

# Y-150 厌氧胶代替甲醇胶在航空上的应用

一三二厂 王绍俭

厌氧胶于1953年首次出现于美国, 20年来得到了迅速发展, 今天已成为粘合剂材料中的一个重要类别, 它对于螺纹连接、管路系统、轴承、衬套等装配部位有良好的紧固、密封作用。世界上各发达国家均大量生产和应用厌氧胶, 品种已达百种以上, 其中以美国乐泰 (Loctite)公司的厌氧胶最为有名。据美国军用标准MIL-S-22473D介绍, 有20多个品种, 分别适用于不同装配要求部位。其应用范围更是从军工到民用, 从轻工业到重工业, 从金属到非金属, 无一不用, 已发展成为一种“液体工具”, 甚至每一个维修工人, 每一个汽车驾驶员的工具箱内也必有一瓶厌氧胶备用。我国引进的“超黄蜂”直升机、“斯贝”航空发动机以及许多机床上的紧固、密封部位都使用了厌氧胶。

可是, 我国有些航空工厂, 至今仍沿用甲醇胶作为飞机上螺钉、螺栓等螺纹连接的紧固胶。甲醇胶是苏联三十年代的旧胶种, 其韧性、耐寒性、老化性能均较差; 而且毒性大, 配制周期长 (4小时), 使用活性期短 (2~2.5小时), 配制和使用均十分不便。我厂有些车间, 相当多工段使用甲醇胶, 经常因其质量和配胶事故影响生产。因此, 甲醇胶是一种必须淘汰的旧胶种。

中国科学院大连化学物理研究所于1974年底研制成功了Y-150 厌氧胶, 填补了我国厌氧胶方面的空白。Y-150 厌氧胶的使用性能优于国外同类型厌氧胶, 它与甲醇胶相比, 具有明显的优点: 贮存简便, 使用方便 (不需配制), 紧固性能可靠, 工效高, 低毒, 确是代替甲醇胶的理想胶种, 在航空上有着广泛的应用前途。现将Y-150 厌氧的性能, 应用及试验有关情况

介绍如下。

## (一)

Y-150 厌氧胶系由 E-51 环氧甲基丙烯酸酯、双甲基丙烯酸二缩三乙二醇酯、引发剂、促进剂、稳定剂等组成, 不含挥发溶剂的单组份胶液。当胶液与空气 (氧) 接触时, 胶液不固化; 隔绝空气 (氧) 后, 引发剂与促进剂即析出游离基, 引发酯中的单体聚合, 使胶液固化, 胶液的这种特性, 即所谓“厌氧性”。胶液贮存于聚乙烯瓶内, 由于胶液面上有空气及聚乙烯瓶壁有透气性, 存放几年也不会固化。我厂保存有1975年元月生产的Y-150厌氧胶, 至今未固化, 仍可使用。

Y-150 厌氧胶属慢固化高强度通用型厌氧胶, 一般在室温 (25℃) 固化一昼夜即可达到使用强度, 完全固化需三天。如需加快固化速度或粘结惰性表面 (锌、镉等) 时, 则需加促进剂 (以促进剂M为主的混合物溶于丙酮中制成) 或加热80℃, 固化1~2小时即可达到使用强度。使用时, 将零件除去油污滴上或涂上胶液, 贴合后即可在常温下固化, 操作极为简便。

## Y-150厌氧胶使用性能

1. 具有较高的紧固强度, 中等的粘结强度, 使用温度范围为-55~+150℃。它在各种温度下的剪切强度见表1。

表1 不同温度下的剪切强度  
(试片: 打毛硬铝)

固 化 条 件	在以下温度时 $\tau_b$ , 公斤/厘米 <sup>2</sup>				
	-60℃	25℃	100℃	150℃	200℃
80℃, 8小时	147	122	94	65	27

用Y-150厌氧胶紧固的M10钢螺栓, 常温(25℃)测其螺母最大松出力矩值为310~380公斤·厘米。

2. 耐湿热及大气老化性能好。用Y-150厌氧胶粘结铝合金抗剪试片, 分别经1000小时湿热老化及四年户外大气老化, 其剪切强度无明显变化。

3. 耐汽油、机油、甲苯、乙醇、丙酮及10%氢氧化钠水溶液等介质的腐蚀。用Y-150厌氧胶粘结的铝合金抗剪试片, 在以上溶液中浸泡四个月, 强度没有下降。

4. 粘结的介质范围, 包括金属: 钢、铝、镁、铜、锌、镉、铬等; 非金属: 陶瓷、玻璃、塑料等。

5. 对粘结表面的加工精度要求不高, 允许配合表面上有轻微的划痕。对于平面零件, 允许贴合面间有0.1毫米的间隙; 但间隙大于0.3毫米时, 则胶液不易固化。

6. 具有可拆性: 其紧固密封件可用普通工具拆卸或加热(200℃)拆卸, 一般不会损坏粘结零件表面。被分解的螺纹连接件, 可重新涂胶进行再装配。

## (二)

根据以上介绍的Y-150厌氧胶的使用性能, 经我们初步分析, 认为在以下飞机部位上使用, 可收到很好的经济效益。

1. 用于振动冲击部位上的螺钉、螺栓等螺纹连接的紧固, 可省去弹簧垫圈、开口锁、自锁螺母、双螺母等保险零件。

2. 用于液压、冷气管路接头、作动筒及活门接头等部位的密封防漏, 可省去各种密封垫圈、胶圈及各种保险; 并可相应降低接头的加工精度及光洁度要求。

3. 用于轴承、衬套、键等嵌件的固定, 便于装配、维修, 可省去旋压、打冲等工序, 并可降低零件加工精度。

4. 代替环氧树脂粘结受力不大的金属或非金属平面零件, 其粘结强度比一般环氧树脂要高, 具有不需临时配胶和节约胶料的优点。

1977年时, Y-150厌氧胶已经500多个民用单位试用, 解决了大量三漏(水、油、气)和螺纹连接紧固防松的技术关键; 用户都反映使用效果良好。但当时, Y-150厌氧胶系新研制材料, 未经国家鉴定验收, 性能指标不齐全, 航空上尚没有人采用。如要用Y-150厌氧胶取代甲醇胶在航空上应用, 则必需考虑现代高空高速飞机对胶液性能的特殊要求, 如:

1) 由于高速气流和发动机转子等振源引起飞机各部位的强烈振动及承受各种气动载荷, 对胶液紧固性能的影响;

2) 要求胶液能耐同温层和冬天祖国北方停机场低温(-55℃)及气动热产生的高温作用;

3) 胶液对飞机用的各种抗蚀性能差的材料(如镁合金等)的腐蚀作用要小, 等等。

为此, 我们补充做了以下试验。

(1) 用Y-150厌氧胶和甲醇胶紧固的螺栓试件, 按表2规定的载荷进行振动、剪切强度试验, 之后测其螺母的最大松出力矩如表3。

表2 振动、剪切试验载荷表

加载次序	载荷形式	试件与所加载荷	
		M10螺栓(镀镉) 螺母(镀锌)	M8螺栓(镀锌) 螺母(镀锌)
1	剪切	每个螺栓承剪 $Q=2745$ 公斤(5次)	每个螺栓承剪 $Q=1750$ 公斤 (5次)
2	振动	频率 $f=25$ 赫芝 振幅 $A=0.75$ 毫米 次数 $C=2 \times 10^6$ 次	频率 $f=25$ 赫芝 振幅 $A=0.75$ 毫米 次数 $C=2 \times 10^6$ 次
3	剪切	$Q=2745$ 公斤(5次)	$Q=1750$ 公斤 (5次)
4	振动	$f=50$ $A=0.263$ $C=4 \times 10^6$	$f=50$ $A=0.263$ $C=4 \times 10^6$
5	剪切	$Q=2745$ 公斤(5次)	$Q=1750$ 公斤 (5次)
6	振动	$f=150$ $A=0.03$ $C=4 \times 10^6$	$f=150$ $A=0.03$ $C=4 \times 10^6$

注: 1. 剪力Q值, 相当于螺栓破坏剪力的一半。

2. 表中所列的振幅、频率、次数, 系取自《HB6-71-76》中规定的最严重情况。

3. 试件经剪切、振动试验后, 目视检查, 螺纹连接无松动, 胶膜完好。

表3 螺母的最大松出力矩

试验情况	胶 类	力矩,公斤·厘米(平均).	
		M10螺栓、螺母	M8螺栓、螺母
经振动、抗剪试验的	甲 醇 胶	66.3	68
	Y-150 厌氧胶	146.2	73.7
未经振动、抗剪试验的	甲 醇 胶	258	157.3
	Y-150 厌氧胶	128	49.3

试验结果证明: 未经振动, 抗剪试验的甲醇胶紧固螺栓的螺母松出力矩大于Y-150 厌氧胶; 经振动、抗剪试验后, 则小于Y-150 厌氧胶。说明Y-150 厌氧胶对螺纹连接的紧固防松性能优于甲醇胶。

此外, 一机部标准化研究所在制订国家标准GB887~890及928《尼龙自锁螺母》时, 为了比较尼龙自锁螺母与其他紧固件的防松形式的可靠性, 曾按美国宇航标准NAS3350规定的加速振动条件: 振幅 $11.5 \pm 0.5$ 毫米(全幅)、频率30赫芝, 相应加速度20.7g, 对尼龙自锁螺母、全金属自锁螺母、Y-150 厌氧胶、弹簧垫圈、双螺母、普通六角螺母及内外齿弹性垫圈等七种紧固形式进行了对比振动试验。结果表明: 在相同振动条件下, 以尼龙自锁螺母和Y-150 厌氧胶的抗振性能最好, 即相对可靠性最高。总计振动10小时, 100多万次, 无松动迹象。全金属自锁螺母次之, 虽有松转, 但未失效。双螺母和弹簧垫圈差不多, 振动一小时全部松动(最少的仅十分钟)。其他紧固件寿命更低。这也充分说明Y-150 厌氧胶的紧固防松性能是很可靠的。

(2) 用Y-150 厌氧胶制作的剪切试片和螺栓试件, 经低温 $-50^{\circ}\text{C}$ 冷冻66小时后, 其粘结强度无明显变化, 说明其耐寒性好, 见表4和表5。

表4 剪切试片的剪切强度

试片处理情况	$\tau_b$ , 公斤/厘米 <sup>2</sup> (平均)	
	钢	铝
常温保存的试片	108.5	90
经冷冻的试片	120.5	90

表5 螺母的最大松出力矩

试件处理情况	力矩, 公斤·厘米 (平均)		
	M10 螺栓 (镀镉) 螺母(镀锌)	M8 螺栓 (镀锌) 螺母(镀锌)	M6 螺栓 (镀锌) 螺母(镀锌)
常温保存的试件	233	163	53
经冷冻的试件	210	164.2	53.2

(3) Y-150 厌氧胶对各种介质的腐蚀试验按美国军用标准MI-LS-22473D规定方法, 将未固化的Y-150 厌氧胶滴在各种材料的试片上进行试验, 结果如表6

表6 Y-150 厌氧胶对各种材料的腐蚀情况

序号	材 料	腐 蚀 情 况
1	铝 LY12	无
2	钢20 (吹砂)	无
3	钢20 (镀镉)	无
4	钢20 (镀锌)	无
5	镁 ZM5 (去氧化层)	有浅黑色印痕*
6	镁 MB15 (去氧化层)	有浅黑色轻微腐蚀印痕*
7	聚氯乙烯板	无
8	酚醛层压板	无
9	尼龙1010	无
10	有机玻璃	有龟裂
11	赛璐珞	胶已半固化, 有不明显溶胀
12	XM-15胶片	有溶胀

\* 镁合金的腐蚀现象, 经分析认为是由胶液的基体材料——甲基丙烯酸吸水后析出的游离弱酸造成的。如果Y-150 厌氧胶已固化, 则不应产生此种现象。

(4) 为了考核已固化的Y-150 厌氧胶对镁合金有无腐蚀, 特用Y-150 厌氧胶制作MB2 MB8、MB15、ZM5镁合金试片, 固化后按HC136-60《非金属材料腐蚀性能快速测定法》及MIL-S-22473D的规定进行腐蚀试验。结果证明: 固化后的Y-150 厌氧胶对上述镁合金无腐蚀作用。

### (三)

经过两年多的探索和试验工作, 我们初步摸清了Y-150 厌氧胶的使用性能和有关情况, 得出了“Y-150 厌氧胶完全可以取代甲醇胶在

# 高强度钢无氰镀镉-钛的研究

秦月文 刘佑厚

## 一、高强度钢的防护与

### 镉-钛电镀

随着航空工业的发展,高强度钢的使用日趋广泛。但是,高强度钢的防护,一个众所周知的难题就是氢脆,即材料受氢的影响,在低于其屈服强度的应力条件下,容易发生早期脆性断裂。而且,材料强度越高,受氢程度越严重,所受应力越大,氢脆危险性也越大。电镀及表面处理作业中的酸洗、腐蚀、阴极除油、电镀等工序都会使材料受氢,无疑会增加材料氢脆破坏的危险,苏联资料〔1〕规定,30XГCHA (30CrMnSiNi2A)高强度钢零件禁止酸洗和电镀,只允许用发兰和磷化。美国的一些航空公司采用容易除氢的“松孔镀镉”来防护高强度钢零件〔2〕,但这些膜层或镀层的耐腐蚀能力较差。1962年日本学者首先发明了电镀镉-钛的工艺〔3,4〕,该镀层兼有低氢脆性和优良的耐腐蚀性的特点。接着美国的有关航空公司很快进行了评定〔5,6〕并用于航空工业。据报道〔7,8,9〕美国波音公司已将镉-钛合金电镀工

艺用于波音707、727、737、747等飞机的起落架防护并编制成工艺标准BAC5804和航宇材料标准AMS2419,洛克希德公司也采用了此工艺并制订了STP58005标准。

钛是很活泼的一种元素,一般从水溶液中难以沉积出金属钛及其合金〔10〕。镉-钛镀层的出现,对表面处理技术及高强度钢的防护方法都是重大的技术突破〔6〕。国外的电镀镉-钛是一种专利工艺,在不含光亮剂的氰化镀镉的基础上添加一种不稳定的过钛酸盐——即“钛膏”,使镀层成为含钛量为0.1~0.7%的镉-钛合金。

关于解释镉-钛合金镀层氢脆性能好的原因,说法不一,其一,认为钛在零件表面沉积时被初生态氢所还原,需消耗大量的氢。甚至一个 $Ti^{+4}$ 离子被还原就需消耗8个原子氢,这样使得进入钢中的氢减少了〔7,11〕;认为由于钛与氢的亲合力极强,在电镀时它能吸收大量的氢气,使之难于进入钢中,相当于一个氢的阻挡层,而在镀后除氢时,又能从基体中吸收比钢所接受的还要多的氢,是一种吸气剂〔6,7〕;认为镉-钛镀层合金具有疏松多孔的结构,

航空上应用”的结论。同时,Y-150厌氧胶已于1978年11月经国家正式鉴定验收,有正式技术条件,并已转厂大量生产。为此,我厂已在两个机种上将原用甲醇胶紧固的螺纹连接、衬套部位改用Y-150厌氧胶。从而结束了我厂使用甲醇胶的落后状况,初步取得了节省人力、节省电力、提高品质量和改善工作条件的效果。工人反映好。我们还准备在其他螺纹连接部位、管路系统密封部位及设备维修工作中进一步扩

大应用Y-150厌氧胶,以取得更大的经济效果。

最近,广州化学研究所又研制成功了单组份高强度快固化型GY-340厌氧胶,把我国厌氧胶赶超世界先进水平的工作提高到一个新的阶段。厌氧胶是一种有着广阔发展前途的新胶种,随着航空事业的发展,必将有性能更好、种类更多的厌氧胶得到广泛应用,为祖国的航空现代化做出更多的贡献。