.259	84.71%
15%	359.98	0.8256	14.563	18.763	91.94%
25%	359.87	1.3524	14.547	31.272	93.47%
35%	359.88	1.8796	14.530	43.781	94.04%
50%	359.87	2.6788	14.505	62.541	94.10%
100%	359.76	5.4624	14.394	125.069	91.61%

加权效率计算，低压输出 DC/DC，采用表 1 的负载谱及权重系数：

$$\overline{\eta} = 84.71\% \times 5\% + 91.94\% \times 25\% + 93.47\% \times 30\% + 94.04\% \times 24\% + 94.10\% \times 14\% + 91.61\% \times 2\% = 92.8\%$$

6) 结果判定：符合标准要求。

2. 静态电流

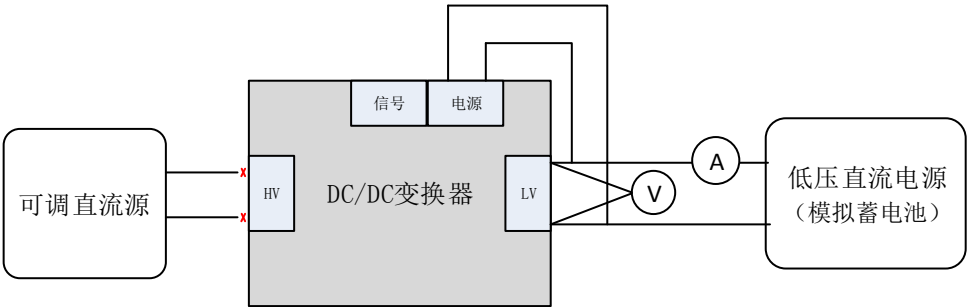
1) 测试说明

测试 DC/DC 变换器在停机或者休眠状态下，固定连接在低压蓄电池上的全部端口对低压蓄电池的损耗。

2) 测试仪器

低压直流电源（用于模拟蓄电池）、万用表两台（或者功率分析仪）

3) 测试接线图



Ⓥ 直流电压表，用于测量输出电压

Ⓐ 直流电流表，用于测量输出电流

图2 静态电流试验线路示意图

4) 试验方法及步骤:

a) 按照图 2 接好试验电路，HV 端子悬空，电源端子和 LV 端子都接到低压直流电源，高压 DC/DC 只需要将电源端子接到低压直流电源。

b) 调节可调直流电源的输出电压为低压电池的额定输出电压（12V 或 24V）。c) 记录电流表读数即为静态电流。

5) 试验数据:

环境温度：25℃，相对湿度：	
模拟蓄电池电压	静态电流
24V	2.14mA

5) 结果判定：符合标准要求。

（四）明确标准中涉及专利的情况（对于涉及专利的标准项目，应提供全部专利所有权人的专利许可声明和专利披露声明）

无

（五）预期达到的社会效益、对产业发展的作用等情况

该标准的实施将进一步提升电动汽车 DC/DC 变换器产品的质量水平，保证车辆安全，为电动汽车产业的健康、快速发展提供标准支撑。

（六）采用国际标准和国外先进标准情况，与国际、国外同类标准水平的对比情况，国内外关键指标对比分析或与测试的国外样品、样机的相关数据对比情况

本标准在修订过程中未采用国际标准和国外标准。

（七）在标准体系中的位置，与现行相关法律、法规、规章及标准，特别是强制性标准的协调性

该标准处于电动汽车标准体系中其他系统及部件部分，与电动汽车中电机控制器、OBC 标准协调。

（八）重大分歧意见的处理经过和依据

无

（九）标准性质的建议说明

标准应作为推荐性国家标准指导电动汽车 DC/DC 变换器的研发、生产与检测。

（十）贯彻标准的要求和措施建议（包括组织措施、技术措施、过渡办法、实施日期等）

本标准自实施之日起生效。

（十一）废止现行相关标准的建议

该标准发布后替代 GB/T 24347-2009。

（十二）其他应予说明的事项

无