

野外勘測時水的工業和衛生分析

阿·烏·耶芙蘭諾娃
勒·阿·施杜柯芙斯卡婭 著

建築工程出版社

野外勘测時水的工業和衛生分析

沈 韋 琳 韋 蔭 輝 譯

建築工程出版社出版

• 一九五五 •

內容提要 本書為野外勘測時施行水的工業和衛生分析的參考書。

本書所述的各种分析方法，都是比較簡捷的方法，可以在野外勘測時於短時間內完成大部分的分析工作。這些方法所以簡捷，主要是由於使用標準玻璃色板和特种比色器，測定各种成分：銨性氮、亞硝酸鹽、硝酸鹽、游離碳酸、硫化氫、磷酸鹽、鐵等。

本書可供從事研究給水水質的化驗人員和從事給水工程的技術人員參考之用。

原本說明

書 名 Технический и санитарный анализ воды в условиях экспедиций

作 者 А. В. Евланова, Л. А. Штуковская

出版者 Государственное издательство литературы по строительству и архитектуре

出版地點 及 日期 Москва——1952——Ленинград

書号169 80千字 850×1143 $\frac{1}{32}$ 印張3 $\frac{1}{2}$ 插頁

譯 者 沈 羣 林 韋 蔭 輝

出版者 建 築 工 程 出 版 社

(北京市東單區大方家胡同32號)

北京市書刊出版業營業許可証出字第052号

發行者 新 華 書 店

印刷者 建 築 工 程 出 版 社 印 刷 廠

(北京市安定門外和平里地壇)

印數0001—1,400冊

一九五五年七月第 一 版

每冊定價(9)0.83元

一九五五年七月第一次印刷

目 錄

序 言.....	5
概 論.....	6
一、 概 述	8
二、 取樣儀器	8
三、 物理性質的測定	10
(一)水的溫度	10
(二)水的顏色	11
(三)水的氣味	13
(四)水的透明度	14
四、 懸游物(渾濁和沉澱)的測定	14
(一)懸游物的定性	15
(二)懸游物的定量	15
五、 礦物油類	19
六、 鹼度的測定	19
七、 氫氧化物的測定	20
八、 酸度的測定	21
九、 氫離子濃度的測定	22
一〇、二氧化碳和其衍生物的測定	24
(一)游離碳酸和二氧化碳($H_2CO_3 + CO_2$)的測定	25
(二) CO_3^{2-} 離子的測定	27
(三) HCO_3^- 離子的測定	28
(四)侵蝕性碳酸(CO_2)的測定	31
一一、溶解氧的測定	31
(一)水樣的採取	31
(二)用定碘量法氧的測定	32
(三)水中含有耗碘物質時溶解氧的測定	37
(四)水中含有 0.1—2.0 公絲/公升亞硝酸鹽氮(N)時溶解氧的 測定	38

(五)水中含鉄量超过 1 公絲 公升時溶解氧的測定	38
一二、游離的和化合的硫化氫的測定	39
(一)天然水中硫化氫的定量分析	39
(二)硫化氫的定性——醋酸鉛試紙法	42
一三、鉍鹽的測定	42
一四、亞硝酸鹽的測定	45
一五、硝酸鹽的測定	48
(一)馬錢子鹼法	48
(二)二苯胺法	50
(三)水楊酸法	53
一六、磷酸鹽的測定	55
一七、矽酸鹽的測定	59
一八、耗氧量的測定(在酸性溶液中)	61
一九、耗氧量的測定(在鹼性溶液中)	65
二〇、硬度的測定	66
(一)碳酸鹽硬度和總硬度的測定	66
(二)總硬度的測定——樹脂酚黃“OO” 比色法	70
二一、鈣的測定——油酸鹽法	72
二二、鎂的測定	74
(一)鎂的測定——計算法	74
(二)鎂的測定——鈦黃比色法	75
二三、氯化物的測定	77
(一)硝酸銀法	77
(二)微量氯化物的測定——二苯基二氨脲比色法	79
二四、硫酸鹽的測定——濁度滴定法(近似值法)	80
二五、鉄的測定	82
(一)鉄的測定——硫氰化物法	82
(二)鉄的測定——磺基水楊酸法	85
二六、水樣的防腐	88
附錄 I. 標準玻璃色板的製備	89
附錄 II. 測定水的透明度用的第 I 号標準鉛印字	102

序 言

在我國大規模建設中，必須廣泛地進行工業給水、城市給水以及排放污水所用的水庫的研究。

當爲了偉大的斯大林共產主義建設而勘測時，野外水質的檢驗具有特別重大的意義，因爲無論對這些巨大工程的建築者和以後的管理者來說，保證優良的水質就是他們首要的和光榮的任務之一。

水庫內水質的研究，一般是與野外勘測進行水質分析的必要性分不開的。

請讀者們注意，本書是作者化學碩士 A. B. 耶芙蘭諾娃和 Л. A. 施杜柯芙斯卡婭本其 1934 年的原著重新修訂和補充了新內容的書。本書從儘可能達到供水的目的來看，幾乎包括了衡量水質的全部必要的分析方法，而這些方法無需笨重的檢驗儀器，而能適合於野外勘測時的应用。

概 論

當製定工業污水的淨化方法或供生產用和飲用的天然水淨化方法時，當解決關於將污水排入水庫或下水道中的問題時，當管理使用中的淨水設備時，研究污水對於水庫的影響以及其他許多問題，都必須熟知天然水或污水的化學成分。

由於蘇聯工業的巨大發展和各種新型工業部門的出現，就必須了解天然水和工業污水各種極不相同的成分，這些成分有時是有机物和礦物質的極其複雜的化合物。

為了精確地測定天然水或工業污水的化學成分，在大多數情況下，大部分分析工作是要在現場進行的，因為水的全部特種成分（銨鹽、亞硝酸鹽、硝酸鹽、溶解氧、活性反應、碳酸、碳酸鹽硬度等）變化都很迅速，必須在水樣取得之後立即測定。

為了研究天然水和污水成分，必須進行大批的化學分析。該項分析的正確結論，祇有用比較結果才能得出，而欲求比較結果，祇有用同一分析方法。

本書中敘述了用於衛生技術目的的水的化學分析方法和在野外測定主要變化成分的化學分析方法，介紹了各種成分的一般概念，並指出了分析方法所依據的原則、必需的試劑、儀器及分析過程。

本書所介紹的分析方法，在不損害方法的準確性的原則下，特別着重於分析方法的簡易。在大多數分析方法中，誤差都不超過10%。

在某些情況下，由於組織條件和研究目的的不同，某些項目可在化驗室內進行測定。因此，表明水質特徵的成分，可分為下列三類：

屬於第一類的成分，即水的物理性質、活性反應、碳酸（各種碳

酸)、溶解氧、硫化氫、各種形態的氮、磷酸鹽、矽酸、氧化鐵及部分懸游物，必需在水樣取得之後立即進行測定。

屬於第二類的成分，可在化驗室中進行測定，但不得遲於取樣後的一晝夜。屬於此類的成分計有：耗氧量、鹼度、酸度、總硬度、硫酸鹽（當含有亞硫酸鹽時）。

屬於第三類的成分，可在取樣後較長時間內進行測定。屬於此類的成分計有：鈣、鎂、總鐵量、氯化物、純潔水中的硫酸鹽。

有些比色分析（鉍鹽、亞硝酸鹽、硝酸鹽、磷酸鹽、硬度、活性反應（pH）、顏色、碳酸鹽、游離碳酸、鐵及硫化氫），可用標準玻璃色板和比色器進行測定。

標準玻璃色板的製造法和其應用法，載於附錄Ⅰ中。應用標準玻璃色板進行分析的方法，係由主任科學工作者 A. B. 耶芙蘭諾娃和 Л. A. 施杜柯芙斯卡婭兩人所擬定的。

分析化學家 E. C. 蘇蘿費耶娃曾參加本書的實驗工作。

一、概 述

当考察水庫時，首先应当作出水庫詳盡的記錄(指明其意義)、鄰近居民區的位置、地形性質(記錄水庫沿岸的情況)。当研究污水時，应当記錄所研究的水流的來源和性質。在任何地點所取的每種水樣，均應附有下列資料：(1)取樣時間；(2)取樣地點和其深度；(3)取樣時水的物理性質：溫度、顏色、氣味及透明度；(4)氣象情況(氣溫、風向及風力、取樣前幾日和取樣時的雨雪情況)；(5)如果水樣中加有防腐劑時，則需註明防腐劑的種類。

正確地採取水樣，對化學分析具有很大的意義。為了避免發生意外的不良結果，取樣時應當慎重地選擇適宜的取樣地點和深度。分析污水時，取樣的方法有着極大的關係。因此，必須了解其生產的技術操作過程和水流的特徵。污水水樣採取的頻度，應根據其數量和成分的變化而定：即每隔一晝夜取樣一次，或一晝夜取樣數次，或每隔數小時取樣一次，或僅取樣一次^①。

在採取供化學分析用的水樣的同時，必須測定水庫的水量和污水的流量。

二、取 樣 儀 器

於水庫內取樣時，最常用的取樣儀器，即為各種型式的水深測量器(Батометр)。圖1所示係水文地質研究所的水深測量器，而圖2所示係一種更完善的儀器，所取水樣可同時供一般分析和氣體分析用。

必要時也可使用簡單的玻璃瓶(容積約為1.5公升)。這種儀

① “水文測驗學”，第五章，“飲用水和污水的標準檢驗法”。1927年俄文版。

器是將玻璃瓶放在一個具有鉛質重底的金屬架內，瓶口配以橡皮塞，塞上繫一繩索或鐵鏈，然後再用可以上下移動的金屬鉗鉗將瓶頸鉗牢(圖3)。

移動金屬鉗鉗時，可將較小的玻璃瓶放在金屬架內，然後利用它來取樣並供氣體分析之用。

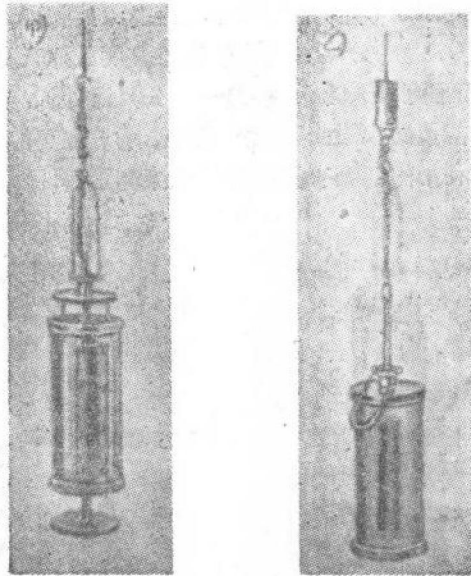


圖1. 水深測量器

甲——開啓時的情形；

乙——關閉時的情形。

取樣的深度，應根據研究該水庫的目的而定。

當採取供衛生和工業分析用的水樣時，一般是在0.5公尺的深处採取，但當水庫太淺時，只好在水面採取。當為特殊目的而進行更全面的調查，例如要找出死水庫中鹽類的分佈情況，或要解決污水與天然水的混合情況的問題時，應從各種不同深度的地方取樣。

三、物理性質的測定

(一) 水的溫度

天然水溫度的測定，可以說明水庫中許多物理化學和生物的作用過程。測定水溫時的深度，應與取樣的深度相同。溫度計必須刻有 0.1° 或 0.2° 的分度。測定時應將溫度計插入金屬架中的玻璃瓶的底部而垂直沉入水中（約 3—5 公尺深處）。當提起溫度計時，瓶中的水能預防水銀受上層水溫的影響。如要測定深達 10 公尺的水溫時，利用內部繫有溫度計的水深測量器，才能得到可靠的結果。

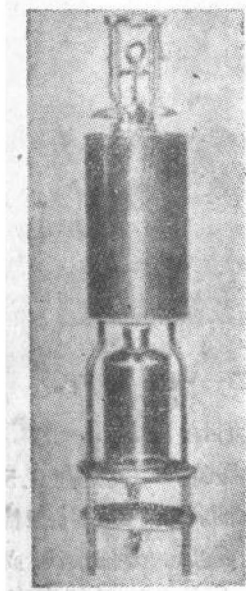


圖2. 供一般分析和
氣體分析用的取樣儀器

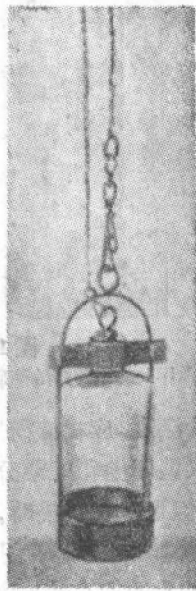


圖3. 簡便取樣儀器

測定深度在 10 公尺以上的水溫，應當使用特種溫度計，即所謂“傾斜溫度計”（Опрокидывающийся Термометр）。

溫度計应当置於水中不少於5分鐘。

當採取污水水樣時，也要測出它的溫度。測定污水的溫度，對於污水淨化方法的擬定，以及研究污水對於溝渠網和水池的影響，都有着極大的關係。每次取樣，應測定一次水溫，這樣就可以知道污水溫度變動的情況，並且也能計算出在一定時間內的平均水溫。

每次取樣，應當同時測定氣溫。在某些情況下，將水池溫度與氣溫進行比較後，即可看出有無影響水庫（泉水、支流等）中水溫的特殊因素。

（二）水的顏色

天然水的顏色，主要是由於腐植化合物和生物現象（花草等），以及其他有機或無機的雜質溶解於水中所致。

測定水的顏色，應當利用一種無色平底玻璃量筒，直徑為20—25公厘，高度為40公分以上；為了防止量筒的側面受到光線的影響，量筒的表面用黑紙遮掩或塗以一層黑漆。測定時，把量筒放在白色底板上，於日光下從量筒上方向下觀察。

天然水的顏色定量（色度），可用比色法進行測定，即以標準鉑鈷色液與之比色。色度用度數來表示。

標準色液的配製

標準鉑鈷色液的配製：稱取1.246克鉑氯酸鉀（ K_2PtCl_6 ）和1.009克結晶氯化鈷（ $CoCl_2 \cdot 6H_2O$ ），即相當於0.25克金屬鈷，然後溶於100公撮水內，加100公撮鹽酸（比重為1.19），再以蒸餾水沖淡至1公升。

此溶液的色度 = 500°（即1,000,000分水中含有500分金屬鉑）。

然後再將上述的鉑鈷儲存溶液稀釋，則得標準色液：

第1號—蒸餾水 色度為0°

第2號—取4公撮儲存液用水稀釋至200公撮 ... 色度為10°

第3號—取8公撮儲存液用水稀釋至200公撮 ... 色度為20°

第 4 号—取12公撮儲存液用水稀釋至 200 公撮 …色度為30°

第 5 号—取16公撮儲存液用水稀釋至 200 公撮 …色度為40°

第 6 号—取20公撮儲存液用水稀釋至 200 公撮 …色度為50°

第 7 号—取24公撮儲存液用水稀釋至 200 公撮 …色度為60°

第 8 号—取28公撮儲存液用水稀釋至 200 公撮 …色度為70°

第 9 号—取32公撮儲存液用水稀釋至 200 公撮 …色度為80°

当缺乏鉑氯酸鉀時，可按魯布列夫斯基抽水站化驗室法^①配製。即配製兩種溶液：第 1 号溶液（儲存溶液）的配製：取 0.0875 克重鉻酸鉀、2.0 克硫酸鉍及 1 公撮化學純硫酸（比重為1.84），溶於 1 公升蒸餾水中；此溶液的色度亦為 500°；第 2 号溶液的配製：取 1 公撮化學純硫酸（比重為1.84），以蒸餾水稀釋至 1 公升。第 1 号和第 2 号溶液按下表混合，就可得標準色度。

表 1

第 1 号溶液(公撮)……	0	1	2	3	4	5	6	8	10	12	14	16
第 2 号溶液(公撮)……	100	99	98	97	96	95	94	92	90	88	86	84
色 度(度)……	0	5	10	15	20	25	30	40	50	60	70	80

這種溶液可在化驗室內配製，且無需携赴野外。在野外勘測時，則使用比色器和按標準色液製成的標準玻璃色板。

標準玻璃色板應不時地用標準色液進行校準，校準時量筒中的標準色液液柱的高度為 15 公分。

儀 器

無色平底玻璃量筒(直徑為 3 公分，高度為 18—20 公分，

在15公分處有刻度)…………… 1 個

第 2 号比色器（比色用）…………… 1 個

標準玻璃色板(色度由 10° 到 80°) …………… 1 塊

① “水的化學和細菌標準檢驗法”，1940年俄文版。

測定方法

將水樣注於量筒內至刻度，並在第 2 号比色器內与標準玻璃色板比色。比色時从量筒上方向下觀察(參閱附錄 I 圖 V)。

如係渾濁的水樣，在比色之前應先以離心機澄清或者以過濾法處理。

污水水樣的顏色，一般僅做定性測定。如果污水含有大量懸游物而使顏色受到混蔽時，應先過濾，再行測定。

(三) 水的氣味

地面水的氣味，可能是由於水中水草的滋生、生物的生長過程，或是由於污雜物質的影響所致。

測定氣味，可在室溫下進行或稍稍加熱亦可。

儀 器

容量為 100—125 公撮的錐形燒瓶。

表面玻璃。

測定方法

當在室溫下測定水的氣味時，將水樣注入瓶內(不可太滿)，靜置一會，然後振盪，移去瓶塞，嗅辨其氣味。

當加熱測定水的氣味時，應將水樣 100—125 公撮注於錐形燒瓶中，瓶口覆以表面玻璃，加熱至 40° — 50° ，然後振盪，移去表面玻璃，嗅辨其氣味。

將嗅得的氣味以文字表示：惡臭氣味、腐敗氣味、硫化氫氣味、魚腥氣味、泥沼氣味、泥土氣味、草氣味、霉臭氣味、甜蜜氣味、芳香氣味等等。

如果要表示氣味的程度，可在上述字句之前冠以形容詞：極微弱的、微弱的、明顯的、強烈的、極強烈的等等。

至於工業污水的氣味，只要熟知其生產操作過程，就很容易

測定。

遇到水樣具有極為複雜的混合氣味，只要記錄主要的特殊的氣味。對於含有大量硫化氫的水，為了使其他氣味顯出，可加入數粒硫酸銅，使它与硫化氫化合。

(四) 水的透明度

水的透明度主要視水中所含粗大的懸游物和膠狀可溶性物質而定。

測定方法

水的透明度可以直接在水庫內測定，用一直徑為 30 公分的圓盤或尺寸為 15×21 公分的薄板，盤面或板面塗以白色珐瑯瓷或白色油漆。圓盤或薄板的中心部分，繫上一根結實的繩子，在繩子上每隔 0.1 公尺處畫一標記；盤或板底則繫以重物。測定時，將圓盤或薄板緩緩沉入水中，直至從上面看不見為止；此時記錄其深度；然後將圓盤或薄板提上至能重見時，再記錄其深度。

這兩次深度的平均值，就是它的透明度（以公尺表示）。

至於少量水樣的透明度，則以特種量筒（具有每一公分的刻度）測定。這種平底量筒的高度應不小於 30 公分，直徑需為 3—5 公分，並且在筒底的旁邊具有排水側管。筒以高度為 7 公分的金屬三腳架支住。把水樣搖勻後注入量筒內，而在量筒的底下，鋪上一張第 1 號標準鉛字（見附錄 II），然後將筒內的水樣經側管放出，直至開始能清晰地讀出筒底的鉛字為止；記錄此時的水柱高（以公分表示），以表示水的透明度。

四、懸游物（渾濁和沉澱）的測定

懸游物由於其散佈的程度和其性質的不同，可能為膠狀物，也可能為粗大的懸游物，從而構成水的外觀。

(一) 懸游物的定性

必須加以區別的是：(1)乳色：水在光綫通入時呈透明狀，在反射光中則發乳色；(2)渾濁：含有大量難以澄清的懸游物時，水成渾濁，這種渾濁不僅是在反射光中呈顯，同時也在入射光中呈現（這種渾濁液通常在靜置5—6小時之後亦不生沉澱）；(3)懸游物：使水成為明顯的渾濁狀，通常是屬於一種不定型的細小微粒，其澄清時間比渾濁要短些；(4)粗大的懸游物：通常沉澱於水底或懸游於水面，這類懸游物在振盪之後，一般於數分鐘內又重行沉澱或懸游。

懸游物的定性測定，可分為四種情況，以文字記述：乳色、渾濁、懸游及沉澱。如果需要更詳細的記述，則可冠以形容詞：微弱、明顯、極明顯、濃厚、多量、少量等。

當有沉澱發現時，則需記述其顏色和性質（淤泥狀、砂狀、結晶狀等）。

(二) 懸游物的定量

懸游物的數量，可將濾出的物質以重量法直接測定。

由於過濾時所用的過濾材料不同，所扣留的微粒的大小也不一致。例如，用細密石棉濾紙時，則所扣留的微粒直徑都大於 8μ ；當以無灰濾紙過濾時，則所扣留的微粒直徑約為 $1.5—3.3\mu$ 。因此，由上述方法作懸游物的定量測定是帶有條件性的，從而引起“懸游物量”概念本身的條件性。

在野外測定時，應用無灰濾紙，但現在也有使用薄膜濾器（мембранный фильтр）的。

懸游物的測定（用無灰濾紙法）

試劑和儀器

氯仿…………… 100公撮
直徑為4.5—5.0公分的漏斗（附木質漏斗架）…8—10個
帶橡皮塞的容量為200—450公撮的玻璃瓶（盛濾液用）

.....	4 個
帶刻度的容量為 250 公撮的量筒.....	3 個
帶刻度的容量為 200 公撮的量筒.....	2 個
帶刻度的容量為 100 公撮的量筒.....	1 個
可摺疊的無灰濾紙(直徑為 7 公分, 已烘乾至恆重)	
.....	50張

測 定 方 法

在野外,只有一部分懸游物可以被測定。首先应在化驗室內將中等級密度的無灰濾紙(直徑為 7 公分)於 105° 下烘乾至恆重。每張無灰濾紙應分別在已知重量的小燒杯中称重;小燒杯小心保存於化驗室內,而無灰濾紙則携赴野外。無灰濾紙分別盛裝於光滑的紙盒內,以橡皮圈紮緊。在每一紙盒之上應貼上字條,記載濾紙的序号和重量,然後將紙盒裝入有蓋的木匣中。

野外測定法:取一定容積的水樣(100—500 公撮,依懸游物的數量而定),以預經处理过的無灰濾紙過濾,漏斗中的濾紙在空氣中風乾後,用上述方法裝好,携返化驗室做最後的測定。

懸游物的測定(用薄膜濾器法)

薄膜濾器

薄膜濾紙最初是用於水的細菌分析和生物分析,近來又被應用於水中懸游物的測定^①。

在開始分析之前,应先將薄膜濾器(所謂“未处理过的”濾器)置於蒸餾水中煮沸 5—10 分鐘,以去除濾器孔隙中的空氣。於是換水並續煮兩次。然後將濾器置於空氣中風乾,再置於乾燥箱內。於 60° 溫度下烘一小時。經過這一系列的处理後,將這濾器称重,並與無灰濾紙一樣保藏起來。

儀 器

各種薄膜濾器在應用時都是很簡便的。最簡便的為水文地質

① 薄膜濾器是莫斯科省麥蒂希城薄膜濾器實驗工廠製造的。