

一般的焊接工艺时，其焊接性能应该良好。为了保证焊接结构具有良好的质量应采用蠕变强度与基体金属区别不大的焊条并且应考虑焊接热效应区的蠕变强度。此外，在焊接两种不同材料（例如，纯铁体和奥氏体钢）时，为了消除焊缝内产生热应力的可能，可采用补加嵌入

件，其热膨胀和导热系数应介于焊接材料之间。在厚度超过 9.5 公厘时可以采用嵌入件，当厚度较小时，电焊条应具有中等的热膨胀和导热系数。

李云盛译自“金相和热处理”快报

58. №.25

超 音 速 飞 机 用 轴 承

正在进行设计的超音速飞机需要经得起高温的新型轴承。这些轴承主要用在飞机操纵系统拉杆的耳环内。

美国 Republic 公司曾研究过耐高温轴承的工作条件，并且制订出对这种轴承结构的要求(表 1)。数据是根据工作温度随时间而变化的曲线得到的，该时间符合于航行的理论提纲。

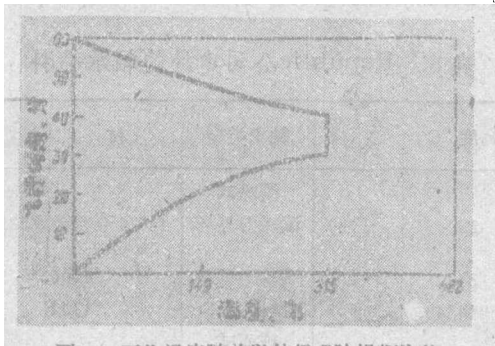


圖 1 工作温度隨着以航行理論提綱為基礎的時間而變化的曲線圖

表 1 对操纵系統拉杆軸承的要求

要 求	內 部 拉 杆	外 部 拉 杆
温 度 °C	120~230(80%)	120~340(80%)
	230~340(20%)	340~650(20%)
載荷, 公斤	約為 45~900	約為 9000~22700
摩 擦	最 小	可允許的
軸承型別	滾珠式	球面式

經試驗過的軸承有下列三種(圖 2)：

1) 帶溝槽外環和整個滾珠的(Messerschmitt 型)；

2) 帶缺圓滾珠的；

3) 帶鑲薄壁環的。

對帶有沖壓外環的結構未加審查，因為適宜的高溫材料均不能進行沖壓加工。

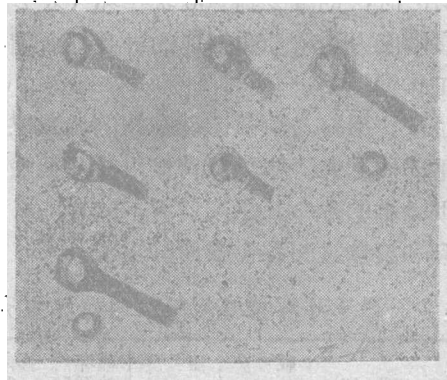


圖 2 Republic 公司研究的球面軸承：

左方一帶溝槽外環和整個滾珠；中間一帶缺圓滾珠；右方一帶鑲薄壁環。

于室溫下以對稱循環加載的方法加載 3170 公斤(無永久變形的最大載荷)進行試驗的第一類軸承的壽命只有 30 次循環。分析證明，球面和溝槽交叉綫上的銳稜具有像切削工具一樣的作用。而當把這些銳稜打圓以後，軸承的壽命約提高到 200 次循環。

所有的這類軸承都不合格，在將 Electro-film 和 surf-Kote 干層潤滑劑塗在滾珠和外環上時，它們的結果都是一樣的。把接觸應力增大約 14.7~17.5 公斤/公厘²時，在外圈和滾珠之間產生轉動，而將應力增加到 21 公斤/公厘²和更高時，在軸和軸承內表面之間產生轉動。

在前述同樣條件下試驗過的第二類軸承的壽命為 400 次循環。其損壞的原因同樣也是由於摩擦。這可能是由以下三個原因造成：

- 1) 引起局部应力的外环变形;
- 2) 外环与滚珠间接触应力的影响;
- 2) 球面与柱体交接部位的棱过于锐利。

在加厚拉杆耳环的同时, 将轴承巢的比增到 $t/D=0.277$ (式中 t ——外环截面的最小厚度, 其中产生拉力, D ——外环的直径) 能提高外环的刚性, 防止产生卵圆度和应力的局部集中。此后, 在同样条件下试验, 轴承的寿命约提高到4000次循环。

在室温条件下将载荷增到4530公斤(相当于接触应力21公斤/公厘²)时, 轴承的寿命减少到900次循环, 若接触应力值不变而将温度增加到310°时, 则减少到400次循环(表2)。因此, 接触应力的增加和温度的提高都会缩减轴承的工作期限。

加载作用线与被圆滚珠轴线的相互位置也有着重要的意义。如果载荷作用线与被圆垂直时, 则轴承的寿命几乎减到零。此外, 必须保证外环和滚珠之间各个表面的清洁。

表2 用于耳环拉杆的轴承的破坏应力*

轴 承 型 别	载 荷 公斤	温 度 °C	破坏前 的循环 次数	接触应力 公斤/ 公厘 ²
Messerschmitt型	3200	室温	200	14.7
带标准缺圆滚珠	3200	室温	400	14.7
带加大缺圆滚珠	3200	室温	4000	14.7
带加大缺圆滚珠	4530	室温	900	21
带加大缺圆滚珠	4530	310	400	21

所有的破坏均因摩擦而造成。试验是按对数循环加载的方法进行的。

第三类轴承内的滚珠是装在薄壁环内的, 薄壁环然后压入基巢内。可以估计, 这类轴承根据下列的判断是适宜的:

- 1) 由于增大接触面积可能承受更大的载荷。
- 2) 在加载部位没有锐棱;
- 3) 由于镶入环的壁薄, 故可稍许加大基窝;
- 4) 标准组合的滚珠-外环可能压入任何型别的基窝。

高速飞机结构上的大多数轴承都得经受约为340°的高温。就硬度特性来说, 工具钢是适合作轴承的, 但容易生锈。由于轴承缺乏相当的涂层, 必须采用具有耐天然抗腐蚀的材料。为此, 在试验时选取了400号的不锈钢。顺便说一下, 这种钢所具有的热膨胀系数与钛的膨胀系数相近(由于经常需要把轴承压入钛内, 所以这一点很重要)。这种牌号的钢在340~650°的温度范围内不能应用, 因为它将失去硬度和抗腐蚀性。在这种温度下, 制造拉杆耳环最适宜的材料为X牌因康镍合金, 它具有耐高温性能, 而且对切口具有相当的敏感性。可以从司太立铸造硬质合金和碳化铬烧结粉末中选取制造滚珠的材料。

表3为Republic公司建议的制造轴承用的材料, 同时考虑到轴承的工作温度, 而表4则示出高温轴承的标准。

表3 Republic公司建议的轴承材料

温 度 °C	载 荷 公斤	轴承类型	材 料
200	900	滚珠式 滚珠与外环	440C 不锈钢或52100 合金
340	900	滚珠与外环	440C
230和340	900	拉杆耳环 球面式	420 F
340	8000	滚珠与内环	430C
340	8000	外环	420 F (可能是431和416)
650	11500	耳环	Starg 司太立合金或 碳化铬
650	11500		因康镍合金X

目前, 想在轴承外环的接触面上得到高的硬度, 同时又要在拉杆耳环切成的尾部——轴承外壳上得到对应力集中具有相当的敏感性是不可能的。此外, 在230~330°的温度范围内不使用滚珠轴承呈受大载荷的原因是沒有質量优良的潤滑剂和适当的封严材料。美国公司制订了一系列用于230~290°温度范围内的潤滑剂和封严材料, 其中几种甚致可用在310°时, 但是, 这些材料还都并未脱离试验阶段。

表4 Republic 公司建議的高溫軸承標準

工作溫度 °C	軸承型別	材料和滑潤劑		
		軸承材料	滾珠材料	潤滑劑
230	止推軸承	52100合金		Shell 2-1176
	徑向滾珠軸承	440C	440C	Shell 2-1176
	耳環拉桿內的滾珠軸承	420	440C	Shell 2-1176
340	球面軸承	420	440C	Elektrofilm
650	球面軸承	因康銀合金X	司太立合金	Metal Matrix

軸承內徑和載荷

孔徑, 公厘	載荷, 公厘	
	球面軸承	滾珠軸承
4.7	—	450
6.3	2700	900
8	4500	2000
9.5	6400	3200
11.1	8600	—
12.5	11300	4500
14.3	14000	—
16	17700	—
19	25400	—

對球面軸承來說，潤滑油不能在其中保持住，所以還是採用干潤滑劑。Electrofilm 干潤滑劑尚為不錯，強度可達370°，在接觸應力極限值為17.5公斤/公厘²時，效果良好，並可一直保持到310°。Surf-Kote 干潤滑劑表現了同樣

的結果。更高的指標尚有待於 Hohman Metal Matrix (表5) 新潤滑劑。

表5 軸承用高溫潤滑劑

潤滑油		溫度, °C
Mil-G-3278, Mil-L-3545		150
Dow Coming, GE Versilube, Key stone 89H		230
ASU M-40, M-100		290
Shell 2-1176		310
干潤滑劑		
Electrofilm, Hohman Metal Matrix		370

為了保證外環和滾珠在高溫下的優良的滾動和滑動特性，特制訂出一系列需要進一步研究的表面加工方法：

- 1) 以碳化鎢噴鍍摩擦表面；
- 2) 將聚四氟乙烯樹脂熔塗在外環上；
- 3) 以司太立合金制成襯套套在磨擦表面上；
- 4) 將磨擦表面進行鍍銀或鍍金；
- 5) 將磨擦表面進行不致形成裂紋的非孔鍍鉻；
- 6) 以溴化鉻噴鍍在表面上。

胡少卿譯自蘇聯快報“飛機製造”

58. №12

關於“响尾蛇”導彈用的鋁合金

在侵朝戰爭後H-D鋁公司在生產導彈和軍用複雜高強度鋁制件方面獲得了巨大的成就。關於制件的冷壓方法，在第二次世界大戰時，曾在德國獲得了部分發展，但在美國卻未引起注意，還僅限於理論方面的研究。很明顯，H-D公司所以能夠承制導彈軍火的唯一條件，就是它掌握了冷擠壓的方法。它在製造高強度鋁合金的精密製造方法中的巨大成功，是由於這家公司設計並製造了生產用的液壓機床(200~3500噸)。

“响尾蛇”機發動筒是用H-D公司的特種鋁合金ZG73制成的。這種合金的原始含量為7%鋅，3%鎂、2%銅，其標準屈服強度為80000磅/吋²，抗拉強度為85000磅/吋²。這些強度特性均超過了7075合金。

最初的“响尾蛇”發動機設計是由兩塊部件裝配成的，其中有5吋直徑的筒，上部包括翼肋的凹環。所有部件系用膠合劑固裝在一起的。自從H-D公司創制了整體發動機後，許多生產質量問題由此而獲得了初步解決。