



中国汽车工程学会标准

T/CSAE ×× - 2017

普通乘用车白车身防腐设计指导规范

**The guideline of anticorrosion design of body
in white for sedan**

(征求意见稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的该标准所涉必要专利信息连同支持性文件一并附上。

××××-××-×× 发布

××××-××-×× 实施

中国汽车工程学会 发布

由中国汽车工程学会发布的本标准，旨在提升产品研发、制造等的水平。标准的采用完全自愿，其对于任何特定用途的可用性和适用性，包括可能的其他风险，由采用者自行负责。

目 次

前 言	III
普通乘用车白车身防腐设计指导规范	1
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 白车身防腐蚀设计	2
4.1 白车身防腐设计基本内容	2
4.2 车身结构设计	2
4.2.1 涂装结构设计	2
4.2.2 密封	5
4.2.3 结构设计示例	11
4.3 白车身制造的腐蚀防护简述	11
4.4 材料	12
附录 A 电泳涂装特性	1
附录 B 结构设计示例	4
参考文献	11

前 言

本规范由中国汽车工程学会汽车防腐蚀老化分会提出。

本规范由中国汽车工程学会批准。

本规范由中国汽车工程学会归口。

本规范起草单位：华晨汽车集团控股有限公司、江淮汽车集团股份有限公司、长城汽车股份有限公司、北京新能源汽车股份有限公司、奇瑞汽车股份有限公司、上海格麟倍信息科技有限公司、一汽-大众汽车有限公司、重庆长安汽车股份有限公司、上海汽车集团股份有限公司乘用车公司、中国第一汽车有限公司天津技术开发分公司、上汽通用五菱汽车股份有限公司、河北红星汽车制造有限公司

本规范主要起草人：李婷婷、金超、吴卫枫、张朋伟、李鹏飞、王鹏、朱迎五、王官府、宁小岳、韩银江、杨锐、金喆民、宗建启、向雪兵、刘飞、洪子文、潘懿、唐玉刚、刘强强、冯昌川

本规范于 2017 年 XX 月首次发。

普通乘用车白车身防腐设计指导规范

1 范围

本指导性规范提供了白车身防腐结构设计、工艺、材料等基本信息。

本指导性规范适用于普通乘用车白车身防腐设计工作，其它车型的白车身防腐设计工作可参考本规范。

2 规范性引用文件

下列标准对于本文件的应用是必不可少的。凡是注明日期的引用文件，其随后所有的修改（不包括勘误内容）或修订版均不适用于本规范，但鼓励根据本规范达成协议的各方研究使用这些文件最新版本的可能性。

GB/T 3730.1-2001 汽车和挂车类型的术语和定义

GB/T 4780 -2000 汽车车身术语

GB/T 33217-2016 冲压件毛刺高度

3 术语和定义

白车身

由车身本体、开启件及其它可拆卸结构件组成的总成。

开启件

车身上可启闭的各种舱门结构，通常指车门、发动机罩、行李箱盖、背门和油箱门的焊接总成。

腰线

位于侧窗下部，贯穿前后的造型特征线。

折边胶

折边胶是用于车身钣金件折边粘接的胶黏剂，主要用于发动机罩、车门、行李箱盖的装配，以粘接代替点焊，简化生产工艺并保证车身钣金件外观质量，可有效提高折边部位的防振、防腐以及密封性能。

点焊密封胶

在焊装工序前涂布在钣金件搭接处的一种密封胶，点焊后填充缝隙，保证密封，防止锈蚀。点焊密封胶几乎可以用于所有的车身焊缝处，尤其适用于焊装后备零件遮蔽或其它不宜涂覆焊缝密封胶的部位。

焊缝密封胶

在涂装工序，车身焊接后涂在焊缝上的密封胶，焊缝密封胶既有密封防漏、增强车体防腐蚀能力，又有填补焊缝、增加车体美观的作用。

电泳涂装

利用外加电场使悬浮于电泳液中的颜料和树脂等微粒定向迁移并沉积于电极之一的基底表面涂装方法。

防锈蜡

由溶剂、成膜剂、防锈添加剂和辅助材料组成，通过必要的喷蜡设备，常温下喷涂于车身上点焊缝隙、夹层、空腔装配孔等细微处，可以防止水分、氧气及其它腐蚀性物质进入。

4 白车身防腐蚀设计

4.1 白车身防腐设计

白车身防腐设计包含结构设计、工艺、材料三方面内容：

- a) 结构设计：白车身结构设计对表面防护涂层的涂覆有较大影响。除某些因强度等原因而无法设计工艺孔的部位外，涂装工艺孔的布置应满足钣金零件涂覆的要求。涂装工艺孔数量取决于车身结构、涂装材料性能及涂覆工艺。本技术文件主要对白车身结构最基本的设计准则做出建议。
 - 1) 用于涂装材料进、出的工艺结构；防止或减少水分进入、用于水分排出、减小环境湿度和污染的结构；
 - 2) 搭接、间隙、缝隙部位的密封结构。
- b) 工艺：汽车制造工艺是汽车生产的核心部分，冲压、焊装、涂装、总装工序对车身腐蚀防护均有不同的贡献。其中，涂装工艺作为提供腐蚀防护基本性能的角色还无法取代；
- c) 材料：车身防腐用材料包括金属材料 and 有机材料。防护的原理分为屏蔽腐蚀环境的防护方式、牺牲阳极的电化学防护方式。通常，车身防腐效果是上述多种材料施工后联合应用的结果。

4.2 车身结构设计

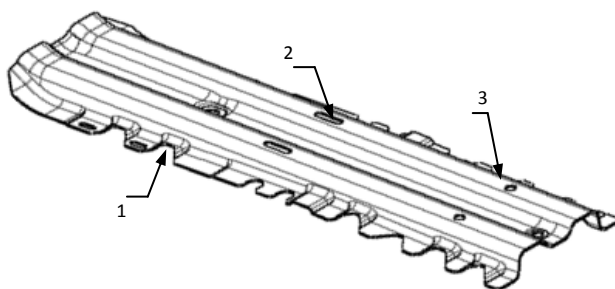
4.2.1 涂装结构设计

4.2.1.1 电泳

a) 开孔及涂膜目标

- 1) 车身结构需设计不同目的工艺孔，如，泳透力用孔、涂料流通用孔、排气孔、排液孔；工艺孔设计应实现以下目标：侧围外板的内表面等类似区域建议完全被电泳；车身腰线以下区域不宜有未电泳的部位存在；

- 2) 涂装电泳涂料是为了保持防腐性，为此，有防腐要求区域的电泳涂层应保证一定的厚度；某一区域的耐腐蚀性能是车身材料、涂膜性能、结构密封等因素共同作用的结果，故，电泳涂层厚度受制造车身使用的金属材料、涂料以及某一区域的结构等因素影响而存在差异；当前，我国汽车行业内通常将车身内腔的电泳膜厚控制在 $10\mu\text{m}$ 左右。
- b) 因车身强度、外观要求而不能开孔的区域，为保证防腐性能，建议相关区域材料设计使用镀锌板、涂布密封胶或事先涂覆防锈涂料；
- c) 开孔型式无固定要求，依据白车身具体结构，可采用凸台、长圆形及圆形等开孔型式，参见图 1；



说明：

- 1— 凸台；
2— 长圆孔；
3— 圆孔。

图 1 车身零件的典型开孔结构

- d) 电泳涂装部位必须保证该结构的排气性，避免气体附着无法涂装；
- e) 电泳涂装部位必须保证该结构的排液性，避免液体积滞导致烘干不良；
- f) 电泳工艺的设定数量应满足腔体区域电泳涂装需求，典型部位开孔见表 1。

表 1 白车身典型部位开孔的常见形式

单位为毫米

部位 ^e	零件	常见形式 ^d
车底纵梁、横梁与地板间的腔体	横梁、纵梁外板	直径 20~30, 间距 150~300, 对穿孔
	横梁、纵梁加强板	直径 20~30, 间距 150~300, 对穿孔或开孔尺寸为加强板宽度的二分之一 ^a
	外板与加强板的间隙	间隙 5 以上 ^b
	前地板、后地板	纵梁与地板间腔体也可在地板上开孔
发仓纵梁的腔体	上、下纵梁外板	直径 20~30, 间距 100~200
顶盖与其加强横梁间的腔体	横梁	直径 15~30, 间距 100~200
	顶盖与横梁的间隙(非涂胶部位)	间隙 5 以上
侧围上框架内	顶盖侧边梁内板	直径 15~30, 间距 100~200, 对穿孔

的腔体	侧围上框加强板 侧围上框加强板与侧围外板间隙	直径 15~30, 间距 100~200, 对穿孔 间隙 5 以上
立柱内的腔体	立柱内板 立柱加强板 立柱加强板与侧围外板的间隙	直径 15~30, 间距 50~200, 对穿孔 直径 15~30, 间距 50~200, 对穿孔 间隙 5 以上
裙边门槛内的腔体	门槛加强板 侧围外板 门槛外板与门槛加强板的间隙	直径 20~30, 间距 150~300, 对穿孔 直径 20~30, 间距 150~300, 对穿孔 间隙 5 以上 ^c
侧围外板与轮罩间的腔体	轮罩内板 轮罩外板与侧围外板的间隙	直径 20~35, 间距 150~300 间隙 5 以上
发动机盖、行李箱盖间的腔体	发盖内板、尾门内板 内板横梁交汇处 外板与加强板的间隙	直径 20~30 或等效长圆孔, 间距 200 以内 直径大于对角线长度的 1/3 间隙 5 以上
四门内板与加强板间的腔体	加强板 门内板与加强板及门内板与门外板的间隙	直径 15~30, 间距 50~200 间隙 5 以上

a 适用于内腔加强板, 通过开孔, 促进液体流通, 避免在腔体内部形成封闭腔体;

b 电泳涂装部位的板间隙大小通常不小于 5mm, 在车身结构允许的条件下, 应尽最大可能使该间隙增加, 以使车身内部获得最佳的表面处理效果;

c 若需要预留电位测量装置安装空间, 建议在门槛外板与门槛加强板的间隙设定 10mm 以上;

d 为实现膜厚设计要求, 需依据设计车型的具体结构, 如板间距、腔体结构以及涂装工艺条件、材料性能等因素综合考虑; 对于各分总成装配而成的白车身, 建议也可使用计算机仿真技术辅助分析评估, 以增强对复杂结构评估能力;

e 附录 A 提供了典型结构的电泳涂装特性, 以帮助上述开孔设计内容的理解。

4.2.1.2 排液

- 设定排液孔数量应足够以保证电泳液的流动及排出, 防止液体积滞;
- 排液孔应既能在“制造”状态下排液, 也能在“整车”使用状态下排液;
- 排液孔应尽量设置在最低点;
- 开孔、凸台、钣金偏置结构等型式均可用于排液设计;
- 在金属表面处理时, 为避免兜液、窜液, 排液孔应被设计为在规定时间内完全排出液体;
- 整车状态的排液孔不应被密封胶等干涉或堵塞, 以避免阻碍排水。

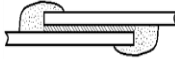



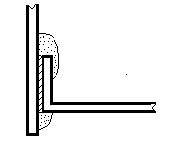

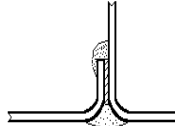
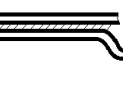
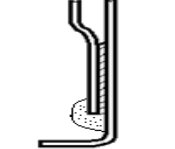
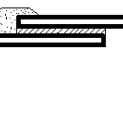
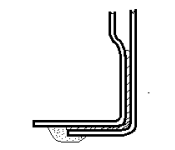
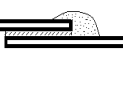
4.2.1.3 排气

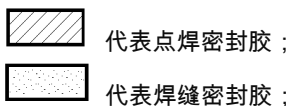
- 避免气体滞留, 金属基材表面被空气隔绝, 影响金属表面处理;
- 在空气滞留的区域(车身入槽倾角最高点)设定排气孔或排气槽筋;
- 在腔体结构的两端设定排气孔, 以避免在入槽、出槽时在腔体滞留气体;
- 开孔、凸台结构、钣金偏置结构等型式均可用于排气设计。

4.2.2 密封

4.2.2.1 白车身常见密封形式与典型部位，见表 2；

表 2 白车身常见密封形式与典型部位

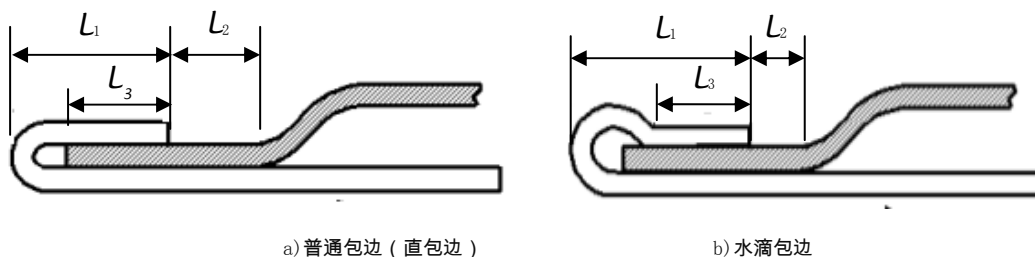
典型密封形式	典型密封部位	典型密封形式	典型密封部位
	<ol style="list-style-type: none"> 1. 前围挡板与前地板搭接部位 2. 前地板与中地板搭接部位 3. 中地板与后地板搭接部位 4. 前地板与前地板中通道搭接部位 5. 顶盖与侧围外板搭接部位 6. 前轮罩前、后板搭接部位 		<ol style="list-style-type: none"> 1. 门槛加强板与侧围外板搭接部位
	<ol style="list-style-type: none"> 1. 闭合件包边部位 2. 侧围外板与后轮罩外板包边部位 3. 顶盖与天窗骨架包边部位 		<ol style="list-style-type: none"> 1. 地板侧围板、门槛加强板、侧围外板搭接部位
	<ol style="list-style-type: none"> 1. 后地板与后围板（后锁板）搭接部位 		<ol style="list-style-type: none"> 1. 侧围外板与前风窗下横梁上板搭接部位 2. 后备箱横梁上板与尾灯灯罩板搭接部位
	<ol style="list-style-type: none"> 1. 轮罩内板与轮罩外板搭接部位 2. 前地板与地板侧围板搭接部位 3. A 柱内板与前围挡板搭接部位 4. 前轮罩板与防火墙搭接部位 		<ol style="list-style-type: none"> 1. 顶盖与天窗骨架包边部位 2. 后轮罩外板与侧围外板搭接部位
	<ol style="list-style-type: none"> 1. 后轮罩外板与侧围外板搭接部位 		<ol style="list-style-type: none"> 1. A 柱下内板与防火墙搭接部位 2. 侧围外板与尾灯侧灯罩板搭接部位 3. 前轮罩板与前减震器座搭接部位 4. 后围板与侧围外板搭接部位
	<ol style="list-style-type: none"> 1. 后轮罩外板与侧围板搭接部位 		<ol style="list-style-type: none"> 1. 前轮罩板与前减震器搭接部位 2. 侧围外板与油箱加注口搭接部位



4.2.2.2 闭合件密封

- a) 闭合件包边间隙内应使用折边胶密封，包边边缘应使用焊缝密封胶密封；
- b) 包边结构应保证折边胶和焊缝密封胶密封空间，包边形式一般分为直包边和水滴包边，包边相关尺寸设计示例，如图 2；

单位为毫米



说明：

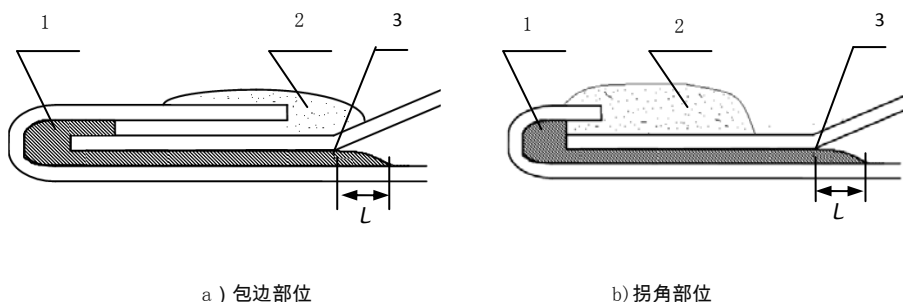
- 1— L1 为外板翻边长度；
- 2— L2 为包边边缘至内板圆角距离；
- 3— L3 为内外板重合宽度。

包边尺寸说明：包边尺寸外板翻边尺寸 L_1 为 8~10，水滴包边 L_1 可适当增大；内外板的重合面宽度 L_3 宜大于 5，重合宽度过小不利于折边胶对包边内部的密封；包边边缘至内板圆角距离 L_2 宜大于 5，以保证焊缝密封胶涂装可行性，但此距离不应过大，推荐 L_2 在 5~8，否则影响电泳性能。

图 2 闭合件包边形式

- c) 闭合件包边部位的涂胶形式见下表，包边拐角部位与一般部位略有不同，如图 3；

单位为毫米



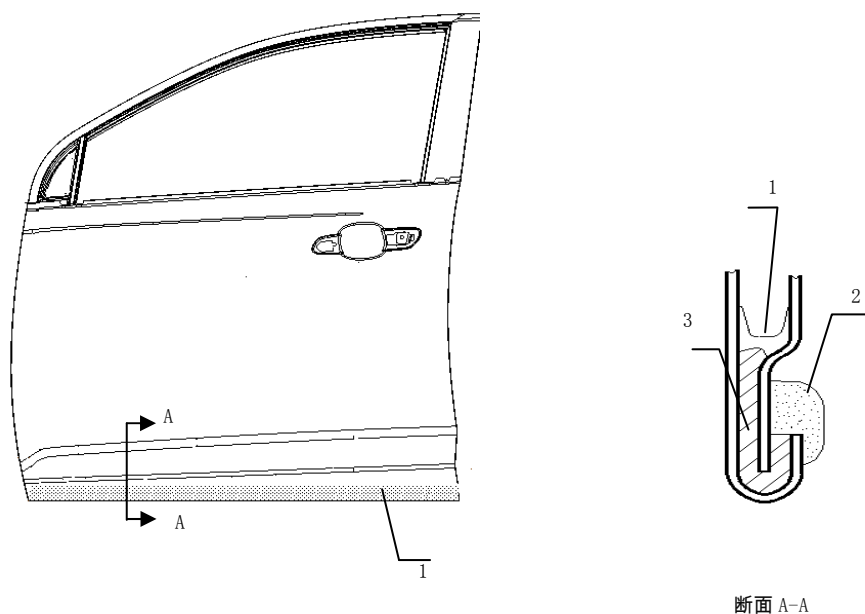
说明：

- 1— 折边胶；
- 2— 焊缝密封胶；
- 3— 内板包合尾部 R 角。

涂覆的折边胶宜溢出内板包合尾部 R 角外， $L > 2$ 。

图 3 闭合件涂胶形式

d) 闭合件内腔搭接缝隙建议涂覆防锈蜡，如图 4；



说明：

- 1— 防锈蜡；
- 2— 焊缝密封胶；
- 3— 点焊密封胶。

图中断面示例为前门，其余车门及发动机罩内腔防锈蜡涂覆形式参照此断面；一般情况下，行李箱盖被定义为干区，内部不涂覆防锈蜡，如经验证行李箱盖内部存在腐蚀风险时，可考虑涂覆。

图 4 闭合件内腔搭接缝隙的涂蜡形式

- e) 铰链与车身搭接的接缝部位，建议涂覆焊缝密封胶；铰链与车身搭接的搭接面建议涂覆点焊密封胶或防腐蜡；
- f) 闭合件外露工艺孔建议使用堵盖或胶贴密封。

4.2.2.3 车身密封

a) 焊缝密封胶

- 1) 为涂装焊缝密封胶，需控制白车身的钣金搭接间隙尺寸，通常不宜大于 3mm，原则上各大总成或钣金搭接处焊缝越小越好，依据该部位的涂覆工艺、质量要求，对钣金搭接间隙适当缩小，如尾灯尖角、曲面搭接部位；
- 2) 为涂装焊缝密封胶，多个钣金叠加结构宜采用按次序搭接，且钢板边缘逐层外露；
- 3) 为涂装焊缝密封胶，钣金接缝方向应朝向操作者，避免钣金接缝被遮挡不可视，或涂胶工具无法进入；
- 4) 为涂装焊缝密封胶，宜避免遮挡密封接缝的支架、支柱、加强板的设计，否则会产生焊缝密封胶不能涂覆，而无法密封的间隙结构；

5) 为涂装焊缝密封胶，不宜有开放的结构或无结构支撑的拐角，参见图 5；

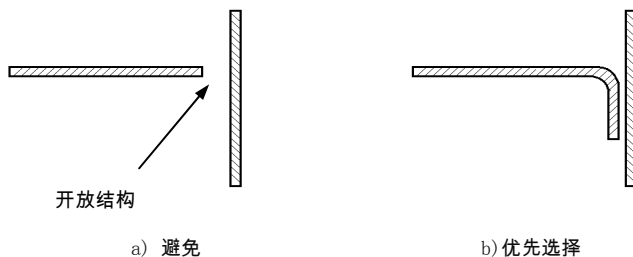
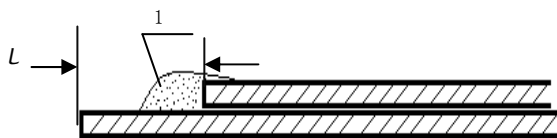


图 5 钣金连接结构

6) 为涂装焊缝密封胶，法兰点焊部位涂胶结构设计，参见图 6；

单位为毫米



说明：

1— 焊缝密封胶；

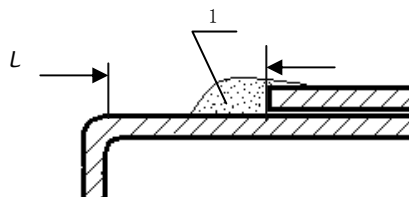
点焊法兰涂胶结构通常采用错边设计，错边通常 3~5，为保证焊缝密封胶的涂覆该尺寸 L 应至少 3。

图 6 点焊法兰部位的偏置结构设计

7) 为涂装焊缝密封胶，钣金接缝朝向车底的点焊法兰部位宜设计为“J”或“L”型法兰、避免开放的结构形式、法兰应无冲压缺口；

8) 为涂装焊缝密封胶，外角重叠搭接部位需提供平面结构，参见图 7。

单位为毫米



说明：

1— 焊缝密封胶

外角重叠搭接缝隙部位的平面通常 3~5，为保证焊缝密封胶的涂覆，该尺寸 L 应至少 3。

图 7 外角重叠搭接部位

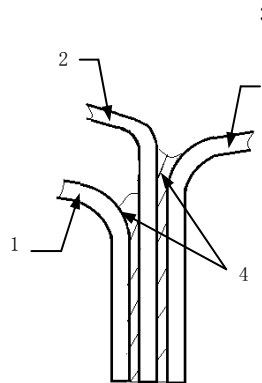
9) 为涂装焊缝密封胶，车身与密封、粘接系统应预留钣金偏置。

b) 点焊密封胶

1) 侧围外板与行李箱流水槽接缝，宜涂覆点焊密封胶与焊缝密封胶联合应用；

2) 裙边较低区域的搭接缝隙，宜涂覆点焊密封胶与焊缝密封胶联合应用；

- 3) 顶盖至侧围框架的粘接和密封，宜涂覆点焊密封胶与焊缝密封胶联合应用；
- 4) 对进入涂装车间时已被加强板或支柱遮盖或在涂装车间无法涂覆的接缝，宜在焊装车间涂覆点焊密封胶；
- 5) 钣金接缝朝向车底外部的区域，建议在全部分配面上涂覆点焊密封胶，参见图 8；



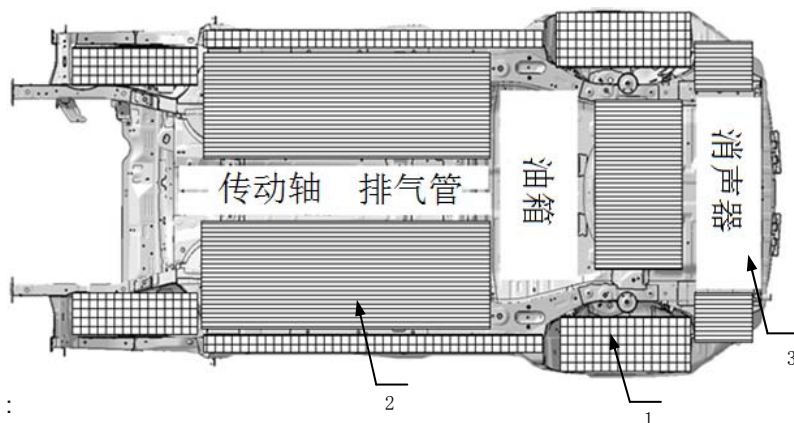
说明：

- 1— 侧围外板；
- 2— 门槛加强板；
- 3— 地板侧围板；
- 4— 点焊密封胶。

图 8 门槛底部钣金接缝密封

- 6) 焊装车身的装配方向应使点焊密封胶垂直于表面接触，以达到挤压的作用，应避免滑动接触而导致密封胶从接缝部位被擦掉；
 - 7) 为保证焊接密封性能的可靠性，在焊接的两个表面上应提供足够的焊接空间；
- c) 抗石击涂料 (PVC)

为减少车身的石击损害，在需要防护的区域，喷涂抗石击涂料 (PVC) 等防护材料是比较常用的防护方式。通过合理规划防护区域，针对性地涂覆防护材料以实现较好的防护效果，常见的车身石击防护区域划分示意，参见图 9；



说明：

- 1— 重点保护区域 ()；
- 2— 常规保护区域 ()；
- 3— 无保护区域 ()。

涂覆区域内具备功能的安装支架、螺柱、螺纹孔，事先应被遮蔽；当在上述涂覆区域安装车底护板、护轮板等防护部件时，宜对抗石击涂料 (PVC) 的涂覆范围及涂覆厚度等工艺要求

进行必要的调整；对于具体车型的涂覆范围，根据车型要求和密封、降噪、动态腐蚀测试等实验后最终确定。

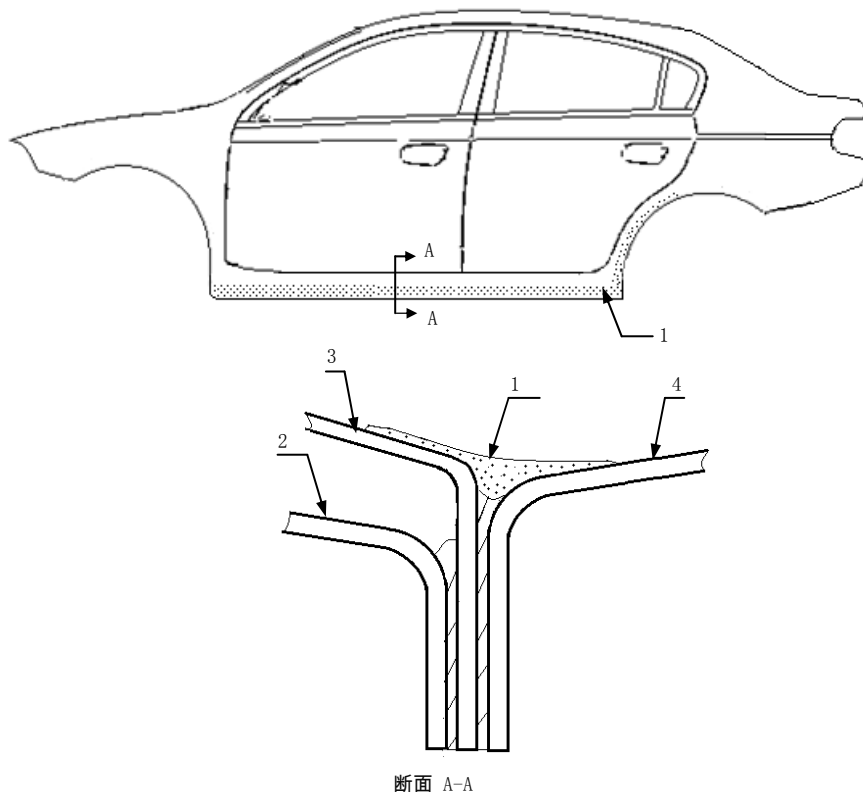
图 9 车身石击防护区域划分示意

d) 堵盖

车身涂装完成后，为使车体内与车外环境隔绝，下车身外部介质可能进入车内的开孔应被封闭；车底板的焊装定位孔、排液工艺孔在涂装车间宜安装热熔堵盖封闭，下车身外部连通裙边空腔的开孔宜使用堵盖封闭；

e) 防锈蜡

下车身内腔的搭接缝隙区域建议涂覆防腐蜡，常见涂覆部位如下：由于下雨或空气潮湿时会产生毛细作用而容易积水生锈的接缝和漆膜较薄的部位，包括前翼子板支承板、后轮罩内腔、后翼子板内腔、部分板材焊缝和部分螺钉装配孔等；易因温差产生凝露积水的部位，包括前纵梁空腔、前底板空腔、底板空腔、后纵梁空腔和门槛内腔区域，车身侧围内腔涂覆示例参见图 10。



说明：

- 1— 防锈蜡；
- 2— 侧围外板；
- 3— 门槛加强板；
- 4— 地板侧围板。

图 10 车身侧围内腔涂覆防锈蜡区域示例

4.2.3 结构设计示例

为帮助上述内容的理解与使用，请参见附录 B，白车身代表性部位的设计示例。

4.3 白车身制造的腐蚀防护简述

a) 冲压工艺

- 1) 对于外观及准外观冲压件中无法涂胶密封的裸露边缘，建议进行冲压毛刺管理。这类部位的冲压件毛刺高度，推荐按 [GB/T33217-2016 冲压件毛刺高度](#) 的 m 级要求（中等要求）执行，且最低要求保证毛刺高度 $\leq 0.15\text{mm}$ ；
- 2) 冲压外观应平滑，避免打磨痕、锉刀痕迹、砂纸痕，特别在镀锌材料表面，这样会损坏镀锌层结构使板材的防护能力降低；
- 3) 避免由于零件放置时间过长、钣金返修未涂装防锈油以及天气潮湿、漏雨等原因引起零件生锈，钢板开卷后应在规定时间内使用；
- 4) 工序间部件要存放在干净、清洁、通风的储运架上，避免产生划伤、坑包等影响涂装外观质量的弊病；
- 5) 冲压使用的拉延油、工序间防腐用油品等使用前均应通过涂装工艺的确认，避免污染车身涂装环境，对车身涂膜质量产生不良影响。

b) 装焊工艺

- 1) 车身搭接缝隙部位应涂覆点焊密封胶、四门两盖涂覆折边胶可以起到密封防腐的作用，涂覆工艺应符合防腐设计要求；
- 2) 在焊接过程中，外观焊点尽量应用铜板焊接，避免产生焊点扭曲变形、毛刺等表面尖锐特征而形成边缘锈蚀；
- 3) 在焊接过程中，白车身应避免焊缝气孔、氧化皮、焊渣、重度打磨痕、镀锌层损伤等影响涂装质量的缺陷；
- 4) 在白车身装配过程中，应保证所有需要密封部位的结构尺寸，避免影响后续密封操作及密封质量；
- 5) 工艺孔必须在车身涂装前加工完成，避免在涂装车身上进行机械加工增设工艺孔，破坏涂装车身的连续油漆涂层。

c) 涂装

- 1) 前处理、电泳涂层宜符合防腐设计；
- 2) 焊缝密封胶、抗石击涂料(pvc)、防锈蜡等密封工艺宜符合防腐设计；
- 3) 面漆涂层工艺应符合防腐设计；
- 4) 焊装用胶及被涂装在车身上涂层、密封胶均需经涂装车间加热固化处理才能获得合适的性能，其固化时间及温度应符合涂装工艺。

d) 总装

- 1) 装配操作过程中，涂膜表面宜采用专用护具遮蔽保护；
- 2) 装配操作过程中，安装孔、螺纹孔周边漆膜不宜被划破；
- 3) 门盖等外观尺寸偏差等应在焊装车间完成调整，避免翼子板、车门、后备箱等与车身连接的总成，在总装工序拆装铰链等部件，造成相关部位密封性破坏导致防腐性能降低；
- 4) 内、外饰件安装后尽量不涉及硬点接触而破坏油漆表面。

4.4 材料

4.4.1 常见车身防腐材料应用简述，参见表 3。

表 3 常见车身防腐材料应用简述

材料	描述	防护原理	主要应用
涂层钢板	涂层钢板特指使用热浸或电镀工艺连续生产工艺获得保护涂层的钢板，常见的涂层钢板，有电镀锌板（EZ）和热浸纯锌镀锌板（GI）、热浸锌铁合金涂层（GA）等。	牺牲	在腐蚀环境下，金属涂层涂装在钢板上，起电化学保护作用，这些涂层相对于钢板是阳极，在涂膜被破坏的情况下，相对于钢板基材首先腐蚀以保护暴露钢板的表面。
涂料	涂料基本成分是树脂和颜料，通常包含载体和溶剂，汽车涂料一般包括电泳涂料、中面漆涂料等。	屏蔽	涂料被涂装在金属表面上，使金属与外界环境的电荷转移停止或减缓，以阻止或延迟腐蚀的电化学反应。
胶黏剂	胶黏剂从用途上主要分点焊密封胶、折边胶及结构胶。	屏蔽	胶黏剂主要在焊接车间使用。通过粘接和密封，提高结构强度防止外界环境影响。用于焊缝防水和防锈，车身钢板点焊缝隙填充，尤其适用于焊接后零件遮蔽或不易涂布焊缝密封胶的竖直缝隙，可同焊缝密封胶并用以密封易腐蚀或质量要求高的缝隙，称为双密封。
密封胶	焊缝密封胶也称为聚氯乙烯涂料，他是由聚氯乙烯树脂和增塑剂、填充剂及颜料、稳定剂等添加剂混合而成的高固体份、无溶剂型涂料，是一种粘稠膏状物质。	屏蔽	密封金属连接的结合表面；密封金属联接的边缘；密封车身上不能被涂装的内表面。
隔音材料 (防石击涂料)	与焊缝密封胶的主要成分相同的粘稠膏状物质。	屏蔽	在下车身区域提供石击防护。

防锈蜡	以石蜡为基础，添加防锈剂、抗氧化剂和稀释剂等调配而成，汽车空腔防腐蜡主要有两种类型：溶剂型防锈蜡，水基防锈蜡。	屏蔽	涂覆干燥后，形成具有可塑性和柔韧性的防护层，防止车体金属材料内表面因泥水、湿气等侵入而产生的锈蚀。
-----	---	----	---

4.4.2 镀锌材料应用

镀锌钢板可很好地提高白车身的防腐能力，有利于抑制“由内向外”或穿孔腐蚀，穿孔腐蚀通常发生在车身的内表面，特别是焊装装配为总成后难于电泳的内部区域；对车身镀锌材料使用宜进行针对性设计，综合考虑成本及车身防腐等级进行选用，腐蚀防护分级参见表 4。

表 4 防腐材料防护分级

应用部位	1 级	2 级	3 级	4 级	5 级
打开发动机罩及行李箱后可见的小支架等零件	●	●	●	●	●
侧围、翼子板等高可见外观件且不易拆卸的零件	○	●	●	●	●
四门两盖外板等高可见可拆卸零件	○	○	●	●	●
四门两盖内板等高可见可拆卸零件	○	○	○	●	●
打开发动机罩及行李箱后可见的梁类及大型结构件	○	○	○	○	●
机舱底部及地板下部工况恶劣的零件	○	○	○	○	●
其它零件	○	○	○	○	●

注：1、其中表 1 标示中：‘●’为推荐使用、‘○’为建议选用；

2、结合各车型实际情况参考应用（1 级~5 级表示防腐能力越来越高）；

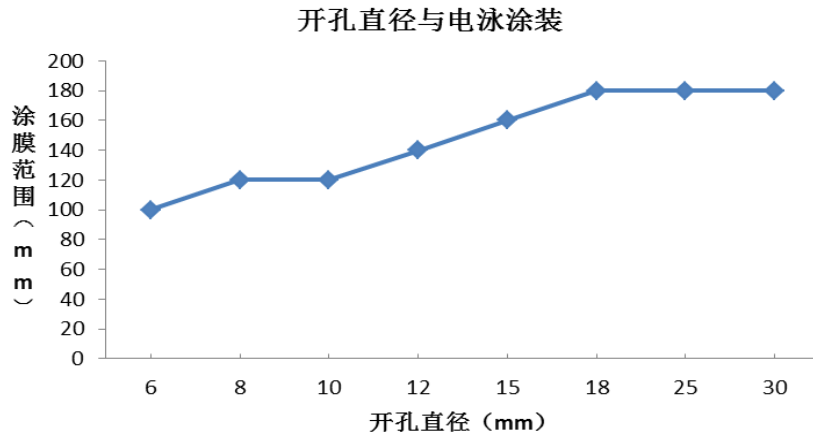
3、1 级~5 级代表的防腐能力并不与防腐设计目标相关联，仅是实现防腐设计目标的一个因素，宜经整车动态腐蚀测试后，对车身结构、制造工艺等因素分析，最终确定车身镀锌材料的应用部位。

附录 A
(资料性附录)
电泳涂装特性

本资料性附录给出了车身典型结构下的电泳涂装特性，以更好地理解车身典型结构电泳性设计的基本原理。实验数据仅说明了相关结构的电泳特性，不能代表具体生产线的电泳涂料性能，要全面掌握涂装材料的性能，需结合具体材料进行相关试验。

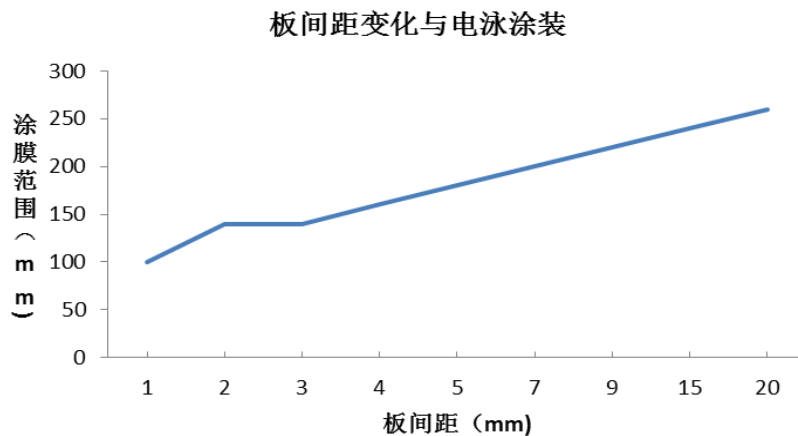
车身结构的电泳性设计因素包括：开孔直径、板间距、开孔间距、孔位布置，以下提供各因素对电泳涂装的影响。

1. 开孔直径与电泳涂装



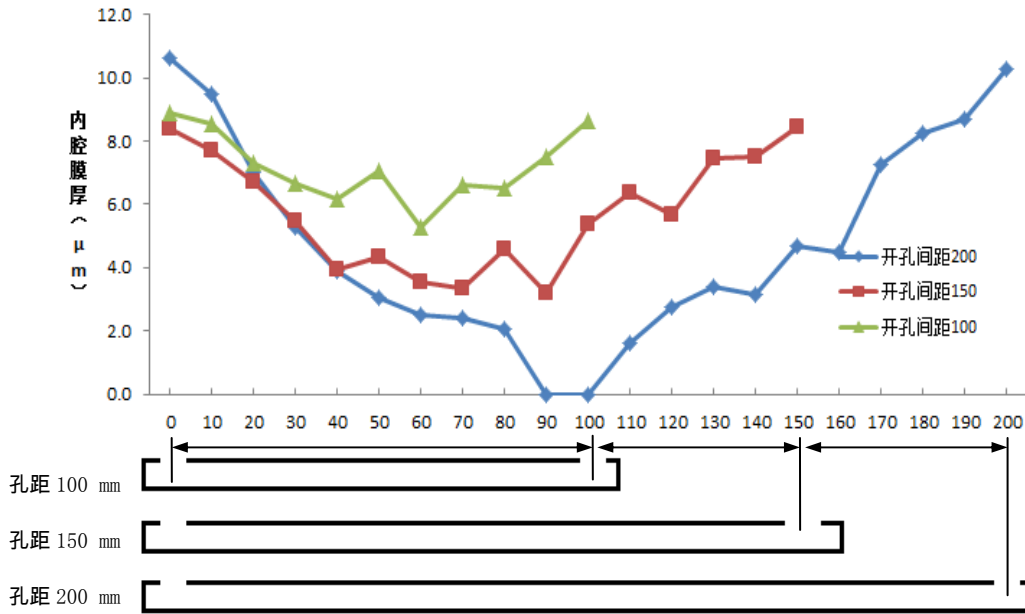
通常情况下，开孔直径越大，内腔电泳涂装效果越好；

2. 板间距与电泳涂装



通常情况下，板间距越大，内腔电泳涂装效果越好；

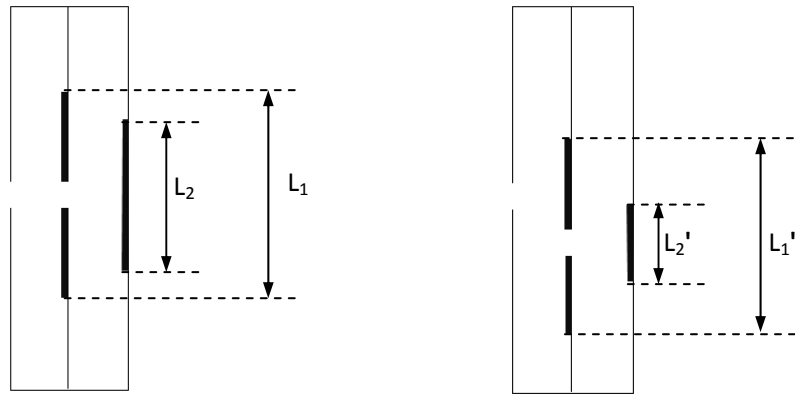
3. 开孔间距与电泳涂装



通常情况下，开孔间距越大，内腔电泳效果变差，两孔中间区域的电泳膜厚会降低甚至没有，因此，宜设计适当的开孔间距以满足设计需求。

注：试验条件，对穿孔结构，板间距 5mm，开孔直径 10mm。

4. 孔位布置与电泳涂装



a)对穿孔涂装效果

b)错位孔涂装效果

结构	对穿孔	错位孔	对比
第一层	L_1	L_1'	$L_1 \approx L_1'$
第二层	L_2	L_2'	$L_2 > L_2'$, $L_2 \approx 2L_2'$

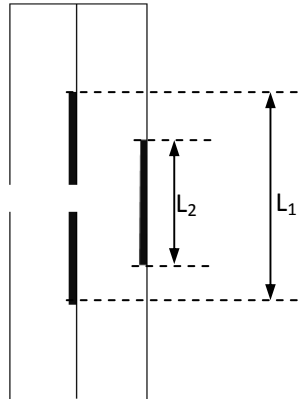
说明：

L_1 、 L_2 、 L_1' 、 L_2' 表示涂膜覆盖直径；

经比较，对穿孔电泳涂装效果显著优于错位孔，因此，宜优先采用对穿孔设计。

注：试验条件，对穿孔结构，板间距 5mm，开孔直径 30mm；错位孔结构，板间距 5mm，开孔直径 30mm，两错位孔圆心距 50mm。

5. 多层板结构



结构	第一层	第二层	对比
对穿孔	L_1	L_2	$L_1 \approx 2L_2$

说明：

L_1 、 L_2 表示涂膜覆盖直径；

与第一层相比，第二层电泳涂装效果衰减约 50%，因此，多层板结构的开孔间距应以第二层电泳效果为基础进行设计。

注：试验条件，对穿孔结构，板间距 5mm，开孔直径 10mm。

附录 B
(资料性附录)
结构设计示例

本资料性附录给出的设计案例，通过对白车身代表性部位的仅为帮助读者对结构设计内容能更好地理解与使用，

1. 车门

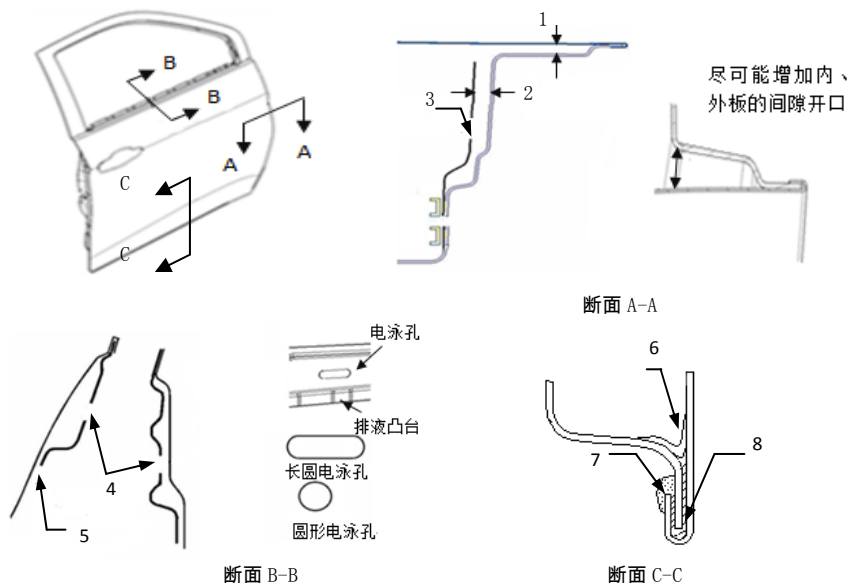
1.1 车门总成建议采用双面镀锌板；

1.2 电泳

车门的密封条安装孔、车身附件安装孔、锁眼及针对性设计的排液孔和排气孔都兼顾了电泳涂装的功能，在此基础上，还应对内板加强件及车门内板必要的部位设定电泳孔；这些开孔形式的设计兼顾了防止电磁屏蔽、涂装材料流通、排液、排气及车门减重和强度需求；应尽可能大地增加内、外板间的开口与间隙，为涂装材料提供入口，以避免在电泳涂装时因间隙过小对电场出现屏蔽，参见图 1；腔体结构通常产生在车门内、外板前部的铰链安装区域，需通过仔细检查铰链柱（A、B、C 柱）、门内板及铰链的设计空间，确保足够的间隙；通常情况下，为保证腔体区域的金属表面处理效果，该间隙最好大于 5mm，参见图 1 断面 A-A；

1.3 包边密封

车门包边建议采用“二道”密封的形式进行防护，在车门内、外板包边内部需涂覆折边胶密封，车门内、外板包边外部需涂覆焊缝密封胶密封；车门内腔下部内、外板搭接区域建议涂覆防锈蜡，参见图 1 断面 C-C；



说明：

- 1— 内板与外板的间隙；
- 2— 内板与加强板的间隙；
- 3— 电泳孔、流通孔；
- 4— 电泳孔；
- 5— 排液凸台；
- 6— 防锈蜡；
- 7— 焊缝密封胶；
- 8— 折边胶。

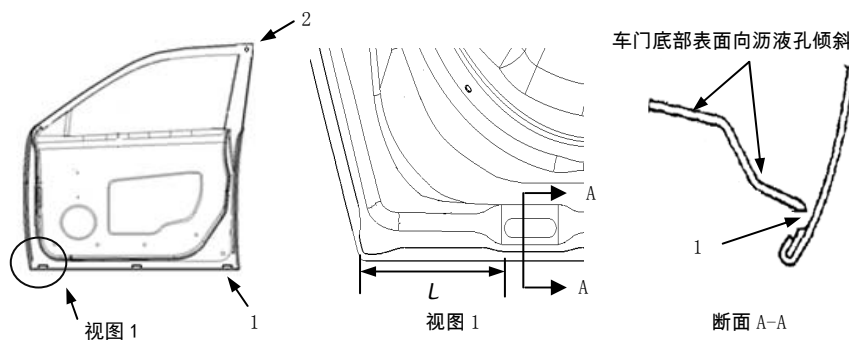
图 1 车门电泳结构

1. 4 排液孔设计

建议在车门内板底部的最低处设计直径 6mm 以上开孔或者单孔面积不小于 50mm^2 的排液结构；尽可能缩短沥液孔与车门底部前、后两端的距离(L)，以确保车门内的液体向前、向后均能被排出，参见图 2 中视图 1；为保证车身在涂装表面处理时的沥液性，通常会在中间增设必要的排液孔；底部沥液孔下沿应尽可能地靠近外板折边的法兰边缘，以实现排液点位于最低位置，同时门内板的表面应向排水点倾斜，常见的排液孔长 10mm~20mm，高 6mm~8mm，参见图 2 中断面 A-A；

1. 5 排气设计

车门总成气体积滞的部位主要集中其顶部的较高部位，该区域的开孔作为密封条安装孔的同时兼顾了排气孔的功能，若单独设计的排气孔需以堵盖进行密封，排气结构孔径通常设定在 6mm，参见图 2；



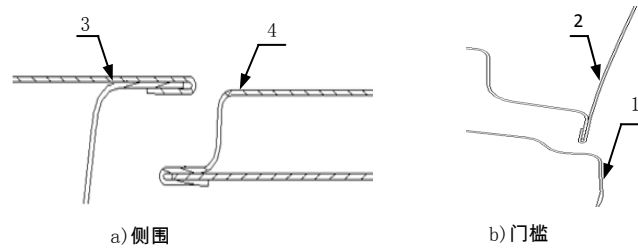
说明：

- 1— 排液孔；
- 2— 排气孔；
- L— 孔与车门底部前、后两端的距离。

图 2 车门排气、排液孔结构

1.6 防石击设计

建议前门总成的前沿位于前翼子板后部边缘内侧，后门的前沿位于前门后部边缘内侧，后侧围板的前沿位于后门后部边缘内侧，以前、后门的位置关系示例；为防石击，车门的底部边缘应处于门槛内侧；车门防石击设计示例参见图3；



说明：

- 1— 门槛；
- 2— 车门；
- 3— 前门；
- 4— 后门。

图3 车门防石击设计

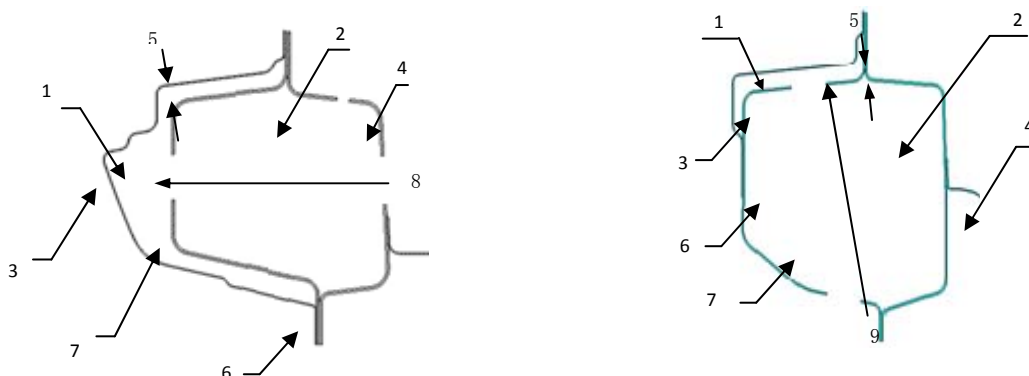
1.7 汽车用补强胶片

建议评估汽车用补强胶片的施工性、物理性能、环境测试等配套性能，以降低与闭合件或车身粘接后的配套性不良风险，避免产生补强胶片吸潮、贴覆间隙存水等诱发的腐蚀问题；

2 车底门槛

2.1 电泳

门槛结构按是否安装门槛外饰划分：不带裙边外饰的门槛结构，此种结构的通常由侧围外板直接表达车身下部造型，参见图4中a)所示；带裙边外饰的门槛结构，由侧围裙边安装的外饰表达车身的下部造型，参见图4中b)所示；为利于电泳涂装，建议除焊接面外空腔最小间隙为5mm；门槛空腔通常开对穿孔，有两种形式：Z向对穿、Y向对穿，Z向对穿、Y向对穿的开孔宜交错设置，参见图4；



a) 不带侧围裙边外饰的门槛结构

b) 带侧围裙边外饰的门槛结构

说明：

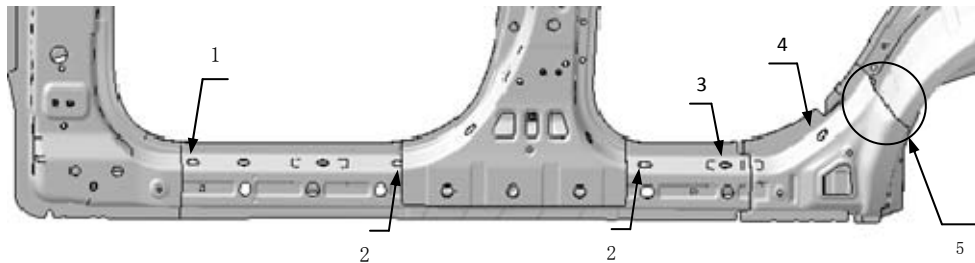
- 1— 门槛外腔；
- 2— 门槛内腔；
- 3— 侧围外板；
- 4— 门槛内板；
- 5— 侧围外板与门槛加强板的间隙；
- 6— 门槛止口；
- 7— 门槛加强板；
- 8— Z 向对穿孔泳孔；
- 9— Y 向对穿孔泳孔。

侧围外板与门槛加强板的间隙建议不小于 5mm。

图 4 门槛结构

- a) Z 向对穿孔设计，该设计通常以加强板为开孔设计基准，侧围外板、门槛内板与门槛加强板对应开孔。在加强板上表面开孔时，宜优先设计重点部位的开孔，参见图 5 中 1~4 开孔，再排布其他部位开孔，设计完成上述开孔后，若出现孔距过大时，则在两孔中间位置再增加开孔；门槛加强板下表面开孔时，根据上表面开孔进行 Z 向对穿；侧围外板（不带侧围裙边外饰门槛结构）开孔时，根据门槛加强板下表面开孔设定进行 Z 向对穿；

单位为毫米



序号	板件类型	开孔直径	孔间距
1	门槛加强板	25	≤200
2	侧围外板	25	

说明：

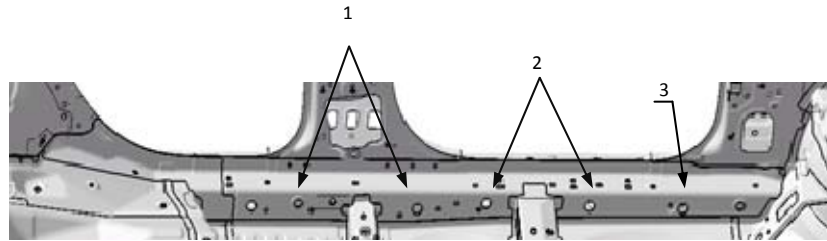
- 1— A 柱下拐角处止口处开孔；
- 2— B 柱下拐角处止口处开孔；
- 3— 后门槛加强板下拐角止口处开孔；
- 4— 门槛加强板后段上表面开孔；
- 5— 门槛后段设计为敞口形式。

门槛加强板与侧围外板的开孔数量取决于门槛腔体长度，设计完成上述开孔后，若出现孔距过大时，则在两孔中间位置再增加开孔。

图 5 门槛 Z 向开孔设计示意

- b) Y 向对穿孔设计，门槛内板开孔时，通常靠近前围板处、靠近座椅前横梁前后两侧、靠近座椅后横梁前后两侧各设定一个电泳孔，若门槛内板空间允许，可增设电泳孔，进一步提高

内腔电泳涂装效果，参见图 6，门槛加强板立面需开孔时，该孔与门槛内板开孔对穿，并适当增加孔数量。



单位为毫米

序号	板件类型	开孔直径	孔间距
1	门槛内板	25	≤250
2	门槛加强板	25	≤150

说明：

- 1— 后横梁前后两侧开孔；
- 2— 前横梁前后两侧开孔；
- 3— 近前围板处开孔。

门槛内板安装孔较多且座椅横梁遮挡，通常门槛内板开孔数比门槛加强板开孔数量少。

图 6 门槛 Y 向开孔设计示意

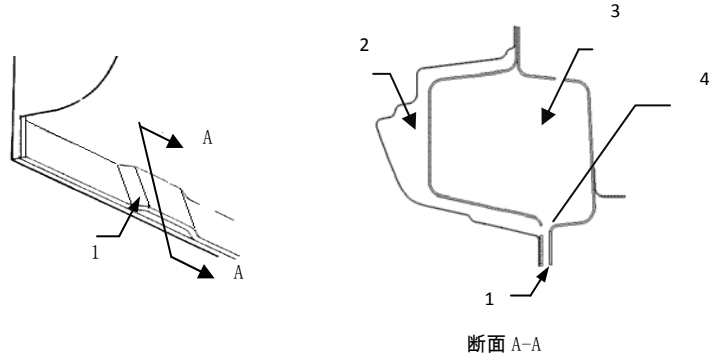
- c) 考虑结构强度因素，门槛加强板上的 Y 向开孔与 Z 向开孔建议设计为交错状态布置，同时考虑设计合适的开孔间距，避免产生电泳涂层覆盖死角；

2.2 排液、排气

- a) 侧围外腔与内腔的电泳液大部分会从电泳孔流出，由于电泳孔不是所在空腔的最低点，故要在门槛腔体前后两端的最低点设置排液结构；
 - 1) 门槛内腔设置排液结构通常为垂体向下的凸台及斜向后的凸台，这些排液结构布置在前后两端，数量 2~5 个，凸台宽度在 20mm~35mm，高度不小于 2mm，为保证整车状态的排液使用，该结构通常不需专门密封，参见图 7；
 - 2) 为避免内腔被加强板分割阻碍排液，必须实现排液时腔体联通的设计，参见图 7 中断面 A-A；
 - 3) 带裙边外饰门槛结构，建议在侧围外板设计凸台或者在加强板上设计开孔，排液结构的凸台高度 2mm 凸台，开孔直径 12mm，参见图 8、图 9；
 - 4) 不带裙边外饰的门槛结构，建议在门槛腔体前、后两端的侧围外板最低点对排水孔与电泳孔兼顾设计，参见图 8；
 - 5) 为保证涂装过程中门槛腔体的液体流通与排气，通常在门槛的两端设计直径不小于 20mm 的开孔作为流体的出入口；门槛腔体内加强支架与加强板应保持不小于 5mm 的间隙，以用于流体流通；
 - 6) 以加强、防震为目的而设定加强板的情况下，该加强板必须设定涂料流通孔，参见图 10。

2.3 密封

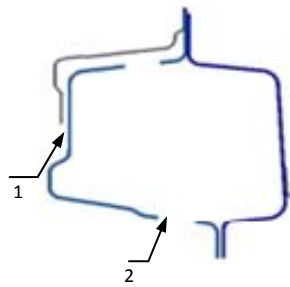
侧围外板、门槛加强板、地板侧围板搭接形成的间隙应进行密封，通常采取间隙外部涂装焊缝密封胶、搭接区域涂覆点焊密封胶的方式对门槛下部进行密封，为提高该部位的耐腐蚀能力也可在搭接间隙内部涂覆防腐蜡，参见图 9 中视图 A。



说明：

- 1— 排液凸台；
- 2— 门槛外腔；
- 3— 门槛内腔；
- 4— 联通孔；

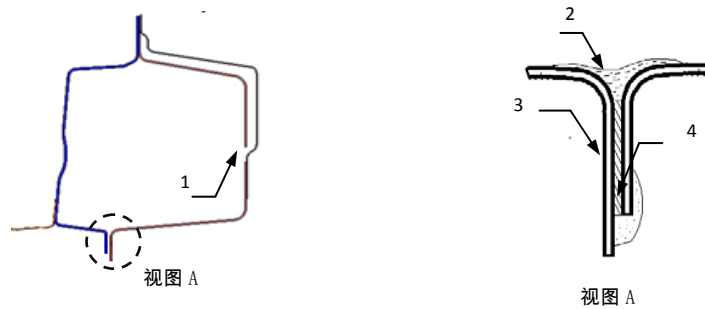
图 7 门槛底部排液凸台



说明：

- 1— 侧围外板凸台；
- 2— 排液孔、电泳孔。

图 8 外腔排液凸台与内腔排液孔



说明：

- 1— 加强板开孔；
- 2— 防锈蜡；
- 3— 点焊密封胶；
- 4— 焊缝密封胶。

图 9 外腔排液孔与密封

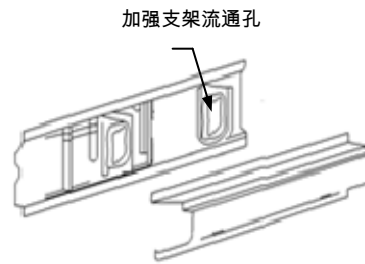
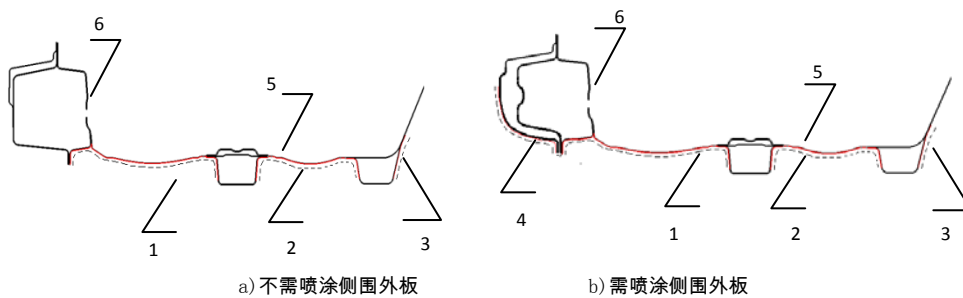


图 10 门槛内腔

2.4 门槛、前地板区域的抗石击涂层 (PVC) 设计

该类型涂层广泛应用于汽车车身下部、车底板、轮罩等易被砂砾冲击部位。主要成分为聚氯乙烯树脂。因防护区域膜厚需求不同，喷涂厚度一般在 $300\mu\text{m} \sim 2000\mu\text{m}$ 。

门槛、前地板区域抗石击涂层常见应用部位：横向外边界为侧围门槛止口，内边界为中央通道外边缘圆角，防石击材料需覆盖纵梁两侧立面；中间区域前边界为前围连接板前止口，两侧区域前部喷涂与前轮包防石击材料喷涂相连；纵梁喷涂前边界为前围板与地板搭接缝连线，纵梁喷涂后边界为中地板与前地板搭接缝连线；后边界到油箱前端截止，后纵梁喷涂边界与门槛后端齐平，参见图 11；



说明：

- 1— 门槛下止口处开始至地板纵梁立面圆角处截止；
- 2— 地板纵梁立面圆角处开始至中央通道下纵梁立面圆角处截止；
- 3— 中央通道下纵梁立面圆角处开始至覆盖下纵梁与中央通道搭接边；
- 4— 侧围外板门槛下止口处开始至门槛外板上部；
- 5— 前地板；
- 6— 门槛。

图 11 门槛、前地板 PVC 涂覆区域

参考文献

- [1] GB/T 1.1-2009 标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写
- [2] GB/T 4780-2000 汽车车身术语
- [3] GB/T 8264-2008 涂装技术术语
- [4] SAE J447 (R) PREVENTION OF CORROSION OF MOTOR VEHICLE BODY AND CHASSIS COMPONENTS
- [5] 朱春山 化学工业出版社 汽车胶黏剂 2009.3
- [6] 胡林林 周天宝 奥迪轿车内腔防锈技术 涂料工业 1996.3
- [7] 王蓬鑫 黄梦宇 张有元 汽车喷蜡工业的规划 汽车与配件 2015 No.37
- [8] 华云 周磊 正交试验在汽车内腔电泳成膜研究中的应用 现代涂装 2013 16 (8) : 48-50
- [9] 吴卫枫 唐程光 鲁后国 张朋伟 乘用车车身防腐设计方法探讨 汽车工艺与材料 2015 (8) : 41-46
- [10] 贾立民 王路路 宋华 轿车车身防腐性能的探讨 汽车工艺与材料 2008 (2) : 27-29
- [11] 杨学岩 李会哲 叶芳 新车型开发中车身泳透率的分析、试验及改善 现代涂装 2014 17 (7) : 59-62