

飞机结构设计中紧固件连接设计研究

赵彩霞

(沈阳飞机工业(集团)有限公司, 辽宁 沈阳 110850)

摘要:通过对铆接和螺接两种紧固件连接设计的研究,总结了在选用此两种连接方法时的要点和注意事项等,为今后在此方面的设计工作提供了经验。

关键词:铆接;螺接;连接设计

中图分类号:V229.1

文献标识码:B

文章编号:1672-545X(2014)06-0172-03

一架完整的飞机结构是由许多零件组成,它们必须组合在一起才能构成组件,然后将组件再装配在一起形成较大的装配件,最后组装成一架完整的飞机。所以在一架飞机上要采用各种连接方法,包括铆接、螺接、焊接、胶接等。本文只研究在设计中如何选用铆接和螺接两种应用最广泛、最重要的连接方式。

1 铆接设计

铆接是国内外飞机机体制造的传统工艺。虽然在飞机制造中日益扩大使用点焊、胶接等工艺方法,但铆接至今仍是机体结构的主要连接形式。其具有工艺简单、连接牢固可靠、便于检查、质量稳定等优点。缺点是劳动量大、周期长、噪声高。但是,随着铆接工艺的发展,工作条件的改善,机械化自动化程度的不断提高,这些缺点逐渐在克服。

1.1 铆接的种类

常用的铆接种类有四种,包括:普通铆接(用于没有特殊要求的部位)、密封铆接(用于结构要求气密、液密的部位)、特种铆接(在结构要求受力、不开敞、密封或要求密封的部位)、干涉配合铆接(用于疲劳寿命要求高的组合件和整体油箱、气密座舱等处)。

1.2 铆接设计的一般原则

(1) 铆钉的排列。铆钉的排列有单排、双排交错排列、双排平行排列、三排交错排列、三排平行排列。其中单排指铆钉排成一排,是蒙皮与长桁腹板、缘条与蒙皮、缘条与腹板等结构连接的形式。双排交错排列指用于连接宽度较小的蒙皮、腹板等铆缝或双面埋头铆缝,这种排列静强度较高。双排平行排列用于蒙皮、腹板等铆缝,这种排列疲劳强度较高。三排交

错排列用于连接宽度较小且受力较大的蒙皮、腹板等铆缝,这种排列静强度较高。三排平行排列用在受力较大的蒙皮、腹板等铆缝处,这种排列疲劳强度较高。

(2) 铆钉直径、长度、材料的选择。在进行铆钉直径选择的时候,若选择单剪铆钉直径,除考虑铆钉材料、数量、受力状态及被连接件上铆钉孔挤压强度由计算确定外,一般重要铆钉的直径不应小于4毫米。在估算铆钉直径时可按经验公式 $d \geq 2\sqrt{\Sigma\delta}$ 来确定,式中, $\Sigma\delta$ 为铆接夹层厚度。

选择铆钉长度时,铆接厚度不应超过钉杆直径的5~6倍,超过上述比值,易使细长钉杆在铆接时失去稳定,钉杆就不能很好地充满钉孔,降低铆接件的工作能力。

铆钉材料是根据传递载荷大小及其它要求进行选择的。如LY10,用于一般受力结构,是最常用的一种材料。MLC15、ML20MnA用于钢结构及受力较大结构的铆接。1Cr18Ni9Ti用于不锈钢、钛合金等耐热耐腐蚀结构的铆接。

(3) 铆钉边距、间距和排距。铆钉的边距一般取两倍铆钉的直径。铆钉的间距不应小于 $3d$,一般情况下,单排 $t = (4 \sim 6)d$;双排 $t = (5 \sim 7)d$ 。铆钉的排距,如为双面埋头及大扁圆头铆钉,排距为 $t = 3d$;如为沉头、半沉头、半圆头、平锥头铆钉,排距为 $t = 2d + (2 \sim 3)$ 。

(4) 铆接设计注意事项

1) 在一般情况下,尽量用铝合金铆钉铆接铝合金结构或钢铝混合结构,钢铆钉铆接钢结构。

2) 铆接壁板上的铆缝,应尽量设计成直线,并应尽量减少规格,如在一定区间内采用一种规格的铆钉或只采用一种规格的铆钉。

收稿日期:2014-03-05

作者简介:赵彩霞(1973—),女,辽宁人,高级工程师,主要研究方向:飞机结构设计。

3) 在结构的任何位置上,尽量采用凸头铆钉,而不采用沉头铆钉。

4) 在内部结构的铆缝上,铆钉镦头应该在零件材料强度较高或较厚的一侧,但在难施工处,可考虑施工方便来安排镦头。

5) 铆钉连接的层数尽量不超过四层。高抗剪铆钉连接的层数不超过三层,以防止由于夹层过多,铆钉件之间出现间隙。

2 螺接设计

螺接是飞机结构主要连接形式之一。它具有构造简单、安装方便、易于拆卸,并具有连接强度高和可靠性好等特点,所以螺接技术发展迅速,应用范围日益广泛。螺接主要应用于飞机主要承力结构部位的连接。螺接以普通螺栓、螺钉连接为主要形式,应用最广。本文只研究螺栓的连接设计。

2.1 螺栓的选择和设计

(1) 螺栓种类的选择。螺栓受力形式有拉、剪、拉剪复合三种。根据不同的受力形式选择相应的螺栓。受剪形式采用承剪螺栓,受拉形式采用承拉螺栓,同时受拉剪两种载荷作用而不能略去其中任何一个时采用拉剪螺栓。由于受拉螺栓的制造和装配较简单,而受剪螺栓的制造和装配要求较高,因此对于受力不大、要求不高的连接以及某些连接虽然较重要,但由于螺栓数量多、装配协调要求可利用间隙孔进行补偿时,不论其受力形式如何,往往多采用承拉螺栓。

(2) 材料。用于最广的螺栓材料是低碳钢和中碳钢,对于受冲击、振动、变载的螺栓,采用合金钢。

(3) 螺栓直径和长度的选择。当准确知道结构所承受的载荷时,对受拉螺栓,按如下公式计算螺栓直径:

$$d = \sqrt{4P_t / \pi \sigma_b K}$$

式中,

P_t 为螺栓的拉伸载荷;

σ_b 为螺栓材料的抗拉强度;

K 为淬火不均匀系数,可由经验表查得。

对受剪螺栓,按如下公式计算螺栓直径:

$$d = \sqrt{4P_s / \pi \tau_b}$$

式中,

P_s 为螺栓的剪切载荷;

τ_b 为螺栓材料的剪切强度。

对受挤压的螺栓,按如下公式计算出螺栓直径:

$$d = P_b / \delta K_b \sigma_b$$

式中,

P_b 为螺栓的挤压载荷;

σ_b 为螺栓材料的抗拉强度;

δ 为结合件的厚度;

K_b 为挤压系数,可由经验表查得。

但是有些结构往往开始时并不知道准确的载荷值,这时可根据经验,比较类似飞机上的情况并考虑继承性,先粗略估算定出直径,然后进行校核和试验确定。飞机上一般承力较大的连接螺栓直径不应小于 6 mm。

螺栓长度应根据螺纹在夹层中的位置、螺母及垫圈的高度和螺栓端头凸出螺母的高度而定。螺栓尾端凸出螺母的高度应尽可能小,但不得小于一个螺距。

(4) 螺栓孔的边距、间距和排距的选择

通常,确定螺栓孔的边距时要考虑被连接件的剪切、挤压和拉伸强度,这些由载荷大小、被连接件的材料性能和厚度以及安全系数所决定。此外,还需要考虑飞机返修加大孔径对边距的影响。对于一般螺栓边距按公式选取,公式为: $a = (1.5 \sim 2.0)d$, 其中, d 为螺栓孔直径。

距和排距的选用需根据螺栓直径确定,常用的螺栓直径为 6mm、8mm 和 10mm,通常与之对应的排距为 12mm、15mm 和 18mm。单排间距为 22mm、25mm 和 30mm,双排间距为 25mm、30mm 和 40mm。加大间距可适当减少排距,一般交错排列对静强度有力,而平行排列对疲劳强度较好。

2.2 螺母、垫圈的选择和设计

螺母的主要结构形式有很多种类,如六角螺母、六角厚螺母、槽型螺母、MJ 螺纹螺母、自锁螺母、托板螺母等。根据所用的螺栓及安装位置、受力大小及要实现的功能等来选择螺母的种类。螺母的材料与螺栓的材料大致相同。由于在连接中螺母的受力状况比螺栓好,而且如装拆次数过多而导致螺纹损伤时,因螺母更换较方便,所以螺母材料的强度和硬度一般比螺栓材料低一级。

HB1-521-83 是常用的垫圈,通常采用钢和铝合金垫圈。对直径较大的重要螺栓或为了增加抗挤压能力,应采用钢垫圈。为了防止螺栓和螺母松动,可选用齿形弹性垫圈、弹簧垫圈等。垫圈的几何参数按螺杆直径选取,垫圈外径 D 大致在 $(1.7 \sim 2.5)d$ 范围内。

2.3 螺栓保险

在飞机上所有螺栓均进行保险。保险方法有很多,根据螺栓工作的重要性和工作开敞性,采用不同

的保险方法。一般对于可拆卸螺栓均采用开口销或金属丝的保险方法;对于无通路的单面螺栓连接可采用自锁托板螺母进行保险;对于不可卸连接螺栓可用打冲保险。还可采用双螺母保险、弹簧垫圈保险等。

2.4 螺栓连接设计注意事项

(1) 设计螺栓头的方向时,应尽量将螺栓头安置在垂直方向上端或航行方向的前端,这样防止连接失效时螺栓失落。

(2) 应使螺栓组比较均匀地承受载荷,尽量使螺栓分布在载荷较大的位置。

(3) 设计螺栓位置时,应考虑维修时易于拆装。

(4) 安装螺栓时需要拧紧。由于拧紧的作用,在螺栓中产生预紧力。要选择恰当的预紧力,过大影响螺栓强度,过小则影响螺栓的疲劳强度,且会影响到连接的正常工作。对于重要的连接螺栓(受拉或受

剪)必须确定预紧力矩的大小。

3 结束语

通过对铆接和螺接两种紧固件连接设计的研究,总结了在选用此两种连接设计时,采用的一般原则及设计要点和注意事项等,为今后在此方面的设计工作提供了经验,从而更好地完成飞机结构部分组(部)件、装配件的设计任务。

参考文献:

- [1]《飞机设计手册》总编委编. 飞机设计手册第9册:载荷、强度和刚度[M]. 北京:航空工业出版社,2002.
- [2]《飞机设计手册》总编委编. 飞机设计手册第10册:飞机结构设计[M]. 北京:航空工业出版社,2002.

Researches of the Design of Fasteners Connecting in Aircraft Structure Design

ZHAO Cai-xia

(Shenyang aircraft industry (Group) Co., Ltd., Liaoning Shenyang 110850)

Abstract: Researches are carried out on two fasteners, riveting and bolting, Some key points and additional items are also summarized in this paper, which provides lots of experience for the design work.

Key words: riveting; bolting; connect design

(上接第 161 页)

即可);三是,车速必须大于一定的值。

当车子出现突然提速失控的情况时,驾驶员的本能第一反应是踩下制动踏板,车子具备一定速度时,满足了制动优先程序启动的条件,在此程序的制约下,喷油脉宽被限定在基本怠速下,限制了发动机转速扭矩提升。

大多数欧美车系的控制系统中均植入了“制动优先”程序,新一代的 Motronic 控制系统也写入了该程序,因此,2007 款普通桑塔纳景畅型轿车也是具备制动优先程序的。

本次故障即因为“制动优先”程序误动作而引发了加速不良。

4 结束语

综上所述,作为现代汽车维修技术人员,我们不仅要在“硬知识”(指能读懂对应的电路图)上有深厚的功底,更要对汽车控制的“软知识”(指对控制策略的解读)有全面的厂解,方能胜任当今的汽车维修工作。

参考文献:

- [1] 朱 军. 汽车故障诊断基本流程研究[J]. 汽车维修与保养, 2009(10):35-37.
- [2] 上海大众汽车有限公司. 上海大众桑塔纳轿车维修手册[Z].

Effect of Santana Car Brake Priority Strategy for Engine Control

TANG Yue-wen

(Guangxi Machinery senior technical school of Automotive Engineering Department, Liuzhou Guangxi 545005, China)

Abstract: Analysis and maintenance of the diagnostic process in the real case to explain the Shanghai Volkswagen Santana accelerating failures, put forward "brake priority" program of auto control, emphasizing the importance of control strategy in the maintenance of automobile fault.

Key words: brake priority; Santana car fault; engine accelerating failures; Automobile fault diagnosis