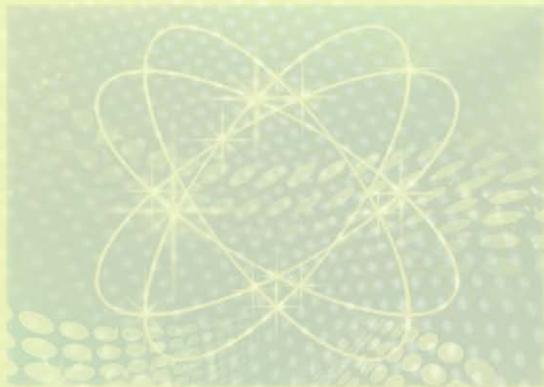


海洋化学

蒋呈祥 主编



中国海洋大学出版社

海洋化学

主 编 蒋成翔
编 委 刘 翠 董彦蓉 宋立栋

中国海洋大学出版社

· 青 岛 ·

图书在版编目(CIP)数据

海洋化学 / 蒋呈祥主编. — 青岛: 中国海洋大学出版社, 2015.4

山东省校本课程海洋系列教材/白刚勋总主编
ISBN 978-7-5670-0870-0

I. ①海… II. ①蒋… III. ①海洋化学—中学—教材
IV. ①G634.81

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 047368 号

出版发行 中国海洋大学出版社

社 址 青岛市香港东路 23 号 邮政编码 266071

出 版 人 杨立敏

网 址 <http://www.ouc-press.com>

电子信箱 xianlimeng@gmail.com

订购电话 0532-82032573(传真)

责任编辑 孟显丽 电 话 0532-85901092

印 制 日照报业印刷有限公司

版 次 2015 年 8 月第 1 版

印 次 2015 年 8 月第 1 次印刷

成品尺寸 140 mm×203 mm

总 印 张 23.5

总 字 数 600 千

总定价(全五册) 60.00 元

编委会

丛书总主编 白刚勋
丛书副总主编 曾艳 于德生 朱秀海
本书主编 蒋成翔
本书编委 刘翠 董彦蓉 宋立栋

从青岛 39 中我看到了教育的希望

（代序）

青岛 39 中的海洋教育给我留下了深刻印象。我从青岛 39 中的探索中，看到了中国教育的希望！青岛 39 中本来是一所以艺术教育特色见长的学校，从这所学校走出了一批又一批艺术界的优秀人才，如活跃在影视界的唐国强、著名主持人倪萍等，都是这所学校培养的。白刚勋校长告诉我，从这所学校走出去的活跃在北京艺术舞台的著名艺术家就有 100 多人。

但是，学校并没有固守传统不求创新，在山东省推进素质教育的过程中，他们不断思考：学校新的发展空间到底在哪里？如何抓住教育发展的新形势，走出传统，求得学校发展的新突破？他们在充分分析教育发展形势以及自身资源优势的基础上，2011 年起，开始探索一条以海洋特色建设为载体、与大学联合育人的人才培养新模式。

一、与高校合作开办海洋教育实验班

青岛 39 中开展海洋教育具有得天独厚的条件。青岛是我国著名的海洋科学城，很多海洋科学方面的院士、科学家集聚在青岛。同时，39 中是我国著名涉海高校中国海洋大学的附中。39 中在广泛听取中国海洋大学的专家和发动全校师生大讨论的基础上，毅然把海洋教育确定为学校发展和培育的新特色。

一是加强与大学联系，拓宽学校发展平台。除了中国海洋大



学外,与有涉海专业的包括清华、北大、南大、浙大等 26 所著名高校建立了联系,并且都是与国家海洋局签约的单位。

二是加强与科研院所的联系,建立学生实践平台。学校与国家海洋局北海分局、黄海水产研究所、国土资源部青岛海洋地质研究所、青岛海洋科技馆等驻青岛海洋科研机构签订了《海洋教育联合育人协议》,建立学校海洋教育实践基地。

三是聘请著名专家教授组成课程研发和教授团队。学校聘请了 40 多位专家教授组成专家团队,同时聘请海洋大学有关海洋科学方面的研究生作为学生海洋探究的校外辅导员,定期指导课程学习、研究性学习、课外活动、课题研究,最终形成一支专兼职相结合、课堂教学与实践相结合的高素质的教师队伍。

二、建设富有特色的海洋课程体系

39 中在课程建设与开发上,依据不同阶段学生的认知规律,针对海洋班和普通班学生的不同特点,形成了“A 基础型课程+ B 拓展型课程+ C 实践型课程”三位一体的海洋特色课程体系。实现了“四个一”工程:每周一节海洋科普讲座,每月一次海洋实践活动,每学期一项海洋课题研究,每年一次海上科考活动。

1. 基础性课程,即国家课程,主要体现国家对公民素质的基本要求,夯实学生基础,实现全面发展。开全、开齐、开足国家课程,在落实国家课程过程中结合学科特点渗透海洋知识、培养海洋意识和海洋文化。

2. 拓展型课程,以海洋科学内容为主线,建立相应的“海洋知识超市”。目标是激发兴趣、开阔眼界,对大学相关课程有所了解,为实践型课程尤其是课题研究做准备。课程分为必修和选修课程,高一、高二各 40 课时。课程内容包括海洋物理、海洋化学、海洋生物、海洋地质、海洋权益、海洋矿产、海洋文化等。

3. 实践性课程,课程目标是激发兴趣,培养实践能力和创新精

神。每月一次海洋实践考察,每学期一项课题研究,每年一次海上科考和海洋游学。举办丰富多彩的海洋实践活动,开阔学生的眼界。

三、海洋生物学博士主持海洋生物实验室

为了打造高水平的海洋教育教师团队,在青岛市教育局的大力支持下,学校已经专门招聘了海洋科学方面的两名博士生。海洋生物学博士白晓歌曾经两次到南极进行科学考察。青岛 39 中为了搞好海洋实验教育,专门配备了海洋生物实验室,这个实验室的配备水平与海洋大学大一学生的实验室是一样的。学校正在筹备建设海洋地质实验室。在海洋生物实验室,我问白博士为什么喜欢到青岛 39 中工作?她说,自己喜欢在这里带领孩子们做海洋生物实验,自己在大学里工作可以做研究,在这里同样可以做研究。白老师的工作时间主要是每天下午 4 点至 6 点,还有周末、节假日。有些孩子做实验常常做到下午 6 点多。我问白老师今年刚刚入学的高一学生到这个实验室做过实验的有多少,她说,已有 70 多位学生。这个数字是令我吃惊的。要知道,青岛 39 中高一只有一五个班,不到 200 个学生,这其中,还有一个班是学艺术特长的。这说明,到这里做实验的不仅仅是海洋实验班的学生。白老师告诉我,高二的孩子已经从大肠杆菌中提取出了 DNA。

四、在实验研究中学习科学

开展海洋课题研究是 39 中海洋实践课程的一大亮点。研究型的学习方式深受学生的欢迎,首轮海洋课题共有 9 个,其研究内容涉及“海洋有孔虫”“斑马鱼胚胎发育”“虾类解剖”“从海洋贝壳中提取糖蛋白”“海洋生物生活习性”“海洋旅游文化”“海洋岛屿”等。

请看参与“斑马鱼早期胚胎发育形态学观察”研究的两位同学



的感想。

张鑫瑞同学：这两个多月来我们组积极进行了研究性学习的研究工作，我是本组的一名组员。我们经常一大早去海洋大学生物实验室进行斑马鱼的胚胎观察，一直要观察到下午。虽然说一个斑马鱼胚胎的发育很缓慢，要 15 分钟才能分裂一次，但是我们没有丝毫的厌倦，大家都耐心地观察，有时候我们还进行一点剥离细胞膜的训练，这个很锻炼人的耐心，我很喜欢。我还参加了海洋大学内部的一次讲座，感觉他们讲得高深无比，我才疏学浅，很难听懂多少，感觉我应该学的还很多。

尹震霄同学：我自幼就喜欢各种动物、植物，长大后我对生命的奥秘愈发感兴趣。感谢学校给我这个探究生命始源的机会，研究斑马鱼从鱼卵到胚胎的发育过程。我不是一个很有耐心的人，但是在观察斑马鱼鱼卵的时候，我却能耐住性子，我想这就是兴趣的力量吧。不得不说，生命是神奇的，即使是比人类简单得多的一条斑马鱼，也将生命的瑰丽展现得淋漓尽致。从鱼卵上一个小小的细胞开始分裂，每时每刻都有微小的变化。一变二、二变四、四再变八……直至最后变成一条鱼。研究性学习绝不仅仅是了解一些课外知识而已，在研究和学习的过程中我得到的是耐心、得到的是快乐、得到的是对生命更深的理解。

青岛 39 中海洋教育实验班给我们的启示：

1. 校内、外资源合作育人

学校总是生活在社区之中，总有学校可以利用的各种资源。按照我省《教育规划纲要》的要求，推进普通高中与高校合作育人，是我省普通高中教育改革的一个重要方向。现在，我省普通高等学校已有 140 多所，这些高校应该打开大门与普通高中通过开放实验室、联合开发课程、教授走进中学等方式，与普通高中合作育人。

不仅是高校的资源可以为我所用，一切有益的自然、人文、社

会资源都可以为学校所用。以高密的莫言文学馆为例,完全可以以此为载体为那些对文学有兴趣的学子开发出一系列课程……

2. 与世界科学教育潮流接轨

在做中学科学,在实验中学科学,这是世界科学教育的潮流。很遗憾,我国的科学教育由于受到应试教育的影响,科学实验长期受到忽视,致使我国的科学教育无法真正培养孩子的科学素养,给予孩子们只是一些死记硬背、生吞活剥的知识。这些知识当考试结束之后、当考上所谓的大学之后,也就全部还给了课本,还给了老师。

从青岛 39 中的实验中,我想到了当前许多学校的理化生实验室除了做少量的实验,大部分时间处于闲置状态的情况。我认为,到了改变目前做实验的师生不管实验室,管实验室的人又不懂实验这种状况的时候了。我想,我国中学的科学教育可以借鉴 39 中的经验,引进高学历的科学人才,除承担少部分授课任务外,主要负责实验室工作,专职担任学生研究性学习课程的指导老师。这对于充分发挥实验教学在中学科学教育中的基础作用,培养学生的科学兴趣,激活我国科学教育,具有重要的意义。

3. 高校创新人才培养的基础在高中

中国海洋大学前校长管华诗院士曾说:“中国海洋大学海洋专业的学生入学分数很高,但培养潜力不大,因为他们缺乏对海洋的兴趣,缺乏一定的海洋专业基础,更缺乏海洋专业发展的志向,对于毕业后是否从事海洋领域的工作,也很茫然。”不能不承认,国家创新人才培养的基础在普通高中。如果我们任由当下的应试教育将孩子们的兴趣、社会责任感、自主管理能力摧残殆尽,高等学校还培养什么创新人才呢!

39 中开展的海洋教育通过校本课程的开设,让学生通过科普讲座多了解相关专业,激发学生的兴趣;通过实践型课程培养学生的实践能力和创新精神,在学生的心中埋下了一颗科学的种子。



学生对动手实践更感兴趣,实践能让学生真正感受到学习的意义。有的学生说:“活着的意义就在于改变这个世界。”两年多的探索实践,使39中对如何促进学生的个性化发展有了新的理解:一是培养学生的兴趣,二是将兴趣爱好培养为一种能力;三是实现兴趣与专业发展的对接。只有将专业的选择建立在兴趣基础之上,才能充分挖掘学生的潜能和创造力。如此,将来孩子在选择上什么大学时还会盲目吗?如此,将来大学还会选不到适合自己办学特色的学生吗?如此,普通高中教育与大学教育的人才培养还会脱节吗?

我从39中的改革,看到了中国教育的希望!

国家督学 山东省教育厅副厅长 张志勇

2013年11月

前 言

一、海洋化学简介

海洋化学是研究海洋各部分的化学组成、物质分布、化学性质和化学过程,以及海洋化学资源在开发利用中的化学问题的科学。海洋化学是海洋科学的一个分支,和海洋生物学、海洋地质学、海洋物理学等有着密切的关系。海洋化学研究的范围,涉及一个庞大而复杂的领域——全球海洋。海洋化学的发展方向是对海洋界面化学过程的研究,是对与全球变化有关的海洋物质的化学变化过程的研究,这也是海洋化学研究的重点和前沿问题。

海洋化学研究范围扩大的另一个重要原因是,近几十年来,全球海洋环境被污染。海洋污染实际上是人类活动的副产物。由于世界人口和人均使用能量的不断增加,海洋中已检测出了许多以降解形式存在的物质。海洋的某些重要污染源,例如:向海洋中排放的泥和疏浚淤渣、河流排出物、船舶废弃物、溢出的油、港湾碎屑、工业废弃物等;还有由脱盐工厂排出的热能、氯代烃,如滴滴涕、艾氏剂——毒杀酚类物质(主要有艾氏剂、氯丹、狄氏剂、异狄氏剂、七氯和毒杀酚)等。

被排入大气的废物,多沿地球表面进行水平或垂直方向的传播,其污染物的数量随时间的增加而增加。要知道,这些污染物并不是长期停留在空气中的,它们最终要沉降到陆地上和海洋中。分散在陆地上的废弃物,并不像在空气中那么容易散开。地表径流或地下水,又把这些废弃物或其降解物输送到海洋之中。因此,全球大洋是那些不能在空气中或陆地上保留的各种污染物的最终



汇合处。正因为如此,人们惊呼:“海洋正在死去。”拯救海洋,人们只能依靠科学技术,而在这个过程中,经常使用而且最为直接的学科之一就是海洋化学。

二、海洋化学的研究内容

在广泛的实践中,海洋化学研究的内容主要有以下四个方面:

一是海水化学;

二是海洋沉积物化学;

三是活体海洋生物化学;

四是海洋界面物理化学及与界面物相互作用的化学。

因此,海洋化学相对于海洋学的其他分支学科来说,所描述的内容更多、范围更广泛一些。具体来讲,海洋化学主要是研究和测定海水的同位素、元素及分子能级。或者说,它是研究海洋中有机物和无机物的组成,这些物质的基本特性、来源、构造模式以及在海洋地质、生物、物理、气象等领域中的特殊作用。

三、海洋化学的研究历史

约在 1670 年,英国 R·玻意耳研究了海水的含盐量和海水密度变化的关系,这是海洋化学研究的开始。1819 年,A·M·马塞特发现全球大洋海水中主要成分的含量之间有着几乎恒定的比例关系。1884 年,W·迪特马尔发表了他对英国“挑战者”号调查船在 1873~1876 年间所采集的 77 个海水样品进行分析的结果,该结果进一步证实了全球大洋海水中各主要溶解成分的含量之间的恒比关系。

1900 年前后,丹麦 M·克努曾等学者建立了氯度、盐度和密度的测定方法。20 世纪 30 年代,芬兰布赫建立了海水中碳酸盐各存在形态的浓度计算方法。英国哈维系统地研究了海水中氨、磷、硅等元素的无机盐对浮游生物的营养作用,于 1955 年出版了他的《海水的化学与肥度》一书,它成为当时关于海洋生物生产力

的经典的著作。

1959~1962年,瑞典物理化学家西伦和美国地球化学家加勒尔斯等人先后运用物理化学原理,对海水中各类化学平衡进行了一些定量的研究,使海洋化学从定性描述阶段逐步过渡到定量理论研究阶段,初步建立了海洋物理化学的理论体系;同时,随着对一些元素的地球化学问题的深入研究,逐渐形成了海洋地球化学,它研究海洋中各种元素的化学过程,是海洋化学的一个重要分支。

根据1971~1980年“国际海洋调查十年规划”,科学工作者们进行了“海洋断面地球化学研究”等一系列课题的研究,弄清了大洋中许多物质的时空变化,提出了揭示大洋化学特征的全球模式,使海洋化学得到新的发展。当前进行的“海洋瞬时示踪剂”研究计划将更深入地探索海洋中的一些规律。

随着研究的深入和广泛,海洋化学从以海水中元素和物质的含量、组成、分布为主要内容的研究,进入到以研究元素存在形式和它的化学性质阶段,即海水化学模型研究阶段;从均相水体的研究,发展到非均相界面的研究。这已成为世界许多国家海洋化学研究的前沿。例如,国际海洋界普遍关注的海-气界面、海底-海水界面、悬浮体-海水界面、生物体-海水界面、河水-海水界面等为主要内容的研究。同时,人们从多维时空入手,注重对全球变化直接发生关系的海洋生物地球化学过程,以及全球海洋通量的研究。现代海洋化学的研究对象,已从原有的简单无机物发展到比较复杂的有机物、海洋大分子化合物、悬浮离子的沉积物以及海洋生物及其动植物尸体等。对研究对象来说,已从探讨研究海洋的简单化学过程发展到采用海洋学范围以外的一些高新技术手段来进行研究等。例如,中子活化分析、质谱仪、X射线荧光分析、原子吸收光谱测定法、放射化学分析法等技术都被用来确定海水的组成及理化分析。除此之外,各种各样的分析技术和方法也被广泛用于海水化学成分测定。



由于海洋是一个综合的自然体系,在海洋的任一个空间单元中,常可能同时发生物理变化、化学变化、生物变化和地质变化,这些变化往往交织在一起。因此,海洋化学要同海洋物理学、海洋生物学和海洋地质学相互渗透和相互配合,这才是全面研究海洋学问题的走向。

海洋资源化学主要研究从海洋水体、海洋生物体和海底沉积层中开发利用化学资源的化学问题。对海洋资源的开发,早期是从海水中提取无机物,包括制盐、卤水或海水的综合利用,比如提取芒硝、钾盐、溴、镁盐或其他含量较低的无机物;近代还研究海水淡化、海水中铀的提取、海洋生物天然产物的分离等。

此外,开发海洋的工程设施存在一些亟待解决的化学问题,诸如金属在海水中的腐蚀、防止生物对设备或船体的污着等也是海洋化学所研究的内容。

四、海洋化学校本课程开设的意义

开设海洋化学校本课程,是通过化学教育来提高受教育者的科学素养,从而达到素质全面提高的目的。大力开发化学校本课程,挖掘它的教育资源是化学教育改革的发展趋势,是科学文化发展的迫切需要。海洋化学校本课程也是国家课程的补充、延伸和完善。

开设海洋化学校本课程,能够大力发展同学们对化学的兴趣和爱好,拓宽同学们所学化学知识的范围,可以为同学们提供动手、动脑的机会,给同学们架设一条从知识到生活的沟通桥梁,也可以完善同学们的知识结构,培养同学们创新思维,发展同学们各方面的能力和培养同学们的科技和人文素养;当然,也为以后有意从事海洋化学研究的同学提早普及海洋化学的相关知识。

五、海洋化学校本课程的目标

①使同学们了解海洋中蕴涵着丰富的化学资源,激励他们认

真研究,并在研究过程中积累知识、拓展视野,形成务实的探索精神。

②通过提供信息资源,创设情境,进行课堂教学及课后活动,引导同学们认识化学与生活的关系、化学与科技的关系。

③引导同学们掌握探究问题的方法,学会素材收集整理,学会原理分析,提高处理信息的能力和解决问题的能力以及交流与合作能力。

④积极营造探究学习的氛围,培养同学们的学习兴趣。

⑤让同学们了解海洋化学,培养他们对海洋化学的兴趣。

目 录

第 1 课	海水元素知多少	1
第 2 课	海水晒盐	13
第 3 课	氯碱工业	26
第 4 课	侯氏制碱法	35
第 5 课	海水提镁	48
第 6 课	海水提溴与海带提碘	57
第 7 课	天然气水合物——可燃冰	66
第 8 课	来自大洋海底的矿藏——多金属结核	76
第 9 课	海水淡化	85
第 10 课	海洋生态	93
附	我国高校海洋化学专业概览	104
后	记	109

第 1 课 海水元素知多少

浩瀚的海洋是一个巨大的宝库,海水就是一种取用不尽的资源,它不仅能提供航运交通之利,而且经过淡化能大量供给工业使用。海水中丰富的元素资源,也是海洋的宝藏之一。由于与岩石、大气和生物的相互作用,海水中溶解和悬浮着大量的无机物和有机物。随着海洋化学的不断发展,人们对海洋的了解和认识逐渐加深,现在已经确定海水中含有 80 多种元素,可供提取利用的元素有 50 多种。这些元素在海水中的含量差别相当大。根据其含量的多少,人们把海水中的元素分为常量元素和微量元素。

地球表面海水的总储量为 1386 亿 平方千米,占地球总水量的 97%。海水中的化学资源非常丰富。其中,氯的蕴藏量为 3633400 万亿吨,钠为 1455300 万亿吨,钾为 550 万亿吨,溴为 92 万吨,重水为 200 万亿吨。另外,海水中还含有 60 多种微量元素,其中锂、碘、钼、锌、铀、铝、铜、银和金的蕴藏量分别为 2500 亿吨、820 亿吨、137 亿吨、70 亿吨、40 亿吨、27 亿吨、20 亿吨、5000 万吨和 500 万吨。海水中的元素大都以化合物状态存在,如氯化钠、氯化镁、硫酸钙等。其中,氯化钠约占海洋盐类总质量(约 5 万亿吨)的 80%。海水化学资源开发利用的历史悠久,主要包括海水制盐及卤水综合利用(回收镁化合物等),海水制镁和制溴,海水淡化以及从海水中提取铀、钾、碘等。

一、海水中的常量元素

H、O 加上 Cl、Na、K、Mg、Ca、S、C、F、B、Br、Sr 11 种元素,在每升海水中的质量均大于 1 mg,这些元素被称为海水中的常量元