

# 普通化学学习法指导书

(初 稿)

第二分册

南开大学无机化学教研室申泮文編著

高等教育出版社

基 址

本書是为了配合天津广播函授大学普通化学(初稿)教材而编写的。为了使学生在自学时候更好地掌握普通化学这门课程,出版此书来指导学生在进行学习普通化学时一般应该怎样学以及学习每一章节时需要掌握些什么重要的理论、概念和定律,学习每一章节后要求达到怎样的目的等。

普通化学学习法指导书共分两本分册,本书系第二分册。

本书主要适合作为广播函授大学化工系函授班学生使用,但也可供业余大学、半工半读学校及一般自学普通化学这门课程的读者作为参考。

## 普通化学学习法指导书

(初稿) 第二分册

---

南开大学无机化学教研室申泮文编著

高等教育出版社出版 北京宣武门内承恩寺7号

(北京市书刊出版业营业许可证出字第054号)

人民教育印刷厂印装 新华书店发行

---

统一书号 13010·631 开本850×1168<sup>1</sup>/<sub>32</sub> 印张15<sup>1</sup>/<sub>16</sub>

字数 21,000 印数 3,501—0,500 定价(6) 0.10

1950年5月第1版 1950年8月北京第2次印刷

# 目 录

## 本課程各个講題的学习法指导

|      |          |    |
|------|----------|----|
| 第十一講 | 周期系第七族   | 15 |
| 第十二講 | 周期系第六族   | 20 |
| 第十三講 | 周期系第五族   | 23 |
| 第十四講 | 周期系第四族   | 27 |
| 第十五講 | 周期系第三族   | 31 |
| 第十六講 | 周期系第二族   | 33 |
| 第十七講 | 周期系第一族   | 35 |
| 第十八講 | 周期系第八族   | 37 |
| 第十九講 | 元素周期系的概观 | 38 |
| 第二十講 | 原子核化学    | 39 |

# 本課程各个講題的學習法指導

## 第十一講 周期系第七族

教材：申泮文編著，广播函授大学教材“普通化学”第十一章

### 學習法指導

第七族元素包括卤族元素和錳分族元素，开始學習時應該注意下列各点。

普通化学課程的基础是建立在周期律之上的。关于化学元素及其化合物的論述經常要归結到它們在周期系中的位置。元素的化学性質决定于它們的原子結構，因此在学习每一族及分族的元素时，應該首先了解这些元素的原子結構，确知它們在結構上的共同点是什么，它們彼此之間的區別是什么；然后就應該注意到所論諸元素的依賴于結構的各种性質：价級、高价氧化物的型式和性質、氯化化合物的类型和它們的性質、元素的金屬性与非金属性，以及它們的氧化还原性等。

例如在討論卤族元素时，了解到这族的諸元素在它們原子的外壳層上有七个电子，我們就很容易知道：(1) 它們的最高价應該等于 7；(2) 它們的最高价氧化物的通式應該是  $R_2O_7$ ；(3) 它們与氢的化合价應該是 1；(4) 它們与氢的化合物的通式應該是  $RH$ ；(5) 它們的氢化合物具有酸性；(6) 所有这些元素應該具有明显的氧化性，并因而應該都是典型的非金属。

在另一方面，由于它們彼此在原子結構上是不同的，即有不同数目的电子層，它們在性質上就必然彼此有區別，主要的區別表現在因电子層数增多而化学活潑性减弱。

不言而喻的是，如果某族元素的原子在外層上含有其他數目的電子，則它們將表現有另一些與結構相適應的通性。

錳分族元素在外層上只有 2 個電子，因此這一族元素將不具有獲得電子的本能，而只能失去電子。它的價電子有 2 個在外層，有 5 個在次外層，所以它的最高價也是正 7 價。錳分族元素表現為金屬。

第七族元素做為一個整個的周期族來看，氟、氯是典型元素，下面帶兩個分族，即溴分族和錳分族。應該從原子（中性的原子及化合了的原子）結構出發，明確典型元素和兩個分族的关系，即在特征於族的價（+7）時，典型元素和錳分族最類似，而在最低價時（-1 價），典型元素和溴分族最類似。依照這些價的关系，了解各種相類似化合物的性質的變化規律。應該依照這種類似性关系的比較來幫助我們記憶本族元素和它們化合物的性質。這是學習本族元素的主要中心內容。

了解本族所有元素的通性之後，就可以對本族的各個元素進行學習。

學習每個元素時首先應該注意各元素在單質狀態的製備法，特別是那些較重要的元素。這種製備法應該包括下列各項：（1）製備此單質所用的原料；（2）與原料相作用的作用物；（3）反應條件和（4）反應的實質與反應方程式。在這方面還應該熟悉製備同類元素的單質的一般性方法。

熟悉了單質的製備法之後就應該認識它們的物理性質和化學性質，最後應當了解這些單質的主要應用範圍。

以下就應該學習這些元素的重要化合物。

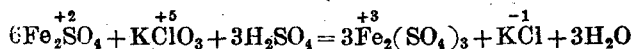
要了解這些化合物也是應該注意上述的各點，即製備、性質與應用。

對於鹵素應該特別注意它們的氫化合物與含氧化合物。了解我國目前工業上製造鹽酸和氯酸鉀所採用的主要方法。在含氧化

合物中应该注意它們的一般制备法——卤素与碱的作用。应该留意溴不显最高的 +7 价，而氟则不显正价。

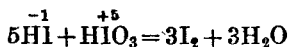
所有正价的卤素原子都能被还原为负价的阴离子。

例如：



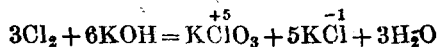
如果在一种反应中，氧化剂是正价的卤素原子，而还原剂是负价的卤离子，则反应结果便产生中性的卤素分子。

例如：



含有显正价卤素的盐 ( $\text{KClO}$ ,  $\text{KClO}_3$ ,  $\text{KBrO}_3$ ,  $\text{KIO}_3$  等)，是通过“自氧化还原”反应而制得的：

例如：



在这种反应中氯既作为氧化剂，又作为还原剂。

在本章的学习中应该特别注意均衡氧化还原反应方程式的方法。

在锰分族中在目前最有实际意义的只有锰及其化合物。

锰的化合物种类是非常之多的。在其中最重要的是二价锰盐、二氧化锰与高锰酸盐（在高锰酸盐中锰为 +7 价）。熟悉这些化合物，主要的是注意高锰酸盐的氧化性、酸碱介质对它们氧化性的影响。

### 自学问题

#### 卤族元素

1. 就第七族典型元素氟和氯与两个分族在各价原子的结构关系，对本族元素的重要化合物及其性质做一概括性的叙述。

2. 通过卤素在周期系中的位置讨论卤族元素的通性。

3. 卤素中, 氟及其化合物的性質与其他卤素成員及相应化合物的性質有相当大的区别, 試举例說明并加以解釋。

4. 試述氟、氯、溴、碘的制备法, 并写出反应方程式。

5. 什么叫电子亲合势? 从电子亲合势的不同怎样說明氟、氯、溴、碘的氧化本领之不同。

6. 試述卤化氢的制备法。为什么不能用濃硫酸与溴化鉀(或碘化鉀)来制备溴化氢(或碘化氢)?

7. 比較卤化氢的物理性質与化学性質。

8. 比較氯的含氧酸的酸性和氧化性。

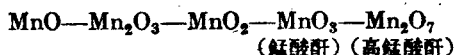
9. 試比較次卤素酸的酸性与氧化性。

### 錳分族元素

1. 試举化学反应为例, 說明錳是一个活潑金屬。

2. 錳有哪些用途?

3. 根据各价錳离子大小, 說明各价錳的氧化物的酸性变迁。



4. 二氧化錳是一个氧化剂, 試举例說明, 它有什么实际用途。

5. 怎样制备錳酸盐? 錳酸盐在酸性介質和碱性介質中所显现的氧化性各如何? 举例說明。

6. 怎样制备高錳酸盐?

7. 高錳酸盐在酸性介質中和碱性介質中所显现的氧化性各如何? 举例說明。

### 習 題

1. 現有氫氧化鉀、盐酸、二氧化錳和水, 怎样来制备氯酸鉀?

2. 現有溴化鈉、盐酸和二氧化錳, 怎样用来制备溴?

3. 不用电解法, 怎样从氯化鈣中制备氯?

4. 以氯气長时期地通入于 KI 溶液中, 然后用淀粉来檢查碘的存在, 淀粉并不变藍, 为什么? 用反应方程式表示所發生的反应。

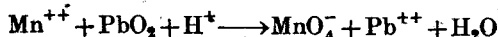
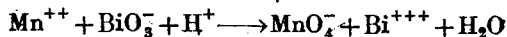
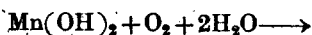
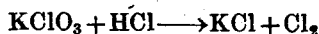
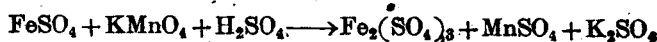
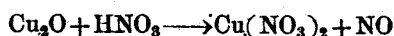
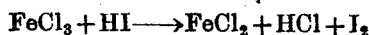
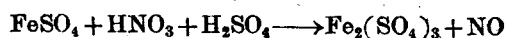
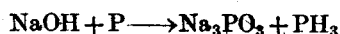
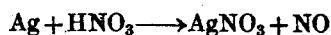
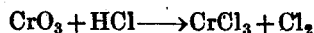
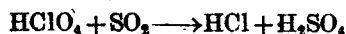
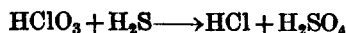
5. 現有二氧化錳、氯酸鉀、盐酸、氫氧化鉀, 怎样用来制备高錳酸鉀?

6.  $\text{KMnO}_4$  与  $\text{K}_2\text{S}$  在中性溶液中有何反应?

$\text{KMnO}_4$  与  $\text{KI}$  在酸性溶液中有何反应?

7. 在酸性溶液中及在中性溶液中氧化 7.6 克  $\text{FeSO}_4$ , 各需要多少克  $\text{KMnO}_4$ ?

8. 完成并均衡下列反应方程式:



## 第十二講 周期系第六族

教材：申泮文編著，广播函授大学教材“普通化学”第十二章

### 学习法指导

第六族元素包括典型元素氧、硫以及硒分族和鉻分族。氧已在前面的学习过了，但在学习本族时应该注意到它与本族其他元素之间的联系。

学习本族时应该把主要的注意力放在如下的问题上：

1. 本族元素的结构，从理论上和事实上了解典型元素和二个分族元素之间的关系。

2. 本族元素由原子结构所决定的性质。

3. 硫的开采与用途。

4. 硫化氢及硫化物的性质，包括硫化氢的离解平衡。

5. 硫酸的制备原理与其在国民经济中的重要意义，我国硫酸工业的发展情况。

6. 催化剂的理论及其在实际应用上的意义。

7. 硫酸的性质，硫酸与水的作用，不同浓度硫酸与金属的作用。

8. 熟悉有关硫酸的氧化还原反应，学习本章之后，将来应能毫无困难地均衡这一类反应方程式。

9. 硒、碲与硫的类似性，它们的氢化合物与含氧化合物在性质上的变迁。

10. 铬分族元素中最重要的是铬，它无论在自由状态或化合物形式均有重要的用途。钼与钨作为祖国的重要丰富资源，也应注意用途及重要性。本分族应该比较详细地学习。

11. 在铬的化合物中，最重要的是三价化合物及六价化合物，注意它们在酸碱介质中存在的不同形态，以及相互转化的氧化还

原条件。

### 自学問題

1. 試从理論上和事实上討論第六族典型元素和二个分族的关系。

2. 試就硫族(硫、硒、碲)在周期系中的位置討論硫族元素的通性及其活潑性的变迁, 包括下列各项: 电子結構、价的改变、原子大小、 $R^{-2}$  离子半徑。

3. 了解硫的矿物、制法、主要物理性質与化学性質、用途。

4. 試討論硫与下列物質的反应

1) 卤素; 2) 金属; 3) 氢。

5. 硫化氢

1) 了解它的用途。

2) 了解  $H_2S$  的电离平衡关系及溶液中  $H^+$  离子濃度对于平衡的影响。

6. 試述二氧化硫、亞硫酸、亞硫酸盐、硫代硫酸盐的制法, 化学性質及用途。

7. 1) 試述硫酸的制备原理。

2) 試述硫酸在国民經济中的重要性。

3) 試討論硫酸的化学性質

①吸水性,

②作为氧化剂,

③稀溶液作为酸,

④硫酸盐的一般性質,

⑤写出焦硫酸、过二硫酸的化学式与結構式,

⑥为什么稀釋硫酸时不能把水傾入于硫酸中?

8. 什么是催化作用? 什么是均相催化和异相催化, 它們的原理都是什么?

## 9. 硒分族

- 1) 試討論 O、S、Se、Te 的活潑性的变迁。
- 2) 了解 Se 与 Te 的化学性質及其化合物。
- 3) 比較  $H_2SO_4$ 、 $H_2SeO_4$  及  $H_2TeO_4$  的酸性与氧化性。
- 4) 討論  $H_2O$ 、 $H_2S$ 、 $H_2Se$ 、 $H_2Te$  的化学性質及物理性質的改变規律性。

## 10. 鉻分族

- 1) 鉻、鉬、錳的电子結構和它們的价的表現。
- 2) 鉻、鉬、錳各有哪些用途?
11. 比較鉻、鉬、錳的化学活潑性: 1) 与空气及水的反应; 2) 与 P, N, C, Si, B 等的反应; 3)  $\text{>} + KClO_3 + Na_2CO_3 \longrightarrow (\text{>})$  代表本分族金屬)。
12. 比較  $CrO_3$ 、 $MoO_3$ 、 $WO_3$  的酸碱性 with 氧化性。
13.  $H^+$  离子及  $OH^-$  离子对于  $H_2CrO_4$  及  $H_2CrO_7$  的互变关系有什么影响?
14.  $Cr(OH)_3$  是两性物, 試用反应式表明它在水溶液中的平衡关系,  $H^+$  及  $OH^-$  离子对这个平衡有什么影响?
15. 三价鉻在什么情况下可以被氧化成 +6 价的鉻化合物, 写出反应式。

## 習 題

1. 現有鋅、硫、稀硫酸, 怎样制备硫化氢? 举出两种可能的方法。
2. 当亞硫酸和下列实物相互作用时, 它呈現何种性質, 氧化性还是还原性: 1) 和鎂作用; 2) 和硫化氢作用; 3) 和碘作用? 在上述情况中, 在亞硫酸中的什么离子决定了这种性質?
3. 現拟溶解 40 克鎳, 在一种情况下用濃硫酸, 在另一种情况下用稀硫酸, 在这两种情况中所需硫酸的量是否相同?

4. 亞硫酸在水溶液中的离解平衡是怎样的？溶液的酸碱性对于这个平衡有什么影响？为什么在亞硫酸盐的溶液中加入酸会放出  $\text{SO}_2$  气来？

5. 将濃硫酸和下列实物共热，能够得到何种产物？

1) 与溴化鉀；2) 与芒硝 ( $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ )；3) 与氯酸鉀。

6.  $\text{Cr}^{3+}$  离子在某些方面与  $\text{Al}^{3+}$  离子相似；但在另一些方面又和  $\text{Al}^{3+}$  离子不同，試举例說明。

7. 为什么在  $\text{K}_2\text{CrO}_4$  及  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  溶液中各加入  $\text{AgNO}_3$  时都得到  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$  的紅色沉淀？

8. 为什么将  $\text{Cr}^{+3}$  氧化至  $\text{Cr}^{+6}$  时要在碱性介質中进行？而将  $\text{Cr}^{+6}$  还原为  $\text{Cr}^{+3}$  时应在酸性介質中进行？

9. 当将亞鉻酸鈉  $\text{NaCrO}_2$  溶液煮沸时，或在溶液中加入氯化鉍溶液时，都能生成  $\text{Cr}(\text{OH})_3$  沉淀？写出反应方程式并說明原因。

10. 在酸化了的  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  溶液中通入硫化氢，溶液的橙紅色逐渐变为綠色，同时并析出硫。解釋这个变化并写出化学反应方程式。

### 第十三講 周期系第五族

教材：申泮文編著，广播函授大学教材“普通化学”第十三章

#### 学习法指导

第五族元素包括典型元素氮、磷以及砷分族与钒分族。

学习本族元素时应该先从各价原子的结构，了解典型元素与二个分族的关系，然后再引用事实予以說明。

氮、磷与砷分族在原子的外电子壳上都有 5 个电子，所以在單質状态下性質極为类似，統称为氮族元素。討論这一族元素时，应从原子结构判断它們的通性。在这一族中最重要的元素是氮和

磷，應該對它們付以足夠的注意。

氮的最重要的化合物首先是氨，應該了解自氮與氫合成氨的過程中的物理化學，即如何運用勒夏特列原則來掌握這個平衡反應使得到高產量的問題。

根據氨的結構與性質，了解氨所參與的各種化學反應。至於氮的其他化合物（聯氨，脛氨，氮疊氮酸等），則只作一般性的了解即可。

在絡合物一節中應該注意下列各點：

- 1) 什麼是絡合物？絡合物的類型；
- 2) 維爾納配位學說；
- 3) 絡合物的鍵型；
- 4) 絡合物的不穩定平衡。

在氮的含氧化合物中應該特別注意硝酸：它的製備法與性質，它在國民經濟中的重要意義。熟悉硝酸的氧化性及其與金屬的作用，了解不同濃度硝酸與金屬相作用時的還原產物。

學習元素磷時要注意磷的同素異形体及其用途。注意各種磷的含氧酸的結構與性質。

特別注意祖國農業公社化中對肥料的需要問題。我國在經濟建設的第二個五年計劃中，將要建立和擴建五個規模巨大的合成氨廠。到1962年我國的氮肥年產量將達到700萬噸。在四川、貴州、雲南、江蘇等地所發現的巨大磷礦也正在開采。

了解砷分族元素，注意本分族元素的金屬性與非金屬性的變遷，高價含氧化合物與低價含氧化合物的氧化還原性及酸鹼性的變遷，它們的氫化合物與 $\text{PH}_3$ 的類似性關係。硫代酸鹽是本族元素的一類特殊化合物，應該了解它們的形成原理與性質。砷作為農業殺蟲藥劑的組分之一，也應當加以注意。

銻是我國豐產的金屬之一，應注意它的应用及如何開展關於銻的科學研究以尋求更多的用途的問題。

在鈳分族中目前最有重要意义的是鈳。应注意鈳在制造特种合金鋼及五氧化二鈳在作为催化剂中的应用。对于銨与鉍仅注意金屬的实用意义。鈳的化合物、銨的化合物及鉍的化合物則仅作一般性的了解，但应注意其五价化合物与五价磷化合物的类似性关系。

### 自学問題

#### 氮族元素

1. 試从理論上和事实上討論第五族典型元素和二个分族的关系。

2. 依照氮族元素在周期系中的位置討論其通性，包括

1) 原子結構；2) 和右邻元素的比較；3) 价的表現；4) 元素外貌的变化；5) 氮氧化化合物的酸碱性变迁。

3. 了解氮的制法，性質和主要用途。

4. 試討論 1) 氨的制备法；2) 氨的重要化学反应；3) 氮氧化銨的性質。

5. 写出下列各化合物的中文名称，并写出結構式：



6. 氮有哪几种氧化物？氮在其中各为几价？它們的制法与性質如何？

7. 試討論  $\text{HNO}_2$  既能作为氧化剂，又能作为还原剂的性質，举例說明。

8. 試討論硝酸的氧化性：

1) 和金屬的作用；

2) 和非金屬的作用；

3) 和有机物的作用；

4) 硝酸与活泼金屬的作用；

5) 与  $\text{HI}$ 、 $\text{HCl}$  的作用。

9. 試討論硝酸盐的一般性質、溶解度与其热分解产物。
10. 試討論氮在自然界中的循环过程之重要意义。
11. 試述磷的制法、性質与用途。
12. 試討論磷的化学性質：与金屬的反应、与非金屬的反应、不同形态的化学稳定性、与氢的化合物、与氧的化合物。
13.  $P_2O_3$  与  $P_2O_5$  的性質与用途。
14. 試述下列磷的含氧酸的结构与性質：  
 $H_3PO_2, H_3PO_3, H_3PO_4, H_4P_2O_7, HPO_3$
15. 磷有哪些卤化物与卤氧化物？
16. 比較 N、P、As、Sb、Bi 作为單質的性質的变迁。
17. 試述 As、Sb、Bi 的化学性質(与氧的反应、与酸的反应、与非金屬的反应、与金屬的反应)。
18. 比較氮族元素氢化物的性質的变迁。
19. 比較 As、Sb、Bi 的氧化物及氢氧化物酸碱性的变迁。
20. 比較  $As^{+3}-Sb^{+3}-Bi^{+3}$  及  $As^{+5}-Sb^{+5}-Bi^{+5}$  的氧化还原性的变迁。
21. 什么叫硫代酸盐？举 As、Sb、Bi 各价硫代酸盐为例加以說明。

### 鈮分族元素

1. 試比較鈮、鉍、鉭的化学活潑性。
2. 試述这三种金屬的实际用途。
3. 試概述这族元素的重要化合物(五价氧化物、含氧酸及盐、卤化物、氟絡合物)。

### 絡合物

1. 什么叫做絡合物？
2. 把下列絡合物各組成部分的名称說出：



3. 举出三个由阳离子和中性分子组成的络离子; 举出三个由阳离子和阴离子组成的络离子。

4. 试述络合物的化学键的性质。

5. 什么是络离子的不稳定常数? 在  $Cu(CN)_4^{2-}$  和  $Cd(CN)_4^{2-}$  溶液中加入  $H_2S$ , 只生成  $CdS$  沉淀而不生  $CuS$  沉淀。这两个络离子的不稳定常数哪个大些?

### 習 題

1. 将  $(NH_4)_2SO_4$  及  $NaCl$  以等分子的比例混合后, 加热, 会发生什么现象? 加以说明。

2. 现须将一小块银溶于硝酸中, 问是用浓硝酸好还是用稀硝酸好? 在哪一种情况下用硝酸最少?

3. 当以浓硝酸作用于金属时, 生成一种棕色气体, 它是什么实物? 为什么当温度升高时它的颜色变深, 而温度降低时颜色变浅? 若压缩此气体, 它的压力与体积关系是否服从波义尔定律? 这个气体溶在碱溶液( $NaOH$ )中有何反应发生? 写出反应式。

4. 为什么磷在自然界中仅能以化合物形式出现, 而它的同族元素氮能存在为单质?

5. 怎样能证明红磷与白磷是同素异形体?

6. 当以稀硫酸及锌作用于  $As_2O_3$  时能生成什么化合物? 写出反应式, 并用氧化还原的观点加以分析。

7. 铋易溶于硝酸, 但不溶于盐酸及硫酸。铋在电位序中应占怎样的位置? 能否从硝酸铋的水溶液中将铋盐结晶出来?

### 第十四講 周期系第四族

教材: 申泮文編著, 广播函授大学教材“普通化学”第十四章

## 學習法指導

第四族元素包括典型元素碳、硅以及錳分族與鈦分族元素。

和以前各族一样，學習本族时应注意典型元素和二個分族之間的关系。

在學習碳及其化合物时，应首先根据碳在周期表上的位置，了解它既不能給出电子又不能获得电子的特点，即它只能够形成共价化合物，它的稳定价級是4。其次应该了解碳在构成化合物时价鍵形成的原理，即有关电子杂化的理論。

应该注意碳的同素异形体。同素异形体在性質上的区别可以是由不同原因引起的。氧和臭氧的区别在于它們的分子所含的原子数不同。但是分子的概念对于許多晶态物質是不适用的，因为我們知道許多晶体可以看作是巨型分子。碳的同素异形体——金剛石与石墨就是这样的，它們的晶体并不是由分子組成的，而是由原子組成的，这些原子有規律地排列在晶格結点上。但是金剛石的晶格与石墨的晶格是完全两样的，因此使它們的物理性質有很显著的区别。根据鍵的形成了解石墨与金剛石的晶格結構。

在碳的含氧化合物中最重要的是二氧化碳、碳酸及其盐、一氧化碳。应该牢固的熟悉二氧化碳的制备法、碳酸的性質、它的盐的特性。应当注意一氧化碳的制备法，它的还原性与加合反应。

碳作为非金属，它和金属的二元化合物具有許多特殊的性質，例如高熔点与高沸点、特殊的組成等，应该加以重視。关于碳化物目前我們了解得还不够多，在这方面的科学研究工作是有很大的發展余地的。

作为社会主义工业化的动力来源的燃料問題，是这一节書里的一个突出的問題。我国的石油儲藏量已可占世界第三位，而煤的儲藏量是在世界上最丰饒的，我国在1958年的煤炭产量已达到二亿七千万吨，而今年預計产量将增加到三亿八千万吨，总产量早