

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
——高强高韧钛合金的制备技术微导航报告

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	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	4
2.1.5数据标引加工	4
2.2相关事项说明	6
2.2.1近期数据不完整说明	6
2.2.2申请人合并	6
2.2.3其他说明	6
第三章 总体概况分析	7
3.1专利申请趋势分析	7
3.2地域布局分析	9
3.3添加元素分析	10
3.4主要创新主体分析	10
3.4.1创新活跃度分析	10
3.4.2主要创新主体技术布局分析	12
3.4.3宝鸡高新区创新主体技术布局分析	12
3.5小结	15
第四章 重点技术路线分析	16
4.1重点专利列表	16
4.2工艺流程路线及添加元素列表	17
第五章 结论和建议	20
5.1主要结论	20
5.1.1针对地域布局和国内外技术现状的结论	20
5.1.2针对国内外主要创新主体的结论	21
5.1.3针对宝鸡高新区技术现状的结论	21
5.2建议	22
5.2.1加大研发投入	22
5.2.2重视专利挖掘与布局	22

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、耐腐蚀性好等优良特性，已广泛应用于航空航天、海洋工程、机械、化工等领域。钛合金除应具有高的强度外，还必须兼有良好的延性和足够高的断裂韧性。强度虽高而断裂韧性差的合金，在应力作用下，往往由于微小裂纹的存在及失稳而导致破坏，使用起来是不安全的。因此，研制一种新型高强高韧钛合金势在必行。经与宝鸡高新区企业充分沟通，确定提高钛合金高强高韧性问题较为紧迫，因此本报告技术选题设定“高强高韧钛合金的制备”，目前，提高钛合金强度和韧性的主要技术手段为加入各种元素，也有少量通过其他手段来达到提高钛合金强度和韧性目的的方法，如改变锻造温度等。

1.2 项目目标

本项目拟在全球范围内全面采集针对高强高韧钛合金制备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、全面采集针对高强高韧钛合金制备的专利文献信息，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、深入分析高强高韧钛合金制备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高强高韧钛合金制备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**高强高韧钛合金的制备**，具体的研究范围如下：

包括高强高韧的 钛合金、(+)钛合金和 钛合金及其他类型的高强高韧钛合金专利；包括以钛或钛合金为基材通过加入其他元素来提高钛合金的强度和韧性的专利；包括可应用于医药、汽车零部件、航空航天等其他领域的高强高韧钛合金制备相关专利。

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,clm+=)(高强 or 高韧 or 锻造性能 or 高强韧 or 强度高 or 高的拉伸性



能 or 塑性好 or 高塑性 or 韧性高 or 高断裂韧性) and ti,abst+=(钛合金))) and (sic=C22C14/00)) not ti=(涂层 or 螺钉 or 螺丝 or 管材)

英文检索式:

((ti=('high strength' or 'high toughness' or 'high tensile strength' or 'high fracture toughness') and ti,abst+=('titanium alloy')) and sic=C22C14/00) not ti=(FASTENER% or TUBE)

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

为了对高强高韧钛合金的制备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
添加元素	钼Mo
	铝Al
	钒V
	锆Zr
	铁Fe
	硅Si
	铬Cr
	硼B



	锡Sn
	铌Nb
	钽Ta
	碳C
	铜Cu
	钨W
	镍Ni
	钴Co
	氮N
	铪Hf
	钇Y
	镧La
	钪Sc
	氧O
	锰Mn
	钕Nd
	磷P
	砷As
	锑Sb
	铋Bi
	硒Se
	碲Te
	铼Re
	锗Ge
	钙Ca
	锌Zn
	锂Li
	镁Mg
	铟In
	银Ag
	碳纤维
	石墨烯
	钯Pd
改变条件	热处理工艺

	热处理及机械处理
	改变晶型
	热轧

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	NIPPON STEEL CORPORATION
	NIPPON STEEL CORP
	NIPPON STEEL & SUMITOMO METAL CORP
	SUMITOMO METAL IND
	SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES
神户制钢	KOBELCO KAKEN KK
	KABUSHIKI KAISHA KOBE SEIKO SHO
	KK KOBE SEIKO SHO
	KOBE STEEL LTD
	KOBE STEEL WORKS
	KOBE STEEL, LTD
	KOBELCO KAKEN KK
	株式会社神户制钢所
	神钢特殊钢管株式会社
中国船舶重工集团公司第七二五研究所	中国船舶重工集团公司第七二五研究所
	洛阳双瑞金属复合材料有限公司
	洛阳双瑞精铸钛业有限公司
	洛阳双瑞特种装备有限公司
	中国船舶重工集团公司第七二五研究所

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、保护期界满、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。

审中专利：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，全球针对钛合金提高强度和韧性的处理技术相关专利共计174件（合并同族后120项）。

为了探究针对钛合金提高强度和韧性的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、添加元素情况、技术功效矩阵以及重要创新主体这四个维度对钛合金提高强度和韧性的处理技术相关专利展开深入分析。

3.1 专利申请趋势分析

为了探究高强高韧钛合金技术研究的发展趋势，本节绘制了国外、中国和宝鸡高新区专利申请量随时间变化的趋势曲线图如下所示。

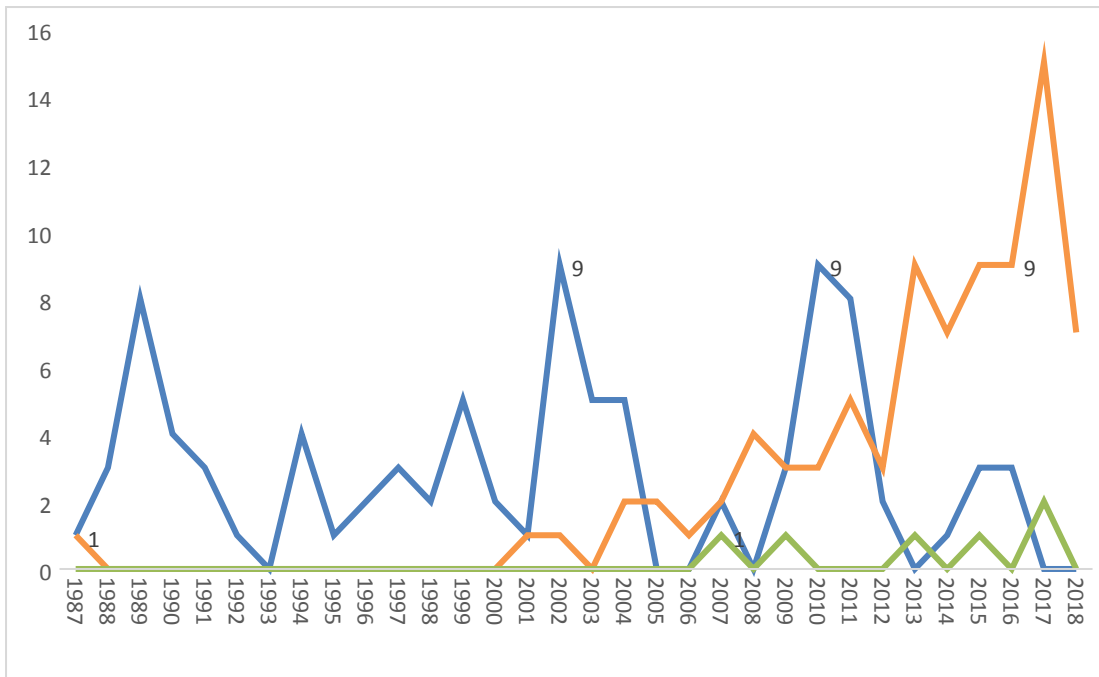


图3.1 专利申请趋势

结论：国外相关研究起始于1987年，整体专利申请呈周期性波动，中国相关研究也起始于1987年，目前已进入快速发展阶段，宝鸡高新区相关研究于2007年刚刚起步，处于萌芽期。

通过上图中的趋势曲线分析可得，国外针对钛合金提高强度和韧性的处理技术相关专利的申请起源于1987年，是由日本日新制钢株式会社申请的名称为“具有高强度和良好延展性的近 钛合金的制造”的专利，从总体趋势来看，专利申请呈现上升趋势，并分别于1989年、2002年与2010年达到三个发展高峰；在中国范围内，该领域专利的申请起始于1987年，是由北京有色金属研究总院申请的名为“高强度高韧性钛合金”的专利（但其法律状态为撤回），随后的2001年和2002年株式会社丰田中央研究所有两件专利在中国进行了布局，而国内在该领域最早获得授权的是由中国科学院金属研究所在2004年申请的一件名为“一种超弹性低模量钛合金及制备和加工方法”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5件，2011年开始进入快速发展时期，并且于2013年在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2007年开始在该领域申请专利，该专利由宝鸡钛业股份有限公司申请，名为“一种高强高韧钛合金”，目前来看，宝鸡高新区在该领域的研究仍处于萌芽期。

3.2地域布局分析

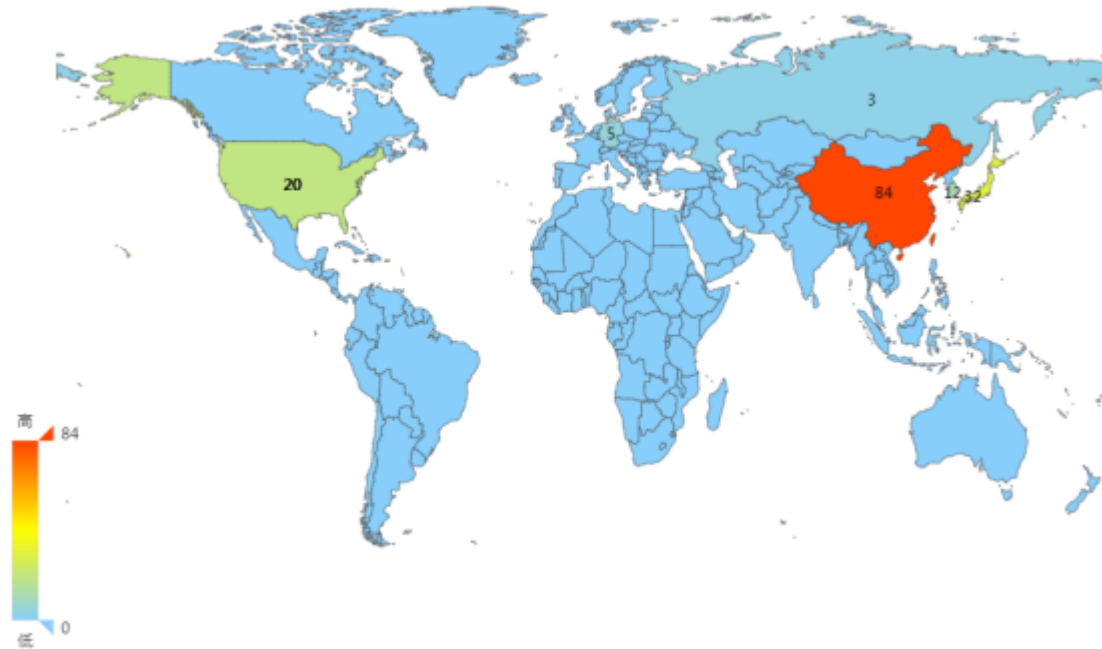


图3.2 全球专利申请布局

结论：全球主要布局市场为中国、日本、美国和韩国。

通过分析上图专利布局可得，中国申请的高强高韧钛合金处理技术相关专利最多，占全球申请总量的48%；日本是第二大专利布局市场，在日本提出的专利申请量为32件，占全球申请总量的18%；其次是美国、韩国和欧专局，在这三个国家/地区提出的专利申请数量分别为20件、12件和11件。

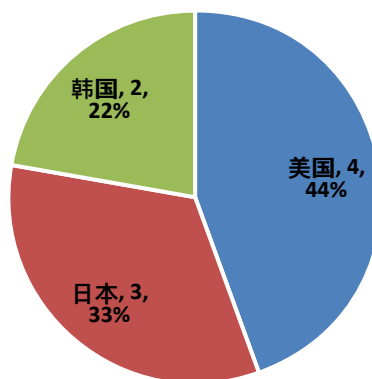


图3.3 来华专利申请布局

结论：美国、日本和韩国都比较注重在华的专利布局。

通过上图分析可得，在**高强高韧钛合金处理技术领域**，美国、日本和韩国都比较注重在华的专利布局。美国在华申请的专利数量最多，共计4件；日本在华申请专利共3件，且株式会社丰田中央研究所是本领域最早到中国布局的国外公司。

3.3 添加元素分析

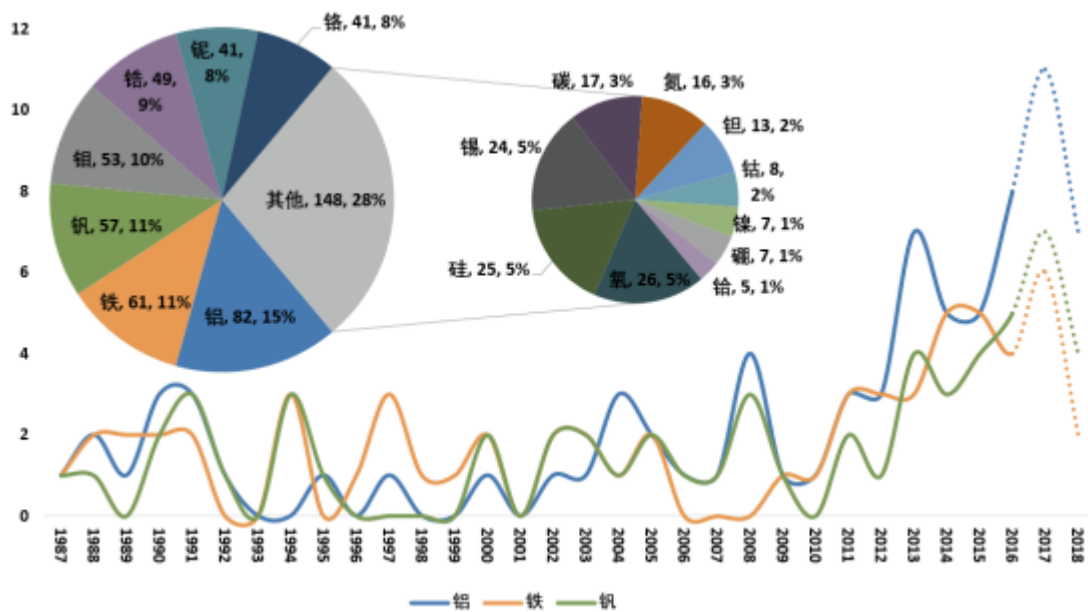


图3.4 添加元素分布及申请趋势

结论：通过添加铝元素增强钛合金的强度和韧性的专利占比最高，其次占比较高的添加元素有铁、钒、钼、锆和铌。

通过上图分析可得，在**高强高韧钛合金处理技术领域**，添加铝元素的专利数量最多，共计82项，占专利总量的15%，其次占比较高的添加元素有铁、钒、钼、锆和铌；添加各元素的专利占比差距比较小，由于大部分专利添加的元素种类比较多，其中添加3种及3种以上元素的专利占专利总量的85%。其中专利数量占比排名前三（添加元素分别为铝、铁、钒）的专利申请趋势自1987年至2012年呈现上下波动的形势，2013年以后呈现快速增长趋势。

3.4 主要创新主体分析

针对**高强高韧钛合金的制备技术领域**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	NIPPON STEEL CORP	12	13	0	0	0.00%	1987-1999
2	北京有色金属研究总院	11	11	0	4	0.00%	1987-2015
3	KOBE STEEL LTD	8	15	0	0	0.00%	1998-2003
4	西北有色金属研究院	6	6	3	5	60.00%	2013-2017
5	中国科学院金属研究所	4	4	1	2	50.00%	2004-2017
6	宝钛集团有限公司	4	4	0	1	0.00%	2007-2015
7	中南大学	3	3	2	2	100.00%	2012-2018
8	华南理工大学	3	3	1	2	50.00%	2014-2017
9	燕山大学	3	3	3	3	100.00%	2015-2018
10	中国船舶重工集团公司第七二五研究所	3	3	2	2	100.00%	2013-2018
*	周书平	2	2	2	2	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：可重点关注西北有色金属研究院、中国科学院金属研究所、中国船舶重工集团公司第七二五研究所、中南大学、华南理工大学和燕山大学。宝鸡高新区的宝钛集团有限公司在此领域有所布局，但创新活跃度较低，宝鸡高新区的周书平创新活跃度较高，有较高的发展潜力。

创新活跃度体现一个创新主体的技术创新能力，上表展示了高强高韧钛合金制备技术领域申请量排名前十的国内外重点创新主体的概况。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或科研机构。其中日本的新日铁住金公司位列第一，北京有色金属研究总院位列第二，日本的神户制钢公司位列第三。从创新活跃度来看，国内重点创新主体优势明显，其中中南大学、燕山大学和中国船舶重工集团公司第七二五研究所活跃度非常高，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，国外企业的起始研发时间较早，国内来看，北京有色金属研究总院最早在此领域开展研究，但是近3年没有开展研究工作。宝鸡高新区范围内在此领域开展研究的有宝钛集团有限公司和周书平，其中宝钛集团在此领域专利申请数量排名位列第六，但是活跃度较低，近三年没有开展相关研究工作。

3.4.2 主要创新主体技术布局分析

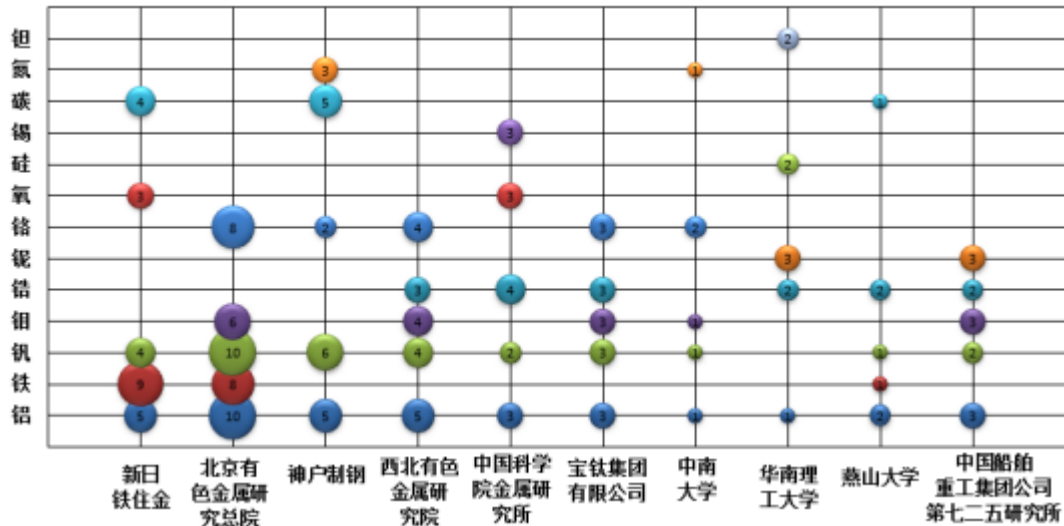


图3.4.1 重要创新主体技术布局示意图

结论：国外两家创新主体主要关注加入铝、钒、碳等元素，国内创新主体只有燕山大学加入碳元素有所研究。国内创新主体大部分关注铝、钒、锆元素的加入。

由上图可以看出，国外两家创新主体较为关注铝、钒、碳元素的加入，其中新日铁住金对铁元素的加入研究较多。国内创新主体的关注点较为分散，但大部分创新主体对铝、钒、锆元素的加入都有所研究。其中北京有色金属研究总院对铁元素的加入有所研究，中国科学院金属研究所对锡元素的加入有所研究，中南大学对氮元素的加入有所研究，华南理工大学对钽、硅、铌元素的加入有所研究，燕山大学对碳元素的加入有所研究，中国船舶重工集团公司第七二五研究所对铌元素的加入有所研究。此外，国内外创新主体的研究中均涉及铝元素的加入，除华南理工大学外，其他创新主体的研究中均涉及钒元素的加入。

3.4.3 宝鸡高新区创新主体技术布局分析

根据3.4.1的分析可知目前在高强高韧钛合金制备领域进行布局的宝鸡高新区创新主体有宝钛集团和周书平，下面通过对其专利元素组合进行汇总，并查找相似组合，为宝鸡高新区相关企业的技术改进提供具体思路。

1.宝钛集团有限公司专利及相似专利列表：

序号	申请人	申请年	公开号	名称	合金元素组成
1	宝钛集团有限公司;西安建筑科技大学	2013	CN103114224B	一种多元合金复合强化高强钛合金及其制备方法	7~9%的钒, 3~5%的钼, 2.5~3.5%的铝, 1.5~4.5%的铬, 0.5~4.5%的锆, 0.5~3.5%的铌, 余量为钛及不可避免的杂质
2	中国科学院金属研究所;宝钛集团有限公司	2015	CN106591625B	一种具有高强度高韧性匹配的钛合金及其制备工艺	Al: 5.5~6.5%, Sn: 1.5~2.5%, Zr: 1.5~2.5%, Mo: 2.5~3.5%, Cr: 0.5~1.5%, V: 0.5~1.5%, Fe: 0.1~0.3%, O: 0.1~0.2%, 余量为Ti和不可避免的杂质元素
3	北京金宇顺达科技股份有限公司	2017	CN107828986A	高强度高韧性钛合金及其制备方法	铝5-9%, 钒0.1-2.5%, 铬0.1-2.5%, 钼0.1-2%, 锆0.1-2%, 铌0.1-2%, 其余为钛和不可避免的杂质
4	西北有色金属研究院	2016	CN105779821A	一种高强高韧损伤容限型结构钛合金	Al5%~6%, Mo3%~3.5%, V3%~3.5%, Cr+Fe3%~4%, Nb1%~2%, 余量为Ti和其他不可避免的杂质。
5	北京有色金属研究总院	2005	CN100415913C	一种适于制备箔材的高强度高弹性模量的钛合金	4.5~9.0%的铝, 0.2~1.5%的硼, 0.5~5%的β稳定元素(所述β稳定元素为钼、铌、钒、铬、铁中的一种或多种的任意比例的混合; 当是多种β稳定元素的任意比例的混合时, 其中每一种β

					稳定元素的含量不低于0.5重量%), 余量为钛, 还含有0~3%的中性元素: 锡、 锆 或铅。所述钛合金含有10~20体积%的β相, 还含有4~10体积%的TiB相, 其余为α相。
6	北京有色金属研究总院	2005	CN100415912C	一种高强度高弹性模量的钛合金	4.5~9.0%的 铝 , 0.2~1.5%的硼, 0.5~5%的β稳定元素(所述β稳定元素为 钼、铌、钒、铬 、铁中的一种或多种的任意比例的混合; 当是多种β稳定元素的任意比例的混合时, 其中每一种β稳定元素的含量不低于0.5重量%), 余量为钛, 还含有0~3%的中性元素: 锡、 锆 或铅。

宝钛集团申请的专利中同时添加的元素包含铝、钒、钼、铬和锆, 公开号为CN103114224B的专利中还添加了铌元素, 公开号为CN106591625B的专利中还添加了锡、铁和氧元素。

北京有色金属研究总院的2件专利目前的法律状态都为有权, 并且经过了部分无效, 说明不论北京有色金属研究总院还是其竞争对手对于这2件专利都比较重视, 参考价值较高, 其元素组合除包含铝、钒、钼、铬、锆外, 还包含硼、锡或铅。

2.周书平专利及相似专利列表

序号	申请人	申请年	公开号	名称	具体内容
1	周书平	2017	CN107747074A	一种汽车零部件用钛合金材料的制备方法	Al:4.5~6.5%、Fe:2.0~3.5%、Si:1.0~1.5%、Cr:0.5~1.0%、Zr:0.5~1.0%、V:0.1~0.5%
2	周书平	2017	CN107723514A	一种钛合金板材	Al:4.5~6.5%、Fe:2.0~3.5%、Si:1.0~1.5%、Mn:0.5~1.0%、Zr:0.5~1.0%、Zn:0.1~0.5%

3	天津钢管集团股份有限公司	2012	CN102876922B	高强高韧耐腐蚀环境的钛合金油井管及其制造方法	Al: 5~7、 Nb: 2.0~3.0、 Zr: 0.5~2.0、 Mo: 0.7-1.2、 Fe: 0.02-0.05、 Si: 0.01-0.03、余量为Ti
4	TI-PRO LLC	2003	US7008489B2	High strength titanium alloy(高强度钛合金)	含3.2至4.2 Al 、1.7至2.3 Sn 、2至2.6 Zr 、2.9至3.5 Cr 、2.3至2.9 Mo 、2至2.6 V 、0.25至0.75 Fe 、0.01至0.8 Si 、0.21最大氧气和平衡Ti及附带杂质

周书平申请的两件专利中，同时添加的元素包含铝、铁、硅、锆。天津钢管集团股份有限公司申请的公开号为CN102876922B的专利，除添加铝、铁、硅、锆元素外，还加入了铌和钼元素，得到的合金冲击韧性较高。TI-PRO LLC（当前权利人为Titanium Metals Corp of America-美国钛合金公司）申请的公开号为US7008489B2的专利，除添加铝、铁、硅、锆元素外，还加入了锡、铬、钼和钒元素，得到的合金在满足给定的强度水平下，比Ti-17合金的延展性提高至少20%。

3.5小结

本章对针对高强高韧钛合金制备技术的专利申请趋势及地域布局、添加元素、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、美国和韩国。全球在提高钛合金强度和韧性处理技术的相关研究起始于1987年，整体专利申请呈周期性波动；中国相关研究也起始于1987年，目前已进入快速发展阶段；宝鸡高新区相关研究于2007年刚刚起步，处于萌芽期。

2.具体技术现状：

通过添加铝元素增强钛合金的强度和韧性的专利占比最高，其次占比较高的添加元素有铁、钒、钼、锆和铌；添加各元素的专利占比差距较小，由于大

部分专利添加的元素种类比较多，其中添加3种及3种以上元素的专利占专利总量的85%。国外专利中添加铁元素的专利占比最高，其次占比较高的添加元素有铝、钒、钼、铬和锆；国内创新主体大部分关注铝、钒、锆元素的加入。

3.重要创新主体现状：

(1) 国外创新主体新日铁住金和神户制钢专利拥有数量较多，但近几年在此领域的研究较少。国内创新主体西北有色金属研究院、中国科学院金属研究所、中南大学、华南理工大学、燕山大学和中国船舶重工集团公司第七二五研究所在此领域的活跃度较高，但整体专利数量较少。宝鸡高新区企业只有宝钛集团有限公司和周书平对此领域有所研究，但宝钛集团有限公司近几年对此领域的研究较少。

(2) 国内外创新主体对铝和钒元素的加入研究均较多。国外创新主体对铁和碳元素的添加研究较多，国内创新主体则对钼、锆和铬元素的加入研究较多。

第四章 重点技术路线分析

结合第三章分析情况，现选取一批重点专利进行细化解读，以便为宝鸡高新区企业在制备高强高韧钛合金中提供思路。重点专利的筛选原则：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，首先参考重点创新主体，尽量选取排名靠前的创新主体申请的专利；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重点专利列表

表4-1重要专利列表

序号	申请人	申请年	公开号	专利名称
1	新日铁住金株式会社	2013	CN104583431 A	强度以及韧性优异的资源节约型钛合金构件及其制造方法
2	北京有色金属研究总院	2013	CN104711452 A	一种高强高韧近Beta型钛合金材料及其制备与棒材

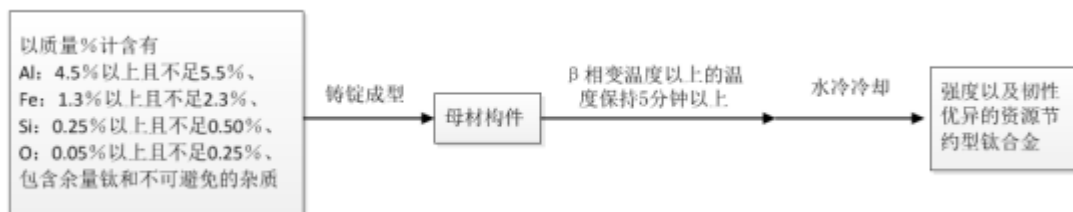
				加工方法
3	华南理工大学	2014	CN104232995 A	一种高强韧超细晶复合结构钛合金及其制备方法与应用
4	北京有色金属研究总院	2014	CN105779818 A	一种高强高韧型钛合金及其制备方法
5	中国科学院金属研究所;宝钛集团有限公司	2015	CN106591625 A	一种具有高强度高韧性匹配的钛合金及其制备工艺
6	太原理工大学	2016	CN106011537 A	一种细晶高强韧钛合金及其制作方法
7	株式会社神户制钢所; 防卫厅技术研究所	1997	JP2608688B2	High strength and high ductility titanium alloy
8	TI-PRO LLC	2003	US7008489B2	High strength titanium alloy
9	NIPPON STEEL CORPORATION	1997	US6063211A	High strength, high ductility titanium-alloy and process for producing the same

4.2 工艺流程路线及添加元素列表

现针对4.1中的重点专利进行逐篇梳理，绘制工艺流程路线图和添加元素列表如下所示：

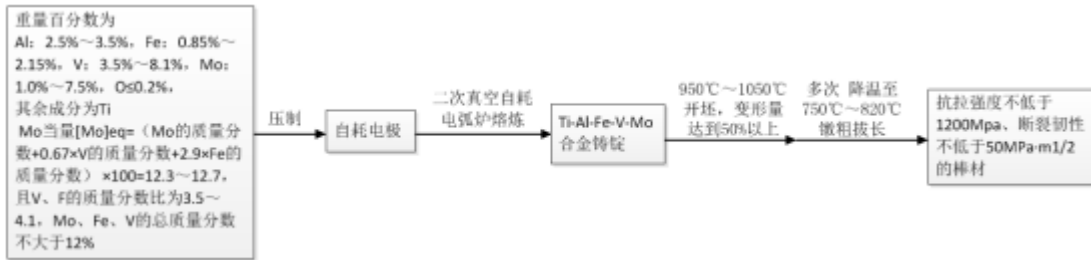
(1) 公开号：CN104583431A，申请人：新日铁住金

名称：强度以及韧性优异的资源节约型钛合金构件及其制造方法



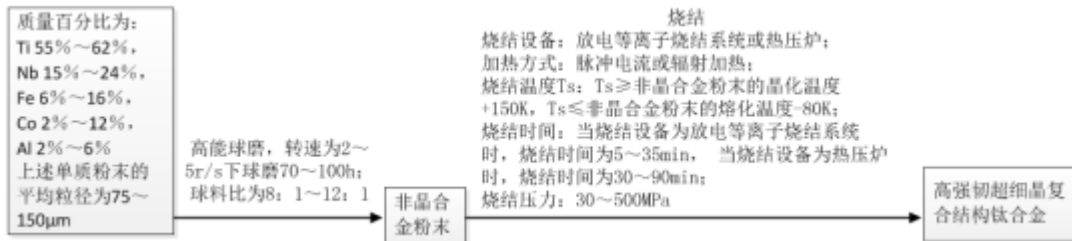
(2) 公开号：CN104711452A，申请人：北京有色金属研究总院

名称：一种高强高韧近Beta型钛合金材料及其制备与棒材加工方法



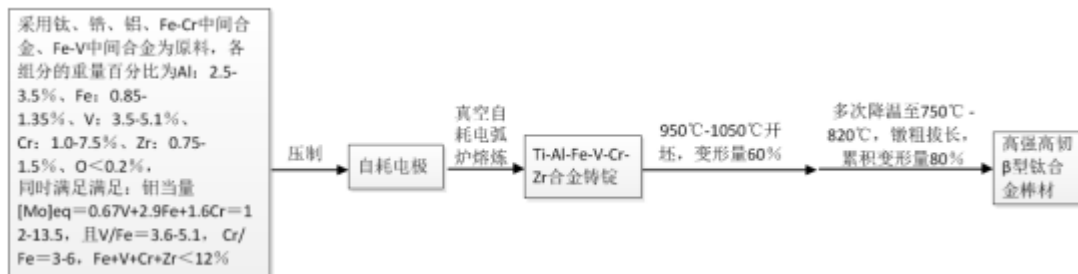
(3) 公开号: CN104232995A, 申请人: 华南理工大学

名称: 一种高强韧超细晶复合结构钛合金及其制备方法与应用



(4) 公开号: CN105779818A, 申请人: 北京有色金属研究总院

名称: 一种高强高韧 型钛合金及其制备方法



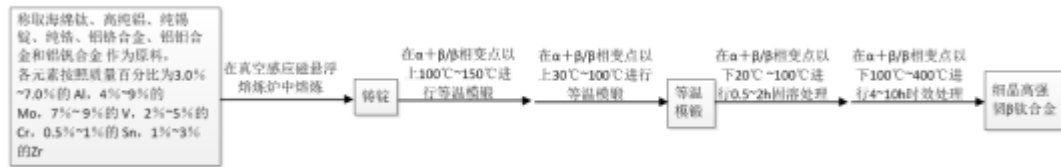
(5) 公开号: CN106591625A, 申请人: 中国科学院金属研究所;宝钛集团有限公司

名称: 一种具有高强度高韧性匹配的钛合金及其制备工艺



(6) 公开号: CN106011537A, 申请人: 太原理工大学

名称：一种细晶高强韧 钛合金及其制作方法



(7) 公开号：JP2608688B2，申请人：株式会社神户制钢所；防卫厅技术研究所

名称：High strength and high ductility titanium alloy（高强度高延性钛合金）

各元素占比为wt%

序号	Al	V	Fe	O	C	N	余量
1	6.15	4.19	0.201	0.418	0.005	0.00058	Ti
2	6.56	4.25	0.252	0.187	0.002	0.004	Ti
3	6.68	4.32	0.31	0.21	0.016	0.051	Ti
4	6.64	4.29	0.323	0.213	0.012	0.092	Ti
5	6.63	4.3	0.292	0.205	0.011	0.151	Ti
6	6.59	4.046	0.276	0.197	0.018	0.061	Ti
7	6.33	4.15	0.261	0.224	0.009	0.08	Ti
8	6.57	4.27	0.297	0.21	0.013	0.191	Ti
9	6.62	4.3	0.296	0.327	0.017	0.14	Ti
10	6.62	4.3	0.296	0.327	0.017	0.1	Ti

(8) 公开号：US7008489B2，申请人：Ti-Pro LLC

名称：High strength titanium alloy（高强度钛合金）

各元素占比为wt%

序号	Al	Sn	Zr	Cr	Mo	V	Fe	Si	O
1	5.05	1.93	2.09	4.04	4	0	0.22	0.014	0.11
2	4.99	2.09	1.96	4.34	4.33	1.56	0.59	0.027	0.12
3	3.79	1.9	2.32	3.3	2.61	2.43	0.48	0.032	0.164
4	4	1.84	2.16	1.89	3.69	1.42	1.14	0.024	0.116
5	3.85	1.93	2.18	2.5	3.96	1.5	1.2	0.025	0.181
6	3.75	1.96	1.98	1.56	3.98	2.92	1.28	0.037	0.173
7	3.65	1.96	2.39	3.23	2.55	2.37	0.5	0.034	0.222
8	3.62	1.94	2.31	3.06	2.5	2.36	0.53	0.069	0.208
9	3.64	1.96	2.31	3.2	2.57	2.37	0.48	0.07	0.174
10	3.13	1.97	2.48	3.18	2.52	2.35	0.48	0.035	0.164

(9) 公开号：US6063211A，申请人：NIPPON STEEL CORPORATION（新日铁住金）

名称：High strength, high ductility titanium-alloy and process for producing the same（高强度、高延展性钛合金及其生产工艺）

各元素占比为wt%，其中 $Q^* = O\text{含量} + 2.77N\text{含量} + 0.1Fe\text{含量}$

序号	O	N	Q*	Fe	抗拉强度 (MPa)	伸长率 %
1	0.34	0.02	0.5	1	880	23.2
2	0.29	0.02	0.5	1.5	790	23.8
3	0.4	0.02	0.5	2	810	20.5
4	0.28	0.045	0.5	1	780	20.7
5	0.28	0.05	0.52	1	810	20.5
6	0.23	0.06	0.5	1	820	16.6
7	0.22	0.01	0.34	0.9	720	25
8	0.2	0.01	0.32	0.9	680	25.5
9	0.39	0.02	0.6	14.5	880	20.7
10	0.39	0.02	0.68	2.3	890	20.1

通过逐篇梳理重点专利的工艺流程可以看出，高强高韧钛合金的制备主要通过添加不同元素和控制不同的锻造条件来实现，重点专利中的国内主流制备工艺为熔炼、铸锭、锻造（6件专利中有5件，另外一件专利的工艺为高能球磨+烧结工艺），国外专利比较注重保护不同的元素成分组成，对具体工艺的描述较少。

第五章 结论和建议

5.1 主要结论

5.1.1 针对地域布局和国内外技术现状的结论

1. 总体现状：

目前在提高钛合金强度和韧性处理技术领域，全球主要布局区域为中国、日本、美国和韩国。国外的相关研究起始于1987年，整体专利申请呈周期性波动，中国相关研究也起始于1987年，目前已进入快速发展阶段。

2. 具体技术现状：

(1) 主要添加元素情况

通过添加铝元素增强钛合金的强度和韧性的专利占比最高，其次占比较高的添加元素有铁、钒、钼、锆和铌；添加各元素的专利占比差距比较小，由于大部分专利添加的元素种类比较多，其中添加3种及3种以上元素的专利占专利

总量的85%。国外专利中添加铁元素的专利占比最高，其次占比较高的添加元素有铝、钒、钼、铬和锆；国内创新主体大部分关注铝、钒、锆元素的加入。

（2）重点技术路线情况

结合逐篇梳理的重点专利工艺流程，高强高韧钛合金的制备主要通过添加不同元素和控制不同的加工条件来实现，重点专利中的国内主流制备工艺为熔炼、铸锭、锻造，国外专利比较注重保护不同的元素成分组成，对具体工艺的描述较少。

5.1.2 针对国内外主要创新主体的结论

（1）国外优势创新主体主要为企业，需要重点关注的企业有日本的新日铁住金公司和神户制钢公司（全球排名分别位列第一和第三），虽然两家创新主体申请总量较高，但是创新活跃度很低——近4年来未申请相关专利。国外两家创新主体较为关注铝、钒、碳元素的加入，其中新日铁住金对铁元素的加入研究较多。

（2）国内优势创新主体主要为科研院所或大学，北京有色金属研究总院最早在此领域开展研究，但是近3年未开展相关研究，其余国内重点创新主体在创新活跃度方面优势明显，其中中南大学、燕山大学和中国船舶重工集团公司第七二五研究所活跃度非常高，值得宝鸡高新区内的企业重点关注，寻求合作机会。

（3）宝鸡高新区优势创新主体主要有宝钛集团有限公司和周书平，其中宝钛集团在此领域专利申请数量排名位列第六，但是近三年未申请相关专利。周书平申请的专利都是2017年申请的，创新活跃度较高，有一定的发展潜力。

5.1.3 针对宝鸡高新区技术现状的结论

宝鸡高新区在提高钛合金强度和韧性处理技术上的相关研究于2007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钛集团有限公司和周书平，其中宝鸡钛业股份有限公司于2007年申请的专利“一种高强高韧钛合金”，目前仍处于授权状态，专利中添加的元素为铝、钒、铬、钼，未对制备工艺进行保护，说明书中描述了采用的是常规的合金化熔炼工艺、加工工艺；宝钛集团有

限公司与西安建筑科技大学于2013年合作申请的专利“一种多元合金复合强化高强钛合金及其制备方法”，目前也处于授权状态，专利中添加的元素为钒、钼、铝、铬、锆、铌、铁，权利要求对制备工艺进行了保护，非常详尽的描述了钛合金制备工艺；中国科学院金属研究所与宝钛集团分别于2009年和2015年申请的2件专利“一种具有细片层显微组织钛合金及其制造方法”和“一种具有高强度高韧性匹配的钛合金及其制备工艺”，目前也处于授权状态，2件专利中添加的元素分别为铝、锡、锆、钼、硅、铌、钽、碳和铝、锡、锆、钼、铬、钒、铁、碳、氧，2件专利的权利要求对制备工艺进行了保护，非常详尽的描述了钛合金制备工艺。另外宝鸡市渭滨区宝钛大道高崖工业园京钛合金公司的周书平以个人为申请人于2017年申请了2件相关专利，主题分别为“一种汽车零部件用钛合金材料的制备方法”和“一种钛合金板材”，两件专利中都添加了铝、铁、锆元素，并且对制备工艺都进行了保护，目前这2件专利都处于审中状态。

5.2 建议

5.2.1 加大研发投入

在**高强高韧钛合金制备技术**领域，国外相关研究开始的较早，但整体专利申请呈周期性波动，排名靠前的国外创新主体的创新活跃度较低，而中国相关研究目前已进入快速发展阶段，且宝鸡高新区相关研究于2007年刚刚起步，现在仍处于萌芽期，同时考虑中国作为全球最大的专利布局区域，建议宝鸡高新区加大在此领域的研发投入力度，可与国内的北京有色金属研究总院、西北有色金属研究院、中国船舶重工集团公司第七二五研究所、中南大学、华南理工大学和燕山大学等开展合作，或利用专利平台监控其技术进展，根据需要调整自身研发方向，减少不必要的损失。

5.2.2 重视专利挖掘与布局

宝鸡高新区在**高强高韧钛合金制备技术**领域的专利储备量较少，建议重视专利挖掘与布局，打造保护企业产品的盾牌和攻击对手的长矛，可采用的方法：(1)跟踪和学习关键技术，进一步研究专利技术或其它生产方法，进行技术更新和改进；(2)根据先进技术进一步研发并申请相关外围或关键技术专利；(3)

交叉许可方法获得先进技术；(4)引进国外先进应用技术，获得许可转让，加大研发范围和生产应用范围。

研发思路拓展方向：

(1) 铁元素的加入可以加快加工过程中的时效响应速度，同时由于价格低廉还能够起到降低成本的作用，另外国外专利添加铁元素专利占比最高，添加铁元素可以作为一个研发方向；

(2) 控制添加碳、氮、氧、氢等间隙元素的种类及含量：碳、氮、氢、氧元素作为间隙元素添加可以提高钛合金的力学强度，但是会影响其塑性和韧性，对韧性和强度要求都较高的情况下，一般间隙元素的添加量会控制在很小的范围内（一般 0.50%）；

(3) 尝试区别于传统钛合金生产工艺的其他工艺，如：球磨结合烧结的合金制备工艺，需要注意的是相关专利的申请人都是大学（华南理工大学和北京科技大学），可能会存在成本较高不适用于规模化生产的情况。