



中华人民共和国国家标准

GB/T 38825—2020

民用飞机复合材料制件铆接要求

Requirements of riveting connection in civil aircraft of composite parts

2020-06-02 发布

2020-12-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 一般要求 1

 4.1 人员 1

 4.2 环境 1

 4.3 材料 1

 4.4 设备与工装 3

 4.5 安全防护 5

5 工艺控制 5

 5.1 铆接装配流程图 5

 5.2 铆接前准备 7

 5.3 生产前工艺测试 7

 5.4 预装配 7

 5.5 确定孔位 7

 5.6 制孔 8

 5.7 镗窝 9

 5.8 清理多余物 9

 5.9 重新定位 9

 5.10 叠层厚度测量 9

 5.11 放钉 9

 5.12 施铆 9

6 质量控制..... 10

 6.1 制孔的质量 10

 6.2 镗窝的质量 11

 6.3 铆接的质量 11

参考文献 13

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由全国航空器标准化技术委员会(SAC/TC 435)提出并归口。

本标准起草单位:哈尔滨飞机工业集团有限责任公司、合肥江航飞机装备有限公司、中国航空综合技术研究所。

本标准主要起草人:高丽秋、张立安、张永凯、关煜杰、李学常、郭璐璐、杨雪梅、刘文彪、务俊杰、赵立兵、李乾玥。

民用飞机复合材料制件铆接要求

1 范围

本标准规定了复合材料制件铆接的一般要求、工艺控制和质量控制。
本标准适用于民用飞机复合材料层压板制件的实心铆钉铆接和抽芯铆钉铆接。

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 116 铆钉技术条件
- GB/T 6026 工业用丙酮

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

叠层 mixed parts

复合材料制件和复合材料制件、复合材料制件和金属材料制件夹层铆接后形成组件。

3.2

湿安装 wet installation

在铆钉孔中、铆钉杆上和铆钉头下面等位置施加密封剂的安装。

4 一般要求

4.1 人员

复合材料铆接及检测人员应具有复合材料知识及专业等级证书,持证上岗。

4.2 环境

- 4.2.1 复合材料铆接装配区域应清洁、明亮,一般情况下温度为 15℃~30℃,相对湿度为 40%~80%,技术文件有规定时,按要求执行。
- 4.2.2 制孔、打磨施工产生的粉尘应进行清理,不应污染环境和制件。
- 4.2.3 室内应有良好的通风、除尘设施。

4.3 材料

- 4.3.1 应优先选用抽芯铆钉,以避免复合材料制件受撞击和孔壁因钉杆涨粗而损伤。
- 4.3.2 铆钉直径一般应不超过 4 mm,否则不但成型困难,对复合材料制件也容易造成损伤。在满足结构要求的情况下,应尽量使用平头或半圆头钉头。
- 4.3.3 复合材料制件铆接使用的铆钉和垫圈的选择应符合工程图样要求,通常选用钛合金或不锈钢材

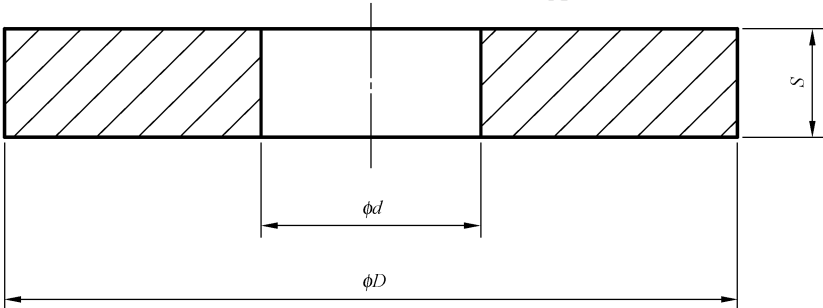
料。在可拆卸的非受力或次受力构件以及某些内部构件上,从降低重量和成本考虑,可使用少量铝合金铆钉,但铆接应湿连接,并采取严格的防电化学腐蚀措施。

4.3.4 复合材料制件铆接装配所需的辅助材料见表 1。

表 1 辅助材料清单

序号	名称	用途	要求
1	脱脂棉	清理	医用
2	丙酮	清理	GB/T 6026
3	丁酮	清理	化学纯
4	砂纸	去毛刺	240 粒度
5	毛刷	清理	—
6	垫板	制孔支撑	—
7	润滑剂	润滑	经过试验验证的

4.3.5 定位销与复合材料制件接触面之间宜使用复合材料工艺垫圈进行产品防护。复合材料工艺垫圈的选用,尺寸选择见图 1 和表 2,材料应为碳纤维复合材料或玻璃纤维复合材料。



说明：
D —— 外径；
d —— 内径；
S —— 垫圈厚度。

图 1 工艺垫圈

表 2 复合材料工艺垫圈尺寸 单位为毫米

铆钉直径	垫圈直径				垫圈厚度(S)
	外径(D)		内径(d)		
	基本尺寸	极限偏差	基本尺寸	极限偏差	
2.0	6.0	$+0.5$ 0	2.3	$+0.2$ 0	1.0
2.5	6.0		2.8		
3.0	6.0		3.3		
3.5	8.0		3.8		
4.0	10.0		4.3		

4.4 设备与工装

4.4.1 制孔工具及设备

4.4.1.1 手动制孔工具

常用制孔风钻为普通风钻、弯头风钻或万向风钻等，其主轴全跳动应不大于 0.05 mm，声强应不大于 90 dB。

4.4.1.2 半自动制孔工具

自动进给钻用钻模板手工定位后，以不同转速，一定的进给率钻孔；当孔快要钻透时，液压阻尼器可使进给速度减慢，以控制风钻的轴向进给力，适用于复合材料制件制孔。

4.4.1.3 全自动制孔设备

包括大型自动钻铆设备或自动钻孔设备，以及轻型机器人柔性轨道制孔设备等。主要由系统模块、制孔执行器模块、视觉检测系统模块和上位机模块等组成，通过预先设定的控制程序，实现叠层构件的自动化制孔，通常一次性完成钻铤制孔操作，适用于复合材料制件制孔。

4.4.1.4 制孔刀具

复合材料制件制孔刀具材料应采用硬质合金、金刚石涂层硬质合金或聚晶金刚石。推荐的制孔刀具见表 3（以 3 种常见的纤维类型：碳纤维、玻璃纤维、芳纶为例）。

表 3 推荐的制孔刀具

名称	应用
硬质合金/镶硬质合金麻花钻	适合 3 种纤维类型复合材料制件及与金属叠层件制孔
硬质合金三尖两刃钻	适合 3 种纤维类型复合材料制件及与金属叠层件制孔
硬质合金双刃定心钻	适用于芳纶复合材料制件制孔
硬质合金扩孔钻（扩铰刀）	适合 3 种纤维类型复合材料制件及与金属叠层件扩铰孔
硬质合金铰刀	适合 3 种纤维类型复合材料制件及与金属叠层件铰孔
硬质合金/镶硬质合金铤窝钻	适合 3 种纤维类型复合材料制件及与金属叠层件铤窝，可用于铆钉孔倒角
四直槽钻铤复合钻头	适用于自动进给钻和自动制孔设备制孔，钻孔、铤窝一刀完成
金刚石/镶金刚石钻头	适合 3 种纤维类型复合材料制件及与金属叠层件制孔 硬度高、导热性好、耐磨性强，较硬质合金刀具使用寿命长
金刚石/镶金刚石铤窝钻	适合 3 种纤维类型复合材料制件及与金属叠层件铤窝，可用于铆钉孔倒角
金刚石/镶金刚石钻铤复合钻	适用于自动进给钻和自动制孔设备制孔，钻孔、铤窝一刀完成

4.4.2 铤窝工具

常用的铤窝工具如下：

- a) 铆钉铤窝钻，将其带 1：20 锥度的尾杆装在铤窝限动器中；
- b) 复合铤窝钻，可一次完成钻孔和铤窝两道工序，孔与窝的同心度好，可装在铤窝限动器或装夹在风钻上使用，也可装在自动进给钻、自动制孔设备上使用；

- c) 镗窝限位器,与镗窝钻配合使用,用于控制镗窝的深度;
- d) 镗窝钻加长杆,用于增加镗窝钻尾杆的长度,便于接近难镗窝的部位。

4.4.3 铆接工具和设备

4.4.3.1 铆接常用的压铆设备(手动、气动或液压)如下:

- a) 手动压铆钳,通常用于压铆直径为 2 mm~3.5 mm 的硬铝铆钉;
- b) 手提压铆机,适用于装配件边缘的铆接;
- c) 固定压铆机,压铆质量稳定,质量与操作技术水平关系较少,具有较好的连接强度,工件变形较少,生产率高,劳动强度较小;
- d) 电磁铆接设备,用于高强度大直径铆钉、干涉配合铆钉等;
- e) 自动钻铆机,在一台设备上一次性地连续完成夹紧、钻孔、镗窝、注胶、放铆和铣平等工序。

4.4.3.2 铆接常用的铆枪与拉枪如下:

- a) 普通铆枪,用于实心铆钉铆接;
- b) 专用拉枪,用于抽芯铆钉铆接。

4.4.4 窝头

窝头通常由淬火的高碳钢或镍铬钢等材料制作,与铆接工具、设备配合使用,其性能如下:

- a) 工作面表面粗糙度 Ra 不大于 0.4;
- b) 安装在铆枪上的尾杆直径公差带一般为 f9;
- c) 安装在压铆机上的冲模尾部公差带一般为 f7;
- d) 铆枪窝头质量应接近铆枪活塞质量。

4.4.5 顶把

顶把的选择一般应符合下列要求:

- a) 顶把工作面的表面粗糙度 Ra 不大于 0.8;
- b) 顶把重量可根据铆钉材料确定。

4.4.6 冲杆

铆钉冲杆部位的表面粗糙度 Ra 应不大于 1.6,其直径极限偏差为 ${}^0_{-0.1}$ mm。

4.4.7 定位销及定位销钳

常用的定位销及定位销钳如下:

- a) 定位销一般为螺纹式和弹簧式两类,前者夹紧力大,后者使用方便。通常定位销直径选取比定位孔直径小 0.1 mm;
- b) 定位销钳,与定位销配套使用,用于安装定位销。

4.4.8 叠层测厚尺

用于测量连接孔处的叠层厚度。

4.4.9 设备、工具和量具

设备、工具和量具的使用要求如下:

- a) 所使用的量具应在定检期内;

- b) 所使用的工具应无故障、无污垢,有特殊要求的工具在定检期内;
- c) 所使用的设备的活动部位应无紧涩现象,严格按照设备维护说明书执行。

4.4.10 工装的一般要求

工装的一般要求如下:

- a) 应满足产品的装配工艺要求;
- b) 应定位合理、压紧可靠、操作简单;
- c) 应工作开敞,便于操作人员施工、便于产品的上架和出架;
- d) 需要随复合材料制件进固化炉的工装,表面漆应选择耐高温漆。

4.5 安全防护

- 4.5.1 不应用手指触摸未封口的零件边缘,以防纤维刺入皮肤。
- 4.5.2 铆接装配时若使用溶剂,应注意防火防爆。
- 4.5.3 复合材料制孔操作时,应通过吸尘系统进行防尘。
- 4.5.4 操作者应佩戴面罩进行防尘。
- 4.5.5 应对容易造成零件损伤的工具、设备、工装部位进行保护。

5 工艺控制

5.1 铆接装配流程图

复合材料制件铆接装配流程见图 2。

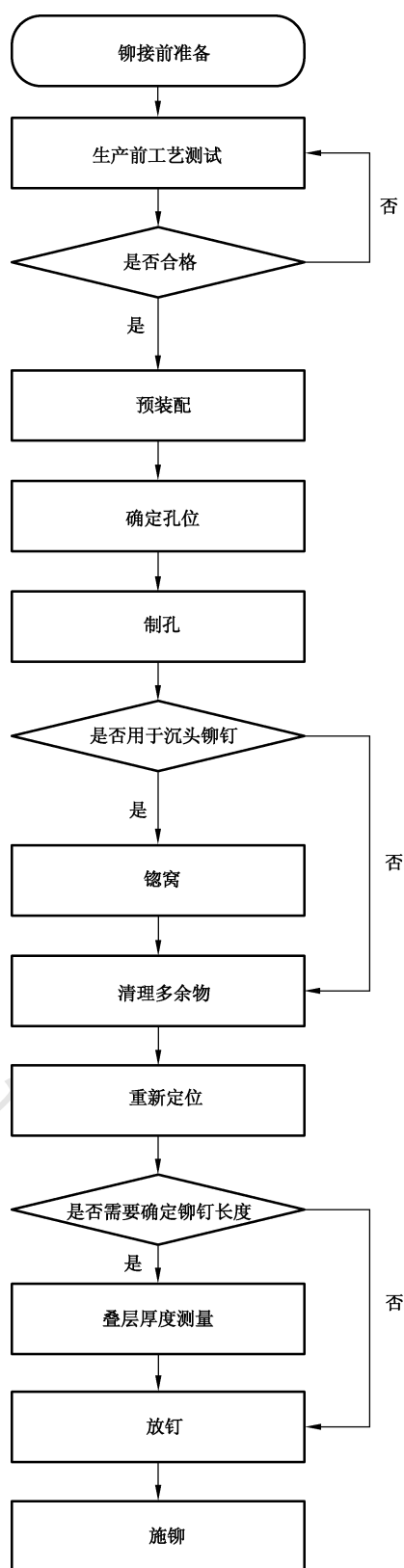


图 2 复合材料制件铆接装配流程图

5.2 铆接前准备

铆接前准备工作如下：

- a) 工艺装备检查：检查已有工艺装备是否处于完好状态，工装应在有效使用期内；
- b) 零件检查：目视检验零件，不应有表面缺陷；
- c) 工艺试件准备：工艺试件应能代表正式产品的关键特征，包括材料、铺层、厚度等应与正式产品相同；
- d) 制孔工具、设备准备：根据复合材料制件类型和叠层结构特点选择制孔工具、设备，确定加工参数。

5.3 生产前工艺测试

5.3.1 生产前试制孔、铆窝

宜在正式产品上制孔、铆窝之前，在工艺试件上进行生产前试制孔、铆窝，确定所采用的制孔方式、刀具品牌及型号、设备型号和工艺参数的合理性。每名操作人员至少应连续试制 5 个孔、窝，经检验合格，确定制孔方案后，方可进行正式产品的制孔、铆窝。

5.3.2 生产前试铆

宜在正式产品上铆接之前，进行生产前试铆，每名操作人员至少应连续试铆 5 个钉，经检验合格后，方可进行正式产品的铆接。

5.4 预装配

预装配工作如下：

- a) 产品定位：产品在工装上进行定位安装，使用夹子或工装上压紧器进行产品压紧，复合材料制件一般不应强迫定位、强迫装配。宜在工装压紧器上增装压力指示器，保证复合材料制件装配连接区最小 300 mm 的间隔内最大施加 45 N 的局部压力。凡复合材料制件与不同材料（钛、不锈钢除外）制件进行对接或搭接时，对缝或搭接面处均应涂覆工程图样规定的液体垫片，胶层厚度一般应不大于 0.3 mm，待胶层固化后方可进行制孔操作；
- b) 装配间隙消除：复合材料制件装配前，应消除复合材料制件之间、复合材料制件与金属件之间的间隙；叠层件之间的间隙不应敲修消除，而应采用加垫的方法消除；垫片一般采用可剥垫片和液体垫片，按照专用技术条件要求使用；
- c) 产品夹紧：按照工程图样或工艺文件要求制作工艺定位孔，安装定位销，宜使用复合材料工艺垫圈进行产品防护；复合材料工艺垫圈的选取按 4.3.5 的规定；定位销的数量取决于零件的形状，数量约为铆钉总数的 10%，如果零件形状复杂应适当增加临时定位销的数量。

5.5 确定孔位

5.5.1 手动及半自动制孔确定孔位方法

孔间距、边距、排距应符合工程图样要求，一般采用划线法、导孔法、工装钻模制孔法确定孔位。

5.5.2 全自动制孔确定孔位方法

按照基准孔或临时紧固件和依据工程图样编制的制孔程序确定孔位。

5.6 制孔

5.6.1 孔的要求

铆钉孔的一般要求如下：

- a) 铆钉孔孔径大小,位置尺寸、位置尺寸极限偏差应符合工程图样的规定。工程图样未规定时,铆钉孔孔径大小可参考表 4,位置尺寸极限偏差一般为 ± 1 mm,也可参考 GB/T 152.1;

表 4 铆钉孔的直径和容许偏差

单位为毫米

铆钉直径	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0
名义孔径	2.2	2.7	3.2	3.7	4.3
铆钉孔允许偏差	$-0.05 \sim +0.15$				

- b) 复合材料制件钻孔表面粗糙度 Ra 应不大于 6.3,铰孔孔壁表面粗糙度 Ra 不大于 3.2;

- c) 铆钉孔轴线应垂直于零件表面,偏差应在 $90^\circ \pm 1^\circ$ 范围内。

5.6.2 刀具要求

刀具的一般要求如下：

- a) 刀具的选择可参考表 3;
- b) 钻铰一体复合钻头适用于复合材料与复合材料叠层制件制孔,一般不用于复合材料与金属叠层制件制孔;
- c) 用手提专用工具制孔时,为了保证孔轴线与零、部件表面垂直,应使用专用钻套;
- d) 手动扩孔钻、铰刀端部应带有导柱;
- e) 制孔中应保证刀具寿命有足够的安全裕度,制孔过程中不应出现工具颤动,刀具刃口碎裂时,应及时更换刀具。

5.6.3 制孔

制孔的一般要求如下：

- a) 复合材料制件及叠层件制孔一般应选用高转速低进给加工;在碳纤维、玻璃纤维制件及叠层件上钻孔时,应在出口面加垫板夹紧;为避免或减少刀具进口面纤维破坏,应尽可能先启动气钻,然后再接触制件进行钻孔;当钻头快露出复合材料出口面时,应减小对钻头施加的轴向力,以防复材劈裂分层;对芳纶类复合材料制件及叠层件应两面加垫板夹紧;
- b) 一般情况,钻孔直径应比终孔直径小 0.15 mm~0.4 mm,留出余量用于铰孔;一刀铰孔的材料去除量(直径上)应不大于 0.127 mm;
- c) 制孔时,尽量不使用润滑剂或冷却剂,防止水分渗入导致复材制件分层;但对复合材料与金属叠层件制孔时,可采用经试验验证认可的润滑剂或冷却剂;
- d) 复合材料与金属叠层件应优先从金属件一侧钻入,但应使用垫板顶紧复合材料一侧刀具出口处,以防钻孔出口面劈裂;从复合材料面钻入时,除芳纶复合材料外,刀具入口面可不加垫板支撑;
- e) 复合材料制件及叠层件推荐的手工制孔参数见表 5;
- f) 应采用经生产前工艺测试验证过的制孔方式、工具、设备、技术参数制孔;
- g) 对孔径高精度要求时,可使用自动进给钻或自动制孔设备,制孔要求按相关文件执行。

表 5 复合材料制件及叠层件推荐制孔参数

序号	制孔方式	材料名称	转速 r/min	进给速度 mm/r
1	手工钻孔	碳纤维复合材料制件及叠层件	3 000~6 000	0.01~0.05
2		玻璃纤维复合材料制件及叠层件	3 000~6 000	0.01~0.05
3		芳纶类复合材料制件及叠层件	2 400~2 800	0.01~0.06
4		复合材料与铝合金叠层件	1 500~3 500	0.01~0.05
5		复合材料与钛/钢叠层件	500~800	0.01~0.05
6	手工铰孔	3 种纤维类型复合材料制件及叠层件	500~800	0.01~0.05

5.7 铤窝

铤窝的一般要求如下：

- a) 使用硬质合金铤窝钻铤窝时,转速宜为 500 r/min~800 r/min,使用金刚石铤窝钻铤窝,转速宜为 800 r/min~1 400 r/min;孔需要倒角时,可用金刚石铤窝钻倒角,转速宜为 500 r/min;
- b) 窝尺寸应按工程图样规定;沉头窝应与孔轴线同心,偏差应不大于 0.08 mm;沉头窝轴线应平行于孔轴线,误差应不大于 1°;对于铤窝角度偏差应以铆钉的安装要求为准,若无特殊规定,铤窝角度偏差应不大于 2°,沉头窝的表面粗糙度 Ra 应不大于 6.3;
- c) 为保证孔与窝的同轴度,应使用带导柱的铤窝钻,导柱直径应不小于铆钉孔直径 0.02 mm;对楔形叠层应用带短销的铤窝钻;
- d) 注意观察刀具使用情况,若发现刀具磨损应立即更换刀具并重新调整限位器。

5.8 清理多余物

制孔过程中应及时使用砂纸和毛刷清除毛刺。

对于叠层制件制孔,制孔结束后,应拆除夹紧装置,使用吸尘器、细号砂纸、毛刷、脱脂棉等辅助材料清理零件间的多余物。制孔后不应有残留润滑剂、粉末或者切屑等污染。

5.9 重新定位

将完成清理多余物工作的叠层件重新在工装上定位。

5.10 叠层厚度测量

用测厚尺测量出叠层厚度,根据测量厚度选择铆钉长度。

5.11 放钉

按照工程图样规定正确放置铆钉。铆钉与钉孔之间接触腐蚀的防护应进行湿安装。

5.12 施铆

5.12.1 实心铆钉铆接

实心铆钉铆接要求如下：

- a) 对碳纤维复合材料结构应使用压铆,无法压铆时,可使用低功率铆枪;对芳纶及玻璃纤维复合材料结构的铆接可使用压铆,也可使用锤铆;

- b) 应根据压铆件的结构和铆钉的直径、数量、材料选用压铆机的型号；
- c) 除非工程图样另有规定，安装后的实心铆钉铆头尺寸应符合表 6 规定。

表 6 安装后的实心铆钉铆头尺寸 单位为毫米

铆钉直径	铆头直径	铆头直径极限偏差	铆头最小高度	铆头对钉杆轴线同轴度	铆头圆度
2.0	2.8	±0.2	0.6	φ0.4	在铆钉铆头直径 极限偏差内
2.5	3.5	±0.25	0.75		
3.0	4.2	±0.3	0.9		
3.5	4.9	±0.35	1.05	φ0.6	
4.0	5.6	±0.4	1.2		

5.12.2 抽芯铆钉铆接

- 抽芯铆钉铆接要求如下：
- a) 铆钉应按接收状态使用，不应用任何材料来润滑或清洗铆钉；
 - b) 应按铆钉的种类及直径大小选用合适的拉枪，载荷选择参考 GB/T 3098.19；
 - c) 将铆钉放入铆枪内，铆枪头贴紧钉头，确认铆钉与支撑面完全垂直后，进行铆接。

5.12.3 自动钻铆工艺

自动钻铆工艺依据设备型号、加工的产品对象情况，按相关文件要求设置制孔铤窝的转速和进给参数、压紧力、铆接力。

铆接完成后，宜使用丙酮(丁酮)等辅助材料对复合材料表面污迹或铅笔痕迹进行清理。

6 质量控制

6.1 制孔的质量

- 6.1.1 铆钉孔示意图见图 3，其各部位的质量应满足以下要求：
- a) 复合材料制件表面层无分层，孔入口处无分层，孔边缘无毛刺；
 - b) 沉头窝与孔的同轴度不大于 0.08 mm；
 - c) 孔壁损伤深度小于 0.25 mm，宽度不大于 0.33 mm，且不超过孔(铤窝)周长的 1/4；
 - d) 清除孔叠层边缘毛刺。复合材料制件孔出口边缘损伤允许范围见图 4 和表 7，损伤包括分层、劈裂，孔边缘无毛刺，打磨清除孔边缘凸并补漆；
 - e) 孔壁表面粗糙度见 5.6.1。

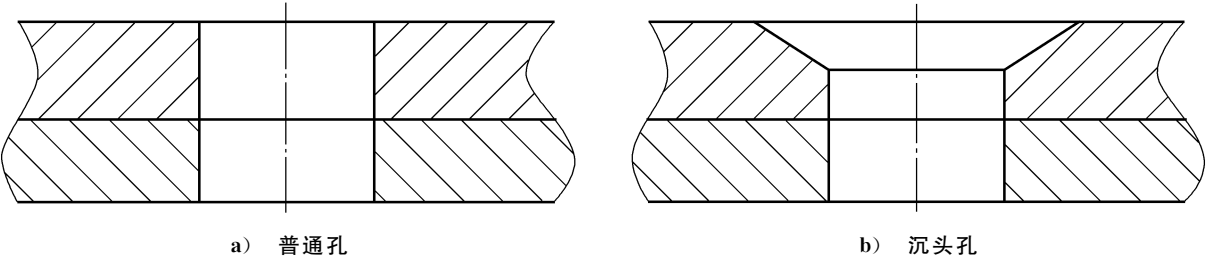
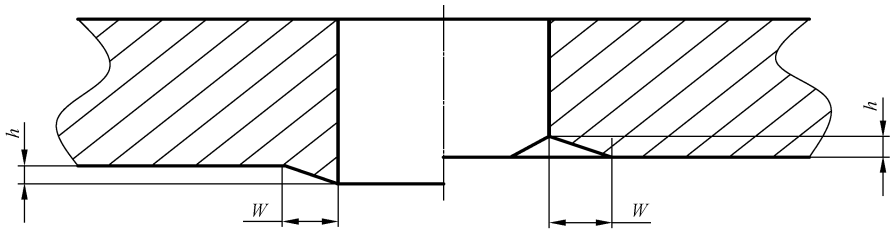


图 3 铆钉孔



说明：
 h ——孔边缘损伤厚度；
 W ——孔边缘损伤宽度。

图 4 孔出口边缘损伤范围

表 7 孔边损伤允许范围 单位为毫米

铆钉直径	$h(\text{max})$	$W(\text{max})$
2.0	0.4	1.3
2.5	0.4	1.3
3.0	0.4	1.3
3.5	0.4	1.3
4.0	0.4	2

6.1.2 复合材料钻孔入口面、孔壁、出口面不应有目视可见的分层、劈裂/撕裂、毛刺、过热、划痕、污染等。

6.1.3 孔径的边距、排距、垂直度应符合工程图样要求。

6.1.4 复合材料钻孔后,可采用目视检查、测量检查和无损检测检查制孔质量,宜使用目视检查。有公差要求的孔应用量具或塞规检查。对重要受力部位连接孔应进行无损检测。

6.2 铤窝的质量

铤窝质量的要求如下：

- a) 表面应光滑洁净,不应有分层和撕裂；
- b) 锥角应与铆钉头锥角一致；
- c) 椭圆度允许偏差不大于 0.2 mm,个别可为 0.3 mm,但数量不能超过一排窝总数的 15%；
- d) 深度应按照铆钉安装后的齐平度要求执行；
- e) 周围不应有铤窝限动器造成的工件表面痕迹；
- f) 其他要求见 5.7。

6.3 铆接的质量

铆接质量的要求如下：

- a) 检查铆钉的材料、牌号、垫圈的材料、牌号,铆钉应无缺陷,铆钉缺陷特征见 GB/T 116；
- b) 检查铆接装配区应无毛刺、裂纹、工装压痕和其他缺陷；
- c) 检查铆钉数量是否存在漏铆、多铆；
- d) 检查沉头铆钉相对零件的凸出量；
- e) 检查铆钉镢头的尺寸、形状、是否存在损伤；

- f) 检查铆接零件间的间隙；
- g) 检查铆接后复合材料制件是否存在表面划伤、印痕、腐蚀、胶缝边缘缺胶、溢胶流淌、零件错位和外廓尺寸变形等问题；
- h) 用塞尺检查钉头与零件表面间隙；凸头铆钉、平锥头铆钉、沉头铆钉钉头与结构件单面间隙大小应符合表 8 规定；

表 8 铆钉单面间隙值

铆钉直径 mm	凸头铆钉单面间隙值 mm	平锥头铆钉单面间隙值	沉头铆钉单面间隙值
2.0	0.12	钉头与制件的间隙应不大于 0.1 mm， 间隙超过 0.1 mm 时： a) 不应超过构成铆钉排的铆钉数的 10%； b) 不应在 2 个连续的铆钉上	钉头与制件的间隙应不大于 0.1 mm， 间隙超过 0.1 mm 时： a) 不应超过构成铆钉排的铆钉数的 10%； b) 不应在 2 个连续的铆钉上； c) 不应在铆钉头圆周一半以上
2.5			
3.0			
3.5			
4.0	0.2		

- i) 检查抽芯铆钉钉杆、锁固环是否符合技术条件规定的位置要求；
- j) 检查抽芯铆钉钉杆切断的端头是否按图样和技术条件要求进行保护；
- k) 铆接完成后，应按要求对重要受力构件进行无损检测。



参 考 文 献

- [1] GB/T 152.1 紧固件铆钉用通孔
 - [2] GB/T 3098.19 紧固件机械性能 抽芯铆钉
-