

公路工程水质分析

试验操作指南



中交第一公路勘察设计研究院
张留俊 王福胜 秦志坚 编著

西北工业大学出版社

公路工程水质分析试验操作指南

中交第一公路勘察设计研究院

张留俊 王福胜 秦志坚 编著

西北工业大学出版社

【内容简介】 本书介绍了水质分析的基本方法和操作技能,包括了水质分析简分析和全分析的内容,是对1984年12月颁布的《公路工程水质分析操作规程》(JTJ056-84)的修改和补充,以适应我国高等级公路的迅猛发展。本书适合于公路勘察、设计及施工部门的水化学专业人员使用,也可作为不同行业水化学试验人员或大专院校相关专业师生的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

公路工程水质分析试验操作指南/张留俊等编著. —西安:西北工业大学出版社,2003.10

ISBN 7-5612-1687-4

I. 公… II. 张… III. 道路工程-水质分析-试验-操作-指南
IV. U412.23-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 063996 号

出版发行:西北工业大学出版社

通信地址:西安市友谊西路127号 邮编:710072

电 话:(029) 8493844, 8494375

网 址:www.nwpup.com

印 刷 者:西安东江印务有限公司

开 本:850 mm×1 168 mm 1/32

印 张:6.5

字 数:160千字

版 次:2003年10月第1版 2003年10月第1次印刷

印 数:1~2 500册

定 价:23.00元

前 言

水质分析是采用化学方法对自然水进行分析、鉴别与试验的一种工作。水质分析与公路工程有着密切的联系,特别是随着人类文明程度的提高,水质分析在公路工程领域显示着更加重要的作用。

《公路工程水质分析操作规程》(JTJ 056—84)(以下简称“公水规”)从1984年12月颁布以来,对国内的各类公路工程的水质分析工作起着重要的指导作用。但是在近20年里,化学工业在突飞猛进地发展,水分析的新仪器、新工艺、新方法不断出现,原有的“公水规”已经不能适应形势的发展要求。同时,从与国际标准接轨的角度看,原有的“公水规”内容比较陈旧,目前高等级公路建设的公路用水的范围已不仅是工程用水问题,而是扩大到工程用水、生活用水、环境保护等诸多方面,水质分析的内容也应有所扩大。

2002年交通部批准了我院(中交第一公路勘察设计研究院)对“公水规”进行修订的申请,但后来由于公路规程、规范体系的调整,“公水规”不再作为部颁规程。考虑到生产实际的需要,我们根据《公路工程地质勘察规范》(JTJ064—98)的技术要求项目,选编了这本《公路工程水质分析试验操作指南》。该操作指南涉及的试验项目包括了水质“简分析”(工程用水)和“全分析”(生活用水和环境保护)的内容。限于目前我国公路部门的实际条件,本规程尽可能优先地采用了质量法、容量法、目视比色法和分光光度计比色法几种水质分析的常用方法。

本书中叙述的有关操作试验在我院科研试验检测中心完成,陕西省水文地质队教授级高工郑逢炼给予了热情的技术指导;国土资源部西安地质矿产研究所研究员郑民奇、江苏省水文地质工程地质勘察院高级工程师戴德龙对本书稿进行了认真的审核,在此一并

致谢!

由于编者水平有限,书中不妥之处,恳请广大读者批评指正。

编 者

2003年6月于西安

目 录

1 总则	1
2 术语与符号	3
3 水样的采取、运送和保存	6
3.1 采样容器及洗涤	6
3.2 一般水样的采取	6
3.3 特殊水样的采取	7
3.4 水样的运送和保存	8
4 主要标准溶液的配制和标定	9
4.1 硫酸($M_r=98.07$)	9
4.2 盐酸($M_r=36.46$)	10
4.3 氢氧化钠($M_r=40.00$)	10
4.4 EDTA($M_r=372.24$)	11
4.5 硝酸银($M_r=169.87$)	12
4.6 硝酸汞($M_r=324.60$)	13
4.7 硫代硫酸钠($M_r=248.17$)	13
4.8 硫酸亚铁铵($M_r=392.13$)	14
5 水温、色、臭和味的测定	16
5.1 水温的测定	16
5.2 水色	17

5.3 水臭	18
6 浑浊度的测定	19
7 电导率的测定(电导仪法)	21
8 矿化度的测定	24
9 pH值的测定	26
9.1 玻璃电极法	26
9.2 比色法	28
10 溶解性固体总量的测定(质量法)	33
11 游离二氧化碳的测定(容量法)	36
12 侵蚀性二氧化碳的测定(容量法)	39
13 总碱度、碳酸根、重碳酸根和氢氧根的测定	41
13.1 总碱度的测定(容量法)	41
13.2 碳酸根、重碳酸根和氢氧根的测定	42
14 硫酸根的测定	45
14.1 EDTA容量法	45
14.2 比浊法	47
14.3 硫酸钡质量法	49
15 氟离子的测定	52
15.1 硝酸银容量法	52

15.2	硝酸汞容量法	54
16	总硬度、钙、镁的测定	56
16.1	总硬度的测定(EDTA 容量法)	56
16.2	钙的测定(EDTA 容量法)	59
16.3	镁的测定(EDTA 容量法)	61
17	钾、钠的测定	64
17.1	钾的测定	64
17.2	钠的测定(差减法)	67
17.3	火焰光度法测定钾和钠	67
17.4	原子吸收法测定钾和钠	69
18	铵的测定	71
18.1	纳氏比色法	71
18.2	甲醛法	73
19	铁的测定	75
19.1	二氮杂菲分光光度法	75
19.2	硫氰酸盐分光光度法	77
19.3	重铬酸钾容量法	79
20	锰的测定	82
20.1	过硫酸铵比色法	82
20.2	原子吸收法测定锰(以及铜、锌、铁、铬、铅、镉)	84
21	铜的测定	88
21.1	二乙基二硫代氨基甲酸钠分光光度法	88
21.2	双乙醛草酰二脲分光光度法	91

22	铝的测定(铬天青 S 比色法)	94
23	锌的测定(二硫腈分光光度法)	97
24	铬的测定(二苯碳酰二肼比色法)	101
25	汞的测定	104
25.1	二硫腈分光光度法	104
25.2	冷原子吸收法	107
26	砷的测定(Ag - DDC 分光光度法)	110
27	硒的测定(氨基联苯胺分光光度法)	113
28	铅的测定(二硫腈分光光度法)	116
29	镉的测定(二硫腈分光光度法)	120
30	化学需氧量的测定	124
31	硝酸盐的测定	128
31.1	麝香草酚分光光度法	128
31.2	二磺酸酚分光光度法	130
32	亚硝酸盐的测定(对氨基苯磺酸分光光度法)	134
33	磷酸盐的测定	137
33.1	磷钼黄比色法	137

33.2	磷钼蓝比色法	138
34	硫化物的测定	141
34.1	碘量法	141
34.2	对二乙氨基苯胺分光光度法	143
35	碘化物的测定	146
35.1	催化分光光度法	146
35.2	淀粉分光光度法	148
36	氰化物的测定	151
36.1	异烟酸-吡唑酮分光光度法	151
36.2	硝酸银容量法	154
37	氟化物的测定	157
37.1	离子选择电极法	157
37.2	茜素络合剂分光光度法	160
37.3	茜素磺酸锆分光光度法	162
38	水质分析的质量评估与方法	164
38.1	质量保证	164
38.2	质量评估	164
附录		168
附录 A	国际原子量表(见附表 A.1)	168
附录 B	常见化合物的式量(见附表 B.1)	170
附录 C	分析化学方法分类(见附表 C.1)	175
附录 D	拌和与养护水泥混凝土用水标准	176
附录 E	环境水对混凝土的腐蚀类型及腐蚀程度的	

判定标准(见附表 E. 1)	177
附录 F 环境水对公路混凝土工程的化学腐蚀性	177
附录 G 我国生活饮用水卫生标准(见附表 G. 1)	179
附录 H 实验室用水规格(GB 6682—86)	181
附录 I 试验表格	190
参考文献	196

1 总 则

(1) 为统一公路工程的水质分析方法,保证水分析质量,为桥隧与道路工程及其相关设施的勘察、设计、施工与养护提供必要的水质分析指标,特制定本方法。

(2) 本方法适用于公路工程及有关领域对工程用水、生活用水及环境水的水质分析。

(3) 进行水质分析时,除执行本方法以外,尚应符合国家现行的有关标准规定。

(4) 公路工程中水质分析的内容见表 1.1。

表 1.1 公路工程水质分析类型及测定项目

分析类型	分 析 项 目	适用范围
水质简分析	pH 值,总碱度,总硬度, K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- , CO_3^{2-} , OH^-	小桥涵、一般大中桥 可选代表性水样
水质全分析	色,臭,味,悬浮物,浑浊度,蒸发残渣,总硬度,总碱度,pH 值, K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Cl^- , SO_4^{2-} 及部分有害有毒金属离子如铁、锰、铜、锌、砷、硒、汞、铅等	隧道工程、生活服务区、盐渍土地地区公路以及受工业废水影响的构筑物
水质专项分析	根据地质工作和用水目的,需要检验全分析以外的其他项目,例如:气体成分、微量元素、有毒有害组分、有机质等	隧道工程、生活服务区

续 表

分析类型	分 析 项 目	适用范围
现场分析	碳酸和重碳酸盐型泉水中的游离二氧化碳、重碳酸根、pH 值、钙、镁、铁等,只有在现场测定,才能获得准确的结果	

(5) 检验方法中,溶液的浓度有以下表示方式:

① 摩尔浓度(mol/L),以每升溶液中含有溶质的摩尔数表示。

② 质量溶液百分比浓度($\%$, m/V),系指 100 mL 溶液中含有溶质的克数。例如 1% 氢氧化钠溶液,是指 100 mL 水溶液中含有 1 g NaOH。

③ 体积比浓度(1+1, V/V),系指液体溶质与溶剂的比例。例如(1+1)硝酸溶液,是 1 个体积浓硝酸与 1 个体积蒸馏水混合配置的溶液。

(6) 分析结果的表示:

毫克/升(mg/L),以每升水中所含被测组分(离子)的毫克数表示。

微克/升($\mu\text{g/L}$),以每升水中所含被测组分(离子)的微克数表示。

以碳酸钙计的测定项目(CaCO_3 , mg/L),硬度、酸度、碱度均以每升水中所含相当于碳酸钙的毫克数表示。

2 术语与符号

2.0.1 溶液

溶液是由溶剂和溶质组成。对固体而言,被溶解的固体物质为溶质,溶解溶质的液体称为溶剂;对液体而言,少量液体物质溶于大量液体中,少量液体为溶质,大量液体为溶剂。

2.0.2 试剂的浓度

(1) 标准滴定溶液、基准溶液均以物质的量浓度(即摩尔浓度(M),单位为摩尔每升(mol/L))表示。

(2) 标准溶液以物质的质量浓度(单位为毫克每升(mg/L)或其倍数)表示。

一般情况下,“ $\%$ ”符号是指质量百分数(m/m)或体积百分数(V/V)。

2.0.3 溶解度

溶解度是指在一定温度下,物质溶于一定量溶剂中达到饱和时,所溶解溶质的量。

溶液的溶解度多数是随着温度升高而增加,如果溶质是气体溶于液体溶剂中,则随温度升高而减小,随压力增加而增大。

2.0.4 电离度

酸、碱、盐溶于水中都能电离成带正、负电荷的离子,因此,它们都是电解质。不同电解质在水中电离成离子的程度不同,用 $\%$ 来表示的溶液中已电离成离子的分子数与该电解质分子总数之比称为电

离度。

2.0.5 空白试验

除另有规定以外,均指用蒸馏水代替水样,并与水样在同样条件下进行试验。

2.0.6 工业废水

工业废水是指工业生产中排放出来的废水,其成分复杂,变化大,主要决定于工业生产性质、所用原料、工艺流程等。工业废水可能呈酸性,也可能呈碱性,有毒、有害、有臭,颜色复杂。废水随工业性质不同而异,有的以无机物质为主,有的以有机物质为主。废水中常含有抑制生物活动的毒物,可以用生化需氧量来评价其污染程度。

环境保护法规定,对于污染环境的废水,要实行综合利用、化害为利,需要排放的,必须遵守国家规定的排放标准。

2.0.7 定容

用一定体积容量瓶配制溶液,用溶剂稀释至标线。

2.0.8 酸度

水的酸度是指水中所含能与强碱发生中和作用的物质总量。组成水中酸度的物质可以归纳为三类: HCl , HNO_3 , H_2SO_4 等强酸; CO_2 及 H_2CO_3 , H_2S 以及各种有机酸类弱酸; FeCl_3 , $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 等强酸弱碱盐。

2.0.9 碱度

水的碱度是指水中所含能与强酸发生中和作用的全部物质。组成水中碱度的物质也可归纳为三类:强碱,如 NaOH , $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 等,在溶液中全部电离成 OH^- 离子;弱碱,如 NH_3 , $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$ 等,在水中有一部分发生反应生成 OH^- 离子;弱碱弱酸盐,如各种碳酸盐、重

碳酸盐、硅酸盐、磷酸盐、硫化物、腐殖酸盐等，它们在水解时生成 OH^- 离子或者直接接受质子 H^+ 。

2.0.10 矿化度

矿化度是水中所含无机矿物成分的总量，即水中所含阴阳离子质量之和。矿化度可用阳离子交换法进行测定，也可用计算法确定，以 mol/L 为单位。

2.0.11 电导率

水的电导率是水传导电流的能力。

电导率与水中所含无机酸、碱盐的量有一定关系。当它们的浓度较低时，电导率随浓度的增大而增加。因此，电导率常用于推测水中离子的总浓度或含盐量。由于水的电导率随着温度升高而增加，水温每升高 1°C ，电导率增加 25°C 时的 2% 左右，为使结果便于比较，通常以 25°C 的测定值为准。电导率的单位为 $\mu\text{S/cm}$ 或 S/cm 。

2.0.12 缓冲溶液

根据同离子效应，能保持溶液 pH 值在一定范围内不因稀释或加入少量酸或碱而产生显著变化的溶液称为缓冲溶液。组成缓冲溶液的物质称为缓冲剂。

3 水样的采取、运送和保存

3.1 采样容器及洗涤

3.1.1 采样容器

磨口硬质玻璃瓶和高压无色聚乙烯塑料瓶。

3.1.2 容器的洗涤

(1) 新启用的硬质玻璃瓶和聚乙烯塑料瓶,必须先用硝酸溶液(1+1)浸泡一昼夜后,再分别选用不同的洗涤方法进行清洗。

(2) 硬质玻璃瓶先用盐酸溶液(1+1)洗涤后,再用自来水冲洗,最后用蒸馏水清洗。

(3) 聚乙烯塑料瓶可根据具体情况,选用盐酸或硝酸溶液(1+1)洗涤,也可用10%氢氧化钠或碳酸钠溶液洗涤,再用自来水冲洗,最后用蒸馏水清洗。

(4) 洗涤好的采样容器必须保存在干净的室内。

3.2 一般水样的采取

(1) 采集的水样应均匀、具代表性。装水样前应用所采水样冲洗3次。所采集的水样不得受到任何污染。

(2) 为了保持水样的代表性,当进行地面水采样时,应注意尽可能在背阴地方,宜从水面10 cm以下采取水样。在湖泊、河流、大面积池塘中采集水样时,应根据分析目的,在不同地点和深度内取样。