



中等專業學校教學用書

工業分析

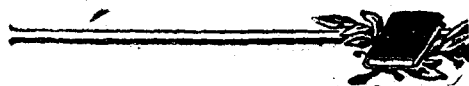
下 冊

А. И. 格罗舍夫著

高等教育出版社

基 芒

中等專業學校教學用書



工 業 分 析

下 冊

A. II. 格 羅 舍 夫 著

中華人民共和國重工業部工業教育司譯

高 等 教 育 出 版 社

本書係根據蘇聯國立化學科技書籍出版社 (Государственное научно-техническое издательство химической литературы) 出版的格羅舍夫 (А. П. Грошев) 所著的“工業分析” (Технический анализ) 1953 年版譯出。原書經蘇聯化學工業部教育處批准為化工中等技術學校的教學參考書, 也可供有工業分析課程的其他中等技術學校之用。

本書中譯本分兩冊出版: 上冊在介紹一般常用的分析方法和取樣方法之後, 分別敘述水、燃料、潤滑劑和工業氣體的各项分析。下冊敘述黑色金屬、銅、鋁的普通分析, 硫酸、硝酸、氨、碳酸鈉、苛性鈉、硫化鈉等無機物生產中所需的分析, 無機肥料、化工生產中各種有機半成品以及合成樹脂、蠟、脂肪等物的分析。

工 業 分 析

下 冊

A. П. 格羅舍夫著

中華人民共和國重工業部工業教育司譯

高等教育出版社出版 北京宣武門內承慶寺 7 號

(北京市書刊出版業營業許可證出字第 051 號)

上海洪興印刷廠印刷 新華書店發行

統一書號 15010·1.3 開本 850×1168 1/32 印張 9 7/16

字數 233,000 印數 43,801—53,800 定價 (3) 洋 1.20

1956 年 4 月第 1 版 1959 年 3 月上海第 9 次印刷

下 册 目 錄

VI. 金屬.....	259
黑色金屬.....	259
概論.....	259
生鐵種類.....	259
鋼的品種.....	260
各種元素對鋼性質的影響.....	260
碳素鋼.....	261
合金鋼.....	261
分析用試樣的採取和準備.....	262
初次試樣的採取.....	262
實驗室試樣的機分.....	264
生鐵和碳素鋼的分析.....	264
碳的測定.....	264
硫的測定.....	275
磷的測定.....	281
矽的測定.....	287
錳的測定.....	289
合金鋼和合金鐵的分析.....	291
鉻的測定.....	291
鈮的測定.....	294
鎳的測定.....	296
銅的測定.....	299
有色金屬.....	301
概論.....	301
有色金屬合金.....	302
青銅和黃銅的分析.....	304

銅和鉛的測定	304
錫的測定	306
鋁的分析	308
鈦的測定	308
銅的測定	310
複習題	311
參考書刊	312
VII. 無機物	313
基本化學工業	313
硫酸的生產	313
硫鉄礦的分析	313
硫的測定	314
爐渣的分析	319
气体的分析	319
二氧化硫的測定	319
二氧化硫和三氧化硫共同存在時的測定	322
氧的測定	325
由分析數據計算接觸率	326
酸的分析	327
三氧化二氮的測定	327
氮的氧化物總量的測定(用氮量計)	328
氮的氧化物總量的測定(用體積計)	331
硫酸的分析	332
取样	332
一水合物的測定	333
氮的氧化物的測定	333
發烟硫酸的分析	335
硝酸的生產	337
概論	337
氮-空气混合物的分析	338
硝气的分析	340
接觸率的測定	343

吸收率的測定.....	346
氮的氧化物的測定.....	346
廢氣中氮的氧化物的測定.....	346
酸的分析.....	347
硫酸的分析.....	347
取样.....	347
硝酸的測定.....	347
硝酸硫酸混合物的分析.....	347
亞硝酸鹽—硝酸鹽鹼液的分析.....	348
亞硝酸鹽和硝酸鹽共同存在時的測定.....	348
氮的生產.....	351
概論.....	351
液體氮的分析.....	352
焦油氨水的分析.....	356
取样.....	356
純氮量的測定.....	356
硫化氫的測定.....	358
合成氨水的分析.....	359
碳酸鈉的生產.....	360
概論.....	360
原料的分析.....	364
岩鹽及其溶液的分析.....	364
石灰石的分析.....	364
石灰的分析.....	369
生產中各種气体的分析.....	370
二氧化碳的測定.....	371
氨的測定.....	371
生產中各種液体的分析.....	372
取样.....	372
氨的測定.....	373
二氧化碳的測定.....	375
氯離子的測定.....	376
鈣的測定.....	376
氯化鈣的測定.....	377

碳酸氫鈉的分析	377
水分的測定	377
碳酸鈉的分析	379
取样	379
總鹼度的測定	379
灼燒時的重量損失的測定	380
氯化鈉的測定	380
苛性鈉的生產	381
概論	381
電解液的分析	382
取样	384
苛性鈉、碳酸鈉、氯化鈉的測定	384
次氯酸鈉的測定	384
氯酸鈉的測定	386
氯氣的分析	389
工業用苛性鈉的分析	390
取样	390
分析試樣的準備	390
苛性鈉和碳酸鈉的測定	390
碳酸鈉的測定	391
硫化鈉的生產	392
概論	392
硫化鈉的分析	392
硫代硫酸鈉的測定	394
亞硫酸鈉的測定	395
硫化鈉的測定	396
多硫化鈉的分析	398
硫代硫酸鈉的測定	399
硫化鈉的測定	400
鹼度的測定	401
總硫量的測定	402
無機肥料	403
磷肥	403

概論	408
磷酸石灰石的分析	408
磷酸鈣的測定	408
氮的測定	410
鈣的測定	415
過磷酸鈣的分析	417
試樣的採取和準備	417
水分的測定	418
可吸收的磷酸的測定	418
游離磷酸的測定	421
磷酸生產中的分析	422
磷酸和硫酸共同存在時的測定	422
洗液和磷石膏中磷酸鈣的測定	424
氮肥	426
氮肥的種類	426
分析方法	426
矽酸鹽	427
概論	427
不溶性矽酸鹽的溶解	429
取样	432
準備分析	432
矽酸鹽的溶解	434
系統分析	435
二氧化矽的測定	435
二氧化矽的快速測定	436
三氧化二物總量的測定	437
鐵的測定	437
鈦的測定	442
鋁的測定	444
鈣和鎂的測定	445
鈣的測定	445
鎂的測定	447
鈣的快速測定	448
鎂的快速測定	449

複習題.....	450
參考書刊.....	452
VIII. 有機物.....	453
有機物分析的特點.....	453
取樣.....	454
水分和物理性質的測定.....	455
半製品分析.....	462
磺基的測定.....	462
前言.....	462
磺基的定性反應.....	463
磺酸中磺酸雜質的測定.....	463
磺酸的測定.....	464
羥基(醇的)的測定.....	465
羥基的定性反應.....	467
定量測定.....	468
羰基的測定.....	475
甲醛的測定.....	475
氨基的測定.....	476
芳胺的定性反應.....	480
定量測定.....	481
苯胺的測定.....	483
對-甲苯胺的測定.....	484
苯胺的測定.....	489
對-硝基苯胺的測定.....	490
對-氨基苯酚的測定.....	490
鄰-氨基苯甲酸的測定.....	490
H-酸的測定.....	491
氨基化合物的測定.....	492
羥基化合物的測定.....	497
無保護膠參加時的測定.....	497
有保護膠時的測定.....	498
羥基氨基化合物的測定.....	499
H-酸的測定.....	500

对-苯二胺的測定	501
硝基的測定	503
硝基的定性反應	505
定量測定	505
人造樹脂	509
概論	509
軟化點的測定	510
苯酚的測定	511
鹽	513
概論	513
定量測定法	513
葡萄糖的測定	514
脂肪	524
概論	524
脂肪的定性反應	526
定量測定法	526
粗脂肪的測定	528
酸值的測定	532
皂化值的測定	533
碘值的測定	534
含氮物質	538
概論	538
氮的總量的測定	539
複習題	542
參考書刊	543

中俄人名对照表

中俄名詞对照表

VI. 金屬

黑色金屬

概論

所有金屬可分為兩大類：黑色金屬，即鐵及其合金；有色金屬，包括銅、錫、鉛、鋅、鋁、銀、鉑等等。

黑色金屬又分為生鐵、鋼、鐵合金。

大多數黑色金屬都含有碳、錳、硫、磷、矽。根據這些元素——主要是碳——的含量不同，可以區分生鐵、鋼、鐵合金。如果合金中的碳含量大於 1.7%（小於 6.6%），這種合金就叫做生鐵。碳含量的範圍為 1.7—0.2% 時，這種合金叫做鋼。如果合金中的碳含量小於 0.2%，它就是低碳鋼（純鐵）。現在人們已能製造極純的鐵，其中全部雜質的含量僅為 0.1%。這種鐵的生產工藝研究成功的光榮，是屬於俄羅斯冶金學者 B. II. 蒂日諾夫的。

如在黑色合金中含有大量其他某種元素，則這種金屬便叫做鐵合金。根據其中所含的元素可區分：錳鐵、鉍鐵、鉻鐵、矽鐵等等。

生鐵種類

高爐中煉出的生鐵分為白生鐵、灰生鐵、鐵合金、天然合金鐵。

白生鐵（即煉鋼生鐵）的特點，是其中的碳以碳化鐵和碳化錳的形式存在。這種生鐵具有白色，用於煉鐵煉鋼，所以叫做煉鋼生鐵。

灰生鐵（即鑄造生鐵）的特點是矽含量較高。把它叫做灰生鐵，是因為在熔融金屬冷卻時其中的碳以游離狀態析出（呈石墨狀

态,因而生鉄具有灰色);灰生鉄用於鑄造制件。

鉄合金用作煉鋼用的專門附加劑。它主要有以下几种:矽鉄,即鉄和矽的合金;鏡鉄,即鉄和錳的合金;矽鏡鉄,即鉄和矽、錳的合金;錳鉄,即鉄和錳的合金[⊖]。

天然合金鉄是由含有合金元素(鉻、鎳、鈳等)的礦石熔煉而得的生鉄。

鋼的品種

現有的鋼品種為數極多。它們共分為兩大類:一類是碳素鋼,其中除含有鉄以外,還有碳以及 Mn、Si、P、S;另一類是特殊鋼,即合金鋼,它除了含有碳素鋼的各種元素以外,還含有附加的元素 Ni、Cr、W、V、Ti 等;在這種鋼里, Si 和 Mn 的含量較高。

根據用途,所有鋼又分為以下幾類:

結構鋼,即機器鋼,用於製造機械零件、機床、橋樑等等。

工具鋼,用於製造工具。

有特種用途的特殊鋼:磁性鋼和非磁性鋼、不銹鋼、耐熱鋼等等。

各種元素對鋼性質的影響

碳是決定鋼性質的主要元素。碳含量增加時,鋼的硬度和強度增高,但塑性降低,使鋼難於加工;碳含量增加時,熔點降低。

錳在碳素鋼中的含量為 0.2—0.8%。有錳存在時,鋼的紅脆性(即紅熱狀態下的脆性)減小,淬火性增進。錳是很好的脫氧劑,它能使煉鋼時生成的氧化亞鉄脫氧。

含 Mn 1% 以上的特殊鋼,強度和硬度能增加很多。

矽也是脫氧劑。矽在碳素鋼中的含量為 0.1—0.4%。

在特殊鋼中,矽含量超過 0.5%。矽的含量在 1% 以下時能增加鋼的強度。矽還能增加彈性、耐酸性、耐熱性等等。

⊖ 錳鉄和鏡鉄都是鉄和錳的合金,但錳鉄中錳的含量較高——譯者註。

硫和鐵、錳能生成硫化物。當有硫化鐵存在時，鋼便有了紅脆性；鋼的所有機械性質都變壞了：耐磨性和化學穩定性降低了；熔化的時候有了稠性（不易流動）。所以鋼內的硫含量只許小於 0.035—0.040%。

磷和鐵能生成脆弱的磷化鐵 Fe_3P ，產生冷脆性（冷卻狀態下的脆性）。磷會降低鋼對衝擊的抵抗性。但有磷存在時，能增加鋼的抗牽強度和對大氣侵蝕的安定性，並使鋼易於加工。

鎳是煉特殊鋼用的一種最重要元素，它能增加強度。

鉻能增加硬度、耐蝕性、耐熱性。

錳、鉬、釩能大大增加鋼的硬度，並能在溫度增高時保持它的硬度。

碳素鋼

普通結構鋼用於製造板、桿、梁、螺釘、鉚釘、煙管等等。

優質碳素鋼用於製造汽車和農業機器等製造業中的機械零件和機構。這種鋼含有：0.05—0.5% 碳，0.25—0.70% 錳，0.03—0.3% 矽，0.055% 硫，0.045% 磷。

碳素工具鋼含有：0.3—0.4% 錳，0.04% 硫，0.35% 矽，0.04% 磷。另外還有鉻（0.2%）和鎳（0.25%）存在。在優質鋼中含有：0.15—0.35% 錳，0.3% 矽，0.03% 硫，0.03% 磷；鉻和鎳的含量與普通鋼相同。

合金鋼

錳鋼含錳 0.8—14%。這種鋼用於製造軸、齒輪、彈簧和其他須耐受極強磨損的零件。

矽鋼含矽 0.5—2.0%。它用於建造橋樑船舶，製造彈簧、板簧，還用於電器工業。含 Si 14—18% 的高矽鋼以矽化鐵（ферросилид）的名稱而為大家所熟知；它因耐酸性強而用於製造化工器械。

鎳鋼按鎳含量的不同分為三類：（1）1.25—1.35% Ni；（2）

2.5—3.0% Ni; (3) 3.5—5.0% Ni。第一類鋼用於汽車製造業，第二類用於製造承受衝擊的零件，第三類用於製造承受強大壓力的零件。

鉻鋼分為含鉻 0.7—1.4% 的結構鋼和含鉻 0.4—13% 的工具鋼。前者用於汽車及拖拉機製造業，後者用於製造工具。含鉻 12.5—18% 的鉻鋼是不銹鋼。鉻鎳鋼用於飛機製造業和汽車製造業，也作為不銹鋼用。它含有 0.6—1.75% Cr 和 1.25—4.0% Ni。

鉻錳鋼用於製造工具。

高速鋼含有：4—8% 鉻，3.5—19% 鎢，1—2.6% 鈮。

分析用試樣的採取和準備

初次試樣的採取

要分析的金屬可能是制件，可能是錠塊[也叫“鑄塊”(чунки)]，也可能是呈熔融狀態的(“鑄塊”是指以後送去再加工的金屬錠)。任一狀態的金屬都可能是不均勻的。產生不均勻性的原因已在緒言中討論過了(見上冊 37 頁)；其中最重要的是由於金屬鑄件中的熔析所產生的不均勻性。另外，在金屬表面上常產生鱗皮(金屬的氧化物)，並且夾雜有型砂(澆鑄金屬用的砂型的型砂)；還有一些其他原因。

金屬在大多數情形里都是塊料，不但不同的塊會不一致，就是同一塊或同一鑄件的不同地點也會不一致。所以試樣不僅要從不同的塊，而且還要從同一塊或制件的不同地點採取。如有一批同次澆鑄出來的金屬，則須從該批中各取一定數量的物品、制件、錠和鑄塊，然後再由這裡採取初次試樣。

取樣規則已由相當的標準加以規定。例如，在從一批鑄鐵塊中取樣時，每 10 噸生鐵取一塊鑄塊。把這樣取得的鑄塊分成均勻的數組，每組中的鑄塊數不超過 10 個。各組的總試樣都單獨加以分析。全批金屬的平均化學組成，按所有各組分析結果的平均值

求得，在求的時候要考慮到每組的重量。

从各个鑄塊、錠和制件上取樣的方法是鑽、鉋或銼，有時也用大錘將金屬塊鎚碎。在取樣前，要鑽或鉋的表面須加以清理，以除去髒物和鱗皮。清理時使用硬鋼刷或砂輪，清理到出現發亮的金屬表面為止。但如要分析的正是鑄件表面層，則不許可做這種清理工作，或者是進行得極端小心。

鑽孔用的特殊鑽頭由極硬的鋼做成。鑽取時要在制件或鑄塊的若干點上進行，點的位置要在鑄件中心和邊緣的中間——有平行於軸鑽取的，也有垂直於軸鑽取的。在鑽鑄塊時，鑽頭應該鑽到離鑄塊另一面還剩6毫米的地方。成品的鑽孔方法也与之相似(圖76)。

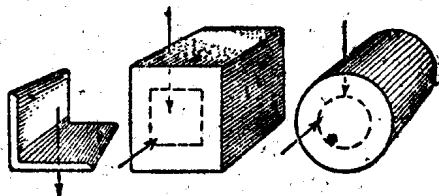


圖 76. 金屬制件的取樣。

採取板材試樣時，从數塊板上各沿全長切下 50 毫米寬的狹條。把每一狹條折疊成數層，鉋削端面。

細金屬絲的取樣是用剪刀來剪切。粗金屬絲先在砧鉄上錘成薄片，然後再用剪刀剪切。

不能切削的極硬金屬，是放在鋼臼內把它打碎的。

液態的(熔融的)金屬試樣在澆鑄時採取；或者从已鑄好的金屬中採取，採取前先要攪拌並除去熔渣。採取熔融金屬用的是一个專門的球形勺，其直徑為 10 厘米，深 4 厘米，裝有很長的柄。把勺內金屬倒入特備的模內讓它冷卻，然後再用上述方法取樣；如要迅速得到試樣，則把勺內金屬倒到大鉄銬上。一見薄金屬層有些凝固，就把鉄銬浸入冷水。把所得薄片與鉄銬分离開，並干燥之。从薄片上採取不含雜物的極薄部分(厚度不超過 0.5 毫米)，把取出的部分打碎。

在所有情形里，都是把所得的呈鉋屑、銼屑等形式的試樣，从每一份中各取相等數量而相混合。然后在淬火鋼的研鉢內研磨試樣，直至能通過每 1 厘米² 有 50—60 孔的篩為止。所得的試樣已是能送去分析的實驗室試樣，它的重量應為 300—500 克。

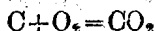
實驗室試樣的攪分

直接用於分析的試樣僅需 10—20 克。為了獲得這部分試樣，可把初次試樣倒在一張干淨的大鐵片或光滑結實的紙上，經仔細混和后鋪成一圓盤狀或正方形，然后再如緒言中所述和圖 20 中所示（見上冊 44 頁）那樣从其中採取實驗室試樣。在瑪瑙研鉢內把所得實驗室試樣磨成細末。全部試樣都應通過孔的大小為 0.0147 毫米的篩（每 1 厘米² 有 1500 孔）。把磨細的試樣儲存在帶毛玻璃塞的罐或稱量瓶內。在研磨試樣時，應該注意使它不致因飛散而損失掉，因為微細粉末的組成常与粗大顆粒不同，因此它的損失會改變平均試樣的組成。

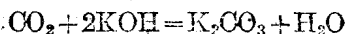
生鐵和碳素鋼的分析

碳的測定

方法實質 生鐵和鋼中所含的碳，有的呈游離狀態（生鐵中的石墨、可鍛生鐵和某些鋼中的退火碳），有的呈化合狀態成為碳化物（ Fe_3C 、 Mn_3C 等）。實際上可以認為鋼內的碳全以化合狀態存在，因為只在極少數幾種鋼中才有游離碳存在。總碳量是根據 ГОСТ 2331—43 用氣體體積法來測定的。稱取金屬試樣放在管爐內，在氧氣流中燃燒。化合碳和游離碳都燒成二氧化碳：

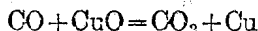


把燃燒產物送入量氣管，測出它的體積。然后用鹼溶液吸收二氧化碳：

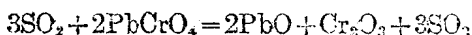
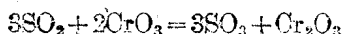


測出剩余的氧的體積。根據前後兩次體積的差數，求得所取金屬試量在燃燒時生成的二氧化碳的體積。知道了這一體積，就能求出燃燒成這些 CO_2 的碳的重量；以對金屬試量的百分數來表示求出的碳的重量。

試量燃燒時的溫度應不低於 1250° 。在這樣的溫度下鐵會被氧化。碳必須被氧化成二氧化碳，但在氧氣不足時也會生成一氧化碳。為了使它變成二氧化碳，可讓燃燒產物從氧化銅上通過，氧化銅很容易把一氧化碳氧化成二氧化碳：



金屬中所含的硫燃燒成亞硫酸酐。為了將它化合吸收，可讓氣流通過鉻酸酐或鉻酸鉛的硫酸溶液。這時亞硫酸酐氧化成硫酸酐，而硫酸酐或溶於水，或與氧化鉛作用：



金屬試量是放在瓷舟皿中燃燒的。為了使燃燒時生成的鐵渣和磷皮不致與舟皿的材料熔合在一起，試量最好不直接放在舟皿內，而是放在另一剛鋁石 (Al_2O_3) 做的墊片上。

為了加速金屬的燃燒，使用助燃劑。ГОСТ 推薦用銅、鉛或它們的氧化物做助燃劑。另外還推薦鑄鐵、錫和鉛丹用做助燃劑。所用的助燃劑都是用粗銼鏟在干淨紙上的細屑。把助燃劑細屑撒在舟皿內要燃燒的金屬試量上。

關於助燃劑的作用有不同的解釋。例如，有些人以為：助燃劑在氧中燃燒時使溫度局部升高，促使試量燃燒；易熔金屬（鉛、錫）與金屬試量熔合，生成易燃的化合物或合金；氧化物的作用與氧化