



永夏矿区

深厚冲积层特殊凿井技术

张世芳 李功洲 陈文豹 张永成
王松波 邓文芳 黄德发 等编著

煤炭工业出版社

永 夏 矿 区

深厚冲积层特殊凿井技术

张世芳 李功洲 陈文豹 张永成
王松波 邓文芳 黄德发 等编著

煤 炭 工 业 出 版 社

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

永夏矿区深厚冲积层特殊凿井技术/张世芳等编著.
北京: 煤炭工业出版社, 2003
ISBN 7-5020-2309-7
I. 永… II. 张… III. 特殊凿井法 IV. TD265
中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 052815 号

煤炭工业出版社 出版
(北京市朝阳区芍药居 35 号 100029)
网址: www.cciph.com.cn
煤炭工业出版社印刷厂 印刷
新华书店北京发行所 发行

*

开本 787mm × 1092mm ¹/₁₆ 印张 18
字数 423 千字 印数 1 1,100
2003 年 9 月第 1 版 2003 年 9 月第 1 次印刷
社内编号 5081 定价 45.00 元

版权所有 违者必究

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题, 本社负责调换

编写人名单

张世芳 李功洲 陈文豹 张永成 王松波
邓文芳 黄德发 刘兴彦 饶崇俊 温中义
高世恩 谢书新

前

言

永夏矿区是我国“七五”、“八五”计划的重点建设项目，于1989年进行开发，至2002年已建成陈四楼矿、车集矿、城郊矿3个大型矿井，设计年生产煤炭660万t。3个矿井的主、副井（计6个）均采用冻结法凿井，风井（计4个）均采用钻井法凿井。陈四楼矿是永夏矿区的首开矿井，主、副井和风井分别穿过369m、374.5m和360.2m冲积层，是国内冻结法和钻井法穿过冲积层厚度的首位和第二位。为了进一步提高我国冻结法、钻井法凿井的技术水平，原煤炭工业部和国家能源投资公司决定在陈四楼矿组织特殊凿井科技攻关。在科研、设计、施工、管理等方面的密切配合下，科技攻关取得了丰硕成果，促进了特殊凿井技术长足进步。防止冻结管断裂技术和钻井泥浆造粒废浆处理技术等取得重大突破，在冲积层最厚和冻结最深的陈四楼主、副井创下了无断管、无压坏井壁和无漏水的全国纪录，在陈四楼风井创出了钻井废泥浆造粒废浆处理技术的全国纪录，基本解决了冲积层小于400m的冻结法、钻井法凿井的技术难题，标志着我国的冻结法、钻井法凿井的总体技术水平从20世纪90年代初进入了国际先进行列。陈四楼主、副井深厚冲积层冻结凿井技术成果于1998年获国家科技进步二等奖，陈四楼中央风井钻井泥浆造粒废浆造粒技术成果于1996年获国家发明二等奖。

煤炭学会煤矿建设专业委员会对永夏矿区建设的设计改革经验和特殊凿井技术成果给予很高的评价，多次建议“进行系统的总结，将实践经验上升为理论，组织交流推广，转化为生产力”。为此，由河南省煤炭学会建井专业委员会主任委员邓文芳牵头组织参与永夏矿区建设的设计、科研、施工、管理的一些同志进行总结，提出了《永夏矿区设计改革》、《永夏矿区深厚冲积层特殊凿井技术》作为总结的姊妹篇。

以陈四楼矿深厚冲积层特殊凿井为代表的科技攻关成果为深井冻结、钻井的设计、施工提供了重要依据，保证了设计质量和顺利施工；为设计采用的新技术、新结构进行了科学验证，提高了设计的可靠性；攻关成果用于工程设计与指导施工，直接转化为生产力，产生了显著的经济效益。

本书共分四大部分：1. 概况；2. 深厚冲积层冻结法凿井技术；3. 深厚冲积层钻井法凿井技术；4. 收获与体会。

本书在编写过程中，曾多次邀请有关专家进行审议，提出了许多宝贵意见。煤炭科学研究总院北京建井研究所许多同志为本书编写工作提供了大力帮助，

对此一并致谢。

由于时间短和编者水平所限，书中难免有些不妥与差错之处，恳切希望读者、专家批评指正。希望本书的出版对从事深厚冲积层冻结法、钻井法凿井的设计、科研、教学、施工的技术人员有所裨益。

编著者

2003年1月



前 言

1 概 述	1
1.1 永夏煤矿地质及水文地质	1
1.1.1 煤矿地质特征	1
1.1.2 煤矿水文地质特征	2
1.2 永夏煤矿的煤炭资源条件	6
1.2.1 煤炭储量	6
1.2.2 煤层特征	7
1.2.3 煤质特征	8
1.3 永夏矿区的井田划分	8
1.4 永夏矿区建设	10
1.4.1 矿区地理位置与交通	10
1.4.2 矿区建设简况	10
2 冻结法凿井技术	13
2.1 冻结井筒地质及水文地质	13
2.1.1 井筒地质及水文地质的共性	13
2.1.2 井筒地质及水文地质的特性	14
2.2 冻结段井壁结构设计	21
2.2.1 井壁结构类型与筑壁材料	21
2.2.2 井壁荷载计算	22
2.2.3 井壁结构设计	26
2.3 冻结设计	38
2.3.1 冻结深度的确定	38
2.3.2 冻结壁设计	40
2.3.3 制冷冻结计算	49
2.3.4 冻结设计主要技术参数	53
2.4 陈四楼矿主、副井冻结凿井技术攻关	56
2.4.1 立项背景	56
2.4.2 技术关键与攻关内容	57
2.4.3 冻结段井壁结构设计优化	63

2.4.4	冻结壁设计优化	67
2.4.5	冻结段外层井壁整体受力性能试验	77
2.4.6	深部粘土层冻土力学特性试验	90
2.4.7	深井冻结专用管材的开发研究	100
2.4.8	冻结器盐水流量的检测与控制	112
2.4.9	冻结壁形成特性的实测与预报研究	116
2.4.10	冻结段短段掘砌与高强混凝土试验应用研究	126
2.4.11	冻结壁位移实测研究	135
2.4.12	外层井壁位移实测研究	143
2.5	陈四楼矿主、副井深厚冲积层冻结凿井工程实例	151
2.5.1	工程简介	151
2.5.2	工程实践	154
3	钻井法凿井技术	164
3.1	钻井井筒地质及水文地质	164
3.1.1	陈四楼中央风井	164
3.1.2	车集南风井	167
3.1.3	车集北风井	169
3.1.4	城郊北一风井	170
3.2	钻井法凿井方案设计优化	171
3.2.1	钻进方案的优化	172
3.2.2	钻井顺序的优化	175
3.2.3	钻进参数的优化	179
3.2.4	泥浆参数的优化	185
3.2.5	钻井井壁的优化	188
3.2.6	壁后充填方案的优化	194
3.3	陈四楼中央风井钻井技术攻关	198
3.3.1	对膨胀性粘土层护壁技术的研究	199
3.3.2	抑制地层自然造浆的研究	205
3.3.3	泥浆地面循环系统的研究	208
3.3.4	泥浆造粒和废浆处理技术的研究	215
3.3.5	钻井井壁受力实测研究	218
3.4	陈四楼矿中央风井钻井法凿井工程实例	233
3.4.1	钻进方案的选择	233
3.4.2	钻井刀具与布置的选定	234
3.4.3	钻进参数的选定	235
3.4.4	泥浆系统的选定	236
3.4.5	井筒钻进	243
3.4.6	钻井井壁	246

3.4.7	井壁漂浮下沉	259
3.4.8	测井与纠偏	261
3.4.9	壁后充填	262
3.4.10	施工结果分析.....	265
4	冻结法、钻井法凿井的几点体会	266
4.1	冻结法凿井的几点体会	266
4.1.1	冻结法凿井面临的问题	266
4.1.2	冻结法凿井的技术攻关成果	266
4.1.3	冻结法凿井需要继续研究的问题	269
4.2	钻井法凿井的几点体会	270
4.2.1	钻井法凿井的优势	270
4.2.2	钻井法凿井的适用范围	270
4.2.3	钻井法凿井的技术攻关成果	271
4.2.4	钻井法凿井需要继续研究的问题	272
	作者简介.....	274
	参考文献.....	277

1 概 述

1.1 永夏煤田地质及水文地质

1.1.1 煤田地质特征

1.1.1.1 地质构造

永夏煤田位于华北陆台冀鲁断块之次级构造单元——鲁西块隆南部，永（城）涡（阳）弧形构造之中部。其东、南、北分别为徐宿弧形构造，临（涣）童（亭）弧形构造和大吴集（肖西）复式向斜。永涡弧形构造由芒砀山复式背斜、薛湖向斜和永城复式背斜等构成。

矿区位于永夏煤田之东部。永城复式背斜为矿区控制含煤地层分布的主体构造，次级褶皱发育。区内断层以北北东～北东向正断层最为发育，与永城复式背斜构成矿区的基本构造框架；近东西向断层发育，数量较少，但规模较大，主要分布于永城复式背斜两翼；北北西～北西向断层较发育，除八里庄区域大断层外，其余多分布于背斜西翼之新桥区。北北东向褶曲常被走向断层破坏，形成地垒式背斜和地堑式向斜。

矿区地质构造类型中等，永城复式背斜全长 60km，地层倾角 $10^{\circ}\sim 20^{\circ}$ ，东翼倾角稍大，西翼较平缓。由于次级褶皱发育，往往使地层局部变化较大，区内断层多为高角度正断层。

区内燕山期岩浆岩活动较为强烈，分布广泛，主要侵入层位为山西组和下石盒子组，从而使大面积可采煤层因接触变质变为天然焦，对开拓开采构成一定的影响。

1.1.1.2 地 层

矿区为新生界全掩盖，据勘探钻孔揭露，其地层自老至新为奥陶系、石炭系、二叠系、三叠系、第三系、第四系。含煤地层为石炭二叠系。

(1) 奥陶系

下中统 (Q_{1+2})，白云质灰岩为主。

(2) 石炭系

①中统本溪组 (C_{2b})，灰-浅灰绿色铝质泥岩为 K_1 标志层。

②上统太原组 (C_{3t})，由深灰色石灰岩、灰～灰黑色泥岩、砂质泥岩、细砂岩及煤层组成。石灰岩 11 层，自下而上的编号为 $L_1\sim L_{11}$ ，厚度稳定者 3 层 (L_2 、 L_3 、 L_{11})， L_2 、 L_{11} 分别为 K_2 、 K_3 标志层。含煤 9～15 层（一组煤）均不可采。

(3) 二叠系

①下统山西组 (P_{1s}) 由泥岩、砂质泥岩、砂岩及煤层组成。含煤 4 层，称二煤组，二₂煤层是区内主要可采煤层。

②下统下石盒子组 (P_{1x}) 由泥岩、砂质泥岩、砂岩和煤层组成，含煤 7 层（三煤组），其中三₂、三₄ 为可采煤层，三₁ 大部可采，三₃ 局部可采，底部铝土泥岩为 K_4 标志层。

③上统上石盒子组 (P_{2s}) 分作四段 ($P_{2s}^1\sim P_{2s}^4$)：第一段由砂质泥岩、铝质泥岩、粉细

砂岩、砂质泥岩及煤线（四煤组）组成（81~197.15m），底部标志层为 K_5 砂岩，岩性及厚度变化均较大。第二段以灰~深灰色砂质泥岩、紫斑泥岩为主，夹 2~4 层薄煤（五煤组），底部标志层 K_6 为灰白色石英砂岩，厚度大，层位稳定；第三段由泥岩、砂质泥岩夹薄层粉细砂岩组成，底部标志层 K_7 为灰~灰绿色细、中粒砂岩；第四段由白色砂岩、砂质泥岩、泥岩组成。底部灰白色石英砂岩为 K_8 标志层。

④上统石千峰组（ P_{2sh} ），该组地层在区内穿见较少，底部 K_9 标志层为厚层状中粗粒石英砂岩，相当于豫西之平顶山砂岩。

（4）上第三系（N）

①中新统（ N_1 ）平均厚 115m。上部为粘土、亚粘土和粉细砂、中砂交替出现，中、下部多为粘土、亚粘土和少量亚砂土，次生灰岩在不同地段均有分布。

②上新统（ N_2 ），上部为粘土、亚粘土、亚砂土交替出现，偶见少量粉砂和细砂；下部以细，中砂为主，平均厚度 170m，并含有砾石。

（5）第四系（Q）

①更新统（ Q_{1-3} ），平均厚 60m，上部多为细中砂和少量粉砂；中部为粘土、亚粘土和细、中砂层交替出现；底部有薄层砂或砂砾。

②全新统（ Q_4 ），平均厚 30m，顶部为耕植土，中上部为粉砂，下部为杂色粘土，底部有粉细砂。

其地层划分（以陈四楼井田为例）如表 1.1.1 所示。

1.1.2 煤田水文地质特征

1.1.2.1 区域水文地质

永夏煤田为一封闭条件较好的独立的水文地质单元。

北部有八里庄断层，以北沉积了深厚的新生界地层，形成北部隔水边界；南部为符离集断层，南盘下降，使 E 、 O 、及 P 地层与新地层接触，可作相对隔水边界；济阳—亳县断层，构成西部隔水边界；张大庄正断层，东盘下降，基本为东部隔水边界。四周隔水边界，使得区域地下水补给可能性减小。另一方面灰岩含水层因厚层松散沉积物掩盖，难以接受地表水和大气降水补给，使得灰岩水循环交替困难，径流缓慢，富水性减弱。

1.1.2.2 矿区水文地质

永城矿区位于永夏煤田东部，水文地质条件受整个封闭的水文地质单元制约而具有相似之处。各井田受次一级水文地质边界条件的制约，不同块段的水文地质条件各不相同：薛湖、新桥受边界断层控制而成为次一级封闭较好的独立水文地质单元，水文地质条件相对较为简单；而车集、城郊及葛双新勘探区深部，封闭条件不良，有各自的进水边界，但这种复杂性仍受区域独立水文地质单元的控制。

1.1.2.3 河流

永夏煤田地处豫东平原区，为黄、淮河冲积平原区的东缘，海拔标高一般为 30~40m，最高点芒山为 156.8m，其他地区均呈平坦地势。井田内主要河流有包河、浍河及三引河等，自西北流向东南入安徽省后泄于淮河。各河流流量及水位如表 1.1.2 所示。

1.1.2.4 含水层

按含水层地质年代、岩性特征及富水性划分为 4 个含水组，10~11 含水层段，其特征见表 1.1.3。

表 1.1.1 陈四楼井田地层划分表

界	系	统	组	段	符号	标志层	厚度 (m)
新生界	第四系+上第三系				R(Q+N)		$\frac{300 \sim 430}{348.73}$
古 生 界	二叠系	上二叠统	石千峰组	—	P _{22sh} ¹	K ₉	残厚 51
			上石盒子组	四	P _{2s} ⁴	K ₈	172
				三	P _{2s} ³	K ₇	200
				二	P _{2s} ²	K ₆	233
				—	P _{2s} ¹	K ₅	$\frac{81.65 \sim 150.68}{124.08}$
		下二叠系	下石盒子组		P _{1x}	K ₄	$\frac{48.63 \sim 112.27}{74.92}$
			山西组		P _{1s}		$\frac{89.94 \sim 131.78}{106.43}$
	石炭系	上统	太原组		C _{2t}	K ₂ , K ₃	$\frac{123.09 \sim 201.85}{151.54}$
		中统	本溪组		C _{2b}	K ₁	$\frac{2.0 \sim 22.0}{8.78}$
	奥陶系	中统	马家沟组		O _{2m}		穿见 40m

表 1.1.2 永夏煤田的河流流量及水位

河流名称	流量 (m ³ /s)		最高洪水位		备 注
	最大	年平均	水位标高 (m)	时 间	
包 河			+31.14	1963 年 8 月 7 日	在区外注入浍河, 省界以上汇水面积约 800km ²
浍 河	398	4.4	+31.52	1965 年 7 月 15 日	注入洪泽湖, 省界以上汇水面积 1100km ²
沱 河	384	2.3	+34.79	1963 年 8 月 7 日	注入新汴河, 省界以上汇水面积 2400km ²
王引河	46.6		+39.7	1956 年	注入沱河

表 1.1.3 矿区水文地质特征一览表

简要特征 含水组名称	含水段 岩性	层数	厚度 最小—最大 平均(m)	水位标 高(m)	单位涌水量 (L/s·m)	渗透系数 (m/d)	水力性质	含水段 下部岩性	主要漏 水层位	水化学类型	裂隙岩溶 发育程度	对将来矿床开 采充水的可 能性	分布形态
新生 界孔 隙含 水组	上段 粉细砂	1~2	$\frac{0-23.86}{9.24}$	29.75~ 30.60	0.87~ 5.54	53.66~ 198.92	孔隙潜 水承压转 无压	以粘土、亚 粘土为主，局 部为亚砂土		HCO ₃ -NaCa		厚层隔水层 相阻，不会导 致矿床充水	连续具上细 下粗“双层结 构”，沉积稳定
	中段 粉中砂	1~4	$\frac{0-47.33}{9.14}$	30.54	0.28	1.30	孔隙承 压水	粘土、亚粘 土		HCO ₃ SO ₄ Cl- NaMgCa		厚层隔水层 相阻，不会导 致矿床充水	稳定，具透 镜状，平面分 布似叶状
	下段 细砂，局 部粗砂	3~12	$\frac{36.92-100.0}{64.76}$	29.40~ 30.90	0.814~ 1.856	1.83~ 5.06	孔隙承 压水，自 流水	粘土为主， 局部为亚砂土		HCO ₃ SO ₄ Cl- Na		厚层隔水层 相阻，不会导 致矿床充水	分布连续稳 定，层多且厚， 局部为透镜 状，颗粒粗
	底段 细砂，局 部中粗 砂、含 泥质次 生碳酸 盐	1~4	$\frac{0-51.27}{11.40}$	31.93~ 35.08	0.135~ 0.488	1.66~ 3.386	孔隙承 压水，局 部为潜洞 承压水	粘土、粘土 夹碎石。西南 部及北部有次 生碳酸盐。局 部为砂层	近基岩处 局部地段 漏水	SO ₄ HCO ₃ Cl- NaMgCa	底部次 生碳酸盐 见溶蚀现 象及裂隙 为闭合型	因矿床开采 时可能引起局 部地面塌陷、 底部应留防水 煤柱	分布连续， 但厚度变化 大，局部底部 砂层与基岩直 接接触

续表

简要特征 含水组名称	含水段 岩性	层数	厚度 最小—最大 平均(m)	水位标 高(m)	单位涌水量 (L/s·m)	渗透系数 (m/d)	水力性质	含水段 下部岩性	主要漏 水层位	水化学类型	裂隙岩溶 发育程度	对未来矿床开 采充水的可 能性	分布形态
上石 盒子组	砂岩	4~6	$\frac{0.051-109}{39.38}$	12.34~ 14.71	0.109~ 0.991	2.33~ 26.5	孔隙承压水	泥岩	K ₆ 砂岩、K ₅ 砂岩普遍漏水	SO ₄ ClHCO ₃ - NaCaMg	底部裂隙发育	K ₆ 、K ₅ 砂岩裂隙发育普遍漏水,矿床开采时应采取措施	该段底部砂岩沉积稳定,颗粒粗
	砂岩	3~9	$\frac{2.09-96.74}{33.17}$	30.32~ 30.73	0.00461~ 0.008	0.00283~ 0.0537	裂隙承压水	砂岩、泥岩		SO ₄ ClHCO ₃ - NaCaMgCa	近风化带裂隙发育,多被泥钙质充填	矿床开采时以排泄为主,水位下降,水量小,不致使矿床充水	分布连续稳定,但厚度变化大
二叠系裂隙含水组	砂岩	1~10	$\frac{0.80-85.43}{20.97}$	28.55~ 30.15	0.001~ 0.013	0.0026~ 0.029	裂隙承压水	灰岩	煤层顶部局部漏水(近露头处)	SO ₄ Cl- NaCaMg	近风化带处裂隙发育	同上	层次多,厚度变化大,煤层底板稳定
	灰砂岩	1~4	灰岩 39.64—61.07	30.14	0.36	1.672	岩溶裂隙,高承压水	灰岩	从上层第二段灰岩开始漏水	SO ₄ HCO ₃ Cl- K+NaCaMg	上段2、4、8层灰岩裂隙发育,但均被泥钙质充填有侵蚀现象,具不均一性	水量大,压力大,但不均一,有砂岩、泥岩相隔,在无构造影响情况下,灰岩水不会灌入矿床	沉积稳定厚度变化大,局部缺失
石炭系岩溶裂隙含水组	灰砂岩	1~8	51.47 灰岩 8.40—40.19	28.88~ 29.16	0.96~ 0.98	1.672~ 3.37	岩溶裂隙,高承压水	砂岩	主要漏水层位2、4、8层灰岩(上段)	SO ₄ ClHCO ₃ - NaCa			
	灰砂岩	1~11	23.17	29.74~ 30.29	1.241~ 2.194	2.09~ 3.633	岩溶裂隙,高承压水	泥岩		SO ₄ -Na			
奥陶系岩溶裂隙含水组	灰岩		48.97 (未揭穿)	29.49	0.187~ 3.152	0.344~ 0.415	岩溶裂隙,高承压水	灰岩	漏水	HCO ₃ SO ₄ -K +Na			稳定且厚
	泥角砾		12.50 55.94	28.51~ 28.85	0.00005~ 0.0053	0.00029~ 0.0089				SO ₄ ClHCO ₃ - CaNaMg	裂隙岩溶发育,但具不均一性	有石炭系地层相阻,断层不大于200m	

1.1.2.5 矿床充水特征

地表水系不发育,且距煤层较远,不构成矿床充水因素。

主要可采煤层二₂煤和三煤组直接充水含水层为其顶板砂岩裂隙水。由于该含水层一般不发育,以静储量为主,富水性弱,不会对矿井完全生产构成严重威胁。

可能成为矿井直接或间接充水水源的含水层有上第三系孔隙承压水含水层和石炭系上段灰岩岩溶裂隙承压水含水层。

上第三系下部孔隙承压水含水层富水性中等。该层底部普遍发育一层10~30m的灰白色粘土或亚粘土,隔水性能良好,正常情况下可阻止上部承压水下泄。只是在局部地段含水砂层直接与基岩接触(“天窗”),而可能成为矿井直接充水水源。

二₂煤层底板以下约50m左右为石炭系太原组上段灰岩岩溶裂隙承压水含水层,富水性较强,可见灰岩11层,其中L₁₀、L₈、L₄、L₂赋存稳定且厚度较大。二₂煤层深部开采,或浅部因断层影响可能导致底板突水,断层破碎带也可能成为矿井充水通道。

1.1.2.6 邻近矿区生产矿井水文地质特征

邻区淮北煤田生产、基建矿井约20对,各生产矿井涌水量,在开采下石盒子组和山西组二煤时煤层顶板涌水量一般在100~300m³/h,最大达1000m³/h,属中等水量的矿井,充水水源主要为煤层顶板砂岩裂隙承压水,含水层为中细粒砂岩。坑道揭露各出水点,初始水量大,随着排水时间增长而逐渐减少,说明地下水补给不足,以消耗静储量为主。但当遇到太原群灰岩或更深O₂灰岩时,突水量较大。如皖北矿务局任楼矿井O₂灰岩陷落柱突水量曾达516m³/min,造成淹井事故。

1.2 永夏煤田的煤炭资源条件

1.2.1 煤炭储量

永夏矿区在永夏煤田中属于煤层赋存条件较好的地区。其范围以永城复式背斜为中心,勘探区面积达1150km²,含煤面积716km²,其中-1000m水平以上含煤面积572km²。按照地质构造形成的边界条件,分为薛湖、城郊、新桥、茴村、葛双新五个勘探区。经过勘探-1000m水平以上共获得精详查储量255636.6万t(表1.2.1),其中无烟煤204407万t,瘦煤3444万t,贫煤47785.6万t,另有天然焦59347.5万t,-1000m水平以下远景储量为60148.2万t。

表1.2.1 永城煤田储量分布情况(万t)

勘探区	详查储量					精查储量	备注
	B	C	D	B+C+D	天然焦		
新桥	2826.9	9877.4	3570.4	16274.7	15808		
茴村	6894.8	24842.4	26158.7	57895.9	18719.8		
薛湖	4388.9	10944.4	12146.6	27479.9	5745.7		
葛双新	0	4831.5	8755.6	13587.1	0		
城郊	39291.0	57987.0	31392.0	128670.0	19074.0		
新庄						9622.0~13122	
葛店						2107~11687	精详查储量
合计	53401.6	108482.7	82023.3	243907.6	59347.5	11729~24809	计255636.6

设计规划利用工业储量 198545.1 万 t，占总探明储量的 77.6%，可采储量 125615.3 万 t。尚有 22.4% 的探明储量因勘探程度低，构造复杂或因岩浆岩侵入，煤层破坏严重而作为矿区后备储量。

1.2.2 煤层特征

本区含煤地层为石炭二叠系，属华北型含煤沉积。煤系地层总厚度 1205m，主要可采煤层集中于山西组和下石盒子组，为二₂、三₁、三₂、三₃ 和三₄ 煤层（表 1.2.2）。

表 1.2.2 永夏煤田二叠系煤层的厚度、可采性、稳定性

地 层	煤层名称		煤层厚度 (m)		可采性	稳定性
	统 一	曾用名	两极值	一般值		
下石盒子组	三 ₅	G ₅	0~1.86	0.57	偶尔可采	极不稳定
	三 ₄	G ₄	0~2.03	0.81~0.93	局部可采	不 稳 定
	三 ₃	G ₃	0~3.16	1.36~1.56	局部可采	东部稳定
	三 ₂	G ₂	0~5.27	1.48~1.68	大部可采	较 稳 定
	三 ₁	G ₁	0~2.37	0.89~1.0	局部可采	不 稳 定
山西组	二 ₃		0~0.5	0.34~0.45	不 可 采	极不稳定
	二 ₂	D	0~13.85	2.84	主要可采	稳 定
	二 ₁	C	0~1.6	0.57	个别可采	极不稳定

(1) 二₂ 煤层

位于山西组中部，下距 L₁₁ 灰岩顶部 31.5~42.0m。层位稳定，煤层厚度 0.3~7.67m，平均 2.55m，结构简单，顶板多为泥岩、砂质泥岩及砂岩，底板多为中细粒砂岩，少数为泥岩。

(2) 三₁ 煤层

位于下石盒子下部，下距二₂ 煤层平均 80m。煤层较稳定，在陈四楼和城郊井田大部可采，煤层厚度 0.25~2.03m，平均 0.94m。顶底板以泥岩为主。

(3) 三₂ 煤层

下距三₁ 煤平均 5.8m，煤层较稳定，平均厚度 1.38~1.42m，顶底板一般均为泥岩，受岩浆岩影响较为严重。

(4) 三₃ 煤层

下距三₂ 煤层 3.22~16.5m，平均 10.68m。煤层较发育，两极厚度 0~2.98m，平均 1.22m，煤层结构简单，顶底板多为砂质泥岩。

(5) 三₄ 煤层

该煤层主要发育在城郊和陈四楼井田。下距三₃ 煤一般为 5.5m 左右。煤层较稳定，煤厚 0.1~2.28m，平均 1.23m，顶底板以泥岩为主。岩浆岩在矿区中东部及西北部对煤层破坏较大。

此外在新庄井田还发育有三₅ 煤（局部可采）。

1.2.3 煤质特征

矿区煤的牌号以无烟煤为主，次为贫煤，少量瘦煤，另有相当储量的天然焦。

主要可采煤层二₂，以无烟煤为主，少量贫煤和天然焦。煤质优良，属特低硫、磷、低灰、低砷、高发热量、高灰熔点的优质无烟煤。属易选煤，有较高的精煤回收率，主要工艺性能良好。机械强度高，易磨，化学活性优于标准无烟煤。粒度组成以块煤为主，+25mm级占50.78%。

三煤组煤质与二₂煤基本相似，惟其灰分高于二₂煤，其中三₁煤为富灰，其余各层为中灰。块煤产率较低，工艺性能稍差。

各煤层中的天然焦，质量比煤差，灰分为22%~27%，硫含量由0.1%增至4%，磷含量与煤相似，发热量为5000~5900cal/g，较煤的发热量低，有“热爆”性，热稳定性比煤差、化学反应性与煤相似。各煤层煤质特征如表1.2.3所示。

表 1.2.3 永夏煤田煤质特征

分析内容	煤层号		二 ₂	三 ₁	三 ₂	三 ₄
	测定项目	指标				
工业分析	灰分 A _d (%)		14.31 (低灰)	29.42 (高灰)	23.92 (中灰)	22.44 (中灰)
	挥发分 V _{daf} (%)		7.71	8.41	8.32	8.26
	固定碳含量 (%)		79.9 (原煤)	63.6 (原煤)		72.38 (原煤)
	水分 M _t (%)		原煤水分 1%左右			
元素分析	C _{daf} (%)		90~93			
	H _{daf} (%)		3.8~3.9			
	N _{daf} (%)		0.8~1.4			
	有害元素	S _{daf} (%)	0.5~0.6			
		P _{daf} (%)	<0.01			
		As (%)	一般在 1ppm 以下			
气化指标	抗碎强度		用“十块法”测定，>25mm 占 66%，属高强度煤			
	热稳定性		好			
	结渣性		在 0.1、0.2、0.3m/min 时，结渣性为 28.7%、30%、31.7%			
	煤对 CO ₂ 反应		62%~68% (好)。各煤层因灰分偏高、活性较差，均小于 55%			
工艺性	发 热 量		7000cal/g	5500cal/g	6500cal/g	
	灰 成 分		主要是 SiO ₂ 与 Al ₂ O ₃ ，二者之和达 70%以上			
	煤灰熔融性 ST		1250~1400℃			

1.3 永夏矿区的井田划分

矿区南北长 55km，东西宽 25km，含煤面积 572km²。

永夏煤田共划分 9 个井田 (图 1.3.1 及表 1.3.1)：车集井田、陈四楼井田、城郊井田、新桥井田、薛湖井田、葛店井田、新庄井田、丁楼井田和刘河井田。