

中等专业学校交流讲义

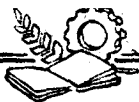
鑄造材料分析

汉口机械学院理化教研組編



中国工业出版社

中等专业学校统一讲义



鑄造材料分析

汉口机械学院理化教研组编

中国工业出版社

本书是介绍鑄造材料的分析方法。为了使同学在掌握普通化学知識的基础上，更好地学习这一門課程，本书首先扼要地介绍了分析的有关知識，例如：分析时常用的仪器和試剂、溶液濃度的計算、試样的采取和制备等；然后具体地介绍鋼鉄、石灰石、水玻璃、焦炭等鑄造材料的測定原理、所用試剂及分析方法等。本书可供中等专业学校鑄造专业作为教学用书，亦可供作鑄工車間化驗室工作者参考之用。

鑄造材料分析

汉口机械学院理化教研組編

*

中国工业出版社出版（北京佟麟閣路10号）
（北京市书刊出版事业許可証出字第110号）

机工印刷厂印刷

新华书店科技发行所发行·各地新华书店經售

*

开本 $850 \times 1168 \frac{1}{32}$ · 印張 $3 \frac{1}{4}$ · 字数 80,000
1961年6月北京第一版·1961年6月北京第一次印刷
印数 0001—6,030 · 定价 (9-4) 0.41 元
統一书号: 15165 · 267 (一机-30)

前 言

本书基本上是根据第一机械工业部1959年修訂的中等专业学校鑄造专业教育計劃的鑄造材料分析教学大綱編写的，可以供中等专业学校鑄造专业作为交流讲义。

本书的主要内容包括两个部分。第一部分，自第一章至第四章，为分析知識的扼要介紹，如分析时常用的仪器和試剂、溶液濃度的計算、試样的采取和制备等。第二部分，自第五章至第七章，主要介紹鋼鉄、石灰石、水玻璃、焦炭等鑄造材料的測定原理、所用試剂及分析方法等。

在編写本书时，虽力求貫徹党的教育为无产階級政治服务、教育与生产劳动相結合的方針并适当反映科学技术的新成就，但由于作者的政治水平和业务水平所限，又加以時間匆促，因此内容不妥或錯誤之处在所难免。希望采用此书的教师、同学以及工程技术人员提出宝贵的意見，以便再版时修正。

汉口机械学院理化教研組

1961年4月

目 次

前言	3
第一章 概論	7
第二章 儀器和試劑	10
第一节 天平	10
第二节 常用的玻璃容器	14
第三节 比色計	18
第四节 試劑	23
第三章 溶液的濃度和計算	25
第一节 克分子濃度	25
第二节 克當量濃度	25
第三节 滴定度	29
第四节 百分濃度	30
第四章 取樣和制樣	32
第一节 鋼鐵的取樣和制樣	32
第二节 石灰石、爐渣和焦炭等的取樣和制樣	34
第五章 鋼鐵分析	38
第一节 碳的測定	38
第二节 硫的測定	42
第三节 錳的測定	48
第四节 磷和硅的聯合測定	50
第六章 石灰石、爐渣和水玻璃的分析	57
第一节 石灰石分析	57
一、二氧化硅的測定	57
二、氧化鈣和氧化鎂的測定	59
第二节 爐渣分析	63
一、二氧化硅的測定	63
二、鐵的測定	64

(一) 全铁的测定	64
(二) 氧化亚铁的测定	66
三、氧化钙的测定	67
四、氧化镁的测定	68
第三节 水玻璃分析	69
一、二氧化硅的测定	69
二、氧化钠的测定	70
第七章 燃料和气体分析	71
第一节 焦炭分析	71
一、水分的测定	71
二、挥发分的测定	71
三、灰分的测定	72
四、固定碳的计算	73
五、发热量的计算	73
六、硫的测定	73
(一) 爱氏法	73
(二) 燃烧法	75
第二节 气体分析	75
附录	79
1 国际原子量表	79
2 容量法定碳温度压力校正系数表	82
3 最主要的酸溶液在15℃时的比重	90
4 苛性碱和氨溶液的比重	92
5 标准溶液的相当量	93
6 常见化合物的分子量	94
7 容量分析法常用化合物的当量	95
8 仪器设备表	96
9 常用药品表	98
10 对数表	99
逆对数表	102

第一章 概論

鑄造材料分析是鑄造車間的必要組成部分。它在指導生產以及生產分析方面占有很重要的地位。如在熔化、澆鑄等過程中，提高產品的質量和產量、節約材料等，均基於正確地進行化驗。其主要任務是：

1. 供給生產過程中所需要的數據，一切生產原料及產品的成分，產品質量和性能。這些數據是控制生產必不可少的先決條件。如熔化生鐵時，必須知道生鐵、焦炭、石灰石等化學成分的分析結果。若不知道這些材料中的化學成分，就無法進行正確的配料。

2. 生產技術的改進，提高產品質量，以及解決生產中所遇到的問題，也和分析密切相關。如爐前分析關係着產品的質量甚大，它能及時地提出可靠的結果，才能保證及時地運用正確的操作方法，防止廢品的產生，並能合理地使用原料，不致造成浪費現象。

3. 對科學研究和科學技術的發展，化學分析也有其很重要的作用。如配制特種鑄造生鐵時，就必須隨時分析其組成，提供正確的數據，供科研參考。因此鑄造材料分析對改進鑄造車間生產，是一門不可缺少的科學技術知識。

總之鑄造材料分析在生產中，除了經常提供生產所需的數據，起着眼睛的作用外，並且在提高產品質量和技術革新中，也起着關鍵性的作用。

材料的分析方法是很多的，如有重量法、容量法和儀器分析法（光譜分析、極譜分析和光电比色法等）。現將本書所涉及到的分析方法分述如下：

1. 重量法：這種方法首先要將被測試樣製成溶液，加入沉淀劑，使被測的離子與沉淀劑組成幾乎不溶的沉淀。然後經過過濾、

烘干、灼燒和稱量，即可求出被測元素的含量。但沉淀生成時須具備這樣的條件：沉淀要有一定的組成，結晶顆粒要大，沉淀的溶解度要小，易于過濾和洗滌等。具備了這些條件，才能得到準確的分析結果。

2. 容量法：這種分析方法基于將被測試樣制成溶液後，在一定的條件下，用標準溶液進行滴定，根據標準溶液消耗量來求得被測試樣中某元素的含量。

3. 比色法：是儀器分析中的一種，這種方法是根據某些元素的離子本身具有顏色。若其本身無色，須加入特殊試劑（發色劑），在一定條件下，使這些離子發色的。因為溶液顏色的深淺與該離子濃度有一定的關係，根據這種關係而求出元素的含量。

這三種方法各有其優缺點：重量法就準確度而言，比容量法和比色法精確得多。就靈敏度而言，重量法一般不如容量法和比色法。同時重量法操作手續麻煩，成本較高，需時較長，一般需要有高溫設備和較精密的天平等，通常把它做為標準分析方法。容量法和比色法，操作手續簡便，消耗試劑少，分析速度快，所以在實際工作中，容量法和比色法被廣泛的採用。

本書所選擇的分析方法是本着如下的原則：操作手續迅速而簡便，易掌握，其準確度符合于生產的要求，採用試劑便宜，且貨源充足，同時應結合一般實驗室的設備情況，以做到多、快、好、省。

鑄造材料分析的范围和要求：是针对鑄造車間的特殊要求和需要來檢驗試樣的組成，故范围就有一定的限度——如鋼鐵分析、石灰石分析、焦炭分析、水玻璃分析等等。我們鑄造專業學習這門課的目的，主要是配合專業需要，因此只能涉及到以上所述的一些材料分析，其分析方法也仅限于上面所說的三種方法。基于鑄造生產過程中，化學分析是重要的一環，作為鑄造車間的工作者，必須經常與化驗室聯繫，并对分析方法有一定程度的了解，才能利用分析數據，改進生產。所以鑄造材料分析，對我們鑄造專

业来说是具有一定的重要性。

这门课程，主要是实际工作的训练，因此，对本课程的实验部分，必须给予足够的重视。并要求以严肃而慎重的态度对待一切分析数据，只有这样，才能保证我们把这门课程学好。

第二章 仪器和试剂

第一节 天平

在实验室中，通常使用的天平可分为粗天平和分析天平两种。粗天平的特点是可称较重的物体，它的误差比较大，约在1克左右。各类粗天平的误差大小也不同，有的较大，有的较小，可以按照工作要求而加以选择。分析天平是精确的天平，这种天平的最大负重不能超过200克，可以精确到0.001克或0.0001克。它的构造较粗天平要复杂和精致得多。分析天平的种类也很多，有摇摆式的、阻尼式的和自动光电式的等等。这些天平国内均能制造，质量都很好。要按照工作要求去选择天平，不要盲目的去用最灵敏的天平。一般分析，特别是我们刚开始使用天平，用精确度为0.001克的天平已完全符合要求，不必使用精确度更高的天平。

1. 粗天平：在使用粗天平时，先检查天平的指针能否自由摆动，摆动时指针是否在零点两旁作等幅摆动。否则，调整两旁螺丝，使其等幅摆动，然后才能进行称量。称量物不能直接放在盘子上，应放在表玻片或纸上(有时也用烧杯)，防止天平盘受到酸碱等类物质腐蚀。习惯上是把称物放在左方，砝码放在右方。先放大砝码，后放小砝码，直到天平均衡为止(注意砝码要用镊子去取，不可用手)。

2. 分析天平：

它的主要部分是天平柱和天平梁。天平柱直立

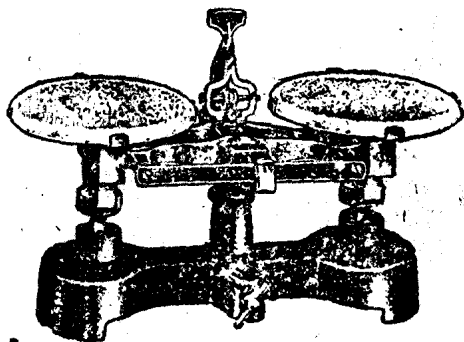


图1 粗天平

固定在天平匣的底板上，其頂端有一个瑪瑙平板。天平柱的上面放置着天平梁，梁的正中固定着一个瑪瑙三棱体，刀口向下，适可放在天平柱頂端的瑪瑙平板上。天平梁的两端与中央瑪瑙三棱体等距离的地位，还固定着两个瑪瑙三棱体，刀口都向上，各悬挂着一个鐙形架，天平盘即悬于这鐙形架的下面。这样的結構使天平梁非常容易摆动，并且非常灵敏。为了使瑪瑙三棱体的尖鋒不致磨損，天平还备有調节装置——升降樞。当轉动升降樞時，即可架起或托住天平梁和天平盘。

天平梁中間有一条长的指針，它偏于左方或右方的程度可自天平下面的刻度标尺上观察出来。在天平梁的上面也有刻着度数的标尺，其零点在正中。在标尺上每一記有数字的大格相当于1毫克（即0.001克），每一大格又分为5小格，每一小格相当于0.2毫克（即0.0002克）。在标尺上可以放置一个用鋁絲弯成的游碼，游碼的重量为10毫克。将游碼放置在零点的右方，可以使右方天平盘上的載重增加自0.0001克至0.01克。游碼的放置与取去是利用一条細杆，这細杆能带着游碼沿天平梁移动。

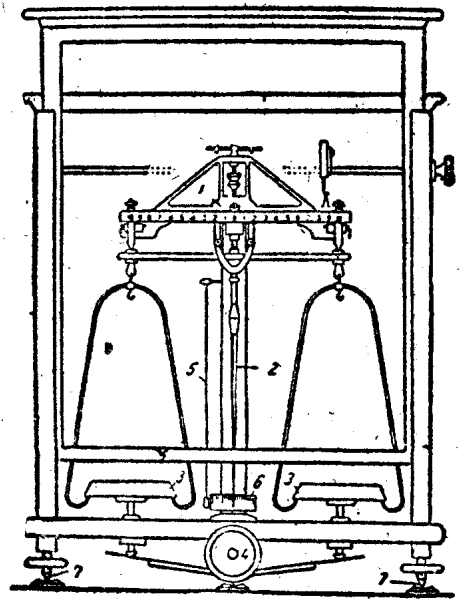


图2 分析天平:

1—天平梁；2—垂直指針；3—天平盘；4—升降樞；5—悬鉛錘；6—刻度标尺；7—天平脚。

分析天平放置在一个具有玻璃壁的匣中，其两旁及前面都有玻璃門可以关闭。玻璃匣的作用是防止尘埃侵入及空气的流动。匣內通常放置一杯硅胶或其他干燥剂，以吸收匣內空气中的水分，这

样可使天平不受湿气的侵蚀。

天平应该放在稳固的桌上，避免震动，最好单独放在一间干燥的房內，尽量避免水气和酸气的侵袭。天平柱后面(或侧面)，普通装有一条铅直线，用来校正天平的水平。有些天平不装铅直线，但在天平柱的后面装有水平器，借天平匣前面的两个天平脚的螺旋调节，使水平器的水珠移至中央，天平即能水平。转动升降枢，使天平梁自由摆动，如果指针不指在零点附近，可转动天平梁顶端的螺丝，把它调整到两端完全平衡。

(1) 砝码：分析天平用的砝码，为了避免因氧化而改变重量起见，普通外面镀着一层金或铂等极难氧化的金属。一克以下的小砝码也用某种难被氧化的金属(例如铝或镍)制成。装砝码的盒中还放着镊子，用以夹取砝码。镊子上普通还装有骨质或胶质的尖嘴，以避免划伤砝码的表面。

国产的砝码有如下的一组重量：100克、50克、20克、20克、10克、5克、2克、2克、1克、500毫克、200毫克、200毫克、100毫克、50毫克、20毫克、20毫克、10毫克及两个10毫克的游码。

用砝码可称至0.01克。倘须称准至0.0001克，则须使用游码。

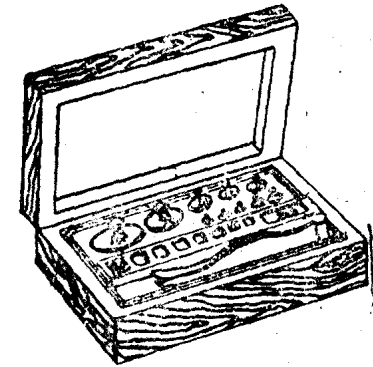


图3 砝码。

要得到准确的称量结果，维持砝码保持准确的数值是极其重要的。因此砝码必须放在干燥的地方，不要被化学药品所侵蚀。砝码匣要关闭好，以免灰尘沾污。砝码从匣中取出时，直接放到天平盘上，不要随便乱放。砝码镊子不要被灰尘沾污。总之，要十分注意保持砝码的清洁和正确位置。

(2) 分析天平的使用程序:

- ①把天平内部打扫清洁;
- ②核对天平位置是否水平;
- ③轉动升降樞, 注意摆动是否正常, 两边摆动格子是否相等或相差不远;
- ④将称量的物体放在左盘上, 砝碼放在右盘上;
- ⑤放置物体或砝碼时, 必須先使天平梁固定;
- ⑥增加砝碼时, 須依次序由大到小, 到平衡为止;
- ⑦讀取重量, 先根据砝碼匣內的空位, 然后照砝碼校对一遍;
- ⑧称量結果, 必須直接記在記錄本上, 不可随便記在紙片上。

(3) 分析天平的保护:

- ①天平必須保持清洁和干燥;
- ②放置天平的地方, 最好和化驗室分开, 以免天平被酸侵襲而生锈;
- ③不要将称量的药品直接放在天平盘上;
- ④过冷过热的物质必須达到室溫后才能放入天平內称量;
- ⑤能产生腐蝕性气体的物质不可放入天平內称量;
- ⑥称物的重量不可超过天平的称量限度;
- ⑦使用天平时操作宜輕緩, 以免震伤刀口;
- ⑧不用天平时, 須轉动升降樞, 将天平梁托住, 并把天平用黑布罩罩好;
- ⑨如发现天平机件不灵时, 需請有經驗的人去檢查, 不要随便轉动天平上的任何一个零件。

(4) 称量:

使用分析天平, 就是要經常的进行称量。为了簡便起見, 可用等距搖摆法(等摆法)来称量。即先轉动天平升降樞, 使天平梁自由摆动, 看指針左右摆动距离是多少(距离小一些适宜), 然后在天平左盘的表玻片上(右盘也有同样重量的一块)放入要称的物体。在右盘上加砝碼, 移动游碼位置, 直到指針左右搖摆和

空盘时相等。即可记下砝码重量，此砝码的重量即代表所称物体的重量。

对于容易吸水的物质，或者某些盐类、矿样等，可以把它先放在称量瓶内称量。如上法把称量瓶和物质的总重量称出后，打开称量瓶的盖子，把需要称出的物质倒入烧杯内，再称一次。两次重量相差数即为称出在烧杯内物质的重量。

第二节 常用的玻璃容器

1. 滴定管:

滴定管是进行滴定准确量度溶液的容器。常用的滴定管的容量为 50 毫升，精密刻度到 0.10 毫升，在最小刻度之间可以估读出 0.01 毫升。因此读数可达到小数点后第二位。

滴定管的节门有两种如图 4-(1) 所示，一种是玻璃活塞，另一种是装在橡皮管中的玻璃小球。后者可以用手指捏皮球处的橡

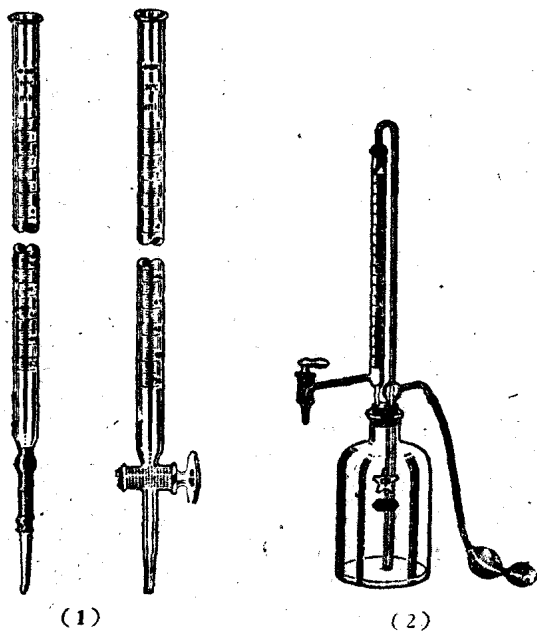


图 4 滴定管和自动滴定管。

皮管，使之形成一窄縫，液体即可沿窄縫流出。

玻璃活塞滴定管不适用于装碱溶液，因为活塞易被碱液腐蚀而粘住；反之，能腐蚀橡皮的溶液（如 KMnO_4 ， I_2 ， AgNO_3 等），则必须装在玻璃活塞滴定管中。除了普通用的滴定管外，现在广泛采用自动滴定管〔见图4（2）〕进行滴定。

在使用滴定管之前，要用洗液（配法：将70克粉状的重铬酸

钾，溶于 $50\sim 60^\circ\text{C}$ 100 毫升的浓硫酸中，冷却，贮于玻璃瓶中备用）洗涤一次（装洗液 20 毫升左右），洗液仍放回原瓶，再用自来水冲洗，最后用蒸馏水洗 2~3 次，将下端活塞擦干；涂少量凡士林，并旋转灵活，防止漏水。在盛装溶液前，再以该溶液洗滴定管 2~3 次，然后装满溶液，排出气泡，调至刻度零点。

对滴定管上刻度的读数，采用不同的读数法：透明溶液表面均成弧形向下凹，可准确读取弧形最低处的刻度（见图5）。不透明深色溶液，可读取最上面的刻度（见图5）。如装高锰酸钾溶液的读数，可以从最上边刻度处读取。在读数时眼睛必须与滴定管内液面的弧形在同一水平上，否则会产生误差。

2. 量瓶（容量瓶）：

量瓶是用来盛一定体积溶液的细颈平底瓶（见图6）。瓶上标有容积和测定该容积的温度。瓶颈上刻有环形标线。

它的用途是把一定量的物质稀释到一定的体积。稀释到半瓶时，可轻轻摇匀液体；再注入蒸馏水至标线附近，最后一滴一滴地加水临到标线处，充分摇匀才可使用。

3. 移液管和量液管：

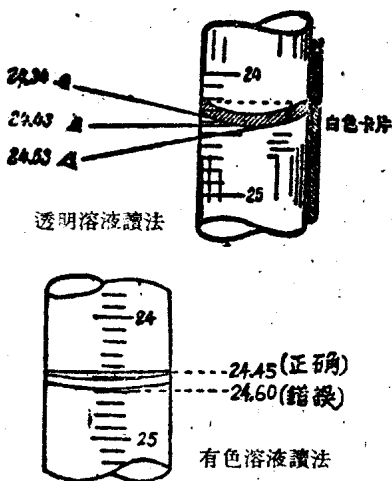


图5 滴定管读数求法。

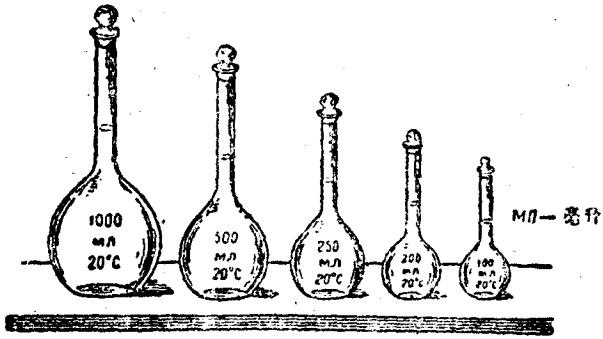


图 6 量瓶。

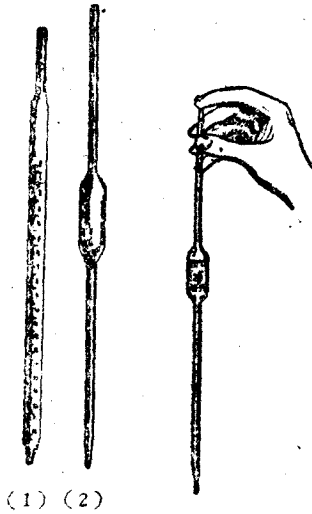


图 7 移液管和量液管。