

# 浙江理工大学本科毕业设计（论文）开题报告

班 级	09 机械设计制造及其自动化（4）班	姓 名	唐筠超
课题名称	火箭燃料贮箱 FSW 焊接用组合夹具设计		
<p>开题报告（包括选题意义、研究的基本内容与拟解决的主要问题、总体研究思路与可行性分析及预期研究成果、研究工作计划等内容，非艺术类不少于 3000 字）</p> <p style="text-align: center;"><b>目 录</b></p> <p><b>1 选题的背景与意义</b></p> <p>1.1 定义</p> <p>1.2 研究意义</p> <p><b>2 研究的基本内容与拟解决的主要问题</b></p> <p>2.1 基本内容</p> <p>2.2 拟解决的主要问题</p> <p><b>3 研究的基本内容与拟解决的主要问题</b></p> <p>3.1 研究思路方案</p> <p>3.2 可行性分析</p> <p>3.3 预期研究成果</p> <p><b>4 研究工作计划</b></p> <p>参考文献</p> <p>（开题报告全文附后）</p> <p>成绩：</p>			
答 辩 意 见	<p>（从选题、任务工作量、质量预期、可行性等几个方面）</p> <p style="text-align: center;">答辩组长签名：</p> <p style="text-align: center;">年 月 日</p>	系 主 任 审 核 意 见	<p style="text-align: center;">签名：</p> <p style="text-align: center;">年 月 日</p>

# 火箭燃料贮箱FSW焊接用组合夹具设计

唐筠超

(09机械设计制造及其自动化(4)班 Q09310124)

## 1 选题的背景与意义

搅拌摩擦焊在 21 年的发展历程中为世界制造业做出了巨大的贡献，尤其在航空航天，航海船舶，高速列车，交通运输等高科技产业方面表现突出<sup>[1]</sup>。而在摩擦焊接生产过程中，纯粹的焊接所需的工时其实才占总工时的三分之一不到，其余大量的时间都是花费在准备材料，装配以及其他辅助工作上。这些工作直接影响了焊接的效率与工厂的工作进度，尤其是现在这种大量使用高效率高质量的搅拌摩擦焊焊接工艺的情况，耗时量的对比更加明显。提高效率的最好办法是推广自动化与机械化，而自动化程度高的生产线又缺少不了优秀的夹具。优秀合适的夹具，对提高产品质量，减轻焊接工人的劳动强度，加速焊接生产实现机械化、自动化进程等诸方面起着非常重要的作用。

### 1.1 定义

#### 1.1.1 搅拌摩擦焊定义

搅拌摩擦焊，英文全称为 friction stir welding，简称 FSW，是利用高速旋转的搅拌头和封肩与金属摩擦生热使金属处于塑性状态，随着搅拌头向前移动，金属向搅拌头后方流动形成致密焊缝的一种固相焊方法<sup>[4]</sup>。搅拌摩擦焊方法与常规摩擦焊一样，也是利用摩擦热作为焊接热源。不同之处在于，搅拌摩擦焊焊接过程是由一个圆柱体形状的焊头(welding pin)伸入工件的接缝处，通过焊头的高速旋转，使其与焊接工件材料摩擦，从而使连接部位的材料温度升高软化，同时对材料进行搅拌摩擦来完成焊接的<sup>[1]</sup>。

搅拌摩擦焊全部焊接完成主要有三个过程，分别是焊具的插入，平移，抽出<sup>[1-4]</sup>。

搅拌摩擦焊在焊接过程中主要有三个力，分别为轴向压力，纵向力，横向力。由于轴向载荷最大，所以轴向压力是主要力，也是设计夹具过程中最需要注意的。

#### 1.1.2 夹具的定义

夹具，定义为在机械制造加工过程中用来固定对象，使之占有正确的位置，以接受施工或检测的装置<sup>[2]</sup>。简单的说就是装夹和引导刀具的装置。夹具发展到今天已经有了完善的体系，一般按工艺分，有机械加工中用的机床夹具，焊接过程中用于拼接的焊接夹具，装配过程中用的装配夹具以及检验过程中用的检验夹具等。焊接夹具是为了保证焊件尺寸，提高装配精度和效率，防止焊接变形所采用的夹具。

这里要设计的是摩擦焊设备的筒体夹具与球面体夹具，按工艺分属于焊接夹具。

## 1.2 研究意义

火箭燃料贮箱主要由薄壁筒体与两端半球面体构成，用搅拌摩擦焊焊接时虽然有各种优点，但是在焊接过程中特有的较大的轴向压力也不可忽略，航天器具有高精度要求，因此需要一种特制的夹具，在保证一般夹具基础功能的前提下承受焊接压力。夹具的结构设计和研究是焊接工艺设备的基础。焊接工艺装备是在焊接结构生产的装配与焊接过程中起配合及辅助作用的夹具、机械装置或设备的总称，简称焊接工装。提高焊接效率的最佳途径是大力推广使用机械化和自动化程度较高的焊接工装。

## 2 研究的基本内容与拟解决的主要问题

### 2.1 基本内容

本次毕业设计中主要完成的内容包括：

#### 1) 筒体夹具分析与设计

首先主要分析搅拌摩擦焊中FSW-5LH-012型设备的工作原理，由此展开来分析大部分薄壁筒体在摩擦焊接过程中的受力情况，得出筒体在摩擦焊接过程中最容易变形的地方与受力的方向。根据筒体在焊接过程中的特征和受力情况，分析出筒体在设备中的自由度以及相对应的筒体夹具所要具备的夹紧面与定位面，筒体夹具模型用Pro/Engineer建立，各项数据尺寸根据筒体大小来确定，对尺寸结构等参数进行调整设计，确保设计出的夹具在正常焊接情况下不会使筒体变形。筒体与球面体组装焊接时需要环缝焊接，夹具可以与筒体夹具通用。

#### 2) 球面体夹具的分析与设计

对于球面体夹具，主要分析FSW-7XB-008型搅拌摩擦焊设备的工作原理。设计过程相似于设计筒体夹具，不过在模型建立与数据设计方面，球面体由于涉及到曲面机构，会更加复杂。

### 2.2 拟解决的主要问题

通过设计使夹具在实现夹紧与定位，引导刀具这些基本功能的前提下，尽可能的使夹具体能够应用于更多种类的筒体或球面体，而不是局限于同一直径的工件。通过减小夹具的体积、质量来提高搅拌摩擦焊的工作效率。因为过大的体积与质量不但影响外观，而且不方便搬运与使用，并且一旦质量与体积达到一定限度，对夹具体下面的工件（因为工件成球面或者是薄壁筒体）会带来过大的负荷，导致工件下方也可能出现形变。如何在保证夹具体体积与质量相对较小下的情况下提高夹具的精度与实用性，是问题的关键。

## 3 研究思路方案、可行性分析及预期成果

我的毕业设计论文拟采用理论分析与三维建模的方法，在国内外研究报告的基础上，通过对真实的搅拌摩擦焊设备的数据进行考证，用三维Pro/E环境完成筒体与夹具体的三维模型，画出二维的图纸，并对其进行初步的受力分析，最后得到可靠又实用的搅拌摩擦焊专用夹具。

### 3.1 研究思路方案

详细的思路方案包含以下四个方面：

#### 3.1.1 筒体夹具分析

在搅拌摩擦焊焊接过程中，保证回转筒体的圆度，同心度，错边量，两端面和筒体中心线的垂直度，焊接强度等是筒体在具体制造中需要解决的关键技术难题，为了保证以上条件就需要正确选用筒体夹具。

目前国内外的筒体夹具形状各式各样。但按筒体的直径分大致有两种，一种适用于是大直径/深筒体的夹具，另一种是用于小直径筒体的夹具。一般来说，搅拌摩擦焊应用的行业都是大直径深筒体，所以采用的夹具体积与质量也会相对较大。这时不单单要考虑夹具能否满足定位夹紧等基本要求，还得考虑夹具在焊接过程中对焊接件下面带来的额外负荷是否会造成变形。而且对于搅拌摩擦焊的夹具来说，最重要的是要考虑怎样的夹具样式才能抵消焊接过程中的轴向压力，保证焊件不会因为焊接的原因在焊缝周围出现形变。对于航空航天这些高科技产业，焊接产品的高精度要求是最重要的。

按照目前筒体的焊接方式分，有直缝与环缝两种形式。这里主要设计的是环缝焊接类的筒体夹具。

首先，夹具要满足最基本的夹紧定位要求。参考国内外文献中的筒体夹具，这次采用四个半圆紧固环和多个紧定螺钉对筒体进行两端定位夹紧。

由于焊接零件是筒体，焊接形式为环缝焊接，那么考虑到筒体必须满足圆度与同心度要求，并且要有足够的支撑面来承受搅拌头的轴向压力，夹具就需要在筒体焊件的内部有足够的接触面。

普通环缝的焊接顺序一般是先焊筒体内侧焊缝，把外侧清根（简单的说即清理第一面焊缝的缺陷以便第二次焊缝进行）后再焊筒体外侧焊缝。由于搅拌摩擦焊接不需要进行内侧焊接，也不需要清根，所以只需要筒体夹具内部与焊接件接触处有足够的支撑面来保证筒体在焊接过程中不受力弯曲变形就行，外部接触面不用考虑。

由此得出，要设计的筒体夹具必须在筒体内侧焊缝处有“底板”（或者叫受力挡板），而且“底板”与筒体的距离必须是可调的，不会在焊接时给工人造成麻烦。最好是可以平移或调距的，可以应付不同类型的环缝。

最后的筒体夹具模型应该是由两端的定位夹紧面与环形焊缝处内侧可移动或可拆卸的环形带状面构成。

### 3.1.2 球面体夹具分析

目前国内外用于空间曲面的夹具较少,而且有涉及的大多数都是对小型非圆曲面的研究。本文所提到的球面体夹具则是用于搅拌摩擦焊焊接过程的专用大型夹具,与普通的空间球面夹具相比,需要考虑焊接过程中较大的轴向力对焊件与夹具所造成的形变。

按照国内外的球面体夹具摆放位置分,有外夹紧与内夹紧的区别。搅拌摩擦焊加工过程多数为曲面的外部焊接,故选用内夹紧方式。

为了满足焊接精确度的要求,需要焊件在焊接过程中保持位置度与同心度不偏移,并且根据施工要求,夹具需要绕轴旋转,所以夹具与主动旋转轴之间需要有固定连接,能够承受足够的扭矩。

由于前面提到的焊接过程中较大的轴向力的存在,需要在焊接轨迹下有“底板”。足够厚实的底板才能够在平衡轴向力的同时而不会使焊件变形。但是球面体需要的“底板”与筒状体不同。筒状体只需要环状宽带型承受面,而球面体则是由多条小型的弯曲的宽带型曲面与三个环状固定宽曲面构成。其中条状宽带曲面用于平衡轴向力,提供给焊接过程做够的受力面积,而环状固定面用于连接所有的曲面,构成夹具的本体。截取一半的筒略俯视图如图1所示。

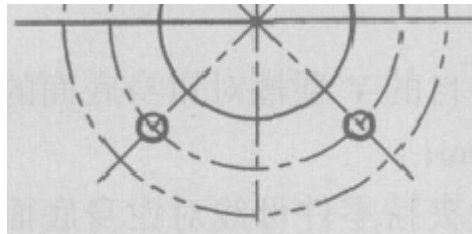


图1 俯视图

这里的环形为固定面,直线均为三维空间里的弯曲条状宽带面,小圆为两种曲面的接触部分,也即固定连接部分。整体的夹具如果从俯视图来看,最中间的圆是按实际情况来看是空心平面环带,用于与主动旋转轴相连。最大的圆是整个夹具的底座,与最上面的环带配合来固定焊件并且用于定位。

### 3.1.3 基于Pro/Engineer Wildfire 5.0设计平台的三维CAD设计

目前,随着计算机辅助技术的不断发展,三维造型软件功能不断完善,传统的二维设计正逐渐被三维实体设计所代替。Pro/Engineer是一款在业界享有极高声誉的全方位产品设计软件。它广泛应用于汽车、航天航空、电子、模具、玩具、工业设计和机械制造等行业<sup>[1]</sup>。

设计初期,按照焊接设备的具体数据,运用Pro/E软件先大概描绘出夹具的大致形状,确

定以后的夹具的形状。再根据详细情况计算并修改与完善夹具模型的详细数据，得到真实的模型。

### 3.1.4 主要部件的二维画图

参考得于Pro/E的模型与数据，画出一些主要零件的二维图纸，并按照机械绘图的国标修改完善。

这次设计重点在于前期对焊件受力情况与夹具具体形状的分析，与普通夹具相比，需要考虑搅拌摩擦焊焊接过程中焊件受力的特殊性。

## 3.2 可行性分析

搅拌摩擦焊的夹具设计所得的产品能提高摩擦焊焊接效率。切实可行的夹具是焊接工装的基础，为推动焊接的机械化与自动化做出巨大贡献。本次设计的筒体与球面体夹具可以用于中国搅拌摩擦焊中心对应型号的设备。

指导老师及其课题组在搅拌摩擦焊的相关研究方面具有很多成功的经验，本设计的研究方法思路经过深思熟虑，切实可行，能够确保毕业设计的顺利完成并取得预期的研究成果。

## 3.3 预期研究成果

设计出搅拌摩擦焊专用的筒体及球面体夹具，完成三维建模。通过二维绘图与计算，保证设计能较好的满足设计要求。

## 4 研究工作计划

起止时间	内容
2012. 11. 01-2012. 11. 15	前期准备
2012. 11. 15-2012. 12. 01	翻译
2012. 12. 01-2012. 12. 15	文献综述
2012. 12. 15-2013. 01. 01	开题报告
2013. 01. 01-2013. 01. 20	PPT, 开题答辩
2013. 01. 20-2013. 03. 01	总体方案设计、模型雏形尺寸确立
2013. 03. 01-2013. 04. 15	三维绘图、电机，减速器等数据计算
2013. 04. 15-2013. 05. 01	二维绘图，论文撰写
2013. 05. 01-2013. 05. 22	论文评阅与答辩，教师审阅评分

## 参考文献

- [1] 百度百科资料
- [2] 李名望.机床夹具设计实例教程.化学工业出版社[M],2009.8
- [3] 张昭, 张洪武.搅拌摩擦焊接中搅拌头的受力分析[J].维普资讯.2006,28(6):857~86
- [4] 万震宇, 张昭.基于网格重剖分的搅拌摩擦焊接数值模拟及搅拌头受力分析[J].塑性工学报.2012.4
- [5] 董超.筒体直缝焊接用胎夹具设计[J].论文网.2011.5
- [6] 汪苏.薄壁筒体件车削柔性夹具[J]. 机械工人（冷加工）.2004.9
- [7] W.M.Thomas,E.D.Nicholas.Friction stir welding for the transportation industries[J]. TWI.1997.6
- [8] K.Kumar,Satish V.Kailas.The role of friction stir welding tool on material flow and weld formation[J].www.elsevier.com.2007.8
- [9] 曹福勤.球壳瓜瓣片的坡口加工与车床夹具设计[J]. 上海电气电站设备有限公司电站辅机厂.2010.12
- [10] 沈阳航空航天.空间曲面的搅拌摩擦焊专用夹具[P].专利搜索SooPAT.2010.7
- [11] 宋志军,朱秀梅,纪成美.球面支承定位在机床夹具设计中的应用[J].机械工程师2007年第2期