

ICS 32.020
T40

团 体 标 准

T/CSAEXX—2020

铝与铝合金流钻铆接技术条件

Specification for flow drill screw joints of aluminum alloy

(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。

2020-XX-XX 发布

2020-XX-XX 实施

中国汽车工程学会 发布

目次

前言	III
铝与铝合金流钻铆接技术条件.....	1
1 范围	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语及定义.....	1
3.1 流钻铆钉.....	1
3.2 流钻铆接.....	1
3.3 流钻铆接过程.....	1
3.3.1 加热.....	2
3.3.2 钻孔.....	2
3.3.3 穿透.....	2
3.3.4 攻丝.....	2
3.3.5 拧紧.....	2
3.3.6 紧固.....	2
3.4 铆接基材.....	2
3.5 铆接基材厚度及预开孔直径.....	2
3.6 铆钉头下间隙.....	2
3.7 铆钉轴线偏离角度.....	2
3.8 连接件间隙.....	3
3.9 剪切拉伸强度.....	3
3.10 正向拉伸强度.....	3
3.11 铆钉常用符号.....	3
4 铆接技术条件.....	3
4.1 铆接基材性能要求.....	3
4.2 搭接关系要求.....	4
4.3 铆接基材厚度要求.....	4
4.5 铆接位置要求.....	4
5 铆接接头质量特征.....	5
5.1 铆接接头外部质量特征.....	5
5.2 铆接接头内部质量特征.....	6
6 检验方法.....	7
6.1 铆接接头外部质量特征检测方法.....	7
6.1.1 试验设备.....	7
6.1.2 试验步骤.....	7
6.1.3 记录.....	7
6.2 铆接接头内部质量特征检测方法.....	7
6.2.1 试验设备.....	7
6.2.2 试验步骤.....	7
6.2.3 记录.....	7
6.3 铆接强度检测方法.....	7
6.3.1 试验设备.....	7

6.3.2 试样取样方法.....	7
6.3.3 试样结构.....	8
6.3.4 铆接试样拉伸过程.....	9
6.3.5 记录.....	9
附录 A.....	10

前 言

本标准按照 GB/T 1.1《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》给出的规则起草。

请注意本标准的某些内容可能涉及专利，本标准的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准由汽车轻量化技术创新战略联盟组织提出。

本标准由中国汽车工程学会批准。

本标准主要起草单位：东风汽车集团有限公司、国汽汽车轻量化技术研究院有限公司、云南航天神州汽车有限公司、中国第一汽车集团有限公司研发总院、安徽江淮汽车集团股份有限公司、一浦莱斯精密技术（深圳）有限公司、湖北博士隆科技有限公司、奇瑞汽车股份有限公司、长安汽车股份有限公司

本标准主要起草人：秦兴国、齐叶龙、姚莎莎、王景峰、张林阳、荣胜军、王云庆、程志毅、方友震、杨琴、阚洪贵、薛飞

本标准系首次发布。

铝与铝合金流钻铆接技术条件

1 范围

本标准规定了流钻铆接的设计、质量及检验要求。

本标准适用于底层材料为铝及铝合金流钻铆接所形成的铆接点的技术要求。

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 228.1 金属材料 拉伸试验 第1部分：室温试验方法

GB/T 13298 金属显微组织检验方法

GB/T 20967 无损检测 目视检测 总则

3 术语及定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1 流钻铆钉

流钻铆钉（Flow Drill Screw，FDS）是一种具有自穿刺和挤压效果的紧固件。

3.2 流钻铆接

流钻铆接是一种利用流钻铆钉对零件进行连接的连接方式。

3.3 流钻铆接过程

如图1所示，流钻铆接过程是指由加热、钻孔、穿透、攻丝、拧紧、紧固六个阶段组成的连接过程。



图1 流钻铆接过程

3.3.1 加热

在一定的转速及压力下，流钻铆钉与基材表面接触，产生热量并使基材发生软化的过程。

3.3.2 钻孔

在高转速、高压作用下，流钻铆钉使基材产生塑性变形并形成钻孔的过程。

3.3.3 穿透

流钻铆钉在基材上钻出柱型通孔并穿透连接材料的过程。

3.3.4 攻丝

流钻铆钉在基材柱型通孔内形成自攻螺纹的过程。

3.3.5 拧紧

流钻铆钉在基材内形成自攻螺纹后正常拧紧的过程。

3.3.6 紧固

流钻铆钉在基材内拧紧、贴合并形成一个严密的嵌入型连接的过程。

3.4 铆接基材

需要用流钻铆钉进行连接的材料。

3.5 铆接基材厚度及预开孔直径

如图 2， t_1 、 t_2 、 t_3 分别为第 1 层、第 2 层、第 3 层铆接基材厚度， ϕ_1 、 ϕ_2 分别为第 1 层、第 2 层铆接基材预开孔直径。

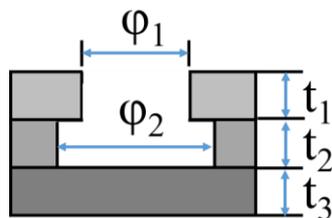


图 2 铆接基材厚度及预开孔直径示意图

3.6 铆钉头下间隙

铆钉头部与最上层铆接基材间的间隙，用符号 H 表示。

3.7 铆钉轴线偏离角度

铆接完成后，铆钉轴线与铆接点处铆接基材垂直方向夹角，用符号 α 表示。

3.8 连接件间隙

相邻铆接基材之间的间隙，用符号 X 表示。

3.9 剪切拉伸强度

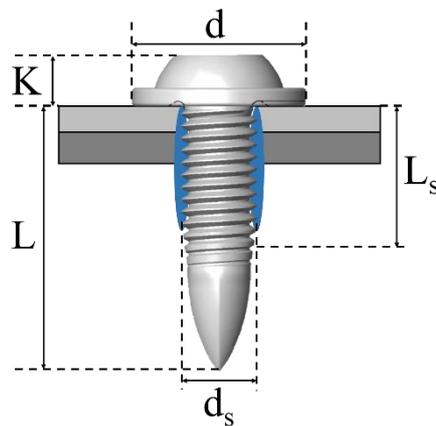
铆点在平行于试样长度方向的拉伸载荷作用下拉伸，直到失效的最大载荷，即 Tensile Shear Strength，缩写 TSS。

3.10 正向拉伸强度

铆点在垂直于试样长度方向的拉伸载荷作用下拉伸，直到失效的最大载荷，即 Cross Tension Strength，缩写 CTS。

3.11 铆钉常用符号

铆钉常用符号如图 3 所示。



说明:

d : 铆钉头部直径

L_s : 有效螺纹长度

K : 铆钉头高

d_s : 螺纹额定直径

L : 铆钉额定长度

图 3 铆钉常用符号

4 铆接技术条件

4.1 铆接基材性能要求

对于铆接基材的材料性能，应满足以下要求：

- 1) 无预开孔铆接基材抗拉强度不应超过铆钉屈服强度；
- 2) 抗拉强度高于 600MPa 的金属材料宜作为上层铆接基材，且宜进行预开孔；
- 3) 非金属复合材料应作为上层铆接基材，且宜进行预开孔；
- 4) 铆接基材表面无需进行脱脂等前处理，但应擦掉表面的防锈油，保持表面状态清洁。

4.2 搭接关系要求

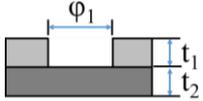
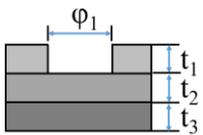
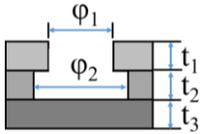
对于铆接基材的搭接关系,应满足以下要求:

- 1) 铆接基材层数不宜超过 3 层;
- 2) 厚度较薄的基材宜作为上层铆接基材,厚度较厚的基材宜作为底层铆接基材;

4.3 铆接基材厚度要求

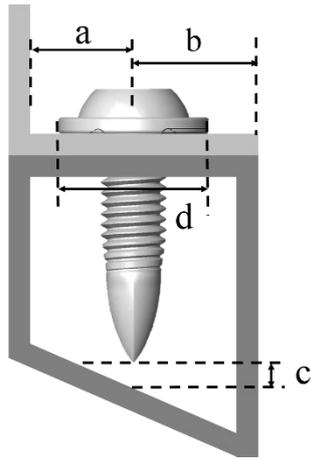
对于铆接基材的材料厚度,宜满足表 1 所示要求。

表 1 铆接基材厚度要求

序号	示意图	t_1	t_2	t_3	其他要求
1	 2 层基材, 无预开孔	钢: $t_1 \leq 0.8\text{mm}$ 铝: $t_1 \leq 2\text{mm}$	钢: $t_2 \leq 1.5\text{mm}$ 铝: $t_2 \leq 3\text{mm}$	/	$t_1 + t_2 \leq 5\text{mm}$; $L_s \geq t_1 + 3t_2$
2	 2 层基材, 第 1 层基材预开孔	$t_1 \geq 1$ 个螺距	钢: $t_2 \leq 2\text{mm}$ 铝: $t_2 \leq 5\text{mm}$	/	$\phi_1 = d_s + 3\text{mm}$; $L_s \geq t_1 + 2t_2$
3	 3 层基材, 第 1 层预开孔	$t_1 \geq 1$ 个螺距	钢: $t_2 \leq 0.8\text{mm}$ 铝: $t_2 \leq 2\text{mm}$	钢: $t_3 \leq 1.5\text{mm}$ 铝: $t_3 \leq 3\text{mm}$	$t_1 + t_2 \leq 5\text{mm}$; $\phi_1 = d_s + 3\text{mm}$; $L_s \geq t_1 + 2(t_2 + t_3)$
4	 3 层基材, 第 1、2 层预开孔	$t_1 \geq 1$ 个螺距	$t_2 \geq 1$ 个螺距	钢: $t_3 \leq 1.5\text{mm}$ 铝: $t_3 \leq 5\text{mm}$	$\phi_1 = d_s + 3\text{mm}$; $\phi_2 = \phi_1 + 2\text{mm}$; $L_s \geq (t_1 + t_2) + 2t_3$

4.5 铆接位置要求

流钻铆钉的铆接位置示意图如图 4 所示,铆接位置宜满足表 2 所示要求。



说明:

a: 铆钉头部中心到法兰边距离

c: 铆钉尖部到连接件距离

b: 铆钉头部中心到连接件边缘距离

d: 铆钉头部直径

图 4 铆接位置示意图

表 2 铆接位置要求

序号	特征	要求值
1	铆钉头部中心到法兰边距离 a	$a \geq d/2 + 1 \text{ mm}$
2	铆钉头部中心到连接件边缘距离 b	$b \geq d/2 + 1 \text{ mm}$
3	铆钉尖部到连接件距离 c	$c \geq 2 \text{ mm}$
4	与铆钉接触连接件表面	与铆钉接触连接件表面应为平面

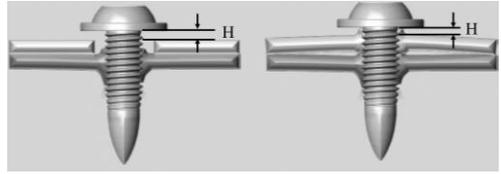
5 铆接接头质量特征

5.1 铆接接头外部质量特征

铆接接头质量特征应满足表 3 所示要求。

表 3 铆接接头外部质量特征要求

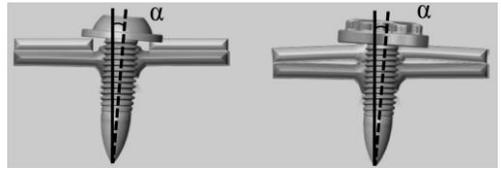
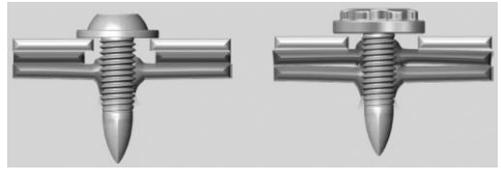
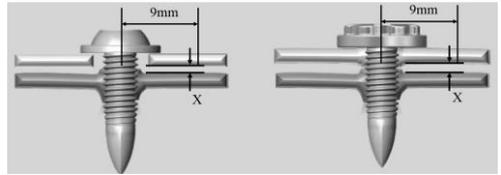
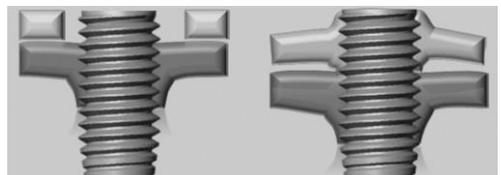
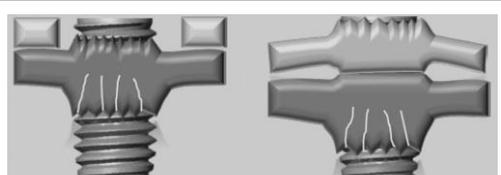
序号	特征	要求值	示意图
1	铆接接头数量	应符合图纸要求	/

2	铆接方向	应符合图纸要求	/
3	铆接位置	应符合图纸及4.5要求	/
4	铆钉头下间隙 H	$H \leq 0.2\text{mm}$	

5.2 铆接接头内部质量特征

铆接接头质量特征应满足表4所示要求。

表4 铆接接头内部质量特征要求

序号	特征	要求值	示意图
1	铆钉轴线偏离角度 α	$\alpha \leq 5^\circ$	
2	铆接基材预开孔的覆盖情况	铆钉头部需完全覆盖预开孔,且铆钉螺柱部分不与预开孔接触	
3	连接件间隙 X	$X \leq 0.2\text{mm}$ (X 在距铆钉轴线 9mm 处测量)	
4	连接部位的螺纹	螺距完好,且螺纹牙无断裂	
5	裂纹	要求无裂纹,铸件裂纹不能进入本体	

6 检验方法

6.1 铆接接头外部质量特征检测方法

6.1.1 试验设备

卡尺。

6.1.2 试验步骤

- 1) 按照 GB/T 20967 对铆接接头数量进行检测；
- 2) 按照 GB/T 20967 对铆接方向进行检测；
- 3) 利用卡尺对铆钉头部中心到法兰边距离、铆钉头部中心到连接件边缘距离、铆钉尖部到连接件距离等参数进行检测；
- 4) 利用卡尺对铆钉头下间隙进行检测。

6.1.3 记录

- 1) 记录试验日期、地点、参与人员；
- 2) 记录试验材料组合种类、规格、连接参数、试样编号；
- 3) 记录铆接接头数量、铆接方向、铆接位置、铆钉头下间隙检测结果；
- 4) 记录其他特殊情况。

6.2 铆接接头内部质量特征检测方法

6.2.1 试验设备

切割机、磨样机、金相显微镜。

6.2.2 试验步骤

- 1) 利用切割机沿着铆钉轴线方向对铆接点进行切割，以获取金相检测切片；
- 2) 对检测切片按照 GB/T 13298 获取金相样品；
- 3) 利用金相显微镜对铆钉轴线偏离角度、夹紧部分预开孔的覆盖情况、连接件间隙、拧入部分的螺纹、裂纹等进行观察与测量；

6.2.3 记录

- 1) 记录试验日期、地点、参与人员；
- 2) 记录试验材料组合种类、规格、连接参数、试样编号；
- 3) 记录铆钉轴线偏离角度、夹紧部分预开孔的覆盖情况、连接件间隙、拧入部分的螺纹、裂纹等检测结果；
- 4) 记录其他特殊情况。

6.3 铆接强度检测方法

6.3.1 试验设备

流钻铆接试验机、拉伸试验机。

6.3.2 试样取样方法

流钻铆接强度检测试验使用的材料牌号、厚度、状态应与量产件一致。剪切拉伸试样取样规格如图 5 所示，正向拉伸试样取样规格如图 6 所示。

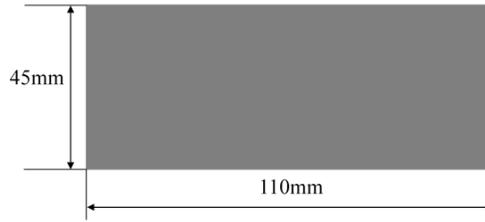


图 5 剪切拉伸试样取样规格

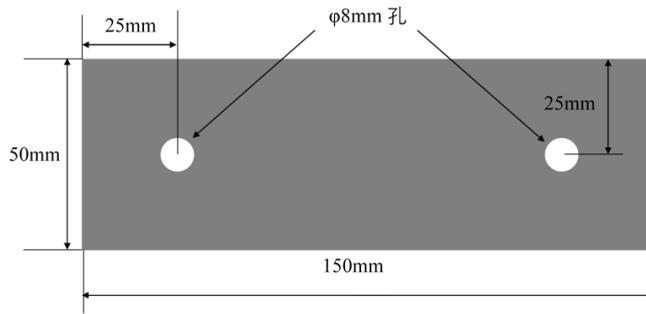


图 6 正向拉伸试样取样规格

6.3.3 试样结构

选取连接参数，将铆接基材在流钻铆接试验机上进行连接。连接点应位于拉伸试样重合面的中心，铆接基材搭接顺序与量产件一致。剪切拉伸试样结构如图 7 所示，正向拉伸试样结构如图 8 所示。

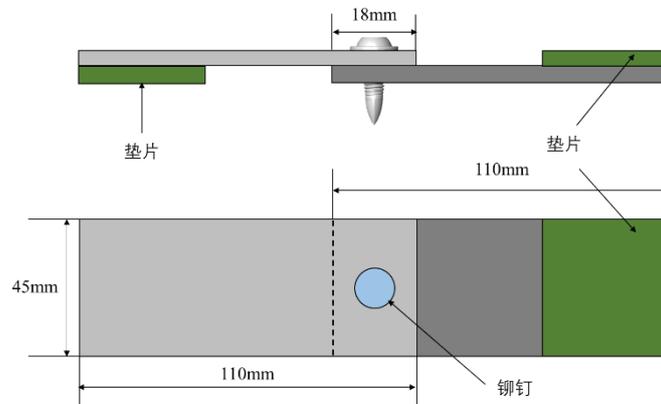


图 7 剪切拉伸试样结构

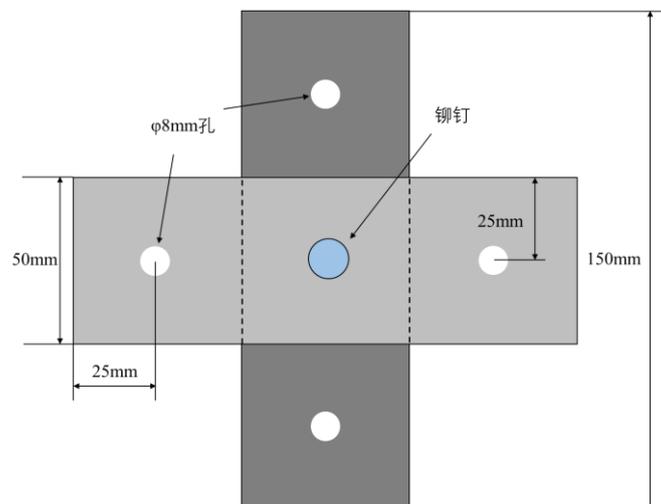


图 8 正向拉伸试样结构

6.3.4 铆接试样拉伸过程

拉伸试验方法参考 GB/T 228.1。测试时，将连接好的剪切拉伸试样、正向拉伸试样在拉伸试验机上进行拉伸，直至铆点失效，拉伸速度为 5-10mm/min。每组样品数量不少于 5 个。

6.3.5 记录

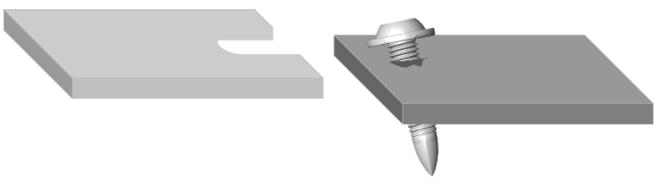
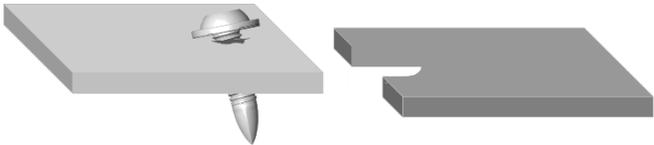
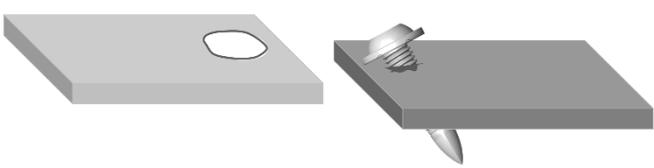
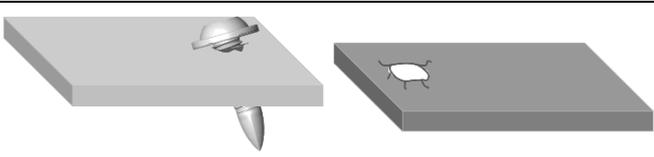
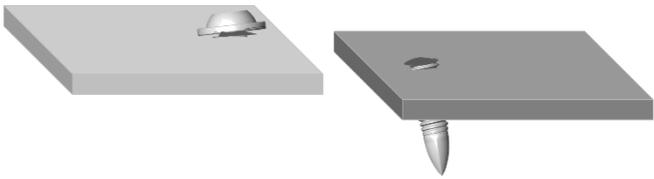
- 1) 记录试验日期、地点、参与人员；
- 2) 记录试验材料组合种类及规格；
- 3) 记录试样连接参数；
- 4) 记录试样编号、剪切拉伸试样与正向拉伸试样的失效载荷、失效形式，常见流钻铆接失效形式见附录 A；
- 5) 记录其他特殊情况。

附录 A
(规范性附录)
常见流钻铆接失效形式

A.1 常见流钻铆接失效形式

常见流钻铆接失效形式见表A.1。

表 A.1 常见流钻铆接失效形式

序号	特征	图示
1	上层铆接基材孔洞拉裂	
2	下层铆接基材孔洞拉裂	
3	铆钉头部从上层基材拉脱	
4	铆钉从下层铆接基材拉脱	
5	铆钉头部拉断	
6	铆钉螺柱部分拉断	