

上海电视大学化学系試用教材

無机化学講义

(附学习指导書)

(下 册)

华东化工学院无机工业系无机化学教研组路琼华
华东师范大学化学系无机化学教研组吳玲 选编

上海电视大学

目 录

第十三章 碳族元素	1
§3-13-1 碳族元素的通性.....	1
§3-13-2 碳.....	2
§3-13-3 碳化物.....	7
§3-13-4 一氧化碳.....	9
§3-13-5 二氧化碳及其衍生物.....	12
§3-13-6 碳的其它重要无机化合物.....	15
§3-13-7 硅(Si).....	17
§3-13-8 硅的氢化物.....	18
§3-13-9 硅酐及其衍生物.....	19
§3-13-10 硅酸及其盐类.....	23
学习法指导.....	27
习 题.....	27
第十四章 周期系第一类元素	29
§3-14-1 碱金属的性质和用途.....	29
§3-14-2 碱金属的存在.....	32
§3-14-3 碱金属的制备.....	33
§3-14-4 碱金属的化合物.....	36
§3-14-5 氢氧化钠的工业制法.....	45
§3-14-6 碳酸钠的工业制法.....	50
§3-14-7 铜副族元素的通性.....	55
§3-14-8 铜的存在和冶炼.....	57
§3-14-9 铜的性质和用途.....	60
§3-14-10 铜的化合物.....	62

§3-14-11 银的存在和冶炼	66
§3-14-12 银的性质和用途	67
§3-14-13 银的化合物	68
§3-14-14 摄影原理	69
§3-14-15 金的存在和冶炼	71
§3-14-16 金的性质和用途	71
§3-14-17 金的化合物	72
学习法指导	73
参考书	75
习 题	75
第十五章 周期系第二类元素	77
§3-15-1 碱土金属的性质和用途	78
§3-15-2 碱土金属的存在和冶炼	81
§3-15-3 碱土金属的化合物	83
§3-15-4 石灰	91
§3-15-5 硬水及其软化	94
§3-15-6 铋付族的存在和冶炼	97
§3-15-7 铋付族的性质和用途	99
§3-15-8 铋付族的化合物	102
学习法指导	108
参考书	109
习 题	109
第十六章 周期系第三类	111
§3-16-1 第三族主付族的概述	111
§3-16-2 硼的存在, 性质和制备	112
§3-16-3 硼的化合物	114
§3-16-4 铝的存在和冶炼	120
§3-16-5 铝的性质、用途及其化合物	123
§3-16-6 镓副族的概述	128

§3-16-7 铈副族元素的概述	129
§3-16-8 镧系元素	130
§3-16-9 铈系元素	132
§3-16-10 钍	133
§3-16-11 铀	135
学习法指导	137
参考书	138
习 题	138
第十七章 周期系第四、五类金属	140
§3-17-1 锆副族的概述	140
§3-17-2 锆	143
§3-17-3 铪	146
§3-17-4 钽	151
§3-17-5 钽蓄电池	155
§3-17-6 铌副族	159
§3-17-7 钒副族	163
学习法指导	165
参考书	166
习 题	167
第十八章 周期系第六、七类金属元素	168
§3-18-1 周期系第六族铬副族元素概述	168
§3-18-2 铬在自然界中的存在及冶炼	169
§3-18-3 铬的性质与用途	170
§3-18-4 铬的化合物	172
§3-18-5 钼及钨在自然界中的存在及冶炼	178
§3-18-6 钼及钨的性质和用途	180
§3-18-7 钼及钨的化合物	182
§3-18-8 周期系第七族锰副族元素的概述	184
§3-18-9 锰的存在的冶炼	185

§3-18-10 锰的性质和应用	186
§3-18-11 锰的化合物	187
§3-18-12 铍	192
学习法指导	193
参考书	194
习 题	194
第十九章 周期系第八类金属	196
§3-19-1 铁系元素的通性	196
§3-19-2 自然界中的铁 铁矿石	199
§3-19-3 生铁的冶炼	201
§3-19-4 生铁及球墨铸铁	207
§3-19-5 炼钢	209
§3-19-6 碳钢 合金钢	215
§3-19-7 钢铁工业在国民经济中的作用, 我国钢铁 工业的发展	217
§3-19-8 纯铁的性质	219
§3-19-9 铁的化合物	220
§3-19-10 钴和镍的存在和冶炼	226
§3-19-11 钴和镍的性质及用途	227
§3-19-12 钴和镍的化合物	228
§3-19-13 硷性铁镍蓄电池	231
§3-19-14 铂系元素的通性	231
§3-19-15 铂	234
§3-19-16 钯(Pd)、钌(Ru)、锇(Os)、铑(Rh)、 铱(Ir)	237
学习法指导	239
参考书	240
习 题	240
第二十章 元素周期系概况	242

§3-20-1 元素的原子半径和离子半径·····	242
§3-20-2 元素熔点和沸点变化的周期性·····	245
§3-20-3 元素的第一电离势·····	247
§3-20-4 化学键类型改变的周期性·····	248
§3-20-5 氢化物·····	248
§3-20-6 卤化物·····	255
§3-20-7 氧化物及其水合物(氢氧化物)·····	260
习 题·····	264
第四篇 近代无机	
第二十一章 络合物·····	265
§4-21-1 维尔纳学说·····	265
§4-21-2 络合物中化学键的本性·····	268
§4-21-3 络合物的异构现象·····	272
§4-21-4 络合物的稳定性和它在溶液中的离解平衡·····	275
§4-21-5 结晶水化物, 复盐和络盐·····	278
§4-21-6 内络合物·····	280
§4-21-7 同多酸与杂多酸·····	282
§4-21-8 络合物的应用·····	283
习 题·····	286
第二十二章 原子能化学·····	288
§4-22-1 元素的放射性·····	288
§4-22-2 放射性蜕变定律和半衰期·····	289
§4-22-3 位移定律·····	290
§4-22-4 天然放射系·····	292
§4-22-5 稳定同位素和质谱仪·····	295
§4-22-6 同位素的质量·····	297
§4-22-7 稳定同位素的分离·····	298
§4-22-8 同位素的应用——标记原子·····	300
§4-22-9 辐射化学·····	302

§4-22-10	原子核组成的中子——质子理论	303
§4-22-11	质量亏损和原子核的结合能	304
§4-22-12	元素的人工蜕变	306
§4-22-13	人工放射性	307
§4-22-14	人造高能粒子	307
§4-22-15	超铀元素	308
§4-22-16	原子核反应中的能量关系	310
§4-22-17	原子核的裂变	311
§4-22-18	原子能反应堆	312
§4-22-19	原子核的聚变——热核子反应	314

第十三章 碳族元素

表 3—13—1

元素名称	符号	原子量	原子序数	各层电子分布					
碳	C	12.010	6	2	4				
硅	Si	28.09	14	2	8	4			
锗	Ge	72.60	32	2	8	18	4		
锡	Sn	118.70	50	2	8	18	18	4	
铅	Pb	207.21	82	2	8	18	32	18	4

§ 3-13-1 碳族元素的通性

周期系第四类的典型元素是碳和硅，这两种元素原子的最外层均有四个电子，相当容易与四个氢原子形成共价键，因而它们是非金属，但是非金属性要比第五族中相当的元素来得弱。根据原子的电子层结构，锗、锡、和铅与碳和硅相近似，所以以这五个元素组成第四类的主族，并称为碳族。

从碳到铅，由于原子体积逐渐增大，中性原子与电子的结合能力逐渐减弱，而给出电子的容易程度，却依次增加，因此从碳到铅，元素的非金属性渐渐减弱而金属性却渐渐加强，事实上，锗已经相当显著地表现出金属性质，而锡及铅的金属性质更远胜于其非金属性质，所以在这一族内，仅头两个元素是非金属，而其余三个则通常列为金属。

碳族元素，因为在它们原子的最外层有四个电子，故它们的最高原子价，不论正负，均为四价，除此之外，碳族元素也表现

正两价，但是碳和硅的两价化合物非常少，并且比较不稳定。

在这一章内，我们仅研究碳和硅，其余的元素将在研究金属时再讨论。

§ 3-13-2 碳

虽然碳是自然界中含量并不算多的一个元素，它在地壳中的含量以原子总数计算不超过0.14%，以重量计算，不超过0.35%，但是碳在自然界中的分布却是很广泛的。

碳在自然界中是以多种形态存在着。碳的化合物广泛地存在于动物、植物和矿物界。碳的化合物是组成一切生物体的基础。已经研究过的碳化物的数目已超过一百万种以上（而已经知道的碳以外其它元素的化合物总共却未超过三万种）。碳的多样性，正是由于原子有强烈成链的特征所引起的。

煤和石油都是各种含碳化合物的复杂混合物，它们都是由生物体经腐败后而生成的。太古时代的植物，因受地壳变化的影响埋藏于地下，受强热和强压的作用碳化而生成煤。但因其在地下载化的程度不同，依次分为褐煤、烟煤和无烟煤等。无烟煤含碳约95%左右，烟煤含碳量70—90%之间，褐煤含碳量50—70%之间。

我国煤藏量是非常丰富的，由于美蒋匪帮的反动统治，对我国地下资源莫不关心，很少进行仔细调查研究。新中国成立以后，在人民政府的领导下，才对我国煤矿的分布进行了广泛的勘察工作，据初步调查的结果，估计储藏量在4500亿吨以上，可能到一万亿吨。我国煤矿的分布情形大体是：华北占50%以上，西北约占33%，东北约占7%以上，中南占3.5%，西南约占2%以上，其次是华东和内蒙。山西的大同煤田是我国最大的煤田之一，根据初步计算它的储藏量约有四百亿吨以上。大同的煤是最好的工业用煤和辅助炼焦煤。毫无疑问，大同煤矿今后在保证包头钢铁基地的炼焦煤上，将起很大的作用。华东的淮南煤田储藏

量估计也在一百亿吨以上，它对供应大冶钢铁基地的炼焦用煤以及华东一带的工业用煤将起一定的作用。东北的抚顺煤田是我国最厚的煤田，它大量地供应着鞍钢大规模生产的炼焦用煤。

解放后，我国煤的生产有着飞速的发展，按煤产量来看，到1952年已超过历史上最高年产量6187.5万吨，以后每年产量都逐步提高，从下表中可看出：

表 3—13—2

年 分	1952	1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959
产量(万吨)	6352.8	6657.2	7992.8	9340.4	10592.2	13000	27000	38000

特别是大跃进的1958年以后，我国煤产量更是以惊人的速度向前发展，到1960年，我国煤产量已远远地超过了英国而跃居世界第二位。

石油是最重要的动力原料之一，所有的内燃机都是用石油的产品来发动。虽然中国具有丰富的石油资源，新疆天山南北麓，甘肃走廊，陕西北部是我国主要的石油产区，此外四川，台湾等地也都具有丰富的石油和天然气，东北抚顺有丰富的油页岩，但是在解放前中国的石油工业却很贫乏，解放后人民政府对于我国石油工业的发展给予极大的注意，在西北一带进行了规模极大的勘探工作，发现了不少的新油田。估计第二个五年计划终了时，即在1962年，我国石油的开采量将是历史上最高年产量(1943年)32万吨的20倍左右。现在兰新铁路已经通车西北的石油基地——玉门，玉门出产的石油可以直接用火车东运，支援西北石油基地的建设器材，也可直接运到玉门，无疑地今后我国的石油工业将获得更大的发展。

另外，碳也呈碳酸盐的形式而广泛的存在于地壳中，有时它呈石灰石和白垩的形态而构成整个山岭。在大气和天然水中也都含有二氧化碳，大气中以体积计约含有0.03%的二氧化碳。在天

然水中溶解二氧化碳的量约为大气所含二氧化碳的 60 倍。估计大气中约含碳 22000 亿吨，水中约含碳 184 万吨，地壳中含碳 4600 亿吨。

除了化合状态的碳以外，游离状态的碳还以两种单质的形式存在于自然界中：一种是金刚石，另一种是石墨。在自然界里金刚石的产量较少，其主要产地为南非，巴西，印度和澳洲等地。世界上最大的金刚石“库利兰”重 605 克。石墨在自然界的分布比较多些，我国产石墨的地方很多，主要产在河南、陕西和江苏等地。

金刚石和石墨都是由碳构成的单质，但是它们在性质上却有很大的差别。金刚石是一种无色透明质地坚硬的物质（含有杂质的金刚石也含有各种不同的颜色），可用作穿岩机的钻头，裁玻璃刀及各种物件的钻孔和琢磨，而石墨却是一种灰黑色质软的固体，可用作轮轴的滑润材料和铅笔心（铅笔心是由粘土与石墨的混合物制成的）。另外，金刚石不导电，是良好的绝缘体，而石墨却是电的良导体，在电气工业上常用作电极和电炉。金刚石是热的不良导体，而石墨却具有很好的导热性，因此石墨常用以制造坩埚。

金刚石和石墨所以在性质上有很大的差别，是由于它们具有不同的结构所引起。根据伦琴射线分析的结果，我们知道在金刚石的晶体內每个碳原子都以 $1.54\text{\AA}$ 的距离作有规律的排列。每一个碳原子都被另外四个碳原子围绕着，并且这四个原子位于正四面体的四个顶点上，而每一个碳原子都以四对电子对和相邻的四个碳原子相联结。

正因为金刚石是由碳原子借共价键所联结起来的巨型分子，要打开它们间的任何一个键，都要消耗相当大的能量，这种特有的结构就决定了金刚石质硬难溶，并且是热和电的不良导体。但对石墨来说，它的晶体结构和金刚石的晶体结构却有很大的差别。在石墨晶体中，碳原子排成层状的结构，在同一平面上形成无数

的六角环，碳原子就分布在各六角环的顶点上，彼此间的距离是 $1.42\text{\AA}$ 。而相邻两层间的距离是 $3.4\text{\AA}$ 。因此，位于同一平面内的原子间的键较平面之间的键要稳固得多。假如金刚石的晶体是一个巨大的三向分子，则石墨晶体的结构相当于很大平面状的二向分子的面积，分子相互间的联系是相当不稳固的。平面之间键的不稳固性，在用铅笔写字时就表现出来了，这时石墨的鳞片状结晶就留在纸上。由于在石墨晶体中层与层间的距离比较大，而使得石墨的比重比金刚石小（金刚石的比重是 3.513，石墨的比重是 2.25）。另外，由于在石墨晶体中，每个碳原子只与其他三个原子结合，形成三个共价键，而另一电子比较活泼自由，因而具有金属键性质，这就决定了石墨是热与电的良好导体。

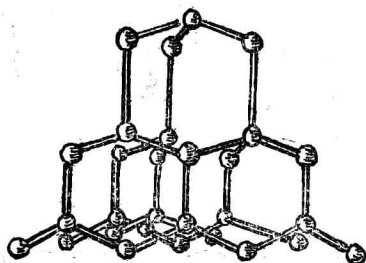


图 3—13—1 金刚石内碳原子的排列

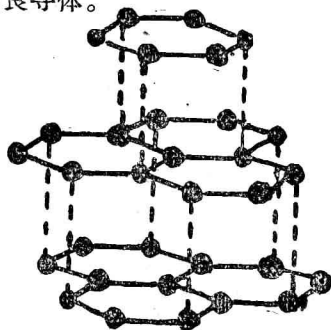
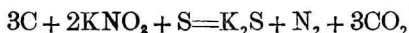


图 3—13—2 石墨内碳原子的排列

除金刚石与石墨外，勉强可以列入第三种单质碳的是无定形碳或简称为炭。无定形碳通常是把含碳化合物隔绝空气加热而得到的一种黑色物质。例如，干馏木柴时就得到木炭，干馏煤时得到焦炭，干馏脱脂的骨头时就得到骨炭。骨炭中仅含有 7—11% 的碳，其余部分都是磷酸钙和其它无机盐类。碳黑是最纯的无定形碳，通常由松香，松节油或其它含碳较多的物质在空气供给不足的地方燃烧而得到。

焦炭和木炭除用作燃料外，在冶金工业中常用它作为还原剂。木炭也用在黑色火药的制备上。黑色火药是我国古代四大发明之

一^①，它是用硝石、硫黄和木炭制成的。黑色火药爆发时的反应可用下式来表示：



骨炭有强烈地吸附气体和色素的能力，工业上常把它用作脱色剂，以除去溶液中的各种有色物质，碳黑被广泛地用作黑色颜料，以制造油墨、墨汁和黑色鞋油等。

所谓“活性碳”指的是由质地较密的木材，例如：核桃木、核桃皮、桃核等干馏而成的木炭，再用过热的蒸气、空气或氯气处理以除去蔽塞木材孔隙的杂质，并氧化其表面的一部分，使其孔隙扩大；并且，使一部分变成细小的石墨晶体，而引起其内部的收缩，以致各个细小的石墨晶体间炸成为无数细小的狭缝而使表面积扩大，因此活性炭比一般木炭具有更大吸附气体的能力。在防毒面具中用活性炭来吸收毒剂，在某些反应中活性炭用作催化剂。

无定形碳还有一个重要的用途——制造石墨。人造石墨的质地无论在纯度方面或均匀性方面都超过天然石墨。人造石墨系将强大的交流电通入焦炭，油类以及少量砂粒的混合物中而制得。如果把金刚石隔绝空气加强热时也可以使其转变成石墨。

既然无定形碳和金刚石都能转变成石墨，那么，是不是也可以将石墨转变成金刚石呢？这个问题早就引起了化学家的注意，但是这一问题在很长时间内没有获得解决。没有获得解决的原因是因为要使结构比较松弛的石墨，变成质地比较紧密的金刚石，大约需把石墨加热到1700—1800°，同时要采用6—7万的大气压力。现在这一问题已经得到解决。人造金刚石的实现，将会引起金属加工技术的根本改变，估计在不久的将来金刚石制的工具将会代替钢钻和各种金属割切工具。

从化学的观点来讲，结晶形碳的化学性质很不活泼，只有在

注① 我国古代四大发明是：火药、造纸、印刷术和指南针。

空气或纯氧里强热时,金刚石和石墨都可以燃烧而生成二氧化碳。无定形碳的化学性质虽然比结晶碳稍微活泼些,但各种化学药剂对它也很少发生影响,只有强烈的氧化剂如浓硝酸及浓硫酸会使无定形碳缓慢地变成二氧化碳。在空气中加热,无定形碳容易燃烧。正因为无定形碳在高温时与氧化合的能力较大,所以无定形碳在冶金学上常用作优良的还原剂。

在高温时碳不仅能与氧化合,也能与氢、硫、硅、硼等非金属化合。现代工业上,即采用适当的催化剂,在 $450-500^{\circ}$ 和 200 气压下用矿煤和氢合成人造石油。虽然中国具有丰富的石油矿藏,但发展人造石油工业对新中国来说也是很感兴趣的。

§ 3-13-3 碳化物

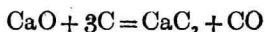
广义地说,所有碳的二元化合物皆为碳化物。但碳与电负性较高的元素所形成的化合物,如 CX_4 、 CO_2 、 CS_2 等应称为卤化物、氧化物、硫化物等,这样与它们的性质较为符合。碳与电正性较高的元素化合所形成的化合物才称为碳化物,这些化合物的性质因所形成的键型不同而有很大的差别。因此,它们可分为离子型、共价型和金属型三类。

1. 离子型碳化物

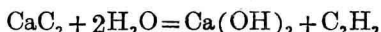
这类的碳化物有盐类的性质,是由第一、第二、第三类金属所形成。它们常是透明而不导电的晶体,以水或酸处理,由于阴离子的水解而产生不同的碳氢化合物。根据水解所生碳氢化合物的不同,这类碳化物又可区别为以下主要的两种:

(i) 形成乙炔的碳化物(乙炔化物) 它们可看作是乙炔的氢为金属所取代而生成的盐,并含有 $:C:::C:-$ 离子。例如,碱族和铜族的化合物 M_2C_2 ($M=Li, Na, K, Rb, Cs, Cu, Ag, Au$); 第二族金属化合物 MC_2 ($M=Be, Ca, Sr, Ba, Zn, Cd$); 第三族金属化合物 M_2C_3 ($M=Al, Ce$) 和 MC_2 ($M=Y, La, Ce, Nd, Sm$) 以及 ThC_2, UC_2 等。

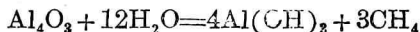
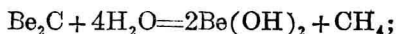
在这类碳化物中，碳化钙 CaC_2 在实用上有重大意义。它是由焦炭与石灰在电炉中灼热而成：



纯粹 CaC_2 是无色而透明的固体，工业上用的 CaC_2 又称为电石，是硬而不透明的灰色小块，它的主要用途是与水作用而制乙炔：



(ii) 形成甲烷的碳化物 这类化合物可看作甲烷四个氢为金属所取代的衍生物，例如， Be_2C 和 Al_4C_3 。它们皆为水所分解而产生甲烷：



2. 共价型碳化物

这类型的碳化物中最简单的当推甲烷，其他碳氢化合物也可称作碳化物。但碳与氢化合皆形成单个分子；碳氢化合物结晶为分子晶体，这里所讨论的是具有原子晶体的共价型碳化物如 SiC 和 B_4C ，整个晶体就是一个巨大分子。

(1) 碳化硅 (金刚砂) SiC 是将砂和焦煤的混合物在电炉内加热 2000°C 而制得。砂和碳在 1600°C 时即发生作用：



但 SiC 晶体的形成须在 1900°C 以上。纯碳化硅为无色晶体，硬度如金刚石。它的化学反应性很小，即在高温，也不受氯、氧或硫侵蚀，也不与强酸、发烟硝酸、氢氟酸作用。但在空气内为熔融的碱所分解，其反应为：



在炽热的铬酸内也完全氧化。碳化硅的晶体结构与金刚石大致相同，将后者晶体内半数的碳原子换以硅原子即得碳化硅晶体。

工业上制造的碳化硅由于含有杂质为暗色。因为它有很高的硬度，故为优良的磨蚀剂。它也用于制造耐火材料。

(2) 碳化硼 B_4C 是用硼或三氧化硼与碳加热至 2500°C 而制

得。碳化硼是黑色而有光泽的晶体，非常坚硬，可用于研磨金刚石。它受氯酸钾和硝酸的侵蚀，在高温时，与氯和氧的作用很慢。

3. 金属型（或间充）碳化物

第四、第五和第六族的过渡金属皆形成这类碳化物， MC ($M=Ti, Zr, Hf, V, Nb, Ta, Mo, W$)和 M_2C ($M=V, Mo, W$)，在其中体积很小的碳原子嵌在晶格的间隙之中。这类化合物的特性是不透明，有金属光泽和高度导电性。它们和相应的氮化物一样，熔点和硬度皆高，化学性不活泼。在间充碳化物内，碳原子与金属原子的半径比率必定在0.59以下，故金属原子半径须大于 $1.3\text{\AA}$ ，原子半径小于此值的过渡金属如铬、锰、铁等所形成的碳化物为 Cr_3C_2 和 M_3C ($M=Mn, Fe, Co, Ni$)。这些碳化物虽在形式上象间充碳化物，但容易与水或稀酸起作用而产生氢和各种的碳氢化合物，因此，它们可看作是金属型和离子型之间的过渡型碳化物。这类碳化物可用粉状金属和碳混和在一起加热到 2200° 左右来制取。

§ 3-13-4 一氧化碳

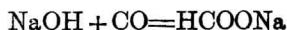
碳在不同的条件下和空气中的氧作用，能生成两种不同的氧化物：一种是二氧化碳(CO_2)，另一种是一氧化碳(CO)。

一氧化碳是一种无色无味而有毒的气体，当炉灶中尚有灼热的煤而过早的关闭炉门时，就容易产生一氧化碳。因此，冬季用排气管或排气不良的煤炉取暖，夜晚往往会发生煤气中毒现象。

所谓煤气中毒，实际上是由于一氧化碳与红血球中的血色素化合，而妨害了血色素吸收氧气把它输送到体内各部组织的作用。

在企业中规定空气中含一氧化碳的量不能超过 0.02 毫克/升。新鲜空气是一氧化碳的主要解毒剂。

一氧化碳在水中的溶解度很小，在普通情况下，100毫升水中约可溶解一氧化碳 2.5 毫升，虽然在通常条件下，一氧化碳不与水、酸或硷发生作用，但在 200℃ 时 CO 作用于浓 NaOH 溶液就可以得到蚁酸钠：



但在这种情况下，只能得到少量的蚁酸盐。现代工业上系在 7—8 大气压力下，使一氧化碳与研碎的氢氧化钠在钢制的压热器中进行反应。把生成的蚁酸钠与稀硫酸共热，就蒸馏出含蚁酸 60—65% 的含水蚁酸。因此，一氧化碳也可以看成是蚁酸的酸酐。

由于一氧化碳是一种不饱和的碳氧化物，它的结构式是： $\text{C}:::\text{O}:$ 或 $\text{C}\equiv\text{O}$ 。一氧化碳最特征的反应，是加合反应与还原性。但是这两种反应在多数情况下须在高温下才进行的比较明显。

金属羰基化合物，就是金属与一氧化碳直接化合而成的络合物。除硷金属和硷土金属的羰基化合物外，已知的各种金属羰基化合物，大多是容易挥发的液体或气体。它们难溶于水，但易溶于有机溶剂中，加热时又可以分解成相应的金属和一氧化碳。

一氧化碳也可以与氧、氯、氟、溴、硫等发生加合作用，例如：



这一反应通常是活性碳为催化剂或在阳光下来进行。 COCl_2 叫做光气。因为光气是一个无色而有剧烈毒的气体，因此在第一次世界大战中被用为军用毒物。另外，由于光气是与许多有机化合物之间容易发生反应，因此被广泛地应用在有机合成方面。

一氧化碳在空气中加热至 700° 时，就能在空气中燃烧而生成蓝色火焰。由于 CO 燃烧时发出大量的热，因此 CO 可作为有价