

# 三下采煤

SANXIACAIMEI

# 新技术应用 与煤柱留设及压煤开采规程

## 实用手册



中国煤炭出版社

TD823.83

S-849

2

# 三下采煤新技术应用与煤柱 留设及压煤开采规程实用手册

主编 孙文华 中国矿业大学教授

第二卷

中国煤炭出版社

# 目 录

## 第一篇 三下采煤技术及其发展

|     |                   |      |
|-----|-------------------|------|
| 第一章 | 三下采煤概述            | (3)  |
| 第一节 | 建筑物下、铁路下和水体下采煤的意义 | (3)  |
| 第二节 | 水体下煤炭资源回收经济效果的评价  | (4)  |
| 第三节 | 铁路下采煤的可能性         | (8)  |
| 第二章 | 国外三下采煤概况          | (11) |
| 第一节 | 国外建筑物下采煤概况        | (11) |
| 第二节 | 国外水体下采煤概况         | (16) |
| 第三节 | 国外铁路下采煤概况         | (18) |
| 第三章 | 我国三下采煤概况          | (22) |
| 第一节 | 我国建筑物下采煤概况        | (22) |
| 第二节 | 我国水体下采煤概况         | (23) |
| 第三节 | 我国铁路下采煤概况         | (24) |

## 第二篇 岩石与地表移动观测与变形预计

|     |                    |       |
|-----|--------------------|-------|
| 第一章 | 岩层与地表移动的基本规律       | (29)  |
| 第一节 | 岩层与地表移动概述          | (29)  |
| 第二节 | 岩层与地表移动的一效过程       | (32)  |
| 第三节 | 岩层移动特性             | (52)  |
| 第四节 | 地表移动的一般规律          | (61)  |
| 第五节 | 影响岩层与地表移动特性的因素     | (92)  |
| 第二章 | 地下开采引起的岩层与地表移动     | (106) |
| 第一节 | 岩层移动与破坏            | (106) |
| 第二节 | 地表移动的形成与移动盆地       | (109) |
| 第三节 | 地表移动盆地内移动与变形分析和曲线图 | (117) |
| 第四节 | 地表移动与变形值分布的主要特征    | (123) |
| 第五节 | 地表移动与变形般大值的计算方法    | (128) |

|            |                         |              |
|------------|-------------------------|--------------|
| 第六节        | 地表下沉速度和移动持续时间 .....     | (133)        |
| 第七节        | 移动角和安全深度 .....          | (136)        |
| 第八节        | 开采急倾斜煤层地表移动规律初步总结 ..... | (139)        |
| <b>第三章</b> | <b>地表与岩层移动观测 .....</b>  | <b>(165)</b> |
| 第一节        | 地表与岩层移动观测概述 .....       | (165)        |
| 第二节        | 地表移动观测工作 .....          | (166)        |
| 第三节        | 观测成果的整理和综合分析 .....      | (177)        |
| 第四节        | 地表移动的短期观测方法 .....       | (188)        |
| 第五节        | 岩层移动观测 .....            | (198)        |
| 第六节        | 露天矿边坎滑动观测 .....         | (206)        |
| <b>第四章</b> | <b>地表移动与变形预计 .....</b>  | <b>(220)</b> |
| 第一节        | 地表移动与变形预计概述 .....       | (220)        |
| 第二节        | 最大下沉及最大水平移动的预计 .....    | (222)        |
| 第三节        | 典型曲线法 .....             | (226)        |
| 第四节        | 剖面函数法 .....             | (238)        |
| 第五节        | 概率积分法 .....             | (254)        |
| 第六节        | 用概率积分法预计地表移动和变形实例 ..... | (288)        |
| 第七节        | 非主断面地表移动和变形预计 .....     | (311)        |
| 第八节        | 应用格网法计算地表下沉 .....       | (331)        |
| 第九节        | 多煤层开采时地表移动预计 .....      | (346)        |

### 第三篇 三下采煤和保护煤柱设计

|            |                             |              |
|------------|-----------------------------|--------------|
| <b>第一章</b> | <b>保护煤柱设计的方法 .....</b>      | <b>(353)</b> |
| 第一节        | 保护煤柱概述 .....                | (353)        |
| 第二节        | 保护煤柱设计的一般原理 .....           | (354)        |
| 第三节        | 保护煤柱设计的方法 .....             | (361)        |
| 第四节        | 保护煤柱设计的典型例子 .....           | (369)        |
| <b>第二章</b> | <b>建筑物下采煤及其矿山测量工作 .....</b> | <b>(375)</b> |
| 第一节        | 地表移动和变形对建筑物的影响 .....        | (375)        |
| 第二节        | 建筑物破坏与地表变形的关系 .....         | (377)        |
| 第三节        | 建筑物保护措施 .....               | (379)        |
| 第四节        | 建筑物下采煤时的矿山测量工作 .....        | (386)        |
| <b>第三章</b> | <b>水体下采煤及其矿山测量工作 .....</b>  | <b>(391)</b> |
| 第一节        | 水体下采煤的特点 .....              | (391)        |

|            |                                                                |              |
|------------|----------------------------------------------------------------|--------------|
| 第二节        | 覆岩破坏的基本规律 .....                                                | (393)        |
| 第三节        | 覆岩冒落带和裂缝带最大高度的计算 .....                                         | (397)        |
| 第四节        | 水体下采煤的技术措施 .....                                               | (399)        |
| <b>第四章</b> | <b>铁路下采煤及其矿山测量工作 .....</b>                                     | <b>(404)</b> |
| 第一节        | 铁路下采煤的特点和概况 .....                                              | (404)        |
| 第二节        | 地下开采引起的地表移动变形对铁路的影响 .....                                      | (406)        |
| 第三节        | 铁路下采煤的安全技术措施 .....                                             | (412)        |
| 第四节        | 铁路下采煤时的矿山测量工作 .....                                            | (414)        |
| <b>第五章</b> | <b>井筒煤柱开采及其矿山测量工作 .....</b>                                    | <b>(421)</b> |
| 第一节        | 竖井保护煤柱开采时井筒移动和变形预计 .....                                       | (421)        |
| 第二节        | 井筒保护煤柱的开采方法 .....                                              | (432)        |
| 第三节        | 井壁和井筒内装备的保护 .....                                              | (434)        |
| 第四节        | 开采井筒煤柱时的矿山测量工作 .....                                           | (438)        |
| 附录:误差积分表   | $\varphi(x) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^x e^{-t^2} dt$ ..... | (439)        |

## 第四篇 建筑物下采煤技术

|            |                              |              |
|------------|------------------------------|--------------|
| <b>第一章</b> | <b>地下开采引起的建筑物变形与破坏 .....</b> | <b>(443)</b> |
| 第一节        | 开采对建筑物的影响 .....              | (443)        |
| 第二节        | 建筑物变形与破坏的过程 .....            | (449)        |
| 第三节        | 建筑物变形与地表变形的关系 .....          | (451)        |
| 第四节        | 建筑物破坏与地表变形的关系 .....          | (456)        |
| <b>第二章</b> | <b>建筑物下压煤开采的条件 .....</b>     | <b>(468)</b> |
| 第一节        | 建筑物下压煤开采的条件 .....            | (468)        |
| 第二节        | 怎样分析建筑物压煤能否开采 .....          | (469)        |
| <b>第三章</b> | <b>减小地表变形的采矿措施 .....</b>     | <b>(471)</b> |
| 第一节        | 防止地表突然下沉的措施 .....            | (471)        |
| 第二节        | 合理布置工作面 .....                | (472)        |
| 第三节        | 工作面的开采原则 .....               | (478)        |
| 第四节        | 协调开采 .....                   | (480)        |
| 第五节        | 充填法管理顶板 .....                | (482)        |
| 第六节        | 条带开采 .....                   | (487)        |
| <b>第四章</b> | <b>建筑物下采煤的井下开采措施 .....</b>   | <b>(494)</b> |
| 第一节        | 充填法管理顶板 .....                | (494)        |

|            |                            |              |
|------------|----------------------------|--------------|
| 第二节        | 条带开采 .....                 | (494)        |
| 第三节        | 长工作面开采 .....               | (495)        |
| 第四节        | 协调开采 .....                 | (497)        |
| 第五节        | 合理确定工作面边界 .....            | (498)        |
| 第六节        | 快速回采 .....                 | (499)        |
| <b>第五章</b> | <b>建筑物下采煤的地面保护措施 .....</b> | <b>(501)</b> |
| 第一节        | 钢筋混凝土圈梁加固 .....            | (501)        |
| 第二节        | 钢拉杆加固 .....                | (505)        |
| 第三节        | 切割变形缝 .....                | (506)        |
| 第四节        | 挖补偿沟 .....                 | (508)        |
| <b>第六章</b> | <b>砖墙承重建筑物的保护 .....</b>    | <b>(510)</b> |
| 第一节        | 砖墙承重建筑物保护概述 .....          | (510)        |
| 第二节        | 砖墙承重建筑物的附加作用力 .....        | (512)        |
| 第三节        | 墙身内力分析 .....               | (529)        |
| 第四节        | 墙身裂缝的类型及成因 .....           | (540)        |
| 第五节        | 砖石承重建筑物的专门保护措施 .....       | (547)        |
| 第六节        | 加固构件的计算 .....              | (562)        |
| 第七节        | 砖石结构建筑物的维修 .....           | (589)        |
| <b>第七章</b> | <b>钢筋混凝土结构建筑物的保护 .....</b> | <b>(600)</b> |
| 第一节        | 保护措施 .....                 | (600)        |
| 第二节        | 结构附加内力计算 .....             | (612)        |
| <b>第八章</b> | <b>特种结构物的保护 .....</b>      | <b>(626)</b> |
| 第一节        | 高耸构筑物的保护 .....             | (626)        |
| 第二节        | 管道的保护 .....                | (638)        |
| <b>第九章</b> | <b>采动区新建建筑物设计要点 .....</b>  | <b>(645)</b> |
| 第一节        | 采动区新建建筑物设计概述 .....         | (645)        |
| 第二节        | 采动区新建建筑物设计要点 .....         | (646)        |
| <b>第十章</b> | <b>建筑物下采煤的观测工作 .....</b>   | <b>(664)</b> |
| 第一节        | 建筑物下采煤观测工作概述 .....         | (664)        |
| 第二节        | 建筑物变形的观测 .....             | (665)        |
| 第三节        | 高耸构筑物变形的观测 .....           | (674)        |
| 第四节        | 吊车轨道观测 .....               | (678)        |
| 第五节        | 设备基础观测 .....               | (680)        |
| 第六节        | 地下管道观测 .....               | (682)        |

|             |                   |              |
|-------------|-------------------|--------------|
| 第七节         | 建筑物加固构件的应力量测      | (683)        |
| 第八节         | 建筑物变形的自动观测        | (686)        |
| 第九节         | 建筑物变形的摄影测量        | (689)        |
| <b>第十一章</b> | <b>建筑物下采煤技术经验</b> | <b>(696)</b> |
| 第一节         | 抚顺矿区建筑物下采煤        | (696)        |
| 第二节         | 本溪矿区建筑物下采煤        | (706)        |
| 第三节         | 鹤壁矿区建筑物下采煤        | (712)        |
| 第四节         | 枣庄矿区建筑物下采煤        | (724)        |
| 第五节         | 峰峰矿区建筑物下采煤        | (730)        |
| 第六节         | 蛟河煤矿建筑物下采煤        | (735)        |
| 第七节         | 结构物下采煤            | (740)        |
| 第八节         | 桥下采煤              | (742)        |

## 第五篇 水体下采煤技术

|            |                          |              |
|------------|--------------------------|--------------|
| <b>第一章</b> | <b>地下开采对水体的影响</b>        | <b>(749)</b> |
| 第一节        | 水体类型                     | (749)        |
| 第二节        | 隔水层                      | (751)        |
| 第三节        | 开采对地表水体和松散含水层水体的影响       | (752)        |
| <b>第二章</b> | <b>水体下压煤开采条件</b>         | <b>(755)</b> |
| 第一节        | 安全煤岩柱                    | (755)        |
| 第二节        | 水体下压煤开采的条件               | (756)        |
| 第三节        | 分析水体下压煤能否开采              | (757)        |
| <b>第三章</b> | <b>水体下采煤所产生的问题及其解决方法</b> | <b>(760)</b> |
| 第一节        | 采煤对水体的采动问题               | (760)        |
| 第二节        | 采动覆岩的移动及其对水体下采煤条件的影响     | (765)        |
| 第三节        | 水体下采煤的最佳条件及其确定方法         | (767)        |
| <b>第四章</b> | <b>水体下采煤安全技术措施</b>       | <b>(771)</b> |
| 第一节        | 留设安全煤岩柱                  | (771)        |
| 第二节        | 开采措施                     | (772)        |
| 第三节        | 地面防护措施                   | (774)        |
| <b>第五章</b> | <b>采空区上方导水裂缝带尺寸的现场测定</b> | <b>(776)</b> |
| 第一节        | 地下水压头观测法                 | (776)        |
| 第二节        | 单位漏失量对比法                 | (779)        |
| 第三节        | 不同煤田导水裂缝带高度的现场测定结果       | (782)        |

|            |                          |       |
|------------|--------------------------|-------|
| 第四节        | 主要结论                     | (792) |
| <b>第六章</b> | <b>水体下安全开采深度的计算</b>      | (795) |
| 第一节        | 导水裂缝带高度与煤层开采厚度关系         | (795) |
| 第二节        | 导水裂缝带高度与采动覆岩性质的关系        | (798) |
| 第三节        | 开采单一煤层时水体下安全开采深度计算       | (803) |
| 第四节        | 开采煤层群时水体下安全开采深度计算        | (807) |
| 第五节        | 减少水体下安全开采深度的措施           | (811) |
| 第六节        | 主要结论                     | (816) |
| <b>第七章</b> | <b>防水煤柱和隔离煤柱的留设</b>      | (817) |
| 第一节        | 水体下防水煤柱留设                | (817) |
| 第二节        | 老塘积水区隔离煤柱尺寸计算            | (820) |
| 第三节        | 隔离煤柱下的安全开采条件             | (823) |
| <b>第八章</b> | <b>水体下采煤时矿井涌水量的计算</b>    | (825) |
| 第一节        | 井下开采引起覆岩渗透性变化的一般概念       | (825) |
| 第二节        | 岩层渗透性的现场测定               | (827) |
| 第三节        | 利用相似材料模型研究采动覆岩渗透性变化的基本原理 | (828) |
| 第四节        | 相似材料的选择及模拟实验方法           | (831) |
| 第五节        | 开采引起的岩层渗透性变化规律的研究        | (836) |
| 第六节        | 一类水体下采煤时涌水量的预计           | (841) |
| 第七节        | 二类水体下采煤时涌水量的预计           | (841) |
| 第八节        | 主要结论                     | (845) |
| <b>第九章</b> | <b>水体保护及其采动后果的评价</b>     | (847) |
| 第一节        | 水体保护                     | (847) |
| 第二节        | 水体下开采后果的评价               | (848) |
| <b>第十章</b> | <b>水体下采煤经验</b>           | (850) |
| 第一节        | 库兹涅茨煤田                   | (850) |
| 第二节        | 顿涅茨煤田                    | (857) |
| 第三节        | 卡拉干达煤田                   | (860) |
| 第四节        | 基泽尔煤田                    | (862) |
| 第五节        | 布拉纳什矿区                   | (864) |
| 第六节        | 其它煤田及矿区                  | (866) |
| 第七节        | 主要结论                     | (869) |

## 第六篇 铁路下采煤技术

|                     |       |
|---------------------|-------|
| 第一章 地下开采对铁路的影响      | (873) |
| 第一节 地下开采对路基的影响      | (873) |
| 第二节 地下开采对线路上部建筑的影响  | (874) |
| 第二章 铁路下压煤开采的条件      | (880) |
| 第一节 铁路下压煤开采的条件      | (880) |
| 第二节 分析铁路下压煤能否开采     | (881) |
| 第三章 路基的移动及处理        | (883) |
| 第一节 路基移动和变形特性       | (883) |
| 第二节 采动路基的处理         | (888) |
| 第四章 线路上部建筑的移动及其维修   | (896) |
| 第一节 线路的垂直移动及其维修     | (896) |
| 第二节 线路的横向水平移动及其维修   | (904) |
| 第三节 线路的纵向水平移动及其维修   | (914) |
| 第五章 铁路下采煤安全措施       | (918) |
| 第一节 开采措施            | (918) |
| 第二节 开采前的准备工作        | (924) |
| 第三节 开采过程中的维护措施      | (927) |
| 第六章 铁路观测站           | (929) |
| 第一节 观测站的设置          | (929) |
| 第二节 高程观测            | (930) |
| 第三节 平面观测            | (936) |
| 第四节 其它观测            | (952) |
| 第七章 铁路下采煤技术经验       | (956) |
| 第一节 鹤岗在铁路专用线下采煤     | (956) |
| 第二节 焦作焦西矿在铁路支线下采煤   | (962) |
| 第三节 鸡西麻山矿在铁路干线下采煤   | (966) |
| 第四节 峰峰在矿区铁路下采煤      | (971) |
| 第五节 枣庄山家林矿在铁路站线下采煤  | (972) |
| 第六节 北票台吉矿在铁路桥下采煤    | (980) |
| 第七节 南桐矿在铁路隧道下采煤     | (983) |
| 第八节 开滦唐家庄矿在铁路桥下采煤   | (985) |
| 附录一 用最小二乘法求经验公式中的系数 | (994) |

|                                                |        |
|------------------------------------------------|--------|
| 附录二 指数函数经验公式中函数 $A$ 、 $A'$ 、 $A''$ 的计算图表 ..... | (1004) |
|------------------------------------------------|--------|

## 第七篇 三下采煤新技术及其应用

|                                     |        |
|-------------------------------------|--------|
| 第一章 建筑物下采煤新技术及其应用 .....             | (1041) |
| 第一节 甘霖煤矿建筑物下采煤 .....                | (1041) |
| 第二节 蛟河煤矿乌林立井水稻田下研石水力充填采煤方法 .....    | (1058) |
| 第三节 建筑物下条带法开采的研究 .....              | (1071) |
| 第四节 受采动影响的房屋加固与保护 .....             | (1096) |
| 第二章 水体下采煤新技术及其应用 .....              | (1118) |
| 第一节 淮河下采煤试验 .....                   | (1118) |
| 第二节 开采滨河区含水砂层下两种类型的急倾斜厚煤层试验总结 ..... | (1144) |
| 第三节 邢台煤矿缩小巨厚冲洪积层防水煤柱试验总结 .....      | (1185) |
| 第四节 厚含水冲积层下开采厚煤层缩小防水煤柱的初步认识 .....   | (1218) |
| 第五节 正确认识矿井充水条件探索河下采煤规律 .....        | (1251) |
| 第三章 铁路下采煤新技术及其应用 .....              | (1264) |
| 第一节 林密二级铁路干线下采煤 .....               | (1264) |
| 第二节 开滦唐家庄矿铁路桥下采煤 .....              | (1284) |
| 第三节 峰峰矿区铁路下采煤 .....                 | (1294) |
| 第四节 淮南李郢孜一矿急倾斜厚煤层铁路下采煤 .....        | (1305) |

## 第八篇 建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规程

|                             |        |
|-----------------------------|--------|
| 第一章 总 则 .....               | (1327) |
| 第二章 建(构)筑物保护煤柱留设与压煤开采 ..... | (1330) |
| 第一节 建(构)筑物保护煤柱的留设 .....     | (1330) |
| 第二节 建(构)筑物压煤的开采 .....       | (1335) |
| 第三章 水体安全煤岩柱留设与压煤开采 .....    | (1343) |
| 第一节 水体安全煤岩柱的留设 .....        | (1343) |
| 第二节 水体压煤的开采 .....           | (1344) |
| 第四章 铁路保护煤柱留设与压煤开采 .....     | (1352) |
| 第一节 铁路保护煤柱的留设 .....         | (1352) |

|                                                |        |
|------------------------------------------------|--------|
| 第二节 铁路压煤的开采 .....                              | (1353) |
| <b>第五章 井筒与工业场地及主要巷道保护煤柱留设与压煤开采</b> ...         | (1357) |
| 第一节 立井与工业场地保护煤柱的留设 .....                       | (1357) |
| 第二节 斜井保护煤柱的留设 .....                            | (1360) |
| 第三节 平硐、石门、大巷及上、下山保护煤柱的留设 .....                 | (1362) |
| 第四节 立井井筒保护煤柱的回收 .....                          | (1364) |
| 第五节 斜井保护煤柱的回收 .....                            | (1366) |
| 第六节 平硐、石门、大巷及上、下山保护煤柱的回收 .....                 | (1367) |
| <b>第六章 煤柱留设与压煤开采工作的管理</b> .....                | (1368) |
| <b>第七章 沉陷区环境影响评价与土地治理、利用</b> .....             | (1371) |
| 第一节 开采沉陷的环境影响评价 .....                          | (1371) |
| 第二节 沉陷区的土地治理与利用 .....                          | (1372) |
| <b>第八章 压煤开采的经济评价</b> .....                     | (1374) |
| <b>第九章 附 则</b> .....                           | (1376) |
| 附录一 本规程专用名词解释 .....                            | (1377) |
| 附录二 本规程用词说明 .....                              | (1380) |
| 附录三 工业构筑物、技术装置及暖卫工程管网地表(地基)的允许和<br>极限变形值 ..... | (1381) |
| 附录四 地表移动与变形值的预计及参数求取方法 .....                   | (1386) |
| 附录五 地表移动实测参数 .....                             | (1416) |
| 附录六 近水体采煤的安全煤岩柱设计方法 .....                      | (1472) |
| 附录七 近水体采煤矿井(采区)涌水量计算方法 .....                   | (1489) |
| 附录八 建(构)筑物、水体、铁路压煤量及其采出量的计算原则和<br>统计报表格式 ..... | (1495) |
| 附录九 建(构)筑物、水体、铁路及主要井巷保护煤柱留设方法举例 .....          | (1497) |
| 附录十 煤矿开采损坏建筑物补偿办法 .....                        | (1518) |
| 附录十一 采动边坡稳定性预测 .....                           | (1520) |
| 附录十二 经济评价的计算方法 .....                           | (1525) |

## 第九篇 采煤安全法律法规汇编

|                     |        |
|---------------------|--------|
| 中华人民共和国安全生产法 .....  | (1531) |
| 中华人民共和国煤炭法 .....    | (1546) |
| 中华人民共和国矿产资源法 .....  | (1558) |
| 煤矿瓦斯治理与利用总体方案 ..... | (1567) |

|                                    |        |
|------------------------------------|--------|
| 生产经营单位安全培训规定(征求意见稿) .....          | (1590) |
| 安全评价机构考核管理规则 .....                 | (1596) |
| 关于加强煤与瓦斯突出矿井鉴定工作的通知 .....          | (1599) |
| 关于组织全国矿山救援队伍开展预防性安全检查的通知 .....     | (1602) |
| 关于做好生产安全事故调查处理及有关工作的通知 .....       | (1604) |
| 关于严厉打击煤矿违法生产活动的通知 .....            | (1606) |
| 关于认真做好重大危险源监督管理工作的通知 .....         | (1608) |
| 关于督促生产经营单位制定和完善安全生产事故应急预案的通知 ..... | (1611) |
| 煤矿通风能力核定办法(试行) .....               | (1613) |
| 国有煤矿瓦斯治理规定 .....                   | (1620) |
| 国有煤矿瓦斯治理安全监察规定 .....               | (1623) |
| 国务院办公厅关于完善煤矿安全监察体制的意见 .....        | (1626) |
| 安全评价机构管理规定 .....                   | (1628) |
| 矿山救援工作指导意见 .....                   | (1634) |
| 煤矿企业职业安全健康管理体系实施指南 .....           | (1637) |
| 煤矿安全监察行政复议规定 .....                 | (1689) |
| 煤矿安全监察行政处罚办法 .....                 | (1694) |
| 煤矿安全生产基本条件规定(征求意见稿) .....          | (1699) |
| 小煤矿安全生产基本条件 .....                  | (1702) |
| 煤矿安全监察员培训考核办法 .....                | (1705) |
| 煤矿安全监察专用设备管理暂行办法(征求意见稿) .....      | (1709) |
| 煤矿矿用安全产品检验管理办法 .....               | (1712) |
| 煤矿安全监察专用设备管理暂行办法(征求意见稿) .....      | (1717) |
| 国有大矿“一通三防”专项监察工作方案 .....           | (1720) |
| 煤矿安全生产整治实施方案 .....                 | (1722) |
| 煤矿安全监察档案管理规定 .....                 | (1725) |
| 职业安全健康管理体系指导意见 .....               | (1728) |
| 职业安全健康管理体系审核规范 .....               | (1740) |
| 煤炭职业技能鉴定工作规则 .....                 | (1748) |
| 煤炭生产许可证管理办法 .....                  | (1755) |
| 矿产资源开采登记管理办法 .....                 | (1758) |

## 第四篇

# 建筑物下采煤技术



# 第一章 地下开采引起的建筑物变形与破坏

## 第一节 开采对建筑物的影响

在地下开采影响下,建筑物的变形与破坏是由于采空区上方及其周围地表产生的移动与变形作用于建筑物的基础,导致建筑物受到附加应力的作用而产生的。在不同的地表变形作用下,对建筑物将产生不同的影响。

### 一、由下沉引起建筑物的破坏

地表的均匀下沉,仅在超临界面积开采时才可能出现。一般地说,在这种条件下对建筑物危害不大,建筑物只产生位置的变化,即建筑物整体位移。但当地表下沉量较大、地下水位又很浅时,会形成地面积水坑,这样不仅影响建筑物使用,而且使其浸泡在水中,降低地基强度,严重时可使建筑物倒塌。

一般情况下,处于地表移动稳定后均匀下沉区的建筑物,在开采过程中,还将受到地表“动态”变形的影响,即建筑物先受地表拉伸(正曲率)变形影响(图4-1-1中的1位置),随着工作面的推进,建筑物受地表压缩(负曲率)变形影响(图4-1-1中的2位置),当工作面推离建筑物的距离大于 $0.6H$ ( $H$ 是开采深度)时,建筑物又恢复原状(图4-1-1中的3位置),结果只是产生整体垂直位移。因此,可以认为只要建筑物可承受上述开采过程中的地表“动态”变形,则地表的均匀下沉不会对建筑物产生危害。

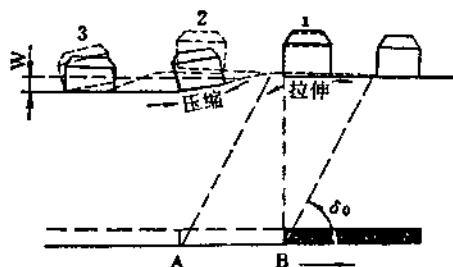


图4-1-1 井下回采时地表移动和建筑物变形过程

## 二、由倾斜引起的建筑物破坏

地表的倾斜往往发生在移动盆地边缘区,位于拐点处的地表倾斜最大,其位置大致在煤壁上方。

地表倾斜能使排水系统改变坡度,或是增大或是减小。设原排水管道坡降为 1:90(11.1‰),而下沉引起的坡度为  $4 \times (4 \times 10^{-3})$ ,若两者方向相同,则最终排水管道坡度为:

$$\frac{1}{90} \times 1000‰ + 4‰ = 1:66.6 = 15‰$$

若两者方向相反,排水管道坡度为

$$\frac{1}{90} \times 1000‰ - 4‰ = 1:140 = 7.14‰$$

管道的坡度改变的允许值,应由工程上的要求决定。

倾斜对铁路、公路来说也同样有危害,尤其是对铁路线,它有一定的限制坡度。线路坡度的增减将使列车运行阻力有所增加,每千分之一的坡度产生的坡度阻力为其重量的千分之一,即每吨重量增加一公斤的阻力,所以必须考虑阻力增加后是否超过该线路允许阻力的问题,换句话说,即不允许超过该线路的限制坡度。

地表的倾斜对底面积小、高度大的建筑物或构筑物,如烟囱、水塔、高压输电线铁塔等影响较大。地表的倾斜能使这些高耸构筑物重心发生偏斜,引起应力重新分配。倾斜大时,构筑物的重心落在基础底面积之外会使其发生折断或倾倒,但这种实例很少。地表倾斜为  $4 \times 10^{-3}$ (1:250)时,在 40 米高的烟囱顶端仅偏离中心 0.16 米。

## 三、由曲率引起建筑物的破坏

地表曲率有正、负曲率之分。当建筑物受正或负曲率影响时,其破坏特征如图 4-1-2 所示。在地表负曲率影响下,建筑物基础犹如一个两端受支承的梁,中间部分悬空,致使建筑物墙体产生八字形的裂缝(图 4-1-2a);在地表正曲率影响下,建筑物基础两端悬空,使建筑物墙体产生倒八字形的裂缝(图 4-1-2b)。裂缝倾角一般为  $60 \sim 70^\circ$ 。

## 四、由水平变形引起建筑物的破坏

地表的拉伸和压缩称为水平变形。它对建筑物的破坏作用很大,尤其是拉伸的影响,由于建筑物抵抗拉伸能力远小于抵抗压缩的能力,所以在较小的地表拉伸下就

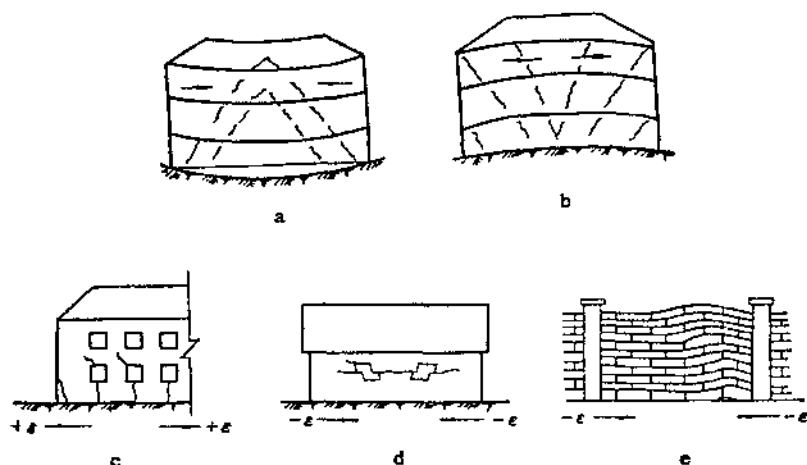


图 4-1-2 不同地表变形对建筑物的影响

能使建筑物产生裂缝。一般在门窗洞口的薄弱部位最易产生裂缝,砖砌体的结合缝亦易被拉开(图 4-1-2c)。

地表压缩变形对建筑物的破坏主要是使门窗洞口挤成菱形,砖砌体墙产生水平裂缝(图 4-1-2d),纵墙或围墙产生褶曲或屋顶鼓起(图 4-1-2e)。

建筑物的破坏程度与其结构、材料、形状和施工质量等有关,建筑物的刚度和平面尺寸是主要因素。例如,一栋建筑物长 20 米能承受压缩变形 3 毫米/米时,则建筑物要缩短  $20 \times 0.003 = 0.06$  米。这个压缩量主要由砖砌体中的灰缝吸收,所以破坏作用很轻微。反之,对同样长的建筑物在受地表拉伸影响下,即伸长 0.06 米,则可能在某些薄弱处出现较宽的裂缝。

根据平顶山煤田丁组和戊组煤层采后地表移动观测资料分析,建筑物若位于如图 4-1-3a 所示位置,即在建筑物下留着 0.4H 宽的煤柱,它将受到拉伸变形的叠加影响。又如建筑物若位于如图 4-1-3b 所示位置,即工作面开采宽度为  $(0.4 \sim 0.6)H$  时,压缩变形就会增大一倍。

建筑物的破坏往往是几种变形共同作用的结果,在一般情况下,地表的拉伸和正曲率同时出现;地表的压缩和负曲率同时出现。

## 五、建筑物立于移动盆地内不同位置时的影响

在考虑地表变形对建筑物影响的同时,还应该注意到建筑物处在移动盆地内的位置,或者说注意到回采工作面的相对位置关系。当建筑物处于不同位置时,受到