

用户：宝鸡钛谷钛产业战略研究院有限公司

宝鸡高新区海洋工程用钛产业专利导航分析项目
——钛与异种金属焊接工艺微导航报告

保定市大为计算机软件开发有限公司陕西分公司
2019年1月

目录

第一章 项目概述.....	1
1.1项目背景.....	1
1.2项目目标.....	1
第二章 项目研究方法和结果.....	2
2.1项目研究思路.....	2
2.1.1确定研究对象.....	2
2.1.2制定检索策略.....	2
2.1.3数据检索.....	2
2.1.4数据清洗.....	5
2.1.5数据标引加工.....	5
2.2相关事项说明.....	8
2.2.1近期数据不完整说明.....	8
2.2.2申请人合并.....	8
2.2.3其他说明.....	10
第三章 总体概况分析.....	11
3.1专利申请趋势及市场布局.....	11
3.2异种金属分析.....	12
3.2.1布局概况分析.....	12
3.2.2重点异种金属申请趋势分析.....	13
3.3焊接方法分析.....	14
3.3.1概况分析.....	15
3.3.2焊接方法更迭分析.....	16
3.4过渡金属分析.....	17
3.5钛材应用方向分析.....	19
3.5.1概况分析.....	19
3.5.2应用方向更迭分析.....	20
3.6主要创新主体分析.....	21
3.6.1创新活跃度分析.....	21
3.6.2主要创新主体技术布局分析.....	22
3.7小结.....	26
第四章 重点技术路线分析.....	27
4.1钎焊.....	28
4.1.1工艺流程路线.....	28
4.1.2重要专利列表.....	31
4.2爆炸焊.....	34
4.2.1工艺流程路线.....	34
4.2.2重要专利列表.....	38
4.3 过渡焊.....	40
4.3.1工艺流程路线.....	40



4.3.2重要专利列表.....	43
4.4 对接焊.....	44
第五章 结论和建议.....	45
5.1主要结论.....	45
5.1.1针对市场布局和国内外技术现状的结论.....	45
5.1.2针对国内外主要创新主体的结论.....	46
5.1.3针对宝鸡高新区技术现状的结论.....	46
5.1.4针对重点技术的结论.....	47
5.2建议.....	47
5.2.1加大研发力度，调整资源投入.....	47
5.2.2积极开展专利挖掘与布局工作.....	48

第一章 项目概述

1.1 项目背景

我司于2018年7月协同宝鸡高新区开展了宝鸡高新区海洋工程用钛产业专利导航分析项目，通过四个月的产业现状分析以及产业专利导航分析，获取了区域宏观发展方向，为宝鸡高新区的海洋工程用钛产业发展提供了数据支撑。基于宏观与微观结合的分析方式，现根据中期汇报与后续沟通情况，选取三个细化技术主题进行详尽分析，从而为宝鸡高新区企业面对的技术瓶颈提供技术思路，加快研发进程。

钛合金在海洋、航空航天、汽车、医疗等行业具有广阔的应用前景，但是由于完全使用钛合金成本较大，而且单一钛合金结构有时候很难满足特殊零件的需要，所以将钛合金与异种金属进行焊接是充分利用材料性能和节省成本的发展趋势。异种金属焊接是指将两种不同种类和性能的金属材料通过特定的焊接工艺连接在一起并形成具有完整性和预期使用性能的结构件。由于异种金属连接的特殊性，常用方法有扩散焊、搅拌摩擦焊、熔钎焊、激光焊、冷压焊等特种连接技术。研究钛合金和异种金属的焊接是充分发挥钛合金的优异性能和扩展其应用范围的有效途径。当前，主要的研究热点有钛合金和铝合金、钢、铜合金、镁合金等异种合金的焊接，同时，宝鸡高新区企业对钛钢复合材料与钛钢复合材料的焊接工艺尤为关注，因此为了给宝鸡高新区企业提供技术思路，特开展本次钛与异种金属焊接工艺微导航专利分析。

1.2 项目目标

本项目拟在全球范围内全面采集钛与异种金属焊接工艺的相关专利信息进行综合且深入的分析，以达到如下目标：

- 1、全面采集钛与异种金属焊接工艺的专利文献信息，并对专利文献信息进行分析，以了解目前国内外技术发展现状和趋势；

- 2、获悉国内外重要创新主体及其相关技术状况和专利保护状况，为宝鸡高新区企业的合作研发工作提供参考；

3、深入分析钛与异种金属焊接工艺种类及重点工艺的生产工艺流程，为宝鸡高新区内公司的创新和技术研发提供思路。

第二章 项目研究方法和结果

2.1 项目研究思路

2.1.1 确定研究对象

为了全面、客观、准确地确定本项目的研究对象，项目组首先通过查阅科技文献、技术调研等多种途径充分了解钛与异种金属焊接工艺发展现状及发展方向，然后通过与客户多次沟通和交流，确定了本项目的研究对象为**钛与异种金属焊接工艺**，具体的研究范围如下：

包括与钛和异种金属焊接工艺相关的焊丝、焊料及焊接装置专利；包括钛与钛X复合材料以及钛X复合材料间的焊接工艺；包括医药、汽车零件、航空航天、电池组件等其他应用领域的钛与异种金属焊接工艺相关专利。

2.1.2 制定检索策略

专利技术科学、严谨、深入的分析必须基于所有相关的专利数据，为了确保专利数据的完整、准确，尽量避免或者减少系统误差和人为误差，本项目特采用如下检索策略：

- 1) 以innojoy为原始数据库，同时以各局官网为辅助数据库；
- 2) 采用分类号和关键词制定各技术主题检索式，采用申请人和发明人对各技术主题检索式进行查全率和查准率的验证；

2.1.3 数据检索

2.1.3.1 检索过程

第一步：技术主题分析；

通过对技术内容的细致分析，把基本技术要素准确分解并提炼出来；选择一组能恰当描述基本技术要素的关键词。

第二步：确定主题词，进行初步检索；

对技术主题进行分析，从技术主题所包括或涵盖的技术内容中选择出关键词，并以此为基点扩展引申出与这些关键词相关的、可能也包括与该技术主题相关技术内容的同义词及相关词。

第三步：根据所确定主题词确定分类位置；

利用上一步骤确定的主题词进行初步检索，找到若干相关专利文献，通过大为专利分析软件确定出专利分布集中的分类位置。

第四步：将分类号有机地进行组配、编制检索提问式；

通过阅读初步检索结果的著录项目和文摘，确定所涉及该技术主题的其他表述或同义词和近义词；将上一步骤找到的IPC分类号与该技术主题和该技术主题的其他表述或同义词、近义词进行最后组配，确定检索提问式。

第五步：根据检索结果浏览文摘进行筛选和验证；

在阅读分析首次获得的专利文献后进行第一次筛选，即从中排除一些与检索主题或目的无关或关系不大的专利文献。然后再阅读剩余的专利文献说明书以进一步确定那些有密切关系的文献。与此同时，还可以通过分析这些文献及其提示的内容来验证初步选择的分类号及检索方式是否正确。此外，还可以根据专利文献的背景技术或著录项目重新获得新的检索信息，也可以再次删除一些关系不大的专利文献。

对制作好的检索式进行查全率和查准率的验证；如果不符合检索主题的专利特别多，则要重新研究修改检索式进行重新检索。

第六步：根据需要(已检索到的专利说明书的检索报告或著录项目)可进行扩大检索。

利用二次筛选后获得的新信息再次进行扩大检索。比如，通过背景技术中给出的参考文献或申请人等名字信息或者通过著录项目中的分类号、优先权及名字、国别等信息进行扩大检索。扩大检索也可以从专利主题词所包含的相邻领域和不同的应用领域或者从其他非专利文献的期刊、杂志、教科书和各种专业书籍的角度去扩大检索。

2.1.3.2检索式

中文检索式：

(((TI,ABST+((钛 NOT (氧化钛 OR 二氧化钛 OR 氟化钛 OR 钛酸)) AND (

钎焊 OR 搭焊 OR 过渡焊 OR 扩散焊 OR 搅拌摩擦焊 OR 激光焊 OR 液相扩散焊 OR 冷压焊 OR 爆炸焊 OR 电子束焊 OR 电阻焊 OR 点焊 OR 高能束焊 OR 摩擦焊 OR 熔化焊 OR 固相焊 OR 激光电弧复合焊 OR 氩弧焊 OR 等离子弧焊)) OR (TI,ABST+=(钛管 OR 钛板 OR 钛材 OR 钛钢 OR '钛 - 钢' OR '钛/钢') OR SIC=C22C14%) AND TI,ABST+=焊) NOT (PIC=(C25% OR C22C21%) OR SIC=C22B34% OR TI=(二氧化钛) OR ABST=(余量的钛 OR 余量为钛)))) OR GKH=(CN103173657A% OR CN85109624A% OR CN103945972A% OR CN101652220A% OR CN101190474A% OR CN101342634A% OR CN101406899A% OR CN101554677A% OR CN101664852A%))

英文检索式:

(((((TI,ABST+=((titanium NOT ('titanium oxide' OR 'titanium dioxide' OR 'titanium fluoride' OR titanate)) AND ('brazing' OR 'joint welding' OR 'overlap welding' OR 'Transition welding' OR 'diffusion bonding' OR 'diffusion welding' OR 'friction stir welding' OR 'friction stir welding' OR 'friction-stir welding' OR 'laser welding' OR 'laser beam welding' OR TLP OR 'cold welding' OR 'cold pressure welding' OR 'cold pressure welding' OR 'explosive welding' OR 'explosion welding' OR ebw OR 'electron-beam welding' OR 'electron beam welding' OR 'resistance welding' OR 'spot welding' OR spotweld OR 'spot-weld' OR 'High Energy-Dense Beam Welding' OR 'High Energy-Dense Beam Welding' OR 'friction welding' OR 'fractal dimension' OR 'fraction welding' OR 'Fusion welding' OR GMAW OR 'Solid-phase welding' OR 'laser-tig arc hybrid welding' OR 'argon arc weld' OR 'tungsten inert gas welding' OR 'plasma arc welding' OR PAW)) OR (TI,ABST+=('titanium tube' OR 'titanium plate' OR titanium OR 'titanium steel' OR 'titanium - steel' OR 'titanium/steel') OR SIC=C22C14%) AND TI,ABST+=(WELD OR WELDING)) NOT (PIC=(C25% OR C22C21% OR H01M%) OR SIC=(C22B34% OR B24%) OR TI=('titanium dioxide')))))

2.1.4 数据清洗

在根据检索策略采集完数据以后，需要通过阅读专利的标题、摘要等方法，将重复的和与分析主题无关的数据清除出去，得到较为适宜的样本数据库，以此作为整个课题分析的基础。

由于专利信息不规范等问题，可能会导致某些字段无法解析，使得分析时的数据与上表的数据出现不一致的情况，这种情况较少，不会影响分析的效果。对于申请人有书写不规范等导致冗余的情况，将在下面的申请人合并的步骤进行处理。申请人之间有总公司、分公司等关系的，也将视情况在下面的申请人合并步骤中进行处理。

2.1.5 数据标引加工

为了对提高耐磨性的钛表面改性处理方法技术相关专利进行更加深入的分析研究，本项目对相关专利进行了深加工标引。通过与客户多次探讨交流，确定标引项设计如下。

表2.1 标引项设置表

一级分支	二级分支
异种金属种类	钢
	铝
	铜
	铬
	银
	镍
	铅
	钨
	铌
	镁
	铁
	锆
	钽
	锡
	钨
	钴
铼	

	金
	铝钛合金
	镍钛合金
	铝锂合金
	铝镁合金
	钨/硬质合金/钴基体
	复合材料
	多种
焊接方法	过渡焊
	爆炸焊
	钎焊
	扩散焊
	搅拌摩擦焊
	电阻焊
	超声旋转焊
	压焊
	熔焊
	堆焊
	喷焊
过渡金属	镍
	铬
	锡
	铌
	钨
	铜
	钒
	钽
	铁
	银
	铝
	硅
	铈
镀层元素	钼
	铍

	锆
	钢
	锌
	金
	银铜
	钛镍
	铝硅
	铜硅
	银镍
	铜铌
	锡铅
	银铜铂
	铌铜钒
	钽钒铁
	钒钛铁
	金镍铜
	锆钛镍
	铜银钨钛
	镍铝青铜
	银铜镍锂
	金镍铜钛
	银铝镍铜钛
	金银铜镍铝
	多种
应用方向	钛板
	钛管
	医疗装置部件
	涡轮和轴
	对准套圈
	电极
	发动机叶盘
	风扇或压缩机叶片
	钛零件
	制动盘

	刀具
	金属框架
	换热器构件
	适配器构件
	玩具
	减速器构件
	眼镜框架
	管状接头
	高尔夫球具
	阀门
装置	
焊丝	

2.2 相关事项说明

2.2.1 近期数据不完整说明

本次课题检索对于2017年以后的专利申请数据采集不完整，课题统计的专利申请量比实际的专利申请量要少，这是由于部分数据在检索截止日之前尚未在相关数据库中公开。例如，PCT专利申请可能自申请日起30个月甚至更长时间之后才进入国家阶段，从而导致与之相对应的国家公布时间更晚；发明专利申请通常自申请日（有优先权的，自优先权日）起18月（要求提前公布的申请除外）才能被公布；以及实用新型专利申请在授权后才能获得公布，其公布日的滞后程度取决于审查周期的长短等。

2.2.2 申请人合并

表2.2 申请人列表

合并后名称	原名称
新日铁住金	新日本製鐵株式会社
	NIPPON STEEL CORP
	NIPPON STAINLESS STEEL CO
	NIPPON STEEL WELDING PROD ENG
	SUMITOMO METAL IND
	SUMITOMO LIGHT METAL IND
	SUMITOMO LIGHT METAL INDUSTRIES, LTD.
西北有色金属研究院	西北有色金属研究院
	西部金属材料股份有限公司
伏尔加格勒国立工业大学	

	"
	"
	()
中船七二五研究所	洛阳双瑞精铸钛业有限公司 洛阳双瑞金属复合材料有限公司
神户制钢	株式会社神户制钢所 神钢特殊钢管株式会社 KOBE STEEL LTD KOBE STEEL, LTD KOBE SPECIAL TUBE CO., LTD. SHINKO TOKUSHU KOKAN KK
攀钢集团	攀钢集团研究院有限公司 攀钢集团攀枝花钢铁研究院有限公司
通用电气	GEN ELECTRIC GEN ELECTRIC CO LTD GENERAL ELECTRIC COMPANY
哈尔滨工业大学	哈尔滨工业大学 哈尔滨工业大学(威海)
三菱集团	三菱重工業株式会社 三菱重工業株式会社 MITSUBISHI CHEM CORP MITSUBISHI HEAVY IND LTD MITSUBISHI ENG PLASTICS CORP
斯奈克玛	SNECMA SNECMA MOTEURS
普兰西集团	PLANSEE AG PLANSEE SE PLANSEE METALLWERK 普兰西欧洲股份公司
韩国工业技术学院	KOREA INSTITUTE OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY Korean Institute of Industrial Technology
宝钛集团	南京宝色钛业有限公司
中国航空工业集团	中国航空工业标准件制造有限责任公司 中国航空工业第一集团公司北京航空材料研究院 中国航空工业集团公司北京航空材料研究院

2.2.3其他说明

有权专利：是指已经获得授权，并截至到检索日期为止，并未放弃、保护期届满、或因费终止，依然保持专利权有效的专利。

无权专利：包括两种①授权终止专利，即指已经获得授权，并截至到检索日期为止，因放弃、保护期届满、或因费终止等情况，而致使专利权终止的过

期专利，这些过期专利成为公知技术。②申请终止专利，即指已经公开，并在审查过程中，主动撤回、视为撤回或被驳回生效的专利申请，这些申请后续不再具有授权的可能，并成为公知技术。

在审专利：是指已经公开，进入或未进入实质审查，截至到检索日期为止，尚未获得授权，也未主动撤回、视为撤回或被驳回生效的专利申请，一般为发明专利申请，这些申请后续可能获得授权。

第三章 总体概况分析

据统计，截止到2019年1月22日，全球钛与异种金属焊接工艺相关专利共计862件，599项。

为了探究钛与异种金属焊接工艺的研究现状、发展趋势、竞争格局、技术布局，本章从专利申请趋势及地域布局、异种金属种类、焊接方法、过渡金属种类、钛材应用方向以及主要创新主体这六个维度对钛与异种金属焊接工艺相关专利展开深入分析。

3.1 专利申请趋势及地域布局

为了探究针对钛与异种金属焊接工艺技术研究的发展趋势及地域布局，本节绘制了国外、国内和宝鸡高新区的专利申请量随时间变化的趋势曲线图以及专利地域布局饼图。

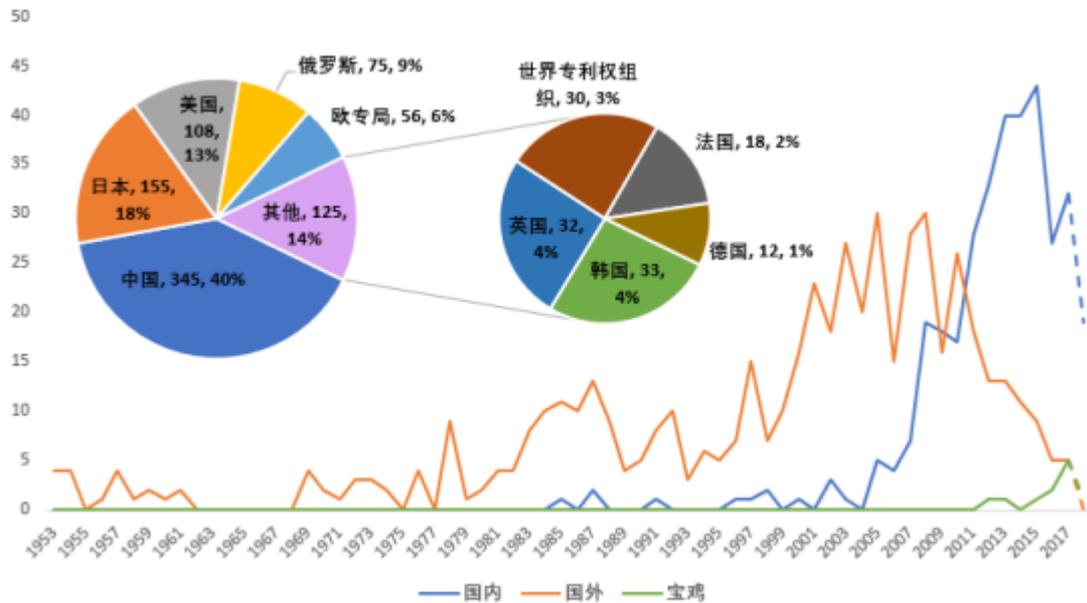


图3.1 专利申请趋势及市场布局

结论：国外相关研究起始于1953年，现已处于成熟衰退期；中国起始于1985年，现已进入快速发展阶段，宝鸡高新区相关研究于2012年刚刚起步，略有上升趋势。全球主要布局地域为中国、日本、美国。

通过上图中的趋势曲线分析可得，全球范围内，针对钛与异种金属焊接工艺相关专利的申请起源于1953年，是由美国通用汽车公司申请的名称为“Brazing of titanium members”的专利。从国外趋势来看，2005年前专利申请呈现上升趋势，之后开始上下波动，近五年已有明显下降趋势，可知本技术在国外的研究进展已相当成熟；在中国范围内，该领域专利的申请起步较晚，起始于1985年，且该件专利为国外来华专利，是由美国陶氏化学公司申请的名为“用于将钛板与铁类金属焊接的方法”的专利，随后的1987年又有一件来华专利在中国进行了布局，同年国内自贡市轻工业设计研究院申请了一件名为“钛钢复合板真空制盐蒸发室”的相关专利，至此开启了国内的发展历程，其中1985-2006年为技术缓慢发展时期，年申请量均低于5件，2007年开始进入快速发展时期，并且于2009-2011年间在年申请量上赶超了国际水平，预计未来在国家对钛材应用的大力推动下，将会继续保持良好的发展态势；宝鸡高新区于2012年开始在该领域申请专利，该专利由宝鸡市汇鑫金属复合材料有限公司申请，名为“钛铜复合管外包爆炸焊接装置”，目前来看，宝鸡高新区在该领域的研究仍处于萌芽期，且伴随着微小的上升趋势。

通过上图中的饼状图分析可得，全球地域布局较多的国家为中国、日本、

美国，其中中国申请量为345件，专利占比40%，日本申请量为155件，专利占比18%，美国申请专利108件，占比13%。

3.2 异种金属分析

为了探究全球在研的与钛焊接的异种金属种类及其发展趋势与市场布局，本节将从异种金属布局概况、重点异种金属申请趋势两个维度进行综合分析。

3.2.1 布局概况分析

与钛焊接的异种金属种类多样，现根据标引结果绘制全球目前在研异种金属布局概况图如下：

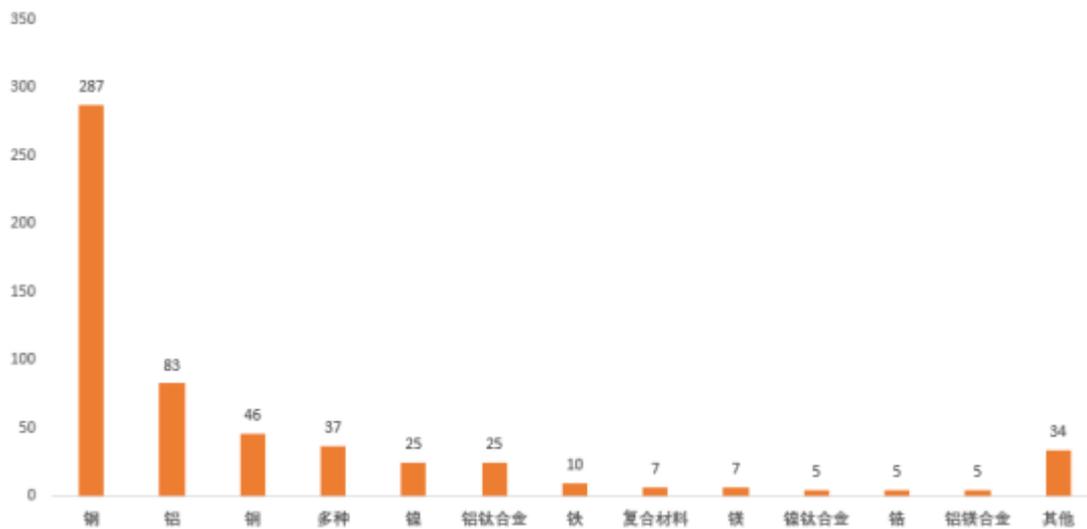


图3.2 异种金属布局概况图

结论：钛与钢、铝、铜的焊接技术为当前热点，其中钛与钢的焊接技术占据绝对主导地位。

由上图可以看出，目前国内外研究的与钛焊接的异种金属种类有钢、铝、铜、镍、铝钛合金、铁、复合材料、镁、镍钛合金、锆、铝镁合金、多种金属等，其中与钢、铝、铜焊接的相关研究最多，专利申请量分别为287项、83项和46项，专利占比分别为47.91%、13.86%和7.68%，可见钛与钢的焊接技术处于本领域的主流地位。

3.2.2 重点异种金属申请趋势分析

根据图3.2的异种金属排名结果选取与钢、铝、铜焊接为重点异种金属焊接

为了探究全球在研的钛与异种金属焊接方法及其发展趋势与技术更迭，本节将从焊接方法布局与重点方法发展趋势、焊接方法更迭情况两个维度进行综合分析。

3.3.1 概况分析

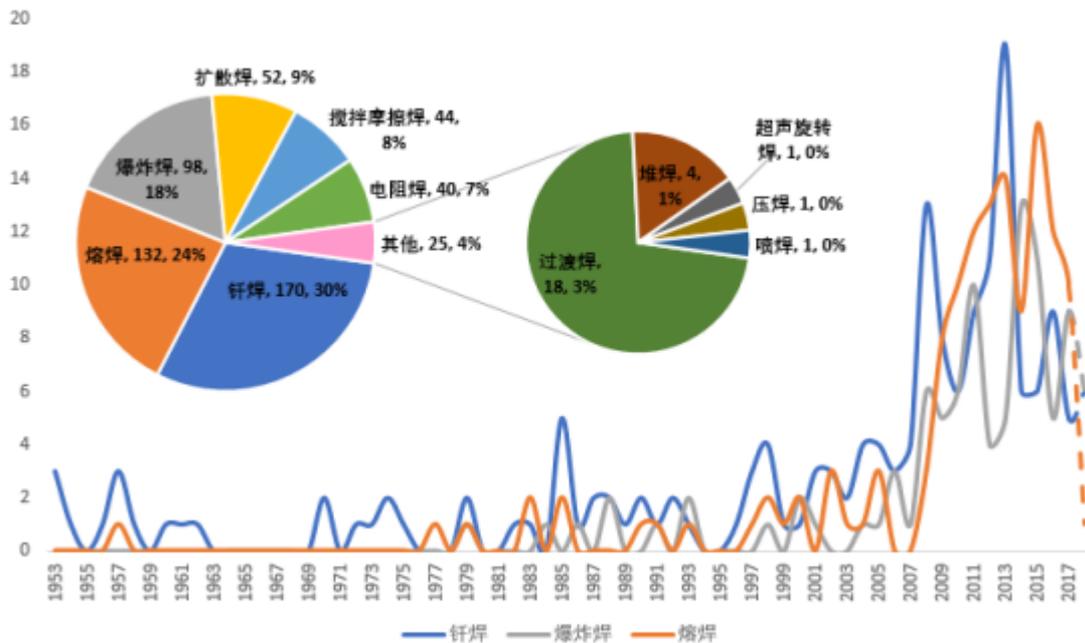


图3.4 焊接方法分布及发展趋势图

结论：钎焊、熔焊、爆炸焊三种主要焊接方法发展较为均衡；钎焊和熔焊起步较早，2000年后各种焊接方法开始快速发展；宝鸡高新区应结合企业、市场、技术特点，均衡发展各焊接方法。

通过上图饼图分析可得，目前国内外研究的钛与异种金属的焊接方法有钎焊（包括钎焊和铜焊）、熔焊（包括熔焊、气焊、电子束焊、激光焊、电弧焊、等离子弧焊、电渣焊、氩弧焊、埋弧焊、高频脉冲氩弧焊等）、爆炸焊、扩散焊、搅拌摩擦焊（包括摩擦焊、搅拌焊）、电阻焊（包括电阻焊、点焊、缝焊、凸焊、对焊等）、过渡焊、堆焊、超声旋转焊、压焊、喷焊等，其中使用钎焊、熔焊和爆炸焊的相关研究最多，专利申请量分别为170项、132项和98项，专利占比分别为28.38%、22.04%和16.36%，可见几种主要的焊接方法发展较为均衡。

通过上图曲线分析可得，全球范围内，钎焊与熔焊起步较早，分别起始于1953年和1957年，但在1970年前都只有断续的极少量申请，1970年后，钎焊

相较于熔焊发展更快；熔焊与爆炸焊则分别在1977年和1984年后专利申请才开始连续起来。2000年前，三种焊接方法的相关专利申请波动不前，没有明显的上升趋势，2000年后，三种焊接方法的相关专利申请量先后开始增长起来，其中钎焊相关专利的增速最快，并在2013年最先达到顶峰，爆炸焊与熔焊的相关专利申请趋势紧随其后，分别在2014和2015年达到了峰值。宝鸡高新区应鼓励企业多种焊接方法均衡发展，同时结合与焊接金属、过渡金属的匹配度，选择与自身企业特点相符，且顺应市场潮流的重点焊接方法进行发展；与此同时积极创新，开拓更多更实用的焊接方法，以适应技术的不断更迭和淘汰。

3.3.2焊接方法更迭分析

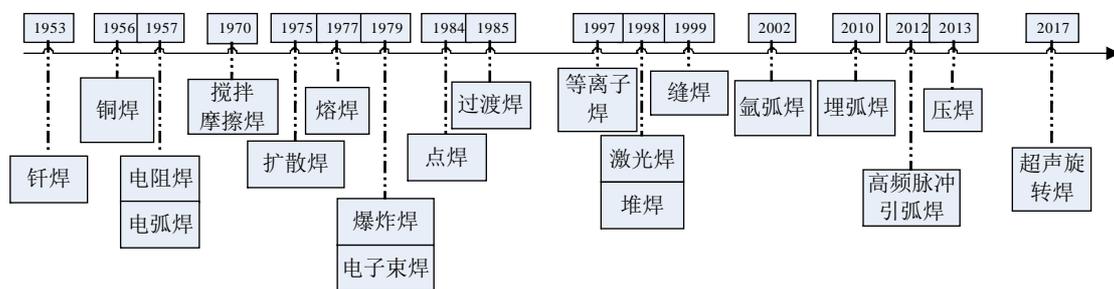


图3.5 焊接方法技术路线图

结论：国外创新主体在前中期技术更迭过程中的贡献较大，国内近十年相关技术快速发展，逐渐在技术更迭过程中占据主导地位。

通过上图可以看出钛与异种金属的焊接方法技术更迭路线，钎焊出现得最早（1953年），是由ICI LTD申请的“Improvements in or relating to the brazing of titanium or titanium base alloy articles to other metallic articles”专利；随后1956年出现了铜焊相关专利，是由GEN ELECTRIC申请的“Improvements in electron beam discharge apparatus”；电阻焊和电弧焊都出现于1957年，第一件专利是由MARSTON EXCELSIOR LTD申请的“Improvements in joining metals or alloys”；沉寂十余年后，搅拌摩擦焊于1970年出现，第一件专利是由TEXTRON INC申请的“MULTIMETAL BLIND RIVETS AND PULLING STEMS”；1975年出现了扩散焊，是由ALLOY METALS, INC.申请的“Aluminum base fluxless brazing alloy”；1977年出现了熔焊，其第一件专利是由TITANIUM FABRICATION CORPORATION申请的“Method of joining titanium clad steel plates”；紧接着1979年出现了爆炸焊和电子束焊，分别是由ASAHI CHEMICAL IND申请的

“MANUFACTURE OF HARD TITANIUM CLAD STEEL BY EXPLOSIVE CLADDING”和由TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO申请的“WELDING OF TITANIUM AND STAINLESS STEEL”；1984年点焊出现，是由KABUSHIKI KAISHA TOSHIBA申请的“Vacuum tube and a method for manufacturing the same”；1985年出现了过渡焊，是由陶氏化学公司在中国申请的“用于将钛板与铁类金属焊接的方法”；随后十余年间又无新的焊接方法出现，1997年NIPPON KOKAN KK申请了第一件等离子焊专利“WELDING METHOD FOR TITANIUM CLAD STEEL PLATE”；1998年出现了堆焊和激光焊，分别是由NIPPON STEEL CORP申请的“WELDING METHOD FOR TITANIUM CLAD PLATE AND CORROSION-PROOF STRUCTURE BODY”和“JOINTING METHOD OF TITANIUM CLADDED STEEL PLATE”；1999年NITTETSU CORROSION PREVENTION在日本申请了第一件缝焊专利“CORROSION-RESISTANT METHOD IN TIDAL ZONE OF OCEAL STEEL STRUCTURE”；2002年出现了氩弧焊第一件专利，是由NIPPON STEEL CORP在日本申请的“TITANIUM OR TITANIUM ALLOY MIG WELDING WIRE HAVING GOOD ARC STABILITY, AND MIG WELDING METHOD OF TITANIUM OR TITANIUM ALLOY BY USING THE WIRE”；第一件埋弧焊专利是2010年由西安天力金属复合材料有限公司申请的“一种大面积超厚高性能钛/钢复合管板的制备方法”；2012年杨丽云申请了第一件高频脉冲氩弧焊专利“Ti与Al合金的脉冲氩弧焊方法”；2013年出现了压焊，是由哈尔滨工业大学申请的“一种预镀层钛合金与铝合金电弧熔钎焊方法”；最后在2017年出现了超声旋转焊，是由成都先进金属材料产业技术研究院有限公司申请的“一种钛钢复合棒的制造方法”。

可以看出在2010年前，国外创新主体在技术更迭过程中的贡献较大，尤其是美国和日本的创新主体；2010年后国外相关技术趋于成熟，国内相关技术快速发展，逐渐在技术更迭过程中占据主导地位。

3.4过渡金属分析

为了探究全球在研的钛与异种金属焊接所用过渡金属种类及重点过渡金属发展趋势，本节绘制了重点过渡金属随时间变化的趋势曲线图以及过渡金属种类占比饼图。

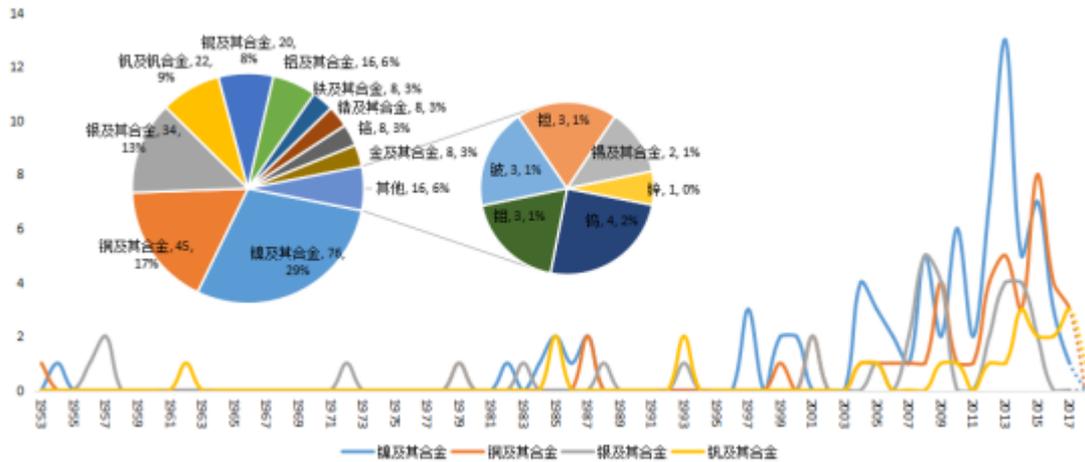


图3.6 过渡金属种类分布及发展趋势图

结论：镍、铜、银、钒及其合金作为过渡金属的使用为当前的主流形势；四种主流过渡金属起步均较早，2003年后发展态势较强，其中镍及其合金进入快速发展阶段；宝鸡高新区企业应在重点关注主流金属解决技术瓶颈的前提下，主动从非主流过渡金属中寻求灵感，开发新的过渡金属及合金配比，保证自身技术创新度。

通过上图饼图分析可得，目前国内外在钛及异种金属焊接工艺中采用的过渡金属有镍及其合金（包括镍、镍钴钛、镍钛、镍金铜等）、铜及其合金（包括铜、铜硅和铜铌）、银及其合金（包括银铜、银镍、银铝镍铜钛等）、钒及其合金（包括钒、钒钛铁、钒铌铜和钒钼铁）、铌及其合金、铝及其合金（包括铝和铝硅）、铁及其合金、钴及其合金、铬、金及其合金（包括金、金镍铜、金镍铜钛、金镍银铝铜等）、钨、钼、铍、钽、锡及其合金（包括锡和锡铅）和锌等，其中使用镍及其合金、铜及其合金、银及其合金和钒及其合金的相关研究最多，专利申请量分别为76项、45项、34项和22项，专利占比分别为29%、17%、13%和9%，镍及其合金的采用度遥遥领先。

选取以上四种重点过渡金属绘制发展趋势曲线，通过上图曲线分析可得，全球范围内，镍、铜和银及其合金均较早被采用，分别起始于1954年、1953年和1956年，钒及其合金则于1962年最早被使用。1953年至2003年间，各金属被采用的研究虽在进行，但均不连续且申请量较少，年申请量平均低于4件，2003

年之后，各过渡金属逐渐摆脱萌芽期进入缓慢发展时期，其中镍及铜及其合金的发展势头较猛，并分别于2014年和2016年达到了小高峰，而银及钒的相关研究则较不顺利，研究进程依然不够连续，不过在镍、铜及银及其合金的研究近几年呈现下降趋势的情况下，钒及其合金的申请曲线保持着较为稳定的发展形势。宝鸡高新区企业在进行钛与异种金属的研究时，应重点关注镍、铜、银及钒等合金作为过渡金属的使用，并根据自身需求调整合金配比，在保证达到研究目的的前提下，同时从目前申请量还较少的过渡金属中寻求是否有更合适的金属，开展立项研究，寻求适合自身产品的最佳过渡金属及合金配比，保证自身的技术竞争力。

3.5 钛材应用方向分析

为了探究全球在研的与异种金属焊接的钛的应用方向与应用方向更迭情况，本节将从钛材应用方向概况分析和应用方向更迭情况两个维度进行综合分析。

3.5.1 概况分析

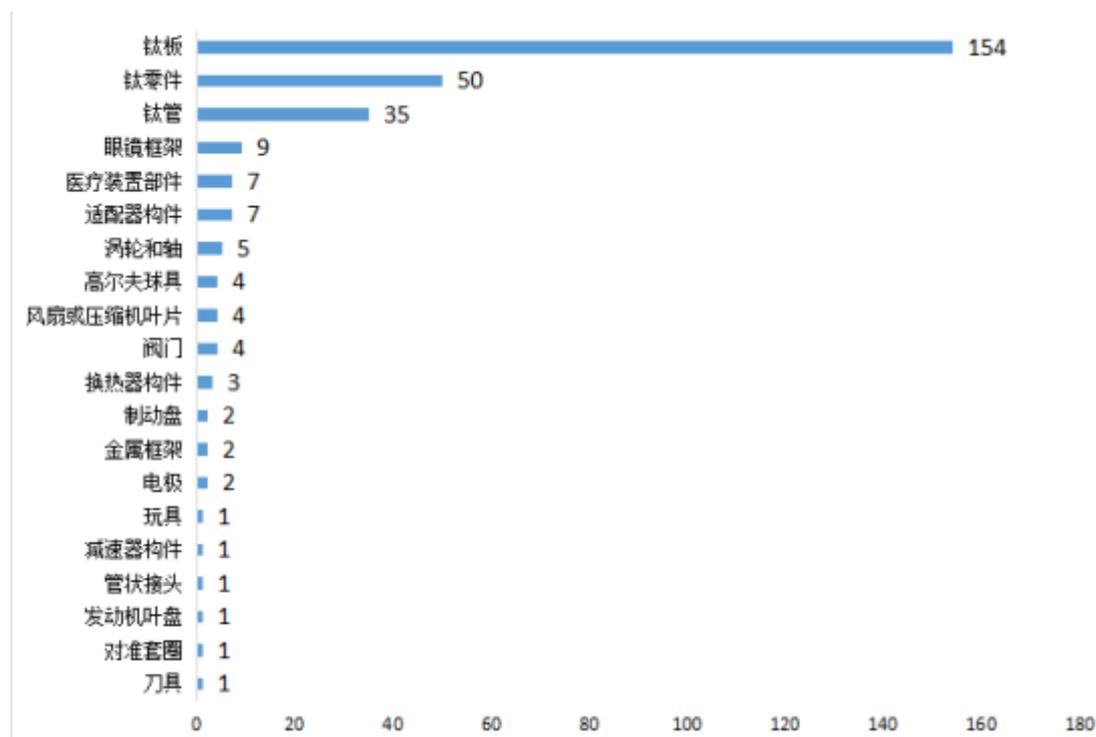


图3.7 钛材应用方向布局概况图

结论：目前与异种金属进行焊接的钛材应用方向依然主要聚集于钛板、钛零件和钛管这类钛材，从侧面说明当前该领域技术的产品化相对较低，尤其是在海洋工程领域，还未有相关专利。

由上图可以看出，目前国内外研究的与异种金属焊接的钛材应用方向有钛板、钛零件、钛管、眼镜框架、适配器构件、医疗装置部件、涡轮和轴、阀门、风扇或压缩机叶片、高尔夫球具、换热器构件、电极、金属框架、制动盘、刀具、对准套圈、发动机叶盘、管状接头、减速器构件和玩具等，其中钛板、钛零件及钛管这种钛材类的相关研究最多，专利申请量分别为154项、50项和35项，专利占比分别为52.38%、17.01%和11.90%，其余应用方向则主要聚集在医学装置、一般机械及日常用品领域，海洋工程领域并未出现。

3.5.2 应用方向更迭分析

为清楚了解与异种金属焊接的钛的应用方向的更迭发展状况，本节绘制了应用方向更迭图，以便进行深入分析。

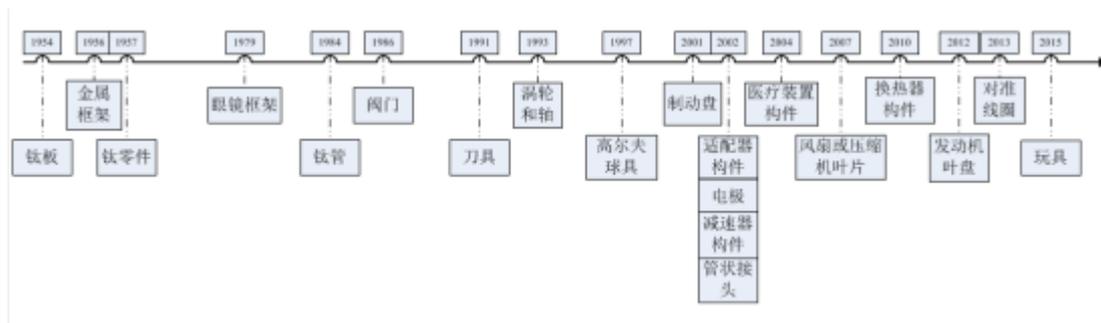


图3.8 应用方向更迭图

结论：1997年前应用方向更迭为缓慢，2001年起新的应用方向层出不穷，此领域创新关注度较高，发展形势良好。

通过上图可以看出与异种金属焊接的钛的应用方向的更迭路线，从整体更迭情况来看，1997年之前应用方向的更迭速度较为缓慢，且钛板、钛零件及钛管这些基本钛材均处于这个时期出现，而2001年开始，应用方向越来越多，新的应用方向出现的频率也迅速攀升。细化来看，钛板出现得最早（1954年），第一件是由美国卢肯斯钢铁公司申请的名为“钛包钢及其制造方法”的专利；随后1956年出现了第一件应用于机械领域的金属框架的相关专利，是由通用电气

申请的“电子束放电装置的改进”；随后1957年钛零件出现，第一件专利是由英国马尔斯顿艾克歇尔瑟公司申请的“连接金属或合金的改进”；沉寂二十余年后，第一件应用于日常用品领域的眼镜框架的专利于1979年出现，是由日本化学株式会社申请的“眼镜框架”；1984年钛管出现，是由新日铁住金公司申请的“生产热交换器用多管道”；随后机械领域与生活用品领域的应用方向交替出现，2004年钛及异种合金焊接的工艺进入到医疗领域，开始应用于医疗装置构件，其第一件专利是由JIANG GUANGQIANG申请的“可植入的微型钛合金与不锈钢连接器”；后续的发展依然在机械领域与日常用品领域交替出现，截止至今尚未出现新的应用领域。

3.6 主要创新主体分析

针对钛及异种金属焊接工艺领域的国内外主要创新主体的专利概况，分别从创新活跃度和技术布局两个维度进行具体分析。

3.6.1 创新活跃度分析

表3.1 主要创新主体创新活跃度概况表

序号	申请人	申请量 (项)	申请量 (件)	近3年 (件)	近5年 (件)	创新活跃度	研发历程
1	哈尔滨工业大学	38	38	8	11	72.73%	2002-2018
2	新日铁住金	25	32	0	0	-	1984-2010
3	伏尔加格勒国立 工业大学	21	25	1	8	12.50%	1991-2016
4	西安理工大学	21	21	4	11	36.36%	2009-2017
5	中船七二五研究 所	16	16	0	5	0.00%	2006-2014
6	攀钢集团	11	11	1	11	9.09%	2015-2017
7	中国航空工业集 团	11	11	0	2	0.00%	2005-2015
8	南京理工大学	9	9	5	6	83.33%	2013-2017
9	西安天力金属复 合材料有限公司	9	9	0	2	0.00%	2008-2015
10	三菱集团	8	13	0	0	-	1980-2013
*	宝鸡石油钢管有 限责任公司	4	4	3	4	75.00%	2015-2017
*	宝钛集团	3	3	0	0	-	2000-2013
*	宝鸡市汇鑫金属 复合材料有限公司	2	2	1	1	100.00%	2012\2018
*	宝鸡文理学院	2	2	2	2	100.00%	2017

*	宝鸡市金海源钛标准件制品有限公司	1	1	1	1	100.00%	2017
*	宝鸡市众邦稀有金属材料有限公司	1	1	0	0	-	2013
*	宝鸡新钛程金属复合材料有限公司	1	1	1	1	100.00%	2017

备注：①创新活跃度定义为近3年专利量/近5年专利量。

②本表以申请量（项）的数量进行排序，选取全球排名前十名的创新主体进行分析。

其中序号为*的为宝鸡高新区内涉及该领域的企业编号，与全球排名无关。

结论：国外可重点关注俄罗斯伏尔加格勒国立工业大学，国内可重点关注哈尔滨工业大学、西安理工大学、南京理工大学和攀钢集团。宝鸡高新区企业虽布局较少，但创新活跃度均较高，发展态势较好。

创新活跃度体现一个创新主体的技术创新能力，上表展示了钛与异种金属焊接工艺领域申请量排名前十的国内外重点创新主体以及宝鸡高新区涉及该领域的企业概况。由上表可以看出，全球排名中，国内优势创新主体占大部分且院校与科研院所占比偏多，国外优势创新主体中日本主要为企业主导，俄罗斯则为院校。其中哈尔滨工业大学的申请数量位列全球第一，日本的新日铁住金位列第二，俄罗斯的伏尔加格勒国立工业大学则位列第三。从创新活跃度来看，国内创新主体优势明显，其中哈尔滨工业大学、西安理工大学以及南京理工大学活跃度非常高，值得宝鸡高新区内的企业重点关注，寻求合作机会。从研发历程来看，国外企业尤其是日本三菱集团的起始研发时间最早，国内来看，哈尔滨工业大学最早在此领域开展研究，且研究历程一直持续至今，值得重点关注。

宝鸡高新区在此领域申请专利的共有七个创新主体，分别为宝鸡石油钢管有限责任公司、宝鸡市汇鑫金属复合材料有限公司、宝鸡文理学院、宝鸡市金海源钛标准件制品有限公司和宝鸡新钛程金属复合材料有限公司，其创新活跃度均非常高，从研发历程来看，园区内最先在此领域进行专利申请的为宝鸡市汇鑫金属复合材料有限公司，申请的专利名为“钛铜复合管外包爆炸焊接装置”，可见宝鸡高新区在此领域开展研究较早，具有一定技术优势，但是专利储备量相对薄弱，需要企业提高专利挖掘与布局意识，提升专利储备量，以更好

地保护自身产品与技术。

3.6.2 主要创新主体技术布局分析

选取全球创新活跃度较高的五个创新主体和宝鸡高新区创新活跃度较高的五个创新主体为主要创新主体，分别绘制其在异种金属、焊接方法及过渡金属中的布局示意图进行对比分析。

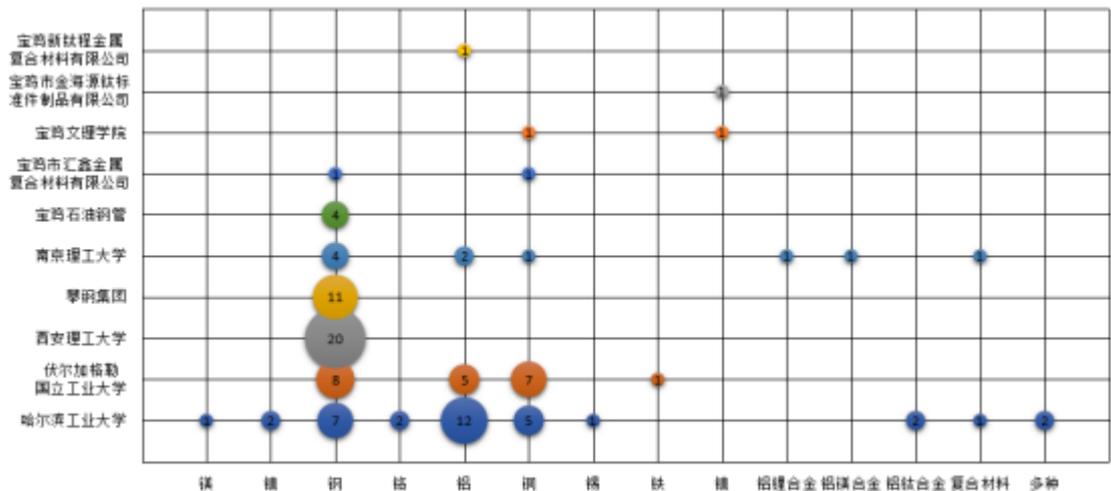


图3.9 主要创新主体异种金属布局示意图

结论：国内外热点异种金属为钢、铜和铝；哈尔滨工业大学与南京理工大学布局较广，对多种异种金属均展开了研究，西安理工大学与攀钢集团在钛与钢焊接工艺中布局量很大，研究较为深入；宝鸡高新区关注的异种金属与全球热点基本符合，目前在钛与钢焊接工艺的研究上有一定基础，但在该领域内整体专利储备量相对不高。

由上图可以看出，从异种金属种类来看，目前国内外均较为关注钛与钢、铜和铝的焊接工艺研究，从创新主体来看，国内的哈尔滨工业大学与南京理工大学对多种异种金属均开展了研究与专利布局，其中哈尔滨工业大学对钛与铝的焊接工艺最为关注，其次为钛与钢和钛与铜的焊接工艺，同时，哈尔滨工业大学还在钛与镁、镍、铬、锡、铝钛合金和复合材料的焊接工艺上进行了初步研究，而南京工业大学则最为重视钛与钢的焊接工艺研究，同时也在钛与铝、铜、铝镁合金、铝锂合金和复合材料的焊接工艺上开展了初步研究。俄罗斯的伏尔加格勒国立工业大学对钛与钢、铜和铝的焊接工艺均较为关注，其中最为关注钢与铜。

从宝鸡高新区来看，目前园区内企业关注的异种金属聚集于钢、铜、镍和铝，这与全球关注热点较为符合，其中宝鸡石油钢管有限公司致力于研究钛与钢的焊接工艺，宝鸡市汇鑫金属复合材料有限公司则同时关注钛与钢和钛与铜的焊接工艺，宝鸡文理学院较为关注钛与铜和钛与镍的焊接工艺，宝鸡市金海源钛标准件制品有限公司与宝鸡新钛程金属复合材料有限公司则分别关注钛与镍的焊接工艺和钛与铝的焊接工艺。值得注意的是，目前宝鸡高新区在作为全球热点的钛与铜和钛与铝的焊接工艺上的开展的研究相对较少，而且园区内的总体专利布局量均偏低，不利于保护自身利益，应尽快开展相关研究，并进行合理的专利挖掘与布局，以确保在市场中不会处于被动形势。

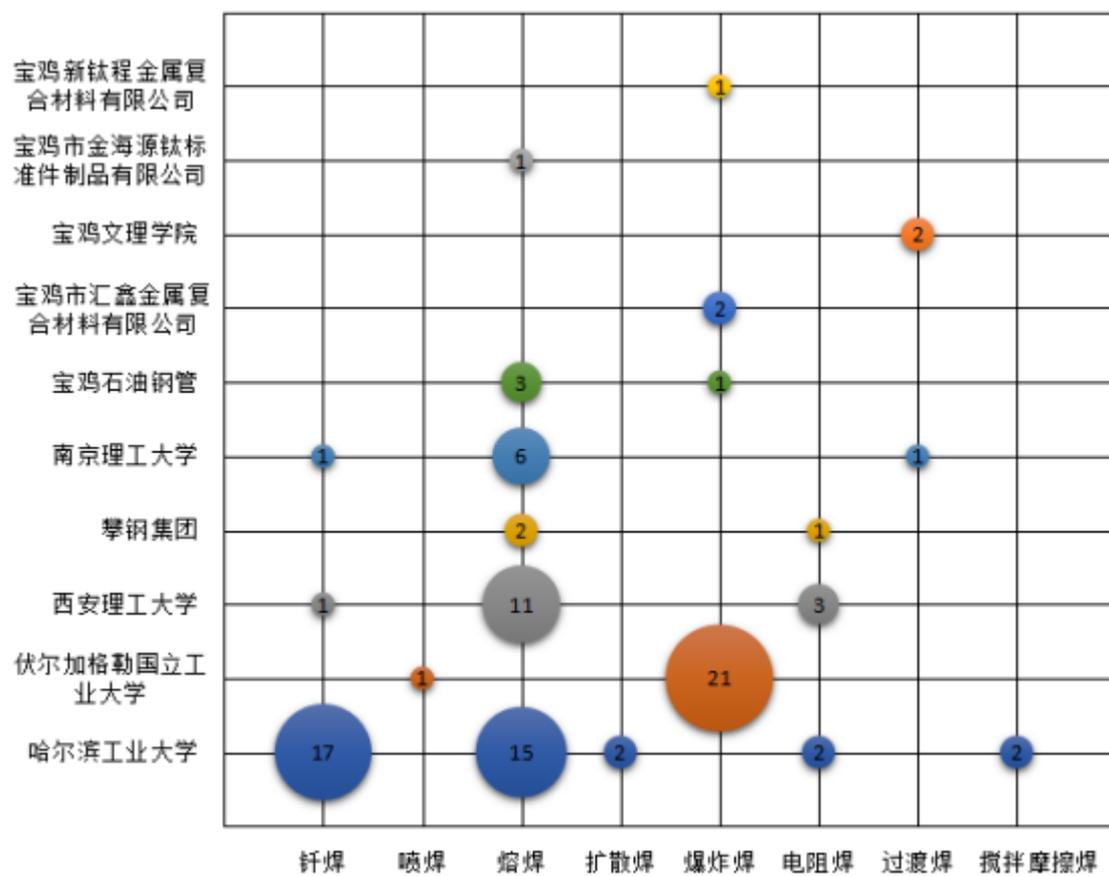


图3.10 主要创新主体焊接方法布局示意图

结论：伏尔加格勒国立工业大学致力于研究爆炸焊工艺，国内创新主体则更关注熔焊工艺；哈尔滨工业大学布局较广且布局量较大，应重点关注；宝鸡高新区在全球热点的熔焊与爆炸焊领域具有一定储备，为其优势，而在其关注的过渡焊及全球热点的钎焊领域研究较少，为其劣势，应注意弥补。

由上图可以看出，国内的哈尔滨理工大学与西安理工大学在过渡金属中进行了相当多的尝试，布局范围很广，其中哈尔滨工业大学较多采用的主要有铜、镍和钒，而西安理工大学采用较多的则为铌、镍、钒和铍。攀钢集团致力于研究镍与铜两种过渡金属，南京理工大学则还在进行初步尝试，而俄罗斯的伏尔加格勒国立大学则较少的于专利中提到过渡金属信息，其只在铜铌合金上进行了布局。从宝鸡高新区来看，园区内的宝鸡石油钢管有限公司在过渡金属上采用过钒与铜，而宝鸡文理学院则更倾向于铌与铜。从过渡金属来看，目前优势创新主体使用较多的金属为镍、铜、钒和铌。

3.7小结

本章对钛与异种金属焊接工艺的专利申请趋势及市场布局、异种金属种类、焊接方法、过渡金属种类、钛材应用方向以及主要创新主体进行了统计和分析，得到以下结果：

1.总体现状与趋势：

国外相关研究起始于1953年，现已处于成熟衰退期；中国起始于1985年，现已进入快速发展阶段，宝鸡高新区相关研究于2012年刚刚起步，略有上升趋势。全球主要布局市场为中国、日本、美国。

2.具体技术现状：

(1) 在异种金属方面，钛与钢、铝、铜的焊接技术为当前热点，其中钛与钢焊接工艺的研究发展迅速，已成为市场主流；钛与铝、铜等多种金属焊接工艺的研究虽处于缓慢发展阶段，但发展态势较好，未来将会逐渐进入快速发展阶段，宝鸡高新区企业应尽快开展相关研究，优先占领市场。

(2) 在焊接方法方面，整体来看，钎焊、熔焊、爆炸焊为当前采用的主要焊接方法，其发展较为均衡，其中钎焊和熔焊起步较早，2000年后各种焊接方法开始快速发展，宝鸡高新区应结合企业、市场、技术特点，均衡发展各焊接方法。从焊接方法的更迭来看，国外创新主体在前中期技术更迭过程中的贡献较大，国内近十年相关技术快速发展，逐渐在技术更迭过程中占据主导地位。

(3) 在过渡金属方面，镍、铜、银、钒及其合金作为过渡金属的使用为当前的主流形势；四种主流过渡金属起步均较早，2003年后发展态势较强，其中

镍及其合金进入快速发展阶段；宝鸡高新区企业应在重点关注主流金属解决技术瓶颈的前提下，主动从非主流过渡金属中寻求灵感，开发新的过渡金属及合金配比，保证自身技术创新度。

(4) 在钛材应用方向上，整体来看，目前与异种金属进行焊接的钛材应用方向依然主要聚集于钛板、钛零件和钛管这类基础钛材，从侧面说明当前该领域技术的产品化相对较低，尤其是在海洋工程领域，还未有相关专利。从应用方向的更迭来看，1997年前应用方向更迭较为缓慢，2001年起新的应用方向层出不穷，此领域创新关注度较高，发展形势良好。

3.主要创新主体现状：

(1) 国外可重点关注俄罗斯伏尔加格勒国立工业大学，国内可重点关注哈尔滨工业大学、西安理工大学、南京理工大学和攀钢集团。宝鸡高新区企业虽布局量较少，但创新活跃度均较高，发展态势较好。

(2) 从主要创新主体在异种金属种类的布局上来看，国内外热点异种金属为钢、铜和铝；哈尔滨工业大学与南京理工大学布局较广，对多种异种金属均展开了研究，西安理工大学与攀钢集团在钛与钢焊接工艺中布局量很大，研究较为深入；宝鸡高新区关注的异种金属与全球热点基本符合，目前在钛与钢焊接工艺的研究上有一定基础，但在该领域内整体专利储备量相对不高。

(3) 从主要创新主体在焊接方法的布局上来看，伏尔加格勒国立工业大学致力于研究爆炸焊工艺，国内创新主体则更关注熔焊工艺；哈尔滨工业大学布局较广且布局量较大，应重点关注；宝鸡高新区在全球热点的熔焊与爆炸焊领域具有一定储备，为其优势，而在其关注的过渡焊及全球热点的扩散焊领域研究较少，为其劣势，应注意弥补。

(4) 从主要创新主体在过渡金属的布局上来看，国内哈尔滨工业大学与西安理工大学的布局范围较广，布局量较大，应重点关注；宝鸡高新区目前采用的过渡金属均为热点金属，但是在同为热点金属的镍上并未开展研究，应提起注意。

第四章 重点技术路线分析

根据本文第三章中3.3部分的分析结果可知，目前的主流焊接工艺有钎焊、熔焊和爆炸焊；根据3.6.2中的主要创新主体焊接方法布局分析结果可知，宝鸡高新区企业目前在熔焊方面具有一定基础与优势，在爆炸焊与扩散焊方面虽已开展研究，但布局量均较少，为其劣势，同时作为最主流焊接工艺的钎焊目前并未在宝鸡高新区企业的布局中出现；而根据中期调研，宝鸡高新区企业格外重视钛钢复合材料的对接焊工艺。因此本章将选取钎焊、爆炸焊、过渡焊以及对接焊四种焊接工艺技术的关键专利开展工艺流程路线分析，重点专利选取规则如下：通过人工标引找出一批工艺流程路线完整的专利，然后依据多个维度进行二次筛选（首先重点专利必须为授权状态，无效专利不受法律保护，任何企业和个人都可以免费借鉴；其次参考专利被引证数，专利被引证次数越多就意味着该专利的价值度越高；同时参考转让专利，专利转让直接说明该专利有经济价值；专利同族数量、专利存活期、专利权项数均可作为衡量专利重要性的指标）。

4.1 钎焊

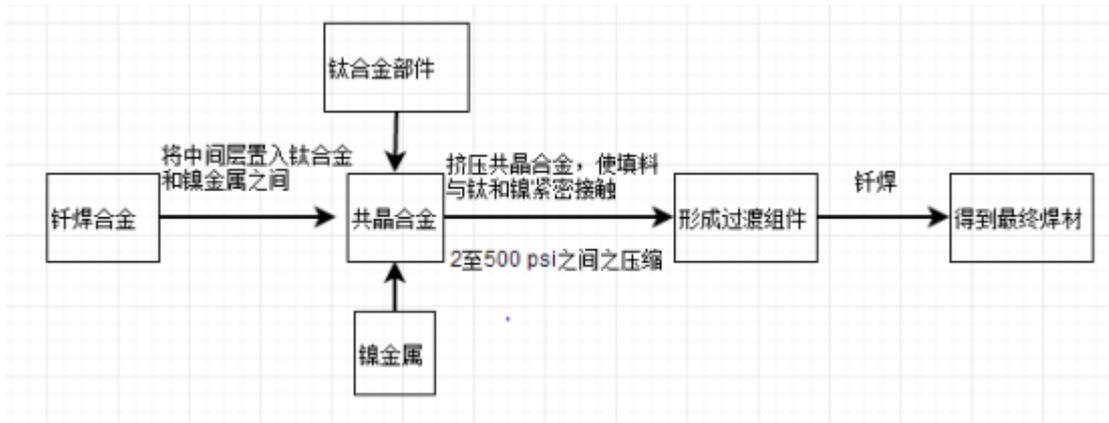
4.1.1 工艺流程路线

为清楚了解钛与异种金属钎焊工艺的流程路线，本节通过深入阅读，梳理专利中的工艺流程路线并进行总结归纳，为宝鸡高新区企业的创新研发和专利布局提供线索。

钎焊是指低于焊件熔点的钎料和焊件同时加热到钎料熔化温度后，利用液态钎料填充固态工件的缝隙使金属连接的焊接方法。钎焊时，首先要去除母材接触面上的氧化膜和油污，以利于毛细管在钎料熔化后发挥作用，增加钎料的润湿性和毛细流动性。根据钎料熔点的不同，钎焊又分为硬钎焊和软钎焊。钎焊对母材的物理化学性能影响小，焊接应力和变形较小，可焊接性能差别较大的异种金属，能同时完成多条焊缝，接头外表美观整齐，具有设备简单、生产投资小的特点。钎焊工艺具体流程路线如下所示：

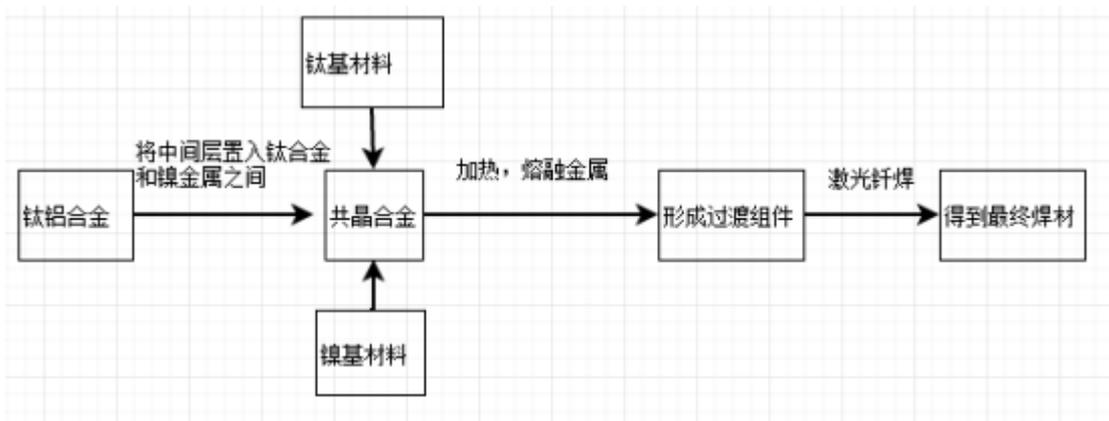
(1) 公开号：US9120173B2 申请人：劳斯莱斯集团

名称：Bonding of metal components（金属部件的粘接）



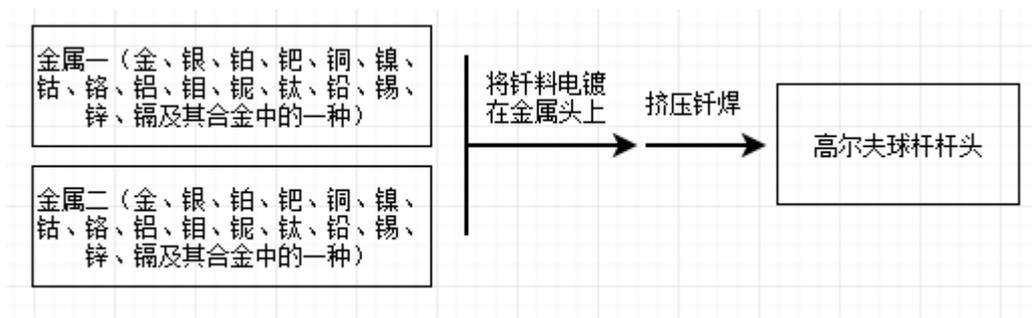
(2) 公开号：US8242406B2 申请人：劳斯莱斯集团

名称：Method for the manufacture of a blisk（制造叶盘的方法）



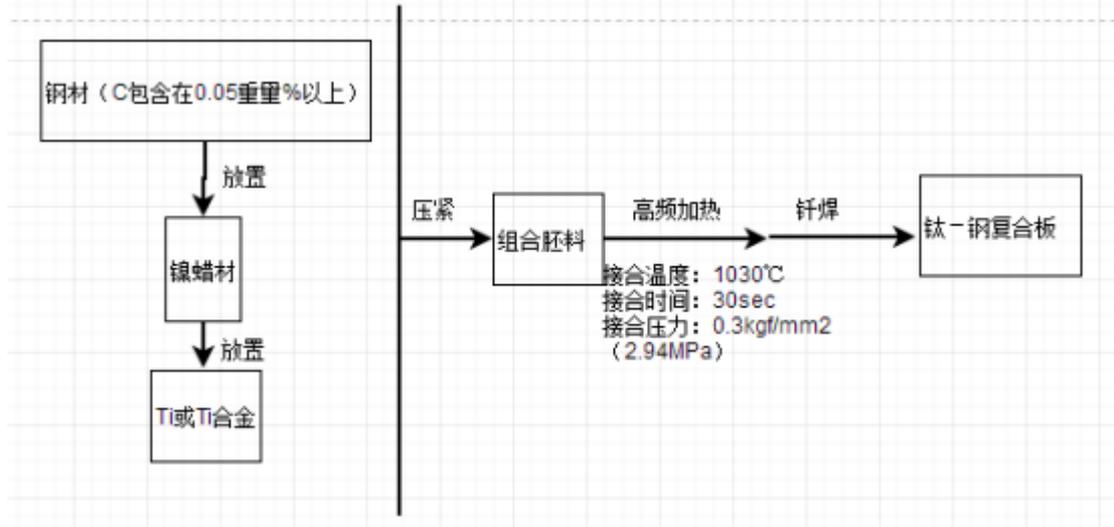
(3) 公开号：JP2007325767A 申请人：CHIN SEIKI

名称：METHOD OF JOINING GOLF CLUB HEAD（连接高尔夫球杆头的方法）



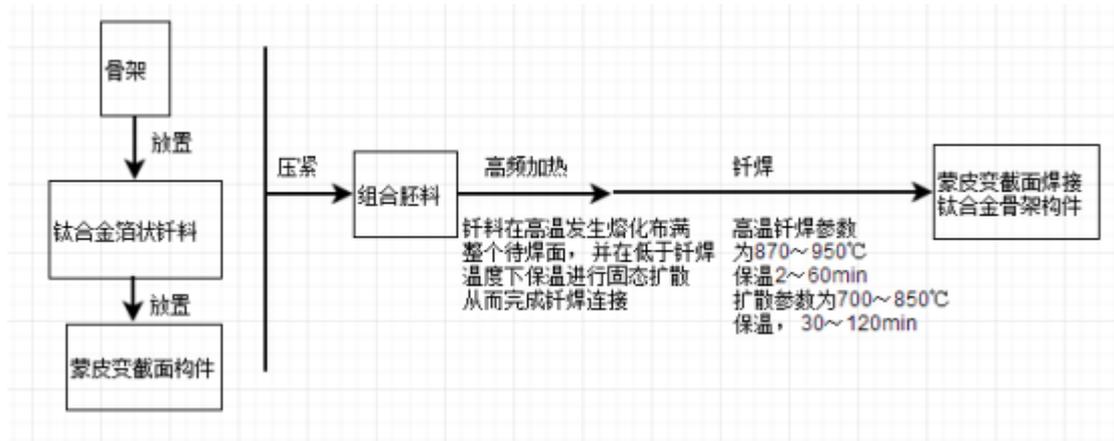
(4) 公开号：JP2001205443A 申请人：大同特殊钢株式会社

名称：METHOD FOR JOINING STEEL TO TITANIUM MATERIALL（将钢连接到钛材的方法）



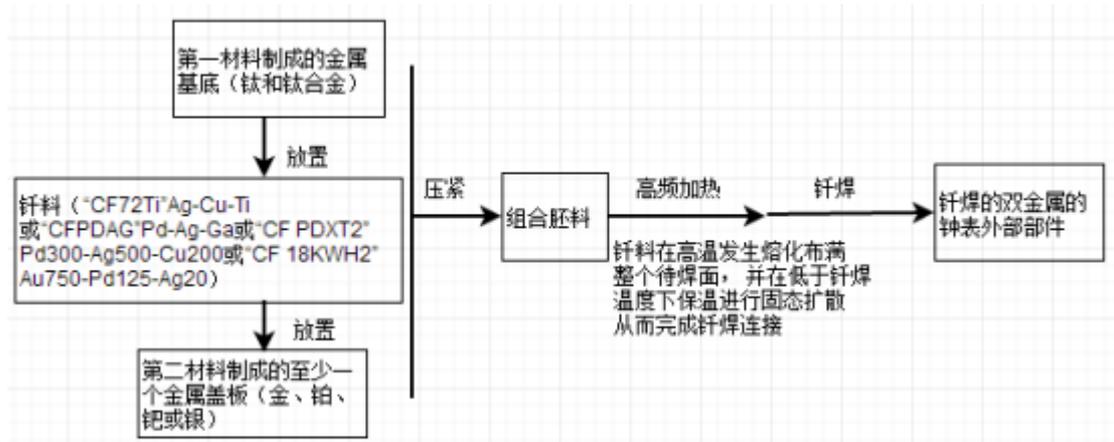
(5) 公开号：CN1990149A 申请人：航天材料及工艺研究所

名称：钛合金骨架与蒙皮变截面构件焊接方法



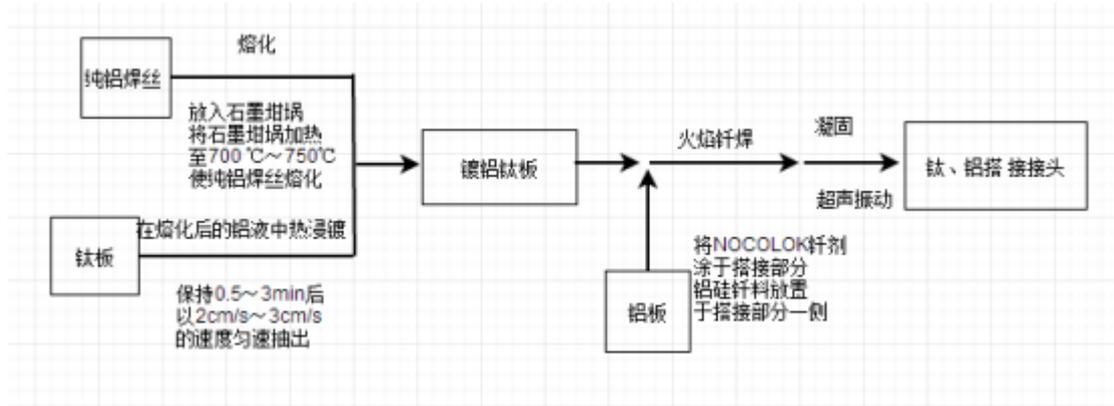
(6) 公开号：CN104321704A 申请人：斯沃奇集团研究和开发有限公司

名称：钎焊的双金属的钟表外部部件



(7) 公开号：CN103143804A 申请人：哈尔滨工业大学

名称：一种钛、铝异种金属超声辅助火焰钎焊方法



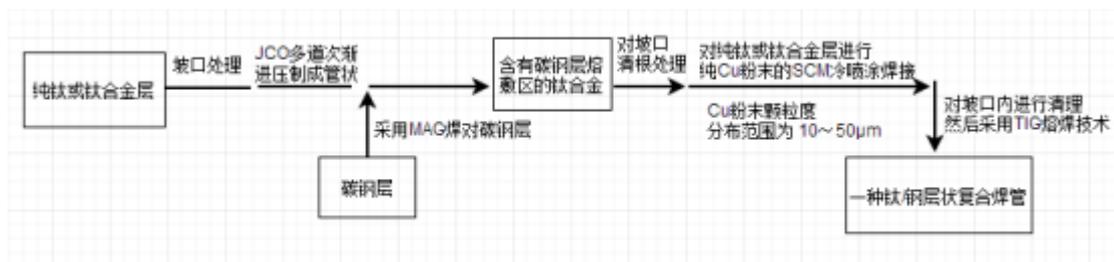
(8) 公开号: CN102950390A 申请人: 航天材料及工艺研究所; 中国运载火箭技术研究院

名称: 一种钛合金法兰和不锈钢管路异种金属焊接结构及方法



(9) 公开号: CN106001956A 申请人: 宝鸡石油钢管有限责任公司

名称: 一种钛/钢层状复合焊管的制造方法



4.1.2重要专利列表

根据2.2.3中的重点专利筛选方法, 选取钛与异种金属钎焊工艺的重要专利, 为企业提供参考。

表4.1重要专利列表

序	申请人	申请年	公开号	专利名称
---	-----	-----	-----	------

1	航天材料及工艺研究所	2005	CN1990149A	钛合金骨架与蒙皮变截面构件焊接方法
2	沈阳金研激光再制造技术开发有限公司	2014	CN105479007A	一种铸造Ti3Al系合金盘件缺陷激光焊补修复方法
3	航天材料及工艺研究所; 中国运载火箭技术研究院	2015	CN105033386A	钛或钛合金与2219铝合金的焊接方法
4	沈阳黎明航空发动机(集团)有限责任公司	2014	CN104353921A	一种封严座组件的钎焊方法
5	斯沃奇集团研究和开发有限公司	2013	CN104321704A	钎焊的双金属的钟表外部部件
6	哈尔滨工业大学	2013	CN103240478A	一种用于铝-钛异种金属连接的电弧加热搅拌熔钎焊方法
7	北京工业大学	2013	CN103231136A	一种钛镍形状记忆合金与异种轻金属的激光钎焊方法
8	哈尔滨工业大学	2013	CN103143804A	一种钛、铝异种金属超声辅助火焰钎焊方法
9	航天材料及工艺研究所; 中国运载火箭技术研究院	2012	CN102950390A	一种钛合金法兰和不锈钢管路异种金属焊接结构及方法
10	大连理工大学	2012	CN102794578A	一种用于钎焊钛合金与钢或钛铝合金与钢的钎料
11	中国航空工业集团	2008	CN101298108A	用于钛合金与钢真空钎焊的工艺方法
12	哈尔滨工业大学	2008	CN101284323A	钛合金与铝合金或铝基复合材料超声预涂覆钎焊方法
13	ROLLS-ROYCE PLC	2012	US9120173B2	Bonding of metal components
14	ROLLS-ROYCE DEUTSCHLAND LTD & CO KG	2009	US8242406B2	Method for the manufacture of a blisk
15	THE UNITED STATES OF AMERICA AS REPRESENTED BY THE SECRETARY OF THE AIR FORCE	1987	US5318214A	Activated brazing system for joining titanium aluminide
16	ROLLS-ROYCE CORP	2016	US20170197270A 1	BRAZING TITANIUM ALUMINUM ALLOY COMPONENTS
17	OZBAYSAL KAZIM; BUDINGER DAVID EDWIN	2010	US20100176119A 1	METHODS FOR IMPROVING BRAZE JOINTS UTILIZING GOLD/COPPER/NICKEL BRAZING ALLOYS
18	OZBAYSAL KAZIM	2008	US20090011276A 1	SILVER/ALUMINUM/COPPER/TITANIUM NICKEL/BRAZING ALLOYS FOR BRAZING WC-CO TO TITANIUM

				AND ALLOYS THEREOF, BRAZING METHODS, AND BRAZED ARTICLES
19	OZBAYSAL KAZIM;RILEY SHAWN	2008	US20090001137A 1	GOLD/NICKEL/COPPER/TI TANIUM BRAZING ALLOYS FOR BRAZING WC-Co TO TITANIUM AND ALLOYS THEREOF, BRAZING METHODS, AND BRAZED ARTICLES
20	OGREN JOHN	2006	US20080003453A 1	Brazing process and composition made by the process
21	JIANG GUANGQIANG;ANTAL FY ATTILA	2004	US20050224558A 1	Brazing titanium to stainless steel using laminated Ti-Ni filler material
22	국방과학연구소	2014	KR101477077B1	BRAZING METHOD BETWEEN MOLIBDENUM AND TITANIUM ALLOY
23	국방과학연구소	2013	KR101367865B1	BRAZING METHOD BETWEEN TITANIUM ALLOY AND STAINLESS STEEL
24	한국수력원자력 주식회사; 한국원자력연구원	2008	KR100954097B1	Method of joining of pure Ti/Ti-base alloy and Fe-base steel alloy using Ag-based inserted material and Ag diffusion control layer
25	김동호	2008	KR100859630B1	GOLF CLUB HEAD MADE OF DIFFERENT MATERIAL AND MANUFACTURING METHOD THEREOF
26	IHI CORP	2008	JP2010005643A	METHOD FOR JOINING TITANIUM MEMBER AND STEEL MEMBER
27	CHIN SEIKI	2006	JP2007325767A	METHOD OF JOINING GOLF CLUB HEAD
28	SUGIMOTO HIDEHIKO;FUJII OPTICAL CO LTD;FUKUI PREFECTURE	2001	JP2003164966A	METHOD FOR RESISTANCE BRAZING AND POWER SOURCE UNIT FOR RESISTANCE BRAZING
29	DAIDO STEEL CO LTD	2000	JP2001205443A	METHOD FOR JOINING STEEL TO TITANIUM MATERIAL
30	NIPPON YUTEKU KK	1998	JP2000015448A	JOINING METHOD OF TITANIUM AND ALUMINUM

4.2爆炸焊

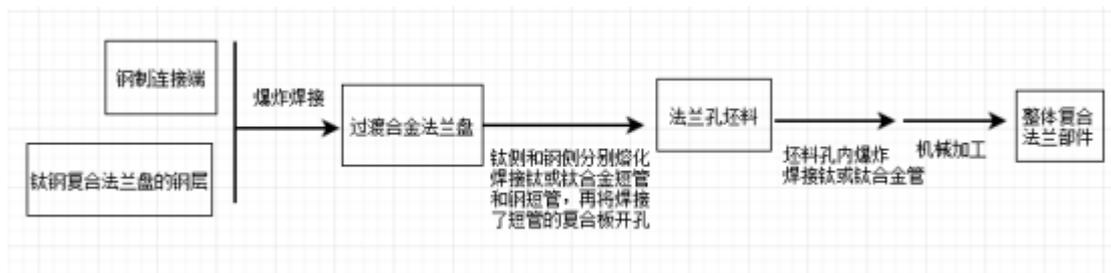
4.2.1工艺流程路线

为清楚了解钛与异种金属爆炸焊的工艺流程，本节深入阅读并梳理专利中的工艺流程路线，总结归纳，为宝鸡高新区企业的创新研发和专利布局提供线索。

爆炸焊是指利用炸药爆轰时产生的冲击波高压驱动金属运动，在两金属表面发生碰撞，形成射流，将表面膜清除，并在冲击波高压作用下形成冶金连接的一种焊接方法。爆炸焊特点是：整个过程发生在极短的时间里，被连接的金属整体不承受高温，在结合区不发生扩散，属于固态连接，不加填充金属，对材料有广泛的适应性，适用于难以焊接的异种金属组合件。其焊接接头常形成波状界面，结合强度高，界面电阻小，且焊接设备简单，生产费用低，适合工业化生产，焊后材料强度、硬度提高，西安已广泛应用于各种金属和合金组合的复合板、双金属管、热交换器的管与管板连接、各种过渡接头、大直径管线爆炸焊等。常用的金属组合有不锈钢/钢，钛/钢，铜及其合金/钢，镍及其合金/钢，铝及其合金钢，铝/铜，锆/钢，银/钢，银/铜等。具体体现研工艺流程如下所示：

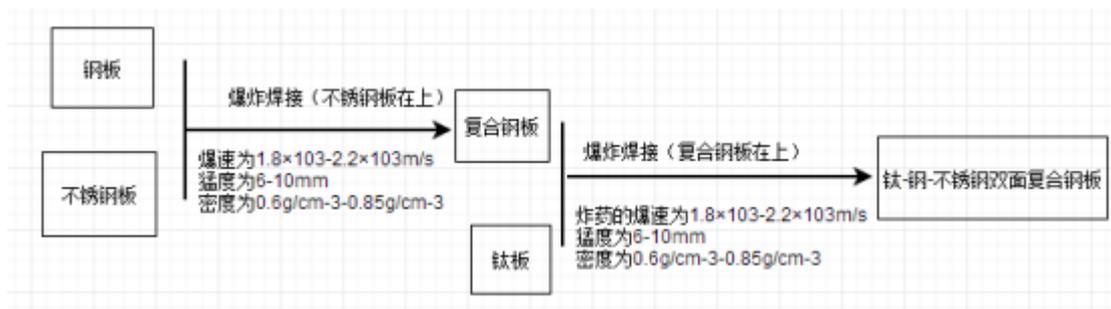
(1) 公开号：CN204893199U 申请人：大连船舶重工集团爆炸加工研究所有限公司

名称：一种整体复合法兰

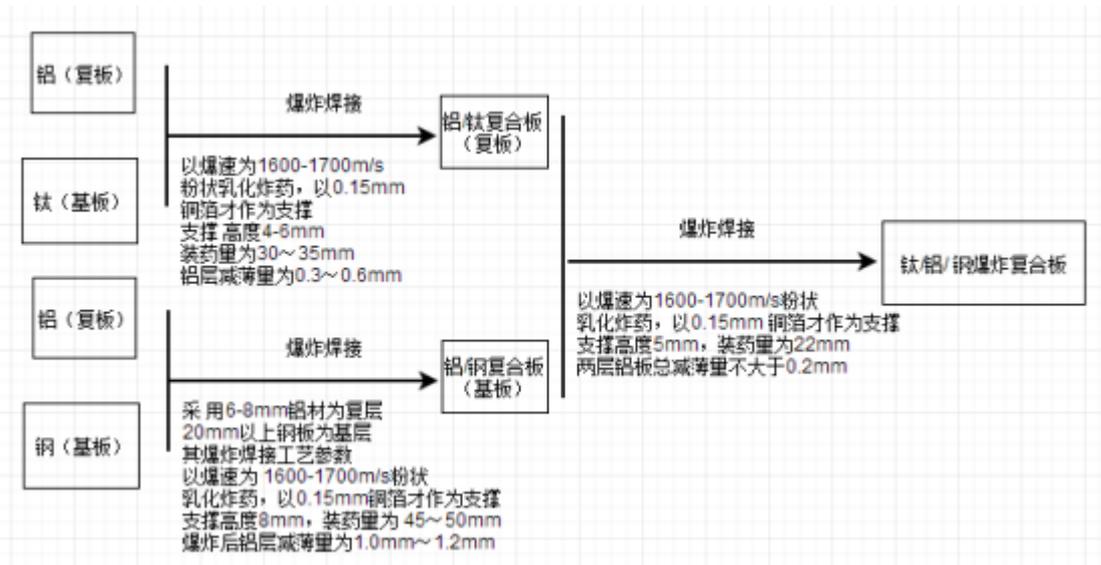


(2) 公开号：CN201626154U 申请人：四川惊雷科技股份有限公司

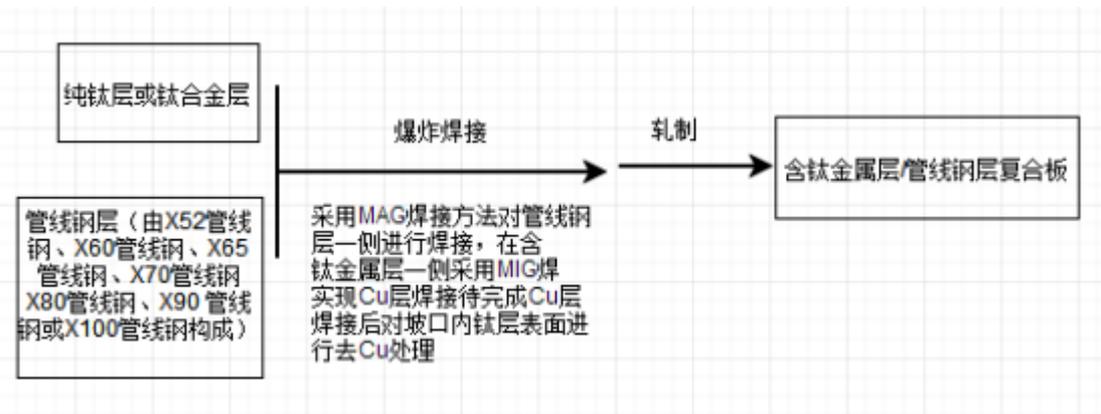
名称：钛-钢-不锈钢双面复合钢板



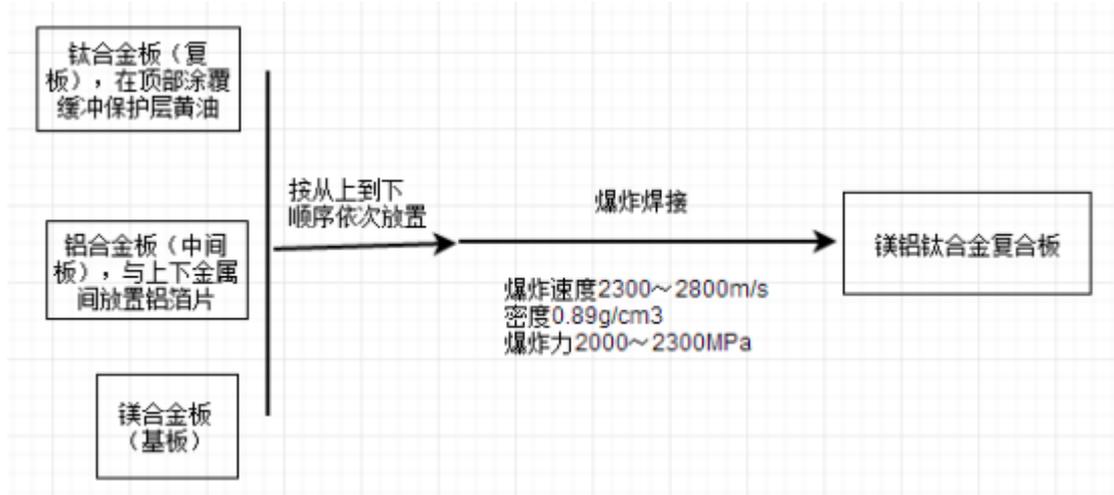
(3) 公开号: CN105215536A 申请人: 安徽弘雷金属复合材料科技有限公司
 名称: 一种钛/铝/钢多层复合板的爆炸焊接方法



(4) 公开号: CN105014207A 申请人: 宝鸡石油钢管有限责任公司
 名称: 一种基于钒/铜固溶过渡连接的含钛金属层/管线钢层复合板焊接工艺

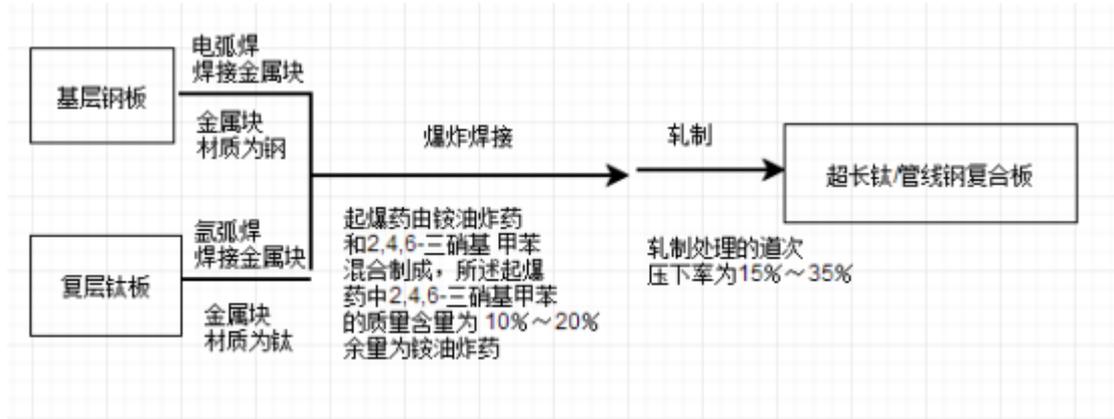


(5) 公开号: CN104526151A 申请人: 太原理工大学
 名称: 一种镁铝钛合金复合板的爆炸焊接成型方法



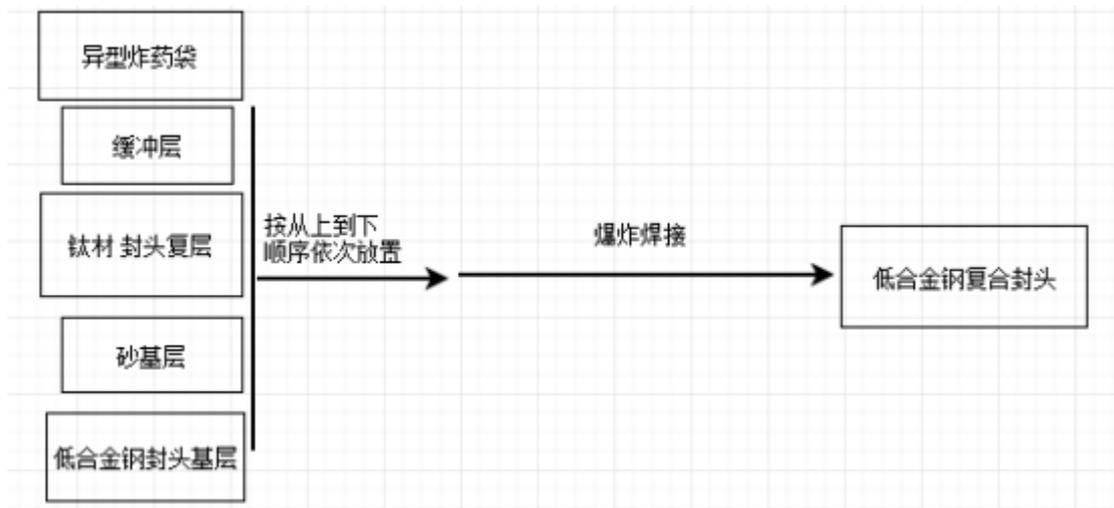
(6) 公开号：CN104308463A 申请人：西安天力金属复合材料有限公司

名称：一种油气管道用超长钛/管线钢复合板的制备方法



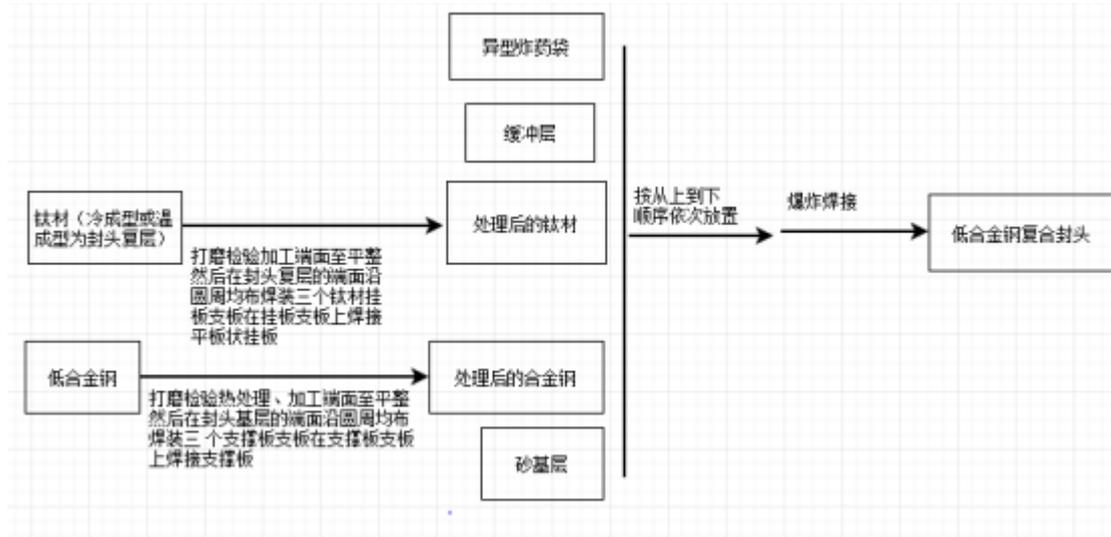
(7) 公开号：CN103909339A 申请人：陕西科技大学

名称：钛材和普通低合金钢复合封头的爆炸焊成型装置



(8) 公开号：CN103894722A 申请人：陕西科技大学

名称：钛材和普通低合金钢复合封头的爆炸焊成型方法



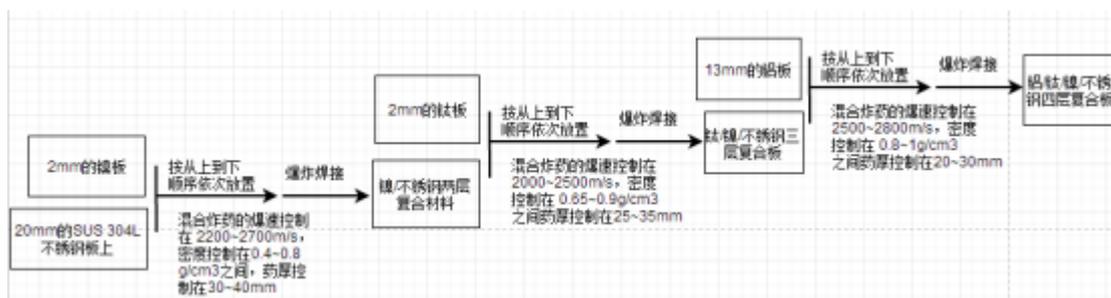
(9) 公开号：CN103769741A 申请人：中船七二五研究所

名称：一种用于钛钢复合材料缺陷的爆炸补焊方法



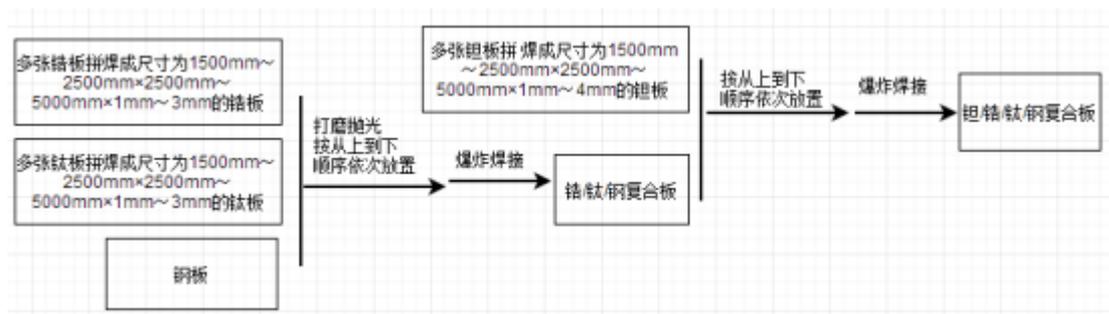
(10) 公开号：CN103464887A 申请人：大连船舶重工集团爆炸加工研究所有限公司

名称：LNG船用铝/钛/镍/不锈钢四层复合板的制造方法



(11) 公开号：CN102794607A 申请人：西安天力金属复合材料有限公司

名称：一种大规格钽/锆/钛/钢复合板的制造方法



4.2.2重要专利列表

根据2.2.3中的重点专利筛选方法，选取钛与异种金属爆炸焊领域的重要专利，为企业提供专利参考。

表4.2重要专利列表

序	申请人	申请年	公开号	专利名称
1	大连船舶重工集团爆炸加工研究所有限公司	2015	CN204893199U	一种整体复合法兰
2	四川惊雷科技股份有限公司	2009	CN201626154U	钛-钢-不锈钢双面复合钢板
3	安徽弘雷金属复合材料科技有限公司	2015	CN105215536A	一种钛/铝/钢多层复合板的爆炸焊接方法
4	宝鸡石油钢管有限责任公司	2015	CN105014207A	一种基于钒/铜固溶过渡连接的含钛金属层/管线钢层复合板焊接工艺
5	太原理工大学	2014	CN104526151A	一种镁铝钛合金复合板的爆炸焊接成型方法
6	西安天力金属复合材料有限公司	2014	CN104308463A	一种油气管道用超长钛/管线钢复合板的制备方法
7	陕西科技大学	2014	CN103909339A	钛材和普通低合金钢复合封头的爆炸焊成型装置
8	陕西科技大学	2014	CN103894722A	钛材和普通低合金钢复合封头的爆炸焊成型方法
9	中船七二五所	2014	CN103769741A	一种用于钛钢复合材料缺陷的爆炸补焊方法
10	大连船舶重工集团爆炸加工研究所有限公司	2012	CN103464887A	LNG船用铝/钛/镍/不锈钢四层复合板的制造方法
11	西安天力金属复合材料有限公司	2012	CN102794607A	一种大规格钽/锆/钛/钢复合板的制造方法
12	CARBOTEK, INC.	1988	US4876780A	Double wall vacuum tubing and method of manufacture
13	"	2010	RU95286U1	Device for joining pipes made of different materials

14	伏尔加格勒国立工业大学	2016	RU2632503C1	METHOD OF PRODUCING COMPOSITE PRODUCTS WITH INNER CAVITY BY MEANS OF EXPLOSION WELDING
15	伏尔加格勒国立工业大学	2014	RU2574179C1	PRODUCTION OF COMPOSITE ARTICLES WITH INTERNAL CAVITIES BY BLAST WELDING
16	伏尔加格勒国立工业大学	2014	RU2574178C1	PRODUCTION OF COMPOSITE ARTICLES WITH INTERNAL CAVITIES BY BLAST WELDING
17	伏尔加格勒国立工业大学	2014	RU2574177C1	PRODUCTION OF COMPOSITE ARTICLES WITH INTERNAL CAVITIES BY BLAST WELDING
18	伏尔加格勒国立工业大学	2014	RU2560897C1	METHOD OF MAKING COMPOSITE COPPER-TITANIUM MATERIAL
19	伏尔加格勒国立工业大学	2014	RU2560896C1	EXPLOSION WELDING PROCEDURE FOR PRODUCTION OF COMPOSITE ITEMS WITH INTERNAL CAVITIES
20	伏尔加格勒国立工业大学	2011	RU2463141C1	METHOD OF PRODUCING TITANIUM-STEEL COMPOSITE MATERIAL
21	伏尔加格勒国立工业大学	2011	RU2463140C1	METHOD OF PRODUCING TITANIUM-ALUMINIUM COMPOSITE MATERIAL
22	伏尔加格勒国立工业大学	2011	RU2463139C1	METHOD OF PRODUCING TITANIUM-STEEL COMPOSITE MATERIAL
23	伏尔加格勒国立工业大学	2008	RU2370350C1	METHOD OF PRODUCING COMPOSITE TITANIUM-ALUMINIUM MATERIAL
24		2000	RU2174458C2	METHOD OF MAKING LARGE-SIZE BIMETALLIC STEEL-TITANIUM SHEETS BY EXPLOSION WELDING
25	伏尔加格勒国立工业大学	2011	RU107995U1	Corrosion-resistant heat shield
26	伏尔加格勒国立工业大学	2011	RU107994U1	COMPOSITE heat shield

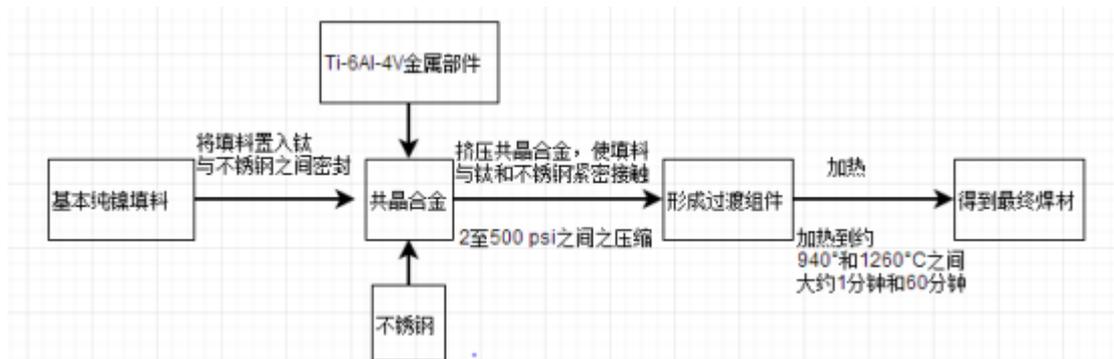
27	伏尔加格勒国立工业大学	2011	RU107993U1	Heat shield
----	-------------	------	------------	-------------

4.3 过渡焊

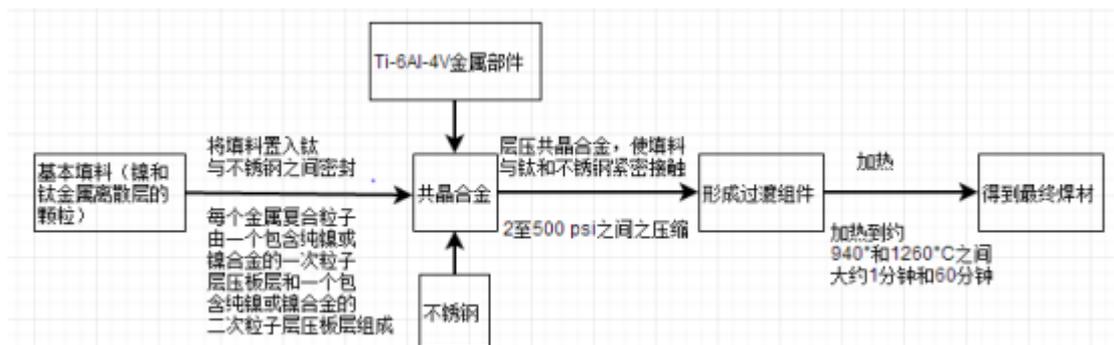
4.3.1 工艺流程路线

为清楚了解钛与异种金属过渡焊工艺的流程路线，本节深入阅读并梳理专利中的工艺路线，总结归纳，为宝鸡高新区企业研发创新和专利布局提供线索。具体工艺流程如下所示：

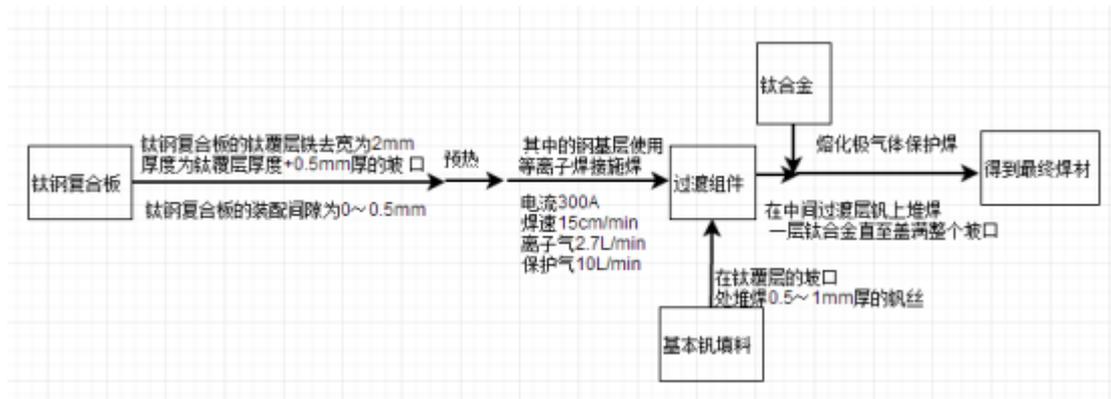
(1) 公开号：US7178710B2 申请人：ALFRED E. MANN科学研究基金会
 名称：Brazing titanium to stainless steel using nickel filler material（使用镍填充材料将钛焊接到不锈钢上）



(2) 公开号：US7157150B2 申请人：ALFRED E. MANN科学研究基金会
 名称：Brazing titanium to stainless steel using layered particulate（使用分层颗粒将钛焊到不锈钢上）

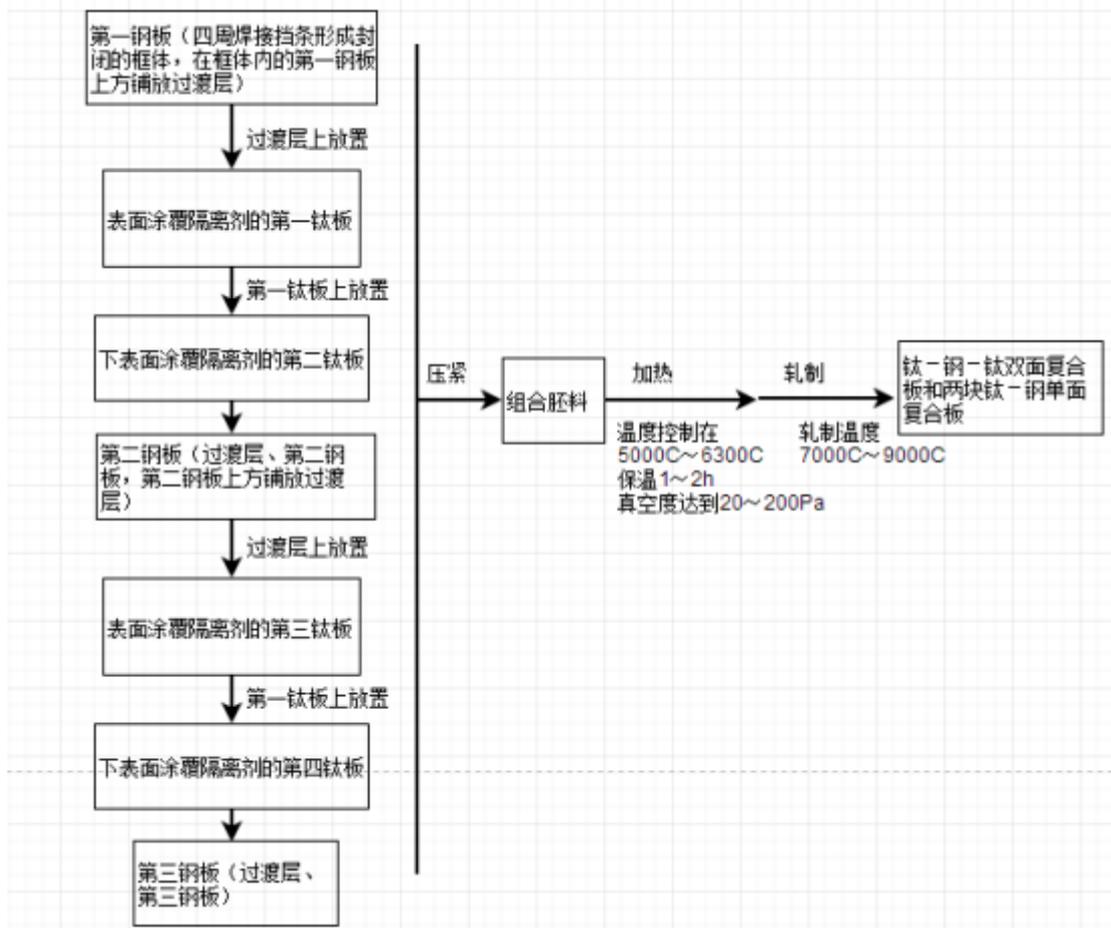


(3) 公开号：CN103785962A 申请人：南京理工大学；泰州南京理工大学研究院
 名称：一种钛-钢复合板全透焊接方法



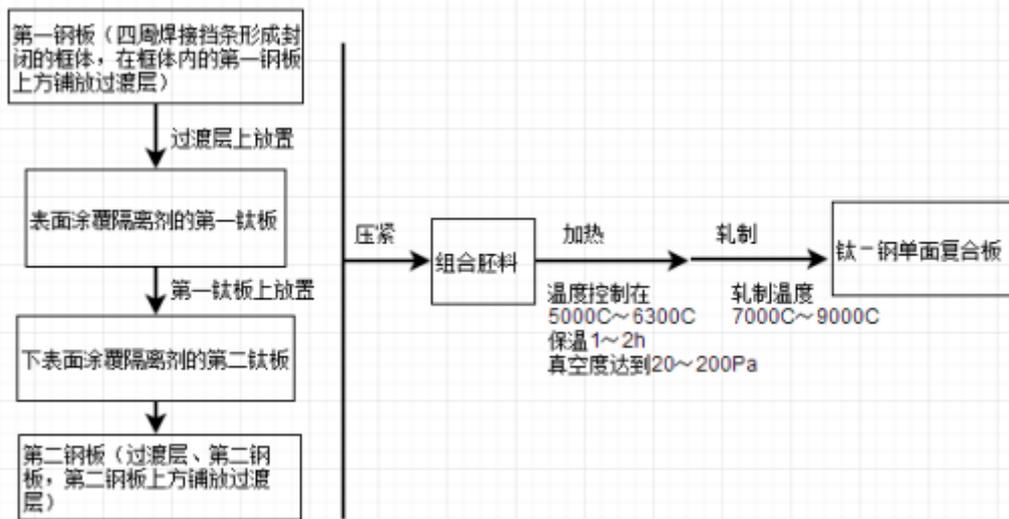
(4) 公开号：CN102773670A 申请人：李向民

名称：一种钛-钢-钛双面复合板的制备方法



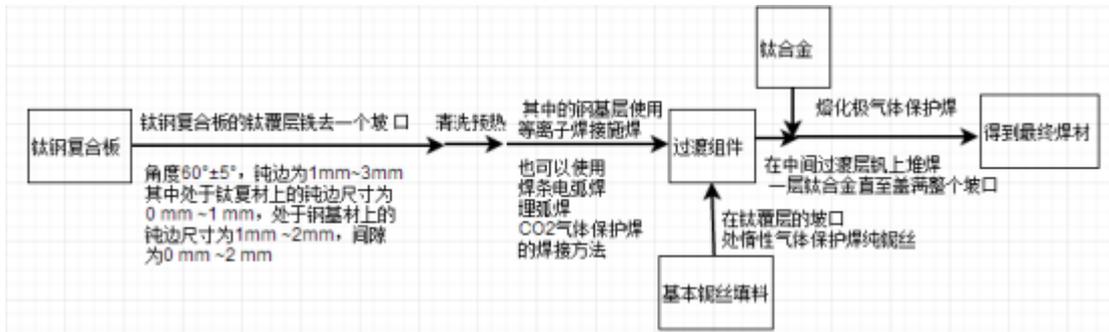
(5) 公开号：CN102773254A 申请人：李向民

名称：一种钛-钢单面复合板的制备方法



(6) 公开号: CN102699484A 申请人: 中船七二五研究所

名称: 一种钛-钢复合板中钛复材的焊接方法



4.3.2重要专利列表

根据2.2.3中的重点专利筛选方法, 选取钛与异种金属过渡焊领域的重要专利, 为企业 提供专利参考。

表4.3重要专利列表

序	申请人	申请年	公开号	专利名称
1	ALFRED E. MANN FOUNDATION FOR SCIENTIFIC RESEARCH	2006	US7178710B2	Brazing titanium to stainless steel using nickel filler material
2	ALFRED E. MANN FOUNDATION FOR SCIENTIFIC RESEARCH	2004	US7157150B2	Brazing titanium to stainless steel using layered particulate
3	冶金工业部钢铁研究总院	1997	CN1183334A	一种钛铝合金涡轮转子与结构钢轴的连接方法
4	广东省焊接技术研究所(广东省中乌研究院)	2018	CN109048012A	一种钛钢复合板的焊接方法及其应用
5	宝鸡文理学院	2017	CN107931840A	一种钛镍异质接头激光诱导偏

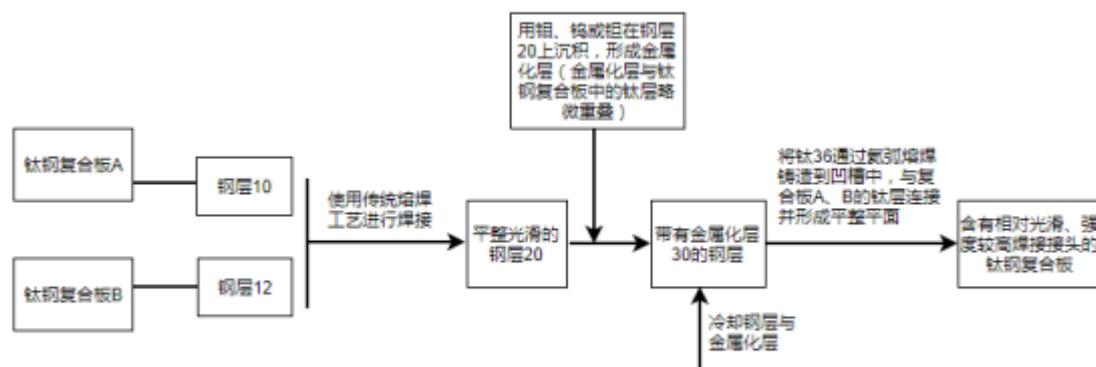
				晶及匀晶反应焊接方法
6	吉林大学	2017	CN107931836A	TiAl合金与Ni基高温合金异种材料连接方法
7	吉林大学	2017	CN107335921A	加钒中间层的钛合金-不锈钢异种金属激光焊接方法
8	宝鸡文理学院	2017	CN107297569A	一种钛铜异质金属接头焊接方法
9	南京理工大学;泰州南京理工大学研究院	2014	CN103785962A	一种钛-钢复合板全透焊接方法
10	兰州理工大学	2013	CN103128429A	钛/铜异种金属冷金属过渡连接方法
11	李向民	2012	CN102773670A	一种钛-钢-钛双面复合板的制备方法
12	李向民	2012	CN102773254A	一种钛-钢单面复合板的制备方法
13	中船七二五所	2012	CN102699484A	一种钛-钢复合板中钛复材的焊接方法

4.4 对接焊

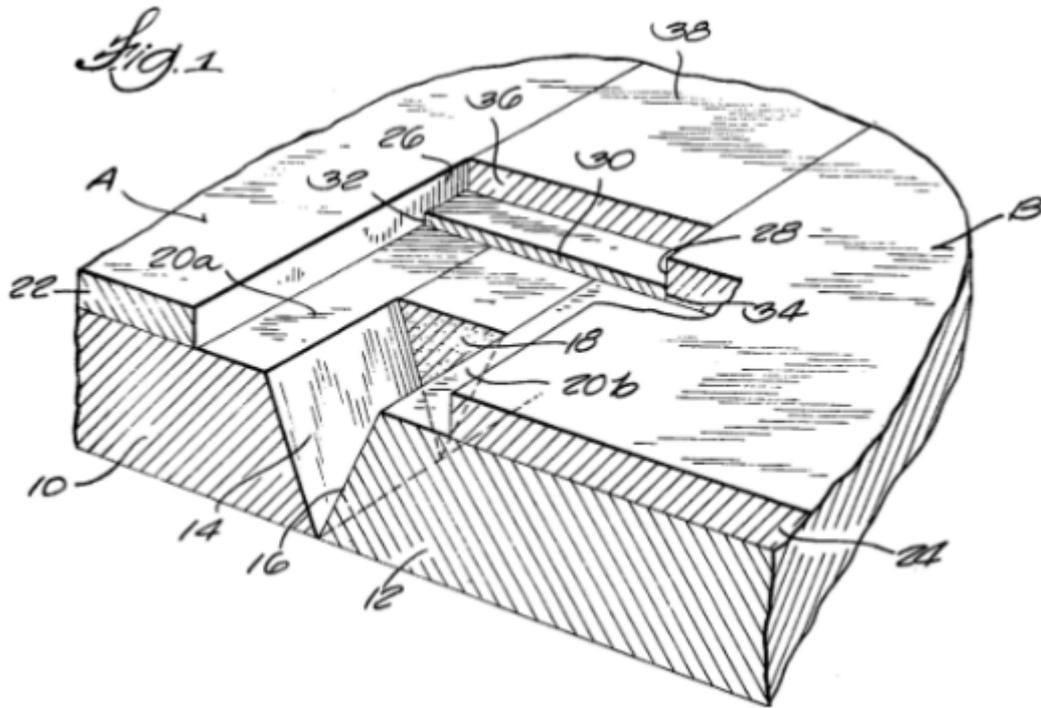
经中期调研，宝鸡高新区各企业均十分关注钛钢复合材料间的对接焊工艺，经人工标引得到一件相关专利，为清楚了解该工艺的流程路线，本节深入阅读并梳理专利中的工艺路线，总结归纳，为宝鸡高新区企业研发创新提供线索。具体工艺流程如下所示：

公开号：US4142664A 申请人：TITANIUM FABRICATION CORPORATION

名称：Method of joining titanium clad steel plates（钛钢复合板的对接方法）



图中各结构字母、数字代码参考下图：



第五章 结论和建议

5.1 主要结论

5.1.1 针对市场布局和国内外技术现状的结论

1. 总体现状：

国外相关研究起始于1953年，现已处于成熟衰退期；中国起始于1985年，现已进入快速发展阶段。全球主要布局市场为中国、日本、美国。

2. 具体技术现状：

(1) 在异种金属方面，钛与钢、铝、铜的焊接技术为当前热点，其中钛与钢焊接工艺的研究发展迅速，已成为市场主流；钛与铝、铜等多种金属焊接工艺的研究虽处于缓慢发展阶段，但发展态势较好，未来将会逐渐进入快速发展阶段。

(2) 在焊接方法方面，整体来看，钎焊、熔焊、爆炸焊为当前的采用的主要焊接方法，其发展较为均衡，其中钎焊和熔焊起步较早，2000年后各种焊接方法开始快速发展。从焊接方法的更迭来看，国外创新主体在前中期技术更迭

过程中的贡献较大，国内近十年相关技术快速发展，逐渐在技术更迭过程中占据主导地位。

(3) 在过渡金属方面，镍、铜、银、钒及其合金作为过渡金属的使用为当前的主流形势；四种主流过渡金属起步均较早，2003年后发展态势较强，其中镍及其合金进入快速发展阶段。

(4) 在钛材应用方向上，整体来看，目前与异种金属进行焊接的钛材应用方向依然主要聚集于钛板、钛零件和钛管这类基础钛材，从侧面说明当前该领域技术的产品化相对较低，尤其是在海洋工程领域，还未有相关专利。从应用方向的更迭来看，1997年前应用方向更迭较为缓慢，2001年起新的应用方向层出不穷，此领域创新关注度较高，发展形势良好。

5.1.2 针对国内外主要创新主体的结论

(1) 国外可重点关注俄罗斯伏尔加格勒国立工业大学，国内可重点关注哈尔滨工业大学、西安理工大学、南京理工大学和攀钢集团。

(2) 从主要创新主体在异种金属种类的布局上来看，国内外热点异种金属为钢、铜和铝；哈尔滨工业大学与南京理工大学布局较广，对多种异种金属均展开了研究，西安理工大学与攀钢集团在钛与钢焊接工艺中布局量很大，研究较为深入。

(3) 从主要创新主体在焊接方法的布局上来看，伏尔加格勒国立工业大学致力于研究爆炸焊工艺，国内创新主体则更关注熔焊工艺；哈尔滨工业大学布局较广且布局量较大，应重点关注。

(4) 从主要创新主体在过渡金属的布局上来看，国内哈尔滨工业大学与西安理工大学的布局范围较广，布局量较大，应重点关注。

5.1.3 针对宝鸡高新区技术现状的结论

宝鸡高新区在钛与异种材料的焊接工艺上的研究于2012年刚刚起步，略有上升趋势。从企业现状来看，创新活跃度均较高，发展态势较好，但整体专利储备量相对不高，应提起重视。

从具体技术来看，宝鸡高新区企业关注的异种金属种类与全球热点基本符合，目前在钛与钢焊接工艺的研究上有一定基础；宝鸡高新区企业在全全球热点

的熔焊与爆炸焊领域具有一定储备，为其优势，而在其关注的过渡焊及全球热点的钎焊领域研究较少，为其劣势，应注意弥补；目前园区内企业采用的过渡金属均为热点金属，但是在同为热点金属的镍上并未开展研究，应提起注意。

5.1.4 针对重点技术的结论

1. 钎焊技术

钎焊技术相关研究发展迅速，多用于小零件间的焊接，伴随着小型产品发展和本身社会对于小零件的需求，近些年超声波辅助钎焊、气体保护电弧钎焊、等离子钎焊等新技术发展迅速，该领域优势创新主体有哈尔滨工业大学，蒂森克虏伯钢铁欧洲股份公司等。钎焊工作时的钎料更是当下研究的热门，纳米复合钎料，微合金钎料钎焊，无铅钎料等等，钎料的好坏直接决定钎焊的效率高低，该领域优势创新主体有哈尔滨工业大学，美国肯塔基州大学等。

2. 爆炸焊技术

爆炸焊技术相关研究处于增长阶段，爆炸焊多用于复合板、双金属管、热交换器的管与管板连接、各种过渡接头、大直径管线爆炸焊等制造和加工，目前专利主要聚焦于改进爆炸焊装置，提高爆炸焊效率，缺乏开拓，发展爆炸焊新工艺专利，而且碍于爆炸本身对场地的要求，安全等考虑，爆炸焊大体发展相对偏缓，但对于钛，钢等特定焊材，爆炸焊工艺依旧有优点。

3. 过渡焊技术

过渡焊技术相关研究处于增长阶段，与传统逆变CO₂气体保护焊，稀有气体保护焊相比，近些年全新的交流短路过渡焊接法有低热输入和低飞溅的CO₂/MAG等优点，该领域优势创新主体有日本OTC公司和松下公司，德国克鲁斯公司，美国米勒公司等。焊接飞溅产生量、热影响区以及平稳过渡，精确控制熔池是未来技术发展关键。

5.2 建议

5.2.1 加大研发力度，调整资源投入

在异种金属方面，宝鸡高新区相关企业虽然在**钛与钢的焊接工艺**中进行了一些布局，但布局量相对较少，优势较不明显，**应优先在该领域投入研发与创**

新资源，以**扩大当前优势**，同时**积极开展钛与铝、铜的焊接工艺**，与哈尔滨工业大学以及俄罗斯的伏尔加格勒国立工业大学开展合作，在钛与铝、铜的焊接工艺还处于缓慢发展阶段的时期优先占领市场。

在焊接方法方面，宝鸡高新区企业在全球热点的熔焊与爆炸焊领域具有一定储备，为其优势，而在其关注的过渡焊及全球热点的钎焊领域研究较少，为其劣势，因此宝鸡高新区应积极**就近与宝鸡文理学院或与南京理工大学开展过渡焊的相关合作**，并且**关注哈尔滨工业大学的熔口与钎焊技术**，**积极寻找合作机会**，达到一边扩大现有熔焊优势一边弥补过渡焊与钎焊劣势的目的，同时，在现有**爆炸焊**研究的优势基础上，尝试与国外优秀创新主体如**俄罗斯伏尔加格勒国立工业大学开展合作**，在巩固优势地位的同时大幅提升园区内技术创新实力。

在过渡金属方面，宝鸡高新区目前采用的过渡金属均为全球热点金属，但是在同为热点金属的**镍**上并未开展研究，镍目前作为全球最关注的过渡金属已经进入快速发展阶段，宝鸡高新区相关企业**应尽快投入创新资源进行相关研发**，或与**西安理工大学、哈尔滨工业大学开展合作**，尽快抢占市场。同时，在**重点关注主流金属解决技术瓶颈的前提下**，宝鸡高新区企业**也应主动从非主流过渡金属中寻求灵感，开发新的过渡金属及合金配比**，保证自身技术创新度。

5.2.2 积极开展专利挖掘与布局工作

宝鸡高新区在钛与异种合金焊接技术领域布局的创新主体较多，同时创新活跃度非常高，可见目前**园区内企业对该技术领域的重视程度很高**，但是专利布局量相对不高，也体现了园区内企业对**专利挖掘与布局工作的忽视**。

宝鸡高新区企业在此领域中共布局了11件专利，多以工艺流程或工艺流程与成品结合的形式进行申请，布局形式较为单一。从优势创新主体的布局方式来看，哈尔滨工业大学及西安理工大学除在工艺流程上进行布局外，还在**焊接工艺所用焊料/焊丝上进行了布局**，尤其是西安理工大学，对焊料布局专利量高达20件，宝鸡高新区企业可考虑与其就近合作，开发新型焊料，并对完善后的工艺流程以及产品分别进行布局，提高自身专利储备，全面保护关键技术。值得注意的是，宝鸡市汇鑫金属复合材料有限公司申请的两件专利均涉及了**焊接装置**，为一个较好的专利布局方向，企业可根据自身工艺流程进行布局，或与

焊接装置创新优势主体如南京理工大学和陕西科技大学合作改良焊接装置，并对改良成果进行全面布局。

鉴于宝鸡高新区内企业对专利布局重视度不高的现状，建议宝鸡高新区内**本身有相关工艺却未进行专利申请的企业，优先从自身涉及的焊接工艺入手**，根据自身情况从工艺流程、焊料/焊丝及焊接装置三个方向中选取进行布局，打造保护企业产品的盾牌和攻击对手的长矛，为企业市场份额的争夺提供专利支撑，**随后开展其它热点焊接技术的研究，以确保自身的平衡发展**；而针对当前**既无相关工艺也无专利，但在此领域有研究意向的企业**，应**优先开展钎焊、爆炸焊以及熔口工艺**的相关研究，**从重点专利及工艺流程中获取思路**，积极立项，待掌握自身关键技术后，再**从工艺流程、焊料/焊丝及焊接装置三方向中根据自身情况进行选取**，开展布局。