

煤田地质勘探干部技术知识丛书

# 水文地质

高洪烈 编著

煤炭工业出版社

煤田地质勘探干部技术知识丛书

# 水文地质

高洪烈 编著

煤炭工业出版社

## 内 容 提 要

本书是《煤田地质勘探干部技术知识丛书》中的一个分册。

书中简要而系统地介绍了水文地质的基本知识、各种水文地质勘探手段的运用与技术要求、煤矿水文地质勘探及供水工程勘探各阶段的勘探要求与勘探方法以及水文地质勘探的施工管理和设计、报告的编制。

本书可供地质勘探部门的领导干部、管理干部以及中初级水文地质工作人员学习和参考使用。

## 责 任 编 辑

开本  $787 \times 1092^{1/32}$

字数 178 千字

1986年3月第1版

书号 15035·2746

印张 8<sup>1</sup>/<sub>8</sub> 插图 1

印数 1—3,120

1986年3月第1次印刷

定价 1.40元

## 出 版 说 明

提高整个煤田地质勘探队伍的技术素质，是关系到煤田地质勘探工作能否适应煤炭工业发展需要，拖不拖新井建设后腿的重大问题之一。整个勘探队伍的技术素质的提高，关键在于勘探部门各级领导干部必须首先实现专业化和知识化。

正是由于这个原因，我们出版这一套《煤田地质勘探干部技术知识丛书》，供煤田地质勘探部门各级领导干部阅读，也可以作为干部技术培训教材，借以满足他们学习专业基础知识和专业技术知识的迫切需求。

编写这套《丛书》力求兼顾广新、浅显易懂，着重介绍一些基本概念、基本原理及工作原则，避免繁复的公式推导及具体的操作方法与步骤。同时，增加形象的插图，帮助加深理解。

这套《丛书》，拟出矿物岩石、古生物地层、构造地质、水文地质、煤田地质、钻探技术、物探技术、煤炭资源地质勘探、勘探企业管理、煤田地质勘探新技术等十个分册。

本分册由高洪烈编写，葛亮涛审阅。

# 目 录

|                                        |     |
|----------------------------------------|-----|
| <b>第一章 绪言</b> .....                    | 1   |
| 第一节 煤矿床水文地质工作的目的和任务 .....              | 3   |
| 第二节 煤矿供水水源勘探的目的和任务 .....               | 8   |
| <b>第二章 水文地质基本知识</b> .....              | 12  |
| 第一节 含水层的赋存 .....                       | 12  |
| 第二节 地下水的运动与循环 .....                    | 19  |
| 第三节 含水层的重要水文地质性质及参数 .....              | 25  |
| 第四节 地下水的物理性质和化学成分 .....                | 31  |
| <b>第三章 水文地质工作的主要手段</b> .....           | 42  |
| 第一节 水文地质测绘 .....                       | 43  |
| 第二节 水文地质钻探 .....                       | 52  |
| 第三节 简易水文地质观测 .....                     | 63  |
| 第四节 抽水试验 .....                         | 76  |
| 第五节 水文地质长期观测工作及水样采取 .....              | 92  |
| 第六节 生产矿井调查 .....                       | 102 |
| 第七节 水文地质物探 .....                       | 107 |
| 第八节 流量测井法 .....                        | 120 |
| 第九节 遥感技术 .....                         | 132 |
| <b>第四章 煤矿床水文地质勘探</b> .....             | 141 |
| 第一节 煤矿床充水条件 .....                      | 141 |
| 第二节 煤矿床普查、详查、精查阶段的水文地质工作<br>程度 .....   | 151 |
| 第三节 矿床水文地质勘探类型和矿床水文地质勘探的<br>一般要求 ..... | 156 |

|             |                                |            |
|-------------|--------------------------------|------------|
| 第四节         | 孔隙充水矿床的水文地质特征及勘探方法 .....       | 162        |
| 第五节         | 裂隙充水矿床的水文地质特征及勘探方法 .....       | 165        |
| 第六节         | 岩溶充水矿床的水文地质特征及勘探方法 .....       | 167        |
| 第七节         | 矿坑涌水量计算 .....                  | 182        |
| <b>第五章</b>  | <b>矿区供水水源勘探 .....</b>          | <b>195</b> |
| 第一节         | 矿区供水对水量和水质的要求 .....            | 195        |
| 第二节         | 供水水源勘探阶段的划分 .....              | 199        |
| 第三节         | 供水水文地质勘探类型 .....               | 200        |
| 第四节         | 供水水文地质勘探类型的特点和勘探方法 .....       | 201        |
| 第五节         | 地下水资源评价 .....                  | 222        |
| <b>第六章</b>  | <b>水文地质勘探的施工管理和报告的编制 .....</b> | <b>240</b> |
| 第一节         | 设计的编制 .....                    | 240        |
| 第二节         | 施工管理 .....                     | 242        |
| 第三节         | 水文地质报告的编制 .....                | 243        |
| <b>参考文献</b> | .....                          | <b>252</b> |

## 第一章 绪 言

水文地质学是研究地下水的科学，它研究地下水的形成、赋存、运动；研究地下水的水量、水质及其在自然条件下和人为条件下的变化；研究地下水资源的勘探、评价和开发利用；研究地下水对矿床开采及其它工程活动所造成的危害和治理，是一门包括内容比较多的综合性学科。就目前的状况而论，已形成了普通水文地质学、地下水动力学、水文地球化学、供水水文地质学、矿床水文地质学、油田水文地质学、区域水文地质学、矿水学、放射性水文地质学、水化学找矿、土壤改良水文地质学等重要分科。

地下水与人类的生活及工农业建设息息相关。人类开发利用地下水、与地下水害作斗争已有了悠久的历史。地下水常作为城市、工矿企业、农牧业的重要供水水源；在一些地区地下水也作为食盐、碘、溴及其它一些微量矿物的原料开采，如四川自流井地区从卤水中提取食盐便有几千年的历史；地热能的开发利用已日益为人们所重视，而利用地热实际上就是利用较高温度的地下水；含有某些特殊成分或具有较高水温的地下水往往具有医疗作用，称之为矿水，而矿水源地则可作为疗养基地；人们也常利用地下水水质的异常情况去寻找有用的矿藏。随着四化建设的不断深入发展，开发利用地下水资源将愈来愈成为一个重要问题，特别是在一些干旱、半干旱地区合理地开发利用地下水，挖掘其供水潜力将成为这些地区工农业发展的一个关键因素。

当然，地下水也会给人类的生产活动带来一些害处，当有大片的地下水溢出地面时，将会造成土壤沼泽化；在干旱、半干旱地区，当地下水位接近地表时，则往往造成土壤盐渍化，从而影响农业生产；由于水文地质条件不良，还会造成渠道、水库漏水，道路翻浆，建筑物基础不稳定等等问题。地下水还是矿床开采的主要威胁，金属矿、煤矿和其它矿产的开采都会遇到地下水的问题。我国煤炭资源丰富，开采历史悠久，水文地质条件复杂，遇到的水文地质问题也很多，积累了比较丰富的经验，因此，在水文地质这个学科中又形成了煤田水文地质这个分科。

煤田水文地质工作直接服务于煤矿床的开发。到2000年国民经济总产值要翻两番，必须有煤炭产量翻一番来保证。煤炭产量翻一番，这是一个很艰巨的任务，从长远来看，必须尽快地开发山西、内蒙、陕西、宁夏等西部煤田，但开发新的煤田需要时间，需要创造一定的条件。为此，也要求老矿区挖掘潜力，作好战略掩护，掩护煤炭工业的重点向西部转移。老矿区开发条件好，但有许多资源却处在地下水的威胁之中。除贵州、四川、云南等省外，南方煤炭资源比较缺乏，这些不多的煤炭资源在地理位置上却占有相当的战略优势，可是常常由于水文地质条件复杂，使得开采十分困难。根据煤炭工业的发展需要，煤田水文地质工作面临的艰巨任务主要是：

1) 西部煤田大多处于干旱、半干旱地区，水源比较缺乏，必须作好供水水源勘探，保证矿区开发用水。

2) 要挖掘老矿区的潜力，必须尽可能解放受水威胁的煤炭资源，据初步估计这些资源约有百余亿至数百亿吨之多，尤以峰峰、焦作、新郑、渭北、霍县、蔚县、丰城、合



山淄博、鹤壁、济宁等矿区最为突出。

3) 要加强开发强度, 必须引进新设备、新工艺、进行大型露天开采, 因此, 必须作好露天勘探中的水文地质工作。

4) 由于开采地下水和疏排地下水的规模越来越大, 因此必须加强其可能产生的水文地质、工程地质后果的研究, 诸如浅部地下水源的枯竭、地面塌陷、环境地质等内容的研究和预测、防治工作。研究矿床地下水的综合治理和利用。

5) 进一步加强煤田水文地质的基础理论及应用理论的研究, 研究和引进新技术、新手段、新设备, 提高水文地质工作质量, 以便为煤矿设计及建设提供更可靠的资料。

## 第一节 煤矿床水文地质工作的目的和任务

### 一、煤矿床水文地质工作的目的

开发矿床, 必须查清其煤质、储量和开采技术条件。只有查清了这三方面的内容, 煤矿才能开始设计和建设。矿床水文地质条件又是开采技术条件中最主要的内容之一, 在许多矿区往往成为矿床能否开采、在技术经济上是否合理的关键因素。因为水文地质条件影响矿山开发强度和开采方法, 地下水常成为煤矿安全生产的威胁, 不良的水文地质条件还会使井下的工作条件恶化, 从而影响矿井的开采。所以, 只有查清了矿床水文地质条件, 煤矿床才有可能进行经济合理地开采; 只有查清了水文地质条件, 才能采用合理的防排水、治理和综合利用地下水的措施, 有效地防止矿山水害的发生。

矿床水文地质条件对矿床开采的意义, 地下水对采矿的危害, 我们可从下面几个例子中得到进一步的说明。

4

1) 邯邢地区有丰富的煤铁资源,是我国主要的煤炭基地之一,但由于石炭系最底部煤层距含水极为丰富的奥陶系灰岩仅20~45米,断层发育,铁矿就赋存于石灰岩地层之中,致使煤储量的百分之四十五,铁储量的百分之六十均受到奥陶系灰岩岩溶水的威胁而不易开采。该区共有七个可采煤层,目前主要开采上四层煤。在开采上部煤层时,曾突水20余次,据分析,其中有9次突水与奥陶系灰岩岩溶水有关,最大突水量达 $2\text{m}^3/\text{s}$ 以上。上部煤层已接近采完,现存储量主要集中在下部煤层。为了保持和提高矿区产量,需要延深矿井开采下三层煤。延深矿井就意味着增加水压,增加突水因素,更何况下部煤层距奥陶系灰岩含水层更近,突水威胁也就更大。因此,要延深矿井,奥陶系灰岩岩溶水不但非治不可,而且要从速治理。但另一方面,奥陶系灰岩岩溶水对于地表严重缺水的邯邢地区来说却又是相当宝贵的水资源。因此,必须综合利用、综合治理。要有效地治理和利用奥陶系灰岩岩溶水,解放煤炭资源,就必须有可靠的水文地质勘探资料作依据。1974年以来,煤炭部水文地质勘探公司和其它有关单位在该区作了大量的工作,为综合开发治理奥陶系灰岩岩溶水打下了较好的基础。

2) 焦作煤田埋藏着大量的优质无烟煤,但由于奥陶系石灰岩岩溶水的存在,给深部煤层的开采带来很大困难。所以,高速开发焦作煤田的关键之一,就在于取得可靠的水文地质资料,采取有效的防治水措施。

焦作矿区位于焦作煤田的西部,在以往开采过程中,矿井涌水量之大,突水次数之多,不仅在我国少有,而且在世界上也是不多见的。就目前的开采深度(平均300m左右)而言,全矿区的总涌水量已达到 $450\sim 500\text{m}^3/\text{min}$ 左右,吨煤

排水费近四元，占原煤成本的21%左右。随着矿区开拓的加深和扩大，水的威胁就更为突出。故查明矿区水文地质条件，进而采取有效的防治措施，这不仅是矿区井下安全生产、降低原煤成本、增加产量所必需的，而且对地下水资源的开发、综合利用也有重要意义。

3) 元宝山煤矿是一个大型的褐煤露天矿。在该露天煤矿附近已建成元宝山电站。电站原拟采用元宝山露天褐煤发电，但电厂建成后，露天煤矿床却迟迟未能开发。其重要原因就是煤系上覆有厚达40~50m的第四系圆砾含水层，此含水层富水性很强，单孔出水量每日可达3.46万吨（降深仅3.83m），水文地质资料不足，预计矿坑涌水量偏大，开发该露天煤矿床在目前条件下是否可能、是否合算等问题造成了有关方面的认识分歧。后来辽宁省煤田地质勘探公司104队重新对该露天矿床进行了专门的水文地质勘探，解决了这一悬案。元宝山露天煤矿目前正在拟建之中，即将成为重要的煤炭产地。

4) 安徽淮南矿区一号煤层所占储量比例较大（顾桥-桂集井田达20%左右），受石炭系薄层灰岩岩潜水的威胁，普遍认为其水文地质条件比较复杂，做水文地质工作亦恐不能解决问题，故以往勘探中未做水文地质工作。近年来淮南浅部矿井发生了太原灰岩的突水事故，列了专门的防治水项目，鉴于新区煤层埋藏深度大、水压高，突水的可能性也增大，故有关部门在考虑开拓方案时，未考虑一号煤层的开采问题。但一号煤层是否开采将影响井型、影响设计能力。为了解决这一问题，无论是从需要上还是从技术经济合理性上来考虑，均应该在精查勘探中查明矿床的水文地质条件。为此，安徽煤田地质勘探公司一队，根据条件分析，认为通过

工作，查清一号煤层开采水文地质条件完全是有可能的，故在顾桥、桂集勘探中对太原灰岩进行了勘探工作，结果证明淮南矿区新区一号煤层水文地质条件并非十分复杂，一号煤层是可以开采的。这个工作对两淮矿区今后一号煤层的勘探与开采有普遍意义。

5) 山东黄海滨海煤田露头区，曾准备作为露天矿开采，但根据分析，滨海平原上的第四系松散层是露天矿的直接充水含水层，有雨水和海水作补给水源，同时还会受到海水上潮的威胁，开采困难。后来确定为井工开采，在留足防水煤柱后，第四系含水层只是矿坑的直接充水含水层（泥灰岩岩溶含水层和煤系裂隙含水层）的补给水源，海水及雨水与开采无直接关系，使矿井涌水量大为减少。同时梁家井田又在查清泥灰岩与其下的开采煤层间的隔水层厚度的基础上，采取措施，使冒落裂隙带不达到泥灰岩，从而将泥灰岩转化为非直接充水含水层，使水文地质条件能动地向简单转化了。

肥城矿区是一个多煤层矿区，在查清各煤层开采的水文地质条件的基础上，根据上部12号煤层水文地质条件简单的特点，将先期采区放在12号煤层，待排水系统形成后，再采其下的13煤层，然后逐步解放14、15煤层，对强含水层采取了有准备的、各个击破的办法。

可见，查明水文地质条件是合理选择开拓方案和开采方法所必须的。水文地质条件查清了，就能变被动为主动；反之，会使开采条件恶化，使生产和安全受到威胁，造成淹井和人身伤亡事故，这在煤矿开采中是不乏其例的。

煤矿床水文地质工作大体分为资源勘探、基建和生产三个阶段。在资源勘探阶段要查清矿床的水文地质条件，为矿井设计提供必须的水文地质依据，并为矿井防治水积累资

料，这是基础，是关键的一环。煤炭部地质局和有关部门已再三明确，今后凡是没有水文地质资料的或者水文地质工作不能满足要求的地质报告一律不予审批。

## 二、煤矿床水文地质工作的任务

1) 查清矿床水文地质条件，论证矿床开采在技术经济上的合理性。

2) 查清矿坑充水因素、充水水源、充水方式、途径和范围等，为矿山设计、基建、生产的防治水工作积累资料，为解放煤炭资源，提高资源回收率，降低生产成本创造条件。

3) 结合开拓方案，比较准确地预计矿坑涌水量，为矿坑排水能力、排水设备的选择提供依据。

4) 预测和评价矿床疏排地下水以后可能产生的新的水文地质和工程地质问题，及其性质、程度、范围及防治建议。这些问题包括地面塌陷、浅部水源枯竭、水质污染等。随着大型矿井增多，开采深度增加、开采规模、范围的扩大，煤矿的环境问题将会愈来愈为人们所重视，应及早注意，及早开展工作。

5) 研究矿床地下水的综合利用问题。地下水作为一种宝贵的资源已日益引起人们重视。地下水从矿井或疏干、降压钻孔中排至地面为利用这种资源提供了方便条件，使其在技术经济上具备有某种合理因素，这也是国外七十年代以来的发展趋势。据统计，苏联矿井水的利用量占煤炭工业总消耗水量的25%，印度奈维利、联邦德国莱茵等大型露天矿，用钻孔预先疏干排出的水全部作为城镇饮用、电站及灌溉用水。目前，矿井排水的用途已发展到洗煤、水力运输、水采、水力充填及其它工业用水和生活用水等许多方面。所以在水

文地质勘探中往往需要从供水的角度对矿坑水的水量、水质及矿床疏排后可能的变化进行评价。

以上是矿床水文地质勘探的一般任务，在实际工作中应结合勘探区的具体条件和需要，在勘探设计中制定具体任务。

煤田地质勘探、设计、基建及生产是煤矿开发过程中的不同环节。煤田地质勘探阶段的水文地质工作，以查清矿床的水文地质条件、满足设计需要为基本目的。但是，对水文地质条件的认识还需在基建、生产过程中不断地证实，而且，在基建、生产中仍须注意开展必要的水文地质工作，收集有关资料，解决一些在勘探阶段未能发现的新问题。

## 第二节 煤矿供水水源勘探的目的和任务

煤矿开发必须解决好水源。特别是在干旱、半干旱区，水源问题往往成为一个关键问题，因为它还关系到运输和电力等问题的解决。

煤矿床供水水文地质勘探是煤炭资源勘探的重要组成部分，其目的是为煤矿建设找到水量充足和水质符合要求的最佳供水水源地，并为取水工程提供依据。具体任务是：

- 1) 查明矿区供水水文地质条件，选择最佳水源地；
- 2) 对所选择的水源地进行水质和水量评价；
- 3) 查明取水含水层的各项参数及有关数据，为取水工艺设计提供资料；
- 4) 阐明水源地的卫生防护条件及措施；
- 5) 为地下水的合理开采与管理提出建议；
- 6) 预测地下水开采过程中可能出现的问题。

煤矿供水水源勘探的任务比较艰巨，除考虑综合利用矿

床地下水之外，许多地区都需用很大的精力来解决水源问题。大家都知道，山西的煤炭资源相当丰富，储量大、煤质好、煤种齐全，其它开发条件也比较优越，国家已列为重点能源建设基地。但是山西地处干旱、半干旱区，地表水和浅层地下水比较缺乏，加之过去的一些不合理开采造成的后患，使山西有没有能力解决煤炭工业用水的问题尚有不少争议。尽管山西深部灰岩地下水比较丰富，有较广阔的供水前景，但对深部水资源的评价和规划仍需进行大量工作。故水源问题一直是影响山西能源基地规划和建设的一个相当重要的问题。类似的情况在内蒙准格尔、霍林河等许多矿区都存在。管道运输是煤的大规模运输的有效方式，在准格尔却因为水源问题而迟迟下不了决心。霍林河露天矿附近本拟建立坑口电站，也因用水解决不了，电站只好建在离矿区很远的地方。

根据以往经验的总结，煤矿区供水水源勘探具有不同于其它类型水源勘探的一些特点：

1) 煤矿床不一定都在供水条件较好的地方，往往需要去寻找合适的水源地，而且在很多情况下，不得不分散供水。在一些干旱、半干旱地方的矿区，其任务则更为艰巨，常需大面积调查供水水文地质条件，找到那些有进一步勘探价值的地段。

2) 煤矿供水水源勘探直接服务于矿山建设，在矿山设计的各个阶段必须有相应的供水水源资料。为此，资源勘探的各阶段对供水水源均作了比较明确的要求，在详查阶段要求有水源初步勘探的资料，以满足矿山总体设计的需要；在精查勘探阶段则要进行水源详勘工作，并在矿山开发设计之前提交详勘成果。

3) 煤矿供水水文地质工作与煤炭资源勘探既有区别又相互联系,其工作范围、工作对象、手段和方法,都有许多相同的地方,应互相协调,与煤炭资源勘探统一考虑、统一布署。

在一些富水矿区,例如渭北、济宁、峰峰、焦作、新郑、元宝山等,矿床水文地质工作和供水水源往往是统一的,在开发这些煤田时,应供排结合、综合治理。此类矿床,在布置勘探工程时,既要满足矿床水文地质工作的要求又要兼顾到供水需要。例如,应布置统一的动态观测网;查清矿床水的补给条件和直接充水含水层的贮水能力;在抽水时间上尽量满足供水勘探的有关规定;在水质研究方面,除为矿床排水设备的选择提供依据外,还应为水的不同用途进行专门性研究等等。

4) 为了解决与农业争用地表水和浅部地下水的问题,许多矿区转而开采深部地下水。深部地下水的勘探难度大、费用高,其它部门的工作经验也较少,我们必须认真地总结自己的经验,摸索出好的方法,以适应煤炭工业发展需要。山西的水源勘探问题便是如此,其水源勘探对象除少数地区为深部的新地层外,大多为奥陶系灰岩,以往工作基础较差,而供水任务又紧迫。在这种情况下,根据山西奥陶系灰岩的分布和地下水的规律,较为恰当的作法是建立比较系统的地下水长期观测网,结合先期矿井的供水需要进行开采,在开采的过程中获得进一步的评价依据,逐步稳妥地扩大地下水的开采量,以适应矿区建设的需要。

煤矿供水水源勘探已有较久的历史,过去在贺兰山、大武口、两淮、六盘水、山西及其它许多地区均成功地进行过供水水源勘探。随着煤炭工业的高速发展,今后水源勘探工



作的重要性将更为突出。

在供水比较困难的矿区，供水水文地质勘探结束以后，仍然有许多工作要做，特别是地下水的长期观测工作要坚持下去，以保证水源地的正常使用和扩大供水潜力。