

第一章 緒 論

第一节 工业化学的范围

一、工业化学的意义

当人们研究自然界中的物质，并掌握了它们的化学变化规律之后，就能够制造出更有用的新物质，如合成氨、硫酸、硝酸、合成纤维、塑料、合成橡胶以及高能燃料等等。

工业化学就是一门研究由各种原料，如植物、矿物、水及空气等天然资源，经过化学和物理处理，加工成各种生产资料和生活资料的基本原理、生产方法和过程的学科。

通过本门课程的学习，以达到了解化学工业主要部门的生产概貌。

二、工业化学研究的范围

(一)无机物化学工业

1. 基本无机化学工业(酸、碱、盐及无机肥料的生产)。
2. 冶金工艺(黑色金属、有色金属、贵金属和稀有金属的生产工艺)。
3. 硅酸盐工业(玻璃、陶瓷、胶凝材料、耐火材料的生产)。
4. 电化学工业(电解工业——氯、氢、烧碱、水的电解，熔融盐的电解；电热工业——电石、氰氨化钙、磷等的生产)。
5. 化学矿原料工业(硫铁矿、磷矿石、硼矿和其他化工原料等的生产)。
6. 无机制剂工业(稀有元素、试剂、药剂、农药的生产)。

(二)有机化学工业

1. 基本有机合成工业(醇、醚、酸、酯的生产，甲烷、一氧化

碳、氢、乙烯、乙炔等的加工制人造石油和有机工业的基本原料等)。

2. 燃料化学加工工业(石油、煤、油母页岩、天然气的化学加工以及木材的干馏等)。

3. 高聚物工业(塑料、合成纤维、合成橡胶、成膜材料的生产)。

4. 中间体和染料工业(氯苯、硝基苯、苯磺酸盐等染料中间体与各类染料的生产)。

5. 精细的有机合成工业(医药、试剂、有机杀虫剂、除莠剂等的生产)。

6. 食品工业生产(糖、油脂、蛋白质、酒、醋酸、生物化学的工业产品)。

7. 有机轻工业(橡胶制品、造纸、制革、动植物加工等)。

8. 涂料工业(油漆、喷漆等的生产)。

此外尚有国防化学工业等。

三、工业化学的学习目的

学习工业化学的目的是应用已有的化学和物理学的科学知识,联系原料、能量和化学生产器械的特殊性来说明实际生产过程,从而达到了解化学工业主要部门的生产面貌。

了解化学工业的重要性以及认识化学工业生产方法本身与其他工业之间的密切联系。

工业化学这门课程中将讨论如何把已掌握的基本知识具体的运用到实际生产,同时它又将为学习专业课打下一定基础。

第二节 化学工业在国民经济中的重要性

化学工业在发展农业生产和实现社会主义工业化中,担负着重要的任务。化学工业直接与农业、工业、交通运输业和国防工业有着密切的关系。因此,它在国民经济中占有很重要的地位。例

如：合成氨、化学肥料及硝酸工业与发展农业以及国防等工业休戚相关；炼焦工业、耐火材料工业等直接与冶金工业有关；酸、碱、盐工业应用于其他各个工业部门；硅酸盐工业的水泥、玻璃、陶器、砖瓦，广泛的应用于基本建设和其他工业；石油、原油经加工后制出汽车、飞机、农业机械及各种车辆所不可缺少的汽油、煤油、柴油及润滑油等。橡胶、塑料、纤维、染料等在整个国民经济中和人民的物质生活中都是很重要的。

全国解放以来，化学工业与其他工业一样取得了很大的成就，特别是1958年大跃进以来，在党的建设社会主义总路线和一整套“两条腿走路”的方针指导下，使我国化学工业取得了极其辉煌的成就。

第三节 化学工业的发展简史

一、世界化学工业的发展简史

中国、埃及和希伯来是化学工艺史上最古的国家。

中国在纪元前2000多年以前已有了酿酒、冶铜、漂染、发酵等生产。

埃及在纪元前2000多年前已制造玻璃，在石器时代已有金银饰物，是炼金术的发源地。

希伯来在上古时代已有制革。

在这时期，生产方式非常简陋，人类大都直接采用天然物资或用一些零星粗陋的器具加工，凭经验判断过程的进行，直到十八世纪末期和十九世纪初期，近代化学工业才开始形成。这一时期，主要是发展了无机化学工业，如酸类、碱类、盐类等。

二十世纪以来，特别是近几十年来，化学工业无论在理论上、生产技术水平上、产品品种上、产量及质量上都发展得很快。

十八世纪以来，世界化学工业和科学技术发展的主要情况略述如下：

- 1791年 路布兰法制碱成功。
- 1805年 俄国铅室法硫酸生产。
- 1807年 在比利时第一座用接触法生产硫酸开工。
- 1864年 钾肥生产。
- 1865年 索尔维氨碱法生产纯碱的工厂建立。
- 1884年 俄国用接触法生产发烟硫酸。
- 1890年 用电解法制取氯及烧碱成功。
- 1890~1899年 按舒霍夫法在加压下进行石油的裂化。
- 1904年 生产电石。
- 1917年 安德列夫将氨氧化制造硝酸成功。
- 1927年 德国生产合成汽油。
- 1929年 苏联发明石油裂化法。
- 1932年 苏联发明合成橡胶成功。
- 1944~1948年 利用氧以加速钢、生铁、二氧化硫及其他产物的生产获得成功。
- 1950年 抗菌素——青霉素工业合成。
- 1957年 苏联成功的发射了两个人造卫星。
- 1959年 苏联发射太阳系的人造行星和环绕月球的火箭。
- 1961年 苏联发射了载人的“东方号”卫星式宇宙飞船，并安全返回大陆，使宇宙飞行进入了新的纪元，雄辩地证明了社会主义制度的无比优越性。

二、我国化学工业发展简史

在世界化学发展史上，由于我国劳动人民的劳动和伟大的创造，有着辉煌的成就。

早在公元前2000年以前，对于铜合金的制造已经有了相当完善的知识，并且对于陶器、漂染、发酵等方面都有了成就。周朝时已制出精美的涂色漆器。东汉时(约公元100年)用树皮、破布造出漂白的纸，约600年后，我国的造纸技术才传到阿拉伯，以后又

传到欧美各国。

在唐代时(约公元 800 年)陶瓷工业已有显著的发展。我国的炼丹术发展得更早些。很早就发现了用硝酸钾(硝石)、硫及木炭的混合物,制成猛烈燃烧的黑色炸药。在唐代,改进了由西域传来的制糖方法,比原来的方法更完美。在宋代和明代时,对合金制造方面,更有不少的改进和发明,最可注意的是炼锌法的发明及其应用。黄铜的制造方法在明代也有较大的改进。

所有这些,都是我国古代的劳动人民辛勤劳动的成果,是世界化学史上辉煌的一页,是值得我们自豪的。但是,由于当时的社会制度,劳动人民的血汗结晶,被封建王朝统治阶级所掠夺,所以生产力发展极慢,使我国化学工业和其他工业一样,长期处于落后状态。直到二十世纪初,才有我国民族工业家在国内创办了永利化学公司、天原电化厂等少量的化学工厂。

旧中国由于封建制度的剥削和压迫,国内反动派的统治和帝国主义势力的侵入,沦为半封建半殖民地的国家,因此工业得不到发展。旧中国的化学工业,一直为帝国主义所控制。没有化工机械制造工厂,所有化工机械装备均须依赖资本主义国家进口。由于帝国主义侵略政策,不但许多成品都由外国大量输入,即是少数的橡胶、塑料、染料、制药等工厂也是靠输入的原料或半成品来进行加工的。由于国民党反动派溃败时的破坏,解放时化学工厂大都遭到了严重的破坏或陷于停顿状态。

由于上述种种情况,我国过去的化学工业基础非常薄弱。但是解放后,在党和政府的正确领导下,短短的十几年中,已取得了辉煌的成就。

解放以来,我国的化学工业与其他工业一样,发展得十分迅速,化工产品的品种和产量都有了显著的增加。以硫酸和纯碱这两种重要的基本化学工业产品为例,1959年与1949年相比较,纯碱产量增加了10倍,硫酸产量增加了25倍。

从与农业密切相关的化学肥料和农药来看,发展也很迅速;计

增加40余倍。化学肥料解放前只有硫酸铵一种,没有磷肥和钾肥。而现在,不但氮、磷、钾肥的品种增加到几十种之多,同时对镁肥、硼肥和其他微量元素化学肥料如锰、锌、铜等也日渐得到重视。

在化学工业行业方面,我们已经有了基本有机合成化学工业、石油加工工业、合成橡胶工业、合成纤维工业、塑料工业、油漆工业、医药工业、试剂工业和农药工业等等。这些工业在解放前,都可以说是没有的。解放前,如油漆工业、医药和试剂工业、塑料工业等虽然有少数品种的生产,但它们的原料、设备等却大都依赖进口,只能进行加工或者规模很小的生产,不能作为一种独立的行业。解放后,在党和政府的正确领导下,各化工行业得到迅速发展。如此,不仅从原料到生产成品,而且生产中所需用的成套设备,基本上能够自行设计、自行制造,从根本上改变了化学工业的落后面貌。随着社会主义经济建设的高速度发展,国民经济各部门也不断地对化学工业提出新的要求。化学工业在不断地高速度发展着,新的现代化的化学工业部门在不断地扩大和增加。

由以上简单叙述可见,我国化学工业在党和政府的正确领导下,在全国人民的努力下,取得的成就是巨大的。但是必须指出,由于我国化学工业的基础薄弱,而国民经济各部门对化工产品需要日益增长,尤其在万马奔腾的大跃进的形势下,就需要我们从事化学工业的全体工作者,在党的领导下,发奋图强,百倍努力,为祖国化学工业进一步繁荣作出更大、更多的贡献。

我们的祖国幅员辽阔,资源丰富,这也为化学工业发展提供了优越的条件。

第四节 实验室的过程与工业生产

化学工业的生产是和实验室的试验有密切联系的,试验操作,更便于改进工艺生产方法,从而提高产品品质和增加产量。欲达到改进生产方法、提高产品品质、增加生产产量,必须经过试验的过程。把试验的结果,加以分析综合,使为工业设计的依据。所以

说实验过程是工业生产的基础，是促进工业生产的有力因素。但是实验的装置和操作方法，不能直接搬到工业生产中去应用。因为实验过程和工业生产尚有基本不同之处，其中主要的区别有以下数点：

一、具体的任务不同

实验研究过程和工业生产过程，有其不同的特点，在实验过程中主要是争取如何迅速取得最合理最先进的实验数据，以供掌握和提高工业生产。所以，实验本身一般不受费用的限制。工业生产的特点是规模大、原料耗用量多，所以在投入生产前必须周密的考虑其经济方面的合理性，达到材料易得、耗量低、节省劳动等，为促进和提高工业生产创造良好的条件。

二、操作方式不同

在一般的情况之下，实验操作比较简单，管理比较容易，但是在工业上就构成复杂的问题。不仅是管理操作上有所不同，就是在设备装置上，也有极大的不同。

例如在实验时，如果采用石灰石为原料，取用、放置毫无困难。但是在水泥厂里就不同了，它每天要用几百吨或几千吨的石灰石，每小时最低限度有几十吨的石灰石变成产品。每小时运送几十吨的原料，必须要有适宜的运输工具。诸如此类的例证甚多，可知实验操作和工业生产上的操作有基本不同之处。

三、应用器材不同

在实验时一般应用玻璃器皿，对酸、碱既无侵蚀之弊，洗涤清理亦易于进行。但是在工业生产上就非如此之简单，耐酸的器材，可能对于碱的腐蚀抵抗力较小；抗碱的物质，对于酸的抵抗力也许又弱；对氧化剂无作用的，对于还原剂可能起反应；对甲种物质无作用者，对乙种物质又可能发生变化。所以适于甲生产者，就不一定能适用于乙，因之对器材的选择就要有极大的区别。

四、管理条件的控制不同

实验过程中，其反应之发生和控制比较容易。在工业生产中，

设备复杂,操作条件完全和实验室两样,控制方法亦完全不同。一般情况,需要由具有生产操作经验的人来管理,方能防止生产不正常现象的发生,保证生产正常进行。但在实验室内的操作,就无此种复杂的因素。

总之,实验过程与工业生产有其基本不同之处。认为工业生产就是实验室的简单扩大,那是片面的理解,两者之间区别甚多,上述仅为重要的一部分。

第五节 工业化学的基本概念

一、原料、成品、半成品、副产品和废物

(一)原料 制造某种成品所用的原始物料,如制硫酸时所用的硫铁矿,用氨碱法制纯碱所用的石灰石、食盐,发酵法制造酒精所用的玉蜀黍等都是原料。

(二)成品与半成品 为了制出所需的产品,在工艺过程中,原料常常要经过几个步骤的处理,最后一个步骤所得到的产品叫成品。而在任意一个中间步骤中得到的产品叫半成品或中间产品。对成品来说,由于国民经济各个部门对各种产品的要求有所不同,所以同一工业产品往往有各种不同的规格。例如硫酸厂的成品即有发烟硫酸、浓硫酸、稀硫酸等;又如纯碱厂中的碳酸氢钠就是半成品。煤焦油是炼焦厂的半成品,将半成品再继续加工才制出许多成品(如苯、甲苯、苯酚等)。

(三)副产品 是指生产过程中附带生产出来的非主要产品。副产品与产品是相对的,主要是根据企业的性质来决定。

(四)废物 是在生产过程中,除了成品、半成品、副产品以外所生成的东西。不能把废物看成一成不变的永远是废物。从充分利用国家资源的观点来看,我们不应把一些物料就当作废物抛弃,只要加强科学研究,或是有计划地使用原料,就可以更有效地达到废物利用的目的。所以废物利用是现代工业所必须考虑和研究的

问题。废物往往可以利用为一种新工业产品的原料。例如制盐厂中制食盐剩下的下脚——苦卤。实际上可以利用它制造许多宝贵的工业产品，如硫酸钠、硫酸镁、溴、氯化钾、硼砂、硝酸铯、锂盐等；又如石油厂中洗油的硫酸渣，可以作钢铁厂的去锈剂。总的来说，随着科学和生产技术的高度发展，应尽量变废物为原料，制出更多的有用成品。

二、生产能力和生产强度

(一)生产能力 生产能力表示在采用先进的技术定额和完善的劳动组织等情况下，该设备在单位时间内生产产品的最大可能性。一般以设备的设计能力计算，如泵的生产能力用升/分钟或米³/小时来表示。

(二)生产强度 生产强度是指设备的单位容积或单位面积(或底面积)在单位时间内得到产物的数量。例如硫酸在塔式法生产中，塔的生产强度以每昼夜(24小时)每一米³塔体积所制得的硫酸以公斤数来表示。提高生产强度，可以在同一设备中取得更多的产品。在基本建设上、设备修理上及经营管理上的费用均可相对的减少，从而提高劳动生产率。

强化生产，即增加生产强度，是提高劳动生产率的重要任务之一。

三、产率、转化率和劳动生产率

(一)产率 实际原料转变为成品的重量与理论计算原料转变为成品的重量的百分比称产率(产率即实际产量和理论最高产量之百分比)。

$$\text{产率} = \frac{\text{实际原料转变为成品的重量}}{\text{理论计算原料转变为成品的重量}} \times 100\%$$

$$\text{或产率} = \frac{\text{实际产量}}{\text{理论最高产量}} \times 100\%$$

条件一定时,产率愈接近100%,即操作愈完善,原料的消耗愈少,成品价格愈低。

(二)转化率 在生产过程中转变为生成物的原料重量与使用原料的原始重量之比称转化率,通常以百分率表示。

(三)劳动生产率 劳动生产率一般是以每个工人在单位时间内生产的产品数量作为衡量的标准。

提高劳动生产率是使社会主义生产不断提高的最重要的方法。只有在先进的科学技术及合理的劳动组织的条件下,才能摆脱繁重的体力劳动,从而提高劳动生产率。

提高劳动生产率能增加产品的数量,为扩大再生产开辟广阔的可能性,同时也是降低成本的重要条件,为国家建设累积资金的主要因素之一,是增长人民物质福利的主要来源。

四、再 生

再生是指将反应过的物质转变为原始状态而重复加以利用。如以食盐溶液定期洗涤人造沸石或离子交换树脂,以恢复其吸收性能。

五、间歇过程与连续过程

工业生产操作的进行方式有间歇过程与连续过程

(一)间歇过程 往设备中装入一定量的原料,在操作过程完结之后卸出来,此后再装入一批新的原料又重复原来的过程。如制造过磷酸钙、炼焦等。

(二)连续过程 除掉停车修理之外,设备的操作是不中止的,而原料则是连续地装入,或者是在设备中空出某一容积时,一批一批地间歇装入。因此,在连续过程中,除掉新加入的原料之外,有一部分原料是处于加工的步骤中的,而另一部分原料却已经反应完了。如制造漂白粉、在沸腾炉中燃烧硫铁矿等等的生产过程。

(三)另一种方式是联合的过程,那就是说,整个过程步骤基本

上是连续的,不过其中有些环节采取间歇的方式。

连续过程较间歇过程具有很多优点,表现在:

1. 连续过程可以减少手工劳动,以至全部自动化和机械化。
2. 连续过程时,被处理物料在过程中各个环节所处的状态是稳定的,就是说每次生产时在指定设备中,指定情况下,它的数量或变数基本上都是保持不变的。
3. 连续过程所得的成品较为均匀,因而质量更好。
4. 减少或是几乎消灭原料或成品的拆卸时间,使设备的利用率大大地提高。
5. 由于是连续的,更有可能完善地设计整个过程中热的平衡,特别是余热的交换和利用。
6. 由于减少搬运(一般在连续过程时更可采用自动运送或拆卸);同时极度减少了设备的停工装料时间,就可以在减少设备套数的情况下获到相同的产量。

六、顺流、逆流与错流

工业生产过程的流向有下列几种:

(一)顺流 是指反应物或热流与物料的运动方向相一致的流向,例如图 1-1。

(二)逆流 是指反应物或热流与物料的运动方向是相反的。

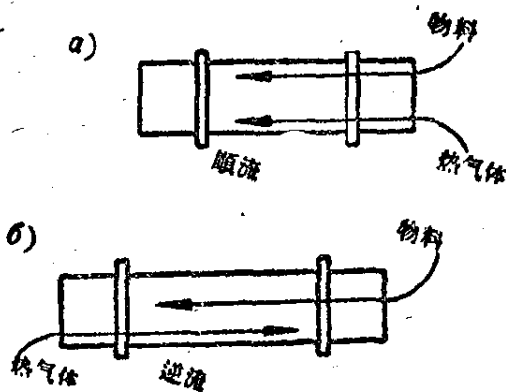


图 1-1 顺流与逆流
a—顺流 b—逆流

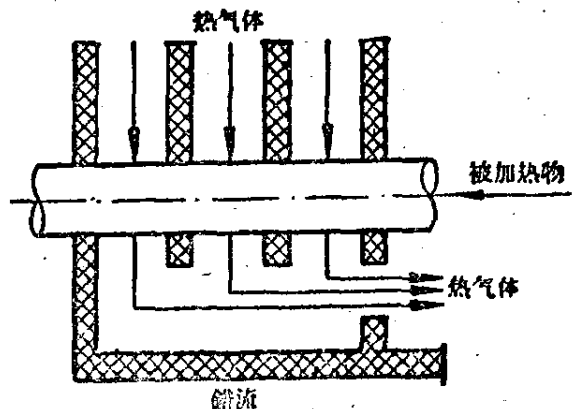


图 1-2 错流

(三) 错流 是指反应物或热流与物料的运动方向是彼此按一定角度交错, 例如图 1-2。

在化学工业生产中, 逆流方式很多用于萃取(如用溶剂萃取固体物质中某些成分)、吸收(如硫酸工业用水或稀酸吸收气体)或干燥(如干燥某些含水物料)等过程中。但相当多数的过程仍是采用顺流式。

七、劳动保护与安全生产

在许多化学工业生产中, 往往要使用有毒的、爆炸性的及其他对健康有害的物质, 同时也会遇到其他一些可以造成生产事故的条件, 因此必须重视劳动保护与安全生产问题。

在资本主义国家中, 资本家是唯利是图, 剥削为生的, 为了获得最大限度的利润, 不顾工人的死活, 所以资本主义国家的工厂中必然存在着“只重视机器, 不重视人”的现象。

重视安全生产和劳动保护是社会主义企业不同于资本主义企业的一个主要标志。在社会主义制度下, 人是最宝贵的财富, 所以特别重视劳动保护与安全生产, 保证经济建设顺利进行, 经常注意到工厂中可能发生有毒的、爆炸性的物质, 过高过低的温度, 有害的火焰、气体、蒸汽以及机械损伤等事故。

解放以后, 人民政府公布了劳保条例, 体现了我国社会制度的优越性。技术保安的改进, 伤亡事故大大减少, 工人群众的生产积极性大大提高。人民企业中生产与安全是不可分割的统一体, 劳保工作以“贯彻安全生产思想”为总方针, 确定“生产必须安全, 安全为了生产, 两位一体, 不可分割”的原则。

为了确保安全生产, 化工企业都根据具体条件制定有一系列的生产技术安全操作规程。每个职工应该无条件地遵守这些规程, 并加强安全技术教育, 建立安全责任制度等。

复 习 题

1. 试述工业化学的意义及其研究的范围。
2. 试述工业化学的任务。
3. 简述化学工业在国民经济中的重要性。
4. 简述实验室的过程与工业生产主要有那些不同？
5. 什么是间歇过程和连续过程？连续过程较间歇过程有什么优点？
6. 试举例说明：产率、劳动生产率、转化率、生产能力与生产强度、再生、原料、成品、半成品、副产品和废物的意义。

第二章 工业用水

第一节 天然水和工业用水的特性

一、用水的来源

水是各种工业所必需的物质，化学工业对水的需要，更是重要，就一般而论，工业用水的来源有二：

(一)地上水 如河水、溪水、湖水、雨水、海水等，此种水中所含的无机盐类数量不等。大都含有机质和胶质物较多，在工业上可将其澄清过滤之后应用。

(二)地下水 如泉水、井水等，虽然表面澄清透明，但含矿物质较多，对工业应用弊害甚多。但地下水的温度变化小，在夏季天热时，地下水的温度较低，化学工厂用以为冷却水甚为适宜。特别应当指出，化学工厂的冷却水用量很大，因此，冷却用水的回收与冷却在化工厂中亦为重要。

二、水中的杂质

水中之杂质可分为以下数类：

(一)气体 各种气体在水内之溶解度虽有不同，但多数能溶解，其中尤以二氧化碳溶解较易；其他如氧、氮和硫化氢等都可溶解在水里。兹将主要几种可溶气体之影响说明于下：

1. 氧是比较活泼的元素，它易与他种物质化合，例如各项金属的锈蚀，即系该项元素的作用。在工业上常因水中含氧而使机件损坏。

2. 二氧化碳溶解于水中呈弱酸，对于水管等均有锈蚀作用。

3. 硫化氢系由有机质腐败后所生成的酸性物质，对普通金

属具有锈蚀的弊害,对多数化学药品发生反应,生成有色的沉淀,因之化学工业用水,应设法将硫化氢除去。

4. 氨在水中含有微量,该物质系由于蛋白质的腐败分解生成,对铜器之作用特强。

(二)悬浮质与胶体 水中之悬浮质如泥沙等,用澄清过滤等方法,可以除去,其弊害得以消除。但有些物质所形成的胶体物以及铁、硅等氧化物,则不易澄清,亦非过滤方法所能去除,对该项物质的处理,应加入凝胶剂,如明矾等,可使其凝聚分离。

(三)矿物质 水中所含之矿物质如钙、镁等元素所构成之硫酸盐或碳酸盐等,对很多工业生产影响甚大。

(四)微生物 水中之微生物对于酿造、制革等工业影响甚为严重,对其他各种化学工业影响较小,但充作饮料水则关系重要,例如其中含有病菌时,则成为传染疾病之媒介,影响人民健康甚大,故自来水之消毒,实为重要之措施。

以上各种杂质,对工业上应用或对人民身体健康均有重大影响,在工业上如不加以处理可使器材腐蚀损坏,或结垢影响传热效果,甚至发生事故。

第二节 水的处理

一、水净化的目的及其重要性

水处理之目的在于除去杂质,减少危害作用。因应用之范围不同,其所需之条件亦异。兹将各项工业及动力等方面,对给水处理的需要及不处理之弊害,分述如次:

(一)锅炉用水 锅炉用水以软水为宜,否则形成锅垢,阻止热之传导,既耗费燃料,又会损坏锅炉甚至发生爆炸。兹将蒸汽机车应用硬水和软化水的情况列于表 2-1。

表 2-1 使用硬水与软水比较表

	烟管之寿命	用煤量	洗检人数	牵引吨数
硬水	4月	100%	60	2000
软化水	4年	84%	40	3000~4000

由表可见,锅炉使用硬水弊害甚大。

各成分对锅炉之作用也不一致,其中为害最大的要算腐蚀作用,例如溶解于气体中之氧、硫化氢和二氧化碳等的腐蚀作用均大;其他如氯化镁、氯化钙、碳酸镁、硫酸铵、硝酸钙等亦均有腐蚀作用;此外当有机质分解之后,形成有机酸,亦可锈蚀锅炉或管件,降低锅炉之寿命。

锅垢之形成是由于硫酸钙、碳酸钙、硅酸钙、硅酸镁、氢氧化镁等项物质,经煮沸加浓以后,沉积锅炉里面而形成,有软如泥的,也有硬如石的,视水中杂质的性质决定。

(二)化学工业用水 由于生产产品的不同,对水的质量要求各异,即使在某一产品的生产过程中,水在各个工序充作不同性质的用途,亦无须要求一律。一般用作溶剂反应介质时,要求含杂质较少的软水;洗涤水要求含溶解盐类愈少愈好;冷却水则要求较低,但水温愈低愈好;自来水、深井水、江河水一般常直接用于生产。但对某些特殊产品则要求严格,例如:在调制人造丝粘液时,要几乎不含锰、铁和钙、镁的最软水;高级纸浆的漂白、洗涤、染色及制革工业需用含铁极少的水;印染工业还要严格注意水的酸碱性;塑料、合成橡胶工业都需要软水;食品工业要求符合饮用水的条件;制取化学纯试剂和药物及化验分析工作,要求使用蒸馏水。

二、硬水

水中含有钙、镁的碳酸盐、重碳酸盐和硫酸盐的都称为硬水,硬水又分为暂时硬水和永久硬水两种。暂时硬水在水中所含的成

分,是鈣、鎂的碳酸盐和重碳酸盐,即 CaCO_3 、 MgCO_3 、 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 、 $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ 等成分,在 100°C 以上的温度可以将其沉淀而除去。永久硬水是指水中含有鈣、鎂的硫酸盐或他种盐类,不能应用加热的方法除去。

关于硬度表示的方法,各国不同,有用苏联制的,有用德制、英制、法制或美制的,兹将其区别列后:

水的硬度表示方法

1. 苏联制 苏联对水的硬度表示方法,是用一升水中,所含鈣、鎂的毫克当量数表示,例如:

$$\text{硬度一度} = 20.04 \text{ 毫克 Ca/升。}$$

$$= 12.16 \text{ 毫克 Mg/升。}$$

2. 德制 德制表示硬度的方法,是用一升水中所含 CaO 10毫克(或氧化鎂 7.19毫克)称为一度;也就是用每100,000份水中所含一份氧化鈣(重量)称为一度。

3. 美制 美国是用每升水中所含 CaCO_3 为一毫克时,称为一度。也就是每百万份水中含有 CaCO_3 一份时,称为一度(又称为1p.p.m.)。

以上三种表示方法,在我国各地都有应用的;实际上,以苏联的表示方法,应用起来比较方便。

硬度标准如表 2-2 所示:

表 2-2 工业用水硬度分类表

德 国 标 准		苏 联 标 准	
硬 度 数	硬 度 类 别	硬 度 数	硬 度 类 别
0~4	最 软 水	0~1.5	最 软 水
4~8	软 水	1.5~3	软 水
8~12	稍 硬 水	3~6	中 等 水
12~18	较 硬 水		
18~30	硬 水	6~10	硬 水
30以上	最 硬 水	10以上	最 硬 水