

紧固件作为飞机的一个重要组成部分,却经常被忽略。去年年初,波音新一代737生产线和747、777生产线就因为紧固件材料和热处理问题而导致大量飞机延迟交付。在飞机维修中,也经常发生由于不熟悉紧固件而造成的一些人为差错,甚至酿成事故。本文对波音飞机紧固件标准、螺栓安装工艺进行了介绍。

波音飞机紧固件标准简介

Introduction to Fastener Standard for Boeing Airplanes

◎武保全 丘东/北京飞机维修工程有限公司

随着我国民航事业的高速发展,波音飞机现已成为中国民航的主力机种之一。作为波音飞机重要组成部分的紧固件,遍及飞机的每一个角落,直接影响飞机的安全性和可靠性。本文从紧固件类型、代码、件号、安装标准工艺和手册使用等方面对波音飞机紧固件标准作以简单介绍,并且着重介绍了螺栓的标准安装工艺。

常用紧固件类型

1. 可拆除紧固件

普通螺栓、螺丝、螺帽、垫圈等。其中杆部有光杆和螺纹的称为螺栓,而杆部为全螺纹的称为螺丝。

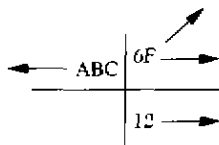
2. 不可拆除紧固件

实心铆钉、拉铆钉、拉螺栓、锁螺栓、内六角驱动螺栓(Hi-Lok)、托板螺帽等。

紧固件还可以按材料分类(铝合金、合金钢、不锈钢、钛合金等),按头型分类(凸头和埋头),按受力类型分类(抗拉、抗剪),按孔径分类(标准级、加大一级、加大二级等)。

紧固件代码

波音飞机使用的紧固件代码是一种规范标识,基本构成如下:



(1) 紧固件代码左上角的1~3个字母为紧固件基本代码,与服务通告中每个图上出现的字母代码互相一致。在这种情况下,每一份服务通告,甚至同一份服务通告中不同的图,会规定紧固件代码;另外一种情况是服务通告并没有规定紧固件代码,这种紧固件代码是真正的标准代码,通常出现在波音生产图纸中,它与结构修理手册中规定的标准代码是一致的。

(2) 紧固件代码右上角的1~2位数字为直径代码,对普通螺栓和螺丝是以1/16in为单位,对铆钉和Hi-Lok是以1/32in为单位。例如,对普通螺栓和螺丝,右上角的数字为6,则表明该螺栓或螺丝的公称直径为 $6/16=3/8$ in;而对于铆钉和Hi-Lok,右上角的数字为6,则表明该铆钉或Hi-Lok的公称直径为 $6/32=3/16$ in。因此,只有明确了紧固件的类型之后,才能确定紧固件代码右上角1~2位数字所代表的紧固件公称直径。

(3) 紧固件代码右上角的字母N(near)或F(far)代表的是紧固件安装方向。具体到某一视图中,标N的紧固件要将其制

造头一端安装在视图近边,即图中实线一侧,标F的紧固件要将其制造头一端安装在视图远边,即图中虚线一侧。如果没有特殊标注N或F,可根据具体安装位置的要求,从气动光滑型、紧固件是否干涉其他零件等方面来确定。在既没有标注N或F,又无法根据安装位置要求来确定螺栓安装方向时,尽可能地将螺栓头朝上或朝前安装。

(4) 紧固件代码右下角的1~2位数字为夹紧长度代码。不分紧固件类型,夹紧长度均以1/16in为单位,但夹紧长度与紧固件头型有关。

● 对凸头紧固件,夹紧长度指其光杆部分的长度,以1/16in为单位,不包括制造头部分和螺纹部分

● 对埋头紧固件,夹紧长度指其光杆和头部的长度,以1/16in为单位,不包括螺纹部分。

紧固件件号

标准件紧固件件号采用的有波音公司标准(BAC)、美国航空标准(NAS)、美国海军标准(AN)、美国军标(MS)等。

(1) 常用螺栓、Hi-Lok件号的前缀一般为:BACB30,NAS6603-6620,NAS6703-6720,NAS8702-8716等。

航空维修 AVIATION MAINTENANCE

(2) 常用螺丝件号的前缀一般为: BACS12, NAS514, NAS563, AS600-600 等。

(3) 常用实心铆钉件号的前缀一般为: BACR15, MS20426, MS20427 等。

(4) 常用螺帽件号的前缀一般为: BACN10, NAS1804, NAS1805 等。

(5) 常用垫片件号的前缀一般为: BACW10, AN960, NAS549 等。

紧固件件号中的数字和字母组合隐含了紧固件标准、头型、材料、镀层、公称直径、夹紧长度、耐热性能等多方面信息。

例如, NAS6706U8 这个件号, 表明了这是一种满足美国航空标准 (NAS) 的六角凸头螺栓 (数字 67), 公称直径为 $6/16=3/8$ in (06), 材料为 A286 不锈钢并经过钝化处理 (U), 夹紧长度为 $8/16=1/2$ in (8), 最高耐热温度 1200 华氏度。

再比如, BACB30US5K18X 这个件号, 表明了这是一种满足波音螺栓标准 (BACB30) 的 12 棱梅花型凸头 (US) 加大一级 (X) 螺栓, 公称直径为 $5/16+1/64$ in (5,X), 材料为因康镍 718 镀铜并经过钝化处理, 还进行了镀铝层处理 (K), 夹紧长度为 $18/16=1\frac{1}{8}$ in (18), 最高耐热温度 350 华氏度。() 中的内容是所举的紧固件件号例子中的数字或字母。件号为标准件的紧固件, 在波音标准件手册 (D-590, Boeing Part Standard) 中给出了其相应的头型、材料、镀层、公称直径、夹紧长度、耐热性能、合格的生产厂家等内容。

螺栓的安装和夹紧长度的调节

螺栓安装需要根据孔的叠加层厚度, 通过安装垫圈来调节夹紧长度, 以保证螺栓的正确安装。同时垫圈也能起到防腐作用, 以及保证在拧紧螺栓时, 不损坏被连接的零件。垫圈按材料分铝垫圈和不锈钢垫圈等, 按形状分平垫圈、带埋头飞机零窝垫圈和自调整垫圈等。

除非有特殊注明, 螺栓夹紧长度的调节须遵循以下原则:

(1) 一般原则是, 一个螺栓最多使用 3 个垫圈。一般要求是将 1 个带埋头窝的垫圈安装在螺栓头下, 以避免螺栓头与光杆之间的锻造圆角与紧靠螺栓头的飞机零件孔的棱角相干涉; 将 1~2 个平垫圈安装在螺帽下面。

(2) 如果被连接的飞机零件上的螺栓孔在靠近螺栓头一侧的孔本身有特殊倒角, 则不必在螺栓头下安装带埋头窝的垫圈。

(3) 螺栓、垫圈和螺帽安装后, 一般要求螺栓螺纹端头的倒角露出螺帽, 如果螺纹端头没有倒角, 则要求螺栓螺纹露出螺帽至少 1 牙螺纹 (1/32in)。

(4) 螺帽不能骑在螺栓光杆上, 即螺帽不能骑在螺栓螺纹靠近光杆一端的那一牙不完整螺纹上。

(5) 除非是全螺纹的螺丝, 或者靠近螺帽一端的零件的厚度大于 0.093in, 螺栓一般不允许其螺纹进入到孔内。如果靠近螺帽一端单层零件的厚度大于 0.093in, 最大允许螺栓的螺纹伸进孔内靠近螺帽一端单层零件厚度的 25%, 厚度大于 0.093in 的飞机结构件最多允许螺纹伸进孔内 2 牙螺纹。

(6) 考虑到防腐要求, 对用于调节夹紧长度的平垫圈的材料也有要求, 最简单的方法是用和工作文件要求的平垫圈件号一致的垫圈。

(7) 螺栓安装需要使用勾尺 (单位: 1/16in) 来测量螺栓孔的深度和螺栓的夹紧长度, 并按需要使用垫圈来调节夹紧长度。

螺帽和螺栓安装扭矩

如果工作文件中已注明扭矩值, 则以注明的扭矩值为准。所有与飞机结构有关的服务通告在说明最前面都有一个注释: 螺帽和螺栓的扭矩值参考结构修理手册 (SRM) 51 章。在这种情况下, 可以查阅对应机型的结构修理手册 SRM 51 章来获得扭矩值。另外, 在飞机维护手册 (AMM), 波音标准大修工艺手册 (BSOPM) 中也给出了螺帽和螺栓的扭矩值。

(1) 上述手册给出的是拧紧螺帽扭矩值范围而不是拧紧螺栓头的扭矩值范围。在有些情况下, 需要拧紧螺栓头, 这时拧紧螺栓头的扭矩值应为给出的螺帽扭矩值最大值 $\pm 10\%$ 。例如, 给出的拧紧螺帽的扭矩值为 280~450 lb-in, 那么拧紧螺栓头的扭矩值就应该是 405~495 lb-in。

(2) 上述手册对同一种螺栓和螺帽给出了两类扭矩值, 一类是润滑螺栓, 即制造时涂有润滑干膜 (MIL-L-46010) 的螺栓, 以及安装说明要求在螺纹上涂抗摩擦化合物或防咬合剂或润滑脂 (EASE-OFF 990, BOSTIK NEVER-SEEZ, MIL-C-11796, MIL-G-23827, 酒精) 的螺栓; 其他的则属于另一类, 即干安装螺栓。

几个常用扭矩值的定义:

(1) 自锁力矩 (self-locking torque): 对有自锁性能的螺帽, 在拧紧螺帽时, 当螺帽和螺栓的螺纹部分 100% 完全咬合, 但还没有和紧固件下面的飞机零件接触时的力矩值。自锁力矩用于检查自锁螺帽能否重复使用。

(2) 松开力矩 (breakaway torque): 在螺栓头不加载的情况下, 将螺帽从原安装位置拧松转动一圈的扭矩值, 一般用最小值, 即最小松开力矩。

(3) 保持力矩 (run on torque, 或 running torque, driving torque): 对有自锁性能的螺帽, 保持力矩和自锁力矩的定义一样。对于没有自锁性能的螺帽, 指的是: 在拧紧螺帽和螺栓时, 使紧固件保持转动但还没有和紧固件下面的飞机零件接触时的力矩值。一般使用最大值, 即最大保持力矩值。

其他力矩值的定义可参考 BSOPM 20-51-01。

复合材料上紧固件孔的尺寸, 安装扭矩等有特殊要求, 本文的螺栓安装工艺不适用于复合材料上的螺栓安装。

件号为 BACB30MT*-* 的螺栓, 材料为 H-11 钢, 容易发生应力腐蚀而断裂, 波音结构修理手册和服务信函要求更换时使用件号为 BACB30US*K* (材料为因康镍 718) 螺栓。

□