

# 防水煤(岩)柱合理留设的 应力分析计算法

桂和荣 著

煤炭工业出版社



# 防水煤(岩)柱合理留设的 应力分析算法

桂 和 荣 等著

煤炭工业出版社

**图书在版编目(CIP)数据**

防水煤(岩)柱合理留设的应力分析计算法/桂和荣著.  
北京:煤炭工业出版社, 1997. 6  
ISBN 7-5020-1445-4

I. 防… II. 桂… III. 煤矿开采—防水—矿柱—应力分析—计算方法 IV. TD822

中国版本图书馆 CIP 数据核字(97)第 07635 号

**防水煤(岩)柱合理留设的应力分析计算法**

桂 和 荣 等 著

责任编辑:罗醒民 牟金锁

\*

煤炭工业出版社 出版发行

(北京安定门外和平里北街 21 号)

煤炭工业出版社印刷厂 印刷

\*

开本  $850 \times 1168 \text{mm}^{1/32}$  印张  $7 \frac{1}{2}$

字数 190 千字 印数 1—765

1997 年 7 月第 1 版 1997 年 7 月第 1 次印刷

书号 4214 定价 11.00 元

## 内 容 提 要

全书共分为四篇，第一篇分析研究了煤矿充水条件（包括充水水源及充水途径）、常见的水害类型及防治水方法和防水煤（岩）柱的基本类型；第二篇概括了影响防水煤（岩）柱留设的各种因素，详细介绍了目前为止所采用的煤（岩）柱留设的传统方法以及国内外的研究现状；第三篇重点阐述了水体下采煤纵向防水煤（岩）柱留设的应力分析计算法的理论基础及其实际应用；第四篇以导水断层防水煤柱为代表，阐述了横向防水煤（岩）柱留设的偶合数值模拟方法的基本原理及其在湖南涟邵矿区的具体应用。

本书可供煤矿地质、采矿等专业的工程技术人员及生产设计、科研院所的科技工作者和矿业高等院校师生参考。

# 序

从全国范围来看，煤矿水害在煤矿所发生的灾害事故中占有较大的比例。随着井下开采不断向深部延伸，矿压越来越大，奥灰水通过各种形式的薄弱带突入矿井的机会越来越多，煤矿防治水工作也必将会越来越紧迫。

近几年来，随着许多新手段、新方法、新技术的应用，使得我国煤矿防治水技术水平在实践中得到了很大的提高，在水害预测预报及预防治理等多方面都取得了可喜的成果，收到了巨大的社会效益和经济效益。

防水煤（岩）柱的留设是煤矿防治水工作的重要内容之一，从煤矿安全生产的角度看，它的作用是使地表水、地下水或老窖水与作业场地隔开。但有时为了保护某种水体或避免产生不良的环境水文和环境工程地质问题，也必须留设一定宽度的防水煤（岩）柱。

50年代以来，在确定采后覆岩最大导水裂隙带高度方面，主要采用冒裂孔观测法，而这种方法造价高、工时长，若覆岩原生裂隙发育，将给区分采动裂隙带来困难。在断层防水煤（岩）柱的留设方面，有的是引用国外的经验数据或经验公式（其中有前苏联的，也有波兰的），所留设的防水煤（岩）柱，其尺寸有时过大，致使积压了大量的煤炭资源；有时过小，加之水文地质条件不清，从而引发了较严重的水害事故，如冒顶、淹采区、淹井甚至人员伤亡事故等。客观地说，目前所进行的防水煤（岩）柱的留设工作，仍停留在方法上的研究，尚未上升到理论。为此，桂和荣同志从1985年攻读硕士学位以来，一直致力于防水煤（岩）柱理论的研究，从分析、研究开采过程中煤（岩）柱内应力分布规律的角度出发，以数值模拟技术为手段，主攻防水煤（岩）柱

的应力法留设，开展了应用研究，取得了很多有适用价值的理论和应用研究成果。

10多年间，桂和荣陆续在国内外学术刊物上发表了有关学术论文30余篇，受到矿业系统许多专家的高度赞赏，其研究成果基本得到公认。他以多年来关于防水煤（岩）柱的研究成果为基础撰写的“防水煤（岩）柱合理留设的应力分析计算法”一书，不失为一部优秀的理论与实际相结合的著作。书中，作者从矿井充水条件分析入手，在详细阐述防水煤（岩）柱传统留设方法和研究现状的基础上，概括了影响防水煤（岩）柱合理留设的多方面因素，重点讨论了开采后煤（岩）柱内应力分布的弹性地基理论解及其应用，提出了水体下开采纵向防水煤（岩）柱留设的弹塑性数值模拟方法及留设横向防水煤（岩）柱的偶合数值模拟方法及其应用。

本书所介绍的防水煤（岩）柱传统留设方法，既全面又系统，可为生产一线的工程技术人员直接引用；作者对防水煤（岩）柱的国内外研究现状进行了一定篇幅的介绍和探讨，可供从事防水煤（岩）柱、覆岩破坏规律、煤矿水文及工程地质研究的科研人员参考；第三及第四篇是全书的核心内容，全面介绍了防水煤（岩）柱应力分析计算法的理论基础、具体方法及应用实例，体现了作者的创造性和坚实的数学基础知识，所提出的方法在煤矿目前的计算手段和计算技术水平下，具有广泛的适用性。本书系统性强，坚持难易相结合、传统方法与创新方法相结合，可读性强，适宜于不同学历层次的读者学习和参考。

桂和荣

## 前 言

从近几十年的煤矿开采实践看，我国矿井水文地质类型是复杂多样的，受地表水体及地下富含水层威胁的煤矿床比比皆是，在构造相对复杂的情况下，煤矿防治水任务十分繁重。

随着煤炭资源的进一步开发，浅部及条件简单区的煤炭储量渐趋匮乏，深部、条件复杂地区的煤矿开采以及提高回采上限挖潜老矿区，已构成了我国目前乃至未来相当长时间内煤矿企业的攻关课题，这无疑给煤矿防治水工作提出了越来越高的要求。

### 一、矿井水害是煤矿建设和生产中的主要灾害

煤矿生产实践表明，在矿井灾害事故中，水害占有较大的比例。水害不仅严重破坏矿井的正常建设和生产，而且威胁人员的生命安全。

从矿井涌水水源看，矿区附近的江河、湖泊、水库、塌陷塘、废弃的露天坑等地表水体，可构成矿井涌水的地表水源。地表水体下的煤炭资源在国内分布较广，如黄河、淮河一些河段下赋存的煤炭资源，东北松辽平原的黑龙江、松花江、嫩江、牡丹江下赋存的煤矿床，珲春河及图门江流经的珲春煤田，吉林蛟河及其支流流经的蛟河煤田，山东滕县煤田中有三个井田位于微山湖下。此外，在我国亦有近海煤矿床分布，如山东龙口煤田，在渤海海平面 300m 以下的储量就达 10 亿 t。

矿井涌水的地下水源主要指含水层水、构造带水及老窑积水。我国煤矿床中，受地下水威胁的煤田分布更广，如东北地区齐齐哈尔一带的煤田，舒兰、扎赉诺尔、元宝山等矿区均受松散富含水层的严重威胁；河北的开滦及河南焦作的东部矿区，淮南、淮北以及山东肥城等矿区，不仅受岩溶水的威胁，而且松散含水层对采矿也有着不同程度的影响。裂隙水的影响亦不可忽视，如鹤



岗、北票、海拉尔砂岩中的裂隙水，阜新矿区砂岩及玄武岩中的裂隙水，蛟河煤田侏罗系砂岩中的裂隙水等，均构成了煤矿长期而且是主要的充水水源；山东坊子煤矿约有 55% 的矿井排水量（吨煤排水量  $1440\text{m}^3/\text{h}$ ）来自片麻岩裂隙水，一次突水量最大可达  $480\text{m}^3/\text{h}$ ，对煤矿生产具有重要的影响。

矿井的地表及地下水源在采动影响下，通过各种通道渗入矿井，当进入矿井的水量超过矿井的正常排水能力时，则会造成水灾事故，轻则淹巷道、淹采区，重则淹没开采水平乃至整个矿井，甚至造成人员伤亡事故。1920 年，开滦西北井由于奥灰掩覆于开采煤层之上，而发生突水（在九煤上山处），最大突水量  $6600\text{m}^3/\text{h}$ ，稳定涌水量  $5100\text{m}^3/\text{h}$ ；1935 年，山东淄博北大井因断层导水而发生重大淹井事故，最大突水量达  $2.658\text{万 m}^3/\text{h}$ ，死亡 536 人，直至 1978 年才恢复生产，是世界上最大的矿井水害事故之一；范各庄矿 2171 工作面因陷落柱导水，于 1984 年发生突水，最大突水量达  $12.318\text{万 m}^3/\text{h}$ ，创下了煤矿有史以来的突水量最高记录，造成了惨重的损失，致使全矿停产，相邻的唐家庄、赵各庄矿停产半年；1960 年，河北峰峰一矿 1532 工作面因断层防水煤（岩）柱尺寸不够而引起奥灰突水，最大突水量为  $9000\text{m}^3/\text{h}$ ，全矿井被淹，10 年后才恢复生产。

为预防和消除矿井水害事故。众多专家学者进行了大量的研究工作，积累了许多宝贵的经验，在了解矿井地质、水文地质条件基础上，采取了各种相应的防治水措施，如地表水的综合治理、地下水的探放与预排疏干、地下水的隔离与堵截以及矿井水害的事先预测等，对煤矿安全生产起到了积极的作用。

## 二、合理留设防水煤（岩）柱是煤矿防治水的重要措施之一

通过几十年来的研究和实践，人们提出了种种防治水害的方法和途径，河流改道、其它地表水体的铺底防渗、松散含水层的疏干及底板高压水的疏水降压等，在煤矿安全生产中曾收到了良好的效果。然而，对于大型的地表水体以及富含水层来说，使用这些方法通常达不到预期的目的，或者说经济效益不十分显著。因



此，在大型地表水体及富含水层下，或在与这些水体有联系的导含水构造（断层、陷落柱等）附近进行采掘工程活动时，必须留设一定尺寸的防水煤（岩）柱，以防止地下水的突出，避免矿井水灾事故的发生。

无论是新矿区的建设，还是老矿区的挖潜，都不同程度地面临着防水煤（岩）柱的合理留设问题。过去，为了安全起见而留设的防水煤（岩）柱，其尺寸往往过大，从而积压了大量的煤柱储量。枣庄矿务局柴里煤矿第三层煤浅部防水煤（岩）柱，若按垂高50m计算，煤柱储量为5911万t，占柴里井田总储量的24%，而整个藤南煤田防水煤柱储量则为9548万t。根据试采结果，若将煤（岩）柱由50m缩小为20m，整个井田可解放出煤柱储量3500万t，延长矿井服务年限20多年，而整个藤南煤田则可解放储量6618万t。

皖北矿务局百善矿留设高为40m的防水煤（岩）柱，压煤量1411万t，占矿井总储量的28%。若将开采上限提高1m（即缩小防水煤柱1m），全矿井可增加开采资源量45~75万t、可采储量35~52万t；若将防水煤柱回收，可解放近1000万t煤炭，矿井服务年限可延长10余年。

刘桥一矿第一开采水平，设计地质储量4079万t、可采储量2665万t，煤柱压煤量为645万t，分别为地质储量和可采储量的16%和24%。诸如此类的事例不胜枚举。

由于煤矿生产技术水平正在日益提高，缩小防水煤（岩）柱的尺寸、对老矿区挖潜改造，既必要、又可行。防水煤（岩）柱留设过大，虽有利于安全生产，但积压了大量的煤炭资源；若留设过小，则又会威胁煤矿生产的安全，任何类型的防水煤（岩）柱的留设和计算，都是与本矿区所处的地质及水文地质条件、岩煤物理力学性质、顶板管理方法等因素密切相关，尽可能全面地考虑诸多影响因素，会使留设的煤（岩）柱尺寸趋于科学性和合理性，即既能保证煤矿安全生产和建设，又能最大限度地回收煤炭资源。

煤矿开采的过程,实际上就是不断改变自然应力场的过程,在变化的时空域中,应力场的变化是错综复杂的。在这种情况下,以某些相对静态的因素来考虑防水煤(岩)柱的留设较难保证其可靠性。而依据复杂边界条件及考虑诸多地质采矿因素对不断变化的应力场进行数值模拟,进而达到较合理地留设防水煤(岩)柱尺寸的目的,这种方法具有目前为止的传统方法所不具备的优越性。作者通过近年来的理论和实践研究,对纵、横向防水煤(岩)柱的留设,提出了一整套的应力分析计算方法。可供同仁参考。由于矿山岩石(体)力学中尚有许多问题处在探讨阶段,书中在观点和方法上可能会存在片面性甚至错误的认识,恳请有关专家和读者不吝赐教。

书中除引用的有关文献外,大部分内容都是在作者硕士学位毕业论文及有关科研成果总结报告的基础上改编的。这些成果的获得,无疑与兄弟单位的通力合作是分不开的,特别是湖南涟邵、皖北、山东枣庄等矿务局,在防水煤(岩)柱留设的应力分析计算成果的研制及实际应用方面,给予了大力支持,在此谨表示衷心的感谢!

本书共四篇九章。第一章由胡友彪编写;第二章由胡友彪、桂和荣、陈兆炎编写;第三、五、六、七、八章由桂和荣编写;第四章由桂和荣、胡友彪、陈兆炎编写;第九章由桂和荣、陈兆炎、朱亚日、高良敏编写。全书由桂和荣统编。

作者

1997年1月

# 目 录

## 第一篇 矿井充水条件及防水煤(岩)柱的基本类型

|                               |    |
|-------------------------------|----|
| <b>第一章 矿井充水条件分析</b> .....     | 1  |
| 第一节 矿井充水水源 .....              | 1  |
| 第二节 矿井充水通道 .....              | 7  |
| 第三节 矿井水害类型及防治方法概要 .....       | 20 |
| <b>第二章 防水煤(岩)柱的基本类型</b> ..... | 25 |
| 第一节 防水煤(岩)柱的功能及留设原则 .....     | 25 |
| 第二节 防水煤(岩)柱的两种基本类型 .....      | 26 |
| 第三节 防水煤(岩)柱的岩性构成与质量评价 .....   | 34 |

## 第二篇 防水煤(岩)柱的传统留设方法及研究现状

|                                        |    |
|----------------------------------------|----|
| <b>第三章 防水煤(岩)柱合理留设的影响因素</b> .....      | 39 |
| 第一节 煤及围岩的物理力学性质 .....                  | 39 |
| 第二节 断裂构造 .....                         | 41 |
| 第三节 外部荷载 .....                         | 42 |
| 第四节 煤层倾角及开采空间 .....                    | 46 |
| 第五节 顶板管理方法 .....                       | 48 |
| <b>第四章 防水煤(岩)柱留设的传统方法</b> .....        | 50 |
| 第一节 水体下采煤纵向防水煤(岩)柱尺寸的组成 .....          | 50 |
| 第二节 冒裂高度及保护层厚度的计算 .....                | 57 |
| 第三节 矿井水淹区或老窑积水区下防水煤(岩)柱的<br>留设问题 ..... | 61 |
| 第四节 导水断层防水煤柱的留设 .....                  | 61 |
| 第五节 其它类型防水煤(岩)柱的留设 .....               | 66 |
| <b>第五章 防水煤(岩)柱的研究现状</b> .....          | 69 |
| 第一节 国外研究现状 .....                       | 69 |

|                  |    |
|------------------|----|
| 第二节 国内研究现状 ..... | 79 |
|------------------|----|

### 第三篇 纵向防水煤(岩)柱留设的应力分析计算法

|                           |    |
|---------------------------|----|
| 第六章 煤柱内应力分布的弹性地基理论解 ..... | 89 |
|---------------------------|----|

|                              |    |
|------------------------------|----|
| 第一节 煤柱两侧介质不同情况下计算模型的建立 ..... | 89 |
| 第二节 文克勒地基上无限长梁分析的应用 .....    | 99 |

|                            |     |
|----------------------------|-----|
| 第七章 采后覆岩破坏规律的弹塑性数值模拟 ..... | 112 |
|----------------------------|-----|

|                               |     |
|-------------------------------|-----|
| 第一节 数力学模型的建立 .....            | 113 |
| 第二节 弹塑性数值模拟 .....             | 120 |
| 第三节 围岩应力及应力变化规律 .....         | 128 |
| 第四节 不同倾角煤层采后围岩位移变化规律的比较 ..... | 143 |
| 第五节 最大导高的确定方法及其应用 .....       | 148 |

### 第四篇 横向防水煤(岩)柱留设的应力分析计算法

|                               |     |
|-------------------------------|-----|
| 第八章 导水断层防水煤柱留设的耦合数值模拟原理 ..... | 160 |
|-------------------------------|-----|

|                       |     |
|-----------------------|-----|
| 第一节 基本模型的建立 .....     | 160 |
| 第二节 模型受力分析 .....      | 163 |
| 第三节 输入参数的修正 .....     | 171 |
| 第四节 导水断层防水煤柱的确定 ..... | 183 |

|                            |     |
|----------------------------|-----|
| 第九章 耦合数值模拟方法在涟邵矿区的应用 ..... | 184 |
|----------------------------|-----|

|                                |     |
|--------------------------------|-----|
| 第一节 矿区区域地质背景条件分析 .....         | 184 |
| 第二节 矿区水文地质条件及六条导水断层的基本情况 ..... | 190 |
| 第三节 导水断层防水煤柱的耦合数值模拟计算 .....    | 197 |
| 第四节 与传统方法所得结果的比较 .....         | 220 |

|            |     |
|------------|-----|
| 参考文献 ..... | 224 |
|------------|-----|

# 第一篇 矿井充水条件及防水煤(岩)柱的基本类型

---

## 第一章 矿井充水条件分析

留设防水煤(岩)柱是煤矿防治水中的技术措施之一。矿井充水条件决定了矿井充水的特点及充水强度,它既受一系列自然因素的控制,同时也受许多人为因素的影响。综合分析,可将矿井充水条件归纳为两方面:一是充水水源,二是充水途径。前者是指矿井水的来源,是矿井充水的必要条件;后者则是指水源进入矿井的通道(即充水途径)。充水水源与充水途径的结合,构成了矿井充水的充分必要条件,对此进行分析研究,是进行防水煤(岩)柱合理留设,以及做好煤矿防水工作的前提。

### 第一节 矿井充水水源

#### 一、大气降水

从水循环的观点出发,大气降水是地下水的主要补给来源,故矿井充水特征一般都或多或少地受到降水的影响。这种影响主要取决于降水本身的特点和地表入渗条件。因此,从充水水源角度研究大气降水时,必须同时考虑以下两方面的条件。

##### 1. 降水量的大小和分布

在入渗条件相同或相似条件下,矿井的充水程度随降水量的增加而增加。从我国的气候特征看,各地区降水量相差悬殊,故降水对矿井充水的影响也具有区域性和局部性的变化特点,从而表现出矿井充水条件的复杂性。一般情况下,南方大于北方,沿海大于内地。比如潮湿多雨的华南地区,一些矿井雨季最大涌水

量可达每小时数千立方米，而干旱的内蒙古、西北地区的一些矿井，即使是雨季，涌水量也很小。

由于降水量随时间分布的不均匀性，使得那些受大气降水影响的矿井，其矿井涌水量的动态曲线往往与当地大气降水过程曲线具有相似性（图 1-1），也就是说，具有季节性变化和多年周期性变化的特点。通常情况下，矿井涌水量有旱季正常涌水量与雨季最大涌水量之分，两者往往相差较大，比较而言，前者相对较小且稳定，为来自充水岩层中地下水源的基流量；后者则为雨季剧增的峰值涌水量，一般滞后于降水量峰值一定时间出现（滞后时间取决于入渗条件），常对矿井构成威胁。如北京矿务局长沟峪煤矿，1979 年正常涌水量仅  $128.8\text{m}^3/\text{h}$ ，而雨季的 8 月 16 日涌水量高

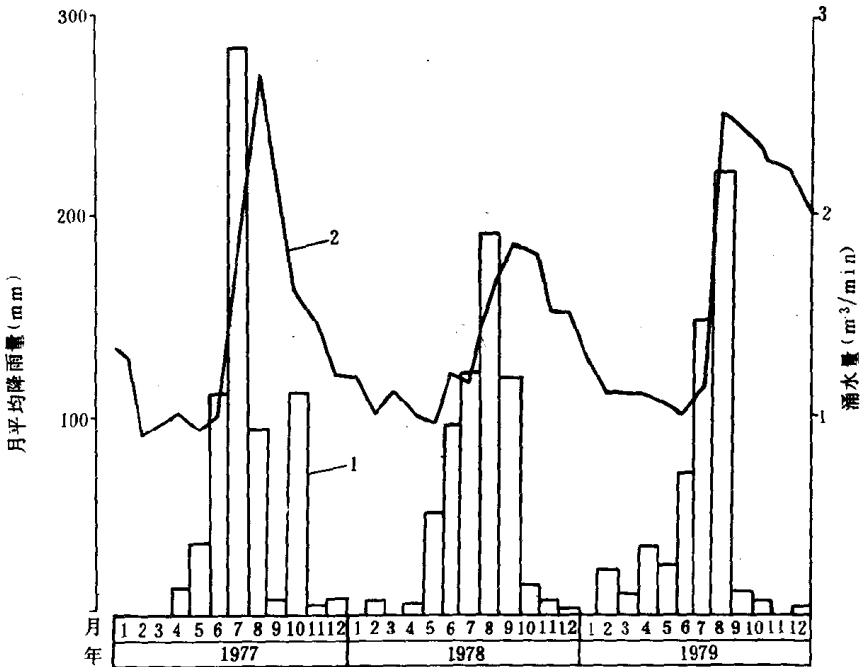


图 1-1 矿井涌水量随降水量变化曲线

(北京矿务局王平村矿)

1—降水量；2—涌水量

达  $6186\text{m}^3/\text{h}$ ，相当于正常涌水量的 48 倍，造成淹井事故。

研究大气降水对矿井充水的影响时，可将雨季最大涌水量 ( $Q_{\max}$ ) 与正常涌水量 ( $Q_0$ ) 的比值定义为季节变化系数 ( $\eta$ )：

$$\eta = \frac{Q_{\max}}{Q_0} \quad (1-1)$$

由于年最大涌水量主要受年降水量的控制，而且具有多年周期性的变化特点，因而一个矿区的  $Q_{\max}$  值和  $\eta$  值也不是一个常数，其大小对于不同降水类型年（枯水年、平水年、丰水年）来说，相差很大。如北京矿务局长沟峪矿 1975 年  $\eta$  为 1.99，而 1979 年高达 48.38（表 1—1），这是年降水量变化的反映。

表 1—1 长沟峪矿 1974~1979 年涌水量对比

（据沈继芳）

| 年份                                   | 1974   | 1975   | 1976   | 1977   | 1978   | 1979   |
|--------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 类型                                   | 丰水年    | 枯水年    | 平水年    | 丰水年    | 平水年    | 丰水年    |
| $Q_0$ ( $\text{m}^3/\text{h}$ )      | 106.92 | 106.92 | 112.68 | 100.80 | 175.32 | 128.88 |
| $Q_{\max}$ ( $\text{m}^3/\text{h}$ ) | 4766.4 | 213.12 | 2988.0 | 5083.2 | 1281.6 | 6235.2 |
| $\eta$                               | 44.58  | 1.99   | 26.52  | 50.43  | 7.31   | 48.38  |

注：枯水年、平水年、丰水年系指年降水量小于、等于和大于多年平均降水量的年份。

## 2. 降水性质与地表入渗条件

由于大气降水一般是通过岩层的空隙入渗而与地下矿井发生联系的，故受降水影响的矿井，其涌水量大小和动态就不完全取决于降水量的大小，还和降水强度与地表入渗条件有关，只有降水强度与入渗条件相适应的降水，才能最大限度地对矿井充水显示作用。就降水强度而言，一般地说，持续时间长的中小雨，有利于补给地下水渗入矿井，而暴雨不利于形成地下径流充入矿井，常呈地表径流流失。但在裸露的岩溶矿区，高强度的暴雨则对矿



井充水影响很大。对于地表入渗条件来说，主要是由入渗通道（充水途径）的性质和地形汇水类型所决定的。

地形汇水类型可分为散流地形（坡度大，切割强烈的山脊和山坡）、滞流地形（坡度小或较平坦的平原和台地）和汇流地形（低谷洼地）。为了说明降水强度与入渗条件的匹配对矿井充水的影响，国内曾有人提出了有效降水量的概念。“有效降水量”在数值上小于或等于实际降水量，是指对矿井涌水量能产生增量，或对充水岩层中地下水有补给能力的降水量。它排除了受地表入渗条件（如入渗速率）和包气带吸收等因素影响所产生的无效部分，其大小取决于降水性质和入渗条件，可依据矿区多年降水与矿井涌水量（或充水岩层的地下水位）的一系列对应资料，确定它与实际年降水量（或月降水量）的相关关系，据此就可利用矿区所在地区的气象预测资料，预计雨季矿井涌水量的增量。

## 二、地表水

位于矿区附近的地表水体，在一定条件下可能成为矿井的充水水源。通常，地表水充入矿井的途径有：①通过第四系松散砂砾层及基岩露头，先渗入补给地下水，再在一定条件下充入矿井（图 1-2a）；②通过老窑直接渗入矿井（图 1-2b）；③洪水期通过低洼处的井巷灌入井下（图 1-2c）；④地表水体下采煤时，岩层

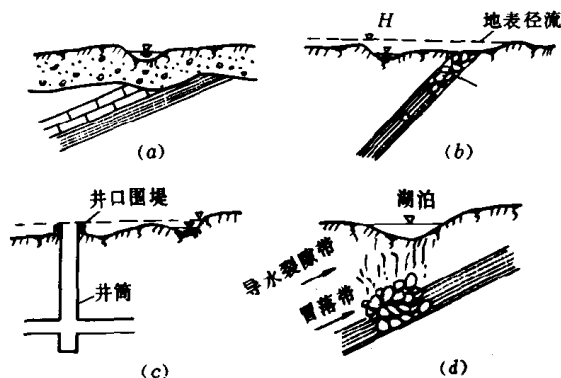


图 1-2 地表水渗入井下的几种方式

移动产生的导水裂隙与地表水沟通（图 1-2d）。

地表水能否成为矿井充水水源及其渗入量的大小，主要取决于以下几方面因素：

### 1. 地表水体的性质和规模

常年性的大型水体可成为定水头补给边界，使矿井涌水量表现出大而稳定的特点，不易疏干，一旦出现淹井事故，矿井生产恢复难度较大。而季节性的水体只能间断充水，使矿井涌水量大小随季节变化，受大气降水过程控制，但与仅受大气降水充水作用影响的矿井相比，涌水量动态有一定的差异，主要表现为雨季矿井涌水量增加快、雨后涌水量减小慢，这是由于地表水体不仅本身为充水水源，同时汇集了集水面积内由降水转化为地表径流的部分，从而增大了降水对矿井充水的影响强度，也相对延长了它们的影响时间，使雨季充水动态曲线上升幅度增强，雨后的降幅过程相对减弱。

### 2. 地表水体与井巷之间岩石的透水性

岩层的透水性控制了矿井疏干排水的影响范围、垂直入渗水流的大小及影响深度，构成了地表水对矿井充水影响的关键因素。如果地表水体与井巷间为相对隔水的岩层，地表水体即使在矿井附近，只要采动破坏带波及不到，也不会引起充水作用；反之，若二者之间为强透水岩层，即使地表水体距矿井甚远，也有可能影响矿井充水。如山东淄博煤田的淄河，流经岩溶发育的石灰岩区，流量的 97% 转变为地下径流，成为矿井充水的重要补给来源，矿井涌水量普遍较大；而安徽淮北闸河煤田，由于煤系上部覆盖有粘性土隔水层，地表虽有岱河、龙河通过，但对矿井充水影响却很小。此外，由于岩层透水能力的各向异性，位于同一矿井不同方向的地表水体，充水作用亦可能相差较大，这在岩溶化充水岩层矿区表现得尤为突出。如湖南涟邵煤田恩口矿区，由于主要充水岩层茅口灰岩的岩溶呈条带状发育，某矿井排水时，其影响范围沿南北条带方向扩展，数千米外的小河河床塌陷，河水下灌，而在垂直条带的方向，相距仅数百米的东部泉水流量基本不减，未