

四色全彩



金属

闪闪发光的宝藏： 全接触

〔日〕田中和明/著

乌日娜/译



什么是普通金属与稀有金属？
怎样用21世纪的“炼金术”创造新元素？
半金属、轻金属、超合金……
让我们与金属来一个亲密全接触吧！



科学出版社



闪闪发光的宝藏：

金属全接触

〔日〕田中和明/著

乌日娜/译



科学出版社

北京

图字: 01-2011-4907 号

内 容 简 介

我们生活的世界有形形色色的事物和现象,其中都必定包含着“科学”的成分。在这些成分中,有些是你所熟知的,有些是你未知的,有些是你还一知半解的。面对未知的世界,好奇的你是不是有很多疑惑、不解和期待呢?!“形形色色的科学”趣味科普丛书,把我们身边方方面面的科学知识活灵活现、生动有趣地展示给你,让你在畅快阅读中收获这些鲜活的科学知识!

闪闪发光的各种金属也有迥异的脾气和秉性哦。工业基础应用、产品开发加工、日常生活的方方面面,我们都需要金属的帮助和参与。那么,到底金属是什么?它又有哪些有趣的“性格”?它还有哪些你不了解的神通呢?这本书,让你完完全全了解金属的奥秘和魅力……

本书为大众读物,适合所有对金属知识感兴趣的读者阅读。

图书在版编目(CIP)数据

闪闪发光的宝藏:金属全接触/(日)田中和明著,乌日娜译.
—北京:科学出版社,2011.8
 (“形形色色的科学”趣味科普丛书)
 ISBN 978-7-03-032004-9
 I. 闪… II. ①田…②乌… III. 金属-普及读物 IV. TG14-49
 中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 159878 号

责任编辑:张丽娜 赵丽艳 / 责任制作:董立颖 魏 谨

责任印制:赵德静 / 封面设计:柏拉图创意机构

北京东方科龙图文有限公司 制作

<http://www.okbook.com.cn>

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

北京天时彩色印刷有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2011 年 8 月第 一 版 开本:A5(890×1240)

2011 年 8 月第一次印刷 印张:6

印数:1—6 000 字数:192 000

定 价:32.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

“Kinzoku” no Kihon

Copyright © 2010 Kazuaki Tanaka

Chinese translation rights in simplified characters arranged with

SOFTBANK Creative Corp., Tokyo

through Japan UNI Agency, Inc., Tokyo

「金属」のキホン

田中和明 ソフトバンク クリエイティブ株式会社 2010

著者简介

田中和明

1956 年生于日本大阪。1982 年毕业于京都大学研究生院工学研究科。毕业后,进入新日本制铁君津制铁所工作,1996 年成为金属部门的专业工程师。田中和明是日本钢铁协会、环境资源工学会和失败学会的成员。著作有《图解入门 通俗易懂的金属基础与结构》、《图解入门 通俗易懂的稀有金属基础与结构》(秀和 System)、《图解入门 通俗易懂的金属加工基础与结构》等。田中和明先生还经常在个人网页 KAZTECJP 上发布金属行业的相关信息。他崇尚出门用包袱装东西、骑自行车和使用机械手表等绿色环保的生活方式,喜欢在未装空调的家中写作。平时喜欢慢跑,最大的乐趣是与夫人一起创作关于金属的歌曲。

坂本 纪子 (Design Studio Palette)

美术指导。

野边 Hayato

封面绘图。

山本 治 (atelier TRUMP HOUSE)

内文插图。



拥抱科学，拥抱梦想！

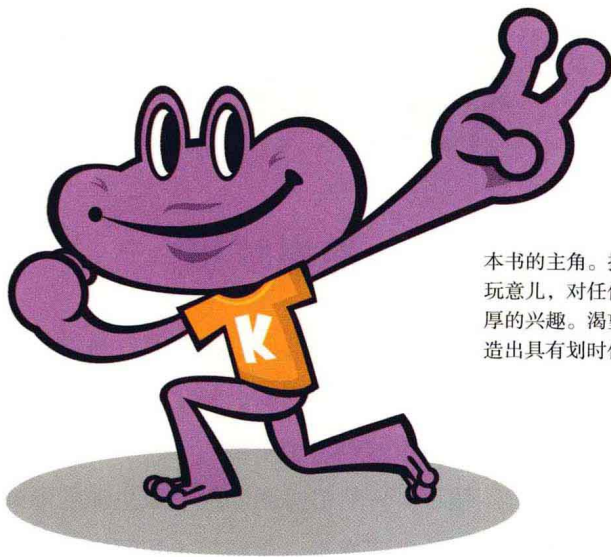
伴随着20世纪广域网和计算机科学的诞生和普及，科学技术正在飞速发展，一个高度信息化的社会已经到来。科学技术以极强的渗透力和影响力融入我们日常生活中的每一个角落。

“形形色色的科学”趣味科普丛书力图以最形象生动的形式为大家展示和讲解科学技术领域的发明发现、最新技术和基本原理。该系列图书色彩丰富、轻松有趣，包括理科知识和工科知识两个方面的内容。理科方面包括数学、理工科基础知识、物理力学、物理波动学、相对论等内容，本着“让读者更快更好地掌握科学基础知识”的原则，每本书将科学领域中的基本原理和基本理论以图解的生动形式展示出来，增加了阅读的亲切感和学习的趣味性；工科方面包括透镜、燃料电池、薄膜、金属、顺序控制等方面的内容，从基本原理、组成结构到产品应用，大量照片和彩色插图详细生动地描述了各工科领域的轮廓和特征。“形形色色的科学”趣味科普丛书把我们生活和身边方方面面的科学知识，活灵活现、生动有趣地展示给你，让你在畅快阅读中收获这些鲜活的科学知识！

愉快轻松的阅读、让你拿起放不下的有趣科学知识，尽在“形形色色的科学”趣味科普丛书！

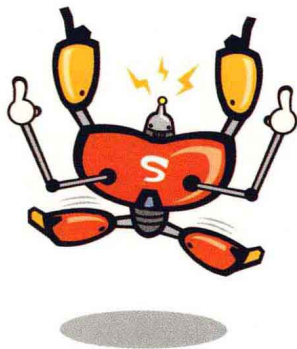
出场人物介绍

★ 青蛙：跳跳



本书的主角。擅长制作各种小玩意儿，对任何事物都抱有浓厚的兴趣。渴望着将来亲自制造出具有划时代意义的产品。

★ 向导



超合金先生

超合金先生是具有氧化钛外壳的机器人，从左右胸部深处伸出两只手，形状很像虫子。喜欢宫崎骏的漫画，在刚强的外表下，他也有温柔的一面，比如喜欢小鸟等。



镀锡铁皮：小熊

镀锡铁皮，也就是小熊，他可是超级红人。不管出现在什么场合，都能起到活跃气氛的作用。这种亲和力和可不是谁都能模仿得了噢！

前言

在我们的日常生活中,金属随处可见。观察一下周围,就会发现我们的生活空间被各种金属所包围。

金属按不同性质可分为不同族群。从元素周期表能够看出各种金属的不同特征。

性质相似的金属构成族,各族金属都有各自的特征。本书将对各种金属的性质进行详细描述。金属可分为天然金属和人造金属,其中几乎所有的天然金属都是从大自然中提取出的,而人造金属则是从原子核反应堆中产生的。学习金属的相关知识时,了解金属的制造方法显得尤为重要。

金属种类繁多且性质千差万别。尽管我们经常能听到那些常用金属的名字,但是很少有机会深入了解这些金属的性质,现在就让我们接近那些从前似懂非懂的金属谜团吧!我们能够通过互联网和金属入门书籍了解到简单的金属知识。但是想要深入学习时,就会碰到很多晦涩难懂的解释。本书在讲述金属知识时,尽量不涉及专用术语和计算公式。应该说,这是跟笔者一起进行的一次愉快的“金属之旅”。

本书通俗易懂地讲述了金属的相关知识,本书的出版实现了笔者多年的夙愿。单纯讲述金属的相关内容并不难。但是那样的话,内容就难免落入粗糙的窠臼。可以说,这是一本既通俗易懂又不失水准的好书。我们希望从大学生到成人各阶段的人群都能利用本书快乐地学习金属知识,提高自己的学识水平。

本书是笔者多年心血的凝结,书中大半的图和表都是由笔者亲自绘制而成,本书的点点滴滴都体现着笔者的良苦用心。希望本书能够得到大家的喜爱。

沉浸在为大家传授金属知识的喜悦中

田中和明





金属全接触

目 录

第 1 章 金属的性质

001	用于制造汽车的金属 汽车用功能性金属材料	2
002	航空飞机用新型金属材料 航空金属	4
003	手机是高科技的集合体 高科技金属材料	6
004	有益金属和有害金属分别是什么 生物体中的金属	8
005	用于制造硬币的金属材料 硬币金属	10
006	用于制造高层铁塔的金属材料 建筑钢材	12
007	发挥超导作用的金属 超导金属	14
008	杀灭细菌的金属 抗菌金属	16
009	透明且电导性能卓越的金属 透明导电物质	18
010	可记忆形状并能恢复原状的金属 形状记忆合金与超弹性合金	20
011	内部储存氢气的金属 储氢合金	22
012	什么是耐污金属 氧化钛	24

COLUMN 金属质感的陶瓷茶碗

26

第 2 章 什么是金属

013	什么是元素与原子有何差异	28
014	金属与元素的数目	30
015	金属有何特征	32
016	金属、半导体和绝缘体的区别在于能否产生能带间隙	34
017	金属是什么颜色的 金属光泽的秘密	36
018	元素周期表与电子轨道的关系	38
019	元素周期表由多个族组成	40
020	元素周期表中族的特征	42
021	名贵金属 黄金、银、铂金和钯金等 8 种元素	44

022	又重又硬的高熔点金属 钨和钼等	46
023	看似金属又不是金属的半金属 硼和硅等	48
024	占大多数的过渡金属	50
025	什么是稀土金属 镧、铈、钕等 17 种元素	52
026	从植物燃烧的灰烬到碱金属 碱金属元素	54
027	碱土金属 钙、锶、钡、镭 4 种元素	56
028	其他主族金属与放射性元素	58
029	由常见金属和稀有金属构成的世界	60

COLUMN 大马士革刀的制作

62

第 3 章 金属的起源

030	金属诞生于远古的宇宙大爆炸时期	64
031	金属与地球的形成关系密切	66
032	能够产生地磁的铁元素	68
033	金属创造了生命吗	70
034	宇宙创造的金属 像谜一样的魏氏组织	72
035	从矿石到金属的改变 钻石与金属的关系	74
036	金属的回收利用	76
037	中世纪炼金术与现代炼金术	78
038	黄金时代、青铜时代、铁器时代	80

COLUMN 怀表中的金属学

82

第 4 章 迅速发展的金属技术

039	密度最大的金属元素 铱和锇	84
040	了不起的轻金属 轻金属 123	86
041	从蛹到蝶的蜕变 变态金属:铁与锡	88
042	烟花的秘密 金属的焰色反应	90
043	非常危险 能发射射线的放射性同位素	92



044	衣着普通的贵妇在散步 金、银和铂金等贵金属	94
045	爆裂姐妹来拜见 在水中发生爆炸的碱金属	96
046	让人熔化的拥抱 低熔点金属	98
047	以人名命名的金属	100
048	以天体和神的名字命名的金属	102
049	容易混淆的金属	104
050	金属的寿命	106

COLUMN	炼金术的历史	108
--------	--------	-----

第5章 金属的冶炼方法

051	钢铁产量与炼铁法	110
052	走近高炉	112
053	走近转炉	114
054	铸造工艺	116
055	轧制工艺	118
056	镀层工艺	120
057	铝的精炼工艺	122
058	铜的精炼工艺	124
059	镁的精炼工艺	126
060	放射性铀的精炼工艺	128

COLUMN	金属趣谈	130
--------	------	-----

第6章 金属的内部结构

061	铁的晶体结构	132
062	不锈钢	134
063	不锈钢也会生锈吗	136
064	粉末成型法	138
065	拥有奇妙名字的金属	140



066	钢的种类	142
067	铜与铜合金	144
068	钛与钛合金	146
069	如何利用金属应对环境问题和地球变暖问题	148

COLUMN	历史上的金属学	150
--------	---------	-----

第7章 让我们深入学习金属吧

070	什么是金属的硬度	152
071	什么是金属的强度	154
072	金属的黏结强度	156
073	金属真的容易延展吗	158
074	世界上存在透明的金属吗	160
075	什么是超合金	162
076	合金的制造方法	164
077	金属为什么有磁性	166
078	什么是金属的热处理	168
079	金属酷似人类吗	170
080	金属到底是什么	172

COLUMN	直接炼铁法与间接炼铁法	174
--------	-------------	-----

附 录		175
附录 1	元素周期表	176
附录 2	金属性质排序	178

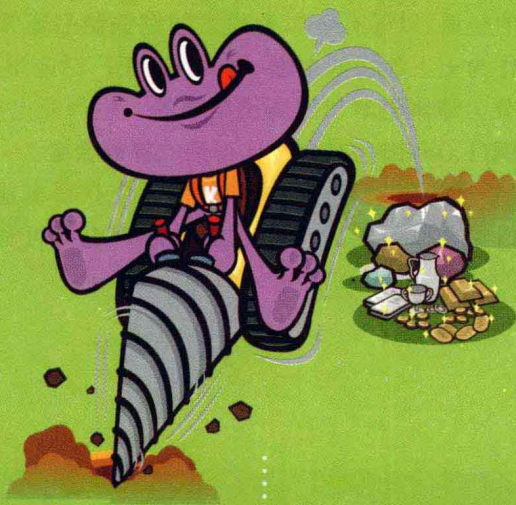
参考文献		179
------	-------	-----

第 1 章



金属的性质

观察一下周围，你就会发现我们的日常生活中金属随处可见。那么，让我们简单了解一下金属吧！



为应对日益恶化的地球资源问题和环境问题,抑制汽油和轻质油等化石燃料的消费,人类在汽油汽车和柴油汽车的基础上,开始研发各种新型汽车。

最受欢迎的新型汽车是混合动力汽车。“hybrid”的意思是“将不同的东西混合在一起”,在汽车行业,“hybrid”是指混合动力汽车。混合动力汽车是将内燃发动机和电动机组合在一起作为动力源使用的汽车。目前,单独以电动机驱动行驶的汽车主要分为两种,即以蓄电池驱动行驶的电动汽车和燃料电池驱动行驶的燃料电池汽车。

混合动力汽车和电动汽车都搭载了电动机和充电电池(蓄电池)。混合动力车和电动汽车的电动机上使用了两个横纲级的金属制品。以普通金属为代表的钢铁制品通常使用电磁铁。电磁铁是指,磁场中容易磁化,磁场消失后又容易恢复原来性质的钢铁制品。与常见金属相对应,稀有金属是指存储量稀少的金属,以稀有金属为代表的钢铁制品通常使用钕铁硼磁铁。钕铁硼磁铁作为史上最强的永磁材料,目前正广泛应用于各个行业。

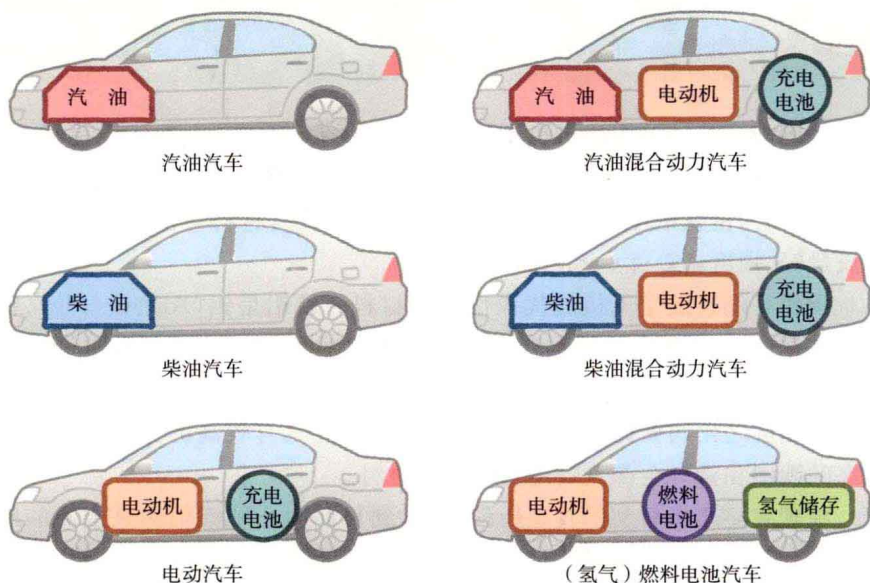
充电电池可分为镍氢电池和锂离子电池等。生产充电电池时,都需要使用由稀土金属镧(La)和铈(Ce)合金化得到的铈镧合金。

燃料电池,是指通过氢气与空气中氧气的反应获得电能的装置。燃料电池的反应需要以铂金作催化剂。除此之外,燃料电池可利用储氢合金储存氢气。代表性的储氢合金产品是镍(Ni)镧合金。



- 电动汽车上装有电动机和充电电池。
- 制造电动机和充电电池时需要使用大量稀有金属。

图1 汽车用功能性金属材料



电动机

电磁铁

钕铁硼磁铁

钕镨混合物 (Nd, Dy)

充电电池

镍氢电池

锂离子电池

Ni
Li 钴镍合金

燃料电池

固体高分子型燃料电池

催化剂 (铂金、铂钯合金) 等

氢气储存

储氢合金

稀土合金 (LaNi₅)内燃发动机
汽油、柴油

铸件等

铸铁

以汽油和轻质油为燃料，以内燃发动机为动力源驱动的汽车目前仍是汽车的主流发展方向。随着人们环保意识的提高，目前还开发出了搭载内燃发动机和普通电动机的混合动力汽车、组合充电电池和电动机的电动汽车、搭载燃料电池和电动机的燃料电池汽车等新型汽车。由此可见，汽车的动力源正呈现出多样化的发展趋势。

名词解释

功能性金属材料 → 一方面，金属可作为构造材料，另一方面，金属也可发挥金属本身所具有的功能。尤其是本身具有特殊功能的功能性金属，最近引起了广泛的关注。超导合金、形状记忆合金、磁性材料、储氢合金等功能性金属材料都是尖端技术领域不可或缺的原材料。

美国波音公司的客运飞机型号有 B747、B777 等。有人曾经质疑过,由钢铁制成的飞机怎么能飞上天? 但是实际上制造航空飞机时几乎不用钢铁制品,因为钢铁密度太大。目前,航空飞机用金属材料大多价格较高,具有质量轻、强度高等优点。

硬铝是制造航空飞机的代表性金属材料。硬铝是铝(Al)、镁(Mg)、锌(Zn)和铜(Cu)的合金。硬铝合金经过淬火之后,硬度急剧上升,质量较轻的硬铝表现出很高的强度,这就是著名的**时效硬化现象**。材料的抗拉强度与材料密度之比叫做**比强度**,优质的结构材料应具有较高的比强度。比强度高的硬铝和钛合金都是较适宜的航空材料。

纵观航空飞机材料的发展历程可知,到目前为止硬铝仍然是主要的航空材料。目前正在服役的 B777 的机身也是以硬铝为原材料。尽管如此, B777 的一部分零件也采用了强度比硬铝更高的钛合金,但是材料更换的比率并不是很高。

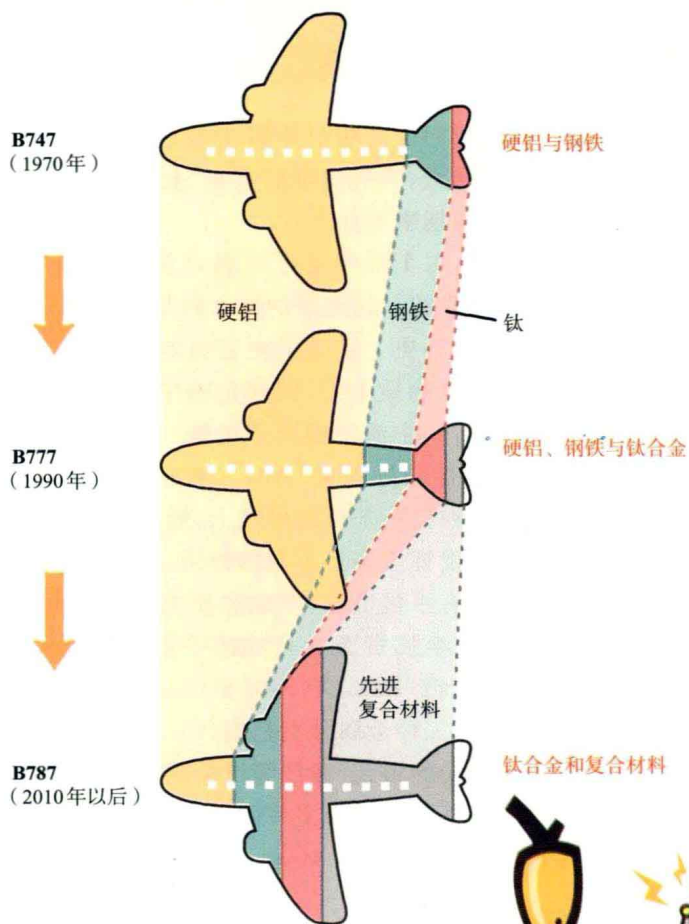
据称,目前正在实用化的后续机型 B787 的金属材料使用率将会发生较大变化。最具特色的原材料变化是**复合材料**的使用比率将会大幅增加,并且钛合金的使用率也会增加。第二代飞机 B787 上使用的金属原材料中,硬铝作为主角的位置必将被替代。

从飞艇时代开始,硬铝就已经成为制造飞机的重要材料。但是,对于功能更多的航空飞机来说,除对强度有要求的部分使用金属之外,其余部分已经开始使用更为先进的复合材料。这种复合材料是在树脂中添加玻璃纤维和碳纤维进行强化而得到的材料。也许,又有人会质疑,像塑料模型一样的飞机能乘坐吗?



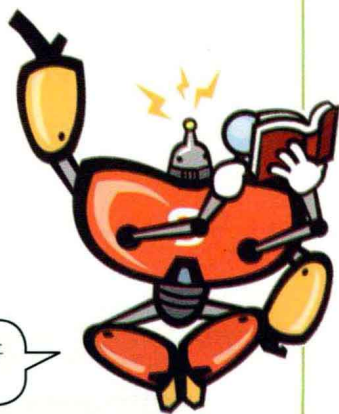
- 硬铝和钛合金都是质量轻、强度高的金属材料。
- 飞机用材料正从硬铝向钛合金和先进复合材料转变。

图1 航空飞机上金属的使用比率与变迁



用于制造航空飞机的金属正在发生较大变化。从飞机和飞艇发展初期到航空飞机时期一直称雄争霸的硬铝，在新型航空飞机上的使用率正在下降。钛合金和复合材料将占领航空飞机材料的半壁江山。

复合材料的强度远高于金属材料！



现在,手机已经成为我们生活中必不可少的通讯工具。手机可以接收和发送电子邮件、浏览网页,当然也能打电话、拍照和作为信息终端使用。可以说,现在手机功能越来越强大。

手机由多个部件组成,每个部件又可分解为多个零件。手机的各种零件是由不同金属材料制成的。扬声器的原材料是主要成分为氧化铁的铁素体,而振动器的原材料是史上最强的永磁材料**钕铁硼磁铁**。液晶显示屏的制造离不开透明导电物质**ITO**(钢氧化物中添加锡得到的物质)。手机电池全都是充电电池,其主流是**锂离子电池**。插入充电器和耳机的耳机插孔上镀有一层导电性较好的金(Au)。电容器、芯片电阻和IC芯片等内部电子零件被设置在树脂基板的配线上,通过**焊锡**接点进行固定。手机中的各种金属材料都发挥着各自不同的作用。

手机的必要组成部件有手机机身、电池和充电器。根据东京都2009年公布的“以循环利用稀有金属资源为目的的手机回收实验”(图2),手机中含有金(Au)、银(Ag)、钯(Pd)、铁(Fe)、钴(Co)、铝(Al)和铜(Cu)等金属材料,其中比重较大的三种金属分别是铜(Cu)、铝(Al)和钴(Co)。

虽然一部手机仅含微量的银、金和钯等贵金属,但在手机的回收活动中,这些微量的贵金属,尤其是金成为主要的回收目标。笔者经过试算得知,仅2009年一年,日本全年回收的4000万部手机中含有约0.65吨金和5.5吨银。



- 手机中含有多种金属材料。
- 手机回收活动的主要回收目标是金(Au)。