

# 长桁接头柔性测量夹具的设计

高峰<sup>1</sup>, 邓世纪<sup>2</sup>, 王俊<sup>3</sup>, 于金玲<sup>3</sup>

<sup>1</sup>中国石油工程建设有限公司西南分公司; <sup>2</sup>成都工具研究所有限公司;

<sup>3</sup>陕西飞机工业(集团)有限公司

**摘要:** 飞机对接面长桁接头钻模用于钻制长桁接头的连接孔, 结构相似, 数量较大, 其制造依据是实物标工, 涉及孔位、长桁轴线、理论外形等特征的协调, 测量长桁孔位及长桁轴线通常使用过渡板间接测量法, 数量大、周期长。采用柔性夹具间接测量法, 方便快捷, 周期短, 可重复使用, 缩短了夹具制造周期。

**关键词:** 夹具; 长桁接头; 钻模; 柔性

中图分类号: TG75; TH162

文献标志码: A

## Design of Flexible Measuring Jig for Long Truss Joint

Gao Feng, Deng Shiji, Wang Jun, Yu Jinling

**Abstract:** The drilling jig of the long truss joint for plant junction surface with similar structure and large consumption is used to drill the connecting hole of long truss joint. Its production is on the basis of integration of features such as physical master tooling, the involved hole location, long truss axis, and theoretical configuration and so on. The measurement of the long truss hole location and axis with large amount of work and long-time period is completed through indirect method of measurement with transition plate. The indirect method of measurement with flexible-jig is convenient, fast, and reusable. It can be finished in a short period, so it can shorten manufacturing period of jig.

**Keywords:** jig; stringer joint; drilling jig; flexible

## 1 引言

长桁接头是飞机机身各段相互连接的零件, 每条长桁通过机身端面的两个长桁接头连接, 必须保证两个机身同一长桁上的接头孔位一致。通常使用钻模夹具保证, 该钻模的显著特点就是孔位需按照对接平板进行协调, 而协调尺寸的过程繁琐且误差较大, 导致长桁接头孔位质量不稳定, 给飞机对接带来极大的影响, 针对飞机长桁接头类零件的特点, 设计一种柔性高和可靠性高的辅助加工夹具, 是保证飞机长桁接头加工质量和降低生产成本的关键。

## 2 长桁接头钻模结构

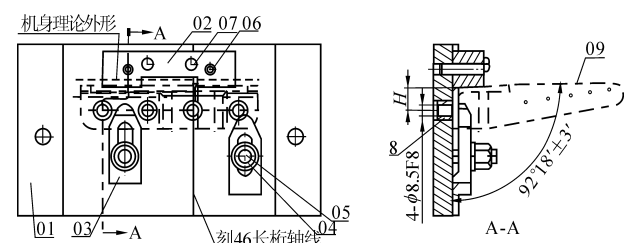
某型飞机位于41框的长桁接头, 是中段和尾段相互连接的零件, 每个对接面的每条长桁对应一个接头, 每个接头对应一套钻模, 该钻模的显著特点就是孔位需安装对接平板进行协调, 以保证中段与尾段上同一长桁上的接头孔位一致。各机型的该类型零件功能相同, 结构类似, 根据定位方式不同可分为定位块+长桁线定位型和定位销+长桁线定位型两种类型。

### (1) 定位块+长桁线定位型

此类型夹具机身理论外形与定位块在同一侧, 零件安装在钻模板上后, 采用定位块与零件外形贴约束一个方向, 零件上长桁线与钻模板上所刻长桁线重合约束另外一个方向的定位方式。根据设计要求不同, 定位块型面与钻套孔位置要求不同, 这种类型还分为两个定位块协调型和定位块尺寸定义型类型。

定位块协调型(见图1)是在平板上实测孔至理论外形的法向距离, 按平板协调尺寸: A 尺寸, 4- $\phi 8.5$ 孔及46长桁轴线相互位置关系(A尺寸按对接平板协调), 缺点是无法精确测量。

定位块尺寸定义型是设计人员定的, 按图加工, 每种形式协调的尺寸有所区别, 零件所需要的定位方式不同, 钻模的形式也不一样。

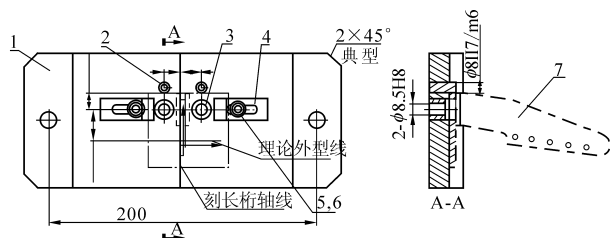


1. 钻模板 2. 定位块 3. 压板 4. 双头螺栓  
5. 带肩螺母 6. 定位销 7. 螺栓 8. 钻套 9. 接头(飞机零件)

图1 定位块+长桁线定位型

## (2) 定位销 + 长桁线定位型

此类型夹具机身理论外形与定位销在零件两侧,零件安装在钻模板上后,采用定位销与零件外形直边贴约束一个方向,零件上长桁线与钻模板上所刻长桁线重合约束另外一个方向的定位方式(见图2)。



1. 钻模板 2. 定位销 3. 钻套 4. 压板  
5. 双头螺栓 6. 带肩螺母 7. 接头(飞机零件)

图2 定位销 + 长桁线定位型

## 3 对接平板的测量方法

在传统的飞机制造中,通过实物工装来传递几何形状和尺寸,是一直沿用至今的我国飞机制造中保证协调互换的方法<sup>[1]</sup>。标准工艺装备是制造和检验生产工艺装备的协调依据,同时也用于确定组合件或部件上的孔系、各种型面以及重要接头的位置,以保证它们能满足互换协调的要求<sup>[2]</sup>。飞机前段(机头)与中段(中机身)、机身与尾段(机尾)独立制造后再装配成一体,连接面称为工艺分离面。标准平板是工艺分离面的实体表现形式,是一种标准工艺装备,也是零件工装(夹具)、装配工装(型架)的制造协调依据。

某型飞机41框对接平板式飞机中段和尾段的对接面,对接面上辐射着很多长桁轴线(见图3),飞机飞行状态,面对顺航向面,下面为0长桁轴线,上面为55长桁轴线,其余长桁线及孔沿对称轴线对称,每条长桁轴线对应的接头上分布有数量不等的连接孔,同一长桁轴线上的飞机中段和尾段上对应接头上孔同心,保证装配协调一致,这也是钻模根据平板协调的原因。

平板刻有标记和刻线,可能在顺航面上,也可能在逆航面上,国产某型运输机原型机标记在逆航面上,且固定在支座上,不可移动,不能直接测量;其他机型补加工的平板比较小一点,都为可移动平板,可以直接在机床上测量。不管标记在哪个面上,测量必须在有长桁刻线的面上进行,左、右侧记录要符合左、右件的规定。

将平板上顺航面摆放到图3所示位置,操作者

站在0长桁位置,面向平板,整块平板的左右一目了然;补加工的平板为左右两件(包含0长桁或55长桁的为一件),上面做了相应标记,可以按标记区分左右件。也可按图5将平板放置在对应的位置上,左侧部分的理论外形线始终在长桁接头对接孔的左方,右侧部分的理论外形线始终在长桁接头对接孔的右方,以此来验证平板的左右标记,此方法更为准确。标记“顺右”表示此面为顺航面,右件,“顺左”为左件;标记“逆右”表示此面为逆航面,右件,“逆左”为左件。其中“左、右”均参照飞机航向。

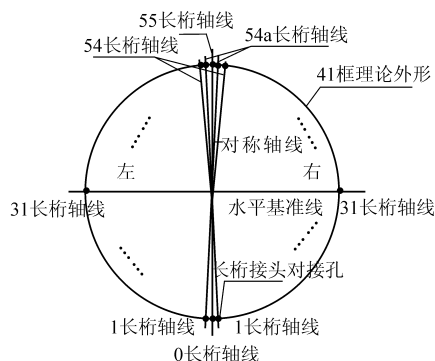


图3 标准平板结构

测量时,左右件需要分别测量,按长桁线拉直,并以长桁线和某孔为基准,实测出线与孔的位置关系,必要时还要测出孔至理论外形线的距离,取孔位置及数量需参考钻模图纸。顺航面向上时,实测尺寸直接用于机身尾段接头钻模的制造,机身中段长桁接头需将实测后的尺寸按长桁线对称后使用;逆航面向上时,实测尺寸直接用于机身中段长桁接头钻模的制造,机身尾段实测后的尺寸按长桁线对称后使用。实际上,顺航面上与逆航面上实测的尺寸就是该长桁线上背靠背安装了两个接头上的孔位尺寸。

## 4 传统测量方法

某中型运输机的41框是机身中段与尾段的工艺分离面,对接形式采用长桁对接螺栓连接。为了保证分离面的装配精度,工艺上采用了对接孔位标准平板进行协调部、组、零件的制造。钻模上的孔位和长桁轴线按标准平板进行协调,加工钻模时需预先测量标准平板上对应长桁的轴线和孔的位置尺寸,再按照实测数据加工钻模。

对于固定的标准对接平板或补加工的大尺寸对接平板,无法直接测量,通常只能先用环氧胶浇注小块专用过渡板,从标准平板上拓下孔和长桁轴线特征,再测量专用过渡板的孔位和轴线位置尺寸,按对

应尺寸加工钻模夹具上的孔和长桁轴线。图4对某型飞机机身、机尾41框对接面标准平板使用过渡板取制对接平板上26长桁接头孔位及轴线方法。其优点是将不能直接测量的尺寸对接平板转化为过渡板,可直接测量;缺点在于浇注过渡板取制的尺寸误差大,浇注周期长,费时费力,成本高,效率低。

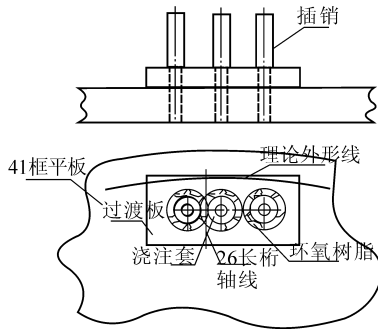


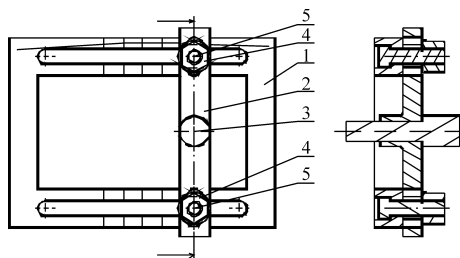
图4 过渡板测量

## 5 柔性夹具测量

### (1) 柔性测量夹具设计

针对专用过渡板数量多、制造周期长的问题,柔性夹具方便、快捷、可重复使用的特点恰好可以弥补。柔性组合夹具通常简称组合夹具,是工装柔性化的典型代表。柔性组合夹具是一种标准化、系列化、通用化程度很高的工艺装备<sup>[3]</sup>。柔性测量夹具需要解决两个关键问题:一是实现对线和孔位可以调整,二是孔位快速固定。

柔性夹具设计方案仍采用过渡板形式,使用柔性调节结构,夹具体位平板框架,厚度方向设计有躲避方孔,为孔位调节提供空间,多组刻度线便于对正长桁轴线,刻线平行于夹具体侧面,测量时便于找正,夹具体两侧设有T型截面的槽,用于放置螺栓;横梁中心设有圆孔,两端设有长圆孔,圆孔内插入插销来定位横梁位置和标准平板,长圆孔通过螺栓与夹具体固定。



1. 夹具体 2. 横梁 3. 插销 4. 螺栓 5. 螺母

图5 柔性测量夹具

图5为柔性夹具示意图,该柔性调节装置由夹具体、横梁、插销、螺栓、螺母等构成。一侧表面设有

理论外形线,理论外形线为圆弧形示意线。横梁及螺栓螺母的数量根据需要测量孔的数量来确定。

### (2) 柔性夹具使用

如图6所示,使用时,根据图纸确定横梁及螺栓数量,螺栓和螺母处于松连接状态,横梁可以沿长圆孔和夹具体上的T型槽活动,将夹具体放置在标准平板上,夹具体上理论外形线与标准平板上理论外形线方向一致,可不重合,调整夹具体位置,使夹具体上其中一条刻线与平板上需要测量长桁的长桁线重合,刻线与平板有4个交点,目视4个交点与平板长桁轴线重合,依次调整横梁位置,在横梁中心圆孔和平板对应孔内插入台阶插销,拧紧螺母,使各横梁与夹具体固定,确认刻线处于重合状态后,取出插销,取下装置,测量所需尺寸,加工钻模。

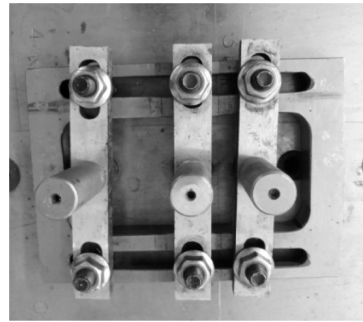


图6 使用柔性测量夹具测量标准长桁轴线及孔

## 6 结语

该柔性夹具结构简单,采用四点对线,更为准确,装置采用可调方式,方便快捷,可重复使用,不但节约了成本,同时大幅缩短了长桁接头钻模制造周期。该柔性测量夹具设计方案通过简单的技术创新,找准问题关键和切入点,解决了生产中的难题。

### 参考文献

- [1] 范玉青. 现代飞机制造技术[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2001.
- [2] 刘楚辉. 飞机机身数字化对接装配中的翼身交点加工关键技术研究[D]. 杭州:浙江大学,2011.
- [3] 李娟,刘洪伟. 柔性制造系统中组合夹具在制造业中的应用[J]. 中国重型装备,2007(1):51-52.

第一作者:高峰,工程师,中国石油工程建设有限公司西南分公司,610041 成都市

First Author: Gao Feng, Engineer, China Petroleum Engineering & Construction Corporation Southwest Company, Chengdu 610041, China