

XIAN DAI CAI KUANG GONG CHENG SHE JI QUAN SHU

现代采矿工程设计全书



现代采矿工程设计全书

金朝阳 主编

第二册

当代中国音像出版社

目 录

第一篇 采矿工程设计常用技术资料	(1)
第一章 工程设计常用公式、符号及计量单位换算	(3)
第一节 常用力学公式	(3)
第二节 常用符号及计量单位换算	(43)
第二章 采矿制图与图纸编号	(49)
第一节 采矿制图	(49)
第二节 图纸编号	(74)
第三章 矿井开采抗震设计资料	(83)
第一节 简述	(83)
第二节 井巷工程震害与采矿抗震设计的有关规定	(88)
第四章 煤的性质、分类及用途	(91)
第一节 煤的性质	(91)
第二节 煤的分类及用途	(110)
第五章 采矿常用工程材料	(131)
第一节 第一节 钢铁材料	(131)
第二节 石、砂材料	(185)
第三节 注浆材料	(191)
第四节 水泥及水泥砂浆	(202)
第五节 混凝土及钢筋混凝土	(210)
第二篇 矿区整体设计	(225)
第一章 矿区整体设计依据与设计内容	(227)

目 录

第一节 计划任务书及设计的审批决定	(227)
第二节 地质报告	(231)
第三节 整体设计内容	(237)
第二章 矿区井田划分及尺寸计算	(238)
第一节 井田划分的原则	(238)
第二节 井田划分的方法	(242)
第三节 井田尺寸的规定及计算公式	(250)
第三章 矿区规模设计与生产年限	(259)
第一节 矿区规模一般规定及依据	(259)
第二节 矿区生产年限及储量动用系数	(261)
第四章 矿井布置与建设顺序设计	(264)
第一节 井田开拓及井筒(平硐)位置	(264)
第二节 矿井建设顺序	(264)
第三篇 井田开拓	(271)
第一章 井田开拓方式设计	(273)
第一节 立井开拓方式	(273)
第二节 斜井开拓方式	(278)
第三节 平硐开拓方式	(283)
第四节 综合开拓方式	(286)
第五节 多井筒分区域开拓方式	(288)
第二章 井口位置和数量确定	(291)
第一节 井口位置和井筒数量	(291)
第二节 井口坐标计算、提升方位角及井筒方位角	(296)
第三节 井口标高及洪水位标高	(308)
第三章 井田境界与水平划分	(311)
第一节 井田境界	(311)
第二节 水平划分	(319)
第四章 巷道布置与采区划分	(326)
第一节 主要巷道布置	(326)
第二节 采区划分与接替计划	(332)
第五章 井田开拓方案分析比较	(337)

第一节 方案比较内容	(337)
第二节 方案比较法	(344)
第三节 方案比较实例	(351)
第四篇 采煤方法及采掘机械设备	(363)
第一章 现代采煤方法总论	(365)
第一节 矿井高产高效开采新技术概述	(365)
第二节 采煤方法的选择及分类	(371)
第二章 采煤基本方法	(373)
第一节 缓及倾斜煤层长壁垮落采煤法	(373)
第二节 放顶煤采煤法	(387)
第三节 急斜煤层采煤法	(437)
第四节 充填采煤法	(460)
第三章 水力采煤法	(468)
第一节 水力采煤的生产系统	(468)
第二节 水力落煤与水力采煤方法	(473)
第三节 水力采煤评价及其发展趋势	(479)
第四章 “三下一上”采煤法	(485)
第一节 建筑物下采煤	(485)
第二节 铁路下采煤	(524)
第三节 水体下采煤	(542)
第四节 承压含水层上采煤	(554)
第五节 上行式开采	(569)
第五章 采煤机械设备选用	(578)
第一节 滚筒采煤机	(578)
第二节 刨煤机	(594)
第三节 MLS_3-170 型采煤机	(597)
第六章 掘进机械设备选用	(624)
第一节 巷道掘进机械	(624)
第二节 立井掘进机械	(691)
第七章 支护机械设备选用	(757)
第一节 井巷支护机械	(757)

目 录

第二节 单体液压支柱	(765)
第五篇 采区巷道布置与采区车场设计	(789)
第一章 采区巷道布置与设计	(791)
第一节 采区布置设计依据及要求	(791)
第二节 采区上山的布置	(793)
第三节 煤层群区段集中平巷的布置及层间联系方式	(798)
第四节 采(盘)区参数	(802)
第五节 煤层群开采顺序	(809)
第二章 近水平、缓及倾斜煤层采区巷道布置	(813)
第一节 巷道布置类型	(813)
第二节 采区(盘区)巷道布置	(814)
第三节 倾斜长壁开采巷道布置	(833)
第四节 跨多上山(石门)连续开采巷道布置	(838)
第五节 急倾斜煤层采区巷道布置	(840)
第三章 综采采区巷道布置	(849)
第一节 综采对采区巷道布置的要求	(849)
第二节 综采工作面巷道布置方式	(850)
第四章 水砂充填采煤法采区巷道布置	(852)
第一节 巷道布置类型图示	(852)
第二节 巷道布置分析	(852)
第五章 水力采煤的采区巷道布置	(860)
第一节 水力采煤采区的巷道布置类型图示	(860)
第二节 水力采煤采区巷道布置的特点	(861)
第六章 危险煤层采区巷道布置	(863)
第一节 有煤(岩)与瓦斯(二氧化碳)突出危险煤层的采区巷	(863)
第二节 有煤与沼气突出危险煤层的采区巷道布置	(875)
第七章 采区车场形式及设计要求	(881)
第一节 采区车场形式	(881)
第二节 轨道线路设计基础	(893)
第八章 采区各车场设计	(905)
第一节 采区中部车场线路设计	(905)
第二节 采区下部车场线路设计	(911)

第三节 采区上部车场线路设计	(919)
第六篇 井筒设计	(923)
第一章 立井井筒平面设计与装备布置	(925)
第一节 井筒平面布置	(925)
第二节 钢丝绳罐道	(941)
第三节 刚性罐道的计算	(948)
第四节 罐道与罐道、罐道与罐道梁的连接	(957)
第二章 立井井筒结构设计	(973)
第一节 沉井法结构设计	(973)
第二节 立井钻井法井壁结构设计	(986)
第三章 立井井筒支护设计	(1026)
第一节 支护类型及支护材料	(1026)
第二节 立井地压计算	(1032)
第三节 井筒锚喷支护设计	(1039)
第四章 斜井井筒设计	(1054)
第一节 设计的主要原则	(1054)
第二节 斜井井筒浅部地压估算	(1055)
第三节 斜井井筒浅部支护计算	(1056)
第五章 斜井井筒装备布置	(1058)
第一节 轨 道	(1058)
第二节 水 沟	(1068)
第三节 管线敷设	(1070)
第七篇 矿井硐室设计	(1077)
第一章 立井硐室设计	(1079)
第一节 休息硐室	(1079)
第二节 硐室支护计算	(1081)
第三节 井底煤仓及箕斗装载硐室	(1195)
第二章 斜井硐室设计	(1131)
第一节 装载硐室及煤仓	(1131)
第二节 信号硐室	(1144)
第三节 清理撒煤硐室	(1144)

第三章 井底硐室设计	(1148)
第一节 主排水系统硐室	(1148)
第二节 运输硐室	(1157)
第三节 井下爆炸材料发放硐室	(1182)
第四章 采区硐室设计	(1185)
第一节 采区煤仓	(1185)
第二节 采区绞车房	(1199)
第三节 采区变电所	(1203)
第四节 空气压缩机硐室	(1205)
 第八篇 巷道断面与交岔点设计	(1209)
第一章 巷道断面形状选择与尺寸确定	(1211)
第一节 巷道断面形状的选择	(1211)
第二节 拱形、梯形及矩形巷道断面尺寸的确定	(1213)
第二章 巷道规划与布置	(1222)
第一节 封闭拱形巷道断面计算与曲线巷道	(1222)
第二节 水沟与巷道管线布置	(1227)
第三节 轨道铺设	(1239)
第三章 巷道矿山压力观测与控制	(1252)
第一节 采区巷道矿山压力观测	(1252)
第二节 开拓巷道矿山压力观测	(1260)
第三节 巷道矿山压力控制	(1266)
第四章 巷道支护设计	(1270)
第一节 无煤柱护巷	(1270)
第二节 巷道围岩卸压	(1283)
第三节 巷道金属支架	(1292)
第四节 巷道锚杆支护	(1304)
第五节 软岩巷道围岩变形规律及其支护技术	(1325)
第六节 锚杆支护质量监测	(1336)
第五章 平巷交岔点设计计算	(1339)
第一节 交岔点分类	(1339)
第二节 交岔点平面尺寸的确定	(1340)
第三节 交岔点墙高及斜率	(1355)

第四节 交岔点支护	(1357)
第五节 工程量及材料消耗量计算	(1358)
第九篇 井底车场设计	(1361)
第一章 井底车场设计依据及分类	(1363)
第一节 井底车场设计依据及要求	(1363)
第二节 井底车场分类	(1365)
第二章 井底车场的平面布置	(1370)
第一节 线路布置的要求	(1370)
第二节 井底车场的平面布置	(1371)
第三节 井底车场调车方式	(1376)
第四节 井底车场巷道断面	(1383)
第五节 带式输送机立井井底车场的布置	(1385)
第三章 井底车场坡度设计	(1394)
第一节 坡度设计应注意的几个问题	(1394)
第二节 坡度设计	(1395)
第三节 自动滑行计算	(1397)
第四节 斜井井底甩车场双钩串车提升时的游车操车方法	(1401)
第五节 双钩提升暗斜井上部平车场	(1403)
第四章 井底车场通过能力设计	(1417)
第一节 电机车在井底车场内运行图表的编制	(1417)
第二节 井底车场调度图表的编制	(1420)
第三节 通过能力计算	(1422)
第五章 井底车场设计实例	(1426)
第一节 标准设计索引	(1426)
第三节 设计实例	(1447)
第十篇 井下运输设计	(1473)
第一章 井下运输设计原则	(1475)
第一节 设计技术原则	(1475)
第二节 矿井运输方式和运输设备	(1476)
第二章 大巷煤炭运输设计	(1479)
第一节 大巷煤炭运输方式	(1479)

目 录

第二节 大巷煤炭运输方式的选择	(1481)
第三节 大巷运输方案技术经济比较内容和实例	(1496)
第三章 采区煤炭运输设计	(1499)
第一节 煤炭运输方式的选择	(1499)
第二节 采区掘进煤的处理	(1501)
第四章 井下辅助运输设计	(1505)
第一节 辅助运输方式	(1505)
第二节 辅助运输方式选择	(1510)
第五章 井下运输设备	(1524)
第一节 轨道运输	(1524)
第二节 带式输送机运输	(1556)
第三节 地下运输辅助设备	(1568)
第十一篇 通风与安全设计	(1587)
第一章 矿井通风系统与通风设计	(1589)
第一节 矿井通风系统	(1589)
第二节 矿井风量调节	(1602)
第三节 掘进通风设计	(1604)
第四节 矿井灾变通风	(1611)
第二章 矿井通风测算	(1620)
第一节 矿井大气环境检测	(1620)
第二节 矿井风量测算	(1624)
第三节 矿井通风压力测定	(1631)
第四节 矿井通风阻力测定	(1634)
第五节 矿井机械通风设计	(1639)
第三章 煤与瓦斯突出的防治	(1650)
第一节 防治突出技术的理论基础	(1650)
第二节 开采保护层的防突作用及应注意的问题	(1651)
第三节 预抽煤层瓦斯的防突机理	(1655)
第四节 煤层注水在防突中的作用	(1661)
第五节 震动放炮在石门揭煤过程中的作用分析	(1668)
第六节 水力冲孔防突的作用分析	(1677)
第七节 金属骨架在防突中的作用	(1680)
第八节 深孔松动爆破的作用分析及改进方向	(1682)

第九节 石门揭煤防突新方法的探讨	(1688)
第四章 矿井瓦斯抽放	(1692)
第一节 我国瓦斯抽放的现状	(1692)
第二节 本煤层抽放与合理预抽期	(1695)
第三节 瓦斯抽放布孔方式及交叉钻孔扩孔	(1716)
第五章 矿井煤尘防治	(1738)
第一节 煤尘产生与扩散的控制技术	(1739)
第二节 粉尘浓度检测技术	(1763)
第六章 矿井火灾防治	(1768)
第一节 概述	(1768)
第二节 矿井自然发火(内因火灾)防治技术	(1770)
第三节 矿井外因火灾防治技术	(1805)
第七章 矿井水害防治	(1809)
第一节 底板阻抗突水性能分区及防治水措施	(1809)
第二节 煤层开采地表沉陷及沉陷区积水的防治	(1817)
第八章 煤矿安全监测系统设计	(1850)
第一节 概述	(1850)
第二节 KJ90 型煤矿综合监控系统	(1851)
第三节 KJ95 型煤矿综合监控系统	(1855)
第十二篇 计算机在采矿工程设计中的应用	(1861)
第一章 计算机软件开发	(1863)
第一节 软件开发过程	(1863)
第二节 计算机辅助设计软件	(1873)
第二章 采矿计算机优化设计	(1890)
第一节 采矿计算机优化设计与软件开发方法	(1890)
第二节 煤矿采矿设计软件包	(1896)
第三章 井筒与硐室设计软件	(1912)
第一节 立井井筒设计软件	(1912)
第二节 硐室设计软件	(1914)
第四章 井底及采区车场设计软件	(1919)
第一节 井底车场设计软件	(1919)
第二节 采区车场设计软件	(1924)

第四章 “三下一上”采煤法

第一节 建筑物下采煤

建筑物下采煤的问题存在已久,世界上主要采煤国家,如德国、英国、前苏联和波兰等国在建筑物下采煤方面都积累了丰富的经验。

我国各矿区都程度不同地存在着建筑物下压煤的问题,在煤田上方有数量众多的村庄、工厂和城镇。

建筑物下所压的煤炭储量中,村庄下压煤量最多,其次是工业场地,再次为其他工业与民用建筑。随着生产的发展,矿井比较容易开采的煤炭储量逐渐减少,建筑物下采煤的问题越来越显出重要性和迫切性。

我国建筑物下采煤试验研究始于 1954 年,在开滦唐家庄矿工人村下采煤,几十年来,已有不少局矿在村庄、民用建筑物和工业厂房等大型建筑物下进行过采煤,并取得了较好的效果,也积累了一定经验。

建筑物下采煤本身的技术问题就相当复杂,影响因素很多。

由于地下开采所产生的地表移动和变形使建筑物受到拉伸、压缩和弯曲等附加力的作用,当这些附加力产生的变形超过建筑物允许的变形时,建筑物将遭到不同程度的破坏,有时甚至会倒塌。

地表变形的程度又与采厚、采煤方法、上覆岩层岩性及地质构造等因素有关,因此地质条件和开采技术条件是建筑物下采煤的首要影响因素。

地表变形是通过建筑物的基础传递给建筑物的,建筑物的基础座落在基岩上或表土层上受到的影响是不同的。即使在表土层中,还与表土的性质、厚度、含水量及地表形状等因素有关,所以地基的性质也是建筑物下采煤不可忽视的影响因素。

建筑物受影响的破坏程度还与建筑物本身的特征有关,如建筑物的建造年代、形状、面积、高度、长度、结构类型和基础形式等。此外,建筑物的材料质量、施工质量和地下潜水位的高低也会产生影响。

建筑物下开采前,要事先分析各种影响因素,找出某些主要影响因素,因地制宜地采取针对性的措施,便能取得建筑物下采煤的预期效果。

一、开采引起的地表移动和变形对建筑物的影响

地下开采是引起矿区内地表移动与变形,并导致地面建筑物破坏的主要原因,但不是惟一的原因。地震、地下水位下降等自然原因也可能引起地表移动,建筑物本身结构设计有缺陷,或施工和材料质量差等人为因素也可能引起建筑物破坏。对于具体的建筑物的破坏,应认真分析,区分开采影响与非开采影响引起的变形破坏,本节阐述开采引起的地表移动和变形对建筑物的影响。

(一)地表移动和变形对建筑物的影响

地下开采对地表的影响分为两类,一类是移动,包括下沉和水平移动;另一类是变形,包括倾斜、曲率、水平变形、剪应变和扭曲。不同性质的地表移动和变形对地面建筑物的影响是不同的。

1. 下沉

一般来讲,如图4-4-1所示,当建筑物所处的地表出现均匀下沉时,建筑物中不会产生附加力,因而对建筑物本身不会带来损害。

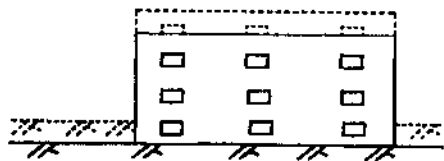


图4-4-1 地表均匀下沉对建筑物的影响

处于地表均匀下沉区内的建筑物,在工作面推进过程中,一般要先承受水平拉伸变形,后承受水平压缩变形。只要建筑物能承受住开采过程中这种地表动态变形的作用,则处于均匀下沉区内的建筑物受到的危害不大。

建筑物下沉后,将使连通建筑物的各种管线的坡度发生变化。若地表下沉量较大,而地下水位又很浅时,如果由此而使建筑物内长期积水或过渡潮湿时,就会影响建筑物的强度,以至危害建筑物的使用。

2. 倾斜

地面建筑物随地表倾斜而倾斜,由于倾斜造成建筑物重心偏移,既影响建筑物的稳定性,又使建筑物内部产生附加应力,同时使基础的承重力重新分布。

如图 2-4-2 所示,倾斜对底面积小而高度又大的建筑物,如烟卤、水塔、电杆和高压线塔的影响特别明显。建筑物的底面积愈小,高度愈大,则相同倾斜所产生的附加应力也愈大。当重心超出底面积的范围时,建筑物将失稳而倒塌破坏。对于一般的低层民用建筑来说,由于附加应力小,一般产生的危害也较小。

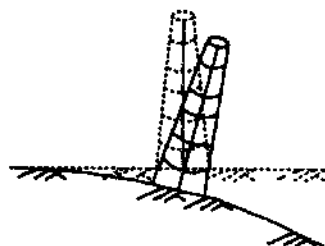


图 4-4-2 地表倾斜对底面积小、高度大的建筑物的影响

3. 曲率

地表的曲率存在使地表由平面变为曲面,使建筑物基础与地表之间力的平衡状态遭到破坏。曲率有正(凸)曲率和负(凹)曲率之分,如图 4-4-3 所示,在正曲率影响下,建筑物基础的两端处于“悬空”状态,在负曲率影响下,建筑物基础成为两端有支点的简支梁。当曲率引起的附加应力超过其结构的承载能力时,建筑物将遭受破坏。

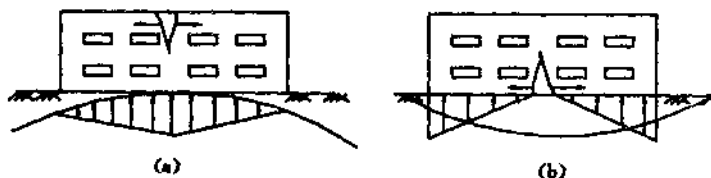


图 4-4-3 曲率对建筑物的影响

(a)正曲率的影响;(b)负曲率的影响

在正曲率作用下,建筑物出现上宽下窄的竖向裂缝和倒八字形裂缝。在负曲率作用

下,建筑物主要出现正八字形裂缝和水平裂缝。一般来讲,曲率对底面积小的建筑物影响较小,对长度大的建筑物影响较大。

4. 水平变形

地表水平变形对建筑物的破坏作用很大,尤其是拉伸变形的影响。

由于建筑物抵抗拉伸变形的能力较小,一般在较小的地表拉伸变形作用下,其薄的部分便可出现裂缝。当水平拉伸变形大于 1mm/m 时,一般砖石承重的建筑物墙身就会出现较细小的竖向裂隙。建筑物抵抗压缩变形的能力较大,在较小的地表压缩变形影响下不会出现破坏现象。但是当地表压缩变形很大时,建筑物产生的破坏也会是比较严重的。

如图 4-4-4 所示,地表压缩变形较大时,可使建筑物的墙壁和地基压碎,地板鼓起,门窗挤成菱形,砖砌墙产生水平裂缝,围墙产生褶曲,屋顶出现鼓包,甚至对建筑物结构的稳定性造成威胁。水平变形对管线影响较大,易拉开、拉断或压坏。

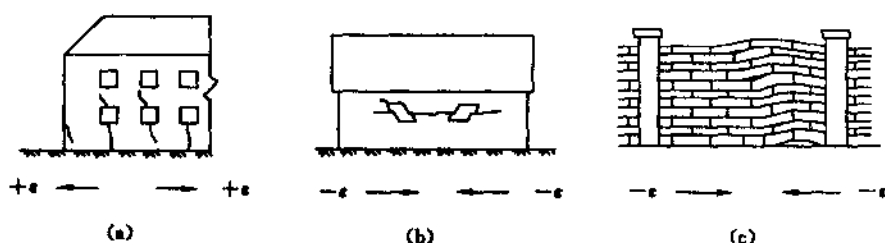


图 4-4-4 水平变形对建筑物的影响

(a)拉伸变形对建筑物的影响;(b)、(c)压缩变形对建筑物的影响

建筑物遭受到开采影响而破坏,往往是两种或两种以上的地表变形共同作用的结果,一般来说,地表拉伸变形与正曲率、地表压缩变形与负曲率同时出现。

由以上分析可知:使建筑物产生变形和破坏的主要原因是曲率和水平变形。在它们的影响下,地面建筑物墙体上将出现裂缝,裂缝是建筑物受开采影响出现的最普遍的破坏现象。

(二)建筑物损坏等级与允许变形

1. 建筑物的损坏等级

建筑物受采动后的破坏程度,一是取决于地表变形大小,二是取决于自身的抗变形能力。

不同类型的建筑物有不同的抗变形能力和允许变形值。当建筑物的变形超过了它所允许抗变形能力或允许变形时,建筑物将出现不同程度的破坏,甚至倒塌,地表变形愈

大,建筑物变形愈大,超过其允许变形值愈多,则建筑物遭到的变形破坏也就愈严重。评定建筑物破坏程度和危险状况应以使用 and 结构安全为依据。

当前,国内外评定建筑物破坏程度的标准不同,有的以倾斜、曲率(曲率半径)和水平变形来评定,有的用总变形指标来评定。在我国矿区中,建筑物大多为砖混结构和砖木结构,村庄民房结构差异较大,少量的土筑平房还存在。由于结构不同,建筑物抵抗变形的能力不同,在划分建筑物破坏标准时应区别对待。

原煤炭工业部制定的建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规程总结了我国建筑物下开采的经验,对于长度或变形缝区段内长度小于 20m 的砖混结构建筑物,按地表不同变形值,划分了损坏等级和标准,如表 4-4-1 所列。

表 4-4-1 砖混结构建筑物损坏等级

损坏等级	建筑物损坏程度	地表变形值			损坏分类	结构处理
		水平变形 ε /mm·m ⁻¹	曲率 K /10 ⁻³ ·m ⁻¹	倾斜 i /mm·m ⁻¹		
I	自然间砖墙上出现宽度 1~2mm 的裂缝	≤2.0	≤0.2	≤3.0	极轻微损坏	不修
	自然间砖墙上出现宽度小于 4mm 的裂缝;多条裂缝总宽度小于 10mm				轻微损坏	简单维修
II	自然间砖墙上出现宽度小于 15mm 的裂缝,多条裂缝总宽度小于 30mm;钢筋混凝土梁、柱上裂缝长度小于 1/3 截面高度;梁端抽出小于 20mm;砖柱上出现水平裂缝,缝长大于 1/2 截面边长;门窗略有歪斜	≤4.0	≤0.4	≤6.0	轻度损坏	小修
III	自然间砖墙上出现宽度小于 30mm 的裂缝;多条裂缝总宽度小于 50mm;钢筋混凝土梁、柱上裂缝长度小于 1/2 截面高度;梁端抽出小于 50mm;砖柱上出现小于 5mm 的水平错动;门窗严重变形	≤6.0	≤0.6	≤10.0	中度损坏	中修
IV	自然间砖墙上出现宽度大于 30mm 的裂缝,多条裂缝总宽度大于 50mm;梁端抽出小于 60mm;砖柱出现小于 25mm 的水平错动	>6.0	>0.6	>10.0	严重损坏	大修
	自然间砖墙上出现严重交叉裂缝、上下贯通裂缝,以及墙体严重外鼓、歪斜;钢筋混凝土梁、柱裂缝沿截面贯通;梁端抽出大于 60mm;砖柱出现大于 25mm 的水平错动;有倒塌的危险				极度严重损坏	拆建

注:建筑物的损坏等级按自然间为评判对象。

我国将这类建筑物的损坏程度分为四个等级,其中产生 I ~ III 级损坏的建筑物在经

过维修以后仍可使用。

2. 建筑物和构筑物的保护等级,

不同的建筑物和构筑物所耗用的建设资金不同,其用途、重要性和服务年限也不同。对于影响国计民生、危及人身安全的重要建筑物和构筑物,必须要求它们保持较高的完整程度,对它们提出较高的保护要求,如表 4-4-2 所列。规程根据建筑物和构筑物的重要性、造价、用途及受开采影响引起的不同后果,将建筑物和构筑物划分为四种保护等级。

表 4-4-2 矿区建筑物和构筑物保护等级

保护等级	主要建筑物和构筑物
I	国务院明令保护的文物和纪念性建筑物;一等火车站,发电厂主厂房,在同一跨度内有两台重型桥式吊车的大型厂房,平炉,水泥厂回转窑,大型选煤厂主厂房等特别重要或特别敏感的、采动后可能导致发生重大生产、伤亡事故的建(构)筑物,铸铁瓦斯管道干线,大、中型矿井主要通风机房,瓦斯抽放站,高速公路,机场跑道,高层住宅楼等
II	高炉,焦化炉,22kv 以上超高压输电线路杆塔,矿区总变电所,立交桥;钢筋混凝土框架结构的工业厂房,设有桥式吊车的工业厂房,铁路煤仓、总机修厂等较重要的大型工业建(构)筑物;办公楼,医院,剧院,学校,百货大楼,二等火车站,长度大于 20m 的二层楼房和三层以上多层住宅楼;输水管干线和铸铁瓦斯管道支线,架空索道,电视塔及其转播塔,一级公路等
III	无吊车设备的砖木结构厂房,三、四等火车站,砖木、砖混结构平房或变形缝区段小于 20m 的两层楼房,村庄砖瓦民房,高压输电线路杆塔,钢瓦斯管道等
IV	农村木结构承重房屋,简易仓库等

注:凡未列入表中的建(构)筑物,可依据其重要性、用途等类比其他等级归属。

建筑物、构筑物所允许出现的损坏等级视其保护等级而定,根据不同保护等级的建筑物、构筑物允许出现的损坏情况,一些研究给出了它们所允许的地表最大变形参考值,如表 4-4-3 所列。建筑物下采煤前要根据受保护建筑物的保护等级,采取开采措施和保护措施,以便使开采后地表变形限制在保护等级范围内。

表 4-4-3 建筑物允许的地表变形

建筑物保护等级	地表最大允许变形			
	倾斜 i /mm·m ⁻¹	曲率半径 ρ /km	水平变形 ϵ /mm·m ⁻¹	$\epsilon + \Delta\epsilon$ /mm·m ⁻¹
I	2.5	20	1.5	2.0
II	5.0	12	3.0	4.0