

国家职业资格证书培训教程

GUOJIA ZHIYE ZIGE ZHENGSHU PEIXUN JIAOCHENG

技术工人培训用书

橡胶加工系列

XIANGJIAO SHENGCHAN JICHU

橡胶生产基础



- ◎ 化学工业职业技能鉴定指导中心 组织编写
- ◎ 刘建国 龚元姁 主编



化学工业出版社

国家职业资格证书培训教程
GUOJIA ZHIYE ZIGE ZHENGSHU PEIXUN JIAOCHENG

技术工人培训用书

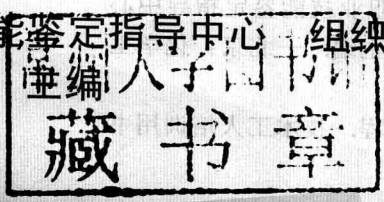
橡胶加工系列

XIANGJIAO SHENGCHAN JICHU

橡胶生产基础



- 化学工业职业技能鉴定指导中心 组织编写
- 刘建国 龚元姑 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

本书围绕橡胶制品生产企业技术工人岗位要求编写,内容包括化学基础和分子基础、橡胶原料及配方基础、主要橡胶制品的结构及工艺、橡胶加工工艺、橡胶物理机械性能检验、常用设备、电工和仪表以及橡胶安全生产、防火防爆和环境保护。

本书可供橡胶制品企业工人培训使用,也可供职业院校教学、考证参考。

图书在版编目(CIP)数据

橡胶生产基础/化学工业职业技能鉴定指导中心
组织编写. 刘建国, 龚元姝主编. —北京: 化学工业出版社, 2012.5

国家职业资格证书培训教程. 技术工人培训用书
ISBN 978-7-122-13823-1

I. 橡… II. ①化…②刘…③龚… III. 橡胶加工-技术培训-教材 IV. TQ330.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 046918 号

责任编辑: 李玉晖
责任校对: 陈 静

文字编辑: 徐雪华
装帧设计: 韩 飞

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)
印 装: 三河市延风印装厂

787mm×1092mm 1/16 印张 14 $\frac{3}{4}$ 字数 377 千字 2012 年 7 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 36.80 元

版权所有 违者必究

前 言

随着经济的高速发展,我国橡胶工业的技术水平得到很大程度的提高,生产工艺有很大发展。为了适应橡胶制品生产企业技术人员提高专业知识和操作技能的需要,满足橡胶工业生产技术发展和现代化企业生产工人的培训要求,原劳动和社会保障部颁布了橡胶炼胶工、橡胶硫化工、橡胶半成品制造工、橡胶成型工的国家职业标准。这些职业标准由化学工业职业技能鉴定指导中心组织编制,中心还组织编写了配套的《国家职业资格证书培训教程(橡胶加工系列)》,包括《橡胶生产基础》《橡胶炼胶工》《橡胶硫化工》《橡胶半成品制造工》《橡胶成型工 轮胎》《橡胶成型工 胶管胶带胶鞋》《橡胶成型工 杂品》7个分册。

本书根据职业标准的基本要求,将橡胶加工操作工人共性的基础知识综合起来,介绍了化学基础、高分子基础、橡胶原料及配方基础、橡胶制品、橡胶加工工艺、橡胶制品生产设备、橡胶物理机械性能检验、计量、电工、橡胶安全生产及环保等知识。本书的编写立足生产实际和现状,主要围绕橡胶加工操作工岗位的实际要求选取内容,内容力求深浅适度,通俗易懂,作为橡胶加工特有工种职业技能鉴定培训教材。在职业标准的框架内,本书将有关技术资料和工作经验加以归纳汇总。为便于培训和自学使用,本书还在每章后编写了练习与思考。

本书由天津工贸学校刘建国、龚元姑主编,第1章、第2章由天津工贸学校冯俊儒编写;第6章由龚元姑编写;第7章由天津工贸学校李秋生编写;第3章、第4章、第5章、第8章、第9章、第10章由刘建国编写。

本书在编写过程中得到天津工贸学校和有关橡胶专家和工程技术人员的帮助,大家提出了许多宝贵的意见,谨此一并致谢。

本书参考和借鉴了国内外大中专教材、文献资料和公开出版物,在此也向这些文献的作者表示由衷的感谢和崇高的敬意。

由于作者对橡胶制品的生产掌握水平有限,编写时间仓促,经验不足,书中的不妥之处在所难免,恳请广大读者批评和指正。

编 者

2012年2月于天津市工贸学校

目 录

绪 论

第 1 章 化学基础知识

1.1 基本概念	4
1.1.1 原子和相对原子质量	4
1.1.2 元素和元素符号	4
1.1.3 分子和相对分子质量	4
1.2 无机化合物基础知识	4
1.3 有机化合物基础知识	5
1.4 化学计算基础知识	5
1.4.1 化学方程式与化学反应	5
1.4.2 化学平衡和化学反应速率	7
1.4.3 溶液	8
1.4.4 物质的量	8

第 2 章 高分子基础知识

2.1 高分子的结构	10
2.1.1 高分子链结构	10
2.1.2 高分子聚集态结构	14
2.2 高分子热运动及其力学状态	14
2.2.1 高分子热运动	14
2.2.2 高分子的力学状态	15
2.2.3 非晶相高聚物的玻璃态	17
2.3 橡胶的性能	18
2.3.1 橡胶的弹性	18
2.3.2 橡胶的黏弹性	19
2.3.3 橡胶的流变性	22
练习与思考	23

第 3 章 橡胶原料及配方基础

3.1 常用的橡胶	24
3.1.1 天然橡胶 (NR)	24
3.1.2 异戊橡胶 (IR)	31
3.1.3 丁苯橡胶 (SBR)	32

3.1.4 聚丁二烯橡胶 (BR)	34
3.1.5 氯丁橡胶 (CR)	36
3.1.6 丁腈橡胶 (NBR)	38
3.1.7 丁基橡胶 (IIR)	41
3.1.8 乙丙橡胶 (EPR)	43
3.1.9 硅橡胶 (Q)	45
3.1.10 氟橡胶 (FPM)	47
3.1.11 聚氨酯橡胶 (PUR)	49
3.1.12 聚硫橡胶 (TR)	51
3.1.13 氯磺化聚乙烯橡胶 (CSM)	52
3.1.14 丙烯酸酯橡胶 (ACM)	54
3.1.15 氯醚橡胶 (CO, ECO)	56
3.1.16 再生橡胶	57
3.2 橡胶常用配合剂	60
3.2.1 橡胶的硫化体系	61
3.2.2 橡胶补强与填充体系	72
3.2.3 橡胶的软化增塑体系	77
3.2.4 橡胶的防老体系	81
3.2.5 橡胶常用的特种配合剂	84
3.3 橡胶常用的骨架材料	95
3.3.1 橡胶骨架材料的分类	95
3.3.2 橡胶骨架纤维材料	95
3.3.3 橡胶骨架金属材料	98
3.3.4 橡胶纤维骨架纺织材料	99
3.4 橡胶配方知识	100
3.4.1 橡胶配方设计的原则	100
3.4.2 橡胶配方设计的分类	100
3.4.3 橡胶实用配方的设计程序	101
3.4.4 橡胶配方设计的表示方法	102
3.4.5 橡胶配方计算	103
练习与思考	106

第 4 章 主要橡胶制品的结构及工艺

4.1 轮胎	109
--------------	-----

4.1.1	轮胎分类	109
4.1.2	轮胎的组成和结构	109
4.1.3	轮胎的规格表示方法	110
4.1.4	轮胎的生产工艺知识	110
4.2	胶管	111
4.2.1	胶管分类	111
4.2.2	胶管的结构和组成	111
4.2.3	胶管的规格表示方法	112
4.2.4	胶管的生产工艺知识	112
4.3	胶带	114
4.3.1	胶带分类	114
4.3.2	胶带的结构和组成	114
4.3.3	胶带的规格表示方法	115
4.3.4	主要胶带的生产工艺知识	116
4.4	胶鞋	118
4.4.1	胶鞋分类	118
4.4.2	胶鞋的结构和组成	118
4.4.3	胶鞋的鞋号	118
4.4.4	胶鞋的生产工艺知识	119
4.5	橡胶杂品	119
4.5.1	橡胶杂品分类	120
4.5.2	主要橡胶杂品的结构和组成	121
4.5.3	主要橡胶杂品的规格表示方法	122
4.5.4	主要橡胶杂品的生产工艺知识	123
练习与思考		125

第5章 橡胶加工工艺

5.1	橡胶加工工艺流程	127
5.2	橡胶塑炼知识	127
5.3	橡胶混炼知识	129
5.4	橡胶压延知识	133
5.4.1	压延前的准备工艺	133
5.4.2	压延简单工作原理	133
5.4.3	压延工艺	134
5.5	橡胶压出知识	137
5.5.1	压出前的准备工艺	137
5.5.2	压出简单工作原理	137
5.5.3	压出工艺	137
5.6	橡胶硫化	138

5.6.1	橡胶硫化历程	139
5.6.2	橡胶正硫化及正硫化时间	139
5.6.3	橡胶硫化工艺条件	139
5.6.4	橡胶主要硫化方法	141
练习与思考		143

第6章 橡胶物理机械性能检验

6.1	硫化橡胶试样的制备	145
6.1.1	配料	145
6.1.2	混炼	145
6.1.3	硫化	146
6.1.4	试样的裁切	146
6.1.5	试样的测量	146
6.1.6	试验结果的比较	146
6.2	硫化橡胶物理试验方法的一般要求	146
6.2.1	试验条件	146
6.2.2	试验数据的整理	147
6.2.3	标准实验室温度和湿度	147
6.2.4	橡胶试样的停放	148
6.2.5	试验与硫化之间的时间间隔	148
6.3	未硫化橡胶塑性试验	148
6.3.1	橡胶门尼黏度试验	148
6.3.2	橡胶威廉氏塑性试验	150
6.4	橡胶胶料硫化特性检测试验	152
6.4.1	橡胶门尼焦烧试验	153
6.4.2	橡胶胶料硫化特性检测试验	154
6.5	硫化橡胶力学性能试验	158
6.5.1	硫化橡胶拉伸性能试验	158
6.5.2	硫化橡胶撕裂强度性能试验	161
6.5.3	硫化橡胶压缩永久变形的测定	163
6.5.4	硫化橡胶邵尔 A 型硬度试验	166
6.6	硫化橡胶耐磨性能试验	167
6.7	硫化橡胶疲劳性能试验	169
6.8	硫化橡胶老化性能试验	171
6.9	橡胶密度检测试验	172

练习与思考	175
-------	-----

第7章 常用设备

7.1 常见阀门、法兰及垫片知识	177
7.1.1 常见阀门	177
7.1.2 常见法兰及垫片	180
7.2 橡胶制品生产的主要设备	181
7.2.1 橡胶设备分类	182
7.2.2 切胶机	182
7.2.3 开炼机	184
7.2.4 密炼机	185
7.2.5 压延机	187
7.2.6 挤出机	188
7.2.7 胶布裁断机	190
7.2.8 轮胎成型机	192
7.2.9 注射成型机	193
7.2.10 平板硫化机	195
7.2.11 鼓式硫化机	197
7.2.12 硫化罐	198
7.2.13 轮胎定型硫化机	199
练习与思考	201

第8章 计 量

8.1 计量单位	203
8.2 常用计量单位换算	204
练习与思考	206

第9章 电工和仪表

9.1 电工知识	207
9.1.1 电工基本概念	207

9.1.2 直流电与交流电知识	207
9.1.3 安全用电技术常识	210

9.2 仪表知识	211
9.2.1 测量误差	211
9.2.2 仪表的主要性能指标	212
9.2.3 压力仪表	212
9.2.4 温度仪表	214
9.2.5 流量仪表	215

练习与思考	217
-------	-----

第10章 橡胶安全生产、 防火防爆及环保

10.1 橡胶安全生产知识	218
10.1.1 安全生产方针	218
10.1.2 机械安全技术知识	218
10.1.3 橡胶通用设备安全技术操作规程	218
10.2 防火防爆知识	221
10.2.1 灭火	221
10.2.2 防爆	223
10.3 环保知识	223
10.3.1 橡胶工业的公害和毒性	224
10.3.2 防治对策与治理	227
10.4 现场急救知识	227
10.4.1 气体中毒及窒息的急救	227
10.4.2 触电急救	227
10.4.3 烧伤急救	228
练习与思考	229
参考文献	230

绪 论

1. 橡胶的基本特征

橡胶是一种高分子弹性化合物，它具有优越的高弹性、很好的柔韧性，并且具有优异的耐疲劳性，很高的耐磨性、电绝缘性、气密性、耐水性，以及良好的耐介质性、耐腐蚀性、耐高低温性等特殊性能，因此成为重要的功能材料。

世界上通用的橡胶的定义引自美国的国家标准 ASTM-D1566，定义如下：橡胶是一种材料，它在大的变形下能迅速而有力地恢复其变形，能够被改性（硫化）。改性的橡胶实质上不溶于，但能溶胀于沸腾的苯、甲乙酮、乙醇-甲苯混合物等溶剂中。改性的橡胶室温下（18~29℃）被拉伸到原来长度的两倍并保持一分钟除外力，它能在一分钟恢复到原来长度的 1.5 倍以下。因此归纳为：①橡胶是一种材料，具有特定的使用性能和加工性能，属有机高分子材料；②橡胶在室温下具有高弹性；③橡胶能够被改性是指它能够硫化；④改性的橡胶即硫化胶不溶解但能溶胀。

橡胶的独特加工工艺是通过“硫化”将线型高分子通过化学交联反应变成三维网状高分子的过程，也就是将各种生胶的混炼胶转化为硫化胶。

生胶是没有加入配合剂且尚未交联的橡胶，可以溶于有机溶剂。生胶一般由线型大分子或带有支链的线型大分子构成，为相对分子质量由 10 万到 100 万以上的黏弹性物质。生胶在室温和自然状态下有极大的弹性，而在 50~100℃之间开始软化，此时进行机械加工能产生很大的塑性变形，易于将配合剂均匀地混入塑炼胶中并制成各种胶料和半成品。这种配合的混炼胶在一定温度下，经过一定时间的硫化，橡胶分子之间产生化学反应，由线型转化为体型结构，从而丧失塑性，成为有实用价值的既有韧性又很柔软的弹性体（硫化胶）。

橡胶的最大特征是弹性模量非常小，仅为 2~4MPa，约为钢铁的 1/30000，而伸长率则高达钢铁的 300 倍；同塑料对比，伸长率虽然接近，但弹性模量只有其 1/30。橡胶的拉伸强度约为 5~40MPa，破坏时伸长率可达 100%~800%。在 350% 的范围内伸缩，回弹率能达到 85% 以上，即永久变形在 15% 以内。橡胶最宝贵的性能是在 -50~130℃ 的广泛温度范围内均能保持正常的弹性。

橡胶以及弹性体的第二大特征，是它具有相当好的耐气透性以及耐各种化学介质和电绝缘的性能。某些特种合成橡胶具备良好的耐油性及耐温性，能抵抗脂肪油、润滑油、液压油、燃料油以及溶剂油的溶胀；耐寒可低到 -50~-80℃，耐热可高到 180~350℃。橡胶还耐各种屈挠弯曲变形，因为滞后损失小，往复 20 万次以上仍无裂口现象。

橡胶的第三大特征在于它能与多种材料物质并用、共混、复合，由此进行改性，以得到良好的综合性能。橡胶用炭黑等填料进行补强时，能使耐磨性能提高 5~10 倍，对非结晶性的合成橡胶（如丁苯橡胶、硅橡胶）能使机械强度提高 10~50 倍。不同橡胶品种之间的互相并用，以及橡胶同多种塑料的共混，可使橡胶的性能得到进一步的改进与提高。橡胶与纤维、金属材料的复合，更能最大限度地发挥橡胶的特性，形成各式各样的复合材料和制品。

这是橡胶的生命力所在。

橡胶的这些基本特性,使它成为工业上极好的减振密封、屈挠、耐磨、防腐、绝缘以及粘接等材料。由此而扩展的各类橡胶复合制品迄今已达 5.6 万种之多。橡胶的消耗量每年达到 2000 万吨以上,其中有 80% 左右是橡胶工业使用,其余 20% 用于非橡胶工业。橡胶工业还使用大量的纤维、金属以及部分塑料共同构成复合的橡胶制品,代表性的制品为轮胎。轮胎的橡胶用量占全部橡胶消费量的 50%~70%。

2. 橡胶加工工种概况

根据《中华人民共和国劳动法》的有关规定,为了进一步完善和规范国家职业标准体系,劳动和社会保障部将橡胶加工工种规定为四种:橡胶炼胶工、橡胶半成品制造工、橡胶成型工、橡胶硫化工。

2.1 职业定义

(1) 橡胶炼胶工 使用炼胶设备,加工制成塑炼胶、混炼胶的人员。

从事的工作主要包括:

- ① 操作密炼机或开炼机等,对橡胶进行破胶塑炼、混炼,加工成塑炼胶或混炼胶;
- ② 操作开炼机对混炼胶进行投料、翻炼、细炼,制成可供出型的热炼胶。

(2) 橡胶半成品制造工 操作专用设备,将混炼胶、纺织纤维、钢丝、复胶帘布贴制成橡胶半成品的人员。

从事的工作主要包括:

- ① 使用浸浆机或刮浆机对橡胶骨架材料进行浸胶、刮浆、烘干,制成涂胶布坯;
- ② 操作压延机等,将混炼胶压成薄片,复贴在织物或钢丝帘线上,经过冷却,制成半成品;
- ③ 操作压出机将混炼胶或金属纤维等压制成半成品,并冷却定型、切断、称量;
- ④ 操作裁断机、冲压机、滚切机制成特定形状的半成品;
- ⑤ 使用专用设备对钢丝进行压出、缠绕扎头等加工成钢丝圈;
- ⑥ 使用专用设备进行帘布贴合,制成帘布筒;
- ⑦ 对胶料、半成品进行过磅、计量、收发以及金属件处理、模具保管,并进行中转过程的保管、存放、记录。

(3) 橡胶成型工 使用设备或工具,将橡胶胶件、金属配件或聚氨酯胶液等半成品,加工成型为胎坯、胶管胶鞋坯件以及胶乳制品的人员。

从事的工作主要包括:

- ① 使用专用设备对胎面、胎筒进行定长、涂浆、装胶嘴、接头,制成内、外胎坯;
 - ② 操作专用设备进行拼线、编织、缠绕、贴胶片等加工制成软管半成品;
 - ③ 操作专用设备进行粘接、辊压、装配,加工成胶带带坯;
 - ④ 操作冲、切、裁剪、注压、浇注、压出等设备制成橡胶制品坯件;
 - ⑤ 使用专用设备进行原材料配比称量、聚氨酯合成、中间体测试,调控工艺参数,进行预热,缠绕骨架材料,浇注制成聚氨酯胶件;
 - ⑥ 操作专用设备进行贴合、冷贴、注塑、浇注制成胶鞋坯件;
 - ⑦ 操作专用设备,进行洗模、成型、定型、滤油、干燥脱型、水洗等,制成乳胶制品。
- (4) 橡胶硫化工 操作专用设备,将橡胶坯件、橡胶半成品硫化的人员。

从事的工作主要包括:

① 操作硫化机台将半成品坯件进行定型、装机，调节温度、压力、时间进行硫化，制成轮胎、胶鞋、胶管等橡胶制品；

② 操作专用设备，进行泡洗、干燥硫化、氯处理等，制成乳胶制品。

2.2 职业等级

橡胶炼胶工、橡胶半成品制造工、橡胶硫化工三个职业共设四个等级，分别为：初级（国家职业资格五级）、中级（国家职业资格四级）、高级（国家职业资格三级）、技师（国家职业资格二级）。而橡胶成型工这个职业共设三个等级，分别为：初级（国家职业资格五级）、中级（国家职业资格四级）、高级（国家职业资格三级）。

第 1 章 化学基础知识

1.1 基本概念

1.1.1 原子和相对原子质量

原子是化学变化中的最小粒子。原子很小，但有质量；原子在不断运动，化学反应就是原子运动的一种形式。

1 个氢原子的质量为 $1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}$ ，1 个氧原子的质量为 $2.657 \times 10^{-26} \text{ kg}$ 。由于原子质量数值太小，书写和使用起来非常不便，所以采用相对质量。即以 ^{12}C 原子质量的十二分之一为标准，其他原子的质量除以 ^{12}C 原子质量的十二分之一，所得到的比值，作为这种原子的相对原子质量。根据这个标准，得到了元素周期表中的每一个原子的相对原子质量。

1.1.2 元素和元素符号

元素是具有相同核电荷数（即核内质子数）的一类原子的总称。

我们周围的物质世界是由 100 多种元素组成的。用元素拉丁文名称的第一个字母来表示元素的符号，如 C 表示碳元素，H 表示氢元素。如果元素名称的第一个字母相同，则再加第二个小写字母来区别，如 Ca 表示钙元素，He 表示氦元素。如果第二个字母也相同就取第三个小写字母，如 Mn 表示锰。

1.1.3 分子和相对分子质量

分子是保持物质化学性质的最小粒子。同种物质的分子，性质相同。分子是由原子构成的，如 1 个水分子是由两个氢原子和一个氧原子构成。相对分子质量是化学式中各原子的相对质量之和。

1.2 无机化合物基础知识

化学物质的分类方法很多，物质分成无机化合物和有机化合物两大类。无机化合物简称无机物，指除碳氢化合物及其衍生物以外的一切元素及其化合物，如水、食盐、硫酸等，一氧化碳、二氧化碳、碳酸盐等也属于无机物。绝大多数的无机物可以归入酸、碱、盐和氧化物四类。

酸可与碱发生中和反应，生成盐和水。酸溶液遇酸碱指示剂变色。酸溶液可使蓝色石蕊试纸变红，使甲基橙由橙变红，但不能使无色酚酞变色。

碱可与酸发生中和反应，生成盐和水。碱溶液遇酸碱指示剂变色。碱溶液可使红色石蕊试纸变蓝，使甲基橙由橙变黄，使无色酚酞变红。

盐分为简单盐和复盐两类。简单盐是指一类组成里含有金属离子和酸根离子的化合物。简单盐包括正盐、酸式盐和碱式盐。正盐电离后既不含氢离子,也不含氢氧根离子,是酸和碱完全中和的产物,但正盐的水溶液不一定显中性。

复盐是由两种或两种以上的简单盐类组成的同晶型化合物。复盐又叫重盐,复盐中含有大小相近、适合相同晶格的一些离子。溶于水时,电离出的离子,跟组成它的简单盐电离出的离子相同。

在橡胶工业中,我们接触的盐类,复盐居多,像碳酸盐类、硅酸盐类、硫酸盐类等。

氧化物是一类重要的无机物,自然界中有大量的氧化物存在,如水(H_2O)、空气中的 CO_2 、铁矿石中的 Fe_2O_3 等。橡胶工业中常用的硫化助剂如氧化锌(ZnO)、氧化镁(MgO)等,都是金属氧化物。

1.3 有机化合物基础知识

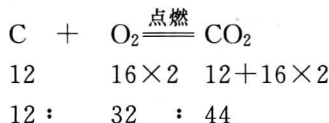
组成有机化合物的元素以碳和氢为主,有的还含有氧、氮、磷和硫等元素。一般有机化合物对热都不稳定,受热易炭化甚至燃烧。熔沸点较低,难溶于水,易溶于有机溶剂,像汽油、四氯化碳都是常用的有机溶剂,但乙醇可以溶于水。有机物的反应速率较慢,一个反应的完成往往需要4个小时或以上,而且有副反应。

1.4 化学计算基础知识

1.4.1 化学方程式与化学反应

(1) 化学反应方程式

① 化学方程式的定义 为了简便地表示物质与物质之间的反应,我们用化学式和一些简单的化学用语来表达反应物和生成物的组成,以及各物质间的量的关系。这种用化学式来表示化学反应的式子叫做化学方程式。这个式子不仅表明了反应物、生成物和反应条件,同时,通过相对分子质量还可以表示物质之间的质量关系,即各物质之间的质量比。



从以上方程式中可以得知,碳与氧气在点燃的条件下生成二氧化碳;根据每个原子的相对原子量,算出每个分子的相对分子质量,所以每12份质量的碳跟32份质量的氧气完全反应,生成44份质量的二氧化碳。

化学反应方程式反映化学反应的客观事实。因此书写方程式时要遵守二个原则:一是必须以客观事实为基础,决不能凭空臆想、臆造事实上不存在的物质和化学反应;二是要使等号两边各原子的种类与数目必须相等,也就是配平。

② 化学方程式的书写步骤 下面以磷在空气中的燃烧的反应为例来说明书写化学反应方程式的步骤。

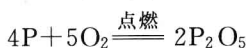
a. 根据实验事实,在式子的左右两边写出反应物和生成物的化学式,中间用箭头连接。



b. 配平化学方程式。



c. 标明化学反应发生的条件, 把短线改成等号。

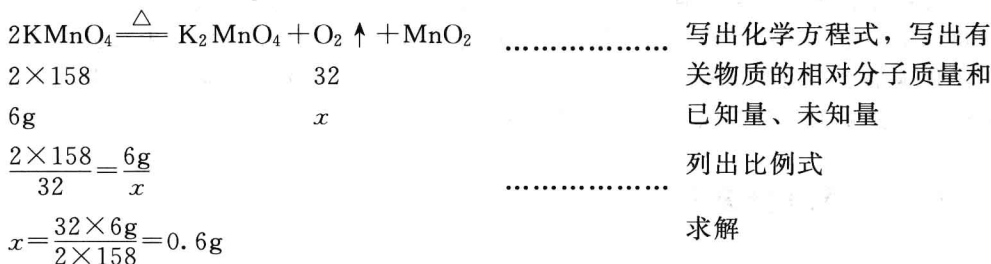


化学反应只有在一定条件下才能发生, 因此, 需要在化学方程式中注明反应发生的条件。如把点燃、加热、催化剂等, 写在等号的上方。如果有气体生成, 在气体物质的化学式右边要注“↑”号; 溶液中的反应如果生成物中有固体, 在固体物质的化学式右边要注“↓”号。若反应物和生成物中都有气体, 气体生成物就不需注“↑”号; 同样, 溶液中的反应如果反应物和生成物中都有固体, 固体生成物也不需注“↓”号。

③ 利用化学方程式的简单计算 研究物质的化学变化时, 常常涉及量的计算, 根据化学方程式的计算就可以从量的方面研究物质的变化。下面我们以两道题为例说明利用化学方程式进行计算的步骤和方法。

例: 加热分解 6g 高锰酸钾, 可以得到多少克氧气?

解: 设加热分解 6g 高锰酸钾, 可以得到氧气的质量为 x ……………设未知量



答: 加热分解 6g 高锰酸钾, 可以得到 0.6g 氧气。

利用化学方程式进行计算时, 只要方程式书写正确, 准确找到反应物或生成物的纯度, 即实际参与反应的反应物或真正生成的生成物的量, 计算准确, 就可以得到正解。在实际生产和科学研究中, 所用原料很多是不纯的, 在进行计算时要考虑到杂质问题。如果是涉及溶液的计算时, 已知纯度是溶质的质量, 求得的物质也是溶液中溶质质量。

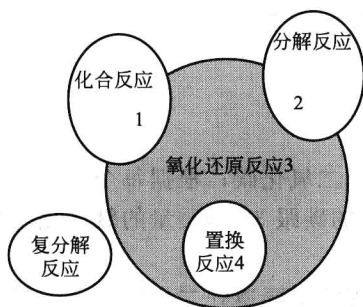


图 1-1 基本反应类型与氧化还原反应的关系

(2) 反应类型 化学反应是建立在实验的基础上而描述化学反应的一种表达。化学反应多种多样, 从反应物和生成物的类别、种类的角度, 将化学反应分成四种: 化合反应、分解反应、置换反应和复分解反应。

化合反应: 由两种或两种以上物质生成一种物质的反应。(A+B=AB)

分解反应: 由一种物质生成两种或两种以上物质的反应。(AB=A+B)

置换反应: 由一种单质和一种化合物反应生成另一种单质和另一种化合物的反应。(A+BC=AC+B)

复分解反应: 两种化合物互相交换成分生成新化合物的反应。(AB+CD=AD+BC)

(3) 氧化还原反应 化学反应的分类方法有很多, 从元素化合价升降或电子转移的角度, 将化学反应分成氧化还原反应和非氧化还原反应。也就是说化学反应前后元素化合价有升降的反应称为氧化还原反应。那么, 元素化合价升降的原因是发生了电子转移, 这也是氧

化还原反应的本质。如图 1-1 所示。

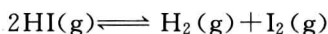
氧化还原反应与四大基本反应没有直接关系，因为划分的方法不同。但在反应中，有单质参与或生成的反应，元素化合价会有升降，像部分化合反应、分解反应、置换反应亦属于氧化还原反应。

1.4.2 化学平衡和化学反应速率

化学平衡和化学反应速率是化学反应原理的重要组成部分，将从理论的高度认识酸、碱、盐的本质及其在溶液中的反应。

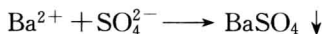
(1) 化学平衡 化学平衡普遍存在于各类化学反应中，它涉及在给定条件下，一种化学反应所能达到的最大限度。

在一定条件下，既能正向进行又能逆向进行的化学反应叫可逆反应。通常用可逆符号代替方程式中的等号来表示可逆反应。

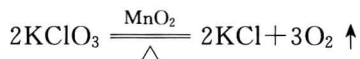


而有些反应表现不出可逆性，一是逆反应倾向比较弱，二是有些反应在进行时逆反应发生的条件尚未具备，反应物即已耗尽。

例如：硫酸钡的沉淀反应，基本上是向一个方向进行，其逆反应觉察不到：



再如：氯酸钾的分解反应，在分解过程中逆反应的条件还不具备，反应物就已耗尽：



像这些只能向一个方向进行到底的反应称为不可逆反应。

可逆反应之所以不能进行到底，是由于正反应进行的同时，逆反应也在进行。

反应开始，反应物的浓度很大，随着反应的进行，反应物浓度逐渐减小，生成物浓度逐渐增大，根据速度方程，正反应速度逐渐减小，逆反应速度逐渐增大，到某一时刻，正、逆反应速度相等，从而建立了化学平衡。如图 1-2 所示。

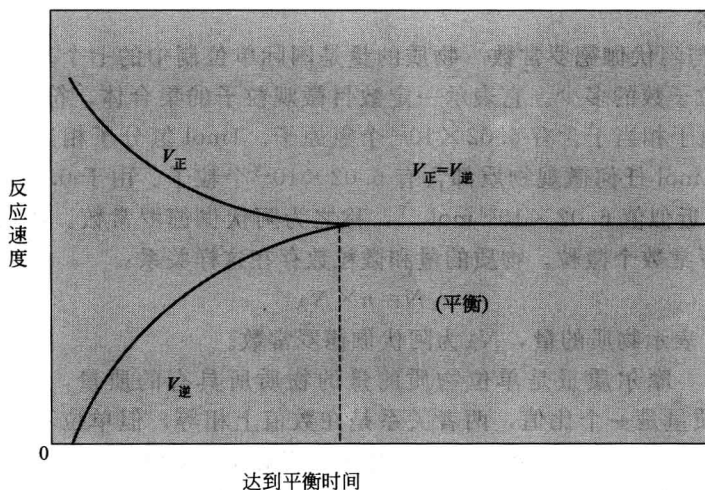


图 1-2 化学平衡建立示意图

由此得到化学平衡概念：

在一定条件下，可逆反应中，正、逆反应速度相等，各物质的浓度不再随时间的改变而

改变的状态称为化学平衡。

达到化学平衡的时间与外界和内在条件息息相关。当条件改变时，平衡也会发生改变。因为条件改变，旧的平衡被破坏，引起混合物中各物质百分含量随之改变，从而达到新平衡状态的过程叫做化学平衡移动。影响化学平衡的主要因素有浓度、温度和压力，这些因素对化学平衡的影响，可以归结为勒夏特列原理：假如改变平衡系统条件之一，如温度、压强或浓度，平衡就向减弱这个改变的方向移动。这一规律称为平衡移动原理。

(2) 化学反应速率 有些反应瞬间就可以完成，例如中和反应和爆炸反应；有些反应则常年累月才能看到效果，例如煤的形成。我们用化学反应速率来衡量化学反应进行的快慢。

化学反应速率，指在一定条件下化学反应中反应物转变成生成物的快慢。通常用单位时间内反应物浓度的减少或生成物浓度的增加来表示。

1.4.3 溶液

被溶解的物质叫做溶质，能溶解其他物质的物质叫做溶剂。溶质溶解到溶剂中形成溶液。在生活中，常常需要准确知道溶液中溶质的质量，便于生产加工等。那么，我们用溶质的质量分数来表示溶液中溶质的含量，即溶液中溶质质量分数是溶质质量与溶液质量之比，可用下式计算：

$$\text{溶质质量分数} = (\text{溶质质量} / \text{溶液质量}) \times 100\%$$

例：在农业生产上，常常需要用质量分数为 16% 的氯化钠溶液来选种。现要配置 150kg 这种溶液，需要氯化钠和水的质量各是多少？

解：溶质质量分数 = 溶质质量 / 溶液质量 $\times 100\%$

$$\text{溶质质量} = (\text{溶液质量} \times \text{溶质的质量分数}) = 150\text{kg} \times 16\% = 24\text{kg}$$

$$\text{溶剂质量} = \text{溶液质量} - \text{溶质质量} = 150\text{kg} - 24\text{kg} = 126\text{kg}$$

答：配制 150kg 质量分数为 16% 的氯化钠溶液需要 24kg 氯化钠和 126kg 水。

1.4.4 物质的量

(1) 基本概念

① 物质的量与阿伏伽德罗常数 物质的量是国际单位制中的七个基本物理量之一，它是指该物质所含粒子数的多少。它表示一定数目微观粒子的集合体。符号： n ；单位：摩尔 (mol)。1mol 氢原子相当于含有 6.02×10^{23} 个氢原子。1mol 氢分子相当于含有 6.02×10^{23} 个氢分子。所以 1mol 任何微观物质都含有 6.02×10^{23} 个粒子。由于 0.012kg ^{12}C 所含的碳原子数为 N_A 个，近似值 $6.02 \times 10^{23} \text{mol}^{-1}$ ，称之为阿伏伽德罗常数。所以 1mol 任何粒子都含有阿伏伽德罗常数个微粒。物质的量和微粒数存在这样关系：

$$N = n \times N_A$$

N 表示微粒数， n 表示物质的量， N_A 为阿伏伽德罗常数。

② 摩尔质量 摩尔质量是单位物质的量的物质所具有的质量，它的单位是 g/mol，kg/mol，而相对质量是一个比值，两者关系是在数值上相等，但单位不同，即 1mol Fe 的质量是 56g，铁的摩尔质量是 56g/mol，56 是铁的相对原子质量。

摩尔质量 M 与物质的量、质量之间的关系为：摩尔质量 = 质量 / 物质的量，即 $M = m/n$ 。

③ 气体摩尔体积 气体摩尔体积，指单位物质的量气体所占的体积，符号 V_m ，常用单位 L/mol，标准状况（温度为 0°C ，压强为 101kPa）下，气体摩尔体积约为 22.4L/mol。要值得注意的是，气体摩尔体积的数值不是绝对的，在非标准状况下不一定为 22.4 L/mol。

物质的量，气体体积和气体摩尔体积之间存在如下关系： $n=V_{\text{气}}/V_{\text{m}}$ ，式中， V_{m} 为气体摩尔体积， $V_{\text{气}}$ 为气体体积， n 代表物质的量。其表示的意义为：1mol 该气体的体积为 V_{m} (L)，那么总共有几个 V (mL) 就是有多少物质的量该物质。

④ 物质的量浓度 以单位体积溶液里所含溶质 B 的物质的量来表示溶液组成的物理量，叫做溶质 B 的物质的量浓度。物质的量浓度符号位 c_{B} (B 表示各种溶质)，常用的单位为 mol/L 或 mol/m³。

物质的量浓度(c_{B})=溶质的物质的量(n_{B})/溶液的体积(V)

在日常生活、农业生产和科学试验中，人们经常会用到溶液，因而常常需要用到计量溶液浓度的物理量，化学反应总物质之间的物质的量的关系要比它们的质量关系简单，量取溶液的体积也比称其质量方便。因此除了质量分数外，物质的量浓度的应用也十分广泛。两种物理量也存在转化关系，物质的浓度(c_{B})= $1000ew/M_{\text{B}}$ 。式中， e 为溶液的密度，单位 g/cm³； w 为溶质质量分数； M_{B} 为溶液溶质的摩尔质量。因为 c_{B} 的单位为 mol/L，所以需要乘以 1000 进行单位换算。

第2章 高分子基础知识

高分子物质是由相对分子质量高达 $10^4 \sim 10^7$ 的大分子组成。高分子物质也被称为高聚物，日常生活中，吃的米面蔬果，穿的棉麻毛丝都为天然高聚物，像塑料、尼龙、涤纶等材料为合成高聚物。

材料通常按其属性划分为金属材料、无机材料和有机高分子材料三类。有机高分子材料分为橡胶、塑料和纤维。橡胶是处于高弹态的高分子材料，它具有独有的弹性。

2.1 高分子的结构

高分子的结构分为链结构与凝聚态结构两个组成部分。每一个组成部分有自己的化学结构、形态和尺寸。

2.1.1 高分子链结构

高分子链结构主要研究一个大分子中原子或原子团的几何排列。其中包括近程结构和远程结构。近程结构是指单个大分子内一个或几个结构单元的化学结构和立体化学结构。远程结构是指单个大分子的大小及在空间所存在的各种形态。

2.1.1.1 高分子链近程结构

(1) 高分子主链的原子类型

① 碳链高分子 分子主链全部由碳原子以共价键相互连接的高分子。比如聚乙烯、聚丙烯、聚氯乙烯等，它们只是侧基不同，侧基上可含有杂原子，主链都是碳原子。

② 杂链高分子 大分子主链由碳原子及其氧、氮、硫等两种或两种以上的原子，以共价键相互连接而成的大分子。常见的有聚酯、聚酰胺、酚醛树脂等。

③ 元素有机高分子 主链不含碳原子，仅由硅、磷、硼、铝、钛等元素和氧原子组成，侧位含有有机基团。如有机硅橡胶、有机钛高聚物等。

④ 其他高分子 主链不是一条单链的高分子。比如聚丙烯腈纤维，在升温过程会环化形成梯形结构，进而处理为碳纤维。

(2) 结构单元键接结构与构型

① 键接结构 由于高聚物聚合时链增长方式不同，分子链中结构单元的键接方式不同，分为头-尾键接、头-头键接、尾-尾键接，如图 2-1 所示。

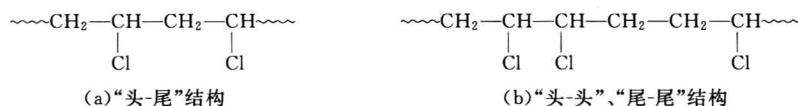


图 2-1 分子链结构单元键接方式

高分子的缩聚反应和开环聚合中，结构单元连接的方式一般是确定。但在加聚反应中，