

煤矿安全 新技术应用 实务全书

主编/张明



安徽音像出版社

煤矿安全新技术应用实务全书

主 编 张 明

(四)

本书是《煤矿安全新技术应用实务全书》光盘的使用说明与对照阅读手册

江苏工业学院图书馆
藏书章

安徽音像出版社

目 录

第一篇 矿井通风技术

第一章 概 述	(3)
第一节 矿井通风系统的优化改造	(3)
第二节 矿井通风装备和仪器仪表的改进	(6)
第三节 矿井通风新技术	(7)
第二章 矿井通风系统优化设计及可靠性评价	(10)
第一节 概 述	(10)
第二节 通风系统优化设计原则	(11)
第三节 矿井通风系统安全可靠性评价指标体系	(14)
第三章 矿井灾变通风	(18)
第一节 概 述	(18)
第二节 火灾时期风流状态定性控制技术	(20)
第三节 计算机技术在矿井火灾救灾决策中的应用	(22)
第四节 灾变通风设备和设施	(37)
第四章 煤矿掘进通风安全技术及装备系列化	(44)
第一节 掘进通风安全技术	(44)
第二节 掘进通风安全装备和安全保护措施	(48)
第五章 矿井通风新装备及检测仪表	(53)
第一节 概 述	(53)
第二节 高性能主通风机	(55)

目 录

第三节 新型局部通风机	(60)
第四节 高性能风筒	(68)
第五节 矿井通风参数检测仪表及风门开闭传感器	(70)
第六章 通风管理	(77)
第一节 概 述	(77)
第二节 煤矿通风信息管理系统	(78)
第三节 煤矿通风事故隐患管理	(80)

第二篇 矿井瓦斯综合治理技术

第一章 矿井瓦斯预测和监测技术	(89)
第一节 综掘工作面瓦斯预测技术	(89)
第二节 高产高效工作面瓦斯预测技术	(113)
第三节 矿井瓦斯监测技术与方法	(139)
第四节 矿井瓦斯监测、监控系统的开发	(152)
第二章 防治瓦斯、煤尘爆炸技术	(170)
第一节 小型液压风扇处理上隅角瓦斯积聚技术	(170)
第二节 无火花风机引排上隅角瓦斯技术和装置	(179)
第三节 脉动通风治理回采工作面上隅角瓦斯积聚技术及装备	(187)
第四节 防治故障电火花引爆瓦斯、煤尘技术	(198)
第五节 无电源触发式抑爆装置	(221)
第六节 隔(抑)爆技术在平顶山矿区的应用	(230)
附 录 煤矿用被动式隔爆棚安装技术规范	(246)
第三章 煤与瓦斯突出预测和防治技术	(252)
第一节 煤与瓦斯区域突出分布规律	(253)
第二节 矿井突出危险区域预测技术及装备	(272)
第三节 MJY-I型煤与瓦斯突出监测预报系统	(292)
第四节 电磁辐射法预测突出危险性技术及便携式装备	(318)
第五节 掘进工作面防突综合配套技术的应用	(334)

目 录

第六节	矿井突出危险区域预测的瓦斯地质技术·····	(350)
第七节	石门揭煤的防突技术·····	(364)
第八节	工作面突出危险性实时跟踪预测技术及装备·····	(395)
第九节	长钻孔控制爆破防治突出技术·····	(419)
第十节	煤与瓦斯突出敏感指标的预测·····	(441)
第四章	瓦斯抽放技术与装备·····	(467)
第一节	我国瓦斯抽放的现状·····	(467)
第二节	本煤层抽放与合理预抽期·····	(470)
第三节	瓦斯抽放布孔方式及交叉钻孔扩孔·····	(494)
第四节	深孔控制预裂爆破提高瓦斯抽放率·····	(517)
第五节	高位钻孔抽放·····	(542)
第六节	高位巷抽放·····	(551)
第七节	地面钻孔抽放·····	(555)
第八节	采空区瓦斯抽放工艺·····	(562)
第九节	软煤打钻抽放技术及设备研制·····	(573)

第三篇 矿井火灾防治技术

第一章	概 述·····	(595)
第一节	矿井火灾·····	(595)
第二节	矿井火灾防治技术的发展现状及趋势·····	(597)
第二章	煤炭自然发火机理·····	(604)
第一节	概 述·····	(604)
第二节	煤炭自燃机理·····	(607)
第三节	煤层自然发火危险指数评价·····	(614)
第四节	煤层最短自然发火期评价·····	(618)
第三章	矿井火灾监测及早期预测预报·····	(621)
第一节	煤炭自然发火的标志气体指标及优选·····	(622)
第二节	预测预报自然发火的方法·····	(634)

目 录

第三节 矿井火灾监测·····	(638)
第四章 矿井火灾防治技术·····	(646)
第一节 概 述·····	(646)
第二节 矿井自然发火(内因火灾)防治技术(一)·····	(648)
第三节 矿井自然发火(内因火灾)防治技术(二)·····	(667)
第四节 外因火灾防治技术·····	(690)
第五章 火区的封闭、管理与启封·····	(695)
第一节 火区密封技术·····	(695)
第二节 火区管理技术·····	(698)
第三节 火区启封技术·····	(701)

第四篇 煤矿自燃火灾防治技术

第一章 矿井火灾燃烧特征及危害·····	(711)
第一节 燃烧的基本概念·····	(711)
第二节 矿井火灾分类及危害·····	(716)
第三节 火灾时期风流紊乱及防治·····	(721)
第二章 自燃火灾机理及预防·····	(727)
第一节 自燃火灾与煤炭自燃·····	(727)
第二节 自燃火灾防治措施·····	(736)
第三章 均压防灭火技术·····	(748)
第一节 概 述·····	(748)
第二节 均压防灭火理论基础·····	(749)
第三节 均压防灭火技术措施·····	(756)
第四节 连通管均压过程定量分析·····	(763)
第五节 开区均压防灭火定量分析·····	(771)
第四章 火区火源燃烧状态分析与管理·····	(784)
第一节 气样的可靠性分析·····	(784)
第二节 火源燃烧状态的判别指标和方法分析·····	(786)

目 录

第三节 火区管理.....	(791)
第五章 均压防灭火技术应用实例.....	(795)
第六章 煤矸石自燃的危害.....	(799)
第一节 煤矸石自燃释放的有害气体.....	(799)
第二节 SO_2 与 CO 的危害	(800)
第七章 煤矸石自燃机理.....	(801)
第一节 概 述.....	(801)
第二节 煤矸石的低温氧化反应.....	(802)
第三节 矸石堆中氧气传输途径及对自燃的影响.....	(806)
第四节 临界风速.....	(812)
第八章 自燃矸石山灭火技术研究.....	(813)
第一节 国内外自燃矸石山灭火技术概况.....	(813)
第二节 自燃矸石山灭火应用实例.....	(818)
第九章 防止矸石山自燃的措施.....	(820)
第一节 防止矸石山自燃的基本途径.....	(820)
第二节 矸石山自燃防治应用实例.....	(822)

第五篇 煤层自燃胶体防灭火技术

第一章 绪 论.....	(827)
第一节 煤层自燃的起因.....	(829)
第二节 煤层自燃的影响因素.....	(838)
第三节 煤层自燃特点及规律.....	(851)
第四节 煤层自燃胶体灭火技术的构成.....	(858)
第二章 胶体防灭火材料.....	(865)
第一节 胶体防灭火材料类型.....	(865)
第二节 胶体防灭火材料的结构.....	(873)
第三节 防灭火胶体材料的选择.....	(885)
第三章 胶体材料的防灭火特性.....	(917)

目 录

第一节 胶体的固水性与成胶时间	(917)
第二节 胶体流动阻力	(929)
第三节 胶体的强度	(955)
第四节 胶体材料的热稳定性	(960)
第四章 胶体防灭火机理及实验	(987)
第一节 胶体防灭火机理	(987)
第二节 胶体防灭火试验	(1001)
第五章 胶体防灭火工艺及设备	(1007)
第一节 移动式注胶工艺	(1007)
第二节 管网式大流量注胶工艺	(1013)
第三节 胶体压注设备	(1019)
第六章 胶体防灭火技术的应用	(1027)
第一节 巷道自燃火灾治理	(1027)
第二节 采煤工作面自然发火防治	(1055)
第三节 邻近采空区自燃火灾治理	(1090)
第四节 其他应用实例	(1108)

第六篇 矿井煤尘防治技术

第一章 煤尘产生与扩散的控制技术	(1125)
第一节 煤层注水防尘技术	(1125)
第二节 喷雾降尘技术	(1130)
第三节 通风除尘技术	(1143)
第二章 粉尘浓度检测技术	(1154)
第一节 粉尘采样器	(1155)
第二节 测尘仪	(1157)
第三章 矿井瓦斯煤尘爆炸隔(抑)爆技术	(1160)
第一节 概 述	(1160)
第二节 被动式隔爆技术	(1161)

目 录

第三节 自动抑爆技术	(1167)
------------------	--------

第七篇 煤矿水害预防及治理技术

第一章 煤层开采引起的顶板岩体破坏	(1175)
第一节 覆岩采动破坏突水机理	(1175)
第二节 导水裂隙带的观测新方法	(1177)
第三节 煤层开采上限的合理煤(岩)柱留设	(1185)
第四节 受采动影响的土体坝体的防渗研究	(1189)
第二章 煤层开采地表沉陷及沉陷区积水的治理	(1199)
第一节 开采沉陷的研究及现状	(1199)
第二节 开采沉陷土体变形机理的离心模型试验	(1201)
第三节 试验成果分析	(1211)
第四节 开采沉陷厚松散土体的变形预测	(1228)
第五节 高潜水平原煤矿沉陷积水区治理	(1248)
第三章 煤层顶底板岩体抗水压性能的水力压裂试验	(1266)
第一节 平顶山矿区水文地质与矿井充水条件分析	(1266)
第二节 煤层顶底板岩层的物理力学性质试验	(1271)
第三节 平顶山矿务局七矿井下水力压裂试验	(1285)
第四节 煤层顶底板岩层抗水压性能的评价	(1305)

第八篇 安全仪器仪表及监测监控技术

第一章 综 述	(1319)
第一节 国内煤矿监控技术发展概况及趋势	(1319)
第二节 国外煤矿监控技术发展情况	(1323)
第三节 我国矿井安全监控技术发展方向	(1326)
第二章 煤矿安全监测系统	(1328)
第一节 概 述	(1328)

目 录

第二节 KJ90 型煤矿综合监控系统	(1329)
第三节 KJ95 型煤矿综合监控系统	(1334)
第三章 传感器新技术	(1340)
第一节 瓦斯传感器	(1340)
第二节 一氧化碳传感器	(1343)
第四章 新型安全检测仪表	(1352)
第一节 AZD-1 型智能多参数检测报警仪	(1353)
第二节 BMK-II 型煤矿气体可爆性测定仪	(1356)
第三节 WP-1 型井下煤层瓦斯压力(含量)快速测定仪	(1359)

第九篇 煤矿救护

第一章 煤矿救护发展历程	(1367)
第一节 创业阶段	(1367)
第二节 波折阶段	(1368)
第三节 发展壮大阶段	(1368)
第二章 我国煤矿应急救援体系	(1370)
第一节 管理体系	(1370)
第二节 组织体系	(1371)
第三节 保障支持体系	(1372)
第三章 矿山救护队的重要作用	(1374)
第一节 处理矿井灾变事故的主力军	(1374)
第二节 为煤矿安全生产保驾护航	(1375)
第三节 为社会抢险救灾做出突出贡献	(1375)
第四章 矿山救护队建设	(1376)
第一节 矿山救护队工作的特殊性	(1376)
第二节 救护队的任务	(1376)
第三节 救护队组织	(1377)
第四节 救护队指战员条件	(1379)

目 录

第五章 矿山救护队技术培训	(1381)
第一节 技术培训目的	(1381)
第二节 技术培训对象	(1382)
第三节 培训内容	(1382)
第四节 考核与任职资格	(1383)
第六章 矿山救护队装备	(1384)
第一节 个人防护装备	(1384)
第二节 抢险救灾专用装备与器材	(1385)
第三节 检测仪器	(1386)
第四节 通讯器材	(1388)
第五节 交通运输工具	(1388)
第六节 医疗及急救器材	(1389)
第七节 训练器材	(1389)
第八节 矿山救护设备维护与管理	(1391)
第七章 矿山抢险救灾程序	(1393)
第一节 抢险救灾指挥要领	(1393)
第二节 处理事故工作的指挥原则	(1394)
第三节 在灾区应遵守的原则	(1395)
第四节 侦察工作	(1396)
第五节 预防矿山救护队员伤亡的措施	(1398)
第八章 煤矿事故救护实例	(1402)
第一节 淮南局潘三矿“11·13”瓦斯爆炸事故抢险救护实例	(1402)
第二节 坪湖煤矿“4.11”火灾事故抢险救灾实例	(1412)

第十篇 煤矿安全技术开发

第一章 煤矿安全技术开发机构	(1421)
第一节 管理机构	(1421)
第二节 安全技术开发机构	(1423)

目 录

第二章 煤矿安全技术开发计划	(1433)
第一节 国家经贸委、科技部和国家计委的安全技术开发计划	(1433)
第二节 煤炭工业科技“十五”计划与 2015 年的发展意见	(1444)
第三章 煤炭企业安全投入	(1449)
第一节 概 况	(1449)
第二节 企业安全投入的几个例子	(1451)
第四章 煤矿安全技术	(1459)
第一节 煤矿通风技术	(1459)
第二节 煤矿瓦斯防治技术	(1462)
第三节 煤矿火灾防治技术	(1469)
第四节 煤矿粉尘防治技术	(1474)
第五节 煤矿安全监测系统	(1477)
第六节 其他煤矿事故防治技术	(1478)

第十一篇 煤矿水害事故典型案例分折

第一章 煤系底部或顶部厚层灰岩岩溶水的水害事故	(1483)
第一节 华北型太原组煤系基底奥陶系或寒武系岩溶裂隙水的水害事故	(1483)
第二节 华南型龙潭煤系底部或顶部厚层灰岩岩溶水突水事故	(1513)
第二章 含煤煤系薄层灰岩岩溶裂隙水水害事故	(1525)
第一节 华北型山西组大煤底部薄层灰岩岩溶裂隙水水害事故	(1525)
第二节 华北型太原组煤层顶底板薄层灰岩岩溶裂隙水水害事故	(1543)
第三章 煤系地层内顶、底板砂岩裂隙水突水事故	(1555)
第一节 煤系地层内部顶板砂岩裂隙水水害事故	(1555)
第二节 煤系地层内部底板砂岩裂隙水水害事故	(1561)
第四章 煤系盖层冲积层孔隙水和地表水突水事故	(1563)
第一节 煤系盖层冲积层孔隙水突水事故	(1563)
第二节 矿区地表水体溃入井下突水事故	(1565)

第三节 煤层开采上限的合理煤(岩)柱留设

如何科学、合理地留设防水煤(岩)柱,在具有特定水文地质条件的我国煤矿,已越来越引起各个方面的关注和重视。早在 1990 年,中国矿业大学专门列项进行了《矿间阻隔水煤(岩)柱合理留设》的科学研究,并作了相似材料的模拟试验。《矿井水文地质规程》、《建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规程》在总结概括大量科研和生产实践经验的基础上,对此也作出了一系列规定,并列出了相应的分析计算公式,现在看来还有进一步深化的必要。

目前认为防水煤(岩)柱的留设与下面一系列因素有关,有的可作定量分析,有的只能作定性分析。

(1)采动矿压对煤(岩)柱的作用。这就是采空区边缘上覆地层的集中支承压力将使煤(岩)柱侧边的一定范围受到压裂破坏,产生裂缝,失去阻隔水的作用。真正起隔水作用的是扣除这种塑性破坏后的核心部分。求算这种压裂带(即塑性破坏带)宽度的公式,一般可采用较简单的公式,其结果偏大于实际值,有利于保证安全。

$$L_{\text{破}} = \frac{m}{2f\lambda} \ln \frac{fk\gamma h + c}{fc(\lambda - 1)\text{ctg}\varphi + c} \quad (1-1)$$

式中 $L_{\text{破}}$ ——作用于采空区煤(岩)壁的支承压力,使煤(岩)柱体形成的塑性破坏带的宽度(m);

m ——煤(岩)层厚度;

f ——煤或岩柱与顶(或底)板的摩擦系数。一般为 $\text{tg}\varphi/4$;

λ ——侧压系数, $\lambda = (1 + \sin\varphi)/(1 - \sin\varphi)$;

γ ——煤或岩体的容重(t/m^3);

h ——煤(岩)柱的埋深(即采深)(m);

c ——煤或岩层的内聚力(MPa)

φ ——煤(岩)层的内摩擦角($^\circ$),煤层一般取 20° ;

k ——应力集中系数,一般取 3~5。

(2)所留煤(岩)柱,扣除塑性破坏宽度后(如果是矿间煤(岩)柱则需要扣除两侧的破坏宽度),其有效宽度将受到三种状态的破坏,有三个公式进行相应的分析计算:

一是侧向水压大,使煤(岩)柱顶底板的粘结力和摩擦力不能抵抗,产生沿顶底界面剪切破坏而移动。顶底板层面光滑、有软泥夹层易于出现此类破坏。其计算公式为:

$$L_{\text{有效}} = \frac{mp}{2(c + f\delta_y)} \quad (1-2)$$

式中 $L_{\text{有效}}$ ——煤(岩)柱扣除塑性破坏带宽度后的有效宽度(m);

m ——煤(岩)柱宽度(m);

p ——侧向水压力(MPa);

c ——煤(岩)层与顶及底板的粘结力(MPa);

f ——煤(岩)层与顶及底板的摩擦系数,一般为煤(岩)层内摩擦角 φ 的 $\text{tg}\varphi/4$,常近似取 0.1;

δ_y ——顶底板摩擦阻力,其值为 $k\gamma H$,即应力集中系数 k 、上覆岩层容重 γ 。和上覆岩柱总厚度 H 三者之积。

二是煤(岩)柱内部因应力超限(如水压很大或上覆地层静压很大,或采空区形状特殊而造成地应力集中等),引起剪切或屈服破坏,这时可用煤岩的屈服强度理论公式进行计算分析:

$$L_{\text{有效}} = \frac{\lambda mp}{\sqrt{\lambda(\sigma_s)^2 - [(c\lambda - 1)(k\gamma h \cdot \text{tg}\varphi)]^2}} \quad (1-3)$$

式中 $L_{\text{有效}}$ ——有效煤(岩)柱宽度(m);

λ ——侧压系数, $\lambda = (1 + \sin\varphi)/(1 - \sin\varphi)$;

φ ——煤(岩)层的内摩擦角($^\circ$)。物理力学测试给出该值,一般取 20° ;

p ——作用于煤(岩)柱的最大压力(MPa),前述三种作用力取其最大值;

m ——煤(岩)层厚度(m);

σ_s ——煤(岩)层的抗剪强度(MPa);

k ——应力集中系数;

γ ——上覆岩层的容重(t/m^2);

h ——上覆岩层的总厚度(m);

c ——煤(岩)层的内聚力(MPa)。

三是渗流速度超限引起煤(岩)柱的冲刷扩大而失效。从现场的实际情况看,这是破坏煤(岩)柱的主要的可以普遍存在的一个方面。因为煤(岩)柱都是具有原生和次生节理裂隙或断裂构造的地质体,这些岩体的软弱结构面在水压的作用下都可以形成一定的渗透楔劈流。由《水力学》明确:雷诺数大于3.3~5.0时,水流就处于紊流状态,此时水流的挟砂(或碎屑物)能力正比于水流速度的平方。在高水压的作用下,水力坡度极大时,在煤(岩)柱内发生了紊流,随着流速和水力半径的增大,冲刷能力增强,渗透量会不断增长,同时作用于裂隙端部的侧向水压还将因应力集中而使裂隙向前扩展和分岔,最后导致煤(岩)柱的完成破坏而丧失其隔水能力。特别是粘结力弱的松软煤层,出现这种渗流超限破坏的危险更大,因此,有效煤(岩)柱的宽度应使渗流在其中的水流速度永远小于允许的最大流速(即 $V_{\text{临}}$ 值),其数学表达式为:

$$L_{\text{有效}} \geq \frac{H_1^2 - H_2^2}{2H_2 V_{\text{临}}} \cdot K \quad (1-4)$$

式中 $L_{\text{有效}}$ ——有效的煤(岩)柱宽度(m);

H_1 ——煤(岩)柱一侧形成渗流作用的高位水柱值(m);

H_2 ——渗流的低位水柱值(m);

$V_{\text{临}}$ ——临界流速(m/s);

K ——煤(岩)层的渗透系数(m/s)。

实际上,由于煤(岩)体的粘结力不同, $V_{\text{临}}$ 值是难于实际计算确定的,一般只能观察在一定水压作用下煤柱是否出现渗流水,水量是否有逐渐增大的趋势。出现渗流水的煤柱,其安全程度就低了,有逐渐增大的趋势就不允许了。

以上是理论分析,实际上按照这些理论公式进行计算, $L_{\text{有效}}$ 往往并不需要很大。因此,煤(岩)柱的科学合理留设的关键,还在于水体及其压力的作用

方向及岩层移动角(采矿引起的),以及断层节理的产状与煤(岩)柱的空间几何关系。

(3)开采引起的岩层移动对煤(岩)柱的破坏和影响。广泛的生产实践表明,煤层开采后,其上覆地层将产生冒落带、导水裂隙带和以弹性变形为主的缓慢下降带;同时,上覆岩层将产生沿开采盆地的扩展而不断外移的坍塌角,直达停止开采的煤柱边为止。因此,煤(岩)柱留设时必须考虑到坍塌角与导水裂隙带对它的破坏和影响。《规程》对比已作了明确的规定,这是十分必要的。但有一点应引起充分的注意,加深研究加以解决。

据模拟试验资料。在煤(岩)柱边,上层煤开采已形成一定倾角的边界裂隙缝带之后,下层开采到这一层煤柱线时,上覆地层的坍塌裂缝一般不再扩展而主要是沿原坍塌裂缝带发展,中国矿业大学的研究资料建议以负指数函数关系来确定相关煤层的煤(岩)柱的留设。这一点对多煤层矿井来说,开采资源量的增减的影响是很大的,值得进一步深入研究,在现场加以实际测试。

(4)开采可引起煤层底板岩层的破坏和引张区的出现。邯郸、淄博、肥城等矿务局的观测试验已得出采动矿压对底板的破坏深度在 10 ~ 20m 不等,集中支承压力形成的底板引张区范围,在停采线前方以 $43^{\circ} \sim 65^{\circ}$ 角向深部发展,煤(岩)柱留设时,特别是断层防水煤(岩)柱留设时,要充分注意到这一点。

(5)断层产状,断层两盘煤(岩)层的产状,水体或含水层与断层、与煤(岩)柱的相互对接关系,都直接影响煤(岩)柱的正确留设。

(6)煤(岩)柱本身及上覆、下伏岩层的透水性及渗流超限破坏的可能性。

从各个矿区以往留设的各类防水煤(岩)柱的具体实践来看,除断层防水煤(岩)柱曾出现因留设不合理而发生水害,以及其它各类煤(岩)柱因后期人为破坏出现过灾害外,基本上没有发生大的问题,但往往出现绕流。因此,留设防水煤(岩)柱,首先应从理论上进行分析计算,防止应力超限引起屈服破坏、顶底面光滑引起剪切滑移破坏;其次要按导水裂缝带发展规律、断层及煤(岩)层产状的空间几何关系计算其宽度;最后要利用有关水文地质资料,分析煤柱顶、底导水裂缝带和底板破坏带内有关含水层的渗透系数和煤(岩)柱本身的渗透系数,计算一定水压下的绕流量,并判断渗流超限破坏的概率,关于这方面的工作尚待进一步深入。

第四节 受采动影响的土体坝体的防渗研究

我国特殊开采的生产与工程表明,位于工作面上方附近的土体堤坝,由于受采动的影响,土体坝体上将产生一系列束状分布的土体裂隙,称为采动土体裂隙。裂隙的形状、分布与开采条件、土体的工程地质特征等有关,所产生的裂隙,其宽度可达 20cm、深度可达 500cm,长度甚至可穿过整个坝体,或者形成整体上连接的裂隙网络。在洪水期或水位上涨时,坝体裂隙将会产生渗流,这对土体坝体工程的安全是非常危险的。

对裂隙水流的认识,中外学者长期将目标集中在基岩裂隙渗流的研究上,但对采动土体裂隙水流运动的研究,迄今为止尚属空白。国外关于土体方面的报道大多是论述土壤渗透和弥散方面的内容,提出了著名的 Goug 和 DL VO 理论,虽然 P.G.Fookes 等学者注意到粘土体裂隙,但只讨论了裂隙形态、分布和成因;C.J.Barnes 仅仅是涉及到了土体膨胀对水力参数的影响,并没有做进一步的深入研究;Shingo Lwata 等学者也只是从化学势能的角度论证了水-土内部相互间的机理。究其原因,主要因其为一新的研究领域,而且影响因素众多、机制复杂,随机性和动态性较强,既涉及到裂隙水流理论,又与土体潜蚀学科和土体力学有关。所以,对采动土体裂隙水流运动的研究,具有重要的理论意义和工程价值。

一、采动土体裂隙介质的水文地质模型

采动土体裂隙中的水流是由渗透空间的结构所引起的特征来描述的;采动土体空隙的导水孔隙多属同形结构,而导水隙缝均属线性结构,隙流具定向流动特点,其概念模型见图 1-6。

考察沿隙面方向的定流运动,那么渗流场内任意方向的水力梯度 J 只有平行于隙面单位矢量 n_i 的分量才对裂隙内的水流有驱动作用。设隙内的水速为 v ,平行 n_i 的分速度为 v_i ,垂直 n_i 的分速度为 v_f ;同理,平行 n_i 的分流量为 Q_i ,垂直 n_i 的分流量为 Q_f ,隙面法向单位矢量为 n_f 。在该隙缝中取任意点