

面向工程数据集导管工艺性批量审查技术研究

韩志仁, 刘明星, 何 斌

(沈阳航空航天大学航空制造工艺数字化国防重点学科实验室, 沈阳 110136)

[摘要] 在飞机 MBD 数模中导管数量大, 人工进行导管工艺性审查工作繁琐、效率低且容易出错。针对面向工程数据集导管工艺性审查问题, 利用计算机批量处理的优势, 通过自动检索、自动识别和数据库技术建立导管工艺性批量审查平台。实现导管数模的弯曲半径与直线段距离合理性、导管规格是否存在等工艺性检查, 从而判断导管设计是否合理, 预先发现导管设计存在的问题, 避免对后续生产造成麻烦, 降低了生产成本, 提高了生产效率。该导管工艺性批量审查平台系统可以提高工艺审查效率数十倍, 同时保证导管工艺性审查的准确性。

关键词: 导管; 弯曲半径; 管材规格; 直线段距离

Research on Technological Batch Review Technology of Duct Oriented to Engineering Data Set

HAN Zhiren, LIU Mingxing, HE Bin

(Key Laboratory of Fundamental Science for National of Aeronautical Digital Manufacturing Process, Shenyang Aerospace University, Shenyang 110136, China)

[ABSTRACT] In the MBD module of aircrafts, the number of ducts is huge. Manual technological review of ducts manually is cumbersome, inefficient and error-prone. In order to solve the problems of technological review of ducts oriented to engineering data set and take advantage of batch processing of computer, we can build a platform for batch review of ducts by automatic retrieval, automatic identification and database technology. Achieving the technological reviews about bending radius, linear distance and duct specification, and judging whether the design of duct is reasonable, so we can find out the problems of duct design in advance, avoid further troubles, reduce production costs, and improve production efficiency. This platform can improve the efficiency of the review by a few times, and ensure the accuracy.

Keywords: Duct; Bending radius; Duct specification; Linear distance

DOI:10.16080/j.issn1671-833x.2016.03.090

导管是由管材经过弯曲加工而成, 大量应用于飞机的液压、燃油、环控、供氧等系统^[1]。导管弯曲加工方法很多, 根据成形方法分为: 滚弯曲、模弯曲和无模弯曲 3 种。按弯曲时加热与否可分为: 冷弯曲和热弯曲。按弯曲时有无填充物又分为有芯(填料)弯曲和无芯(填料)弯曲^[2]。为了适应飞机导管零件设计的数字化, 飞机导管零件的制造也正在逐步向数字化发展, 数控弯管机的应用越来越广泛。

管材的弯曲和板料的弯曲一样。在纯弯曲的情况下, 外径为 D , 壁厚为 t 的管材受外力矩 M 的作用发生弯曲时, 中性层外侧管壁受拉应力作用, 管壁变薄; 中性层内侧管壁受压应力作用, 管壁变厚(见图 1)。而且, 横截面的形状由于受合力 F_1 和 F_2 的作用由圆形变为近似椭圆形^[3]。如果弯曲时选择的参数不能在适当范围, 导管在制造过程中会出现种种问题。常见的有管壁破裂、壁厚不均匀等。这些问题不仅降低了导管成品率,

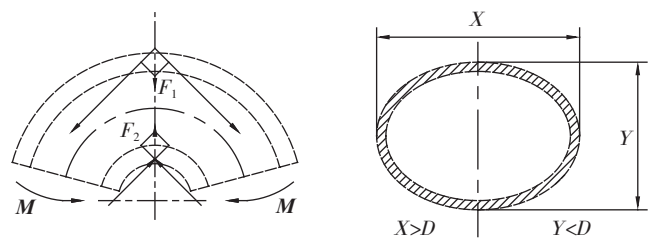


图1 变形过程

Fig.1 Deformation process

还会导致导管使用寿命受影响。在影响导管质量的诸多因素中, 最小弯曲半径、圆度和褶皱度是主要的影响因素。经过静强度试验和动强度试验, 结合大量的理论分析可知, 当导管的弯曲半径一定的时候, 那么导管弯曲处的圆度与褶皱度也就一定。所以, 控制导管质量的重要因素之一是最小弯曲半径的合理选择^[4]。

导管的最小弯曲半径与导管的材料、导管外径和导

管的壁厚有关。当选择的管材一定时,那么用它弯制导管时,它的最小弯曲半径也就一定。对于导管的材料,常用的有铝基合金、钢基合金、钛基合金以及铜基合金。铝管和钢管的部分最小弯曲半径如表 1 所示。

在使用数控弯管机时,由于弯管机本身的原因,对弯管形状有一定的尺寸要求,比如:管材的最大外径、管材的最大长度、最大弯曲角度、最大弯曲半径。此外,为了便于管材弯曲时的夹持,还要求管材末端及每个弯头之间有足够直线段 L ,一般取 $L > (1.5 \sim 3)D^{[4]}$ 。另外,必须保证所需要的管材规格存在并且容易购买。

在导管设计的时候,为了满足导管的空问结构,经常会忽略导管的最小弯曲半径、最小直线段距离的限制,设计的管材规格可能市场上不存在,这样会给后续生产造成麻烦。导管在飞机系统中数量多、结构复杂,如果通过人工的方式逐个进行检查,不仅费时费力,工作量庞大,而且还很难保证准确性。通过对 CATIA 软件进行二次开发^[5],研究面向工程数据集的导管信息,编写特定功能的程序,对特定结构树的导管数模进行工艺性检查,建立导管工艺性批量审查软件,实现自动判断导管的设计是否合理,可以保证检查的结果准确一致,并且提高效率^[6]。

1 导管的工艺性审查

飞机导管工艺性批量审查主要通过计算机自动查找导管零件、自动读取导管数据,同时自动从数据库中获取导管最小弯曲半径、最小直线段长度、导管规格等工艺信息,在分析判断后给出审查结果,具体流程如图 2 所示。

导管工艺性批量审查具体步骤如下。

(1) 选择审查飞机部分或整体数模: 将飞机部分或整体数模导入到 CATIA 软件中,通过拾取的方式,选择整体或部分数模的“Product”。

(2) 找到导管零件: 导管零件在飞机零件中的命名通常以 DD 开头,比如 DD-JXX-55181-1810/167-1,

拾取飞机部分或整体的“Product”之后,逐个查找每个“Part”的名字,对符合导管名字规格的零件进行检查。

(3) 获得导管文件: 对于符合名字规格的零件,即导管零件,获得它所在的文件,得到根目录,本例中根目录为 DD-JXX-55181-1810/167-1,某导管的树格式如图 3 所示。

(4) 查找结构树,获得关键数据: 从根目录获得它下面的子节点,比如材料、交点坐标、弯曲半径,在图 3 中得到的材料为 LF2-M,端点为点 1、点 2、点 3、点 4,弯曲半径为 30mm,导管外径为 30mm,厚度为 5mm,最短

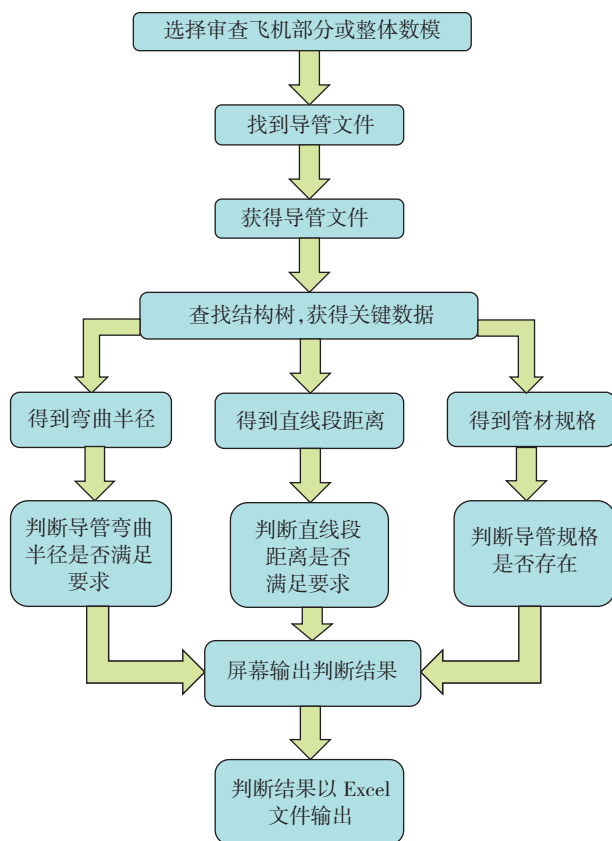


图2 飞机导管工艺性批量审查流程

Fig.2 Process of technological batch review of aircraft ducts

表1 最小弯曲半径

| 导管外径 D | 铝管弯曲半径 R | | | 导管外径 D | 钢管弯曲半径 R | | |
|-------------|------------|-------------------------|-------|----------|------------|------------------------------------|-------|
| | 第一系列 | 第二系列 | | | 第一系列 | 第二系列 | |
| | 常用弯曲半径 | Q/5A1095-85 中 最小弯曲半径 | 大弯曲半径 | | 常用弯曲半径 | HB ₄ -55-83 中 最小弯曲半径 | 大弯曲半径 |
| 4~12 | 3D、4D | 2D | 5D | 4~20 | 3D、4D | 2D | 5D |
| 14~27 | 2D、3D | 1.5D | 4D、5D | | | | |
| 28~40 | 2.5D、3D | 2D | 4D | 22~38 | 3.5D、4D | 3D | 5D |
| 42~80 | 3.5D、4D | 3D | 5D | | | | |

