

# 硅有机化合物及其应用

A.П.克列什科夫著

孙 载 坚 译

中国工业出版社

# 正有机化合物及其应用

作者：张三  
出版社：科学出版社

ISBN: 7-122-01234-5

# 硅有机化合物及其应用

A·П·克列什科夫著

孙 载 坚 译

中国工业出版社

本書敘述了硅有机化合物的分类、物理化学性能、合成方法及其应用范围和使用方法，也論述了高分子硅有机化合物的合成理論和用来生产新的建筑材料及其制品的方法。

本書可供建筑材料工业、化学工业及其他有关生产部門的工程技术人员与研究人員閱讀，也可用作化工学院与工业技术学院的教学参考書。

КРЕМНИЙОРГАНИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ В ТЕХНИКЕ

А.П.Крешков

Государственное издательство литературы по  
строительным материалам

Москва—1956

\* \* \*

硅有机化合物及其应用

孙 載 坚 譯

\*

中国工业出版社建筑图书編輯室編輯(北京佟麟閣路丙10号)

中国工业出版社出版(北京佟麟閣路丙10号)

(北京市书刊出版事业許可証出字第110号)

中国工业出版社第一印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店經售

\*

开本850×1168<sup>1</sup>/<sub>32</sub>·印張9<sup>3</sup>/<sub>4</sub>·字数237,000

1962年11月北京第一版·1962年11月北京第一次印刷

印数0001—1100·定价(11-8)1.80元

\*

統一书号: 15165·1344(建工-176)

## 譯 序

硅有机化合物获得普遍重视，还是近一二十年来的事。苏联科学院在这方面的的工作，多年来一直以通讯院士K·A·安特里阿诺夫为首，形成了一个在世界上著名的学派，从事于新的硅有机化合物的探讨，而A·П·克莱希科夫教授十余年在莫斯科门捷列夫化工学院所领导的这方面工作，则着重于研究硅有机化合物的应用。本书的内容基本上反映了A·П·克莱希科夫教授的研究工作。

目前，硅有机化合物在我国已有生产，但如何进一步加以研究和推广还是我们的一项迫切任务。因此，本书的内容无疑地将适合我们的需要。

在翻译过程中，承蒙范以堂同志和徐端同志协助，帮助翻译了书中的六、七两章，使得译稿提前脱手，特在此致谢。另外，由于译者的水平所限，书中难免有不妥之处，特别是在某些化合物的译名上，因此竭诚欢迎读者给予批评和指正。

02247

## 原 序

硅有机化合物化学，实质上是矿物界中分布最广的元素之一——硅的化学的一个分支；而且它和另一个最重要的元素——碳的化学也有着非常密切的联系。

在不久以前，硅有机化合物还没有什么特殊的价值。但是在今天，它已经广泛地应用在各个工业部门和新的技术领域。这是由于硅有机化合物和以它们为基础所制得的各种材料具有许多宝贵的技术性能的缘故。

硅有机化合物加入各种硅酸盐建筑材料组成中，就将其微孔和极小的缝隙堵塞起来，从而使侵蚀性的介质、水、微生物和其它能够使材料迅速毁损的物质很难由毛细管进入；这样就提高了建筑材料的憎水性、抗水性和强度，并延长了使用期限。用硅有机化合物处理过的陶瓷、玻璃、石膏、木材、纸板和织物等制品，不会被水所浸湿。

硅有机化合物能够改善陶瓷泥料的可塑性，提高泥料在成型时的粘合和压固能力，使成型后的制品在以后的干燥和热处理过程中强固不裂。这样的陶瓷制品，其特点是具有高的机械强度和良好的介电指数。

玻璃纤维、石棉、云母和其它材料，在和硅有机化合物掺混后，也具有极高的电气绝缘性能。

这还远没有充分列举出硅有机化合物的应用范围，但可以说明为什么现在在许多国家中对它发生了兴趣。

从本书第一版问世（1950年）以后的几年里，硅有机化合物的化学和化学工艺学有了进一步的发展。在这些年代中，研究出许多合成硅有机化合物的新方法和以硅有机化合物为基础制取各种材料的新方法；并且硅有机化合物的应用范围也扩大了。

在本書中，將着重介紹我們所研究出來的在經濟上比較合算的制取各種寶貴產品的辦法，這些辦法是基於硅有機化合物和組成中含有活性原子和官能團的一般有機與無機化合物的相互作用。毫無疑問，這些辦法有很大的發展前途。在這方面，由於我們作了進一步的研究，已經得出了許多良好的結果，並且吸引了大批的後起者，而不久以前他們還認為只有純的（未變性的）硅有機化合物才有重大的價值。

在本書中，反映了作者幾年來在莫斯科門捷列夫化工學院講授硅有機化合物化學課程的基本內容。

本書的第二版，曾經加以修改並補充了蘇聯和外國學者的最新成就。引用了1954年以前的全部世界文獻和1955年的部分文獻。在本版中刪掉了硅有機化合物分析的一章，因為已經在1954年出版了這方面的專門書籍\*。

本書的任務是向有關建築材料生產與應用部門的工程技術人員，介紹硅有機化合物領域中現代的科學與技術成就。因此，書中並不打算包羅有關硅有機化合物化學和化學工藝學的所有問題。

在本版編校和付印的過程中，蒙化學科學副博士В·А·波爾克和Л·В·梅希略耶娃，以及科學編輯、技術科學副博士С·И·西里維斯特洛維奇積極協助，作者對他們深致謝意。作者也感謝曾對原稿提出不少寶貴意見的書評家、化學科學副博士Г·Д·涅松諾娃。

---

\* А·П·克萊希柯夫、В·А·波爾克、Л·В·梅希略耶娃、Г·Д·涅松諾娃著：“硅有機化合物的分析”國家化學書籍出版社1954年。——原作者注

該書已有中譯本，陳濱漢譯。——譯者注

# 目 录

譯 序  
原 序

第一章 硅及其重要的化合物 .....	( 1 )
§ 1 硅及其性質 .....	( 1 )
§ 2 硅与碳性質上的比較 .....	( 7 )
§ 3 硅与氧的化合物 .....	( 15 )
§ 4 二氧化硅的水合物 .....	( 23 )
§ 5 硅酸盐和鋁硅酸盐 .....	( 25 )
§ 6 硅氮化合物 .....	( 30 )
§ 7 硅和金屬的化合物 .....	( 35 )
§ 8 硅和碳的化合物 .....	( 38 )
§ 9 硅和硼、氮及硫的化合物 .....	( 40 )
§ 10 硅和卤素的化合物 .....	( 40 )
第二章 硅有机化合物的一般性質 .....	( 46 )
§ 1 硅有机化合物的概念 .....	( 46 )
§ 2 硅有机化合物化学的发展簡史 .....	( 51 )
§ 3 硅有机化合物的命名 .....	( 57 )
§ 4 硅有机化合物的主要类型 .....	( 77 )
1. 硅氮化合物或烷基-和芳基硅烷 .....	( 77 )
2. 硅氮化合物的卤代衍生物 .....	( 79 )
3. 烷氧基-和芳氧基硅烷 ( 正硅酸酯 ) .....	( 80 )
4. 烷基-和芳基烷氧基硅烷 .....	( 80 )
5. 烷氧基-和芳氧基卤硅烷 .....	( 81 )
6. 烷基-和芳基卤硅烷 .....	( 82 )
7. 烷基-和芳基氧硅烷 ( 硅醇 ) .....	( 83 )
8. 烷基-和芳基氧硅烷 ( 硅醇 ) 的复酯 .....	( 84 )
9. 硅氧烷 ( 硅醚 ) .....	( 85 )
10. 亞甲硅烷、苯撑硅烷、二苯撑硅烷 .....	( 87 )
11. 其它硅有机化合物 .....	( 87 )



第三章	制取硅有机化合物的原料和方法	( 89 )
§ 1	合成硅有机化合物的基本原料	( 89 )
§ 2	用来合成硅有机聚合物的起始单体化合物	( 98 )
§ 3	制取单体硅有机化合物的一般方法	( 105 )
	1. 用金属有机化合物合成 $\equiv\text{Si}-\text{C}\equiv$ 键	( 106 )
	2. 直接合成 $\text{Si}-\text{C}$ 键的方法	( 115 )
	3. 基于卤硅烷和不饱和烃的加合作用以 合成 $\text{Si}-\text{C}$ 键	( 119 )
	4. 制取烷氧基-和芳氧基硅烷(正硅酸酯)的方法	( 122 )
	5. 制取正硅酸甲酯和乙酯的方法	( 124 )
	6. 不常用的合成硅有机物的方法	( 128 )
§ 4	制取硅有机聚合物的一般方法	( 130 )
§ 5	用烷氧基硅烷或烷基(芳基)卤硅烷制取 高分子硅有机化合物的方法	( 135 )
第四章	硅有机化合物的性质	( 141 )
§ 1	硅有机化合物和有机化合物物理常数的比较	( 141 )
§ 2	烷基硅烷与芳基硅烷的物理性质	( 145 )
§ 3	烷氧基(芳氧基)硅烷和烷基(芳基)烷氧基 (芳氧基)硅烷的物理性质	( 147 )
§ 4	烷基-和芳基卤代硅烷的物理性质	( 149 )
§ 5	烷基-和芳基氧硅烷(硅醇)的物理性质	( 152 )
§ 6	硅氧烷的物理性质	( 153 )
§ 7	其它硅有机化合物的物理性质	( 155 )
§ 8	硅有机化合物的分离纯化和它们物理常数的测定	( 156 )
§ 9	烷基-和芳基硅烷的化学性质	( 159 )
§ 10	烷基-和芳基卤代硅烷的化学性质	( 164 )
§ 11	四烷基硅烷的卤代衍生物的化学性质	( 167 )
§ 12	烷氧基化合物的化学性质	( 171 )
§ 13	硅醇的化学性质	( 173 )
§ 14	硅有机化合物的水解理论	( 176 )
第五章	硅有机聚合物的性质	( 186 )
§ 1	硅有机聚合物的分类	( 186 )

§ 2	硅有机油或聚硅氧烷液体 .....	( 195 )
§ 3	硅有机树脂 .....	( 202 )
§ 4	硅有机橡胶 .....	( 205 )
<b>第六章</b>	<b>以硅有机化合物为基础的技术产品的制取 .....</b>	<b>( 210 )</b>
§ 1	硅有机化合物在工业和新技术中的作用 .....	( 210 )
§ 2	用硅有机化合物改性的树脂的制取 .....	( 218 )
	1. 以四乙氧基硅烷或乙氧基聚硅氧烷和脲素甲 醛缩合产物为基础的高分子硅有机化合物 的制取 .....	( 219 )
	2. 硅有机酚-醛树脂的制取 .....	( 224 )
	3. 高分子硅有机苯胺-甲醛树脂的制取 .....	( 227 )
	4. 耐热涂料用的硅有机醇酸树脂的制取 .....	( 229 )
	5. 硅有机丙苯树脂的制取 .....	( 229 )
	6. 改性硝化纤维素漆和树脂的制取 .....	( 233 )
	7. 耐热增塑剂的制取 .....	( 234 )
§ 3	硅有机胶合剂、粘結剂、胶凝剂和其它配剂 .....	( 236 )
<b>第七章</b>	<b>硅有机化合物在硅酸盐工艺学和建筑材料及     其制品生产中的作用 .....</b>	<b>( 241 )</b>
§ 1	应用硅有机化合物合成新型的硅酸盐 .....	( 241 )
§ 2	以硅有机化合物为基础的陶瓷材料的制取 .....	( 249 )
§ 3	用硅有机化合物来改善硅酸盐材料和建筑 材料的性質 .....	( 259 )
§ 4	用挥发性硅有机化合物蒸汽对硅酸盐材料 和建筑材料进行表面处理 .....	( 266 )
§ 5	用液体硅有机化合物涂复硅酸盐材料和建筑 材料的表面 .....	( 270 )
§ 6	用液体硅有机化合物浸渍多孔材料与多孔制品 .....	( 272 )
§ 7	在不同材料的组份中加入硅有机化合物 .....	( 274 )
§ 8	掺加硅有机化合物以改善水泥及其制品的性質 .....	( 275 )
§ 9	以硅有机化合物为基础所制得的石膏制品的性質 .....	( 278 )
§ 10	光学透光 .....	( 281 )
	<b>参考文献 .....</b>	<b>( 283 )</b>

# 第一章 硅及其重要的化合物

## § 1 硅及其性質

硅是地球上分布最广的元素之一〔1—4〕。在門捷列夫周期表中，它的原子序为14，平均原子量为28.06。已知硅有三个同位素，其原子量依次为：28（94%），29（4%），30（2%）〔5—6〕。

硅与作为所有有机化合物基础的碳相似，它存在于无数的矿物化合物中。自然界中硅的化合物是取之不尽用之不竭的，这种原料适用于生产下列材料：玻璃、陶瓷、水泥和其它建筑材料等〔7—11〕。

在自然界中没有游离状态的硅，自然界中最重要的硅化合物是硅石，或称二氧化硅（ $\text{SiO}_2$ ），以及各种硅酸盐和鋁硅酸盐。硅的天然化合物，就其外形、结构和性質而言，是多种多样的〔12—16〕；茲将其中最重要的一些，列于表 1 中。

硅的最重要的天然化合物

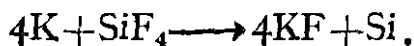
表 1

矿物名称	化合物的形态及其特征
硅石— $\text{SiO}_2$	
水晶	晶态硅石，最純的天然变体
脉石英	晶态硅石，它以分散的結核体或脉紋形式夹杂在其他矿石中
石英砂	含硅石的岩石风化后的产物
石英砂岩、石英岩	由石英顆粒和胶結它們的胶結物（硅質的、粘土質的和其它的）組成的沉积岩
石髓、瑪瑙、碧玉、燧石、光玉髓	含有各种杂質的、半透明和不透明的晶态硅石的变体

矿物名称	化合物的形态及其特征
<b>硅石的水化物</b> (符合 $m\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ 的通式)	
蛋白石	无定形的和隐晶的一种硅石变体。蛋白石本身是一种含水和含杂质量不定的结构致密的矿物
硅藻石	土状的一种蛋白石，它是由含硅石的岩石强烈风化的产物。其特点是具有可变的化学组成和结构；硅藻石中的含水量介乎 2—10% 之间。它是致密的、非常轻的、多孔和粉末状的岩石，具有细粒结构
硅藻土、英富卓尔土	细粒和粉末状的一种蛋白石；在组成上是与硅藻石相仿的一种沉积泥岩，由硅质水藻（硅藻土）或微生物（英富卓尔土）的骨骼所组成
<b>硅 酸 盐</b> (无水与含水的硅酸盐类,符合 $m\text{MeO} \cdot n\text{SiO}_2 \cdot p\text{H}_2\text{O}$ 的通式)	
菱橄欖石	正硅酸镁 $\text{Mg}_2\text{SiO}_4$ 或 $2\text{MgO} \cdot \text{SiO}_2$
斜状頑輝石	偏硅酸镁 $\text{MgSiO}_3$ 或 $\text{MgO} \cdot \text{SiO}_2$ 。含在分布颇广的各种輝石和角閃石等岩石中
蛇紋石及其变体(石棉等)	含水硅酸镁 $3\text{MgO} \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
滑石或块滑石	含水硅酸镁 $3\text{MgO} \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$
硅灰石	偏硅酸钙 $\text{CaSiO}_3$ 或 $\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ 。以游离状态存在，含于分布广泛的几种正长岩和霞石等岩石中
<b>硅酸盐、含水硅酸铝和铝硅酸盐</b> (符合 $m\text{MeO} \cdot n\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot p\text{SiO}_2 \cdot q\text{H}_2\text{O}$ 的通式)	
藍晶石、硅綫石和紅柱石	无水铝硅酸酐 $\text{Al}_2\text{SiO}_5$ 或 $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$
高岭石	铝二硅酸 $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 。它是大部分天然粘土和高岭土的基础
微晶高岭土	铝四硅酸 $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 。含于漂白粘土中
叶蜡石	铝四硅酸 $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (常含有 $\text{MgO}$ 、 $\text{FeO}$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 等杂质)
霞石	铝二硅酸钠 $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$
钠长石	铝六硅酸钠 $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$
白榴子石	铝四硅酸钾 $\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2$
正长石或钾长石	铝六硅酸钾 $\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$
钙长石	铝二硅酸钙 $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ (含有钠长石杂质)
蓝青石	二铝五硅酸二镁 $2\text{MgO} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{SiO}_2$ (含有 $\text{FeO}$ 杂质和水)
白云母	钾云母 $\text{K}_2\text{O} \cdot 3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
钠沸石	含水铝硅酸钠 $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

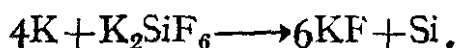
硅的化合物也含在許多植物和动物的有机体中〔17〕。

1811年，給呂薩克和捷納尔用金屬鉀在加热下还原四氟化硅，首先制得了游离态的硅：



但是，他們不能确切地决定所制得的物質是什么。

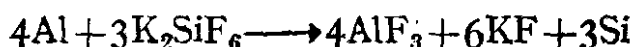
1823年，十九世紀杰出的化学家之一，瑞典人貝尔齐里烏斯用金屬鉀还原氟硅酸鉀，制得了硅：



他叙述了硅的性質，并称它为硅（由拉丁文Silex—燧石而得名），用符号Si来表示它。

現在，游离态的硅可用下列方法制取：

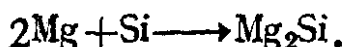
1) 用金屬鋁在 $1400^\circ\text{C}$ 时还原氟硅酸鉀：



2) 用游离金屬如鎂、鋅、鋁等还原二氧化硅：



当金屬鎂过量时，則得到硅化鎂：

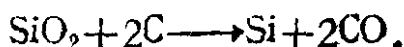


为了除去生成的氧化鎂和硅化鎂，將混合物用盐酸处理。此时 $\text{MgO}$ 和 $\text{Mg}_2\text{Si}$ 溶解。借氟氢酸与 $\text{SiO}_2$ 生成 $\text{SiF}_4$ 的反应，將硅和杂质砂分离：



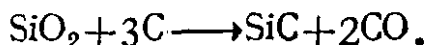
金屬鎂还原二氧化硅的反应进行得十分猛烈。为了在实验室条件下用这个方法制取硅，务須应用仔細干燥过的具有下列組成的混合物：60份重的 $\text{SiO}_2$ 、48份重的 $\text{Mg}$ 和27份重的 $\text{MgO}$ 。將上述混合物置于坩堝中，在 $600-700^\circ\text{C}$ 溫度下加热，然后用盐酸和氟氢酸处理，用水洗滌并置氢气流中干燥。这样析出的硅是棕黑色的細粉。用倫琴射綫研究这种粉末的結果表明，所制得的硅具有晶体結構，但它处于細分散状态，系不同于普通晶体的变体。

3) 在高温电爐中以焦炭还原二氧化硅：



工业上即系用这个方法來制取硅。

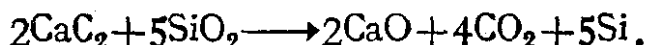
由于硅对氧的巨大亲和力，使得二氧化硅的还原反应很难进行，因此必須在高温下作用。此时还生成碳化硅：



碳化硅又与 $\text{SiO}_2$ 按下式作用：



有时，还原反应在加有碳化硅的情况下进行：



这样所得的工业用硅，含硅达97.5%，而碳化硅(金剛砂)、鉄、二氧化硅、氧化鋁、碳化鋁等杂质共占2.5%。

采用硅的天然化合物，如石英砂、水晶、硅石作为制取硅的原料。

游离的硅已知有二种形态：晶态的和无定形的\*。

**无定形硅** 它是一种暗棕色的粉末，比重2.35，热容0.214。

**晶态硅** 在外形上它酷似金属，呈灰色，具有金属光泽的脆性物质，比重2.49，硬度7，熔点1480—1500°C，沸点2360°C，晶形呈八面体或薄片状，属立方晶系。它的晶格很象金剛石的晶格，其 $a = 5.42\text{\AA}$ ，最邻近原子间的距离 $b = 2.34\text{\AA}$ 。硅能良好地导电导热，特别是在高温时。

硅的热容( $C_p$ )随温度而改变的情况如下：

温度(°C)	-184	-39	43.13	100.09	252.03
热容	0.0876	0.136	0.1697	0.1901	0.2021

当硅溶解在一些熔融的金属(鋅、鋁等)中，待这些溶液冷却时硅就呈大晶体析出。当硅被热至熔点以上时，它蒸发为蒸汽并能在冷的表面上重新凝結。下列数字表明在不同温度\*下硅的蒸汽压：

温度(°C)	1890	1910	1985	2050	2155	2392
压力(毫米汞柱)	10.5	13.0	25	62	111	760

\* 目前断定：无定形硅是細分散状态結晶硅的变体。

\*\* 原書誤为压力。——譯者注

硅属于Д·И·門捷列夫周期表中的第四类主族。

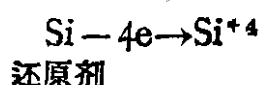
硅和碳、锗、锡、铅一起，组成一系列同系元素，它们所不同于其它元素之点，是在于最外层电子壳上有四个价电子。因此，硅与其价电子相似的元素一样，最高化合价等于四。周期表第四类主族元素组（化学类型）的原子结构及物理常数列于表2中。

Д·И·門捷列夫元素周期表中第四类主族元素  
组（化学类型）的原子结构及物理常数

表 2

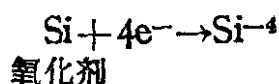
物理常数	元 素				
	碳(C)	硅(Si)	锗(Ge)	锡(Sn)	铅(Pb)
原子序数	6	14	32	50	82
原子量(平均值)	12.010	28.09	72.60	118.70	207.21
按照能量层的电子分布	2:4	2:8:4	2:8:18:4	2:8:18:18:4	2:8:18:32:18:4
中性原子的表现半径(Å)	0.77	1.18	1.394	1.582	1.747
电离势(伏)	11.217	8.12	8.09	7.30	7.38

从表2中可以看出，硅能够失去电子，也能够接受电子。根据这一点，硅在一定的条件下能够和氧化剂作用，同样也能够和还原剂作用。当与强氧化剂作用时，它可以失去四个电子：



硅可被氟(在通常温度)、氧、氯、溴、硫(在400—600°C)、氮(在更高温度下)等元素氧化。

当与强还原剂作用时，硅接受四个电子：



硅可被氢还原，并能与某些金属作用而生成硅化物。但硅能表现出很明显的正电性，并对负电性的元素如氟、氯、氧等具有显著的带选择性的亲和力。如果将硅及其它元素的负电性和对电子的亲和力作比较，就可以清楚地看出这一点(表3)。

硅及一些其它元素的负电性、电离势和对电子的亲合力 表 3

元素名称	负电性	电 离 势 (伏)					对电子亲 和力(仟卡)
		I	II	III	IV	V	
硅 (Si)	1.8	8.12	16.27	33.35	44.89	165.6	14.0
氢 (H)	2.1	15.527	—	—	—	—	16.4
碳 (C)	2.5	11.217	24.27	47.65	64.22	390.1	21
氧 (O)	3.5	13.550	34.93	54.87	76.99	113.00	71
氟 (F)	4.0	17.34	34.81	62.35	86.72	113.67	95.0
氯 (Cl)	3.0	12.962	23.67	39.69	53.16	67.4	85.0
氮 (N)	3.0	12.48	29.47	47.40	77.00	97.43	—

注：I、II、III、IV、V相应地为从电子壳上除去第一个电子、第二个电子等。

从表中可以看出，氟具有最大的负电性，而且对电子的亲合力也大。这表明，氟原子能非常强烈地把用来填充外电子层的电子引向自己。硅与表中其它元素相比较时，它的特点是负电性和对电子的亲合力都很小。因此，硅具有正电性；在这方面硅好象是金属，因为它和负电性的元素化合的倾向更甚于和正电性元素的化合。由于上述原因，硅与负电性的元素所组成的化合物表现出很明显的极性（表4）。

硅化合物价键的离解能和离解度  
(为比较起见，列入碳化合物的数据) 表 4

元素名称	价键的离解能 (仟卡/克分子)		离解度 (%)	
	碳(C)	硅(Si)	碳(C)	硅(Si)
碳 (C)	83	79	0	11
硅 (Si)	79	51	11	0
氢 (H)	101	—	4	3
氧 (O)	90	—	23	51
氟 (F)	—	—	24	70
氯 (Cl)	74	—	6	50
氮 (N)	—	—	6	30



由表中可以看出，价键Si—F最能离解。在四氯化硅——用来合成硅有机化合物的最重要原料之一——分子中，价键Si—Cl的离解度为50%，而价键C—Cl的离解度只有6%；价键Si—O的离解度则超过50%。

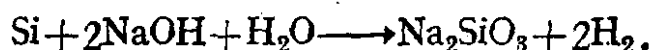
硅与氧生成高级化合物二氧化硅——SiO<sub>2</sub>，与氢则生成硅甲烷——SiH<sub>4</sub>。

在高温时，硅与铁生成熔体，称为硅铁，它在外形上很象晶态的硅，不过其特点是具有浅灰的色彩。硅铁可认为是金属互化物，其组成基本上并不符合于构成该互化物的元素的化合物〔4, 18〕。

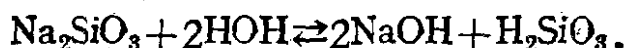
硅与其它金属如铜、铬、锰等的化合物也是大家所知道的。在高温时，硅也与碳、硼、钛、锆等元素化合〔4—6〕。

硅及其最重要的无机化合物的性质列于表5中。

元素硅可用来制造电热硅质棒。这种电热硅质棒可作为高温加热（1400°C）电炉（工厂或专门实验室用的）中的电阻，也可用作红外线的发生器。硅又可用以制取氢气；这个作用是基于硅和硷的反应：



所得硅酸钠发生水解，生成游离硷：



因此，只需要加入少量的硷，就能够使制取氢的过程不断地进行。

## §2 硅与碳性质上的比较

在Д·И·门捷列夫周期表中，碳与硅最相似。因此，将硅和碳的性质相比是很有趣的。已经知道有许多硅的化合物，它们在组成上与有机化合物（即碳的化合物）相类似。这些化合物是属于所谓硅有机化合物一类的。

硅在许多方面类似于碳，但彼此又有本质上的不同。

硅与碳具有相同的外电子壳结构，其中含有四个价电子。由