

全国电力高等职业教育规划教材

QUANGUO DIANJI GAODENGZHIYEJIAOYU GUIHUAJIAOCAI

DIAN CHANG HUA XUE

电厂化学（第三版）



吴仁芳 杜祖坤 合编



中国电力出版社

<http://jc.cepp.com.cn>



全国电力高等职业教育规划教材

DIAN CHANG HUA XUE

电厂化学

(第三版)

吴仁芳 杜祖坤 合编
伦国瑞 主审



中国电力出版社

<http://jc.cepp.com.cn>

内 容 提 要

本书主要内容为水的混凝处理、离子交换软化及化学除盐。对水的蒸馏、电渗析和反渗透预脱盐、凝结水处理作了较详细的介绍。此外,对热力系统的腐蚀形式和防止方法、蒸汽污染和获得清洁蒸汽的方法、水质标准和取样方法、锅炉化学清洗、冷却水处理等方面的知识也作了介绍。另外,还介绍了变压器用油、汽轮机用油、电厂燃料和环境保护方面的一般知识。

本书主要供高职、高专等热动专业使用,也可作为从事电厂水处理专业人员的培训教材,并可为有关技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

电厂化学/吴仁芳,杜祖坤合编. —3版. —北京:中国电力出版社,2004.8

全国电力高等职业教育规划教材

ISBN 7-5083-2103-0

I. 电... II. ①吴... ②杜... III. 电厂化学—高等学校:技术学校—教材 IV. TM621.8

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 080182 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://jc.cepp.com.cn>)

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

*

1981 年 2 月第一版

2004 年 8 月第三版 2004 年 8 月北京第八次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 19.25 印张 441 千字

印数 69941—72940 册 定价 29.00 元

版 权 专 有 翻 印 必 究

(本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换)



序

高职高专教材建设是高职高专教育的重要组成部分,是一项极具重要意义的基础性工作,对高职高专教育培养目标的实现起着举足轻重的作用。

根据《国务院关于大力推进职业教育改革与发展的决定》(国发[2002]16号),要充分发挥行业、企业、社会中介组织和人民团体在发展职业教育中的作用;行业主管部门要对行业职业教育进行协调和业务指导,制定行业职业教育和培训规划,参与相关专业的课程教材建设;积极推进课程和教材改革,开发和编写反映新知识、新技术、新工艺和新方法,具有职业教育特色的课程和教材。

为贯彻落实《国务院关于大力推进职业教育改革与发展的决定》精神,进一步推动高等职业教育的发展,加强高职高专教材建设,根据教育部关于通过多层次的教材建设,逐步建立起多学科、多类型、多层次、多品种系列配套的教材体系的精神,中国电力教育协会组织制订了反映电力行业特点、体现高等职业教育特色的全国电力高等职业教育教材规划。同时,为适应电力体制改革和电力高等职业教育发展的需要,中国电力教育协会还组建了全国电力高等职业教育教材建设指导委员会,以便更好地推动全国电力高职高专教材的研究、规划与开发。

高职高专教材建设应紧紧围绕培养高等技术应用性专门人才开展工作。基础课程教材要体现以应用为目的,以必需、够用为度,以讲清概念、强化应用为教学重点;专业课程教材要加强针对性和实用性。同时,高职高专教材建设不仅要注重内容和体系的改革,还要注重方法和手段的改革,以满足科技发展和生产实际的需求。此外,高职高专教材建设还要推动高职高专教育人才培养模式改革,促进高职高专教育协调发展。希望通过我们的共同努力,陆续推出一批内容新、体系新、方法新、手段新,在内容质量上和出版质量上有突破的高水平高职高专教材,力争尽快形成一纲多本、优化配套,适用于不同地区、不同学校、特色鲜明的高职高专教育教材体系。

在全国电力高等职业教育教材规划的组织实施过程中,得到了教育部、劳动和社会保障部、国家电网公司、中国电力企业联合会、中国高等职业技术教育研究会、有关院校和广大教师的大力支持,在此一并表示衷心的感谢。

全国电力高等职业教育教材规划工作是一项长期性任务,今后将根据相关专业课程体系改革和教学需要不断补充完善。在教材的使用过程中,请大家随时提出宝贵的意见

和建议,以便今后修订或增补。(联系方式:100761 北京市宣武区白广路二条1号综合楼9层 中国电力教育协会教材建设办公室 010-63416222)

中国电力教育协会



前言

本书是在教材《电厂化学》第二版的基础上重新编写的。本教材主要讲述水质净化,热力设备的腐蚀、结垢、积盐及防止方法。此外,对电力用油、火力发电厂环境保护、燃料(电厂用煤)的基本知识也作了介绍。

在此次编写中,对电厂用水、汽、油等标准按最新国家标准、行业标准作了修订,并对原书中的内容作了增补,增加了近几年发展起来的新技术,并对现在广泛使用的超低压反渗透技术作了介绍,同时增补了燃料部分,使《电厂化学》的内容更趋于合理、完善。在本次修编中,力求内容简明易懂,理论联系实际。

全书采用法定计量单位,物质的量浓度单位为 mol/L (mmol/L 、 $\mu\text{mol/L}$),但都是指电化学摩尔质量,即其基本单元相当于具有一个电荷的粒子。因此,书中硬度、碱度等含义为

$$\text{硬度}(H) = [1/2\text{Ca}^{2+}] + [1/2\text{Mg}^{2+}]$$

$$\text{碱度} = \text{滴定中所用的}[\text{H}^+]$$

上式中的符号 $[\]$ 表示相应物质的量浓度。

本书的修编由山东省电力学校副教授吴仁芳和高级讲师杜祖坤合作完成。具体分工为:杜祖坤编写第三章、第四章、第五章和第九章,其余章节由吴仁芳编写。全书由山东省电力学校高级讲师伦国瑞担任主审,吴仁芳负责统稿。

由于时间紧,编者的水平有限,书中存在错漏和不妥之处在所难免,诚恳希望使用此书的广大师生和读者批评指正,谢谢!

编 者

2004年3月



目 录

序	
前言	
绪论	1
思考题	4
第一章 水质概述	5
第一节 天然水中的杂质	5
第二节 水质指标	7
第三节 天然水中几种主要化合物	10
第四节 天然水的特点及分类	12
思考题	13
第二章 炉外水处理	14
第一节 水的预处理	14
第二节 水的过滤	21
思考题	28
第三章 离子交换树脂	29
第一节 离子交换树脂的合成与分类	29
第二节 离子交换树脂的性能	32
第三节 离子交换动力学	38
第四节 离子交换树脂的储存及预处理	39
思考题	42
第四章 离子交换除盐	44
第一节 动态离子交换过程	44
第二节 水的阳离子交换	49
第三节 复床除盐	51
第四节 强弱型树脂联合应用的复床除盐	59
第五节 离子交换装置及运行操作	63

第六节 除碳器	79
第七节 混床除盐	81
第八节 离子交换除盐系统	86
第九节 提高离子交换除盐经济性的措施	92
第十节 离子交换树脂的变质、污染和复苏	96
第十一节 设备的防腐蚀	100
思考题	104
第五章 水的其他除盐方法	105
第一节 用蒸馏法制取淡水	105
第二节 蒸发装置	106
第三节 闪蒸	109
第四节 电渗析水处理技术	111
第五节 反渗透水处理技术	118
第六节 连续电除离子 (EDI) 技术	131
思考题	133
第六章 凝结水处理	134
第一节 凝结水的过滤	134
第二节 凝结水的除盐混床	137
第三节 凝结水除盐的新工艺	144
思考题	145
第七章 热力系统的金属腐蚀	146
第一节 概述	146
第二节 热力系统的金属腐蚀与防止	149
第三节 汽包锅炉水汽系统的腐蚀、结垢及其防止	157
第四节 热力设备的停用腐蚀与保护	162
第五节 水垢的形成及防止	166
第六节 汽包锅炉的锅炉水处理	169
第七节 盐类暂时消失现象	172
第八节 锅炉割管检查结垢、腐蚀状况的方法	173
第九节 锅炉的化学清洗	174
思考题	181
第八章 蒸汽污染及防止	183
第一节 蒸汽的污染	183
第二节 影响饱和蒸汽带水和溶解杂质的因素	184
第三节 蒸汽流程中的盐类沉积	188
第四节 获得清洁蒸汽的方法	192

第五节	水汽质量标准与取样方法	196
第六节	汽包锅炉的热化学试验	205
第七节	凝汽器漏水率的测定方法	208
思考题		209
第九章	冷却水处理	210
第一节	污泥的形成与防止	211
第二节	凝汽器铜管内结垢及防止	216
第三节	水质稳定性判断	221
第四节	凝汽器铜管的清洗	223
第五节	凝汽器铜管冷却水侧的腐蚀与防止	224
思考题		230
第十章	电力用油	232
第一节	电力用油	232
第二节	电力用油的理化性质及使用性能	237
第三节	电厂油务监督和维护	240
思考题		245
第十一章	火力发电厂环境保护	246
第一节	基本知识	246
第二节	环境保护标准	248
第三节	火力发电厂运行对环境的污染	251
思考题		257
第十二章	电力用煤	258
第一节	煤炭的基本知识	258
第二节	煤的工业分析	269
第三节	煤的元素分析	275
第四节	煤的发热量的测定	283
思考题		295
参考文献		296



结 论

【内容提要】主要介绍火力发电厂热力系统和火力发电厂水处理的重要性。

一、水在火力发电厂中的作用

在火力发电厂中,锅炉、汽轮机及其他附属设备组成热力系统。水进入锅炉吸收燃料燃烧放出的热能变成蒸汽,在汽轮机内蒸汽的热能转变成机械能,汽轮机带动发电机,将机械能转变成电能。因此,水是能量转换的重要工质。为了保证锅炉、汽轮机的正常运行,锅炉对所用水的质量要求比较严格,而且机组蒸汽的参数愈高,对水质的要求也愈严。目前我国制造的机组蒸汽参数和容量如表 0-1 所示。

表 0-1 热力发电厂机组容量和蒸汽参数

名 称	额定功率 (MW)	蒸 汽 参 数			
		锅 炉		汽 轮 机	
		汽 压 (MPa)	汽 温 (℃)	汽 压 (MPa)	汽 温 (℃)
中压机组	6, 12, 25	3.9	450	3.43	435
高压机组	50, 100	9.81	540	8.82	535
超高压机组	125	13.23	555	12.23	550
	200	13.73	540	12.74	535
亚临界压力机组	300	16.68	555	16.17	550
		18.27	541	16.66	537
	600	18.27	541	16.66	537

火力发电厂分为凝汽式电厂和供热式电厂两种,它们的水汽循环系统如图 0-1、图 0-2 所示。水汽循环系统在运行时,如下原因会造成水汽损失:

- (1) 锅炉的排污放水,安全门和过热蒸汽放汽门对空排汽,蒸汽吹灰和燃油的加热用汽。
- (2) 汽轮机轴封处连续向外排汽,抽气器和除氧器排气口会随空气排出一些蒸汽。
- (3) 各种水箱的溢流和热水蒸发。
- (4) 各管道系统法兰盘连接处不严密和阀门的泄漏。
- (5) 厂内生活用汽,化学分析采样的流失。
- (6) 供热电厂向附近工厂和住宅区供生产用汽和取暖用热水,由于热用户的用热方式不

同和供热系统的复杂性等原因，送出的蒸汽大部分不能回收，汽水损失很大。

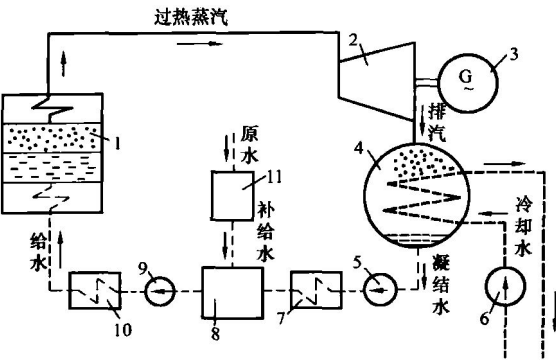


图 0-1 凝汽式电厂水汽循环系统

- 1—锅炉；2—汽轮机；3—发电机；4—凝汽器；
5—凝结水泵；6—循环水泵；7—低压加热器；
8—除氧器；9—给水泵；10—高压加热器；
11—水处理设备

电厂汽水损失的水。

按净化处理的方法不同，分为软化水、蒸馏水和除盐水。

(3) 凝结水。凝结水是指在汽轮机中作完功的蒸汽经冷凝而成的水。

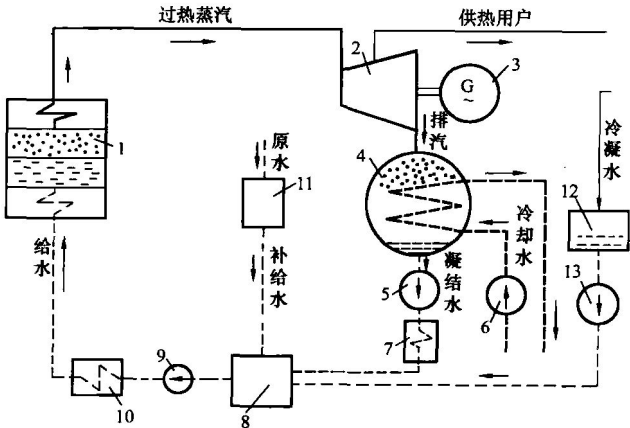


图 0-2 供热式电厂水汽循环系统

- 1—锅炉；2—汽轮机；3—发电机；4—凝汽器；5—凝结水泵；6—循环水泵；
7—低压加热器；8—除氧器；9—给水泵；10—高压加热器；11—水处理设备；
12—返回凝结水箱；13—返回水泵

(4) 疏水。疏水是指各种蒸汽管道和用汽设备中的蒸汽冷凝水。

(5) 给水。给水是指送进锅炉的水。它由凝结水、补给水和疏水组成，热电厂中还包括

返回水。

(6) 锅炉水。锅炉水是指在锅炉本体的蒸发系统中流动的水。

(7) 冷却水。冷却水是指用作冷却介质的水，在电厂中主要指通过凝汽器用来冷却汽轮机排汽的水。

(8) 返回水。返回水是指热电厂向热用户供热后，回收的蒸汽冷凝水。返回水又分为热网加热器冷凝水和生产返回冷凝水。

二、火力发电厂中水处理的重要性

热力系统中水的品质是影响热力设备安全、经济运行的重要因素之一，因未经净化处理的天然水含有许多杂质，这种水直接进入水汽循环系统会引起以下危害：

(1) 热力设备的结垢。进入锅炉或其他热交换器的水质不良，运行一段时间后，在与水接触的受热面上会生成一些固体附着物，这种现象称为结垢，受热面上固体附着物称为水垢。水垢的传热能力只有金属的几十分之一到几百分之一，水垢又极易在热负荷很高的锅炉炉管中产生，会对锅炉造成极大的危害。它使结垢部位金属管壁过热，金属强度下降，在管内压力作用下，会造成局部炉管变形、鼓包，甚至引起爆管的严重事故。如结有铁垢，还会引起垢下腐蚀。结垢不仅危害安全运行，还会造成燃料的损失及降低发电厂的经济性。当凝汽器铜管结有水垢时，会造成凝汽器的真空度下降，汽轮机的热效率和出力降低。

热力设备结有水垢必须进行清洗时，就要停止运行，减少了设备的年利用小时数，还会增加检修工作量和费用等。

(2) 热力设备的腐蚀。水质不良会引起热力设备金属的腐蚀。腐蚀会导致设备的使用寿命缩短。金属腐蚀产物转入水中，给水中杂质增多，加剧了高热负荷受热面上结垢过程，结成的垢又会加剧炉管的腐蚀，形成恶性循环，会迅速导致爆管事故。水中某些杂质和金属腐蚀产物还会被蒸汽带到过热器和汽轮机中沉积下来，将严重影响过热器和汽轮机的安全、经济运行。

(3) 过热器和汽轮机积盐。水质不良会导致蒸汽品质不良，蒸汽带出的杂质会在过热器和汽轮机内沉积，称为积盐。过热器管内积盐会引起金属管壁过热甚至爆管。汽轮机内积盐会降低汽轮机的效率和出力，特别是高参数、大容量机组，它的高压级的蒸汽通道截面积很小，少量的积盐也会大大增加蒸汽流通的阻力，使汽轮机的出力下降。当汽轮机积盐严重时，还会使推力轴承负荷增大，隔板弯曲，造成事故停机。

火力发电厂水处理工作就是为了保证热力系统各部分有良好的水汽品质，防止热力设备的结垢、腐蚀和积盐，所以在火力发电厂中，水处理工作对保证发电厂的安全、经济运行具有十分重要的意义。

热动专业学习本课程的目的是：增加学生的电厂化学专业知识，拓宽学生的知识面；能自觉、主动地配合电厂化学的工作；能更自觉、高质量地做好热力设备的安装、检修和运行工作。同时可以提高电厂管理人员的素质。

小 结

1. 电厂是能量转换单位。
2. 水质不良会引起热力系统结垢、腐蚀、积盐。
3. 学习电厂化学的目的是增加电厂化学专业知识等。

思 考 题

1. 电厂如何将燃料的化学能转换成电能？
2. 机组参数提高后对水质有什么要求？
3. 画出凝汽式电厂、供热式电厂的热力系统图，并说出各部分的名称。
4. 水质不良会引起什么现象？有什么危害？
5. 学习电厂化学的作用是什么？



第一章

水质概述

【内容提要】本章主要讲述天然水中杂质的种类和来源,技术指标的具体内容和天然水的特点及分类。

水是地球上分布最广泛的物质,几乎占地球表面积的 $3/4$, 构成了海洋、江河、湖泊。此外,在高山、地球南北两极还有积雪和冰,地层中存有大量的地下水,大气中也有相当数量的水蒸气,这些水、雪、冰、汽统称为天然水。

水在自然界通过蒸发、降水、地面和地下径流等过程,周而复始,形成水的自然循环。

水是一种很强的溶剂,能溶解大气中、地表面和地下岩层里的许多物质,使水含有杂质,同时有一些不溶于水的物质也混杂在水中。此外,水在流动过程中,还会继续溶解一些物质及混进一些不溶于水的杂质,所以不同区域的水中的杂质含量并不相同。

热力发电厂对水质的要求很严,所用的水必须经过净化处理,所用水的净化处理方法是依据热力设备对水质的要求和天然水中杂质含量决定的。因此,在研究水处理工艺时,首先需要了解水中含有杂质的概况。

第一节 天然水中的杂质

天然水中的杂质是多种多样的,有的呈固态,有的呈液态和气态,它们大多以分子态、离子态和胶体颗粒存在于水中。由于水处理方法与杂质的颗粒大小有关,在水处理工艺中将些杂质按颗粒大小分成三类:悬浮物、胶体和溶解物质。

一、悬浮物

悬浮物是指颗粒粒径约在 $0.1\mu\text{m}$ 以上,一般悬浮于水中的物质。这类杂质在水中很不稳定,分布也很不均匀,光照下致水浑浊。天然水中悬浮物分为可沉物和漂浮物。可沉物主要是泥沙之类的无机物,当水静止或流速缓慢时会下沉;漂浮物主要是动植物的微小碎片、纤维或死亡后的腐烂产物的有机物质,在水静止时会悬浮在水面。悬浮物在水中很不稳定,分布也很不均匀,是一种比较容易除去的物质。

二、胶体

胶体是指颗粒直径约在 $1\sim 100\text{nm}$ 之间的微粒,胶体是许多分子或离子的集合体,比表

面积很大,有明显的表面活性,表面上常带有某些离子而呈现出带电性,因此相互排斥,不易聚集,所以胶体在水中比较稳定,分布也比较均匀,难以用自然沉降的方法除去。天然水中的胶体一般都带负电性。

天然水中有无机胶体和有机胶体两种。无机胶体是铁、铝和硅的化合物;有机胶体是动植物腐烂和分解的产物,主要是腐殖质。腐殖质在湖泊中最多,常使水呈黄绿色或褐色。

天然水中的悬浮物和胶体对光有散射效应,是造成水体浑浊的主要原因,所以它们是各种用水处理首先清除的对象。悬浮物和胶体常用的处理方法是凝聚、澄清和过滤。

三、溶解物质

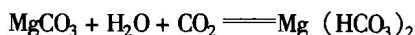
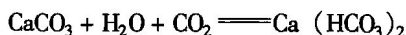
溶解物质是指直径小于1nm的颗粒,它们以离子、分子的状态存在于水中,成为均匀的分散体系,称为真溶液。这类物质可采用蒸馏、膜分离、离子交换的方法除去。

1. 呈离子状态的物质

天然水中的离子几乎都是无机盐类溶于水后电离形成的。水中主要离子有 SO_4^{2-} 、 HCO_3^- 、 Cl^- 、 Na^+ 、 K^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 等,几乎占水中溶解固体总量的95%以上。此外,有的水中还含有少量的 Fe^{2+} 、 CO_3^{2-} 、 HSiO_3^- 、 NO_2^- 、 NO_3^- 、 HPO_4^{2-} 、 H_2PO_4^- 、 PO_4^{3-} 等。天然水中硅的氧化物(SiO_2)主要来源于硅酸盐、铝硅酸盐的水解,硅酸是一种复杂的化合物,在水中呈离子态、分子态和胶态。硅化合物在锅炉的金属表面上或在汽轮机叶片上形成沉积物后,非常难以除去,所以是水处理重点处理对象。天然水被污染时,水中除含有上述主要离子外,根据污染源的不同,还含有污染水带来的离子和有机物等。

天然水中的 Na^+ 、 K^+ 是钠盐和钾盐直接溶于水所致。河水中 Na^+ 只有几毫克/升至几十毫克/升,咸水中含量可高达10000mg/L左右,天然水中 K^+ 的含量远远低于 Na^+ ,一般为 Na^+ 含量的4%~10%,在水质分析中,通常以 $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ 总量表示。水中都含有 Cl^- ,是水流经地层时溶解氯化物造成的,不同地区水中氯离子含量也不同,天然水流入海洋逐渐积累使海水中含有大量 Cl^- 。水中 SO_4^{2-} 是地层中石膏溶于水形成的。而天然水中主要阴离子重碳酸根(HCO_3^-)是含有 CO_2 的水与碳酸盐反应生成的。

水中的 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 主要是含有 CO_2 的水流经石灰石和白云石,并与它们发生反应,生成溶解度很大的重碳酸钙 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 和重碳酸镁 $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ 形成的,反应如下:



镁离子在天然水中的含量仅次于 Na^+ ,很少见到以 Mg^{2+} 为主要阳离子的天然水。在淡水中, Ca^{2+} 是主要阳离子, Mg^{2+} 的含量一般在1~40mg/L。当水中溶解固形物低于500mg/L时, Mg^{2+} 与 Ca^{2+} 的摩尔比为1/2~1/4。当水中溶解固形物高于1000mg/L时, Mg^{2+} 与 Ca^{2+} 的摩尔比为1/2或相等。当水中溶解固形物进一步增大时, Mg^{2+} 的含量可能高出 Ca^{2+} 许多倍。

2. 溶解气体

天然水中常见的溶解气体有氧、二氧化碳和氮,有时还有硫化氢(H_2S)、二氧化硫

(SO_2) 和氨 (NH_3) 等。

(1) 氧 (O_2)。天然水中的氧来源于大气中氧的溶解，水中水生植物的光合作用也产生一部分氧，但不是水中氧的主要来源。氧在水中的溶解度如图 1-1 所示。水中氧的含量在 0 ~ 14mg/L，地表水中氧的含量与水温、气压和水中有机物的含量有关。水中有机物会消耗水中氧气，使水质恶化。地下水中氧含量比地表水的小，且随深度增加而减少。

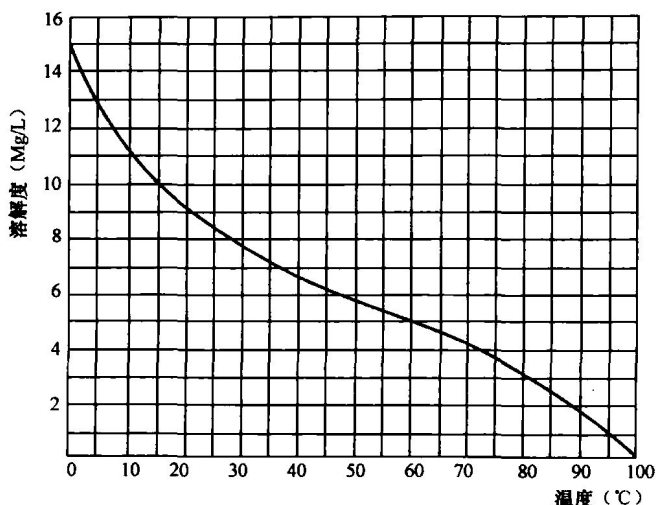


图 1-1 101.325kPa 大气中氧在水中的溶解度

对于火力发电厂，水中含有溶解氧会造成金属设备的腐蚀，对热力设备的安全运行是不利的，所以需将氧除去。

(2) 二氧化碳 (CO_2)。天然水中 CO_2 主要来源于水中或泥土中有机物的分解和氧化。大气中 CO_2 的分压按体积比只有 0.03% ~ 0.04%，在水中的溶解度为 0.5 ~ 1.0mg/L。

地表水中 CO_2 含量一般不超过 20 ~ 30mg/L；地下水中 CO_2 含量为 15 ~ 40mg/L，最大不超过 150mg/L；有些矿泉水高达数百毫克/升。

天然水中溶解的 CO_2 ，约 99% 呈分子状，称为游离二氧化碳，其中约有 1% 左右与水生成碳酸，这两部分的总量也称为游离碳酸。

对于火力发电厂， CO_2 在给水、凝结水和冷却水中，对金属设备有腐蚀作用，同时还会加剧溶解氧对金属的腐蚀，所以在锅炉用水和冷却水中含有二氧化碳具有较大的危害。

第二节 水质指标

天然水中含有许多杂质，水质就有好坏的问题。水质指标能够表示水中各种杂质的多少。不同的工业部门，水的用途不同，对水质的要求及采用的水质指标也不一样。锅炉用水根据自己的使用性质制定了水质指标，如表 1-1 所示。

表 1-1

水质指标

水质指标	符号	常用单位	水质指标	符号	常用单位	水质指标	符号	常用单位
悬浮物		mg/L	化学耗氧量	COD	mg/L	硝酸根	NO_3^-	mg/L
浊度		FTU	生物需氧量	BOD	mg/L	亚硝酸根	NO_2^-	mg/L
透明度		cm	含油量		mg/L	钙	Ca^{2+}	mg/L
含盐量		mg/L	稳定度			镁	Mg^{2+}	mg/L
溶解固形物	TDS	mg/L mmol/L($1/n^{\text{当量}}$)	二氧化碳	CO_2	mg/L	钾	K^+	mg/L
蒸发残渣		mg/L	溶解氧	O_2	mg/L	钠	Na^+	mg/L
灼烧残渣		mg/L	碳酸氢根	HCO_3^-	mg/L	氨		mg/L
电导率	κ	$\mu\text{S}/\text{cm}$	碳酸根	CO_3^{2-}	mg/L	铁	Fe^{3+} Fe^{2+}	mg/L
碱度	A	mmol/L ($1/2\text{Me}^{2+}$)	氯离子	Cl^-	mg/L	铝	Al^{3+}	mg/L
硬度	H	mmol/L ($1/2\text{Me}^{2+}$)	硫酸根	SO_4^{2-}	mg/L	pH		
碳酸盐硬度	H_T	mmol/L ($1/2\text{Me}^{2+}$)	二氧化硅	SiO_2	mg/L			
非碳酸盐硬度	H_F	mmol/L ($1/2\text{Me}^{2+}$)	磷酸根	PO_4^{3-}	mg/L			

水质指标有两种。一种表示水中的离子组成,含义非常明确。另一种指标不代表水中某一具体组成,只是表示某一类物质的总和。这种指标是由于技术上需要所拟定的称为技术指标,表 1-1 中自悬浮物至稳定度都是技术指标。也有的称替代参数或集体参数,它是根据水的某一种使用性能而制定的,如水的悬浮物和浑浊度表示造成水体浑浊的物质总量,并不表示某一具体组分。

下面介绍锅炉用水中的几种主要技术指标的含义。

一、悬浮物

悬浮物表示水中悬浮物质的含量,它易在管道、设备内沉积和影响其他水处理设备的正常运行,所以在任何水处理系统中是首先要清除的杂质。悬浮物可用重量分析法测定,即取 1L 水样经定量滤纸过滤后,将滤纸上截留物在 110°C 下烘干称重,以 mg/L 表示。由于这种分析方法比较麻烦,因此常用光电浊度仪测定水的浊度来表示水中悬浮物的含量。

二、溶解固形物

溶解固形物是指水中除溶解气体之外的各种溶解物质的总量,它可用重量分析法测定,但存在操作麻烦、费时的问题,所以目前都采用与其涵义相近似的指标进行测定。

1. 含盐量