

高等学校教材试用本

专门水文地质学

上册

北京地质学院水文地质教研室编

只限学校内部使用



中国工业出版社

本书共分上下两册。上册是由李永昇、徐紹利、陈明、张人权、郑於文等編写的。内容包括水文地质調查工作方法、供水水文地质調查、土壤改良水文地质調查及矿床水文地质調查等部分。为适应生产需要,有关土壤改良水文地质調查、地下水动态均衡研究、利用地球物理方法勘探地下水等篇章均有所扩大。书中还专门討論了合理取水与增大钻孔涌水量的方法,以及矿井淹沒的水文地质条件及淹沒矿井的疏干等問題。本书在一定程度上吸收了国内外近年来的生产經驗与某些先进技术。

本书适于作为高等院校水文地质及工程地质专业的教材以及高等院校有关专业的教学参考用书,同时也可供水文地质工作人员参考之用。

专门水文地质学

上册

北京地质学院水文地质教研室編

*

地质部地质书刊編輯部編輯(北京西四羊市大街地质部院内)

中国工业出版社出版(北京佟麟閣路丙10号)

(北京市书刊出版事业許可証出字第110号)

中国工业出版社第四印刷厂印刷

新华書店北京发行所发行·各地新华書店經售

*

开本 $787 \times 1092^{1/16}$ ·印张 $15^{1/4}$ ·插頁1·字数205,000

1962年10月北京第一版·1962年10月北京第一次印刷

印数0001—1,539·定价(10—5) 1.85元

*

統一书号: K 15165·1842(地质-188)

前 言

本书内容基本上是根据1957年原高等教育部批准试行的水文地质学教学大纲的相应部分编写的。但是，为了适应当前我国生产发展的需要，以及根据北京地质学院几年来讲授这门课程的经验，编写本书时，在内容上作了比较大的变动。

地球物理勘探方法近年来已广泛应用于水文地质及工程地质的勘探工作中，因此，本书中也相应地加强了这方面的内容。

供水水文地质调查、土壤改良水文地质调查，以及矿床水文地质调查都是与当前国民经济建设有关的三项主要任务。因此，也就成为本书的三个主要组成部分，无论在内容上和篇幅上都作了相当大的扩充。这三部分除了全面地叙述了地下水普查与勘探的方法外，还对供水、农田灌溉、土壤改良以及矿床开采时的一些专门性的水文地质问题进行了较详细的讨论。与土工建筑物及其他建筑物有关的水文地质调查由于已经放在工程地质学中讲授，因此，本书中没有加以讨论。

盐矿床中的地下水、油田水及矿水的研究，以及运用水文地球化学方法找寻金属矿床和放射性、稀有分散元素等，都是建立于水文地球化学规律性的研究基础之上的。有鉴于此，关于水文地球化学一般原理及研究方法，单独作为一篇加以讨论。

本书是由北京地质学院水文地质教研室的同志们合作编写的。各篇章的编写者为：序言及第四篇——李永昇；第一篇第一、二章——徐绍利、张人权，第三、四、六章——陈明，第五章——郑於文；第一篇第七章及第二篇——徐绍利、陈明；第三篇——陈明；第五篇——沈照理；第六篇——沈照理、王大纯；第七篇——郭竹第、李忠扬；第八篇——林年丰；第九篇——张人权。本书编写过程中，教研室其他同志也参加了讨论。最后，全书曾由王大纯教授进行审校。朱立、张永和、林锦璇等同志曾帮助誊清原稿。编者谨此表示恳切的谢意。

本书中编者在某些方面提出了自己的一些看法。但是由于编写时间比较短促，牵涉的问题又相当广泛，因此，书中一定还有不少问题值得进一步商榷和讨论，恳切希望读者给予批评指正。意见请寄北京地质学院水文地质教研室。

编 者

1962年3月

目 录

前言

序言	1
----------	---

第一篇 水文地质调查工作方法

第一章 水文地质调查的任务和内容	4
------------------------	---

第二章 水文地质测绘	5
------------------	---

§ 1 水文地质测绘的任务与内容	5
------------------------	---

§ 2 水文地质测绘过程中的地质研究	6
--------------------------	---

§ 3 地表水的研究	8
------------------	---

§ 4 地植物的研究	8
------------------	---

§ 5 泉的调查	9
----------------	---

§ 6 井的调查	11
----------------	----

§ 7 不同地区水文地质测绘工作的某些特点	11
-----------------------------	----

§ 8 水文地质测绘工作中的几个问题	13
--------------------------	----

第三章 水文地质钻探工作	14
--------------------	----

§ 1 水文地质钻探的任务和要求	14
------------------------	----

§ 2 水文地质钻探工作中的观测、取样和编录	16
------------------------------	----

§ 3 水文地质钻探的布置原则	19
-----------------------	----

第四章 水文地质试验工作	24
--------------------	----

§ 1 抽水试验的任务与种类	24
----------------------	----

§ 2 抽水试验的要求	26
-------------------	----

§ 3 抽水试验的设备	27
-------------------	----

§ 4 抽水试验的现场工作	34
---------------------	----

§ 5 抽水试验的资料整理	37
---------------------	----

§ 6 涌水(溢水)试验	39
--------------------	----

§ 7 注水试验	39
----------------	----

§ 8 渗水试验	40
----------------	----

第五章 水文地质调查中地球物理勘探方法的应用	43
------------------------------	----

§ 1 水文地质调查中应用地球物理勘探方法的某些特点	43
----------------------------------	----

§ 2 利用地球物理方法勘探地下水的基本原理	44
------------------------------	----

§ 3 地球物理勘探方法在水文地质调查工作中的应用	49
---------------------------------	----

第六章 地下水动态和均衡的研究	66
-----------------------	----

§ 1 影响地下水动态的因素	66
----------------------	----

§ 2 地下水动态类型的划分	68
----------------------	----

§ 3 地下水动态长期观测的组织	70
------------------------	----

§ 4 地下水的均衡	73
------------------	----

§ 5 潜水均衡要素的测定	77
---------------------	----

§ 6 地下水动态均衡资料的整理	86
------------------------	----

§ 7 地下水动态的预测	93
第七章 水文地质图	100
§ 1 水文地质图的概念	100
§ 2 综合水文地质图	102
§ 3 水文地质分区图	106

第二篇 供水水文地质调查

第一章 供水水质评价及需水量的确定	109
§ 1 供水水文地质调查的目的与任务	109
§ 2 生活用水、工业技术用水和灌溉用水的水质评价	109
§ 3 需水量的确定	119
第二章 地下水储量	121
§ 1 地下水储量级别	121
§ 2 地下水储量的概念	122
§ 3 地下水储量计算	124
第三章 合理取水与增大井孔出水量的方法	134
§ 1 合理开采地下水的方法	134
§ 2 增大钻孔涌水量的方法	137
第四章 供水水文地质调查	140
§ 1 供水水文地质调查的基本内容和要求	140
§ 2 灌溉供水水文地质调查的特点	143
§ 3 供水水源卫生防护的水文地质论证	145

第三篇 土壤改良水文地质调查

第一章 土壤的盐渍化和沼泽化	147
§ 1 盐渍土和沼泽土的分布	147
§ 2 土壤的盐渍化	149
§ 3 土壤的沼泽化	152
§ 4 土壤的次生盐渍化与沼泽化	153
§ 5 土壤改良水文地质措施	154
第二章 土壤改良水文地质调查	156
§ 1 土壤改良水文地质调查的任务与内容	156
§ 2 土壤改良水文地质调查中地貌及第四纪地质的研究	157
§ 3 土壤改良水文地质调查中的地植物调查	160
§ 4 土壤改良水文地质调查中的地下水调查及勘探试验工作	162
§ 5 临界深度及其确定	164
§ 6 土壤改良水文地质分区	167
第三章 灌溉和疏干地区地下水动态和均衡的研究	170
§ 1 灌溉地区的潜水动态类型	170
§ 2 疏干地区的潜水动态类型	177
§ 3 灌溉和疏干地区潜水动态的预测	178

第四篇 矿床水文地质调查

第一章 矿床水文地质类型及矿床疏干	190
§ 1 矿床水文地质学研究的对象和任务	190
§ 2 矿床充水条件	191
§ 3 矿床水文地质的类型	196
§ 4 矿床地下水化学成分的研究	203
§ 5 坑道涌水量的测定	205
§ 6 淹没矿井的疏干	214
§ 7 矿床的疏干方法	221
第二章 矿床水文地质调查	226
§ 1 矿床水文地质调查的目的和任务	226
§ 2 矿床水文地质调查的工作内容	228
§ 3 矿床水文地质调查的工作方法	228
§ 4 矿床水文地质调查的工作量	232
§ 5 矿床水文地质调查设计书及报告书的编写	232

序 言

丰富的地下水資源，是我們国家宝貴的財富。随着社会主义建設事业的飞速发展，合理开发利用地下水資源，以及与地下水活动而引起的灾害进行斗争的問題，日益显示出它的重要性。农业灌溉、土壤改良、城市和工矿企业的供水、矿山开采、水力开发，以及国防工程、交通运输事业等等，都需要查明水文地质条件，才能順利进行。根据水文地球化学的規律，寻找有色金属、石油及放射性元素等矿产，已見成效。某些类型的地下水，本身就具有提炼某些元素的工业意义，或者具有宝貴的医疗价值，是采矿和建立疗养基地的直接对象。

我国华北及西北地区，分布着許多平原和高原，是重要的农牧业基地。这些地区，气候干燥，地表水資源較為貧乏，远远不能滿足农牧业发展的需要，但是在平原中，如华北平原、河套平原、河西走廊等，第四紀沉积很厚，埋藏着丰富的地下水資源，特别是山前地带，对发展农业灌溉具有重要意义。工作証明，在內蒙、新疆浩瀚的荒漠草原中，蘊藏有可資利用的地下水，对改造沙漠、发展畜牧业，提供了广闊的前景。华北与西北地区由于气候干燥，盐漬土分布比較广泛，土地灌溉后，次生盐漬土也有所发展。在有的平原中还分布着一些沼泽土，严重影响着农作物的生长，所以，与土壤盐漬化和沼泽化作斗争，也是一項迫切的任务。

我国南部，丘陵山地广布，雨量充沛，农业灌溉在很大程度上依靠地表水，修建水利工程，利用地表水是发展水利的重要方面，水文地质工作者的任务就要查明水利工程的水文地质工程地质条件。

地下水是城市和工矿企业供水的主要对象，这是由于地下水一般水质較好，有良好的卫生防护条件，处理比較简单，水量較為恒定。我国北部，許多大城市的供水，广泛开发利用了山前冲积洪积层中的地下水。随着工农业的发展，深部自流水的开发，也已引起注意。例如华北寒武奥陶系及华南石炭二迭系所构成的許多自流盆地，不仅水量丰富，而且分布广泛，此外，还找到一些白垩系和第三系的自流盆地，对城市和工矿企业供水都有重要意义。我国东部广大平原地区，开发利用第四系深部自流水是工农业供水的一个方向。

开采矿床要与矿坑水进行斗争。提交矿产儲量必須查明矿区的水文地质条件，提供足够的水文地质資料，才能滿足編制矿山开采設計的要求。我国許多重要的煤矿和金属矿床，頂板或底板都賦存有水量和水压很大的喀斯特水或裂隙喀斯特水。例如：华北石炭二迭紀的煤矿床，底板受奥陶系喀斯特水的威胁，华南上二迭紀煤矿，頂板受石炭二迭系及三迭系喀斯特水的威胁。許多砂页岩类型的金属矿床，都与不同时代的石灰岩和白云岩有关。所以，与喀斯特水作斗争，是我国矿床水文地质工作的一大特点。在平原地区和某些山間盆地中的矿床，往往上部复盖有較厚的第四紀含水层，有的虽然不是矿坑水的直接补給来源，但是对建井非常不利，勘探过程中要对第四系含水层的水文地质和工程地质条件进行仔細研究。

由于采矿事业的发展，在生产实践中向水文地质工作者提出一系列新的复杂的問題，

例如深部矿床的預先疏干，河、湖下的采矿，旧的淹沒矿井的恢复，以及露天采矿場边坡稳定性的計算等。

矿床水文地质工作，除要解决矿坑排水問題外，还应找到矿山企业的供水水源。在某些山区和內蒙、新疆等干旱地区，解决供水問題常常比解决排水問題显得更为重要。

利用水文地球化学方法找寻金属矿床和放射性及稀有分散元素，是綜合找矿方法的組成部分，必須与其他找矿方法密切配合进行。水文地球化学找矿法是建立在水文地质学的基础上的，只有詳細研究了矿区的水文地质条件以后，才能正确解释地下水中金属离子和其他元素的形成、运移和富集过程，因此，它又是水文地质学的組成部分。在油田、矿水及盐矿床中的地下水中，应注意找寻溴、碘、硼、镭、鋰、鉀以及其他工业原料。

我国矿水資源十分丰富，分布也很广泛，如辽宁、山东、福建、台湾、广东、云南和西藏等省区，矿泉众多。矿水是国家珍貴的医疗資源，現在部分矿泉地已經成为劳动人民的疗养基地。

温度較高的地下水，还可作为热的資源，它可广泛用于取暖、加热溫室和发电等。我国的溫热地下水分布相当广泛，地下热水的开发利用，在我国有着宽广的前途。

如上所述，“专门水文地质学”这一門課程所包含的内容是十分广泛的，它不仅是地下水資源的調查方法、地下水儲量和质量評价方法的学說，而且要研究和解决国民經济建設中与地下水有关的一系列的专门問題。随着生产的发展，許多专门性的学科已經逐漸形成，如矿床水文地质学，农田灌溉水文地质学，油田水文地质学，矿水学及放射性水文地质学等。

我国是开发和利用地下水最早的国家之一，周书中就有“黄帝穿井”的記載。开始是在黄河中游，那里地势高亢，气候干燥，所以在先秦时期，即距今三、四千年以前，就开发和利用地下水作为生活用水和灌溉农田，当时已出現砌石井壁的水井結構，和利用槓杆原理以減輕人力的提水設備——槓。

几千年来，我国劳动人民在生产实践中积累了找寻地下水的丰富知識，創造了許多凿井方法和提水設備。如根据地势、岩性、土色等判断地下水的賦存条件和地下水位的埋藏深度。根据气候現象、地面干湿情况，以及植物的生长特征和某些动物的活动規律来找寻地下水源。明代学者徐光启，提出“审泉源法”，要求在打井以前用坑試、盘試、罐試、火試等一整套方法来探測地下水源。

我国古代的凿井方法，通常都用鉆穿式凿井法，即利用竹木的弹力控制鉆头，利用轆轤控制升降，并提取地下水。象四川的火井、盐井，在汉代以前已經开始，工程甚为浩大，井深有的达数百米，明代宋应星的著作——“天工开物”一书中詳細記載了这种凿井方法。

在长期封建統治的年代里，生产力水平很低，这些宝貴的經驗，流传民間，沒有得到科学的总结和提高。在国民党統治时期，連年軍閥混战，民生凋敝，在河北、山西、河南、山东等省，虽曾为农业灌溉目的开办过凿井訓練班和組織过一些凿井队，但很少有成就。

苏联在十月革命胜利以后，大約在1930年左右开始開設“地下水的普查与勘探”这一課程。1937年西林——别克丘林編写出第一本“专门水文地质学教程”。1947年出版了卡明斯基著的高等学校用的教科书“地下水的普查与勘探”。专门水文地质学才逐漸形成一門独立的学科。

我国在全国解放以后，学习了苏联的经验，为满足社会主义建设的需要，大力开展了地下水的普查与勘探工作。

在第一个五年计划的初期，我们的力量多集中于解决重点城市和工矿企业的供水，以及担任水利工程方面的一些紧急任务。矿床水文地质工作则首先在煤炭部门展开，在为抚顺煤矿总体设计提供水文地质资料时，曾进行大量的工作，也训练出第一批矿山水文地质的工作干部。

1956年春，地质部召开了第一届全国水文地质及工程地质工作会议，指出水文地质工作应适应国家工农业发展的需要，大力开展区域水文地质普查工作，奠定综合利用地下水的基礎，同时开展矿区水文地质工作，适应矿产地质勘探发展的需要。所以从1956年开始，首先在华北、西北和东北等干旱半干旱地区开始大规模的区域性水文地质普查工作。

1958年，党提出了鼓足干劲、力争上游、多快好省地建设社会主义的总路线。全国人民干劲冲天，在各个战线上出现大跃进的局面。这几年，水文地质工作，在党的社会主义建设的总路线和一整套两条腿走路的方针指引下，坚决贯彻执行了发展国民经济以农业为基础，以工业为主导，全党全民大办农业大办粮食的方针，获得空前规模的发展，在保证农业丰产，以及与三年特大自然灾害的斗争中作出了显著的成绩。在我国北部的主要农牧业区已经完成1:20万或1:50万的区域水文地质普查工作，并选择重点地区进行了勘探，对水文地质条件有了进一步的了解，对地下水的储量作了估算。此外，还进行了许多重点城市和大型企业的供水勘探，配合矿床勘探，提供了批准储量所需的水文地质资料。

在群众性的农田水利化运动中，北方各省大力开发利用地下水，取得很大成绩。在工作中，水文地质专业队伍与群众队伍紧密结合，及时指导了农田水利工程的进行，同时搜集到十分丰富的水文地质资料。

近来由于综合找矿勘探方法的推行，水文地球化学找矿法迅速发展起来，为水文地质工作者开辟了一个新的方向。水文地质普查与勘探方法也越来越多地应用了地球物理勘探方法和地植物学的方法，向着综合勘探的方向发展。

工作证明，水文地质专业队伍与群众性的农田水利建设相结合，更多地采用综合勘探方法，是普查勘探地下水一条多快好省的道路。

几年来，我们学习了苏联的经验，通过广泛的生产实践，积累了丰富的水文地质资料，在水文地质普查与勘探的基本理论方面与业务技术方面都有很大的提高，制订了各方面水文地质的工作规程、规范，编制了大量的水文地质图幅，解决了许多重大的生产技术问题，培养出大批水文地质工作干部，在今后社会主义建设事业中将发挥更大的作用，专门水文地质学——地下水普查与勘探的学说——作为一门独立的学科正在迅速成长。

第一篇 水文地质調查工作方法

第一章 水文地质調查的任务和内容

地下水几乎与国民經济各部門都有关系。有些情况下地下水乃是一种資源，如工矿企业、城市居民的供水、农业灌溉与畜牧业的用水，利用矿水进行矿泉医疗，利用高矿化水提取盐类与稀有分散元素等情况下便是如此；另一些情况下则需要防范或消除地下水的有害影响，在矿坑涌水、土壤沼泽化、盐渍化、工程建設施工的情况下便产生了后一类問題；此外，在进行水文地球化学找矿时也需要对地下水进行研究。为了解决国民經济各部門所提出来的各項与地下水有关的实际問題，便要进行水文地质調查。各种水文地质調查的共同任务便是为論証利用或防范地下水的实际措施提供必要的水文地质資料。

水文地质調查是按阶段进行的，一般可分为普查阶段、初步勘探阶段及詳細勘探阶段。

在水文地质調查过程中需要闡明下列基本問題：（1）地下水的形成条件；（2）地下水的埋藏条件；（3）地下水运动条件及（4）地下水的动态。

在水文地质調查过程中，配合应用水文地质測繪、水文地质勘探、水文地质試驗及地下水动态观测等工作方法。地球物理勘探方法由于其具有經濟、快速的优点，所以已日益广泛地用来解决一部分过去需要用勘探試驗解决的問題。

在普查阶段中着重于闡明地下水的形成条件。在工作方法上一般以水文地质測繪为主，配合以必要的勘探、試驗工作及部分动态观测工作。这一阶段的工作往往并不是为某种專門目的（例如供水、土壤改良等）而进行的，其工作成果乃是国民經济远景规划的依据，同时也是解决各种專門問題的基础，一般被称作区域水文地质調查。

在初步勘探阶段与詳細勘探阶段，水文地质調查总是結合具体任务进行的，因此，一般被称作專門水文地质調查。

在初步勘探阶段除了进行測繪工作以外，还布置相当数量的水文地质勘探工作与試驗，并开展典型地段的地下水动态观测。一般說来，本阶段的工作成果可作为各种实际措施（如矿坑排水、供水）初步設計的水文地质依据。本阶段調查工作結束时还应提出需要詳細研究的地段与需要进一步研究的問題，以便据此布置詳細勘探工作。但是，在水文地质条件简单而且工程規模較小的情况下，通过本阶段的調查，可能即已完全解决問題，无需进一步工作，此时，其成果也可作为技术設計的依据。

詳細勘探阶段要求对地区的水文地质条件作出全面及深入的評价，提供各种定量数据，以作为技术設計的水文地质依据。本阶段中調查面积大大縮小，水文地质勘探工作量大为增加，必須进行严格的水文地质試驗，并全面研究地下水的动态，而測繪工作的意义往往較为次要。

在实际生产中，工程施工阶段仍然需要进行某些水文地质工作，如在工程施工阶段或采矿过程中为了排除地下水而进行的專門工作，但一般其工作量不大，通常不构成一个独

立的阶段。

由于地下水本身是随时间而不断发生变化的，因此，只进行具有时间性的调查是不够的，常常有必要继之以长期水文地质调查——地下水动态长期观测。在农田灌溉及采取土壤改良措施的过程中，以及在供水水源开采过程中所进行的地下水动态观测便属于这一类性质的。近年来日益认识到了这种长期性水文地质调查的必要性。这一类调查的任务在于进一步论证所采取的利用或防范地下水的实际措施是否合理有效，以便进一步使之完善。必须指出，通过长期水文地质调查实际上验证了已有的水文地质方面的理论，因此，它对于发展水文地质的科学理论无疑也是极有意义的。

进行水文地质调查之前，必须根据工作任务，结合区域研究程度与自然条件编制设计书。在设计书中应说明工作的目的任务、区域研究程度与自然条件，提出各项工作内容、工作方法、工作量以及人员组织、经济预算等。设计书可以根据现有文献资料编制，而在现有资料不足的情况下，还应组织专门的踏勘工作。

设计书经批准后即应进行业务及组织方面的准备。业务准备是要全面深入地研究工作区的全部气象、地质、水文地质、工程地质、地球物理勘探及其他方面的资料；重要的文字资料应加摘录；重要图件应予复制；还要收集并熟悉调查区的岩石标本、化石标本等，选择地形底图或地质底图。组织方面的准备包括人员组织，工作所需的技术装备以及生活用品的配备。

准备就绪，即进入野外工作阶段。在各个调查阶段，按一定循序配合使用测绘、勘探、试验、长期观测以及地球物理勘探等各种方法，逐步深入以阐明地区的水文地质条件，取得有关资料。

野外调查告一段落后，经过全面的室内资料整理与综合研究，编制出各种图件，并结合任务要求编制水文地质报告书。

第二章 水文地质测绘

§1 水文地质测绘的任务与内容

水文地质测绘是水文地质调查的重要工作方法之一。在水文地质测绘过程中，通过地表的实际观测，对地下水以及与地下水有关的各种现象进行综合研究，以阐明地下水与其周围介质之间的联系。水文地质测绘的直接任务是测绘水文地质图和相应地描述区域地质水文地质情况。

在水文地质调查的各个阶段中，采用不同比例尺的水文地质测绘。普查阶段通常进行小比例尺（1:500 000—1:200 000；条件复杂地区则采用1:100 000）的区域性水文地质测绘；初步勘探阶段多进行中等比例尺的地区性水文地质测绘；当条件比较复杂或工程规模巨大时，则在详细勘探阶段，在与工程直接有关的地方进行大比例尺（1:25 000—1:1 000）的地段性水文地质测绘。

各种比例尺的水文地质测绘，其作用并不完全一样。小比例尺的区域性测绘，经常是水文地质普查阶段的主要工作方法，具有相当的独立意义。有人往往将普查阶段的水文地

质調查与水文地质測繪混为一談，这是不合适的。而在詳細勘探阶段則常常利用較多勘探手段进行較多試驗工作，一般說來測繪的作用就不如在普查阶段那么重要了。有鑒于此，在此部分中我們主要針對小比例尺区域性水文地质測繪进行討論。当然，在这里所涉及的若干基本原則，对中比例尺乃至大比例尺的水文地质測繪也是适用的。

通过水文地质測繪將查明区域地下水形成与分布的一般規律。經驗証明，無論对实际措施进行有根据的論証，或是进一步勘探地下水，都必須建立在正确理解区域地下水形成与分布規律的基础之上。因此，任何水文地质調查总是从普查性质的水文地质測繪着手的。經驗还証明，正确地組織水文地质測繪工作，愈是深刻地闡明地下水与其周围介质之間的联系，就愈有助于解决各种各样的实际問題，有助于确定进一步研究的問題与地段，从而可以大大縮減勘探工作量。不重視水文地质測繪，或由于單純追求速度不进行水文地质測繪，而直接布置勘探工作的做法是十分有害的，有时因此投入了許多不必要的勘探工作量，而有时則不得不在勘探未获得預期結果时重新回过头来进行水文地质測繪。

水文地质測繪的中心任务就是要闡明地下水与其周围介质之間的內在联系，在进行水文地质測繪时，不可能脫离开地下水的存在环境，脫离开有关的各种自然条件与人为因素来孤立地研究地下水本身。必須从地下水与其周围介质經常密切联系，而且这种联系是在历史过程中不断发展着的观点出发，才有可能查明地下水形成与分布的內在原因，从而始有可能預測在采取各种实际措施时它可能发生的进一步的变化。对这一重要原則理解得不够，就容易产生各种偏向；例如把水文地质測繪当作單純的地質填图加上井泉調查，把它变成了相互孤立的各種現象的記錄。根据这样的認識去进行測繪，所获得的結果往往无法說明地下水的形成与分布規律，因而也不可能認真地解决具体問題。

水文地质測繪乃是一种綜合性的調查。在測繪过程中，除了要研究地下水的天然露头与人工露头之外，还必須研究地质构造，第四紀地质、地貌、物理地质現象、地表水乃至植被等与地下水有关的各个方面。

§2 水文地質測繪过程中的地質研究

地质結構乃是地下水活动最重要的背景。因此，地质研究經常是一个地区地下水調查的基础。当調查区未作过地质測繪时，便应进行綜合性地质水文地质測繪。在已作过地质測繪的地区进行水文地质測繪时，地质研究的工作量固然可以大大減輕，但在任何情況下都不允許不研究地质，这不仅是为了补充和修正原有的工作，更重要的是使地下水的資料与地质資料紧密联系起来，并从研究地下水的特殊要求出发，进行某些專門研究。

不应当把綜合性地质水文地质測繪中的地质研究与地质測繪过程中的地质研究完全等同起来。在这里，地质研究的目的在于闡明地下水的形成与分布条件，因此应当側重于研究有关方面的內容，并在研究中充分考虑到水文地质方面的特殊要求。

基岩地区岩石的富水程度以及地下水的运动条件，首先决定于岩石的空隙性，而对于后者經常起控制作用的乃是岩性結構。因此，从水文地质角度出发，研究岩层的关键在于查明岩石空隙性变化規律与岩性、岩相变化間的內在联系。例如：对于沉积岩必須查明縱橫方向上的岩性变化規律，以及在不同岩性条件下孔隙、裂隙与喀斯特的发育情况，結合以井、泉、鉆孔資料，就可以确定地层剖面中那些是隔水层，那些是含水层，以及各个含水层的富水性乃至富水性在水平方向与垂直方向上的变化規律。研究侵入岩时便要尽可能

区分出岩相上有差别的各个带(例如粗粒的、斑状的、细粒的),并分别确定各带的富水性。喷出岩的研究应着重阐明各次喷发以及同一喷发期始末的岩性变化规律及相应的富水性变化。对于变质岩则应按变质程度划分各个带,如果是副变质岩还应按其沉积层序分层,以便分别确定各层带的富水性。

沉积岩岩相的研究,不仅对于分析岩层富水性的变化规律很有意义,并且还有助于判明古水文地质条件、地下水的成因类型及其化学成分的形成作用。例如在泻湖相沉积物中可以埋藏有高矿化度的同生水;海相沉积物在纵横方向上岩相比稳定,因而其富水性也比较均匀一致;陆相沉积物的岩性变化最为复杂,其岩相常随古代河道的变迁以及湖盆地的变迁而变化,因而富水性也具有相应的变化规律等等。

基于上述情况,在水文地质测绘过程中填绘地质图时,划分地层制图单位必须考虑到以下两点:一方面应遵循以沉积旋迴为主要依据的地层划分原则,以便正确地掌握岩相纵横方向上的变化规律,从而进一步揭露受其控制的富水性变化规律;另一方面,还应考虑到水文地质方面的特殊要求,将岩性作为划分制图单元的重要标志之一。例如由厚度较大的石灰岩层与砂页岩交互组成的岩系,按照一般的地层划分原则可以划为同一层,但在水文地质测绘中,只要比例尺许可,就应尽可能把石灰岩层与砂页岩系分别填绘于地质图上。有特殊意义的薄层含水层或隔水层必要时还可适当地夸大表示之。

地质构造对于一个地区地下水的埋藏以及补给、逕流、排洩经常具有控制意义。褶皱系统可能成为自流水储存的处所,特别是向斜盆地,常构成自流盆地,因此需要对它注意研究。大断裂的两侧,岩性、构造乃至地貌常常有很大的改变,因此大断裂常是水文地质区的边界。另外,导水断裂经常成为地下水强逕流段,使各个含水层发生水力联系,以及成为自流盆地的排洩带。阻水断层则使地下逕流受阻。因此,从水文地质角度研究断裂时,除了要查明其方向、规模、性质、年代以外,还要通过各种方法确定其导水性能(如观察断层是张开抑闭合,充填胶结情况,观测断层带上有无上升泉及其涌水量的大小,或沿断层是否有渗水漏水现象等)。在褶皱的不同部位以及在断裂带附近,裂隙的发育程度不同,因而富水性也可有相当大的差别。在调查过程中要查明裂隙在水平方向上以及随深度发生的变化。为此,必须选择条件不同(各种岩性、不同构造部位、不同地形)的典型地段作系统的裂隙统计工作。任何不考虑影响因素而进行的零星的裂隙统计的资料往往不能说明什么问题。

岩浆岩,特别是侵入岩,对于区域地下水的形成过程有很大影响。它们一般乃是微裂隙岩层,因此经常是弱含水岩层,同时具有相对隔水意义。查明岩浆岩的产状常常有很大意义。例如,顺层侵入的岩床可以构成相对隔水层,因而在其上可以形成上层滞水,而在其下出现局部的承压水。岩基可以成为区域地下逕流的屏障,常常使其上游的地下水得以积聚起来。岩株与岩脉能起地下堤坝阻挡水流的作用,而当其贯穿各个含水层时,也可沟通各含水层使之发生水力联系。在研究火成岩时还应特别注意其与围岩的接触带是导水的还是不导水的。

一个地区的地貌乃是内外营力综合作用的产物,它综合反映了地形与岩性、地质构造之间的成因联系,因此,很自然,地貌不仅决定着地下水的补给与排洩条件,而且还能反映地下水的分布状况、埋藏条件等等。一张好的地貌图,常能对地区的水文地质条件提供清晰的概念。在地貌研究过程中以及在编制地貌图时,应着重来分析地形与岩性、地质构

造間（或地形与第四紀沉积之間）的联系，这样才有可能进而揭示地貌与地下水形成与分布条件之間的內在联系。以純粹的形态分析为基础編制的地貌图，对于水文地质条件是没有多大帮助的。

在野外研究地貌时，应詳細观察和描述各个地貌单元的形态，并查明其成因与时代，在調查中应注意描述总的地貌景观，以便根据这些資料与地质資料来划分地貌成因类型編制地貌图。

对一些与地下水有关的自然地质現象与其他自然現象，例如滑坡、潛蚀、喀斯特、沼泽化、盐漬化等也要进行描述，并标示在图上。这些現象与其他資料結合起来，有助于闡明区域地下水的情况。

第四紀地质的研究在山前与平原地区常占主要地位。測繪过程中应确定其年代、成因类型及岩性。第四紀沉积与地貌的关系十分密切，尤其在山前与平原地区，第四紀地质的研究必須与研究微地貌相結合。年代与成因类型不同的第四紀沉积物，其埋藏、分布条件以及岩性、厚度的变化規律都各不相同，从而也决定了蘊藏于其中的地下水的埋藏、分布条件以及水量变化。由于不同成因类型的沉积物的分布与地貌单元总是一致的，因此，在另方面也决定了地下水的补給、逕流、排洩条件以及水质等方面。

由于第四紀沉积物經常是未經变动的，多呈水平产出，在地表仅能見到少数几层，因此对那些出露范围較小但有意义的层次，应予夸大表示在图上。另外，要尽量利用各种天然剖面 and 人工剖面研究其深部情况，如观察冲沟、河岸、路塹、土坑以及通过井、钻孔的調查和訪問以对深部岩性剖面获得概念。

通过以上的叙述，可以了解到，研究地质条件对于闡明水文地质情况的深刻意义。有一点是值得再三強調的：必須通过成因分析来揭露地质条件与水文地质情况之間的內在联系，这也就是说要从分析地质要素的形成过程着手，从分析地质历史出发。就这方面的意义來說，在很大的程度上，一个地区的水文地质条件乃是該地区地质发展历史的产物。

§ 3 地表水的研究

地表水經常成为地下水的最终排洩去路；另一些情况下，它也可以成为地下水的补給来源。地表水系的分布密度，常能說明一个地区岩石的含水情况。长期缺乏降水的枯水季节中，河流的流量实际上即与地下逕流量相当。在无支流加入的情况下，河流下游流量的增加，混浊的河水中出現清流，封冻河流局部融冻地段，都說明有地下水补給河流；相反的，河流流量突然变小乃至消失，表明河水补給了地下水。为了查明上述問題，在測繪时除了收集已有的水文資料以外，还要对区內的河流、湖沼进行观察，記錄其形态（河流宽度及深度、湖泊面积及深度），了解其水位与流量的变化。在研究地表水时一定要联系地质水文地质条件。沿河流测定流量时，必須根据地质水文地质条件来布置測流段，例如将測流段布置在河床中某一含水层的頂板与底板出露处，或布置于某一巨大断裂帶的上下游。

§ 4 地植物的研究

在草原、沙漠、半沙漠、滨海平原等地区，植被常常可以很好地反映地下水的某些方面。因此，地植物学法不仅在地质測繪可以应用，在水文地质測繪中有着更广泛的应用范围。目前主要用它来确定地下水的埋藏深度、地下水的矿化程度及土壤含盐量。植物可以

作为地下水埋藏深度的良好标志。例如香蒲、蘆葦、莎草繁茂的地方，潛水埋藏很浅。沙漠地区有些植物根系极深，甚至可以反映埋藏深度达40米的地下水的存在。盐生植物的分布说明土壤的含盐量与地下水的矿化度比较高。例如在黄河下游滨海盐渍化地区，罗布麻与曲曲菜分布于盐渍化轻微、地下水矿化度不高的地区；盐渍化程度中等，地下水矿化度很高的地区则生长臭蒿与黄鬚菜；盐渍化最严重的地方成为寸草不生的白地。查明某一地区内某种植物或植物群落与地下水埋藏深度、矿化度的关系后，便可以利用它相当准确地判定地下水的埋藏深度与矿化度。关于这方面的详细内容将在第三篇第二章中叙述。

由于地下水与其周围介质有着千丝万缕的联系，因此，影响地下水形成与分布规律的因素不可能只限于上述几方面。比如说，在某些穴居动物（田鼠、野兔、蚯蚓、蛇……）众多的地区，地表洞穴分布很密，自然就会影响潜水的补给条件。由此可见，在进行水文地质测绘过程中，还必须根据具体情况增添与地下水活动有关的其他内容。

除了各种自然因素的影响外，在现代或古代人类活动的地区，地下水的形成与分布条件往往由于人类活动而发生相当明显的改变。例如在修建大型水库、渠道的地区，地下水的补给条件与动态主要便受人为因素的控制；古代或现代城市附近，由于长期污染，地下水的化学成分会有相当大的变化；矿区附近，由于长期采矿过程中连续排水的结果，地下水水位便剧烈下降。很明显，在这些情况下，不考虑人为因素的影响，想研究水文地质情况是不可能的。

§5 泉的调查

对地下水本身的研究是通过其天然露头（泉）和人工露头（井、钻孔）进行的。在泉水众多的山区进行水文地质测绘时，泉的调查占有极重要的地位。在大比例尺测绘时，甚至有必要将所有的泉都填绘于图上，即使在小比例尺测绘中，也要保证对一定数量的泉进行详细工作。

泉在阐明地区水文地质条件方面的意义，普通水文地质学中已经讨论得很详细了，在此仅叙述其调查方法。

在调查泉的过程中，每一个被研究的泉都要编号，将其位置精确地填绘在图上。

泉的描述要说明泉的所在地和泉出露处的地形特点，说明泉出露在何种地形单元的何种位置上（河谷底、冲沟头、盆地边缘、山坡上、山脚下）。要尽可能测定泉的高程，详细调查时要利用水准仪，一般则可用气压计或根据地形等高线大致确定。另外还要指出泉与最近河水面或谷底的相对高度。

要注意观测泉出露口的特点，例如：泉是集中的一股水或几股水，还是呈线状出露或呈微微湿润的沼泽状态；水是冒涌的还是缓缓流出的；有没有气泡涌出，涌出情况如何；水是从裂隙、溶洞还是岩脉的接触带流出；裂隙的类型及其方向如何；水从那一层流出。当泉由第四纪松散沉积流出时，应当注意判断它是由第四纪沉积本身补给的，还是由第四纪沉积掩盖下的基岩补给的。必要时应清除表土，揭露补给泉的含水层。

泉出露口附近的地质情况要仔细分析，根据泉附近的岩层露头来描述地质情况，并绘出泉附近示意的平面图与剖面图，那怕这种剖面看来很简单或者带有推测性质的也好，因为即使一个简单的图，常常也比长篇累赘的文字描述更为明了易懂。

测定泉的流量是一项重要的工作，在大比例尺测绘时，对每个泉都需要用量器测定，

小比例尺測繪中也应尽量实测。可以用各种方法測定泉的流量。小于1升/秒的泉一般直接以容器接水并計算充滿容器所需時間，測定其流量。流量大于1升/秒的泉，利用水堰測量較為理想。常用的有三角堰与梯形堰。

三角堰有一个直角的溢水切口，堰边为一斜切的銳边（图1）。用它測流量时采用下列公式：

$$Q = 0.014 h^2 \sqrt{h}$$

式中 Q ——涌水量（升/秒）；

h ——切口尖端以上的水层厚度（厘米）；

三角堰适用于測定由1升/秒到100升/秒以下的流量，流量不大时結果比較精确。

梯形堰如图2所示，堰口为梯形，其底边小于上边，两侧与底边的交角为 $75^\circ 30'$ 。計算流量时用下一公式：

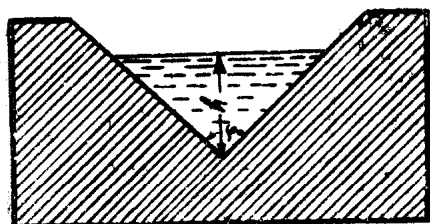


图1 三角堰

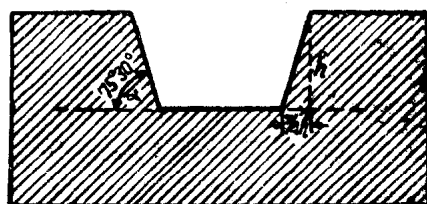


图2 梯形堰

$$Q = 0.0186 B h \sqrt{h}$$

式中 Q ——涌水量（升/秒）；

B ——水堰底边寬度（厘米）；

h ——底边以上的水层厚度。

梯形堰随其底边的大小不等，可測数升/秒到300升/秒的流量。測10升/秒左右的流量堰的底边寬可为20厘米。

安置水堰时应选择能够全面控制流量的地段，由設堰引起的迴水应不致影响泉的天然流量，当水流比較分散时先应利用土堰或用其他方法使其集中由堰口流过。还应当注意，堰的制作不合标准以及測量水层厚度（ h ）有誤差，都会使測量結果产生歪曲。

当流量較大、水流比較集中，而且断面又比較平整时，用浮标法測流量也可获得較好的結果。这时应在水流較平稳、断面較整齐处选择相距数米的两个断面，測定其間距离 L ，并分別測量断面面积 F_1 及 F_2 ，然后将浮标（树枝、树叶等均可）放入水流中，分別記下經過 F_1 及 F_2 断面时的時間为 t_1 及 t_2 ，則其流量即为：

$$Q = K \frac{L}{t_2 - t_1} \times \frac{F_1 + F_2}{2}$$

式中 K 为系数，其值决定于断面的性质，变动于0.6—0.8之間。

應該注意，当水流很小，断面不平整及測量不当时，此法可能产生很大的誤差，所以不宜濫用。

对于一些流量很小的泉每个都用容器測量要化很多時間，因此可在用量器測定泉流量

时训练目估能力，在积累了一些经验以后再实际应用。但是，不要因为怕麻烦和吝惜研究个别泉的时间，滥用浮标法与目估，尤其对于流量相当大的泉，无论什么时间都必须实测。

对每个泉都要描述其物理性质（尝水味、测水温、观察其颜色、透明度、有无悬浮物和沉淀），按照定额取分析用水样。记录泉的装备情况，卫生条件及使用状况。

最后，应向当地居民了解泉的动态：泉流量是否一年四季如此？要是变化，什么时候水量最大？大概比目前大几倍？什么时候水小？最小的水量有多大？这样的水量保持多长时间？有没有断水的时候？本地的雨季与旱季都在何时？雨后泉涌水量增大否？雨后过多久可以发觉水量增大？此时水是否变浑浊？泉的温度能否感觉到变化？冬季泉冻结还是冒气？水味在一年四季有无变化？变化情况如何？……等等。

仔细研究的结果，应当对泉的类型（上升泉、下降泉、上升喀斯特泉、下降裂隙泉……等等）及其出露原因（侵蚀、断层……）作出结论。

在实际工作中，为了提高工作效率与避免描述发生遗漏，常将上述调查内容作成泉调查登记卡片。

§ 6 井的调查

平原地区很少有泉，主要依靠民井直接研究地下水，有时也要专门挖掘试坑。

所有调查过的井都要编号，井应将其精确地标示于地形图上。要测井的绝对标高以及井与附近地表水体的相对标高。小比例尺测绘时井的标高可以根据地形图查得。要描述井处于何种地貌单元的那一部分，附近的地形情况。每个井都要测井深及水位埋藏深度。井中岩性的变化可向居民了解，并绘制成示意剖面。尽量把所描述的井与附近的天然剖面对照，或以井旁残存的由井底挖出的土石加以验证，以便使资料更加可靠。井的涌水量也可依靠访问得知，可以询问井每天可以灌溉多少亩田地或可供多少户人家使用，水能否汲干，用去一部分水后，经过多少时候水位重又回复到原处等等，在观测过程中还要对部分民井作简易抽水试验，以粗略求得井的涌水量与含水层的渗透系数。要了解井的结构、使用年限、距离附近地表水体的远近，有无污染，井的用途，建井年限等。在当地鉴定井水的物理性质（颜色、嗅味、透明度、温度），并根据定额要求取水样。最后要了解井水的动态，即水位的年变化幅度，是否干涸，冬天是否冻结，不同季节水味有无变化，雨后井中水位有无显著变化等。

在野外工作中，经常采用专门的井的调查卡片进行登记。

钻孔，尤其是深钻孔，对了解深部含水层是很有意义的。它的调查内容大致与井是相似的。它不仅能提供深部地质剖面、含水层层位、水质、水量乃至动态，而且往往能减轻以后的勘探工作量。所以，应对每一个钻孔用表格详细记录下来。

§ 7 不同地区水文地质测绘工作的某些特点

不同地区地下水与其周围介质之间的联系是不同的，因而也决定了不同地区的水文地质测绘工作的特点。