

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

——提高钛耐磨性的表面改性处理技术微导航报告

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.....	4
1.1项目背景.....	4
1.2项目目标.....	4
第二章 项目研究方法和结果.....	5
2.1项目研究思路.....	5
2.1.1确定研究对象.....	5
2.1.2制定检索策略.....	5
2.1.3数据检索.....	5
2.1.4数据清洗.....	7
2.1.5数据标引加工.....	7
2.2相关事项说明.....	9
2.2.1近期数据不完整说明.....	9
2.2.2申请人合并.....	10
2.2.3其他说明.....	11
第三章 总体概况分析.....	11
3.1专利申请趋势及市场布局.....	12
3.2改性方法分析.....	13
3.2.1改性方法布局概况分析.....	13
3.2.2重点改性方法申请趋势分析.....	14
3.2.3重点改性方法市场布局分析.....	15
3.3技术功效矩阵分析.....	16
3.4主要创新主体分析.....	18
3.4.1创新活跃度分析.....	18
3.4.2专利申请趋势分析.....	19
3.4.3主要创新主体技术布局分析.....	20
3.5小结.....	21
第四章 重点技术路线分析.....	22
4.1氮化.....	23
4.1.1工艺流程路线.....	23
4.1.2重要专利列表.....	27
4.2微弧氧化.....	29
4.2.1工艺流程路线.....	29
4.2.2重要专利列表.....	33
4.3 PVD镀膜.....	35
4.3.1工艺流程路线.....	35
4.3.2重要专利列表.....	36
4.4激光熔覆.....	37
4.4.1工艺流程路线.....	37
4.4.2重要专利列表.....	40



第五章 结论和建议.....	42
5.1主要结论.....	42
5.1.1针对市场布局和国内外技术现状的结论.....	42
5.1.2针对国内外主要创新主体的结论.....	42
5.1.3针对宝鸡高新区技术现状的结论.....	43
5.1.4针对宝鸡高新区企业关注重点技术的结论.....	43
5.2建议.....	44
5.2.1填补空缺.....	44
5.2.2重视专利挖掘与布局.....	44
5.2.3具体技术布局建议.....	45

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。

钛合金因具有重量轻、比强度高、耐蚀性好等优良特性，已广泛应用于航空航天、海洋工程、机械、化工等领域。但是其表面硬度低，耐磨性差，耐腐蚀性不理想，使钛合金在许多情况下难以满足实际应用的要求，严重阻碍了钛合金的进一步应用。经与宝鸡高新区企业充分沟通，确定解决钛合金耐磨性问题较为紧迫，因此本报告技术选题设定“针对提高耐磨性的钛表面改性处理方法”，目前，提高钛合金耐磨性的表面处理技术主要有离子注入、化学镀、激光熔覆、等离子喷涂、气相沉积和微弧氧化等等，同时宝鸡高新区关注的提高钛合金耐磨性的表面处理技术则为微弧氧化、PVD镀膜和氮化。

1.2 项目目标

本项目拟在全球范围内全面采集针对提高耐磨性的钛表面改性处理方法技术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、全面采集针对提高耐磨性的钛表面改性处理方法相关技术的专利文献信息，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、深入分析提高钛合金耐磨性的表面处理技术种类及重点处理技术的生产工艺流程，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合金表面处理技术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**针对提高钛合金耐磨性的表面处理技术**，具体的研究范围如下：

包括镍钛合金或其他钛复合合金的表面改性处理专利；包括表面处理技术所用装置相关的专利；包括医药、汽车零件、航空航天、电池组件等其他应用领域的提高钛材表面耐磨性改性处理技术相关专利。

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：

((((SIC=C22C14% OR TI,ABST+=(钛合金 OR 钛材)) AND (SIC=(C23C8/24 OR C23C8/36 OR C23C14/48 OR C23C16/34) OR TI,ABST+=(渗氮 OR ((多弧离子镀 OR 离子注入 OR 激光) AND 氮) OR PVD OR 物理气相沉积 OR 微弧氧化 OR 陶瓷膜 OR 离子束增强沉积 OR 激光淬火 OR 激光熔覆 OR 离子轰击 OR

DLC膜 OR 陶瓷涂层)))) NOT (TI=(光催化 OR 抗菌) OR PIC=C22C38%)

英文检索式:

((SIC=C22C14% OR TI,ABST+=('titanium alloy' OR titaniumtim)) AND (SIC=(C23C8V24% OR C23C8V36% OR C23C14V48% OR C23C16V34%) OR TI,ABST+=(nitriding OR nitridation OR (('multi-arc ion plating' OR 'cathodic arc ion plating' OR 'ion implanted' OR 'ion implanting' OR 'ion implantation' OR laser) AND nitrogen) OR PVD OR 'physical vapor deposition' OR 'micro-arc oxidation' OR 'microarc oxidation' OR 'micro-arc-oxidation' OR 'ceramic coating' OR 'ceramic membrane' OR 'laser quenching' OR 'laser cladding' OR 'ion bombardment' OR 'ion-assisted bombardment' OR DLC))) NOT (SIC=G11% OR TI=(REPAIR OR aluminum OR 'OPTICALLY CATALYZED') OR PIC=C22C38%)

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。对于申请人或发明人有书写不规范等导致冗余的情况，将在下面的申请人、发明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
表面改性方法	氮化
	热处理
	微弧氧化

	激光熔覆
	PVD镀膜
	离子注入
	激光热处理
	阳极氧化
	喷涂
	化学气相沉积
	激光气体合金法
	激光热处理
	离子束增强沉积
	溶胶凝胶法
	等离子溅射
	电火花
	激光表面织构技术
	超声振动
	等离子表面合金化
	化学镀
	激光增材
	TiSurf@扩散法
	光催化
	氩弧熔覆
技术手段	镀层为多层
	改善工艺
	多工艺结合
	镀层材料改变
	供电方式改变
	改良电解液
技术功效	提高镀层相容性
	耐磨性大幅提升
	工艺简便
	易成膜
	提高效率
	大规模工业生产
	降低成本

	改变颜色
	膜层致密
	兼具其它效果
	不影响其它性质
	氮化层深度增加
	增加膜厚度
镀层元素	钽
	钛
	铝
	氮
	碳
	镍
	硅
	铜
	锆
	钴
	钼
	钨
	氢
	多种

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 申请人合并列表

合并后名称	原名称
新日铁住金	NIPPON STEEL CORPORATION
	NIPPON STEEL CORP
	NIPPON STEEL & SUMITOMO METAL CORP
	SUMITOMO METAL IND
	SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES
中科院	中国科学院宁波材料技术与工程研究所
	中国科学院兰州化学物理研究所
	广州中国科学院先进技术研究所
	中国科学院金属研究所
乌法国立航空技术大学	Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего профессионального образования "Уфимский государственный авиационный институт"
	Государственное авиационное учебно-научно-исследовательское учреждение высшего профессионального образования "Уфимский государственный авиационный институт"
	Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего профессионального образования "Уфимский государственный авиационный институт"
	Уфимский государственный авиационный институт
Уралавиа Спецтех	Общество с ограниченной ответственностью "Уралавиа Спецтех"
	Общество с ограниченной ответственностью "Уралавиа Спецтех"
	Общество с ограниченной ответственностью "Уралавиа Спецтех"
	Общество с ограниченной ответственностью "Уралавиа Спецтех" (RU)
日立集团	HITACHI LTD
	HITACHI KOKI KK

2.2.3其他说明

法律状态说明

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2018年12月27日，全球针对提高耐磨性的钛材表面改性处理技术相关专利共计590件，432项。

为了探究针对提高耐磨性的钛材表面改性处理技术的研究现状、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、改性方法、技术功效矩阵以及重要创新主体这四个维度对针对提高耐磨性的钛材表面改性处理技术相关专利展开深入分析。

3.1 专利申请趋势及地域布局

为了探究针对提高耐磨性的钛材表面改性处理技术研究的的发展趋势及地域布局，本节绘制了全球和中国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。

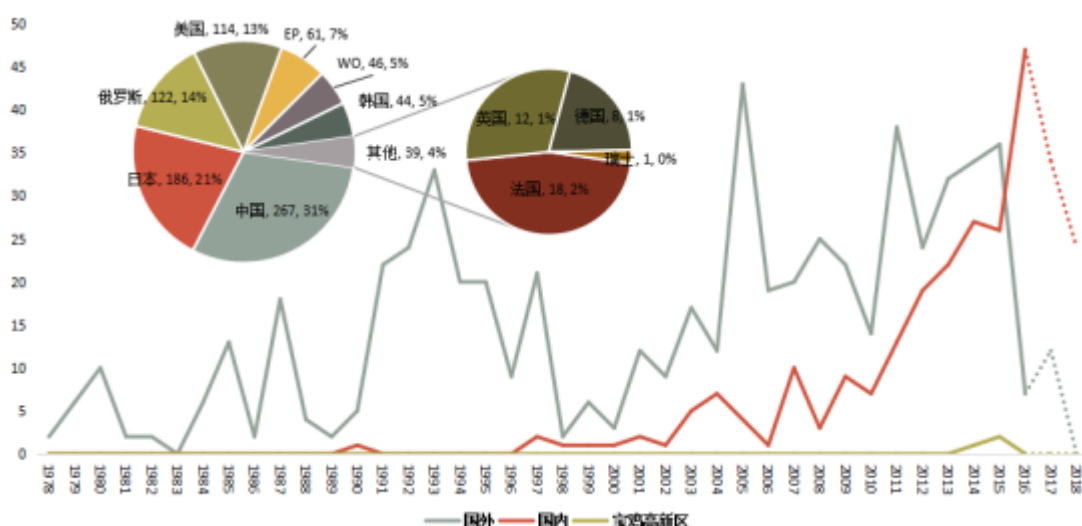


图3.1 专利申请趋势及市场布局

结论：国外相关研究起始于1978年，中国起始于1990年，均已进入快速发展阶段，宝鸡高新区相关研究于2014年刚刚起步，处于萌芽期。全球主要布局地域为中国、日本、俄罗斯与美国。

通过上图中的趋势曲线分析可得，国外范围内，针对提高耐磨性的钛材表面改性处理技术相关专利的申请起源于1978年，是由日本日立集团申请的名称为“钛及钛合金的氮化方法”的专利，从总体趋势来看，专利申请呈现上升趋势，并分别于1993年、2005年与2011年达到三个发展高峰，虽然2016年专利量骤减，但参照1998年后的火速回暖以及2017年的攀升趋势，可以预计未来几年该领域仍会继续快速发展；在中国范围内，该领域专利的申请起步较晚，起始于1990年，且该件专利为国外来华专利，是由德国的底古萨股份公司申请的名为“钛上镀氮化物层的方法”的专利，随后的1997年又有两件来华专利在中国进行了布局，而国内在该领域最初申请的是由福州大学在1998年申请的一件名为“用普通离子渗氮设备进行钛板渗氮的装置”的专利，至此开启了国内的发展历程，其中1990-2010年为技术缓慢发展时期，年申请量均低于15件，2011年开始进入快速发展时期，并且于2016年在申请量上赶超了国外，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2014年开始在该领域申请专利，该专利由宝鸡三盛稀有金属科技有限公司申请，名为“一种微弧氧化法制备钛合金表面高光洁度陶瓷耐磨层的方法及微弧氧化溶液”，目前来看，宝鸡高新区在该领域的研究仍处于萌芽期。

通过上图中的饼状图分析可得，全球专利布局较多的国家为中国、日本、俄罗斯与美国，其中中国申请量为267件，专利占比31%，日本申请量为186件，专利占比21%，俄罗斯与美国专利占比相当，分别为14%与13%。

3.2 改性方法分析

为了探究全球在研的提高钛材耐磨性的表面改性方法及其发展趋势与市场布局，本节将从改性方法布局概况、重点改性方法申请趋势以及重点改性方法市场布局三个维度进行综合分析。

3.2.1 改性方法布局概况分析

提高耐磨性的钛材表面改性处理技术涵盖的改性方法多样，其中宝鸡高新区企业重点关注氮化、微弧氧化以及PVD镀膜这三种表面改性方法，经检索与人工标引，现根据标引结果绘制全球目前在研改性方法概况图如下：

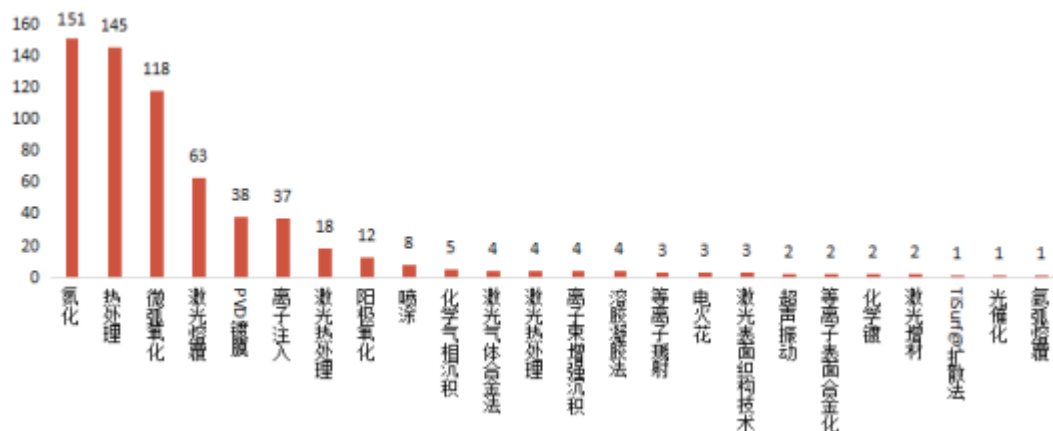


图3.2 改性方法布局概况图

结论：宝鸡高新区企业重点关注的氮化、微弧氧化与PVD镀膜工艺均与全球热点一致，应坚持开展研发工作，同时激光熔覆也□当前热点，应提起关注。

由上图可以看出，目前国内外研究的提高耐磨性的钛表面改性方法有¹热处理、微弧氧化、激光熔覆、PVD镀膜、离子注入、激光热处理、阳极氧化、喷涂、化学气相沉积、激光气体合金法、激光热处理、离子束增强沉积、溶胶凝胶法、等离子溅射、电火花、激光表面织构技术、超声振动、等离子表面合金化、化学镀、激光增材、TiSurf@扩散法、光催化和氩弧熔覆，其中热处理、微弧氧化与激光熔覆的相关研究最多，专利申请量分别为145项、118项和63项，专利占比分别为30.21%、24.58%和13.13%，而与宝鸡高新区企业关注的氮化工艺相关的三个工艺中，热处理中表面渗氮工艺（氮化）相关专利共计122项，占热处理工艺的84.14%，占氮化工艺的80.79%；离子注入中氮离子注入工艺（氮化）相关专利为15项，占离子注入工艺的40.54%，占氮化工艺的9.93%；激光热处理中激光氮化工艺（氮化）相关专利为14项，占激光热处理工艺的77.78%，占氮化工艺的9.27%。

宝鸡高新区企业关注的氮化、微弧氧化与PVD镀膜的布局量均较多，可见在提高钛耐磨性的表面改性方法领域全球对以上三种方法均较为关注。图中布局量较少的方法如超声振动、溶胶凝胶法和电火花法等常以与其他方法共同实施的方式出现。

3.2.2重点改性方法申请趋势分析

¹ 图中的氮化在本报告中为一个统称概念，其技术范围包括表面渗氮（热处理）、氮离子注入（离子注入）与激光氮化（激光热处理）三种方法，因此在解读单独方法概况时不包括氮化。

根据3.2.1的改性方法排名结果以及宝鸡高新区企业的需求重点选取氮化、激光熔覆、微弧氧化和PVD镀膜为重点改性方法。为了探究重点改性方法的发展趋势，本节绘制了专利申请量随时间变化的趋势曲线图以进行具体分析。

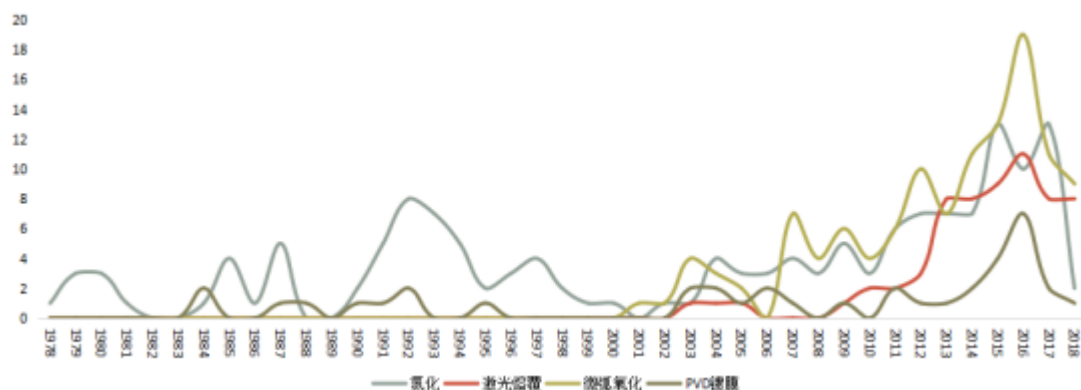


图3.3 重点改性方法申请趋势

结论：氮化、激光熔覆、微弧氧化与PVD镀膜工艺的研究虽处于缓慢发展阶段，但发展态势均较好，宝鸡高新区企业应尽快开展相关研究，优先占领市场。

通过上图分析可得，全球范围内，氮化工艺与PVD镀膜工艺起步较早，分别起始于1978年和1983年，其中氮化工艺的研究历程较为连续，并分别在1992年、2015年和2017年达到了发展小高峰，而PVD镀膜工艺在1996年至2002年出现了短暂的研究停滞期，于2003年重新开始后于2016年达到了发展小高峰。激光熔覆工艺与微弧氧化工艺相较于以上两种工艺属于较新的表面改性方法，其研究分别起始于2003年和2001年，其研究历程均较为连续，并且发展迅速，同时于2016年达到了发展高峰，其中微弧氧化发展更为迅速，年申请量已多次超过氮化工艺，激光熔覆的发展态势也十分良好，但鉴于以上四种方法目前的年申请量不是很高，所以还处于缓慢发展阶段。宝鸡高新区企业应在关注氮化、微弧氧化与PVD镀膜工艺的同时，也对激光熔覆技术提起关注，并尽快开展相关研究，在该领域还处于缓慢发展阶段的时期优先占领市场，抢占先机。

3.2.3重点改性方法市场布局分析

为了探究重点改性方法的市场布局情况，本节绘制了各重点改性方法的专利市场布局饼图如下所示。

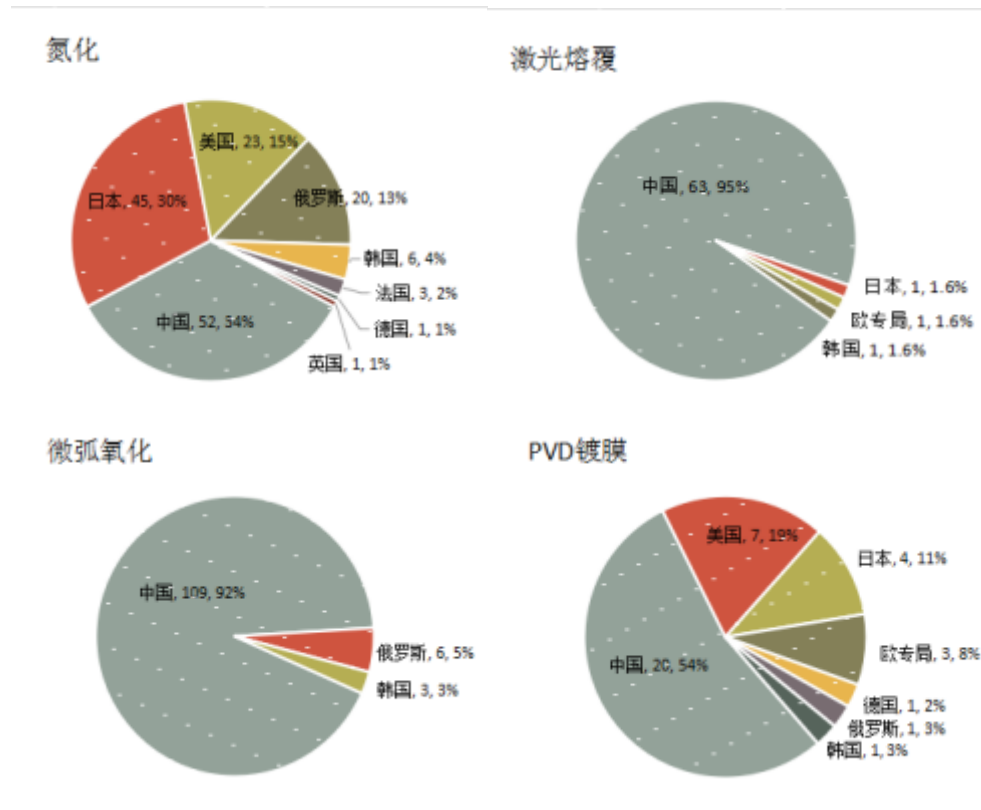


图3.4 重点改性方法市场布局示意图

结论：中国目前在激光熔覆、微弧氧化与PVD镀膜领域布局量较多，占据优势，在氮化工艺方面相对不足。

由上图可以看出，四种重点改性方法均在中国布局量最多，其中激光熔覆、微弧氧化与PVD镀膜工艺中中国的分布占比均较大，分别为95%、92%和51%。目前激光熔覆工艺除在中国布局外，还分别在日本、韩国与欧专局进行了布局，微弧氧化则分别在俄罗斯与韩国进行了布局，PVD镀膜工艺除中国外，在美国、日本、欧专局、德国、俄罗斯和韩国进行了布局，其中美国与日本市场布局量较多。从氮化工艺来看，布局量较多的国家为中国、日本、美国与俄罗斯，其中中国与日本布局量相差不多，分别为52件与45件，美国与俄罗斯的布局量相当，分别为23件和20件。

由此可见，目前国内在激光熔覆、微弧氧化以及PVD镀膜领域的布局量较为充足，相比之下氮化工艺的布局量较为欠缺，应提起注意。

3.3技术功效矩阵分析

专利技术功效矩阵分析，能通过专利文献反映的主题技术内容和技术方案

的主要技术功能之间的特定研究来揭示技术和功效二者之间的关系。因此，能较好解析专利中暗藏的信息内容和潜在技术特征，掌握技术重点或空白点，规避技术雷区。

通过深加工标引把提高耐磨性的钛材表面改性处理技术的技术手段归纳为：电解液改良、镀层材料改变、镀层为多层、多工艺结合、改善工艺和改变供电方式。通过对专利深入阅读，并结合企业研发需求将专利的技术功效归纳整理，梳理出专利中的技术功效有：增加膜厚度、易成膜、提高效率、提高镀层相容性、耐磨性明显提升、膜层致密、降低成本、兼具其他功效、工艺简便、改变颜色、氮化层深度增加、大规模工业生产和不影响其它性质。专利技术功效的详细信息见下图。

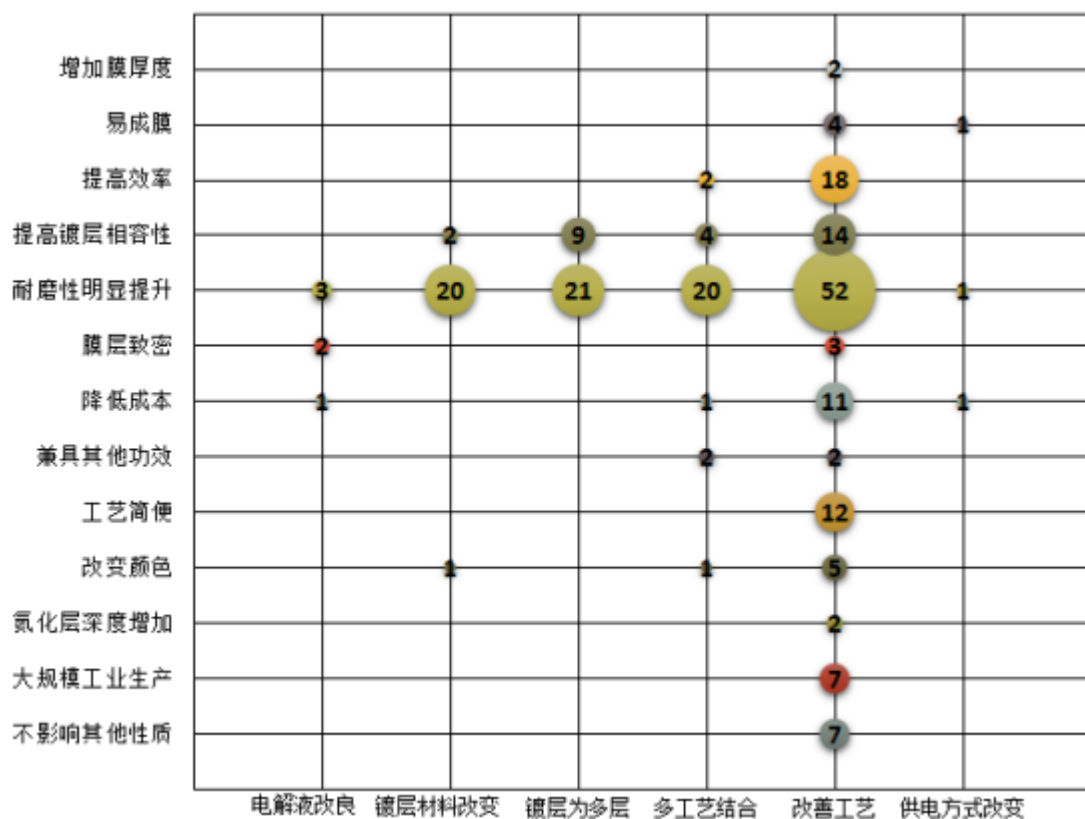


图3.5 技术功效矩阵图

结论：目前实现各技术功效的技术手段选取较为单一，且在提升耐磨性的同时进行一些同步改进的情况还较少，体现出目前此技术领域还处于发展初期，有待开发。

从上图可以看出目前提高耐磨性的钛材表面改性处理技术相关的专利文献中主要想达到的技术功效为大幅提升耐磨性、提高镀层相容性和提高效率，采

取的主要技术手段则为镀层材料改变、镀层为多层、多工艺结合和改善工艺。

在大幅提升耐磨性这个方向上，主要采用的是改善工艺、多工艺结合、镀层为多层和镀层材料改变的技术手段，其中改善工艺的具体方法有通过优化混合合金粉末配比，采用激光多层熔覆技术，有效解决开裂问题，并且使熔覆后碳化钛以颗粒的形式存在于熔覆层内，以保证兼具熔覆厚度和整体硬度和通过控制低温且周期性的对掺杂速率进行有效控制，来释放掺杂引起的体积应力，从而促进基体、涂层及涂层内部元素的有效融合，避免了涂层的粉化，因此保留了微弧氧化工艺涂层的结合强度和机械性能，使钛材具有更好的耐磨、耐腐蚀性能等；而多工艺结合主要有离子注入与PVD镀膜结合、激光熔覆与喷涂结合、氮化与超声结合等多种结合方式。在提高镀层相容性这个方向上，主要采用的是改善工艺的技术手段，例如在涂层自金属表层生长而成，本身与基体结合强度好的前提下，在氧化陶瓷涂层的放电孔中，均匀布满超高分子量聚乙烯微粒，这既对氧化陶瓷涂层的放电孔产生了封孔作用，又大幅提高了与超高分子量聚乙烯涂层的结合强度。在提高效率方面，主要也是采用改善工艺的方式，例如通过加入相同材质的辅助源极，节约工件升温时间，提高氮气电离率，与离子渗氮相比较渗氮效率得到显著提高等。

3.4主要创新主体分析

针对提高耐磨性的钛材表面改性处理技术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、专利申请趋势和技术布局三个维度进行具体分析。

3.4.1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	乌法国立航空技术大学	11	26	6	20	30.00%	1997-2017
2	中科院	11	11	1	5	20.00%	2011-2016
3	山东大学	10	10	3	5	60.00%	2007-2017
4	Уралавиаспецтехнология	22	22	0	0	0.00%	2002-2013
5	哈尔滨工业大学	8	8	0	0	0.00%	2003-2013
6	新日铁住金	8	29	0	8	0.00%	1984-2015

7	日立集团	7	14	0	0	0.00%	1978-1985
8	西北有色金属研究院	7	7	3	4	75.00%	2009-2018
9	南京理工大学	7	7	5	6	83.33%	2004-2018
10	太原理工大学	7	7	2	5	40.00%	2002-2018
*	宝鸡市瑞达有色金属有限公司	2	2	0	2	0.00%	2015
*	宝鸡三盛稀有金属科技有限公司	1	1	0	1	0.00%	2014

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，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乌法国立航空技术大学，国内可重点关注中科院、山东大学、西北有色金属研究院、南京理工大学和太原理工大学。宝鸡高新区企业在此领域布局量较少，创新水平相对不高。

创新活跃度体现一个创新主体的技术创新能力，上表展示了提高耐磨性的钛材表面改性处理技术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，国外优势创新主体主要为企业，而国内优势创新主体则主要为大学。其中俄罗斯乌法国立航空技术大学与中科院的申请项数并列全球第一，山东大学位列第二，俄罗斯的УралавиакомпанияИркутская公司、日本的新日本铁以及中国的哈尔滨工业大学则位列第三。从创新活跃度来看，国内重点创新主体优势明显，其中山东大学、西北有色金属研究院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企业的起始研发时间最早，国内来看，太原理工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。宝鸡高新区对此领域申请专利的仅有两家企业，分别为宝鸡市瑞达有色金属有限公司和宝鸡三盛稀有金属科技有限公司，但是无论是专利数量还是创新活跃度均较弱，亟待提高。

3.4.2 专利申请趋势分析

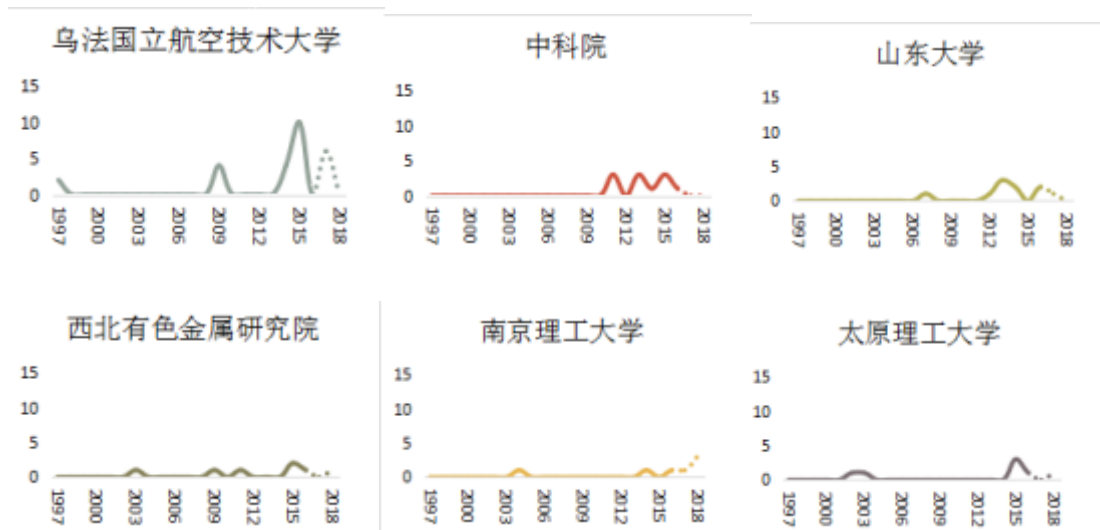


图3.6 专利申请趋势对比

结论：乌法国立航空技术大学仍在此技术领域保持着较好的创新热度，国内优势创新主体发展则较为平缓。

选取3.2.1中创新活跃度较高的六个创新主体，绘制其专利申请趋势图进行对比分析。由上图可知，俄罗斯的乌法国立航空技术大学致力于提高耐磨性的钛材表面改性处理技术领域的研究，无论从申请量还是研发连贯性来看均较为优秀，国内的创新主体年度申请量均较低，其中太原理工大学与西北有色金属研究院的研发进程较不连续，而中科院、山东大学与南京理工大学的研发连贯性较好，其中南京理工大学近两年有较为明显的申请量增多趋势，宝鸡高新区相关企业可以重点关注其研发进展。

3.4.3主要创新主体技术布局分析

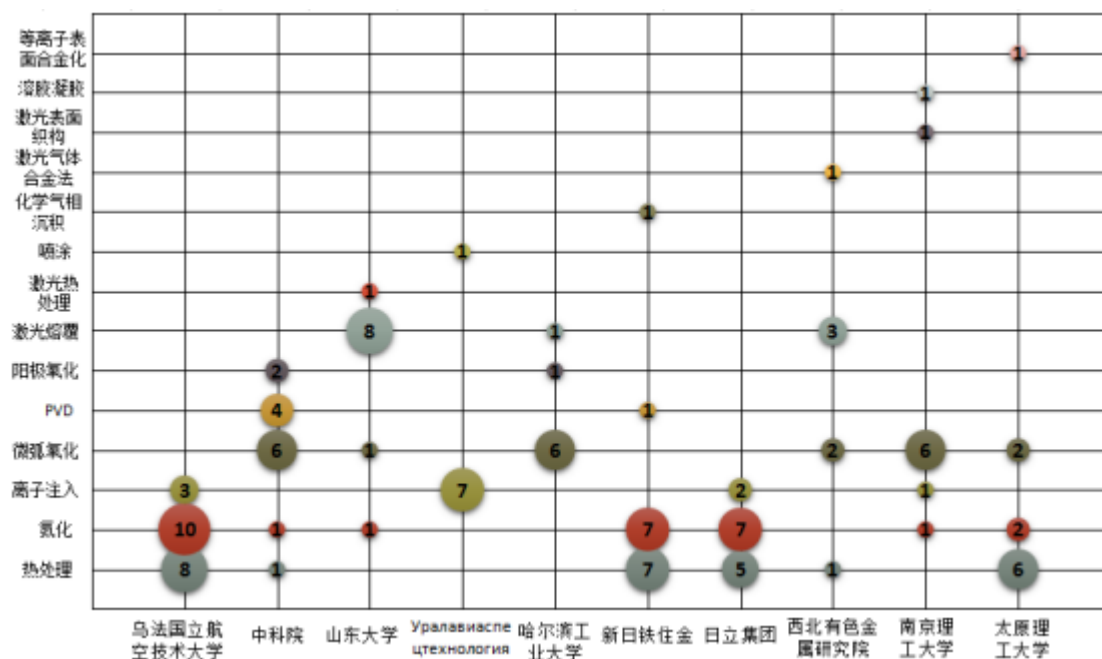


图3.7 重要创新主体技术布局示意图

结论：国外创新主体均较为关注氮化相关工艺，国内除太原理工大学在氮化工艺领域研究较多外，大部分国内创新主体更多的关注微弧氧化与激光熔覆工艺。

由上图可以看出，国外创新主体均较为关注氮化、热处理及离子注入工艺，其中乌法国立航空技术大学、新日铁住金以及日立集团均对氮化与热处理工艺十分关注，而俄罗斯的Урал авиастроительная компания则致力的研究离子注入工艺。国内创新主体的关注点则较为分散，目前布局较多的改性方法为微弧氧化和激光熔覆，其中中科院、哈尔滨工业大学以及南京理工大学在微弧氧化工艺领域布局量较多，而山东大学以及西北有色金属研究院则在激光熔覆工艺领域布局较多，国内创新主体在氮化、热处理及离子注入工艺的整体布局量很少，技术还处于起步阶段，其中中科院、西北有色金属研究院和太原理工大学在热处理领域进行了部分布局，太原理工大学布局量较多，值得关注，对氮化工艺进行布局的有中科院、山东大学、南京理工大学和太原理工大学，对离子注入工艺进行布局的只有南京理工大学。除此之外，国内在宝鸡高新区企业关注的PVD镀膜领域进行布局的仅有中科院，应重点关注。

3.5小结

本章对针对提高耐磨性的钛材表面改性处理技术的专利申请趋势及市场布局、改性方法、技术功效矩阵以及重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：

目前全球主要布局市场为中国、日本、俄罗斯与美国。全球在提高耐磨性的钛材表面改性处理技术上的相关研究起始于1978年，中国起始于1990年，均已进入快速发展阶段，宝鸡高新区相关研究于2014年刚刚起步，处于萌芽期。

2. 具体技术现状：

（1）中国目前在激光熔覆、微弧氧化与PVD镀膜领域布局量较多，占据优势，在氮化工艺方面相对不足。

（2）宝鸡高新区企业重点关注的氮化、微弧氧化与PVD镀膜工艺均与全球热点一致，应坚持开展研发工作，而激光熔覆也为当前热点，应提起关注。同时氮化、激光熔覆、微弧氧化与PVD镀膜工艺的研究仍处于缓慢发展阶段，宝鸡高新区企业应尽快开展相关研究，优先占领市场。

（3）目前实现各技术功效的技术手段选取较为单一，且在提升耐磨性的同时进行一些同步改进的情况还较少，体现出目前此技术领域还处于发展初期，有待开发。

3. 重要创新主体现状：

（1）国外可重点关注俄罗斯乌法国立航空技术大学，国内可重点关注中科院、山东大学、西北有色金属研究院、南京理工大学和太原理工大学。宝鸡高新区企业在此领域布局量较少，创新水平相对不高。

（2）乌法国立航空技术大学在提高钛材耐磨性的表面改性处理技术领域保持着较好的创新热度，国内优势创新主体发展则较为平缓。

（3）国外创新主体均较为关注氮化相关工艺，国内除太原理工大学在氮化工艺领域研究较多外，大部分国内创新主体更多的关注微弧氧化与激光熔覆工艺。

第四章 重点技术路线分析

根据调研结果，宝鸡高新区企业重点关注技术工艺流程。因此针对本文第三章中3.2部分的分析结果，选择氮化、微弧氧化、PVD镀膜和激光熔覆四种重点工艺技术的重点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（如参考专利被引证数，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）。

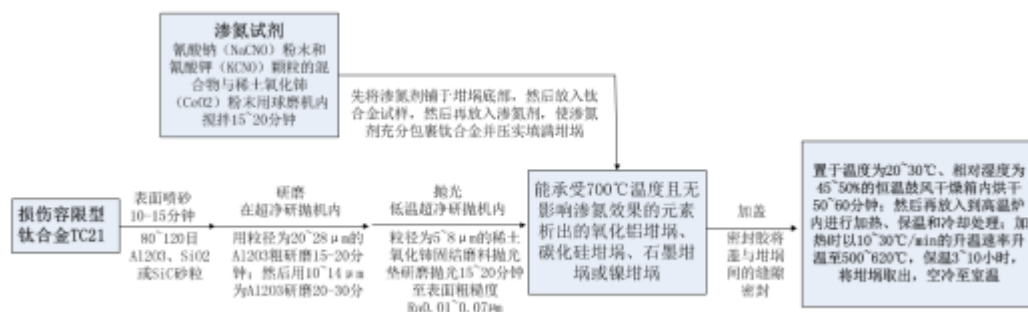
4.1 氮化

4.1.1 工艺流程路线

为清楚了解钛表面改性氮化工艺的流程路线，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。

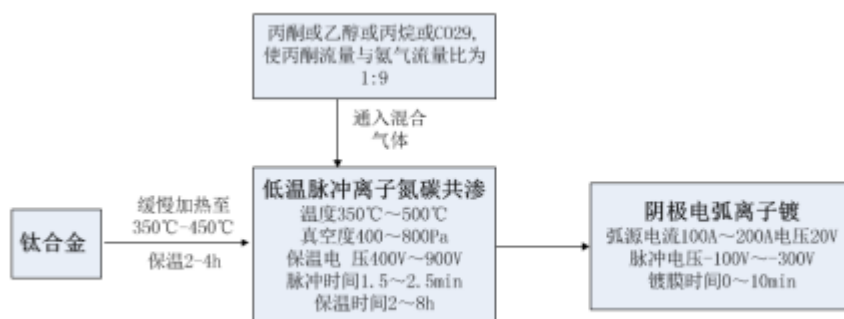
钛表面改性氮化工艺包括表面渗氮、氮离子注入和激光氮化三种。表面渗氮工艺是指一种在一定温度下一定介质中使氮原子渗入工件表层的化学热处理工艺，经表面渗氮处理的制品具有优异的耐磨性、耐疲劳性、耐蚀性及耐高温的特性，渗氮工艺一般包括气体渗氮与液体渗氮两种，其中气体渗氮流程一般为工件表面清洗—排除渗氮炉空气—进行渗氮—冷却。渗氮工艺具体流程路线如下所示：

（1）公开号：CN102965613A 申请人：南京航空航天大学
名称：一种钛合金低温表面渗氮方法



(2) 公开号: CN104862643A 申请人: 大连理工大学

名称: 钢铁、钛合金低温脉冲离子氮碳共渗及阴极电弧离子镀M/MN交替镀膜厚膜工艺



(3) 公开号: CN106480399A 申请人: 南京工程学院

名称: 一种在钛合金表面制备梯度纳米结构氮化层的方法



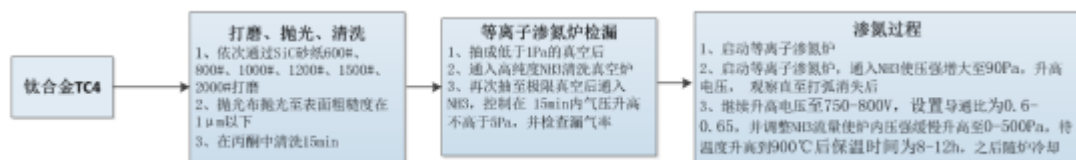
(4) 公开号: CN106835006A 申请人: 中南大学

名称: 一种铝合金铸造用钛合金辐射杆的超声渗氮防护方法



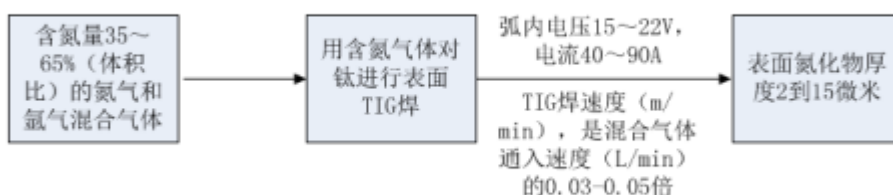
(5) 公开号: CN107962356A 申请人: 中国地质大学

名称: 一种航天钛合金TC4表面减摩耐磨强化层的制备方法



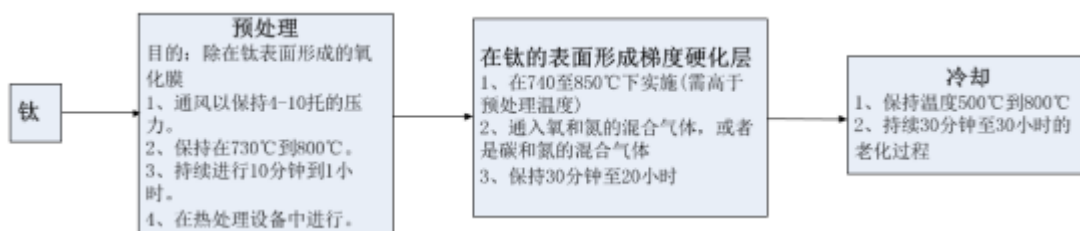
(6) 公开号：FR2661424A1 申请人：皮奇尼研究所

名称：Process for surface nitriding of an article made of titanium alloy and article obtained (钛合金制品及其制品的表面渗氮工艺)



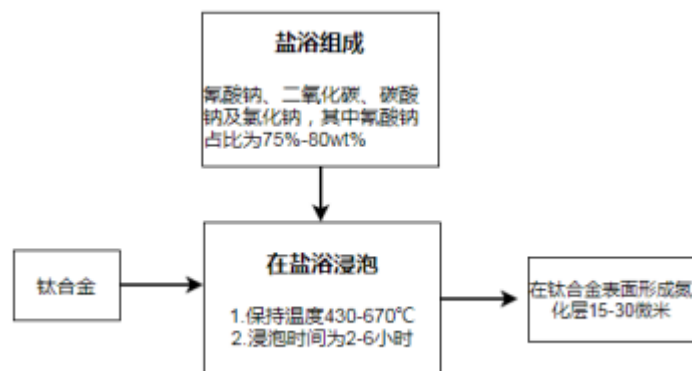
(7) 公开号：US20130248051A1 申请人：LEE DONG GEUN

名称：METHOD OF FORMING RIGID LAYER ON TITANIUM AND TITANIUM ALLOY HAVING RIGID LAYER FORMED BY THE SAME (在钛及钛合金上形成刚性层的方法)



(8) 公开号：KR20030090499A 申请人：KO JONG HO

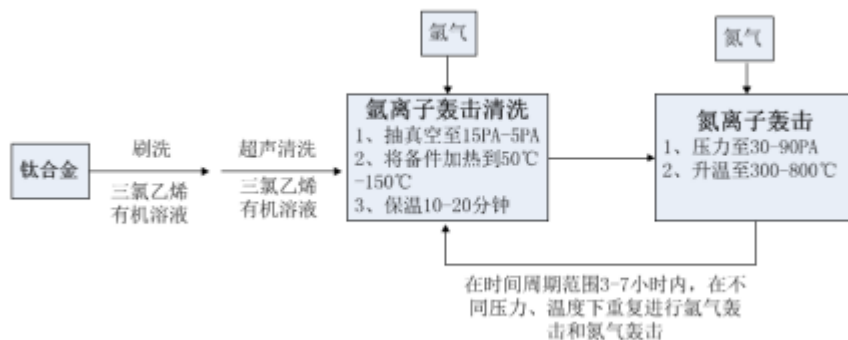
名称：A process for Heat treatment by Nitriding of base metals in the presence of Titanium (一种钛表面渗氮工艺)



氮离子注入技术是把氮离子束流照射到固体材料表面上并渗透入表面层中，从而改善材料表面组成及其性能的一种现代加工技术方法。通常离子束是这样形成的：先用自由电子或其他粒子轰击氮原子，使原子失去电子而形成离子，然后通过电场加速，再形成能量在103~106电子伏之间的氮离子束。当这种氮离子束照射到材料表面时，渗透的深度一般在距表面100~1000个原子层的范围内。该法的优点是：①离子的掺入量易于精确控制且在表面层中分布均匀；②在室温下即可进行操作加工；③在增加材料表面硬度、提高耐磨性和抗腐蚀性以及延长使用寿命等方面有显著效果；④被加工的原材料不但不出现变形，而且获得强化，产品质量大大提高。目前国内外采用的具体工艺流程示例如下所示：

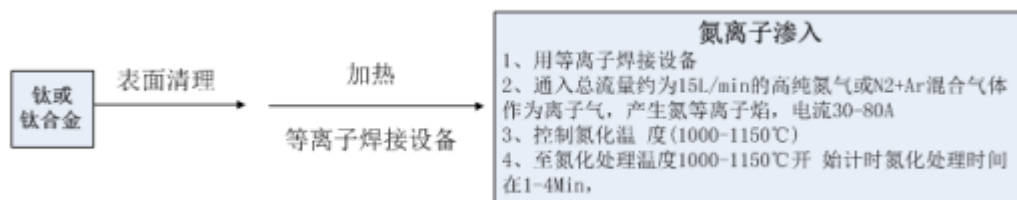
（1）公开号：CN101144129A 申请人：丁襄

名称：耐磨、耐腐蚀备件及其表面处理工艺



（2）公开号：CN101570845A 申请人：吉林大学

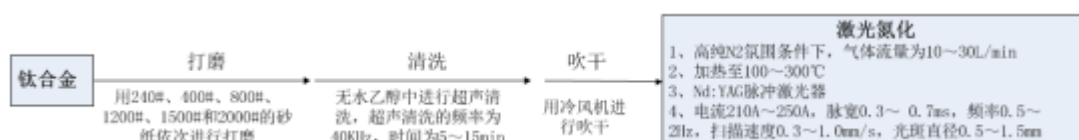
名称：一种钛及钛合金表面氮化方法



激光表面氮化工艺即离子氮化与激光表面相变硬化处理结合的复合工艺，该复合工艺可改善金属材料表面性能的不足，并达到单一工艺处理难以达到的优良性能，具体工艺流程如下：

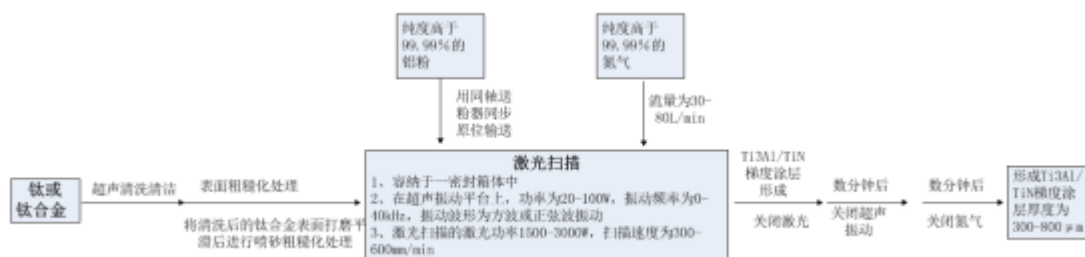
(1) 公开号：CN107345289A 申请人：暨南大学

名称：一种激光制备钛合金含氮化钛涂层织构化表面的方法



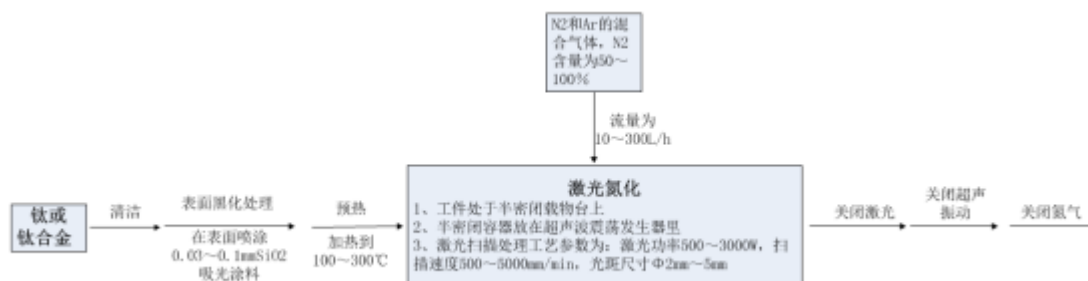
(2) 公开号：CN106947970A 申请人：华东理工大学

名称：一种钛及钛合金表面制备细晶Ti₃Al/TiN梯度涂层的方法和装置



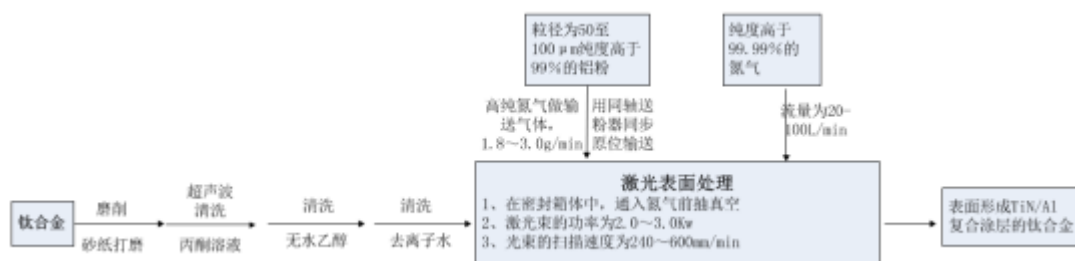
(3) 公开号：CN102676981A 申请人：山东万丰煤化工设备制造有限公司

名称：一种钛及钛合金表面激光制备氮化钛梯度涂层的方法



(4) 公开号：CN102676982A 申请人：华东理工大学

名称：TiN/Al复合涂层的快速原位制备方法



4.1.2重要专利列表

根据2.2.3中的重点专利筛选方法，选取钛表面氮化领域的重要专利，为企业提供专利参考。

表4.1 重要专利列表

序	申请人	申请年	公开号	专利名称
1	中原工学院	2016	CN105568213 A	一种钛合金叶片的结构化防水蚀层的制备工艺
2	中国科学院宁波材料技术与工程研究所	2014	CN103952660 A	具有氮化物膜的复合材料及其制法和应用
3	中国船舶重工集团公司第七二五研究所	2013	CN103334106 A	一种钛及钛合金球阀密封副和摩擦副的表面硬化处理方法
4	太原理工大学	2015	CN104862649 A	一种钛合金表面梯度Ni/TiN复合改性层的制备方法
5	沈阳黎明航空发动机(集团)有限责任公司	2013	CN103602946 A	一种提高钛合金轴承座表面耐磨性的方法
6	深圳清华大学研究院	2014	CN104138616 A	一种医用钛及钛合金表面氧化-镀碳-类金刚石复合膜及其制备方法
7	山东科技大学	2012	CN102719691 A	一种具有TiN涂层的多孔膜及其制备方法
8	南京航空航天大学	2012	CN102965613 A	一种钛合金低温表面渗氮方法
9	南京工程学院;合肥通用职业技术学院	2016	CN106480399 A	一种在钛合金表面制备梯度纳米结构氮化层的方法
10	华东理工大学	2012	CN102676982 A	TiN/Al复合涂层的快速原位制备方法
11	南京航空航天大学	2012	CN102965613A	一种钛合金低温表面渗氮方法
12	大连理工大学	2015	CN104862643A	钢铁、钛合金低温脉冲离子氮碳共渗及阴极电弧离子镀M/MN交替镀膜工艺
13	南京工程学院	2016	CN106480399A	一种在钛合金表面制备梯度纳米结构氮化层的方法

14	中南大学	2017	CN106835006A	一种铝合金铸造用钛合金 辐射杆的超声渗氮防护方 法
15	中国地质大学	2017	CN107962356A	一种航天钛合金TC4表面减 摩耐磨强化层的制备方法
16	丁襄	2007	CN101144129A	耐磨、耐腐蚀备件及其表 面处理工艺
17	吉林大学	2009	CN101570845A	一种钛及钛合金表面氮化 方法
18	暨南大学	2017	CN107345289A	一种激光制备钛合金含氮 化钛涂层结构化表面的方 法
19	华东理工大学	2017	CN106947970A	一种钛及钛合金表面制备 细晶Ti ₃ Al/TiN梯度涂层的 方法和装置
20	山东万丰煤化工设备制造 有限公司	2011	CN102676981A	一种钛及钛合金表面激光 制备氮化钛梯度涂层的方 法
21	国立大学法人熊本大学	2010	JPWO2011092 998A1	Finishing method and the surface of the metal the metal product which is improved
22	贵州师范大学	2015	CN105420663 A	一种钛合金碳氮复合渗的 表面处理方法
23	大连理工大学	2015	CN104862643 A	钢铁、钛合金低温脉冲离 子氮碳共渗及阴极电弧离 子镀M/MN交替镀厚膜工 艺
24	VERSITECH LIMITED;THE CITY UNIVERSITY OF HONG KONG	2006	US7803234B2	Surface treated shape memory materials and methods for making same
25	SHONAN CHIKKA KOGYO KK	1994	JPH0860336A	PRODUCTION OF SURFACE HARDENED TITANIUM AND TITANIUM ALLOY ARTICLES AND APPARATUS FOR PRODUCING THE SAME
26	PECHINEY RECHERCHE	1990	FR2661424A1	Process for surface nitriding of an article made of titanium alloy and article obtained
27	G&H TECHNOLOGIES, LLC	2015	US9945021B2	Wear resistant vapor deposited coating, method of coating deposition and applications therefor
28	皮奇尼研究所	1990	FR2661424A1	Process for surface nitriding of an article made of titanium alloy and article obtained
29	LEE DONG GEUN	2012	US20130248051 A1	METHOD OF FORMING RIGID LAYER ON TITANIUM AND TITANIUM ALLOY

				HAVING RIGID LAYER FORMED BY THE SAME
30	KO JONG HO	2003	KR2003009049 9A	A process for Heat treatment by Nitriding of base metals in the presence of Titanium

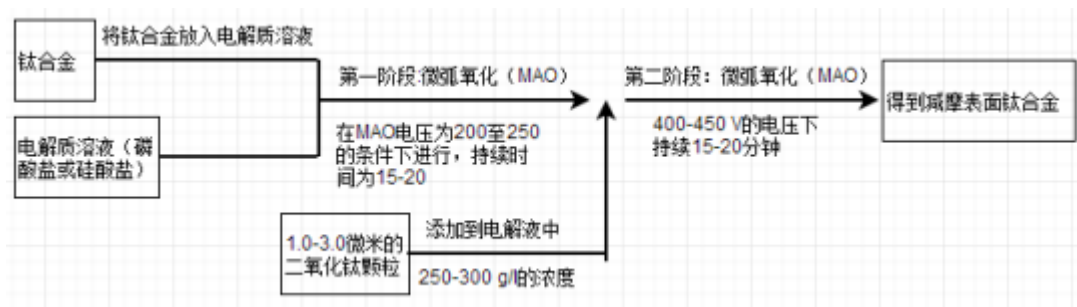
4.2微弧氧化

4.2.1工艺流程路线

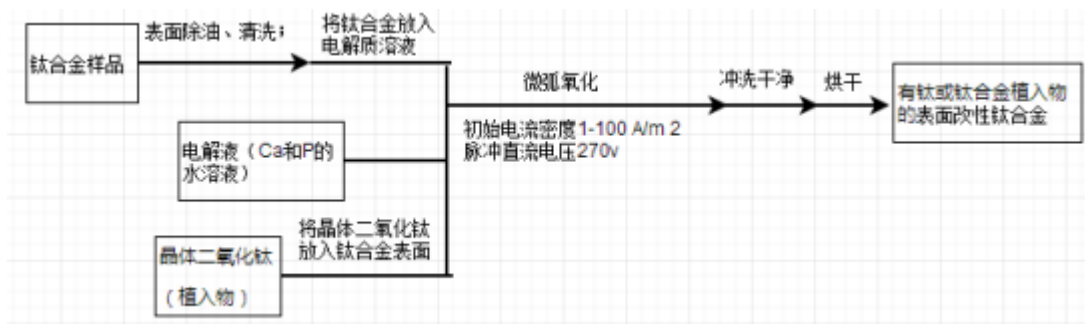
为清楚了解微弧氧化的工艺流程，本节深入阅读并梳理专利中的工艺流程路线，总结归纳，为宝鸡高新区企业的创新研发和专利布局提供线索。

微弧氧化又称等离子体电解氧化、微等离子体氧化等，是指在普通阳极氧化的基础上，利用弧光放电增强并激活在阳极上发生的反应，从而在以铝、钛、镁等金属及其合金为材料的工件表面形成优质的强化陶瓷膜的方法，通过使用专用的微弧氧化电源在工件上施加电压，使工件表面的金属与电解质溶液相互作用，在工件表面形成微弧放电，在高温、电场等因素的作用下，金属表面形成陶瓷膜，达到工件表面强化的目的。具体体现研工艺流程如下所示：

（1）公开号：RU2367728C1 申请人：中央建筑材料科学研究院（俄罗斯）
名称：OXIDATION METHOD OF TITANIUM ALLOY FOR ANTIFRICTIONAL BUILDING-UP（提高钛合金耐磨性的氧化方法）

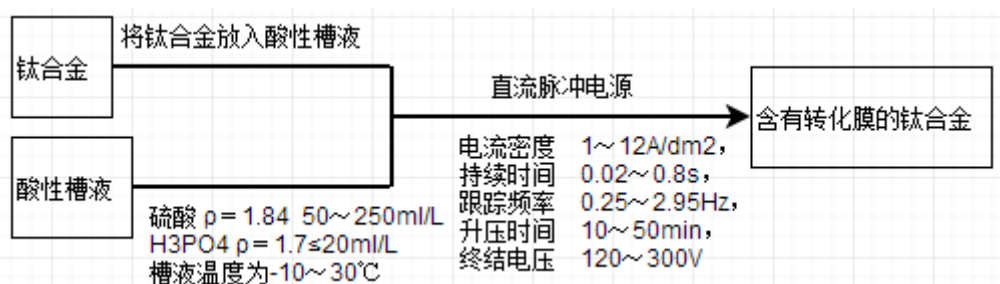


（2）公开号：KR20030091786A 申请人：HEO SUNG JOO
名称：METHOD FOR MODIFYING SURFACES OF TITANIUM IMPLANT BY MICRO-ARC OXIDATION（改善钛植入物表面的微弧氧化法）



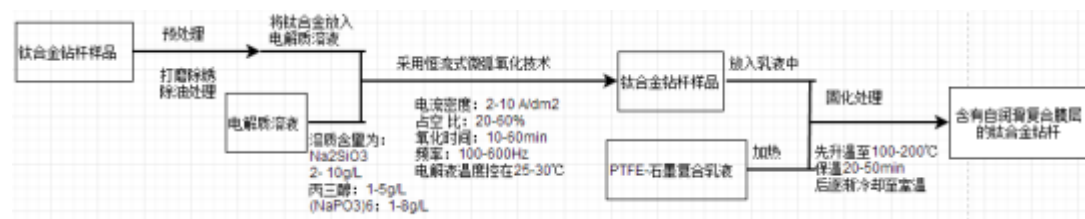
(3) 公开号: CN1386917A 申请人: 沈阳黎明航空发动机集团公司

名称: 一种钛合金微弧氧化技术



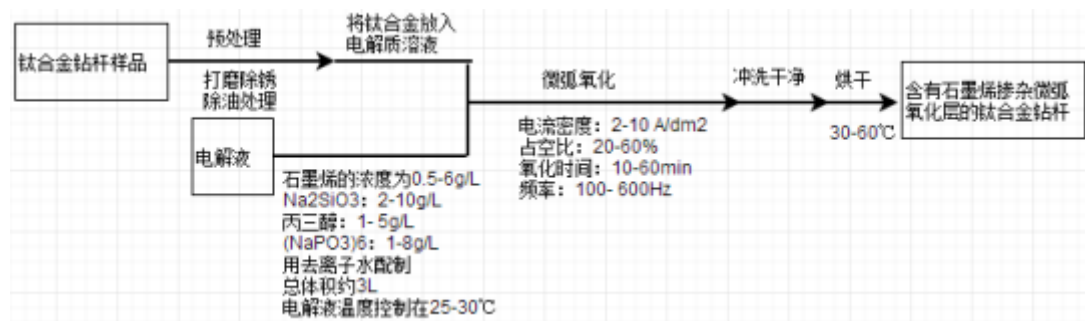
(4) 公开号: CN108411348A 申请人: 西南石油大学

名称: 两步法制备钛合金钻杆表面自润滑复合膜层的方法



(5) 公开号: CN108360041A 申请人: 西南石油大学

名称: 一种石墨烯掺杂钛合金钻杆微弧氧化层的制备方法



(6) 公开号: CN107130280A 申请人: 含山瑞可金属有限公司

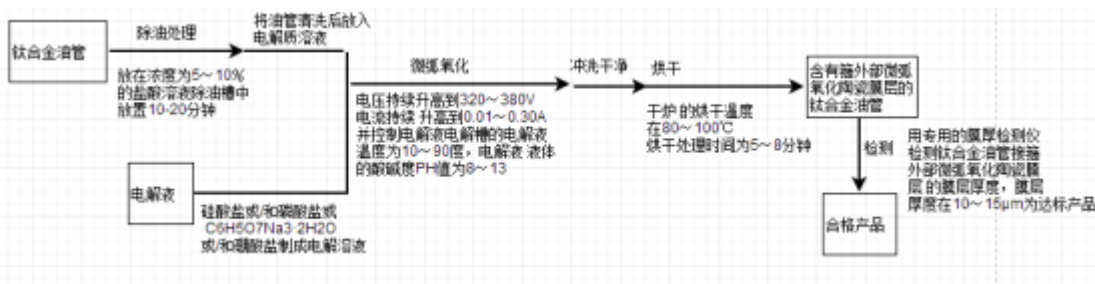
名称: 一种具有耐磨润滑涂层的钛合金连接件



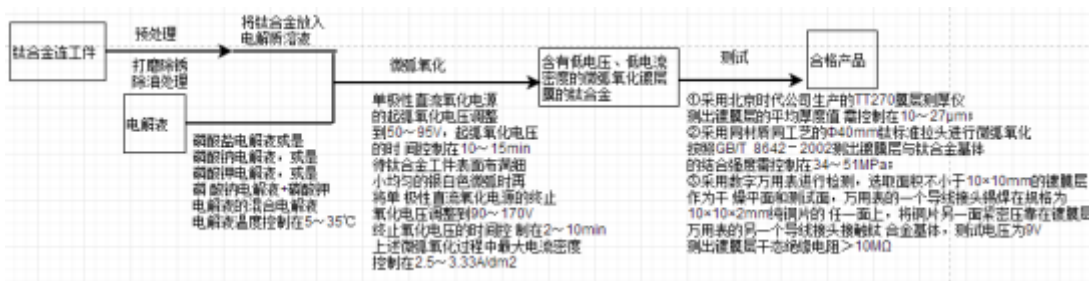
(7) 公开号：CN105596043A 申请人：北京天助畅运医疗技术股份有限公司
名称：钛钉以及含有钛钉的软组织固定装置



(8) 公开号：CN104195616A 申请人：攀钢集团
名称：钛合金油管接箍表面的微弧氧化处理方法

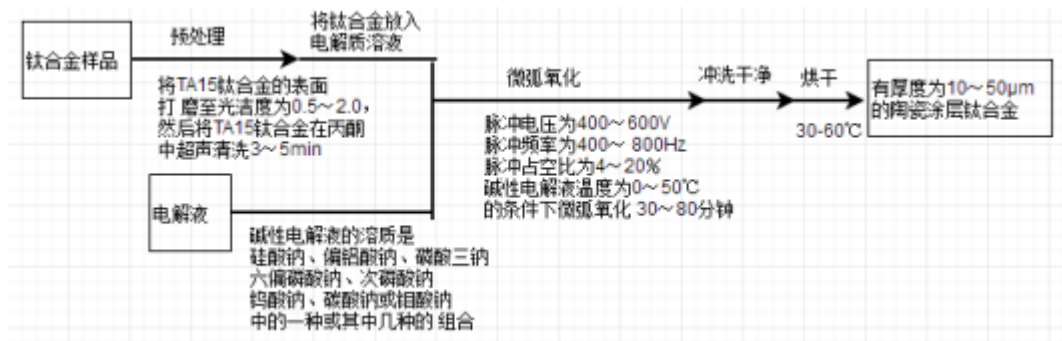


(9) 公开号：CN103266339A 申请人：中船重工七二五研究所
名称：一种钛合金工件低电压、低电流密度的微弧氧化方法



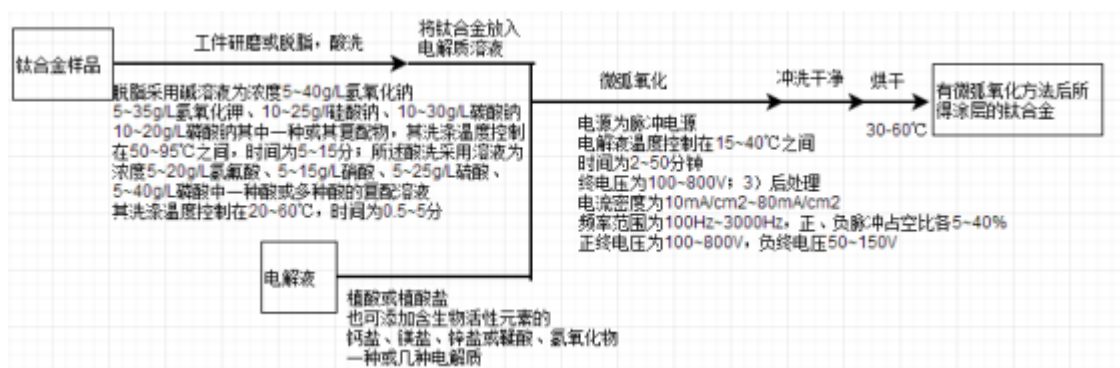
(10) 公开号: CN101260558A 申请人: 哈尔滨工业大学

名称: TA15钛合金表面抗腐耐磨陶瓷涂层的制备方法



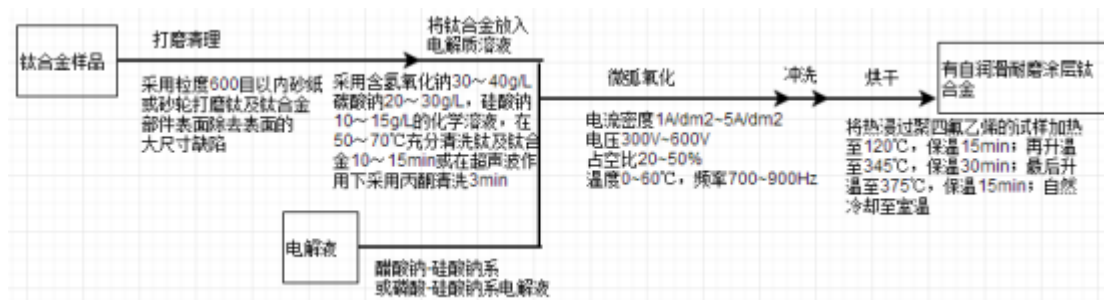
(11) 公开号: CN103911644A 申请人: 江西科技师范大学

名称: 钛合金微弧氧化电解液及微弧氧化方法



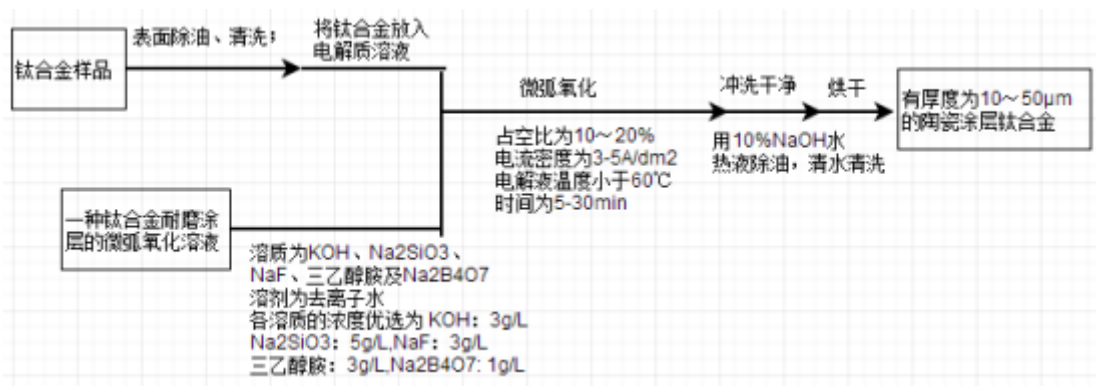
(12) 公开号: CN103498181A 申请人: 沈阳理工大学

名称: 钛及钛合金表面自润滑耐磨涂层的制备方法



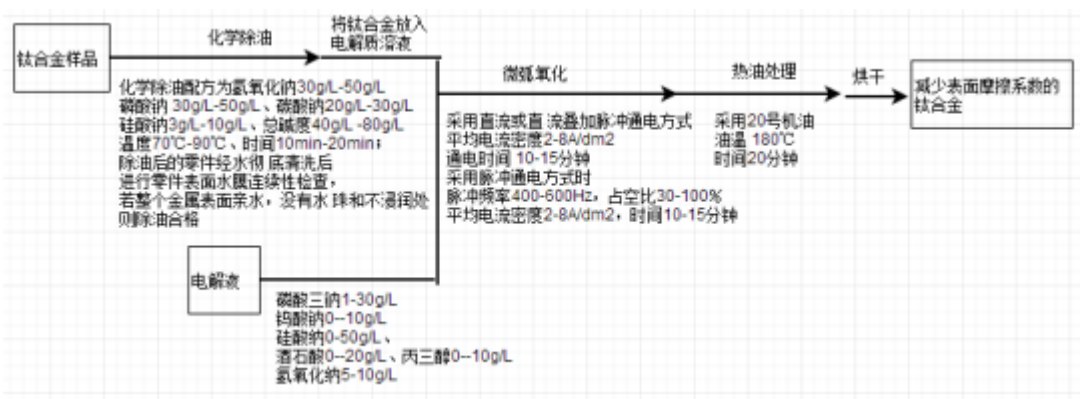
(13) 公开号: CN102199785A 申请人: 上海理工大学

名称: 一种钛合金耐磨涂层的微弧氧化溶液及其应用



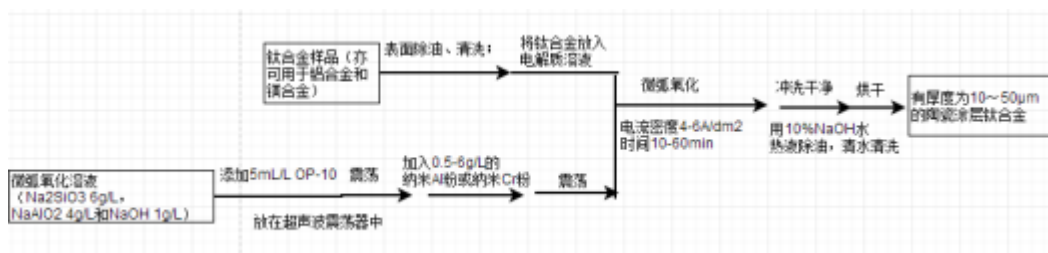
(14) 公开号: CN101280450A 申请人: 南昌航空大学

名称: 一种减少钛合金表面摩擦系数的微弧氧化工艺



(15) 公开号: CN101892507A 申请人: 南昌航空大学

名称: 一种提高钛合金微弧氧化膜生长速度的方法



4.2.2重要专利列表

根据2.2.3中的重点专利筛选方法, 选取微弧氧化领域的重要专利, 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	中国科学院金属研究所	2015	CN106676605A	具有点阵结构多孔的纯钛或钛合金表面多孔生物活性陶瓷膜的制备方法及其

				应用
2	中国科学院金属研究所	2015	CN106676604A	具有点阵结构多孔的钛或钛合金表面抑菌生物活性陶瓷膜的制备方法及其应用
3	中国船舶重工集团公司第七二五研究所	2013	CN103266339A	一种钛合金工件低电压、低电流密度的微弧氧化方法
4	浙江工业大学	2016	CN106011971A	一种在钛合金表面制备陶瓷膜/釉膜复合涂层的方法
5	西北有色金属研究院	2009	CN101660190A	一种外科植入用钛及钛合金表面黑色保护膜的制备方法
6	太原理工大学	2015	CN105039982A	一种钛镍合金表面制备碳纳米管增强复合陶瓷层的方法
7	沈阳理工大学	2015	CN104947107A	一种钛及钛合金表面抗氧化耐磨损复合涂层及其制备方法
8	上海理工大学	2011	CN102199785A	一种钛合金耐磨涂层的微弧氧化溶液及其应用
9	南京理工大学;南京常荣声学股份有限公司	2016	CN105648499A	一种钛合金表面梯度减摩耐磨涂层及其制备方法
10	南京理工大学;南京鸿晟健生物科技有限公司	2014	CN104480511A	一种钛合金表面复合耐磨减摩涂层及其制备方法
11	南京航空航天大学	2016	CN106757274A	一步法制备黑色氧化钛/氧化铝复合陶瓷涂层的方法
12	昆明理工大学	2017	CN107142511A	一种微弧氧化制备多孔生物陶瓷膜的方法
13	哈尔滨工业大学	2013	CN103320838A	一种TC4钛合金表面原位生长黄色陶瓷膜层的方法
14	哈尔滨工程大学	2012	CN102703892A	微弧氧化涂层硅烷化处理液及封孔方法
15	广州中国科学院先进技术研究所	2013	CN103526260A	钛合金骨科手术器械的表面处理工艺
16	北京科技大学	2013	CN103060881A	钛合金表面黑色抗高温氧化涂层制备方法
17	宝鸡三盛稀有金属科技有限公司	2014	CN103849916A	一种微弧氧化法制备钛合金表面高光洁度陶瓷耐磨层的方法及微弧氧化溶液
18	沈阳黎明航空发动机集团公司	2002	CN1386917A	一种钛合金微弧氧化技术
19	西南石油大学	2017	CN108411348A	两步法制备钛合金钻杆表面自润滑复合膜层的方法
20	西南石油大学	2017	CN108360041A	一种石墨烯掺杂钛合金钻杆微弧氧化层的制备方法
21	含山瑞可金属有限公司	2017	CN107130280A	一种具有耐磨润滑涂层的钛合金连接件
22	北京天助畅运医疗技术股份有限公司	2016	CN105596043A	钛钉以及含有钛钉的软组织固定装置
23	攀钢集团	2014	CN104195616A	钛合金油管接箍表面的微弧氧化处理方法

24	哈尔滨工业大学	2008	CN101260558A	TA15钛合金表面抗腐耐磨陶瓷涂层的制备方法
25	江西科技师范大学	2014	CN103911644A	钛合金微弧氧化电解液及微弧氧化方法
26	沈阳理工大学	2013	CN103498181A	钛及钛合金表面自润滑耐磨涂层的制备方法
27	南昌航空大学	2008	CN101280450A	一种减少钛合金表面摩擦系数的微弧氧化工艺
28	南昌航空大学	2010	CN101892507A	一种提高钛合金微弧氧化膜生长速度的方法
29	中央建筑材料科学研究院	2008	RU2367728C1	OXIDATION METHOD OF TITANIUM ALLOY FOR ANTIFRICTIONAL BUILDING-UP
30	HEO SUNG JOO	2003	KR20030091786A	METHOD FOR MODIFYING SURFACES OF TITANIUM IMPLANT BY MICRO-ARC OXIDATION

4.3 PVD镀膜

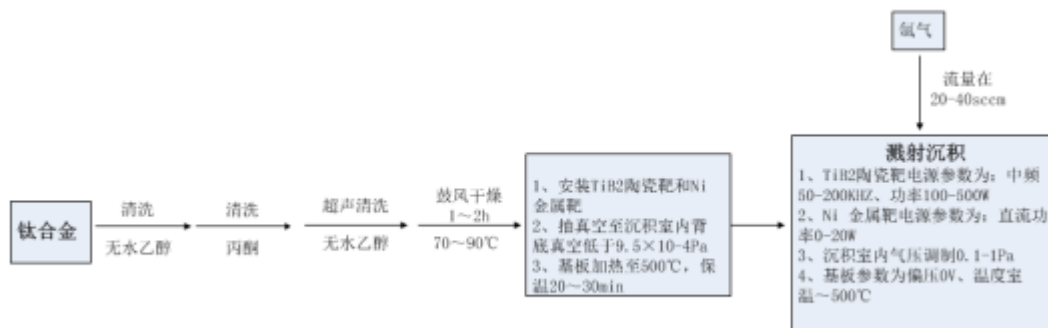
4.3.1 工艺流程路线

为清楚了解PVD镀膜工艺的路线，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。

PVD即物理气相沉积，是当前国际上广泛应用的先进的表面处理技术。其工作原理就是在真空条件下，利用气体放电使气体或被蒸发物质部分离化，在气体离子或被蒸发物质离子轰击作用的同时把蒸发物或其反应物沉积在基材上。它具有沉积速度快和表面清洁的特点，特别具有膜层附着力强、绕性好、可镀材料广泛等优点。具体工艺流程如下所示：

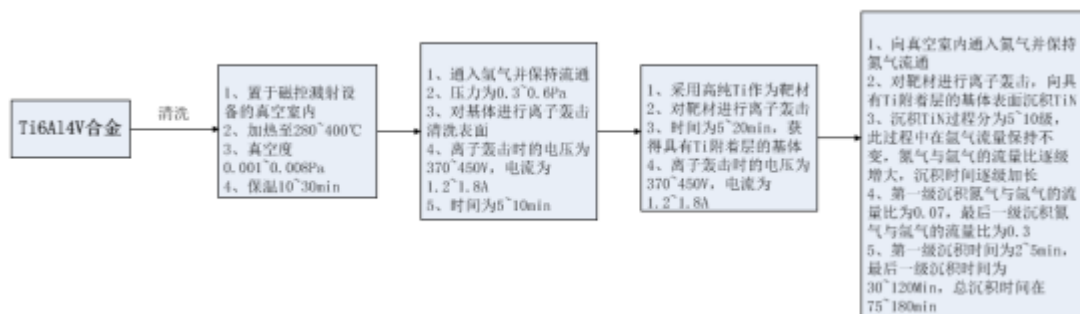
（1）公开号：CN103160776A 申请人：中科院

名称：一种二硼化钛-镍涂层或薄膜及其制备方法



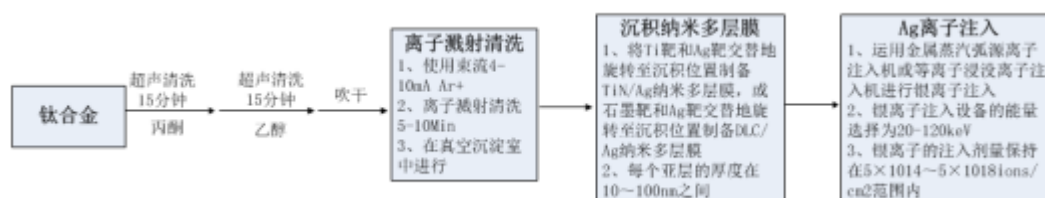
(2) 公开号: CN104862657A 申请人: 东北大学

名称: 一种钛合金表面纳米Ti/TiN梯度膜及其制备方法



(3) 公开号: CN106175996A 申请人: 天津医科大学

名称: 表面具有富银纳米多层膜修饰的椎间融合器及制备方法



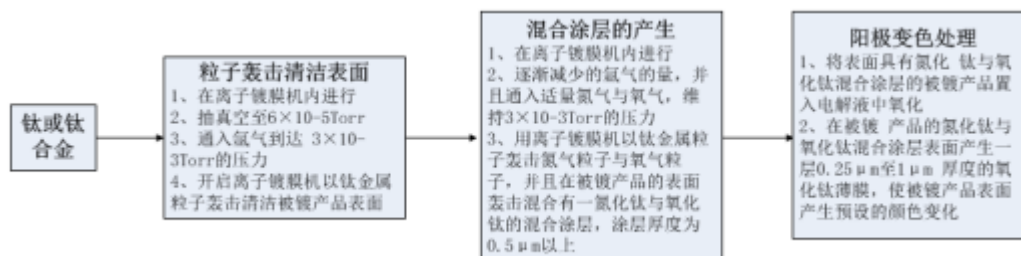
(4) 公开号: CN106435584A 申请人: 安徽工业大学

名称: 一种热喷涂-PVD复合涂层及其制备方法



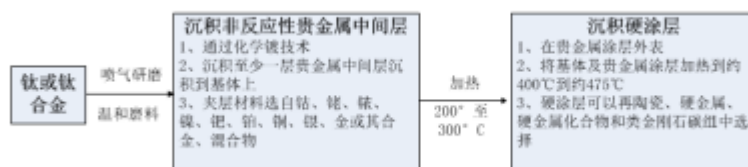
(5) 公开号: CN1710151A 申请人: 柳志欣

名称: 一种增加钛及钛合金阳极处理薄膜硬度的方法



(6) 公开号: US4902535A 申请人: 气体产品与化学公司

名称：Method for depositing hard coatings on titanium or titanium alloys（在钛或钛合金上沉积硬涂层的方法）



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PVD镀膜领域的重要专利，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	中国科学院宁波材料技术与工程研究所	2014	CN103952660 A	具有氮化物膜的复合材料及其制法和应用
2	中国科学院宁波材料技术与工程研究所	2011	CN103160776 A	一种二硼化钛-镍涂层或薄膜及其制备方法
3	中国科学院金属研究所	2016	CN105908131 A	一种可热生长氧化铝膜的TiAl涂层及其制备方法
4	东北大学	2015	CN104862657 A	一种钛合金表面纳米Ti/TiN梯度膜及其制备方法
5	大连理工大学	2015	CN104862643 A	钢铁、钛合金低温脉冲离子氮碳共渗及阴极电弧离子镀M/MN交替镀厚膜工艺
6	天津医科大学	2016	CN106175996A	表面具有富银纳米多层膜修饰的椎间融合器及制备方法
7	安徽工业大学	2016	CN106435584A	一种热喷涂-PVD复合涂层及其制备方法
8	柳志欣	2004	CN1710151A	一种增加钛及钛合金阳极处理薄膜硬度的方法
9	气体产品与化学公司	1987	US4902535A	Method for depositing hard coatings on titanium or titanium alloys

4.4激光熔覆

4.4.1工艺流程路线

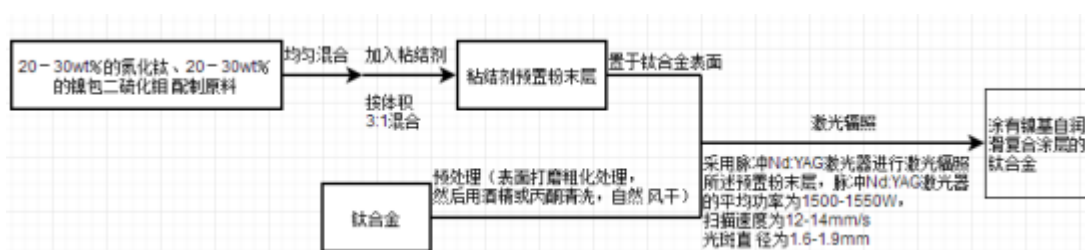
为清楚了解激光熔覆工艺的流程路线，本节深入阅读并梳理专利中的工艺路线，总结归纳，为宝鸡高新区企业研发创新和专利布局提供线索。

激光熔覆亦称激光包覆或激光熔敷，是一种新的表面改性技术，是指以不同的添料方式在被熔覆基体表面上放置被选择的涂层材料经激光辐照使之和基

体表面一薄层同时熔化，并快速凝固后形成稀释度极低，与基体冶金结合的
表面涂层，显著改善基层表面的耐磨、耐蚀、耐热、抗氧化及电气特性的工艺
方法，从而达到表面改性或修复的目的，既满足了对材料表面特定性能的要
求，又节约了大量的贵重元素。与堆焊、喷涂、电镀和气相沉积相比，激光熔
覆具有稀释度小、组织致密、涂层与基体结合好、适合熔覆材料多、粒度及含
量变化大等特点，因此激光熔覆技术应用前景十分广阔。目前专利文献中的具
体工艺流程如下所示：

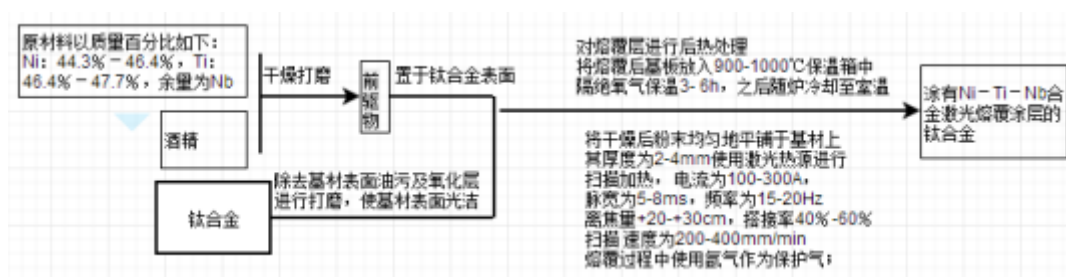
(1) 公开号：CN108411300A 申请人：上海工程技术大学

名称：一种钛合金表面激光熔覆镍基自润滑涂层及其制备方法



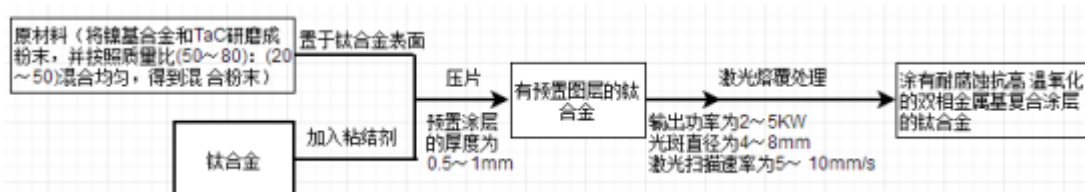
(2) 公开号：CN108359972A 申请人：大连海事大学

名称：Ni-Ti-Nb合金激光熔覆涂层及其制备方法



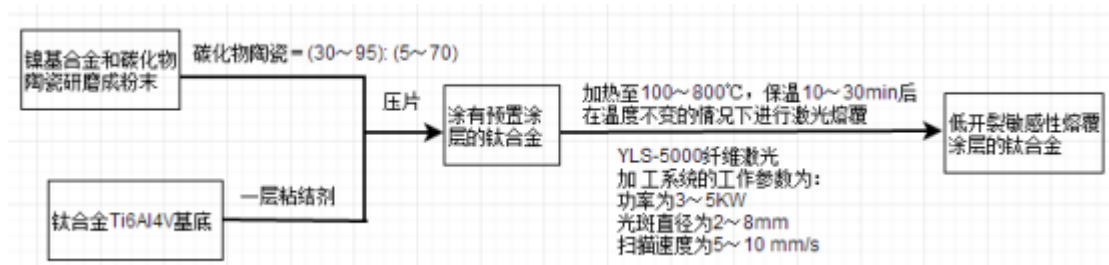
(3) 公开号：CN106319512A 申请人：上海工程技术大学

名称：一种耐腐蚀抗高温氧化的双相金属基复合涂层及制备方法



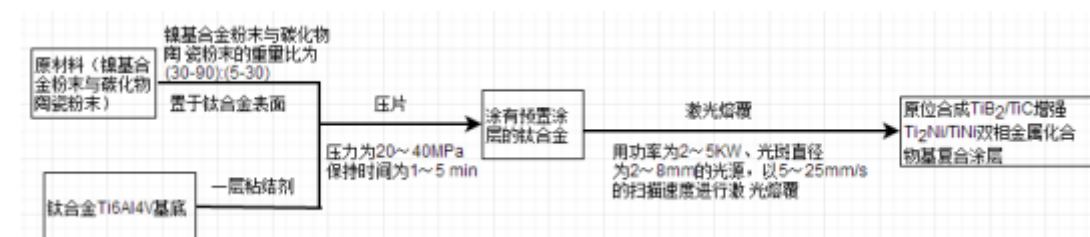
(4) 公开号：CN105937035A 申请人：上海工程技术大学

名称：一种用于钛合金的激光熔覆方法



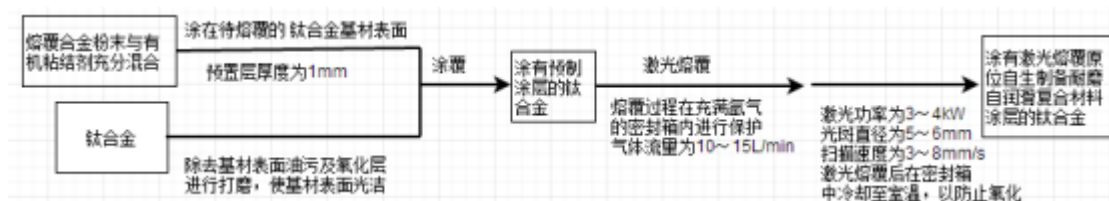
(5) 公开号: CN105112907A 申请人: 上海工程技术大学

名称: 原位合成TiB₂/TiC增强Ti₂Ni/TiNi双相金属化合物基复合涂层及其制备方法



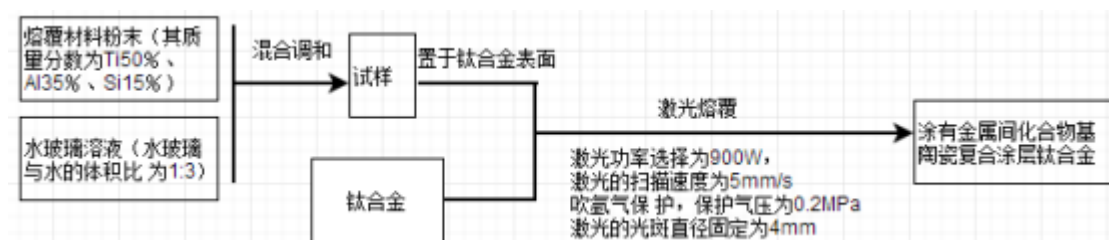
(6) 公开号: CN104480460A 申请人: 北京航空航天大学

名称: 一种钛合金表面激光熔覆原位自生制备耐磨自润滑涂层



(7) 公开号: CN104152895A 申请人: 山东大学

名称: 一种钛合金表面金属间化合物基陶瓷复合涂层的制备工艺



(8) 公开号: CN104087789A 申请人: 苏州大学

名称: 用于钛合金表面的自润滑耐磨复合涂层及其制备方法



(9) 公开号: CN103060799A 申请人: 苏州大学

名称：一种用于提高钛合金表面自润滑耐磨性能的材料及其应用



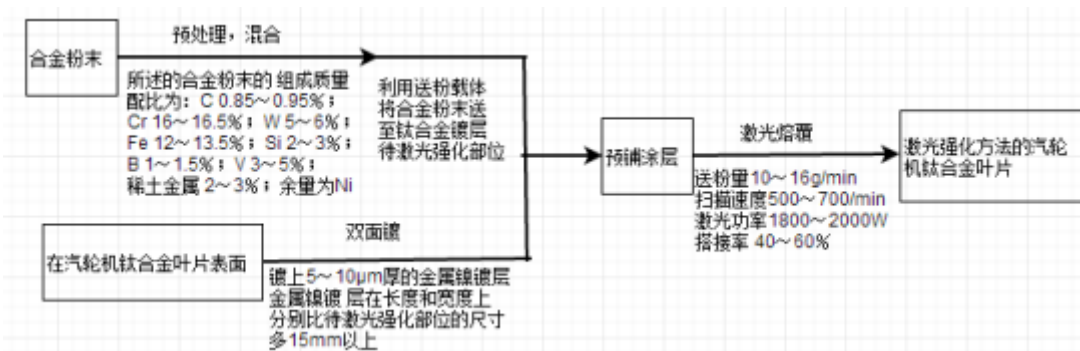
(10) 公开号：CN103042207A 申请人：苏州大学

名称：一种用于提高钛合金表面高温耐磨减摩性能的材料及其应用



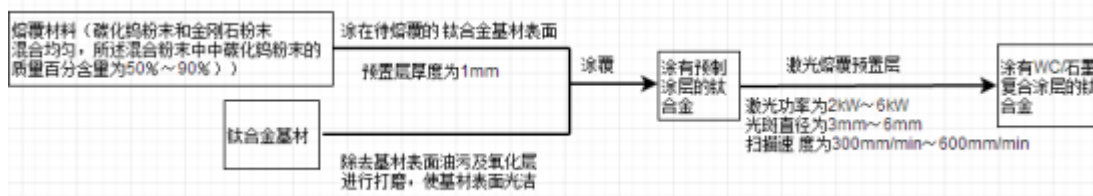
(11) 公开号：CN102312237A 申请人：浙江工业大学

名称：一种汽轮机钛合金叶片的激光强化方法



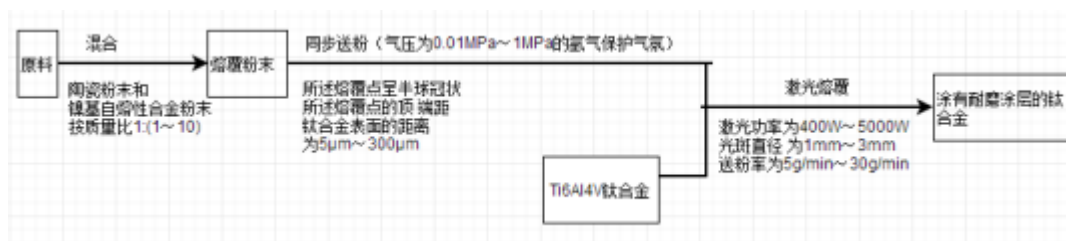
(12) 公开号：CN105386040A 申请人：西北有色金属研究院

名称：一种在钛合金表面制备WC/石墨复合涂层的方法



(13) 公开号：CN105063613A 申请人：西北有色金属研究院

名称：一种在钛合金表面制备耐磨涂层的方法



(14) 公开号: CN104145040A 申请人: 联邦科学与工业研究组织

名称: 表面



4.4.2重要专利列表

根据2.2.3中的重点专利筛选方法, 选取激光熔覆领域的重要专利, 为企业提供专利参考。

表4.4 重要专利列表

序号	申请人	申请年	公开号	名称
1	浙江工业大学; 杭州博华激光技术有限公司	2011	CN102312237A	一种汽轮机钛合金叶片的激光强化方法
2	西北有色金属研究院	2015	CN105386040A	一种在钛合金表面制备WC/石墨复合涂层的方法
3	西北有色金属研究院	2015	CN105063613A	一种在钛合金表面制备耐磨涂层的方法
4	西安宇丰喷涂技术有限公司	2016	CN106086877A	一种基于提高钛合金表面熔点的激光熔覆涂层表面强化方法
5	苏州大学张家港工业技术研究院	2015	CN104862695A	一种复合涂层、钛合金基复合材料及其制备方法
6	苏州大学	2014	CN104087789A	用于钛合金表面的自润滑耐磨复合涂层及其制备方法
7	上海理工大学	2015	CN105483432A	一种钛合金耐磨层及其制备方法
8	上海工程技术大学	2015	CN105112907A	原位合成TiB ₂ /TiC增强Ti ₂ Ni/TiNi双相金属化合物基复合涂层及制备方法
9	上海工程技术大学	2011	CN102268672A	原位自生碳化钛颗粒增强镍基梯度涂层的制备方法
10	山东建筑大学	2015	CN104862696A	一种通过碳纳米管添加制备激光轻质梯度复合材料的方法
11	山东大学	2014	CN104152895A	一种钛合金表面金属间化合物基陶瓷复合涂层

				的制备工艺
12	山东大学	2013	CN103695898A	一种钛合金表面金属陶瓷复合涂层及其制备工艺
13	山东大学	2013	CN103668186A	一种钛合金激光熔覆表面强化方法
14	山东大学	2013	CN103614723A	一种钛合金表面TiC增强钴基金属陶瓷复合涂层及其制备工艺
15	山东大学	2012	CN102618866A	一种增强钛合金表面激光熔覆层的方法
16	南京航空航天大学	2015	CN104805450A	三相铝钛铜微米颗粒增强型铝合金防护涂层及制备方法
17	南京航空航天大学	2012	CN102605230A	双相纳米颗粒增强型钛合金防护涂层及制备方法
18	福建工程学院	2016	CN105562932A	一种搅拌摩擦焊搭接激光熔覆复合涂层的方法
19	北京航空航天大学	2014	CN104480460A	一种钛合金表面激光熔覆原位自生制备耐磨自润滑涂层
20	上海工程技术大学	2017	CN108411300A	一种钛合金表面激光熔覆镍基自润滑涂层及其制备方法
21	大连海事大学	2017	CN108359972A	Ni-Ti-Nb合金激光熔覆涂层及其制备方法
22	上海工程技术大学	2016	CN106319512A	一种耐腐蚀抗高温氧化的双相金属基复合涂层及制备方法
23	上海工程技术大学	2016	CN105937035A	一种用于钛合金的激光熔覆方法
24	苏州大学	2013	CN103060799A	一种用于提高钛合金表面自润滑耐磨性能的材料及其应用
25	苏州大学	2013	CN103042207A	一种用于提高钛合金表面高温耐磨减摩性能的材料及其应用
26	浙江工业大学	2011	CN102312237A	一种汽轮机钛合金叶片的激光强化方法
27	联邦科学与工业研究组织	2013	CN104145040A	表面

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：

目前全球主要布局市场为中国、日本、俄罗斯与美国。全球在提高耐磨性

的钛材表面改性处理技术上的相关研究起始于1978年，中国起始于1990年，均已进入快速发展阶段。

2. 具体技术现状：

(1) 中国目前在激光熔覆、微弧氧化与PVD镀膜领域布局量较多，占据优势，在氮化工艺方面相对不足。

(2) 氮化、激光熔覆、微弧氧化与PVD镀膜工艺的研究虽处于缓慢发展阶段，但发展形式较好。

(3) 目前实现各技术功效的技术手段选取较为单一，且在提升耐磨性的同时进行一些同步改进的情况还较少，体现出目前此技术领域还处于发展初期，有待开发。

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乌法国立航空技术大学，国内可重点关注中科院、山东大学、西北有色金属研究院、南京理工大学和太原理工大学。宝鸡高新区企业在此领域布局量较少，创新水平相对不高。

(2) 乌法国立航空技术大学在提高钛材耐磨性的表面改性处理技术领域保持着较好的创新热度，国内优势创新主体发展则较为平缓。

(3) 国外创新主体均较为关注氮化相关工艺，国内除太原理工大学在氮化工艺领域研究较多外，大部分国内创新主体更多的关注微弧氧化与激光熔覆工艺。

5.1.3针对宝鸡高新区技术现状的结论

宝鸡高新区在提高耐磨性的钛材表面改性处理技术上的相关**研究于2014年刚刚起步**，目前还处于**萌芽期**。

宝鸡高新区内在此领域进行布局的企业有宝鸡市瑞达有色金属有限公司和宝鸡三盛稀有金属科技有限公司，其中宝鸡市瑞达有色金属有限公司布局了两件专利，主题分别为“具有陶瓷膜层的新型打火机壳”和“具有陶瓷膜层的新式钛锅”，其中只是提到了采用微弧氧化工艺进行陶瓷膜层的制备，并没有进行具体的工艺描述，目前两件专利处于无权状态；宝鸡三盛稀有金属科技有限公司布局了一件专利，主题为“一种微弧氧化法制备钛合金表面高光洁度陶瓷耐磨层的

方法及微弧氧化溶液”，非常详尽的描述了微弧氧化工艺流程，并且目前仍处于授权状态。

5.1.4针对宝鸡高新区企业关注重点技术的结论

1. 氮化工艺

氮化工艺的相关研究处于缓慢增长阶段，该领域优势创新主体有乌法国立航空技术大学、新日铁住金和日立集团等。目前最常采用的工艺有表面渗氮工艺（热处理）、氮离子注入工艺（离子注入）和激光氮化工艺（激光热处理）。

2. 微弧氧化工艺

微弧氧化工艺相关研究处于缓慢增长阶段。该领域优势创新主体为中国科学院、哈尔滨工业大学和南京理工大学等，其中南京理工大学在该领域具有研发历程较长，创新活跃度很高和布局量较高的特点，值得重点关注。

3. PVD镀膜工艺

PVD镀膜工艺起步较早，较于其他三种重点工艺，发展相对缓慢。在该领域布局较多的市场为中国、美国、日本和欧专局，优势创新主体有中国科学院。

4. 激光熔覆工艺

激光熔覆相关研究虽起步较晚，但发展迅速，发展态势良好。该领域优势创新主体为山东大学和**西北有色金属研究院**等，其中西北有色金属研究院与宝鸡高新区在地理位置上十分靠近，利于就近合作。

5.2建议

5.2.1有序发展

宝鸡高新区企业重点关注的氮化、微弧氧化与PVD镀膜工艺均与全球热点一致，应结合重点专利，根据企业自身特点尽快开展在此领域的研究，而根据分析结果发现激光熔覆也为当前热点，宝鸡高新区相关企业也应提起重视。目前国内在微弧氧化、激光熔覆以及PVD镀膜上的布局量较多，而氮化工艺则相对不足，因此建议宝鸡高新区企业**将氮化工艺放在第一重点，加快研发进程，**

将微弧氧化、激光熔覆以及PVD镀膜技术放在第二重点，合理调配创新资源的投入。

引进或与优势创新主体合作有利于快速推进宝鸡高新区相关企业的研发进程，在国外优势创新主体的选取上，建议俄罗斯的乌法国立航空技术大学（氮化工艺），在国内优势创新主体的选取上，则建议中科院（微弧氧化和PVD镀膜）、山东大学（激光熔覆）、西北有色金属研究院（激光熔覆和微弧氧化）、南京理工大学（微弧氧化）和太原理工大学（热处理）等。

5.2.2重视专利挖掘与布局

宝鸡高新区企业在提高钛材表面耐磨性的表面处理方法领域中仅布局了两件专利，专利储备量相对较少，且专利技术全部集中于微弧氧化工艺，其中宝鸡市瑞达有色金属有限公司布局的专利内容均为采用微弧氧化方法进行了表面处理的生活用品，技术相关度较低，而宝鸡三盛稀有金属科技有限公司布局的专利十分详尽的描述了微弧氧化过程，且仍为授权状态，专利质量较高，专利技术对当前企业产品有一定的支撑，但对于宝鸡高新区想要开展的海洋工程用钛产业来说，支撑力度明显不足。

针对宝鸡高新区现有专利技术对企业将开展的海洋工程用钛产品支撑力度不足的问题，建议相关企业重视专利挖掘与布局，提高钛材耐磨性的表面处理方法作为制约中国海洋工程用钛产业发展的一个紧迫热点问题，未来几年将会不断有创新资源涌入，进行市场的抢夺，若宝鸡高新区内相关企业本身有相关产品却未进行专利申请，必将使自己处于被动地位，失去了前期优势，同时也无法保障自身的利益以及后续的深入发展，所以一定要尽快进行相关挖掘与申请，可以根据自身发展规划，优先加强优势产品的专利布局，从核心技术到外围专利技术均进行布局，打造保护企业产品的盾牌和攻击对手的长矛，为企业赢得市场份额，随后开展其它热点表面改性处理技术的研究，以确保自身的平衡发展；而针对当前既无产品也无专利，但在此领域有研究意向的企业，应优先开展氮化工艺的相关研究，从重点专利及工艺流程中获取思路，积极立项，并基于每一步的研究成果进行深入挖掘与布局，以确保产出产品的贸易自由，待有自身产品后，再按照此发展路径发展微弧氧化、PVD镀膜及激光熔覆工艺，逐步打开市场。

5.2.3具体技术布局建议

根据重点技术的工艺路线梳理结果，建议宝鸡高新区企业在氮化、微弧氧化、PVD镀膜以及激光熔覆领域选择合适的制备方法（工艺条件）以及根据不同工艺选择合适的膜组成作为研究对象。

1. 基于地域布局来看，目前氮化工艺与激光熔覆工艺在国外的布局较多，其中**氮化工艺**的布局地域除中国外主要集中于**日本、美国与俄罗斯**，而**激光熔覆工艺**则主要集中于**美国、日本和欧专局**，宝鸡高新区企业若有海外布局的需求，可以考虑在以上国家或根据自身产品推出方向进行布局。

2. 基于宝鸡高新区专利技术现状来看，目前宝鸡仅在微弧氧化工艺上进行了布局，且**布局方向为工艺流程与相关产品**。中科院、哈尔滨工业大学以及南京理工大学在微弧氧化工艺上布局量较多，其中**中科院**的申请特点为**将膜的制备方法与后续应用结合进行申请**，申请量较多主要是因为其**研发了多种膜组分**，**哈尔滨工业大学**申请的专利多为**涂层制备方法**，也是由于**涂层种类较多**，因此专利布局量较多，**南京工业大学**则是**涂层制备方法与相关产品**两种布局方式，由此可见，目前**宝鸡高新区的布局方法与优势创新主体较为一致**，但是**针对不同涂层组分的布局较少**，因此相关企业需要**对此种布局方法提起重视并进行相关布局**。

针对宝鸡高新区目前**尚未布局**的氮化工艺、PVD镀膜工艺以及激光熔覆工艺，建议相关企业**根据本项目提供的重点专利**中的已有实验数据，综合分析，**选择适当技术路线**，改进原有技术后，再以**微弧氧化工艺的布局方式为例**，进行相应布局，以提升自身专利储备量，保证自身产品的贸易自由。