

54 ②

232

0210

B2-2

(2)

# 蘇聯化學發展的近況

C. K. 伏里甫柯維契著

舒山譯



生產與技術出版社出版

# 蘇聯化學發展的近況

蘇聯科學院院士

C.И. 伏里甫柯維契著

舒 山 譯

生產與技術出版社

1952

32K • P 6 8 • ¥ 4 5 0 0

• 版權所有 不准翻印 •

## 蘇聯化學發展的近況

---

|       |                                 |
|-------|---------------------------------|
| 原 著 者 | 蘇聯科學院院士 С.И. 伏里甫柯維契             |
| 原 名   | ПУТИ СОВРЕМЕННОЙ ХИМИИ          |
| 原出版者  | ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР |
|       | 1950年10月                        |
| 譯 者   | 舒 山                             |
| 校訂者   | 朱周牧                             |
| 出 版   | 生 產 与 技 術 社                     |
|       | 上海廣東路17號304室                    |
| 版 次   | 1952年5月初版 0,001—2,000冊          |
| 印 刷   | 上 海 芬 勒 印 刷 廠                   |

---

## 原 著 序 言

蘇聯科學院和全蘇列寧共產主義青年團中央委員會曾經共同舉辦過一個「羅蒙諾索夫紀念講座」；在這個講座中，我在莫斯科「學者之家」作過一次講演。這本小書就是根據那次講演寫的。

那次講演，以概括的形式，把近代化學發展史上最重要的趨向，它的成就和今後存在在蘇聯化學家面前的任務，作了一個說明。

在把演講稿付印之前，我曾作了一些必要的訂正和增補。將來，我還準備就我國（指蘇聯——譯者按）化學工程發展的現狀和展望編寫一篇更詳盡的論文。

要是讀者們願意對這講演稿就內容和敘述提供批評建議和意見的話，我是非常感謝的。來件請寄：莫斯科卡魯聶斯克大街三十一號，蘇聯科學院化學科學系。

C·伏里甫柯維契

---

本書是蘇聯科學院“近代科學總結及其問題”通俗科學叢書之一，該叢書由故科學院院長瓦維洛夫院士主編。

---

## 目 錄

|                                         |    |
|-----------------------------------------|----|
| 前 言 .....                               | 1  |
| 擴大化學元素及化學工業原料基地之研究與利用的範圍 .....          | 7  |
| 新化工產品之合成與新要求之滿足 .....                   | 13 |
| 新的技術操作過程與設備之發明及現有技術操作過程與<br>設備之改進 ..... | 23 |
| 科學實驗方法之發展 .....                         | 31 |
| 新分析法與生產過程控制法之發明 .....                   | 33 |
| 物質構造、原子與分子內部能量之研究 .....                 | 35 |
| 化學反應的機構與速度之研究 .....                     | 39 |
| 化學在其他科學、工程部門及國民經濟中之應用 .....             | 42 |
| 蘇聯化學工業及其姊妹工業部門今後的任務 .....               | 45 |

## 參 考 書 目

|                      |    |
|----------------------|----|
| 1. 蘇聯化學部分 .....      | 52 |
| 2. 化學史部分 .....       | 55 |
| 3. 化學工程及新的技術問題 ..... | 56 |

## 附 錄

|                     |    |
|---------------------|----|
| 反對化學中的唯心論和機械論 ..... | 59 |
|---------------------|----|

## 前 言

兩個世紀以前，羅蒙諾索夫（Ломоносов）所創造的天才的功績，在化學和物理學的發展上是歷史性的界碑。

自從羅蒙諾索夫發現了物質不滅和運動定律以後，自從原子說、分子說和熱的動能說建立以後，以及物理化學這門科學奠定基礎以後，度量衡才進入了化學，質的觀點才和量的觀點結合了起來，理論和實踐之間才建築起了一座可靠的橋樑。

兩百年前羅蒙諾索夫在科學院裏建立起來的俄國第一個化學研究試驗室成了我們祖國（指蘇聯——下同，譯者。）化學科學的搖籃。後來俄國化學的創造性的發展，特別是偉大的十月社會主義革命後飛躍的進步，鞏固了羅蒙諾索夫所揭示的兩個原則：理論與實踐的統一和盡一切可能利用化學來提高我們祖國的生產能力。

把天然原料變成日用品的化學加工的藝術（或者說技巧），雖然可以追溯到物質文明最古老的源流，但是近代化學的科學與工程的宏偉建築，幾乎全是在最近的一百至一百五十年間才建造起來的；其中特別卓越的、革命性的成就還得歸於最近的幾十年。在這段期間中，奠基在科學傑出成就（見2—4頁之年表）上的化學工業諸部門就產生了，也蓬勃地壯大起來了。

最近數十年人類生活一切領域的特色就在於：科學，特別是化學和物理學的作用有顯著的增長。

化學與物理科學近代的發展上顯著的特徵是這兩種科學的相互滲透和它們成就的綜合利用，這樣就使它們的理論水平顯著地提高，也使原料與能量的天然資源獲得了實際利用。

## 重要發明與最早工廠開工年表\*

- 1748 羅蒙諾索夫發現物質不滅與運動定律
- 1791 路布蘭 (Le Blanc) 法製碱成功
- 1801 彼得洛夫 (В. В. Петров) 發現電弧
- 1803 道爾頓 (Dalton) 發現分壓定律
- 1805 在俄國開始以鉛室法製硫酸
- 1834 法拉第 (Faraday) 發現電解定律
- 1837 彼得堡科學院院士雅柯比 (Е. С. Якобъ) 發明電鍍術
- 1840 彼得堡科學院院士葛斯 (Г. И. Гесс) 發現熱量不滅定律  
(Law of conservation of heat)
- 1841 利比喜 (Liebig) 法製造過磷酸鹽成功
- 1842 辛寧 (Н. Н. Зинин) 從硝基苯還原合成苯胺 (Aniline) 成功
- 1845 貝塞麥 (Bessemer) 轉爐法煉鋼成功
- 1858 布特列洛夫 (А. М. Бутлеров) 發表有機化合物結構之理論
- 1864 西門子馬丁 (Siemens-Martin) 爐煉鋼法成功
- 1864 以鉀石鹽礦 (Silvinite) 製造鉀肥—氯化鉀 (KCl) 成功
- 1865 莫斯科照明煤氣工廠開工
- 1867 質量作用定律 (Law of mass action) 成立
- 1869 門德雷葉夫 (Д. И. Менделеев) 發現週期定律
- 1881 庫乞洛夫 (М. Г. Кучеров) 發明合成乙醛
- 1884 彼得堡 滕契列夫斯基工廠接觸法製造硫酸成功
- 1884 柏那鐸斯 (Гернхардсс) 斯拉維央諾夫 (Славянцов) 發明金

---

\*在年份下以橫線標誌者表示理論性的成就與發現。

### 屬電焊術

- 1885 列德尼 (А. А. Летний) 蘇浩夫 (В. Г. Шухов) 法製餾石油成功
- 1887 愛倫尼烏斯 (Arrhenius) 發表電解學說
- 1888 電解法製鋁成功
- 1888 門德雷葉夫倡議烟煤地下氣化法
- 1890 電解法製氦及燒碱成功
- 1891 門德雷葉夫發明無烟火藥——硝棉 (Pyrocollodion)
- 1895 製造液態空氣成功。
- 1898 斯哥洛多夫斯卡·居禮夫人 (Madame Skłodowska-Curie) 提鍊鐳成功。
- 1905 質與能之間相互關係之確立 (愛因斯坦 Einstein)
- 1906 奧爾洛夫 (Е. И. Орлов) 發明碳化氫之接觸法氧化。
- 1913 同位素之發現。
- 1913 哈伯 (Harber) 發明氨之合成。
- 1915 席林斯基 (Н. Д. Зелинский) 防毒面具首次應用
- 1916 安德列夫 (И. И. Андреев) 法將氨氧化製造硝酸成功
- 1918 盧塞福特 (Rutherford) 發明原子人工分裂法
- 1923 賽璐珞噴漆製造成功。
- 1923 以一氧化碳與氫合成甲醇成功
- 1926 及最近 席林斯基 (Н. Д. Зелинский) 及其他蘇聯學者發明石油中碳化氫之芳香族化作用 (Aromatisation) 與同分異構化作用 (Isomerisation)
- 1927 醋酸纖維製造成功
- 1929 蘇浩夫與卡別留希尼柯夫 (М. А. Капелюшников) 發明石油裂餾法 (〔蘇聯裂餾法〕)
- 1931 第一部迴旋加速機 (Cyclotron) 建造完成。
- 1932 在蘇聯用列別捷夫 (С. В. Лебедев) 法合成橡膠成功
- 1932 伊萬富柯 (Д. Д. Иваненко) 發表原子核質子-中子學說

(Proton-neutron theory of atomic nucleus)

- 1932 中子與正子 (Positron) 之發現
- 1933 用電解法提取重水成功
- 1934 依倫·居禮 (Irene Curie) 與弗立德歷克·約里奧 (Frederick Joliot) 發現人工放射性
- 1935 阿克黎興 (Акрихин) \*合成成功 (蘇聯)
- 1936 磺醯胺類藥物合成成功
- 1937 煤之地下氣化工程 (參見1888年) (蘇聯第一個試驗設備建立)
- 1938 多元胺纖維合成成功 (尼隆 Nylon)
- 1939 中子作用下原子核分裂的發現
- 1939—1941 性賀爾蒙合成成功
- 1940 傅列洛夫 (Флеров) 與彼得約克 (Петржак) 發現鈾原子核的自發裂解 (Spontaneous fission)
- 1940 安德利安諾夫 (А. А. Андрианов) 發明含矽有機分子化合物之合成法成功
- 1941 法洛夫斯基 (А. Е. Фаровский) 法合成乙烯酯與乙醛成功
- 1942 由乙炔 ( $C_2H_2$ ) 合成三烯八環 (Cyclooctatetrien) ( $C_8H_8$ )
- 1942 豪斯 (Г. Ф. Гауз) 及勃拉 彝尼柯夫 (М. Г. Бражник) 發明製造葛拉米西 J. C. (gramicidine) 成功
- 1943 有機高强度玻璃製造成功 (蘇聯)
- 1944—1948 利用氧以加速鋼、生鐵、二氧化硫及其他產物的生產獲得成功 (巴爾金 И. П. Гардин, 列別吉柯夫 А. А. Лебедьков, 愛列希勃 М. Г. Элиашберг)
- 1947 用光化合成法 (Photochemical Synthesis) 製造殺蟲劑六氯代環己烷 (Гексахлорциклогексан) 成功 (別查勃拉查夫 Ю. Н. Безобразов, 馬爾疆諾夫 А. В. Молчанов 等人)

---

\*在蘇聯稱治瘧疾藥阿的勃林 (Atebrin) 爲阿克黎興——譯者

綜觀上面所選紀年事蹟的那張表，我們就可以發現，我們祖國化學家對於化學科學與工程作了何等重大的創造性的貢獻。

化學科學和生物科學也是緊密地交織着的，它加速了生物化學、農業化學、藥物學等學科的進步。

在化學科學的發展史上，我國的化學家起了傑出的作用，在世界科學上他們佔着前列的地位。偉大的十月社會主義革命鞏固了歷史久遠的學派，也培養了許多獲得一致承認的新起而壯大的學派。

蘇聯的科學和工程、理論和實踐是統一而不可分割的，在提高我們國家生產能力上，在發展國民經濟和文化上顯示了巨大的影響。在這方面，蘇聯化學承繼了俄國化學學派——羅蒙諾索夫學派、門德雷葉夫學派、辛甯學派、布特列洛夫學派以及其他學派——最優良的傳統，而天才的米哈依耳·華西里亞維契·羅蒙諾索夫則是這些學派的鼻祖。

蘇聯化學家為全體勞動人民最前進的理想服務；同時也熱情地為了人民的幸福，為了祖國的強大和獨立而鬥爭着。在這一巨大的創造性工作當中，馬克思、恩格斯、列寧、斯大林不朽的學說指導着他們，用強有力的科學的武器——辯證的與歷史的唯物論的方法，——武裝了他們。

最近十年來化學科學與工程突飛猛進的發展是這樣偉大，而它活動園地又是這樣寬廣和多種多樣，以致即使是一個博學的化學家在自己的經常的工作當中，也往往追蹤不上。然而，對現代的先進的科學戰線以及現代科學的勝利的行進，不時地作一番廣泛的巡禮是饒有興味而有啓發性的。為了明確地提出以後的任務並追索解決它們的可能性，為了趕上先進的工作部門，並把其餘的部門帶上來，這也是必需的。

最近幾年來化學科學和工程上最重大的事件和成就是些什麼呢？

化學工程傑出成就之一就是有機物合成的勝利。最近幾年來，發明了也在實踐中掌握了、把一類或一族有機化合物轉化成成功另外一類或一族的新方法，這些化合物在過去是被認為是互相隔絕不能相互轉化的。依靠了這種方法，我們就能夠利用價廉而分佈廣泛的各種原料

和化合物，用它們作原料生產出更貴重的東西了。在人工合成類似於複雜的自然化合物的「精細」化學品這一方面也獲得重大的成就。

對於化學過程有作用的，新的、有力的槓桿之利用，也在化學的進步上顯示了非常巨大的影響。比如把化學反應的速度加速了幾百倍幾千倍的觸媒；達到幾百、幾千大氣壓力的高壓或超高壓；高溫；低溫（幾乎達到絕對零度）；光化學照射（Photochemical irradiation）；各式各樣的放電現象等等都是例子。

最後，在化學工程諸重要領域中，在最近的歷史階段上判斷起來最具革命性的事件要算是利用原子內部的能——原子核能方法的發明了。而這一個發明是靠許多物理學家與化學家共同努力，在理論上和實踐上所建立起來的。在這一個領域裏的偉大成就，如所週知，得歸功於許多蘇聯學者。

如一九四九年九月二十五日塔斯社聲明所言，蘇聯早自一九四七年開始就已經掌握了原子武器的祕密。雖然如此，我們的國家，爲了全世界一切民族的和平、自由和獨立進行着徹底而不撓的鬥爭：爲禁用原子武器而鬥爭，堅決主張把原子能應用在和平的與建設性的目的上。

我們現在不深刻鑽研細節，暫把近代化學科學和工程的方向歸納如下：

1. 擴大化學元素及化學工業原料基地之研究與利用的範圍；
2. 新化工產品之合成與新要求之滿足；
3. 新的技術操作過程與設備之發明及現有技術操作過程與設備之改進；
4. 科學實驗方法之發展——其靈敏性與準確性之提高；
5. 新的、更迅速、準確、自動的分析與生產過程控制方法之發明；
6. 物質構造，原子與分子內部能量之研究；
7. 化學反應的機構（mechanism）與速度之研究；
8. 化學在其他科學、工程與國民經濟領域中之應用。

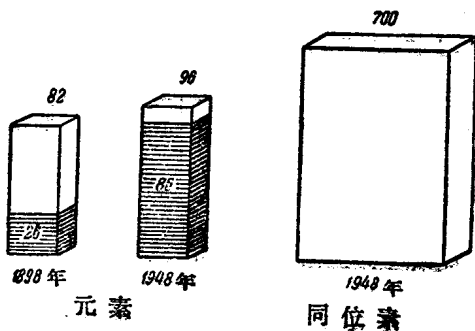
在此後的討論中我們將嘗試將上面列舉的化學科學與工程的這些方向加以闡述。

## 擴大化學元素及化學工業

### 原料基地之研究與利用的範圍

在這個領域裏研究工作的方向是：一方面要廣泛利用在地球上分佈得最廣的那些元素，而在另一方面則要拿稀有的和零星分佈的元素納入國民經濟中。

十九世紀末，在當時已知的八十二種元素當中，只利用了二十六種。現在，九十六種已知化學元素當中，絕大多數已經具有了科學的或工程的意義。又由於同位素的發現，已加利用的元素的數目不斷地在



■ 已利用的元素

一九四八年前已發現的元素與同位素數

增加着；而同位素的數目到現在已逾七百種以上。爲了產生原子能，爲了在化學、生物學、地質學、藥物學、和其他科學領域上科學研究的目的也要利用到同位素，因爲這種關係在最近許多同位素獲得了特殊巨大的重要性。

門德雷夫氏週期表

| 週期      | 類                     |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       | 族                     |                       |                       |         |                      |  |  |  |  |  |  |  |  |
|---------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|---------|----------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|
|         | I                     | II                    | III                   | IV                    | V                     | VI                    | VII                   | 0                     |                       |                       |                       |         |                      |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       | <sup>1</sup> H<br>氫   |                       |                       |                       |         | <sup>2</sup> He<br>氦 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2       | <sup>3</sup> Li<br>鋰  | <sup>4</sup> Be<br>鈹  |                       | <sup>5</sup> B<br>硼   | <sup>6</sup> C<br>碳   | <sup>7</sup> N<br>氮   | <sup>8</sup> O<br>氧   | <sup>9</sup> F<br>氟   |                       | <sup>10</sup> Ne<br>氖 |                       |         |                      |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3       | <sup>11</sup> Na<br>鈉 | <sup>12</sup> Mg<br>鎂 |                       | <sup>13</sup> Al<br>鋁 | <sup>14</sup> Si<br>矽 | <sup>15</sup> P<br>磷  | <sup>16</sup> S<br>硫  | <sup>17</sup> Cl<br>氯 |                       | <sup>18</sup> Ar<br>氬 | VIII                  |         |                      |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 4       | <sup>19</sup> K<br>鉀  | <sup>20</sup> Ca<br>鈣 | <sup>21</sup> Sc<br>鈾 | <sup>22</sup> Ti<br>鈦 | <sup>23</sup> V<br>釩  | <sup>24</sup> Cr<br>鉻 | <sup>25</sup> Mn<br>錳 |                       | <sup>26</sup> Fe<br>鐵 | <sup>27</sup> Co<br>鈷 | <sup>28</sup> Ni<br>鎳 |         |                      |  |  |  |  |  |  |  |  |
|         | <sup>29</sup> Cu<br>銅 | <sup>30</sup> Zn<br>鋅 | <sup>31</sup> Ga<br>鎵 | <sup>32</sup> Ge<br>鍮 | <sup>33</sup> As<br>砷 | <sup>34</sup> Se<br>硒 | <sup>35</sup> Br<br>溴 | <sup>36</sup> Kr<br>氪 |                       |                       |                       |         |                      |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 5       | <sup>37</sup> Rb<br>鉀 | <sup>38</sup> Sr<br>銻 | <sup>39</sup> Yt<br>釷 | <sup>40</sup> Zr<br>鈮 | <sup>41</sup> Nb<br>鈮 | <sup>42</sup> Mo<br>鉬 | <sup>43</sup> Tc<br>錳 |                       | <sup>44</sup> Ru<br>鈷 | <sup>45</sup> Rh<br>銲 | <sup>46</sup> Pd<br>鈀 |         |                      |  |  |  |  |  |  |  |  |
|         | <sup>47</sup> Ag<br>銀 | <sup>48</sup> Cd<br>鎘 | <sup>49</sup> In<br>銦 | <sup>50</sup> Sn<br>錫 | <sup>51</sup> Sb<br>銻 | <sup>52</sup> Te<br>碲 | <sup>53</sup> I<br>碘  | <sup>54</sup> Xe<br>氙 |                       |                       |                       |         |                      |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 6       | <sup>55</sup> Cs<br>銻 | <sup>56</sup> Ba<br>鋇 | <sup>57</sup> La<br>釷 | <sup>72</sup> Hf<br>鈮 | <sup>73</sup> Ta<br>鈮 | <sup>74</sup> W<br>鎢  | <sup>75</sup> Re<br>銲 |                       | <sup>76</sup> Os<br>銱 | <sup>77</sup> Ir<br>銲 | <sup>78</sup> Pt<br>鉑 |         |                      |  |  |  |  |  |  |  |  |
|         | <sup>79</sup> Au<br>金 | <sup>80</sup> Hg<br>汞 | <sup>81</sup> Tl<br>鉍 | <sup>82</sup> Pb<br>鉛 | <sup>83</sup> Bi<br>鉍 | <sup>84</sup> Po<br>釷 | <sup>85</sup> At<br>砒 | <sup>86</sup> Rn<br>氣 |                       |                       |                       |         |                      |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 7       | <sup>87</sup> Fr<br>銻 | <sup>88</sup> Ra<br>鎔 | <sup>89</sup> Ac<br>釷 | 90 - 96               |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |         |                      |  |  |  |  |  |  |  |  |
|         |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |         |                      |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Ce<br>釷 | Pr<br>釷               | Nd<br>釷               | Pm<br>釷               | Sm<br>釷               | Eu<br>釷               | Gd<br>釷               | Tb<br>釷               | Dy<br>釷               | Ho<br>釷               | Er<br>釷               | Tu<br>釷               | Yb<br>釷 | Lu<br>釷              |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Th<br>釷 | Pa<br>釷               | U<br>釷                | Np<br>釷               | Pu<br>釷               | Am<br>釷               | Cm<br>釷               |                       |                       |                       |                       |                       |         |                      |  |  |  |  |  |  |  |  |

表中所示的稀有元素（用斜紋的），是依斯比管（В.И.Спичкин）氏的分法，即指地質礦藏蘊藏量低於 2...3 百萬噸的元素，歸入稀有元素。若按其他的分類法則稀有元素的範圍還要寬廣一些。用細點的是放射性元素。

原子核領域裏的研究工作，在最近幾年裏，收穫之一是四種新元素、即所謂超鈾元素的發現，就是原子序從第九十三到第九十六這四種：釷、釷、鐳和釷。他們和鈷、鎳及鈾併起來成為鈾族元素(актиниды)。現在它們自然地特別受到科學工作者的注意。

在化學工業及其相關的各工業部門裏，不僅是固態的，而且還有氣態的和液態的天然原料，應用的數量在一年大過一年地增長着。

空氣、天然氣和工業氣體，水、海水、湖水甚至地下水都廣泛被當作原料加以利用了。可燃礦物、木材、泥煤、天然矽酸鹽、鹽類、礦砂與其他各種礦物原料之利用的規模是顯著地擴大了，方法與程度也有了發展。

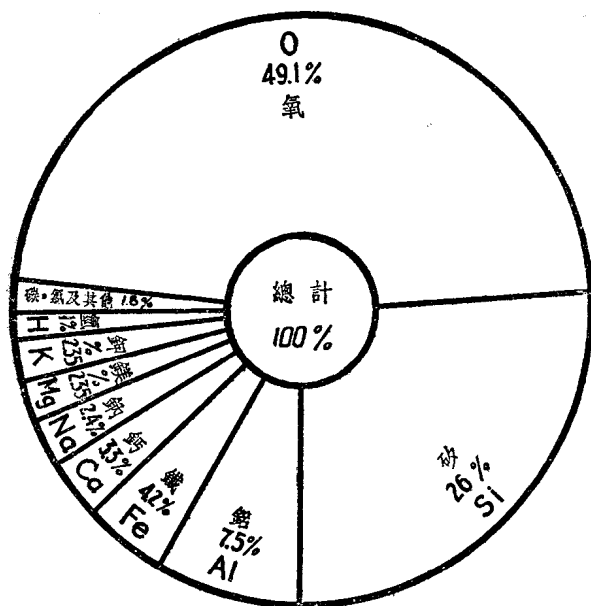
在地殼中分佈得最廣泛的元素(括弧內的數字、就表示地殼內該元素含量重量百分比)：如矽(26)、鋁(7.5)、鐵(4.2)、鈣(3.3)、鈉(2.4)、鎂(2.35)等等；其被利用的趨勢是特出地顯示出來了。99.6%的地殼就由下列(見下圖)所示這些化學元素的化合物組成的。

對新的、很少被研究的元素及其天然化合物的結構與性質，對它們生成的條件作深入的研究；以便易於探測新的礦藏，並定出最合理的技術加工方法，是近代地質化學、化學與工程學上基本問題之一。這些任務在稀有及零星分佈的諸元素，這兩方面特別來得迫切，這些元素在地殼中的含量僅達百分之幾或億分之幾兩的數值。有些稀有金屬，在各種工程用合金中加入少許、就可以提高其硬度、抗熱性、化學穩定性，並改善其電氣性能及其他許多品質；這些稀有金屬就引起了重大的注意\*。許多具有特殊性質的稀有元素，在軍事工程上，也在電氣工程、照明工程、藥物、分析化學及其他諸學科的領域中開拓了許多新的可能前途。所以現代的工程科學對於稀有元素原料之集、稀有元素結構、性能、反應能力之研究，以及其新應用範圍的開拓，特別來得注意。

在化學、金屬冶煉、燃料及其他工業部門裏，有很大一部份的原料富源的價值並沒有充分加以利用。結果，在國民經濟中，為工廠加工而採集及準備的原料，有着相當大的損失。在很多情形當中，只利用了原

---

\*最近幾年來，鐵質合金內加入鈷、鎳、鉍及其他稀有元素的方法，已經首先獲得成功。



|        |      |           |       |
|--------|------|-----------|-------|
| 氧..... | 49.1 | 氫.....    | 0.03  |
| 矽..... | 26.0 | 銻.....    | 0.04  |
| 鋁..... | 7.5  | 氮.....    | 0.04  |
| 鐵..... | 4.2  | 鎳.....    | 0.03  |
| 鈣..... | 3.3  | 鋇.....    | 0.02  |
| 鈉..... | 2.4  | 鈾.....    | 0.02  |
| 鎂..... | 2.35 | 鎳.....    | 0.02  |
| 鉀..... | 2.35 | 鐳.....    | 0.02  |
| 氫..... | 1.0  | 溴.....    | 0.01  |
| 銻..... | 0.5  | 銻.....    | 0.01  |
| 碳..... | 0.4  | 鈹.....    | 0.01  |
| 氮..... | 0.2  | 銅.....    | 0.01  |
| 磷..... | 0.1  | 硼.....    | 0.001 |
| 硫..... | 0.1  | 鉛.....    | 0.001 |
| 錳..... | 0.1  | 其餘元素..... | 0.4   |

地殼（地下16公里深度內）的平均組成百分比（以重量計）。

料的主要組成部分，而「同路」的元素以及所謂廢料就被丟掉了。在許多冶煉和化學工廠的廢料裏就把一些昂貴的稀有元素和貴金屬都丟棄掉了。比如說，在硫酸生產的廢料——餘燼、塵埃和污泥——當中，就含有銅、砷、金、硒、銻、鉍及其他的一些元素。一克的砷的價值約為一克硫酸的三百倍，一克銻則為八百倍，而一克鉍則須達五千倍。不僅如此，製造硫酸時的餘燼在燒凝和去硫以後又是熔化生鐵的絕好原料。在電力廠的爐渣、塵埃和廢氣當中也損失了大量有用的物質。

對「同路」元素和廢料的漠視是過去習慣的殘餘，是資本主義對待自然資源掠奪性的態度的反映。自然，為爭取原料與能量全部的（多方面的與燼可能更充分的）利用，為爭取消滅廢料的鬥爭，就成了社會主義計劃經濟的最重大的科學技術任務了。

含有可用物質百分比比較高的那些品位豐富的原料是日漸在耗竭中，隨着耗竭程度的嚴重，就要把貧瘠的、需要用物理的和化學的加工方法（水力的、淨選的等等）加以富集的原料投入工業生產循環當中去。為了要節約運輸工具，就要儘量利用當地的原料，即使它在品質上較來自遠方的稍差，但也得這樣做。

動物性與植物性原料的資源和礦物性原料不同，是週期地再生，也可以用人工來培育的。但是這些原料絕大部分的培育需要相當長的時日，相當巨大的人力；也受到氣候、土壤及其他地理條件的限制。所以近代的化學工程不僅以儘量及恰當地利用原料為自己的任務，還要把取用不竭、易於採取而廉價的非食用原料來代替匱乏的食用的（動物性與植物性）原料，作為一個課題。

乙醇（酒精）從前是用穀物或洋芋來製造的，現在則大規模地以石油原油、木屑和造紙廠廢料（硫化纖維漿）來生產了。這種替代的經濟效果可以這個事實來判斷：用列別捷夫（С. В. Лебедев）法以乙醇製造一噸合成橡膠要消耗2.2噸酒精。而生產這麼多的酒精就得要大約8—9噸黑麥或22噸洋芋。因此，為實現合成橡膠的生產而以非食用原料來製造成酒精，就可以節省巨大數量的洋芋和穀物來供應糧食需要。

假使用木屑來製造酒精，那末一噸木屑（就正常水分含量來說）就