

国内第一本以散文文体“说”钛及钛合金推广应用的科普性读物



# 钛天与地的儿子

潘廷祥 著

 人民邮电出版社  
POSTS & TELECOM PRESS

# 钛天与地的儿子

潘廷祥 著



人民邮电出版社  
POSTS & TELECOM PRESS

北 京

## 图书在版编目(CIP)数据

钛：天与地的儿子 / 潘廷祥著. — 北京：人民邮电出版社，2009. 11  
ISBN 978-7-115-21794-3

I. ①钛… II. ①潘… III. ①钛—金属材料—普及读物 IV. ①TG146. 2-49

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第207219号

## 内容提要

钛，是有色金属中的新贵，被称之为必将在21世纪崛起的第三金属。钛的出现，将金属材料的使用带入了一个崭新的时代。钛现已被广泛应用于各个领域，为社会带来了巨大的经济效益。中国已成为世界上有钛工业的少数几个国家之一，但相关方面的知识并不被人们所认知，本书用科普化的语言，把读者带入了一个神奇的钛的世界，让大家能深刻感受到钛的智慧和灵气，这也是国内关于钛的第一本科普专著。

## 钛·天与地的儿子

- 
- ◆ 著 潘廷祥  
◆ 责任编辑 王维民  
◆ 人民邮电出版社发行 北京市崇文区夕照寺街14号  
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn  
网址 <http://www.ptpress.com.cn>  
北京地大彩印厂印刷  
◆ 开本：700×1000mm 1/16  
印张：9  
字数：200千字 2009年11月第1版  
印数：1-5000册 2009年11月北京第1次印刷

ISBN 978-7-115-21794-3

---

定价：30.00元

钛及其合金具有许多极优异的性能：低密度，仅为铁的57.4%；高熔点，比铁高出138℃，是轻金属中的高熔点金属；高强度，很多钛合金的强度与高强度钢相当；耐腐蚀，特别是在海水中，其腐蚀速率几乎为零；高低温性能好，高温钛合金能在600℃下保持强度，普通钛合金通常能在零下200℃保持很好的韧性，极适合作宇航材料；无磁性，在强磁场中不磁化；低阻尼特性，声波和震动在钛中的衰减很慢；生物相容性好，适合用作人体生物材料和装饰件；与复合材料的相容性好，适合与其配合使用；形状记忆特性，Ti/Ni合金是很好的形状记忆材料；吸氢特性，钛及Ti/Fe合金是很好的储氢储能材料；超导特性，Nb/Ti合金是很好的低温超导材料。

和铁、铜、铝相比，钛是新金属，工业化的时间仅仅60年。但是凭借其优异的性能、重要的作用，钛又如初升的朝阳，面向美好的未来。

钛的冶炼和加工都是高技术。目前世界上只有少数几个国家能生产钛，而中国是发展中国家中唯一一个具有完整钛工业的国家，我们为中国自豪！并向一代代钛业工作者致敬，是他们辛勤的双手托起了中国钛工业的太阳。

潘廷祥是我国最大的海绵钛生产企业的职工，多年来通过自己的勤奋努力，现已成为国家新闻出版署注册记者、《中国有色金属报》驻企记者、《中国有色金属》杂志特约撰稿人、贵州省作家协会会员、遵义市红花岗区作家协会副主席，这就使得他能够以更为广阔的视野审视钛、审视钛工业的前景，这就有了他潜心耕耘的《大潘说钛》，也就有了本书《钛——天与地的儿子》。

《大潘说钛》既像一位学者，又像一位文人，在静谧的夜空下，手捧香茗向人们娓娓述说钛的历史、成长、用途和将来，述说着钛的骄傲和神奇，展示着钛的智慧在人类智慧开启下步入国家大剧院殿堂的美妙，展示着2008年8月8日北京奥运会夜空绽放的29个大脚印礼花中“钛花”映射满阶红的风采。

《大潘说钛》对钛的优异品质突出一个“说”字，通俗易懂，在“说”中像故事会一样讲述了钛的优异性能，介绍了钛及其合金具有的广泛用途：钛制的飞船、登月车、卫星、火箭等。宇宙工程处处用钛。越先进的飞机用钛量越大，波音787、空客380、美国的F22、中国的歼11、航空发动机等都是用钛的大户。对潜艇、深潜器、海洋石油开采、海水淡化等海洋工程来说，钛是不可或缺的首选材料。钛支架、关节、骨骼等人体生物材料已得到广泛应用。钛制的高尔夫球具、滑板、手表、项链、眼镜架已得到人们的偏爱。就连建筑师和艺术家都喜爱钛板表面厚重的光泽，从而为国家大剧院选中了钛穹顶。钛在冶金、钢铁、电力、化工、制盐、医药、食品、汽车等工业中的应用更是难以尽

述、不胜枚举。钛已为人们创造出美好的生活。

走进《大潘说钛》，走进钛的生活，智慧金属钛为人类的美好生活锦上添花。

我喜欢《大潘说钛》，喜欢她优美的文笔，喜欢她笔下钛金属坚韧与温柔的品质。她的质朴，她的贴近生活，她的辛勤耕耘，钛的灵气、钛的奥妙尽显其中。一段文字、一个故事虽小，但组合起来就是大文章，就成为反映钛和社会、人们日常生活关系的力作，正所谓积土成墙，跬步千里。

涉钛者、爱钛者、用钛者，不妨静心阅读《钛——天与地的儿子》，她会让你在一个个故事的牵引中感受第三金属钛的智慧，让你在说钛的文字里体验亲生物金属钛的魅力，让你在钛的优异品质中品味其金属的芳香。钛已融汇到人类的生活，航天航海有她的身影、石油化工有她的芳容、房屋建筑有她的靓姿、汽车轮船有她的舞动、电脑相机有她的智慧、体育装饰有她的美丽、人体心脏跳动着她的脉搏……请全社会都来关心钛这种与人相亲相伴的金属，请记住潘廷祥这个名字——因为这是中国钛行业的第一次。

王向东

2009年9月

钛，是有色金属中的新贵，被称之为必将在21世纪崛起的第三金属。缘何“钛”会被20世纪的人们寄予如此的厚望呢？还是让我们走进金属钛去感知其独有的“新贵”品质。金属钛（Ti）位于元素周期表中的IVB族，原子序数为22，密度为4.5克/立方厘米（20℃），熔点1668℃，沸点3260℃。钛的出现，将金属材料的使用带入了一个崭新的时代。现已被广泛应用于航空、航天、舰船、冶金、石油、化工、电力、电子、兵器、造纸、医药、建筑、汽车以及海洋工程、地热工程、体育、旅游、日用品等各个领域，为社会带来了巨大的经济效益。钛之所以被誉为“现代金属”、“第三金属”和“战略金属”，是由它卓越而独特的性能和功能所决定的，这也是其发展的巨大潜力。

钛在地壳中的储量非常丰富，仅次于铁、铝、镁，居第四位，是被称为继铁、铝之后必将崛起的第三金属。金属钛具有很多优良的性能：比重仅为普通结构钢的56%，而强度与普通结构钢相当或更高。在金属结构材料中，钛的比强度是最高的。

钛在氧化性气氛中极易在表面与氧形成一层坚固的氧化物薄膜，具有优异的抗腐蚀性能。钛具有好的韧性和抗疲劳性能，焊接性能也很好。钛的低温性能好，在-196℃下，也不呈现低温脆性，这些性能都非常适合结构运用。钛的导热系数小、无磁，某些钛合金还具有超导性能、记忆性能和贮氢性能……

由于钛所具有的一系列优良性能，资源又很丰富，钛的工业生产问世后，立即受到世界普遍高度重视。1947年美国率先实现海绵钛生产工业化。日本在1952年、前苏联在1954年相继开始海绵钛的生产。中国1958年开始海绵钛的试生产，现在代表中国海绵钛工业发展的遵义钛业已形成了完整的钛工业生产体系。当前，世界上有钛工业的国家仅有中国、美国、俄罗斯和日本等少数几个国家。

普及钛知识  
推广钛应用

康义

二〇〇九年六月

走进钛世界  
分享钛魅力

周廉

2009.11.6



|                         |    |
|-------------------------|----|
| 相关链接：崛起的第三金属——钛·····    | 3  |
| [大潘说钛]天与地的儿子·····       | 1  |
| [大潘说钛]我不是稀有金属·····      | 3  |
| [大潘说钛]翱翔蓝天展雄姿·····      | 5  |
| [大潘说钛]亲生物金属·····        | 7  |
| [大潘说钛]遨游海洋似蛟龙·····      | 9  |
| [大潘说钛]钛白钛黑都是美（上）·····   | 11 |
| [大潘说钛]钛白钛黑都是美（下）·····   | 13 |
| [大潘说钛]钛：宁弯不折姜“钛”公·····  | 15 |
| [大潘说钛]钛：穿越时空记忆钛·····    | 17 |
| [大潘说钛]二氧化钛“光触媒”（上）····· | 19 |
| [大潘说钛]二氧化钛“光触媒”（下）····· | 21 |
| [大潘说钛]中国时刻航天表·····      | 23 |
| [大潘说钛]钛：轻而易举自行车·····    | 25 |
| [大潘说钛]钛：车轮滚滚钛风流·····    | 27 |
| [大潘说钛]钛：女人世界钛奇妙·····    | 29 |
| [大潘说钛]钛：男人世界钛疯狂·····    | 31 |
| [大潘说钛]钛：镶嵌钛牙笑哈哈·····    | 33 |
| [大潘说钛]钛：钛剑钛棋钛健康·····    | 35 |
| [大潘说钛]钛：满城尽带钛金美·····    | 37 |
| [大潘说钛]钛：轻盈飘逸钛手机·····    | 39 |

|                         |    |
|-------------------------|----|
| [大潘说钛]钛：钛似观音钛是福·····    | 41 |
| [大潘说钛]钛：扭曲人生钛正直·····    | 43 |
| [大潘说钛]钛：镶嵌钛金家居美·····    | 45 |
| [大潘说钛]钛：“钛花”映射满阶红·····  | 47 |
| [大潘说钛]钛：荷花高贵钛最美·····    | 49 |
| [大潘说钛]钛：巢居穴居钛屋居·····    | 51 |
| [大潘说钛]钛：文房四宝钛文化·····    | 53 |
| [大潘说钛]钛：钛画定格青春美·····    | 55 |
| [大潘说钛]钛：节能减排钛有功·····    | 57 |
| [大潘说钛]钛：锅碗瓢盆“钛”闪亮·····  | 59 |
| [大潘说钛]钛：银装素裹“钛”妖娆·····  | 61 |
| [大潘说钛]钛：有“阀”可依钛自律·····  | 63 |
| [大潘说钛]钛：钛是金属不是“神”·····  | 65 |
| [大潘说钛]钛：你“钛”有名分了!·····  | 67 |
| [大潘说钛]钛：在“国家队”里成长!····· | 69 |
| [大潘说钛]钛：“敖包相会”钛风骚·····  | 71 |
| [大潘说钛]钛：“月亮之上”有钛矿·····  | 73 |
| [大潘说钛]钛：春华秋实中国钛·····    | 75 |
| [大潘说钛]钛：纵深发展智慧钛·····    | 77 |
| [大潘说钛]钛：锦上添花钛白粉·····    | 79 |
| [大潘说钛]钛：时髦金属钛电脑·····    | 81 |

|                           |     |
|---------------------------|-----|
| [大潘说钛]钛：钛品吹响“进军号” .....   | 83  |
| [大潘说钛]钛：佛靠“钛”装显神气 .....   | 85  |
| [大潘说钛]钛：钛入人心钛飞扬 .....     | 87  |
| [大潘说钛]钛：人体康健“钛福娃” .....   | 89  |
| [大潘说钛]钛：隐形翅膀“钛有才” .....   | 91  |
| [大潘说钛]钛：“鸟巢”圆顶钛闪烁 .....   | 93  |
| [大潘说钛]钛：大飞机里“钛凤凰” .....   | 95  |
| [大潘说钛]钛：走进科学“三维钛” .....   | 97  |
| [大潘说钛]钛：感受第三金属的美好时代 ..... | 99  |
| [大潘说钛][结束语]：钛的自白 .....    | 101 |
| 走进钛行业 关注钛发展 .....         | 108 |
| 谈股论金钛疯狂 .....             | 112 |
| 国内海绵钛发展步入误区 .....         | 114 |
| “五类资源”的浪费 .....           | 118 |
| 海绵钛热：爱你恨你夜难眠 .....        | 121 |
| 亮剑钛业：谁主沉浮 .....           | 124 |
| 中国钛工业发展史的“第一” .....       | 128 |

# 钛：天与地的儿子（1）



**钛**，元素符号为Ti，喻为神话中天与地的儿子。

尽管现在各行各业已有钛的身影，但钛在人们心目中还是非常地陌生，不像铁、铝那样人所共知，家喻户晓。因此，了解钛、认识钛、关注钛就显得较为迫切了。尽管早在上世纪80年代，国家就成立了全国钛应用推广领导小组办公室，20多年来，钛工业得到了快速发展，钛用途得到进一步拓宽，但钛到底为何物、何用，更多的人们对其还是知其然不知其所以然。

很多人虽不认识钛，但近些年来钛的市场就如其名一样“钛”火爆了，火爆得让一些对钛不太了解的人竟说行外话，也就是老百姓说的开黄腔。钛经过较为复杂的工艺冶炼出来后，形似海绵状，也就称为海绵钛。2004年以来海绵钛市场异常火爆，价格从5、6万元一吨爆涨到20多万元一吨，最高也有卖到30多万元一吨的，可以毫不夸张地说，当时（2004~2007年）谁手中拥有海绵钛谁就拥有发财的机会。在这种火爆的行情中，一些识钱不识钛者托关系找熟人要买海绵钛，开口竟说只买钛不买海绵，笑话呀笑话，连对产品名都搞不清楚就要买海绵钛，实在令人啼笑皆非。笑话之余，也有笑话之思。如何让钛走进

寻常百姓家，让人们知道钛就像知道铁、铝一样，这是钛应用推广工作中必须重视的。笔者想，要让更多的人了解钛、知道钛、使用钛，还得从钛的起源说起，然后纵深而入，使人们慢慢去识钛的庐山真面目。

1789年，英国分析化学家格列高尔发现钛。一次，他对英国默纳陈河谷中所产的一种黑色磁性矿砂进行研究，发现其中含有棕红色的矿渣粉末。他兴趣极浓并进行研究。当时没有引起人们的重视。1795年，德国矿物学家和分析化学家克拉普罗特在分析匈牙利布伊尼克地区产的红色金红石时，发现外表很像默纳陈矿，对比研究后，知道两者主要成分相似，只是默纳陈矿含有铁。克拉普罗特确信这是一种新金属的氧化物，并好奇地给这种新元素取名叫“Titanium”（钛），这个名字引用一个希腊神话故事：说天与地的第一代儿子叫“太坦斯”（Titans），也就是传说中的泰坦神，从此，Ti就成了钛的符号。1849年德国化学家维勒用钾与氟钛酸钾共热，制出不纯的金属钛。现在冶炼钛的方法是，先把钛矿石经过一系列处理，转变成四氯化钛，再用镁或钠在惰性气体中还原，生成海绵状钛，也就是海绵钛。

泰坦神力大无比。德国矿物学家克拉普罗特在将希腊神话中的泰坦神的美名送给“钛”时，恐怕当时也没有想到钛和泰坦神一样会力大无比，甚至钛的许多潜能、智能更是泰坦神所望尘莫及的。

1986年，当以中国工程院院士李东英为科技顾问拍摄的《崛起的第三金属——钛》荣获第六届中国电影金鸡奖最佳科教片以来，天与地的儿子“钛”坦神已开始在中国从陌生走进了人们的视野。当“神舟五号”载人航天飞船发射成功，“钛”坦神与“神舟五号”共翔蓝天。

钛，天与地的儿子，其潜能、智能将在各个不同的领域展露风姿，在21世纪的金属世界里，数风流物质还看金属钛。

# 我不是稀有金属 (2)



3

钛·天与地的儿子

说到铁、铝，全世界可以说没有谁不知道，铁、铝与人类好像是“铁杆兄弟”一般，几乎家家拥有铁、铝。说到金、银，恐怕全世界的人都知道其弥足珍贵，穿金戴银唯恐富而不知。但说到我“钛”，人们却知之甚少，这也难怪，从1789年英国分析化学家格列高尔发现钛，从上世纪40年代进入工业化生产钛以来，全世界钛的年产量最高时也才10万吨左右，比起铁、铝数以千万吨级的产量来，钛的产量的确是“何足挂齿”。因此，钛在人们的心目中没有地位也算得上是情理之中的事了。

但话又说回来，虽然全世界只有中国、美国、日本等五六个国家具备能够生产海绵钛的技术，钛的产量早已是万吨级以上了，比起数十个国家虽然能够生产黄金，但全世界的黄金年产量也没有超过3000吨，中国的黄金年产量才在2003年达到200吨的状况来说，钛的产量在黄金面前也算得上是“老大”了。然而，“钛”的名气、“钛”的声望比起黄金来是差之千里呀，想来这不应该是钛的原因，应该是人类的智慧还没有达到开发钛强大功能的因素所致。这或多或少是委屈了钛的生存，委屈了钛对于人类社会的重要意义，作为从事钛业开发、钛业传播的业内人士是得好好总结这一现象的客观存在。

虽然，人类把钛界定为稀有金属，“钛”已知道人类已把稀有金属解释为



是指地壳中含量较少、分布较散、提炼较难或应用较晚的金属。从这个意义上讲，作为元素符号Ti的确应该划归稀有金属这个群体，这也无可厚非。但实践是检验真理的唯一标准，钛不应该被列入稀有金属，因为钛在地壳中的含量是非常丰富的，这里有组数据足以说明钛这个天地之子的富饶：钛在地壳里的储藏量非常的丰富，据科学家们测定、推算和估计，钛的含量是地壳质量的千分之六左右，世界储量约34亿吨，在所有元素中含量居第10位（氧、硅、铝、铁、钙、钠、钾、镁、氢、钛）。钛的分布很广，在矿石、砂粒、粘土、煤、石油、植物、天然水中都有，陨石中也含有钛，说明地球以外的天体里都有钛的身影。看来钛在天地之间的含量多、分布广，所以，人类不应该再称钛为稀有金属了，而应该称钛为“不稀有”的金属。“稀有”只是你们人类没有掌握足够的潜能、技能来发掘钛，“不稀有”是因为钛在天地之间广泛存在等待人类去开启钛那智慧的潜能。

钛是一种十分活泼的元素，可与周期表中许多元素发生化合反应，特别是对氧的亲合力非常大。因此，自然界中没有游离态的元素钛存在。含钛的矿物种类很多，到目前为止已知有近70种，据分析，其中最具有工业价值的有金红石 $\text{TiO}_2$ 、钛铁矿 $\text{FeTiO}_3$ 及组成复杂的钒钛铁矿。我们中国钛的蕴藏量居全球之首，四川攀枝花地区有极丰富的钒钛铁矿，蕴藏量约15亿吨，遗憾的是至今钛行业还没有成熟的工艺技术将攀枝花钒钛铁矿的钛提炼出来，这是钛的遗憾也是人类目前的遗憾。

说到这里，我作为21世纪必将崛起的“第三金属”、“太空金属”、“结构金属”，我感到万分的欣慰，毕竟人类看到了我存在的价值，我相信随着新世纪曙光的普照，钛的未来也将会阳光灿烂，钛的潜能、智能将在人类的智慧中被挖掘出来，这是钛的期盼，也是人类的期盼。

钛不是稀有金属，而是造富于人类的富有金属，让时间来验证吧。

## 翱翔蓝天展雄姿 (3)



几乎我们每个人在孩提时代都折叠过纸飞机、玩耍过纸飞机。别看那小小的一张纸，由于纸张的厚薄程度不一，软硬强度不一，折叠技术不一，抛射出去的纸飞机飞起来的姿势那也是千姿百态各不相同。有的能在一定的高度盘旋，然后带着一定的弧度较为平稳地着落地面，有的抛射出去很快就栽向地面。小小纸飞机也反映了材质、结构、技术的问题，适宜的纸张、合理的结构、娴熟的技术会给纸飞机创造较好的抛射飞行感觉和效果。

小小纸飞机是人们对真飞机的心驰神往，翱翔蓝天白云是人们聪明才智的延伸。从1903年12月17日，威尔伯·莱特和奥维尔·莱特两兄弟在公众面前展示飞机短短30米的飞翔魅力，人类终于开创了一条空中之路，1908年，威尔伯·莱特驾驶一架新型飞机创造了飞行140分钟的纪录，兄弟俩的名字很快地传遍了全球，人类开始进入航空时代。

人类社会在进步，飞机也在快速发展，采用既轻又坚固的材料，即比强度、比刚度制造飞机也成为研究的方向。可以说材料的发展推动了飞机的发展，在飞机的发展中钛随着时间空间的轮换被推到了“太空金属”的前沿。钛的硬度



与钢铁差不多，而它的重量几乎只有同体积钢铁的一半，钛虽然稍稍比铝重一点，它的硬度却比铝大2倍，于是钛的优势慢慢在航空航天领域得以展现。钛上世纪40年代研制成功，50年代初期全面进入工业生产，恰好那时飞机达到超音速。当超音速飞机飞行时，它的机翼的温度可以达到500℃。如用比较耐热的铝合金制造机翼，一到二三百度也会吃不消，必须有一种又轻、又韧、又耐高温的材料来代替铝合金，钛恰好此时“破土而出”能够满足这些要求。如美国研制的飞机随着钛合金用量的比例增加，促使飞机性能趋向更好，如50年代研制的F-4E鬼怪战斗机，钛合金只占飞机质量的6%，稍后的F-14A战斗机钛占到25%。60年代后研制的SR-71侦察机，飞行高度达24000米，航程达4800千米，要飞那么高、飞那么快，飞那么远，用铝和钢那就不行了，于是，钛展现了自己独特的魅力，“英雄钛”找到了自己的“用武之地”，这种飞机用钛占到了93%，号称“全钛飞机”。如今，有的超音速远程截击机用钛作为主要结构材料，钛的使用量几乎占到整个机体结构总重量的95%，所以，如果没有钛合金就很难发展目前的超音速飞机。

现在，钛，已经成为宇宙航行的重要角色。在航天事业中，钛可制成飞船的“外衣”，防高温的侵袭。目前世界上每年用于宇宙航行的钛，已达1000吨以上。极细的钛粉，还是火箭的好燃料，所以钛被誉为宇宙金属，空间金属。

人类在广泛使用金属的历史进程中，经历了从远古时代的青铜器到铁、铝之后，第四种将被广泛应用的金属元素是哪一种呢？这种金属已被科学家预言为钛。这是因为钛具有熔点高、硬度大、可塑性强、密度小、耐腐蚀等优点。

我们小的时候几乎都有坐飞机翱翔蓝天的梦想，但那时我们并不知道有种金属能带我们去实现梦想，随着科技的发展，经济的腾飞，人类已随着这种神奇的金属翱翔蓝天展雄姿，莱特兄弟也会为此感到无比的欣慰——这就是神奇的钛，这就是钛的神奇。