



从1791年发现钛矿以来,人们经过150年的艰难探索,提取出高纯度的钛。自1950年电弧炉应用于钛合金的熔炼之后,钛合金取得了飞速的发展。钛及钛合金材料具有质轻、高强、耐热、耐蚀、可焊以及生物相容性好等优异的综合性能,在航空航天、海洋工程以及石油化工领域得到越来越广泛的应用,有“海洋金属”、“太空金属”、“全能金属”之称,已经成为国防科技工业和重大装备制造的重要和关键结构材料,得到了我国科技工作者和新材料产业的持续关注。

钛合金未来发展充满期待



钛合金材料主题由何季麟院士(右二)和潘峰教授(左一)主持。南京工业大学常辉教授(中)的报告题目是“钛合金材料科学技术的发展现状和趋势”、西北有色金属研究院赵永庆研究员(右一)的报告题目是“新型钛合金研制及工程化共性关键技术”、中国航发沈阳飞机设计所王鸣副总师(左二)的报告题目是“新一代发动机对高强韧钛合金的需求和展望”。

南京工业大学常辉教授一方面评述了钛合金熔炼、铸造、加工变形和热处理工艺的技术进步,另一方面通过典型钛合金的案例分析了凝固理论、弹塑性理论和相图相变热力学理论在深入理解钛合金“成分-工艺-组织-性能”关联之间的科学成果,揭示了技术和科学探索中存在的问题和不足。提出未来钛合金科学研究和技术探索交互式发展的新模式,给出了未来钛合金科学技术发展规划路线图,大胆预测了未来钛合金应用将增加500%,引起了与会代表强烈反响。

西北有色金属研究院赵永庆研究员针对基于抗高周疲劳的钛合金冶金学调控,依据国家工程的需求,创新研制出不同力学性能的钛合金。主要包括高强高韧损伤容限钛合金TC21、中高强高韧损伤容限钛合金TC4-DT、阻燃钛合金Ti40、超高强韧钛合金Ti-1300、核乏燃

料后处理用钛合金Ti-35、低成本钛合金Ti-8LC和Ti-12LC等等。新合金开发经历合金设计、实验室规模研究、中试验证、工程化阶段,解决了新合金工程化的关键技术,保证了国家工程应用的可靠性。

中国航发沈阳飞机设计所王鸣副总师对新一代发动机对高强韧钛合金的需求和展望做了综合分析。从航空发动机设计和应用角度,介绍了钛合金在先进航空发动机上的应用情况,针对新一代航空发动机的发展,探讨了新的服役环境对高强韧钛合金和金属间化合物钛合金的需求及重点研究方向。

热烈讨论

增材制造技术,就飞机发动机这一领域,它未来的发展前景有什么问题?刚才您提到近净成型技术,对一些飞机转子、叶片等领域是不是存在大的发展机遇?

王鸣副总师:航空发动机的零件结构比较复杂,增材制造技术我认为是未来非常有潜力的、能够在发动机上应用的一项技术。在“十二五”期间,我们有7个试验件采用了增材制造技术,主要是钛合金和高温合金的。钛合金主要在低压传动壳体,高温合金主要局限于4169和4136这两种材料,在燃烧室的喷嘴还有分流环、圈流器等这些小的静止件。我认为解决问题有几个方面:第一,最优质的钛精粉和高温合金粉末,这个肯定是要解决的。第二,是材料方面,现在感觉最大的问题是1000°C以上使用的高温合金。第三,是设备。现在的3D打印设备基本上还是纯进口,以打印航空发动机薄壁件来讲,目前送粉这一块,打大件行,打小件肯定不行。所以在设备研究上,我们国家肯定要自主发展3D打印设备,尤其是打印薄壁件的,里面一定要有自主的程序控制、要有热处理、消除热应力等这么一系列工序的设备。

最近这些年感觉飞机用复合材料不断增加,我们将来要不要再去从事更多金属方面的研究,这方面是怎么考虑的?

王鸣副总师:我先给你吃个定心丸。在近20年以内金属材料在航空发动机里面还是占主导地位的。复合材料如果想在整个发动机领域应用,它也有很多问题。目前在复合材料应用方面有一定的战略,我想复合材料可能首先是在像静止的比如喷嘴调节片、机匣内、一些独立结构,像隔热皮这类不受力结构等应用。

潘峰教授:常辉教授说未来钛合金应用增加500%,实际上我相信更多是化工和海洋领域可能应用的更多一些,这方面我们有什么想法?

常辉教授:实际上最后一张片子的规划路线图,和周廉院士经过了多次的讨论。这个实际上是基于钛的成本,现在钛的整个成本应该说比铝高了5倍以上,比不锈钢高了10倍甚至20倍以上。根据以往铝和钢铁的发展,在成本降低10%的基础上它的应用会扩大100%以上。正如潘老师所说,未来钛合金的成本采用短流程这种新的技术后,能够大幅降低。化工领域已经趋于饱和,海洋工程现在仅仅占到了4%以下,因此它的上升空间是非常大的,特别是现在的船舶、舰船、军船,可能民船这一块还没有,另外就是深海空间站。我相信现在是5万吨,平均下来这几年,5倍也就是25万吨,25万吨和钢铁、铝、铜比起来还是非常非常小的。因此,钛合金未来发展充满期待!

何季麟院士:这几年国家重点专项对钛材料新技术也有4~5个国家重点项目,我想在科学技术方面我们完全有能力快速通过。钛的发展成为一个成熟的第三品种,我们怎么认识这个着力点?

常辉教授:应将做基础研究的人和其他人分成两部分,做基础的应当全面梳理包括核心成本、组织、性能等基础数据。我想有两个途径:第一,必须加大钛合金低成本化生产,新技术突破性研究。第二,在钛应用技术这一块,特别是舰船应用技术研究要加强。这两个差距如果我们能够集中精力利用5~10年的时间,一定能找到钛应用的拐点,而且一定能够实现这样的一个目标。

低成本的钛合金是不是意味着技术门槛会降低?作为一个投资行业来讲,可能更多关注高技术门槛方向。在航空发动机领域,门槛很高,但产业化的前景摸不透,能不能就这两个问题多聊两句?

潘峰教授:这个问题我帮他们回答。其实钛合金就我所知,目前有几个方面大的突破:一个是海绵钛的提取,二是短流程的绿色加工技术,特别是冷藏技术,类似于大锭子一次可以做十几吨。应该说门槛正在逐步的降低,钛合金应用增加500%的愿景,我觉得可能不止。尽管我不是做钛合金的,但是我从2013年开始做国家关键技术预测,对钛合金非常看好。