

# 扩口式管路密封件密封锥面的加工与测量

王发光<sup>1</sup> 贾军锋<sup>2</sup> 范海波<sup>1</sup> 肖烈<sup>1</sup> 王涛<sup>1</sup>

1. 中国航发西安动力控制科技有限公司 陕西西安 710077

2. 空装驻西安地区第九军事代表室 陕西西安 710077

**摘要:** 通过对扩口式管路密封件连接结构的分析, 提出了密封锥面加工的要点及检查方法, 通过此改进方法进行加工及测量, 消除了因为锥面密封性差而导致的锥面返修, 满足了产品的质量要求。

**关键词:** 管路密封件; 密封面; 加工; 测量

## Machining and measurement of sealing conical surface of flaring pipe seals

Faguang Wang, Junfeng Jia, Haibo Fan, Lie Xiao, Tao Wang

1. Air China Xi'an Power Control Technology Co., LTD., Xi'an, Shaanxi Province, 710077

2. Ninth Military Representative Office in Xi'an, Xi'an, Shaanxi, 710077

**Abstract:** Through the analysis of the connection structure of the flaring pipe seal, this paper puts forward the key points and inspection methods of the sealing cone surface processing. Through the improved method of machining and measurement, this paper eliminates the cone surface repair caused by poor sealing and meets the quality requirements of products.

**Key words:** Pipeline seal; Sealing surface; Processing; measurement

管路密封件是气体或液体输送系统中的重要部件, 广泛应用于航空航天的动力系统中, 管接头将导管活门和传感器等结构连接起来构成整个输送系统, 并起到防止管路系统中介质泄漏的作用, 对系统的安全性和可靠性具有重大影响<sup>[1]</sup>。在航空发动机系统中, 管路系统常工作在高温、高压和振动等复杂环境中, 为确保管路密封件质量的可靠性和密封性, 对密封锥面的尺寸精度、形位精度、表面质量等都有着非常严格的要求。目前常用的航空发动机管路连接件典型结构一般可以分为扩口式结构和无扩口式结构两种。扩口式、无扩口式管路连接, 其密封原理都是接触式静密封, 通过导管、管路连接件等结构连接形式, 在螺纹连接形成的轴向力及流体压力的作用下, 产生挤压形成密封线<sup>[2]</sup>。

扩口式管路连接件是扩口式管路连接件是参照俄罗斯标准体系形成的, 是应用最早和最久的一种连接结构<sup>[2]</sup>, 由于其装卸简便、结构紧凑和密封性好等优点, 得到了广泛的应用。扩口式管接头的密封结构为锥形密封, 相比于平面密封, 能够以较小的轴向预紧力达到较好的密封效果。该结构运用起来简单方便, 在低压小管径管路系统的连接结构中多有应用。扩口式管接头结构形式可以分为直通管接头、C型弯管接头、直角管接头等, 其连接制作工艺优良, 运用简便。

### 一、扩口式管路密封连接的现状

扩口式管路连接目前仍在国内航空发动机上大量应

用, 根据 HB4-1-2002, 扩口式管路连接是通过施加规定的安装力矩, 使扩口式管接头的 74° 外锥面和平管嘴的 66° 内锥面夹紧经冷扩口加工的导管, 以螺纹连接产生的轴向力来克服液体压力而获得密封的结构。扩口式管路连接件主要是由外套螺母、扩口式平管嘴和 74° 管接头组成, 通常通过外套螺母与管接头的保险孔锁紧管接头与平管嘴, 从而防止螺纹连接松弛而导致轴向力减小造成管路连接密封失效。扩口式管接头连接结构形式见图 1。

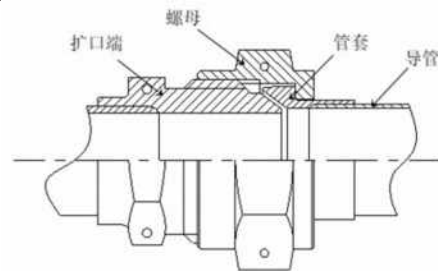


图 1、扩口式管接头连接结构示意图

### 二、扩口式管路密封件密封锥面的加工

扩口式管接头的密封主要是靠管接头扩口端外锥面和导管内锥面的紧密贴合来实现的, 由于加工质量差而引起的形状和角度误差会严重影响管接头的密封性能, 如管接头的同轴度误差、接触表面不光滑等, 因此管接头接触表面的加工质量会对其密封性能产生重要的影响。

扩口式管接头结构相对简单, 制造工艺性较好。在加工密封锥面时根据不同的材料选择不同的刀具、参数进行加工。对于密封锥面对螺纹的同轴度要求一次装夹加工, 避免因二次装夹而产生同轴度误差<sup>[1]</sup>。

由于对锥面的要求比较高, 如图2所示。在加工时未规定加工工步时, 会出现先精加工锥面后钻孔而导致锥面着色性差, 这是由于钻孔时产生较大的切削力会导致锥面小端型面产生不规则的变形, 小端实际型面产生的不规则高点大于理论要求型面。在密封时, 不规则的高点变形导致锥面配合不好, 产生管路系统渗漏油故障, 从而影响介质的正常传送。通过对加工工步进行改进, 规定在孔加工完成后对锥面进行精加工, 从而避免锥面小端产生的变形。

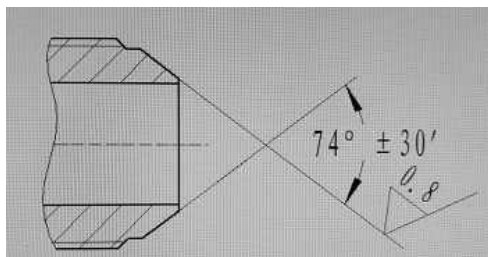


图2 密封锥面结构示意图

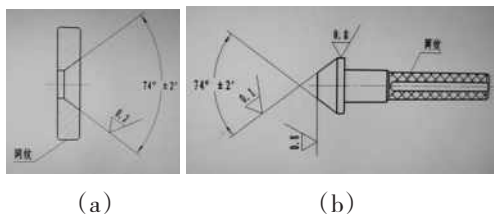
### 三、扩口式管路密封件密封锥面的测量

航空发动机导管组件与各部件、导管与导管之间连接的接头形式有严格的要求, 在高度振动的状态下, 既要保证连接强度, 又要保证密封性要求。因此, 对管接头的配合表面加工精度要求非常高。尺寸、位置公差、粗糙度都可采用传统方法进行测量, 对影响密封性的锥面密封度常使用着色方法进行。

着色检查方法(又称: 研配法), 常用于(内、外圆锥及球)表面、平面等的精密检查, 是利用精度较高的圆锥体或球面体或平面进行着色的检查零件表面质量的方法。用着色法检查零件表面时, 着色量具与被检查零件的结构相似, 与零件使用情况接近, 所以检查结果可靠、检查方法简便。

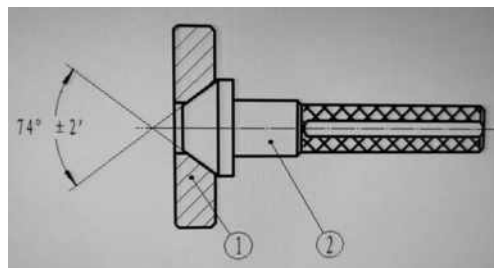
#### 3.1 着色检查测具

着色检查测具由工作量规和校对规组成, 对锥面整体的密封度进行检查。由于锥面较高的精度及密封要求, 对量规也有着非常高得要求, 如图3所示。



(a)

(b)



(c)

(a) 校对量规 (b) 工作量规

图3 着色量规

#### 3.2 着色检查介质

着色检查通常采用的着色介质为红印油, 虽然其吸附能力强, 但是流动性差, 通常由于红印油的涂抹厚度不均匀导致假合格现象。通过对管路接头漏油问题的分析, 结合相关实验结果选择着色涂料为普鲁士蓝、钛白粉、蓖麻油按 1:1:1 配比的混合物, 将混合物搅拌至醇奶油状密度, 然后装在密封容器内, 放置 24 小时后使用。

#### 3.3 着色检查方法

检查密封度前, 将着色涂料重新搅拌均匀, 用棉球或麂皮将着色涂料均匀擦抹在校对量规上, 通过着色量规与着色校对量规贴合旋转(对研)确保着色涂料均匀, 对研后擦拭着色量规的涂料, 通过多次对研来改变涂层厚度。

检查密封度时, 先用着色量规检查校对规, 着色量规及校对规均 100% 着色。将着色量规紧贴在被检零件的表面上, 并转动 15° ~ 45° 角度, 再反向, 来回不少于 4 次, 做出着色痕迹, 密封度沿圆周无间断。球锥面首次检查不合格, 需至少进行 3 次反复检验, 以便确认是否存在问题。

检查密封度后, 为了防止擦拭工具残留的金属屑造成锥面的划伤, 一般采用清洗工序去除着色层。

#### 结束语

通过对传统加工及测量方法的改进, 基本在保证产品质量的同时大幅提高了加工效率。

#### 参考文献:

- [1] 苏宝华, 董翠屏, 齐跃举, 等. 航空发动机管接头粗糙度快速检测装置 [J]. 计量技术, 2020,(7):66-68.
- [2] 陈芝来. 航空发动机管路连接件典型结构密封性能研究 [D]. 上海交通大学.
- [3] 杨引锋, 范海波, 张开, 等. 球锥式 MJ 外螺纹管接头的加工与测量 [J]. 计量技术, 2020,(7):113-15.