技 术 手 册

王金山　　编著

铁道第三勘察设计院

铁路工程钻探

技　术　手　册

王金山　　编著

铁道第三勘察设计院

二00一年 四月

再 版 说 明

《铁路工程地质钻探记录员手册》自1995年在全院实施以来，得到各级领导和广大工程地质人员的支持，深受外业机组职工欢迎。为我院钻探日志记录工作的标准化，提高原始记录的质量起到了一定作用。随着改革开放形势的发展，我院外委和委外项目不断增多，对手册的内容提出了更高要求。加之铁路工程地质专业规范向国标接轨，部颁《铁路工程岩土分类标准》的发布，以及院对钻探日志格式的变动，为此编者根据我院目前的设备状况和外业工作对《记录员手册》进行了全面修订。并把《铁路工程地质钻探记录员手册》更名为《铁路工程钻探技术手册》便于现场工作人员参考和应用。

编者多年的愿望，是把钻探日志记录的内容，标准，以及在铁路工程勘探，岩土工程勘察方面的经验、体会，尽可能地反应在新手册中。力求系统实用，图表代话，易学易懂，既能自学又能作培训辅导教材，并以此手册做为我院钻探日志的模式和实用工具书。

修订后的《铁路工程钻探技术手册是以我院钻探日志为基础，根据其内容展开编写的，内容包括钻探记录工作质量标准和要求；钻探记录的格式内容和简易地质知识；修订了铁路工程岩土分类标准，增加了泥浆配制和性能指标测定；几种勘探工具的结构特点及其钻探工艺的操作标准和要求；水文地质试验内容和具体操作标准；土石试验项目内容等，增加了附录内容，扩大了钻探工"应知"的知识面，是钻探工系统学习的材料；新职工上岗从事钻探记录工作的必学材料；也是工作不久工程地质技术人员有益的学习材料。

在编写过程中，主要遵照现行的技术规 范及院内有关规章制度和参照兄弟单位在岩土工程勘察，施工中的经验和成功的技术

资料编写而成的。由于编者水平所限，会出现不妥和错误之处，敬请批评指正，以利改善。如和现行技术规程规范冲突之处，以现行技术规程规范为准。

此手册经院科技处陈绍文、邢文宝高级工程师，院地路处仇祥凯总工程师，荆志东副总工程师，勘测分院吕明祖付总工程师严格审阅，并提出宝贵意见，借此向他们表示衷心感谢。

编著者

目　录

前言
1. 钻探记录的质量标准和要求
1.1　钻探记录质量标准 …… (1)
1.2　钻探记录要求 …… (2)
2.　钻探日志填写方法和标准
2.1　钻探日志封面填写 …… (3)
2.2　钻探日志内容填写 …… (5)
2.2.1　月日及班次时间填写 …… (5)
2.2.2　作业名称及纯钻时间填写 …… (6)
2.2.3　钻探深度填写 …… (7)
2.2.4　钻头直径填写 …… (9)
2.2.5　岩芯填写 …… (9)
2.2.6　岩层名称及特征填写…… (13)
2.2.7　柱状剖面填绘…… (16)
2.2.8　层深和层厚填写…… (17)
2.2.9　钻进情况填写…… (18)
2.2.10　套管加固 …… (18)
2.2.11　标贯试验填写 …… (18)
2.2.12　含水层,简易水文地质观测填写…… (21)
2.2.13　送试验件填写 …… (23)
2.2.14　备注的填写 …… (25)
附录一　岩石
(一)岩浆岩的鉴定特征 …… (26)
(二)沉积岩的鉴定特征 …… (33)
(三)变质岩的鉴定特征 …… (40)

(四)三大类岩石主要鉴定标志 …… (47)
(五)岩石坚硬程度的定性划分 …… (48)
(六)岩体节理发育和岩体风化带划分 …… (50)
(七)岩石的可钻性 …… (52)
附录二 第四系松散层
(一)土 …… (54)
(二)土在大陆沉积的成因类型 …… (54)
(三)土的工程分类 …… (54)
1. 碎石类土的鉴定和物理性质 …… (55)
2. 砂类土的鉴定和物理性质 …… (57)
3. 粉土的鉴定和物理性质 …… (60)
4. 粘性土的鉴定和物理性质 …… (61)
5. 粘性土的颜色划分 …… (65)
附录三 几种特殊土的简述
(一)黄土 …… (67)
(二)盐渍土 …… (67)
(三)软土 …… (67)
(四)膨胀土 …… (68)
(五)冻土 …… (70)
附录四 钻探日志
钻探日志样板 …… (71)
附录五 图例及符号
(一)地层潮湿程度和无压水勘探孔图例和符号 …… (75)
(二)铁路工程岩土花纹图例 …… (76)
附录六 泥浆配制和泥浆性能指标测定
(一)粘性土、砂类土所用泥浆配制 …… (86)
(二)卵石土、砾石土所用泥浆配制 …… (87)
(三)泥浆性能指标测定 …… (89)
1. 泥浆的密度(比重)测定 …… (89)

2. 泥浆粘度测定 …… (90)
3. 泥浆失水量及造壁性 …… (91)
4. 泥浆 PH 值测定 …… (93)
5. 泥浆含砂量测定 …… (93)
附录七　几种勘探工艺的操作标准和要求
(一)活套接头构造及活套接头泥浆护壁钻探工艺要求 ……
…… (96)
(二)无泵反循环接头构造及无泵反循环泥浆护壁钻探工
艺要求 …… (98)
(三)钢粒钻进钻探工艺及注意事项…… (100)
(四)动力触探…… (112)
1. 轻型动探(N_{10}) …… (112)
2. 重型动探($N_{63.5}$) …… (117)
3. 特重型动探(N_{120})…… (118)
(五)挖探及浅孔简易勘探…… (123)
1. 坑探(槽探) …… (123)
2. 浅孔简易勘探 …… (124)
3. 简易勘探日志样板 …… (125)
附录八　水文地质试验
(一)提水试验…… (127)
(二)抽水试验…… (131)
(三)注水试验…… (145)
(四)压水试验…… (147)
附录九　土石试验项目及说明
(一)土石试验项目…… (158)
(二)土的物理力学性质试验项目说明…… (163)

前　言

铁路工程地质钻探日志(原始资料)，不仅是设计施工的地质基础资料，而且也是长期存档的重要技术资料，对今后的铁路工程改扩建有很大的实用价值。

钻探记录是地质钻探工作成果的集中体现，钻探资料的质量涉及技术要求，钻探机具设备，钻探工艺、钻探记录……等多种因素，但必须肯定钻探记录是上述各方面工作的最终结果，不仅反映记录本身工作质量，也反映钻探工作的总体质量。

钻探记录质量是钻探质量的主要组成部分，钻探是索取工程地质资料的重要手段之一，因此钻探质量的可靠与否直接关系到提供设计的地质评价的正确性和能否保证施工的顺利进行。真实可靠的钻探记录，才能真实准确地反映客观地质情况和钻机组的工作质量水平。

钻探记录员是形成钻探记录的责任人，应具有必要的技术水平和政治素质。钻探工作从开始至终孔的全过程中，能否把所需要的基础资料和钻进情况，真实准确及时地全部记录下来，取决于记录员一是必须具有认真负责的责任心与高尚的职业道德，二是必须具有钻探记录的技术水平，两者必须兼备，缺一不可，否则是搞不好钻探记录工作的。

1. 钻探记录的质量标准和要求

要达到钻探记录质量标准和记录要求，有的记录员本身可以做到，而大部分是要靠机组全体人员共同努力或部分岗位人员配合，才能作到的，因此钻探记录质量标准和记录要求，形式上虽仅表现为对一个岗位人员负责记录的要求，而实质上却是对全机组的劳动成果总体质量的要求。

1.1 钻探记录质量标准

1.1.1 机组对地质技术人员提供的钻探技术要求和勘探创优规划，要研究摸透。若技术要求符合规程规范和有关规定，机组应做好机具和技术准备，各岗位要在钻进过程中，齐心协力执行技术要求，不经地质技术人员同意不得改变或不执行技术要求，如果技术要求不符合规程规范和有关规定，或因现有水平达不到技术要求或有疑问之处，应与地质技术人员及时协商解决，如有分岐意见，可在执行技术人员意见的前提下及时向上级反映。

1.1.2 施钻方法（钻探工艺）应保证各种地层分层准确，不混层，不漏层，对软弱夹层和构造破碎带等不良地质现象不得遗漏，凡是不能达到上述技术要求的钻探工艺，一律严禁使用。

1.1.3 下入孔内的钻具和套管，必须逐根编号，按顺序号在地面排列摆放，逐根进行丈量和记录，丈量读到厘米（cm），提出钻孔再逐根核对，以便准确无误地计算层位层深，层厚和孔深。

1.1.4 施钻现场自上而下（由浅至深）按回次进尺次序整齐顺直摆放岩芯，每回次填写回次进尺岩芯标签，同时在地层分界线处应填写分层深度标签，实测丈量岩芯长度按回次进尺准确计算岩芯采取率。

1.1.5 根据岩芯进行分层，分层误差不大于±0.3m，凡层厚等于或大于0.5m时，需单独分层描述并取样。小于0.5m的薄层一般可做为厚层中的夹层描述，将其起迄深度及名称记入岩层特征栏内，但对厚度大于0.2m的软弱地层如泥炭，淤泥、软土以及软弱的基岩，如泥灰岩等，应分层记录描述。对厚度不大于0.2m，但对设计施工有严重影响的如：滑动层、下卧层等应详细分别记录。特殊工点根据具体地质情况按技术要求做。

1.1.6 按野外岩土鉴定方法和步骤：剖开岩芯，手搓、摸、捻、刀切、刀割划，等方法观察定名，按规定格式和内容描述，以技术人员检查核定的定名和描述为主。

1.1.7 机组各岗位必须互相配合协作，在不塌孔，不混层，不扰动下部土层的情况下，确保孔内取原样和测试准确，及时准确地观测初见水位和稳定水位，稳定水位时间要符合要求，要真实。

1.1.8 按技术要求所取送验的岩，土样和水样，在工地现场及时腊封和处理，做到腊封牢固，送样标签填写清楚并粘贴牢固；放在不受雨打日晒，干燥透风、不受热、冻和不易碰撞之处保管，确保原状土样的原状结构和天然含水量等。

1.1.9 边施钻边在现场及时填写钻探原始记录，要逐栏逐项填全，不得漏项，不得追忆追记，和誊写，未填项目必须注明原因，终孔后及时检查和整理钻探日志。

1.2 钻探记录要求

1.2.1 钻探记录数据必须真实准确，不得估算估测，不许弄虚作假伪造。

1.2.2 必须按规定格式和规定描述内容，现场及时用2—3H铅笔填写钻探日志。

1.2.3 记录字迹清晰，易于辨认，资料齐全。

1.2.4 如有误记时，应以横线划去错字或错记部分，在旁边重写，

不得涂改，挖补，撕毁或重新抄写。

1.2.5 终孔后，记录人员及时整理钻探日志(钻孔剖面图)，经机班长查核填写钻孔质量检查评定表，立即交给机组钻探技术人员，经逐项认真审核签认后，交地质组或工点地质人员验收签认。(钻探质量检查，分为日常检查与终孔验收，前者目的便于随时发现质量缺陷时，及时采取 措施弥补，后者通过终孔验收，检查钻孔质量，并根据需要对不合格项目设法补救当无法补救时，必须重钻。)

2 钻探日志填写方法和标准

记录员根据钻探日志的项目内容，将每一钻孔遇到的情况，真实地全部记录下来不漏记任何地质现象。因此钻探记录人员必须弄清楚应做那些工作。在每一钻探作业中做什么，记录什么，下面结合我院钻探日志格式内容(共计 14 项)，分述如下。

2.1 钻探日志封面填写

2.1.1 队名填写

队名应填写机组所在队的队名。

2.1.2 线段栏填写

线段的名称和勘测阶段由地质专业技术人员提供的“钻探任务书”指定。如：津浦线济泰段定测(如果为单独项目，可只写出项目名称及勘测阶段)。

2.1.3 钻孔号数和工程名称填写

钻孔号数由地质人员提供，如果一时难以确定，可按一个工程工点从小里程到大里程顺序排列编号，工程名称根据地质人员提供的“钻探任务书”中确定。工程名称很多，如：特，大中桥、小桥、涵

洞、隧道、挡墙，路基，路堑站房等等。

2.1.4 里程位置和座标填写

里程位置是指所测量线路“公里标”的里程，位置是指在线路中心左右的距离，由“钻探任务书”确定，例如：“钻探任务书”中规定的里程是 DK168＋880 没有写左右几米，这就是指线路中心，可将左右两字划掉，后面的几米空出不写，假如：“钻探任务书”中规定的里程是 DK168＋880 右 3.0 米，在里程栏填上 DK168＋880 并划掉左字保留右字，在 m 字前面填上 3.0。线路的左和右是按线路的前进方向区分的。在线路中心面向大里程，左手的一边为左侧，右手的一边为右侧。如因现场具体情况不能按任务书确定的钻孔位置施钻，孔位有少量移动时，应在征求地质技术人员同意后施钻并应填写移动后的具体里程位置，即填写施钻的实际里程位置。

座标一般由地质人员根据测量人员提供或按平面图计算填写。

2.1.5 设计孔深和实钻深度填写

钻孔设计孔深是指“钻探任务书”中所要求的钻进深度。

钻孔实钻深度是指钻孔竣工后所钻的深度也就是该钻孔实际钻了多少米，即终孔深度。

2.1.6 孔口标高和钻机类型填写

孔口标高由钻探技术人员填写或协助钻探技术人员现场实地测量填写，若与附近桩子比高时应写清比××里程高或低多少。

钻机类型是指机组使用钻机的型号，目前我院所用工程钻机有北探生产的 XY—100 型，文登生产的 GJ—150 型和北二齿生产的 GY—100 型等。

2.1.7 开工日期和完工日期填写

从机具设备搬移到所要钻探的孔位后，开始安装钻架时起，就称为此钻孔的开工日期，完工日期指钻孔竣工后，将机具和钻架拆卸完毕的日期，称完工日期。

2.1.8 钻孔位置草图填绘

钻孔位置草图指钻孔位置示意图，图中应画出线路方向，并注明钻孔附近的桩号里程、明显的地形地物，以及有关的既有建筑物位置关系，示意图以线路为主，为了和地质资料统一，应以左侧为线路的小里程，右侧为线路的大里程的画法绘制，并附以明显的地形地物，如：勘测分院五队承担津浦线济泰段定测，沙河中桥济台第一孔的钻探工作，里程位置为 DK168+880 右 3 米，此钻孔位置草图如图 2—1。

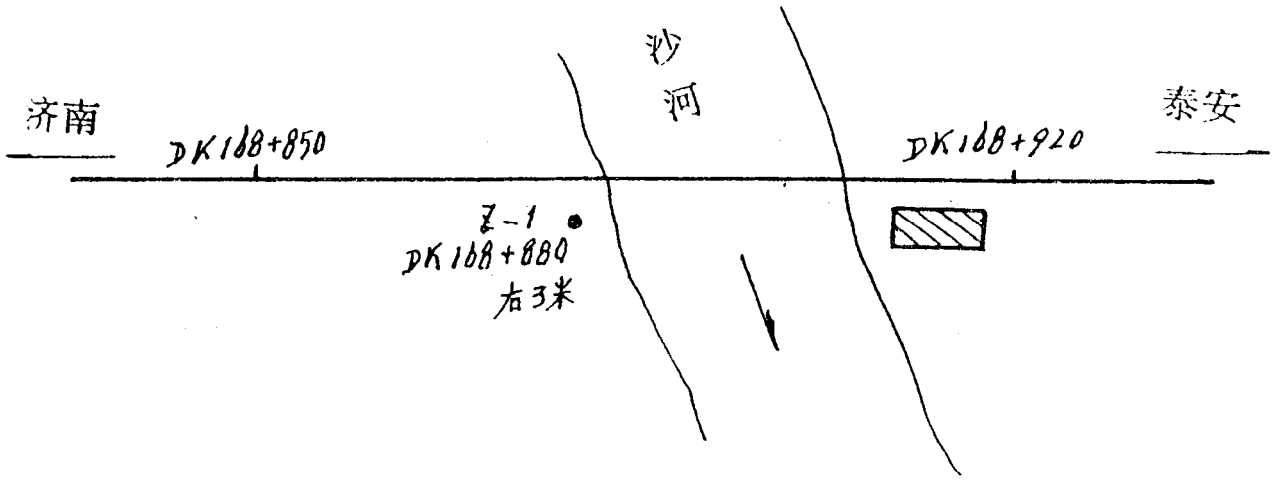


图 2—1 钻孔置位草图

2.2 钻探日志内容填写(共计 14 项)

2.2.1 月日及班次时间填写

此项填写分两部分，第一部分填几月几日，例如：开钻是 8 月 15 日就填写 15/8，斜线上填日期斜线下填月份。第二部分填班次时间，班次是指机组内部分的班次，一班、二班、三班、合班、三班制

时每班按八小时填写，合班工作时，每孔完成时间可能大于或小于八小时，应记录实际工作时间。

2.2.2 作业名称及纯钻时间填写

此项填写分两部分，第一部分为作业名称，分搬家、安装、拆卸，合金干钻、合金水钻（合金泥浆）钢粒钻进，（钢粒水钻、钢粒泥浆）金刚石钻进，活套接头泥浆钻进（活套泥浆），无泵反循环泥浆或清水钻进（无泵泥浆或无泵水钻），清孔、扩孔、起下套管、取原样、标准贯入试验（标贯）、事故处理、辅助等。由于一孔要做多次标贯试验工作，为了使标贯作业和日志第11项内容中贯入击数更好对应，便于整理资料，“标贯”作业名称后面加上数字排序如：标贯$_{(1)}$、标贯$_{(2)}$……。同时日志第11项贯入击数栏内，记录锤击数时，也应在击数上方写上相应的数字排序，如$\frac{\text{标(1)}}{17\text{次}}$，$\frac{\text{标(2)}}{19\text{次}}$……。（见日志样板）

第二部分为作业时间。时间的记录是钻探工作中一项重要的基础统计工作，是正确编制钻探计划和施钻作业计划的重要依据，通过时间的统计分析，可以反映出钻探工作的组织情况，管理水平，技术操作状况，孔内的地质情况，等问题，从而找出改进钻探方法，提高钻探效率和质量的措施，或分析出现问题和事故的原因。下面分述如下

2.2.2.1 纯钻时间

指钻具放到孔底钻进地层开始，经钻进取芯至提钻开始为止为纯钻时间，第四系地层钻进，回次进尺频繁，在地层不变，不更换作业名称或不需要取样和孔内测试等时，可合并回次进尺及时间，记清纯钻时间，当变换作业名称或一个回次进尺取上两种及以上岩性土样或岩芯时，即应分层填写进尺和时间。

2.2.2.2 辅助时间

辅补时间包括设备拆卸安装，上下钻具，起下套管，更换钻具

等等，允许每班辅助时间合记。

(1)下套管和拔管时间，自联接套管至下好套管为下套管时间，自套管起拔至套管拔出完毕，为拔套管时间，日志中应记录下、起套管的作业名称及套管数量位置和时间。

(2)扩孔、清孔时间，因钻进或护壁需要，需扩大钻孔直径时，称扩孔，由下钻扩孔钻进至提钻结束，为扩孔时间，由于塌孔，孔内残留物多或岩粉多等需清出，而不加深钻进，称清孔，从下钻开始，经清孔操作，至提钻后退出残留岩芯、岩粉等物止，为清孔时间。

(3)采取原状土样时间，自上好取土器，经下钻，击入或静压入土中，旋转断样，提钻至退样结束，为取土时间。(取原状土样方法见 2.2.13.2)

(4)标准贯入时间，自装好标贯器开始下钻起，丈量尺寸后击入，记录击数，提钻至拆掉标贯器，为标准贯入时间。(标贯方法见 2.2.11)

2.2.2.3　处理事故时间

出现事故时，应在钻探日志封底“孔内故障处理情况”栏内注明事故的种类，分为孔内事故、机械事故和人身事故三大类，如：钻具折断、烧钻、卡钻、埋钻、套管脱落、水泵故障，柴油机故障及人身伤害事故等等。记录必须细致，让人了解处理事故的全过程，不能笼统记录“处理事故”，必须分别单项作业进行记录，并在单项作业前面加上事故名称，记清作业意图。由处理事故开始至事故处理完毕，恢复、正常钻进为止，为处理事故时间。

时间的填写以小时，分钟为单位，，如：合金干钻用时 15 分钟，应在作业名称下写 0：15。

总之，钻探日志的时间要求是连续的，不间断的，要在每种作业名称下方，相对应地记录清楚作业时间，如迁到节假日，风雨天等停钻时间，应填入第 14 项附注栏内说明。

2.2.3　钻进深度、取原样及试验深度填写

钻进深度是配合作业名称填写的，两者应相对应，钻进深度指使用某种作业钻进了多少米，即进尺记录，其深度必须承上接下，不得间断。进尺分回次进尺，累计进尺，以米为单位，记录到厘米止。

钻进深度栏分“由”、“至”、“共”组成，“由”与“至”是指采用某种作业方法，从几米钻到几米而言，“共”是指采用这种作业方法，由几米至几米共钻了多少米，例如：使用合金干钻钻进方法，相对应的钻进深度“由”栏内填上 0.0(米)，钻进了 0.3 米，在“至”栏内填上 0.3，从 0.0 米至 0.3 米，共钻多少米，应在“共”栏内填上 0.3，如果中途作业名称改变还应相对应地填写钻进深度。再如：从 2.0 米开始取原状土样，相对应地钻进深度“由”栏内填上 2.0，击入了 0.25 米，在“至”栏内填上 2.25，在“共”栏内填上 0.25。钻进深度应是连续的，直到终孔。

钻进深度和岩层的各种深度是根据进尺和钻具长度换算而来的，所以钻具长度，进尺和深度的计算，是记录工作的重要部分，钻具长度是指下入孔内的钻头，岩心管，钻杆的组合，钻进的钻具是从钻头开始向上至水龙头。逐根将长度记录在小黑板或笔记本上。若立轴上有专用钻杆，可不编号，但需注明为主动钻杆，计算长度。若从机顶计算全长，机高必须记录在小黑板或笔记本中，若从孔口计算全长可不注明机高。在开钻前，钻进中和提钻前丈量钻具全长，根据钻具总长和余长，计算出每回次进尺的起止深度，更换钻具后，应重新计算钻具增加的长度尺数。

回次进尺是指每钻进一次(一回)所钻进的深度，本回次进尺的开始深度即为上回次进尺的终止深度。同样本回次进尺的终止深度即为下回次进尺的开始深度。

根据工程地质不漏层，不混层，不漏取送验岩土芯(样)的技术要求，工程地质钻探回次进尺应遵守表 2.2.3 规定：

工程地质钻探回次进尺规定　　表 2.2.3

岩(土)层	规定回次进尺(m)
粘性土、粉土	1.0～1.5
砂类土	泥浆钻进 1.0～1.5
	跟管回转钻进 0.3～0.5
碎石类土	0.5～1.0
冻土	＜0.3 回次钻进时间不宜超 5 分钟，含水量大的泥炭或粘性土可达 0.5m
软土	0.3～1.0
黄土	1.0～1.5 取原状土样应一米三钻，第一钻 0.4～0.5 第二钻 0.3～0.2 第三钻 0.3 后取样
膨胀性岩土	0.5～1.0
滑动面及重要结构面上下 5m	预计滑动面及其以上 5m 范围≤0.3
	重要结构面上下 5m 为 0.3～0.5
软硬互层、软硬不均风化带硬、脆、碎基岩	0.5～1.0
较完整、轻微风化基岩	1.0～2.5
完整基岩	＜3.5

2.2.4　钻头直径填写

岩芯钻探一般常用的钻头直径为∅75、∅91、∅110、∅130、∅150mm 等，金刚石钻头为一套小口径钻头，直径为∅36、∅46、∅56、∅66、∅76mm 等，钻头直径填写应与作业名称，钻进深度相对应，用什么直径钻头应填写什么直径。

2.2.5　岩芯填写

此项由三部分组成，即岩芯长度(m)，采取率%，回次编号。主

要指钻进过程中，每回次进尺的情况，取原样和标贯内容不在此表示。

2.2.5.1 岩芯长度(m)

岩芯长度是每回次进尺所取出的岩芯长度包括上回次进尺余留的岩芯长度，记录需注意上次与本次残留岩芯长度，计算出岩芯的真实位置，所在的深度，尤其变层时，更应认真做好岩芯长度计算，岩芯长度计算有以下四种情况

(1)采长等于本次进尺，(上次与本次均无残留岩芯)

(2)采长等于本次进尺加上次残留岩芯(本次无残留岩芯)

(3)采长等于本次进尺减本次残留岩芯(上次无残留岩芯)

(4)采长等于本次进尺减本次残留岩芯加上次残留岩芯(上次与本次均有残留岩芯)

2.2.5.2 采取率%

岩芯采取率是最基本的钻探质量标准，采取率达不到标准，钻探质量的其他质量标准也就失去了存在的意义，从某种意义来讲，没有足够的岩芯采取率，也就没有钻探质量。岩芯采取率是指每回次进尺取出的岩芯长度除以本回次钻进的深度，再乘以100%，采取率以百分比来表示，它是和作业名称，钻进深度，岩芯长度相对应的。

可以用以下公式计算回次岩芯采取率和岩层岩芯采取率。

$$\text{回次岩芯采取率}=\frac{\text{本回次钻进取出岩芯长度}}{\text{本回次钻进的深度}}\times 100\%$$

$$\text{岩层岩芯采取率}=\frac{\text{本层岩芯长度}}{\text{本层厚度}}\times 100\%$$

岩芯采取率记录，要实事求是，各种岩层岩芯采取率是不同的。如果实际钻进过程中，某一回次岩芯采取率未达到标准值，除如实记录外，应分析未达标的原因，改进钻探工艺，使下回次岩芯

采取率满足技术要求达到标准值，不能随意把岩芯采取率都写成100%，故意违规也属弄虚作假。

铁路工程地质和供水水文地质勘察钻探，岩芯采取率应按表2.2.5.2规定，但特殊要求的工程地质钻探孔，应按其专门规定和特殊技术要求办理，可不限于表2.2.5.2规定。

岩芯(样)采取率规定　　表2.2.5.2

钻探类别	岩层		回次进尺采取率(%)	钻探类别	岩层		取样及采取率(%)
工程地质钻探	第四系覆盖层	粘性土、粉土	≥90	供水水文地质钻探	第四系松散层	厚度＞4m的含水层	第4～6m取个一样
		砂类土	≥70				
		碎石类土	≥50			厚度＜4m的含水层	应取个一样
	基岩	滑动面及重要结构面上下5m范围内	≥70				
		风化轻微带(W_1)风化颇重带(W_2)	≥70			厚度＜2m的含水层或非含水层	每层变取个一样
		风化严重带(W_3)、风化极严重带(W_4)构造破碎带	≥50		基岩	完整基岩	＞70
		完整基岩	≥80			破碎带风化带岩溶带	＞30

供水水文地质试验用土样质量应大于下列数值

砂	1kg
圆砾土，角砾土	3kg
卵石土、碎石土	5kg

2.2.5.3　回次编号

回次编号指每回次进尺所取出的岩芯顺序编号。从岩芯管中敲取岩芯或开泵用水蹩出岩芯，岩芯管离地不宜超过0.3～0.5m，

以防突然岩芯脱落搞乱了岩芯先后次序。现场应自上至下(由浅至深)按回次进尺顺序排列岩芯并标识,注明变层深度,测量回次进尺采芯长,计算岩芯采取率。如果第四系地层回次进尺频繁,在地层及作业名称不变时,可合并回次进尺及时间,例如:第三、四、五个回次合并,除相对应的时间合并外,回次编号栏内应记录 3～5。不应写一个编号。回次编号是连续的不能间断。

2.2.5.4 现场将岩芯自上至下(由浅至深)按顺序排列整齐顺直,如果场地条件允许,最好每二米长为一行为好,条件不允许岩芯摆放也不能太长,更不能混行,岩芯整齐顺直摆放,原则上每回次都应有岩芯标签(见岩芯标签样板),特别是变层或稠度,颜色变化时必须有标签,标签上要注明线段,孔位里程,深度尺寸,岩性名称,日期,并放在相应的岩芯位置上压牢固。

岩 心 标 签

铁三院勘测分院　　队别

线　段	线　段		
里　程			
工程名称		孔号	
岩土名称			
岩芯位置	至	编号	
日　期	年　月　日		

记录员

基岩岩芯除现场整齐顺直排列好外，如果需要装箱保留的岩芯，应用红油漆（或白胶布写字贴上）按顺序将岩芯逐块编号同时日志中也相对应的在回次编号中记录，每个岩芯箱盖上，应写明：线别、段落、勘测阶段、工程名称，里程位置，孔深，第×箱共×箱，开竣工日期及队别组号。

岩芯编号方法：

$$\text{（深度尺寸）}\xrightarrow[\text{回次进尺采取岩芯总块数}]{\text{单块岩芯编号（自上至下）}}\text{（箭头方向表示顺序方向）}$$

如：某钻孔第10钻（第10回次）在8～9m深度，其采取岩芯三块，岩芯编号应从第一块岩芯开始至第三块岩芯均应编号，编号方法为$(8\sim9)\xrightarrow[3]{1}$，$(8\sim9)\xrightarrow[3]{2}$，$(8\sim9)\xrightarrow[3]{3}$，如为小块岩芯，应画上箭头方向，表示上下顺序，基岩钻进，因为回次钻进时间长，不允许合并回次进尺及时间。

2.2.6 岩层名称及特征填写

岩芯的描述，分别按土和岩石的各自特点进行描述和记录。

2.2.6.1 各类土的描述格式和内容

矿物或岩石碎屑构成的松软集合体称为土。未成岩的地层，一般第四系沉积层多为土（第四系火山岩一喷出岩除外）如未胶结的碎石类土，砂类土，粉土和粘性土（有关第四系各类土见附录B），其描述内容及顺序见表2.2.6.1

表 2.2.6.1

类　别	描述内容及顺序
碎石类土	名称、颜色、密实程度、潮湿程度、颗粒成分及一般和最大粒径及含量，颗粒风化程度，磨圆度，充填物性质和含量。
砂类土	名称、颜色、密实程度，潮湿程度，颗粒成分、颗粒形状，夹杂物性质和含量
粉土	名称、颜色、潮湿程度、特殊结构及构造、夹杂物性质和含量
粘性土	

2.2.6.2　岩石的描述格式和内容

颗粒间刚性结合(粘合或胶结)产状为整体或具有带状裂隙的岩体称岩石(有关岩石简述见附录 A)岩石通常分为岩浆岩，沉积岩和变质岩，具体描述内容的顺序见表 2.2.6.2

表 2.2.6.2

类　别	描述内容和顺序
岩浆岩	名称、颜色，矿物成份，结构(结晶程度，晶粒大小和形状)与构造，节理与裂隙发育程度和风化程度
沉积岩	名称、颜色、构成岩石的主要成份与胶结物成份，结构(包括粒径、形状含量、胶结程度)与构造，结核与包裹体，风化与裂隙程度
变质岩	名称、颜色、矿物成分、晶体大小与形态、结构与构造(晶粒组织与排列)，风化与裂隙程度

除了表中规定的内容外，在描述岩芯时应把岩芯的状态如：风化成砂粒及土状；风化成块状；或可取出岩芯柱长度(最长多少，一般长多少)以及手掰情况及锤击时声音的响脆等描述出来供地质技术人员分析，也可将所取出的岩芯送地质组向地质技术人员请

教岩石定名和描述内容。

2.2.6.3 几种地层的描述格式和内容

(一)含水层的描述内容

(1)松散地层的含水层,除按松散地层的描述格式和内容描述外,应特别说明含水砂层中所含粘土,粉粒和卵石的含量;在含水的卵石层中,应特别说明所含砂、粘性土和粉粒的含量及其中所夹细粒(或粗粒)薄层或透镜体情况。

(2)岩石地层含水层,除按岩石的描述格式和内容描述外,应特别细致清楚地描述岩石的节理发育程度,破碎情况,溶蚀现象,裂隙和水锈情况等。

(二)基岩的断层带和滑动面(带)的描述内容和要求

除按岩石的描述格式和内容描述外,应详细描述断层带和滑动面(带)岩块的岩性、块度、擦痕、夹杂物的特征,现场应详细现察岩芯的破碎,搓揉或挤压的现象,次生矿物及充填物情况,说明断层或滑动面角砾和断层泥的情况。

(三)松散层滑动带(面)的描述内容和要求

除按松散层的描述格式和内容描述外,应说明地下水情况,稠度的变化,细小层次的变化,夹杂物的特征,擦痕挤压情况,对软弱的夹层,应详细描述和说明。

2.2.6.4 几种特殊土的描述内容

(1)**填土**:填土是人为活动堆填的土,一般具有成分复杂,固结时间短等特点,填土按物质组成和堆填方式的分类为素填土、杂填土、冲填土和填筑土四类。

素填土:由碎石类土,砂类土,粉土,粘性土组成,不含杂质或杂质很少,由一种或数种组成的填土。

杂填土:含有大量建筑物垃圾,工业废料,生活垃圾等杂质的弃填土。(不包括煤石、矿碴等)

冲填土:由水力冲填泥砂形成的填土

填筑土:由人工按一定标准夯实、压密的填土。

描述时填土若以碎石土为主，则以碎石类土进行描述，若以砂夹土为主，则以砂类土进行描述，若以粘性土为主，则以粘性土进行描述，为了说明填土特点，应增加和加重描述其密实度，夹杂物充填物的成分特点及百分比。

(2)**黄土**[黄土特征简述见附录三、(一)]

描述时，除按一般粘性土描述内容外，还应增加和加重描述：土质的均匀性及层理(层次和土质分布是否均匀)，粉土粒与其它颗粒含量的百分数，夹含其他土质的成分和含量及特征，可见孔隙的直径、长度、孔隙壁颜色及特征，节理情况，含钙质结核等情况。

(3)**盐渍土**[盐渍土特征简述见附录三、(二)]

描述时除按一般粘性土描述内容外，还应增加和加重描述：含盐特征，表土在干旱季节，表土的表面有白色粉霜或盐壳，岩芯日晒后表面有白粉壳。并在粘性土名称前加"盐渍"二字，如盐渍粘砂土等，并应注意盐渍土地表植物分布稀疏。

(4)**软土**[软土特征简述见附录三、(三)]

描述时，除按一般粘性土描述内容外，还应增加和加重描述：土的气味，腐殖质(动植物残骸)等有机质的含量成分，特征和百分量，特别加重稠度的鉴别和描述。

(5)**膨胀土**[膨胀土的特征简述见附录三、(四)]

描述时除按一般粘性土描述内容外，还应增加和侧重描述：特殊的结构(如蒜瓣状，鳞片状等)和胀、缩裂隙及其方向、宽度与充填物颜色；含结核等物成分；成层情况及地下水存在的状态与稠度的变化。并应在粘性土名称前面加"膨胀"二字，如膨胀粘土。

(6)**冻土**[冻土特征简述见附录三、(五)]

描述时，除按一般岩土描述外，应增加和侧重描述：含水量、冻土层的上限和下限尺寸、地下水埋藏情况、冻结层上水(浮水)、冻结层间水(腰水)、冻结层下水(底水)等。

2.2.7 柱状剖面填绘

2.2.7.1　比例尺的确定：由于绘图时不可能将实际尺寸画在图纸上，要把实际尺寸按一定比例缩小，钻孔柱状图都是按比例缩小的，这种比例关系称“比例尺”。比例尺按下式确定：

$$比例尺=\frac{图上尺寸}{实际尺寸}$$

例如：图上用 1 厘米代表实际尺寸 1 米时，比例尺是多少呢？

因为：1 米＝100 厘米

所以：比例尺$=\frac{1}{100}$＝1：100 或 1/100

钻探日志第七项规定比例尺为 1：50 或 1：100 一般孔深大于 10 米的钻孔，宜采用 1：100 的比例尺，孔深小于 10 米的钻孔，宜采用 1：50 的比例尺。

2.2.7.2　比例尺确定后，在柱状剖面栏内，按比例尺画出钻孔终孔深度和分层后的各层深度。

2.2.7.3　按实钻后揭示的地层，填绘该岩土层的花纹图例及符号。（图例及符号见附录五）

2.2.7.4　在填绘好的花纹图例右侧画上稳定水位符号，稳定水位衡线长 5mm，黑三角顶宽 3mm。（见钻探日志样扳及附录五无压水勘探孔符号）

2.2.8　层深和层厚的填写

岩（土）层的层次划分是根据钻探日志记录中岩性、湿度或稠度归纳分层，一般以岩性特征为主进行分层，大于 0.5 米的岩（土）层应单独分层。

层深是指岩（土）层分层后，每层底部深度的尺寸。

层厚是指岩（土）层分层后，每层的厚度尺寸，层厚等于岩层底部深度尺寸减去该岩层顶部深度尺寸。

分界线上部填写层深尺寸，分界线下部填写层厚尺寸，当该层

未钻透终孔时不填写层厚尺寸。

$$即：\frac{层深尺寸}{层厚尺寸}$$

2.2.9 钻进情况的填写

应将钻进行过程中遇到的情况，真实不漏地全部记录下来，如：

孔内涌砂：记录涌砂孔段的深度，涌砂的高度。

孔内涌水：记录涌水孔段的深度，涌水的高度。

孔内漏水：记录漏水孔段的深度、漏水量。

孔内坍塌：记录坍塌起止的孔段深度，上下钻具受阻情况和深度。

孔内洞穴：记录洞穴顶底深度、洞穴充填物和水流。

如钻进中，孔内未遇以上情况和孔内故障，此栏应填写“钻进正常”，不得空项不记。

2.2.10 套管加固填写

套管加固栏由“直径”和“累计深度”两部分组成。

套管直径：岩芯钻探常用套管直径为∅146、∅127、∅108、∅89等，用什么直径的套管，就填写什么直径。

累计深度，是指套管下入孔内加固孔壁的深度（单位为m），现场工作时，如果下两层或二层以上套管时，除直径栏填写不同直径外，应将每层套管自管靴开始逐根编号，将每根长度记录在日志栏内，并计算出套管总长。

2.2.11 标准贯入试验填写

标准贯入试验是一种特定的动力触探方法，其探头的结构形式是标准规格的对开式园筒，称之为标准贯入器。标准贯入试验是

在钻孔中，利用锤击能量，将贯入器通过打入未经扰动的孔底地层中，根据贯入规定深度所测得的锤击数，判定地基土的物理力学特征。

该项标贯栏内包括贯入击数，钻杆长度，校正击数，三项内容。

贯入击数：予打 15cm 除外，指 30cm 长度内，所贯入的锤击数。在钻探日志第二项“作业名称栏，要记录”标贯(1)、标贯(2)……”，同时在第 11 项“标贯试验，贯入击数”栏内记录上锤击数“标(1)”、标(2)”……多少次击。（见日志样板）

钻杆长度：指从标贯器至锤垫间的钻具长度，宜大于钻孔深度 1.5m 左右。同时记录在钻探日志第 11 项“标贯试验钻杆长度”栏内。

校正击数：由地质人员计算填写。

2.2.11.1 标贯试验需用机具和规格

(1)能满足标贯试验工艺要求的钻机和钻具。

(2)贯入器：由刃口形的贯入器靴，对开园筒式贯入器身及贯入器接头三部分组成，外径 51 毫米，内径 35 毫米，贯入器身长 500 毫米，全长 700 毫米，刃口角度 19°47′，切削刃应采用特殊钢，如图 2－2。

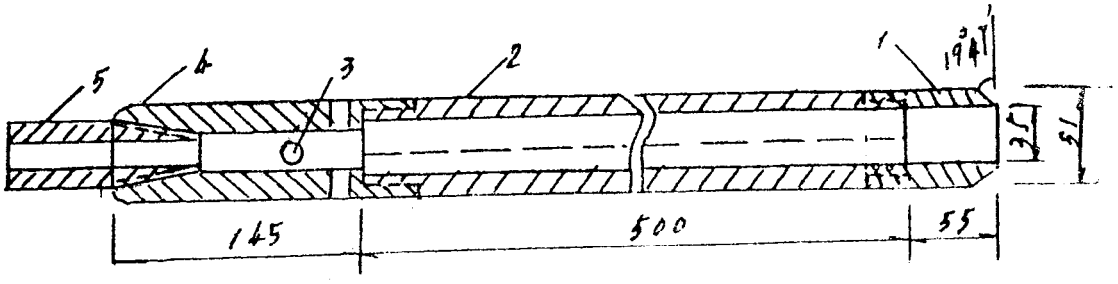


图 2－2 标准贯入器(单位 mm)

1——贯入器靴　2——贯入器身　3——出水孔

4——贯入器接头　5——钻杆接头

(3)钻杆:直径 42mm。

(4)导正杆:长 1.6～2.0m,由园钢材制作。

(5)锤垫:承受锤击,钢制部件。

(6)贯入锤:除去链锁部分,重量为 63.5 公斤的园柱形中空锤,能在导杆上自由滑动起落。

(7)自动爪勾:能自动挂起贯入锤,并能自动脱落贯入锤的装制。

2.2.11.2 标贯试验操作步骤和注意事项

(1)钻孔钻至试验土层标高以上 15cm 处,并应注意避免试验土层扰动和标贯器下入孔底时的冲击。并准确丈量和记录锤垫以下钻具的总长。

(2)贯入前应检查各部联接处是否拧紧,贯入器、钻杆、导正杆等联结后的垂直程度,以保证贯入锤中心施力,贯入时,贯入锤自由落距为 76cm。

(3)贯入时,先将贯入器竖直打入土中 15cm,不计锤击数(称为预打,做到不多打也不少打)。

(4)预打结束后,应在钻杆上准确丈量 30cm,并记录击入 30cm 的锤击数,即为实测的击数 N。

(5)当出现设备在自重作用下,贯入器已进入预打地层中,可把此段深度作为预打深度部分考虑;如不但进入预打深度,而且还进入了贯入深度时,应注记此段贯入深度,并将贯入阻力记为零,此段贯入深度作为正式贯入深度部分考虑。必要时应记录每击的贯入深度。(在软土地层内可能出现每一击大于 30cm 的情况,则应记录每一击的实际贯入深度)

(6)用标准贯入试验确定承载力时,砂层中贯入击数至 50 次,其贯入深度虽不足 30cm,由于击数已满足要求,可以停止贯入,但应记录其相应击数时的贯入深度。如有特殊要求或土质较硬者,(如花岗岩残积层及其全强风化层等),在 30cm 贯入深度内大于 50 次击数时,应根据设计技术要求确定贯入击数(80 或 100 击),

如果仍未贯入 30cm，可停止贯入，并记录相对应的实测击数和贯入深度。

(7)在未达到上述击数且贯入深度不及 30cm 时，不得采用击数乘以某种倍数的做法。

(8)提出贯入器，取出贯入器中土样，进行鉴别，描述记录其岩性，变层界线及夹杂物等，要特别注意影响贯入击数的坚硬粗颗粒物质。并将土样装入袋中，填好标签，送实验室化验。

(9)遇有下列情况时，应请孔重新做标准贯入试验：

a. 发现贯入器内已全部被土，砂所塞满时。

b. 发现贯入器靴口已钳制住卵石，姜石等硬物时。

c. 贯入器靴刃口严重缺刃卷刃时。其损坏报废标准如下表 2.2.11.2。

贯入器靴报废标准 表 2.2.11.2

种　类	单缺口(卷刃)mm	累计缺口(卷刃)
标贯器	≥5	≥12

2.2.12 含水层(包括简易水文地质观测)

在铁道工程建设中，地下水常常起着很重要的作用，地下水是供水的主要来源，又是威胁施工安全，造成工程病害的不利因素，如：开挖路堑和隧道施工时的地下水涌出，地下水对圬工的侵蚀，以及滑坡活动，路基沉陷和冻胀变形等，都与地下水的活动有直接的关系，因此研究地下水活动及其赋存条件(含水层)，在研究工程地质条件时都占有重要地位。

铁路水文地质钻探目的是查明含水层数及分布范围，埋藏深度、层厚、岩性等，并通过钻孔抽提水试验等方法，以测定含水层的富水性、透水性、水力联系，取样化验确定水质，为开采地下水及建筑物施工排水工作提供水文地质资料。

简易水文地质观测包括水位观测，涌水量观测，冲洗液消耗量观测和水温观测等。

2.2.12.1　水位观测

水位观测系指钻进过程中，无承压的初见水位和稳定水位观测，分别以下情况测量水位。

一般基础工程浅孔钻探时，第一次取得饱和水的土样或最初发现的水位深度，为初见水位深度，停钻 2.0 小时以后或终孔后 24 小时测量的水位深度，为稳定水位深度，采用泥浆护壁时，必须在获得初见水位和稳定水位后，再使用泥浆。钻探过程中在提钻后，下钻前应观测水位各一次，若中间停歇时间较长，应每隔 15～20 分钟测定一次。如因其他原因停钻，应继续观测水位。

在硬质岩层及砂类土中，最后四次测定（每 30 分钟测定一次），水位波动小于 2cm，软岩层及粘性土中，最后 6～8 次测定水位波动均在 2cm 以内时，此时水位即为稳定水位。

观测稳定水位时间一定要真实，不得隋意填写。

2.2.12.2　承压涌水观测

当钻孔发现承压水时，含水层顶板深度为初见水位深度，并应及时停钻记录孔深，测量水头高度（如水头高于孔口，形成自流，可用接高套管的方法测定水头高度）即为稳定水位。如果接高套管有困难时，可将孔口封闭，装一压力表，由压力表读数来确定水头高度（即为稳定水位）。

2.2.12.3　冲洗液性质的改变和消耗量测量

泥浆稀释及温度和化学成分的改变，清水冲洗液量的增加，都说明遇到新含水层，所以应经常对冲洗液的温度、粘度、比重和某些离子含量进行测定；冲洗液消耗量的测定，可以相对地说明岩层的透水性，回水量突然增加大于进水量，即遇到了高压含水层，回水量骤减或消失，即遇到了较大漏水层。

测量冲洗液消耗量时，一般是在具有一定容积的水箱内，安装带有刻度的标尺，下钻前记录时间（T_1）和标尺读数（H_1）米，起钻

前记录时间(T_2)及标尺读数(H_2)米，则可求出单位时间冲洗液消耗量。

$$Q=\frac{(H_1-H_2)F}{T_2-T_1}\times 1000(升/分)$$

式中：F——水箱面积(m^2)

2.2.12.4 水温观测

一般情况下可不测定钻孔内地下水温，只有当钻孔内水位和涌水量有很大变化及有其它需要时才进行，观测水温的同时要观测气温。

孔内测水温时，应使用缓变温度计测定，温度计在孔内停留时间不得少于30分钟，水温读数精度，要求达到0.2—0.5℃。

水文地质试验一般在钻孔或井泉中进行，常用方法有抽水试验、提水试验、注水试验、压水试验四种方法，具体做法详见附录八，水文地质试验。

该项含水层栏中所填写的内容包括：初见水位、稳定水位、稳定时间三个指标。

初见水位，稳定水位及稳定时间按前面所述内容准确，真实观测和记录。

钻进过程中，可能遇见到多层地下水，根据需要自上而下(由浅至深)进行观测和记录。

2.2.13 送试验件

该项包括“水样号数”和“岩土号数”二项内容，钻探过程中，所取水样，(地表和地下水)；取原样或扰样及石样，在终孔后需送往试验室做试验的样品应记录在此栏内，各类岩土及水样需做什么项目详见附录九。

2.2.13.1 水样号数

钻孔内或江河湖等按每次取水的顺序编写为“$水_1$”、“$水_2$”、“$水_3$”……。

水样采取方法：

(1)进行钻孔取水时，取水前先进行提水或抽水，以排除孔内的油污等，待水澄清后，在孔中水位 0.5 米以下取水样，不同含水层需分层取样。

(2)取水时，必须先将取样瓶及瓶塞用取样水冲洗三次，然后再装正式水样，在瓶中应留 1/5 的空间，随即腊封，填写标签。(铁路工程建设取水做全分析时应取 5 公升，简易分析时取 2 公升即可)。

(3)工民建工程取水除按铁路工程建设取水数量取水外，应加取一瓶(500 克)加入大理石粉 2～3 克，随即密封，填写标签注明，或按要求对不稳定成分的水样，添加稳定剂。

(4)水样取出后必须及时送到试验室化验，有特殊要求的水样，必须按规定时间送样和试验。在此期间应采取措施存放，如水温不超过取样时的水温，运输途中防破损，冬季防冻裂，夏季防日晒。

2.2.13.2　岩土号数

岩土样采取包括原状土样和扰动土样及石样，所谓原状土样就是最大限度保持土样体在天然状态下的结构，天然含水量等物理及力学性质的土样，而扰动土样则是不保持土体的天然状态下的结构，有的甚至不要求保持天然含水量的土体。

土样采取的规定：

(1)取原状土前必须清除孔底残留物，并量准取样深度。

(2)取原状土时，打入或静压入其长度不得超过取土器的有效长度，一般为 0.25～0.3m。记录时，应写下限一个数字，如(原$_1$) 2.0、(原$_2$) 3.9。

(3)提出取土器后，应防止扰动，如发现扰动，必须立即清孔重取。

(4)原状土取出后，两端应齐筒削平，空隙间填满余土，并及时蜡封，填写贴牢标签，注明上下。

(5)原状土样应及时送试验室试验，并应防冻、防晒、防震、冻土样要防热。

(6)取土器刃口应附合标准，其报废标准应按表 2.2.13.2 规定执行。

取土器刃口报废标准 表 2.2.13.2

种　类	单缺口(卷刃)mm		累计缺口(卷刃) mm
	周　长	深　度	
104mm	≥20	≥3	≥57
120mm	≥22	≥3	≥63

(7)对需要保持天然含水量的扰动土样，以钻孔中取出后，及时装入土样盒或瓶内，包好腊封；砂类土，砾石土，碎石土样品的采取，可用四分法对角取样，装入盒中或袋内，填写标签。

岩样采取的规定：

(1)对易崩解，干燥和含水的样品，取出后应立即密封。

(2)供磨片鉴定的岩芯，不得用油漆写在样品上，可用园珠笔写在白胶布上后，贴在岩样上。

(3)须保存的岩芯，应装木箱中，箱中垫好细软物，捆扎符合运输标准，防止相互碰撞。(参见 2.2.5.4 内容)

2.2.14 备注的填写

备注栏，是记录前 13 项工作中需要进一步说明的问题，如：工作中遇风两天、节假日等，没有正常工作的原因，应记录清楚、日期、时间；检查者在现场发现和要纠正的问题。记录后，要有日期和签字。

钻探日志记录摸拟样板见附录四。

附录一　岩　　石

自然界各种各样的矿物，并不是孤立的个体，而是以一定的规律结合在一起的。由一种或多种矿物组成的集合体叫岩石，根据地球发展的历史，地壳最初是由岩浆岩组成的，以后在温度、重力和空气、水、以及后来出现的生物等外营力的作用下，有了沉积岩的形成，这些已生成的岩石，又在内力作用下发生了形变，有时还有变质，形成变质岩，这就是由不同的地质作用，造成的三大类岩石（岩浆岩、沉积岩、变质岩）。

- 岩浆岩
  - 深成岩：如花岗岩、正长岩、闪长岩、辉长岩
  - 浅成岩：如斑岩、玢岩
  - 喷出岩：如流纹岩、安山岩、玄武岩
- 沉积岩
  - 火山碎屑岩：如集块岩、火山角砾岩、凝灰岩
  - 碎屑沉积岩：如砾岩、砂岩
  - 泥质岩（粘土岩）：如泥岩、页岩
  - 化学岩及生物化学岩：如石灰岩、白云岩、盐岩
- 变质岩
  - 区域变质岩：如片麻岩、片岩、千枚岩、板岩、混合岩等
  - 接触变质岩：如大理岩、石英石、角岩、硅卡岩等
  - 交代变质岩：如蛇纹岩、云英岩、矽卡岩等
  - 动力变质岩：如压碎岩、糜棱岩、构造角砾岩等

（一）岩浆岩的鉴定特征

1. 矿物成分：按颜色的深浅可分为浅色矿物、深色矿物、浅色矿物有正长石、斜长石、石英、白云母等，深色矿物有黑云母、角闪石、辉石、橄榄石等，首先估计颜色指数、颜色指数是指岩石中所含深（暗）色矿物的体积百分数，如果颜色指数大于50%，则为基性岩石，若颜色指数小于10%，则为酸性岩石，若颜色指数是20～

30%左右，则为中性岩石。岩浆岩从酸性岩——中性岩——基础岩——超基性岩的颜色，由浅色（浅灰、肉红、玫瑰色）逐渐过渡到深（深灰、深绿、黑色），从颜色特征上大体确定为某一大类的岩浆岩。

2. 岩浆岩的结构与构造

岩浆岩的结构与构造与产状有关。

（1）岩浆岩的结构是指岩浆岩成分中矿物的结晶程度、晶粒大小，晶粒形状以及这些物质彼此间的相互关系等所反映出的特征。其主要结构类型如附表 1.1.2(1)所示：

岩浆岩的结构类型

附表 1.1.2(1)

划分依据	结构类型	特征			代表性岩石
岩石结晶程度	全晶质结构	岩石全部由矿物的晶体所组成的一种结构，多见深成岩			花岗岩、正长岩、闪长岩、辉长岩等深成岩。
	半晶质结构	岩石中既有矿物晶体，又有玻璃物质			花岗斑岩、石英斑岩、正长斑岩、玢岩等浅成岩和喷出岩。
	玻璃质结构	岩石全由玻璃物质组成			黑曜岩、流纹岩等喷出岩
矿物颗粒的粒度和肉眼可辨别的程度	显晶质结构	矿物颗粒在肉眼下是可以分辨的	粗粒	颗粒直径＞5mm	花岗岩、闪长岩、辉长岩等深成岩。
			中粒	颗粒直径5～1mm	
			细粒	颗粒直径1～0.1mm	闪长玢岩、安山岩等浅成岩或喷出岩。
			微粒	颗粒直径＜0.1mm	
	隐晶质结构	矿物颗粒非常细小，肉眼下不可分辨，显微镜下可看出晶粒。			流纹岩、玄武岩等喷出岩。
	非晶质结构	不结晶的玻璃质，即在显微镜下也看不到晶粒。			花岗斑岩、正长斑岩、流纹岩、安山岩等浅成岩或喷出岩。
彼此间的相互关系	交出结构	即矿物颗粒彼此嵌布生长在一起，如文象结构、条纹结构、蠕虫结构、嵌晶结构、含长结构等。			
	反应结构	是早期结晶的矿物与残留岩浆相反应而形成的一些结构，如：反应边结构，暗反边结构和溶蚀港湾结构，环带结构等。			

(2)岩浆岩的构造是指岩浆岩中不同矿物集合体间或矿物集合体与岩石的其它组成部分之间的排列，充填空间方式所构成的岩石特征，岩浆岩的构造类型见附表 1.1.2(2)所示：

岩浆岩的构造类型 附表 1.1.2(2)

构造名称	基　本　特　点
块状构造	矿物排列完全没有次序，而各方面均匀地充满着空间，表现致密且无层次，如：花岗岩、辉长岩等。
斑杂构造	是由岩石的不同组成部分中结构上或成分上的差异造成的，因此，它们无论在颜色上和粒度上都不均一，呈现出斑驳陆离的外貌，这是由不均一的岩浆分异造成或是因同化混染作用而成。
带状构造 (堆积构造)	是由岩石各部分成分或粒度的差异造成，是斑杂构造的特殊变种，而不同的只是方向性，即是由不同成分或粒度相间带状分布而成，这种构造是由岩浆的脉动侵入和重力分异造成，常见层状辉长岩中。
球状构造	是由一些矿物围绕某些中心呈同心层状分布而成的一种构造，如：球状花岗岩、球状流纹岩、球状辉长岩等。
气孔和杏仁构造	气孔构造是岩浆喷溢地表时，其中所含挥发分逸散后留下的孔洞形成的。这些孔洞被后来的物质充填形成杏仁者称杏仁构造，常见喷出岩
流纹构造	由不同颜色条纹所反映出来的熔岩流的流动构造，常见流纹岩，英安岩和粗面岩中。
流面流线构造	在岩浆岩中，如果有片状，板状矿物和扁平的析离体，捕虏体平行定向排列时，即构成流面或流层构造，若长柱状和针状矿物平行定向分布时即构成流线构造，这种构造多布在岩体边部，表明曾有流动现象发生。
原生片麻构造	有些矿物呈似定向分布，和片麻构造相似，但二者结构不同，形成这种构造是由于半凝固的侵入体受到较强的机械力结果，而物质组合并未发生明显的位移，这种构造多见侵入体的边缘。

识别岩石中的矿物是鉴定岩石的重要因素也是必须掌握的基本功。鉴别常见的主要造岩矿物，熟记常见岩浆岩类岩石特征，了解其分类原则，首先看岩石中有无石英或橄榄石，如果石英多，则为酸性岩，如果橄榄石多，则为超基性岩，这样可以缩小范围考虑然后观察浅色矿物中的长石，区别正长石与斜长石，深色矿物中的黑云母，角闪石，辉石的含量等，根据矿物共生规律，可以较准确定名，当然由于岩浆岩类岩石的复杂性，许多情况下肉眼鉴定不易确定，所以必要时，要在实验室做偏光显微镜鉴定等分析。

常见岩浆岩鉴定特征见附表 1.1.2(2—1)。

常见岩浆岩鉴定特征

附表1.1.2(2—1)

岩石名称		颜色	所含矿物	结构	构造	产状	其他特征
超基性岩类	橄榄岩	黑绿、深绿	橄榄石、辉石、角闪石、黑云母	全晶质，自形～半自形，中粗粒	块状	深成	易蚀变成蛇纹石
	金伯利岩（角砾云母橄榄岩）	黑～暗绿	橄榄石、蛇纹石、金云母镁铝榴石等	斑状	角砾	喷出脉状	偏碱性，含金刚石，岩石名称因矿物成分而异，种类繁多
基性岩类	辉长岩	黑～黑灰	辉石、基性斜长石、橄榄石、角闪石	他形、辉长	块状、条带眼球	深成	常呈小侵入体或岩盘、岩床、岩墙
	碱性辉长岩	暗	碱性长石、碱性辉石、普通辉石	半自形粒状，辉长结构	块状	深成侵入	与霞石正长岩、基性岩共生
	辉绿岩	暗绿和黑色	辉石、基性斜长石，少量橄榄石和角闪石	辉绿		岩床岩墙	基性斜长石结晶程度比辉石好、易变为绿泥石
	玄武岩	黑、黑灰、暗褐色	基性斜长石、橄榄石、辉石	斑状或隐晶、交织、玻璃	块状、气孔、杏仁	喷出岩流、岩被、岩床	柱状节理发育
	碱性玄武岩	暗	斜长石、钾长石、辉石	斑状、粗面玻晶、交织		喷出	
中性岩类	闪长岩	浅灰一灰绿	中性斜长石、普通角闪石、黑云母	中粒、等粒、半自形	块状	岩株、岩床或岩墙	和花岗岩、辉长岩呈过渡关系
	闪长玢岩	灰一灰绿	中性斜长石、普通角闪石	斑状	块状	岩床、岩墙	
	安山岩	红褐、浅紫、灰、灰绿	斜长石、角闪石、黑云母、辉石	斑状交织	块状、气孔、杏仁	喷出岩流	斑晶为中一基性斜长石、多定向排列

常见岩浆岩鉴定特征

续表 1.1.2(2—1)

岩石名称		颜色	所含矿物	结构	构造	产状	其他特征
酸性岩类	花岗岩	灰白—肉红	钾长石、酸性斜长石和石英，少量黑云母、角闪石	等粒、半自形、花岗、似片麻状	块状	岩基、岩株	在我国约占所有侵入岩面积的80%
	流纹岩	灰白、粉红、浅紫、浅绿	石英、正长石斑晶、偶夹黑云母或角闪石	斑状、霏细	流纹、气孔	熔岩流、岩钟	
半碱性岩和碱性岩类	正长岩	灰、玫瑰红	正长石、普通角闪石，少量斜长石、角闪石、黑云母	中粗等粒或似斑状，似片麻状	块状、条带状	岩基、岩株	酸性、基性岩边缘小岩株
	粗面岩	浅灰、浅黄、粉红	透长石、正长石、中长石、角闪石、黑云母少量	粗面、斑状、球粒	块状多孔状	熔岩流、岩钟	基质细粒、致密，多孔，断口粗糙不平
	霞石、正长岩	浅灰	碱性长石、霞石、碱性辉石、碱性角闪石	半自形、粒状、似粗面似斑状		深成侵入呈小型岩株、岩盖	与正长岩之区别绝不含石英
	霓霞岩	浅—暗	霞石、碱性辉石	半自形、粒状、嵌晶结构		深成侵入	不含长石
	响岩	浅绿、灰褐、灰白	霞石、碱性长石、少量辉石	斑状隐晶		喷出岩钟、岩流	略具脂肪光泽、沿节理击碎时，发出响声
脉岩类	伟晶岩	浅—暗	富含挥发组分的硅酸盐残余岩浆	伟晶		深成脉岩	酸性和碱性的脉岩
	细晶岩（长英岩）	灰白、浅黄、肉红	石英、酸性长石、钾长石、白云母	他形、粒状		深成脉岩	根据矿物不同，有基性、碱性多种
	煌斑岩	暗	角闪石、黑云母、辉石	全晶质、斑状		深成脉岩	暗色脉岩的总称，种类较多
火山玻璃岩类	黑曜岩	黑、褐	同花岗岩	全玻璃质		喷出	玻璃光泽、贝壳断口
	浮岩	白、浅灰		全玻璃质	多孔	喷出	质软，无光泽，比重轻(0.3～0.4)，能浮于水

(二)沉积岩的鉴定特征

沉积岩是在温度不高，压力不大的条件下，由风化作用，生物作用和某种大山作用的产物，经搬运、沉积和成岩作用而形成的岩石。

1. 矿物成份：除含石英、长石、云母等原生矿物成分外，还含有方解石、白云石、石膏、岩盐、绢云母、绿泥石等次生矿物和粘土矿物等。

2. 沉积岩的结构与构造

(1)沉积岩的结构分四种，见附表 1.2.2(1)，附表 1.2.2(1—1)，附表 1.2.2(1—2)，附表 1.2.2(1—3)。

碎屑岩的结构及特征

附表 1.2.2(1)

划分依据	结构类型	特征	代表性岩石
颗粒大小	砾状	颗粒直径大于 2.0mm	砾岩
	砂状	颗粒直径为 2.0～0.05mm	砂岩
	粉砂状	颗粒直径为 0.05～0.005mm	粉砂岩
	泥质	颗粒直径小于 0.005mm	泥岩、页岩
颗粒形状	棱角状	碎屑颗粒具尖锐的棱角，原始形状基本未变或变化很小	角砾岩
	次棱角状	碎屑颗粒的棱角稍有磨蚀，尖角并不十分突出	
	圆棱状	棱角已经受到显著磨损，但碎屑的原始轮廓还可以看出	急流角砾岩
	浑圆状	颗粒的棱角均已全部磨掉，表面非常圆滑	石英砂岩
颗粒的分选性	分选性好	同一粒级颗粒集中的程度达到 75%以上	粉砂岩、细砂岩等风成、海成砂岩
	分选性中等	同一粒级颗粒集中的程度介于 75%～50%之间	砾岩
	分选性差	同一粒级颗粒集中的程度不到 50%	砂砾岩

火山碎屑岩结构特征

附表 1.2.2(1－1)

结构类型	基　本　特　征
集块结构	大于 100mm 的颗粒含量超过 50%
火山角砾结构	2～100mm 的颗粒含量超过 50%
凝灰结构	小于 2mm 的颗粒含量超过 50%，特点是碎屑的分选性极差，多具尖锐的棱角状，边缘锋锐

粘土岩结构特征

附表 1.2.2(1－2)

结构分类的原则	结构类型及特征
按颗粒大小及相对含量分	砂泥质结构：含有 5%～25%砂粒时，称含砂泥质结构；砂粒达 25%～50%时，则称砂泥质结构
	粉砂泥质结构：含有 5%～25%粉砂时，称含粉砂泥质结构；粉砂含量达 25%～50%时，称粉砂泥质结构
	泥质结构：几乎全由(或大于 90%)0.01mm 以下的细微质点组成，岩石均一致密
	植物泥质结构：含有植物碎屑的粘土岩。为黑色页岩、炭质页岩等富含有机质的粘土岩所常有的结构
按组合形态分	豆状结构：豆粒直径大于 2mm，一般无同心圆结构
	鲕状结构：鲕粒直径一般小于 2mm，鲕粒本身常具同心圆结构，同心圆中心常是生物碎屑或矿物碎屑
	砾状、角砾状结构：由粘土质沉积物受侵蚀作用所产生的碎屑又被粘土物质胶结而成

化学岩及生物化学岩主要结构成因分类

附表 1.2.2(1－3)

成因类型	结构类型	特　　点
化学结构	结晶结构	岩石主要由矿物晶粒组成，为各种化学岩及生物化学岩所具有，按颗粒大小还可分为粗粒、中粒、细粒、隐晶质(泥晶)四种。
	鲕状结构	常见于碳酸盐岩、铝质岩、铁质岩、锰质岩
	豆状结构	碳酸盐岩、铝质岩、铁质岩、锰质岩中的鲕体粒径大于 2mm 的结构
生物结构	全贝壳结构	主要见于贝壳石英岩中，含大量生物，且较完整
	生物碎屑结构	大多见于石灰岩及铁、锰、硅质岩中，含大量生物，但不完整
碎　屑　结　构		由碎屑和胶结物两部分组成。系由先生成的化学岩碎屑被化学沉积物再胶结而成。各种化学岩及生物化学岩中均有分布。

(2)沉积岩的构造[见附表 1.2.2(2)]。

附表 1.2.2(2)

涵　　义	类　型	基　本　特　征
沉积岩的构造特征是具有层理、层理是大部分沉积岩最重要的外部特征之一。	水平层理	层为直线状，互相平行，并且平行于层面，此类层理常见。
	波状层理	层面为不平整，呈波状，总的方向平行于层面。
	斜层理	细层倾斜，与层系界限成一定的交角。

常见沉积岩的野外鉴定

附表 1.2.3

分类	岩石名称	物质成分	结构	颜色	其它特征
火山碎屑岩类	凝灰岩	熔岩或围岩的碎块，常含有矿物晶体，如石英、长石、云母等	碎屑结构	常为紫红、灰绿等色	火山碎屑物，小于 2mm，外貌很像细砂岩、粉砂岩，但颜色不同
	火山角砾岩	熔岩角砾	碎屑结构	常为灰、黄、绿、红等色	一般为 2～100mm，为棱角状，无任何分选性，为凝灰质胶结，常与火山岩共生
	火山集块岩	火山碎屑	碎屑结构	常为灰、黄、绿、红等，但多为浅色	碎屑一般大于 100mm，砾石多为纺锤形，如火山弹堆积，一般没经流水搬运。胶结物多为火山灰及一些细小的碎屑
正常·碎屑岩类	砾岩，角砾岩	岩屑，其次为矿物碎屑	碎屑结构，呈浑圆状和棱角状	常由胶结物的矿物成分所决定	50%以上的碎屑大于 2mm，胶结物有钙质、石膏、粘土、二氧化硅、铁的含水氧化物、地沥青
	石英砂岩	石英，少量的长石及燧石	砂状结构	白色	碎屑的磨圆度及分选性较好，胶结物大部分为硅质，有些有碳酸盐、铁质、磷酸盐等
	长石砂岩	主要由长石（30%）和石英（30%～60%），还有细晶岩、花岗岩、页岩与粉砂岩屑等	砂状结构	灰白色，浅黄色，肉红色等	碎屑呈棱角状和圆棱状，中等分选度，胶结物常为钙质或氧化铁，有时为粘土质胶结，二氧化硅少
	杂砂岩	基性喷出岩，凝灰质岩，千枚岩，砂页岩等岩屑，呈棱角状的石英颗粒含量小于 60%，长石 30%～20%，含少量云母	砂状结构	暗色	胶结物主要是粘土物质，分选不好，碎屑的磨圆度差
	粗砂岩	石英为主	砂状结构		颗粒直径 2～0.5mm，颗粒均匀
	细砂岩	石英为主	砂状结构		颗粒直径 0.25～0.05mm，颗粒均匀
	粉砂岩	石英为主	砂状结构		颗粒直径 0.05～0.005mm，碎屑多为棱角状，胶结物多为胶体物质，常具有薄的水平层理，很少具有斜层理

常见沉积岩的野外鉴定

续表 1-2-3

分类	岩石名称	物质成分	结构	颜色	其它特征
粘土岩类	高岭石粘土	主要为高岭石(90%)以上，其它还混入黄铁矿、菱铁矿、石英、长石等	泥质结构 鲕状结构	白色，淡灰色，淡黄色	致密状，性脆，有滑感，加水成可塑性
	蒙脱石粘土(又叫膨润土、膨土岩、斑脱岩、漂白土)	主要为蒙脱石	泥质结构	白色，淡黄色，淡绿化	化学成分不稳定，含较多的 MgO、CaO，加酸起泡，有滑感，水侵后强烈膨胀
	页岩	高岭土，石英，云母，绿泥石及其它云母矿物	泥质结构粉砂泥质结构 砂泥质结构	有浅绿，淡灰，浅黑，浅黄，褐，浅红色	有土味，无光泽，呈致密状，具有沿层理面分裂成薄片或页片的性质。加 HCl 强烈起泡的为钙质页岩；坚硬致密的为硅质页岩；呈黑色不污手的为黑页岩；黑色能污手的为碳质页岩；不污手，用刀片刮之可成为连续的刨花状，用火烧之有煤油气味的为油页岩
化学岩及生物化学岩类	泥灰岩	粘土与石灰质的混合物，碳酸钙多在 50%以上	隐晶质结构 微粒结构	白色，浅黄，浅褐，浅红，浅绿，黑，杂色	加稀盐酸起泡，反映后残留下有泥点，有粘土味，易风化
	石灰岩	方解石为主	结晶料状结构，生物结构，碎屑结构，鲕状结构	白色，浅黄，浅灰色等	产状呈层状，遇 HCl 起泡。 按成因与结构特点可分为生物灰岩，碎屑灰岩，化学石灰岩等
	白云岩	白云石为主	急晶质结构，生物结构，碎屑结构	白色，黄色，浅褐色，灰色，浅绿色，黑色	遇冷盐酸不起泡或起泡微弱
	硅藻土	由硅藻类及部分放射虫类的骨骼和海绵骨针组成	生物结构	白色，淡黄色	岩石质轻，多孔，胶结不紧，具粗糙感而无粘性和可塑性
	燧石	由蛋白石、玉髓、石英等组成	隐晶质结构	颜色多种	致密、坚硬，用钢铁敲击则生火花，破裂后呈贝状断口，有带状构造
	硅华	蛋白石		灰白或带棕色，有时带珠状光泽	从温泉及间歇泉沉积出来的一种蛋白石沉积物，疏松。 形态多呈多孔状，致密块状，钟乳状等

(三)变质岩的鉴定特征

由地球内力作用引起的岩石改造和变化的作用称为变质作用，由变质作用所形成的新的岩石称为变质岩，其中由岩浆岩形成的变质岩叫正变质岩，由沉积岩形成的变质岩叫副变质岩。变质作用的类型，一般是根据主要的变质因素，并结合地质条件可分为：接触变质作用，动力变质作用，气化水热变质作用，区域变质作用，混合岩化作用，复变质作用。

1. 变质岩的结构

(1)交代结构：岩石变质后，原有的矿物被取代、消失、形成新生矿物所产生的结构。

(2)变晶结构：在固体状态下，由重结晶作用形成的结晶形态。

(3)压碎结构：由机械破坏作用，所产生的结构。

(4)变余结构：岩石变质后，还保存原来岩石的结构特征。

2. 变质岩的构造，见附表 1.3.2。

变质岩的构造特征

附表 1.3.2

分类名称			基本特征
变余构造	正变质岩	变余气孔构造	岩石经变质后，仍保留有原岩的构造特征称为变余构造。变余构造是恢复原岩性质的重要标志。表列为常见的变余构造。
		变余杏仁构造	
		变余流纹构造	
	副变质岩	变余层理构造	
		变余泥裂构造	
		变余波痕构造	
变成构造	斑点状构造		在受轻微热接触变质的泥质岩石中，由于其中的炭质、铁质或新生成的空晶石、堇青石等矿物的雏晶，集中成不同形状和大小的斑点，不均匀分布于基本未重结晶的致密状泥质基质中的一种构造。
	板状构造		岩石在应力作用后，产生一组密集平行的破裂面，此面常光滑平整，极易劈成薄板状
	千枚状构造		岩石变质后，各组分已基本重结晶，并呈定向排列，呈带丝绢光泽的薄片状，沿片理面易裂开，常具挠曲和小褶皱。
	片状构造		主要由鳞片状、柱状变晶矿物组成，并作定向排列和分布，具有沿片理面劈开，而形成不平整薄板状的特征
	片麻状构造		以粒状变晶矿物为主，相间有鳞片状、柱状变晶矿物呈断续的定向排列和分布，岩石多呈块状。
	块状构造		岩石中的矿物成分和结构呈均匀分布，无定向排列。
	条带状构造		岩石中矿物成分、结构或其它特征不相同的部分，成条带状分布并相间排列。
	眼球状构造		较大斑晶形成眼球状或透镜体团块，沿着片状、片麻状岩石注人，断续分布，常呈定向排列。晶形大小不一，较好晶形呈卵形、长方形，眼球含量多，成串珠状断续连接，可逐步过渡为条带状构造。

3. 常见变质岩的野外鉴定

根据变质岩的外部特征，应与岩浆岩，沉积岩分开，鉴定时首先要抓住变质岩构造特征。如：片麻状、片状、板状等，其次观察矿物成分，根据矿物成分不同，定为不同名称，变质岩的结构和某些构造，用肉眼看与岩浆岩有些相似，但变质岩有片状，片麻状等构造，大理岩和石英岩虽无片理，但这是单一矿物成分，岩浆岩中是没有的，同时，石英岩硬度大，大理岩遇盐酸起泡，还要注意区别变质岩的片理，不要与沉积岩的层理混为一谈。片理：变质岩特有，片理面平滑，有光泽，内力作用使岩石中片状，粒状矿物平行排列。层理：沉积岩特有，层理面粗糙，几乎无光泽，外边作用使成分不同，粒度不同，颜色不同的物质组成岩石，变质岩多是致密有晶形粒状结构，不仅容易与松散沉积岩相区别，而且也容易与胶结沉积岩相区别。常见变质岩的野外鉴定内容见附表 1.3.3。

常见变质岩的野外鉴定

附表 1.3.3

变质类型	岩石名称	物质成分	结构与构造	颜色	其它特征
接触变质	角岩	堇青石，红柱石，硅线石，还有黑、白云母，石英，钾长石，斜长石等	细粒矿物，结构较致密，为花岗变晶结构，斑状变晶结构。块状构造	灰白、白色，黑色	不呈片状构造，具有贝状断口，外表和细粒玄武岩相似 角岩的命名主要根据矿物成分，如以石英为主的，则称石英角岩
	大理岩	以方解石、白云石为主。不纯者有橄榄石，蛇纹石，石榴石，辉石，角闪石，云母，绿帘石等	等粒变晶结构与块状构造	白色，灰色或其它颜色	常具带状或美丽而弯曲的条纹，加稀盐酸时起强烈的泡沸作用，小刀可刻划。由接触热液变质及区域变质而成
	石英岩	主要由石英、长石组成。其次还有云母，绿泥石，蓝晶石，电气石，绿帘石，磁铁矿，石墨等	等粒变晶结构。块状构造	白色，浅红色	致密坚硬，不能劈成薄片，现玻璃状或油脂状光泽，与沉积石英岩在结构上有区别
	角页岩	粘土矿物	块状	为黑色至暗灰色	根据变质程度的深浅，含有堇青石、石榴石、红柱石等变质矿物，致密，常见于泥质岩石与酸性岩浆岩的接触带
动力变质	构造角砾岩	各种矿物	压碎结构		由任一成分的岩石经动力破碎而成，并为微细的粉砂质所胶结
	压碎岩	各种矿物	压碎结构		岩石被压碎后，原始岩石的性质可根据矿物成分和岩石中未被破坏的结构特征加以判定，花岗岩被压碎，则称压碎花岗岩；辉长岩被压碎，则称压碎辉长岩
	碎裂岩	各种矿物	碎裂结构		在压碎岩基础上进一步剪切变形，矿物遭受强烈破碎，沿裂隙发生摩擦滑动，碎屑形状不规则，边界参差不齐，岩石裂隙间有少量碎粒、糜棱物质或次生的泥、硅、铁、锰等物质充填

常见变质岩的野外鉴定

续上表

变质类型	岩石名称	物质成分	结构与构造	颜色	其它特征
动力变质	糜棱岩	各种矿物	糜棱结构		它是岩石强烈破碎作用的产物，一般在断裂两侧岩石彼此强烈研磨时形成，其中有时夹有原始岩石未被磨碎的部分
	千糜岩	绢云母、绿泥石	千枚岩	颜色与原岩性质有关	重结晶显著，多组片理，矿物定向排列，石英重结晶，深变质带
	玻化岩	玻璃质	块状		由剧烈错动产生高温熔融后快速冷凝而成，呈脉状，多在剧烈错动带内分布
区域变质	板岩	粘土，云母，绿泥石，石英，长石	矿物颗粒甚细，结构致密，板状构造	多深灰或近似黑色	质致密而均匀，具光滑的板状形态，是由页岩经低级变质的产物，敲击时产音清脆
	千枚岩	绢云母，石英，长石，方解石等	矿物结晶较细，构造介于板岩和片岩之间，为片状构造，鳞片变晶结构	绿色，深红色，灰色及黑色	外形似板岩，但较板岩脆，表面显丝绢光泽，易分成薄而平的石板，由页岩或隐晶质的酸性岩浆岩经低变质而成
	结晶片岩	角闪石，云母、绿泥石，滑石等	结晶较粗，片状构造，变晶结构	各种颜色	是一种具有片状构造的结晶岩，颗粒比千枚岩粗，极易裂成片状，属于中变质和低变质的产物，极少数属于深变质的
	云母片岩	主要由云母组成，还有石榴子石、十字石、蓝晶石，石墨等	片状构造、鳞片变晶结构	灰色，黑色	极易沿片理方向剥开，是中变质作用的产物。片岩中如果含石英较多，则为石英片岩；含角闪石多，则为角闪石片岩；含滑石多，则为滑石片岩。其中颜色视含矿物而定

常见变质岩的野外鉴定

续上表

变质类型	岩石名称	物质成分	结构与构造	颜色	其它特征
区域变质	片麻岩	石英，长石，云母，角闪石等。还有少量的蓝青石，硅线石，石墨，石榴石，十字石，蓝晶石	结晶粗大，片麻状构造，带状构造，鳞片变晶结构	颜色不一，视矿物而定	矿物肉眼常可辨认，呈条带或眼球状分布，片麻岩的命名可根据岩石中的矿物成分命名，如花岗片麻岩，主要存在于深变质带与中变质带中
	角闪岩	角闪石，长石，有时还有石榴石，绿帘石，辉石及黑云母	片状构造，纤维变晶结构	绿、黑绿色	它是由各种辉长岩或闪长岩变质而成，有时还可由含镁的泥灰岩变质而成。 常呈不大的层状，夹于片麻岩及云母片岩为主的变质岩之间
混合岩化	角砾状混合岩	基体富含铁镁矿物，如斜长角闪岩，角闪石岩，辉石岩。岩脉为斜长花岗质、花岗岩、伟晶质、长英质等			统称贯入混合岩，变质岩基体和花岗岩岩脉相混杂，岩脉物质占次要地位，岩脉物质常呈“胶结物”状态出现，外形与一般角砾岩相似，呈角砾状
	眼球状混合岩	一般基体含黑云母、角闪石等，并具有良好片理的岩石			统称贯入混合岩，变质岩基体和花岗岩岩脉相混杂，岩脉物质占次要地位。眼球一般为单独的长石晶体，有时则为长石的集合体或长石、石英的集合体
	条带状混合岩	基体为片理良好的片岩（特别是云母片岩）、片麻岩。岩脉为花岗岩质	带状构造	基体为暗色，岩脉以粉红色或灰白色为主	统称贯入混合岩，变质岩基体和花岗岩岩脉相混杂，岩脉物质占次要地位，岩脉基本平行片理分布，与暗色的基体常成条带状互层
	混合片麻岩	基体为各种长英质的变质岩与片麻岩	片麻状构造，变余结构		基体中的矿物成分都发生了不同程度的变化，仅部分暗色矿物仍显残留痕迹，有时不含有大小不等成透镜状团块的暗色矿物集合体，由黑云母或角闪石组成

常见变质岩的野外鉴定

续上表

变质类型	岩石名称	物质成分	结构与构造	颜色	其它特征
混合岩化	混合花岗岩	矿物成分相当于花岗岩或花岗闪长岩	片麻状构造，带状构造，斑点构造。变余结构		有些部分具有暗色矿物较集中的矿物斑点、条带或团块，成不均匀的分布。 混合花岗岩与岩浆形成的花岗岩的区别： ①混合花岗岩与周围的岩石成逐渐过渡关系，无侵入接触的直接界线； ②混合花岗岩无完整的固定产状形态，只能确定在那一地段以它为主，界线很难圈定； ③岩石中的基体片麻状构造产状与周围其它变质岩的片理产状相一致； ④岩性较不均匀，有些地方全为花岗质而无暗色矿物，有些地方则暗色矿物和斜长石较多，有时还含有交代斑晶及伟晶质团块； ⑤没有侵入体的一般特征（岩相分带，接触变质，派生脉岩）
交代变质	钠长岩	钠长石	等粒变晶结构	白色，灰白色	花岗岩类岩石遭受后期热液的作用，发生交代蚀变，花岗岩中的钾长石为钠长石所交代
	蛇纹岩	蛇纹石为主，其次为水镁石，菱镁矿，滑石等	斑状变晶结构，呈致密块状	白色，浅灰色，浅黄、浅红、绿色、黑色	常被许多滑石、菱镁矿、石棉的矿物所穿切，有时会形成纤维状的蛇纹石、石棉。为超基性岩浆岩，经自变质作用而生成
	云英岩	石英、白云母为主，含黄玉、电气石、萤石、绿柱石、金红石等	块状	外表灰黄、灰绿或粉红色	分布在花岗岩侵入体边缘，接触带或矿脉两侧，有时疏构多孔
	矽卡岩	石榴子石、辉石或绿帘石、符山石等	块状或斑杂状	表面常为暗绿、暗棕色	晶形完整，粗大，常疏松多孔，有时为细粒或致密状，比重较大，中酸性侵入岩与碳酸盐类岩石或中基性火山岩接触变质而成

(四)三大类岩石主要鉴定标志,见附表 1.4

三大类岩石主要鉴定标志

附表 1.4

鉴定的根据及其涵义		岩浆岩	沉积岩	变质岩
结构构造	结构是指一切涉及组成成分的形态和大小的相互关系;构造是指组成成分之空间位置和不同程度的空间充填,也即指岩石的建成方式	矿物颗粒没有经过水的磨蚀,常成不完整的晶粒;深成岩多呈块状构造,而喷出岩则具特有的气孔状、杏仁状、流纹状构造,并可在侵入岩体内发现捕虏体	矿物颗粒经过磨蚀而有不同的磨圆度,其排列也有一定规律可寻,最大特点是具有层理构造,并在层面上具有波浪、雨痕、泥裂、结核等层面构造,以及缝合线构造等等	矿物颗粒常具有定向排列,颗粒周围亦有压碎等现象,其外表形态常成片状,片麻状构造,极少数成为等粒他形变晶结构和块状构造
矿物成分	矿物成分对于鉴定三大类岩石有很大意义。因岩石生成时的物理化学条件不同,与之相应生成的矿物亦有所不同	暗色不稳定的矿物,如橄榄石、普通辉石、普通角闪石、黑云母等,加上浅色矿物,如正长石、斜长石、霞石、石英等构成岩浆岩重要成分。此外还含有金属、非金属的次要矿物	沉积岩内多为色浅而稳定的矿物、如石英、白云母、锡石、电气石等。此外尚含有石膏、明矾石、海绿石、铝土矿、方解石、高岭土、白云石、菱铁矿等沉积岩内主要矿物。含深色矿物较少	具有变质岩内特有的矿物,如红柱石、硅线石、蓝晶石、十字石、蓝青石、石榴石、绿帘石、滑石及石墨等
产状	是指岩石在地壳内存在的形态,岩石的成因不同,其产出形态也有所不同。这对于研究岩石成因有很大意义	酸性岩常成大的侵入体如岩基等,而超基性、基性侵入岩常成小的侵入体,如岩床、岩盘等,惟喷出岩成熔岩盖、熔岩台等层状产出	均为成层产出,但层有时变化较大,如成扁豆状、串珠状、或分叉、尖灭等	其由何种岩石变化而来,即保存原来岩石的产状
外表特征	是指岩石外表的一些物理性质及其在野外的表现。这对于鉴定岩石成因亦有所帮助	颜色较杂,风化后岩石表面常有杂色斑点,硬度和比重都比较大,常造成陡峭的地形	颜色一般都比较单一,硬度较小,风化后更为松软,除特殊情况外,一般均造成低矮平缓地形	颜色亦较杂,特别是结晶片岩风化后很松散,造成地形视其风化程度不同而不同

(五)岩石坚硬程度的定性划分，应符合附表 1.5。

岩石坚硬程度的定性划分　　附表 1.5

名称		定性鉴定	代表性岩石
硬质岩	极硬岩	锤击声清脆，有回弹、震手，难击碎。浸水后大多无吸水反应。	未风化或微风化的花岗岩、闪长岩、石英岩、硅质灰岩、硅质胶结的砂岩或砾岩。
	硬　岩	锤击声较清脆，有轻微的回弹，稍震手，较难击碎，浸水后有轻微的吸水反应。	弱风化的极硬岩；未风化或微风化的熔结凝灰岩、大理岩、板岩、白云岩、灰岩、钙质胶结的砂岩和粉砂岩，结晶颗粒较粗的岩浆岩。
软质岩	较软岩	锤击声不清脆，无回弹，较易击碎，吸水明显，浸水后指甲可划出印痕。	强风化的极硬岩；弱风化的硬岩；未风化或微风化的千枚岩、片岩、砂质泥岩，钙泥质胶结的粉砂岩和砾岩、泥灰岩、页岩、云母片岩、凝灰岩等。
	软　岩	锤击声哑，无回弹，有凹痕易击碎，浸水后手可掰开。	弱风化～强风化的硬质岩：弱风化的较软岩及未风化或微风化的泥质岩类：泥岩、煤、泥质胶结的砂岩和砾岩等。
	极软岩	锤击声哑，无回弹，有较深的凹痕，手可掰开，浸水后可捏成团或捻碎。	全风化的各类岩石和成岩作用差的岩石。

测定矿物相对硬度常用下表进行。

摩氏硬度计　　附表 1.(5－1)

摩氏硬度计		简易鉴定及代用品	
硬度	矿物名称	简易鉴定	代用品硬度
1	滑石	指甲易刻划	指甲为 2～2.5 铅笔刀为 5～5.5 窗玻璃为 5.5～6 钢刀为 6～7
2	石膏	指甲可刻划	
3	方解石	小刀易刻划	
4	萤石	小刀可刻划	
5	磷灰石	小刀刻划仅有痕迹	
6	长石	小刀几乎不能划伤	
7	石英	小刀不能划，可划玻璃	
8	黄玉	能刻划石英	
9	刚玉		
10	金刚石		

(六)岩体节理发育和岩体风化带划分

1. 岩体节理发育程度见附表 1.6.1

岩体节理发育程度分级　　附表 1.6.1

发育程度等级	基　本　特　征
节理不发育	节理 1—2 组，规则，为构造型，间距在 1 米以上，多为密闭节理，岩体切割成巨块状。
节理较发育	节理 2—3 组，呈 X 型，较规则，以构造型为主，多数间距大于 0.4m，多为密闭节理，部分为微张节理，少有充填物，岩体切割呈大块状。
节理发育	节理 3 组以上，不规则，呈 X 型或米字型，以构造型或风化型为主，多数间距小于 0.4m，大部分为张开节理，部分有充填物，岩体切割成块石碎石状。
节理很发育	节理 3 组以上，杂乱，以风化和构造型为主，多数间距小于 0.2m，以张开节理为主，一般均有充填物，岩体切割成碎石状。

2. 岩体风化带划分，见附表 1.6.2。

岩体风化程度分带

附表 1.6.2

风化程度分带	野外鉴定特征				风化程度参考指标	
	岩石矿物颜色	结构	破碎程度	坚硬程度	KR(压强比)=RW/Rf	KV(强性波速比)=(Vpt/Vps)2
全风化（风化极严重带）	矿物已完全变色，大部分发生变异，除石英外大部分风化成土状，长石变成高岭土等粘土矿物，角闪石变泥石。云母变成蛭石	结构已完全破坏仅外观保持有原岩形态矿物，晶体失去联结，石英松散呈砂粒状	风化破碎呈碎屑状或土状	用手可捏碎、用锹就可掘进	—	<0.1
强风化（风化严重带）	大部分矿物变色形成次生矿物，如斜长石风化成高岭土，黑云母呈棕色	结构已大部分破坏，形成碎块状或球状结构	风化裂隙很发育，岩体破碎，裂隙间距为20－2cm 完整性很差	用手锤即可击碎，用镐即可掘进，用锹则很困难	—	0.45～0.1
弱风化（风化颇重带）	矿物失去光泽，颜色暗淡，部分易风化，矿物已经变色（如长石、黄铁矿等），黑云母失去弹性变为黄褐色	结构已部分破坏、裂隙可能出现风化夹层，一般呈块状或球状结构	风化裂隙发育，裂隙间距多数为 40－20cm，整体性差	可用大锤击碎，用手锤不易击碎，大部分需放炮掘进	0.65～0.4	0.75～0.45
（风化轻微带）微风化	矿物颜色较暗淡，节理面附近有部分矿物变色	结构未破坏，仅沿节理面稍有风化现象及水锈	有少量风化裂隙，裂隙间距多数大于40cm，整体性仍较好	要用大锤和楔子才能剖开，泥质岩类用大锤可以击碎，放炮才能掘进	0.9～0.65	0.9～0.75
（未风化带）未风化	矿物及胶结物颜色新鲜保持原有颜色	保持岩体原有结构	除构造裂隙外，肉眼看不到其他裂隙，整体性好	除泥质岩类，可用大锤击碎外，其余岩类不易击开，放炮才能掘进	>0.9	>0.9

(七)岩石的可钻性

岩石的可钻性就是在一定技术条件下钻进岩石的难易程度，也可以说是钻进时岩石抵抗破碎的能力。

岩石的可钻性取决于诸多因素，其中主要的是岩石的物理机械性质、钻进方法和钻进规程等。通常用小时进尺数或钻头的进尺数来表示。岩石硬度大，可钻性等级就高，则可钻性就差。反之，岩石硬度小，其可钻性等级就低，则可钻性就好。我国地矿部门将岩石的可钻性分为 12 级，而铁路部门对岩石的可钻性也做了相应的分级，见表 1.7。

工程地质钻探地层分类表

附表 1.7

类别	代　表　性　岩　土
Ⅰ	软塑的粘土、亚粘土、有机土(淤泥、泥炭、耕土)，含硬杂质在10%以内的人工填土
Ⅱ	可塑的粘性土(粘土、亚粘土、轻亚粘土)，软塑的轻亚粘土，新黄土，含硬杂质在10～25%的人工填土，粉砂、细砂、中砂
Ⅲ	硬塑、坚硬的粘性土(粘土、亚粘土、轻亚粘土)，含硬杂质在25%以上的人工填土，老黄土、残积土，粗砂、砾砂、砾石、轻微胶结的砂层，石膏，褐煤、软烟煤，软白垩。
Ⅳ	泥质页岩、砂质页岩、油页岩，炭质页岩、钙质页岩，泥质砂岩、较松散的砂岩，砂页岩互层，泥质板岩，滑石绿泥石片岩，云母片岩，泥灰质、泥灰质白云岩，岩溶化石灰岩及大理岩，盐岩，结晶石膏，断层泥，无烟煤、硬烟煤，火山凝灰岩，强风化的岩浆岩及花岗片麻岩，冻土，冻结砂层，粒径20～40mm含量大于50%的卵(碎)石层，金属矿碴。
Ⅴ	长石砂岩，钙质胶结的长石石英砂岩，钙质砂岩，钙质胶结的砾岩，灰岩及轻微硅化灰岩，大理岩，白云岩，橄榄岩，蛇纹岩，板岩，千枚岩，片岩，凝灰质砂岩，集块岩，弱风化岩浆岩及花岗片麻岩，冻结砾石层，粒径40～80mm含量大于50%的卵(碎)石层，混凝土构件，砌块、路面。
Ⅵ	中粒与粗粒的花岗岩、闪长岩、正长岩、辉长岩、花岗片麻岩、粗面岩、安山岩、辉绿岩、玄武岩、伟晶岩、辉石岩、硅化板岩、千枚岩、砂岩、灰岩、硅质胶结的砾岩、硅化或角页化的凝灰岩，粒径80～130mm含量大于50%的卵(碎)石层，半胶结的卵石层。
Ⅶ	细粗的花岗岩、花岗闪长岩、花岗片麻岩、流纹岩、微晶花岗岩，石英粗面岩，极致密的玄武岩、安山岩、角闪岩、粒径130～200mm含量大于50%卵(碎)石层，胶结的卵石层。
Ⅷ	碧玉岩、刚玉岩，碧玉质硅化板岩，角页岩，石英岩，燧石岩，粒径＞200mm超过50%的漂(块)石层。

注：基岩破碎带钻进取芯时，地层类别可提高一级。

(八)岩石地层描述内容见 2.2.6.2。

附录二　第四系松散层

(一)土

地壳上先期生成的岩石，经风化，搬运沉积作用，形成疏松的残积或沉积物称为土。绝大部分的土，都是地球发展史的最新阶段即第四系(Q)各个时期所形成的，也是构成地壳最表层的物质，因而通常也把土称作覆盖层，土是由不同相的两个或三个组成部分构成的，固体相的岩矿颗粒是构成土的必要部分，叫做“土粒”或“骨架”，土粒间的孔隙中，有时全部充满着液态相的水，形成饱和土，有时孔隙中，全部充满着气态相的空气，形成干土，饱和土和干土是两相体系的土，孔隙中如有液态相的水和气态相的空气，则成的湿土，介于饱和土和干土之间，是三相体系的土。

固态的冰在这里既不与固态相的土粒归在一起，也不与液态水归在一起，而看作一个特殊“相”的组成部分，土中具有冰时，称为“冻土”，冻土可以是三相的(土粒＋冰＋气)，也可以是四相的(土粒＋冰＋水＋气)，它比一般土更为复杂。

(二)土在大陆沉积的成因类型

第四系(Q)沉积物成因类型是根据其形成的最后的主要地质作用，在工程实践中常见的几种成因类型有残积层、坡积层、风积层、洪积层、冲积层、冰川沉积层、沼泽湖泊沉积层等。

作为工程环境和地基的土，可按堆积年代，地质成因，颗粒级配或塑性指数等进行分类。

(三)土的工程分类

在工程上作为地基的土，按颗粒级配或塑性指数可划分为碎石类土、砂类土，粉土和粘性土四类。

1. 碎石类土的鉴定和物理性质

非胶结性土，粒径大于 2mm 的岩石碎块，其含量超过全重（总质量）50%，称碎石类土，（铁建岩土工程通用）

（1）碎石类土的分类及定名见附表 2.3(1－1)

碎石类土分类　　附表 2.3(1－1)

土的名称	颗粒形状	粒组含量
漂石土	浑圆或圆棱状为主	粒径大于 200mm 的颗粒超过总质量的 50%
块石土	尖棱状为主	
卵石土	浑圆或圆棱状为主	粒径大于 20mm 的颗粒超过总质量 50%
碎石土	尖棱状为主	
圆砾土	浑圆或圆棱状为主	粒径大于 2mm 的颗粒超过总质量 50%
角砾土	尖棱状为主	

(2)碎石类土密实程度划分及野外鉴别

附表 2.3(1－2)

密实程度	骨架和充填物	天然坡和开挖情况	钻探情况
密实	骨架颗粒交错紧贴连续接触孔隙填满密实	天然陡坡稳定，坎下堆积物较少，镐挖掘困难，用撬棍方能松动，坑壁稳定，从坑壁取出大颗粒处，能保持凹面形状	钻进困难，冲击钻探时钻杆，吊锤跳动剧烈，孔壁较稳定
中密	骨架颗粒疏密不均，部分不连续，孔隙填满但不甚密实	天然坡不易陡立或陡坎下堆积物较多，但大于粗颗粒的安息角。镐可挖掘，坑壁有掉块现象，从坑壁取出大颗粒处，砂类土不易保持凹面形状	钻进较难，冲击钻探时，钻杆，吊锤跳动不剧烈，孔壁有坍塌现象
稍密	多数骨架颗粒不接触，充填物较多，但较松散	不易形成陡坎，天然坡接近粗颗粒安息角。 锹可以挖掘，坑壁易坍塌，从坑壁取出大颗粒后即塌落	钻进较容易，冲击钻进时，钻具有跳动，孔壁易坍塌
松散	骨架颗粒间有较大孔隙充填物少。	天然坡多为主要颗粒的安息角，坑壁坍塌	钻进中孔壁易坍塌

(3)碎石类土潮湿程度划分，可按附表 2.3(1－3)进行。

碎石类土潮湿程度　　附表 2.3(1－3)

潮湿程度分类	饱　和　度　(Sr)
稍湿	Sr≤50%
潮湿	50%<Sr≤80%
饱和	Sr>80%

注：Sr——土的空隙中所有水份的体积占土空隙体积的百分率

(4)碎石类土的野外鉴定方法，可按附表 2.3(1－4)进行。

碎石类土的野外鉴别　　附表 2.3(1－4)

名称	颗　粒　粗　细	干燥时 状　态	湿润时 用手拍击	粘着感
卵(碎) 石土	一半以上颗粒接近或超过蚕豆粒大小	颗粒完全 分散	表面 无变化	无粘着感
圆(角) 砾土	一半以上颗粒接近或超过小高粱粒大小	颗粒完全 分散	表面无 变化	无粘着感

(5)碎石类土的描述内容详见 2.2.6.1

2. 砂类土的鉴定和物理性质

砂类土的定名：砂类土的成分中缺乏粘土矿物，干燥时呈散粒状态，无塑性，都具有单粒结构，粒径大于 0.075mm 的颗粒，含量大于总质量的 50%，且粗粒土中粒径为 2－20mm 的砾粒含量少于或等于 50%的土，称砂类土。

(1)砂类土分类见附表 2.3(2－1)

砂类土分类 附表 2.3(2－1)

土的名称	颗　粒　级　配
砾砂	粒径大于 2mm 的颗粒占 25－50%
粗砂	粒径大于 0.5mm 的颗粒超过总质量的 50%
中砂	粒径大于 0.25mm 的颗粒超过总质量的 50%
细砂	粒径大于 0.075mm 的颗粒超过总质量的 85%
粉砂	粒径大于 0.075mm 的颗粒超过总质量的 50%

(2)砂类土潮湿程度划分及野外鉴别方法

砂类土的潮湿程度划分和野外鉴别法 表 2.3(2－2)

潮湿程度	稍　湿	潮　湿	饱　和
饱和度	Sr≤50%	50%<Sr≤80%	Sr>80%
感觉鉴定	呈松散状 手摸稍觉潮	可以勉强 捏成小团	空隙中的水 可自由渗出

(3)砂类土的密实程度应根据土的相对密度(Dr)及标准贯入锤击数(N)，按附表 2.3(2－3)

砂类土密实程度的划分 附表 2.3(2－3)

密实程度	相　对　密　度	标准贯入锤击数(N)
密实	Dr≥0.67	N>30
中密	0.67>Dr>0.4	30≥N>15
稍密	0.4≥Dr≥0.33	15≥N>10
松散	Dr<0.33	N≤10

注：表中 $Dr=\frac{e_{max}-e}{e_{max}-e_{min}}$

式中：e——天然孔隙比

e_{max}——最大孔隙比

e_{min}——最小孔隙比

(4)砂类土野外鉴别方法

砂类土野外鉴别　　附表 2.3(2—4)

名称	粒径鉴别方法	干燥时 状　态	湿润时 用手拍击	粘着感
砾砂	约有四分之一以上颗粒接近或超过小高粱粒大小	颗粒完全分散	表面无变化	无粘着感
粗砂	约有一半以上颗粒接近或超过细小米粒大小	颗粒完全分散有个别粘结	表面无变化	无粘着感
中砂	约有一半以上颗粒接近或超过鸡冠花子粒大小	颗粒基本分散，局部粘结，(但一碰即散)	表面偶有水印	无粘着感
细砂	颗粒粗细程度较精制食盐稍粗与粗玉米粉近似	颗粒大部分分散，少量粘结(稍碰撞即散)	表面有水印	偶有轻微粘感
粉砂	颗粒粗细程度较精制食盐稍细与小米粉近似	颗粒少部分分散，大部分粘结，(稍加压可分散)	表面有显著水印	有轻微粘着感

(5)砂类土的描述内容详见 2.2.6.1

3. 粉土的鉴定和物理性质

粉土是一种比较特殊的土，它既具有一般粘性土的特征，又具有一些粉砂的特性，单独划分为一类土很有必要。

塑性指数等于或小于 10，且大于 0.075mm 颗粒的质量不超过全部质量 50%的土，应定名为粉土。

(1)粉土的密实程度应根据天然孔隙比(e)，按附表 2.3(3—1)进行划分

粉土密实程度的划分 附表 2.3(3—1)

密实程度	孔 隙 比 e 值
密实	e<0.75
中密	0.75≤e≤0.9
稍密	e>0.9

(2)粉土潮湿程度应根据天然含水量(W)，按附表 2.3(3—2)进行划分。

粉土潮湿程度的划分 附表 2.3(3—2)

分 级	天然含水量 W(%)
稍 湿	W<20
潮湿(岩土工程为湿)	20≤W≤30
饱和(岩土工程为很湿)	W>30

(3)粉土潮湿程度野外鉴别见附表 2.3(3—3)

粉土潮湿程度野外鉴别　　附表 2.3(3－3)

名称 \ 潮湿程度	稍湿	潮湿（岩土工程为湿）	饱和
粉土	扰动后不易握成团，一摇即散。	扰动后，能握成团，手摇时土表稍出水，手中有湿印，用手捏之，水即吸回。	手摇有水流出，土体塌流成扁园状

(4)粉土的描述内容见 2.2.6.1

4. 粘性土的鉴定和物理性质

粘性土的最大特点是具有粘性，并具有可塑性，所谓可塑性是指物体在外力作用下，可以塑成任何形状，而外力除去后，能继续保持塑成的形状，即不回弹也不坍塌的性能，为此粘性土是根据塑性指数定名。塑性指数由塑限和液限所决定，而粘性土的稠度又根据液性指数划分，而液性指数又由塑性指数、塑限和天然含水量所决定，因此必须介绍一下这些基本概念。

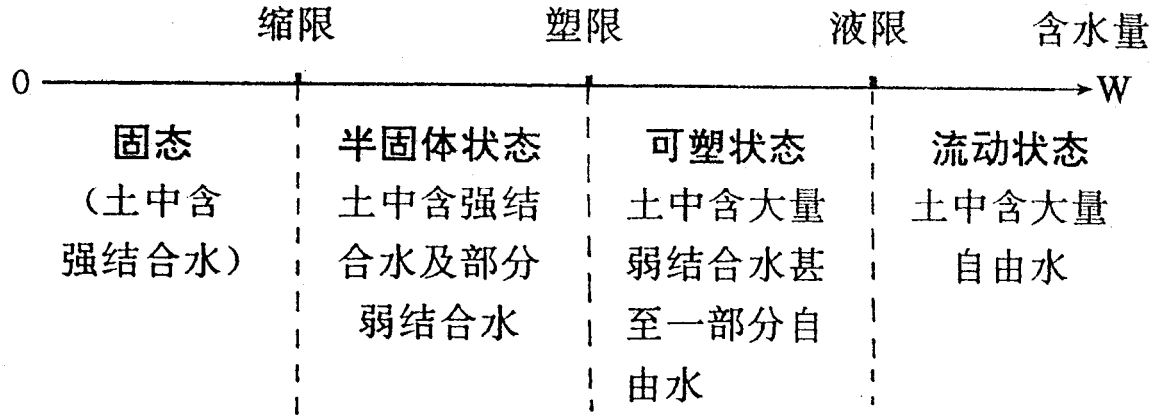
粘性土由某一状态转入另一状态时的分界含水率，称为土的界限含水率。

缩限：饱和粘性土的含水率因干燥减少至土体体积不再变化时的界限含水率。

塑限：粘性土开始可以塑捏时的含水率。或者是由可塑状态变成半固体状态(半干硬状态)的界限含水率。

液限：粘性土开始可以流动时的含水率或者是由流动状态变成可塑状态的界限含水率。

液限和塑限是粘性土的重要指标。



以上的指标直接可从试验室获得，通过计算又可获得间接指标如：

塑性指数：土的液限与塑限之差。

液性指数：天然含水率与塑限之差与塑性指数之比。

天然孔隙比：在天然状态下，土的孔隙体积与土中固体颗粒体积之比。

(1)一般粘性土的定名

一般粘性土应根据土的塑性指数(I_p)，按附表 2.3(4－1)划分为粉质粘土和粘土。

一般粘性土的划分　　附表 2.3(4－1)

土的名称	塑 性 指 数
粉质粘土	$10<I_p\leqslant 17$
粘　　土	$I_p>17$

(2)粘性土的塑性状态应根据液性指数(I_L)、按附表 2.3(4－2)进行划分。

粘性土塑性状态的划分

附表 2.3(4－2)

分　　级	液 性 指 数 (I_L)
坚硬	$I_L \leqslant 0$
硬塑	$0 < I_L \leqslant 0.5$
软塑	$0.5 < I_L \leqslant 1$
流塑	$I_L > 1$

注：表中：$I_L = \dfrac{W_n - W_P}{I_p}$

式中：W_n——天然含水量

W_P——塑限

I_p——塑性指数

岩土工程中粘性土的状态，按附表 2.3(4－2－1)进行划分。

附表 2.3(4－2－1)

状　　态	液 性 指 数 (I_L) 值
坚硬	$I_L \leqslant 0$
硬塑	$0 < I_L \leqslant 0.25$
可塑	$0.25 < I_L \leqslant 0.75$
软塑	$0.75 < I_L \leqslant 1$
流塑	$I_L > 1$

(3)粘性土潮湿程度野外鉴别见附表 2.3(4－3)。

粘性土潮湿程度野外鉴别

附表 2.3(4－3)

试验指标 / 潮湿程度 / 名称	$I_L \leqslant 0$	$0 < I_L \leqslant 1$	$I_L > 1$
	坚硬状态	硬塑～软塑状态	流塑状态
粉质粘土	扰动后一般不能捏成饼，易成碎块和粉末	扰动后能捏成饼手摇数次不见水，但有时可稍见	扰动后手摇表层出水，手上有明显湿印
粘　土	扰动后能捏成饼，边上多裂口	扰动后，两手相压成饼状，粘于手掌，揭掉后，掌中有湿痕	扰动后手捏有明显湿痕，并有土粘于手上

(4)粘性土粉土的野外鉴定方法见附表 2.3(4－4)

粘性土、粉土、的野外鉴定　　附表 2.3(4－4)

鉴定方法 / 分类	用手搓捻时的感觉	干时土的状态	潮湿时，搓捻土的情况	潮湿时用小刀切削情况	其它特征
粘土	极细的均匀土块，很难用手搓碎	坚硬用锤能打碎，碎块不会散落	很易搓成∅＜0.5mm的长条易滚成小球	光滑表面，土面上无砂粒	干时有光泽，有细狭条裂
粉质粘土	没有均质感觉，感到有些砂粒土块易被压碎	用锤击及手压土块易碎开	能搓成比粘土较粗的短土条，能滚成小球	可感到有砂粒存在	干时光泽暗沉，条纹较粘土粗而宽
粉土	土质不均匀，有砂粒存在，稍一用力土块即被压碎，有干面似的感觉	土块容易散开，用手压或用铲起丢掷，土块易散落成土屑	不能或几乎不能搓成土条，滚成小球易开裂和散落		干时似粉砂状

(5)粘性土的颜色划分

土的颜色是矿物成分的反映、粘性土的颜色分红、白、黑三种主色及十几种付色、付色是三种主色混合过渡变化而来的。

红色：含有高价的氧化铁时，土呈红色。

白色：含有二氧化硅、碳酸钙、高岭土或铝的氧化物、土呈白

色。

黑色：含有机质(腐烂的动植物)的量达到 8～15%时，土呈黑色。黑色除有机质外，还反映二氧化锰的颜色、铁锰结核或浸染膜均是黑色，是深度湿热化环境的表现。

下图里没有绿色，但绿色也很重要，绿色是低价铁的颜色，反映了土经受还原条件，往往是处于水下缺氧环境。

描述岩土样品颜色时，应把主色放在后，付色放在前，如岩土样品以黄色为主，略显褐色，描述应写成褐黄色，如果是单色是什么颜色，就描述什么颜色。

粘性土颜色分布见图 2－1。

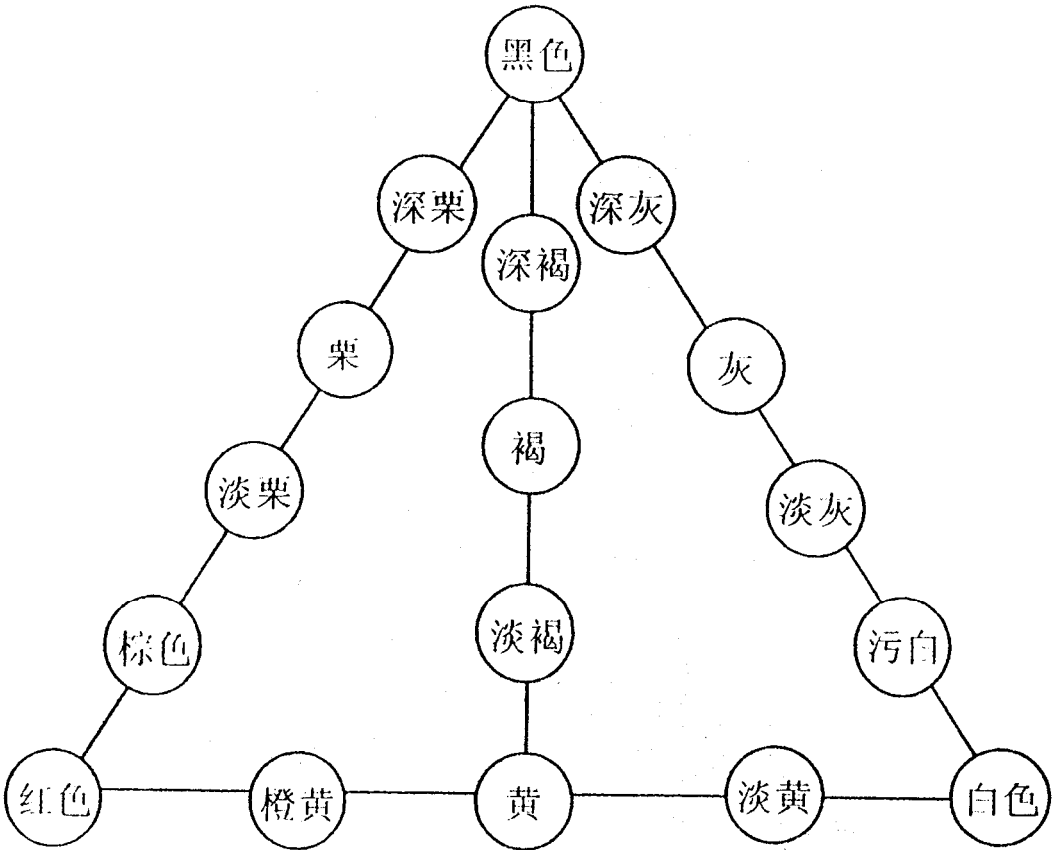


图 2－1　粘性土颜色分布图

(6)粘性土的描述内容见 2.2.6.1

附录三　几种特殊土的简述

(一)黄土

黄土是一种特殊的第四系陆相沉积物，是干旱和半干旱气候条件下形成的一种棕黄，淡黄或褐黄色，并有大孔隙结构及垂直节理的特殊土，肉眼能见到孔隙，在天然情况下能经常保持垂直边坡。黄土的崩解性质，也是它的重要工程特性之一，在天然含水量时，普遍具有陡立能力，强度较高，但有的黄土遇水浸湿后在自重作用下，会发生剧烈变形，强度也随着迅速降低，这种黄土称湿陷性黄土。由于沉积的先后不同，又分为新黄土和老黄土，老黄土结构密实，颜色带棕红或微红色，多不具湿陷性。

黄土描述详见 2.2.6.4(2)

(二)盐渍土

盐渍土的特点是土中含有易溶盐，在地表土层一米厚度内，易溶盐的平均含量大于 0.5%，称为盐渍土，具有吸湿，松胀等特性，由于含盐量和盐的性质不同，对土的工程性质产生不同的影响，如常引起路基季节性隆起和下沉；边坡坍塌；作填料达不到最佳含水量，造成路肩泥泞翻浆冒泥等等。

在钻探中，由于是表层，常被记录所忽略作为对路基稳定性有影响的盐渍土，必须引起注意详加描述。(盐渍土描述内容详见 2.2.6.4(3)。

(三)软土

一般指在静水或缓慢流水环境中沉积的，天然含水量大，压缩性高，强度低的一种软塑到流塑状态下的饱和粘性土，称为软土，其具有含水量高，孔隙比大，有机质较高渗透性较差，压缩性高而强度低灵敏度高等特点。

软土成因类型见附表 3.3。

软土成因类型

附表 3.3

地貌特征	成因类型	沉　积　特　征
滨海平原	滨海相	土质不均，极疏松，常与砂砾层混杂
	泻湖相	颗粒细，孔隙比大，强度低，常杂有泥炭薄层
	溺谷相	孔隙比大，结构疏松，含水量高
	三角洲相	分选性差，结构疏松，多交错层理，多粉砂薄层
湖积平原	湖相	沉积物中粉土颗粒成分高，呈明显的层理，结构松软，表层硬壳厚度不规律
河流冲积平原	河漫滩相	沉积物成层情况较复杂，成份不均，以淤泥及软粘性土为主，间与砂或泥炭互层
	牛轭湖相	
山间谷地	谷地相	软土呈片状，带状分布，靠山边浅，谷地中心深，厚度变化大，颗粒由山前到谷地中心逐渐变细，下伏硬底坡度大
泥炭沼泽地	沼泽相	以泥炭沉积为主，且常出露地表，孔隙极大，富有弹性，下部有淤泥层或薄层淤泥与泥炭互层

（四）膨胀土

膨胀土是一种吸水膨胀，失水收缩，具有较大胀、缩变形能力，且变形往复的高塑性粘性土，大部分为粘土，局部也有粉质粘土，其自由膨胀率 $Fs>40\%$，颜色多为黄，黄褐，红褐，灰白或花斑（杂色）等，在自然风干条件下，呈坚硬和硬塑状态，结构致密，但常呈蒜瓣状或鳞片状，土块遇水极易崩解，湿时呈粘稠状。俗称“干时象块钢，湿时一锅汤”，自然状态下土体裂隙发育，往往有竖向，斜交和水平三种裂隙，裂隙面呈油脂或腊状光泽，时有擦痕或水渍，以及铁锰氧化物薄膜，裂隙中常充填灰白，灰绿色粘土，常含有铁锰结核和钙质结核。不能形成陡立的边坡，坡脚常有剥落的土粒堆积，其工程特性比较复杂，与其成因类型，矿物成份及含量，结构等

有关。其对工程的危害性大小，常受当地的地形、地貌气候等影响而不同。

对膨胀土应根据勘察阶段的需要，分别采用初判和详判的方法进行判别。膨胀土的初判应根据土的颜色、结构、土质情况、地貌及自然地质现象等野外特征，并且和土的自由膨胀率等特征按附表 3.4.1，综合进行初步判定。

膨胀土的初判条件　　附表 3.4.1

地　貌	具垄岗式地貌景观，常呈垄岗与沟谷相间；地形平缓开阔，无自然陡坎，坡面沟槽发育。
颜　色	多呈棕、黄、褐色，间夹灰白，灰绿色条带或薄膜；灰白，灰绿色多呈透镜体或夹层出现。
结　构	具多裂隙结构，方向不规则，裂面光滑，可见擦痕，有的裂隙充填灰白、灰绿色粘土。
土　质	土质细腻，具滑感，土中常含有钙质或铁锰质结核或豆石，局部可富集成层。
自然地质现象	坡面常见浅层溜坍，滑坡、地面裂缝，当坡面有数层土时，其中膨胀土层往往形成凹形坡，新开挖的坑壁易发生坍塌。
自由膨胀率(F_s)	$F_s \geq 40\%$

膨胀土的详判采用自由膨胀率(F_s)，蒙脱石含量(m)，阳离子交换量(CEC_{100})三项指标，当符合附表 3.4.2 的两项时应判为膨胀土。

膨胀土详判指标　　附表 3.4.2

名　　称	判　定　指　标
自由膨胀率(F_s)	≥40%
蒙脱石含量(m)	≥70%
阳离子交换量(CEC_{100}	≥17mmol(NH_4^+)/100g 土

膨胀土描述内容见 2.2.6.4(5)

(五)冻土

凡温度等于或低于摄氏零度,并含有冰的各类土均称为冻土。根据含冰量多少可分为:少冰冻土、多冰冻土、富冰冻土、饱冰冻土、含土冰层。冬季冻结,夏季全部融化的土层为季节冻土,冻结状态持续三年或三年以上的土层为多年冻土。由于土中水在冻融过程中,产生着一系列的物理和化学变化,使地表土层反复的冻胀和融沉,往往造成房屋破坏,道路变形,管道断裂等冻害现象。冻土描述内容见 2.2.6.4(6)

附录四　钻探日志记录摸拟样板

铁道部第三勘测设计院

勘测设计分院 第 五 勘测队

津浦 线 济秦 段 定 测

钻 探 日 志

钻孔号数＿＿＿＿＿＿＿＿ 工程名称 沙河中桥

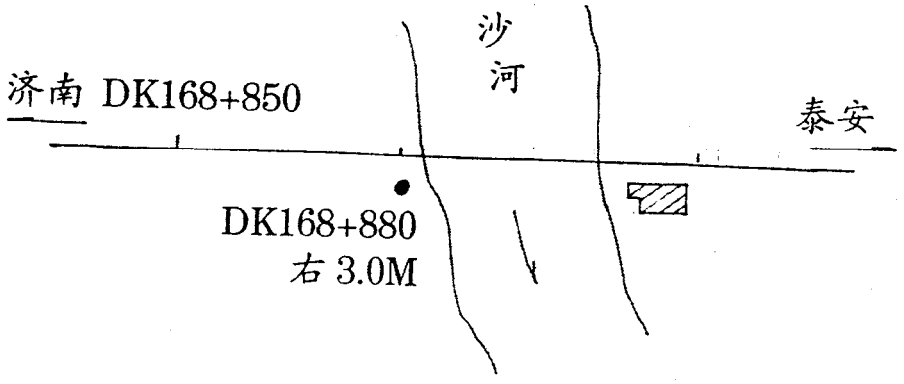
里 程 DK168 +880 左/右 3.0 m 座标＿＿＿＿＿＿

设计孔深 15.0 m 实钻深度 15.0 m

孔口标高＿＿＿＿＿＿ m 钻机类型 xy-100型

开工日期 2000.8.15 完工日期 2000.8.15

钻 孔 位 置 草 图



钻探技术人员 简查 机 长 柯靠 地质人员 沈燕

月日及班次时间	作业名称及纯钻时间	钻进深度(m)(取原样及试验深度)			钻头直径(m)	岩心			岩层名称及特征
		由	至	共		岩心长度(m)	采取率%	回次编号	
1	2	3			4	5			6
15/8 合 班 8:00 / 17:00	机器安装 1:00 合金干钻 0:40 取原样 0:10 合金干钻 0:15 取原样 0:10 标贯（1） 0:15 活套泥浆 0:10 无泵泥浆 1:50 标贯（2） 0:10 活套泥浆 0:20 标贯（3） 0:10 活套泥浆 0:15 合金泥浆 0:30 合金泥浆 1:00 辅助 2:05	0.0 1.8 2.05 3.05 3.3 ~~3.75~~ 3.3 4.2 8.3 ~~8.75~~ 8.3 10.25 ~~10.7~~ 10.25 11.5 12.5	1.8 2.05 3.05 3.3 3.75 4.2 8.3 8.75 10.25 10.7 11.5 12.5 15.0	1.8 0.25 1.0 0.25 0.45 0.45 4.1 0.45 1.50 0.45 0.8 1.0 2.5	130 104 130 104 110 110 110 110 110 110	1.8 1.0 0.40 3.7 1.3 0.7 1.0 2.5	100 100 95 90 90 90 100 100	1~4 5 6 7~10 11 12 13 14~16	0~2.1m 粉质粘土，深褐色，硬塑状，0.3m以上含植物根，1.6m以下变灰色。 2.1~4.0m 粉土，褐灰色，中密，潮湿，几乎不能搓成土条。 4.0~8.1m 卵石土，深灰色，中密，饱和，成份以花岗片麻岩为主，一般ø 20~60mm，最大ø 120mm，浑圆状其中充填约30%的粗砂和少量土。 8.1~11.3m 中砂，灰褐色，中密，饱和，成份以石英长石为主，夹有约5% 的土。 11.3~15.0m 花岗片麻岩，黄灰色，节理发育，岩心呈20~30mm碎块状，12.3m以下可取出柱状岩心长70~150mm，手锤难击碎，据岩心观察，呈粗粒粒状变晶结构，片麻状构造。

记录 任真

柱状剖面 1:50 或 1:100	层深和层厚(m)	钻进情况(卡钻、漏水、涌升等)	套管加固		标贯试验			含水层			送试验件		注
			直径 mm	累计深度(m)	贯入击数(次)	钻杆长度(m)	校正击数(次)	初见水位(m)	稳定水位(m)	稳定时间(h)	水样号数	岩土号数	
7	8	9	10		11			12			13		14
	2.1	正常	无		标1 ~~4~~ 1/1/2	5.0	由地质人员计算填写	2.05	1.9	记录实际观测时间	水1	原1 (~~2.05~~)	水1为钻孔水
	4.0											原2 (3.3)	1.8~2.9)
	1.9											扰1 (5.0)	3.06~3.3
	8.1											扰2 (8.75)	
Sm	4.1				标2 ~~18~~ 5/6/7	10.0						扰3 (10.7)	
	11.3												
	3.2				标3 ~~18~~ 6/6/7	12.0							
	15.0												

班长 柯信

常用岩性描述要点 (供记录参考)	孔内故障处理情况
15	16
一、岩石的描述： 应描述岩石名称、颜色、主要矿物成分，结构和构造，风化程度与裂隙情况等。 二、土类的描述： 1.碎石类土应描述：名称、颜色、密实程度和潮湿程度，颗粒成分，粒径(一般直径和最大直径)形状，充填物成分及含量等。 2.砂类土应描述：名称、颜色、密实程度和潮湿程度，颗粒成分，级配情况、夹杂物等。 3.粘性土应描述：名称、颜色、潮湿程度，结构特征、夹杂物及含量等。	注：作业名称栏填写：合金水钻、合金干钻、合金泥浆、活套泥奖、无泵泥浆、钢粒钻进、取原样、标贯、提水、辅助等。

附录五：图例及符号

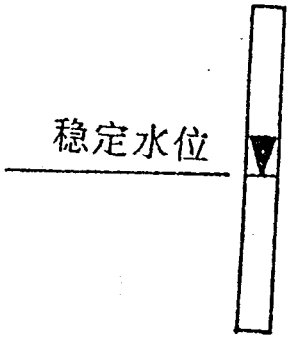
(一)无压水勘探孔图例及符号

地层潮湿程度和无压水勘探孔图例和符号

勘探孔中地层的潮湿程度

粘性土		非粘性土
半干硬状态		稍湿
可塑状态		潮湿
流塑状态		饱和

无压水勘探孔



(二)铁路工程岩土花纹图例

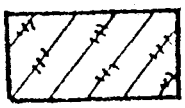
1 土的花纹图例

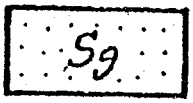
填筑土(砂粘土)

粉质粘土

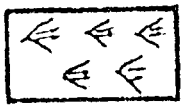
素填土

粉土


杂填土

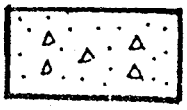


sf sco
粉细中粗砾砂
ssi sm sg

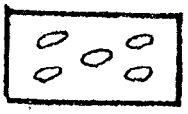

冲(吹)填土

园砾土

种植土


角砾土

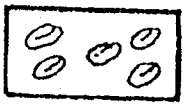
新黄土

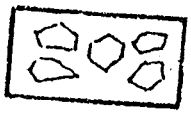

卵石土

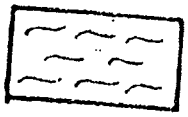
老黄土

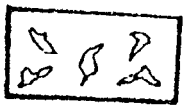
碎石土

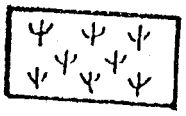
粘土


漂石土

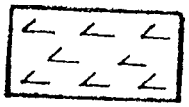

块石土

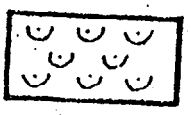

淤泥


砂碛土


泥岩

冰层


石膏层

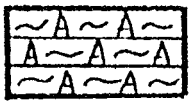

盐渍土

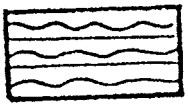
膨胀土

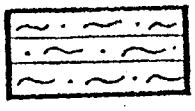
2　岩石花纹图例及符号

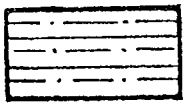
沉积层

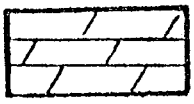
第四系以前粘性土

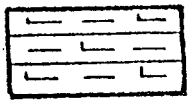

铝土岩


页岩

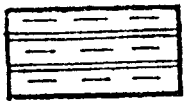

砂质泥岩

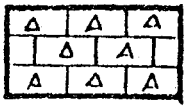

砂质页岩

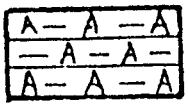

泥灰岩

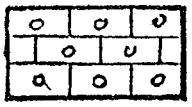

钙质页岩

石灰岩

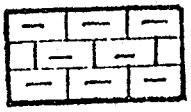

硅质页岩

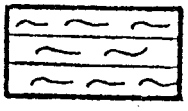

角砾状灰岩

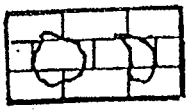

铝土页岩

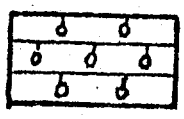

砾状灰岩

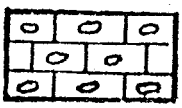
炭质页岩

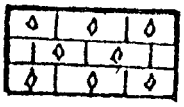

泥质灰岩


泥岩

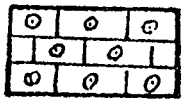

岩溶化灰岩

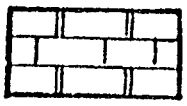

含燧石结核灰岩

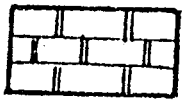

竹叶状灰岩

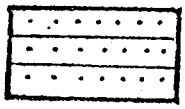

结晶灰岩

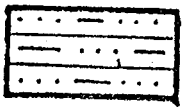
硅质灰岩

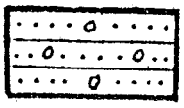

鲕状灰岩

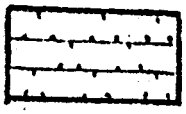

白云质灰岩

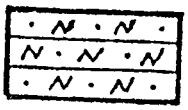

白云岩


砂岩

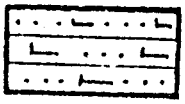

泥质砂岩

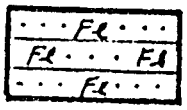

含砾砂岩

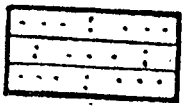

石英砂岩

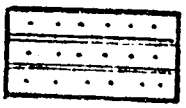


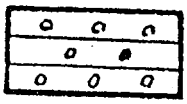
长石砂岩

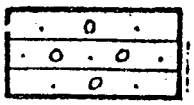

钙质砂岩

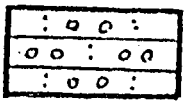

铁质砂岩

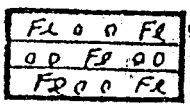

凝灰质砂岩

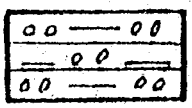

硅质砂岩

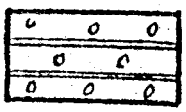

砾岩

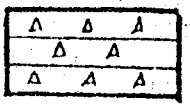

砂砾岩

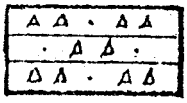

凝灰质砾岩

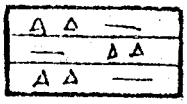

铁质砾岩

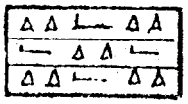

泥质砾岩

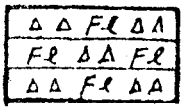

硅质砾岩

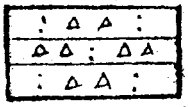

角砾岩

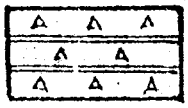

砂质角砾岩


泥质角砾岩

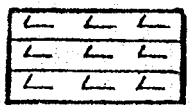

钙质角砾岩

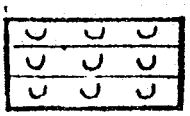

铁质角砾岩

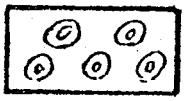

凝灰质角砾岩

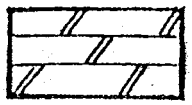

硅质角砾岩

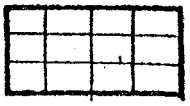
煤层

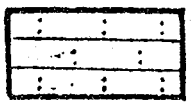

石膏岩

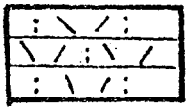

盐岩

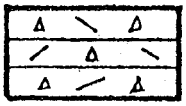

含结核层

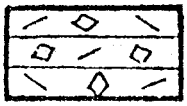

蛋白石


白垩


凝灰岩

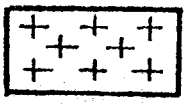

流纹质凝灰岩

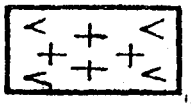

火山角砾岩

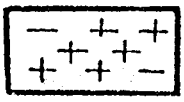

火山集块岩

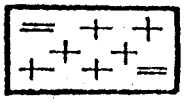
岩浆岩

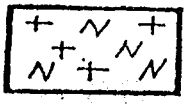
(1)侵入岩

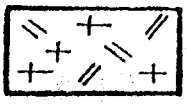

花岗岩

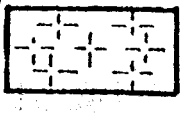

角闪花岗岩

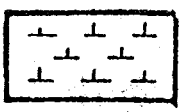

黑云母花岗岩

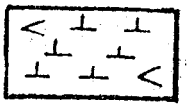

白云母花岗岩

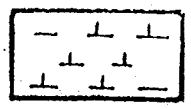

斜长花岗岩

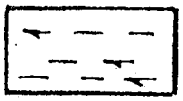

二长花岗岩

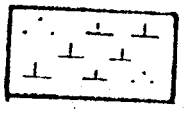

白岗岩

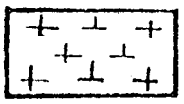

闪长岩

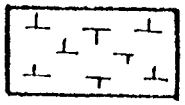

角闪闪长岩

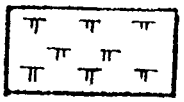

黑云母闪长岩

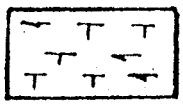

辉石闪长岩

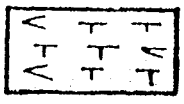

石英闪长岩

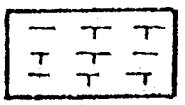

花岗闪长岩

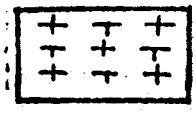

正长闪长岩

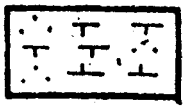

正长岩

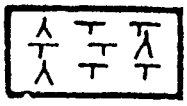

辉石正长岩

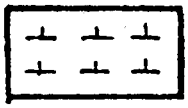

角闪正长岩

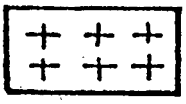

黑云母正长岩

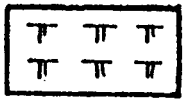

花岗正长岩

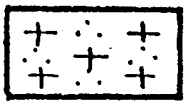

石英正长岩

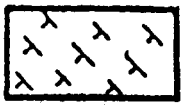

霞石正长岩

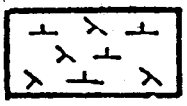

闪长斑岩

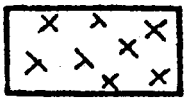

花岗斑岩

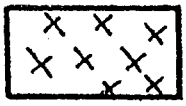

正长斑岩

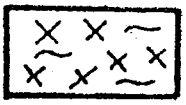

石英斑岩

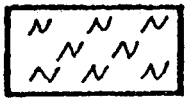

玢岩

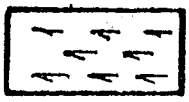

闪长玢岩

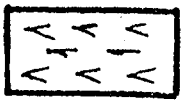

辉长玢岩

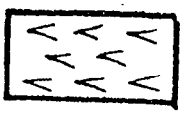

辉绿岩


苏长岩


斜长岩


辉　岩

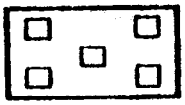

角闪岩


角闪岩

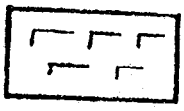
橄榄岩

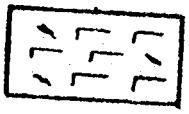
二长岩

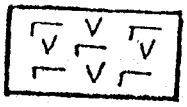
石英二长岩

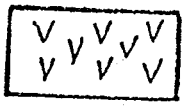

斑岩

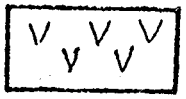
(2)喷出岩

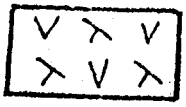

玄武岩

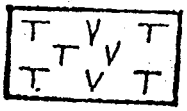

杏仁状玄武岩

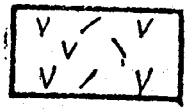

安山玄武岩

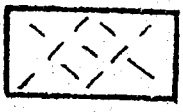

安山岩


安山斑岩

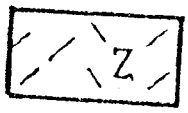

安山玢岩

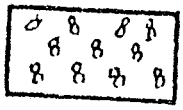

粗面安山岩


英安岩

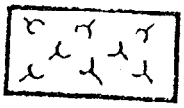

流纹岩

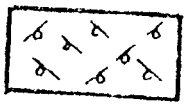
流纹斑岩

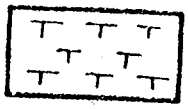

霏细岩

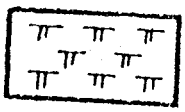

珍珠岩

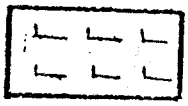
松脂岩

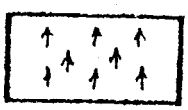

黑耀岩

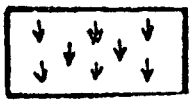

浮岩


粗面岩


响岩


煌斑岩


细晶岩

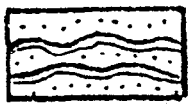

伟晶岩

变质岩

板岩

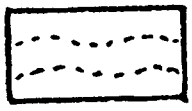
钙质板岩

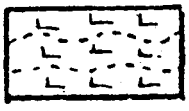
硅质板岩


砂质板岩

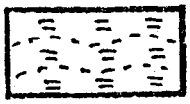
绿泥板岩

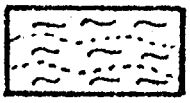
炭质板岩

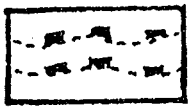

千枚岩


钙质千枚岩

石英千枚岩

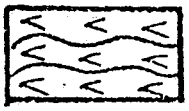

绢云母千枚岩

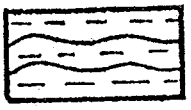

绿泥千枚岩

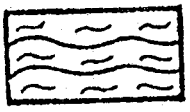

炭质千枚岩

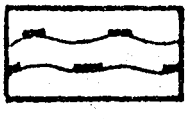
片岩

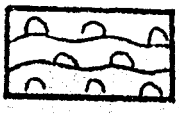
石英片岩

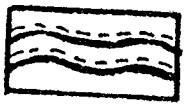

角闪片岩

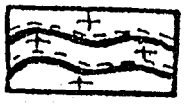

黑云母片岩

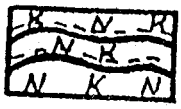

绿泥片岩

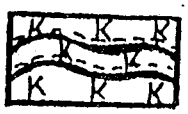

炭质片岩

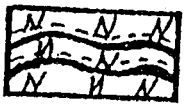

滑石片岩

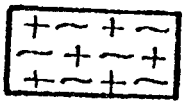

片麻岩

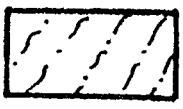

花岗片麻岩


二长片麻岩

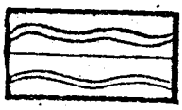

钾长片麻岩

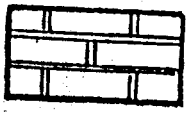

斜长片麻岩

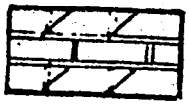

混合片麻岩


变粒岩

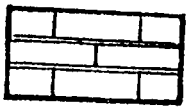
蛇纹岩


角页岩

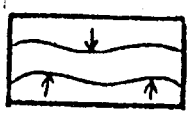

大理岩

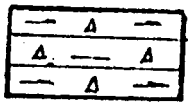

矽卡岩

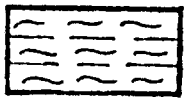
石英岩

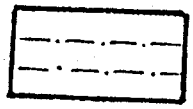

硅化灰岩

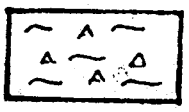
角岩


压碎岩


构造角砾岩


断层泥


靡棱岩


断层角砾

附录六　泥浆配制和泥浆性能指标测定

(一)粘性土、砂类土所用泥浆配制

泥浆性能指标要求及基浆配比

1.　基浆(重量比),水：土：纯碱＝100：10：(土重的5%)。

2.　PW 植物胶碱溶液(重量比),水:PW 植物胶粉:烧碱＝100：3：0.3。

3.　在配制好的基浆中加入 2%的 PW 植物胶碱溶液,搅拌均匀即可应用,膨润土造浆率低,可适当增大加量。

4.　泥浆指标见附表 6－1。

附表 6－1

粘　度	比　重	胶体率	含砂量	失水量
19－25s	1.1～1.2	＞97%	＜4%	＜25ml

注:粘性土层:泥浆粘度一般在 19－22s,砂层:粘度在 24～25s,涌升砂层:粘度可调到 26－28s,一般用火碱、水玻璃、石灰来调整泥浆粘度,增加粘土粉或重晶石粉来调整泥浆比重。

基浆配制步骤:

(1)准备开口汽油桶(容积 200L),先加入 4/5 的清水(约 160kg)。

(2)按前述配方比例加入澎润土(16kg)均匀撒于桶内,先浸泡任其慢慢下沉,再进行搅拌均匀到没有团块为至。

(3)按配方比例,取土重 5%的纯碱(0.8kg),边加边搅拌 10 分钟左右,或者用 35℃以上热水冲化后,边倒边搅拌,此时泥浆粘度会逐渐增高,由于各地膨润土性质有别,加碱量略有不同,但泥浆 PH 值应控制在 9～11。

(4)基浆配好后,再加入泥浆处理剂,进一步改善泥浆性能。

泥浆处理剂采用 PW 植物胶为主,其作用是使泥浆提高粘度,降低失水量,增加护壁能力,并具有润滑减阻作用,对岩心起保护作用,用 PW 植物胶粉作为泥浆处理剂,不能将粉末直接加入到泥浆中。

PW 植物胶碱溶液配制步骤(以 10kg 水为例)

(1)按前述配方比例,先将清水 10kg 置于小桶中,再将 PW 植物胶粉 0.3kg 边撒边搅,慢慢加入水中,充分搅拌 5 分钟至没有团块为止。

(2)取 0.03kg 烧碱,先溶于热水中(最好沸水),再将其溶液倒入已搅拌好的 PW 植物胶的小桶中,继续搅拌 15～20 分钟,此时 PW 值物胶碱液颜色逐渐变深呈褐色,似胶冻状即可备用。

(3)按配方比例,将 PW 植物胶碱液加入到基浆中,搅拌均匀其粘度可控制在漏斗粘度 50～100 秒。

(二)卵石土,砾石土所用泥浆配制

基浆配比:(以开口汽油桶容积为准,其水、土、碱、用量)

1. 清水 160kg(开口汽油桶 4/5 容积)
2. 膨润土 37.5kg
3. 纯碱(Na_2CO_3)2kg(为土重的 5%)

基浆配制步骤:

(1)在开口汽油桶内放入 160kg 清水(桶容积的 4/5)

(2)再加膨润土 37.5～50kg,均匀撒于桶内,经搅拌均匀没有团块为止。

(3)膨润土与水搅拌均匀后,再加纯碱(Na_2CO_3),若为粉末状纯碱,用少量水溶化后,边倒边搅加入泥浆水中,若为块状纯碱,则需用热水(不低于 35℃)先溶解,再缓慢边倒边搅加入到泥浆水中,搅拌均匀为止,此时粘度会逐渐提高,用 PH 试纸浸入泥浆约半分钟,观察 PH 值,控制在 9～11 即可。

(4)上述基浆配制好后,再加泥浆处理剂,进一步调配泥浆性

能，采用 PW 植物胶碱溶液做泥浆处理剂，可使泥浆提高粘度，降低泥浆失水量，增加护壁能力，并具有一定的润滑性，减少回转阻力，对岩心无污染，应用 PW 值物胶作处理剂，不能将固态粉末直接加入到基浆中，必须先配成 PW 植物胶碱溶液再加到基浆中。

PW 植物胶碱溶液配制步骤：

(1)PW 植物胶碱溶液配方比例(重量比)

水：WP 植物胶：烧碱＝100：2～4：0.2～0.4(为 PW 植物胶重量的$\frac{1}{10}$)

(1)以 10kg 水为例，先将 10kg 水置于小桶中，再将 PW 值物胶粉 0.3kg 边撒边搅，慢慢加到水中，充分搅拌 5 分钟至没有团块为止，(最好提前一段时间，使 PW 植物胶粉溶化水中)。

(2)将 0.03kg 烧碱先溶于少量热水中(最好沸水)再将溶好的烧碱边倒边搅于 PW 液体小桶中，搅拌 15～20 分钟，至均匀为止，此时植物胶碱液颜色逐渐变深呈褐色，似胶冻状，即可备用。

(4)基浆中 PW 植物胶碱溶液加量。

卵砾石层采用灌浆法，其加量为泥浆的 1.5～1.8%(即一开口桶泥浆需加 3kg 左右的 PW 植物胶碱溶液)，漏斗粘度控制在 200 秒以上，甚至滴流，也可在泥浆中划一下表面能产生一条凹痕，随即愈合，就可用了。

使用注意事项：

(1)在配制 PW 植物胶碱溶液没有烧碱的情况下，可用纯碱代替，但加量要大一倍，(其分解效果不如烧碱好，应提前配好)。

(2)配制 PW 植物胶碱溶液，应严格按照比例范围，烧碱加少了，植物胶溶解的不好，加量太多，会破坏植物胶性质而失去应有作用。

(3)夏季植物胶容易发酵，冬季严寒会冻结变质，所以 PW 植物胶液一次不宜配制太多，同时注意存放，防止袋子破损，注意防潮。PW 植物胶不好购买和保管，因此也可以用

羧甲基纤维素(CMC)

羧甲基纤维素常选用的为中粘度的

(1)干粉状 CMC 加量,相当泥浆的 0.2～0.5%。

(2)使用时先将粉末状的 CMC 用 50～60 倍的清水,边撒边搅拌至全部溶解,再缓慢边搅边倒到基浆中。

(三)泥浆性能指标及测定方法

泥浆性能指标包括密度(比重),粘度、触变性、失水量、含砂量及 PH 值和胶体率等,下面分别作以介绍。

1. 泥浆的密度(比重)

泥浆的密度是指单位体积内泥浆的质量,它的大小主要取决于泥浆中固体颗粒的含量,若泥浆中固体颗粒含量少,则泥浆的密度也就小,钻进时为了平衡地层压力,要求泥浆具有一定的密度(比重),密度过低则达不到防塌作用;过高又容易造成泥浆失水量增大,粘度偏高,流动性差,影响钻速,因此在保证孔内正常的前提下,泥浆密度要尽量低,一般为 1.05～1.10kg/L。

测试泥浆密度的方法较多,野外常用泥浆相对密度秤。(泥浆比重计),见图 6－3－1,测定方法如下:

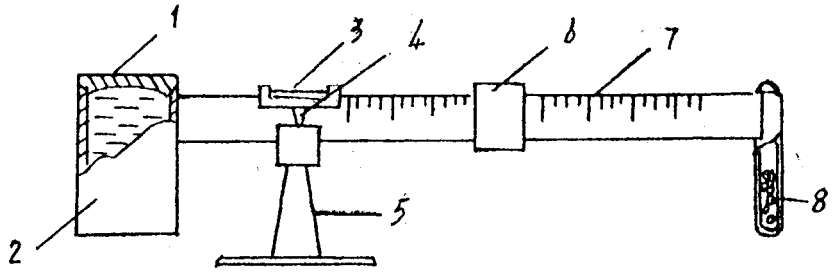


图 6－3－1 泥浆相对密度称

1. 杯盖 2. 泥浆杯 3. 水准泡 4. 刃口 5. 底座 6. 游码 7. 杠杆 8. 平衡圆柱

(1)校正仪器:在测定泥浆密度前,应首先校正仪器,在泥浆杯 2 内加满清水,盖上杯盖 1,擦干溢出的清水,将杠杆 7 稳妥地放在刃口 4 上,并移动游码 6,使其到刻度为"1"的地方,然后观察水准

泡中气泡是否居中，如不居中，则通过增减平衡圆柱 8 内的铅粒量来调整平衡。

(2)仪器校正好后，倒掉清水，擦干泥浆杯，再把欲测定的泥浆注入杯内，加盖擦净杯体，将杠杆置于刃口上，移动游码，使气泡居中，此时游码指示的杠杆上的刻度即为该泥浆的密度(比重)。

2. 泥浆的粘度

泥浆粘度是泥浆内部阻碍其相对流动的一种特性，它是在泥浆运动过程中，液体分子间、固体颗粒间及液体分子与固体颗粒间产生内摩擦的结果。泥浆粘度的高低主要取决于泥浆中固相含量及其分散度，泥浆内部的结构等因素。

泥浆粘度要根据地层情况来确定。粘度大的泥浆对携带孔底岩粉、防止孔壁坍塌掉块、堵漏等都有宜处，但对泥浆的净化，水泵的抽吸不利，同时容易糊钻，影响钻进效率。粘度过低，则携带岩粉困难，迂破碎漏失地层不利于防塌和防漏。一般泥浆粘度为 18～22s。

野外测定泥浆粘度用漏斗粘度计，见图 6－3－2，测定方法如下：

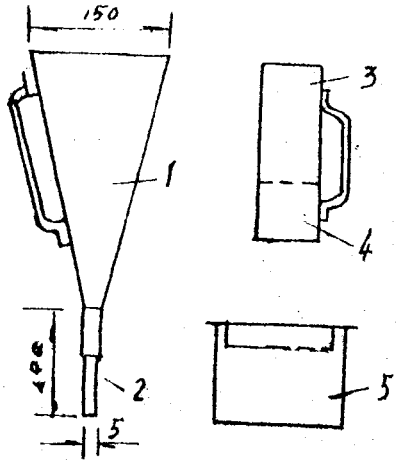


图 6－3－2 漏斗粘度计

1. 漏斗 2. 管子 3. 4 量杯($\frac{200}{500}$mm) 5. 筛网及杯

(1)垂直拿住漏斗，并用食指堵住漏斗下端的管口。

(2)用量杯分别量取200毫升和500毫升泥浆，经筛网过滤后倒入漏斗内。

(3)放开食指，使泥浆流出，同时开始开动秒表，记录流满500毫升量杯所需时间，此时间即为所测泥浆的相对粘度。

(4)使用前先用清水校正仪器，一般清水的粘度为15s，如有误差，可用下式求得泥浆的实际粘度。

$$\text{实际粘度}=\frac{15\times\text{测得泥浆粘度}}{\text{测得清水粘度}}$$

3. 泥浆的失水量和造壁性

当孔内泥浆液柱压力大于地层压力时，泥浆中的部分水会分离出来渗入地层中，这种现象叫失水，失水的多少叫做失水量。在泥浆失水的同时，其中的部分粘土颗粒和化学处理剂等附着在孔壁上，形成一层泥皮，当泥皮具有一定的厚度和致密性后，便阻止泥浆中的水分继续渗出，泥浆这种性能叫造壁性，泥浆失水量小，泥皮薄而致密坚韧，有利于护壁，失水量大，泥皮厚而疏松，则护壁效果不好，且易造成地层水化膨胀，泥皮脱落，钻具迂阻迂卡等事故。因此，要求失水量愈小愈好。

测定泥浆失水量常用气压式泥浆失水量测定仪，见图6—3—3。

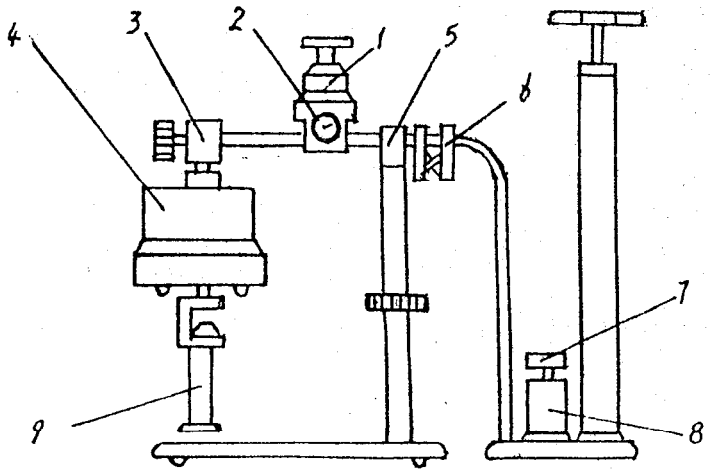


图 6—3—3　气压式失水量测定仪

1. 减压阀　2. 压力表　3. 放气阀
4. 泥浆杯　5. 支架　6. 气筒夹
7. 蓄气筒压力表　8. 蓄气筒　9. 量筒

失水量测定的方法：

(1)用食指堵住泥浆杯底部的小孔倒进泥浆(大半杯)，放好密封圈及滤纸，旋紧杯盖，倒转后装入三通接头，卡上量筒。

(2)卡上气筒夹，并用打气筒打气，使蓄气包压力达到 0.9MPa 以上。(兆帕)1 大气压＝0.1

(3)旋进减压阀手柄使压力表 2 达到 0.7MPa。

(4)缓慢退出放气阀至压力表指针有所下降，再迅速旋进减压阀手柄，使气压升至 0.7MPa。同时开动秒表记时，直到 30min 为止，流入量筒内的滤液量即为泥浆失水量。

(5)失水量测量完毕后，旋进放气阀至阀上小孔出气为止，待泥浆杯内压缩气体放净后，取下泥浆杯，倒转后拧开杯盖，取出滤，用水冲掉泥皮表面的浮浆，即可测量泥皮厚度。

在测量时若 7.5min 时失水量已大于 8ml，此时的失水量乘以 2 即为泥浆的近似失水量，但需在记录中注明测定时间为

7.5min。

4. 泥浆的PH值

泥浆的PH值是指泥浆的酸碱程度，当PH＞7时，泥浆为碱性；PH＜7时，泥浆为酸性，PH＝7时，泥浆为中性，酸碱性的强弱见图6—3—4

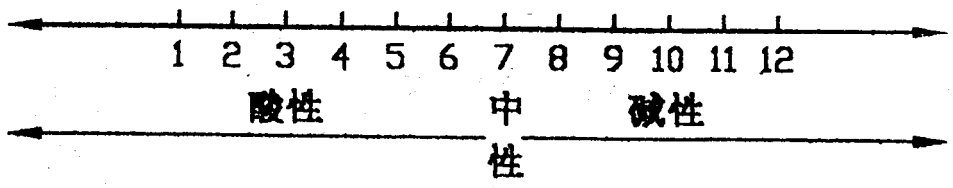


图6—3—4 PH值示意

一般在碱性条件下，有利于造浆粘土的水化分散和稳定，而且对泥浆进行化学处理时，大多数要求在碱性条件下进行，但PH值过高，也会促使地层中水敏性物质的水化、溶散，不利于护壁，因此泥浆PH值一般控制在8～10左右。

泥浆PH值测定，野外常用试纸法(比色)，测定时撕一条PH值试纸，浸入泥浆使其润湿，待颜色稳定后，与PH值色谱比较色谱颜色与试纸颜色，相近的值即为泥浆的PH值。

5. 泥浆的含砂量

泥浆含砂量是指泥浆中，超过200目筛网(即直径大于0.074mm)的砂子占泥浆体积的百分数，泥浆含砂量高，不但磨损钻具，降低水泵使用寿命，而且使泥浆密度增大，泥皮厚而疏松，给正常钻进带来许多危害，因此要求含砂量越低越好，一般不超过4%。

测定含砂量的仪器常用的有两种：

(1)普通含砂量测定仪：[见图6—3—5(1)]

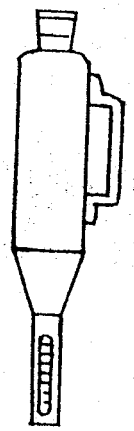


图 6—3—5(1)

普通含砂量测定仪

测定时，先用量杯取 50ml 泥浆和 450ml 清水倒入澄清器中，盖上盖后用力摆荡，使泥浆稀释，然后静止 1 分钟，观测砂子在澄清器细管内的读数，再乘以 2 即为泥浆含砂量的百分含量。

(2)NA—1 型，含砂量计(见图 6—3—5(2)

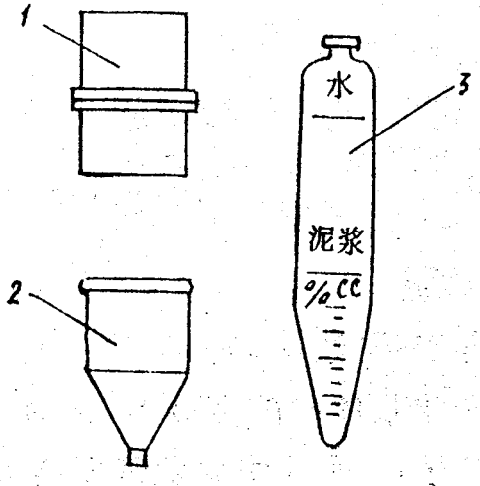


图 6—3—5(2)

NA—1 型含砂量计

1. 滤筒　2. 漏斗　3. 玻璃测管

由一只装有 200 目筛网的滤筒，漏斗和一只具有 0～100%刻

度的玻璃测管组成，玻璃测管上的刻度，15%以下每小格为0.5%。15～30%间每小格为1%。

测定方法如下：

a. 把泥浆充至测管上标有“泥浆”字样的刻度线处，加清水至标有“水”刻度处，堵住管口用力摇荡。

b. 将测管内稀释的泥浆倒入滤筒中（滤液不要），再向测管中加清水摇荡后，再倒入滤筒上，如此直至测管内清洁为止。

c. 用清水冲洗筛网上所留下的砂子剔除残留泥浆。

d. 把漏斗套进盛有砂子一侧的滤筒上，然后翻转过来，将漏斗咀插入测管内，用清水把附在筛网上的砂子冲入测管内。

e. 待砂子沉淀后，即可读出砂的百分含量。

附录七　几种勘探工艺操作标准和要求

(一)活套接头构造及活套接头泥浆护壁钻探工艺要求

活套接头即活动的岩心管接头，它具有密封性能好，可避免冲洗 液直接冲刷岩心，取心率高等特点，在我院工程地质钻探中得到推广应用，活套接头泥浆护壁钻探工艺适用于各类不同含水量的粘性土层，粉细砂层以及与软粘土互层的软弱地层。

1.　活套接头的结构及工作原理：

活套接头的结构见图 7—1。

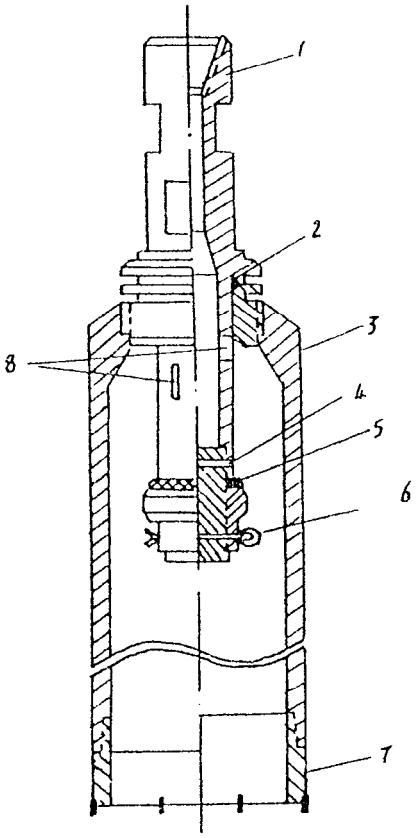


图 7—1

1. 活套接头　2. 橡胶圈　3. 岩心管　4. 销钉
5. 胶圈　6. 开口销　7. 钻头　8. 通水孔

钻具的组配与普通单管硬质合金钻具相同，只是将原钻杆与

岩心管间的异径接头改用活套接头而已。

钻进时，当冲洗液通过钻杆进入活套接头中，再沿通水孔射入岩心管内壁，避免了对岩心的直接冲刷作用，冲洗液延岩心管内壁流入孔底，通过岩心管内壁与岩心和岩心管外壁与孔壁的环状间隙返回孔口，完成循环，实现护壁和冷却钻头作用，钻进回次终了停泵干钻，卡取岩心，提钻时，首先接头上滑，使岩心管接头与橡胶垫结合，封密水路，使钻杆中剩余的冲洗液，沿通水孔外泄、避免了提钻时冲洗液对岩心的压脱作用，同时也由橡胶垫作用，使岩心管内形成真空，减少了岩心脱落，提高了岩心采取率。

2. **操作要点：**

(1)在未取得初见和稳定水位数据前，不得使用泥浆护孔钻进。

(2)岩心管长 1.5～1.8m，钻头应根据地层的特征来选用，一般情况粘性土，粉、细砂、软粘土及互层宜用肋骨钻头，含砾石、砾石的粘性土，或密实的粗、砾砂用带水口的块状合金钻头。

(3)冲洗液应用优质泥浆，泥浆粘度，粘性土 20～25S，砂层 25～30S，比重 1.05～1.2(涌砂地层应采用比重较大的)失水量应小于 20ml/min，含砂量小于 4%。(泥浆配制及测定见附录六)

(4)钻具下到孔底，将钻杆卡紧后，开泵送浆，被压出的清水应排放在泥浆池外，当泥浆返出孔口后，应以中低速小泵量(孔口排浆似流非流状态)加压钻进，钻压不宜过大，保持均匀。

(5)钻进过程中，在不憋泵的情况下，匀速钻进不得上下活动钻具。回次终了前，应停泵干钻 0.3～0.5m(视具体情况而定)卡取岩心，保证不掉样。

(6)提钻时，操作必须轻，稳，避免碰撞，蹲放，边提边向孔内灌浆，达到孔口位置。

(7)最好一次终孔，如较长时间停钻，要保持孔内泥浆注满状态。

(8)活套接头应经常保持清洁通畅，用后涂油防锈，密封圈和

橡胶垫磨损后及时更换，以保证不脱样。

（二）无泵反循环接头构造及无泵反循环泥浆护壁钻探工艺要求

无泵反循环泥浆护壁钻探工艺，就是指钻进过程中，不用水泵进行冲洗钻孔，冷却钻头。而是利用注入孔内的浆液压力和上下提动钻具，在孔底形成局部反循环而实现泥浆护壁作用和冷却钻头。

无泵反循环钻探工艺，是在钻孔内，改变了冲洗液的流向，使冲洗液与岩心进入岩心管的方向一致，这样就有利于岩心进入岩心管，同时，也避免了冲洗液对岩心的直接冲刷，对松散，怕冲刷的复杂地层提高岩心采取率很有意义。

1. 无泵反循环接头结构及工作原理

无泵反循环接头结构见图 7—2

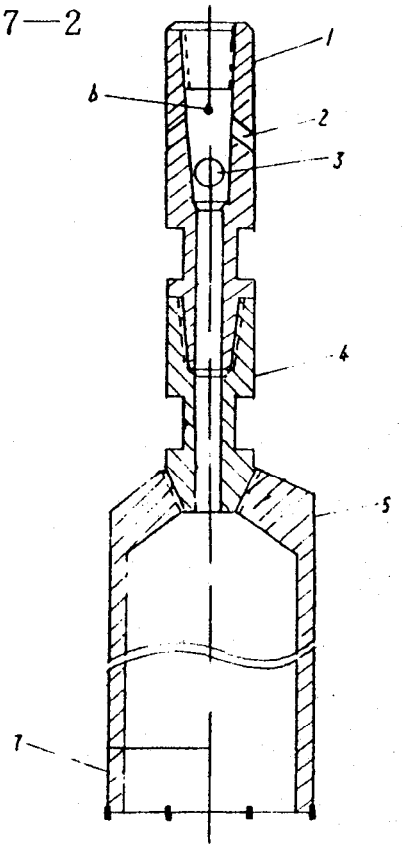


图 7—2

1. 无泵反循环接头　2. 通水孔　3. 钢球
4. 公母接头　5. 岩心管　6. 销钉　7. 钻头

钻具的组配与普通单管硬质合金钻具相同，只是将原钻杆与岩心管间的异径接头改用无泵反循环接头。

使用无泵反循环钻进方法，必须频繁地上下提动钻具，上提时，球阀在重力作用下关阀，岩心管内形成负压外部浆液在自重和大气压力作用下被吸入岩心管内；当迅速下落钻具时，被吸入岩心管内的浆液在压力作用下冲开球阀，从回水口流出，如此反复提动钻具，可使浆液在孔底形成局部反循环，达到泥浆护壁，清除岩粉，冷却钻头和保证采心质量的目的，在回次钻进终止前，不宜提动钻具，加压进行干钻，造成岩心堵塞，从而卡取岩心。

2. **操作要点：**

(1)无泵反循环泥浆护壁工艺，岩心管长 1.0～1.5m，钻头采用大八角或大中八角混锻柱状钻头，或适用卵砾石砂层的肋骨钻头。

(2)应采用优质泥浆、泥浆粘度和比重要大于活套接头泥浆护壁所用的泥浆粘度和比重，(泥浆配制和测定见卵石土层灌浆最大粘度不能高于滴流，应具有流动性。)

(3)在钻进过程中，当取得初见水位、稳定水位数据后，方可开始灌浆钻进。

(4)钻进过程中，必须要频繁上下提动钻具，提动钻具的频率多少，应根据岩性，孔壁稳定的程度和孔内情况来决定，岩层松散，孔壁不稳定，孔内岩粉多，提动次数要多些，提动高度应高些，反之则少些，一般在土层或软岩中提动次数控制在 15～25 次/min，提动高度一般在 8—10cm 之间，而在硬岩层中提动次数为 8～15 次/min。提动高度一般在 5～8cm 左右。

(5)钻进中，一般不允许停止提动钻具，提动钻具要“慢提快放”以利于促进反循环效果，同时应保持一定高度的浆液，最好到孔口，最低也应高出粗径钻具一段距离，否则不能形成局部反循环。

(6)钻进中钻压不易过大，否则可能造成岩心堵塞或糊钻，钻

速不宜过快，尤其在松软地层更应放慢些。

(7)经常检查和清洗钻杆和球阀，保持球阀上下活动自由，维持正常钻进。

(三)钢粒钻进钻探工艺及注意事项

钻粒钻进所用的磨削材料，分为铁砂、钢砂、钢粒(钢丝粒)三种，由于金刚石价值昂贵，而合金又不能钻进坚硬的岩层，所以采用价值低廉，而硬度又高的钻粒，作为克取岩石的磨料，来钻进坚硬岩层。钻粒钻进的特点与其他钻进方法比较、钻粒钻进具有一个根本不同的特点，无论合金钻进或金刚石钻进，其钻头本体和切削具，都用银焊的方法，结合成一体，但是钻粒钻进却相反，钻头与切削具，不是连成一体，而是将切削具(钻粒)散布在孔底，在钻进时不仅可以克取岩石，也可以研磨孔壁、磨损岩心、磨耗钻具。因此，在各种钻进方法中，钻粒钻进问题最多，孔底工作状况复杂，要求有较高的操作技术水平，目前铁路地质钻探中，铁砂、钢砂钻进基本不用了，钢粒钻进仍然是广泛应用的钻探方法之一，故而有必要了解钢粒钻进的实质，掌握其规律，充分发挥钢粒钻进的作用。

钢粒钻进限于钢粒本身强度和硬度适用于Ⅴ～Ⅵ的岩层，不宜钻探倾斜孔，同时，为了保证足够的岩心采取率，一般孔径不能小于 75mm。

1. 钢粒钻进的工作原理及钢粒在孔底的工作状态。

钢粒钻进的工作原理和铁砂的工作原理又不同，铁砂主要是加压破碎克取岩石，而钢粒钻进时，虽然所加压力较铁砂钻进时还大，但钢粒并不破碎，它所以能向孔底推进，是靠钢粒对岩石的研磨作用，在钻进过程中，岩石受钢粒的研磨变成粉屑，而钢粒本身也逐渐磨小，产生一种很细小的金属粉末，最后可能被击碎，开始钻进时，因投入的钢粒都是园柱状，而对岩石起研磨作用的需要园球状，所以钻进开始 10—15 分钟，钢粒由园柱状到园球状的过程，效率较低，因此要求钢粒越接近园球状越好，因为园球体与岩石接

触面积很小，通过这一小面积传递很大的集中压力，岩石承受这种压力，会产生变化，在直接承受钢粒压力的岩石面上，产生最大的应力区，岩石产生弹性形变，压皱形变和压碎形变三个阶段。当应力区的应力值达到极限值时，便将应力区这部分岩石剪切下来。

钢粒在孔底工作时，由于冲洗液的分选作用和钻头回转时的离心力，有将钢粒推向外环空间（钻具与孔壁间隙）的趋势。但由于钢粒本身重量和钢粒与岩石以及钻头之间的摩擦阻力，将阻止钢粒全部推向外环空间。因此，当内外环空间都具有一定高度钢粒柱时，才达到平衡。（见图 7—3—1）。内环空间的钢粒在冲洗液的推力和自身重力作用下，由水口或钻头内唇被导入钻头底唇，钻头底唇压住钢粒并带动它滚动，在滚动过程中破碎孔底岩石。但在冲洗液推力，钻头回转力和离心力的综合作用下，从钻头内壁沿渐开线轨迹向钻头外壁滚动，最后被抛向外环空间，由钻头带动沿钻头外壁滚动。当滚动到钻头水口处时，被水口抓住导入底唇或回到内环空间，然后又从内环空间作第二次循环。如此反复，钢粒被磨损，最后失去了破碎岩石的能力，此时外环空间的完整钢粒又被补充到工作循环中来。

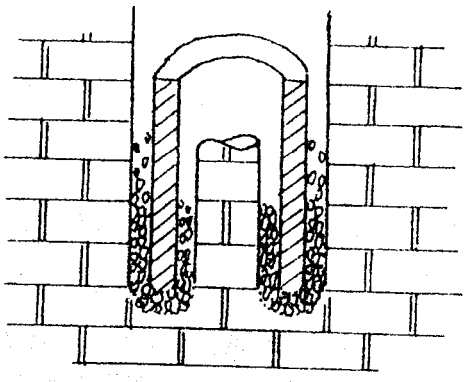


图 7—3—1　孔底钢粒分布示意图

从上述钢粒钻进的工作原理和钢粒在孔底工作情况可以看出，孔底钢粒的分布及工作循环，分选，更新过程受着压力，转速，

投砂量和冲洗液量的影响。

2. 钢粒与钢粒钻头

(1)钢粒

钢粒钻进完全是研磨作用，钢粒并不破碎，因此对钢粒物理机械性质的要求是韧性坚强，同时还需要较大的硬度来研磨岩石，二者必须具备，现场鉴定钢粒质量的方法，可用 1.5 磅手锤击打和锉刀锉动，如果是打不碎，锉不动的钢粒，便适宜钻进之用，否则应经热处理后使用。

目前常用的钢粒是以高碳钢种的线材或破股后钢丝径为 2.5～4.0mm 的废钢丝绳切割而成的，其规格和性能应符合下表要求。

钢粒规格及性能 附表 7.3.2.1

规格 (mm) / 项目	∅2.5	∅3.0	∅3.5	∅4.0
直径和高度的范围 (mm)	2.2～2.7	2.7～3.2	3.2～3.7	3.7～4.2
抗压强度(kN/粒)	9.8～10.3	12.0～13.0	14.0～15.0	16.0～17.0
硬度(HRc)	≥50			

(2)钢粒钻头

钢粒钻头的作用，是承受自钻杆传来的轴心压力、压住孔底的钢粒旋转、推动钢粒钻入岩石。制做钢粒钻头的钢材要有一定的硬度和韧性，但也不宜太硬，否则会在钢粒上滑行，起不到磨削岩石的作用，一般都用 40、50 号无缝钢管制成，其结构呈圆筒状，外径上下一致，内壁上部有 1∶100 的锥度，以便卡取岩心、钻头壁厚为 9～11 毫米或为钢粒直径的 3—4 倍，长度 500mm(也有长度为 1 米多的)。见图 7—3—2

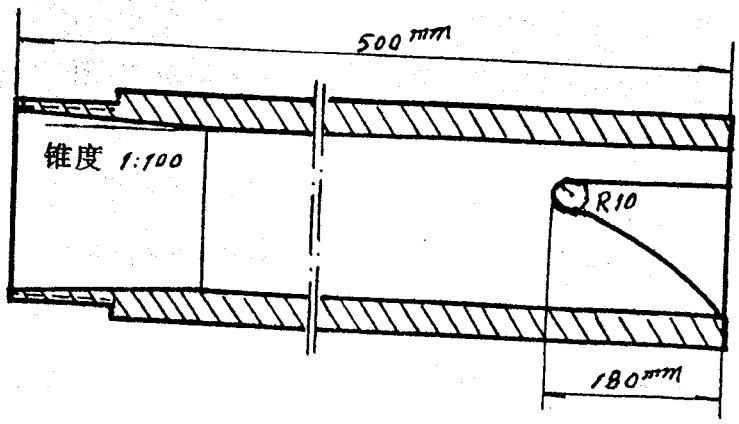


图 7—3—2　普通钢粒钻头

钢粒钻头的水口作用在于流通冲洗液，并把钢粒导入钻头底唇面以保证钻头底部有充足的钢粒，水口形状主要有单弧形、双弧形、双斜边，斜弧形等几种如图 7—3—3。

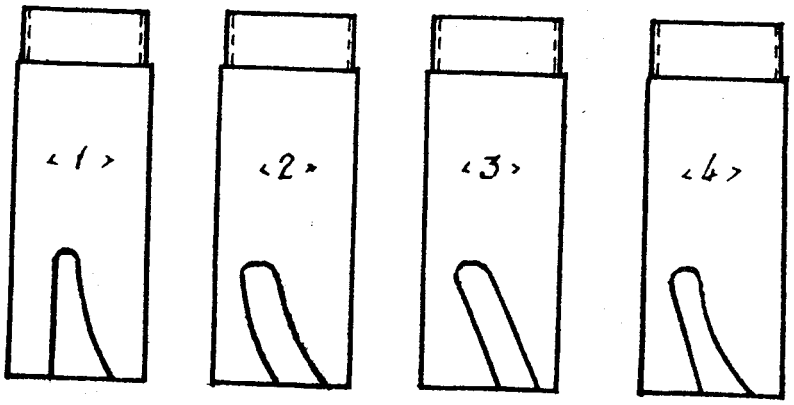


图 7—3—3　钢粒钻头常用水口

1. 单弧形水口　2. 双弧形水口　3. 双斜边水口　4. 斜弧形水口

钢粒钻头水口高度，一般 150～180mm，上宽 20mm 底宽约为圆周长的 1/3～1/4。在特殊情况下，水口高度和底宽度要根据岩层的特性而定。裂隙发育的破碎地层，岩心不完整，受水口刮动会

促其进一步损坏，并且在起钻时，水口以下的岩心很难卡住，故水口的宽度和高度，应适应当地减小，而在坚硬的岩层内，进度很慢，水口的磨损却很大，水口就应适当加高，通常宜选用单弧形，双斜边形或双弧形为好。

钢粘钻头的修整；由于钻头在钻进时逐渐磨损，水口越来越短或由于操作及掌握水量不当，唇部发生锥形喇叭状等异常变形的部分应加以割除，如长度磨损不高，唇口正常或变异甚微，则只需用手锤将唇口锤平即可，修整后的钻头唇面，要放在平板上进行检查，在钻头垂直于平板时，整个唇面应与平板吻合，否则钻进时不好踩砂。凡钻头水口高度不足 60mm，或已不满足下次钻进需要的，便不要再下入孔内，应重新开水口，钻头长度磨耗到 0.2m 时，便不能再用，因为太短了在钻进过程中钻粒会将岩心管下部丝扣磨损，容易发生事故。

3. **钢粒钻进的技术参数**

钢粒钻进的技术参数除钻压，转速、冲洗液量外，还包括投砂量，因此，在实际操作中，应根据孔径，设备能力等因素来合理选择技术参数，并优化参数间的配合，以较低的消耗获得较好的钻速，钻孔质量和较长的回次进尺。

(1)钻压

钢粒钻进中的钻头压力，对钻进效率影响很大。增大压力将使钻头唇面的弹性，塑性变形增大，从而增大了钻头和钢粒之间的结合力，有力克取孔底岩石。但钻压过大时，会引起钻杆折断，钻孔偏斜，甚至压扁压碎钢粒；钻压过小，钢粘则不能克取岩石，实际工作中应根据岩石可钻性，设备技术条件，钻孔情况，钢粒质量等因素综合考虑。

目前生产中所用的单位压力(指钻头底唇部单位面积上的压力)，可参考附表 7.3.3.1

钢粒钻头单位面积压力　　附表 7.3.3.1

岩石可钻性等级	Ⅴ	Ⅵ	Ⅶ	Ⅷ
钢粒钻头单位面积压力(MPa)	2.5～3	3.0～3.5	3.5～4.0	4.0～5.0

(2)转速

转速是构成破碎岩石的脉动冲击作用的一个重要因素，在设备技术况状和孔内正常的条件下，转速大意味着钢粒在孔底滚动的次数相应增加，即破碎岩石的机会增加，对于不同岩石，需要转速也不同，如在Ⅴ—Ⅵ级脆性岩石中加快转速，对提高效率是比较明显的，相反Ⅶ以上的坚硬岩石、硬度大、难破碎，在过大的转速下，孔底钢粒会过早破碎而失去破碎岩石的能力，对钻进不利。实际操作的转速，应根据钻进时的具体情况而定，如遇裂隙岩层，岩心完整性差，则转速应适当降低，总的原则是：钻头直径小；孔浅，钢粒质量好，粒径大，岩层比较完整以及钻压正常的，转速可以快些，钻头直径大，孔深，钢粒质量差，粒径小，岩层不很完整，转速应比较慢些；在裂隙发育的破碎地层，岩石采取率比较低，容易发生卡钻或钻孔偏斜，为提高取心质量和防止事故，甚至转速更要慢些。转速的选择要考虑机械能力，管材质量，孔径，孔深等因素，不同直径钻头的转速见附表 7.3.3.2。

不同直径钻头转速　　附表 7.3.3.2

转速(r/min) 钻头直径(mm) 岩石可钻性等级	75	91	110	130	150
Ⅴ—Ⅵ	290—350	240—280	190—230	160—190	140—160
Ⅶ—Ⅷ	240—290	190—240	150—190	130—160	110—140

(3)冲洗液量

目前钢粒钻进多使用清水或泥浆两种冲洗液，在地层完整，无松软坍塌和严重掉块的条件下，应尽量采用清水钻进(作业名称为“钢粒水钻”)，迂风化破碎，易坍塌掉块等复杂地层时，可采用泥浆钻进(作业名称为“钢粒泥浆”)

钢粒钻进中正确地掌握泵量是很重要的。冲洗液量的大小不仅关系到排除岩粉，保证孔底清洁，而且对钢粒的分选和更新，以及在钻头底唇下的合理分布有很大影响，冲洗液量过大，冲洗孔底是干净，但可能冲走未失效的钢粒，极易造成卡钻。并严重破坏了孔底工作状态，而且还会导致钻具上浮力增大，降低了孔底压力，对要求钻压较大的钻进极为不利。冲洗液量过小，会使钢粒和岩粉在孔底堆积，增大钻头的转动阻力，克取岩石能力降低，同时钢粒和钻头的消耗也随之增加。

冲洗 液量的大小，主要根据钻头直径，钢粒大小、水口面积投砂量等因素决定，总的原则是：使失去效用的铁末和产生的岩粉能及时冲出孔外，而完整的有克取能力的钢粒又要能留在孔底，不致被冲起，只有维持这种状态，才能发挥钢粒的钻进作用，保证安全，提高效率。

正常情况下冲洗液量可参照附表 7.3.3.3

钢粒钻进冲洗液量　　附表 7.3.3.3

钻头直径(mm) / 冲洗液量(L/min) / 冲洗液类别	75		91		110		130		150	
	回次初	回次末	回次初	回次末	回次初	回次末	回次初	回次末	回次初	回次末
泥浆	23—30	15—23	27—36	18—27	33—44	22—33	39—52	26—39	45—60	30—45
清水	30—38	23—30	36—45	27—36	44—55	33—44	52—65	39—52	60—75	45—60

每次钻进过程中，由于钢粒及钻头不断磨损和钻头水口的变

化，必须注意将水量分次调小，方能使全部钢粒充分发挥作用，经验证明：每回次钻进调小2—3次，每40～60min调小一次，每次调小量以降5升左右为宜，频繁调小水量或调小过早过晚，均会影响钻进效率。

(4)投砂方法及投砂量

投砂方法有一次投砂法，结合投砂法和连续投砂法三种一次投砂法是将一个回次钻进所需钢粒数量一次投入孔内，(要用漏斗从钻杆内，敲击投入)，一次投砂法，现场使用较多，操作简便省时省力，在相当长的时间内不需再投砂，由于孔底钢粒较多，在技术上容易掌握，只要适时地提动钻具和调节水量，可以有较高的钻进效率，使用这种方法，只要供水量适当孔径比较整齐光滑，岩心也不会产生忽粗忽细现象，而且不易卡钻。

结合投砂法(也称分批投砂法)，是将一个回次钻进所需钢粒，先投入60%左右，钻进一段时间后，将余下的40%分1—2次补入孔内，此种方法操作麻烦。

连续投砂法是通过设置在冲洗液开关处的投砂器，使钢粒能随高压冲洗液不断地送入孔底，但投砂器工作往往不可靠，送砂时多时少，现场采用不多。

钢粒钻进时，要合理掌握回次进尺(钻程)、根据钢粒钻进的工作原理和钢粒在孔底的磨损情况，钻进效率的规律是：由低到高直线上升，以后则进尺逐渐稳定，到最后效率逐渐下降，这时应及时起钻了。

投砂量就是回次钻进投到孔底的钢粒量，投砂量多少对钻进效率和钻孔质量影响很大。投砂量过多，使钢粒和钻头磨耗增加，不仅影响效率，浪费材料，而且钻孔易发生较大的偏斜，岩心采取率也要降低；投砂量过少，由于钢粒很快磨完，使回次进尺减少，另外岩心底端变粗容易堵塞。一般坚硬岩石钻进时，投砂(钢粒)量应多些，岩石较软，则适当减少投砂量；在裂隙发育和破碎地层钻进时亦适当增加投砂量，大口径钻孔应比小口径钻孔的投砂量多。

在压力和钻速一定的条件下，应根据钢粒质量、钻头直径、岩石性质及予计回次进尺时间和上回次孔内残留钢粒等因素来确定，一次投砂法的投砂量见附表 7.3.3.4

钢粒钻进一次投砂量　　附表 7.3.3.4

钻头直径(mm)	75	91	110	130	150
投砂量(kg)	2—3	3—5	4—6	5—7	6—8

4. **钢粒钻进，技术参数的分析**

钢粒钻进各技术参数在钻进过程中是相互配合，相互影响的，技术参数的选择，既要提高效率，又要保证质量，不能只注意某一规程参数，而忽视其他参数，采用的技术参数是否合理适宜，可以通过钻头磨损，岩心变化，钻粉粗细及有关情况进行分析判断，及时进行调整。

(1)钻头磨损分析

钢粒钻进每一回次都要仔细观察和研究钻头磨损情况，以便确定下一回次的操作方法和技术参数。

a. 钻头正常磨损，其唇面是圆弧形，麻痕均匀地分布在钻头唇面上，说明投砂量与送水量控制合适，见图 7—3—4(a)

b. 钻头唇面光滑、没有麻痕。说明孔底没有钢粒或钢粒少，水量大、钻头与岩石直接接触研磨，见图 7—3—4(b)。

c. 钻头底端内周向外微胀，里面磨成喇叭筒形，底面光滑没有麻痕、说明冲洗液量过大(泵量过大)，钻头底面内周没有钢粒，直接与岩心较长时间磨擦造成，见图 7—3—4(c)

d. 钻头下端呈锥形，底端外周向内收拢、锥面光滑、说明冲洗液过小(泵量过小)，钻头外侧与钢粒及钢粒粉、岩粉磨擦造成，见图 7—3—4(d)

e. 钻头水口上面有涡坑，说明孔底钢粒过多，而送水量偏小，冲洗液从水口流出时，不能清除孔底钻粉。(岩粉及铁屑)见图

7—3—4(e)

f. 钻头底面有凹沟，说明孔底岩石软硬不均，而孔底钢粒又过少或孔底存有硬质合金碎块，将钻头底面磨成一条凹沟见图7—3—4(f)。

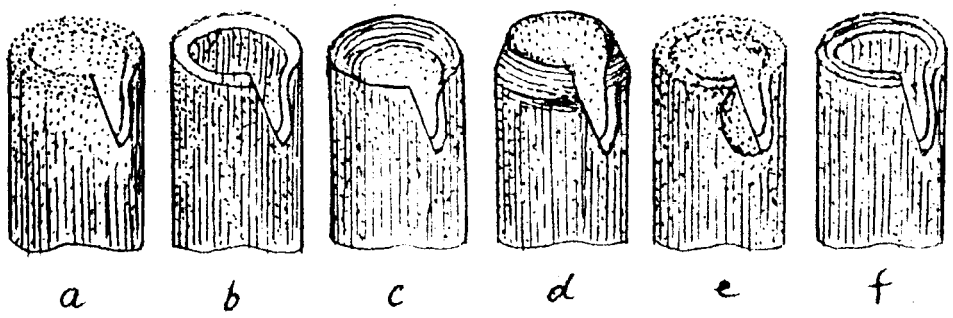


图 7.3.4 钢粒钻头磨损情况示意图

(2)岩心和钻具与给水量关系的分析，见附表 7.3.4.2

岩心和钻具与给水量关系　　表 7.3.4.2

水量异常情况	存在现象	原因分析
水量不足	(1)岩心直径太小 (2)钻头唇部磨成锥形见图 7—3—4(d) (3)取粉管内钻粉很少颗粒又细。 (4)孔内有“呼隆、呼隆”声钻具回转阻力增加，不进尺	(1)钻头内壁集存钢粒太多。 (2)钻头外侧无钢粒。 (3)水量小、冲不起钻粉或粗颗粒岩粉。 (4)孔底钢粒多，而水量少。
水量太大	(1)沉淀管内岩粉颗粒大甚至还有未失效的完整钢粒，而且数量不少。 (2)岩心管外部磨损麻痕超过 1—2 米高度，(正常麻痕高度为 0.8～0.9m。) (3)岩心直径过大，在钻头内塞住堵死，或钻头唇口磨成喇叭形。	1. 水量过大 2. 钢粒过多，水量过大。 3. 水量大，钢粒冲到钻头外侧，钻头内无钢粒。
水量忽大忽小	沉淀管内岩粉有明显分层现象 岩心忽粗忽细、直径不一致。	水量大岩粉粗，水量小岩粉细。 钻头内沿钢粒受水量大小影响时少，时多。

5. **钢粒钻进注意事项**

(1)钢粒钻进时,粗径钻具(岩心管)必须带有沉淀管,长度不小于1.5m,回次钻进终了时(提钻前),要彻底冲孔。

(2)除残留岩心外,孔底岩粉不得超过0.4m,超过时应及时捞取。

(3)钢粒泥浆钻进时,泥浆质量必须合乎标准,比重1.15～1.3,粘度不超过25秒。

(4)卡取岩心前的钻进、可增大水量,增大岩心直径,然后下卡料卡取岩心,以防岩心脱落。

(5)在岩心可钻性、钻孔直径相同的情况下,当钻进规律掌握以后,每个班的投砂方法,投砂量,钻进技术参数等应基本保持一致。

(6)每个回次提钻后,必须严格检查岩心管与钻头,观察钻头唇面的磨损情况和取出岩粉和岩心的形态以及实际操作中的感觉,进行分析,合理掌握钻压、钻速、泵量、投砂量等技术参数,获得较高的钻速、较长的进尺和较小的钢粒消耗。

(7)需要下套管时,应先用小一级钻具,钻进2—3米后,再下套管并注意所用粗径钻具不得伸入套管内,防止事故发生。

(8)下套管后开始钻进或由合金钻进改换钢粒钻进时,应适当减少泵量和投砂量。

(9)由钢粒钻进改换合金钻进、换前要停止投钢粒,将剩余钢粒全部磨耗掉,若孔内仍有残留碎钢粒,应用旧钻头,消灭孔底钢粒,必要时下取粉管专门进行彻底清孔,确定孔底干净后,再使用新钻头,硬质合金钻进换钢粒钻进时,残留岩心要取净,首次投砂量不超过0.5公斤,钻速每分钟120转以内,压力为正常进尺压力的1/2或2/3,泵量减少到每分钟12—18升,当进尺超过粗径钻具长度后,可采用正常技术参数,防止卡钻。

(10)钻进过程中,应根据孔内情况、适当提动钻具和改变冲洗液量(操作时要轻提快放,产生蹲击作用,造成岩石损伤),以保证

钻头唇面有一定数量的钢粒。

(11)采用结合投砂法时,在投入钢粒前,应将钻具提起0.5m,以上。

(12)在钻进过程中,如水泵发生故障,应立即将钻具提到安全孔段后,再修复水泵。

(13)钻进软硬互层地层时,必须灵活掌握钻压,注意在变层时不加压或稍降压,同时不随便换人操作,以免发生孔斜。

(14)在松软地层中钻进时,要控制压力,不能盲目加压,求进尺。

(四)动力触探

动力触探是把装在探杆上的探头,用一定的落锤能量打入土中,根据贯入度,锤击数或探头单位面积动阻力,探测土层性质确定土的各项设计参数的一种原位测试方法。动力触探设备根据冲击能量的大小,既根据锤重,落距和锥体截面积分为轻型、重型、超重型三种。

轻型动探:适用于一般粘性土、粘性素填土及新近堆积的黄土。

重型动探:适用于一般粘性土、老粘土、砂类土和碎石类土。

超重型动探:适用于碎石类土。

1. **轻型动探(亦称钎探)N_{10}**

轻型动探贯入能量小,只适用于一般粘性土,粘性素填土,贯入深度只有4～5m,它具有轻便,灵活的特点,对荷重不大的建筑物勘察非常实用。

(1)轻型动探设备的构造:(见图7—4—1)

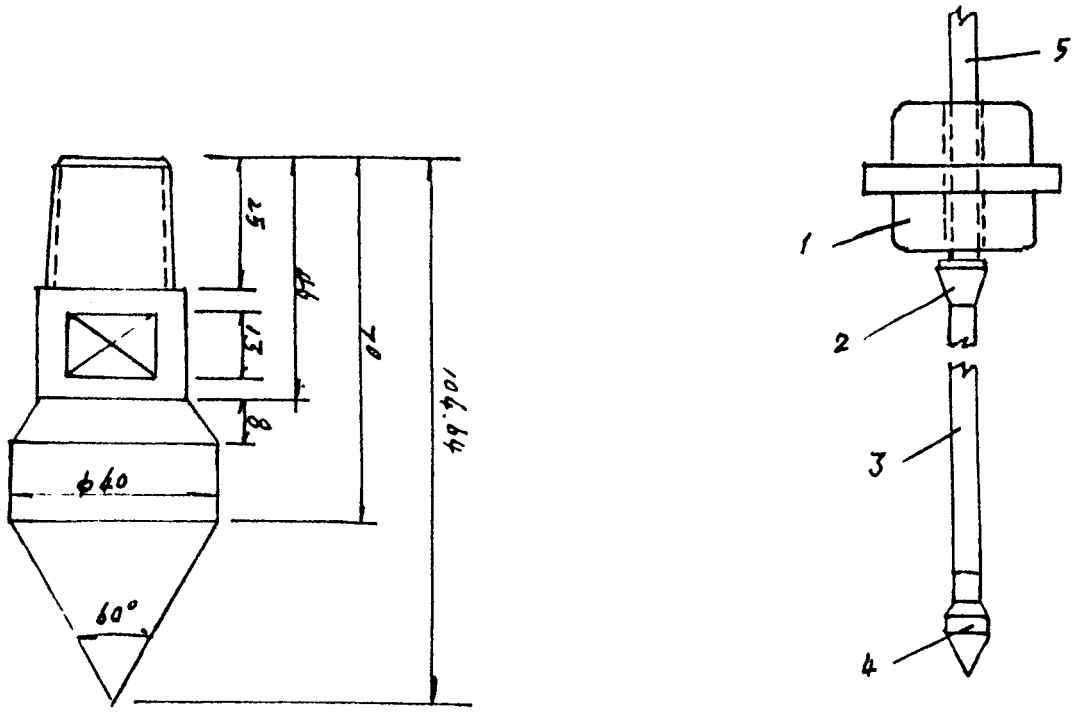


图 7—4—1　轻型动探全套设备

①空心锤　②锤垫　③探杆　④探头　⑤导杆

(2)轻型动探指标：

穿心锤 10 公斤，落距 50cm，探杆直径 25mm(长 1～1.5 米)，N_{10}—每贯入土中 30cm 的锤击数称为触探击数。

(3)操作要点：

a. 从地面开始或先用轻便钻具钻至试验土层标高处，然后对试验土层连续进行触探。

b. 试验时落距采用 50cm 穿心锤自由落下，将探杆竖直打入土中记录每打入土层 30cm 的锤击数即为 N_{10}，当贯入 30cm 所需锤击数超过 90 击或贯入 15cm 超过 45 击时，作业可停止，如需对下卧层继续测试，可用钻探方法穿透坚实土层后再进行钎探。(可用“轻型动力触探成果表”进行记录，见后表)。

c. 进行动力触探作业时，应保持重锤沿导杆自由下落，锤击频率每分钟 15～30 击。

d. 本试验一般用于贯入深度小于 4m 的土层，大于 4m 时要修正。

轻型动力触探成果

孔号　　里程　　工程名称　　标高　　水位

实测数据		N_{10}锤击数及曲线图	地层名称	承载力 Kpa
深度(H)	击数	10 20 30 40 50		
.0～0.3				
0.3～0.6				
0.6～0.9				
0.9～1.2				
1.2～1.5				
1.5～1.8				
1.8～2.1				
2.1～2.4				
2.4～2.7				
2.7～3.0				
3.0～3.3				
3.3～3.6				
3.6～3.9				
3.9～4.2				
4.2～4.5				
4.5～4.8				
4.8～5.1				
5.1～5.4				
5.4～5.7				
5.7～6.0				
备注				

610，1970

21：91—229　　签定者　　复核者　　年　　月　　日　勘探

2. **重型动探 $N_{63.5}$**

目前我们常用的重型动力触探设备是重型 $N_{63.5}$，一般用于砂类土和碎石类土。

(1)探头构造(见图 7—4—2)

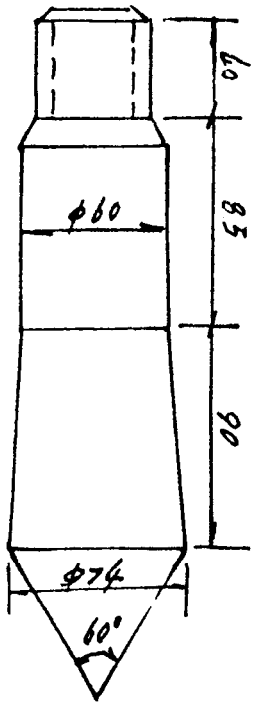


图 7—4—2 重型动探($N_{63.5}$)探头(单位 mm)

(2)触探指标：

穿心锤重 63.5kg，落距 76cm，探杆直径 42mm，$N_{63.5}$—为每贯入土中 10cm 相应锤击数。

(3)当探杆长度大于 2m 时，锤击数应进行修正。

(4)操作要点：

a 贯入前触探架应安装平稳，保证触探杆垂直，试验时从地面连续贯入。

b 贯入时，除了及时记录贯入深度外，对触探锤击数有下列两

种量读方法：

b－1、记录一阵击的贯入量及相应的贯入量及相应的锤击数(一般5击为一阵击)土较松软时应少于5击。

b－2、当土层较密实时(5击贯入量小于5cm时)，可直接记录每贯入10cm所需的锤击数。

(记录用动力触探记录表见后表)

3. **特重型动探(N_{120})**

特重型动探探头几何尺寸外形同重型($N_{63.5}$)探头。

(1)触探指标：

穿心锤120kg，落距100cm，探杆直径φ50～63mm，N_{120}—为每贯入土中10cm的锤击数。

(2)操作要点同重型($N_{63.5}$)记录用动力触探记录表

4. **动力触探的有关规定**

(1)落锤方式除按有关要求进行外，一般都为自由落锤，锤击频率为每分钟15～30击。

(2)在钻孔内某深度进行动探时，应进行清孔，保证孔底土层不受扰动，尤其是在地下水位以下，应控制孔底涌升，保证动探测试的正常进行。

(3)测试所用各部件，连接必须牢固，以利安全和正常使用。

(4)测试用具进入孔内时，不得冲击孔底或压入孔底要缓慢地放落孔底。

(5)锤座至孔口或距导向架顶面的距离不得超过1.5m。

(6)打入时，要求探杆保持垂直，避免摇晃，在打入过程中提升重锤时速度不宜过快。

(7)锤击时应及时记录深度和按有关规定要求记录一阵击的次数。

(8)当打入过程中遇下列情况应及时在备注中记录：

a.打入间断原因和时间

b.落锤回弹量

c. 探杆及导杆偏斜度

d. 各接头紧固情况及其它异常情况。

(9)使用动力触探试验测试地基土容许承载力及物理力学指标时，有效测试深度如下所列；当在试坑或孔内进行时，其深度可适当加深，但不得超过规定深度的二分之一

a. 轻型动探不大于 4 米。

b. 重型动探不大于 16 米。

c. 特重型动探不大于 20 米。

(10)在钻孔内进行重型或特重型动力触探时，当钻孔孔径大于 90 毫米，孔深大于 3 米时，可下小于或等于 90 毫米的孔壁管或用松土回填钻孔，以减小探杆径向晃动。

(11)动力触探设备磨损程度超过下列规定者应予以修复和更换。

a. 探头允许磨损量：直径磨损不得大于 2 毫米；锤尖高度磨损不得大于 5 毫米。

b. 每节探杆非直线偏差不得大于 6%。

c. 重、超重型重锤重量误差超过规定数值(±0.2，±0.5 公斤)时，必须调正达到标准值。

动 力 触 探 记 录 表

工程名称_____里程_____孔号_____

孔口标高_____水位标高_____动探类型_____

试验日期_____年_____月_____日

深度 (m)	贯入 10cm 的锤击数	每阵击贯入深度 (cm)	每阵击的锤击数	探杆长度 (m)	探杆长度修正 N＝∞.N	分层平均击数	基本承载力	备注

记录：　　整理：

(五)挖探及浅孔简易勘探

1. 坑探:(槽探)

(1)一般地层挖掘深度大于2米时,需根据土质及水文地质情况进行支撑加固工作,当地层松散,坑壁不稳定时,必须进行支撑。

(2)一般地层采用0.8～1.0米×1.0～1.5米长方形试坑,密实地层可采用园形试坑,其直径为1.0～1.2米。

(3)挖探中,遇有漂石块石,冻结层或胶结层,可采用爆破法开挖,但需要取样或做载荷试验的试坑,不得采用爆破法开挖。

(4)支撑材料应根据坑壁的稳定情况而定,支撑木应有韧性,通常以松木,杉木为宜,其尺寸如下:

木板:厚度不少于2.5cm。

园木:尾径不少于10cm。

方木:截面为10×10cm特殊情况可酌情增大。

(5)支撑用的扒钉,其长度不得少于15cm,钉入部分不得小于5cm,扒钉直径不得小于0.8cm。

(6)坑壁的加固方法,一种是框架箱板式,一种是框架箱板及框架混合式,或采用全框架式。

坑探作业:

(1)坑探作业必须在保证人身安全的情况下进行,工作人员必须戴安全帽,并做好工具材料的准备工作。

(2)挖掘过程中,应保持坑壁平顺,坑壁应挖踏步,或用绳梯,坑壁不得过分凸出或凹进,影响坑壁稳定,造成坍塌或掉块。

(3)提土所用绳索直径不得小于1.5cm,与提土桶(筐)的连接应牢固,腐朽的或磨损过度的绳索不得使用。

(4)平坦地段,弃土距坑口不少于1.0米,其高度不得超过1.5米。

(5)在斜坡上坑探,如上方坑探弃土影响下方坑探作业时,应先挖下方试坑,禁止上下两坑同时开挖,坑探时,弃土不得堆于坑的上方,并经常注意上方边坡的稳定性,必要时应设栅栏等安全措

施阻挡滚石。

(6)坑探能直接观察地质情况，详细了解岩性和分界线，利用坑探能取出接近实际的原状结构土样，因此需要记录者认真作好此项工作，用“简易勘探日志”进行记录，(见简易勘探日志)地层描述按本手册岩性描述内容及要求进行。

(7)槽探与坑探都是挖掘工作，槽探一般适用于了解地质构造线，破碎带宽度，不同地层岩性的分界线，岩脉宽度及其延伸方向等。槽探的挖掘深度较浅，一般不大于 2 米，其长度根据所了解的地质条件和需要决定，底宽一般为 0.6～0.8 米，两壁坡度按土质和深度而定。

2. 浅孔简易勘探：

在地质情况简单的地层中，进行一般性勘探工作，可用轻型螺纹钻，洛阳铲等简易方法进行。

(1)轻型螺纹钻

轻型螺纹钻，适用于钻进粘土类地层，在有地下水的松软地层开挖试坑洛阳铲无法进行时，亦可采用轻型螺纹钻钻进，使用 φ38～50 毫米的螺纹钻头连接 φ25 毫米，长 1.0 米的钻杆，深度可达 6—8 米。

轻型螺纹钻作业。

a. 在松软土壤中，每钻进 15—20 厘米后，必须提钻清理钻头岩心，并鉴定岩性，进行记录描述，(简易钻探日志记录)

b. 在硬塑土层中，每钻进 3—5 厘米就要将钻具往上提动，再继续钻进，四次进出以 10—15 厘米为宜。

c. 轻型螺纹钻只能施转钻进，禁止用任何物件往下击打，钻进时应保持钻孔垂直，以避免钻进和提钻困难。

d. 钻进及提钻过程中，都不能反转钻具，若必须反转时，反转限度不能超过半圈，同时，于反转后，立即正转一圈，以免钻具松脱。

(2)洛阳铲：

洛阳铲适用于没有较多碎石的非饱和土层洛阳铲木柄长2米，直径以手握方便为宜（3—3.5厘米）尾端设孔，以便加深时栓系绳索，木质以顺直的具有韧性强的木杆为宜。

a. 开孔要端正垂直

b. 铲进时，用力应适当，否则起拔时费力或捞取样品不易取出，并及时对岩心进行鉴定，随时记录（用“简易勘探日志记录”）

c. 经常检查洛阳铲和木柄连接是否牢固完好，以防脱落或用力过猛而折断。

3. 简易勘探日志记录摸拟样板

简易勘探日志

(75)三设表061

铁道部第三勘测设计院　　第勘测分院　第五勘测设计队

津浦线济秦段　　里程位置 DK150+100右 2m

编号 S-1　　工程名称 路基

坑(孔)口高度比 $\frac{+100}{\text{低}}$ 高 0.2 m　　坑(孔)口标高

初见水位 无　　稳定水位 无 99年 8 月 10 日

深　度	岩层名称及特征	取样深度 (m)	承载力 t/m²	备　注
0~1.5m	粉质粘土、黄褐色、硬塑状、表层0.3m含植物根，夹杂少量的砂粒	原：（1.0m）		
1.5~1.7m	花岗片麻岩、风化严重，呈碎块状，用镐可掘进，1.7m以下掘进困难，岩体矿物失去光泽，颜色暗淡。			

记录者 任真　　地质人员 何查

附录八、水文地质试验

(一)提水试验

提水试验在供水与排水水文地质工作中应用广泛，它适用于浅孔，出水量少，或为取得概略性水文地质资料的钻孔。

提水试验应按以下步骤工作：

1. 提水前准确记录初见和稳定水位，并根据含水层孔壁情况，下入适当滤水管，然后洗孔排净沉淀物，准确测量稳定水位，确定落程深度，并按提(抽)水试验记录表做好有关记录。

2. 提水工具，可选用适当直径的有阀管钻或管钻下部接元宝接头内放钢珠做提筒或专用提水筒，阀门应严密，不能漏水，并计算出管钻提水筒容积，利用钻机升降机或人力提水。

3. 为了操作便利和保证落程深度准确，应自底阀丈量提水管和绳索长度，在相当于落程深度处作出标识。提水试验一般要求做二个落程降深，每次降深之差不应小于 1 米，最大降深不超过孔内水柱二分之一。

4. 做提水试验时，要连续进行，中间不能间断，工作人员要相互配合一致，在未达到落程深度时，单位时间内水位，水量也要做好记录。(称为试提记录)，在此过程中应根据孔内涌水量的大少而决定提水的操作：孔内水量大，水位上升快，可采用适当加长提筒长度或提高提水频率，加快提水；孔内水量小，水位上升慢，可适当缩小提筒容积或缓慢提水，原则是提水后，孔内水位应保持在动水位深度(落程)附近。(见提(抽)水试验记录表 X 部分)

5. 当提水到落程深度时，提水试验转为正式提水过程，提水试验观测时间，一般开始时，每隔 5……10……15……分钟进行观测(根据水量大小和水位稳定情况决定间隔时间和次数)以后每隔 30 分钟观测一次水位，同时测定出水量。其延续的时间无特殊要

求时，应在水位出水量相对稳定后提水 4—6 小时。(见提(抽)水试验记录表 Y 部分)

6. 水位出水量相对稳定标准，每隔 30 分钟测定一次水位，并计算出水量，当水位被动在±10cm 范围内，出水量波动在±10%范围内，即既为稳定。

7. 第一落程完成后，可继续作第二、第三落程的提水试验工作，其工作过程与第一落程工作相同。

8. 提水结束后，应立即做恢复水位观测工作，观测时间为 5、10、15、30…分钟并做好相应的时间和水位记录，直至达到接近原稳定水位时停止。(见提(抽)水试验记录表中恢复水位观测部分)

9. 提水试验成功与否，可及时绘制 Q=f(s)曲线图，检查有无反常现象，发现反常情况，立即进行纠正或重新试验(见图 8—1 Q=f(s)曲线图)

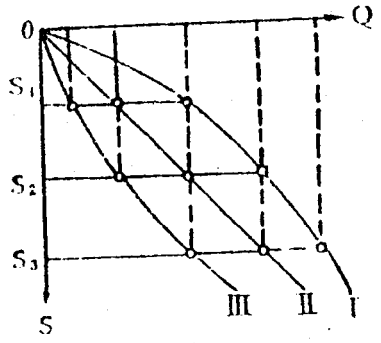


图 8—1 Q=f(s) 曲线

Ⅰ—潜水涌水曲线

Ⅱ—承压水涌水曲线

Ⅲ—试验不正确时得到的曲线

S—水位　　Q—流量

提(抽)水试验记录表(实例)

京秦线 狼秦段 定测　　气温　　水温

工程名称	地下水路堑	钻孔编号	ZD-688	钻孔里程	ZD262+127 右3.0米	孔口标高	52.60
终孔直径	108	套管直径	127	过滤器直径		提水管容量(升)	17.2
		加固深度	3.0米	安装位置			
孔深	14.6	初见水位	2.60	稳定水位	2.10	落程	S=3.04	稳定时间	5:30

日期	提(抽)水试验观测								恢复水位观测		
	起、止时间	间隔(t)	水量(管)	水位(m)	起、止时间	间隔(t)	水量(管)	水位(m)	时间(t)	间隔(t)	水位(m)
	8: 20'			2. 10	35'	10'	1	5. 16	14: 35'		5. 10
	连	续	提	水	45'	10'	1	5. 17	37'	2'	5. 00
					55'	10'	1	5. 18	39'	2'	4. 78
	8: 35'	15'	4	5. 70	12: 05'	10'	1	5. 14	41'	2'	4. 53
	45'	10'	1	5. 30	15'	10'	1	5. 15	43'	2'	4. 40
	55'	10'	1	5. 00	25'	10'	1	5. 16	45'	2'	4. 20
	9: 05'	10'	1	5. 06	35'	10'	1	5. 17	50'	5'	3. 58
	15'	10'	1	5. 08	45'	10'	1	5. 12	55'	5'	3. 20
	25'	10'	1	5. 10	55'	10'	1	5. 15	15: 00	5'	3. 00
	35'	10'	1	5. 12	13: 05'	10'	1	5. 10	05'	5'	2. 65
	45'	10'	1	5. 20	35'	30'	3	5. 12	15'	10'	2. 35
	55'	10'	1	5. 20	14: 05'	30'	3	5. 10	25'	10'	2. 29
	10: 05'	10'	1	5. 17	35'	30'	3	5. 10	35'	10'	2. 22
	15'	10'	1	5. 18					45'	10'	2. 18
	25'	10'	1	5. 20	提	水	结	束	16: 15'	30'	2. 14
	35'	10'	1	5. 18					45'	30'	2. 10
	45'	10'	1	5. 20							
	55'	10'	1	5. 17					恢复	水位	结束
	11: 05'	10'	1	5. 19							
	15'	10'	1	5. 10							
	25'	10'	1	5. 14							
备注											

X

Y

队别: 一队　钻探技术人员: 简查　机长: 柯靠　班长: 柯信　记录员: 任真

提(抽)水试验记录表

线　　段　　测　　气温　　水温

工程名称		钻孔编号		钻孔里程		孔口标高	
终孔直径		套管直径 加固深度		过滤器直径 安装位置		提水管容量(升)	
孔深		初见水位		稳定水位		落程		稳定时间	

日期	提(抽)水试验观测								恢复水位观测		
	起、止时间	间隔(t)	水量(管)	水位(m)	起、止时间	间隔(t)	水量(管)	水位(m)	时间(t)	间隔(t)	水位(m)

(二)抽水试验

铁路工程地质，水文地质勘测中所抽水试验主要目的是查明地下水储量和水位的升降变化，从而阐明含水层的渗透系数，影响半径及降落漏斗的大少形状以及其他有害水质的排除等问题，为供水水源和排水设计提供可靠依据，抽水试验适用于深孔水量较大的钻孔。

1. 抽水设备的选择

根据静止水位深度，予计动水位下降和所求涌水量情况可采用以下设备。

(1)**浅孔抽水设备**：地下水在 4m 以内，设计动水位距孔口距离不超过 6.5m，按水量大小，可选用单级离心泵，往复式水泵等进行。也可在孔口附近下挖，降低泵的位置。

(2)**深孔抽水设备**：动水位超过浅水泵能力(吸程)可按涌水量大小要求；抽水延续时间及钻孔的深度、孔径大小等情况选用空压机抽水、射流泵、潜水泵等。

(3)**过滤管和滤料的选择**：过滤管(或叫花管)的作用是抽水时滤水，保护孔壁。滤料的作用是防止含水层砂粒进入过滤管内。钻孔下入过滤管长度取决于含水层厚度，颗粒组成，过滤管直径等因素。一般当含水层厚度在 15m 以内，按各含水层累计厚度计算过滤管长度。当含水层厚度超过 30m 时过滤管长度采用 20—30m。滤料应选择岩性坚硬，浑园度软好的石英砂和硅化质砾石。过滤管及滤料的选择参见附表 8.2.1、8.2.1(1)、8.2.1(2)

过 滤 管 选 择

表 8.2.1

含水层		适用的过滤管类型
基岩	溶洞裂隙发育但不破碎的基岩	不安装过滤管
	比较破碎但不含泥砂的基岩	圆孔和条孔状骨架过滤管
	溶洞内含泥砂的基岩	粗砾贴砾过滤管、填粒过滤管
松散层	卵石层、砾石层	缠丝过滤管、填粒过滤管
	粗砂、中砂	缠丝过滤管、包网过滤管或填粒过滤管
	细砂	填粒过滤管
	粉砂	填粒过滤管、深井采用笼状填粒过滤管

注：①填粒过滤管的填粒规格、缠丝间距应符合附表 8.2.1(1)、8.2.1(2)；

②观测孔宜采用包网过滤管。

过滤器的类型及适用范围

附表 8.2.1(1)

类型	结构特点	适用范围	附注
孔状过滤器	一般用套管或钢管打上园孔制成，孔眼按等边或等腰三角形排列，孔径 10—20 毫米，孔隙率 20—25%	坚硬而不稳定的裂隙岩层，碎石卵石层(其主要粒度为 10～100 毫米大于 50%)的含水层	
缝状过滤器	用套管或钢管打成长方形孔眼(缝)制成，两孔间距约 20 毫米，孔眼宽约 1～2 毫米长约 50 毫米，孔隙率可达 25～30%	粒度 1～10 毫米的粗砂，砾砂及砾石土，而主要粒度为 2—5 毫米大于 50%的含水层	
网状过滤器	用孔状或缝状过滤器作骨架包以铜丝网，铁丝网，塑料或玻璃丝网，在骨架上网的下面焊以垫条，网的外面有时还焊以保护丝。(见图 8—2—1)网有平织的，斜织的及方形的	平织的网状过滤器较适于 0.5～1 毫米(大于 50%)的粗砂，斜织的及方形的网状过滤器较适于 1～2 毫米(大于 50%)的粗砂含水层	眼孔据水的度况经含层粒情选定

过滤器的类型及适用范围

续表 8.2.1(1)

类型	结构特点	适用范围	附注
缠丝过滤器	用梯形扁形或园形的金属丝缠绕在孔状或缝状过滤器垫条上制成，其中以梯形金属丝最佳。金属丝的直径一般为 2～3 毫米，间隙根据岩石颗粒直径决定。缠丝过滤器有带骨架的和不带骨架的，不带骨架的是用两段短套管及垫条焊接而成，造价不高，但不好起拔，缠丝过滤器使用效果较网状过滤器良好。	粒度在 2—10 毫米的砾石土含水层中，在特别细粒岩层中，有时常与网状过滤器联合使用。	
砾石过滤器	以孔状或缝状过滤器为骨架(在特别细粒岩层中也有以缠丝或较粗网状过滤器为骨架)将骨架放入钻孔中，并在骨架与孔壁的环状间隙中投填砾石而成。孔壁与骨架间的环状间隙应大于 5 厘米，砾石应过筛分选，其直径应大于含水层机械成分的某一百分数的颗粒直径，(见表 8.2.1(2))投砾石时，将套管逐段拔起，使投填的砾石在管外形成一层人工滤水层。	常用于中砂，细砂、粉砂含水层中，为了加大透水能力，有时可使用双层砾石投填法	双层石填应投外后填层填石径近孔愈颗愈粒小。砾投法，先填层投内投砾直靠钻壁近，

滤料填粒直径一般要求

表 8.2.1(2)

含水岩层	含水层颗粒含量		投填滤料直径（毫米）
	直径(毫米)	数量(%)	
粗　砂	2—1	80	10～8
	1.0—0.5	60	5～4
中　砂	0.5—0.25	50	2.5～2.0
粉、细砂及砂粘土	0.25～0.05	30～40	1.0～0.5

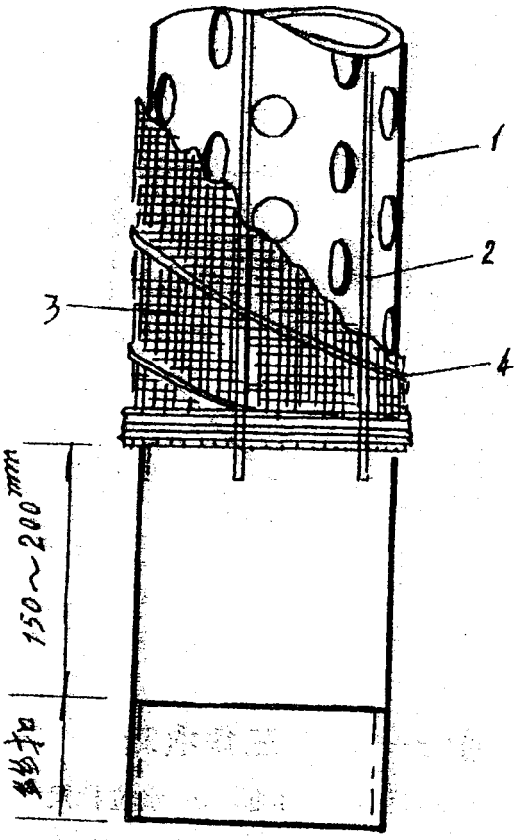


图 8—2—1

网状过滤器

1—骨架　2—垫条　3—网　4—保护丝

(4)流量计：

现就直角三角堰为流量计，介绍如下：直角三角堰的形状制作如图 8—2—2，三角堰口为 90 度，堰口高 35 厘米，堰箱长 2 米，宽 1 米、高 0.8 米。堰箱内设有挡水板使水面平稳，堰口旁有带刻度的标尺，用以观测水位高度，抽水时孔内水首先注入堰箱，再经堰口流出，测量水量就是观赏水流经过堰口时的高度 H，然后按公式 $Q=CH^2\sqrt{H}$ 计算出水量。

Q＝流量(公升/秒)

H＝堰口水位(厘米)

C—系数常用 0.014

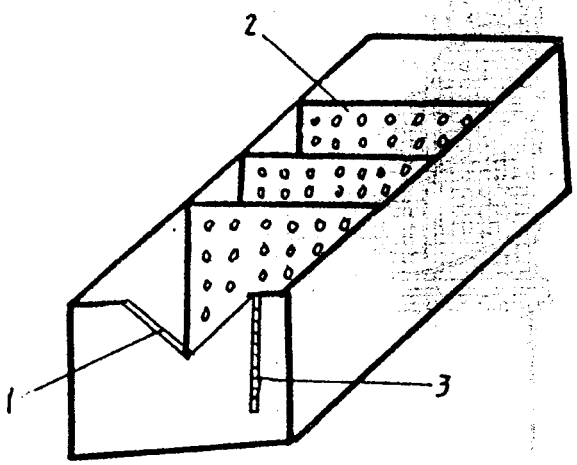


图 8—2—2 三角堰箱

1. 三角堰口　2. 挡水板　3. 水位标尺

为了使出水量计算准确，必须做到以下几点：

① 堰箱必须安装得周整，水平，堰口要垂直，水流应垂直堰口而过，溢出水流应以跌水形式流出堰口。

② 水堰箱的刃口厚度不应大于 1 毫米，应呈 60 度角，其坡面应位于跌落水头的方向。

③ 水位标尺零点应与堰口下端在同一水平面上，如有误差，读数要修正。为了求出水量方便，可根据上述公式，按不同 H 值，绘制三角堰水头高度与流量换算表如附表 8.2.1.4 形式。

三　角　堰　流　量　表

附表 8.2.1.4

流量(升/秒) H(厘米) / 水头高度H(厘米)	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
0	0.000	0.00043	0.00047	0.00069	0.00147	0.00248	0.00390	0.00574	0.00801	0.0108
1	0.014	0.018	0.022	0.026	0.032	0.039	0.045	0.052	0.061	0.070
2	0.079	0.089	0.101	0.112	0.125	0.138	0.153	0.168	0.184	0.201
3	0.213	0.237	0.257	0.277	0.298	0.319	0.344	0.369	0.394	0.421
4	0.448	0.477	0.506	0.537	0.569	0.601	0.635	0.671	0.707	0.744
5	0.783	0.822	0.863	0.905	0.949	0.993	1.039	1.086	1.135	1.184
6	1.235	1.287	1.340	1.395	1.451	1.508	1.567	1.627	1.688	1.751
7	1.815	1.881	1.947	2.016	2.085	2.177	2.229	2.304	2.379	2.456
8	2.534	2.614	2.696	2.779	2.863	2.949	3.036	3.126	3.216	3.308
9	3.402	3.497	3.548	3.693	3.783	3.894	3.998	4.103	4.210	4.318
10	4.427	4.539	4.652	4.767	4.881	5.001	5.112	5.243	5.366	5.492
11	5.619	5.747	5.877	6.010	6.143	6.279	6.416	6.556	6.696	6.893
12	6.983	7.131	7.278	7.429	7.580	7.764	7.890	8.047	8.207	8.368
13	8.531	8.696	8.863	9.031	9.202	9.375	9.459	9.726	9.905	10.08
14	10.27	10.45	10.64	10.83	11.02	11.21	11.40	11.60	11.80	11.99
15	12.20	12.40	12.61	12.82	13.03	13.24	13.46	13.67	13.89	14.11
16	14.34	14.56	14.79	14.99	15.25	15.48	15.72	15.96	16.20	16.44
17	16.68	16.94	17.16	17.43	17.68	17.94	18.19	18.45	18.72	18.98

2. **空压机抽水风管、出水管的安装方法：**

风管、出水管按装有同心式和并列式，同心式适用小口径钻孔抽水，并列式适用大口径钻孔抽水，其安装方法可参见图 8—2—3。

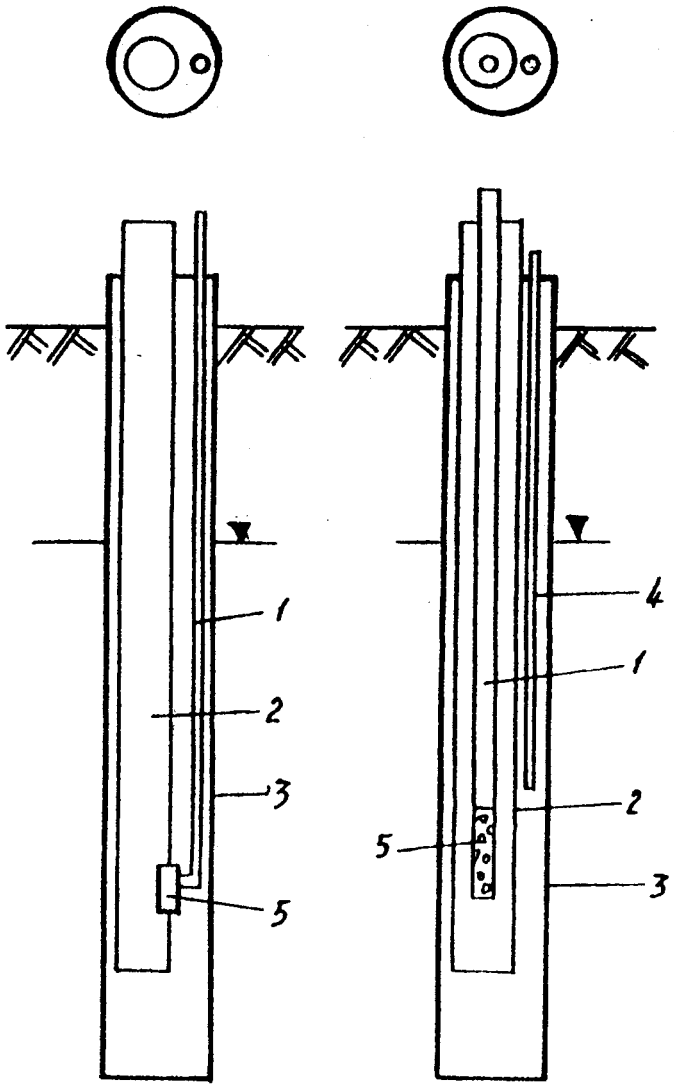


图 8—2—3 风管水管安装方法

1—风管 2—水管 3—井壁式过滤器 4—测水管 5—混合器

(1)出水管的下端离孔底不得小于 3 米，风管调和器或射流泵的喷射器，离出水管底端不得小于 2～3 米。

(2)测管下入深度要在动水位 3 米以下。

(3)使用空压机抽水，要合理选用风管、水、出管和沉没系数，一般要求：

a)风管直径应与钻孔出水量，风量相适应，勘探孔抽水可采用 φ20、φ25、φ30、φ38mm、的风管，出水管可采用 φ89、φ108、φ127mm 的套管. 风管与水管面积比宜为 1:5～1:10，水文地质勘探孔风管与出水管的安装型式一般采用同心式。

b)调和器长度为 1～2m，下端封闭，喷气孔不得小于 φ6mm，气孔总面积应大于风管截面积 1～2 倍。调和器沉入钻孔的深度与动水位至出水管口距离的比值称沉没系数，其比值不应小于 1.5，即设计的动水位为孔深 10m 时，则调 合器应下到孔深 25m。这时效率高，空气消耗量较少。同心式空气扬水装置有关数据见表 8.2.2。

同心式空气扬水装置有关数据

表 8.2.2

指标	1.5:1				1:1				0.66:1	
	调合器在动水位以下深度(H—h)与扬水高度(h)比									
	动水位深度(h)									
	10	20	30	40	20	30	40	50	45	55
调合器在动水位以下的深度(米)	15	30	45	60	20	30	40	50	29.7	36.3
输气管从出水口到调合器的长度 H(米)	25	50	75	100	40	60	80	100	74.7	91.3
扬水管长度 L(米)	28	53	78	103	43	63	83	103	77.7	94.3
钻孔的最小深度(米)	33	58	83	110	48	68	88	110	83	100
输气管空气压力(大气压)	1.5	3.0	4.5	6.0	2.0	3.0	4.0	5.0	3.0	3.6
每米³水的空气消耗量(米³)	3.0	3.81	4.66	5.41	5.43	6.46	7.5	8.35	11.76	13.20

3. 抽水试验的水位降深(落程)应符合下列规定。

(1)在正式抽水前,要做试抽水,其目的是进一步清洗钻孔,检查抽水设备与安装是否良好;初步了解动水位情况与涌水量关系,为正式抽水提供有关参数。试抽水延续时间以满足上述目的。最好试抽水 4 小时,当水文地质条件简单,无其他要求,抽出的水量已满足要求时,也可将试抽水延续时间列为正式抽水试验时间内

计算(按(抽)提水试验记录表进行记录)

(2)正式抽水一般要求作三次降深,当钻孔出水量很小,试抽水量达到钻孔极限出水能力时,或出水量很大,超过需用水量时,亦可作二次降深,每次降深之差不宜小于 1m。

4. **抽水试验每个落程稳定延续时间的规定**

水位水量稳定后的抽水延续时间,取决于含水层的岩石性质,厚度,分布面积和抽水的季节等因素,一般情况下

(1)卵石、砾石或砾砂含水层为 8 小时

(2)粗砂、中砂、含水层为 16 小时

(3)基岩含水层(带)或细粉砂含水层为 24 小时

5. **抽水试验稳定水位、涌水量的允许波动范围**

当动水位小于 10 米时,水位波动不超过±5 厘米,动水位大于 10 米时,水位波动不超过±10 厘米,涌水量变化不超过稳定流量值的±5%。

6. **抽水试验中水位、涌水量的观测时间**

(1)抽水试验孔,每次水位下降开始后,其动水位和涌水量的观测时间,应在第 5、10、15、20、25、30 分钟,各测量一次以后每隔 30 分钟测量一次,每次观测水位的同时,记录出水量,并做好记录。如果有观测孔,观测孔的动水位观测时间应于抽水试验孔相同,自近至远同时观测。

(2)每次抽水试验结束后,应在停泵后的第 1、2、3、4、6、8、10、15、20、25、30 分钟(以后每隔 30 分钟)各测量一次恢复水位,直到达到原稳定水位(以上工作按提(抽)水试验记录表进行记录)

抽水试验工作中,应按水文地质抽水试验技术要求,采取水样,测量水温,测定水温的缓变温度计,应放置水中的时间不小于 30 分钟,读数精确到 0.5℃。

7. **抽水试验过程中,水位水量的控制方法。**

(1)空压机抽水,应用风阀控制。

(2)离心泵抽水,应用止水阀控制

(3)往复式水泵抽水，应用动力速度控制

(4)射流泵抽水，应用止水阀或转数控制

(5)深井泵抽水：动力转速控制

8. 抽水试验应注意的事项

(1)抽水机械和动力设备，安装要稳固，保证抽水试验过程无故障，风、水管安装接头处，不得跑气跑水。

(2)抽水试验，下入孔内的套管、风、水管、孔深、水位等情况必须认真详细记录。

(3)测量水位使用电表时，其灵敏度要好，电线的绝缘性要好，伸展性小，已损伤的绝缘线不能使用，并严防电线与孔口磨擦，测后必须将测钟提出水面 0.5m 以上，并经常保持测钟清洁。

(4)测量水量，采用三角堰观测式水源箱时，应将其安装水平、不能偏斜。

(5)在抽水过程中、为避免抽出水，渗补给地下水，必须将抽出之水导出场外。

(6)抽水试验一般规律是，水位下降，水量增大，达到稳定程度时，即可停抽，如果水量随水位的下降而减少或由孔内冲出之砂增多，或在多孔抽水时，距离较远的观测孔水位剧烈下降，此时虽抽水时间已够，但应再抽不能停止。

(7)抽完三次降深后，可简单绘制 Q＝f(s)曲线图检查一下抽水试验是否正常，(参见提水试验第九条)

(三)注水试验

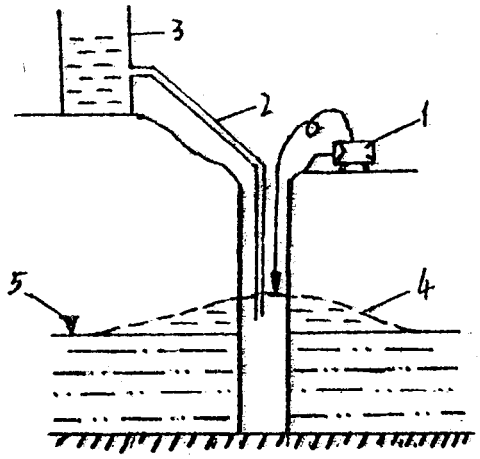
注水试验一般在无地下水的钻孔中需要测定干燥岩层的渗透系数或地下水埋藏很深无法进行抽提水试验也可采用注水试验来测定岩层的渗透系数。

注水试验的原理是在钻孔中造成人工水头使钻孔水柱在静止压力的影响下逐渐向地层中渗入，测定单位流量，从而近似地计算地层渗透系数值。

注水试验的方法有两种，一种是固定水位法，是将钻孔中的水位抬高到一定高度，保持水位不变连续向孔内注水。另一种是变动水位法，是将一定量的水一次注入钻孔后，停止供水，观测其下降水位变化情况（与抽提水恢复水位相反），一直观测到下降水位达到钻孔内原来地下水位的静止水位为止。固定水位法比变动水位法要准确，因此，常采用固定水位法。

主要设备和注水方法。

注水试验装置如图



钻孔注水试验装置

1. 水位仪 2. 注水管 3. 量水箱

4. 注水后的反漏斗 5. 静止地下水位

主要由量水箱，注水管水位仪等组成，采用固定水位法的注水方法：

1. 注水前应清除孔内岩粉

2. 测量并记录孔深和地下稳定水位，然后开始注水

3. 注水量由小到大不间断的向钻孔内供水，当动水位升高到设计高度以后，应控制注水量，使水头稳定。

4. 注水开始后，应每隔 3、5、10、15 分钟观测一次水位，水量，当水位、水量近似稳定后，改为每隔 30 分钟观测一次至稳定后

再延续 2—4 小时即可结束。

5. 注水一般进行 2—3 次水位升高，每次水位升高最好采用 2、4、6 米或更大些，但是每次间隔升高水位不应小于 1 米。

6. 稳定耗水量允许波动范围为稳定流量的±10%

稳定动水位的允许误差为±5 厘米

7. 注水试验停止后，应立即观测孔内水位降低的情况，开始时每隔 1. 2. 3……分钟一次，当水位下降较慢改为 30 分钟或 1—2 小时一次，直到孔内水位达到原地下稳定水位为止。

8. 以上工作，均应逐步认真做好记录，可利用提(抽)水试验记录表进行

(四)压水试验

铁路工程地质，水文地质工作，应用压水试验主要是了解岩层裂隙程度和岩石渗透性，往往只有当含水层埋藏较深，抽水试验有困难时才采用。压水试验就是用水泵将水强行压入钻孔试验段，测定单位时间内在一定压力下，岩层的吸水性(渗漏性能)其方法是根据工程要求，结合岩性，采取自上至下或自下而上或全孔综合的试验方法。

1. 根据工程设计要求，结合岩石特征，压水试验段的选择一般应：

a. 压水时拴塞(胶球)密贴孔壁，因此要求试验段应采用合金钻头钻进，保证孔壁规则

b. 根据岩层完整程度和构造特征，或按岩层分界线划分试验段，破碎带或松散地层为保护孔壁应设置过滤器。

c. 压水试验段的长度一般裂隙发育地段 5m，岩层完整，岩性均一地段为 10m。

2. 压水试验的设备准备。

a. 栓塞：用来堵塞钻孔达到止水目的，使试验能够分段进行，常用的栓塞有双管循环式，单管顶压式和单管水压三种。

b. 压力表：使用压力值一般应在压力表极限值的 1/3～3/4 范围内

c. 流量计：常用旋翼式水表或量桶。

d. 水位仪：一般用电测水位仪或测钟等

e. 供水设备：采用自流供水或水泵供水。对水泵要求：压力稳定出水均匀，出水口上要装有调节灵活的配水阀门。

3. 正式压水试验前要作一定时间(不小于 15 分钟)试压，当岩层完整时试压力应采用设计之最大压力值，检查试验段上下端止水栓塞是否堵牢，管路是否通畅，机械运转是否正常，水压表所指出的压力值是否稳定，流量箱的容量选择是否恰当，当一切正常才能进行正式压水试验。

4. 正式压水试验应保持一定压力或一定水柱高度，当耗水量达到稳定后，再延续 1.5～2 小时，每段每次压水试验做三个压力段，一般一个压力段需要 2.5～3 小时，压力值应尽可能使各孔各段取得一致，宜采用 5、10、15 米(即 0.5、1.0、1.5 公斤/平方厘米)，每个压力阶段中，不得中断或改变压力，否则重新作，稳定耗水量之误差值，应保持在±5%内。

5. 压力流量的控制方法

(1)利用流量增减，控制一定的水柱压力

(2)一次加水观察水柱压力下降，最后平均计算压力流量

(3)耗水量特别小时，可用水泵一次供水到一定高度，再观察单位时间内水柱下降值。

(4)用水泵供水保持一定压力，保持一定水柱高度，观测其单位时间内，水源箱中耗水量。

6. 计算压力水头 S，是压力表所指的压力(单位公斤/平方厘米)乘以 10 换算为米即为 Sm，与水柱本身所造成的 Sy 的总和(S＝Sm＋Sy)。Sy 是自压力计算零点至压力表中心水柱本身所造成的压力值，若采用水柱压水方法时 S＝Sy，确定压力计算零点见附表 8.4.6 及图 8—4—6

压力计算零点的确定

附表 8.4.6

试验段中地下水存在情况	压力计算零点的确定
试验段中无地下水存在	试验段的 1/2 处即为压力计算零点
地下水静止水位在试验段内	试验段内未被地下水充填的 1/2 处即为计算零点
地下水静止水位在栓塞之上	地下水位即为压力计算零点

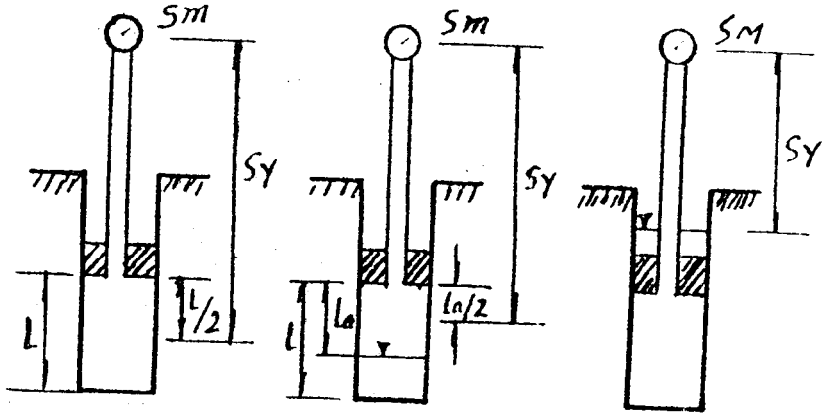


图 8—4—6

三种不同情况的压力值计算

Sm—压力表压力值

Sy—水柱压力值

L—试验段长度

L_o—试验段内水位以上长度

7. 压力值使用顺序：

(1)在坚硬岩石中试验，应用自大而小的压力顺序

(2)在较松软岩石及破碎带，必须采用自小而大的压力顺序

(3)压水中有效压力，一般规定为 0.5、1.0、1.5 公斤/平方厘

米。水头不宜过大，过大时可以采用注水来代替压水，以免产生紊流，而影响压水结果正确。

(4)压力允许摆动范围±0.05公斤/平方厘米，在用水柱压水法时，水柱高度允许波动范围±5厘米。

a. 自始至终必须采用清水

b. 要正确记录对流量的观测，一般10分钟一次，并及时绘制Q—T曲线图(如：图8—4—7(b))，及时了解每一试段流量的稳定性。

c. 完成每个压力阶段后，立即绘制S=f(Q)曲线草图(如图8—4—7(c)连第一点与原点成一直线，及时发现误差。

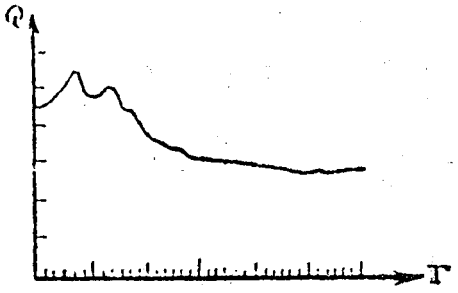


图8—4—7(b)，Q—T关系曲线图

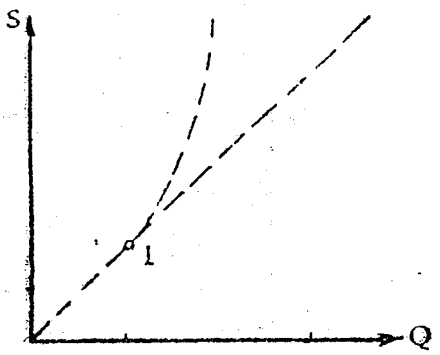


图8—4—7(c)S=f(Q)曲线图

(5)压水试验的初步校核：

试验成果是否正确，主要从S=f(Q)曲线(如图8—4—7(5)来判断，在任何情况下，只有曲线Ⅰ、Ⅱ是正确的，当出现任何曲线，说明试验有错误，必须重新进行压水试验并找出原因，加以纠正。(如：地下水位测量不正确，设备有漏水现象或其他问题，记录出现错误等等)

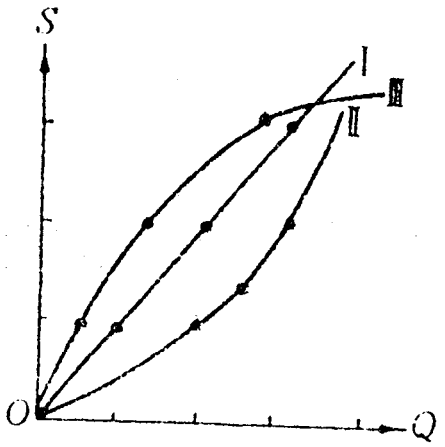


图 8—4—7(5)S=f(Q)三种曲线类型

下面以引滦工程中的压水试验记录为例，进一步了解压水试验工作和压水试验的记录表及记录工作。

铁道部第三勘测设计院

钻孔抽压水试验记录簿

工程名称 引滦入津引水隧道

钻孔编号 147

试段编号

试段深度 30m 至 55.0m

1982 年 5 月 22 日

（共　　页）

地区引滦入津　　段号 1

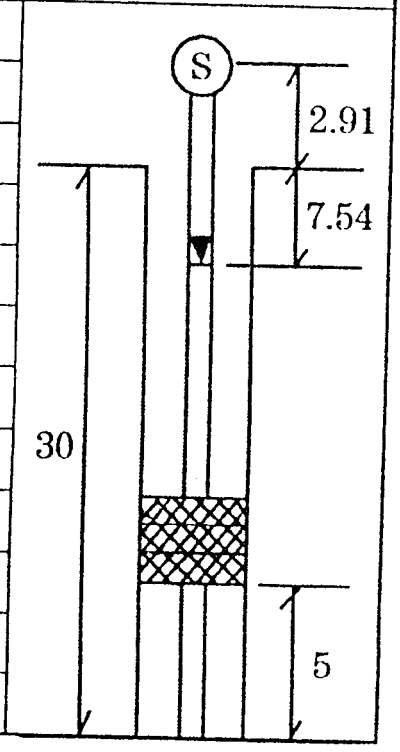
孔号 147号　　孔深 30

洗 孔 记 录

开始时间			结束时间			延续时间		洗孔方法	洗孔结果	备 注
日	时	分	日	时	分	时	分			
15	4	50	15	5	20	0	30	钻具洗孔	返水清洁	

栓 塞 安 装 记 录

栓塞类型			单管顶压式	栓塞安装示意图
止水塞	直 径(mm)		∅56	
	环 数(个)		3	
	长 度(m)		0.52	
工作管	内管	直 径(m)	0.042	
		总 长(m)	32.91	
	外管	直 径(m)		
		总 长(m)		
压缩前	内管上余(m)		2.91	
	下垫圈深度(m)		25.00	
压缩后	内管上余(m)		2.88	
	下垫圈深度(m)		25.00	
止水结果			良好	



班长：潘晓东　　记录：李质单

水泵及仪表资料

水泵		压力表		流量计		水位计	
类型	100/30	极限压力	16kg	类型		名称	万用表
最大压力	30kg	准确度级数		规格			
最大排水量	100升/分	检验日期		检验日期			

工程名称：引滦入津

孔　　号：147号

水位观测记录

孔深：30 米

时间					__含水层			__含水层			__含水层			备注
日/月	时	分	秒	累计	埋深(m)	高程(m)	降深(m)	埋深(m)	高程(m)	降深(m)	埋深(m)	高程(m)	降深(m)	
15/5	6	10			7.90									孔口上余0.4m实际地下水位深7.54米。
		20			7.91									
		30			7.93									
		40			7.94									
		50			7.94									
		10			7.94									

观测：郭福利　　记录：郭福利　　校核：许立平

地区引滦入津　　**压水时观测记录**　　地下水位　　米

孔号 147号　段号 1　试段深度自25.0 米至30.0 米　　试段长度 5

时			间隔时间	压力			流量			压管水时外位	备注
日	时	分		压力表或水位度数（米）	压力表地下水位距（米）	总压力（米）	水量表或桶读数（米）	前后两次读数差	中间加入水量（公升）		
15	8	20	10	19.55	10.45	30	236			6.99	
		30					299	63	6.3		
		40					349	50	5.0	6.98	
		50					393	44	4.4		
	9	0					450	57	5.7	6.98	
		10					502	72	7.2		
		20					535	33	3.3	3.98	
		30					603	68	6.8		
		40					678	75	7.5	6.98	
		50					756	78	7.8		
	10	0					832	76	7.6	6.98	
		10					910	78	7.8		
		20					988	78	7.8	6.98	

班长：潘晓东　　观测：潘晓东　　记录：李质卓

压水试验计算成果表

地区：引滦入津　　孔号：147　　段号

孔口高程	151.93	试段深度	25.0 米至 30.0 米		地下水位	深度	7.54
试段斜度		试段标高	米至　米			标高	144.39
压力阶段		N		1			
压力持续时间			时分	120 分			
稳定延续时间			时分	40 分			
压力表至地下水位距离		SY	米	10.45	(1 公斤)		
压力表压力		SM	米	19.55	(2 公斤)	3 公斤	
总压力		S	米	30.0			
选用之稳定流量		Q	升/分	7.8			
试验段长度		I	升/分	5.0			
单位耗水量		G	升/分				
单位吸水量		W	升/分	0.052			

计　　算

$$W=\frac{Q}{sl}=\frac{7.8}{30\times5}=0.052 \text{ 公斤/分米米}$$

计算：刘树明　　校核：曾凤桂　　日期：82 年 5 月 22 日

附 录 九 土石试验项目及说明

(一)土石试验项目

除按下表要求进行外,对有特殊要求的试验项目,应按具体要求去做。

1. 岩石试验项目

岩石试验项目　　附表 9.1.1

岩层类型	工程类别	密度	比重	吸水率	抗压强度		抗剪强度	耐冻性	矿物鉴定	化学成分	崩解性	膨胀试验			
					干	湿						自由膨胀率	膨胀率	加荷膨胀率	膨胀压力
硬质岩	隧　道	+	+	(+)	+	+		(+)	(+)	(+)					
	桥涵、挡土墙、大型厂房、高路堤等地基	+		+	+	+									
软质岩	隧　道	+		+	+	+		(+)	(+)	(+)					
	桥涵、挡土墙、大型厂房、高路堤等地基	+		+	+	+						(+)	(+)	(+)	(+)
	深路堑	+		+			(+)	(+)	(+)	(+)	(+)				

注:(1)有括号者即必要时才做试验。

②本表未分勘测阶段,均按定测要求进行试验。

2. 土的物理力学性质试验项目

土的物理力学性质试验项目

附表 9.1.2

土的名称	代表符号 / 项目名称 / 单位 / 工程类别	天然含水量	天然密度	比重	天然孔隙比	饱和度	液限	塑限	塑性指数	液性指数	颗数分析	相对密度	渗透系数		压缩系数		固结系数		剪切试验						
													垂直	水平	垂直	水平	垂直	水平	快剪	固结快剪	慢剪	往复剪	三轴剪 不固结不排水	三轴剪 固结不排水	三轴剪 固结排水
		ω_h	ρ	G_s	e	S_r	ω_L	ω_p	I_p	I_L		D_r	k_v	k_h	α_v	α_h	C_v	C_h	τ_q	τ_{cq}	τ_s	τ_r	UU	$\frac{CU}{CU}$ 或	CD
		%	g/cm³			%	%	%			%		cm/s	cm/s	MPa^{-1}		cm^2/s								
砂类土	路堤、挡土墙、桥涵、厂房等地基	(+)			+	+					+	(+)		(+)											
	隧道等洞室					+					+		(+)												
	边坡及稳定检算					+					+			(+)											
粘性土	路堤、挡土墙、桥涵、厂房等地基	+	+	+	+		+	+	+	+	(+)		(+)		(+)				+						
	隧道等洞室	+	+	+	+		+	+	+	+					(+)										
	边坡及稳定检算	+	+	+	(+)		+	+	+	+									+		(+)				
黄土类土	路堤、挡土墙、桥涵、厂房等地基	+	+		+		+	+	+	+					(+)				(+)						
	隧道等洞室	+	+		+		+	+	+	+									+						
	边坡及稳定检算	+	+		+		+	+	+	+									+						
软土	表层硬壳	+	+		+		+	+	+	+			+	+	+	+	+	+	+	+					
	下部软土	+	+		+		+	+	+	+			+	+	+	+	+	+	+	+			(+)	(+)	(+)
盐渍土		+	+		+		+	+	+	+	(+)		(+)												
膨胀土	原状	+	+		+		+	+	+	+	(+)		(+)						(+)			(+)			
	重塑	+	+	+	+		+	+	+						(+)				(+)	+		(+)			

注：①有括号者表示按需要确定。　②本表所列试验项目，系按定测要求考虑。

续表

土的名称	代表符号 / 项目名称 / 单位 / 工程类别	湿陷性试验		湿陷起始压力	毛细管上升高度	无侧限抗压强度	灵敏度	崩解量	有机质含量	阳离子交换量	易溶盐含量	中溶盐含量	难溶盐含量	土化学全量分析	粘土矿物分析	膨胀试验				收缩试验			原位测试				
		湿陷系数	自重湿陷系数	湿陷起始压力	毛细管上升高度	无侧限抗压强度	灵敏度	崩解量	有机质含量	阳离子交换量	易溶盐含量	中溶盐含量	难溶盐含量	土化学全量分析	粘土矿物分析	自由膨胀率	膨胀量	加荷膨胀量	膨胀压力	缩限	线缩率	体缩率	十字板剪切	静力触探	载荷试验	标贯试验	大面积剪切
		δ_s	δ_{zs}	p_{sh}	H_k	q_u	S_t	A_t								F_s	V_H	V_{HP}	P_p	ω_s	e_{SL}	e_s	τ_t			$N_{63.5}$	
				kPa	cm	kPa		%	%							%	%	%		%	%	%	kPa			击	
砂类土	路堤、挡土墙、桥涵、厂房等地基																							(+)	(+)	(+)	
	隧道等洞室																								(+)		
	边坡及稳定检算																								(+)		(+)
粘性土	路堤、挡土墙、桥涵、厂房等地基																							(+)		(+)	
	隧道等洞室																							(+)			
	边坡及稳定检算																										(+)
黄土类土	路堤、挡土墙、桥涵、厂房等地基	+	+	+																							
	隧道等洞室	(+)	(+)	(+)																							
	边坡及稳定检算																										(+)
软土	表层硬壳	路堤、挡土墙、桥涵、厂房等地基					(+)			+														(+)	(+)			
	下部软土					(+)	(+)		+														(+)	(+)			
盐渍土					+						+			(+)											(+)	(+)		
膨胀土	原状							+		+	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	+	+	+	+	+	+	+		+	(+)		
	重塑															(+)	(+)		(+)	(+)		(+)					

注：③有关不良地质、特殊地质定性及对比等所需的项目视需要增加。

多年冻土试验项目

附表 9.1.3

土的类别	工程类别	总含水量 ω_h (%)	比重 G_s	天然密度 ρ (g/cm³)	塑性指数 I_p	孔隙比 e	颗粒分析			有机物含量 (%)	冻土骨架密度 ρ_s (g/cm³)	体积含冻量 i_v (%)	水的相成分		饱和度 S_r	融化压缩		融化后密度 ρ_r (g/cm³)	融后剪切		导热系数		传热系数		骨架化热容	
							筛分	大于0.5 mm含量	小于0.1 mm含量				相对含水量 i_o (%)	未冻含水量 ω_h (%)		融化系数 A (%)	压缩系数 α (MPa^{-1})		凝聚力 c (KPa)	内摩擦角 ∅ 度	融 N W/(m·K)	冻 λ_m W/(m·K)	融 α_t W/(m²·K)	冻 α_m W/(m²·K)	融 C_r J/(kg·K)	冻 C_m J/(kg·K)
粘性土	隧道	+	+	+	+	+		+	+	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)		+	+	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)
	桥涵、房屋、高填陡坡路堤、挡土墙等地基	+	+	+	+	+		+	+	(+)	(+)	+	+	+		+	+	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)
	路堑	+	+	+	+	+		+	+	(+)	+	+	+	+		+	+	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)
	填料	+		※(+)	+			+	+																	
砂类土	隧道	+		+			+					+			(+)	(+)	(+)	(+)		(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)
	桥涵、房屋、高填陡坡路堤、挡土墙等地基	+		(+)			+					+	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)		(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)
	路堑	+		(+)			+									(+)	(+)	(+)		(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)
	填料	+					+																			

注：①＋为试验项目；②(＋)为需要时才做；③※指最大干密度，需要时并作夯实后的 ω、ρ、c、∅；

④有机物含量，黑色土及泥炭时做。

（二）土的物理力学性质试验项目说明

土的物理力学性质试验项目说明

附表 9.2

工程类别及特殊土	土的类别	试验项目	表内带括号项目试验条件
隧道	粘性土	压缩试验	拱脚以下部分
		天然快剪	洞顶以上 20m 至钻孔终了范围内
		细颗粒分析	高烈度地震区地下水位以下 $I_p \leqslant 10$ 的饱和粘性土
	砂类土	标贯试验	1. 高烈度地震区的饱和中、细、粉砂 2. 明洞需用标贯确定砂类土密度时
	黄土	湿陷试验	1. 明洞基础 2. 按地貌单元做代表性试验
		天然快剪	洞顶以上 20m 至钻孔终了范围内
桥涵基底	粘性土	压缩试验	1. 下列情况下的粘性土及黄土应取样作压缩试验： (1)超静定结构的基础； (2)当相邻墩台的地基土有显著不同，或相邻跨度特别悬殊而必须考虑其沉降差时； (3)湿陷性黄土、软土桥梁基础； (4)跨线桥和跨线渡槽下的净高需预先考虑沉降量时。 2. Q_3 以前冲(洪)积粘性土、半干硬及残积粘性土
		天然快剪	1. 软土及软塑状粘性土 2. 桩基、沉井、柱基或软塑状粘性土分层做代表性试验 3. 大于 1:2 斜坡墩台
		饱和快剪	水库区可能被水浸泡的基础
		细颗粒分析	高烈度地震区地下水位以下 $I_p \leqslant 10$ 的饱和粘性土
		有机物含量	含有机质粘性土
	砂类土	标贯试验	1. 高烈度地震区的饱和中、细、粉砂 2. 需要用标贯试验确定砂类土密实度时

土的物理力学性质试验项目说明

续上表

工程类别及特殊土	土的类别	试验项目	表内带括号项目试验条件
房建基底	粘性土	压缩试验	1. 软土及土质软硬不均地基 2. 工业主厂房、大型站房 3. 三层以上多层民用房屋 4. 水塔及转车盘
		天然快剪	软土及软塑状粘性土
		细颗粒分析	高烈度地震区地下水位以下 $I_p \leqslant 10$ 的饱和粘性土
		有机物含量	含有机质粘性土
	砂类土	标贯试验	1. 高烈度地震区的饱和中、细、粉砂 2. 需要用标贯试验确定砂类土密实度时
挡土墙基底	粘性土	压缩试验	Q_3 及以前冲(洪)积粘性土，半干硬及残积粘性土
		天然快剪	1. 斜坡挡墙地面坡度大于 1:2 2. 软土及软塑状粘性土
		饱和快剪	水库区浸水挡墙
		细颗粒分析	高烈度地震区地下水位以下 $I_p \leqslant 10$ 的饱和粘性土
	砂类土	标贯试验	1. 高烈度地震区的饱和中、细、粉砂 2. 需要用标贯试验确定砂类土密实度时
深挖	粘性土	细颗粒分析	高烈度地震区地下水位以下 $I_p \leqslant 10$ 的饱和粘性土
	砂类土	标贯试验	高烈度地震区的饱和中、细、粉砂
地下水路堑	粘性土	细颗粒分析	高烈度地震区地下水位以下 $I_p \leqslant 10$ 的饱和粘性土
	砂类土	标贯试验	高烈度地震区的饱和中、细、粉砂

土的物理力学性质试验项目说明

续上表

工程类别及特殊土	土的类别	试验项目	表内带括号项目试验条件
高填	粘性土	天然快剪	基底下有软土或软塑状粘性土夹层时
		饱和快剪	水库区基底土层可能被水浸泡时
		细颗粒分析	高烈度地震区地下水位以下 $I_p \leqslant 10$ 的饱和粘性土
	砂类土	标贯试验	1. 高烈度地震区的饱和中、细、粉砂 2. 需要用标贯试验确定砂类土密实度时
陡坡填方	粘性土	饱和快剪	水库区基底土层可能被水浸泡时
		细颗粒分析	高烈度地震区地下水位以下 $I_p \leqslant 10$ 的饱和粘性土
	砂类土	标贯试验	1. 高烈度地震区的饱和中、细、粉砂
路堤填料	粘性土	夯后饱和快剪	受水浸泡的填料
		毛细管上升高度	受水浸泡的填料
软土路基	软土	天然快剪 固结快剪 三轴快剪	1. 采用桩基时，每个工点 2/3 样品做天然快剪，1/3 样品做三轴快剪； 2. 采用沙桩、沙井或边界排水良好时，每个工点 2/3 样品做固结快剪，1/3 样品做三轴快剪； 3. 若一个工点同时存在上列两种情况时，则每工点的样品各做 1/3 的天然快剪、固结快剪和三轴快剪； 4. 上列三种快剪对每一个样品仅做一种快剪
	膨胀土（裂土）	天然快剪	结合建筑区及大型工点分类做代表性试验
		自由膨胀率	同上
		膨胀率	同上
		膨胀压力	同上
		收缩系数	同上
		粘土矿物成分	每条线或工点，每类做 1～2 个