

194826



衛生分析

周 鳴 錚 編 譯



人 民 衛 生 出 版 社

衛 生 分 析

周 鳴 銓 編 譯

人 民 衛 生 出 版 社

一 九 五 五 年 · 北 京

內 容 提 要

本書係根據蘇聯有關材料結合國內情況編譯而成，內容除介紹衛生分析上最基本的重量與容量分析外，並概要地敘述了常用的比色分析、電學分析、較新的極譜分析的原理與方法，還介紹了有關飲水、廢水、空氣、工業毒物、塵埃、土壤、藥物等分析工作中的重要項目，書末所附實驗可用作分析步驟的依據。本書特點為能將分析化學之基本理論與衛生工作中之實際分析方法緊密結合，可作為醫藥院校有關課程的參考教材，亦可供衛生分析實際工作人員的參考。

衛 生 分 析

書號：1634 開本：787×1092/25 印張：16 $\frac{4}{25}$ 插頁4 字數：345千字

周 鳴 鈺 編 譯

人 民 衛 生 出 版 社 出 版

(北京書刊出版業營業許可証出字第〇四六號)

• 北京崇文區錢子胡同三十六號 •

公私合營醫學圖書印刷廠印刷 • 新華書店發行

1955年12月第1版—第1次印刷

印數：1—2,000

(長春版)定價：(7)1.90元

前 言

分析化學是醫藥科學的基礎，而對藥學及衛生學的學生及實際工作人員的關係更為密切。但是衛生學系的學生在一年級時所修習的分析化學內容比較少，而到高年級時很多課程中都有有關分析的實驗，於離開學校之後，很可能還要負擔這些分析工作的實際責任。由於這個緣故，衛生系高年級的學生常希望能在離開學校之前多學習一些有關衛生分析的理論與技術來充實自己的工作能力，以便能更好為人民的衛生事業服務。浙江醫學院衛生學系的領導看到了這種實際需要，曾於 1953 年對衛生學系三年級學生開了一班衛生分析的功課，對課程內容的要求為把有關分析的基本理論與衛生學上實際的分析工作結合起來，使學生不但能做而且能懂，將來能夠單獨負責分析工作。

當接到這門功課的教學任務時，我們感到責任重大。對教材內容的安排曾作多次考慮與討論。當時我們所決定的總原則有二點：第一點是學習蘇聯，介紹蘇聯所用的分析方法；第二點是理論結合實際，使學生對於基本知識有所提高，對新的分析方法能夠掌握與運用。在這二個原則下我們作了如下的具體措施：(1) 用五個星期討論基本的重量與容量分析；(2) 二個星期的比色分析與電學分析；(3) 三個星期的飲水分析及一個星期的廢水分析；(4) 二個星期空氣分析及二個星期的工業毒物分析；(5) 一個星期的土壤分析及一個星期的塵埃分析。

連同緒論共計十八星期，每星期三小時授課三小時實驗。除討論了有關的分析原理外，共介紹了八十餘種分析項目，實際做過的為三十種左右。在教學方面的效果還算良好。

到 1954 年，各方面對衛生分析的材料相當需要，遂有把這些教材整理付印之議，但這些材料今後的任務已不僅限於做教材了。主要還是在於做衛生系高年級學生與衛生分析實際工作者在學習及工作中的參考材料。

為了上述原因，作者對於原稿曾作數次修訂補充：(1) 比色分析及比濁分析是衛生分析中的重要方法，已作適當補充；(2) 在電學分析一章中增加在衛生工作中有用的電導測定法；(3) 在實際分析部分中補充了一些我國的數據；(4) 加寫衛生工作中常用藥物分析二章；(5) 至 1955 年又加寫極譜分析法及其應用一章，因為這種方法雖然比較複雜但近年來也已成爲衛生分析中的重要方法。

750

雖然已作了上述的補充增訂，但是很多其他的材料仍然未能全部包括在內。我們知道沒有一本書能把有關的材料寫完，例如水分析，空氣及工業毒物分析，土壤分析等，所包括的項目都是很多的，每一大類均有專書問世。在本書中僅擇其主要而有代表性的項目作了介紹與討論。本書如果有什麼特點，那就是作者原來的意圖：理論與實際相結合。目前在蘇聯，新的分析方法均在迅速發展中。衛生分析與其他產業部門的分析工作一樣，正在向電氣化與自動化的道路推進。光學、電學、電化學等分析法的應用日見廣汎。作者希望通過此書初步把一些新的分析方法介紹到衛生分析的領域中來，與衛生分析的實際工作相結合。本書的意圖並不僅使工作人員看了照做，因為這類書籍現在尚不缺乏。本書的編寫目的主要仍是如上面所說的：作為大學衛生學系在教學工作中，衛生分析工作人員在實際工作中的參考材料。但本書所附實驗仍可用作分析步驟的依據。

本書的編寫尚屬初次嘗試，當然很不成熟。願在分析化學教學工作者及衛生分析實際工作者的批評與指正下來不斷改進與提高，使基礎科學能更好為預防醫學服務。

周 鳴 鐸 於浙江醫學院

一九五五年

目 次

第一章 緒論	1
第一節 衛生分析的範圍.....	1
第二節 衛生分析所用的方法.....	3
第三節 分析結果的準確性.....	6
第四節 分析天平.....	8
第二章 重量分析法	13
第一節 總論.....	13
第二節 燒灼稱量法.....	16
第三節 用古氏坩堝過濾稱量法.....	19
第四節 記錄及計算.....	20
第三章 容量分析總論 中和法	22
第一節 容量分析總論.....	22
第二節 中和法.....	27
第三節 容量分析的記錄及計算.....	32
第四節 雙指示劑滴定法.....	35
第四章 氧化還原法(上)	37
第一節 氧化還原反應.....	37
第二節 高錳酸法.....	42
第三節 當量計算.....	45
第五章 氧化還原法(下)	47
第一節 濃度與氧化還原電位的關係.....	47
第二節 碘滴定法.....	51
第三節 當量計算.....	54
第六章 沉澱法	55
第一節 沉澱的原理.....	55
第二節 沉澱滴定.....	59
第三節 當量計算.....	63
第七章 電學分析法	64
第一節 濃差電池原理及其應用.....	64

第二節	測定 pH 值時幾種常用的電極·····	66
第三節	測定電動勢時的裝置·····	68
第四節	電位滴定原理·····	71
第五節	電導測定法及其應用·····	72
第八章	比色分析法 ·····	80
第一節	比色分析的一般原理·····	80
第二節	比色分析的各種方法·····	83
第三節	水溶液 pH 值的比色測定·····	89
第四節	比濁分析法·····	94
第九章	飲水分析總論 ·····	96
第一節	水的化學組成·····	96
第二節	飲水的檢驗項目與取樣·····	100
第三節	飲水物理性質的測定·····	102
第十章	飲水的化學分析(上) ·····	110
第一節	酸鹼度·····	110
第二節	硬度·····	115
第三節	含氮物質 氨、銨鹽、亞硝酸鹽、硝酸鹽的分析·····	119
第十一章	飲水的化學分析(下) ·····	124
第一節	重金屬 鐵、錳、鉛、銅、鋅的分析·····	124
第二節	氯化物及剩餘氯的分析·····	130
第三節	水的氧化價·····	133
第四節	其他分析 硫酸鹽、硫化氫及溶解氧的分析·····	135
第十二章	廢水分析 ·····	140
第一節	總論·····	140
第二節	生活用廢水分析的補充項目 全氮及有機態氮含量的 測定;生化需氧量;腐化度與穩定性試驗·····	144
第三節	工業廢水分析補充項目 砷、鉻、氰化物、硫氰酸鹽、石油的 分析·····	148
第十三章	空氣分析總論 ·····	155
第一節	空氣的一般性質與組成·····	155
第二節	空氣的取樣與檢驗·····	160
第十四章	空氣的化學分析 ·····	167
第一節	空氣中氧的分析·····	167
第二節	空氣中臭氧的分析·····	170

第三節	空氣中二氧化碳的分析	174
第四節	空氣中一氧化碳的分析	178
第五節	空氣中二氧化硫的分析	181
第六節	空氣中硫化氫的分析	183
第七節	空氣中氨的分析	186
第十五章	工廠空氣中有毒氣體及蒸氣的分析(上) 無機物質的	
	氣體與蒸氣	189
第一節	硝酸蒸氣	189
第二節	氮的氧化物	190
第三節	氯氣	192
第四節	鹽酸蒸氣	194
第五節	硫酸及三氧化硫	195
第六節	汞的蒸氣	196
第七節	砷化氫	198
第八節	磷與磷化氫	200
第十六章	工廠空氣中有毒氣體及蒸氣的分析(下) 有機物質的	
	氣體與蒸氣	202
第一節	四乙基鉛的蒸氣	202
第二節	乙炔	203
第三節	丙烯醛	205
第四節	丙酮	205
第五節	汽油	207
第六節	苯	208
第七節	苯胺	209
第八節	菸鹼(尼可丁)	211
第九節	二硫化碳	212
第十七章	塵埃分析	215
第一節	總論	215
第二節	空氣染塵度的分析	216
第三節	塵埃的化學分析 有機質、灰分、二氧化矽、鉛、砷的測定	226
第十八章	土壤分析	232
第一節	總論	232
第二節	土壤分析的準備工作	236
第三節	土壤的物理性質分析 土壤機械成分分析, 土壤孔度、	

土壤通氣性、及土壤透水性的測定	237
第四節 土壤的化學分析 土壤水分、有機質、全氮、磷酸含量的 測定；水溶液的分析；土壤汙染程度的評定	240
第十九章 衛生工作中常用藥物分析(上) 消毒劑	246
第一節 福馬林	246
第二節 昇汞	249
第三節 石炭酸	252
第四節 漂白粉	254
第二十章 衛生工作中常用藥物分析(下) 殺蟲劑	257
第一節 硫黃及其他硫化物	257
第二節 氯化苦劑	259
第三節 氰酸製劑	261
第四節 二二三	264
第五節 六六六	267
第六節 肥皂	270
第二十一章 極譜分析法在衛生工作中的應用	275
第一節 總論	275
第二節 極譜分析基本原理	280
第三節 極譜定性分析及定量分析	283
第四節 極譜分析的儀器及其使用	294
第五節 極譜分析實驗手續	300

附 實 驗 目 次

(毛 志 翔 編)

一、飲水分析	305
實驗一 飲水中浮懸物的測定	305
實驗二 飲水中硫酸根的測定	307
實驗三 飲水中酸鹼度的測定	309
實驗四 飲水中氧化價的測定	311
實驗五 飲水中剩餘氮的測定	314
實驗六 飲水中氯化物的測定	315
實驗七 飲水 pH 值測定之一——電學法	318
實驗八 飲水 pH 值測定之二——比色法	319

實驗九 飲水 pH 值測定之三——滴比法	321
實驗十 飲水物理性質的測定(一)	321
實驗十一 飲水物理性質的測定(二)	323
實驗十二 飲水硬度的測定	325
實驗十三 飲水中含氮物質的比色分析	326
實驗十四 飲水中鐵、錳的比色分析	328
實驗十五 飲水中鉛、銅及鋅的比色分析	330
實驗十六 飲水溶解氧的測定	333
二、廢水分析	336
實驗十七 廢水中硫化氫的分析	336
實驗十八 廢水中全氮含量的測定	337
實驗十九 廢水中有機態氮的測定	339
實驗二十 廢水生化需氧量的測定	340
實驗二十一 廢水中砷的分析	341
實驗二十二 廢水中氰化物的分析	342
實驗二十三 廢水中硫氰酸鹽的分析	343
三、空氣分析	345
實驗二十四 空氣中氧的分析	345
實驗二十五 空氣中二氧化碳的分析	346
實驗二十六 空氣中一氧化碳的分析	349
實驗二十七 空氣中二氧化硫的比濁分析	351
實驗二十八 空氣中硫化氫的分析	353
四、工廠空氣中有毒氣體與蒸氣的分析	355
實驗二十九 硝酸蒸氣分析	355
實驗三十 空氣中氮氣分析	356
實驗三十一 汞蒸氣分析	358
實驗三十二 空氣中二硫化碳的分析	359
實驗三十三 四乙基鉛蒸氣的分析	361
實驗三十四 乙炔分析	362
實驗三十五 丙酮蒸氣的分析	364
實驗三十六 苯胺分析	365
實驗三十七 菸鹼(尼可丁)的分析	366
五、塵埃分析	369
實驗三十八 空氣染塵度的分析	369

實驗三十九 塵埃中二氧化矽的測定·····	371
實驗四十 塵埃中鉛的測定·····	372
六、土壤分析 ·····	376
實驗四十一 土壤機械成分分析·····	376
實驗四十二 土壤中有機質含量的測定·····	377
實驗四十三 土壤中磷酸含量的測定·····	379
七、常用消毒殺蟲藥物分析 ·····	381
實驗四十四 福馬林中的甲醛定量·····	381
實驗四十五 石炭酸分析·····	382
實驗四十六 漂白粉中有效氯的測定·····	383
實驗四十七 二二三水分含量的測定·····	384
實驗四十八 二二三的含量測定·····	385
實驗四十九 六六六游離酸度的測定·····	386
實驗五十 六六六的定量分析·····	387
附錄:	
附錄一 斯年倫氏第一號活字·····	389
附錄二 基本試劑的製備·····	390
附錄三 所用化合物的當量·····	391
附錄四 在不同溫度下水蒸汽的壓力·····	392
附錄五 常用化學元素原子量表·····	393
附錄六 難溶性鹽類的溶解度及溶解度積·····	394
編譯本書的參考材料·····	396

第一章 緒 論

第一節 衛生分析的範圍

衛生分析是一門新的科學。其意義是在把化學分析的方法用到公共衛生工作中去，俾能解決公共衛生工作中的很多實際的重要問題。

衛生分析一方面是與公共衛生學的各分科有密切關係，而一方面則與化學、特別是分析化學有更密切的關係。拿整個目的來說，衛生分析是服務於公共衛生事業的，是為衛生技術人員的需要而設置的；但在具體要求來說，衛生分析在使學生能學好分析方法，俾使學生將來能獨立負責公共衛生事業中的分析工作。所以單就這一門功課的內容來講，學分析多於學衛生。學生應該使自己能達到下列的要求：①能徹底了解有關分析化學的原理。②能掌握並熟練重量分析、容量分析與比色分析的操作與有關的理論。③能運用各種分析工作中的工具，特別是分析天平與滴定管、吸量管等普通工具。④能正確計算分析結果，對自己所從事的分析工作做出簡單明瞭的報告。⑤明瞭那一些是衛生工作中的普通分析方法，並能夠切實掌握這些方法，做出正確的結果。

我們所將討論的衛生分析，其具體內容主要是根據蘇聯國家醫學出版社所出版的衛生研究方法（Методы Санитарно-гигиенических Исследований）中間的化學分析部分來編寫的，並補充了有關分析的原理，其中包括了下面所列的內容：

一、基本的分析方法。

（一）重量分析法的原理。

（二）容量分析法的原理。

（三）比色分析法及比濁分析法的原理。

（四）電學分析法的基礎。

二、水的分析

（一）飲水的物理分析法。

(二) 飲水的化學分析法。

(三) 廢水的分析。

三、空氣的分析。

(一) 空氣一般成分的分析。

(二) 工廠空氣中有毒氣體及蒸氣的分析。

四、塵埃分析。

五、土壤分析。

六、衛生工作中常用藥物分析。

七、食品分析。

從上表所列的項目來看，可知衛生分析的範圍是廣的。要全面學習這門功課是要費相當時間。要全面來編寫教材，也需要有適當的篇幅。

在上列項目中，單就食品分析來說，內容已是很多，需要另闢功課來討論，在本書中就不把它包括在內。

衛生分析對學習公共衛生的同志來說是很重要的功課。是一種工作上的工具，是很多門公共衛生科學的基礎。其中最有關係的功課要算①勞動衛生；②環境衛生；③營養衛生。

勞動衛生是討論怎樣保護工人在工礦勞動中的健康。在現代的很多工廠與礦場中，由於其生產過程的特殊，常常發生一些毒質，這些毒質常常是以塵埃、煙霧、蒸氣或氣體等形態存在的。其量雖然不多，但經常與工人的皮膚及呼吸器官相接觸，以致使工人感染到一種慢性中毒，即所謂職業病。職業病在勞動衛生中是一個很重要的問題。在華東範圍內就有十多種常見的職業病，就是苯中毒、苯胺中毒、硫化氫中毒、一氧化碳中毒、氯氣中毒、鉛中毒、砷中毒、二硫化碳中毒、汞中毒、磷中毒等。所以在勞動衛生的問題上，就需要檢驗工廠、礦場的空氣中，是否存在着這些毒質，其含量是否達到危險的程度，以便改進工人的作業環境，提高工人的健康水平。

在研究環境衛生的時候，要討論怎樣使飲水更清潔，使空氣更新鮮。怎樣減少塵埃。怎樣來瞭解廢水中有無毒質進而研究有關汗水的處理方法。怎樣來處理垃圾。怎樣注意到土壤的成分是否

適宜於人類的健康。在這些時候，我們需要對飲水、廢水、空氣、塵埃、土壤、垃圾等物質加以分析，以便肯定其成分，確定其是否有碍衛生。惟有於分析之後才能肯定其品質。於品質得到肯定後，才能設法加以改進，使其能合乎衛生上的要求。

在營養衛生中，我們需要研究一般營養素缺乏的病症。研究普通飲食品的營養價值及其分析方法，並研究如何改進工人的膳食營養、軍隊營養、婦幼營養及病人營養等問題。在這些問題的研究中，衛生分析為不可缺少的步驟。除了掌握基本分析的原理與操作以外，特別需要學習飲食品分析。其中主要的有肉品、魚品、乳製品、油脂、麵粉、水果、調味品、各種罐頭等。鑑定其是否合乎規格，是否有碍衛生。

在各種食物營養成分中，我們要研究蛋白質、脂肪、醣類、維他命、無機鹽類等。對於這些物質的分析都是營養衛生學的基礎。

第二節 衛生分析所用的方法

衛生分析上是用到很多分析方法的。這些分析方法可以分為兩大類：即①物理的測定方法；②化學的分析方法。物理測定方法用之於對水、空氣等物品的物理性的測定。例如水的溫度、顏色、透明度、混濁度等的測定，及空氣的溫度、濕度、壓力等的測定。我們以後雖然也要遇到應用這些方法，但不準備多討論。因為這些測定方法也可以放在公共衛生學的其他有關課程中去討論。

化學分析方法是我們討論的重點。因為其應用很廣汎，方法很複雜，而種類也多；其所涉及的原理比較多，所以我們所指的衛生分析主要也就是化學分析。

化學分析可分為定性分析與定量分析兩大部分，今將這兩部分的内容分別介紹如下。

一、定 性 分 析

定性分析的目的是在檢驗某一物質的是否存在。其中最普通的是在溶液中檢驗某化合物或其離子的是否存在。檢驗的方法是根據該物質的化學性質，利用一個該物質所能產生的化學反應。

這個反應的結果應爲：①發生特殊的顏色；②產生有特定性狀的沉澱；③發生可以識別的氣體；④原有顏色的褪去；⑤原有沉澱的溶解等。

根據上述反應所得的結果，即可判斷該物質的是否存在。

於溶液中加入使該物質能夠發生反應的東西叫做試劑。例如欲檢驗溶液中是否有氯化物的存在，可加入少量硝酸銀，倘有白色氯化銀的沉澱，便表示氯化物的存在。此時硝酸銀就是檢驗氯化物的試劑。反過來，氯化物也可用作銀鹽的試劑。這樣可知定性分析的基本方法是在利用特殊的試劑來檢驗各種特定的物質。

但是，用上述方法來進行定性分析往往是有一定限制的。因爲對於一種試劑能發生一個有特定結果的反應，往往不限於一種物質。例如能與硝酸銀發生白色沉澱的，除氯化物以外還有溴化物等。這樣，爲了結果的可靠，於定性分析某一物質之前，尚須進行適當的分離工作，把能夠發生同樣反應的其他干擾性物質事前加以分離。

由於分離工作的重要，定性分析便發展成爲一個整然的系統。把所有的離子根據一定的次序逐一分離，然後再進行檢驗。這樣的分析方法稱爲系統分析。

系統分析爲定性分析方法的高度科學表現。衛生分析需要有这样的知識作爲基礎。但是系統分析方法在衛生分析工作中却不常常用到。僅僅在對少數有毒金屬的檢驗與分析時，用到一部分系統分離的手續。而在大部分情況下，祇用到單獨檢出的方法。或在單獨檢出以前，加以很少的分離工作。如此便可把系統分析知識作爲衛生分析的基礎功課，而不必再在衛生分析中詳細討論。

衛生分析中定性檢驗的對象却不限於水溶液中的離子，而常常包括一部分有機物質及很多的氣體與蒸氣的分析與鑑定。對於這些物質的分析，我們常常用下述各種簡單的方法：

(一) 在水溶液中加入適量的試劑，觀察是否發生某一特定的反應。

(二) 把試劑放在紙上，做成各種試紙。然後使這試紙與供試

的液體或氣體相接觸，看紙上是否發生顏色的變化。

(三) 把氣體通過一種特殊的吸收劑(可能是固體的或液體的吸收劑)，看吸收劑是否發生顏色的變化。

(四) 有時也可根據氣體或液體的特殊的臭或味來補充判斷樣品的種類。

二、定 量 分 析

定量分析為繼定性鑑定之後，測定所存在物質的含量。這是衛生分析中所用的主要方法。定量分析可分為下述各種具體的工作方法，其所根據的原理是各不相同的。

(一) **重量分析法** 重量分析法的原理最為簡單。為將欲分析的物質照其原來的狀態，或將其轉化成為另一有一定成分的物質而從溶液中分離出來。把分離出來的物質乾燥後精確稱量，便可計算結果。例如欲定量水中所含的氯離子。可於水中加入足夠的硝酸銀，使產生氯化銀的沉澱，將這沉澱用古氏坩堝濾出後，乾燥稱量。因為氯化銀中含氯的成分是固定的，便可根據氯化銀的重量來計算水中所含氯離子的重量。

(二) **容量分析法** 容量分析的原理為利用一個十分確實而能幾乎單向進行終結的反應，在反應的進程中精確測定試劑的用量，最後根據所用試劑的量來計算被測定物質的量。例如測定水的鹼度時，可將一種濃度十分確實的酸溶液慢慢滴入試樣，去中和水中的鹼，於反應終結時(反應的終結可藉指示劑變色來觀察，以後當再討論)根據所耗標準酸液的量即可計算出水的鹼度。

(三) **比色分析法** 很多物質是有色的。更有很多物質本身雖無顏色，但可用適當的化學反應使其變成有色的物質。這些物質溶液顏色的深度是與該物質的分子濃度成正比的。因此可以根據顏色的深度來測定這些物質的含量。比色分析特別適宜於微量物質的測定，故在衛生分析中佔着很重要的地位。

(四) **比濁分析法** 比濁分析法為溶液混濁程度的測定方法。其目的在測定膠體物質的含量。很多物質，其本身雖然為溶解狀態的，但也可因某種試劑的加入，轉變成為膠狀沉澱。此後便可藉

比濁分析法來測定其含量。比濁分析法也是測定微量物質的方法。

(五) **電學分析法** 電學的分析方法是一種物理化學的分析法。其所屬的種類也是很多的，例如在衛生分析上藉電極電位的變動測定水溶液的 pH 值。這個方法同時也可用以測定各種微量離子的濃度。此外，電導測定法在衛生分析中也常常用到，例如水中含鹽的總濃度常可藉電導法來測定。

(六) **極譜分析法** 極譜分析法是一種電化學分析法，雖然其涉及的原理比較麻煩，所需的設備也比較複雜，但在近年來已漸漸成為衛生分析中測定微量物質的重要方法之一。

以上所述是衛生分析上比較重要的定量分析方法。除此之外，定量分析方法還有很多，但在衛生分析上應用比較不廣汎，便不作介紹。

第三節 分析結果的準確性

定量分析的結果自應盡可能做到準確。但絕對準確的結果却是沒有的。我們於分析終結時首先得到一些數據。然後再藉以運算。這些數據均是用某種工具衡量出來的。例如用天平稱得重量，用滴定管量得體積等。一切儀器都不能做到絕對準確的衡量，而必然保留一個很小的誤差，這叫儀器的誤差。

在作比色分析的時候，顏色的深度是用目力來比較與測定的。目力不能作出絕對正確的判斷，而各人判斷的結果也可能互相有些不同，這樣引起的誤差叫做人為的誤差。

在一個分析方法中，分離是往往不可能絕對完全的。例如氯化銀、硫酸鉍等看來像完全不溶於水的物質，實際上也有少量的溶解，故不能達到絕對完全的分離。這樣又引起一些很小的誤差，其大小是依照所用方法的不同而不同的，便叫做方法誤差。

除上述三種誤差外還有一種偶然誤差，其來源可能是因溫度、壓力等的變化，引起在衡量上不可預測的微小的錯誤。

這樣看來，分析中的誤差是不可避免的。但是誤差可因工作的小心與注意而減少到最低限度，使分析結果有相對的最高準