

# 化学方程式的配平多解探究

冯 露\*

(广西壮族自治区百色高级中学, 广西百色 533000)

**摘要:** 在分析化学方程式常用配平方法基础上, 提出一种简便易学、操作性强的配平方法——综合法。举例介绍综合法配平化学方程式的 4 个步骤及适用范围, 并对化学方程式配平的多解问题进行探讨, 具有一定的启发和参考作用。

**关键词:** 化学方程式; 配平; 综合法; 归一化假设

**文章编号:** 1005-6629(2018)4-0078-04

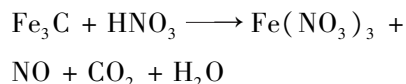
**中图分类号:** G633.8

**文献标识码:** B

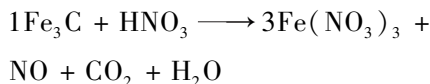
化学方程式是重要的化学用语。化学方程式的配平是学习化学必须要掌握的基本功, 配平所依据的理论就是质量守恒定律。最小公倍数法、奇数配偶法对简单的化学方程式很适用, 但对较复杂的化学方程式则无从下手; 化合价升降法适用于氧化还原反应方程式的配平, 但也有一定的局限性<sup>[1]</sup>; 原子守恒法虽号称万能配平法, 但对某些多解情况及有机化学反应没有作更深入探究<sup>[2]</sup>。本文综合各种配平方法, 用最小公倍数法与列方程法相结合, 即综合法配平化学方程式, 并对配平多解情况作深入探究。

## 1 综合法配平化学方程式步骤

例 1 配平化学方程式:

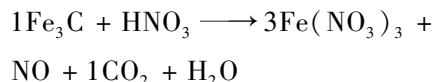


第一步: 找出最复杂化学式(即含原子个数最多的化学式)中左右两边各只出现一处的元素(即能用最小公倍数法配平的元素), 若没有则在次复杂化学式中找, 以此类推, 然后对该元素的原子运用最小公倍数法进行配平, 即:

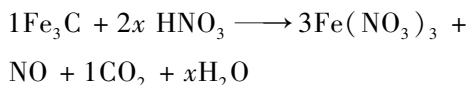


第二步: 找出已确定系数的化学式中能用最小公倍数法配平的元素, 并配平之。此例中, 因  $\text{Fe}_3\text{C}$  的系数已经确定为 1, 用最小公倍数法对 C 元素可确定  $\text{CO}_2$  前的系数为 1(由简单到复杂, 即最小公倍数法最简单, 观察法等次之, 列方程法最

复杂)。

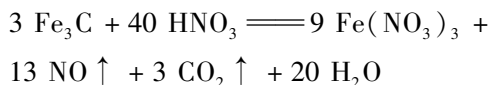


第三步: 在没有确定系数的化学式中继续寻找是否还有能够用最小公倍数法配平的元素, 若有, 则设其中一个系数为  $x$ , 并用最小公倍数法配平之。此例中, 剩下没有确定系数的化学式中, H 元素也可以用最小公倍数法配平, 但因为前面 Fe 元素已经确定了具体系数, C 元素根据化学式( $\text{Fe}_3\text{C}$ )的关联也已经配平, 所以对 H 元素的配平要加一个未知数。例题中, 对 H 元素, 如果确定  $\text{HNO}_3$  系数为  $2x$ , 那么  $\text{H}_2\text{O}$  的系数为  $x$ , 如果确定  $\text{HNO}_3$  系数为  $x$ , 那么  $\text{H}_2\text{O}$  的系数就为  $x/2$ 。本例中, 设  $\text{H}_2\text{O}$  的系数为  $x$ , 结果如下:



第四步: 其他元素原子可建立方程配平, 按照从简单到复杂原则配平(即元素在反应物或生成物中出现次数由少到多的原则), 最少的为 2, 已用最小公倍数法配平, 其次是 3、4、5 等。设 NO 的系数为  $y$ , 对 N 原子列方程:  $y = 2x - 9$ , 最后对 O 元素列方程:  $6x = 27 + (2x - 9) + 2 + x$ , 解得  $x = 20/3$ (注意结果留假分数形式), 因为系数都应为正整数, 故化学方程式左右两边每一个化学式都应该乘以分母最小公倍数。此例中各系数分母最小公倍数为 3, 整理得:

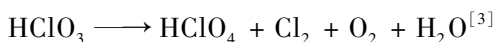
\* 通信联系人, E-mail: gxbshxx@126.com。



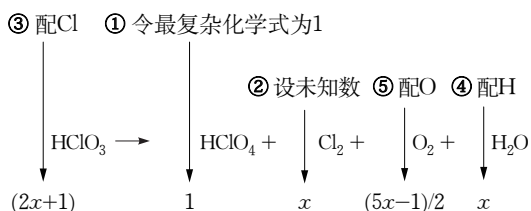
## 2 综合法配平方程式的适用范围

### 2.1 各元素都不能用最小公倍数法配平

例 2 配平化学方程式:

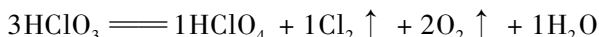


式中元素均不能用最小公倍数法配平,解题思路:

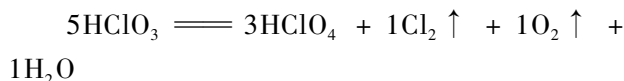


因为各化学式系数都大于零,由此可确定  $x$  的取值范围是  $x > 1/5$  (注意  $x$  值得分子分母应为正整数) 配平答案为多解:

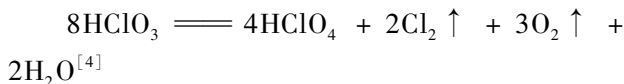
$x = 1$  时,



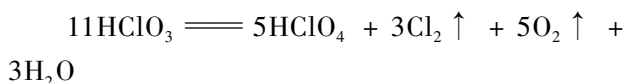
$x = 1/3$  时,



$x = 1/2$  时,



$x = 3/5$  时,



$x = 2/5$  时,



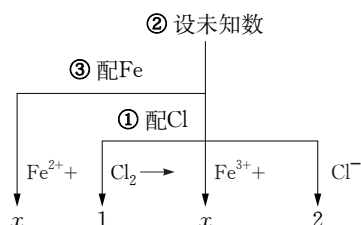
同样,如果用氧化数升降法配平,也得到多解,当得失电子数分别为: 10、20、30、40、50、60, 分别有 2、4、7、9、12、14 个解,氧化数的升降都是 10 的倍数,仅从配平角度看,以上配平结果都是正确的。从统计热力学角度看,多个微粒发生有效碰撞的几率是很小的,如果有最接近反应事实的反应式,那么第一个反应式应该是首选。目前,此反应配平有多种结论<sup>[5~10]</sup>,且都是假设,没有盖棺定论。

### 2.2 离子方程式的配平

例 3 配平离子方程式:

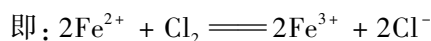


解题思路:

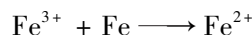


### ④ 列方程配电荷,确定 $x$ 值

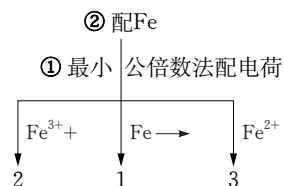
$$2x = 3x - 2 \quad x = 2$$



例 4 配平离子方程式:

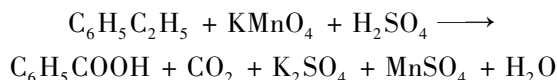


解题思路:



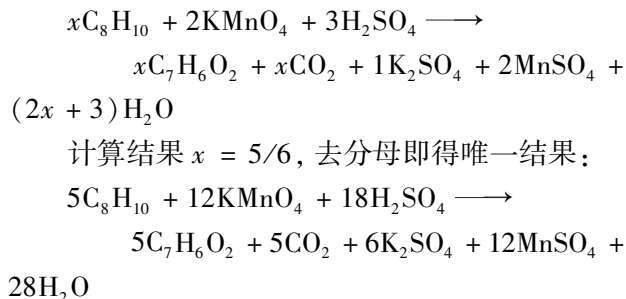
### 2.3 有机化学反应方程式的配平

例 5 配平化学方程式:



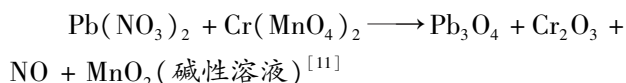
解题思路: 先把有机物的分子式简写成化学式,对有机物的反应数量关系设未知数配平 C 原子,然后按照上述方法配平。本例中,乙苯反应生成苯甲酸和二氧化碳,其比例关系是 1:1:1,可以设它们系数为  $x$ ,可避免产生配平多解情况。

即: ① 配 K, ② 配 Mn, ③ 配 S, ④ 设未知数配 C, ⑤ 配 H, ⑥ 列方程配 O。

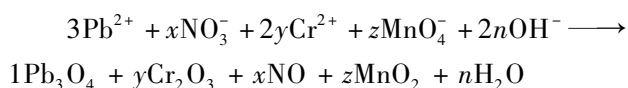


2.4 没有指明所有反应物和生成物的配平用综合法配平这类反应的方程式,似乎没有办法,实际上可以根据反应条件,在反应物中加 $\text{OH}^-$ (碱性溶液)或 $\text{H}^+$ (酸性溶液),生成物中加 $\text{H}_2\text{O}$ 即可用综合法配平。

例6 配平化学方程式:



解题思路:改为离子方程式配平,①公倍数法配Pb,②设未知数 $x$ 配N,设未知数 $y$ 配Cr,③设未知数 $z$ 配Mn,④设未知数 $n$ 配H。



最后对电荷和O原子列方程:

对电荷:  $6 + 4y = x + z + 2n$ , 整理得:

$$x + z = 6 + 4y - 2n \quad \text{①}$$

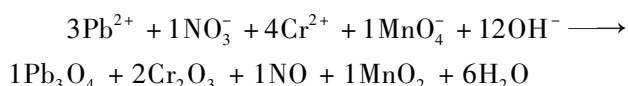
对O原子:  $3x + 4z + 2n = 4 + 3y + x + 2z + n$ , 整理得:

$$2(x + z) + n = 4 + 3y \quad \text{②}$$

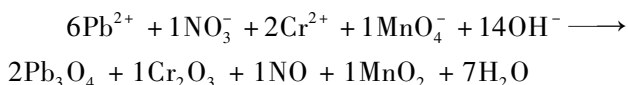
①式代入②式,整理得:  $8 + 5y = 3n$  ③

① + ②,整理得:  $x + z + y + 2 = n$  ④

由③④式,可得到配平最简式:即令 $y = 2$ ,  $n = 6$ ,  $x = 1$ ,  $z = 1$ , 有:



令 $y = 1/2$ ,  $n = 7/2$ ,  $x = 1/2$ ,  $z = 1/2$ , 有:



以上两个反应式,它们氧化数升降最小,即都是6,本文认为第一个反应式最为接近客观事实。

### 3 结语

综上所述,综合法配平结果如果不是唯一解,那么此方程式的配平均有无数个解。这些解的存在,不能说没有意义,更不能说这些反应没有发生。根据统计热力学原理,化学反应实际上是杂乱分子有效碰撞的结果,这些有效碰撞可能很少,也可能碰撞产生的物质存在的时间很短,即对主要反应影响很小,这时候我们就可以忽略不计;正如有机反应一样,有很多副反应,但我们往往只关注目标产物,道理是一样的。正因为如此,有必要

对配平多解情况进行去伪存真的探究。目前,对反应式配平多解情况的文献很少,只是综述了几位化学老师的看法,罗列一些现象<sup>[12-14]</sup>。匡翠云对配平多解的充要条件提出了判别法则,并从热力学角度分析了配平多解的合理性<sup>[15]</sup>。有学者认为“不存在多解问题,反应式只能是实验事实的记录”<sup>[16]</sup>。笔者推测认为:

#### 3.1 推论一

综合法是列方程法(待定系数法)的进一步优化,综合法的多解是配平的全集,其他配平方法只是特例或进一步“归一化假设”的结果。

#### 3.2 推论二

化学方程式反映的是客观事实。因此书写化学方程式要遵守两个原则:一是必须以客观事实为基础;二是要遵守质量守恒定律。配平只是遵守了第二个原则,从配平的角度,任何遵守质量守恒定律的配平都是正确的。配平的目的旨在正确书写化学方程式,对多解情况应进行“归一化假设”处理,以求得最符合客观事实的情况。

#### 3.3 推论三

“归一化假设”是建立在化学等学科基础上的,根据统计热力学理论,所有化学反应,都是反应微观粒子有效碰撞而重新组合,形成新的平衡体系的结果。多个微观粒子发生有效碰撞的几率小,而少个粒子发生有效碰撞的几率要多得多。化学方程式以配平结果反应物系数总数最小为最接近客观事实。

#### 3.4 推论四

最小公倍数法、化合价升降法、氧化数法、得失电子法、离子反应和有机化学反应的配平都是采用了简便的归一化处理方法,使化学方程式的配平结果归一化。很多氧化还原反应的多解配平还存在很大争议<sup>[17-20]</sup>。本文认为,对配平多解的氧化还原反应,应以得失电子数或氧化数最小为最接近事实。实际上,我们对多解氧化还原反应得失电子数分析,得失电子数都是得失电子数(或氧化数)最小数的倍数,进一步证明了“归一化假设”的合理性。

以上“归一化假设”是建立在统计热力学理论基础上的经验总结,是否合理,还有待进行严格的实验验证。希望对学习和掌握化学方程式的配平有参考和启发作用。

# 基于思维导图的问题解决思维模型的建构\*

## ——以电解质图像问题为例

岳庆先

(郑州市教育局教学研究室, 河南郑州 45007)

**摘要:** 以电解质溶液问题为例, 介绍电解质溶液的知识体系图像, 建构常见相关问题的思维导图和解题的思维模型, 并给出基于思维导图的问题解决思维模型示例, 具有一定实效性。

**关键词:** 思维导图; 思维模型; 电解质溶液; 化学教学探讨

**文章编号:** 1005-6629(2018)4-0081-06

**中图分类号:** G633.8

**文献标识码:** B

电解质溶液基本原理是高中化学最基础、最核心的教学内容之一<sup>[1]</sup>, 其中水溶液中的离子平衡在高考选择题中属于必考内容, 试题主要考查弱电解质的电离平衡, 溶液 pH 的含义与计算, 溶液 pH 及微粒浓度的大小比较, 溶液中微粒浓度的关系, 难溶电解质的溶解平衡,  $K_{sp}$  的含义与计

算等。这类试题大多以图像为载体, 要求考生从图像中获取信息、整合信息、应用信息分析问题和解决问题, 综合性强, 难度较大。表 1 是近五年对某省考生关于全国理科综合能力测试中电解质溶液图像问题的答题抽样调查情况<sup>[2~5]</sup>。

表 1 某省高考近 5 年电解质溶液图像试题得分情况一览表

年份/题号	2017/13	2016/12	2015/13	2014/11	2013/11
分值/均分	6/2.42	6/3.39	6/3.21	6/4.15	6/2.84
难度系数	0.4	0.56	0.53	0.69	0.47

表中显示, 考生涉及这部分知识的答题情况很不理想, 2017 年的 13 题难度系数低至 0.4! 调研显示很多考生并不是对电解质知识不理解, 而是对考查知识出现的形式感到陌生, 找不到解决问题的切入点, 解题不知如何下手。

思维导图又叫心智图<sup>[6]</sup>, 是由英国“记忆之父”东尼·博赞在上世纪 60 年代发明的思维工具, 它运用图文并重的技巧, 将各级主题的关系用相互隶属与相关的层级图表现出来, 把主题关键词与图像、颜色等建立关联, 是一种表达发散性思

\* 2015 年度河南省基础教育教学研究项目“高中化学必修与选修相同内容的教学对比实践研究”(JCJYC150701008)。

### 参考文献:

[1] 李超. 试论化合价升降法配平化学方程式的适用范围[J]. 中学化学教学参考, 1998, (1~2): 78~80.

[2][3][4] 吴克勇. 配平化学方程式的通用方法——原子守恒法[J]. 化学教学, 1996, (8): 32~33.

[5] 武汉大学. 分析化学(上册)(第 5 版)[M]. 北京: 高等教育出版社, 2006: 267.

[6][12][17] 周芝勇. 同一个化学方程式可能有无数种配平结果[J]. 化学教育, 2016, 37(8): 78~81.

[7][11][18] 冯美原. 对有多解的氧化还原方程式配平的补充[J]. 化学教学, 1984, (1): 42~45.

[8][19] 陈光旭. 如何处理有多解的氧化还原方程式的配平[J]. 化学教学, 1982, (1): 1.

[9][13] 王进贤, 龚志智, 董斌. 系统观察法配平多解氧化还原反应方程式[J]. 西北师范大学学报(自然科学版), 1994, 30(4): 94~97.

[10][14][15] 匡翠云. 对方程式配平有无多解的充要条件探讨及配例的讨论与分析[J]. 赣南师范学院学报, 1993, (1): 145~151.

[16][20] 张秉汉. 配平化学方程式续议[J]. 化学教学, 1985, (3): 38.