

职业技能培训教程与鉴定试题集

ZHIYEJINENGPEIXUNJIAOCHENGYUJIANDINGSHITJI

水质检验工

SHUI ZHI JIAN YAN GONG

(教程)

中国石油天然气集团公司人事服务中心 编



石油工业出版社

PETROLEUM INDUSTRY PRESS

职业技能培训教程与鉴定试题集

水质检验工

(教程)

中国石油天然气集团公司人事服务中心 编

石油工业出版社

内 容 提 要

本书是由中国石油天然气集团公司人事服务中心统一组织编写的《职业技能培训教程与鉴定试题集》中的一本。本书包含水质检验工应掌握的基础知识、专业知识和相关知识,是水质检验工职业技能培训的必备用书。

图书在版编目(CIP)数据

水质检验工教程/中国石油天然气集团公司人事服务中心编.
北京:石油工业出版社,2007.7

(职业技能培训教程与鉴定试题集)

ISBN 978-7-5021-6102-6

I. 水…

II. 中…

III. ①石油加工厂-工业用水-水质监测-技术培训-习题

②天然气加工厂-工业用水-水质监测-技术培训-习题

IV. TE685.3-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 080599 号

出版发行:石油工业出版社

(北京安定门外安华里 2 区 1 号 100011)

网 址:www. petropub. cn

发行部:(010)64210392

经 销:全国新华书店

排 版:北京乘设伟业科技排版中心

印 刷:石油工业出版社印刷厂

2007 年 7 月第 1 版 2007 年 7 月第 1 次印刷

787×1092 毫米 开本:1/16 印张:16.75

字数:429 千字 印数:1—3000 册

定价:28.00 元

(如出现印装质量问题,我社发行部负责调换)

版权所有;翻印必究

《职业技能培训教程与鉴定试题集》

编审委员会

主 任：孙祖岭

副主任：刘志华 孙金瑜 徐新福

委 员：向守源 任一村 职丽枫 朱长根 郭向东

李钟磬 史殿华 马 富 关昱华 郭学柱

李爱民 刘文玉 熊术学 齐爱国 刘振勇

王家夫 刘瑞善 丁传峰 乔庆恩 申 泽

刘晓华 何坤琦 阿不都·热西提 郭 建

王阳福 郑兴华 赵忠文 刘孝祖 时万兴

王 成 商桂秋 赵 华 杨诗华 刘怀忠

杨静芬 纪安德 杨明亮 刘绍胜 姚 斌

何 明 范积田 胡友斌 多明轩 李 明

蔡新疆

前 言

为提高石油工人队伍素质,满足职工培训、鉴定的需要,中国石油天然气集团公司人事服务中心组织编写了第一批 44 个石油天然气特有工种的培训教程与鉴定试题集后,又组织编写了第二、第三批 106 个工种的职业技能鉴定试题集,并分别由石油工业出版社和石油大学出版社出版。根据企业组织工人进行培训和职工学习技术的需要,在第二、三批题库的基础上,又组织编写了第二批 32 个工种的职业技能培训教程。

本批教程只编写基础知识、专业知识和相关知识,内容、范围与题库基本一致,不分级别,与已出版的第二、三批试题集配套使用,便于组织工人进行鉴定前的培训。由于在公开印刷发行的试题集中,只选取了题库中的部分试题,因此本批教程对于工人学习技术、提高技能将起到应有的作用。

《水质检验工》由中国石油大港职业技能鉴定中心组织编写,主编为刘铁云、李杰、邹红丽。参加编写的人员有王成霞、张涛。参加审定的人员有吉化集团公司关莉、李丽、代文凤,兰州石油化工公司陈华丽。在此表示衷心感谢!

由于编者水平有限,书中难免有疏漏和错误,恳请广大读者提出宝贵意见。

编者

2006 年 3 月

目 录

第一章 绪论	(1)
第一节 水质检验的目的和内容	(1)
第二节 水质指标和常用水质标准	(3)
第三节 检验程序	(18)
第二章 数据处理及质量控制	(22)
第一节 误差	(22)
第二节 分析结果的数据处理	(23)
第三节 分析测试中的质量保证	(23)
第三章 化学物质概述	(31)
第一节 物质的构成	(31)
第二节 物质的计量	(33)
第三节 物质的性质和变化	(34)
第四章 溶液及其相关理论	(36)
第一节 溶液	(36)
第二节 基准物质和标准溶液	(38)
第三节 电离理论	(39)
第四节 化学基本定律	(44)
第五节 化学反应速度和化学平衡	(44)
第五章 无机物的分类及其重要化合物	(46)
第一节 无机物的分类及其相互关系	(46)
第二节 非金属重要化合物	(48)
第三节 几种重要的金属及其化合物	(54)
第六章 常规项目的分析	(60)
第一节 常规项目的分析方法	(60)
第二节 非金属物质的分析方法	(62)
第三节 金属离子的分析方法	(75)
第四节 几种物质的原子吸收分析法	(80)
第五节 几种物质的色谱分析方法	(82)
第六节 生化分析	(83)

第七章 滴定分析	(95)
第一节 理论终点和滴定终点	(95)
第二节 滴定曲线	(95)
第三节 滴定反应和滴定方式	(96)
第八章 酸碱滴定法	(97)
第一节 酸碱质子理论	(97)
第二节 酸碱指示剂	(102)
第三节 酸碱滴定曲线和指示剂的选择	(105)
第四节 碳酸平衡	(114)
第九章 络合滴定法	(119)
第一节 络合滴定法概述	(119)
第二节 EDTA 的性质	(120)
第三节 pH 值对络合滴定的影响	(122)
第四节 金属指示剂	(127)
第五节 提高络合滴定选择性的方法	(130)
第六节 络合滴定的方式及应用	(131)
第七节 水的硬度	(134)
第十章 沉淀滴定法	(136)
第一节 影响沉淀完全的因素和沉淀的溶解	(136)
第二节 一些金属离子的基本性质	(141)
第三节 沉淀滴定法	(147)
第十一章 氧化还原滴定法	(150)
第一节 电极电位和应用	(150)
第二节 氧化还原反应速度	(152)
第三节 氧化还原滴定终点的确定	(154)
第四节 高锰酸钾法	(156)
第五节 重铬酸钾法	(158)
第六节 碘量法	(160)
第七节 溴酸钾法	(162)
第十二章 比色分析和分光光度法	(164)
第一节 比色分析概述	(164)
第二节 溶液中有色化合物的光学性质	(165)

第三节	显色反应及其影响因素	(168)
第四节	比色分析方法和仪器	(170)
第十三章	电位法及永停滴定法	(175)
第一节	电化学分析概述	(175)
第二节	电位法的基本原理	(176)
第三节	直接电位法	(180)
第四节	永停滴定法	(190)
第十四章	原子吸收分光光度法	(193)
第一节	原子吸收概述	(193)
第二节	基本原理	(194)
第三节	原子吸收分光光度计	(198)
第四节	测定技术	(202)
第五节	应用与示例	(206)
第十五章	色谱分析法概论	(207)
第一节	概述	(207)
第二节	色谱法的基本原理	(208)
第三节	色谱法的发展趋势	(212)
第十六章	气相色谱法	(214)
第一节	气相色谱法概述	(214)
第二节	基本理论	(215)
第三节	色谱柱	(219)
第四节	检测器	(224)
第五节	分离条件的选择	(228)
第六节	定性与定量分析方法	(231)
第十七章	高效液相色谱法	(236)
第一节	高效液相色谱法概述	(236)
第二节	高效液相色谱法的分类与基本原理	(237)
第三节	各类高效液相色谱法	(238)
第四节	固定相	(242)
第五节	流动相(溶剂系统)	(246)
第六节	高效液相色谱仪	(247)
第七节	定性与定量分析方法	(252)

第十八章 水质净化及水资源保护 (254)

第一节 净水工艺简介 (254)

第二节 水源防护及其意义 (256)

第三节 影响管网水质变化的因素及改善措施 (257)

参考文献 (260)

第一章 绪 论

第一节 水质检验的目的和内容

一、水质检验的目的

水资源是国家的宝贵财富,水是人们日常生活中、各种工业生产中以及农作物生长过程中不可缺少的一种物质。保护水资源、提供足够的水量和合格的水质,对正常生产、保证产品质量和人民健康具有非常重要的意义。

对饮用水来说,若水中含有有害细菌,如伤寒、霍乱、痢疾等病菌时,便会传播各种传染病。当水中存在大量浮游生物(如原生动物、藻类等),会影响水的物理性质,并产生臭味和水色。若水中含有某些矿盐杂质,也会引起各种病症。如饮用水中含氟过多,会使牙齿产生斑纹,而引起“斑齿病”,严重者可使牙齿完全溃坏。至于日常生活排出的污水,也会传播疾病。因此,研究水的处理和测定水质是否符合饮用水的标准是保证人民健康和国家建设的重要课题。

对工业用水来说,必须了解水体的物理性质和化学成分,因为各种工业用水不仅需要足够的水量,而且因工业生产用途不同对水质也有不同的要求。例如锅炉用水不能含有大量钙、镁的硫酸盐,否则锅炉里面将产生水垢,不但会耗费过多的燃料,而且也有可能引起锅炉爆炸;再如,冶金工厂中的冷却设备,对给水中悬浮物的含量有很严格的规定。

随着社会的发展,市政污水及工业废水的处理显得更加重要。不同的工业生产产生不同种类的废水,其成分十分复杂,甚至含有对人体健康、农作物的生长或江河湖海中鱼虾贝类的生存有害的物质。但有的废水,可能含有大量具有经济价值的成分,若从其中回收,可为国家创造财富,若想除去水中有害物质或化废为宝,首先要对这些废水的水质情况进行研究,否则无法制定出合理的处理方案。

农业是国民经济的基础,水又是农业的命脉。但不是所有的水都能用来灌溉。如含盐量高的水不利于农作物的生长,工业废水中某些有毒物质不仅影响农作物的生长,若被农作物的根部吸收后在果实中富集若干倍,人吃后会造成慢性中毒。所以,对于灌溉用水,尤其是当工业废水用于农业时,也必须进行水质分析。

以上这些工作的前提是作好水质检验工作。2005年9月,国务院办公厅发出要求各地区、各部门加强饮用水安全保障工作的通知。各地区要加强对饮用水水源、水厂供水和用水点的水质监测,对取水、制水、供水实施全过程管理,及时掌握城乡饮用水水源环境、供水水质状况,并定期检查。对检查不合格的供水单位,要严格按照有关规定进行查处,并督促限期整改。各供水单位要建立以水质为核心的质量管理体系,建立严格的取样、检测和化验制度,按国家有关标准和操作规程检测供水水质,并完善检测数据的统计分析和报表制度。国务院有关部门要尽快制定既符合我国国情,又与国际先进水平接轨的饮用水水质国家标准,积极开展相关检测方法和标准的制(修)定工作。

二、水质检验的任务

分析化学是研究物质化学组成的一门重要学科,包括定性分析和定量分析两部分。定性分析是确定物质由哪些元素、离子、原子团和有机官能团等组成。定量分析是测定物质中有关各组分的含量。在进行分析工作时,首先必须了解物质的成分,然后根据对欲测组分含量的要求选择适当的定量分析方法。

三、分析方法的分类

(一)无机分析和有机分析

此种分类是根据测定对象的不同而分的。

无机分析的对象是无机物。它们大多数是电解质,因此一般都是测定其离子或原子团来表示各组分的含量。

有机分析的对象是有机物。它们大都是非电解质,因此一般是分析其元素或官能团来确定有机物的组成和含量。但也经常通过测定物质的某些物理常数如沸点、冰点及沸程等来确定其组成及含量。

(二)常量、半微量及微量分析

化学分析方法根据试样用量不同,分为常量分析、半微量分析、微量分析和超微量分析。通常应用常量分析和半微量分析法。

这种分类方法不是绝对的,一般定性分析采用半微量分析法。在化学分析中,采用常量分析法。

(三)化学分析和仪器分析

根据测定原理不同,分析方法又可分为化学分析法和仪器分析法。

1. 化学分析法

化学分析法是以物质的化学反应为基础的分析方法。由于反应类型、操作方法不同,化学分析法又分为重量分析法和滴定分析法。

1)重量分析法

根据化学反应生成物的质量求出被测组分含量的方法。

重量分析法通常是用适当的方法将被测组分与试液中的其他组分分离,然后转化为一定的形式,用称重的方法测定该组分的含量。根据分离方法的不同,重量分析法又分为沉淀法和气化法。

2)滴定分析法

滴定分析法是用一种已知准确浓度的试剂溶液(标准溶液),滴加到被测物质的溶液中(或将被测物的溶液滴加到标准溶液中),直到所加的试剂与被测物质按化学计量关系定量反应完全为止,然后根据试剂溶液的浓度和用量,计算被测物质的含量。

重量分析法和滴定分析法通常用于高含量和中含量组分的测定。重量分析法准确度高,但操作烦琐,消耗时间较长,在常规分析中较少采用。滴定分析法操作简便、快速、所用仪器设备又很简单,测定结果的准确度也较高,因此在水质分析中得到广泛应用。

2. 仪器分析法

仪器分析法是以物质的物理和物理化学性质为基础,并借用特殊仪器设备的分析方法。它包括光学分析法、电化学分析法、色谱分析法和质谱分析法等。

1) 光学分析法

这是根据物质的光学性质建立的分析方法。主要有分光光度法,在可见光区称比色法,在紫外和红外光区分别称为紫外和红外分光光度法。此外,还有原子吸收法、发射光谱法及荧光分析法等。

2) 电化学分析法

这是根据物质的电化学性质所建立的分析方法,如电导分析法、电流滴定法、库仑分析法、电位分析法、伏安法和极谱法等。

3) 色谱分析法

这是一种重要的分离富集方法,主要有气相色谱法、液相色谱法,以及离子色谱法。

4) 其他分析法

其他分析法包括质谱法、核磁共振和 X 射线等。

仪器分析的优点是操作简单、快速,灵敏度高,有一定的准确度,适用于生产过程中的控制分析及微量组分的测定。缺点是仪器价格较高,平时的维修要求较高,越是复杂、精密的仪器,维护要求就越高。此外,在进行仪器分析时,分析的预处理及分析的结果必须与标准物质作比较,而所用的标准物质往往需用化学分析方法进行测定。因此,化学分析方法与仪器分析方法是互为补充的。

以上方法都有其特点,也有其局限性,通常要根据被测物的性质、含量、试样的成分和对分析结果准确度的要求,选用最合适的分析方法。

四、滴定分析法对化学反应的要求和分类

(一) 滴定分析法对化学反应的要求

各类化学反应很多,但并不都能应用于滴定分析。适用于滴定分析的反应,必须符合下列条件:

(1) 反应必须定量进行,即反应按一定的反应方程式所示的计量关系进行。这是定量计算的基础。

(2) 有较快的反应速度。对于速度较慢的反应,有时可加热或加入催化剂来加速反应的进行。

(3) 必须有适当简便的方法确定滴定终点。

(二) 滴定分析法的分类

根据滴定时发生的化学反应,滴定分析法可分为以下四类:

(1) 酸碱滴定法;

(2) 络合滴定法;

(3) 氧化还原滴定法;

(4) 沉淀滴定法。

第二节 水质指标和常用水质标准

一、水质指标

水中杂质的具体衡量尺度称为水质指标。各种水质指标表示水中杂质的种类和数量,由此可以判断水质的优劣和是否满足要求。生活饮用水水质指标可分为感官性状和一般化学指标、毒理学指标、细菌学指标和放射性指标四类。

(一) 感官性状和一般化学指标

1. 色度

天然水中的色度分假色和真色,由水中悬浮物所造成的颜色,称为假色;由溶解状态的物质所产生的颜色,称为真色。色度通常是由带色有机物(腐殖质)、金属和工业废水污染造成的。因此色度也是衡量水质污染程度的重要指标之一。饮用水的色度如大于 15 度时多数人即可察觉,大于 30 度时人感到厌恶。GB 5749—1985《生活饮用水卫生标准》中规定饮用水的色度不应超过 15 度。

2. 浑浊度

浑浊度是反映天然水和饮用水物理性状的指标,天然水的浑浊度是由水中含有的泥沙、粘土、有机物、微生物等微粒悬浮物质所致。浑浊度为水样光学性质的一种表达语,用以表示水的清澈和浑浊的程度,是衡量水质良好程度的最重要指标之一。也是考核水处理设备净化效率和评价水处理技术状态的重要依据。

水的浑浊度对消毒杀菌效率产生直接的影响,浑浊度与水中的有机物含量也存在着密切的关系,浑浊度的降低意味着水体中的有机物、细菌、病毒等微生物含量相对减少,这不仅可以提高消毒杀菌效果,而且有利于降低卤化有机物的生成量,所以说浑浊度是评价自来水总体质量好坏的一项至关重要指标。GB 5749—1985《生活饮用水卫生标准》中规定饮用水浑浊度不超过 3.0NTU,特殊情况不超过 5.0NTU。

3. 臭和味

水臭的产生主要是水中存在有机物,这可能是生物活性增加的表现或工业污染所致。公共供水正常臭味的改变可能是原水水质改变或水处理不充分的信号。

饮用水应无令人不快或令人嫌恶的臭和味。故规定饮用水不得有异臭或异味,是指绝大多数人在饮用时不应感到水有异臭或异味。

4. 肉眼可见物

饮用水不应含有沉淀物、肉眼可见的水生生物及令人嫌恶的物质,归纳为不得含有肉眼可见物。

5. pH 值

水的 pH 值在 6.5 ~ 8.5 的范围内并不影响人的生活饮用和健康。水在净化处理过程中,由于投加混凝剂可使水的 pH 值下降或升高,过低可腐蚀管道,影响水质;过高又可析出溶解性盐类并降低氯消毒的效果。根据我国实际情况,GB 5749—1985《生活饮用水卫生标准》中规定饮用水的 pH 值为 6.5 ~ 8.5,如供水的 pH 值达不到标准要求时,应进行调整。

6. 总硬度

水的硬度原指沉淀肥皂的程度。使肥皂沉淀的主要原因是水中的钙、镁离子,水中除碱金属离子以外的金属离子均能构成水的硬度,像铁、铅、锰、镉及锌也有沉淀肥皂的作用。

人体对水的硬度有一定的适应性。改用不同硬度的水(特别是高硬度的水)可引起胃肠功能的暂时性紊乱,但一般在短期内即能适应。水的硬度过高可在配水系统中以及用水器皿上形成水垢,在洗涤时消耗过量的肥皂。

GB 5749—1985《生活饮用水卫生标准》规定生活饮用水硬度不超过 450mg/L(以 CaCO_3 计)。至于高硬度地区的水是否采取必要的处理措施,可根据当地居民的习惯和要求由供水单位与卫生防疫站、环境卫生监测站协商决定。

7. 铁(Fe)

铁在天然水中普遍存在,是人类必需营养元素,然而,饮用水并不是铁的主要来源。人体代谢每天需要1~2mg的铁,由于机体对铁的吸收率低,人每天需从食物中摄取60~110mg的铁才能满足需要。水中含铁量在0.3~0.5mg/L时无任何异味,达1mg/L时便有明显的金属味,在0.5mg/L时色度可大于30度。

为了防止衣服、器皿的染色和形成令人反感的沉淀或异味,GB 5749—1985《生活饮用水卫生标准》规定饮用水中铁含量不应超过0.3mg/L。

8. 锰(Mn)

水中锰可来自自然环境或工业废水污染。锰在水中比铁难氧化,在净水处理过程中比铁难以去除。水中含有微量锰时,呈现黄褐色。锰的氧化物能在水管内壁上逐步沉积,在水压波动时可造成“黑水”现象,一些地区曾发生过这种情况。

锰和铁对水感官性状的影响类似,二者常共存于天然水中。当水中锰浓度超过0.15mg/L时,能使衣服和固定设备染色,在较高浓度时使水产生不良味道,锰的毒性较小。

为了防止对衣服、食具及白瓷器等产生色斑和满足水质感官性状方面的要求,GB 5749—1985《生活饮用水卫生标准》规定饮用水中锰含量不应超过0.1mg/L。

9. 铜(Cu)

天然水中铜的含量甚少。但水体流经铜矿床或被含铜废水污染,或使用铜盐抑制水体藻类繁殖时,水中的铜含量增加。铜是人体必需的元素,在新陈代谢中参与细胞的生长、繁殖和某些酶系统的活化过程。成年人每天需铜约2mg,学龄前儿童约1mg,婴幼儿缺乏铜可发生营养性贫血。

铜的毒性小,但过多则对人体有害,长期摄入可引起肝硬化。

根据现有资料,水中含铜量达1.5mg/L时即有明显的金属味,含铜量超过1.0mg/L时可使衣服及白瓷器染成绿色。按感官性状的要求,GB 5749—1985《生活饮用水卫生标准》规定饮用水中铜含量不应超过1.0mg/L。

10. 锌(Zn)

天然水中锌的含量很少。主要来源于工矿废水和镀锌金属管道。锌是人体必需的元素,是酶的组成部分,参与新陈代谢。锌的毒性很低,但摄入过多则能刺激胃肠道和产生恶心,口服1g的硫酸锌可引起严重中毒。

水中含锌10mg/L时呈现浑浊,5mg/L有金属涩味。我国各地水中含锌量一般都很低。根据感官性状要求,GB 5749—1985《生活饮用水卫生标准》规定饮用水中锌含量不应超过1.0mg/L。

11. 挥发酚类(以苯酚计)

天然水中酚含量极微,水中含酚主要是来自工业废水的污染,特别炼焦、煤气制造、石油等工业废水。挥发酚类是指除了对硝基酚外,沸点在230℃以下可随水蒸气一起挥发的一元酚(苯酚、甲酚、二甲酚、氯酚、硝基酚等),其中苯酚为主要成分。

酚类化合物毒性低,酚具有恶臭,对饮水进行加氯消毒时,能形成臭味更强烈的氯酚,往往引起饮用者的反感。

根据感官性状的要求,GB 5749—1985《生活饮用水卫生标准》规定饮用水中挥发酚类含量不应超过0.002mg/L。

12. 阴离子合成洗涤剂(ABS)

目前国产合成洗涤剂以阴离子型的烷基苯磺酸盐为主,其化学性质一般较稳定,不易降解和消除。毒性实验表明,阴离子合成洗涤剂的毒性极低,一般不表现毒作用。人体摄入少量未见有害影响。但是,当水中浓度超过 0.5mg/L 时,能使水起泡沫和具有异味。

根据味觉及形成泡沫的阈浓度,GB 5749—1985《生活饮用水卫生标准》规定饮用水中阴离子合成洗涤剂含量不应超过 0.3mg/L。

13. 硫酸盐(SO_4^{2-})

硫酸盐在自然界中广泛存在,一般地下水和地面水中均含有硫酸盐。水中硫酸盐浓度过高,易使锅炉和热水器具内结垢。饮用时有不良味道和轻泻反应,特别是初次和偶然饮用,易出现轻泻情况,但经短时间后可逐步适应。一般而言,当水中硫酸盐浓度大于 750mg/L 时有轻泻作用;而低于 600mg/L,则无此反应。对多数饮用者而言,当饮水中硫酸盐浓度为 300 ~ 400mg/L 时,开始察觉水有味,200 ~ 300mg/L 无明显味作用。

基于硫酸盐对水味的影响和具有轻泻作用,GB 5749—1985《生活饮用水卫生标准》规定饮用水中硫酸盐含量不应超过 250mg/L。

14. 氯化物(Cl^-)

饮用水和天然水中均含有氯化物,它以钾、钠、钙、镁盐的形式存在于水体中,水源流经含氯化物的地层或受生活污水、工业废水、海水、海风的污染均会使其氯化物含量增高。一般水源水中的氯化物含量都在一定的范围内波动,一旦水体中氯化物含量突然升高时,表示水体受到了污染。

饮用水中氯化物浓度过高,可使水产生令人嫌恶的咸味,并对配水系统有腐蚀作用。人摄入氯化物的主要来源是含食盐食品,每天平均摄入量为 6g(Cl^-)。

根据味觉考虑,GB 5749—1985《生活饮用水卫生标准》规定饮用水中氯化物含量不应超过 250mg/L。

15. 溶解性总固体

水经过滤后,在一定温度烘干所得到的不易挥发物质的总和,称之为溶解性总固体。其主要成分为溶解性盐类和以胶体形态存在于水中的有机物质。当其浓度高时可使水产生不良的味道,并能损坏配水管道和设备,它是评价水质矿化程度的重要依据。

基于对水味的影响,GB 5749—1985《生活饮用水卫生标准》规定饮用水中溶解性总固体不应超过 1000mg/L。

(二)毒理学指标

1. 氟化物(F^-)

氟化物广泛存在于自然界中。天然水中氟化物的含量一般为 0.2 ~ 0.5mg/L。一些流经含氟矿层的地下水可达 2.5mg/L 或更高。

氟是人体必需的元素之一,人体摄入氟量不足,易发生龋齿病,特别是对发育中的儿童影响甚大。而人体摄入过多的氟也会导致急性或慢性氟中毒,主要表现为牙斑釉和氟骨症。综合考虑,GB 5749—1985《生活饮用水卫生标准》规定饮用水中氟含量不得超过 1.0mg/L。各地的特殊问题可由当地的供水部门和卫生部门商定解决。

2. 氰化物(CN^-)

地面水中一般不含氰化物,水中的氰化物的主要来源是工业废水污染,在电镀、焦化、煤气制造等工业的废水中含有无机氰化物,在一些有机化工合成工业的废水中含有机氰化物。无

机氰化物中的简单氰化物(HCN, KCN 等)毒性很强,金属络合氰化物较简单氰化物的毒性小得多,但是在水温、pH 值、阳光照射等的影响下也能分解为简单氰化物。

氰化物在水中呈杏仁气味,其嗅觉阈浓度为 0.1mg/L,口服 0.06g 即可致死。氰化物进入人胃内解离成氰氢酸。它与细胞色素氧化酶结合,人体因缺氧而迅速死亡,鱼类对氰化物更敏感。

由于氰化物毒性很强,采用一定的安全系数,GB 5749—1985《生活饮用水卫生标准》规定饮用水中氰化物含量不得超过 0.05mg/L(以 CN^- 计)。

3. 砷(As)

天然水中含有微量的砷。水中含砷量高,除地质因素外,主要来自工业废水和农药的污染。砷的化合物有 3 价和 5 价,3 价砷(砒霜即是 As_2O_3)毒性大,有机砷的毒性大,砷的硫化物毒性较小。一些国家报道,长期用含砷过高的水将引起皮肤癌发病率增多。GB 5749—1985《生活饮用水卫生标准》规定饮用水中砷的含量不超过 0.05mg/L。

4. 硒(Se)

硒是人体所必需的微量元素之一,硒缺乏时人可患克山病、大骨节病,使人体的免疫力降低,癌症的患病率升高;过量的硒又能引起人体的硒中毒,患脱发、脱甲、偏瘫等病症。水中含硒除地质因素外,主要是来自于工业废水的污染。

根据硒的毒性,并考虑到从食物中可能摄入的硒量,GB 5749—1985《生活饮用水卫生标准》规定饮用水中硒的含量不得超过 0.01mg/L。

5. 汞(Hg)

汞为剧毒物,可致急、慢性中毒,汞及其化合物为原浆毒,脂溶性。主要作用于神经系统、心脏、肾脏和胃肠道,汞可在体内蓄积,长期摄入可引起慢性中毒。

无机汞中以氯化汞和硝酸汞的毒性较高,有机汞的毒性比无机汞大。

水中汞主要来自工业废水和废渣的污染。地面水中的无机汞,在一定条件下可转化为有机汞,并可通过食物链在水生生物(如鱼、贝类等)体内富集。人食用这些鱼、贝类后,可引起慢性中毒。

据报道,长期每天摄入约 0.25mg 甲基汞可导致神经损伤。但是,饮用水中的汞主要为难以吸收的无机汞形式,即使在重污染的水中,汞浓度一般也不超过 0.03mg/L。据国内的调查表明,饮用水中汞浓度几乎均低于 0.001mg/L。

基于汞的毒性,GB 5749—1985《生活饮用水卫生标准》规定饮用水中汞的含量不得超过 0.001mg/L。

6. 镉(Cd)

镉是有毒元素,是积累性毒物,使人生病的潜伏期可达 10~40 年,病程也长,食用被镉污染的食物可能造成慢性中毒。天然水中的镉主要是受采矿、冶炼、电镀及化学工业的含镉废水污染所致。根据动物的毒理学实验和我国天然水含镉实际情况,GB 5749—1985《生活饮用水卫生标准》规定饮用水镉含量不得超过 0.01mg/L。

7. 铬(Cr^{6+})

铬是人体必需的微量元素。6 价铬化合物比 3 价铬化合物的毒性大 100 倍,3 价铬和金属铬毒性最小,在氯化或曝气的水体中铬主要以 6 价铬形式存在。天然水中铬含量极少,主要是工业废水的污染使天然水中的铬含量增高。GB 5749—1985《生活饮用水卫生标准》规定饮用水中铬含量不得超过 0.05mg/L。

8. 铅(Pb)

铅并非肌体所必需的元素。常随饮水和食物进入人体,摄入量过高可引起积蓄性中毒,主要为贫血、神经机能失调和肾损伤。GB 5749—1985《生活饮用水卫生标准》规定饮用水中铅含量不得超过0.05mg/L。

9. 银(Ag)

天然水体中银浓度极微,除自然来源外,主要是工业废水污染造成的。银一旦被人体吸收,就能长期保存在组织中,产生银质沉淀,使人的皮肤、眼及粘膜呈蓝灰色的永久性着色。GB 5749—1985《生活饮用水卫生标准》规定饮用水中银的含量不得超过0.05mg/L。

10. 硝酸盐(以N计)

硝酸盐氮在饮用水中常被检出,含量过高时对人体健康有影响,婴儿长期饮用高浓度的硝酸盐水,可使其患变性血红蛋白症。所以对饮用水硝酸盐含量应加以限定。GB 5749—1985《生活饮用水卫生标准》规定其含量不得超过20mg/L。

11. 氯仿(CHCl_3)

氯仿又称三氯甲烷,有麻醉作用,对皮肤有刺激性,麻痹呼吸系统,损害肝肾,并对人身具有潜在的致癌危险性。受有机物污染的原水在净化处理时,加氯后便可产生三氯甲烷,因此,GB 5749—1985《生活饮用水卫生标准》规定饮用水中氯仿的含量不得超过60 $\mu\text{g/L}$ 。

饮用水中三氯甲烷的形成,很大程度是由于原水中有有机物质(腐殖质等)与氯相互作用的结果。降低饮用水中三氯甲烷含量的办法,一是在净化处理时,将加氯点后移,即先将受污染的原水通过混凝沉淀及活性炭吸附,去除水中大部分有机物,而后再加氯消毒。二是改变消毒剂的品种,用二氧化氯或臭氧对饮用水进行消毒。

12. 四氯化碳(CCl_4)

四氯化碳为透明油状液体,广泛用作工业溶剂,也是常用的灭火剂,与人慢性接触一般会使肠胃道不适,呕吐。神经系统会觉得头痛、倦睡。研究表明,四氯化碳具有多种毒理学效应,危险性中毒可发生肝癌。GB 5749—1985《生活饮用水卫生标准》规定饮用水中四氯化碳含量不得超过3 $\mu\text{g/L}$ 。

13. 苯并[α]芘

苯并[α]芘是一种在环境中广泛存在的多环芳烃,主要是煤、石油等燃料不完全燃烧时的产物。由于炼焦、石油工业和冶炼厂排放的废水废气对环境的污染,地面水和地下水均可检出,是一种致癌物。从测定结果来分析,人体摄入多环芳烃(特别是苯并[α]芘)主要是来自于食物和空气,饮用水不是人体摄入苯并[α]芘的主要来源,但因其致癌的危险性。GB 5749—1985《生活饮用水卫生标准》规定饮用水中苯并[α]芘的含量不得超过0.01 $\mu\text{g/L}$ 。

14. 滴滴涕

滴滴涕是一种持久性的有机氯杀虫剂,不溶于水,在水中稳定。人体摄入的滴滴涕大部分来源于动物性食品,在不同的国家人体血液中总滴滴涕的浓度一般在10~70 $\mu\text{g/L}$,在人乳中为10~100 $\mu\text{g/L}$ 。滴滴涕主要作用于中枢和外周神经及肝脏,由于滴滴涕有很强的蓄积性,GB 5749—1985《生活饮用水卫生标准》规定饮用水中滴滴涕的含量不得超过1 $\mu\text{g/L}$ 。

15. 六六六

六六六化学名称为1,2,3,4,5,6-六氯环己烷或六氯苯,是一种有机氯杀虫剂,有强烈的异臭,在水中稳定,有蓄积性,对人体健康有害,GB 5749—1985《生活饮用水卫生标准》规定饮用水中六六六含量不得超过5 $\mu\text{g/L}$ 。