

(苏) E. M. 萨维茨基 著
B. C. 克利亚奇科

现代化必需的金属

xiandaihua
bixude
jinshu

TG-49
2
3

现代金属学普及读物

现代化必需的金属

[苏] E. M. 萨维茨基 著
B. C. 克利亚奇科

董 庆 和 译

江苏科学技术出版社

B 239458

Е. М. Савицкий, В. С. Клячко
Металлы Космической Эры

本书根据苏联冶金出版社1978年修订第二版翻译

封面设计 王道珍

插图 封明诚

现代化必需的金属

〔苏〕Е. М. 萨维茨基 著
В. С. 克利亚奇科

董 庆 和 译

出版：江苏科学技术出版社

发行：江苏省新华书店

印刷：南通县印刷厂

开本 787×1092毫米 1/32 印张 6 字数130,000

1985年1月第1版 1985年1月第1次印刷
印数 1—3,200册

书号13196·176 定价1.15元

责任编辑 王春霆

内 容 简 介

全书以通俗的语言、有趣的故事、生动的比喻讲解了现代金属学的各方面的知识，讲述了各种金属在现代各个领域中的应用；具有中等文化水平即可看懂。这是一本普及现代科学技术的优秀读物。

本书适合于下列人员阅读：在宇航、原子、电子、航空、机械、兵器、舰船、冶金、地质、石油、化学、燃料等各工业部门从事科研、设计、生产的广大科技人员、工人、干部；广大中学生、大学生和一般干部；以及想学一点科普知识的广大读者。

本书由苏联科学院院士、最著名的金属科学家萨维茨基和名记者克利亚奇科合作写成。

目 录

前言 现代化的主要材料	(1)
第一章 强度的关键	(4)
可悲的历史记录	(4)
强度越来越大	(6)
宝剑的秘密	(7)
金相学的诞生	(9)
原子的排列	(13)
“多变的”金属	(18)
笔头计算的结论	(22)
超强度晶体	(24)
缺陷增大金属的强度	(25)
难以猜测的比例因素得到了解决	(28)
使强度再大些	(30)
第二章 谈点理论	(33)
什么是金属	(33)
“公共”电子	(38)
最现代化的答案	(39)
第三章 冶金的“顺势疗法”	(40)
为什么有纯度的要求	(40)
有益的杂质	(43)
超纯金属的性质	(44)
怎样制取超纯金属	(47)
第四章 各种金属的结合	(50)

合金与合金不同.....	(50)
合金王国的地形图.....	(55)
相处惯了就会相爱.....	(58)
金属的复合体.....	(59)
粉末冶金.....	(62)
第五章 文明的基础	(63)
铁器时代在继续.....	(63)
铁的特性.....	(66)
碳黑赋予铁以强度.....	(67)
再谈点提高强度的问题.....	(69)
第六章 征服天空用的金属	(73)
轻, 轻, 轻.....	(73)
最先“上天的”金属.....	(73)
比铝还轻.....	(80)
名副其实.....	(85)
宇宙飞船的燃料.....	(88)
第七章 核电站用的金属	(90)
“核火焰”的控制.....	(90)
为能量而斗争.....	(92)
原子“制动器”和原子“反射镜”	(94)
贵重的废物.....	(95)
门捷列夫周期表到哪里结束.....	(96)
第八章 被驾驭的电子	(99)
烧瓶里的闪电.....	(99)
比原子能更重要.....	(101)
“电子汽”在工作.....	(104)
电河流的河道.....	(106)
“恋石”	(107)

从吉尔伯特到安培·····	(108)
十万个“为什么”·····	(110)
磁性的本质·····	(111)
接近绝对零度·····	(115)
第九章 高温的冲击 ·····	(121)
为什么在高温中金属性能差·····	(121)
怎样帮金属的忙·····	(124)
第十章 在金字塔的顶端 ·····	(127)
制造最精密仪器用的金属·····	(127)
哪些元素算稀有元素·····	(131)
稀有金属的“职业”·····	(132)
第十一章 门捷列夫周期表的六分之一 ·····	(136)
镧所占格子内的集体宿舍·····	(136)
已经被揭开的秘密·····	(140)
第十二章 贵金属在起作用 ·····	(145)
贵金属的“职业”·····	(145)
人体的“备件”·····	(151)
第十三章 金属也需要医生 ·····	(153)
金属会“生”什么“病”·····	(153)
问题在哪里·····	(156)
“治疗”和预防·····	(160)
代结束语 提高质量的途径 ·····	(165)
计算新型合金·····	(167)
新技术建立在什么基础上·····	(170)
宇宙中的冶金家·····	(176)
金属和周围的环境·····	(177)
为了我们和子孙后代·····	(183)

前言 现代化的主要材料

有些人称我们这个时代为原子时代，有些人称它为宇宙时代，还有些人称它为合成材料时代。但是，如果忠于传统，根据制造劳动工具所用的主要材料来给时代定名的话，那么依旧称我们这个时代为铁器时代或金属时代，要正确得多，因为金属仍然是头号材料，是人类整个物质文明的骨架，是工业的脊梁骨。

工业技术设备，在很大程度上，是以利用金属的下列性质为基础的：硬度、强度、耐热性、塑性、导热性、导电性、磁性、核裂变性、超导性等等。

以金属的磁性为例来说吧。如果没有罗盘的磁针，航海家、地质学家和旅行家都会茫然迷路。火花塞里如果没有永久磁铁，汽车、飞机、拖拉机的发动机就无法启动。没有铁心，就不会有发电机、电动机和变压器；

这就意味着电站就一定要停工，电气列车、电车、机床和各种机器就肯定要停止运行和运转，家用电灯和电视屏幕就一定会熄灭，收音机和电话就肯定会寂然无声，等等，等等。

宇宙火箭的功率比最大的水电站的功率还要大许多倍，而只有将燃烧室内温度和压力大大提高，才有可能在比较小的容积内聚集这样极为巨大的力量。为此就需要有特殊的材料。

汽轮机叶片、磁流体发电机、制造合成金刚石用的设备以及其它许多技术部门，也都需要耐超高温和超高压的材料。

核动力工程技术所需要的材料，不仅要能经受高温，而且要能在放射性作用到的部位和在侵蚀性介质中保持性能稳定。

而医学则要求材料具有一些非常特殊的性质。这些材料不仅应当坚固，能抵抗生命机体的化学物质的侵蚀，而且能同生命机体的组织很好地“和睦相处”。

保证为人类活动的每个领域提供必要的

金属材料，是今天冶金工作者和金属学工作者的最重要的任务。

现代金属学领域中的各项成就决定冶金业的发展速度，而冶金业的发展速度又决定整个国民经济的发展，因此，也决定我们每个人的生活水平。

第一章 强度的关键

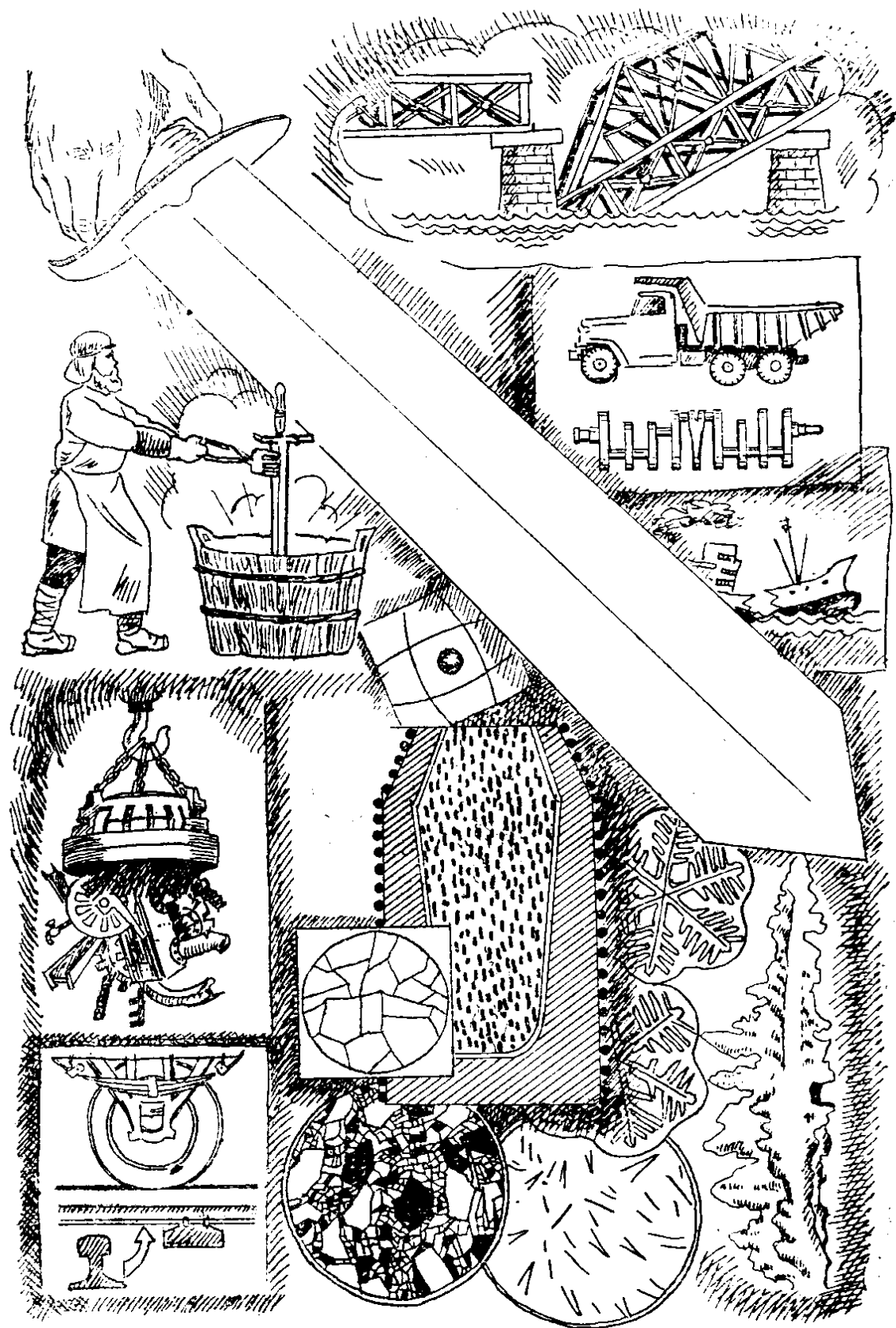
可悲的历史记录 在1951年1月31日这个严寒的日子里，加拿大魁北克的一座公路桥垮了。当时只有一辆汽车从桥上驶过。发生事故时，那座桥的三个桥跨（每跨长54米）都掉到河里去了。你以为那是一座陈旧不堪的桥吗？完全不是，它是1947年才交付使用的。

在比利时，1934—1938年间建成的52座焊接桥，到1940年几乎有五分之一都不能用了。其中有几座桥已完全坏了。1938年3月14日哈瑟特附近阿伯特运河上的一座跨度为73.5米的桥，使用了不过一年多一点就坍塌了。

从1947年到1955年间发生了14起类似事件。

遗憾的是，象比利时那样的事件在别处也没有避免。1951年12月捷克斯洛伐克的一座跨距12米的临时性铁路桥垮了。它是在火车头在其上通过以后，噼噼啪啪响着裂断的。几年前奥地利首都维也纳的一条最主要的运输干线上的莱赫斯布鲁克桥垮了。

美国登记了许多起整体焊接船舶的毁坏事件。第二次世界大战期间建造起来的5,000艘商船中，到1946年有一千多艘有裂纹。有10艘油船和3艘“自由”号货船都裂断成两半。另外有25艘船的甲板或船底全部坏了。有一些船还没有使用就坏了。1943年1月排水量为7,230吨的“斯克奈克特季”号油船，在造船厂围墙附近的静水中准备试航时就裂断了。同年3月，排水量为10,344吨的“艾索·曼赫顿”号油船，在



历史点滴和有关强度的一些情况

风力不过2级、浪也不大、航速为每小时14海里的情况下，就裂断了。

1964年8月，世界上最高的建筑物之一——丹麦格陵兰西南海岸上400米高的天线塔倒塌了……

这里的问题并不在于建筑物有什么毛病。那么，问题究竟在哪里呢？为什么用现代科学所有成就武装起来的工程师们不能精确地计算这些建筑物的强度呢？原来，问题并不那么简单。

强度越来越大 强度大是金属的主要优点。青铜时代取代了石器时代，就是因为青铜的强度比石头大。钢战胜青铜是因为它的强度更大。今天可以用成吨金属制造出比五十年前大得多的产品，这是因为金属的强度已大幅度提高了。

今天没有谁见到汽车会感到惊奇，然而现代化的汽车确实是令人惊奇的。例如，在行驶了5万公里无大修的汽车（这已不是稀奇的事）里，曲轴已旋转了1亿转以上！而且在汽车发动机运转时，曲轴每分钟要受到活塞的7,000多次冲击。电机轴旋转的速度每分钟为10,000—15,000转，而有的涡轮机每分钟甚至要旋转20,000转或更多。请设想一下，它们应该具有多么大的强度！这样的强度在不久以前还是工程师们所梦寐以求的，但是对宇宙时代的技术来说，这已经不够用了。

在喷气发动机的燃烧室内，温度愈高，则发动机的功率就愈大，使用也就愈经济。但是目前燃烧室的温度，甚至不得不人为地降低，因为现在还没有研制出一种材料，能够在2,000℃以上的高温下长时间地经受巨大的负荷。

通过提高功率，可以使机械和设备的效果显著增大。例如，库尔斯克核电站，已经用上了功率为100万千瓦的

发电机组。这种机组比迄今广泛使用的功率为44万千瓦的发电机组的经济效果大得多。

这就是为什么要为许多工业部门设计和建造单机功率愈来愈大的机组和设备的原因。

燃气进入涡轮机前的温度每升高50℃，涡轮机的效率就提高2—3%。这时，设备的重量和体积可以减小，也就是说，金属的用量也可以减少。例如，涡轮机的功率为10,000千瓦，每千瓦需要使用10公斤金属，如果它的功率为25,000千瓦，则每千瓦只需要6公斤。每发1度电的燃料消耗也可以减少。因此设计师们都在想方设法来提高燃气进入涡轮机前的温度。而为此，就需要有能够经受住这样高温的材料。

尽管金属具有许多独特的性能（良好的电气性和磁性等等），但是大多数金属还是用在需要高强度的地方。高强度是指金属长期经受负荷而不变形的能力。

金属的强度究竟取决于什么？在负荷的作用下，金属会发生什么变化？为了回答这些问题，开始时需要谈得远一些。

宝剑的秘密 宝剑的剑刃可以劈开铁制铠甲，而其本身一点也不会变钝；同时它又可以象柳树枝条那样能弯曲，弯成弓形也不会折断；松开以后，它又复原变直，并发出一阵轻微的声响。这就是真正的宝剑。

宝剑的制法已经失传了若干世纪。有资料报导，早在公元前1300年，在印度、波斯、叙利亚和埃及，人们已经会制造宝剑。中世纪在大马士革已制出了宝剑，大马士革钢就是由此而得名。日本也制出了宝剑，这就是著名的武士剑。

制造宝剑的秘密是父子相传的，所以知道的人非常少。

即使是制造这种宝剑钢的工匠也不明白为什么制出的宝剑竟会具有这样的性质。在小亚细亚的巴尔加尔寺庙的编年史上，对公元前9世纪宝剑的加工方法是这样记述的：“将宝剑加热至尚未发出光亮，象沙漠中初升的太阳，然后把它插进肌肉发达的奴隶身体里，冷却到紫红色……奴隶的力量转入宝剑中，就使宝剑的金属变得坚硬。”

中世纪的制作法已不那么残酷，但是同样怪诞。它是将宝剑放在红黄色头发小孩的尿内进行淬火。（不过，这种作法有它合理的一面，因为在盐溶液中淬火比在水中好。）

自从枪炮出现以后，宝剑就失去了它以往的作用，制造宝剑的秘密也就失传了。然而，十八世纪后半叶，出现了大机器生产。为此需要有优质而价廉的金属。在交通运输和矿井作业中发生了许多起事故和灾祸。炮在发射时发生爆裂。这一切都急切地要求对金属的性质进行科学研究，要求建立专门的金属科学。正如恩格斯极其明确指出的那样：“如果社会在技术上有需要，那就要比办几十所大学对科学的推动力还要大”。

……1820年，英国旅行家罗·斯柯特在印度对一种叫做乌茨的印度钢的性能发生了兴趣。用这种钢做的刀具、钻头、锯子和枪炮，要比用其它任何钢做的好得多。斯柯特在孟买买了一把乌茨钢的印度宝剑带回英国，转送给了英国皇家学会。实验大师迈克尔·法拉第亲自对这把宝剑进行了研究。经过化学分析证明，在宝剑的合金中含有铝。这里面有什么秘密吗？为了对这一点进行检验，法拉第拿来了英国的铸钢，将它与铁和铝的混合物熔成合金。乍一看，似乎成功了，因为合金外表很象那印度宝剑，它几乎具有宝剑钢的那种不同于其它任何钢的花纹。但是后来发现法拉第弄错了，

因为它们仅仅是外表上的相似。因此，他没有制成宝剑。

1828年，法拉第的研究被在乌拉尔的兹拉托乌斯特城工作的俄国冶金学家帕维尔·佩特罗维奇·安诺索夫知道了。他不怕接受这位著名的英国科学家所没有完成的任务。他也和法拉第一样，开始是寻找能够将普通钢变成宝剑钢的“具有魔法的”添加物。他往钢里什么都加过了，银、金、铂，甚至金刚石都加过，但是这一切都是徒劳的，宝剑没有制成。在这些早期的试验失败之后，他就开始系统地研究各种各样的添加物本身对钢性质的影响。

安诺索夫第一个使用显微镜研究了金属的组织。在他以前人们曾试图应用显微镜，但没有成功。问题在于，如果将某种物品，例如，保险刀片放在显微镜下，那么除了金属的闪光表面之外，什么也看不见。为了能观察金属的内部结构，安诺索夫决定用酸来腐蚀金属表面。这使他第一个见到了宝剑的花纹所反映的它的内部结构。安诺索夫还弄清了，金属结构与其各种机械性能之间的关系。他指出，当花纹成致密网状覆盖在表面或呈曲轴状时，就制成了优质钢制品。

安诺索夫用五年时间不屈不挠地、持续地作了无数次试验，终于在1833年制成了真正的宝剑。他发现原来制造宝剑的秘密不仅在于钢本身的成分，而且还在于剑身的特殊制作工艺。制造著名的兵器钢的德国佐林根城的工匠们不相信这一点。于是举办了钢的“竞赛”。安诺索夫宝剑的优越性表现得极为明显：他的兹拉托乌斯特剑把德国长剑的剑刃砍成两段。1841年出版了安诺索夫的著作《论宝剑》。书中总结了他多年的研究成果。

金相学的诞生 用同一种钢制成的炮，性能也不一样。有些炮使用时间长久，有些放了几炮后就开裂了。这是为什

么呢？这个问题使当时在彼德堡城奥布霍夫工厂工作的青年工程师德米特里·康士坦丁诺维奇·切尔诺夫感到不安。他整天，有时甚至通宵达旦地，呆在工厂的车间内、火炮靶场上、机械实验室和化学实验室里。切尔诺夫极为仔细地研究了炮身开裂的部位，他发现经久耐用的炮的金属具有细粒结构，而那些迅速开裂的炮的金属则是粗粒结构。

化学成分相同的金属，它们的结构怎么会不一样呢？显然，这个问题只可能出在加工过程中。于是切尔诺夫对自己提出了一项不那么容易的任务：找出能使所有火炮都具有最好质量的金属加工方法。

切尔诺夫对那些加热至不同灼热颜色（由暗红色至耀眼的白色）的钢锭进行锻造。钢锭冷却后在拉力机上测定其强度。就这样找到了使制件获得最高强度的最优温度条件。但这位科学家并没有就此止步。他顽强地寻求这样一个问题的答案，即金属在加工过程中究竟发生了什么变化呢？

1868年，切尔诺夫在俄国技术协会上报告了他两年的研究成果。除了熔点（他用字母“*c*”表示）之外，切尔诺夫还发现两个点，在这两个点的温度下，钢的性质发生急剧的变化。第一个点，他称为“*a*”点，在这一点，钢呈暗樱桃红色；第二个点，他称为“*b*”点，在这一点钢呈暗红色。这位科学家称这两个点叫临界点，但在全世界人们都称它们为切尔诺夫点。

把加热的钢迅速冷却，钢就会变得硬得多。这一点古代的人们也知道。例如，在荷马写的《奥狄赛》一书中，我们可以读到：“当铁匠把烧红的斧或钺浸到冷水中，铁就发出咝咝声，水在沸腾。就这样将铁放在火中和水中处理，可使铁变得更加坚硬……”。但是，只有切尔诺夫作了证明，为