

铸造测试技术

陈光昀 聂永福 编

新 时 代 出 版 社



铸造测试技术

陈光昀 聂永福 编

新时代出版社

内 容 简 介

本书共分六章,主要介绍了造型材料性能测定;合金使用性能的测试;显微形貌、成分、结构的分析;合金铸造性能的测定;合金熔炼过程的控制和测试;以及电子计算机在铸造测试技术中的应用等内容。

本书内容丰富、具体,对各种测试方法的原理阐述清楚,图表和数据齐全。适于铸造工程技术人员阅读,也可作为高等院校和中等技术学校铸造专业的教学参考书。

铸 造 测 试 技 术

陈光昀 聂永福 编

责任编辑 唐朝瑛

新时代出版社出版 新华书店北京发行所发行

国防工业出版社印刷厂印刷

787×1092毫米 16开本 21.125印张 495千字

1983年4月第1版 1983年4月北京第1次印刷

印数: 0,001—7,200册

统一书号: 15241·15

定价: 2.20元

序 言

人类能够借助仪器直接看到原子，甚至把原子的运动拍成影片。这曾经是一种幻想，但今天这种幻想已经变成了现实。

随着科学技术的发展，我们已进入到能够通过人工控制的方法，把原子规则地排列在晶格点阵上，从而进入了能够生产出新一代单晶体的现代铸造时代。

现代铸造与古代相比，其内容上发生了无比深刻的变化。当前，我国的铸造技术与世界先进水平相比还不够先进，其生产过程的测试仪器和测试手段仍很落后。我国广大铸造工作者为改变当前我国铸造行业的科研与生产的现状，尽快地实现铸造测试技术的现代化，正在不懈地努力和艰辛地劳动着。为此，广大铸造工作者必须尽快掌握世界上先进的科学技术理论，掌握世界上最先进的试验技能、仪器设备和测试手段，以便早日实现上述目的。

本书在原编《铸工检测技术》一书基础上做了较大变动，删去了一般机械性能的测试方法，普通金相组织分析方法，温度测试方法及无损检验方法；增添了断裂韧性、合金耐热性能、耐蚀性能、深冷性能的测试方法，以及透射式电子显微镜，扫描电子显微镜的使用；电子探针X射线显微分析；X射线衍射晶体结构分析和电子计算机在铸造测试技术上的应用等。

本书承郭可诤教授审阅。在编写过程中由清华大学、沈阳铸造研究所、沈阳金属研究所、上海工艺研究所、郑州机械研究所、725所、上海材料研究所、上海自动化仪表研究所等单位，以及高钦、金俊泽、于春田、张国良等老师提供了宝贵资料，在此表示深切谢意。

限于我们的水平，缺点错误一定很多，望读者批评指正。

编 者

目 录

第一章 造型材料性能测定	1
§ 1 原砂物理、工艺性能测定	1
§ 2 粘土物理、工艺性能测定	16
§ 3 型(芯)砂混合料工艺性能测定	22
§ 4 特种粘结剂性能测定	45
§ 5 型砂高温工艺性能测定	56
§ 6 工业生产中型砂性能自动测试	62
§ 7 熔模铸造的蜡基模料和型壳的高温性能测定	70
第二章 合金使用性能的测试	77
§ 1 断裂韧性的测试	77
§ 2 合金磨损性能的测试	99
§ 3 合金耐热性能的测试	102
§ 4 合金耐蚀性能的测试	112
§ 5 合金低温与深冷性能的测试	121
第三章 显微形貌、成分、结构分析	132
§ 1 钢铁金相检验基础	132
§ 2 透射式电子显微镜的使用	145
§ 3 扫描电子显微镜的使用	156
§ 4 电子探针X射线显微分析	166
§ 5 X射线衍射晶体结构分析	183
§ 6 钢、铁、有色合金金相图谱	194
第四章 合金铸造性能的测定	209
§ 1 合金流动性的测定	209
§ 2 合金线收缩及体收缩特性的测定	214
§ 3 合金应力特性的测定	222
§ 4 合金裂纹倾向的测定	227
§ 5 合金含气量的测定	232
第五章 合金熔炼过程的控制和测试	248
§ 1 风量的测定	248
§ 2 风压的测定	256
§ 3 炉气成分测定	258
§ 4 炉前检验	266
§ 5 球墨铸铁球化率的测定	280
§ 6 钢水温度测量	289
§ 7 冲天炉料位测量与控制	300
第六章 电子计算机在铸造测试技术中的应用	313
§ 1 大型铸件凝固进程的数字模拟	313
§ 2 大型螺旋桨木模制图的电子计算机化	324

第一章 造型材料性能测定

铸造生产中、大部分铸件是砂型铸造出来的，砂型质量的好坏，直接影响着铸件的质量。为了得到良好的砂型，造型材料的选择和性能控制便是很重要的一环。在实际生产中，由于造型材料的选择和性能控制不合适而产生废品的现象是经常可见的，因此，造型材料的性能测试和研究工作很重要。

§ 1 原砂物理、工艺性能测定

原砂是砂型的骨干材料，选砂是否合适，直接影响砂型和铸件的质量。因此，铸工车间对选砂和对原砂的性能测定必须非常重视，并在使用过程中经常测定原砂的性能。主要包括：含泥量的测定；粒度、颗粒形状的测定；耐火度、烧结点、灼烧减量的测定等。

一、原砂含泥量测定

砂和泥是按颗粒大小来区分的，颗粒直径大于0.022毫米为砂，小于0.022毫米为泥，原砂含泥量是指原砂中颗粒直径小于0.022毫米的细粉物的重量百分数。

1. 测定物理

因为颗粒直径不同的砂子和泥分，在水中的下沉速度是不同的，利用这一特性，用冲洗的办法，便可将砂子和泥分分开。

经试验，悬浮在水中的砂粒，其下沉速度与砂粒直径、密度成正比，与液体的粘度成反比，其规律如下（斯托克司公式）：

$$V = \frac{d^2(\gamma - \gamma_0)}{18\eta} \cdot g \text{ (厘米/秒)}$$

式中 V ——砂粒直径（厘米）；

d ——砂粒直径（厘米）；

γ ——砂粒密度（克/厘米³）；

γ_0 ——水的密度（克/厘米³）；

η ——水的粘度（克/厘米·秒）（泊）；

g ——重力加速度（厘米/秒²）。

室温时， $\gamma = 2.62 \text{克/厘米}^3$ ， $\gamma_0 = 1 \text{克/厘米}^3$ ， $\eta = 0.010 \text{克/厘米} \cdot \text{秒}$ ， $g = 980 \text{厘米/秒}^2$ 。

则

$$V = 8820d^2 \text{ (厘米/秒)}$$

泥与砂的临界尺寸为0.0022厘米，因而存在一个临界下沉速度：

$$V_{\text{临}} = 8820 \times (0.0022)^2 = 0.04268 \text{ (厘米/秒)} = 25.6 \text{ (毫米/分)}$$

又因砂粒下沉深度 $H = V \cdot t$ （ t 为下沉时间）。若取 $H = 12.5 \text{厘米}$ ， $V = 0.0426 \text{厘米/秒}$ ，

则

$$t = \frac{H}{V} = \frac{12.5}{0.0426} = 293 \text{ (秒)} \approx 5 \text{ (分)}$$

因此，将原砂与水充分搅拌，使砂和泥悬浮于水中，然后静置5分钟，则所有的砂粒

都下降到距离水面 125 毫米以下，而 125 毫米以上的水中悬浮物都是泥分，用虹吸管将它吸出，见图 1-1。这时，砂中可能还沉淀一些泥分，再清洗几次，直至上部水清为止。这样就将砂中的泥分完全洗去。取出沉淀的砂粒、烘干、称重，便可算出含泥量。

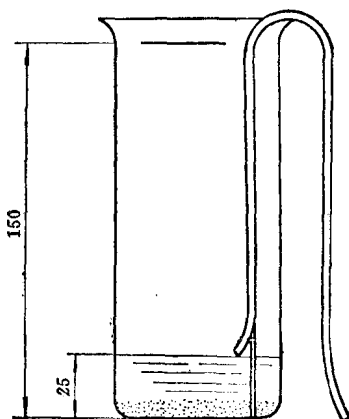


图1-1 洗砂杯

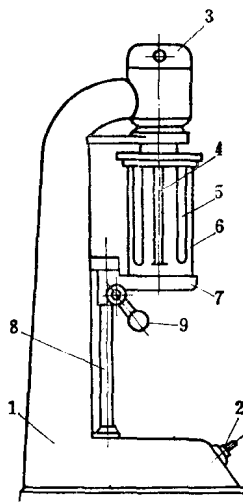


图1-2 洗砂机

1—机体；2—电源开关；3—电动机；4—搅拌轴；
5—阻流棒；6—洗砂杯；7—托盘；8—托盘升降柱；9—托盘锁紧扳手。

2. 测定步骤

测定含泥量的方法有标准法、快速法两种。

(1) 标准法

标准法是在洗砂机上进行，洗砂机结构见图 1-2，其测定步骤如下：

- ① 称取烘干的原砂试样 50 ± 0.01 克，置于洗砂杯中，加入 285 毫升水和 15 毫升浓度为 1% 的氢氧化钠溶液（或 10 毫升浓度为 5% 的焦磷酸钠溶液）；
- ② 将洗砂机装于托盘上，升高托盘，使搅拌轴插入洗砂杯中，并固紧托盘；
- ③ 开动马达，搅拌 10 分钟，关闭电源，取下洗砂杯，冲洗粘在搅棒上的砂粒；
- ④ 加入清水至刻线，并用玻璃棒搅拌；
- ⑤ 静置 8 分钟，用虹吸管吸去上部分混浊水，但不要把杯底的砂粒吸走；
- ⑥ 重复进行④⑤的操作，直至水透明为止，但每次静置时间为 5 分钟；
- ⑦ 最后一次吸去杯中清水后，将剩下的砂粒进行过滤，过滤时砂粒要冲洗干净；
- ⑧ 过滤后，将湿砂和滤纸一起放在烘砂盘上，送至烘箱或红外线干燥器内进行烘干，冷却后称重；
- ⑨ 按下式计算含泥量

$$X = \frac{Q_0 - Q_1}{Q_0} \times 100 = (50 - Q_1) \times 2$$

式中 X ——含泥量（%）；

Q_0 ——冲洗前试样重量（克）；

Q_1 ——冲洗烘干后试样重量(克)。

(2) 快速法

① 称取烘干后的原砂试样 50 ± 0.1 克, 置于烧杯中, 加入 250 毫升开水和浓度为1%的氢氧化钠溶液(或浓度为5%的焦磷酸钠溶液) 10毫升;

② 将盛砂烧杯放在电炉上煮沸 3 分钟, 取下烧杯, 将砂粒倒入洗砂杯中, 加入浓度为1%的氢氧化钠溶液(或浓度为5%的焦磷酸钠溶液) 10毫升, 不断搅拌, 再加入 $15 \sim 20^\circ\text{C}$ 的水至规定高度(即水面离杯底高度为 150 毫米);

③ 静置10分钟, 用虹吸管吸去 125 毫米高度的混浊水;

④ 再往洗砂杯中加入清水至规定高度, 并用玻璃棒搅拌, 静置 5 分钟, 再用虹吸管将混浊水排出;

⑤ 按步骤④反复进行, 直至杯中水透明为止;

⑥ 以下步骤与标准法⑦~⑩相同。

3. 泥分的连续洗涤

为了减少洗砂过程的重复繁琐操作, 使洗涤工作能自动进行, 可采用泥分连续洗涤器, 其基本原理和操作过程如下:

基本原理: 将砂、水、分散剂(如焦磷酸钠溶液)在洗砂机上充分搅拌, 使泥、砂分离, 然后, 再将此泥砂混浊液倒入连续洗涤器内, 洗涤器内有自动向上的流水, 按照泥砂沉积原理, 控制流水向上流动的速度, 使其等于砂粒为 0.02 毫米粒子的沉降速度。这样, 砂粒就在一定流速的流水中沉积, 泥分则不能下沉, 而被流水自动带走。

操作要点: 洗涤器如图 1-3 所示。

用软管将洗涤器与自来水接通, 打开控制阀 2, 使玻璃洗砂器 4 的水位充至半满, 再将控制阀 2 调整到流量相当于粒子(直径 0.02 毫米)的沉降速度, 水流量由流量计 3 指示。

把有溢流的橡皮塞 6 取下, 插入一只漏斗, 先加入两食匙粒状焦磷酸钠, 再将经过充分搅拌的泥砂混合物倒入玻璃容器 4 中, 盖上顶盖 6, 洗涤便开始进行。

当玻璃洗涤器 4 被水充满时, 溢流便开始进行, 泥分便不断被排除。此时, 必须注意检查流量, 不合适时应进行调整。

当玻璃容器 4 圆筒部分的水完全清洁时, 淘洗处理便结束, 关闭控制阀, 将砂水混合物倒入烧杯中, 静置、过滤、烘干、称重。

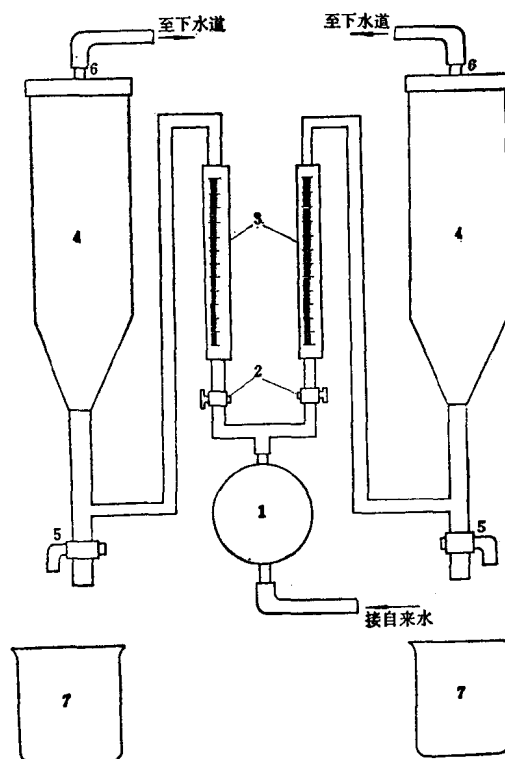


图1-3 泥分连续洗涤器

1—减压阀; 2—控制阀; 3—转子流量计; 4—玻璃洗砂器; 5—卸砂阀; 6—顶盖(带溢流孔); 7—烧杯。

二、原砂粒度分布、颗粒形状测定

粒度指砂子的颗粒组成，它包括砂子的颗粒大小、颗粒形状、颗粒表面和不同大小颗粒之间的比例。它对型砂透气性，耐火度、铸件表面质量均有影响，是原砂一项重要指标。

1. 原砂粒度测定

(1) 测定原理

原砂粒度测定是采用筛分法进行。即将冲洗掉泥分的原砂放在一套标准筛上进行筛分，而后称量残留在每个筛上砂粒的重量，并计算其百分比。

(2) 测定设备

第一种 摆动式筛砂机

图 1-4 是摆动式筛砂机。它由标准筛和筛砂机两部分组成。

标准筛由 6、12、20、30、40、50、70、100、140、200、270（号筛）共十一个筛和一个上盖、一个底盘组成。筛号表示每 1 英寸长筛网上筛孔的数目。筛号和孔径的对应关系见表 1-1。

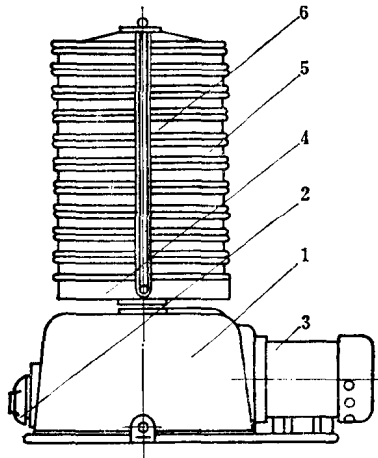


图 1-4 摆动式筛砂机

表 1-1 筛号与孔径对照表

筛 号	6	12	20	30	40	50	70	100	140	200	270	底盘
筛孔边长(毫米)	3.36	1.68	0.84	0.59	0.42	0.30	0.21	0.15	0.105	0.074	0.053	—
铜网丝直径(毫米)	1.02	0.67	0.42	0.33	0.25	0.188	0.14	0.102	0.074	0.053	0.041	—

第二种 SSZ 震摆式筛砂机

SSZ 震摆式筛砂机是我国最近设计定型的产品。除了摆动动作以外，还有震动动作，并增设了定时器。其结构由电机、机体、控制箱、摆动座、定时器、夹砂盘等部分组成。

机器工作原理：① 电动机通过传动轴、蜗轮副带动摆动架上的主偏心轴旋转，从而带

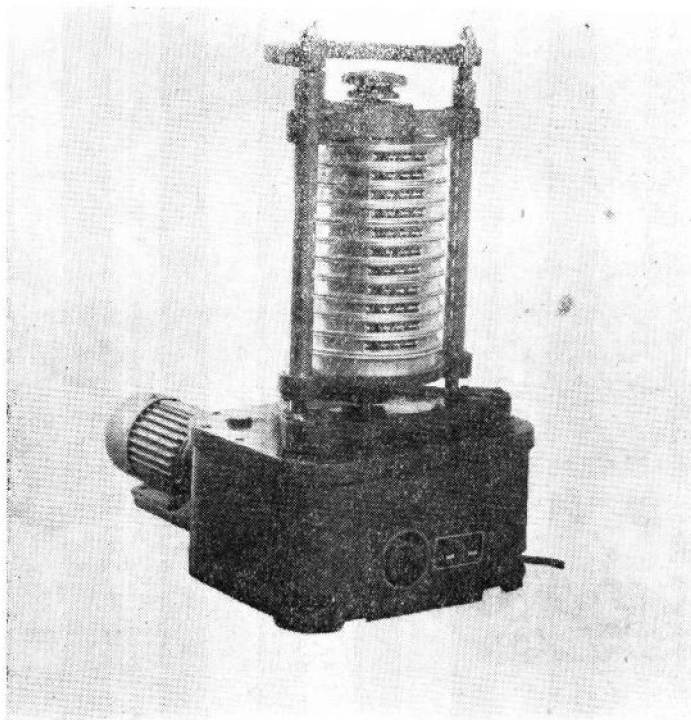


图1-5 SSZ震摆式筛砂机

动其它两个副偏心轴回转,使装有整个筛组的摆动架得到半径等于偏心矩的正圆平面摆动,因而筛网上任一点都做均匀正圆运动(轨迹),筛砂效果较好。② 由同一电动机,经过另一对蜗轮副,通过凸轮、顶杆将有筛组的摆动架周期地顶起,靠自重下落在机座的砧座上,使摆动架得到正圆平面摇动的同时,按一定比例进行震击。

标准筛仍由11个筛网组成,其规格为 $\phi 180 \times 25$ (33) 毫米,筛号与孔径的对照关系见表1-2。

表1-2 标准筛标称目数与网孔尺寸对照表

序 号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
标称目数(英寸)	6	12	24	28	45	55	75	100	150	200	260
网孔透光部分边长(毫米)	3.20	1.60	0.80	0.63	0.40	0.315	0.200	0.154	0.100	0.071	0.056

第三种 SSD 电磁微震筛砂机

SSD 电磁微震筛砂机为我国最近设计的新型产品,其外形与直读式透气性测定仪相似,应用了近代电子技术,具有较高的技术水平,在国际上也是领先的。该机也和标准筛一起用于测定造型材料粒度分布情况,其结构由振幅调节系统、频率调节系统、定时器、罩子、机体等部分组成。其所用标准筛与震动式筛砂机相同。

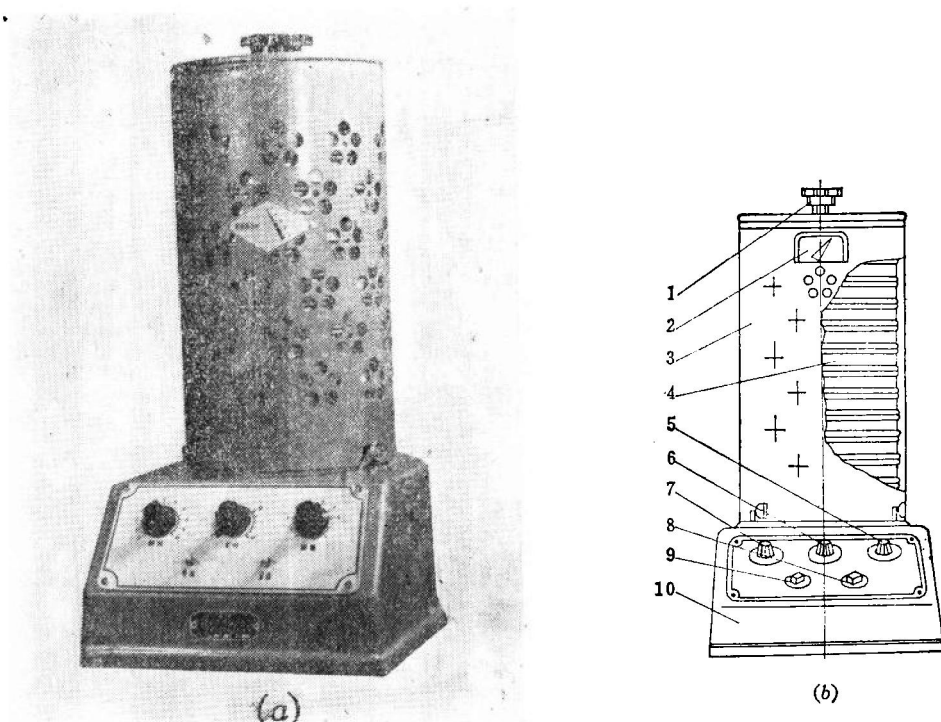


图1-6 SSD 电磁微震筛砂机

a—外形图；b—结构简图。

该机动作原理：该机托盘是用斜板簧支承、电磁铁作周期性吸动，使托盘作巡回往复的螺旋线震动。电磁铁电源主电路是由四只硅二极管接成桥路和一只可控硅组成的交流开关电路，使电磁铁周期性激磁。可控硅触发信号，是由单晶硅管作弛张振荡产生可调信号。信号经放大、分频后触发可控硅。其方框图如下：



触发控制线路原理图见图1-7。

(3) 测定步骤

第一法 用摆动式筛砂机测定

① 检查标准筛是否完好、干净，将筛子按照筛孔孔径大小顺序迭放（6目在最上面、260目和底盘在最下面）；

② 取烘干了的型砂试样（其量为50克原砂试样经洗去粘土后的余砂重量）倒入标准筛的最上一层，即6目筛内，盖上顶盖；

③ 将全套标准筛放在筛砂机上，用橡皮带束紧、固定；

④ 接通电源，开动电源开关，使筛砂机工作（在开动时应徐徐加速，约在20秒钟内达到标准摆筛速度200/分）；

⑤ 摆动筛分15分钟后，切断电源开关，松开束紧皮带，取下全套标准筛，并将每一个筛子和底盘上残留的砂粒，分别倒在光滑纸上，并用毛刷仔细地将嵌在网眼中的砂刷下；

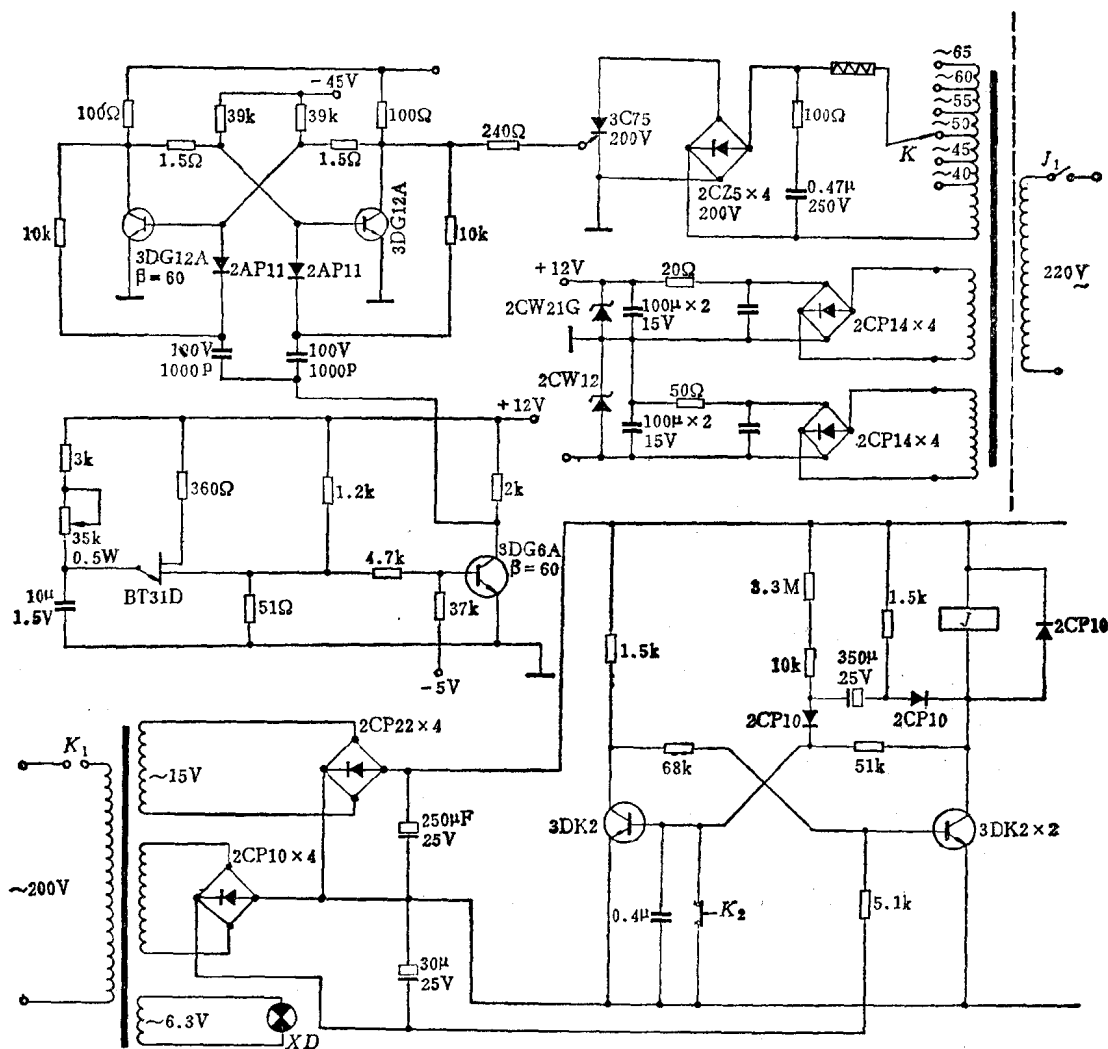


图1-7 触发控制线路原理图

⑥ 用精度为0.01克的天平称量每个筛号上残留的砂量，并将结果乘2，即得该筛上砂粒占试样总重量（50克）的百分率；

⑦ 将试验结果，记录如下（见表1-3）：

表 1-3

含 量 %	筛 号	6	12	20	30	40	50	70	100	140	200	270	盘底	含泥 量	总合	组别
原砂 名称																

注：将每样筛子及底盘上的砂粒重量和含泥量加起来，其总重量不应超过 50 ± 1 克，否则，试验应重做。

⑧ 用三筛号法表示原砂粒度。

第二法 用震摆式筛砂机测定

①、②与第一法相同；

- ③ 将全套标准筛放在筛砂机承筛座上；
- ④ 反时针旋转夹砂盘上的手柄，将整个夹砂盘向下滑到筛盖上，然后顺时针旋转夹砂盘上的手柄，其内顶杆轴夹紧支承套，把标准筛固紧；
- ⑤ 将定时器旋钮拨至筛分所需的时间（每次筛分时间为15分钟）；
- ⑥ 接通电源，启动电钮，筛砂机开始工作，待定时器达到预选时间（15分）后，筛砂机自动停车；
- ⑦ 反时针旋转夹砂盘上的手柄，使夹砂盘松开，并上提固定在滑套上。取下标准筛，依次将残存在各号筛内的砂粒倒在白色腊光纸上，并用毛刷仔细地将嵌在网眼中的砂粒刷下。然后再倒入直径为 120 毫米左右的薄壁玻璃皿内；

以下操作与第一法的⑥、⑦、⑧步骤相同。

第三法 用电磁微震筛砂机测定

- ①、②步骤与第一法相同；
- ③ 将全套标准筛放在筛砂机承筛座上，用外罩 3 把标准筛固紧；
- ④ 接通电源，将定时器旋钮 6 调到所需时间刻度，然后启动按钮 7，调整振幅旋钮，使外罩上的振幅指示器 2 在 3 毫米处。调好后将电源开关切断。

振幅指示器观测法：当指示器 2 随外罩 3 震动时，由于视角暂留现象，直角边与弦边形成一个交点，其交点处所对应的标尺数值，即为被测物体的双振幅。如图1-8，交点对应标尺为2.5，即振幅为2.5毫米；

- ⑤ 取下外罩 3 及筛盖，取已烘干的砂样（其量为50克砂样经洗去泥分后的余量），倒入顶层 6 目筛内，盖好筛盖，用外罩把标准筛固紧；

- ⑥ 打开电源按钮 9，掀启动按钮即可工作，待预定时间到达后，仪器自动停震。

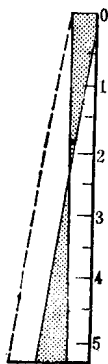


图1-8 振幅指示器观测法

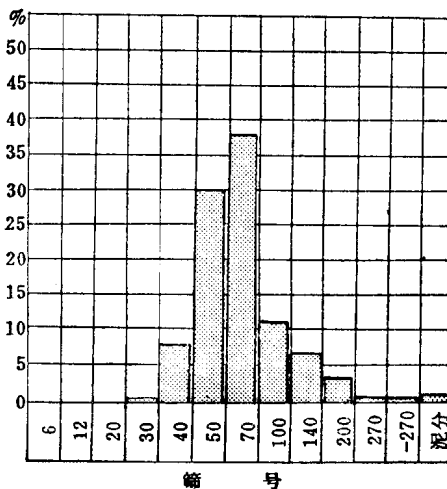


图1-9 大罕砂粒度组成图

以下的操作与第一法的⑥、⑦、⑧步骤相同。

(4) 粒度组成表示方法

- ① 粒度组成图表示法：如图1-9，在横坐标上表示筛号，包括底盘（-270）和泥分，在纵坐标上表示留在每个筛上砂粒的重量百分比。此法能直观看出颗粒大小及其分布，但

表达繁琐。

② 列表法：见表1-4, 该法优缺点与粒度组成图表示法相同。

表1-4 大罕砂粒度组成

筛 号	6	12	20	30	40	50	70	100	140	200	270	底盘	含泥量	总量
余留量(%)	—	—	0.02	0.38	7.56	30.32	38.76	10.56	6.52	3.58	0.70	0.70	0.90	100.00

③ 平均细度法：将每个筛子的余量百分数乘一个乘数，该乘数相当于前一筛子的筛号（6、12、20号筛除外），然后将所有乘积相加，除以砂粒总余留量，即得平均细度，它表示原砂的平均粒度。即

$$\text{平均细度 } N = \frac{\text{乘积之和}}{\text{砂粒总余留量}}$$

现举例如表1-5。

表1-5 大罕砂平均细度

筛 号	余留量(%)	乘 数	乘 积
6	—	3	0
12	—	5	0
20	0.02	10	0.2
30	0.38	20	7.6
40	7.56	30	226.8
50	30.32	40	1212.8
70	38.76	50	1938
100	10.56	70	739.2
140	6.52	100	652
200	3.58	140	501.2
270	0.70	200	140
底盘	0.70	300	210
合计	99.10		5627.8
含泥量	0.9		
总计	100.00		

$$\text{平均细度} = \frac{5627.8}{99.10} = 56.7$$

④ 三筛号表示法：砂的粒度组成用图表表示时，虽然全面反映了砂的粒度分布，但不便于称呼，故目前生产中常用主要组成部分的筛号，即余留量百分数之和为最大的相邻三个筛两端两个筛的筛号表示。把两端两个筛中余留量大的那个筛号写作分子，余留量小的那个筛号写作分母。因此，上述大罕砂粒度用50/100表示。

2. 砂粒形状分析

砂粒的形状可分圆形、多角形、尖角形三种。圆形砂粒比同一筛号尖角形砂粒透气性好、流动性好、耐火度高、省粘结剂。

分析砂粒外观形状还包括表面粗糙程度、是否有裂纹、覆盖的粘结剂薄膜状况等。

砂粒形状观察方法可用普通放大镜、普通显微镜和双目立体显微镜，观察砂粒的放大

倍数不大于60倍,以20~30倍为宜。

三、角形系数的测定

角形系数是判断原砂颗粒形状较好的方法之一。所谓角形系数是指砂粒的实际比表面积与理论比表面积的比值,它客观全面地反应了砂粒的圆整度。如果砂粒呈圆形,粒度分布集中,则实际比表面积与理论比表面积接近,角形系数接近于1。这样的砂粒具有最好的流动性、透气性、夯砂敏感性,特别有利于机械化实砂。一般情况下,实际比表面积总是大于理论比表面积(比表面积就是一克砂粒的总表面积 厘米²/克)。

下面介绍几种主要的测定角形系数的方法:

(1) 用比较法进行测定

常用的有通气法、流动法和离心分离法。

① 通气法

采用图1-10所示的装置,在型砂透气性测定仪上进行。

称取一定重量(80克)经过烘干的原砂试样倒入试验筒内,用5个大气压的压缩空气震实1分钟,然后按图示装置接到型砂透气性测定仪上,用常规办法测定2000毫升空气通过砂样的时间和压力。

用同样的方法,测定与砂粒粒度相当的玻璃球的通气时间和压力。

这样就可以按下式计算出砂粒的粒形系数。

$$\text{粒形系数} = \frac{S_s}{S_g} = \sqrt{P_g [1 - w / (V_s \cdot \rho_s)]^2 / P_s [1 - w / (V_g \cdot \rho_g)]^3}$$

式中 S_s, S_g ——试样砂和玻璃球单位重量的表面积 (厘米²/克);

P_s, P_g ——试样砂和玻璃球的通气度;

V_s, V_g ——试样和玻璃球的体积(在玻璃管内紧实的体积);

w ——砂粒的重量(80克);

ρ_s ——试样砂的密度(硅砂约2.65克/厘米³);

ρ_g ——玻璃球的密度(其值约2.53克/厘米³)。

② 流动法

和漏斗粘度计测定液体的粘度一样,将定量的砂粒和同粒度的玻璃球,分别通过标准形状的漏斗,测定其流过漏斗所需的时间,便可求出粒形系数。

$$\text{粒形系数} = t_s \cdot \rho_g / t_g \cdot \rho_s$$

式中 t_s, t_g ——砂粒、玻璃球落下时间(秒);

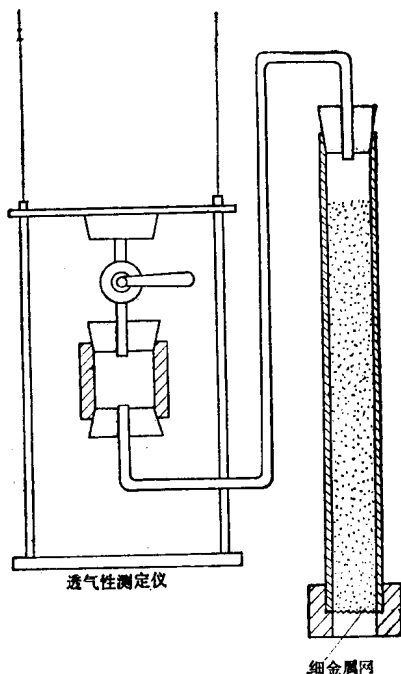


图1-10 通气法测砂粒角形系数装置示意图

ρ_s ——砂粒的密度 (约2.65克/厘米³);

ρ_g ——玻璃球密度 (约2.53克/厘米³)。

③ 离心分离法

称一定量除去泥分的原砂,放入带有过滤装置的玻璃容器或瓷坩埚中,用沸点为200~250℃、粘度较低的矿物油充分浸泡,使所有颗粒表面均吸附油膜。然后,将玻璃容器(或瓷坩埚)移入离心试管中(图1-11)用离心机将多余的油除掉。

此时,用天平称得玻璃器(包括砂粒和油膜)的重量 A 。再将此玻璃容器或瓷坩埚放入约200℃的炉内加热1小时,让砂粒表面吸附的油膜全部挥发掉,冷却后,称得重量 B 。因此,测得每克砂粒表面吸附的油膜量为:

$$S_{\phi} = (A - B) / (B - M)$$

式中 S_{ϕ} ——每克原砂表面积吸附的油膜量(克);

A ——带有砂粒、油膜的玻璃容器(或瓷坩埚)的重量(克);

B ——除去油膜后砂粒和玻璃容器(或瓷坩埚)的总重(克);

M ——无砂粒的坩埚净重(克)。

用同样办法可以测得与原砂粒度相当的每一克玻璃球表面积所吸附的油膜量 S_g 。

按下式计算角形系数:

$$\text{角形系数} = S_{\phi} \cdot \rho_{\phi} / S_g \cdot \rho_g$$

式中 S_{ϕ} ——每克砂表面积所吸附的油膜量(克);

S_g ——每克玻璃球表面积所吸附的油膜量(克);

ρ_{ϕ} ——砂粒密度(约2.65克/厘米³);

ρ_g ——玻璃球密度(约2.53克/厘米³)。

(2) 用 POF 型型砂表面试验仪测定

测定步骤:

第一步,测定型砂实际比表面积 S_w (在图1-12所示的仪器上进行);

① 将砂样按原砂含泥量试验方法洗涤去泥分,并烘干;

② 取烘干后的试样50克,尽可能均匀地装进漏斗管里,并用木棒轻轻地敲,直至砂粒完全紧实;

③ 将旋阀转到位置“ A ”(虹吸位置),用橡皮球将测量管中的分离液面提升到上部的黑圈位置,此后立即将旋阀转到位置“ R ”(注意:分离液面不能通过弯管达到钢虹吸管)。从虹吸管排出石腊油,并将分离液面调整到下部的黑线圈;

④ 将旋阀转到“ B ”,并停留一段时间,使分离液面从上部红线圈降到下部红线圈,根据此停留时间,可按图1-13求出该砂的实际比表面积 S_w 。

第二步,确定型砂理论比表面积 S_{th} :

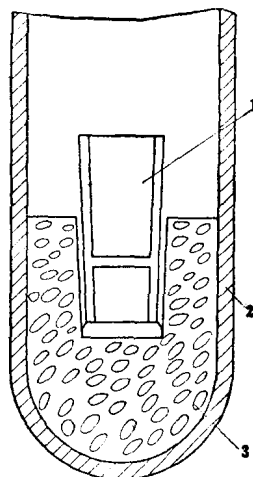


图1-11 离心试管

1—玻璃过滤器; 2—离心沉淀管; 3—脱脂棉。

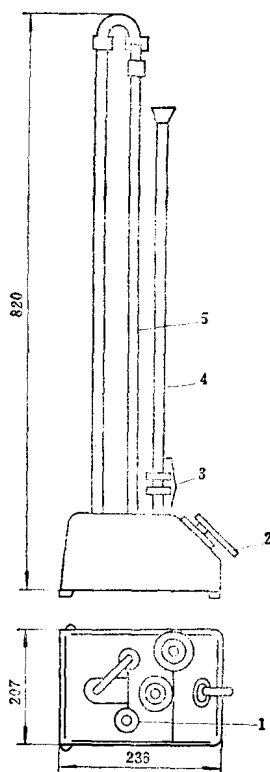


图1-12 POF型型砂表面试验仪

1—玻璃管；2—转阀；3—橡皮球；
4—漏斗管；5—测量管。

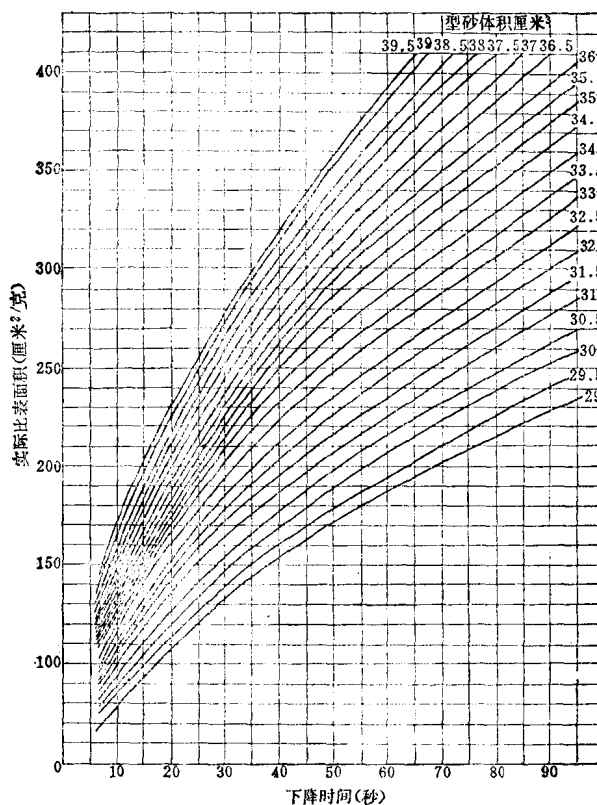


图1-13 砂粒比表面积

- ① 将上述试验的原砂作筛分试验；
- ② 称量每个筛子上的残留砂量，并分别乘以相应的乘数（见表1-6）；

表1-6 计算砂粒比表面积用的乘数表

DIN 筛级	乘数	A·F·S 筛级	乘数	B·S 筛级	乘数
2.0	9.4	1.68 毫米		0.0660英寸	16.9
1.4	13.3	1.19 毫米	15.7	0.0395英寸	
1.0	18.8	0.841毫米	22.3	0.0275英寸	26.6
0.71	26.4	0.595毫米	31.5	0.0195英寸	37.7
		0.420毫米	44.5	0.0139英寸	53.1
0.5	37.4	0.297毫米	63.0	0.0099英寸	74.8
0.355	52.9	0.210毫米	89.2	0.0083英寸	97.8
0.25	74.7	0.149毫米	126.0	0.0060英寸	124.0
0.18	105.1	0.105毫米	178.0	0.0041英寸	176.0
0.125	148.2	0.074毫米	252.5	0.0030英寸	251.0
0.09	210.2	0.053毫米	356.0	0.0021英寸	347.7
0.063	295.5	底盘	626.8	底盘	627.8
底盘	544.5				