

配平无机氧化还原 方程式的新方法

汪云璜 陈林堂 编著

山东教育出版社

配平无机氧化还原方程式 的新方法

汪云琇 陈林堂 编著

山东教育出版社

一九八五年·济南

配平无机氧化还原方程式
的新方法

汪云琇 陈林堂 编著

*

山东教育出版社出版
(济南经九路胜利大街)

山东省新华书店发行 山东新华印刷厂潍坊厂印刷

*

787×1092 毫米 32 开本 5.5 印张 106 千字
1985 年 1 月第 1 版 1985 年 1 月第 1 次印刷
印数 1—3,100

书号 13275·21 定价 0.90 元

前 言

配平无机氧化还原方程式，目前已有许多方法。但主要介绍的是配平原则，而没有指出配平规律。

本书作者经多年努力，终于找到了无机氧化还原方程式中，各物质系数间相互联系的规律，建立了简单易行的配平无机氧化还原方程式的方法——关键元素连续配平法。使用这一方法配平无机氧化还原方程式，不需要列代数方程式，也不要“凑数”，就能有把握、有规律地迅速配出全部系数。为使读者能熟练掌握本方法，书中列举了各种实例近二百个。对于一般无机化学教科书中介绍的配平方法，本书不再详述。

本书中所介绍的配平规律，虽用大量实例验证，但无机氧化还原方程式种类复杂、数量繁多，可能还有不符合本规律的，深望读者在实践中逐步充实和完善。

一九八四年五月

目 录

第一章 无机氧化还原方程式的配平规律	1
§ 1—1 概述	1
§ 1—2 配置基本系数的规律	1
§ 1—3 配置非基本系数的规律	7
第二章 关键元素连续配平法	14
§ 2—1 概述	14
§ 2—2 关键元素连续配平法举例 ——用一个关键元素（或根）配平	15
§ 2—3 关键元素连续配平法举例 ——用二个关键元素（或根）配平	19
§ 2—4 关键元素连续配平法特例	22
第三章 关键元素连续配平法示例	24
§ 3—1 反应物和生成物总数为九的方程式的配平	26
§ 3—2 反应物和生成物总数为八的方程式的配平	30
§ 3—3 反应物和生成物总数为七的方程式的配平	44
§ 3—4 反应物和生成物总数为六的方程式的配平	64
§ 3—5 反应物和生成物总数为五的方程式的配平	84
§ 3—6 反应物和生成物总数为四和三的方程式的 配平	98

第四章 关键元素连续配平法在配平无机氧化 还原离子方程式中的应用	110
§ 4—1 配置非基本系数的补充规律	110
§ 4—2 配平无机氧化还原离子方程式示例	111
第五章 关键元素连续配平数学表达式及电子 计算机在配平无机氧化还原方程式中 的应用	118
§ 5—1 关键元素连续配平数学表达式的建立和 求解	118
§ 5—2 关键元素连续配平数学表达式的特点	126
§ 5—3 关键元素连续配平数学表达式在配平无 机氧化还原离子方程式中的应用	127
§ 5—4 用电子计算机配平无机氧化还原方程式 ——数学模型的建立	128
练习答案	137
索引	161

第一章 无机氧化还原方程式的配平规律

§ 1-1 概 述

无机氧化还原反应，是在无机化学和无机分析化学中经常遇到的一类化学反应。配平这类反应方程式，往往比较复杂。

无机氧化还原方程式的配平方法，常用的有电子得失法，氧化数法和离子—电子法。这些方法均缺乏配平规律的介绍。因此，人们虽然熟悉配平原则和步骤，但仍不能掌握无机氧化还原方程式的配平规律。我们经过对大量无机氧化还原方程式配平的深入探讨，找出了配平无机氧化还原方程式的规律，并应用这个规律，建立起了配平无机氧化还原方程式的关键元素连续配平法。

§ 1-2 配置基本系数的规律

为了研究的方便，我们把无机氧化还原方程式中的氧化剂、还原剂及其对应产物的系数叫做基本系数。基本系数以外的其他系数叫做非基本系数或简称系数。

一、配置基本系数规律的内容

配置基本系数的规律,其主要依据是方程式中的氧化剂、还原剂得失电子数目相等。配置时用求得得失电子最小公倍数的方法,求出其基本系数。

(一) 配置基本系数规律 I

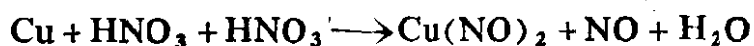
当金属(或钢样)与酸反应,酸中的一种变价元素除作为氧化剂应用外,还作介质用时,则首先配置作氧化剂用的酸的基本系数,然后再配置作介质用的酸的系数,最后两者相加。为了方便,配平开始,把酸写出两个分子式,配平结束后,再合写成一个分子式。

例 1—1 配置下列反应方程式的基本系数

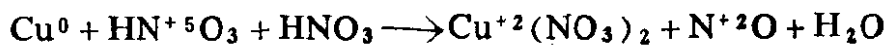


步骤:

(1) 写出反应物和生成物,并将氧化性酸(HNO_3)写出两个分子式。

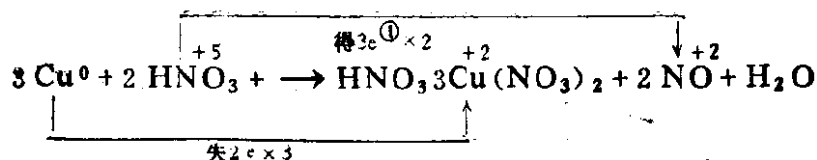


(2) 取氧化性酸两个分子式中的任一个作为氧化剂,金属(Cu)作还原剂,并标明变价元素反应前后的化合价。^①



(3) 根据氧化剂、还原剂得失电子数相等原则,在求得得失电子最小公倍数时,确定最小乘数,从而配置出反应前后有关物质的基本系数。即

^① 确切地应叫氧化数。

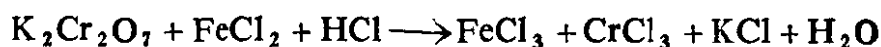


完整方程式的配平参看例 3—70。

(二) 配置基本系数规律Ⅱ

当反应物分子式中，如果变价元素（只起氧化或还原作用）的原子有角码（如 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 中 Cr 的角码为 2），在求得失电子最小公倍数时，该角码一定要计算在内。

例 1—2 配置下列反应方程式的基本系数

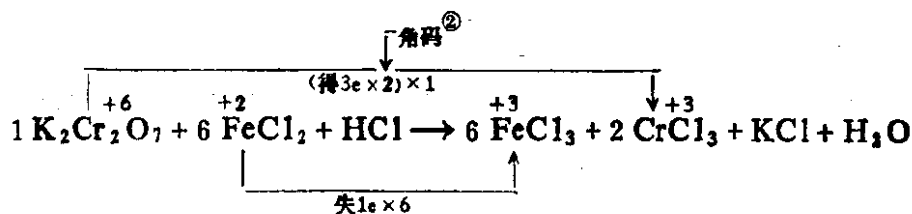


步骤：

(1) 写出反应物和生成物，并标明变价元素反应前后的化合价。

(2) 在求得失电子最小公倍数时，要注意将反应物 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 中 Cr 的角码 2 计算在内。

(3) 求得失电子最小公倍数，确定最小乘数，从而配置出反应前后有关物质的基本系数。即



完整方程式的配平参看例 3—26。

(三) 配置基本系数规律Ⅲ

① e 代表电子。

② 乘的角码括在括号内。

例 1—3 配置下列反应方程式的基本系数



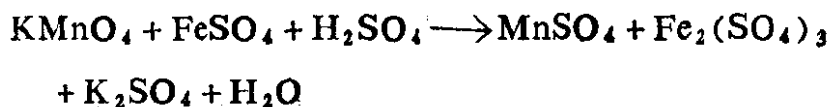
(2) 在求得失电子最小公倍数时，要注意将反应物 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 中 Cr 的角码 2 计算在内；反应物 FeSO_4 中的变价元素 +2 价铁，反应后其相应生成物 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 中的 Fe 有角码 2，此角码暂不要计算在内。

$$\begin{array}{c}
 \text{—角四} \\
 \downarrow \\
 \text{(得 } 3e \times 2) \times 1 \\
 \begin{array}{ccccccc}
 \text{+6} & & \text{+2} & & & \text{+3} & \downarrow \text{+3} \\
 1\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 6\text{FeSO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 3\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 1\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 \\
 \uparrow \text{失 } 1e \times 6 & & & & & & \\
 +\text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}
 \end{array}
 \end{array}$$

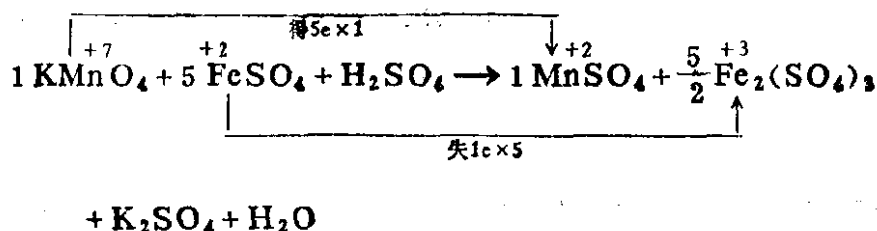
说明:

4

例 1—4 配平下列反应方程式的基本系数

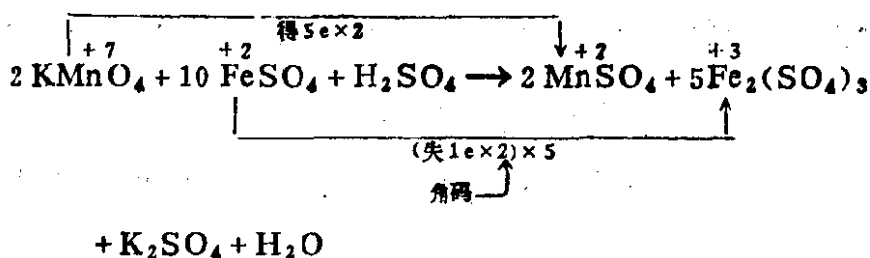


按例 1—3 的步骤配置出反应前后有关物质的基本系数。即



说明：

因基本系数出现了分数，生成物 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 中 Fe 的角码 2，要在求得失电子最小公倍数时计算在内，所以原配置的基本系数都要乘 2。即



完整方程式的配平参看例 3—37。

应该指出，有的无机氧化还原方程式，在配平过程中，虽然基本系数未出现分数，而在生成物的系数中出现了分数。在出现分数系数的生成物分子式中，导致出现分数系数的不变价元素有角码，此角码也要再在求得失电子最小公倍数中计算在内，且原配置的基本系数也要随乘的角码数而改变。

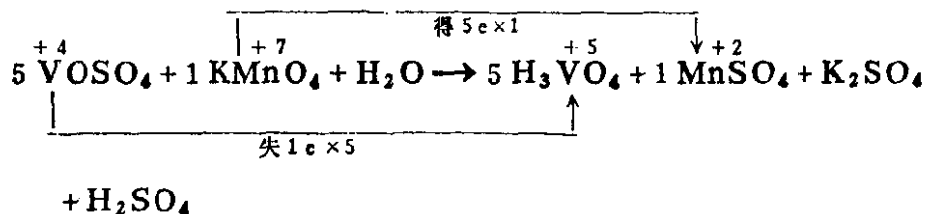
例 1—5 配置下列反应方程式的基本系数



步骤:

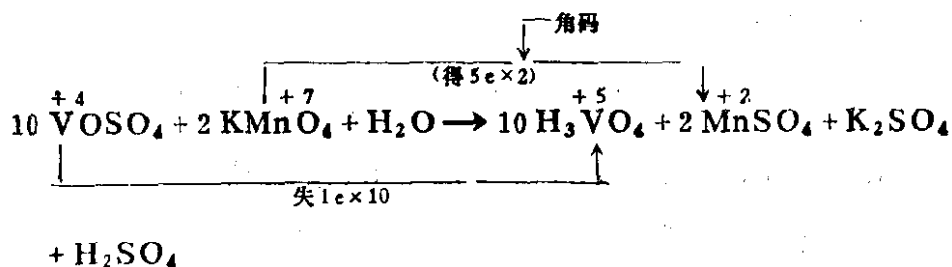
(1) 写出反应物和生成物, 并标明变价元素反应前后的化合价。

(2) 求得失电子最小公倍数, 确定最小乘数, 从而配置出反应前后有关物质的基本系数。即



说明:

基本系数未出现分数系数, 但可观察到已配置基本系数的 1KMnO₄ 中只有 1 个 K, 则在生成物 K₂SO₄ 中必出现分数系数即 $\frac{1}{2}\text{K}_2\text{SO}_4$, 在出现分数系数的生成物 K₂SO₄ 中, 导致出现分数系数的不变价元素 K 有角码 2, 则此角码 2 也要在求得失电子最小公倍数时计算在内, 且原配置的基本系数都要乘 2。即



完整方程式的配平参看例 2—3。

① 或写 V₂O₅(SO₄)₂

二、对使用配置基本系数规律的几点说明

(一) 上面主要介绍了配置基本系数规律应用于只含有一种降价元素和一种升价元素，并各有一种对应产物的无机氧化还原方程式的情况，对于含有多种氧化剂、还原剂的无机氧化还原方程式，上述规律原则上也是适用的（参看例 3—8—例 3—10）。

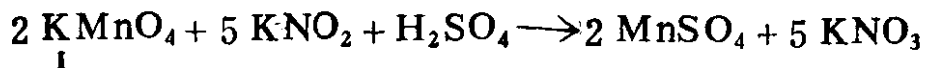
(二) 为了方便地应用上述规律，在配平过程中，确定了的基本系数应及时写在有关分子式前面。

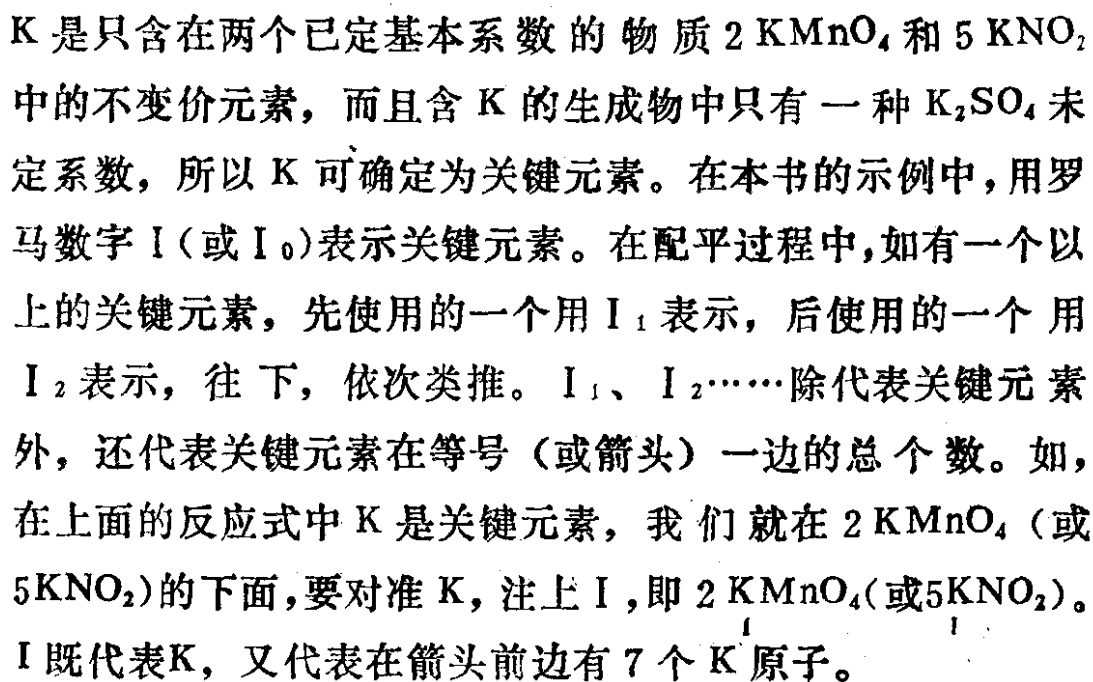
(三) 对于反应物与生成物总和为 6 的无机氧化还原方程式的配平，往往会遇到一些特殊情况，针对这些情况，要对配置基本系数规律加以补充，简称补充规律，这些内容将在 § 3-4 中讲述。

§ 1-3 配置非基本系数的规律

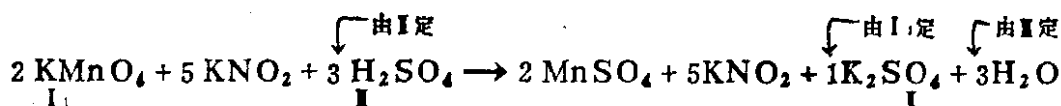
一、配置非基本系数的规律(简称配置规律)的内容

(一) 在配平无机氧化还原方程式时，当基本系数配置后，能找到一个（或多于一个）只含在已定基本系数物质中的不变价元素(或根)，且含有此不变价元素（或根）的生成物（或反应物）中，只有一种是未定系数的物质，我们称此不变价元素（或根）为关键元素(或根)。例如，在已配置出基本系数的下列反应式中





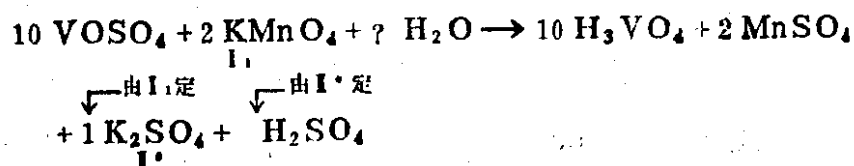
连续配置是指一个物质的系数被配置后，在这个物质中就能找到为确定其他系数的“依据”，从而使配平得以连续进行。例如：



确定了关键元素 K (用 I_1 表示)以后, I_1 就是确定 K_2SO_4 系数的依据, 可配置出 K_2SO_4 的系数为 1, 在 1 的上面注明“由 I_1 定”。为使配平连续进行, 我们在由关键元素 K 确定了系数的 K_2SO_4 中, 除 K 以外的 SO_4 根就是找到的确定其他系数的依据, 并在 SO_4 根下面注上 I 。 I 既代表 SO_4 根, 也代表箭头后边的 SO_4 根个数为 3。以 SO_4 根

作依据，可以确定 H_2SO_4 的系数为 3，在 3 上面注明“由 I 定”。再从已配出系数的 H_2SO_4 中，找到除 SO_4 根以外的 H 就是可配置出 H_2O 的系数的依据，并在 H 的下面注上 II。II 既代表 H，又代表箭头前边 H 的总个数为 6。以 H 作依据，就确定出了 H_2O 的系数为 3，在 3 的上面注上由 II 定。这样，方程式就被连续配平了。

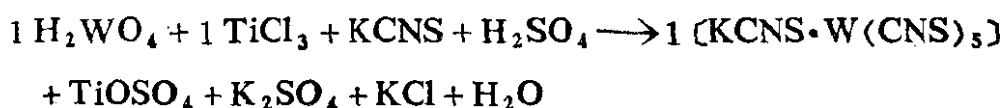
在本书示例中，当关键元素以外的不变价元素(或根)作为配平依据时，这个依据和由它所确定的系数不在箭头(或等号)的同一边(如上例中的 SO_4 根在箭头的后边，而由它确定的 H_2SO_4 的系数在箭头的前边；H 在箭头的前边，由它确定的 H_2O 的系数在箭头的后边)，我们依次用罗马数码 I、II……来表示。如果这个配平的依据和由它所确定的系数在箭头(或等号)的同一边，我们则用 I° 、 II° ……来表示。例如：



箭头前面 KMnO_4 中的 K 是关键元素，用 I_1 表示，并代表箭头前面 K 的总个数为 2。“由 I_1 定”指明，确定 K_2SO_4 系数的依据是 I_1 。确定了系数的 K_2SO_4 中， SO_4 根是确定 H_2SO_4 系数的依据，因它与 H_2SO_4 在箭头的同一边，所以用 I° 来表示，并代表箭头前面的 SO_4^{2-} 根的总个数为 10。“由 I° 定”指明，确定箭头后面 H_2SO_4 系数的依据是 I° 。

(三) 有的无机氧化还原方程式，从一个关键元素(或

根)开始,在配平过程中会出现配平中断。配平中断是指一个物质的系数在被配置后,在这个物质中不能再找到为确定其他系数的依据,而使配平不能连续进行下去。这时可找第二个关键元素(或根)再连续配出全部待定系数。例如,在已配置出基本系数的下列反应式中



① 找出关键元素:首先看反应物一边已定基本系数的物质($1 \text{H}_2\text{WO}_4$ 和 1TiCl_3)中,Cl是只含在已定基本系数 1TiCl_3 中的不变价元素,而且含有Cl的未定系数的生成物只有KCl,所以Cl是关键元素,在Cl下面注上 I_1 。

② 连续配置其他待定系数: I_1 代表反应物一边的Cl及其总个数为3,从而确定了生成物KCl的系数应为3,即 3KCl ,并在3上面注上“由 I_1 定”。

③ 虽然 3KCl 系数已确定,但不能继而确定生成物(或反应物)一边K的总个数(因为含K的生成物 K_2SO_4 和含K的反应物KCNS的系数均未定),因而使配平中断。这时可再从已定基本系数的物质中找出另一关键元素(或根)。

反应物一边两个已定基本系数的物质($1 \text{H}_2\text{WO}_4$ 和 1TiCl_3)中,不能再找到关键元素(或根)。在生成物一边两个已定基本系数的物质($1 [\text{KCNS} \cdot \text{W}(\text{CNS})_5]$ 和 1TiOSO_4)中,CNS根是只含在已定基本系数 $1 [\text{KCNS} \cdot \text{W}(\text{CNS})_5]$ 中的不变价根,而且含有CNS根的反应物KCNS是未定系数的

反应物，这就又找到了 $1[\text{KCNS} \cdot \text{W}(\text{CNS})_5]$ 中的 CNS 根为第二个关键根，在 $1[\text{KCNS} \cdot \text{W}(\text{CNS})_5]$ 中的任一个 CNS 根下面注上 I_2 即可。

④ I_2 代表生成物一边的 CNS^- 根及其总个数为 6，从而确定了反应物 KCNS 的系数应为 6 即 6KCNS ，并在 6 上面注上“由 I_2 定”。

由于 6KCNS 系数的确定，继而肯定了反应物一边 K 的个数，在 6KCNS 中的 K 下面注上 I 。

⑤ I 代表反应物一边的 K 及其总个数为 6，从而确定了生成物 K_2SO_4 的系数应为 1 即 $1\text{K}_2\text{SO}_4$ （因为 6 个 K 应除去已定基本系数的生成物 $1[\text{KCNS} \cdot \text{W}(\text{CNS})_5]$ 中的一个 K 和已定系数的生成物 3KCl 中的 3 个 K），并在 1 上面注上“由 I 定”。

由于 $1\text{K}_2\text{SO}_4$ 系数的确定，继而肯定了生成物一边 SO_4 根的个数，在 $1\text{K}_2\text{SO}_4$ 中的 SO_4 根下面注上 II 。

⑥ II 代表生成物一边的 SO_4 根及其总个数为 2，从而确定了反应物 H_2SO_4 的系数应为 2。并在 2 上面注上“由 II 定”。

由于 $2\text{H}_2\text{SO}_4$ 系数的确定，继而肯定了反应物一边 H 的个数，在 $2\text{H}_2\text{SO}_4$ 中的 H 下面注上 IV 。

⑦ IV 代表反应物一边的 H 及其总个数为 6，从而确定了生成物中 H_2O 的系数应为 3，并在 3 上面注上“由 IV 定”。这样，方程式就被配平了。

上述配置过程，如下所示：