

水文地质

工程地质物探技术研究

师明川 王松林 张晓波 主编



文化发展出版社
Cultural Development Press

图书在版编目 (CIP) 数据

水文地质工程地质物探技术研究 / 师明川, 王松林, 张晓波主编. —北京: 文化发展出版社, 2020. 6

ISBN 978-7-5142-3000-0

I. ①水… II. ①师… ②王… ③张… III. ①水文地质勘探—研究 IV. ①P641.72

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2020) 第 075541 号

水文地质工程地质物探技术研究

主 编: 师明川 王松林 张晓波

责任编辑: 唐小君

责任校对: 岳智勇

责任印制: 邓辉明

责任设计: 侯 铮

出版发行: 文化发展出版社有限公司 (北京市翠微路2号 邮编: 100036)

网 址: www.wenhuaafazhan.com www.printhome.com www.keyin.cn

经 销: 各地新华书店

印 刷: 阳谷毕升印务有限公司

开 本: 787mm×1092mm 1/16

字 数: 297 千字

印 张: 16.125

印 次: 2020年6月第1版 2021年2月第2次印刷

定 价: 50.00 元

I S B N : 978-7-5142-3000-0

◆ 如发现任何质量问题请与我社发行部联系。发行部电话: 010-88275710

编委会

作者	署名位置	工作单位
师明川	第一主编	河北省地矿局第六地质大队
王松林	第二主编	河北省地矿局第六地质大队
张晓波	第三主编	河北省地矿局第六地质大队

前 言

近年来,随着我国经济社会的快速发展,水资源短缺和生态环境问题受到全社会的高度关注,地下水对经济社会可持续发展的重要性也日益凸显。研究地下水的科学—水文地质学在人类经济社会的可持续发展、地球科学及环境科学体系中具有不可替代的基础和战略地位。在水资源日益紧缺和生态环境问题不断凸显的今天,水利工程各专业(水利水电工程、农业水利工程、水文与水资源工程等)及其他相关工程类专业(地质工程、石油工程、土木工程、水土保持、环境科学与工程等)的专业技术和管理人员,都应具备水文地质学的基础知识。

物探是应用物理学原理来勘查地下未知矿产、研究地质构造的一种方法和理论。利用物探方法对地质灾害进行勘查是近年来发展起来的一门新兴学科,由于物探方法具有无损、快速、便捷、经济等优点,因此一经在地质灾害勘查领域应用,就得到了广泛认同。目前,物探的应用范围越来越广,大到一个断层的追索,小到一条裂缝的探测,不一而论,只要方法得当,大多能取得满意的效果,因此,物探在地质灾害勘查领域中的应用大有方兴未艾的趋势。

我国安全生产状况虽然总体稳定并呈趋于好转的发展态势,但由于安全生产基础薄弱、安全生产管理水平不高,同时受生产力发展水平和从业人员素质等因素的制约和影响,安全生产形势依然严峻。特别是地勘行业,具有点多线长、施工分散、流动性大等特点,工作和生活环境十分艰苦,施工区域交通不便,施工项目类型越来越多,施工难度越来越大,危险因素比较多。同时,随着我国经济的快速发展,地勘单位的经济亦实现了跨越式发展,施工队伍规模逐年扩大,外协钻机和临时工所占比例大幅度增加,外协钻探施工队伍的装备和素质差距较大,临时工的文化素质亦参差不齐。这都为地勘单位的安全生产管理工作提出了新的课题,探索新形势下地勘单位安全生产管理模式遂成为安全生产管理工作者的神圣使命。

目 录

第一章 水文地质勘察工作概述	001
第一节 水文地质勘察的目的与任务	001
第二节 水文地质勘察阶段的划分	002
第三节 水文地质勘察设计书的编写	003
第二章 水文地质测绘	006
第一节 水文地质测绘的主要工作内容和成果	006
第二节 测绘精度的要求	007
第三节 地质调查	008
第四节 地貌调查	010
第五节 水文地质调查	012
第六节 遥感技术在水文地质勘查中的应用	027
第七节 水文地质测绘资料的整理	032
第三章 水文地质物探	034
第一节 遥感技术	034
第二节 地面物探技术	036
第三节 井下物探技术	038

第四章	钻探水文地质基础知识	039
第一节	水文地质钻探的目的与任务	039
第二节	水文地质钻孔的类型与基本要求	040
第三节	水文地质钻孔的结构与单孔设计	041
第四节	水文地质钻孔的管材与过滤器	044
第五章	水文地质试验的基本知识	046
第一节	抽水试验	046
第二节	渗水试验	048
第三节	示踪试验	048
第四节	连通试验	049
第六章	地下水的形成及其水循环	051
第一节	地下水的概念及其研究应用的发展	051
第二节	自然界中的水循环与地下水的形成	058
第三节	影响地下水形成及地下水循环的主要因素	067
第四节	地下水的补给	069
第五节	地下水的排泄	071
第六节	地下水的径流	074
第七章	地下水常见类型	075
第一节	不同岩土空隙的地下水	075
第二节	不同运动形式的地下水	091
第三节	不同埋藏条件的地下水	103
第八章	我国地质勘查高新技术发展现状与需求	106
第一节	遥感技术与应用水平不断提高	106
第二节	物探技术得到长足发展	113
第三节	化探技术世界领先	117

第四节	钻探技术与装备水平取得进展	122
第五节	地质信息技术的发展任重道远	126
第九章	地质勘查高新技术发展路径	131
第一节	指导思想与基本原则	131
第二节	遥感技术的发展目标与路径	132
第三节	物探技术的发展目标与路径	141
第四节	化探技术的发展目标与路径	148
第五节	钻探技术的发展目标与路径	154
第六节	地质信息技术的发展目标与路径	157
第十章	物探和野外地调作业安全	163
第一节	地球物理勘探概述	163
第二节	野外物探作业的危险因素分析	167
第三节	野外物探作业的安全管理	171
第四节	地震勘探作业的安全管理措施	173
第五节	电法作业的安全管理措施	176
第六节	特殊区域作业的安全管理措施	177
第七节	地质测量和地质调查作业的安全措施	179
第十一章	地勘单位危险作业安全技术	181
第一节	机械安全技术	181
第二节	电气安全技术	185
第三节	特种设备安全技术	189
第四节	焊接和切割作业的安全知识	202
第十二章	各类专门性的水文地质勘查	208
第一节	区域水文地质调查	208
第二节	供水水文地质勘查	215
第三节	水利水电工程水文地质勘查	228

第四节 其他领域水文地质勘查 233

参考文献 246

第一章 水文地质勘察工作概述

根据技术工作的类型，有五种主要的水文地质勘测技术方法：水文地质测绘，水文地质勘探，水文地质实验，长期地下水动态观测和室内实验分析。水文地质调查主要基于这些技术方法。

第一节 水文地质勘察的目的与任务

水文地质调查是研究水文地质的主要方法：①提供合理开发，利用和管理地下水资源，土地开发和改善计划，环境保护和生态建设，经济建设和社会发展计划。水文地质数据和决策标准；②为矿山，水利，港口，铁路，石油和天然气管道等大型工程项目的城市建设和规划提供区域水文地质数据；③为大型水文调查，城市，工业和矿山水调查，农业和生态水调查，环境地质调查等各种专业水文地质研究提供设计依据。④为水文地质，工程地质，环境地质等领域研究提供区域水文基础数据。

水文地质调查的任务是使用各种调查方法（调查，调查，测试，观察等）来确定研究领域的基本水文地质条件，并使用特定的调查程序来解决专门的水文地质问题。例如，水文地质调查的基本挑战是：①基本确定区域水文条件，包括含水层系统或蓄水结构的空間结构和边界条件，地下水补给，出排水条件及其变化，地下水位和水质。和数量；②该地区的水生化学特征和形成条件，具有再生和再生地下水的能カ；③确定基本的地下水动力学及其影响；④地下水开采历史和开采状况的基本识别，以及地下水自然电荷计算资源，地下水利用资源和地下水资源可利用性的评估；⑤与地下水开发利用有关的环境地质问题的类型，分布，规模和风险，形成条件查明原因并预测发展趋势；对地下水的环境和生态功能进行初步评估和采取措施；⑥收集水文地质数据库，建立区域水文数据库。⑦建立或完善地下水动态区监测网，优化水量监测网。

第二节 水文地质勘察阶段的划分

水文地质勘察通常是按普查、详查两个阶段进行，但由于中国很多地区的供水水源地在开采之前从未进行过专门的水文地质普查与详查工作，在开采中出现许多需要研究和解决的具体问题，形成了开采阶段的水文地质勘察。故而，中国的水文地质勘察就分为普查、详查和开采三个阶段。

一、普查阶段

人口普查阶段是按地区进行的小型调查。在普查阶段，通常没有必要解决特定的水文地质问题，而是找到当地的水文条件和变化的法律，并为建设各种国民经济提供规划数据。在普查阶段，您需要找出该地区各种含水层的发生和分布规则，地下水补给，径流和排水以及地下水的质量和数量的条件。

二、详查阶段

详细的调查步骤通常应基于水文地质调查。在这个工作阶段，有必要为国家经济建设部门提供必要的水文地质基础。例如，为城市和工业和采矿公司，农田灌溉水和采矿提供了水和地质调查。除农田灌溉和供水外，检查区域通常很小。使用的规模通常为 1.353 亿至 133.360 亿美元。

除了确定基本的水文地质条件外，还应提供含水层的水文地质参数，地下水动力学规律，各种供水的水质标准，采矿后的井数和布置。预测未来的采矿之后可能发生的未来水文问题（例如，海水入侵，水质恶化）和工程地质问题（例如，地面沉降，喀斯特地区的地面沉降等）。

三、开采阶段

采矿阶段的水文地质调查根据采矿过程中出现的水文和工程地质问题确定特定任务。这些问题中的一些不可避免地会出现，因为在开采之前从未进行过水文地质调查，而其他研究不够准确，并且以前的数据也不可靠，无法做出准确的预测。例如，在详细的调查阶段，规模太小而无法满足基坑的排水设计需求，这需要对该地水文条件有更准确的了解，并需要进一步的调查和试验。在另一个例子中，在供水和水文地质工作中，由于井眼间距不合理，滴水漏斗的不断膨胀，地下沉积，水耗和

水质退化而引起的井间严重干扰，都是在开采阶段必须解决的水文地质问题。

第三节 水文地质勘察设计书的编写

目前我国中比例尺的地形图和数字地理底图数据库数据，已由过去的 1:20 万改为按国际 1:25 万分幅进行，自然资源部已将中国新一轮中比例尺的区域地质调查的基础图件定位为 1:25 万比例尺的地质图（见中国地质调查局颁布的 DD 2001—02 前言说明），因此水文地质普查原来常用的 1:20 万比例尺今后也将调整为 1:25 万。故现以 1:25 万区域水文地质调查为例对水文地质勘察设计书编制进行说明，其他比例尺的区域水文地质调查也可参照。

一、设计书的编写

按 DD2004—01《1:250000 区域水文地质调查技术要求》，进行区域水文地质调查前需要编制调查设计书，经批准后方可实施水文地质调查。其编制要求和内容如下。

1. 设计书编制的原则要求

(1) 创建设计文档的要求。任务说明的要求要求对调查区的相关数据进行全面收集和调查，了解地质，水文概况，调查区以前的研究水平，分析关键问题，阐明和解决调查任务和需求。确保进行必要的现场调查以集中精力。设计计划演示可帮助您合理化技术工作量，合理使用工作量并以更少的工作量获得更好的结果合理的工作计划，先进的技术方法，准确的预算，有效的组织管理和质量保证措施。力争实现。有可能

(2) 设计书籍的内容要求。它必须是系统的，完整的，密集的，书面的，预算合理的，附有图纸和进度表。

(3) 跨项目应准备整个设计和年度工作计划。设计文件一经批准，必须严格执行。在实施过程中，实施单位可以根据实际情况及时修改和调整设计文件，但必须报原批准单位批准。对于特殊研究和特殊工作，应单独准备一份工作设计书，并附在完整的设计书或年度工作计划中。

(4) 设计书籍写作的基础。①项目任务；②地质，水文条件，重大问题和以前的研究程度；③相关技术标准和预算标准。

(5) 设计文件的设计应遵循接受工作，收集相关数据，进行现场勘测和组织的

程序。

(6) 将制定各个地区的关键技术配额法规。

(7) 在设计手册中建立区域水文地质数据库的依据是诸如《空间数据库工作指南》和《数字化地质图层及属性文件格式》之类的标准。

2. 设计书的内容

设计书可以参考下面给出的大纲

序言：任务的来源，任务书的编号和项目编号，项目的目的，任务和意义，任务的开始和结束时间，地质和水文条件的复杂性以及调查和研究的范围；水文地质学，环境地质学；本研究要解决的主要问题。

第1章自然地理和社会经济

(1) 自然地理：包括地理位置，坐标范围，工作区域(包括工作区域交通位置图)，行政区域，分水岭，地图和编号，地形，气象学，水文学。

(2) 社会经济发展和水资源需求：包括当前水资源的开发利用，工作场所的交通状况，产业结构，主要产业的发展前景，农业和第三产业的前景以及对水资源的需求。

第2章地质与水文地质学概述

(1) 地质概况：包括分层光刻和地质结构。

(2) 水文地质概况：包括地下水类型，埋藏条件和历史变化，地下水化学性质，力学定律，地下水补给，径流，排水条件和现有的环境地质问题。必须首先创建地下水系统的结构模型和流体动力学模型。

第3章部署研究工作

任务布置原则，任务优先级，技术途径，调查内容和要求，任务计划，时间表以及要解决的问题的实际工作量。

第4章工作方式和关键技术要求

简要介绍了重点操作方法，精度要求和水文地质问题。具体技术，包括额外的数据收集和进一步开发，水文地质图，遥感分析，环境同位素，水文地质钻探，地球物理勘探，现场测试，动态监测，水资源计算和环境影响评估，数据库配置和综合研究提出您的要求。

第5章资金预算

编译为《中国地质调查局地质调查项目设计预算编制暂行办法》和相关要求。

第6章组织管理和保证措施

包括项目团队，劳动力管理协调系统(或组织)，技术设备，定期保修措施，项目质量保证措施，安全和劳动保护措施的人员配备。

第7章预期结果

包括文本报告，地图，区域水文地质调查的空间数据库，逐步的摘要和地图，预期的地下水可采资源以及针对当地地下水动态监测网络的优化方案。

二、附图与附件

- (1) 地质和水文地质研究的学位图。
- (2) 区域水文地质图。
- (3) 作业布局。
- (4) 典型水文勘探孔的设计图。
- (5) 其他附件（包括单项任务设计书）。

三、设计书的审批

设计文件的审查由中国地质调查局组织审查，并可能由有关部门或部门委托进行审查。仅在配置和实施审核后。

第二章 水文地质测绘

水文地质调查和制图是一项主要基于地面观测和制图以了解水文地质条件的野外工作。任务是根据特定的观察路径和观察点创建详细的地形、地质和水文现象观察记录。基于所有观察，调查，制图，调查和测试数据，调查报告以及对水、文化的综合分析。地质图。

第一节 水文地质测绘的主要工作内容和成果

一、水文地质测绘主要调查内容

(1) 地形，地层类型，地形单位的边界以及用于确定与地形的关系的相互关系，包括地层，结构，含水层分布，地下水富集等。

(2) 地层岩性、成因类型、时代、层序及接触关系，查明地层岩性与地下水富集的关系。

(3) 确定地质结构的形态，基因类型，发生和规模，例如褶皱，缺陷和裂缝，折叠结构的富水部分，以及地下水和短路结构可形成地下水的地质条件。确定致密裂缝带的保水性，水的传导性，富水带的位置及其与地下水活动的关系，新结构的发展特征以及旧结构的产生与水的丰度之间的关系。

(4) 含水层属性，基本地下水类型，含水层（组）或埋葬和分布含水层的一般规则。

(5) 当地地下水补给，径流，排水和其他水文状况。

(6) 泉的出露条件、成因类型和补给来源，测定泉水流量、物理性质和化学成分，搜集或访问泉水的动态资料，确定主要泉的泉域范围。

(7) 具有代表性的钻井选择以及钻井类型，深度，结构和阶梯截面，井位，水量，水的物理性质和化学成分，简单的抽水测试。

(8) 初步查明区内地下水化学特征及其形成条件。

(9) 初步查明地下水的污染范围、程度与污染途径。

(10) 测量地表水水位, 水位, 流量, 速度, 水质和温度, 并检查地表水和地下水排水之间的关系。

(11) 调查地下水、地表水开采利用状况; 搜集水文气象资料, 综合分析区域水文地质条件, 对地下水资源及其开采条件(包括将开采所引起的环境地质问题)进行评价。

二、水文地质测绘的主要成果

主要发现是水文地质图(包括代表部分中的水文地质剖面图), 地下水露点和地表水调查数据以及水文地质调查工作报告。

水文地质图是水文地质图的重要成就之一, 包括物理材料图, 地质图, 综合水文地质图, 地下水化学图, 地形图, 第四纪地质图, 地下水位和埋藏深度。前四张图(包括地图, 地下水开发和利用计划)是基本的必需图, 其他图的准备可根据任务目的和实际需要进行选择。

第二节 测绘精度的要求

测绘的准确性在很大程度上取决于地图的比例和图纸的准确性。在不同的尺度上, 制图的准确性不仅取决于详细层次结构的等级分类和地质边界制图的准确性, 还取决于对工作区域的地质和水文地质现象的研究和理解的准确性, 以及要弄清楚的细节程度。

(1) 测绘时要拆分的单元的最小尺寸通常为 2mm, 即比例尺大于 2mm 的封闭地质体或宽度大于 1mm 且长度大于 4mm 或大于 5mm 的结构线被指定为。它们必须显示在地图上。

(2) 层单位。为了确保准确性, 构造单位不应太大。例如, 考虑到 1.33 亿的规模, 折叠岩层的厚度应不超过 500m, 平滑倾斜岩层的厚度应不超过 100m。当光刻是单层光刻时, 可以适当放松。

(3) 根据不同比例尺的要求, 规定在单位面积内必须有一定数量的观察点和观察路径。例如, 使用 50,000 的地形图, 通常每 1-2cm 放置观察线, 而每 0.5-1cm 放置观察点。您可以将简单条件加倍。观点的安排应充分利用自然露头。如果自然暴露不足, 则可以放置更少的探索点并减少实验样本。

观测线的位置是：①从含水层的回填区到排水区，即在水文状况变化最大的方向上；②暴露点和地表水沿天然和人工地下水的方向排列，可见更多的井，泉水和井筒③观测线上的地质暴露应更多。

水文地质点应放置在泉水，水井，井眼和地表水体，主要含水层或含水层断层带的露头，地表水渗漏段以及其他重要的水文边界和反射位置上。地下水存在和活动的各种物理，地质，地质和物理地质标志。还应该对现有的取水和排水工程进行研究。

(4) 为了满足所需的精度要求，将比例尺大于在野外映射时提交的结果图的地形图用作该映射的基础图。1: 25,000 比例尺的地形图可以用作地质制图期间进行外部工作的基础图。外部工作完成后，正式提交的材料使图纸减少到 1.33 亿。

如果您仅具有适合比例的地形图，而没有地质图，则应执行全面的地质 - 水文地质图。

第三节 地质调查

地下水的形成，类型，埋藏条件和丰富度受到当地地质条件的严格限制，因此地质调查是水文地质调查和制图的最基本条件，而地质图则是创建水文地质图的基础。但是，水文地质调查中的地质研究与地质调查和制图中的地质研究不同。在水文地质测绘中进行地质研究的目的是要从地质条件（即控制地下水的形成和分布的水文）的角度弄清楚。研究地质现象。因此，在水文地质测绘中进行地质测绘时，我们不仅要遵循分层划分的一般原则，而且还要确定含水条件以及不同年龄层合并或分离同一年龄层的板块。也有必要考虑其特殊性。

一、岩性调查

岩性特征往往决定了地下水的含水类型、影响地下水的水质和水量。如第四纪松散地层往往分布着丰富的孔隙水；火成岩、碎屑岩地区往往分布着裂隙水，而碳酸岩地区则主要分布着岩溶水。对于岩石而言，影响地下水水量的关键在于岩石的空隙性，而岩石的化学成分和矿物成分则在一定程度上影响着地下水的水质。因此，在水文地质测绘中要求对岩石岩性观察的内容如下：

- (1) 观测研究岩石对地下水的形成、赋存条件、水量、水质等诸多影响因素。
- (2) 对松散地层，要着重观察地（土）层的粒径大小、排列方式、颗粒级配、

组成矿物及其化学成分、包含物等。

(3) 对于不溶性硬质岩石,对地下水产生条件的最重要影响是由于岩石中出现了裂缝,因此应着重研究和研究裂缝的成因,分布,开裂和填充。

(4) 对于可溶性硬岩,对地下水生成条件的最重要影响是岩溶发育的程度,因此您应集中研究和研究化学,矿物组成,岩溶发育以及影响岩溶发育的因素。

二、地层调查

地层是地质和水文地质图的最基本要素,也是识别地质结构的基础。水文地质勘测中的地层研究方法有:

(1) 如果在调查区域内有地质图,则在进行水文地质调查时,首先要前往现场检查并加强标准剖面,然后根据平板和含水量(即地层)来补充分层。含水层和含水层)。

(2) 如果调查区没有地质图,则需要综合的地质—水文地质图。进行测量和制图时,必须首先准备测量区域的标准配置文件。

(3) 根据标准地层的勘测和准备工作,确定用于水文地质勘测和制图的分层制图单位,即应测绘的地层边界。

(4) 填写并解释现场勘测确定的地层边界。

(5) 确定水文条件,例如地质分布和以光刻为基础的调查区域中地下水的形成和产生。

三、地质构造调查

地质构造不仅对地层的分布产生影响,它对地下水的赋存、运移等也起很大作用。在基岩地区,构造裂隙和断层带是最主要的贮水空间,一些断层还能起到阻隔或富集地下水的作用。在水文地质测绘中,对地质构造的调查和研究的重点如下。

(1) 对于断裂构造。要仔细地观察断层本身(断层面、构造岩)及其影响带的特征和两盘错动的方向,并据此判断断层的性质(正断层、逆断层、平移断层),分析断裂的力学性质。调查各种断层在平面上的展布及其彼此之间的接触关系,以确定构造体系及其彼此之间的交截关系。对其中规模较大的断裂,要详细地调查其成因、规模、产状、断裂的张开程度、构造岩的岩性结构、厚度、断裂的填充情况及断裂后期的活动特征;查明各个部位的含水性以及断层带两侧地下水的水力联系程度;研究各种结构和组合对地下水产生,补给,迁移和富集的影响。如研究区内存在地下热水,还要研究断裂构造与地下热水的成因关系。

(2) 对于褶皱构造。应查明其形态、规模及其在平面和剖面上的展布特征与地