

《钎焊》课程思政教学案例

开课学院：材料科学与工程学院

制作人：张立胜

课程名称	钎焊	授课对象所属专业	焊接技术与工程
课程类型	专业课程	开课年级	大三年级
课程性质	专业必修课	课程总学时	32

一、课程简介

《钎焊》是焊接技术与工程本科专业的一门理论性、技术性很强的专业课程。本课程的主要教学内容是全面介绍钎焊原理、不同钎焊方法的应用条件及设备、各种钎料的特点和应用范围、钎剂的组成及作用、钎焊接头设计原则及钎焊工艺、钎焊缺陷形成原因及控制措施、钎焊缺陷的检验、常用金属材料的钎焊、硬质合金的钎焊、金属与非金属的钎焊。为学生今后在实际生产中合理选择钎焊方法和钎焊材料、制定正确的钎焊工艺奠定扎实的基础。

二、案例基本信息

- 1.案例名称：钎焊炉-航天精神的见证者
- 2.对应章节：第三章 钎焊方法及设备 3.3 炉中钎焊
- 3.课程讲次：第四讲

三、案例教学目标

- 1.知识与技能目标：了解炉中钎焊的应用和炉中钎焊设备，掌握炉中钎焊的优缺点，熟悉炉中钎焊的工艺流程。
- 2.思政目标：培养学生勇于攀登、敢于超越的进取意识。坚持自主创新，努力实现技术发展的跨越，以赶超世界先进水平为目标。

四、案例主要内容

天线正如国防重器的眼睛，让它能够寻找目标，命中要害。其焊接工艺一直是业内公认的最高难度技艺之一，而钎焊炉正是焊接过程中最为重要的设备。停留在中国航天科工三院 35 所厂房的第一代钎焊炉，便成为了见证钎焊技术发展的一座丰碑。



图 1 中国航天科工三院 35 所厂房的第一代钎焊炉

01 火花初燃

填补真空钎焊的空白。上个世纪 80 年代，随着技术的发展，航天产品对轻量化的要求不断提高，零件材质转变为铝合金，传统的焊接方法难以满足产品质量要求。为了解决这一难题，老一辈飞航人东奔西跑寻找资料，到各大企业开展调研，粘接、电弧焊接等各种方式都试了个遍，但发现粘接容易老化、电弧焊接容易产生不可逆的大变形。眼看着研究走进了困局，他们却没有放弃。

无论如何，必须得把这件事干成。企业走不通，他们就到各大高校，终于从学校了解到“真空钎焊”这门技术。但是，当时这门技术在国内尚处于起步阶段，很多内容仍停留在纸面理论上，很少有工业实践案例。

虽然技术还不成熟，但老师傅们看到了巨大的希望。几经周折，单位从学校借阅到了几张国外设备的示意图和书籍。他们视若珍宝，日夜埋头研究，一点一

点地琢磨仅有的资料书籍，把那仅有的几张图纸都翻得起了皱，笔记本上记下了密密麻麻的文字，有时怕自己忘了甚至就记在手上，试验的时候对照着看，生怕出了什么纰漏。

在他们的努力下，第一台试验炉终于出来了。从外观看，这台炉子就像一个水壶，一个筒外面加了一个薄薄的盖。炉子造出来后，他们激动地进行了第一次焊接试验，让他们意想不到的是，设备在第一次焊接中就报废了。但这丝毫没有松动他们的决心和信心，反而越发激起斗志和信念。他们仔细分解了设备，找出了问题所在，昼夜不停地改进、摸索，造出了第二个焊接炉。

这代焊接炉形如钟罩，也正因为它的形状复杂了不少，内部温度分布也更加复杂。天线的材质和焊料的熔点十分接近，温度高了就烧坏了，温度低了又焊不上，更难的是，炉内温度分布不均，很难找到合适的焊接位置。

设备有了，技术却又犯难了。为了找到炉内适合焊接的位置，掌握钎焊炉的操作技巧，他们拿着热电偶反复测量内部温度。热电偶一次只能测量 3 个点，找到了相对好的位置，就拿样品去试，失败了就重来，成功了也不意味着结束，还需要用热电偶在相对较好的位置精细测，看焊接效果是否产生变化。如果变化了，证明还有更好的焊接位置，如果没变化，才敢拿真实产品去试，直到天线焊接质量万无一失。就这样，老师傅们每天蹲守在接近 600 度的高温炉附近反复测试，在没有空调的当时，一个人从早上 6 点一直到晚上 10 点一直呆在“蒸笼”里，艰苦程度可想而知。这样的测试，老师傅们坚持了整整半个月，终于摸索出了温度分布的规律和真空针焊的技巧。

当时的设备都是分级、手动控制的，每进行一个过程都需要按下一个按钮。炉子就像是汽车，按钮就是油门和刹车，操作者必须在绿灯亮时候踩下油门，红灯亮

时候踩下刹车，稍有差池就导致前功尽弃。所以老师傅们每天都要自带秒表，全神贯注地盯着炉子看，不敢有丝毫的放松，确保产品万无一失。多出来 1 秒的流动时间，焊料就可能沿着腔体溢出，导致产品报废。只要炉子还在运作，老师傅们就时刻保持 100% 的注意力，即便凌晨也不例外。钎焊炉旁的灯光，也正是永不熄灭的信仰之光，老一辈飞航人对事业的热爱，照亮了真空钎焊技术的探索之路。

在老师傅们的潜心钻研、日夜锤炼下，产品得到了快速发展，慢慢地老师傅们也陆续到了退休年龄。

航天事业的火把必须得传到年轻人手里，才能永恒发展。抱着这样的信念，老师傅们把所里的年轻人都当成关门弟子培养。白天，老师傅们亲身示范，让徒弟们在旁边观摩学习，并要求徒弟们把每一条数据都记录下来去寻找规律，钻研琢磨出技术要点。之后，他们让徒弟们根据自己的理解反复进行实操，老师傅们就站在徒弟边上督学指导，哪个地方是关键、哪个技术要点用好、哪里出问题要改进……他们都一一指出。在他们的指导下，徒弟们就像海绵一样汲取了满满的能量，第二代飞航人就这样慢慢地成长了起来，接过老师傅手里的接力棒，成为航天事业发展的主力军。

02 火花迸射

驱动自动化的变革。第一代钎焊炉不仅需要时刻手动控制，同时控制系统占据了设备绝大多数的空间，可以放置天线的炉体仅有一个电饭锅大小，一次只能焊接一个大天线，而焊接一次就需要一整天。随着生产数量的增加，班组成员即便 24 小时轮流值班仍难以满足需求。为此，基于前期摸索的经验，飞航人们开始探索程序控制的自动化道路。根据老师傅们数以万字的笔记，他们在现有设备

的基础上反复测试，不断调整参数，提出了样板化的曲线和流程，并和国内厂家合作实现了程序化，不仅降低了手工操作的繁琐程度，更大大提高了装炉量和生产效率。

2001年，第一台程序控制设备安装时正值冬天。由于办公楼门太窄，设备无法直接运送。大家集思广益，决定通过拆装玻璃将设备运送进来。当时厂家在场的人手不够，班组成员就亲自动手，厚厚的手套切割起来很不方便，他们就摘掉手套，在零下的天气里光手去工作，仿佛感受不到空气中的冰冷。当时的心情是很激动的，感觉这是思维火花碰撞产生的一件艺术品迫不及待地想要装上去。

寒冷的冬天，因为自动化钎焊炉的到来，让班组成员都感到热血沸腾。设备上线后，小天线的装炉量大幅提高。同时，炉上的按钮不再是“刹车和油门”，而是变成了信号发射器，炉子这辆车可以随着按钮的按下，可以按照规范化的设置程序自动跑起来，实现了“自动驾驶”。操作者再也不用带着秒表，时刻紧绷着神经守护在炉旁，只需设置参数、控制启动，就可以实现自动化钎焊。

此刻，钎焊炉上的按钮成为了飞航人心中追求技术革新的火花，迸射处点点灵感，架起自动化的桥梁，实现了天线真空钎焊质的飞跃。

03 火花闪耀

实现多层焊接的突破。随着技术的发展，35所接到一种大型天线的研发任务，天线由以往的简单结构变成了多层复杂结构，焊接难度呈几何级的倍增。别人做不出的东西，我们不仅可以做，还要做好。肖总带领团队接下了这个任务。面对这个全新的钎焊难题，他们迎难而上，争分夺秒地开展试验。然而第一批天线出炉时，只有四分之三的产品合格。这让团队成员百思不得其解，看着日益逼近的节点期限，他们按照流程全部倒推复盘，从设计到加工到装配一步步查找原

因。历经一个月的“地毯式搜索”，终于发现了问题所在——天线在加工时出现了微米级的接刀痕，问题也随之迎刃而解。当天线指标第一次全部合格的时候，班组成员很多忍不住流下了眼泪。泪水中是无悔的奋斗火花，永不放弃、追求卓越的工匠精神在此刻也更加闪耀。

04 火花永燃

技术发展中的薪火相传。在一代又一代飞航人的传承接力中，35所进一步加强生产能力建设，与国内厂家合作开发了触摸屏、智能化的钎焊炉，有效提升产品质量和生产效率。焊料刻制从传统的手工刻制升级为激光一体成型，工装升级为系列化专业工装，点焊定位也逐步由机械手臂替代手工焊接，把点焊控制的更精准、更统一，多种复杂天线产品从模型变成了实物。

现在，我们的元器件已经实现全面国产化，各项性能也都比国外的真空钎焊炉更智能。通过一代代技术革新，设备功能更为完备，为国防重器提供更为可靠精准的“眼睛”。飞航人的职业生涯犹如铁砧，愈被难题敲打，愈能迸发出创新进步的火花。从最初的跟跑到最终的领跑，靠的是一代又一代飞航人的技术传递和匠心传承。除了师带徒以外，近年来，35所还成立了大师工作室，由工匠大师带领更多的青年职工进行技能学习与技术创新，为飞航事业培养更多高技能人才。

匠心火花永不熄灭，技术创新永不止步。从手动控制的钎焊炉到触摸屏、智能化设备，变化的是设备，不变的是飞航人砥砺前行的精神；从单层简单天线到多层复杂天线，变化的是研究成果，不变的是飞航人为国铸剑的理想；从老一辈到青年，变化的一张张面孔，不变的是飞航人强军报国的信念。飞航人将传承永不熄灭的火花，让科技强军、航天报国的使命在工作岗位中生生不息，书写新的

功勋传奇。

五、案例教学设计

一、课程基本信息				
课程名称	钎焊	案例教学时长	45 分钟	
课程性质： <input checked="" type="checkbox"/> 专业课 <input type="checkbox"/> 专业基础课 <input type="checkbox"/> 专业选修课 <input type="checkbox"/> 其他（ ）				
所用教材：“十三五”国家重点图书出版规划项目 钎焊（第 2 版），朱艳 主编，哈尔滨工业大学出版社，2018.				
所属章节	第 3 章 钎焊方法及设备 3.3 炉中钎焊			
授课对象	焊接技术与工程专业			
二、教学目的（知识、技能、思政）				
<p>1、知识与技能目标：了解炉中钎焊的应用和炉中钎焊设备，掌握炉中钎焊的优缺点，熟悉炉中钎焊的工艺流程。</p> <p>2、思政目标：培养学生勇于攀登、敢于超越的进取意识。坚持自主创新，努力实现技术发展的跨越，以赶超世界先进水平为目标。</p>				
三、课堂教学过程设计				
教学环节	教学内容	时间安排	教师和学生活动	组织形式、教学方法和手段
导入新课	承接上一节课的教学内容，导入本节课程涉及的钎焊方法-炉中钎焊	3 分钟	教师活动：针对上一节课学过的钎焊方法的局限性，启发学生思考解决的方法和策略	班级授课，讲授法
新课讲授	天线的炉中钎焊发展历史	10 分钟	一起学习炉中钎焊发展历史，学习航天精神	师生互动法
	炉中钎焊的不同类型	10 分钟	教师活动： 通过示意图和视频，展示炉中钎焊过程，让学生谈	班级授课，讲授法， 师生互动法

			谈炉中钎焊有哪些应用？ 学生活动： 跟随教师讲解，积极思考， 加大对炉中钎焊理解；	
	炉中钎焊的优缺点	10分钟	教师活动： 采用提示方式，引导学生 主动思考炉中钎焊的优缺点， 并进行总结； 学生活动： 跟随教师讲解和提出的问题， 主动思考回答问题， 加深理解；	班级授课，讲授法， 师生互动法
	炉中钎焊过程	10分钟	教师活动： 采用图片方式，展示炉中 钎焊过程及其各个组成部分 的作用； 学生活动： 结合教师的讲解，深入理 解炉中钎焊过程和作用	班级授课，讲授法 图片展示讲解更加 直观，培养学生利 用示意图说明问题 的能力。
	本讲总结	2分钟	教师带领学生回顾本讲内 容	互动法

六、教学反思

本节课程中引入航天工程中的天线钎焊设备及工艺的历史过程。激发了学生学习热情，达到了知识传授、技能提高和价值塑的教学目标。通过“课程思政”教学让学生感受到了中国航天精神。培养学生做事踏踏实实工匠精神以及创新精神，增强学生学习的动力。