

ICS
CCS

T/ABC

团 体 标 准

T/ABC XXXX-XXXX

汽车高压电线束技术条件

Specification for electric vehicles high voltage wire harness

(征求意见稿)

2023 - xx - xx 发布

2023 - xx - xx 实施

中国汽车工业协会 发布

目 次

前 言.....	II
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	2
4 要求.....	3
5 试验方法.....	13
6 检验规则.....	24
7 标志、包装、储存和保管	27

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由中国汽车工业协会车用电机电器电子分会提出。

本文件由中国汽车工业协会归口。

本文件主要起草单位：河南天海电器有限公司、重庆长安汽车股份有限公司、重庆长安新能源汽车科技有限公司、长城汽车股份有限公司、蔚来汽车科技(安徽)有限公司、滴滴无线科技有限公司、吉利汽车研究院(宁波)有限公司。

本文件参与编写专家：郭得岁、卫强、张理通、赵平堂、毛国军、周成勇、石静、王鹏、董超、吕广伟。

汽车高压电线束技术条件

1 范围

本标准规定了汽车高压（B级电压）电线束总成的一般技术要求、电气性能、环境性能、机械性能、电磁屏蔽效能、试验方法、检验规则、标志、包装、储运和保管。

注：高压电线束总成中非B级电压部分可参考使用本标准。

本标准不适用于电动汽车传导充电连接装置。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。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。

GB/T 2423.1 电工电子产品基本环境试验第2部分：试验方法 试验A:低温

GB/T 2423.2 电工电子产品基本环境试验第2部分：试验方法 试验B:高温

GB/T 2423.17 电工电子产品基本环境试验第2部分：试验方法 试验Ka:盐雾

GB 14315 电力电缆导体用压接型铜、铝接线端子和连接管

GB/T 18290.2-2015 无焊连接 第2部分：压接连接一般要求、试验方法和使用导则

GB/T 19596-2017 电动汽车术语

GB/T 28046.3-2011 道路车辆 电气及电子设备的环境条件和测试 第3部分：机械负荷

GB/T 28046.4-2011 道路车辆 电气及电子设备的环境条件和测试 第4部分：气候负荷

GB/T 28046.5-2011 道路车辆 电气及电子设备的环境条件和测试 第5部分：化学负荷

GB/T 30038-2013 道路车辆 电气电子设备防护等级(IP 代码)

GB/T 30512 汽车禁用物质要求

GB/T 37133-2018 电动汽车用高压大电流线束和连接器技术要求

QC/T 238 汽车零部件储存和保管

QC/T 413-2002 汽车电气设备基本技术条件

QC/T 1067.1-2017 汽车电线束和电气设备用连接器 第1部分：定义、试验方法和一般性能要求

QC/T 29106-2014 汽车线束技术条件

IEC 62153-4-3 金属通信电缆试验方法-第4-3部分：电磁兼容性(EMC)-表面传输阻抗-三轴法
(Metallic communication cable test methods - Part 4-3: Electromagnetic compatibility (EMC)
-Surface transfer impedance-Triaxial method)

IEC 62153-4-6 金属通信电缆测试方法-第4-6部分：电磁兼容性(EMC)-面传输阻抗-线注入法
(Metallic cables and other passive components test methods - Part 4-6: Electromagnetic
compatibility (EMC)-Surface transfer impedance-line injection method)

IEC 62153-4-7 金属通信电缆试验方法-第4-7部分：电磁兼容性(EMC)-测量传输阻抗和屏蔽或耦合衰减的试验方法管中管法
(Metallic cables and other passive components test methods - Part
4-7: Electromagnetic compatibility (EMC)-Test method for measuring of transfer impedance

ZT and screening attenuation as or coupling attenuation ac of connectors and assemblies
-Triaxial tube in tube method)

LV215-1 高压连接器的电气电子要求 (Electrical/Electronic Requirements of HV Connectors)

LV216-2 机动及其电驱车辆高压屏蔽和护套电缆要求和测试 (Shielded High-voltage-sheathed Cables for Motor Vehicles and Their Electric Drives Requirements and Test)

SAE/USCAR-21 导线端子电气压接的性能规范 (Performance Specification for Cable-to-Terminal Electrical Crimps)

SAE/USCAR-38 超声波焊接技术规范 (Performance Specification for Ultrasonically Welded Wire Terminations)

3 术语和定义

3.1

B 级电压电路 class B voltage

最大工作电压大于30V a. c. (rms)且小于或者等于1000V a. c. (rms),或大于60V d. c.且小于等于1500V d. c.的电力组件或电路。

3.2

高压导线 high voltage wiring

用于传导B级电压电路的导线。

3.3

高压连接器 high voltage connector

由端子、护套及其附件组成,与对配组合件连接后能实现B级电压电气连接的组合件。

3.4

高压线束总成 high voltage harness assembly

由高压电缆和高压连接器,护板,支架等组成,在电动汽车高压部件间仅传导B级电压的连接装置。

3.5

开式压接筒 open crimp barrel

压接前呈敞开状如U或V形的压接筒。



图 1 开式压接筒

3.6

闭式压接筒 closed crimp barrel

压接前呈闭合状的压接筒。



图 2 闭式压接筒

3.7

屏蔽环 shielding ring

安装在电缆上，用于连接电缆屏蔽层与连接器屏蔽结构的金属介质。

3.8

压接电阻 crimp resistance

端子与电缆导体的压接电阻。

3.9

护套 housing

用于安装端子，对端子起固定、绝缘、防护的部件或组合部件。

3.10

保护管 protection tube

对电线保护的非金属管状零件，如铝管、塑料管、波纹管、编织管等。

3.11

定位件 clip

安装在电线束上，用于电线束与车体或其他对应部件固定的零件，如扎带、卡扣、支架、护板等。

4 要求

4.1 一般要求

4.1.1 高压线束总成应符合本标准的要求，并按经规定程序批准的图样及技术文件制造。

4.1.2 高压线束总成中所用材料和零部件在无特殊规定时应分别符合下列要求：

- a) 高压电线束材质应符合 GB/T 30512 汽车禁用物质要求的规定；
- b) 高压导线应符合 QC/T 1037、LV216-2 等的规定；
- c) 高压连接器应符合 QC/T 1067、LV215 等的规定；
- d) 塑料紧箍带应符合 QC/T 349 的规定；
- e) 橡胶制品材料应符合 QC/T 29106-2014 附录 HG/T2196 的规定；
- f) 热缩管双壁管应符合 QC/T 29106-2014 附录 B 的规定；
- g) 压敏胶粘带应符合 QC/T 29106-2014 附录 C 的规定；
- h) 波纹管应符合 QC/T 29106-2014 附录 D 的规定。

4.1.3 等级分类

根据在车辆的预期适用环境，选择高压线束总成的温度等级（见表 1）、密封等级（见表 2）、振动等级（见表 3）。

表 1 温度等级

环境温度等级 ^a	温度范围 ^b ($T_{\min} \sim T_{\max}$)	位置
T1	-40° C ~ +105° C	其他
T2	-40° C ~ +125° C	前舱（非发动机上）
T3	-40° C ~ +150° C	发动机上、排气管或其他热源附近

a: 高压线束总成连接不同温度环境的部件时, 应符合较严酷温度级别的相关要求。
b: 若产品在使用位置有隔热等措施, 可协商调整温度范围。

表 2 密封等级

密封等级 ^a	防护等级	适用场合示例
S1	IP67 和 IPX6	除 S2 外的其他位置
S2	IP6K9K、IP68 和 IP67	底盘等位置较低处, 高压水可到达位置

a: 高压线束连接不同场合的部件时, 系统各部分可根据需要符合相应密封级别的相关要求。

表 3 振动等级

振动等级	应用类型
V1	安装在车身上, 不与动力总成相连
V2	全部或部分安装在动力总成上

4.2 外观

- 4.2.1 高压线束总成的外观上应清晰、牢固地标有产品基本信息。
- 4.2.2 高压线束总成的导线外皮以及保护管应使用橙色。
- 4.2.3 高压线束总成中的保护管及定位件的型号、数量、方向、位置和分支点位置及分支方向, 应符合图样及技术文件要求。
- 4.2.4 高压线束总成中易触及的表面不应有毛刺、飞边及类似尖锐边缘。
- 4.2.5 高压线束总成中各零件不应有破损、脆化、裂纹、金属锈蚀等缺陷。
- 4.2.6 高压线束总成上的定位件、端子、密封圈、护板、保护管等部件安装到位, 无脱落、错位、歪斜、位移、退位脱出等缺陷。
- 4.2.7 端子需要热缩管防护时, 热缩管及溢胶(如有溢胶)不得超出端子安装面, 如图 3。

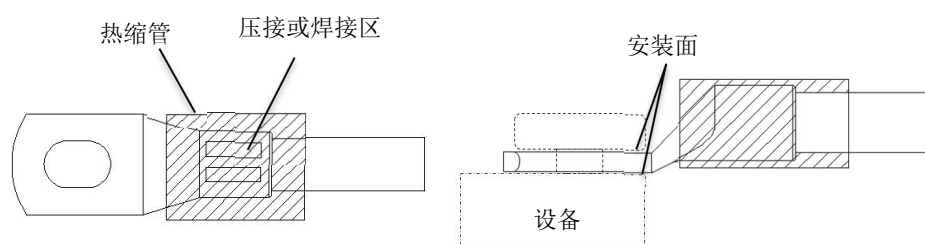


图3 热缩管防护

4.2.8 保护管与电线的连接处需要用胶带固定时，应符合如下要求：

- a) 胶带捆扎后，胶带端部和尾部不应有翘起；
- b) 胶带缠绕圈数至少3层。

4.3 尺寸

4.3.1 单根线束和保护管总长度不应小于50mm。

4.3.2 电线束基本尺寸极限偏差应符合表4规定，或满足技术规范等要求。

4.3.3 定位件的非使用部分切除后，使用部分允许保留露出2个~3个卡齿，切口平齐。

表4 极限尺寸偏差（mm）

基本尺寸	极限偏差			
	定位件之间		定位件与非定位件之间	
	+	-	+	-
$L \leq 300$	5	3	10	3
$300 < L \leq 500$	10	5	15	5
$500 < L \leq 1000$	15	5	20	5
$1000 < L$	20	10	20	10

4.4 端子与电线连接（压接）

4.4.1 外观与尺寸

4.4.1.1 开式压接筒

开式压接筒和导线压接后，外观与尺寸应符合如下要求：

- a) 外观应符合 USCAR21 中 4.2 的规定；
- b) 压接高/宽度应符合端子（连接器）图纸、技术规格书的规定。

4.4.1.2 闭式压接筒

闭式压接筒和导线压接后，外观与尺寸应符合如下要求：

- a) 所有导体必须在压接筒内，绝缘线皮不应进入压接筒内，如图4；

- b) 不允许有毛刺、飞边；
- c) 压接高度/宽度满足端子（连接器）图纸、技术规格书的要求。

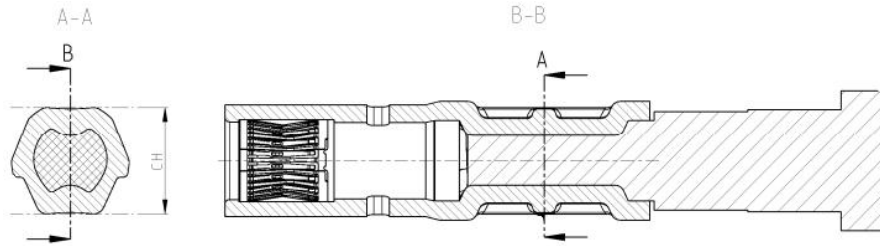


图 4 闭式端子压接

4.4.2 剖面

剖面分析检查满足 USCAR21 中 4.3 的要求，或满足端子（或连接器）图纸、技术规格书的要求。

4.4.3 连接强度

4.4.3.1 端子-电缆拉力应符合表 5 要求。

4.4.3.2 HVIL 端子应符合 QC/T 29106—2014 中 4.4.6 规定的连接强度的要求，如有其它要求，由供需双方协商确定。

表 5 最小拉力值

电缆规格 (mm ²)	最小拉脱力 (N)
2.5	200
3.0	260
4.0	270
5.0	360
6.0	450
10.0	500
16.0	1500
25.0	1900
35.0	2200
50.0	2700
70.0	3400
95.0	4200
120.0	4800
注：未列出电缆规格的拉力可通过插值来确定。	

4.4.4 电气性能

压接电阻应符合表 6 的要求。

表 6 压接电阻

序号	导线截面积 (mm ²)	压接电阻 (mΩ)		最大测试电流 (A)
		试验前	试验后	
1	2.5	0.17	0.35	1
2	4	0.11	0.22	1
3	6	0.09	0.18	1
4	10	0.07	0.14	5
4	16	0.05	0.10	5
5	25	0.035	0.07	5
6	35	0.029	0.059	10
7	50	0.025	0.05	10
8	70	0.019	0.038	10
9	95	0.016	0.032	20

注：未列出端子规格的连接电阻可通过插值来确定

4.5 端子与电线连接（焊接）

4.5.1 外观和尺寸

端子和电线焊接后，外观和尺寸应符合如下要求：

- a) 外观应符合 USCAR38 中 4.2 的规定；
- b) 焊接高/宽度应符合端子（连接器）图纸、技术规格书的规定。

4.5.2 焊接区剖面分析

焊接的剖面分析及检查应符合 USCAR38 中 4.3 的规定，或符合端子（或连接器）图纸、技术规格书的规定。

4.5.3 连接强度

拉脱力、撕裂力以及焊接宽度推荐值应满足表 7 的要求。

表 7 最小拉脱力、撕裂力及推荐焊接宽

导线规格 (mm ²)	铜导线			铝导线		
	最小拉脱力 (N)	最小撕裂力 (N)	最小焊接宽度 (mm)	最小拉脱力 (N)	最小撕裂力 (N)	最小焊接宽度 (mm)
2.5	275	55	-	200	40	-
3.0	350	70	-	240	48	-
4.0	375	75	-	260	52	-
6.0	435	-	4.0	300	-	4.0
10.0	800	-	4.0	400	-	7.0
16.0	1050	-	8.0	550	-	9.6
25.0	1350	-	9.0	850	-	11.6.
35.0	1700	-	11.0	1200	-	13.0
50.0	2200	-	15.0	1650	-	16.0
70.0	2400	-	20.0	1880	-	21.0
95.0	X	-	-	2050	-	25.0
110	X	-	-	2150	-	26.0
120	X	-	-	2200	-	26.0

注 1：“X”代表目前无利用的经验数值推荐；

注 2：撕裂力仅对于≤6 mm² 导线焊接有要求；

注 3：焊接宽度对于>6 mm² 导线焊接有要求；

4.5.4 电性能

电性能检测采用如下方法：

- a) 导线截面积≤6 mm² 采用干电路电阻法；
- b) 导线截面积>6 mm² 采用电压降法。

焊接电阻及加速老化试验后，所有样品不得超过表 8 所示的电阻值。

表 8 允许的最大电压降及电阻

导线规格 (mm ²)	测试电压 (V)	测试电流 (A)	最大电压降或电阻 mV/A(mΩ)	老化后最大电压降或电阻 mV/A(mΩ)
$S \leq 6$	<20mV	<0.1A	0.55	0.88
$6 < S < 12$	合适电压	50A	0.15	0.24
$12 \leq S < 20$	合适电压	75A	0.11	0.18
$20 \leq S < 30$	合适电压	100A	0.08	0.13
$30 \leq S < 40$	合适电压	100A	0.06	0.10
$40 \leq S < 50$	合适电压	100A </td <td>0.05</td> <td>0.08</td>	0.05	0.08
$50 \leq S < 60$	合适电压	100A	0.04	0.06
$60 \leq S < 120$	合适电压	100A	0.03	0.05

4.6 屏蔽环与导线连接

4.6.1 外观及尺寸

屏蔽环和导线压接后，应符合如下要求：

- 屏蔽网应全部压入屏蔽环中，不能出现飞丝现象；
- 除屏蔽网外，不能出现纺布、导体、屏蔽铝箔、绝缘层压入屏蔽环内的不良现象；
- 压接区不应出现飞边、镀层脱落等不良现象；
- 屏蔽网如需翻折，翻折处及尾端裸露的屏蔽网漏出长度不可超过屏蔽环，如图 5 所示；
- 压接高/宽度应符合屏蔽环（连接器）图纸、技术规格书的规定。

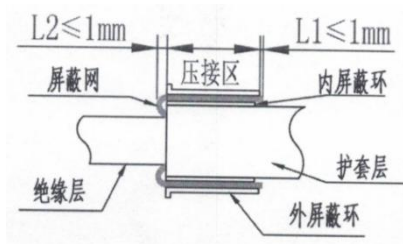


图 5 屏蔽环压接要求

4.6.2 屏蔽环连接强度

屏蔽环与电缆之间的拉力应符合表 9 的要求。

表 9 屏蔽环-电缆拉力

电缆屏蔽层直径 d (mm)	最小拉脱力 (N)
$d \leq 5$	50

表 9 屏蔽环-电缆拉力 (续)

电缆屏蔽层直径 d (mm)	最小拉脱力 (N)
$5 < d \leq 8$	150
$8 < d \leq 13$	300
$13 < d$	450

4.6.3 电性能

屏蔽连接电阻应符合表 10 的要求。

表 10 屏蔽连接电阻

屏蔽连接电阻类型	试验前 (mΩ)	试验后 (mΩ)
电缆屏蔽层到线束连接器屏蔽层连接电阻	<3	<3

4.7 橡胶件防水性能

橡胶件防水要求及测试方法，应符合 QC/T 29106-2014《汽车线束技术条件》4.6 和 5.6 的要求。或供需双方协商确定。

4.8 电气性能

4.8.1 导通

对所有电路按照图纸或者技术条件进行通电检测，应无短路、断路、错路现象。

4.8.2 绝缘电阻

在 1000VDC 下，高压线束总成的高压连接器中任何两个相邻金属组件，包括端子与端子，端子与屏蔽层，屏蔽层与外壳（金属壳），端子与外壳（金属壳）之间的绝缘电阻值应不小于 100 MΩ。

4.8.3 耐电压

按表 11 电压，高压线束总成中高压连接器任何两个相邻金属组件，包括端子与端子，端子与屏蔽层，屏蔽层与外壳（金属壳），端子与外壳（金属壳）之间无飞弧或击穿现象，电流泄漏应不大于 5mA。

表 11 耐电压测试电压值选取表

额定电压 U/V	测试电压 AC/V (50/60HZ)	测试电压 DC/V
20~100	1000	1600
100~300	1600	2500
300~600	$2*U+1000$	$3.2*U+1600$
>600	按技术要求执行，但不低于额定电压“300~600”时的要求	

4.9 环境性能

4.9.1 耐低温性能

高压线束总成按温度等级（见表1）规定的温度 T_{\min} 进行低温试验, 48h 试验后, 高压电线束外观应满足 4.2.5、4.2.6、4.2.7、4.2.8 的要求；电气性能满足 4.8.2、4.8.3 要求。

4.9.2 耐高温性能

高压线束总成按温度 85℃进行高温试验, 48h 试验后, 高压电线束外观应满足 4.2.5、4.2.6、4.2.7、4.2.8 的要求；电气性能满足 4.8.2、4.8.3 要求。

4.9.3 热老化

高压线束总成按温度等级（见表1）规定的温度 T_{\max} 进行热老化试验, 1008h 试验后, 高压电线束外观应满足 4.2.5、4.2.6、4.2.7、4.2.8 的要求；电气性能满足 4.8.2、4.8.3 要求；防水性能满足 4.9.7 要求；压接（或焊接）电阻满足 4.4.4 或 4.5.4, 4.6.3 要求。

4.9.4 温度冲击

高压线束总成按温度等级（见表1）规定的 T_{\min}/T_{\max} 进行温度冲击, 100 次循环试验后, 高压电线束外观应满足 4.2.5、4.2.6、4.2.7、4.2.8 的要求, 电气性能满足 4.8.2、4.8.3 要求。

4.9.5 稳态湿热

高压线束总成按温度等级（见表1）规定的 T_{\min}/T_{\max} , 21d 试验后, 高压电线束外观应满足 4.2.5、4.2.6、4.2.7、4.2.8 的要求；电气性能满足 4.8.2、4.8.3 要求。

4.9.6 温湿循环

高压线束总成按温度等级（见表1）规定的 T_{\min}/T_{\max} 进行耐温度、湿度循环变化性能试验后, 10 次循环试验后, 高压电线束外观应满足 4.2.5、4.2.6、4.2.7、4.2.8 的要求；电气性能满足 4.8.2、4.8.3 要求；压接（或焊接）电阻满足 4.4.4 或 4.5.4, 4.6.3 要求。

4.9.7 防尘

高压线束总成按密封等级（见表2）规定的等级防尘试验后, 高压电线束外观应满足 4.2.5、4.2.6、4.2.7、4.2.8 的要求；电气性能满足 4.8.2、4.8.3 要求。

4.9.8 防水

高压线束总成按密封等级（见表2）规定的等级防水试验后, 高压电线束外观应满足 4.2.5、4.2.6、4.2.7、4.2.8 的要求；电气性能满足 4.8.2、4.8.3 要求。

4.9.10 盐雾腐蚀

高压线束总成应进行耐盐雾试验, 试验周期为 96h, 试验后, 高压电线束外观应满足 4.2.5、4.2.6、4.2.7、4.2.8 的要求；电气性能满足 4.8.2、4.8.3 要求；压接（焊接）电阻满足 4.4.4 或 4.5.4, 4.6.3 要求。

4.9.11 化学溶剂

高压线束总成应进行耐化学试剂试验, 试验后, 高压电线束外观应满足 4.2.5、4.2.6、4.2.7、4.2.8 的要求; 电气性能满足 4.8.2、4.8.3 要求; 防水性能满足 4.9.7 要求。

4.10 机械性能

4.10.1 机械振动

高压线束总成按振动等级(见表 3)规定的等级进行振动试验, 试验后, 高压电线束外观应满足 4.2.5、4.2.6、4.2.7、4.2.8 的要求; 电气性能满足 4.8.2、4.8.3 要求, 不允许瞬断。

4.10.2 机械冲击

高压线束总成按振动等级(见表 3)规定的等级进行冲击试验, 试验后, 高压电线束外观应满足 4.2.5、4.2.6、4.2.7、4.2.8 的要求; 电气性能满足 4.8.2、4.8.3 要求, 不允许瞬断。

4.10.3 自由跌落

高压电线束应进行自由跌落试验, 试验后, 高压电线束外观应满足 4.2.5、4.2.6、4.2.7、4.2.8 的要求; 电气性能满足 4.8.2、4.8.3 要求。

4.11 电磁屏蔽效能

具有电磁屏蔽性能的高压电线束, 其屏蔽效能等级见表 12。

表 12 电磁屏蔽效能

屏蔽分级	屏蔽效能 Db
E1	$\geq 20, < 40$
E2	$\geq 40, < 60$
E3	≥ 60

注: 如有特殊要求, 电线束屏蔽效能由供需双方协商后确定试验方法及步骤。

4.12 安全性能

4.12.1 禁用物质

高压线束总成的禁用物质应符合 GB/T 30512 要求, 或供需双方协商确定。

4.12.2 阻燃特性

高压线束总成各零部件阻燃要求见表 13, 或供需双方协商确定。

表 13 阻燃要求

	类别	阻燃限值要求
高压线束总成	高压导线(绝缘层和护套层)	电缆的燃烧火焰在 70s 内熄灭, 在试样末端最少 50mm 绝缘保留未燃。

表 13 阻燃要求（续）

	类别	阻燃限值要求
高压线束总成	高压连接器（非金属零件）	GB/T 2408, V-0
	波纹管等辅材	GB/T 2408, V-0

5 试验方法

5.1 试验条件

如无其他规定，试验样品在下述条件下稳定 24h 后进行测试。

- a) 环境温度：18℃~28℃；
- b) 空气相对湿度：45%~75%；
- c) 大气压力：86KPa~106KPa。

5.2 外观检查

采用目视法检查，高压线束总成外观应符合 4.2 中相关规定。

5.3 尺寸检查

5.3.1 用钢卷尺或专用工装测量电线束基本尺寸。

5.3.2 用专用检具或量角器测量电线束分支点分线方向及定位件方向。

5.4 端子与电线的连接（压接）试验

5.4.1 外观与尺寸

- a) 外观采用目视方法，应符合 4.4.1 中相关规定；
- b) 尺寸使用游标卡尺或千分尺进行测量，应符合 4.4.1 中相关规定。

5.4.2 导体压接区横断面检验

- a) 试验设备：专用横断面检验实验装置，装置应包括样件截断、研磨、剔铜屑、显微镜等；
- b) 试验样件：在实际产品上取样或制作短样（与实际产品状态一致）；
- c) 试验过程：按照 USCAR21 4.3。

5.4.3 连接强度试验

- a) 试验设备：拉力试验机（量程应根据需要确定，示值误差不大于±1%），样件夹具（应能匀速运动，夹具移动速度为 20mm/min~200mm/min 的恒定值）；
- b) 试验样件：在实际产品上取样或制作短样（与实际产品状态一致），样件应满足其固定到拉力试验机上最小长度的要求；
- c) 试验过程：将样件固定在拉力试验机夹具上，沿电线轴线方向施加拉力，记录将端子拉出过程中的最大拉力示值。

5.4.4 电压降试验

- a) 试验设备：恒流电源（电流输出范围 0A~300A 或根据需要确定，输出电流最大允许偏差不大于±1%），毫伏表（精度等级不低于 0.5 级），温度测量仪表及热电偶（精度等级不低于 0.5 级）；
- b) 试验样件：在实际产品上取样或制作短样（与实际产品状态一致），样件长度应大于 160mm。按照图 6 所示测量点，测量点进行焊接处理，使电线导体不松散；
- c) 试验过程：试验按图 6 所示进行电路连接，按压接电阻（见表 6）的要求确认试验电流，测量应在热平衡后进行，热平衡至少有 5 次从温度读数确定，每隔 2min 读数一次，连续 5 次读数的最大温度差小于±2℃。导体压接区电压降按下式计算：

$$U_{AB}=U_{AC}-U_{CD}$$

式中：

U_{AB} ---导体压接区电压降，mV；

U_{AC} ---测量点 A、C 间电压降，mV；

U_{CD} ---测量点 C、D 间电压降，mV；

备注：1mV/A=1mΩ

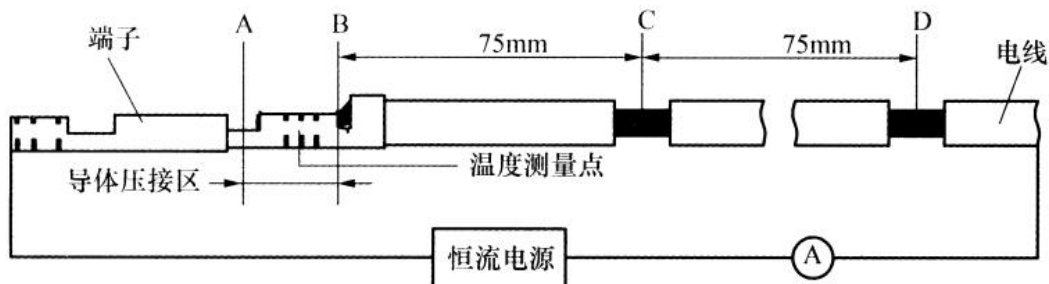


图 6 电压降试验示意图

5.5 端子与电线的连接（焊接）试验

5.5.1 外观与尺寸

- a) 外观采用目视方法，应符合 4.5.1 中相关规定；
- b) 尺寸使用游标卡尺或千分尺进行测量，应符合 4.5.1 中相关规定。

5.5.2 导体压接区横断面检验

- a) 试验设备：专用横断面检验实验装置，装置应包括样件截断、研磨、剔铜屑、显微镜等；
- b) 试验样件：在实际产品上取样或制作短样（与实际产品状态一致）；
- c) 试验过程：按照 USCAR38，4.3 规定的检测程序执行。

5.5.3 连接强度试验

a) 试验设备：拉力试验机（量程应根据需要确定，示值误差不大于±1%），样件夹具（应能匀速运动，移动速度为 50mm/min-250mm/min 的恒定值），卡尺，压接拆除工具或其他合适的方法可以拆开绝缘压接翼（制作短样时可以不压接尾翼）；

b) 试验样件：在实际产品上取样或制作短样（与实际产品状态一致），样件应满足其固定到拉力试验机上最小长度的要求；

c) 试验过程（拉脱力）：

1. 如果测试样品有绝缘压接，确保绝缘压接在开启状态（未压接）下执行拉脱力实验；
2. 将样品固定在测试台架上并将导线张紧，避免测试数据不正确；

3. 测量并记录导体焊接区的高度、宽度和长度；
4. 目视检查导体焊接区，确保导体股丝没有破坏，如果导体股丝破坏，则该样品不能用于测试；
5. 在轴向施加一个拉力直至将端子拉脱，速度保持在 50mm/min~250mm/min，(推荐使 100mm/min)，记录每个样品的最大拉脱力。

d) 试验过程（撕裂力）：

1. 如果测试样品有绝缘压接，确保绝缘压接在开启状态（未压接）下执行拉脱力实验；
2. 将样品固定在测试台架上并将导线张紧，避免测试数据不正确；
3. 测量并记录导体焊接区的高度、宽度和长度；
4. 目视检查导体焊接区，确保导体股丝没有破坏，如果导体股丝破坏，则该样品不能用于测试；
5. 在焊接导线方向施加一个 90 度或逆向 180 度的拉力，速度保持在 50mm/min~250mm/min，(推荐使 100mm/min)，记录每个样品的最大撕裂力。

5.5.4 电压降或干电阻测试

5.5.4.1 电压降

a) 试验设备：恒流电源（电流输出范围 0~300A 或根据需要确定，输出电流最大允许偏差大于 ±1%），毫伏表（精度等级不低于 0.5 级）；

b) 试验样件：在实际产品上取样或制作短样（与实际产品状态一致），样件所带电线长度应大于 150mm。按照图 7 所示测量点，其中 B 点为焊接区前测量点，E 点为焊接区尾部测量点，C 点为距离 E 点 100mm 的测量点。C 测量点进行焊锡接处理，使电线导体不松散；

c) 试验过程：试验按图 7 所示，进行电路连接，按允许的最大电压降及电阻（见表 8）中规定的检测电流确认试验电流，稳定后读数记录。导体压接区电压降按下式计算：

$$U_{BE}=U_{BC}-U_{EC}$$

式中：

U_{BE} ——导体焊接区电压降，mV；

U_{BC} ——测量点 B、C 间电压降，mV；

U_{EC} ——测量点 E、C 间电压降，mV；

注：1mV/A=1mΩ

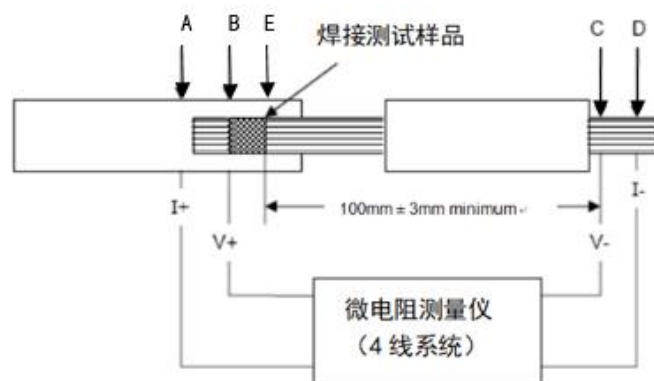


图 7 电压降试验示意图

5.5.4.12 干电阻测量

- a) 试验设备：微电阻测量仪（4 线系统）；

b) 试验样件：在实际产品上取样或制作短样（与实际产品状态一致），样件所带电线长度应大于150mm。按照图8所示测量点，其中B点为焊接区前测量点，E点为焊接区尾部测量点，C为距离E为100mm的测量点。C测量点需进行焊锡接处理，使电线导体不松散。

c) 试验过程：试验按图8所示，进行电路连接，按允许的最大电压降及电阻（见表8）中规定的检测电流确认试验电流，稳定后读数记录。导体压接区电压降按下式计算：

$$R_{BE}=R_{BC}-R_{EC}$$

式中：

R_{BE} ——导体压接区电阻， $m\Omega$ ；

R_{BC} ——测量点B、C间电阻， $m\Omega$ ；

R_{EC} ——测量点E、C间电阻， $m\Omega$ ；

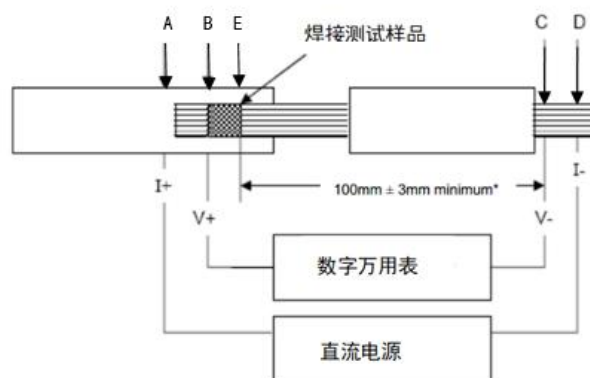


图8 干电阻试验示意图

5.6 屏蔽环与电线的连接试验

5.6.1 外观与尺寸

- c) 外观采用目视方法，应符合4.6.1中相关规定；
- d) 尺寸使用游标卡尺或千分尺进行测量，应符合4.6.1中相关规定。

5.6.2 连接强度试验

- a) 试验设备：拉力测试机（量程应根据需要确定，示值误差不大于±1%），样件夹具（应能匀速运动，夹具移动速度恒定值为20mm/min~50mm/min）；
- b) 试样：在实际产品上取样或制作短样（与实际产品状态一致），样品长度至少300mm。当绝缘压接与屏蔽环同时适用时，绝缘压接不应压接；
- c) 试验过程：
 1. 样品电缆应该夹紧，为了避免绝缘皮在线芯上滑动；
 2. 在轴向方向上施加一个最大速度为50mm/min的力；
 3. 记录把压接屏蔽环移除安装位置的最大力。

注：对于每次的测量应该使用新的样品。当准备的样品两端都压接上屏蔽环时，每端都可以作为一个样品。

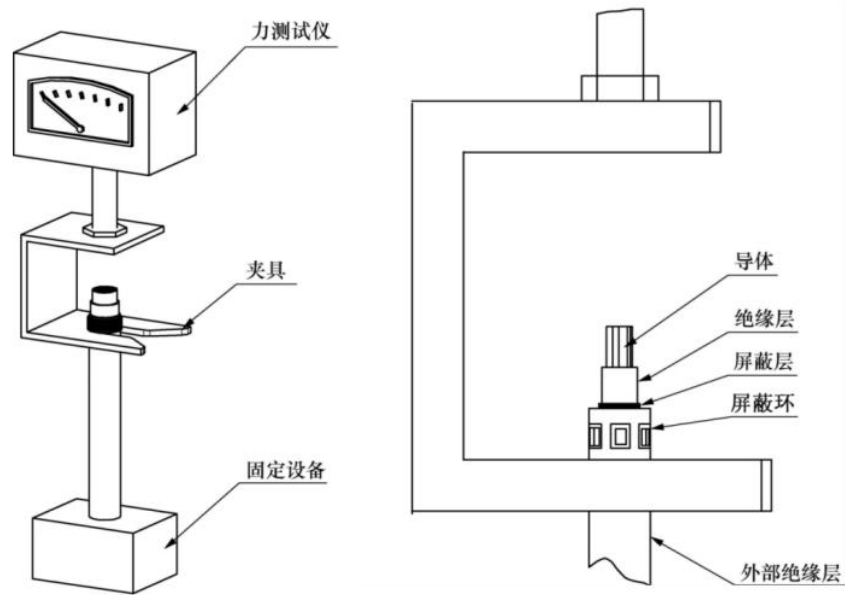
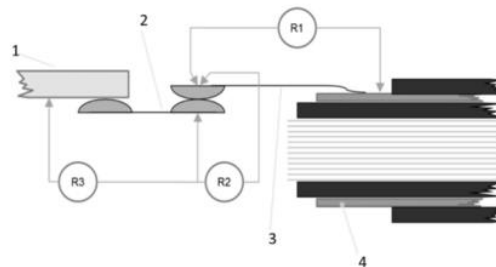


图9 屏蔽环-电线测试施力示意图

5.6.3 屏蔽连接电阻测量

- a) 试验设备：毫欧表。
- b) 试样：在实际产品上取样或制作短样（与实际产品状态一致）。
- c) 试验过程：按图 10 布置试验回路，用毫欧表测量电缆屏蔽层与屏蔽环压接区之间的电阻 R_1 。



标引序号说明：

- R1——电缆屏蔽层与屏蔽环压接区之间；
- R2——高压连接器屏蔽层间电阻；
- R3——设备连接器屏蔽层到设备壳体；
- 1 ——设备壳体；
- 2 ——设备连接器屏蔽层；
- 3 ——高压连接器屏蔽层；
- 4 ——电缆屏蔽层；

图10 屏蔽连接电阻测试回路示意图

5.7 橡胶件防水性能测试

按 QC/T 29106 ， 第 5.6 条相关要求测试。

5.8 电气性能检测

5.8.1 使用专用电回路检测装置进行 100%导通检验,无短路、错路现象。

5.8.2 绝缘电阻测试

a) 试验设备:绝缘电阻测试仪;

b) 试样:实际产品;

c) 试验过程:

1. 将绝缘电阻测试仪连接到高压连接器各孔位,屏蔽网等测量点;

2. 将兆欧表设置在 1000V 直流档,连接到待测位置之间;

3. 施加测试电压 1000V DC,保持至少 60s,使兆欧表达到稳定状态,依次测量端子与端子、端子与屏蔽层、端子与外壳(金属壳体)、屏蔽层与外壳(金属壳体)之间的电阻值。

5.8.3 耐压测试

a) 试验设备:耐压测试仪;

b) 试样:实际样品;

c) 试验过程:

1. 将耐压测试仪连接到高压线束的高压连接器各孔位,屏蔽网等测量点;

2. 按照耐电压测试电压值选取表(见表 11)中的测试电压测试,保持至少 60s,使电流表达到稳定状态,依次测量端子与端子、端子与屏蔽层、端子与外壳(金属壳体)、屏蔽层与外壳(金属壳体)之间的漏电流。

5.9 环境性能测试

5.9.1 耐低温性能

a) 试验设备:温度试验箱(温度范围: $-40^{\circ}\text{C}\sim T_{\max}$,或根据需要确定);

b) 试样:

1. 准备试验样品,并对所有样品进行目视检测,样品外观应满足 4.2 规定要求;

2. 对所有样品进行绝缘电阻及耐电压测试,绝缘电阻及耐电压应满足 4.8.2、4.8.3 规定要求;

3. 样品不需对设备端连接器(或工装),不通负载。

c) 试验过程:

按 GB/T2423.1-2008 的 Ab 方法,保持样品在 -40°C 的温度箱中放置 48h。

5.9.2 耐高温性能

a) 试验设备:温度试验箱,温度范围: $-40^{\circ}\text{C}\sim T_{\max}$ (或根据需要确定);

b) 试样:

1. 准备试验样品,并对所有样品进行目视检测,样品外观应满足 4.2 规定要求;

2. 对所有样品进行绝缘电阻及耐电压测试,绝缘电阻及耐电压应满足 4.8.2、4.8.3 规定要求;

3. 样品不需对设备端连接器(或工装),不通负载。

c) 试验过程:

按 GB/T2423.2-2008 的 Bb 方法,保持样品在 85°C 的温度箱中放置 48h。

5.9.3 热老化

a) 试验设备:温度试验箱(温度范围: $-40^{\circ}\text{C}\sim T_{\max}$),直流恒压电源,负载器;

b) 试样:

1. 准备试验样品,并对所有样品进行目视检测,样品外观应满足 4.2 规定要求;

2. 对所有样品进行绝缘电阻及耐电压测试，绝缘电阻及耐电压应满足 4.8.2、4.8.3 规定要求；
3. 试验时，样品需对设备端连接器（或工装），通负载。额定负载按照最新图纸或者客户技术规范。

c) 试验过程：

按 GB/T2423.2 进行试验，按温度等级（见表 1）选择温度，持续 1008h（或供需双方协商）。

5.9.4 温度冲击

a) 试验设备：温度试验箱（温度范围： $-40^{\circ}\text{C}\sim T_{\text{max}}$ ，或根据需要确定）；

b) 试样：

1. 准备试验样品，并对所有样品进行目视检测，样品外观应满足 4.2 规定要求；
2. 对所有样品进行绝缘电阻及耐电压测试，绝缘电阻及耐电压应满足 4.8.2、4.8.3 规定要求；
3. 试验时，样品需对插板端连接器（或工装），不通负载。

c) 试验过程：

按 GB/T2423.22-2008 ,Na 进行温度循环试验。按温度等级（见表 1）选择温度，样品在每个温度点保持 30min, 循环 100 次（或供需双方协商）。

5.9.5 稳态湿热

a) 试验设备：温/湿试验箱、数据记录器；

b) 试样：

1. 准备试验样品，并对所有样品进行目视检测，样品外观应满足 4.2 规定要求；
2. 对所有样品进行绝缘电阻及耐电压测试，绝缘电阻及耐电压应满足 4.8.2、4.8.3 规定要求；
3. 试验时，需对设备端连接器（或工装），并保证设备连接器（或工装）是密封的状态，不通负载。

c) 试验过程：

按 GB/T28406-3, 5.7 进行稳态湿热试验。

5.9.6 温湿循环

a) 试验设备：温/湿试验箱、数据记录器；

b) 试样：

1. 准备试验样品，并对所有样品进行目视检测，样品外观应满足 4.2 规定要求；
2. 对所有样品进行绝缘电阻及耐电压测试，绝缘电阻及耐电压应满足 4.8.2、4.8.3 规定要求；
3. 试验时，需对设备端连接器（或工装），并保证设备连接器（或工装）是密封的状态，不通负载。

c) 试验过程：

按 GB/T2423.34, Z/AD 进行湿热循环试验，按温度等级（见表 1）选择温度，循环 10 次。

5.9.7 防尘

a) 试验设备：灰尘试验箱；

b) 试样：

1. 准备试验样品，并对所有样品进行目视检测，样品外观应满足 4.2 规定要求；
2. 对所有样品进行绝缘电阻及耐电压测试，绝缘电阻及耐电压应满足 4.8.2、4.8.3 规定要求；
3. 试验时，试验样品需对插设备端连接器（或工装），保证设备连接器（或工装）密封良好，不通负载。

c) 试验过程：

按GB/T 30038-2013, 8.3进行防尘测试, 防尘等级参照密封等级(见表2)选择测试。

5.9.8 防水

a) 试验设备: 不锈钢容器或耐热玻璃烧杯;

b) 试样:

1. 准备试验样品, 并对所有样品进行目视检测, 样品外观应满足 4.2 规定要求;

2. 对所有样品进行绝缘电阻及耐电压测试, 绝缘电阻及耐电压应满足 4.8.2、4.8.3 规定要求;

3. 试验时, 试验样品需对插设备端连接器(或工装), 保证设备连接器(或工装)密封良好, 不通负载。

c) 试验过程:

按GB/T 30038-2013, 8.4 进行防尘测试, 防尘等级参照密封等级(见表2)选择测试。

5.9.10 耐盐雾

a) 试验设备: 盐雾试验箱;

b) 试样:

1. 准备试验样品, 并对所有样品进行目视检测, 样品外观应满足 4.2 规定要求;

2. 对所有样品进行绝缘电阻及耐电压测试, 绝缘电阻及耐电压应满足 4.8.2、4.8.3 规定要求;

3. 试验时, 试验样品需对插设备端连接器(或工装), 保证设备连接器(或工装)密封良好, 不通负载。

c) 试验方法:

按GB/T 2423.17 Ka 进行盐雾试验, 试验时间 96h(或供需双方协商)。

5.9.11 耐化学试剂

a) 试验设备: 温度试验箱(温度范围: $-40^{\circ}\text{C} \sim T_{\text{max}}$, 或根据需要确定);

b) 试样:

1. 准备试验样品, 并对所有样品进行目视检测, 样品外观应满足 4.2 规定要求。

2. 对所有样品进行绝缘电阻及耐电压测试, 绝缘电阻及耐电压应满足 4.8.2、4.8.3 规定要求。

3. 试验时, 试验样品需对插设备端连接器(或工装), 保证设备连接器(或工装)密封良好, 不通负载。

c) 试验方法:

按GB/T28046.5—2013, 试剂及条件参照表 14, 温度参照温度等级(见表 1)。

表 14 化学试剂

车用液体	试剂成份	暴露温度	持续时间	混动车型发动机舱内高压线束	混动车型其他高压线束和纯车型高压线束
汽油或柴油	GB 17930 或 GB 19147	常温	10min	√	
发动机油	GB 11121 ^a	T _{max}	22h	√	

表 14 化学试剂(续)

车用液体	试剂成份	暴露温度	持续时间	混动车型发动机舱内高压线束	混动车型其他高压线束和纯车型高压线束
------	------	------	------	---------------	--------------------

制动液	GB 12981	T _{max}	22h	√	
冷却液	50%乙二醇+50%蒸馏水（体积比） ^a	T _{max}	22h	√	√
风挡玻璃清洗剂	GB/T 23436 ^a	常温	2h	√	√
注 a: 试剂可用供需双方协商					
注 b: 高压线束总成如有一端在发动机舱内，按发动机舱内线束条件试验。					

5.10 机械性能测试

5.10.1 机械振动

a) 试验设备：温度/湿度/振动综合试验箱（台），样件夹具（夹具根据需要设计），瞬断测试监控设备（连续测试仪）；

b) 试样：

1. 准备试验样品，并对所有样品进行目视检测，样品外观应满足 4.2 规定要求；
2. 对所有样品进行绝缘电阻及耐电压测试，绝缘电阻及耐电压应满足 4.8.2、4.8.3 规定要求；
3. 试验时，样品需对插设备连接器（或工装），不通负载。

c) 试验过程

1. 将样品通过夹具安装到测试台架上，线束总成在夹具上的固定（或至少保证高压连接器尾部两个固定点）需要与其在整车上的固定方式和方向保持一致；

2. 将所有样品的每个回路（包含高压互锁回路）进行瞬断检测，连接方法按 QC/T 1067.4.17，每个回路的电阻连续大于 7Ω 的时间不应超过 $1\mu\text{s}$ ；

3. 按照高压线束总成的安装位置如图 11，参照振动等级（见表 3）选择振动等级；

注：如高压线束总成安装在不同位置，需将高压线束总成分段安装，按照振动等级分段单独振动。

4. 振动参数及试验方法参照表 15。

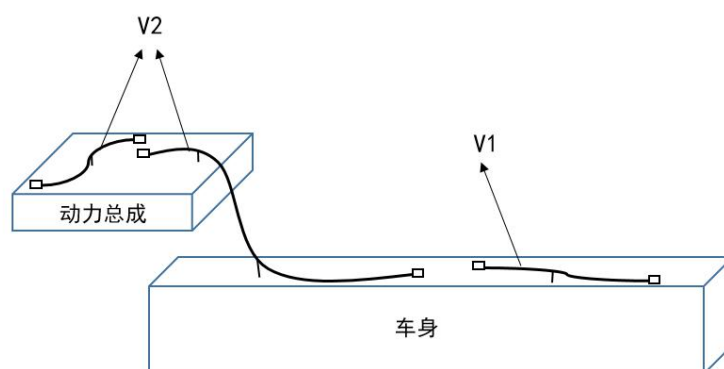
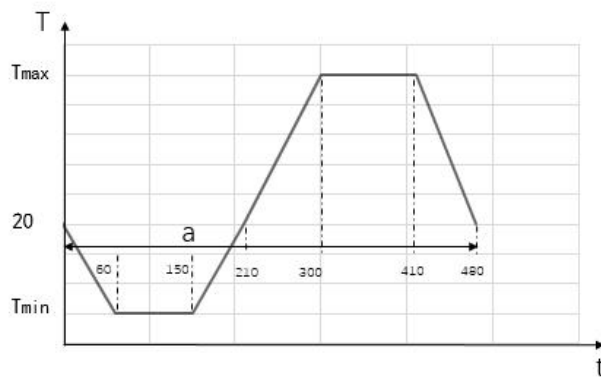


图 11 线束安装

表 15 振动参数

振动等级	正弦持续时间 (小时/轴)	随机时间 (小时/轴)	热循环	方法
V1	N/A	8	N/A	GB/T 28046.3, 4.1.2.4 试验IV-乘用车弹性体
V2	22	22	是	GB/T 28046.3, 4.1.2.2 试验II-乘用车变速器

5. 在振动过程中同时进行热循环时，根据温度等级（见表 1）选择 T_{min} 和 T_{max} ，每次热循环如图 12 和表 16：



其中：

- t-时间，min；
- T-温度，℃；
- a-一个周期

图 12 振动试验温度曲线

表 16 振动试验温度与时间的对应关系

时间 min	温度℃
0	20
60	T_{min}
150	T_{min}
210	20
300	T_{max}
410	T_{max}
480	20

5.10.2 机械冲击

- a) 试验设备：温度/湿度/振动综合试验箱（台），样件夹具（夹具根据需要设计），瞬断测试监控设备（连续测试仪）；
- b) 试样：
 1. 准备试验样品，并对所有样品进行目视检测，样品外观应满足 4.2 规定要求；
 2. 对所有样品进行绝缘电阻及耐电压测试，绝缘电阻及耐电压应满足 4.8.2、4.8.3 规定要求；
 3. 试验时，样品需对插设备连接器（或工装），不通负载。
- c) 试验方法：
 1. 将样品通过夹具安装到测试台架上，线束总成在夹具上的固定（或至少保证高压连接器尾部两个固定点）需要与其在整车上的固定方式和方向保持一致；
 2. 将所有样品的每个回路（包含高压互锁回路）进行瞬断检测，连接方法参照 QC/T 1067.4.17，每个回路电阻连续大于 $7\ \Omega$ 的时间不应超过 $1\ \mu\text{s}$ ；
 3. 振动参数及方法参照表 17。

表 17 机械冲击等级参数

每轴冲击次数	波形	持续时间	方向	加速度 m/s^2	方法
10	半正弦波	6ms	正向/反向	500	GB/T 28046.3, 4.2.2

5.10.3 自由跌落

- a) 试验设备：跌落台；
- b) 试样：
 1. 准备试验样品，并对所有样品进行目视检测，样品外观应满足 4.2 规定要求；
 2. 对所有样品进行绝缘电阻及耐电压测试，绝缘电阻及耐电压应满足 4.8.2、4.8.3 规定要求；
 3. 试验时，试验样品不需对插设备端连接器。
- c) 试验方法：

按 GB/T28406.3-2011, 4.3. 常温下进行测试。

5.11 屏蔽性能测试

屏蔽性能测试参照如下方法进行测试，或按协商方法测试：

- a) 表面转移阻抗：三同轴法，参照 IEC62153-4-3. 常温下进行测试；
- b) 表面转移阻抗：线注入法，参照 IEC62153-4-6. 常温下进行测试；
- c) 表面转移阻抗、屏蔽或耦合衰减：管中管法，参照 IEC62153-4-7. 常温下进行测试。

5.12 安全性能测试

5.12.1 禁用物质

高压电线束总成的禁用物质按照 GB/T30512 执行。

5.12.2 阻燃特性

- a) 高压导线按照 GB/T 25087, 第 12 章；

b) 其他按照 GB/T 2408 执行。

6 检验规则

6.1 高压电线束总成须经检验合格方能出厂，并附有证明产品质量合格的文件或标记。

6.2 高压电线束总成的检验分出厂检验和型式检验。

6.3 出厂检验应符合表 18 的规定，检验项目应全部合格。

表 18 出厂检验内容

序号	检验内容	要求序号	试验方法条号	检验方式
1	外观	4.2	5.2	全检
2	尺寸	4.3	5.3	全检
3	端子与电线连接(压接) ※	4.4.1	5.4.1	抽检
		4.4.2	5.4.2	
		4.4.3	5.4.3	
		4.4.4	5.4.4	
	端子与电线连接(焊接) ※	4.5.1	5.5.1	
		4.5.2	5.5.2	
		4.5.3	5.5.3	
		4.5.4	5.5.4	
	屏蔽环与电线连接 ※	4.6.1	5.6.1	
		4.6.2	5.6.2	
4.6.3		5.6.3		
4	电性能	4.8.1	5.8.1	全检
		4.8.2	5.8.2	
		4.8.3	5.8.3	
注 1: 带有“※”的检验内容, 宜在生产过程中进行检验;				
注 2: 抽检按 GB/T2828.1-2012 规定, 检验水平 S-3, 接收质量限 AQL1.5, 采用一次正常抽样方案;				

6.4 下列情况之一，应进行型式试验：

a) 新产品或老产品易地生产批量投产鉴定时；

- b) 正式生产后，如结构、材料、工艺有较大改变而有可能影响产品性能时；
- c) 成批或大量生产的产品每 2 年不小于一次；
- d) 停产一年以上，恢复生产时；
- e) 出厂检验结果与以上型式检验结果有较大差异时；
- f) 国家监督机构提出进行型式检验要求时。

6.5 在无特殊要求时，进行型式检验的产品，应从出厂检验合格，能够覆盖整个加工工艺的产品中随机抽取。按表 19 规定的组别及项目、检验顺序进行检验，所有型式检验项目均应合格。

表 19 型式检验项目和顺序

章节	分组及数量 项目及检测顺序	A	B	C	D	E	F	G	H	I
		3	3	3	3	3	3	3	3	3
4.2	外观	1	1	1, 7, 11, 15 , 19, 23, 27	1, 7, 11, 15, 19, 23	1	1	1	1	1
4.3	尺寸	2	2	2	2	2	2	2		
4.4.2	剖面分析（压接）	3								
4.4.3	端子连接强度（压接）		4							
4.4.4	电气性能（压接）		3							
4.5.2	剖面分析（焊接）	3 ^a								
4.5.3	端子连接强度（焊接）		4 ^a							
4.5.4	电气性能（焊接）		3 ^a							
4.6.2	屏蔽连接强度		6							
4.6.3	屏蔽连接电阻		5							
4.7	橡胶件防水性能							3 ^a		
4.8.1	导通正确性			3	3	3				
4.8.2	绝缘电阻			4, 8, 12, 16 20, 24, 28	4, 8, 12 16, 20, 24	4, 8, 12, 16				
4.8.3	耐电压			5, 9, 13, 17 21, 25, 29	5, 9, 13 17, 21, 25	5, 9, 13, 17				
4.9.1	耐低温性能			6						
4.9.2	耐高温性能			10						

表 19 型式检验项目和顺序 (续)

章节	项目及检测顺序	分组及数量								
		A	B	C	D	E	F	G	H	I
		3	3	3	3	3	3	3	3	3
4.9.3	耐老化					6				
4.9.4	温度冲击			14						
4.9.5	稳态湿热				22					
4.9.6	温湿循环				6					
4.9.7	防尘			18						
4.9.8	防水			22		10				
4.9.9	盐雾腐蚀			26						
4.9.10	工业溶剂					14				
4.10.1	机械振动				14					
4.10.2	机械冲击				10					
4.10.3	自由跌落				18					
4.11	屏蔽性能						3			
4.12.1	禁用物质								2	
4.12.1	阻燃特性									2
注1: a表示适用使用。										
注2: A, B组的样品可采用短样测试。										
注3: F, G, H, I组的数量及测试样品状态由供需双方协商规定。										

6.6 产品的型式检验必须全部合格。如有一项不合格时，允许重新抽取加倍数量的产品，对该不合格项目进行复检。如仍不合格，则代表的产品判为不合格。

6.7 用户有权按 GB/T 2828.1 的规定进行验收，推荐采用：

- 检查水平：一般检查水平 II；
- 合格质量水平：AQL 为 4.0；
- 抽样方案：一次正常检查抽样方案

7 标志、包装、储存和保管

7.1 标志

7.1.1 电线束应附有不易脱落的明显标志。

7.1.2 产品标志的内容如下：

- a) 产品名称；
- b) 型号或适用车型；
- c) 制造厂或商标；
- d) 制造日期或代码；
- e) 条形码；
- f) 其他要求。

7.2 包装

包装按 QC/T 413-2002 中 6.2 的规定进行。

7.3 储存和保管

- a) 储存和保管应符合 QC/T 238 的有关规定。
 - b) 储存期通常为 2 年，在储存期满 2 年时，产品仍应符合本标准上述的规定。
-