

采空区上方修建大型建筑物地基稳定性评价

郭惟嘉¹, 王勇义²

(1. 山东科技大学 资源与环境工程学院, 山东 泰安 271019; 2. 新光集团淮北刘东煤矿, 安徽 淮北 235000)

摘 要: 地表移动变形随时间的稳定性及剩余变形问题一直是采动覆岩沉陷研究的重要方面。笔者分析了采动地表移动变形的时间过程, 探讨了地表沉陷的延续时间及地表剩余沉陷的预计方法, 给出了采空区上方修建大型建筑物地基稳定性评价的指标, 对采空区上建设建筑物提出了相应的技术措施。

关 键 词: 采空区; 建筑物地基; 剩余沉陷; 稳定性

中图分类号: TD 327

文献标识码: A

Stability evaluation of constructing large-scale building-toft above mine goaf

GUO Wei-jia¹, WANG Yong-yi²

(1. College of Resources and Environmental Engineering, Shandong University of Science and Technology, Tai'an 271019, China;

2. Huaibei Liudong Colliery of Xinguang Mining Group, Huaibei 235000, China)

Abstract: The problems of stability of surface movement and deformation as time goes on and residual distortion are always important aspect of mining cover-rock subsidence study. This paper analyzes the time course of mining surface movement and deformation; and discusses the perdurability of surface subsidence and expected method of surface residual subsidence; and raises toft-stability evaluation index of constructing large-scale buildings above mine goaf; and puts forward the corresponding technological measures about building construction above mine goaf.

Key words: mine goaf; building-toft; residual subsidence; stability

1 引 言

随着经济建设的发展, 众多建筑设施(建筑物、公路、铁路、各种管道及厂房等)要在采空区上方建造, 其涉及的范围大, 服务年限长。因而, 预计采空区引起地表沉陷位移变形对其有重要意义。实践证明, 已采采空区对地表的影响是一个漫长的时间过程, 把从预计(或建造建筑设施)开始后几十年内的地表下沉称之为“剩余沉陷”。在一般“三下压煤”开采中规定的以观测地表连续 6 个月的下沉量 < 30 mm 作为地表稳定、下沉结束的基础, 事实上, 在这种情况下, 地表的沉陷并没有完全终止, 它对小型建筑设施影响不大, 但对大型建筑设施可能会产生较大的危害。地表移动变形随时间的稳定性及剩余变形问题一直是采动覆岩沉陷研究的重要方面, 它将为煤矿塌陷地的合理利用提供依据。

2 采动地表移动变形的时间过程

采空区地表任意点的移动都要经历:(1)初始期(T_C);(2)活跃期(T_H);(3)衰退期(T_S);(4)残余期(δ_T)^[1]。各时期的移动量和移动速度各不相同。其中初始、活跃和衰退三期之和称移动延续期(T)。

$$T = T_C + T_H + T_S \quad (1)$$

式中 单位为天(d)。

观测和研究表明, 移动延续期的长短与覆岩性质、开采方法、开采深度和工作面推进速度等因素有关。在长壁陷落法开采条件下, 上覆岩层愈硬、开采深度愈大、工作面推进速度愈慢, 点的移动延续时间愈长;反之, 上覆岩层愈软、开采深度愈小、工作面推进速度愈快, 点的移动延续期愈短。

移动初始期(T_C): 指地表点受工作面超前采动

影响的下沉量达到 10 mm 开始,至下沉速度达到 1.7 mm/d(急倾斜煤层 1.0 mm/d,以下同)为止的天数(d)。移动初始期的下沉量很小,经历的时间也很短。对于中硬覆岩浅~中深长壁陷落采空区,移动初始期下沉量约占移动延续期总下沉量的 2%~5%;经历的时间约占移动延续期的 3%~8%。

移动活跃期(T_H):指地表点的下沉速度 > 1.7 mm/d 所经历的移动天数(d)。移动活跃期介于初始期和衰退期之间,是地表移动变形过程的集中阶段,亦称危险变形期。对于中硬覆岩浅~中深层长壁陷落采空区,移动活跃期的下沉量约占移动延续期下沉总量的 85%~95%;经历的移动时间约占移

动延续期的 35%~50%。

移动衰退期(T_S):指地表点的下沉速度从 > 1.7 mm/d,逐渐增加到 1.7 mm/d 开始,至下沉速度降到 0.17 mm/d(或 6 个月下沉量小于 30 mm)为止所经历的移动时期(d)。移动衰退期经历的时间较长,但移动量较少。对于中硬覆岩浅~中深层长壁陷落采空区,移动衰退期下沉量约占移动延续期总下沉量的 3%~10%;经历的移动时间约占移动延续期的 40%~60%。

国内部分石炭、二叠系煤层的煤矿开采移动总时间如表 1。

表 1 我国部分矿区地表移动总时间表

Table 1 Total times of ground surface movement in partial mining areas in China

矿区名称	开采深度/ m	顶板管理方法	总移动时间/ Mon.	矿区名称	开采深度/ m	顶板管理方法	总移动时间/ Mon.
蛟河煤矿五井	<50	陷落法	5	焦作冯营矿	101~200	陷落法	8~10
阜新新邱矿五坑	<50	陷落法	6	枣庄煤矿	101~200	陷落法	8~12
峰峰矿区	50~100	陷落法	12	焦作演马庄矿	101~200	陷落法	16
扎赉诺尔矿区	50~100	陷落法	10~12	焦作焦西矿	101~200	陷落法	12.5
鹤岗矿区	50~100	陷落法	16~18	淮北三矿	101~200	陷落法	6~8
淮南矿区	50~100	陷落法	12~18	峰峰矿区	201~300	陷落法	24~36
枣庄矿区	50~100	陷落法	8	阜新清河门矿	201~300	陷落法	10~12.5
淮北张庄矿	50~100	陷落法	4~8.2	枣庄煤矿	201~300	陷落法	8~12
焦作焦西矿	50~100	陷落法	15	鹤壁九矿	201~300	陷落法	6.5
阜新平安矿五坑	50~100	陷落法	6	鹤壁四矿	201~300	水力采煤	25
阜新清河门矿三坑	50~100	带状冲填	15	开滦唐山矿	201~300	陷落法	26
开滦唐家庄矿	50~100	陷落法	4~5	平顶山十矿	201~300	陷落法	6.5
峰峰矿区	101~200	陷落法	12~24	阜新五龙矿	301~400	陷落法	19
淮南矿区	50~100	陷落法	18~24	阜新平安矿	301~400	陷落法	13
平顶山矿区	50~100	陷落法	7	抚顺胜利矿	401~500	水砂充填	50

残余移动期(ΔT):也称潜在移动期。以往矿山测量和开采沉陷界大多把观测和研究集中在移动延续期内,特别是危险变形阶段,对衰退期,特别是衰退期以后的残余变形观测和研究不足,认为衰退期之后的残余变形对建(构)筑物不会产生损害。但近年来的实践表明,上述观点并不完全正确,一些建筑在衰退期早已过去很久(甚至 5~10 年后)的采空区上的建筑物遭受了不同程度的损害。

3 地表沉陷稳定及剩余变形的计算方法

根据已采空区的剩余沉陷特点可把剩余沉陷分为^[2]两部分:

(1)地表下沉还没有达到基本结束部分。由于各开采块段开采的时间不一致,有些已采块段目前对地表的影响还没有基本结束(地表下沉量连续 6 个月 > 10 mm)。

(2)考虑覆岩破坏形成的微小空间(岩块间、离层间等)经漫长的过程进一步密实下沉量(简称残余下沉量)。前者可用 Sulstowicz A.的假说(盆地体积的增长率与开挖区未压密的体积成正比)作为计算条件;而后者,则根据经验采用加大充分下沉系数方法来解决。在预计中以各块段开采起始年月为起点,以预计(或建造建筑设施)日期为终点,计算出前期地表位移变形量。以加大下沉系数方法计算出全期地表位移变形量。最后,利用图形数据差值法得出剩余位移变形量。

Sulstowicz A.假说的概率积分法预计公式考虑覆岩破坏形成的微小空间(岩块间、离层间、水砂充填体等)经进一步压实的微小下沉量,该部分与时间的动态关系如下:

$$W(x, y, z) = W_{\max} \iint_{ac}^{bd} \exp(-\pi(x^2 + y^2)/r^2)/r^2 dx dy \quad (2)$$

在上述公式中, 由 $W(s,l)(1-\exp(-ct))$ 代替 $W_{\max}$, 该预计公式的主要参数 c 主要与覆岩的岩性和采深有关, 在采深较浅, 覆岩岩性较软的条件下, 有 $c=1.5 \sim 2.0$, 参数 c 与地表下沉时间之间的变化关系可用下图 1 确定。

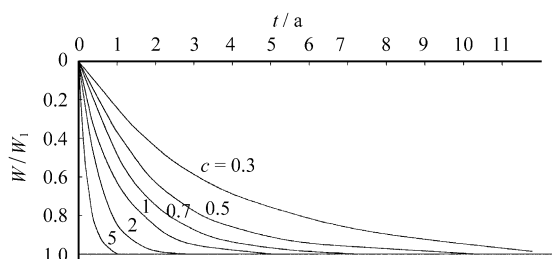


图 1 不同参数 c 对应地表下沉与时间的关系
Fig.1 Surface subsidence vs. parameter c and time

4 采空区上方建筑物地基稳定主要技术措施

在采空区上方进行建筑物(特别是大型构筑物)建设其地基稳定性评价及采取相应的技术处理是关键, 设计及实施主要采取以下措施:

- (1) 建(构)筑物形状力求简单、对称、等高;
- (2) 采用整体条型钢筋混凝土基础;
- (3) 加强上部结构刚度;
- (4) 为避免不均匀沉降对建筑物产生变形差异, 主要建筑物长轴与原开采方向一致, 即沿煤层走向布置;
- (5) 化小受力单元, 在工艺允许条件下, 尽可

能减轻荷载。结构设计时, 适当调整柱、基设计、使荷载分布均匀;地基可采用置换式强夯处理, 在减少地基下沉不均匀性的同时也提高地基承载力和稳定性;

(6) 在房屋长度上每隔 20~30 m 可设置宽变形缝。加强建筑物整体结构的刚度, 如设置钢筋砼圈梁和钢拉杆; 设置地表变形缓冲沟; 大型的重要的构筑物采用特种结构, 如独立柱子伞形结构, 半球形的整体基础等。

5 结 语

我国矿区范围大、面积广, 特别华东地区人多地少, 塌陷地的开发利用具有巨大的经济和社会价值, 在采空区上方修建大型建筑物其地基稳定性评价工作有重要实际意义。本文分析了采空区地表任意点的移动特征和时间关系, 根据地表下沉量的大小有初始期(T_C)、活跃期(T_H)、衰退期(T_S)和残余期(δ_T)。其中残余期的地表沉陷稳定及剩余变形的计算方法可用盆地体积的增长率与开挖区未压密的体积成正比作为计算条件及加大充分下沉系数的概率积分方法来解决。对沉陷区上修建大型建筑物其本生结构和基础应采取相应的技术措施。

参 考 文 献

- [1] 何万龙. 山区开采沉陷与采动数损害[M]. 北京: 中国科学技术出版社. 2003. 9.
- [2] 余学义. 地表剩余沉陷的预计方法[M]. 西安: 西安矿业学院学报. 1996. 3.