



# 整车 EMC 线束 设计规范

作者	汪春华、高锋、王子龙、赵明丽、刘喆、鲍宇		
客户			
版本	V2.0	日期:	2018-03-16
审核	王子龙		
会签	汪春华、高锋、王子龙、徐立、赵明丽、刘喆、鲍宇		

## 目录

<b>整车 EMC 线束设计规范 .....</b>	<b>1</b>
<b>1. 术语.....</b>	<b>5</b>
<b>2. 通用说明 .....</b>	<b>6</b>
<b>3. 线束布置 .....</b>	<b>7</b>
3.1. 一般原则 .....	7
3.2. 大电流线束 .....	9
3.3. 天线和过渡线 .....	10
3.4. 射频信号线束 .....	10
3.5. 强干扰部件的线束.....	11
<b>4. 线束的应用 .....</b>	<b>11</b>
4.1. 双绞线 .....	11
4.2. 屏蔽电缆 .....	12
4.3. 数字信号线路 .....	14
4.3.1. 数字信号线路.....	14
4.3.2. PWM 线束 .....	15
4.4. 传感器线束 .....	15
4.5. 感性大电流部件 .....	16
<b>5. 线束的处理 .....</b>	<b>16</b>
5.1. 末端开放线束 .....	16
5.1.1. 开放线束的处理.....	17
5.2. 长度过剩线束 .....	17
<b>6. 部件金属外壳的固定 .....</b>	<b>18</b>
<b>7. 附录 A: 零部件类型说明 .....</b>	<b>19</b>

<b>8. 附录 B: EMI 基本原理.....</b>	<b>20</b>
8.1. 公共阻抗耦合 .....	20
8.2. 电容耦合 .....	21
8.3. 电感耦合 .....	22
8.4. 电磁辐射耦合 .....	23
8.5. 汽车常见耦合路径.....	24
电子系统可靠性设计(一)	
<a href="https://www.pinzhi.org/forum.php?mod=viewthread&amp;tid=76164">https://www.pinzhi.org/forum.php?mod=viewthread&amp;tid=76164</a>	
电子系统可靠性设计(二)	
<a href="https://www.pinzhi.org/forum.php?mod=viewthread&amp;tid=76179">https://www.pinzhi.org/forum.php?mod=viewthread&amp;tid=76179</a>	
电子系统可靠性设计(三)	
<a href="https://www.pinzhi.org/forum.php?mod=viewthread&amp;tid=76180">https://www.pinzhi.org/forum.php?mod=viewthread&amp;tid=76180</a>	
EMC设计认证高级班培训资料.pdf	
<a href="https://www.pinzhi.org/forum.php?mod=viewthread&amp;tid=82464">https://www.pinzhi.org/forum.php?mod=viewthread&amp;tid=82464</a>	
TUV的EMC测试项目详述培训	
<a href="https://www.pinzhi.org/forum.php?mod=viewthread&amp;tid=77709">https://www.pinzhi.org/forum.php?mod=viewthread&amp;tid=77709</a>	
汽车EMC标准分类及国内EMC测试主要标准	
<a href="https://www.pinzhi.org/forum.php?mod=viewthread&amp;tid=60121">https://www.pinzhi.org/forum.php?mod=viewthread&amp;tid=60121</a>	
CE电磁兼容测试项目 ( EMC)	
<a href="https://www.pinzhi.org/forum.php?mod=viewthread&amp;tid=56830">https://www.pinzhi.org/forum.php?mod=viewthread&amp;tid=56830</a>	
EMC常用电子元器件：压敏电阻、TVS、X/Y电容、差模电感等	
<a href="https://www.pinzhi.org/forum.php?mod=viewthread&amp;tid=65533">https://www.pinzhi.org/forum.php?mod=viewthread&amp;tid=65533</a>	
EMC测试报告CE和RE测试项里面QP和AV是什么意思？PK呢？区别	
<a href="https://www.pinzhi.org/forum.php?mod=viewthread&amp;tid=61188">https://www.pinzhi.org/forum.php?mod=viewthread&amp;tid=61188</a>	
EMC测试：功率，电压，电流，电场和磁场. 增益分贝和增益单位	
<a href="https://www.pinzhi.org/forum.php?mod=viewthread&amp;tid=2788">https://www.pinzhi.org/forum.php?mod=viewthread&amp;tid=2788</a>	
品质人电子电气交流平台	
<a href="https://www.pinzhi.org/forum-45-1.html">https://www.pinzhi.org/forum-45-1.html</a>	
可靠性工程，测试分享测试交流论坛	
<a href="https://www.pinzhi.org/forum-48-1.html">https://www.pinzhi.org/forum-48-1.html</a>	
吉利，特斯拉，VOLVO，丰田，大众，奔驰，宝马，VDA资料	
<a href="https://www.pinzhi.org/thread-77933-1-1.html">https://www.pinzhi.org/thread-77933-1-1.html</a>	

版本历史

版本	修订人	修订日期	修订说明	审核人
V1.0	汪春华	2015-01-11	初版	戎辉
V1.1	汪春华	2015-04-17	修订部分技术内容	戎辉
V2.0	王子龙	2018-03-16	修订部分技术内容	戎辉

## 1. 术语

**干扰源：**产生电磁干扰（骚扰）的部件，如雨刮电机、控制器等。

**敏感部件：**受电磁骚扰的影响，性能可能降低的部件，如带有微处理器、模拟放大电路、控制电路等的电器件。

**双绞线：**是由两条相互绝缘的导线按照一定的规格互相缠绕（一般以顺时针缠绕）在一起而制成的一种通用配线。

**屏蔽线：**屏蔽线是使用网状编织导线把信号线包裹起来的传输线。导线外部有导体包裹的导线叫屏蔽线，包裹的导体叫屏蔽层，一般为编织铜网或铜箔（铝），屏蔽层需要接地，外来的干扰信号可被该层导入大地，避免干扰信号进入内层导体干扰同时降低传输信号的损耗。

**搭铁：**接地。

**电磁骚扰（Electromagnetic Disturbance）：**任何可能引起装置、设备或系统性能降低或者对生物或非生物产生不良影响的电磁现象。电磁骚扰可能是电磁噪声、无用信号或传播媒介自身的变化。

**电磁干扰（EMI, Electromagnetic Interference）：**电磁骚扰引起的设备、传输通道或系统性能的下降。

**干扰（骚扰源）源：**产生电磁干扰（骚扰）的装置、设备或系统。例如：带有电机、继电器、线圈等的功率型电器件。

**电磁兼容性（EMC, Electromagnetic Compatibility）：**设备或系统在其电磁环境中能正常工作且不对该环境中任何事物构成不能承受的电磁骚扰的能力。

**电磁辐射：**能量以电磁波形式由源发射到空间或在空间传播的现象。

**性能降低：**装置、设备或系统的工作性能与正常性能的非期望偏离。“降低”一词可用于暂时失效或永久失效。

**抗扰度：**装置、设备或系统面临电磁骚扰不降低运行性能的能力。

**电磁敏感度：**在有电磁骚扰的情况下，装置、设备或系统不能避免性能降低的能力。敏感度高，抗扰度低。

**静电放电 (ESD, Electromagnetic Discharge)：**具有不同静电电位的物体相互靠近或直接接触引起的电荷转移。

**骚扰源：**产生的电压、电流或电磁场相当于电磁骚扰的那些装置、设备或系统。

**敏感装置：**受电磁骚扰的影响，性能可能降低的装置、设备或系统。例如：带有微处理器、模拟放大电路、控制电路等的电器件；

**谐波分量：**一个周期量的傅里叶级数中次数高于 1 的分量。例如，一个有 8MHz 基频的数字信号还包含 16, 24, 32……MHz 的谐波成分。

**数字信号：**指信号幅度的取值是离散的，幅值表示被限制在有限个数值之内。

**脉宽调制 (PWM, Pulse Width Modulation)：**是一种对模拟信号电平进行数字编码的方法，一般由微处理器输出数字信号对模拟电路进行控制，传输的能量较大。

**屏蔽效能：**在有屏蔽体时，被屏蔽空间内某点的场强与没有屏蔽体时该点场强的比。

**耦合效应：**两个或两个以上的电路元件或电网络之间存在相互影响，并通过相互作用从一方向另一方传输能量的现象。

## 2. 通用说明

如无特殊说明，应遵循如下规定：

(1) 强干扰源，是指电磁干扰大，极容易引起其它设备异常的零部件，示例参见附录 A。

(2) 易干扰部件，是指抗扰能力较差，极容易受电磁骚扰干扰，而出现性能降低或功能异常的零部件，示例参见附录 A。

(3) 大电流部件，是指额定工作电流不低于 5A 的零部件，示例参见附录 A。

(4) 干扰线束，是指干扰较大，存在快速突变的电流或电压的线束，如 CAN 通信线、电子节气门体的电源正负极线。

(5) 低频信号，是指工作频率不超过 1MHz 的信号，如加速踏板开度信号等。

(6) 高频信号，是指工作频率超过 30MHz 的信号，如 GPS 信号。

(7)  $\lambda$ ，是指信号的波长。

### 3. 线束布置

#### 3.1. 一般原则

在进行线束设计时，为了能够更好的提高整车电磁兼容性，一般建议遵守以下的基本原则：

(1) 干扰源及其连接线束，建议远离易干扰部件及其连接线束，尽可能单独布置。干扰源的连接线束与易干扰部件的连接线束的距离建议不小于 10cm，如图 1 所示。



图 1. 布置间距

(2) 干扰源的连接线束无法远离易干扰部件的连接线束时，建议尽可能将两者（几何形状）垂直交叉布置，如图 2 所示。

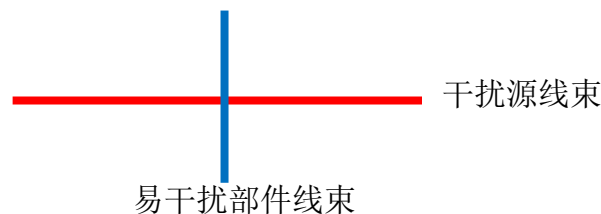


图 2. 交叉布置

(3) 线束在布置时，应尽可能的将线束布置在金属车身的夹角、凹槽内，或者紧贴金属车身布置，如图 3 所示。

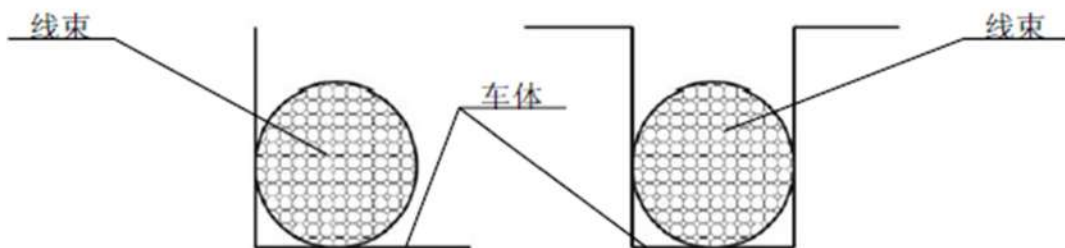


图 3. 紧贴车身布置

(4) 建议不要远离金属车身悬空布置线束，线束距离车身金属结构建议不超过 10cm，原则上越近越好，如图 4 所示。

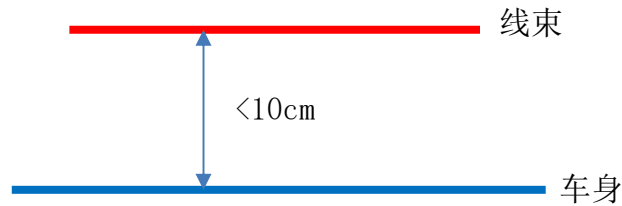


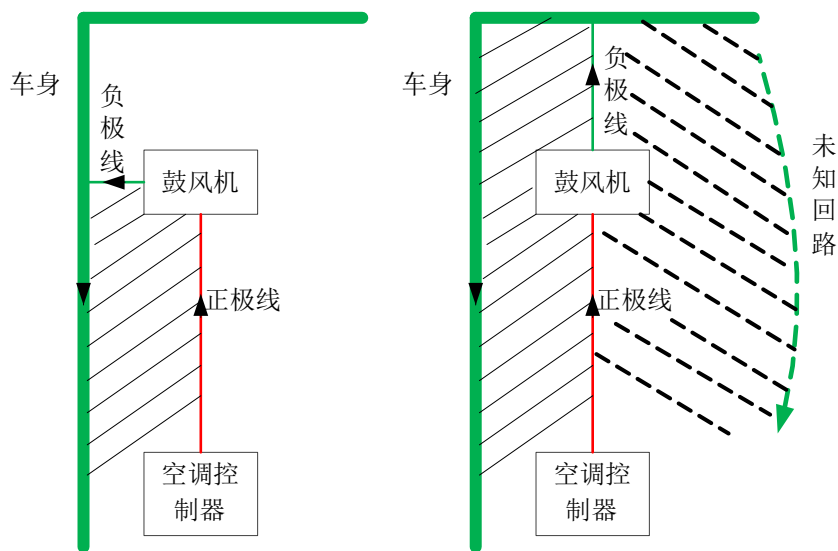
图 4. 靠近车身布置

金属车身与蓄电池负极相连，可以作为整车电气系统的“0V”参考地平面。靠近车身布置，能够利用金属车身的屏蔽和接地保护线束，减少受到的干扰。同时，也可以减小线束自身产生的对外辐射。

(5) 彼此之间互不影响的设备可以放在一起布置。

(6) 抗干扰能力强，且对外产生的电磁干扰非常小的非敏感部件，可以布置在易干扰部件和干扰源的中间，构成去耦合屏障，减小干扰源和易干扰部件之间的串扰。非敏感部件应由电磁兼容工程师进行评估和确认。

(7) 为了降低电磁辐射耦合造成的影响，应尽可能减小干扰源和易干扰部件电流回路的面积(如图 5 阴影部分所示)和线束长度。这也是整车线束设计时，降低电磁辐射耦合的最基本的原则，示例如图 5 所示。



(a) 正确 (b) 错误

图 5. 线束布置对回路影响



在汽车线束设计时，线束长度一般受其连接的零部件的相对位置关系限制，很难有大幅度的减小。此时，可以通过缩小同一电流回路中，电源线和地线之间的距离优化线束设计。即，要求同一电流回路中，电源线和地线这两根导线能够并行布置。这样能够减小电流的回路面积，既可以降低线束对外产生的电磁辐射，又能够减小外部干扰与线束之间的耦合。从而增强抗干扰能力，降低对外辐射强度。

(8) 线束的长度以刚好连接到部件接插件为宜，线束不能留得过长，并盘绕成圈。

### 3.2. 大电流线束

对于大电流部件的连接线束，一般遵循如下原则：

(1) 大电流的导线会在其周围形成强磁场，如图 6 所示。不建议以车身作为大电流部件的电流回路。在采用车身作为电流回路的情况下，建议电源正极线应尽可能靠近车身布置，以减小电流回路的面积。

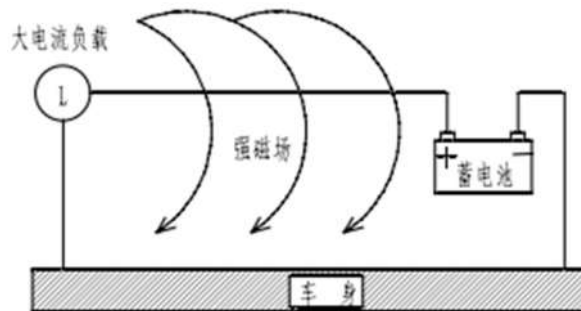


图 6. 电流回路产生的磁场

(2) 大电流回路的负载和电源之间的布置距离应尽可能短，同时应将大电流线束靠近车身金属板布置，从而减小回路面积，降低磁场的对外辐射量。

(3) 建议单独布置大电流线束，尽可能避免将大电流线束布置在易干扰部件及其线束附近。建议大电流线束与易干扰部件及其线束的距离不小于 10cm，防止大电流线束产生的磁场对易干扰部件造成影响。

(4) 大电流回路的电源正极线和负极线应并行布置，如图 7 所示；

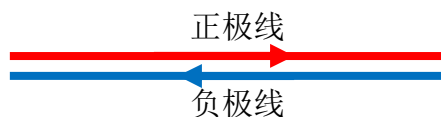


图 7. 大电流回路

(5) 大电流回路不建议布置在射频相关部件（如天线、无线传感器、收音机/放大器等）附近。若靠近射频部件（在其上面、下面、后面），建议大电流回路的电源正极线和负极线平行布置（如图 7 所示）或采用双绞线。

### 3.3. 天线和过渡线

常见的车载天线，包括收音机天线、GPS 天线、PEPS 天线等。

天线过渡线的安装，一般应遵守以下原则：

- (1) 建议天线过渡线与其它线束分开布置，距离其它线束至少 10cm 以上，如图 1 所示。
- (2) 建议天线过渡线尽可能沿着车体的凹槽进行布置，如图 3 所示。
- (2) 建议天线过渡线与强干扰设备及其线束保持最小 20cm 的距离。
- (3) 天线和天线放大器建议不要布置在强干扰部件及其线束附近，避免受到其干扰。
- (4) 天线过渡线建议使用具有高屏蔽效能 (>40dB) 的屏蔽线。
- (5) 天线和天线过渡线的接地电阻不大于  $2.5\text{m}\Omega$ 。
- (6) 天线过渡线尽量使用短的、高质量的屏蔽电缆，中间尽量不使用接插件。如果必须使用接插件，则建议保证接插件处的屏蔽效能也大于 40dB。
- (7) 天线过渡线与天线连接处的屏蔽层建议按照图 13 (b) 所示的屏蔽层 360 度环节方式进行连接。
- (8) 对于玻璃天线，建议注意如下要求：
  - (8.1) 应注意减少来自电源系统的电磁噪声，电源线上的电磁噪声易通过除霜电热丝，耦合到天线中。
  - (8.2) 建议将除霜电热丝的接地点布置在除霜电热丝的电源正极附近。
  - (8.3) 在除霜电热丝电源线处建议增加电感或电容滤波器。

### 3.4. 射频信号线束

对通过射频信号的线束的布置建议遵循如下原则：

- (1) 射频部件的线束和强干扰部件的线束建议捆扎在不同线束中。

(3) 不建议将强电干扰部件及其线束布置在通过射频信号的线束附近，建议至少距离 10cm 以上，如图 1 所示。

(4) 不建议将大电流部件，包括车载蓄电池、EMS 等布置在射频天线附近，建议至少距离 10cm 以上。

### 3.5. 强干扰部件的线束

强干扰部件的线束，如发电机充电线、点火线圈线束、混动系统动力线，建议单独走线。如整车上不满足单独走线的条件，至少应距离敏感信号线束及敏感部件 10cm 以上，图 1 所示。

为减小强干扰部件的线束产生的辐射，应尽量减小回路面积，如图 5 所示。如有可能，尽量使用屏蔽线或双绞线。

强干扰部件线束的电源线与地线应在接插件的相邻的管脚，电源线与地线应并排走线（如图 7 所示），且地线接地点离电源线的距离不应远于 20cm。

尽可能多的使发电机的电源线和发电机的地线平行走线，如图 7 所示。

## 4. 线束的应用

### 4.1. 双绞线

易干扰部件的连接线建议使用双绞线，如发动机氧传感器、爆震传感器、CAN 等。

双绞线模型如图 8 所示。双绞线中相邻两个环路中的由于电磁骚扰电流产生的磁通变化引起的感应电动势趋于抵消，从而可以削弱电磁场的影响，减少电感耦合，这对于降低电磁发射和提高抗干扰能力都有益。双绞线在单位长度上绞合的次数越多，电磁骚扰产生的感应电动势的抵消效果也越好。因此，单位长度上绞合的次数越多，减小电感耦合的效果越好。

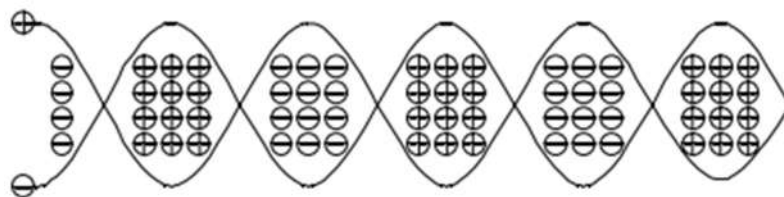
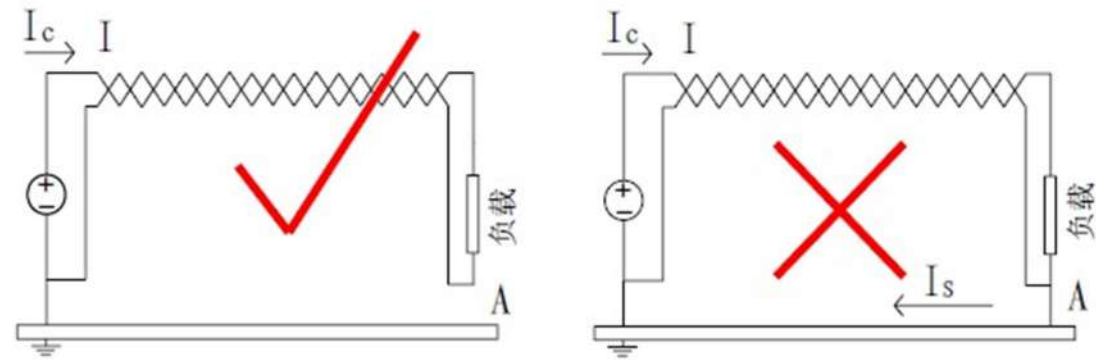


图 8. 双绞线模型

使用双绞线时，一般遵循如下原则：

- (1) 单位长度上绞合的次数越多，双绞线减小电感耦合的效果越好。
- (2) 对于大电流设备，或强干扰线束，可以使用双绞线构成正负极回路。
- (3) 大电流部件使用双绞线时，应使负载的所有电流经过双绞线流回构成回路，如图 9 (a) 所示，这样可以减小电流回路的面积。不应将双绞线的负极线在负载端接地，如下图 (b) 所示。这样，不仅增大了回路面积，且削弱了双绞线减小电感耦合的能力。



(a) 正确 (b) 错误

图 9. 双绞线使用

- (4) 干扰源和敏感部件使用双绞线时，建议绞距不同，避免两者之间的干扰信号产生耦合。

## 4.2. 屏蔽电缆

在进行线束系统设计时，对于一些易干扰部件，或者具有强干扰源的部件，其连接线束可以采用屏蔽电缆，从而达到更好的电磁兼容性。使用屏蔽电缆时，一般遵循如下原则：

- (1) 对于传输低频信号的屏蔽电缆，屏蔽层建议采用单点接地，如图 10 所示。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/726231241155011003>