

高等学校试用教材

专门水文地质学

(水文地质专业用)

长春地质学院 杨成田 主编

地质出版社

高等学校试用教材

专门水文地质学

(水文地质专业用)

长春地质学院 杨成田 主编

地质出版社

内 容 简 介

全书共有五篇廿九章。本书基本上反映了国内外水文地质科学技术的新成果，其中除专门水文地质学所规定的内容以外，还对水文地球化学的基础部份，单独设篇进行了论述。

第一篇除了介绍了水文地质勘察所需要的共同技术方法外，还增加遥感技术的应用。第二篇供水文地质，增加各类水源的地下水赋存规律一章，比较深入的讨论了以地下水均衡为基础的资源分类与评价理论以及地下水资源开采等有关问题。第三篇矿床水文地质，重点介绍了矿床充水条件及适合于我国情况的矿床水文地质分类以及矿坑涌水量计算和突水预测等问题。第四篇水文地球化学基础，本篇反映了地下水化学成分形成的理论基础，论述了化学元素迁移的机理——弥散的概念及方程式的建立以及水中同位素成分及应用等。第五篇其它专门性水文地质，其中包括：水文地球化学找矿；环境水文地质（水质与健康）；矿水与地下热水的形成与分布规律；土壤改良水文地质等内容。

本书适用于高等院校水文地质及工程地质专业的教材以及有关专业的教学参考书，同时也可供水文地质专业工作人员参考。

专门水文地质学

（水文地质专业用）

长春地质学院 杨成田 主编

责任编辑 肖有权 卫中鼎

*

地质部教育司教材室编辑

地质出版社出版

（北京西四）

地质印刷厂印刷

（北京安德路47号）

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

*

升本：787×1092¹/₁₆·印张：36¹/₂·插页：1·字数：876,000

1981年7月北京第一版·1981年7月北京第一次印刷

印数1—8,310册·定价5.50元

统一书号：15038·教118

前 言

《专门水文地质学》是水文地质学中实用性较强的方法论课程。它是一门为了各种专门目的普查、勘探、评价及开发（供与排）地下水的科学。

本书是按照统编教材的要求并充分地征求各有关部门的意见而编写的。后据地质部教育司于1979年12月在长春召开的全国有关院校及生产单位参加的教材审查会议上提出的意见，进一步修改定稿的。

全书由五篇二十九章组成，其中除专门水文地质学所规定的内容以外，还对水文地球化学的基础部分，单独设篇进行论述。水文地球化学与地下水动力学一样应同属本专业的专业基础理论课程，但由于该学科尚处于发展阶段，因此按编写时下达的任务，暂时归并于本教材之中，为今后独立分科准备条件。

第一篇共分八章，主要论述了各种水文地质勘察共同需要的技术方法。本篇除了增加“水文地质勘察工作中遥感技术的应用”以外，在章节安排上与以前教材没有太大的出入，但在内容上有某些更新，如：对地下水综合勘察方法的应用、水文地质勘察程序及阶段的划分等均作了必要的讨论；在水文地质钻探中突出了水文地质钻探的技术要求及水文地质钻孔的布置原则；在水文地质试验中，着重的讨论了抽水试验，尤其是增加了非稳定流抽水的技术要求及连通试验等技术方法；对水文地质成果一章，重点介绍了我国多年总结的普查成果的表现形式。

第二篇供水水文地质，共分五章，是专门水文地质学的重点内容，也是本专业的的基础，但是国内外有关供水水文地质专著有限，故而编写这一篇时，在汇总前人资料的基础上，加入了编者多年教学及科研实践的某些看法，如根据我国实际情况，增加了“各类水源的地下水赋存规律”一章，这对于解决地下水的寻找、勘探、评价及开采等都是非常必要的。再如比较深入的讨论了以地下水均衡为基础的资源分类及评价原则。除了疏干性开采以外任何开采资源的评价，都要以开采条件下的均衡为基础，因此按照水源地的水文地质条件差异提出的激化开采、补偿开采及节制开采等三项基本原则。在具体评价上，也简要的介绍了几种常用的，比较有效的方法。还有在地下水资源开采中，强调了取水构筑物的作用，介绍了它的常用类型、结构及布置等对出水量的影响；着重的论述了由于过量开采产生的大幅度区域性水位降所带来的“水与土”及“水与气”等不平衡所造成的地面沉降、咸水入侵及地下缺氧空气的形成等危害；另外还阐述了用人工方法，以地下水开源截流为原则，增加地下水开采资源措施，进一步明确了开采量的概念及地下水开采管理原则及制度。

第三篇矿床水文地质，共分六章，它也是专门水文地质学中的重点内容之一。本篇特点是总结了我国的大量实际材料，提出了适合我国特点的矿床水文地质分类及井巷突水预测等基础理论及方法，如：阐明了不同条件下充水水源、通道及各种因素对矿床充水的影响程度及作用，按照生产要求，介绍了我国常用的矿床水文地质分类，并进一步从理论上讨论了分类的原则和依据，阐述了各类矿床水文地质特征，提出了比较恰当的矿坑涌水量

计算方法及应用解析法计算时的边界概化等问题,在总结我国矿山井巷突水规律的基础上,提出了不同条件下突水的予测,及予测的半经验公式。

第四篇水文地球化学基础,共分六章。本篇主要反映了地下水化学成分形成的基础理论,较多的引证了国外资料,其中:简要的介绍了水的结构及性质,地下水中各组分的含量及分布,探讨了地下水中化学元素转移的内在因素;阐述了环境因素对地下水元素迁移的作用,其中重点讨论了pH与Eh环境对地下水化学元素迁移的影响问题,化学元素迁移的机理是当前水文地球化学的新理论,其中着重介绍了弥散概念、弥散方程的建立,特性参数的确定以及水质模型的举例等内容;介绍了水中的同位素成分及其应用;归纳了地下水化学成分的形成及水文地球化学研究方法等问题。

第五篇其它专门性水文地质,共分四章,本篇主要考虑了当前生产上的实际需要,安排了水文地球化学找矿;环境水文地质(水质与健康);矿水与地下热水及土壤改良水文地质等;环境水文地质是这次教材的新增内容,汇总了我国的科研成果,阐述了地方病发生的机理与分布等规律,根据地质构造特点,说明了我国矿泉与地下热水的埋藏条件与分布特点。

从上述内容简介中,我们虽然在主观愿望上想把本教材编好,但是,由于我们的能力所限,加上时间较短及资料不足等原因,致使在内容上还存在不少的缺点和错误,我们衷心希望读者多多提出宝贵意见,以便再版时得到修改。另外我们在编写中曾得到领导机关及兄弟单位的支持,均表示万分的谢意。

本教材第一、二、五、六及八章由曹焕云编写,第三章由薛国良梁编写,第四章由韩金城、曹剑峰及邱枚大编写;第七、九、十、十一、十二(§1—§2)、十三及二十九章由杨成田编写;第十二章(§3—§9)由刘金山编写;第十四、十五、十七、十八及十九章由胡宽璐编写,房佩贤修改;第十六章由余国光编写;第二十章至二十八章由朱宛华编写。最后由杨成田统编。欧相贤等绘图。

本书由南京大学肖有权和河北地院卫中鼎两位同志编辑加工。最后由地质部教育司教材室于纯仁同志审校,在此一并感谢。

编 者

1980年3月10日

目 录

第一篇 水文地质勘察方法

第一章 水文地质勘察方法概述	1
§1 水文地质勘察方法的种类.....	1
§2 水文地质勘察工作的程序及勘察阶段.....	3
§3 在水文地质勘察中工作时期的划分及主要工作内容.....	5
第二章 水文地质测绘	7
§1 水文地质测绘概述.....	7
§2 水文地质测绘的基本内容及要求.....	9
§3 不同地区水文地质测绘的特点.....	16
第三章 水文地质勘察工作中遥感技术的应用	21
§1 遥感技术的基本原理.....	21
§2 水文地质勘察工作中应用遥感技术的某些特点.....	24
§3 卫星象片及航空照片的一般解译标志.....	26
§3 多波段卫星象片及普通航空照片在水文地质勘察中的应用.....	29
§4 红外成象在水文地质勘察中的应用.....	31
第四章 水文地质物探	34
§1 水文地质物探方法概述.....	34
§2 地面电阻率法在水文地质勘察中的应用.....	36
§3 水文地质测井.....	53
第五章 水文地质钻探	65
§1 水文地质钻探的任务和特点.....	65
§2 水文地质钻探的技术要求.....	66
§3 水文地质钻孔的布置原则.....	70
§4 水文地质钻探方法和钻机的选择.....	71
§5 水文地质钻探过程中的观测与编录.....	73
第六章 水文地质试验	76
§1 抽水试验的任务及类型.....	76
§2 抽水试验的技术要求.....	78
§3 抽水试验的设备.....	82
§4 抽水试验的现场工作.....	95
§5 抽水试验资料整理.....	97
§6 其它试验方法简介.....	100
第七章 地下水长期观测	104
§1 地下水动态形成因素及动态类型.....	104
§2 地下水的均衡研究.....	108
§3 地下水长期观测的组织及资料整理.....	115

§4 潜水动态的预测	117
第八章 水文地质勘察成果	127
§1 水文地质图	127
§2 水文地质报告书	132

第二篇 供水水文地质

第九章 供水水文地质勘察概述	136
§1 勘察工作的目的与任务	136
§2 勘察工作量与勘察阶段	136
§3 各种用水的需水量	138
第十章 各类水源的地下水赋存规律	143
§1 松散沉积层孔隙型水源	143
§2 沉积岩构造裂隙——岩溶型水源	155
§3 火山岩裂隙——孔洞型水源	167
§4 侵入岩裂隙型水源	171
第十一章 地下水水质评价	175
§1 饮用水的水质评价	175
§2 锅炉用水及某些工业用水的水质评价	181
§3 水的侵蚀性评价	185
§4 灌溉用水的水质评价	191
第十二章 地下水资源评价	195
§1 地下水资源分类	195
§2 地下水资源的评价原则	201
§3 开采试验法	205
§4 相关外推法	207
§5 水量均衡法	214
§6 解析法	218
§7 数值法	229
§8 水文分析法	236
§9 电模拟法	238
第十三章 地下水资源开采	241
§1 地下水开采地段及取水构筑物	241
§2 增加井的出水量措施	247
§3 地下水开采过程中所产生的危害作用	260
§4 人工增加地下水开采资源	267
§5 地下水资源的管理	272

第三篇 矿床水文地质

第十四章 矿床(坑)充水条件	278
-----------------------------	------------

§1 矿床(坑)充水水源	279
§2 矿床(坑)充水通道	282
§3 影响矿床(坑)充水程度与特征的因素	290
第十五章 矿床水文地质分类及其特征	295
§1 矿床水文地质类型的划分	295
§2 主要矿床水文地质类型的特征	300
第十六章 矿坑涌水量计算	309
§1 类比外推法	309
§2 解析法	321
§3 数值法	335
§4 水均衡法	341
第十七章 井巷突水及其预测	344
§1 巷道掘进时的突水条件及其预测	344
§2 回采过程中突水条件及其预测	348
第十八章 矿井防水与矿床疏干	366
§1 矿井的防探水	366
§2 矿床疏干与地面塌陷	370
§3 矿区(井)堵截水和开采布局	374
§4 酸性矿坑水的防治与矿坑水的利用	376
第十九章 矿床水文地质调查	379
§1 矿床水文地质调查的特点及原则	379
§2 矿床水文地质调查的某些工作概述	384
§3 矿床水文地质调查设计和报告书的编制	392

第四篇 水文地球化学基础

第二十章 地下水中各种组份及其存在形式	397
§1 水结构的特异性	397
§2 地下水中各种组份的含量及其分布	401
§3 地下水中化学元素迁移的内在因素	402
第二十一章 环境因素对地下水中化学元素迁移的影响	407
§1 水文地质诸因素对化学元素迁移的影响	407
§2 有机物对化学元素迁移的影响	408
§3 酸碱度(pH)及氧化还原电位(Eh)对化学元素迁移的影响	410
§4 人类活动对化学元素迁移的影响	420
第二十二章 化学元素迁移的机理	421
§1 关于弥散的概念	421
§2 弥散方程的建立	422
§3 弥散的特性参数	425
§4 由于化学反应发生的浓度变化	431

§5 水文地球化学计算模型举例	433
第二十三章 水中的同位素成分及其应用	439
§1 同位素的概念	439
§2 地下水中有关同位素的丰度及其分布	440
§3 地下水中氦及 C^{14} 和它们的应用	445
第二十四章 地下水化学成分的形成	451
§1 水圈水化学成分的形成	451
§2 沉积水	454
§3 溶滤水	462
§4 再生水和岩浆水	467
第二十五章 水文地球化学的研究方法	470
§1 水文地球化学研究的野外工作	470
§2 实验室研究	471
§3 室内的资料整理方法	472

第五篇 其它专门性水文地质

第二十六章 水文地球化学找矿	477
§1 水文地球化学找矿概述	477
§2 金属元素在天然水中的迁移及水分散晕的形成	478
§3 多金属硫化矿床的水文地球化学找矿标志	488
§4 铀矿床的水文地球化学找矿标志	500
§5 找矿的水文地球化学调查方法	504
第二十七章 环境水文地质(水质与健康)	517
§1 环境水文地质概述	517
§2 与地方病有关的水文地球化学问题	518
§3 地下水的污染	521
§4 地下水中污染物质的运移和转化	525
§5 地下水污染的调查与防护	534
第二十八章 矿水和地下热水	542
§1 矿水概述	542
§2 地热	549
§3 矿水及地下热水的分布规律	556
§4 矿水和地下热水的勘察	559
第二十九章 土壤改良水文地质	566
§1 土壤改良水文地质概述	566
§2 盐渍土与沼泽土的形成与防治	567
§3 土壤改良水文地质调查	571
§4 灌区潜水动态的研究	573

第一篇 水文地质勘察方法

第一章 水文地质勘察方法概述

§1 水文地质勘察方法的种类

勘察地下水的方法是多种多样的,其主要的有:水文地质测绘、物探、钻探、试验和地下水动态观测以及室内实验研究等基本工作种类。而目前正在发展中的先进遥感技术方法,也正在广泛地应用于地下水勘察工作中,这对提高工作质量和工效,以及对推动水文地质科学技术的发展将产生重要影响。

水文地质测绘是通过对地表综合现象的观测、分析和制图等工作,来认识区域地下水分布和形成条件的一种基本的调查方法,同时也是水文地质勘察工作的先行步骤和基础。因此其它一些勘察工作,都需要建立在水文地质测绘的基础上。即是目前最先进的遥感技术,也不能脱离地面的地质调查的基础来进行。因此绝不能因某些先进技术的发展和应用,而忽视水文地质测绘工作。当然测绘工作本身也应尽快的用现代技术方法来武装。如目前航空地质测量和空间遥感技术,就是应用在水文地质测绘工作中的现代化手段之一。

水文地质物探,它是根据地质结构或地下水本身存在的物性差异,利用物理方法来间接判断地质、水文地质现象的一种手段。目前在水文地质调查中应用最普遍的是电法,其次是地震法,电磁法。用它们来确定含水层厚度、探测基岩起伏,寻找裂隙发育带,确定溶洞位置和咸淡水界面等。用井(孔)内流速,流量和测温仪来确定地下水运动的某些数据和确定含水部位等都具有良好的效果。此外,还正在研制和试验的新技术方法有:用井下电视、侧视雷达来确定水文地质条件,用横向电阻率法求导水系数,用红外线普查地下水等等。总之,物探方法是一种有广阔发展前景的技术方法,它具有效率高、成本低、使用方便等优点,在水文地质勘察中应大力推广使用。但必须与水文地质测绘和其他方法密切配合才能获得较好的效果。

水文地质勘探,是直接揭露地质现象和地下水的重要手段,并为物探测井和水文地质试验提供先决条件,也是直接开采地下水的一种重要手段。目前在水文地质勘探中主要采用的是钻探,而槽探、井探等手段只是在一定条件下,为了某些专门目的才使用。由于勘探工程的成本较高,所以在布置勘探工作之前,必须深入研究测绘和物探等工作成果,充分掌握区域水文地质条件,并与其它方法紧密配合,才能多快好省地取得勘察成果。

水文地质试验,是在野外条件下,测定水文地质参数,研究地下水运动特征,为进行地下水资源评价等提供资料的重要手段。这些方法有:钻孔抽水试验、注水试验、压水试

验、渗水试验、地下水实际流速测定、连通试验及回灌试验等。而确定水文地质参数的主要手段仍然是抽水试验。其它方法仅在特定的水文地质条件下,为了某些专门目的确定有限的数而使用。

地下水动态观测工作,是对地下水水位、水质和水温等进行长期观测,掌握其动态变化特征、变化原因和变化趋势的一种方法。其资料成果是计算水文地质参数,进行地下水资源评价的重要依据,同时也是指导地下水开采(疏干)进行动态预测和监测的重要手段。近年来由于工农业发展,对地下水过量开采,以及工业排废和农药化肥的使用,严重的破坏着地下水的天然状态,而引来地面沉降,咸水侵入,水质污染等多种严重恶果。因此加强地下水动态的长期观测工作,已日益显示其必要性和重要性。从长远观点来看,在水文地质勘察中对地下水动态的长期观测应予以足够重视。

室内实验研究工作,目前经常用的有:为了各种目的进行的地下水化学成分的分析;为了测定岩石水理性质而进行的试验;为选择过滤器提供依据进行的颗粒分析以及研究含水层孔隙结构而进行的镜下鉴定等。此外近年来对地下水中某些同位素进行测定,用来确定地下水的交替条件和循环周期,以及用电模拟实验来进行复杂水文地质条件地区的地下水资源评价,都取得了较好的效果。但总的来看,目前在水文地质勘察中,应用室内实验来研究地下水的特性还很不够。为了把水文地质调查中的定性描述提高到定量研究,促进水文地质科学的发展,重视和加强实验室研究,是水文地质工作实现现代化的一个重要方面。

总之,在水文地质勘察工作中,不管是那一种技术方法,都必须根据工作地区的不同自然条件,各调查阶段的目的要求,以及各种手段的技术性能,在地质,水文地质观察的基础上,综合地、合理地运用各种技术方法,使其彼此密切配合,协同作战,为取得统一的水文地质资料充分发挥作用。这样才能达到用最少的工作量和最短的时间,获得最好的水文地质成果。

当前随着空间技术的发展,应用地球资源卫星中的遥感技术进行水文地质勘察,又把一般的航空调查方法推进到一个更高的阶段。它是推动水文地质科学技术发展的重要手段,也是一种扩大感知提高工效的最好调查方法。这是因为遥感技术能把人们对于事物的感知距离由一般航空高度扩展到遥远的外层空间。例如飞机上的遥感器可以在10公里的高度上观测地面,在摄制的一张照片上,可以反映30公里见方的地面情况,而卫星上的遥感器在1000公里高度,所拍摄的地面景物范围是185公里见方(相当于一个海南岛),这种照片每个卫星每天可拍180张。这是地面调查无法与之比拟的。此外它还能把人们的观察手段,由狭窄的可见光扩展到紫外、红外、微波等电磁波谱的广阔范围。根据这些扩大了观测手段,不但能感知地面事物和现象的存在,而且还能有效的掌握事物变化过程 and 变化趋向。

除了用以上的先进的遥感技术来普查地下水以外,当前应用数学模型已是水文地质工作的一个重要手段。它应用于评价地下水资源,预测地下水动态和对地下水资源的管理,也应用于工业供水、农田灌溉,矿山排水等水文地质工作中。数学模型是水文地质工作使用数字电子计算机后,出现的一种新的水文地质模型。它充分利用了电子计算机算数快,计算复杂问题能力强等特点,从而提高了计算效率和成果精度,使地下水资源评价结论有可能更符合实际。数学模型按需要可编制流域模型,地段模型和具体工程模型。在研究地段

模型和具体工程模型时,不能脱离流域模型的条件,同时要不断校正几种模型之间的关系。

虽然,水文地质数学模型利用电子计算机能提高工效和成果质量。但是,当遇到某些复杂的水文地质问题,如采用数学方程收敛性和稳定性差时,用数学模型也不易解决。而在这种情况下用电模拟则易得到满意的结果。所以用电模拟来解决一些复杂的水文地质问题,常常可以获得准确的效果。但是,由于电模拟目前多为手工操作量大的网络模拟机工作,其工作效率较数学模型利用电子计算机要慢得多。所以目前对电模拟的使用一方面应进行自动化操作的改进,另一方面应进行电模拟机和数字计算机联合使用的研究。

此外数字电子计算机还用于水文地质数据的处理,资料整理,储存及供应等方面。从而大大提高地下水调查工作的效率。

近年来由于“四人帮”的干扰破坏,使我国水文地质工作的勘测技术,远远落后于某些先进的国家。不仅技术卫星方面的遥感,就是飞机上能够使用的探测技术,如航片的判释,各种射线(红外,紫外,伽玛,来塞等)以及地面所使用的探测技术,与技术先进国家相比,都有较大的差距。今后在水文地质工作中,一方面要加强对现有技术的改造,充分发挥其作用;另一方面对先进技术方法,要尽力创造条件,积极推广,扭转当前的落后局面。

§2 水文地质勘察工作的程序及勘察阶段

地下水勘察工作和其它地质工作一样,在工作程序上必须符合先设计后施工、先普查后勘探的原则。在过去某些勘察工作中,打乱甚至取消了这种认识事物的规律。其结果造成质量低劣,浪费资金,甚至达到工程报废的程度,其教训是值得深刻吸取的。

水文地质勘察一般总是按阶段进行的,往往根据勘察的目的任务,地区总的自然条件及其水文地质研究程度来拟定勘察阶段。据此一般都分为:普查、初步勘探和详细勘探三个阶段。在每个阶段中,都有一套相适应的地下水勘察方法和要求。遵循勘察程序的基本思想,依据一定的客观规律,在一般情况下,特别是在条件复杂,资料较少和工程规模较大的情况下,更应按阶段进行,否则,就往往使工作被动,造成浪费。但是对待阶段的划分也不能“一刀切”,把它看成固定不变而非按步就班不可。实践证明,当工程规模较小,地区条件简单,而已有资料又较多的情况下,也可以不分阶段,一次完成勘察任务。因此对待勘察阶段的划分,既要遵照按阶段勘察的基本原则,又要因地制宜的正确对待。这样才能符合多快好省的精神。

目前各省地质局和水文地质建设工程兵部队在全国有目的、有计划、有步骤地大面积开展区域性水文地质调查,实际上相当于上述普查阶段的工作。为了各种专门目的而进行的水文地质勘察,一般是在上述普查成果的基础上开展的,往往按初步勘探和详细勘探做为基本阶段进行水文地质勘察。

下面将水文地质勘察各阶段的一般内容与要求分述如下:

(一) 普查阶段:

水文地质普查,又称区域性水文地质调查。它是水文地质勘察的最初阶段,是一项具有战略意义的工作。其主要目的是:

1. 为发展农、牧业以及为改造自然的远景规划(如农垦、改土、治沙、灌溉等)提供

水文地质资料；

2. 为国家的工业布局，城镇建设，矿山开采，海港建设，水利建设，铁路、公路选线，国防建设等远景规划提供水文地质资料依据；

3. 为水文地质科学研究，或解决某些复杂的水文地质问题提供区域性基础水文地质资料，并为各种专门性水文地质勘探提供设计依据。

因此，本阶段的成果，往往不能直接反映出某种专门目的（如供水、矿床疏干等）的实际需要。

水文地质普查工作的目的虽然是综合性的，但在不同地区，应针对其自然条件的特点和发展国民经济的要求有所侧重。

水文地质普查的基本任务在于：着重查明区域水文地质条件。它包括地下水的类型，各主要含水层的埋藏和分布条件；地下水的水质、水量及补给条件与运动规律；概略了解区域工程地质条件，并对区域地下水资源和开发远景作出评价。本阶段所用的工作种类，主要是以水文地质测绘为主，并配合少量的勘探和试验工作。水文地质普查工作，一般按国际图幅进行，也可根据国民经济建设需要，按照行政区划或自然单元进行。但事先应作统一安排，合理解决接图问题。水文地质普查所采用的比例尺一般为1/20万，对近期内发展国民经济不很紧迫的沙漠或山岳地区等，可采用1/50万比例尺；对重点建设地区，大规模发展井灌以及急需开发利用地下水资源的地区，比例尺可增加到1/10万。

（二）初步勘探阶段：

本阶段是在前一阶段成果（或相当于前一阶段研究程度）的基础上，为解决某一专门任务（如供水、矿床疏干等）而进行的，是一项具有战术性意义的工作。其工作类型除了进行中等比例尺的测绘工作以外，还要进行较多的勘探试验工作。并在典型地段布置适当的地下水长期观测。本阶段的工作成果，可以作为初步设计各种实际设施（如方案对比与选择，给排水构筑物的类型选择）的水文地质依据。工作结束后，还应提出进一步详细研究地段和要进一步解决的问题。以作为布置详细勘探工作的依据。

但在水文地质条件简单，工程规模较小的情况下，本阶段的工作成果，也可作为技术设计的依据。

（三）详细勘探阶段：

本阶段是在初步勘探资料所圈定的地段上进行工作的。要求对地区的水文地质条件作出深入的、全面的评价，提出各种定量数据，以作为实际工程技术设计的依据。本阶段的特点，是在较小的范围内进行大量的勘探试验工作和较全面的进行地下水长期观测，而地面测绘已降到次要的地位。有时仅为了解决某项专门问题（如地下水补给条件等）进行专项地面调查。其工作的基本比例尺为1/1万，但也可酌情增减。除以上三个基本调查阶段外，在工程施工过程中，为了解决施工中出现的个别问题，有时还要进行施工阶段的某些专门性水文地质工作，如矿床开采中的矿井水文地质工作等。

由于地下水是随时间不断发生变化的，因此只在短期内调查和评价地下水的质和量是不够的。特别是随着现代化工农业的大发展，大量开采和人为污染水质而导致地下水状态发生显著变化。为了预测其变化的趋向和后果，应在短期勘察的基础上，及时组织地下水动态的观测工作，即长期的水文地质调查工作。其目的一方面是为了进一步获得评价地下水资源的资料，另一方面是为了保护地下水资源，对其进行管理而采取的预测和监测措施。

一些工业发达的国家, 由于对地下水资源只顾开采, 不管保护而造成的灾害性恶果的教训是值得我们吸取的。为了加强这一工作, 国家和省、区建立区域性地下水动态观测网, 各有关单位应在生产地段上设置地下水长期观测站及均衡试验场是非常必要的。

§ 3 在水文地质勘察中工作时期的划分及主要工作内容

各阶段水文地质勘察工作, 皆按三个时期进行, 即准备工作时期, 野外工作时期和室内工作时期, 每个时期都有各自的工作内容。

(一) 准备工作时期:

准备工作时期的工作内容有组织方面的准备, 技术方面的准备以及物质设备、生活管理、财经预算等方面的准备。在野外工作之前, 充分作好准备工作, 是进行水文地质调查的前提, 是计划生产的重要环节, 其中工作的核心是设计书的编制。

设计书是根据工作任务, 地区自然条件的复杂程度及研究程度等所制定的作战方案。对于需要一年以上才能完成的任务, 应编制总体设计, 逐年按总体计划编制年度设计。对于研究程度较低, 实际资料极少的地区, 地面测绘和勘探设计可分两个阶段编制, 即完成一定地面工作后, 再编制勘探设计。物探工作或其它专门性试验等工作, 均可编制单项设计。

设计书编制之前, 首先作好工作区已有资料搜集和研究, 是正确进行设计, 合理确定工作量和工作方法的重要依据。由于一个地区的水文地质条件, 与多种因素有密切的联系, 所以资料涉及的内容十分广泛。主要包括: 区域水文、气象观测资料; 区域地质资料(地层、岩性、构造、地貌和第四纪地质等)和水文地质资料(地下水的类型、含水层位、水质、水量和动态等)以及物探和航空照片, 卫星象片等方面。若已有资料尚不能提供可靠的设计依据时, 还必须组织现场踏勘来补充现有资料的不足。

设计地区的工作量, 一般是根据工作的目的任务、工作地区的复杂程度和研究程度来确定的。故不同阶段, 不同目的任务和不同工作地区其工作量差异很大。其主要生产定额可参考有关规范确定。

在设计工作量的布置上, 不宜平均使用, 而应遵照既要全面控制各个不同的水文地质体, 又要从找水的观点, 并针对国民经济发展的要求, 对有重要意义的含水层, 地下水富集带或具有开发远景的地下水富水区以及国民经济规划中准备建设的工农业基地, 铁路, 公路新线, 水利设施以及工农业比较集中的山间盆地, 山间河谷平原都应适当增加工作量。而且还应根据点面结合, 以点带面的原则, 选择有代表性的典型地段, 进行深入解剖, 以点带面, 更好的掌握全区的规律。

设计书的主要内容包括: 工作的目的任务, 工作阶段及工作范围; 工作区的研究程度和区域地质, 水文地质概况及存在的主要问题; 工作设计(技术要求, 工作布置与工作量, 组织编制, 经济预算, 主要设备及施工措施)和预期成果。并附: 研究程度图, 区域地质、水文地质图, 勘探工作布置图等图件。设计一经批准, 就必须认真执行。在实施过程中, 可根据实际情况及时修改, 但有重大改变, 应提出补充设计, 上报批准。

（二）野外工作时期：

主要是按照设计书所规定的要求，执行有关生产定额及工作规范，完成测绘、勘探、试验、动态观测等各项勘察任务。在工作中必须树立实践第一的观点，正确处理目的与手段、质量与数量的关系，认真作好观测、记录以及各种原始资料、图件的校核整理和编录工作，切实搞好各环节的成果质量。

（三）室内工作时期：

室内整理是保证成果质量的关键阶段，要安排充分的时间。在整理与审核野外原始资料的基础上，经过综合分析，去粗取精，去伪存真，按勘察任务要求编制报告和图件。并及时提交有关部门审核。

第二章 水文地质测绘

§1 水文地质测绘概述

水文地质测绘是水文地质勘察的基本方法之一。不管是为了那一种目的进行的水文地质测绘，其测绘的基本任务是：通过对地质、地貌、地下水点及其它与地下水有关的各种现象的观察描述，进行综合研究，找出它们之间的内在联系，初步查明地下水埋藏、分布和形成条件的一般规律，并阐明区内水文地质条件。其基本要求如下：

(1) 确定各时代地层的岩石含水性质，地下水的基本类型，并指出各含水层（组）或含水带（体）的埋藏和分布规律，及其彼此之间的关系；

(2) 阐明区内地下水补给，迳流、排泄的地质、地貌条件及地下水动态的一般特征；

(3) 根据含水层（带）的分布状况，岩石含水空隙发育程度，地下水补给条件和已有水点的水量资料，初步判明含水层的富水性以及区内整个地下水资源概况；

(4) 从含水层岩性，地下水迳流条件，含水层（带）之间以及地下水与地表水之间的水力联系，污染条件和已有水质分析资料，初步阐明区内地下水化学特征及其形成条件。

由于勘察的目的与要求不同，对上述水文地质问题阐明的深度和重点也不尽相同。

从以上水文地质调查的任务及其要阐明的问题来看，不管是为了何种目的水文地质测绘，其调查的基本内容一般包括：地质调查、地貌调查、地表水调查、地下水点调查以及与地下水有关的物理地质现象等的研究工作。因此测绘本身具有综合研究的性质。

应该指出，虽然测绘的内容是综合性的，但由于各地自然条件，国民经济发展的要求，以及目的任务不同，其测绘的内容应因地制宜各有侧重。

由于地质环境是地下水活动的介质，地层岩性、地质构造是控制地下水活动最基本、最主要的因素。因此对地质条件的研究，就构成了全部水文地质测绘的基础。当工作区未进行过地质调查时，应进行地质—水文地质测绘，否则只进行水文地质测绘。实践证明，无论是哪一种水文地质测绘，皆需从地下水与地层岩性，地质构造之间的内在联系和不断发展的观点，对地质条件进行充分的研究。不同的只是在水文地质测绘中，地质观测点可以较地质—水文地质测绘的观测点酌量减少。

水文地质测绘的成果，是反映测区水文地质条件的基础资料，是各勘察阶段布置勘探、试验等手段的基本依据。同时又与勘探、试验等成果配合，最终对工作区进行全面的水文地质评价，以满足各种规划设计的需要。由此可见，对一个地区地下水的勘察，通常是从水文地质测绘开始的。是水文地质勘察的第一道工序，并具有基础和响导的作用。尤其是在水文地质普查阶段，测绘更是普查工作的主要内容而且具有相当独立的地位。

在水文地质测绘之前，必须详细研究和熟悉工作区内与地下水有关的各种资料。其中

特别是一些钻孔、水井、泉等资料。这对指导野外调查是十分重要的。凡是有航片和卫片的地区，必须充分利用，认真判读和解译。有条件的地区和单位，要尽量推广采用遥感等先进技术方法，以加快工作进度，提高工作质量。

水文地质野外测绘的基本工作方法，主要是通过填图来完成。工作初期应从研究调查区有代表性的控制性剖面开始。这不仅可以在正式进行测绘之前达到对某些基本问题的统一认识，还可以统一必要的工作方法和确定重点调查的问题。另外也是验证设计书的可靠程度和培训干部的过程。当使用卫片、航片填图时，通过典型剖面研究，可以更有效地确定其解译标志。剖面研究的具体内容：

- (1) 查明地层层序、厚度、年代及其接触关系和确定标志层；
- (2) 了解各类地层的岩石成分、岩相变化与构造特点。了解岩石裂隙的发育特征，
- (3) 研究岩石的透水性 and 成分对地下水化学成分的影响；
- (4) 研究岩层的产状，地貌条件及其与地下水循环的关系。研究地下水的各种露头和有关系的物理地质现象，研究地下水补给、迳流及排泄条件；
- (5) 校核已有地质底图，地质剖面及其它资料。

控制性剖面的研究方法，应因地制宜。在基岩裸露的山区，可以通过露头实测来完成。在第四纪沉积物发育的地区，则必须根据已有钻孔，水井及物探资料来解决。如工作区缺少这种资料，亦可借助于条件相似的邻区钻孔，或补打少量的钻孔来进行控制剖面的绘制。

当熟悉了控制剖面以后，即可正式开始野外调查工作。

在野外对各种现象的观察，主要是通过观测点和联结各点的观测线来进行的。观测点的选择和观测线的布置，应服从调查的目的要求，不宜平均使用。既要达到控制区内的地层、构造、地貌及含水层（体）的界线，以查明全区水文地质条件为原则；又要重点突出，对一些有特殊意义的和关键性的地段，适当加密，深入研究；而在条件简单的地段可以放疏，只进行一般调查。因此，观测路线主要依据地区自然条件的特点，本着花费时间少、路线短、观测的内容最有意义和最多的原则来布置。为此观测线应沿地质、水文地质条件变化最大的方向布置。并应尽可能的穿越地下水露头和具有关键性的水文地质地段。在山区观测线应垂直岩层和构造线方向，并使路线穿越补给区和排泄区来布置。有时为了追索某些有重要意义的含水层（体）或具有典型意义的泉，尚需顺含水层、构造线和河谷等布置辅助观测线。平原区观测线应垂直现代河谷或古河道或沿地貌变化最大的方向布置。在山前地区观测线应由山区向平原并沿扇形地的扇轴方向穿过其补给带和溢出带布置。在地质条件变化不明显的平原，沙漠地区，也可按网状均匀布置。观测点应布置在地质、地貌和地下水变化最大的，或具有代表性的地段。如地层分界线、断层线、褶皱轴线、侵入岩与围岩接触线、地貌界线、裂隙密集带、泉、井、钻孔、暗河出口、地表水与地下水发生密切水力联系的地段以及岩溶形态、滑坡、盐渍化、沼泽化等物理地质现象发育较典型的地段。

在野外测绘期间，每天野外工作结束后，都应留出一定时间，做好野外各项原始资料的编录和整理。包括整理野外记录，修改野外草图，整理试验成果，编制剖面、素描加工，整理机、民井和坑、槽探资料，清理和登记各种标本、水样和土样等。每半月或一个工作阶段，应利用一两天时间，对野外原始资料进行一次系统的整理研究，以便及时发现