

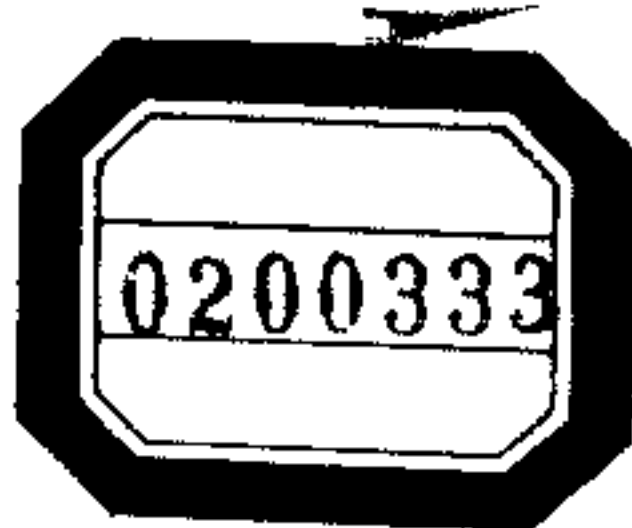
水文测验手册

第二册 泥沙颗粒分析和水化学分析

水利电力部水利司主编



水利电力出版社



水电部科技情报所	
图书总号	中4147
分类号	

水文测验手册

第二册 泥沙颗粒分析和水化学分析

水利部图书馆

水利电力部水利司主编



005894 水利部信息所



水利电力出版社

内 容 提 要

《水文测验手册》是面向水文站、分析室的同志，以写水文测验方法为主的水文测验技术参考书。本手册共分三册出版：第一册——野外工作；第二册——泥沙颗粒分析和水化学分析；第三册——资料整编和审查。

本书为第二册《泥沙颗粒分析和水化学分析》。泥沙颗粒分析部分介绍了筛分析法、粒径计法、比重计法、移液管法等分析方法；水化学分析部分介绍了天然水水化学成分的分析方法和几项重要的有毒物质的分析方法。附录中列入了分析操作中的常用图表。

本书可供全国水文测验、分析室的同志阅读，亦可供有关水利院校师生参考。

2043/17

水 文 测 验 手 册

第二册 泥沙颗粒分析和水化学分析

水利电力部水利司主编

*

水利电力出版社出版

(北京德胜门外六铺炕)

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

北京印刷三厂印刷

*

1976年9月北京第一版

1976年9月北京第一次印刷

印数 00001—13210 册 平装每册 0.60 元

书号 15143·3210

毛主席语录

备战、备荒、为人民。

以农业为基础、工业为主导

水利是农业的命脉

人们为着要在自然界里得到自由，就要用自然科学来了解自然，克服自然和改造自然，从自然里得到自由。

思想上政治上的路线正确与否是决定一切的。

认真搞好斗、批、改

团结起来，争取更大的胜利。

前 言

水文是水利的尖兵，水文测验是水文工作的基础。为了贯彻伟大领袖毛主席关于“认真搞好斗、批、改”的教导，加强水文测验工作，更好地为水利建设和社会主义建设的其他方面服务，我部组织制订了《水文测验试行规范》，并已颁发试行。新规范删去了原规范中关于测验方法的叙述部分，只列入为统一全国测验技术标准、保证水文资料质量所必须遵循的规定。为了配合新规范，提供一本介绍水文测验方法的技术参考书，我部组织编写了《水文测验手册》一书。

本手册初稿是由二十二个单位组成六个编写小组起草的：

第一小组，由黑龙江省水利局主持，河北省水利局、福建省水电局参加，负责起草勘测设站、普通测量、水位、水温、冰凌、地下水部分。

第二小组，由广东省水电局主持，辽宁省水利局、陕西省水电局、湖北省水电局、江苏省水电局参加，负责起草流量部分。

第三小组，由水利电力部黄河水利委员会主持，甘肃省水电局、云南省水利局参加，负责起草泥沙和颗粒分析部分。

第四小组，由湖南省水电局主持，宁夏回族自治区水电局、水利电力部第四工程局参加，负责起草水化学分析部分。

第五小组，由山东省水利局主持，山西省水利局、河南省水利局、浙江省水电局参加，负责起草降水量、水面蒸发、水文调查部分。

第六小组，由长江流域规划办公室主持，吉林省水利局、青海省水电局、安徽省水电局参加，负责起草资料整编和审查部分。

初稿曾印送各地征求意见，并请六个主持编写单位和安徽省

水电局、江苏省水电局、水利电力部第四工程局的同志，进行修改、汇编、定稿。在编写过程中，得到有关院校、有关部门的支持和帮助，长江流域规划办公室的同志协助绘图，南京大学地理系协助审阅水化学分析部分，在此一并表示感谢。

《水文测验手册》主要面向水文站、分析室的同志，以写方法为主，与测验方法相联系的《水文测验试行规范》的有关技术要求、技术标准，也一并写入，以便于阅读使用。测验方法主要列入比较普遍适用的，同时也简要地介绍了无产阶级文化大革命以来，广大职工在技术革新运动中创造的部分新仪器、新方法。书中还写了一些规范没有规定的技术指标，供工作时参考。

手册分三册出版：第一册，野外工作；第二册，泥沙颗粒分析和水化学分析；第三册，资料整编和审查。有关“水文资料整编刊印图表填制说明”，列入第三册附录中。

由于我们对水文测验工作调查研究不够，手册还不能充分反映我国水文测验的成就和水平，书中还会存在不少缺点和错误，请读者提出意见，以便修改，使之不断完善。

水利电力部水利司

一九七五年九月

目 录

前 言

第八部分 泥沙颗粒分析

第一章	泥沙颗粒分析的目的和取样方法	1
8-1	泥沙颗粒分析的目的和意义	1
8-2	泥沙颗粒分析任务的确定及测次的布置	2
8-3	悬移质输沙率颗粒分析的取样或选样方法	4
8-4	简化取样方法的分析	4
8-5	取样数量	5
8-6	水样、沙样的处理和运送	6
8-7	停止分析和间断分析的原则	8
第二章	泥沙颗粒分析方法	9
一、概 述	9	9
8-8	分析室的工作环境要求	9
8-9	仪器的安置、养护、校正和称重的方法	9
8-10	分析用水及反凝剂	13
8-11	水溶盐的处理	13
8-12	粒径组的划分	14
8-13	沉速公式的选用	14
8-14	颗粒分析的上下限	15
8-15	分析方法的选用和颗粒级配曲线的点绘	16
二、筛分析法	17	17
8-16	适用范围及主要仪器设备	17
8-17	操作步骤	17
8-18	成果计算	19
三、粒径计法	20	20
8-19	适用范围及主要仪器设备	20
8-20	粒径计的安装	22

8-21 准备沙样	22
8-22 操作步骤	23
8-23 成果计算	25
四、比重计法	26
8-24 适用范围及主要仪器设备	26
8-25 准备沙样	27
8-26 操作步骤	27
8-27 成果计算	28
五、移液管法	29
8-28 适用范围及主要仪器设备	29
8-29 准备沙样	30
8-30 操作步骤	30
8-31 成果计算	31
第三章 断面平均值的计算	32
8-32 颗粒分析成果的检查	32
8-33 悬移质垂线平均颗粒级配的计算	33
8-34 悬移质断面平均颗粒级配的计算	34
8-35 推移质断面平均颗粒级配的计算	34
8-36 河床质断面平均颗粒级配的计算	35
8-37 断面平均粒径、平均沉速的计算	35

第九部分 水化学分析

第一章 概 述	37
9-1 水化学分析的目的和意义	37
9-2 水化学成分测验的分类	38
9-3 测验的组织形式	39
9-4 取样的位置和次数	39
9-5 水样的采集、处理和保存	41
9-6 水化学分析的项目	43
9-7 分析程序和时限要求	44
9-8 分析溶液的配制与保管	45
9-9 分析方法概述	47
9-10 平行试验	51

第二章 天然水的水化学分析	52
一、物理性质及氢离子浓度的测定	52
9-11 水温的测定	52
9-12 气味的测定	52
9-13 味道的测定	53
9-14 透明度的测定	53
9-15 色度的测定	55
9-16 氢离子浓度 (pH值) 的测定	58
二、溶解气体的测定	60
9-17 游离二氧化碳 (CO ₂) 的测定——碱滴定法	60
9-18 侵蚀性二氧化碳 (CO ₂) 的测定——酸滴定法	63
9-19 硫化氢 (H ₂ S) 的测定——醋酸铅试纸定性检验	65
9-20 溶解氧 (O ₂) 的测定——碘量法	66
三、耗氧量及生物原生质的测定	69
9-21 耗氧量的测定——高锰酸钾法	69
9-22 铵离子 (NH ₄ ⁺) 的测定——碘化汞钾比色法	72
9-23 亚硝酸根 (NO ₂ ⁻) 的测定——α-萘胺比色法	75
9-24 硝酸根 (NO ₃ ⁻) 的测定——二磺酸酚比色法	78
9-25 铁离子 (高铁Fe ⁺⁺⁺ 及亚铁Fe ⁺⁺) 的测定——邻二氮菲 比色法	81
9-26 磷 (P) 的测定——钼蓝比色法	83
9-27 硅 (Si) 的测定——钼酸铵比色法	85
四、总碱度、总硬度及主要离子的测定	88
9-28 总碱度、碳酸根 (CO ₃ ²⁻) 和重碳酸根 (HCO ₃ ⁻) 的测 定——酸滴定法	88
9-29 总硬度的测定——乙二胺四乙酸二钠容量法	91
9-30 钙离子 (Ca ⁺⁺) 的测定——乙二胺四乙酸二钠容量法	94
9-31 镁离子 (Mg ⁺⁺) 的测定——乙二胺四乙酸二钠容量法	96
9-32 氯离子 (Cl ⁻) 的测定——铬酸钾指示剂容量法和硝酸 汞容量法	97
9-33 硫酸根 (SO ₄ ²⁻) 的测定——乙二胺四乙酸二钠容量法 和铬酸钡比色法	102
9-34 钾和钠离子 (K ⁺ + Na ⁺) 的测定——计算法	107

9-35 矿化度的测定——阳离子交换树脂法	108
第三章 污染情况的水化学分析	112
9-36 酚类化合物的测定——4-氨基安替比林比色法	112
9-37 汞的测定——双硫腺比色法	117
9-38 氰化物的测定——吡啶联苯胺比色法和吡啶吡啶啉比色法	120
9-39 砷化物的测定——二乙基二硫代氨基甲酸银比色法 和砷斑法	125
9-40 六价铬的测定——二苯碳酰二肼比色法	129
第四章 水化学分析成果的检查	131
9-41 检查的内容与方法	131
9-42 检查中所发现问题的处理	133

第二册 附 录

附录 II-1 泥沙颗粒分析常用图表	134
附录 II-2 分析筛校正	158
附录 II-3 比重计校正	160
附录 II-4 比重瓶检定	166
附录 II-5 粒径计算尺的原理及其使用方法	168
附录 II-6 常用元素原子量表 (1973年)	170
附录 II-7 常用试剂的分子量及当量表	170
附录 II-8 化学分析用蒸馏水纯度标准及检验方法	174
附录 II-9 常用酸、碱稀释配方	175
附录 II-10 透明度与浑浊度换算表	176
附录 II-11 洗涤液的配制和使用	177
附录 II-12 化学分析室的一般规则	178
附：水化学分析部分主要参考书	182

第八部分 泥沙颗粒分析

第一章 泥沙颗粒分析的目的和取样方法

8-1 泥沙颗粒分析的目的和意义

毛主席教导我们：“人们为着要在自然界里得到自由，就要用自然科学来了解自然，克服自然和改造自然，从自然界得到自由。”

泥沙问题是水利建设以及与河流有关的其他建设的一个重要问题，在多沙河流尤为突出。为了研究和解决泥沙问题，除了要进行输沙率测验，了解泥沙的数量以外，还必须进行泥沙颗粒分析工作，来了解泥沙颗粒级配这个影响泥沙运动形式的重要因素。譬如，研究水库的淤积问题时，为预测泥沙在库内的淤积部位，产生异重流的条件，异重流的排沙能力等，就必须了解泥沙颗粒级配情况。在防洪和河道整治工作中，为了估算在不同水沙情况下，河道发展的趋势是淤高还是下切，是稳定还是游荡；在灌溉渠系的设计和管理运用工作中，研究采取什么措施才能使引水口门通畅，渠道冲淤平衡，减少进入渠系的粗沙数量，引进细沙淤灌农田；以及在船闸、航道设计，河口、港湾整治，水力机械的抗磨研究等项工作中，也都需要泥沙颗粒级配资料。

总之，泥沙颗粒分析是水文测验工作的一项重要内容。泥沙颗粒分析的目的，是取得泥沙颗粒级配的断面分布和变化过程的资料，为开发利用水沙资源，进行水利和其他社会主义建设提供资料依据。

8-2 泥沙颗粒分析任务的确定及测次的布置

(一) 泥沙颗粒分析任务的确定

泥沙颗粒分析,由省(市、区)或流域有关领导机关根据需要,指定一部分泥沙测站进行。条件允许时应尽先在下列各类测站上开展这一工作。

(1) 干支流上控制性的测站。

(2) 位于拟建和建成的大型水库或冲淤严重的中型水库及重要灌区进出口的测站。

(3) 位于水土流失严重,新开垦或急待开发地区的测站。

(二) 颗粒分析测次的布置

1. 悬移质输沙率颗粒分析的测次

一般以能满足单位水样颗粒级配(简称单颗)与断面平均颗粒级配(简称断颗)关系的定线要求为原则。测次应主要分布在含沙量较大的洪水时期,少沙时期可分析少数测次。

(1) 重要的控制性测站,每年可选择一次有代表性的、历时较长的洪峰,在峰顶附近和峰前、峰后各分析一次(这一洪峰过程中所取的单位水样最好也全部或大部进行分析),以了解洪峰时期泥沙颗粒级配的变化过程。

(2) 单颗断颗关系点密集成一狭窄的点带,粗沙部分各粒径级有75%的点子与平均关系线的偏离(指小于某粒径沙重百分数的绝对差●)在 $\pm 3\sim 5\%$ 以内;细沙部分75%的点子偏离在 $\pm 5\sim 10\%$ 以内(粗、细沙的分界由领导机关根据需要划定),单颗断颗关系良好的测站,一般每年不少于7~10次。

(3) 单颗断颗关系不甚良好,关系点比较散乱或需分时段定线的测站,每年一般不少于12~15次。

● 若以 P' 与 P 分别表示实测断颗和用单颗在关系线上查得断颗的小于某粒径沙重百分数,则绝对差是指 $P' - P$,而不是指 $\frac{P' - P}{P}$,以下凡指绝对差的,意义均同此。

(4) 单颗断颗关系不好与新开展此项工作的测站，应比照上述要求适当增加分析测次。不需要推求月、年平均颗粒级配的测站，分析次数可适当减少。

2. 悬移质单位水样颗粒分析的测次

单位水样颗粒分析，一般只在作输沙率颗粒分析的测站进行。需要时，也可以指定一部分测站只作单位水样的颗粒分析。

在一般情况下，可直接用施测单沙所取的水样进行分析推求单颗级配。由于泥沙级配在断面上的分布和含沙量在断面上的分布有着不同的规律，有时单位水样含沙量虽然和断面平均含沙量有着良好关系，但用单位水样经过分析求得的单颗却比断颗显著偏粗或偏细，致使全年多数测次的单颗级配比断颗级配多出或少了一、二个粒径级。在这种情况下，应改进单位水样取样位置和方法，或选用颗粒级配代表性较好的取样方法，专门用来采取单颗水样。也可以用增多简化的输沙率颗粒分析测次的办法，满足推求月年平均颗粒级配的需要，而不再进行单位水样的颗粒分析。

单位水样分析的测次，以能控制泥沙颗粒级配的变化过程为原则，也应主要分布在含沙量较大的洪水时期。

(1) 分析次数应在各级水位、含沙量变幅内均匀分布。在流量、含沙量变化转折处须作分析。

(2) 每次较大洪峰过程视洪峰历时及含沙量变幅分析3~7次。

(3) 平水时期，多沙河流一般可5天分析一次，含沙量变化不大时，也可每10天分析一次。少沙河流一般可10天分析一次，含沙量变化不大时，也可每15天分析一次。

(4) 含沙量很小，单沙采用累积水样混合处理的，可用累积混合水样进行分析。

(5) 凡选作颗粒分析的输沙率测次的相应单位水样，都应分析。

(6) 不推算月年平均颗粒级配的测站，测次可适当减少。

3. 推移质、河床质颗粒分析的测次

推移质、河床质的颗粒分析，一般与悬移质的颗粒分析配合进行，测次由有关领导机关规定。

8-3 悬移质输沙率颗粒分析的取样或选样方法

悬移质输沙率颗粒分析的水样，其取样或选样方法有以下几种：

(1) 积点法：将积点法所取水样逐点进行颗粒分析。此法能够精确地推求断面平均颗粒级配，并能反映泥沙颗粒在断面上的分布情况。新开展此项工作的测站一般应作一定数量的积点法的颗粒分析。

(2) 十字线法：选中泓一条垂线的各点和各条垂线0.6或0.5水深处一点的水样分别进行颗粒分析。此法可反映泥沙颗粒在主流一线上的纵向分布及断面各垂线0.6或0.5一点的泥沙颗粒之横向分布。

(3) 多线多点分层混合法：即在中泓与中泓的两边分布3条以上的垂线，用5点法取样，再把各垂线同一相对水深的水样分层混合后，进行分析。这一方法能较准确地求得断面平均颗粒级配。

(4) 定比混合法或积深法：将所取垂线混合水样进行颗粒分析。此法仅能反映泥沙颗粒在断面上的横向分布。

(5) 全断面混合法：将全断面混合的一个水样进行颗粒分析。此法不能反映泥沙颗粒在断面上的分布情况。

8-4 简化取样方法的分析

积累了不少于20次积点法分析资料后，即可进行简化方法的验算。如和积点法相比有80%的测次用简化方法得出的各粒径级累积沙重百分数的绝对误差在 $\pm 3\sim 5\%$ 以内；粗沙部分的累积沙重百分数的绝对系统偏差小于 $\pm 1\%$ ；细沙部分绝对系统偏差小于 $\pm 2\%$ ，则可采用简化的方法。

对于没有经过上述验算，但测验和分析条件困难的测站，也可采用简化的方法。这时，最好能进行一些实验，了解泥沙颗粒级配沿断面的横向分布和沿垂线的垂直分布情况。

积点法是精密的方法，是检验简化方法分析成果质量的依据。因此，重要的控制站经过简化方法的验算，采用简化的方法推求断面平均颗粒级配之后，在每年的多沙和少沙时期，还应各进行一次或几次积点法的分析。

8-5 取样数量

悬移质、推移质、河床质颗粒分析的水样（沙样）的取样数量，应以满足所采用的分析方法所需的沙重数为原则。

（一）筛分析法的沙重要求

（1）沙样中含有粒径大于100毫米的颗粒时，需10000克以上。

（2）沙样中含有粒径大于2毫米的颗粒不超过总沙重的10%时，需300~1000克。

（3）沙样中含有粒径大于2毫米的颗粒占总沙重的10~30%时，需1000~3000克。

（4）沙样中含有粒径大于2毫米的颗粒超过总沙重的30%时，需3000~5000克。

（5）沙样中不含有粒径大于2毫米的颗粒时，需100~300克。

（6）如取样有困难时，取样数量可适当减少。如减少很多，则应进行比较试验，以了解减少沙样数量对分析成果的影响。

（二）水分析法的取样数量

（1）沙重要求：

1）粒径计法：水样的干沙重为0.3~5.0克。

2）移液管法：用1000厘米³的量筒时，干沙重为3~20克。

3）比重计法：用1000厘米³的量筒时，干沙重为15~30克。

（2）不同的分析方法，悬移质应有的取样最小容积，见表

8-1所列。

表 8-1 不同分析方法悬移质取样最小容积表

含 沙 量 (公斤/米 ³)	取 样 容 积 (分米 ³)	分 析 方 法
30~15	0.5	粒径计、移液管
	1	比重计
15~10	0.5	粒径计、移液管
	2	比重计
10~5	0.5	粒径计
	1	移液管
	3	比重计
5~0.3	1	粒径计
0.3~0.1	3	粒径计

(3) 单位水样累积处理时, 在累积期间如遇河水含沙量突然增大, 应即停止累积。累积时间不得跨月, 累积水样容积不超过 30~50 分米³。如按上述要求累积水样的沙重仍不符合颗粒分析要求时, 可不进行颗粒分析。

8-6 水样、沙样的处理和运送

用水分析法分析时必须用新鲜的天然水样(悬移质)或湿润的沙样(推移质、河床质)。除全部使用筛分析的粗沙和卵石外, 不允许使用干沙分析。

(一) 水样处理

(1) 使用置换法处理水样的测站, 将求出净沙重后的水样留作颗粒分析。

(2) 使用过滤法或焙干法处理水样的测站, 在沙重满足置换法处理水样要求时, 可改用置换法称重。也可同时取两套水样, 分别用于推求干沙重计算含沙量和颗粒分析。由于分析过程中的沙样损失, 会使颗粒分析后所得的累积沙重偏小, 所以一般不应使用累积沙重计算含沙量。

(3) 颗粒分析水样要用沉淀法使其浓缩, 不得用任何化学

药品来加速沉淀。沉淀时间的长短以能使水样中极细颗粒绝大部分沉淀底部，不影响颗粒分析成果为原则。

(4) 对需要分沙的水样，可使用两分式分沙器或旋转式分沙器等进行分析。所用的分沙器要经过检验证明对分析成果无显著影响时，方可使用（检验方法见8-9节）。两分式分沙器，如图8-1所示。分沙时，应先将水样摇匀，然后将水样小股地均匀和往返地注入分沙槽内，以保证分沙质量。旋转式分沙器，如图8-2所示，器高350毫米，长360毫米，宽270毫米。该分沙器分隔漏斗的数目，可根据需要确定，图8-2为10个；分沙器由金属材料制成，其中分隔漏斗、偏心管嘴和支承圆筒用白铁制造；分沙器可以用手摇转动，也可用电动机带动；分沙时的转速要均匀，以每分钟110~130转为最好，不可过高或过低；被分水样的浓度要适中，以能顺利流动为宜；要将被分水样搅匀后再注入分沙器的漏斗中，注入的速度要均匀一致。

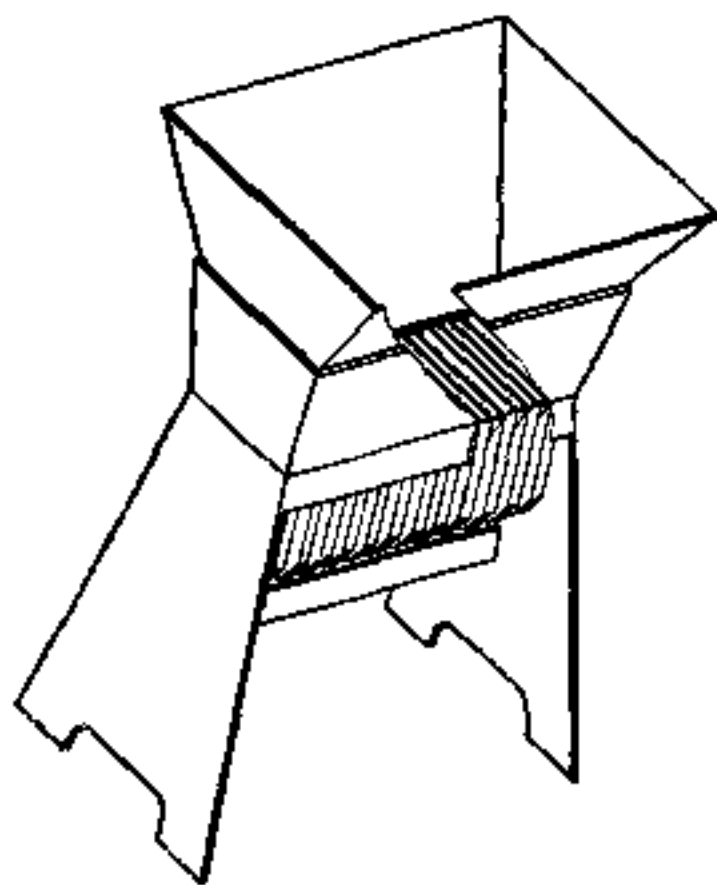


图 8-1 两分式分沙器

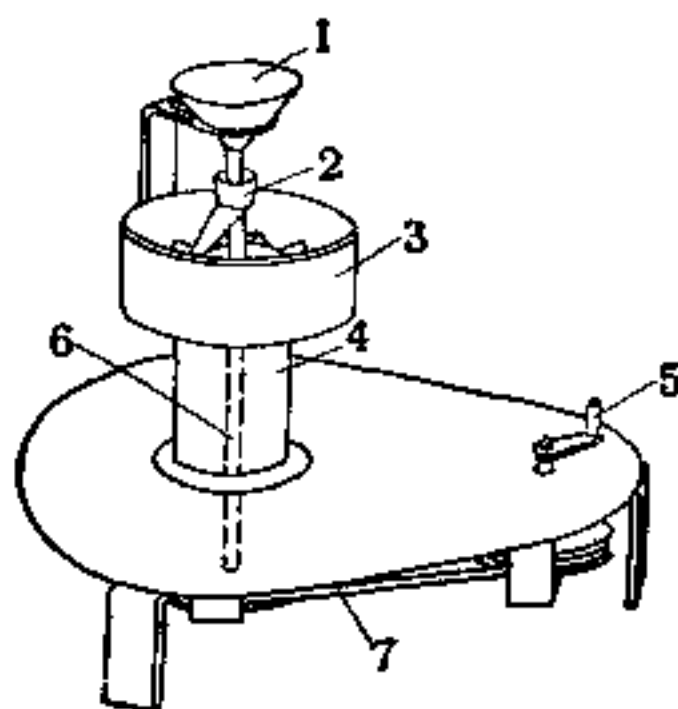


图 8-2 旋转式分沙器

1—漏斗；2—偏心管嘴；3—分隔漏斗；
4—支承圆筒；5—摇把；6—中心轴；
7—传动带

(二) 水样运送

(1) 运送水样应使用不影响分析成果质量的专用水样瓶。