

矿区地表

KUANGQU DIBIAO

沉陷规律及建(构)筑物下 综合开采技术

CHENXIAN GUILU JI JIANGOUZHUWUXIA
ZONGHE KAICAI JISHU

郭惟嘉 阎卫熙 著

煤炭工业出版社

国家自然科学基金重点项目资助 (50534080)
教育部重点实验室《矿山灾害预防控制》开放基金课题资助

矿区地表沉陷规律及 建(构)筑物下综合开采技术

郭惟嘉 阎卫熙 著

煤炭工业出版社

· 北 京 ·

内 容 提 要

本书全面介绍了新汶矿区各矿井地表移动变形观测情况；应用现代技术手段分析了开采沉陷规律；系统地给出了不同地质条件、不同采矿方法条件下的地表岩移参数；结合工程实例，对不同类型建（构）筑物下压煤开采技术进行了分析探讨，提出了可行的矿区建（构）筑物下压煤开采技术规划；研究设计了地表沉陷仿真预测、开采损害评价计算机可视化系统以及压煤村庄搬迁规划设计系统。本书对其他矿区开展相关方面的工作具有很好的借鉴作用。

本书可作为从事矿山开采、地质工程、地表沉陷控制、建（构）筑物下压煤开采相关专业研究工作者、工程技术人员及大专院校师生的参考书。

前 言

我国建（构）筑物下压煤量巨大，开采沉陷损害不仅破坏耕地，损坏地面建（构）筑物，还严重影响生态环境，带来许多社会问题。通过实际观测，获得一定地质开采条件下的地表移动变形的规律性参数，对合理留设防护煤柱、建（构）筑物下压煤开采以及地表沉陷环境治理都是十分重要的。

新汶矿区铁路下、城镇下、村庄下、桥梁下、公路下压煤量巨大，采取协调法、井下充填法、离层带注浆充填、煤层气化、大采宽条带等技术方法开采了大量的煤炭资源，取得了很好的经济效益和社会效益。但是，随着煤田向深部开发，可采储量逐年减少，建（构）筑物下压煤量的比重迅速增加，对压煤开采方法进行全方位的、系统的分析评价，针对不同地质采矿条件、不同地表建（构）筑物类型，进行压煤的合理、优化开采尤为迫切和重要。本书是作者多年来在新汶矿区从事地表沉陷规律及建（构）筑物下压煤开采技术研究的总结。本书内容不仅为正确认识矿区开采沉陷规律提供了翔实资料，也为建（构）筑物下采煤理论与技术的发展提供了参考，对我国其他矿区进行地表沉陷规律研究及建（构）筑物下压煤开采具有很好的借鉴作用。本书主要内容有：

分析整理了10个矿井历年来地表岩移观测资料 and 不同类型的建（构）筑物下开采实践技术资料。

应用模式法求参、覆岩移动模式识别与参数识别等分析手段，获得了充填法开采、大协调法开采、离层带注浆开采等多种采矿条件下的地表移动规律和参数值。特别对断层褶皱、巨厚坚硬砾岩条件地表非连续变形规律给出分析，并对矿区深部开采的

地表移动变形情况进行了预测。

介绍了矿区建(构)筑物下开采技术的实践,如水砂充填法开采、离层带注浆减沉、村庄房屋就地重建、协调法开采、条带法开采、建(构)筑物结构加固等。

根据不同的地质开采条件,即厚煤层、大倾角、多煤层开采、深部开采、浅部开采等以及不同的建(构)筑物类型如村庄、城镇、桥梁、铁路、高速公路等,研究了符合矿区实际的沉陷控制技术和方法,如宽条带法采煤技术、条带煤柱的二次协调开采技术、塌陷控制与地面环境可持续发展、煤层地下气化、大范围协调开采、井下综合充填法开采技术等。

结合具体的矿井条件,给出矿井控制地面沉陷、保护建筑物的开采技术规划方案。

地表沉陷预测及开采损害评价与技术经济分析计算机可视化系统。

压煤村庄搬迁规划设计系统。

本书有关内容的研究及撰写过程中,得到了新汶矿区各矿领导和技术人员的大力协助与支持,也参考了大量同行学术与工作成果,在此表示衷心感谢。

由于作者水平有限,书中若有错误和不妥之处,敬请读者批评指正。

作者

2006年6月于青岛

目 录

1 新汶矿区概况	1
1.1 新汶矿区煤田分布	1
1.2 开采煤层	1
2 新汶煤田地表移动观测站设置与观测成果	3
2.1 孙村煤矿地表移动观测站设置与观测成果	3
2.2 张庄煤矿地表移动观测站设置与观测成果	9
2.3 良庄煤矿地表移动观测站设置与观测成果	14
2.4 协庄煤矿地表移动观测站设置与观测成果	23
2.5 汶南煤矿地表移动观测站设置与观测成果	23
2.6 泉沟煤矿地表移动观测站设置与观测成果	24
2.7 翟镇煤矿地表移动观测站设置与观测成果	28
3 莱芜煤田地表移动观测站设置与观测成果	33
3.1 鄂庄煤矿地表移动观测站设置与观测成果	33
3.2 南冶煤矿地表移动观测站设置与观测成果	37
3.3 潘西煤矿地表移动观测站设置与观测成果	39
4 华丰煤田地表移动观测站设置与观测成果	46
4.1 基本情况	46
4.2 地表非连续变形——斑裂机理	49
4.3 地表移动变形观测	52

5 新汶矿区地表移动角量参数分析	56
5.1 地表移动角量参数的确定.....	56
5.2 新汶矿区地表移动变形角量.....	58
6 新汶矿区地表移动变形概率积分法预计参数的综合分析	70
6.1 地表移动变形预测参数的求取方法.....	70
6.2 求取参数准则的讨论.....	72
6.3 模式法求取参数.....	73
6.4 曲线最佳拟合的方法.....	76
7 地表移动变形概率积分法计算参数	83
7.1 走向长壁垮落法开采地表移动变形计算参数.....	83
7.2 新汶矿区其他开采方法地表移动变形计算参数.....	86
7.3 断层及皱褶条件下的地表移动特征参数.....	90
7.4 地表移动变形持续时间和最大下沉速度.....	101
8 地表沉陷预测及损害评价可视化信息系统	107
8.1 地表沉陷信息可视化管理系统.....	107
8.2 开采建(构)筑物损害可视化评价系统.....	118
9 矿区建(构)筑物下综合开采技术	125
9.1 矿区建(构)筑物下开采基本情况.....	125
9.2 矿区建(构)筑物下压煤开采方法.....	136
9.3 典型建(构)筑物下压煤开采.....	144
9.4 矿区建(构)筑物下开采规划.....	163

10 压煤村庄搬迁规划	167
10.1 压煤村庄搬迁方案的可行性.....	167
10.2 塌陷区环境综合治理.....	171
10.3 压煤村庄搬迁规划设计系统.....	174
参考文献.....	176

1 新汶矿区概况

1.1 新汶矿区煤田分布

新汶矿区位于山东省中部的泰安市、莱芜市和宁阳县境内，处于鲁中丘陵地带，北有泰山山系余脉，南有蒙山山系露头，东有鲁山、沂山山脉，中有莲花山、徂徕山，将矿区分为北（莱芜）南（新汶）西（宁阳华丰）3个煤田。

南部煤田为新汶煤田，东起新泰市的员外哨，西迄禹村镇，南至煤系露头，北为莲花山大断层。东西长70km，南北平均宽8km，含煤面积304.7km²。煤田内分布有孙村、张庄、良庄、协庄、禹村、泉沟、汶南、翟镇8个生产矿井，还有市、县、乡办的地方小井19对。

北部矿区为莱芜煤田，位于莱芜市境内，南翼与新汶煤田以莲花山脉相隔，为一西宽东窄的楔形狭长煤田。东起梁坡断层，西迄羊流断层，南至煤系露头，北界为泰山大断层。沿走向东西长32km，南北平均宽11km，面积为352km²，其中已探明含煤地区面积41.7km²。煤田内分布有潘西、西港、南冶、鄂庄4对矿井和市、镇、乡办的地方煤矿11对。

矿区的最西部为华丰煤田，华丰井田位于京沪铁路磁窑车站以东8km、磁莱铁路华丰车站以北2km。东起北故城，西至西磁窑，南起十六层煤露头，北至-1100m水平。井田东西走向长平均7.7km，南北倾斜宽平均2.2km，面积16.9km²。

1.2 开采煤层

新汶煤田煤系地层共含煤19层，可采或局部可采煤层在各

井田不一,少者有7层,多者有11层,平均总厚度10.7m。二叠系山西组共含煤5层,其中可采或局部可采煤层为4层,即一、二、三、四层煤,二、四两层比较稳定;石炭系太原群及本溪群共含煤14层,其中可采或局部可采者为7层,即六、八、九、十一、十三、十五、十六层煤。

新汶煤田各矿一般开采二、四、六、十一、十三、十五层煤,局部可采九层煤,前组二、四、六煤层缺失(如汶南煤矿),且大部分采空区开采层数大于3层。构造复杂状况为中等,煤层较稳定,上覆岩层为中硬的地质采矿条件。

莱芜煤田各矿大多开采二、四、七、十五、十九层煤,平均总厚度为7.18m。各井田内构造复杂状况为中等,煤层稳定,但西部预测区因受火成岩侵入影响,煤层的稳定性已受到不同程度破坏,且煤层中有部分可采的现象。大部分采空区开采层数小于3层,开采深度多在450~750m,上覆岩层为中硬的地质采矿条件。

华丰煤矿主要开采前组四、六层煤,四层煤厚度一般为5.5~6.5m,六层煤厚度一般为1.2m左右。由于覆岩第三系砾岩厚度大(500~960m)、岩层坚硬、整体性好,且表土层薄(0~8m),煤层开采后,地表除产生明显的连续性的移动外,还出现严重的非连续变形——斑裂现象。

2 新汶煤田地表移动观测站设置 与观测成果

新汶煤田包括孙村煤矿、张庄煤矿、良庄煤矿、协庄煤矿、汶南煤矿、禹村煤矿、泉沟煤矿及翟镇煤矿，这8个矿的观测站总体情况见表2-1。

2.1 孙村煤矿地表移动观测站设置与观测成果

孙村煤矿于1988年4月在四采区4213工作面上方地表位置设立了地表移动观测站。另外，为了掌握井下气化对地表的影响情况，孙村矿2000年设立了煤层气化观测站。

2.1.1 四采地表移动观测站基本情况

开采煤层为二、四层煤。二、四层煤分别开采3个工作面，工作面总长约600m，宽约500m，开采深度平均660m，属非充分采动地表移动变形。煤层上限标高-407m~-410m，下限标高-450m~-476m，采区地质构造条件简单，采煤方法为走向长壁式，顶板控制采用全部陷落法，在地表移动过程中不受相邻采区的回采影响。

四采地表移动观测站设全盆地走向观测线和倾向观测线。倾向观测线长约920m，走向观测线长约810m，测点间距30m，具体位置如图2-1所示。

2.1.2 四采地表移动观测站观测成果

四采地表移动观测站于1988年4月18日建站，于1997年10月29日结束观测，测点最大下沉837mm。倾向、走向观测线下沉曲线如图2-2、图2-3所示，倾向观测线11号点下沉速

表 2-1 新汶煤田观测站汇总表

矿名	观测站	开采工作面	倾角/ (°)	走向/ m	倾斜/ m	采深/m		采厚/m	观测线	观测时间
						上山	下山			
孙村	一采观测站	水砂充填面	25	650	270	120	245	2.0		1956. 1—1958. 3
	四采观测站	四采区	17	600	500	580	645	4 (两层)	走向、倾向观测线	1988. 4—1997. 10
	煤层气化站	气化一区	17~23			214	260	1.85	小广场院内	2000. 8—2002. 5
		气化三区	17~23					1.8	小广场院外	
张庄	三〇一仓库	06、07 工作面	20~22	900	660	140	380	3.2 (两层)	房屋基础观测点	1981. 11—1985. 4
	磁莱铁路	一采区	20~22	650	600	435	620	6.4 (三层)	沿道床边设立	1987. 11—1995. 3
		四采区	20~22	650		472	620			
	二采区	水砂充填面	20		310	60	166	1.9		
良庄	葛沟河村	5210、5211 面	14~16	1000	270	526	610	2.55	倾斜设半条观测线	1991. 5—1993. 3
	保安庄村	六采区	15	420	220	534	610	1.99	走向两条, 倾向一条	2001. 6—2002. 12
	泰新公路	42074 面	14~16	200	130			2.5	泰新公路李家庄	1999. 6—2002. 8

续表

矿名	观测站	开采工作面	倾角/ (°)	走向/ m	倾斜/ m	采深/m		采厚/m	观 测 线	观测时间
						上山	下山			
协庄	一、三采区	水砂充填面	18	890	435	50	210	2.7		1963. 12—1964. 10
	八采区		28	245	216	102	202	1.8		
	唐楼沟村	二采区	13~17	354	180	313	420	4.5 (两层)	走向一条, 倾向一条	1993. 9—1997. 4
	小胡庄村	七采下山	7~18	450	420	平均 442		4.6 (两层)	村庄中部倾向、走向	1990. 11—1996. 3
汶南	-50m 大巷	11505 面	19	322	165	平均 250		1.54	沿 -50m 大巷观测线	1989. 11—1990. 9
泉沟	5201 面	5201 面	3~5	260	240	平均 308		2.2	沿村庄周围设点	1999. 2—2001. 1
禹村	磁莱铁路下	五采	10~25	290	167	177	269	5 (两层)	沿道床边设立	1984. 2—1986. 3
翟镇	一采西翼	一采区	20~22	920	440	545	668	3.8 (两层)	走向半盆地, 倾向全盆地	1993. 4—2001. 6
	七采南部	七采区	12	1100	570	530	675	3.9 (两层)	倾向全盆地, 走向不完整	2001. 5 至今

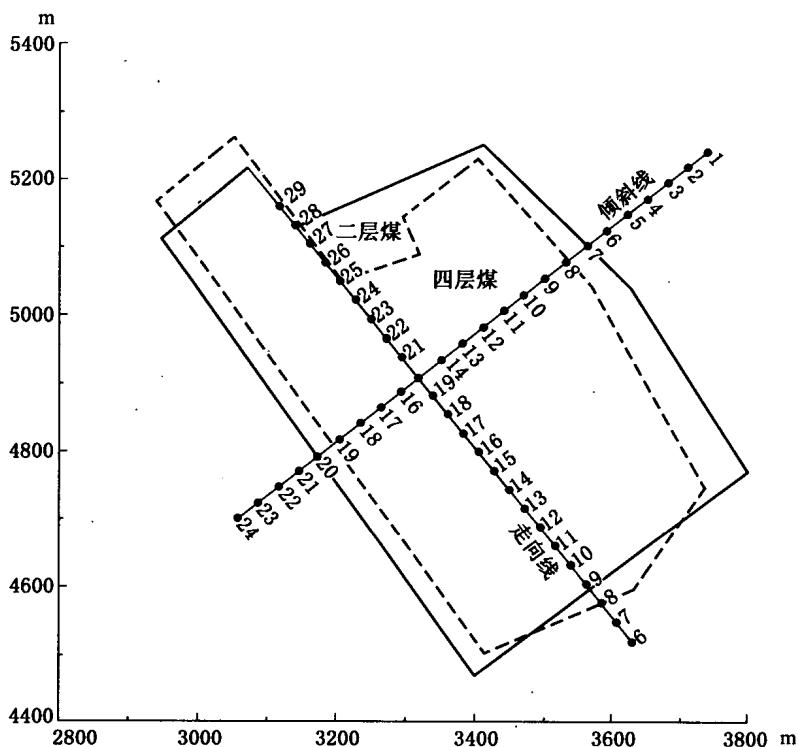


图 2-1 孙村矿四采观测站布置平面图

度曲线如图 2-4 所示。

2.1.3 煤层气化地表移动观测站

1. 气化区概况

气化区一号和二号炉气化四层煤, 煤层倾角平均 20° , 煤厚平均 1.85m, 一号炉煤炭储量为 1.3 万 t, 二号炉煤炭储量为 1.4 万 t。三号炉气化二层煤, 煤厚平均 1.8m, 煤层倾角 $17^\circ \sim 23^\circ$, 煤炭储量为 1.1 万 t。

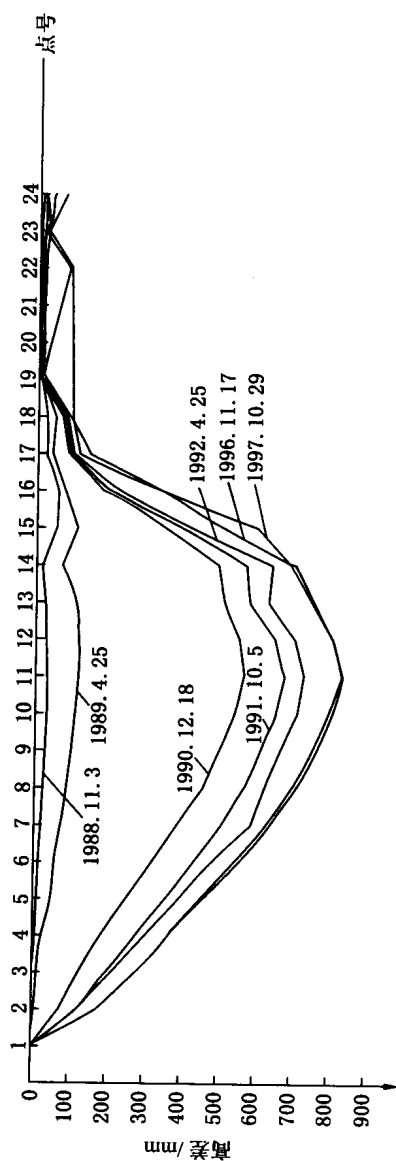


图 2-2 倾向观测线下沉曲线图

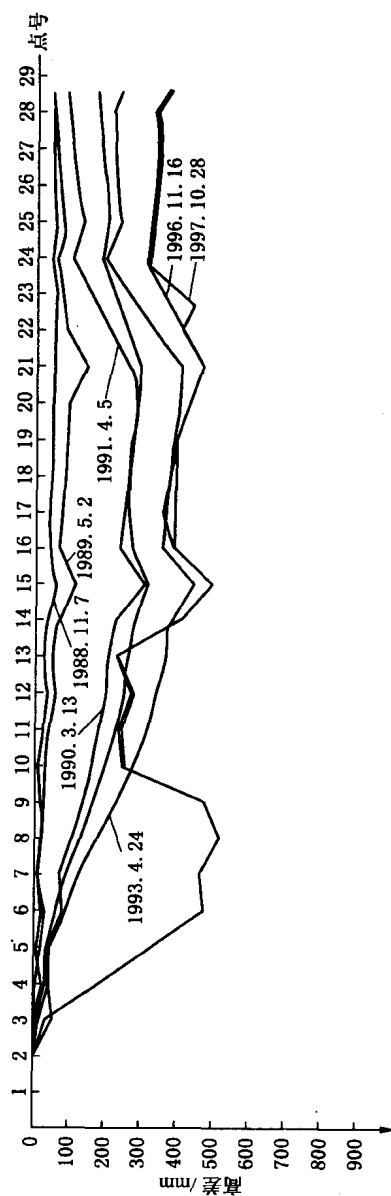


图 2-3 走向观测线下沉曲线图

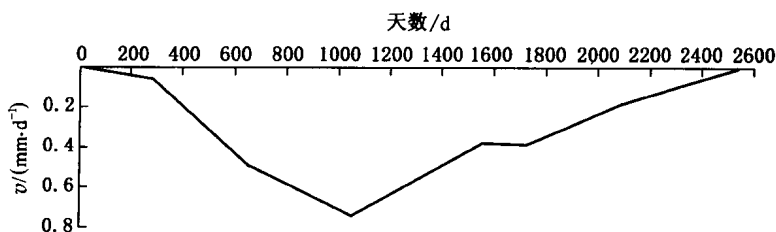


图 2-4 11 号点下沉速度曲线图

一号气化炉 2000 年 4 月 15 日井下点火, 日产量 5000 ~ 6000 m³, 总产 700 万 m³。

二号气化炉 2000 年 3 月 31 日井下点火, 日产量 3000 ~ 4000 m³, 总产 550 万 m³。

三号气化炉 2001 年 7 月 16 日井下点火, 日产量 2000 ~ 3000 m³, 总产 200 万 m³。

2. 地面观测站设置及观测情况

煤层气化地表移动观测站于 2000 年 4 月在总厂的小广场内、外设立, 其中在院内设点 13 个, 在院外设点 19 个。每季度观测一次, 观测的最大下沉量为 245 mm, 具体观测数据见表 2-2。

综合考虑煤层气化后残留物的存在 (气化煤层约有 50% 以上残留物)、气化面积等情况, 煤层气化条件下, 下沉系数为 $q = 0.18 \sim 0.20$ 。

2.2 张庄煤矿地表移动观测站设置与观测成果

张庄煤矿数年来在地面布置了多条地表移动观测线, 如三〇一仓库地表移动变形观测站、磁莱铁路路基观测站等。

2.2.1 三〇一仓库地表移动变形观测站

1. 基本情况

山东省物资储运公司三〇一仓库位于距磁莱线东都车站约