

74938

050470

鐵路運輸用水的分析

Е. Ф. 皆 別 尼 黑 著

人民鐵道出版社

鐵路運輸用水的分析

Е.Ф. 普別尼黑 著

丘 材 雅 譯

金 允 文
李 忠 玲
宋 昌 幾 校

人 民 鐵 道 出 版 社

一 九 五 四 年 · 北 京



鐵路運輸用水的分析

著者：E. Ф. 普別尼昂

原出版者：蘇聯國家鐵路運輸出版社
(一九四七年莫斯科版)

譯者：丘 材

校閱者：金允文 李忠幹 宋昌

出版者：人民鐵道出版社
(北京市霞公府十七號)

發行者：新華書

印刷者：人民鐵道出版社印
(北京市東單二條三十一號)

一九五四年四月初版

書號：181 3,080册 每冊11.50

鐵路運輸用水的分析

目 錄

序	1
第一章 天然水的分析	4
一、分析前後的工作	4
1. 水樣的採取	4
2. 分析結果的記錄及其格式	4
二、物理性質的檢驗	12
1. 顏色	12
2. 透明度	13
3. 沉澱	13
4. 臭	13
5. 味	14
6. 水溫	14
7. 浮懸物	14
三、化學性質	15
1. 水的反應	15
2. 鹼度	18
3. 腐植酸鹽	19
4. 耗氧量	20
а) 古別里 (Куболь) 氏法	21
б) 叔里茲 (Шульц) 氏法	23
5. 氯化物	24
а) 莫爾 (Мор) 氏法	24
б) 佛托徹克 (Фоточек) 氏法	26
6. 硫酸鹽	27
7. 氨	30
8. 碳酸	34
а) 遊離碳酸的測定	36

6) 重碳酸鹽碳酸的測定	36
u) 與碳酸鹽共存的重碳酸鹽碳酸的測定	37
r) 侵蝕性碳酸的測定	38
9. 氫	41
10. 亞硝酸鹽	45
11. 硝酸鹽	46
12. 硫化氫	47
13. 鐵	48
14. 殘渣	51
15. 矽酸	53
16. 鐵鉍氯化物	54
17. 鈣	54
a) 重量法	54
b) 容量法	56
18. 鎂	57
a) 重量法	57
b) 容量法	58
19. 硬度	59
20. 測定硬度的容量法	61
a) 碳酸鹽(暫時)硬度的測定	61
b) 總硬度的測定	63
u) 永久硬度的測定	66

四、鹼性天然水

1. 鹼性天然水的分析	66
2. 測定鹼金屬碳酸鹽和重碳酸鹽的容量法	68
3. 測定鉀和鈉的重量法	68

第二章 軟化水的分析

1. 石灰—純鹼軟化裝置中的試樣及其分析	71
2. 陽離子交換法(沸石法)軟化裝置中的試樣及其分析	71
3. 鹼度	71
4. 硬度	74

5. 透明度	78
6. 軟化水質的要求	79

第三章 給水的分析.....80

1. 概說	80
2. 磷酸鹽	80
3. 油質	82

第四章 鍋爐水的分析.....84

1. 水樣的採取	84
2. 鹼度的測定和含鈉量的計算	86
3. 鈉鹼度指示劑	89
4. 硬度	90
5. 氟化物	90
a) 莫爾氏法	90
b) 佛托徹克氏法	91
6. 浮懸物(淤泥)	91
7. 密度	91
8. 發泡量	92
9. 鉻酸鹽(鉻酐)	93
10. 矽酸	94
a) 不含磷酸離子水樣的測定法	94
b) 含磷酸離子水樣的測定法	95
11. 油質	96
a) 重量法	96
b) 比色法	96
12. 鍋爐水質的要求	98

第五章 改良水質用各種藥劑的分析.....101

1. 石灰的有效成分(CaO)的測定	101
2. 純鹼的分析	101
3. 固體火碱的分析	102

4. 液體火碱的分析	103
5. 磷酸三鈣的分析	104
a) 重量法	104
b) 容量法	105
6. 自過磷酸石灰提製磷酸三鈣的控制試驗及其成品的分析	109
7. 灰分中鉀鹼的分析	114
8. 灰分提出液中有效成份 (K_2CO_3) 的測定	114
9. 固體鹼性防銹劑的分析	115
10. 有機膠質 (鞣質的, 亞硫酸纖維的, 泥煤和褐煤的提出物) 的分析	117
11. 重鉻酸鈉的分析	119
12. 凝結劑——硫酸礬土的分析	120
13. 凝結劑——綠礬 (硫酸亞鐵) 的分析	122
14. 食鹽 ($NaCl$) 的分析	126
15. 工業用硫酸鈉的分析	129
16. 石灰水濃度 (強度) 的測定	130
17. 石灰乳濃度的測定	130
18. 純鹼溶液濃度的測定	130
19. 硫酸礬土溶液濃度的測定	131
20. 綠礬溶液濃度的測定	131
21. 各種藥劑品質的要求	132
22. 防銹活性的測定	134

第六章 水銹、淤泥和過熱管淤垢的分析 135

一、水銹和淤泥的取樣	135
二、定性試驗	135
三、定量分析	136
1. 固定水分	137
2. 灼燒損失	137
3. 矽酸	138
4. 鐵鋁氧化物	139
5. 鐵	139

6. 鈣	140
7. 鎂	140
8. 硫酸根	140
9. 磷酸根	141
10. 二氧化碳 CO_2	141
11. 油質	141
12. 比重	144
四、過熱管淤垢的分析	146

第七章 油垢的分析 148

附錄

一、軟化器中凝結作用的控制簡述	149
1. 凝結作用的原理	149
2. 凝結劑劑量的測定和控制	151
二、比色法的一般概念	152
三、滴定液和試劑的配製	155
1. 0.1N 鹽酸溶液	155
2. 0.1N 氫氧化鈉或氫氧化鉀溶液	158
3. 0.1N 碳酸鈉溶液	160
4. 普菲費爾氏試劑	160
5. 0.1N 草酸溶液	161
6. 0.1N 高錳酸鉀溶液	161
7. 0.1N 硝酸銀溶液	162
8. 鐵銨明礬溶液	162
9. 0.1N 硫氰化鉍溶液	162
10. 鉑鈷等級標準色液的製備	163
11. 指示劑的配製	164
12. 棕櫚酸鉀溶液的配製和測定度的求法	165
13. 鉍酸鉍溶液	166
14. 氫氧化鋁的製備	166
15. 測定侵蝕性酸用的大理石粉末的製備	167
16. 從莫爾氏法測定生成的氯化銀中提取金屬銀	167

17. 由金屬銀製硝酸銀	168
18. 由重鉻酸鉀製絡酸鉀	168
19. 0.01N 碘溶液	168
20. 活性碳的處理	169
21. 蒸餾水的檢驗	169
四、參考用表	170
1. 將分析結果換算為毫克當量的乘數	170
2. 將分析結果換算為以離子式表示的乘數	170
3. 常用的分子量，離子量當量及其對數	171
4. 幾種元素的原子量	172
5. 幾種物質和離子的當量	173
6. 分析換算乘數	174
7. 改良水質常用的幾種藥品在水中的溶解度	175
8. 與1°相當的幾種物質的含量	176
9. 各種溫度的水的比重	176
10. 純鹼溶液的比重	177
11. 鉀鹼溶液的比重	177
12. 氯化鈉溶液的比重	177
13. 火碱溶液的比重	178
14. 石灰乳的比重	178
15. 56°酒精的配製	178
16. 含鈉量計算表	179
17. 強酸的比重	180
18. 15°時氨水的比重	182
19. 15°時醋酸的比重	182
20. 0.1N 溶液的毫升數與度數的關係對照表	183
五、常用配方	184
六、測定透明度的記號	185
七、計算放水量的圖表	185
八、Φ11型及3型機車水表中的水位和水量的關係	187
參考文獻	188

序

新斯大林五年計劃的中心任務是。「恢復與發展重工業和鐵路運輸，居於首要地位。不然便不可能迅速而有效地使全蘇聯國民經濟獲得恢復與發展。」

由於蘇聯各地區國民經濟的發展，勢必促進鐵路網的運輸工作；而且最大的貨物轉運額將在烏拉爾（Ураль）、西伯利亞（Сибирь）、頓巴斯（Донбасс）、克里沃羅什（Криворіжжє）和波沃爾什（Поволжье）等路綫，僅僅是烏拉爾和西伯利亞兩路的運載量，一九五〇年比一九四〇年即增加約50%。

根據五年計劃的規定，鐵路運輸的投資總額是411億盧布，無疑地掌握這批資金，不但能够完全恢復一九四〇年的水平，而且還可大大地加以提高。

在鐵路建設的新任務中，機車問題是鐵路電氣化和加強牽引動力的關鍵。一九四六—一九五〇年期間，將增加新型機車6,165台，因而有可能更好地發展大量的貨運和提高鐵路的運輸能力。

現有的全部機車，必須促進其現代化，而首先要注意的，便是機車熱力性能的提高。

因此，在新五年計劃中特別重視鍋爐給水的質量問題。

如所共知，機車給水太硬或根本不合格，鍋爐就會結集水鏽，以致引起鐵板的腐蝕和蒸汽性能的惡化。不但使鍋爐降低效用，增加檢修；並且浪費燃料，縮短機車的壽命。如果能合理改善給水，就可使鍋爐蒸發旺盛，使用的期限延長，節省燃料（僅僅減少1%，每年就能給國家省下約2千萬盧布）和減少鍋爐的檢修次數。

這就是為什麼在新五年計劃中要特別注意提高給水質量和建立165處軟水設備以從事軟水工作的道理。

然而，沒有正確的有組織的和有系統的化學檢驗，而想合理地改良水質和維持鍋爐熱力的正常狀態，是不可能的。

在一九四五年五月三日第 299/113 號命令「關於加強鐵路方面的化驗工作和提高各鐵路化驗所、各機務段及各車間化驗室的作用和責任」中，認為鐵路上的化驗機構具有特殊重大的意義，而要求所有這些化驗機構中的工作人員對於機車鍋爐用水進行嚴格的系統的化學分析。

這個命令給予鐵路化驗所和機務段化驗室以重大的責任。這些化驗所或化驗室並且被看作機務部門的生產單位，負責有關機車的化學和熱力方面的一切工作。

模範機務段化驗室如：里霍坡爾（Лихобэр 莫斯科區鐵路），依里奇（Ильич 西部鐵路），庫爾斯克（Курск 莫斯科至庫爾斯克鐵路），庫爾干（Курган 南部至烏拉爾鐵路），紅里滿（Красный Лиман 北部至頓河鐵路）等，均能將其本身工作與生產任務密切結合；此外，亦有僅限於一些簡單的化驗結果的記錄，而未能應用於段內的實際工作中。

由於水質檢驗一類的書籍非常缺乏：尤其在敵佔區域，却已完全沒有，為了適應各地廣大的迫切要求，我們將此書再版應世。

本版與初版比較，除根本改寫的一部分外，還補充了一些新的材料，如水銹的比重、磷酸、食鹽、過磷酸石灰、硫酸亞鐵等的分析、鹼性天然水的分析，則另分一節敘述。

此外對於分析結果，本書着重用現代流行的離子式表示；在某些地方含鈉量一詞已用「含鹼量」的概念代替。

至於某些最新的分析方法，如量電法和自動化方法（Автоматика）等，因目前各化驗室特別是敵佔區域的，一般都缺乏設備和藥品，故暫未引用。這裏祇舉出各種簡單而可以變通的方法，使化驗人員有可能就既有的條件加以選擇。

本書內容包括天然水、軟化水、給水、鍋爐水、水銹、泥垢、過熱管淤垢、油垢以及試劑、改善水質用藥品等的分析。並附錄不少圖表、常數和實例，以便查閱。

本書專供鐵路系統各化驗機構工作人員之用，如鐵路化驗所，各

機務段、軟水所、車間、工廠的化驗室，均可據以經常檢查軟水工作的情况，或指導鍋爐內外水質處理的研究工作。

閱讀本書應注意下列幾點：

1. 容量單位「立方公分」—— CM^3 ——以現代流行的更適當的另一單位「毫升」（公撮）代替，其符號記為 ML 。

2. 在有滴定液數量的計算公式中，常常附有校正係數 K ，以便將溶液的體積換算為理論濃度 $0.1N$ 、 $0.01N$ 等等的毫升數，故當溶液不合規定濃度時，化驗人員即應在公式中將校正係數列入。

然而在很多這類公式中，主要是計算鹽酸或氫氧化鈉的容積，却未列入校正係數。例如書中寫着： n —— $0.1N$ HCl 消耗的毫升數，這裏即應事前將所用溶液的（毫升）數乘以校正係數 K ，換算為準確的標準濃度的毫升數（如濃度不合規定時），然後才可列入計算公式中。

3. 本書所用度數，是按照蘇聯通用標準，即：1度等於1公升水中含氧化鈣10毫克（公絲）。

第一章 天然水的分析

一 分析前後的工作

1. 水樣的採取

供分析用的水樣，必須能完全代表水源水真正均勻的成分，不能偶然任取一部分以作試驗，例如緊靠岸邊的水、久未使用而事先又未經沖洗的水管流出的水，或剛自鑽孔中汲出的水等等，都不適當。水樣的採取和分析，必須委託內行人負責。爲了完全了解水質的變化，須於最能表現其特性的時候加以分析，故一年中常常要分析許多次，如地面水和地下水（Грунтовые воды）都要按春、夏、秋、冬四季分析；自流井水每年分析兩次就够了。

供完全分析用的水樣數量，須爲3~4公升；供簡略分析用的，取1公升即可。

採取水樣時應遵照下述的規定：

採取水樣的瓶，事先應該洗滌乾淨，然後再以欲取水樣的水沖洗，至少兩次。

欲從水源之任何深度處採取水樣，最好利用不同尺寸的測深取樣器（Батометр），如沒有這種特殊儀器，亦可用一容積爲3~4公升的瓶代替，將此瓶套一金屬框，框底鑲有鉛塊，以增加重量；瓶口配塞，以繩繫之，當沉入水中至適當深度時，藉此繩將瓶塞啓開。

從地面水源（河、池等）中採取水樣，適當的深度是0.5公尺，與岸邊的距離是1~2公尺。僅當水源很淺時，才不得不於水面下5~10公分處採取。在特殊情況下，如在不與外界相通的貯水泊中，由

於鹽類分佈的情況可能不同，須從不同地點、不同深度處採取。

自水管中採取水樣，於採取前應將管中的水放出 5~10 分鐘，以免誤取死水。

直接自鑽孔中採取水樣時，亦應先汲出其中的水繼續流動 5—10 分鐘，有時則於汲出水的前後，各取水樣一瓶。

已盛滿水樣的瓶，應當用橡皮塞或玻璃塞塞緊。如沒有這兩種瓶塞，那末用軟木塞亦可。瓶塞下緣與水面相距不能超過 1 公分。如用軟木塞，還要用石蠟或蜂蠟封密。

每瓶水樣必須附貼表格一份，載明下列各項：1) 水源種類及名稱；2) 水源所在地；3) 採樣日期；4) 採樣位置及深度；5) 採樣方法；6) 採樣時水的溫度；7) 採樣時大氣的溫度；8) 採樣前 5 天和採樣時的天氣；9) 採樣人的姓名。

冬季運送水樣，須注意不要使水樣凍結。

欲測定水中所含的氣體（氧、侵蝕性碳酸），須於採樣的同時，另取試樣一瓶，如測定的是氧，其法如下：用一容積為 300 毫升的瓶，盛滿水樣，從插到瓶底的吸量管下端加入碘化鉀的鹼性溶液和氯化錳溶液各 1 毫升，立即將瓶塞塞緊，不要使瓶塞與水面間有氣泡存留，劇烈搖動數次，立即送交化驗室分析（第 27 頁）。

自水管中採取水樣時，可用一帶有玻璃管的橡皮管接上龍頭，將該玻璃管插到瓶底，然後放水數分鐘，至自瓶口溢出的水約為瓶容積的 3~4 倍。

用測深取樣器或氧氣瓶採取地面水的試樣時，取樣瓶內應先通入碳酸氣，以排除其中的空氣。

測定侵蝕性碳酸的水樣，採取法如下：於容積為 0.5 公升的瓶中，加入研碎洗淨的大理石粉末 2~3 克（公分），注水至瓶口，加塞塞緊而劇烈搖動，然後送交化驗室分析。此外，如水的物理性檢驗以及水的反應、硫化氫和遊離碳酸等項的測定，都應該在水源地立即進行。

採取水樣與開始分析相隔的時間，愈短愈好（2~3 日）。夏季水樣應該存放於陰涼地方。

2. 分析結果的記錄及其格式

分析結果，用酸酐如 SO_3 ， N_2O_5 ， Cl 及氧化物如 CaO ， MgO ， Na_2O 等，或用陰陽離子如 Ca^{++} ， Mg^{++} ， Na^+ 及 SO_4^{--} ， NO_3^- ， Cl^- 等表示都可以。最後再結合為各種鹽類，如 CaSO_4 ， CaCl_2 ， MgCl_2 等等。

各種物質的含量，都是以每公升水中含若干毫克表示。

如欲明顯表示水中所含各成分的性質和便於迅速驗證分析結果的準確度，對於陰陽離子的含量，最好各以其毫克當量數表示。至於各種氣體（氧、碳酸氣、硫化氫等）和通常成膠體狀態存在的矽酸，三價的鐵和鋁等，一般却不用毫克當量數表示，而以其氧化物在 1 公升水中所含的毫克數表示。

但多數潔淨的天然水，其所含的矽酸均以分子分散狀態而存在，且有足夠的數量可以計算。

各種離子的毫克當量數，是將各該離子的當量除分析所得各該離子的毫克數求得。例如，對 1 公升水分析所得結果如下：

Ca^{++}	100.175 毫克
Mg^{++}	24.32 毫克
Cl^-	70.914 毫克

故其毫克當量數各等於：

$$\text{Ca}^{++} = \frac{100.175}{20.035} = 5 \text{ 毫克當量};$$

$$\text{Mg}^{++} = \frac{24.32}{12.16} = 2 \text{ 毫克當量};$$

$$\text{Cl}^- = \frac{70.914}{35.457} = 2 \text{ 毫克當量};$$

如先求得各離子當量的倒數，即可變除法為乘法，而使演算手續簡化：

$$\text{Ca}^{++} = 100.175 \times \frac{1}{20.035} = 100.175 \times 0.0499 = 5 \text{ 毫克當量};$$

$$\text{Mg}^{++} = 24.32 \times \frac{1}{12.16} = 24.32 \times 0.0822 = 2 \text{ 毫克當量};$$

$$\text{Cl}^- = 70.914 \times \frac{1}{35.457} = 70.914 \times 0.0282 = 2 \text{ 毫克當量}$$

用同樣方法亦可將氧化物和酸酐在每公升水中所含的毫克數換算為毫克當量數。同時，此數又恰與離子的毫克當量數相同。例如，在 1 公升水中氧化鈣的含量是 100 毫克，乘以係數 0.03567 即得毫克當量數為：

$$100 \times 0.03567 = 3.567 \text{ 毫克當量 CaO 或 Ca}^{++}$$

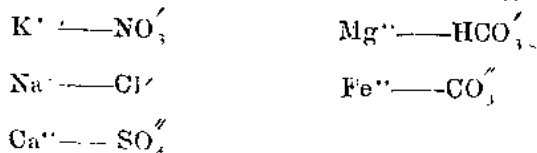
如分析準確，則所得各陽離子的毫克當量數的總和應與各陰離子的毫克當量數的總和相等，故往往從兩者的差求得某種未經分析的陽離子（通常為鹼金屬）的數量。

其次，如進一步用當量百分數來表示分析結果，就更為明顯。因為每公升毫克數，相互間毫無關聯；一經表現為當量百分數，就極易看出各成分大概的情形。

欲將分析結果以各種鹽類化合物的形式表示，可使氧化物與酸酐結合或陽離子與陰離子結合，其步驟如下：首先將氯與鹼金屬（鉀、鈉）結合；如氯少，則剩餘的鉀和鈉即與硫酸酐結合；如硫酸酐有剩餘，即按先後順序使與鈣和鎂結合。有時硫酸酐不多，則剩餘的鹼金屬可依次與碳酸氫根和碳酸根結合。

倘氯在結合鹼金屬後還有剩餘，可依次結合鈣和鎂；剩餘的鈣和鎂，又依次與硫酸酐和碳酸酐結合。

水中所含的矽酸、鋁和鐵（三價的）可以 SiO_2 、 Al_2O_3 和 Fe_2O_3 表示。如鐵是二價的，亦可按一般法則使結合成為化合物的形式：



【例】 分析結果從：

K_2O	52.0 毫克/公升
Na_2O	62.3 毫克/公升
CaO	104.2 毫克/公升

MgO	50.0 毫克/公升
Cl	76.0 毫克/公升
SO ₃	47.5 毫克/公升
CO ₂ 重碳酸鹽的	264.0 毫克/公升

52.0毫克K₂O相當於82.2毫克KCl ($\frac{52 \times 2 \times 74.561}{94.208}$)，所需的Cl是39.0毫克 ($\frac{82.2 \times 35.457}{74.56}$)，剩餘的37.0 毫克Cl (76.0—39.0)即與鈉結合而得NaCl 60.5 毫克 ($\frac{37.0 \times 58.451}{35.457}$)，其中需32.0毫克Na₂O ($\frac{60.5 \times 61.994}{2 \times 58.454}$)。

剩餘的30.3毫克Na₂O (62.3—32.0)需要39.9毫克 ($\frac{70.8 \times 80.06}{142.05}$) SO₃結合成70.8 毫克 Na₂SO₄。

剩餘的7.6毫克 SO₃ (47.5—39.9)與5.3毫克CaO ($\frac{7.6 \times 56.07}{80.06}$) 結合成12.8毫克CaSO₄ ($\frac{136.13 \times 5.3}{56.07}$)。

CaO 還剩餘 98.9 毫克，可結合成 285.9 毫克 Ca (HCO₃)₂ ($\frac{98.9 \times 162.09}{56.07}$)。

又50.0毫克MgO相當於181.4毫克Mg (HCO₃)₂ ($\frac{50.0 \times 146.34}{40.32}$)。

鈣和鎂的重碳酸鹽中共含有CO₂：155.2+109=264.2 毫克，即

$$\text{Ca (HCO}_3)_2 : \frac{285.9 \times 2 \times 44}{162.09} = 155.2 \text{ 毫克 CO}_2;$$

$$\text{Mg (HCO}_3)_2 : \frac{181.4 \times 2 \times 44}{146.34} = 109 \text{ 毫克 CO}_2.$$

按上述計算，可知1公升水中所含鹽類的分量是：

KCl..... 82.2毫克