

# GB/T 18384.3-2015 《电动汽车 安全要求 第3部分：人员触电防护》-修改单宣贯讲义

## 第1部分 标准制定（修订）情况简介

### 一、目的和意义

本标准修改单基于电安全技术分析，结合国际标准法规发展研究，对48V车型豁免了绝缘电阻、防水等条款等要求，解决了48V车型发展的标准适用性问题，对于发展此项节能技术具有重要意义。

### 二、任务来源

GB/T 18384.3-2015 《电动汽车安全要求 第3部分：人员触电防护》于2015年5月15日发布、2015年10月1日实施，替代2001版，标准的发布对规范电动汽车人员触电防护安全要求和设计规范、推动电动汽车的发展起到了重要作用，被《新能源汽车生产企业及产品准入管理规定》纳入作为新能源汽车产品专项检验项目及依据。

随着全球对节能减排的要求越来越严格，汽车制造商及零部件生产商开始寻求新的解决方案，48V系统新技术的诞生在增加少量成本的同时明显的降低了排放与能耗，得到行业一致认可，国内外主要的整车厂均有量产或样车研发计划，但48V系统产品设计的特点与现有标准要求产生了一定的冲突：48V系统结构中交流电机运行时两相之间的电压大于交流30V，按现有标准要求，整个系统应进行B级高压防护，满足绝缘电阻要求。而48V系统负极接地的设计导致其无法通过绝缘电阻的试验。通过电安全技术分析可知，实际发生单点失效时，电路中的任何一相母线对地的电压处于安全电压范围，不会造成接触触电危险。若48V系统采用传统高压系统进行设计与防护，增加了不必要的成本、阻碍了48V系统技术的发展。

为了推进48V系统技术的发展，ECE R100《欧洲经济委员会汽车法规-电动车辆电安全要求》已经完成了相关修订，对48V系统给予了一定的条款豁免，最新发布的EVS GTR《电动汽车安全全球技术法规》与ECE R100修订版对48V系统规定保持一致，同时ISO 6469-3处于修订状态，最新的修订稿中将48V系统所属的电压级别定义为B1级，降低了高压安全防护的要求。

因此，综合上述背景和技术分析，为了完善GB/T 18384.3标准的产品适用范围，确保48V系统技术的健康发展，通过行业意见征求与讨论，启动了修改单起草工作。

### 三、编制原则及编制过程

本标准修改单编制原则是在保证原有标准整体结构完整性与整车安全性的同时,修改原标准中与最新技术发展不适应的部分,促进技术的发展和标准技术内容的更新和完善。

本标准由全国汽车标准技术委员会电动车辆分技术委员会主持修改,国内超过 30 家整车制造商和零部件生产商以及检测机构参与修改单制定与讨论,主要编制过程如下:

(1) 2014 年 12 月~2015 年 5 月,全国汽车标准化技术委员会电动车辆分技术委员会秘书处(以下简称秘书处)向汽车企业发送了“关于征集国内企业发展 48V 系统意见的通知”,回复企业均表示有 48V 系统研发项目,不同企业对 48V 系统与标准协调关系理解不一致,需进行相关条款修改、豁免说明。

(2) 2015 年 6 月~2015 年 12 月,秘书处召开了 48V 系统技术国际研讨会及电动汽车整车会议,肯定了 48V 系统的发展趋势,会议确定了对现有标准的后续修改工作。

(3) 2016 年 1 月~2016 年 7 月,秘书处召开了 2 次 48V 系统相关标准研讨会,就 48V 系统电安全相关标准的修订提出了基于 ISO 6469 和 EVS GTR 法规的两种修订方案,与参会代表进行了意见交流,并且征求电动汽车整车工作组全体成员意见,基本确定了修订方案。

(4) 2016 年 8 月~2016 年 9 月,秘书处根据要求起草标准修改单,并进行了汽车行业内的征求意见,提交了正式标准修改单。

(5) 2016 年 9 月 14 日-2016 年 10 月 28 日,本修改单上网征求行业意见,共收到 4 家单位 6 条意见,进一步修改后形成送审稿。

(6) 2016 年 11 月 24 日,在电动车辆分标委审查会上,本标准送审稿全票通过审查。

(7) 2017 年 6 月 12 日,国家标准委针对本修改单专门发布 2017 年 16 号中国国家标准公告,修改单内容自 2017 年 7 月 1 日起生效实施。

## 第 2 部分 标准主要技术内容介绍

### 一、标准的范围

本标准修改单适用于搭载了 48V 系统技术的车型。

### 二、术语和定义

无。

### 三、主要技术内容

48V 系统的交流电机工作时两相之间电压略大于交流 30V,根据现行标准应属于 B 级电

压，则应满足绝缘电阻、电位均衡等要求，而 48V 系统由于和 12V 系统共用车辆底盘作为公共地线的结构设计，使得其绝缘电阻值不能满足标准要求。GB/T 18384-2015 系列标准是电动汽车使用安全的主要标准，指导电动汽车的安全设计与开发研究和检测，本修改单是对原标准的重要完善，修改后的 18384.3 将进一步促进 48V 系统技术的发展。

本修改单主要对标准文本进行了三处的修改，主要包括：

**(1) 在“第 4 章 电压等级”条款中电压等级表格下方增加内容：**

“对于相互传导连接的电路，当电路中直流带电部件的一极与电平台连接，且其它任一带电部分与这一极的最大电压值 $\leq 30\text{ V AC (rms)}$  且  $\leq 60\text{ V DC}$ ，则该传导连接电路不完全属于 B 级电压电路，只有以 B 级电压运行的部分才被认定为 B 级电压电路。”

(2) 将“5.1 高压警告标记”中的“B 级电压的电能存储系统，如 REESS 和燃料电池堆，应标记图 1 所示符号。符号的底色为黄色，边框和箭头为黑色。参照 GB 2893、GB 2894 和 GB/T 5465.2 的规定。”修改为：

“B 级电压的电能存储系统，如 REESS 和燃料电池堆，应标记图 1 所示符号。对于相互传导连接的电路，当电路中直流带电部件的一极与电平台连接，且其它任一带电部分与这一极的最大电压值 $\leq 30\text{ V AC (rms)}$  且  $\leq 60\text{ V DC}$  的情况，则 REESS 不需标记图 1 所示符号；否则，REESS 无论是否存在 B 级电压，都应标记图 1 所示符号。符号的底色为黄色，边框和箭头为黑色。参照 GB 2893、GB 2894 和 GB/T 5465.2 的规定。”

**(3) 在 6.7.1 节之前新增加如下段落：**

“对于相互传导连接的电路，当电路中直流带电部件的一极与电平台连接，且其它任一带电部分与这一极的最大电压值 $\leq 30\text{ V AC (rms)}$  且  $\leq 60\text{ V DC}$ ，则本章节 6.7、7.2 以及 8 中的要求对该电路（包括直流部分和交流部分）不适用。”

## 第 3 部分 标准条款解释

### 4 电压等级

#### 原标准

根据最大工作电压  $U$ ，将电气元件或电路分为以下等级，如表 1 所示。

表 1 电压等级

单位为伏

电压等级	最大工作电压	
	直流	交流 (rms)
A	$0 < U \leq 60$	$0 < U \leq 30$
B	$60 < U \leq 1\ 500$	$30 < U \leq 1\ 000$

#### 修改后标准

根据最大工作电压  $U$ ，将电气元件或电路分为以下等级，如表 1 所示。

表1 电压等级

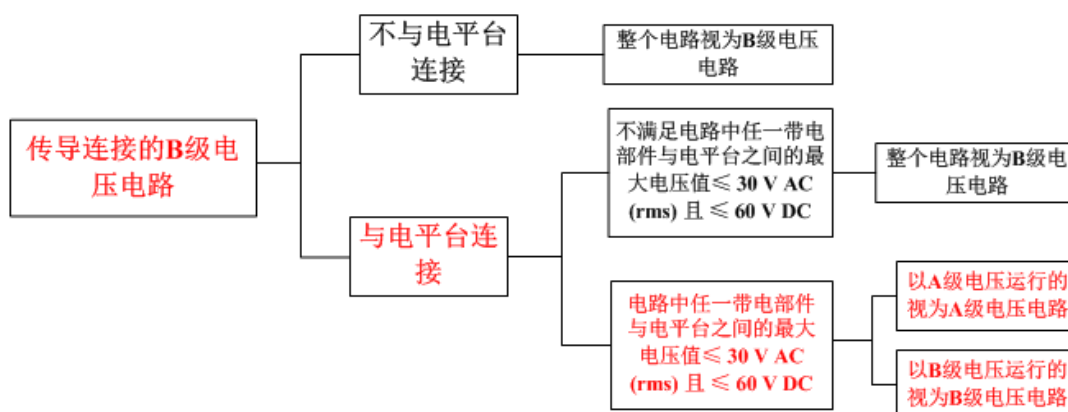
单位为伏

电压等级	最大工作电压	
	直流	交流 (rms)
A	$0 < U \leq 60$	$0 < U \leq 30$
B	$60 < U \leq 1\ 500$	$30 < U \leq 1\ 000$

对于相互传导连接的电路，当电路中直流带电部件的一极与电平台连接，且其它任一带电部分与这一极的最大电压值  $\leq 30\text{ V AC (rms)}$  且  $\leq 60\text{ V DC}$ ，则该传导连接电路不完全属于 B 级电压电路，只有以 B 级电压运行的部分才被认定为 B 级电压电路。

#### 【条文理解】

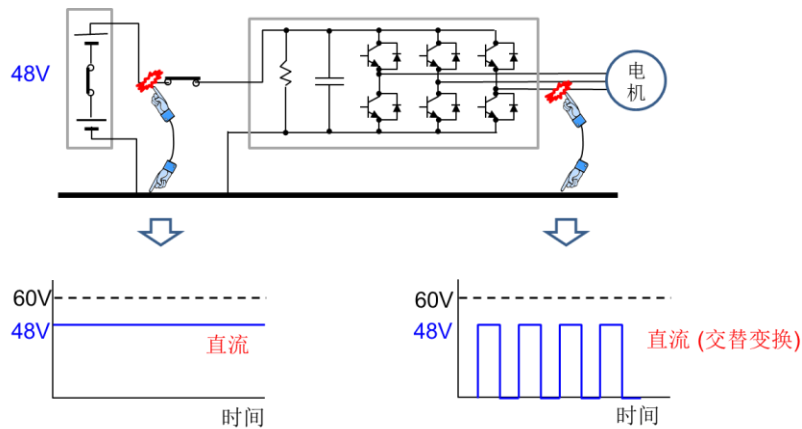
GB/T 18384.3-2015《电动汽车 安全要求 第 3 部分：人员触电防护》的修改单主要是针对 48V 系统进行 B 级电压电路细分，规定负极接地且满足相对地电压条件的传导连接电路中只有以 B 级电压运行的部分才被认定为 B 级电压电路，其余的电路属于 A 级电压电路，不需要按 B 级要求进行防护，如下图所示。



本部份采用试验测量和理论分析相结合的方法，确定 48V 系统的电压分布情况，具体如下：

针对电压测试，起草组联合多家整车制造商和零部件生产企业进行了试验验证，分别测量了电路的每一极母线与电平台之间的电压值，试验结果显示电压测量值满足  $\leq 30\text{ V AC (rms)}$  且  $\leq 60\text{ V DC}$ 。

理论分析，单点失效情况下，人员与传导连接电路的接触共分为两种情况：即接触直流电源母线非接地一极或者接触交流母线的其中一相，由于直流电压源处于低电压范围，因此不会接触触电；接触交流母线的一相，与电平台之间的电压属于脉冲直流电压，同样处于安全电压范围，如下图所示。



确定 48V 系统电压分级之后，只有电机在运行过程中相与相之间的电压部分才被认定为 B 级电压电路（实测略高于 30V AC），其余的电路属于 A 级电压电路，不需要按 B 级要求进行防护。目前的产业化设计中一般将电机控制器与电机本体集成，采用坚固的机械外壳对相电缆及连接端子进行有效的物理防护，防止同时接触高压部分，这也是 ISO 6469-3 最新修订中对 B 级电压分级和作区分性要求的思路。

## 二、“5.1 高压警告标记”

### 原标准

B 级电压的电储能系统，如 REESS 和燃料电池堆，应标记图 1 所示符号。符号的底色为黄色，边框和箭头为黑色。参照 GB 2893、GB 2894 和 GB/T 5465.2 的规定。

当移开遮栏或外壳可以露出 B 级电压带电部分时，遮栏和外壳上也应有同样的符号清晰可见。当评估是否需要此符号时，应当考虑遮栏/外壳可进入和可移开的情况。



图 1 高压警告标记

### 修改后标准

B 级电压的电储能系统，如 REESS 和燃料电池堆，应标记图 1 所示符号。对于相互传导连接的电路，当电路中直流带电部件的一极与电平台连接，且其它任一带电部分与这一极的最大电压值  $\leq 30 \text{ V AC (rms)}$  且  $\leq 60 \text{ V DC}$ ，则 REESS 不需标记图 1 所示符号；否则，REESS 无论是否存在 B 级电压，都应标记图 1 所示符号。符号的底色为黄色，边框和箭头为黑色。参照 GB 2893、GB 2894 和 GB/T 5465.2 的规定。

当移开遮栏或外壳可以露出 B 级电压带电部分时，遮栏和外壳上也应有同样的符号清晰可见。当评估是否需要此符号时，应当考虑遮栏/外壳可进入和可移开的情况。



图1 高压警告标记

**【条文理解】**

此修改参考EVS-GTR。48V系统电池以A级电压运行，且电路的任一母线的相对地电压为安全电压，因此48V电池无需高压警告标记；但以B级电压运行的电路部分如交流电机仍需要高压警告标记。如果电路中有一母线对地电压超过安全电压限值，即使REESS电压在直流安全范围内，也需要对REESS贴上高压警告标记。

**三、“6.7.1 通则”**

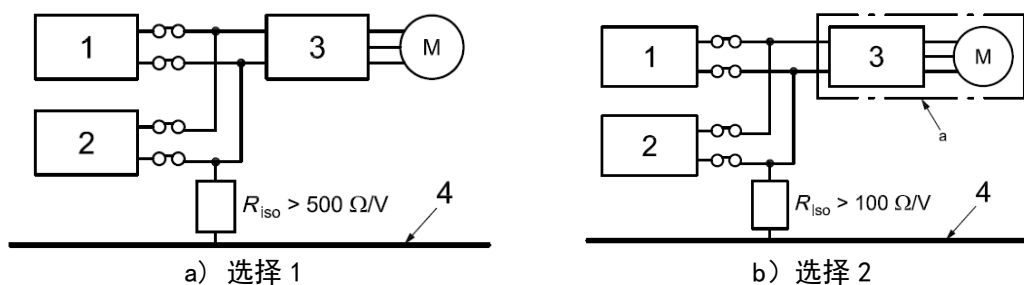
**原标准**

在最大工作电压下，直流电路绝缘电阻的最小值应至少大于  $100 \Omega/V$ ，交流电路应至少大于  $500 \Omega/V$ 。

整个电路为满足以上要求，依据电路的结构和组件的数量，每个组件应有更高的绝缘电阻。

如果直流和交流的 B 级电压电路可导电的连接在了一起（如图 2），则应满足以下两种选择中的一种：

- 选择 1：组合电路至少满足  $500 \Omega/V$  的要求，或者，
- 选择 2：如果交流电路至少应用了一种 6.7.2 节规定的附加防护方法，则组合电路应至少满足  $100 \Omega/V$  的要求。



说明：

- 1——燃料电池系统；
  - 2——动力电池；
  - 3——逆变器；
  - 4——电平台；
- 交流电路。

图2 直流、交流电路传导连接的 B 级电压系统绝缘电阻的要求

**修改后标准**

在最大工作电压下，直流电路绝缘电阻的最小值应至少大于  $100 \Omega/V$ ，交流电路应至少大于  $500 \Omega/V$ 。

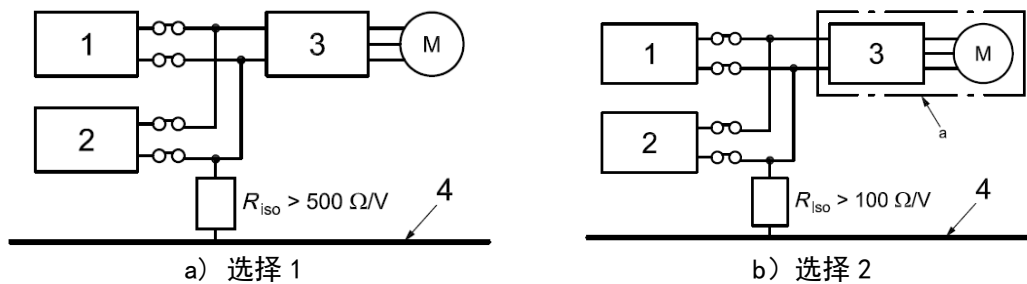
整个电路为满足以上要求，依据电路的结构和组件的数量，每个组件应有更高的绝缘电阻。

如果直流和交流的 B 级电压电路可导电的连接在了一起（如图 2），则应满足以下两种选择中的一种：

——选择 1：组合电路至少满足  $500 \Omega/V$  的要求，或者，

——选择 2：如果交流电路至少应用了一种 6.7.2 节规定的附加防护方法，则组合电路应至少满足  $100 \Omega/V$  的要求。

对于相互传导连接的电路，当电路中直流带电部件的一极与电平台连接，且其它任一带电部分与这一极的最大电压值  $\leq 30 \text{ V AC (rms)}$  且  $\leq 60 \text{ V DC}$ ，则本章节 6.7、7.2 以及 8 中的要求对该电路（包括直流部分和交流部分）不适用。



说明：

1——燃料电池系统；

2——动力电池；

3——逆变器；

4——电平台。

<sup>a</sup> 交流电路

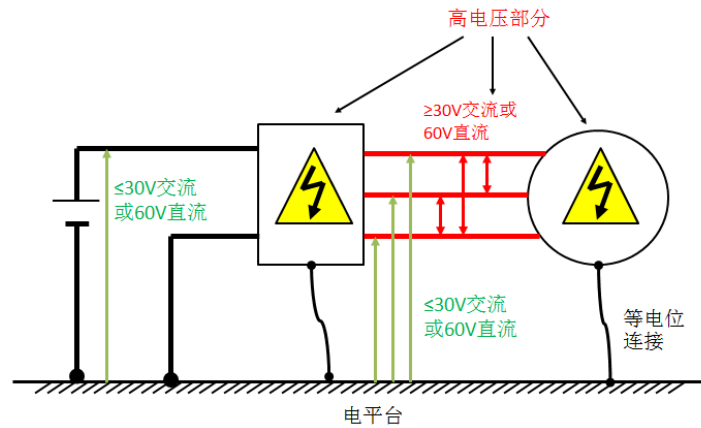
图2 直流、交流电路传导连接的 B 级电压系统绝缘电阻的要求

#### 【条文理解】

通过试验测试和理论分析发现，48V 系统在单点失效的情况下，不会出现人员触电危险，48 伏系统的电气安全可通过以下予以保证：

- (1) 系统直流电压值低于直流电路的高电压阈值；
- (2) 在交流电路中，限制相位与电底盘之间的电压；
- (3) 对电机和控制器提供 IP 等级（外壳、隔板等）的物理防护；
- (4) 线路绝缘；
- (5) 等电位搭铁。

单点失效时，因为最多只能接触到一个相位而电压低于高电压阈值（60V DC），因此不存在高电压风险。只有发生第二个失效时，才能接触到电机第二个相位。同时，电机及其控制器坚固的机械外壳或绝缘也可防止直接接触；而由于采用等电位搭铁，可避免出现两次间接接触。示意图如下：



为此，ECE R100 修订和 EVS-GTR 制定都对高压母线进行了重新定义，对传导连接到电平台电路绝缘电阻条款进行了相应的豁免说明。

另一方面，正在修订的 ISO 6469-3 (GB/T 18384.3 的参考标准) 已经考虑将直流 75V 和交流 50V 作为安全电压上限，仅要求基本保护（如遮拦，外壳，绝缘），该安全电压范围也包括了现有 48V 系统的直流和交流部分。

此部分对 48V 系统电路豁免了绝缘电阻、防水等条款要求，解决了 48V 系统发展的标准适用性问题。但对于 B 级电压电路部分，还需要满足除此之外的其它条款要求，包括基本保护和单点失效防护要求的其它部分。