

日本经典
技能系列丛书

金属材料常识

(日) 技能士の友編集部 编著
李用哲 译

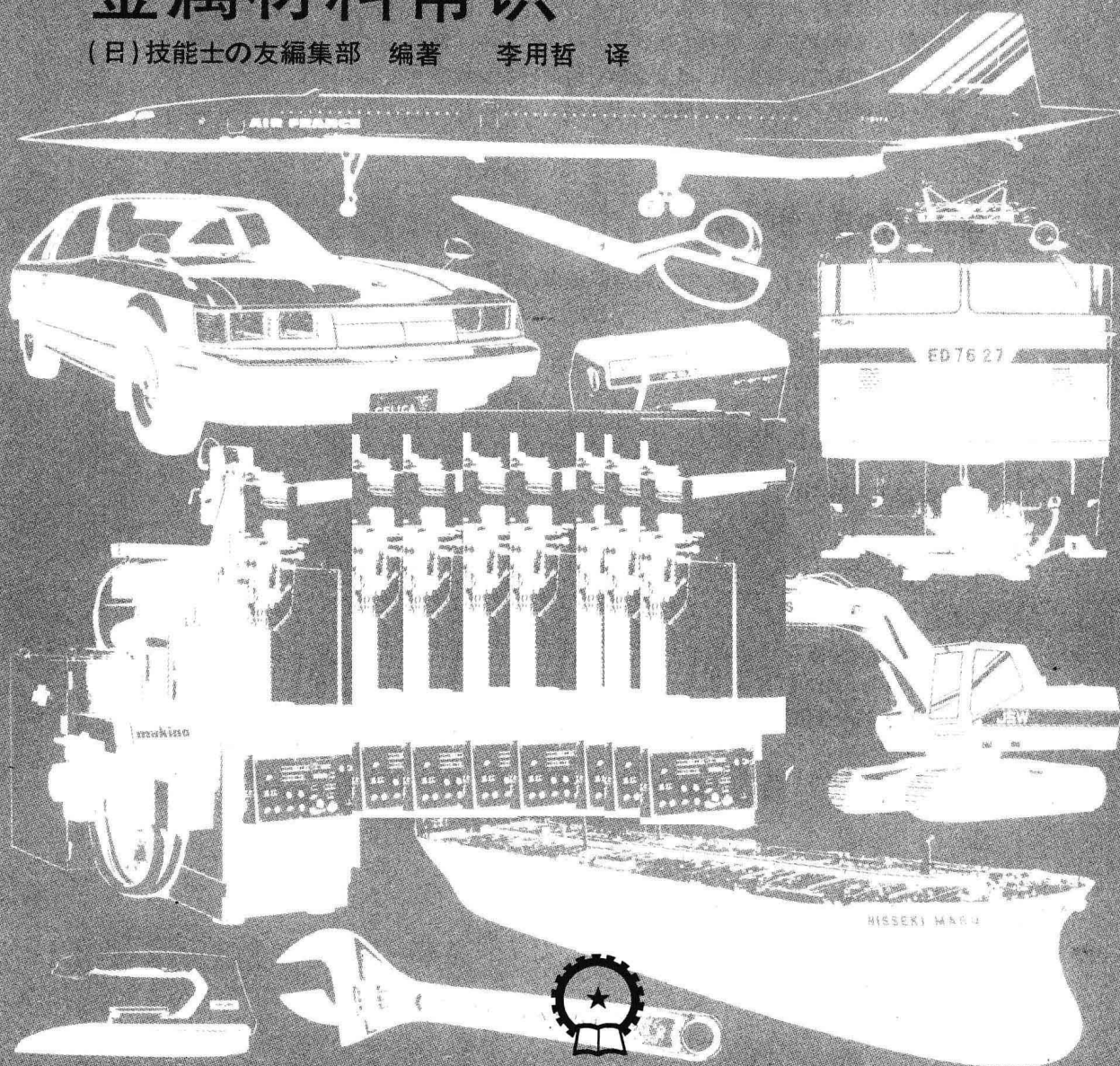


机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

日本经典技能系列丛书

金属材料常识

(日)技能士の友編集部 编著 李用哲 译



机械工业出版社

金属材料无所不在,没有金属材料的人类生活是不可想象的。本书是一本关于钢铁材料以及其他各种非铁金属材料知识的入门指导书,主要内容包括:金属材料的知识及其组织,钢及特殊钢、铸铁、非铁金属材料的品种、牌号与应用,金属材料的物理性能及力学性能的检测知识,以及金属材料的形状及成形方法。

本书可供操作工人入门培训使用。

图书在版编目(CIP)数据

金属材料常识/(日)技能士の友編集部编著;李用哲译. —北京:机械工业出版社,2009.1

(日本经典技能系列丛书)

ISBN 978-7-111-25579-6

I. 金... II. ①技... ②李... III. 金属材料—基本知识 IV. TG14

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第177866号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:王晓洁 何月秋 责任编辑:崔世荣 版式设计:霍永明

责任校对:陈延翔 封面设计:鞠 杨 责任印制:洪汉军

中国农业出版社印刷厂印刷

2009年1月第1版第1次印刷

182mm×206mm·7印张·191千字

0001—4000册

标准书号:ISBN 978-7-111-25579-6

定价:25.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

销售服务热线电话:(010)68326294

购书热线电话:(010)88379639 88379641 88379643

编辑热线电话:(010)88379083

封面无防伪标均为盗版



为了吸收发达国家职业技能培训在教学内容和方式上的成功经验，我们引进了日本大河出版社的这套“技能系列丛书”，共17本。

该丛书主要针对实际生产的需要和疑难问题，通过大量操作实例、正反对比形象地介绍了每个领域最重要的知识和技能。该丛书为日本机电类的长期畅销图书，也是工人入门培训的经典用书，适合初级工人自学和培训，从20世纪70年代出版以来，已经多次再版。在翻译成中文时，我们力求保持原版图书的精华和风格，图书版式基本与原版图书一致，将涉及日本技术标准的部分按照中国的标准及习惯进行了适当改造，并按照中国现行标准、术语进行了注解，以方便中国读者阅读、使用。

目录

关于金属

金属的历史文化	6
金属的定义及其分类	8
元素符号	10
合金	11
金属材料牌号	12
“金”字旁的金属	14
五金	15
日本刀	16
货币	18
大佛	19
矛盾	20

金属的性能

物理性能	22
力学性能	23
什么叫软硬度	24
布氏硬度 HB	26
维氏硬度 Hv	28
洛氏硬度 HR	30
肖氏硬度 HS	32
钢的硬度换算表	34
抗拉强度	36
应力—应变曲线	38
弯曲试验	40
冲击试验	41
其他试验	42
无损检测	44
塑性和弹性	46
展性·延性	48
脆性和韧性	50
锈	52

金属的晶体及其组织

晶体	54
组织	56
热处理	58
表面硬化	60
加工硬化	62
时效硬化	64
残留应力	65
表面处理	66
黑皮	68

金属材料的形状及其成形方法

压延加工（轧制）	70
冷拔加工（拉拔）	72
挤压加工	73
板的种类（板、带、条、箔）	74
棒材	76
线材	77
管材	78
型钢	80
锻造、滚压、压力锻	82
铸造	84

铁和钢

铁和钢	86
炼铁	88
炼钢	90
沸腾钢和镇静钢	92
炼铁厂	93
碳素结构钢 (SS 钢材)	94
优质碳素结构钢 (S—C 钢材)	96
碳素结构钢锻钢制品	98
碳素结构钢铸钢制品	100
火花试验法	102
金属材料及其他	104

特殊

合金钢	110
碳素工具钢和合金工具钢	112
高速工具钢	114
不锈钢	116
弹簧钢	118
轴承钢	119
耐热钢和耐蚀钢	120
易切削钢	121
磁性钢	122

铸铁

什么是铸铁	124
铸铁的特性	126
灰铸铁	128
球墨铸铁	130
可锻铸铁	132
冷硬铸铁	134

非铁金属

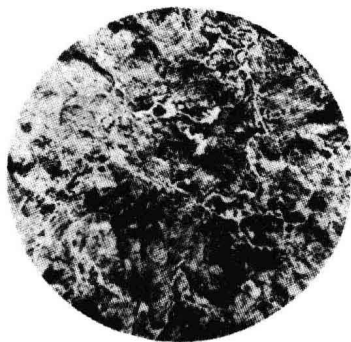
铜	136
黄铜	138
青铜	140
其他铜合金	142
铜和铜合金的牌号	143
铝和铝合金的牌号	144
铸造铝合金	146
钛、镁、锆	148
锌、铅、锡	150
铬、镍、锰	152
钨、钼、钒、钴、钽	154
轴承合金	156
金、银、铂、汞	158
硬质合金	160

附录

中日常用钢铁材料牌号对照	162
--------------	-----

我们每天使用的材料、使用的机械几乎都是金属的。不仅是机械，还有在高速移动的交通工具上、大型建筑物上、家庭用的小工具上、一般装饰品上，在所有的地方和所有的物品上，金属以各种不同的大小、各种不同的形状被我们广泛利用着，几乎达到没有金属材料，人类就无法生活的地步。

本书可以作为金属材料机械加工常识的入门书。



关于金属



青铜大佛（见第 19 页）

金属的历史文化

据说人类从石器时代开始利用金属，已有 4000 ~ 5000 年的历史了，当时使用的是青铜。已经会使用火的人类在某种动机下，或者在偶然的情况下，把色彩斑斓的铜矿石扔进了火堆里，发现了火烧后留下的被还原的铜。或者发现并利用了自然状态下的青铜。这只是我们的推测。

不管怎么说，距今 3600 年前从中国殷朝的遗迹中就发掘出了青铜器。据下一个朝代即周朝（约 3000

年前）的史料记载，当时的人类根据不同目的可以调整铜和锡的比例。还有一种说法是周朝时期就已出现了铁器，但由于铁容易生锈腐烂，所以没有被保存下来。

按当时的技术如何提炼出铁，目前我们尚未知道。有人推测当时的人类发现并使用了从宇宙飞来的陨石（陨石大多数是以铁和镍为主要成分的陨铁）。

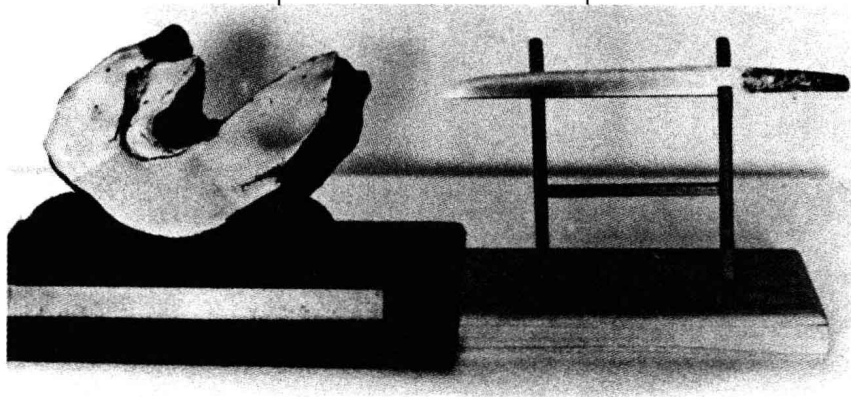
初期有关金属的技术是铸造。因为在日本也发现了石制的

铸型，所以可以肯定首先是金属利器代替了石器，特别是使用青铜铸造了剑。

远古时代，中国的青铜铸造技术是通过什么途径传到日本的呢？是物品先传入的，还是人（持有技术的人）和物（商品）一并传入的，或者是人到日本后寻找矿石……，现在还不清楚。

公元 708 年，在日本武藏国秩父郡发现了铜矿。炼出铜后，上贡给朝廷，并把年号改为了“和铜”。这在日本历史上很有名。

据史料记载，日本人早已懂得使用铁。公元 252 年朝鲜半岛的百济国就进贡了叫“七支刀”的铁剑。由于公元 200 年日本征伐三韩的战争缘故，朝鲜半岛的很



▲白萩陨铁和用它制造的流星刀



多制铁艺人都到了日本，所以认为日本当时也有炼铁技术。

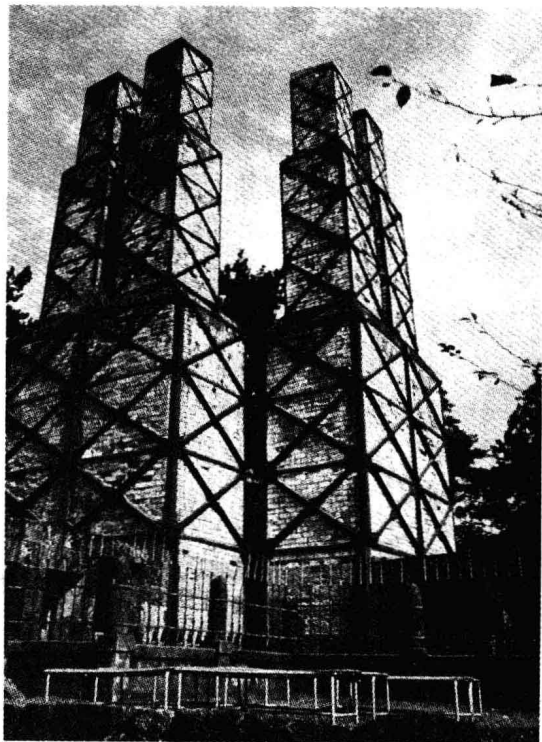
直到现在也很著名的“风箱制铁法”是否是从那个时期开始兴起来的，而且像制造日本刀所需的高难度的炼铁、制钢、热处理技术，是经历了何种发展过程，现在还不得而知。但不管怎么说这个时期日本的金属文化水平是相当高的。

就因为有了这样的锻造技术，所以日本从引进大炮开始，在短时间内就实现了火药枪的大量生产。当时日本制造的第一

支火药枪的尾栓就使用了螺栓，但现在还不知道这个螺栓是如何加工出来的。

铸造是指把金属熔化并注入到铸型内，制造出所需要形状的物品。但铸造并不只取决于形状。像大佛那种巨大铸件，外观细节是无关紧要的，且看不见的内部更不成问题。但是，还有一种铸件，不仅尺寸相当大，金属成分要求也很高，而且必须保证形状及尺寸，特别要保证内部没有砂眼，这就是钟。

钟可以发出一种嗡嗡的响亮声音。它要求壁的上部要厚，到肩部逐渐变薄，往下再逐渐变厚。这个壁厚变化是铸造师的看家本领，也是微妙地影响音色的决定因素。而砂眼会影响壁厚从而会影响音色。为



了解决这一不易发现的问题，当时的艺人可能采取了提高铸造温度、使用脱酸剂防止气体被吸收等措施。钟虽然形状简单也很朴实，但它也是高水平金属技术的体现。

此后，德川幕府的锁国政策阻滞了新的金属技术的发展步

▲伊豆·韭山的反射炉。
江川太郎左卫门为铸大炮而建

伐。而到了江户时代末期，日本在与西欧列强的交流中认识到了技术的落后。为减少这种差异，日本政府曾倡导各地引进近代技术，但短期内未能取得很好的效果。

金属的定义

一提起金属，你会联想到什么呢？

硬、光亮、不可燃、易传热、导电，这就是我们对金属的感觉。

学校化学教科书上的元素周期表中，左下方的元素都属于金属。而在元素周期表里的 100 多种元素中，金属元素就占了 3/4 左右。

在元素周期表中，化学元素分为金属元素、非金属元素及具有双重性能的两性元素。金属元素一般具有熔点高、有金属光泽、易传热、易导电等物理特性和容易形成阳离子，其氧化物和水反应后生成碱等化学特性。但也有和铝一样，平常被当作金属，而按化学性质分类时就归属于两性金属的元素。所以说，“金属”的定义并不是很明确，而且它的分类也比较麻烦。

据物理学与化学词典，金属的定义是：“在常温常压下，在游离状态下呈不透明的固体状态，具有光泽和延展性，可以对其进

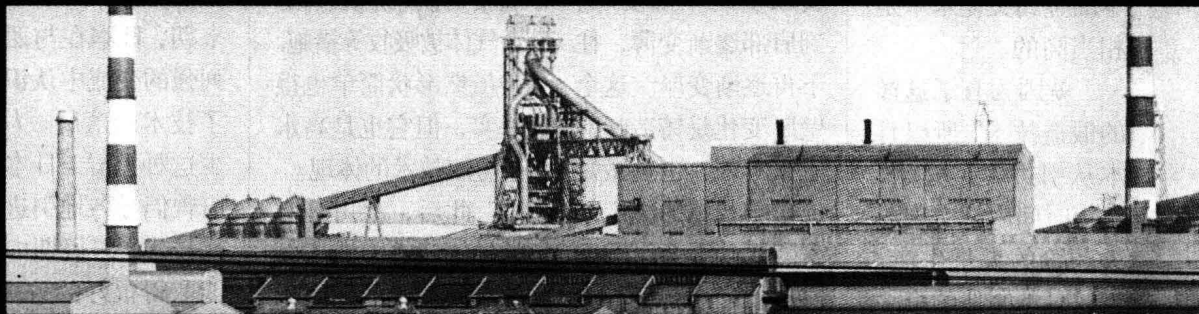
行机械加工的电和热的良导体”。但也有像汞（俗称水银）一样，在常温常压下呈液体状态的金属。

金属一般较硬，但软的也很多。在学术上虽然作为金属，但一般常识上不把它当作金属的也不少。在元素周期表上虽然列为金属，但也有没有实物的金属。

曾经对镁（见 148 页）进行过切削加工的人，就知道还有可燃的金属。

从常识上说，可以把日常能见到的机械材料当作金属或金属材料。虽说是金属，但在理化上的定义与相关金属行业从业者及一般人对金属材料的认识有很大的不同。

理化上的定义和元素意义上的金属，对于本书的读者来说意义不大。对在日常生活中见不到的金属，“还有那样的金属啊”的了解程度就够了。而对于在日常机械加工中频繁接触的金属，应尽最大努力多了解，起码要比一般人多了解一些。



及其分类

能对金属进行分类和整理固然很方便，但不可能做得很完整。

金属首先可以划分为铁和非铁金属。在这个地球上，铁的数量比铝次之，居第二，用途很广，实际用量也最多。可以说铁是金属的代名词。相对于铁，把不是铁的金属划归为非铁金属。

金属按常识来讲是重的。而重的金属里也有相对来说轻的，它就是轻金属。轻金属的密度小，大概在 4g/cm^3 以下，例如铝、镁、铍等。

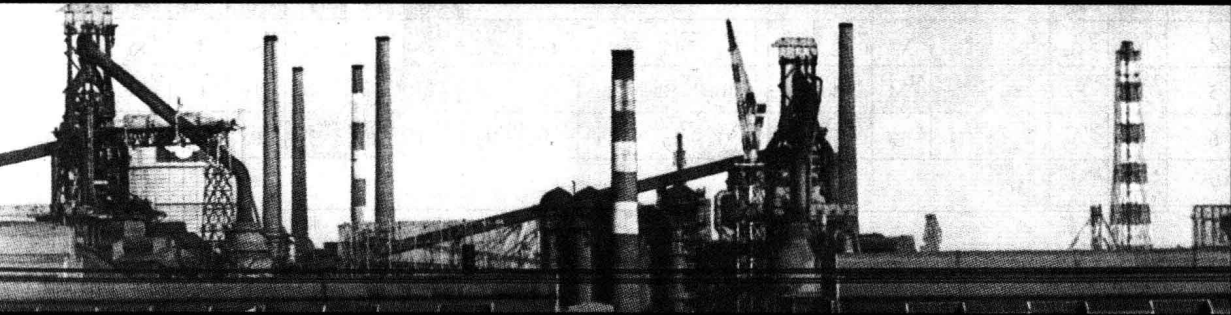
与轻金属相对应的当然还有重金属。虽因公害问题经常见报，但人类还未做到正确使用它。贵金属因产出量少，且赏心悦目，

所以价格高，多用于货币、装饰品等，这是常识。贵金属有：金、银、铂、铱等。

还可划分为低熔点金属。金属不燃烧、不轻易熔化，这是一般常识。低熔点金属熔点低，例如铅、锡、镉等。汞在常温下就是液体，所以当然属于低熔点金属。低熔点的界限不严密，所以有时把铟和铊也划为低熔点金属。

当然，也有相对应的高熔点金属。高熔点的界限也不严密，钨、钼、钽、铪等高熔点金属的熔点在 2000°C 以上。

此外，还有碱金属、稀有金属、稀土金属等特殊金属，但它们在金属材料中所占比例很小。



元素符号

如上节所述，化学元素里金属元素占 3/4。在此列出学校化学教科书上的元素周期表，供大家复习。

在化学元素周期表上虽列为金属，但其中很多不属于实用金属，几乎没听说过的大概占一半。而且，在化学上虽是两性元素，但作为金属材料被大家所熟知的也有几种，下面列出在相关金属书上经常出现的金属。

Ag 银

Al 铝

Au 金

Be 铍

Cd 镉

Co 钴

Cr 铬

Cu 铜

Fe 铁

Ge 锗

Hg 汞

Mg 镁

Mn 锰

Mo 钼

Ni 镍

Pb 铅

Pt 铂

Sb 锑

Sn 锡

Ta 钽

Ti 钛

V 钒

W 钨

Zn 锌

周期\族	I a	II a	III a	IV a	V a	VI a	VII a	8	I b	II b	III b	IV b	V b	VI b	VII b	0			
1	¹ H		金属						非金属						² He				
2	³ Li	⁴ Be													¹⁰ Ne				
3	¹¹ Na	¹² Mg													¹⁸ Ar				
4	¹⁹ K	²⁰ Ca	²¹ Sc	²² Ti	²³ V	²⁴ Cr	²⁵ Mn	²⁶ Fe	²⁷ Co	²⁸ Ni	²⁹ Cu	³⁰ Zn	³¹ Ga	³² Ge	³³ As	³⁴ Se	³⁵ Br	³⁶ Kr	
5	³⁷ Rb	³⁸ Sr	³⁹ Y	⁴⁰ Zr	⁴¹ Nb	⁴² Mo	⁴³ Tc	⁴⁴ Ru	⁴⁵ Rh	⁴⁶ Pd	⁴⁷ Ag	⁴⁸ Cd	⁴⁹ In	⁵⁰ Sn	⁵¹ Sb	⁵² Te	⁵³ I	⁵⁴ Xe	
6	⁵⁵ Cs	⁵⁶ Ba	⁵⁷⁻⁷¹ [La]	⁷² Hf	⁷³ Ta	⁷⁴ W	⁷⁵ Re	⁷⁶ Os	⁷⁷ Ir	⁷⁸ Pt	⁷⁹ Au	⁸⁰ Hg	⁸¹ Tl	⁸² Pb	⁸³ Bi	⁸⁴ Po	⁸⁵ At	⁸⁶ Rn	
7	⁸⁷ Fr	⁸⁸ Ra	⁸⁹⁻¹⁰³ [Ac]																

典型元素

过渡元素

典型元素

[La]	⁵⁷ La	⁵⁸ Ce	⁵⁹ Pr	⁶⁰ Nd	⁶¹ Pm	⁶² Sm	⁶³ Eu	⁶⁴ Gd	⁶⁵ Tb	⁶⁶ Dy	⁶⁷ Ho	⁶⁸ Er	⁶⁹ Tm	⁷⁰ Yb	⁷¹ Lu
[Ac]	⁸⁹ Ac	⁹⁰ Th	⁹¹ Pa	⁹² U	⁹³ Np	⁹⁴ Pu	⁹⁵ Am	⁹⁶ Cm	⁹⁷ Bk	⁹⁸ Cf	⁹⁹ Es	¹⁰⁰ Fm	¹⁰¹ Md	¹⁰² No	¹⁰³ Lr



首先,应该明确的是,除特殊情况,金属材料都应该是合金。所谓合金,就是包含两种以上的化学元素的具有金属特性的物质,其中至少有一种元素是金属。而且,按第56页的组织结构考虑的话,两种以上元素的组合方法也有很多,在此不作介绍了。

还有,无论是何种金属,

提高其纯金属的纯度是很困难的。纯金属大多包含数种其他物质,而这种物质不能列为合金成分。

合金,随着其成分种类及量的变化,可以获得单一纯金属所不具备的优良特性。铁里加碳元素,就可以得到碳素钢。这个钢就是合金。

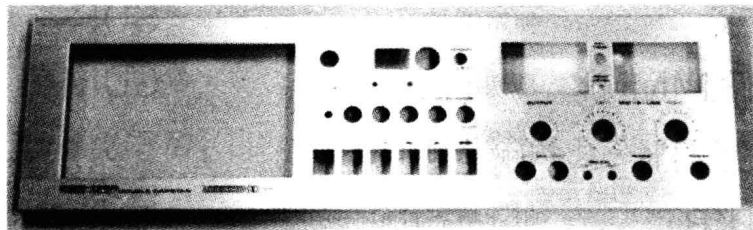
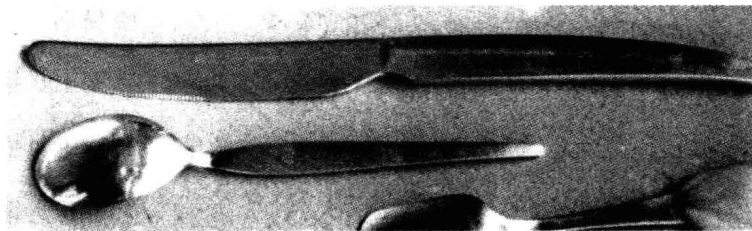
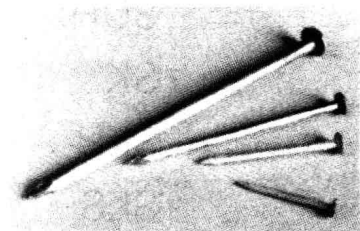
合金的命名方法有很多种。以铁为主的合金几乎都叫〇〇钢,可以认为钢就是铁合金。JIS(日本工业规格)的命名方法如第86页所示。

非铁金属不同于铁,它取主要金属的名称作为合金名,例如:铜合金、铝合金、镁合金。若有两种以上的主要金属,就把它们的金属名称并列

上即可。例如:钨钼合金、镍铜合金。

除此之外,还有按其合金的来历或其他相关事项命名的俗称。例如:青铜、纯铜、黄铜、白铜、飞机合金、活字合金(铅合金)、白合金等。

还有一种与合金易混淆的金属化合物。它是由母体金属和合金元素化学结合的产物。它一般具有硬而脆、电阻大等非金属性质。例如:钢中的 Fe_3C (渗碳体),飞机合金中的 CuAl_2 和 Mg_2Si ,超硬合金中的 WC 、 TiC 、 TaC 等。



▲铁钉、钢筋其实也是铁合金,铝板是铝合金,不锈钢则是铁合金

对于普通的金属材料，JIS(日本工业规格)中有各种各样的规定。若按 JIS 中的冗长的规格名书写非常麻烦，于是我们为这些标准件规定了专用符号，以便于书写。

金属材料牌号

钢		合金结构钢	
一般结构用轧制钢材	SS	机械结构用碳素钢	S-C
锅炉及压力容器用碳素钢板	SB	镍铬钢	SNC
锅炉及压力容器用钼钢板	SB-M	镍铬钼钢	SNCM
焊接结构用轧制钢材	SM	铬钢	SCr
焊接结构用耐热轧制钢材	SMA	铬钼钢	SCM
研磨棒钢（碳素钢）	SS-B-D	机械结构用锰钢	SMn
热轧软钢板及钢带	SPHC,D,E	特种钢	
冷轧钢板及钢带	SPCC,D,E	不锈钢	SUS
一般结构用轻量型钢	SCC	耐热钢	SUH
一般结构用焊接轻量 H 形钢	SWH	碳素工具钢	SK
钢管		高速工具钢	SKH
结构用合金钢钢管	STKS	合金工具钢	SKS
普通结构用碳素钢钢管	STK	弹簧钢	SUP
机械结构用碳素钢钢管	STKMM	易切削钢钢材	SUM
结构用不锈钢钢管	SUS-TK	高碳铬轴承钢	SUJ
一般结构用角形钢管	STKR	耐蚀耐热合金	NCF

铸件、锻件

碳素钢锻件	SF
铬钼钢锻件	SFCM
碳素钢铸钢	SC
焊接结构用铸钢	SCW
结构用高强度碳素钢铸钢	SCC
不锈钢铸钢	SCS
耐热钢铸钢	SCH
灰铸铁	FC
球墨铸铁	FCD
黑口可锻铸铁	FCMB
白口可锻铸铁	FCMW

非铁金属铸件

黄铜铸件	YBsC
高强度黄铜铸件	HBsC
青铜铸件	BC
青铜铸件	SZsC
磷青铜铸件	PBC
铝青铜铸件	AIBC
铝合金铸件	AC
锌合金模铸件	ZDC
铝合金模铸件	ADC
白色合金	WJ
轴承用铜铅合金铸件	KJ

非铁金属

铜及铜合金	C ○ ○ ○ ○ ○
铝及铝合金	A ○ ○ ○ ○ ○
镁合金	M
镍铜合金	NCu

在这里添加材料种类的符号。如：板
材P、棒材B、管材T、线材W。

“金”字旁的金属

“金”字旁的金，有“钱”的意思，也有“黄金”的意思。下面让我们列出金属的汉字名。

“银、铜、铁、铅、锡”，从中可以看出，编制汉字的时候只有这些金属（不知道、也不可能知道其他金属）。

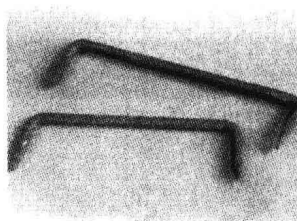
“金”字旁的东西里最多的是金属制品，而且其利用范围最广的铁制作为主。而很多物品名的汉字在日本当用汉字里找不到。如：

針 —— 针
鋏 —— 剪刀
釘 —— 钉子
鉋 —— 大头钉
鎚 —— 扒钉
鉋 —— 刨子
錐 —— 锥子
鑽 —— 钻
鏹 —— 铍
鋸 —— 锯
鎚 —— 锤子
鐸 —— 镬子
鉈 —— 柴刀
鉞 —— 铍子
鉞 —— 板斧
鉤 —— 钩子
鋤 —— 锄头
鍬 —— 锹

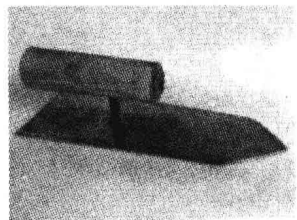
鎌 —— 镰刀
鏃 —— 箭头
鐔 —— 刀剑护手
鎧 —— 铠甲
鐙 —— 脚踏
錠 —— 锁头
鍵 —— 钥匙
鎖 —— 锁链
錨 —— 锚
錘 —— 砵
鏡 —— 镜子
鈴 —— 铃铛
鐘 —— 钟
錦 —— 锦缎
鍋 —— 锅
釣 —— 钩子

下面是日本当用汉字里面的名称，如：

銳 —— 锐利
鉍 —— 矿石
鋼 —— 钢
銃 —— 枪
錢 —— 钱
銃 —— 铳
鍛 —— 锻造
鑄 —— 铸造
鎮 —— 镇定
鈍 —— 钝
銘 —— 铭刻



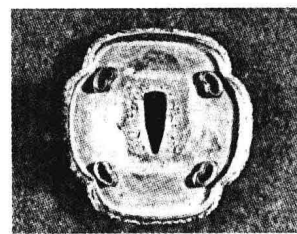
◀ 扒钉



◀ 錨



◀ 鉤



◀ 护手



◀ 钟