

黃河水沉砂性 試驗方法

包鋼黑色冶金設計院勘測室 編

冶金工业出版社

基 址

黃河水沉砂性 試驗方法

包鋼黑色冶金設計院勘測室 編

冶金工業出版社

本書是在苏联专家索斯諾夫同志对黄河水沉砂性試驗方法的建議基础上編写的。書中簡略地介绍了試驗操作方法、試驗設備和历次試驗結果，为我国将来建設中利用河水作为工业用水，需要进行沉砂試驗时的参考。

本書是由包鋼黑色冶金設計院勘测室帅天才、刘振英、丁福兴、刘衍成、章志庭等同志共同編写而成的。

黄河水沉砂性試驗方法
包鋼黑色冶金設計院勘测室 編

1960年5月第一版 1960年5月北京第一次印刷 2,025 册

开本787×1092·1/32·字数15,000·印张 $\frac{26}{32}$ ·插頁3·定价0.16元

統一書号 15062·2226 冶金工业出版社印刷厂印 新华书店发行

冶金工业出版社出版（地址：北京市灯市口甲45号）
北京市书刊出版业营业許可証出字第 093 号

目 录

前言.....	4
一、試驗項目.....	5
二、試驗所需的設備与仪器.....	5
三、采取水样.....	9
四、試驗操作方法与步驟.....	11
五、試驗結果.....	14
六、对試驗結果相互关系的探討.....	15
(1) 黄河水流量与泥砂含量的关系.....	15
(2) 澄清時間与泥砂含量的关系.....	16
(3) 泥砂的顆粒組成与澄清時間、泥砂 含量的关系.....	21
(4) 悬液中泥砂在沉淀过程中各粒組 含量的变化情况.....	22
(5) 初步結論.....	23
結束語.....	25
附：历次黄河水沉砂性試驗結果統計表.....	26
附录 1 ~ 2	插頁

前 言

建設現代化的大型廠礦，水源占很重要的地位，水源的來源有二，地下水與河水。在地下水水源不足的情況下，河水便成為工業用水的主要來源。但是，在大的河流（如黃河）中，都含有較多量的泥砂，不能直接供給工業用水，必須經過沉淀除去泥砂後，方可利用。為了供設計者了解河水的泥砂在沉淀池中沉降的性能，必須進行試驗。

河水沉砂性試驗是一九五四年四、五月份在某廠收集初步設計資料時，由蘇聯專家索斯諾夫同志提出的，當時主要是解決利用黃河水作為該廠工業用水水源的設計資料問題。此項試驗對我們來說是生疏的，而且也沒有試驗操作方法的資料，據說當時國內還沒有作過此項試驗。但是，我們在黨的領導與蘇聯專家的幫助下，經過同志們的努力鉅研，終於完成了此項試驗工作，並且通過幾年來十余次的試驗，使操作方法與結果整理上都有了一定的改進，摸索了一套操作方法。

為了供從事新建廠礦的同志在工作中的參考，我們特將此項試驗操作方法與結果以及在工作中摸索的一些經驗加以整理介紹。由於我們水平的限制，加上時間倉促，不當之處在所難免。請讀者批評指正。

——編者——

一、試驗項目

1. 泥砂含量——采取的河水試样，在单位体积中（升）平均泥砂重（克），其单位以克/升表示。

2. 悬浮百分率——試样靜置沉淀时，在某沉淀時間，某深度下，悬浮的泥砂重与未沉淀前之泥砂重的百分比。

3. 沉淀百分率——試样靜置沉淀时，在某沉淀時間，某深度下沉淀的泥砂重与未沉淀前泥砂重的百分比。根据沉淀時間与沉淀百分率繪制沉淀百分率与時間的关系曲线。

4. 泥砂的顆粒組成——即求各粒組的泥砂含量占整个泥砂含量的百分比。

5. 各粒組在单位体积中的含量——即求未沉淀前泥砂各粒組在单位水体积中的含量，其单位以克/升表示。

6. 求沉淀突变時間（即在两相近的時間內沉淀百分率有显著的变化，此两時間称突变時間），悬液泥砂的顆粒組成。

7. 求沉淀突变時間，悬浮泥砂的各粒組在单位水体积中的含量，其单位以克/升表示。

8. 水溶盐含量——溶解于河水中盐的含量，以克/升表示。

二、試驗所需的設備与仪器

1. 試驗水槽：其高为2.2米，长、寬各为0.5米的立

式水槽（图1）。外部以木板制成，槽里以薄馬口鉄皮作成，在距槽底2米处有一标记，槽的容积为0.5立方米（此沉淀水槽也可以作成圆柱形）。

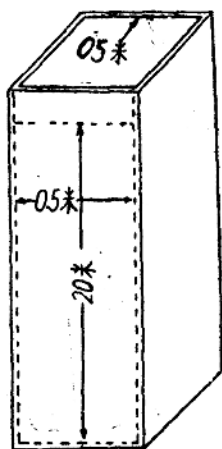


图1 試驗水槽

用于盛采取的水样。

4. 攪拌器：其攪拌板为較厚鉄皮制成的多孔板，板的面积应略小于容器的底面积（应为 0.45×0.45 米²），在板的中心安有长木柄，以备攪拌时用（图3）。

5. 特制虹吸管：用三根直径約1厘米的橡皮管，縛于能够垂直的立于水槽中的支架上，管口距槽底的距离分别为0.5米（即吸取深度为1.5米），1米（即吸取深度为1.0米），1.5米（即吸取深度为0.5米）。在每个管口上均安以略大于管口面积的鉄片，其距管口的距离約3~4毫米，以保证側口进水，达到吸取悬液深度的正确性（图4）。

此水槽正作为河水試样沉淀时用。

2. 特制抽水器：与抽油器相类似，但比它要大2~3倍，用于在河水中抽取水样，其它类似的抽水器也可以使用，但必须使抽水器的抽水口能达到欲取水样的深度，并使进水口为側面进水（图2）。

3. 盛水桶：即普通容量为53加仑的汽油桶，其桶口在关闭时必须严密，不能有漏水现象，在使用前应彻底清洗干净。此桶

6. 套管：即鉆探用的套管，其內徑應大於特制抽水器的筒直徑，其長度應稍小於筒的長度，以用於在河水中取樣時，保護抽水器不受河水的沖擊而損壞。

7. 木鉗子：即鉆探用的木鉗子，用於在河水中取樣時固定套管與特制抽水器於船上。

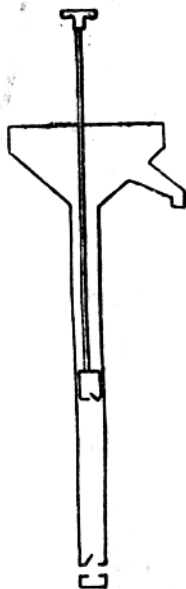
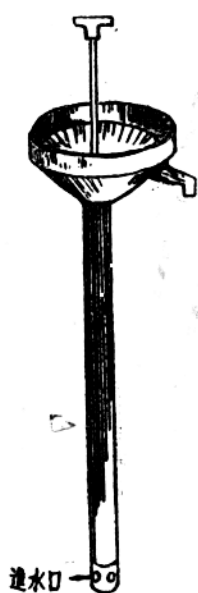


圖 2 特制抽水器

圖 3 攪拌器

8. 其它一些儀器和工具：特制大鐵皮漏斗，粗麻繩，水桶，鋼尺，500毫升的量筒，秒表，鬧鐘，洗瓶，溫變計，100毫升的燒杯，600~800毫升的燒杯等。

9. 土壤顆粒分析所需的一些設備與儀器。

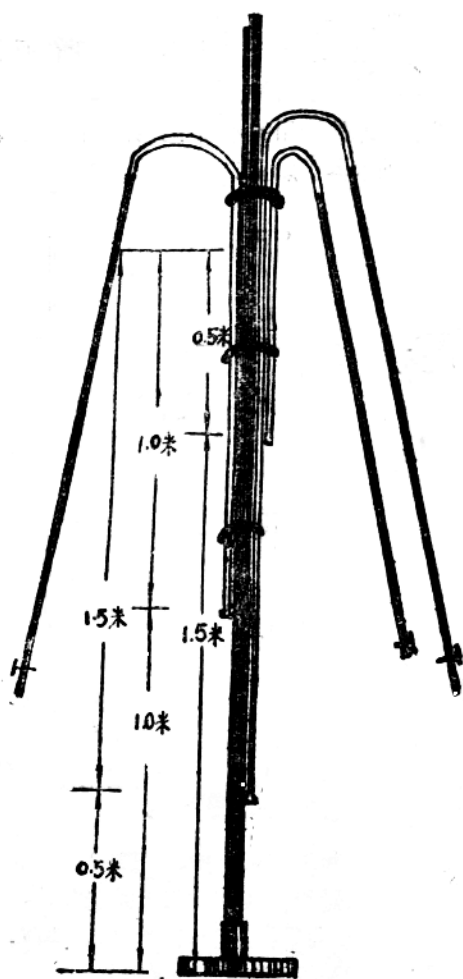


图 4 特制虹吸管

三、采 取 水 样

采取水样的地点，应根据設計部門所确定的水源地点而决定，应当在采取水样前，对采取地点进行了解，并作好取样前的准备工作（如准备船只与了解河水流量等）。

采取水样的深度，应由設計部門确定，但在枯水期，河水深度达不到此项要求时，可将采取深度适当减浅，此时最好在河水深度的中間采取水样。

試驗的进行，应根据設計部門的要求来确定，并与当地或附近水文站联系，了解水情变化情况和测定时的流量。根据我們的經驗，一般在枯水期、洪水期、封冻及凌汛期，分别进行試驗，以便能够使試驗在泥砂含量的不同情况下进行，得出較完整的資料。

采取水样前，应将盛水桶冲洗干净，并对抽水器詳細檢查有无损坏及不牢固的地方。对其它工具，如水桶、木鉗子、套管、粗繩、木板、漏斗等也应准备齐全。

将全部盛水桶（6～8个，可供两次試驗用）及取水工具放于船上，渡至采取水样的地点，抛錨将船固定，先測量河水的深度，而后将套管以木鉗子夹住，套管进入河水的一端，以繩縛之，将套管放入河中后固定于船上，并以繩在水流的相反方向拉住，使套管尽量与船身垂直，而后将抽水器放入套管中，并以繩使抽水器与套管牢固的联結在一起（见图5）。

抽水器安装好后，首先进行試抽，使河水能够順利的抽出。而后，以抽出的河水清洗盛水桶，采取水样时，将抽出

的水样以水桶輪換盛裝，經鉄漏斗倒入盛水桶中，在小水桶中应尽量避免水中泥砂发生沉淀或損失，尤其是將要灌滿盛桶的最后一桶水样时，更須注意。如此連續进行，至灌滿所有的盛水桶为止（也可以根據試驗时的需要，采取半桶水样），在采取水样时，应在較短的时间內完成，以保証各桶的泥砂含量基本一致，为此，在抽取試样时，应較快的連續不断的进行。

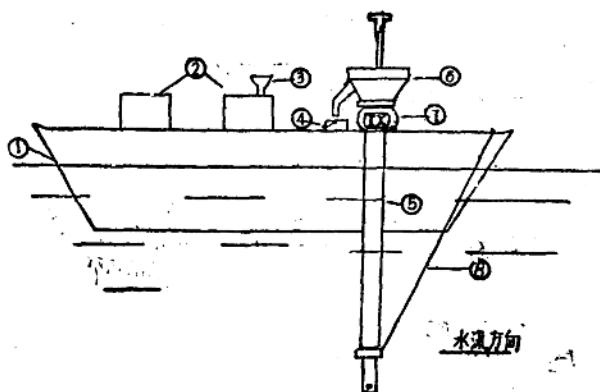


图 5 在河中采取水样的安置情况

- ①—船；②—盛水桶；③—漏斗；④—水桶；⑤—套管；
⑥—抽水器；⑦—水锚子；⑧—粗繩

盛水桶灌滿水样后，將桶口严密封閉，并將抽水器及套管拆卸下来，而后运回試驗室。

在采取水样时，应注意工作人員的安全，必須采用一定的安全措施。

在河水封冻期取样时，可以在冰上进行取样（冻结是否

牢固，必須經過檢查），因此，可以在冰上開洞至未結凍的河水面，而後將套管及抽水器放入河水中進行抽取水樣。採取水樣後，為了防止水樣凍結，應立即運回試驗室。

四、試驗操作方法與步驟

在試驗開始前，應將試驗水槽放於平穩的地方，並將槽內沖洗干淨，在試驗水槽的周圍安上操作架，其操作台應略高於試驗水槽，並保證穩固，以便進行攪拌的工作。

將盛水桶的桶口打開，以小抽水器（即抽油器），將水樣上部澄清水抽出 2 ~ 3 小桶，以備以後沖洗桶用，而後將桶搖攪，使沉淀的泥砂懸起，以抽水器將桶中水樣全部抽出，以水桶倒入試驗水槽中，用原抽出的澄清水沖洗盛水桶，此時切勿用別的水洗桶，以免影響濃度變化，而後將另一桶水樣倒入水槽後，將剩餘的澄清水倒入槽中，在此倒入水槽過程中，應避免水或泥砂的損失。距水槽標記處相差的部份（不夠一桶水時），可以把攪拌均勻的水樣抽出倒入槽中，但在抽出水樣過程中，應不斷攪拌桶中水樣，以保證水樣中的泥砂能夠均勻分布，至使水槽的水樣達到 2 米處的標記為止。也可以把盛水桶的水樣（整桶或半桶）全部抽出，倒入水槽中，而後把水槽中的水樣，以攪拌器充分攪拌後，用桶把多餘的部份取出，使其水面與標記處平齊。

將攪拌均勻的水樣，從盛水桶中取出 20 升（也可以在河中採取水樣時，直接裝入瓶中），靜置沉淀數晝夜，以備作泥砂的顆粒組成分析用。

將虹吸管上所標的深度進行檢查，每個虹吸管是否標明

其所吸取的深度，并将試驗时所需的仪器准备好（500 毫升量筒，秒表、烧杯等），以便使工作顺利进行。

工作准备好后，首先吸取未发生沉淀时（即沉淀时间为零时）及沉淀时间为 1 分钟时的悬液。为此，先将槽内水样以搅拌器搅拌 3 ~ 5 分钟，使其中泥砂充分均匀分布。搅拌停止后，立即把特制虹吸管放入槽正中，并立即由各虹吸管吸取不同深度（0.5；1.0；1.5 米）的悬液，同时开动秒表。吸取出的悬液以 500 毫升的量筒盛之，最好能使其体积恰为 500 毫升。如果在吸取时难以控制，则应使其吸取的体积略大于 500 毫升，而后将量筒内吸出的悬液混均，将多余的部份取出。

等时间到一分钟时（操作时应在吸取前 5 ~ 10 秒钟就准备好吸取工作）应立即吸取 500 毫升的悬液（在第一次吸收后，不要取出虹吸管，只要把皮管捏住，在 1 分钟前 5 秒钟放出管中之水，到 1 分钟时用量筒接之）。再以搅拌器搅拌 1 ~ 2 分钟，吸取未发生沉淀时及沉淀时为 2 分钟时之悬液，其操作步骤同前。

再以搅拌器搅拌 1 ~ 2 分钟，取出搅拌器，开动秒表及记下开始时刻（应选取整数的时间，以便于时间的累计）。放入虹吸管，吸取沉淀时间为 30 秒，5，10，20，40，60，80，100，120，140，180，240，450，800，1400 分钟不同深度的悬液（沉淀时间，可以根据泥砂沉淀情况，适当变更），每次吸取前 5 秒钟，均将管中水放掉，到时间才以量筒接之。

根据温度变化情况，每隔一定时间，测定试验时的水样水温（准确至 0.1℃）并记录下来。

将吸出的悬液，倒入 600~800 毫升的烧杯中，并以蒸馏水冲洗量筒，使其泥砂都洗入烧杯中，盖以表皿，而后放置于电热板（或复式电热器上）上加热使其蒸发。在蒸发过程中，应注意防止悬液中泥砂的损失及外面尘土的进入。蒸发浓缩到体积约 20~30 毫升时（即将要达到蒸发干的程度），然后以蒸馏水将此浓缩的悬液洗入到预先称定重量 W_1 的 50 毫升的烧杯中，并以橡皮棒擦洗大烧杯，使杯中泥砂完全洗滌到小烧杯中，将此盛悬液小烧杯放入干燥箱中干燥，（105~110℃），并在干燥箱内保证 3~4 小时后取出烧杯，置于干燥器中冷却后，然后以感量为万分之一克的天平称定重量 W_2 （得出杯加泥砂重），减去杯重，即得某沉淀时间悬液中的泥砂重量 W （ $W = W_2 - W_1$ ，包括水溶盐）。

为测定水溶盐含量，在试验最终时间后（即 1400 分钟），以虹吸管在不同深度吸取已澄清的水样，其吸取体积仍是 500 毫升。为了防止微小土粒透过滤纸，可先将悬液在烧杯中浓缩至 100 毫升左右，再以滤纸过滤，用热蒸馏水反复洗滌滤纸，至滤液无 Cl^- 、 SO_4^{2-} 反应为止，而后将滤液蒸干，求得其水溶盐重。

为求得沉淀突变时间的泥砂颗粒组成，可根据吸取深度 1 米处已测得的沉淀时间与沉淀百分率，确定两个相近，而沉淀百分率有显著变化时间，作为试验突变点（例如，沉淀时间 140 分与 180 分之间）。

重新将试验水槽中的水样装好，按前述方法，搅拌后静置沉淀（如果需要验证突变点前的各沉淀时间的沉淀百分率数字的正确性，可以在各沉淀时间吸取悬液，如果只为此项试验，可以不必吸取悬液）到突变开始时间（例如 140 分），

以較粗的虹吸管（在攪拌后就放于槽中）在深度为 1 米处吸取較多的悬液（体积可以根据悬液浓度确定，以能滿足顆粒分析試样数量为准）。对于泥砂含量在 5 克/升以下时，一般突变点不明显，而且由于吸取体积过大，試驗准确性受到影响，因而，可以不必进行此項試驗。吸取出的悬液，置于瓶中，靜置沉淀，将槽中試样重新攪拌，沉淀時間达到突变結果時間（例如 180 分），以同前的方法吸取出較前次多一倍的悬液体积（由于液面的下降，吸管可以适当降低），将此吸出的悬液置于另一瓶中，靜置沉淀。

将所有靜置沉淀的悬液，靜置完全澄清后，将上部澄清液吸出过滤（如果經检查，認為沒有悬浮的顆粒，也可以将澄清液吸出不过滤），而后，将沉淀的泥砂，完全过滤在滤紙上，风干后，按土的顆粒分析法，分別測定其顆粒組成。

五、試驗結果

1. 泥砂含量:

泥砂含量 (克/升) = 悬液未沉淀时 500 毫升中泥砂重 (克) $\times$ 2。

注：泥砂重是指不包括水溶盐的泥砂重。

2. 在不同沉淀時間，不同深度 (0.5、1.0、1.5 米) 內泥砂悬浮百分率与沉淀百分率:

悬浮百分率 (%)

$$= \frac{\text{某沉淀時間吸取悬液 500 毫升泥砂重 (克)}}{\text{悬液未沉淀时 500 毫升中泥砂重 (克)}} \times 100$$

沉淀百分率 (%) = 100 - 悬浮百分率 (%)。

注：泥砂重也是指不包括水溶盐的泥砂重。

3. 根据沉淀时间与沉淀百分率，绘制其两者关系曲线，其横坐标是沉淀时间，以对数格表示，其纵坐标是沉淀百分率，以百分数表示。

4. 泥砂之颗粒组成百分数，及其各粒组在每单位体积水中的含量：泥砂之颗粒组成按土颗粒分析方法求得，其结果以整数百分数表示（并绘制颗粒组成曲线图）。

各粒组在单位水体积中的含量（克/升）。

$$= \text{泥砂某粒组之百分数} \times \text{平均泥砂含量(克/升)} \times \frac{1}{100}$$

平均泥砂含量（克/升）——三个不同深度泥砂含量的平均值。

5. 在沉淀突变时间，泥砂之颗粒组成百分数及其各粒组在单位水体积中的含量：

泥砂之颗粒组成按土颗粒分析方法求得（并绘制颗粒组成曲线图）。

突变时间悬浮泥砂各粒组在单位水体积中的含量（克/升）
 $= \text{突变时间悬浮泥砂某粒组之百分数} \times \text{突变时间悬浮泥砂含量(克/升)} \times \frac{1}{100}。$

6. 水溶盐含量：

水溶盐含量（克/升）= 500毫升悬液中水溶盐重 $\times 2$
 报告的格式，见附录 1 ~ 2。

六、对试验结果相互关系的探讨

(1) 黄河水流量与泥砂含量的关系

从历次取水时黄河水的流量与泥砂含量的关系来看，一

一般是洪水期（8~9月份）泥砂含量要大于枯水期（4~5月份）的泥砂含量，枯水期的泥砂含量要大于冻结期（12~2月份）的泥砂含量。从流量来看，一般流量增大时，其泥砂含量也要增大，而且以洪水初期的泥砂含量为最大。

由于河水流量与泥砂含量的资料还少，不能够说明的问题，所以不能从试验结果上找出河水流量与泥砂含量的关系，只能作概括的介绍。

河水流速对泥砂含量有直接的关系，但由于我们在取样时，未测定河水的流速（取样点的），因此，不能在其相互关系上加以探讨。

（2）澄清时间与泥砂含量的关系

A. 深度为0.5米的澄清时间：

从沉淀百分率与沉淀时间的综合曲线（图6）可以看出，除第1、6、10次外，其它各次都在沉淀时间100~120分基本澄清（即曲线的斜率接近于零）。这些次测定的泥砂含量都在5.5克/升以上，最大的泥砂含量达到20.78克/升，并且在此时间沉淀百分率均达到91%以上。由于泥砂含量增大，澄清时间，沉淀百分率也相应增大。

第1、6、10、12次在240分以上沉淀时间才可以基本澄清，而且其沉淀百分率都没有超过90%，第6次的沉淀百分率还没有达到50%，从其曲线上来看，还没有完全沉淀。而这四次的泥砂含量也有显著的降低，如果第6次的泥砂含量仅有0.657克/升，而其水溶盐含量就有0.330克/升，其纯泥砂仅占50%，其它规律均与前述基本一致。

B. 深度为1.0米的澄清时间：