



我国华北地区石炭二叠纪成煤作用

田乾乾, 韩建光, 易洪春

(中国矿业大学 资源与地球科学学院, 江苏 徐州 221116)

摘要:介绍了华北地区古地质情况,详细分析了华北地区石炭二叠纪本溪组、太原组、山西组、下石盒子组、上石盒子组的沉积特征,并从成煤环境和变质作用两方面对我国华北地区石炭二叠纪成煤作用进行了系统的论述。

关键词:华北; 古地质; 沉积特征; 成煤环境; 变质作用

中图分类号:TD163

文献标识码:A

文章编号:1008-8725(2009)03-0118-04

Coal Formation in Permian - Carboniferous of North China

TIAN Qian - qian, HAN Jian - guang, YI Hong - chun

(School of Resources and Earth Science, China University of Mining and Technology, Xuzhou 221116, China)

Abstract: The ancient geological conditions of North China are introduced. A detailed analysis of the North China Permian - Carboniferous Benxi, Taiyuan, Shanxi, under Shihezi and upper Shihezi group of sedimentary characteristics is made, and took a systematic exposition from two aspects of coal forming environment and metamorphism role to the Permian - Carboniferous coal formation of North China.

Key words: North China; ancient geology; sedimentary features; coal forming environment; metamorphism

0 前言

石炭二叠纪含煤建造在我国北方有相当广泛的分布,其范围遍及华北,西北区的大部,东北区的南部,以及中南、华东区的北部,是我国重要的聚煤期

之一。华北地区的石炭二叠纪煤层是我国最主要的煤田分布区,从内蒙古大青山到长白山,从鄂尔多斯盆地到黄淮平原,涉及全国十多个省市。区内煤炭资源异常丰富,储量约占全国总储量的1/3,所以对该区进行更深入的研究分析对我国煤炭事业的发展

V ——注浆加固体积, m^3 。

3.3 注浆工艺流程

(1) 注浆孔施工

在设计注浆层位,按设计要求的方位、孔深、孔径打眼,注意出水深度、水量,并做好记录。

(2) 压水试验

注浆管路安装好后,开泵压清水,测定围岩的受注能力。

(3) 注浆

根据压水试验情况,确定浆液的起始浓度。注浆过程中,如发现跑浆,可根据具体情况采取措施进行处理。

(4) 效果检查

帷幕注浆结束后,施工效果检查孔检查注浆效果。

3.4 注浆效果

立井井筒工作面预注浆历时13 d,共施工注浆孔19个,累计孔深681.4 m。注浆前涌水量为145 m^3/h ,注浆后实测工作面总涌水量为10.4 m^3/h (含井壁淋水),堵水率达92.8%,改善了作业环境,达

到了预期的堵水目的。

4 结论

实践证明,立井井筒施工时,对于埋藏较深的强含水层,采用工作面预注浆技术可有效地封堵出水通道,改善施工条件,消除安全隐患,并切实保障井筒施工质量。

(1) 优化施工方案,合理地选择注浆材料,是实现优质、快速施工的首要条件。

(2) 注浆过程中,要控制好注浆压力,既要达到注浆的预期目的,又要减少浆液损失。

参考文献:

- [1] 王国际. 注浆技术理论与实践[M]. 中国矿业大学出版社, 2000.
- [2] 李勋千. 井筒涌水量预测及注浆堵水[M]. 北京: 煤炭工业出版社, 1992.
- [3] 何修仁. 关于注浆压力及扩散半径计算方法的讨论[J]. 有色金属(矿山部分), 1982, (1): 50-53.
- [4] 马景成, 等. 注浆施工中的参数控制[J]. 建井技术, 1992, (1): 23-25.
- [5] 席京德. 注浆法治理井筒破坏的理论分析[J]. 建井技术, 1998, (4): 33-36.

(责任编辑 徐艳杰)

收稿日期: 2008-10-24; 修订日期: 2008-12-23

作者简介: 田乾乾(1987-), 男, 河南驻马店人, 现在中国矿业大学资源与地球科学学院学习。

有重要意义。

1 古地质概况

1.1 古地理的演化

华北地区从奥陶世起至早石炭世为高出海面的平原,中、晚石炭世起盆地基底沉降,开始接受沉积,海水从东北方向侵入,至陕西南铜川一带为北西向台隆阻隔。自晚石炭世晚期起,海侵方向改变,从南方侵入,在陕南、豫西和淮南一带受到秦岭海域的影响。该聚煤带北部长期属于华北地台北缘山地,在呼和浩特东北和包头西北的古陆上有滨海陆相小型聚煤盆地。东部为胶辽台隆,南部时有隆起高出海面,其上出现地槽型聚煤盆地。该带北缘西端古隆起上的这些小型盆地与华北大型盆地沉积显著不同,以富含陆源砂砾为特征。东部,盆地沉积以北东向的郯庐断裂为界。东北缘,盆地沉积展布到吉林境内。

1.2 古气候的演化

Briden 和 Irving(1964)依据古地磁资料将世界各时代煤投在古纬度带上,发现煤的分布并不完全出现在所预期的古纬度上。全球各时代煤的这种偏离现象与全球古气候的演化有重要的关系。华北地区的古气候也发生不断的变化。石炭二叠纪华北主体处于赤道潮湿气候带,为成煤古植物的迅速发育提供了良好的气候条件。

1.3 古植物的演化

从全世界范围来讲,石炭纪,二叠纪的造煤植物异常茂盛,当时华北地区距赤道不远。从晚石炭世开始,华北区从原来的欧美植物区系中分化出来,形成了既于南半球冈瓦纳植物区系有别,又与北半球其余地区发育的欧美植物区系和安加拉植物区系不同的独特区系—华夏植物区系。在众多的植物中,大部分属于种子蕨纲、石松纲、楔叶纲及科达纲,在华北南部地区还发育有银杏、松柏等纲植物。

1.4 古构造

早古生代晚期加里东运动使西伯利亚板块与扬子板块相向俯冲,华北板块整体抬升,经历了两亿多年的风化剥蚀,形成巨大的沉积间断。到晚石炭世早期或早石炭世晚期,华北地台已是一个近准平原化的广阔地区。晚古生代海西期,西伯利亚板块与扬子板块对华北板块的俯冲静止,华北板块稳定沉降,其中因早期华力西构造牵动,华北板块的周边地区首先拗陷。华北板块东北缘,即东北南部的浑江,太子河流域,华北板块南缘的河南固始、商城,西缘的贺兰山、桌子山首先接受下石炭统沉积。到晚石炭世早期,在全华北准平原化的、因溶蚀淋滤而凹凸不平的基底上,接受本溪期沉积。此时,华北地势北低南高,水自太子河流域向西南入侵,晚石炭世晚

期,西伯利亚板块向南俯冲加剧,华北板块北部地势变高,南部地势相对变低,秦岭海槽的海水,可能还有一部分古太平洋海水,由南向北,侵入华北地台。此时胶辽古陆仍露出水面,伏牛山—霍丘古陆已淹于水下。华北地台南缘与秦岭海槽基本上全面连通。晚二叠世末期至早三叠世,华北板块与西伯利亚板块、扬子板块,由西向东对接,必蒙海槽与秦岭海槽消失。上述就是板块构造对华北地台古地理的总控制作用。

2 沉积特征

华北地台在南北两条高地之间的广阔含煤建造中曾有河流、湖泊、沼泽和浅水海湾发育,形成了滨海沉积含煤建造,包括本溪组和太原组。二叠纪沉积建造包括山西组、下石盒子组、上石盒子组。

研究表明,石炭纪含煤建造形成的基本构造条件是长期大面积慢速沉降,约 0.005 mm/a ;含煤建造厚度较薄,一般为 $200 \sim 300 \text{ m}$;分布范围广;表现出地台构造活动时,空差异小,地壳以升降运动为主,沉积旋回明显,以及岩性岩相的稳定性。二叠纪华北地台北侧仍属地槽区,发育一套厚度达 $5\,000 \sim 7\,000 \text{ m}$ 的富含火山物质的海陆交互沉积。

以下分组说明各组的沉积特征:

2.1 本溪组

该组在辽宁太子河流域发育良好。在本溪松树岭,该组底部为厚约 10 m 的粘土岩,假整合于中奥陶统石灰岩之上;下部为砂岩、页岩和砂质页岩的互层。夹石灰岩一层及薄层状碳质页岩二三层,灰岩中产以 *Eostaffella subsolana* 为代表的蜓类化石群,页岩内产以 *Neuropteris gigantea* 等植物化石;中部为厚层状页岩夹砂岩;上部为砂岩,砂质页岩,页岩及灰岩的韵律层,组成4个旋回,灰岩内产出以 *Fusulina* 及 *Fusulinella* 为代表的蜓类化石群。全组总厚 164 m ,为一套比较典型的海陆交替相沉积。山东,苏北一代本溪组内的浅海相比重量较大,石灰岩层相当发育。向西则海相成分逐渐递减,到晋西,豫西及陕西渭北一带,则基本相变为以残积为主的陆相沉积,海相夹层仅偶尔见及,时有时无。根据本溪组石灰岩的统计,石灰岩层的层数从东到西,即由东部辽东,苏鲁地区向西到冀,晋,豫地区逐渐减少,从7层以上降到1~3层;其累计厚度亦由东部的 $30 \sim 50 \text{ m}$ 减薄到 10 m 以下。西部石灰岩的尖灭线大致是在鲁豫交界—冀豫交—晋南—晋西一带。

因此可以认为,沉积本溪组时中国的北方,是一个向东略有倾斜的盆地,北为阴山,南为大别山,西为乌兰格—平凉隆起所包围,东边敞开于外海相通。海水当时从山东—辽东进入,使盆地内沉积了海陆交替局部含煤的建造,而在盆地的西部、南部及

北部未经海水浸漫之处仅有陆相沉积或残积物。这不仅仅是沉积岩相变化的问题。冀、晋等地为保存本溪地区上部 *Fusulina* 蜓类带,而缺乏下部 *Eostaffella* 蜓类带的实际情况,表明了盆地凹陷的时间是先东后西的,证明华北地区在中奥陶纪隆起后重新发生的沉积是从东往西进行的。

本溪组一般仅含薄煤,可采煤层仅分布于河北、山西等少数地段,层数为1~3层。

2.2 太原组

在山西太原,太原组整个覆盖于本溪组之上,厚约92 m,分3个岩性段。下段称“晋祠砂岩段”包括晋祠砂岩,吴家峪灰岩等,为海陆交替相砂岩,页岩与灰岩斜道灰岩及砂岩,泥岩等夹层,产出丰富的动、植物化石,有植物群 *Neruopterisovata - lepidodendronposthumii*。底部发育一主要可采煤层,全厚28 m。上段从斜道灰岩顶板向上到山西组底部的北岔沟砂岩地面为止,厚19 m,包括东大窑灰岩,七里沟砂岩及页岩、煤层等。河南、山东南部、安徽北部及江苏北部地区,太原组的3个岩性段有所变化,下段系灰岩段,有1~3层灰岩和1~4层煤层组成;中段为砂岩段,夹灰岩和薄煤层。上段为灰岩段,以中厚层状灰岩为主,夹煤层4~5层。

太原组岩相的总特征是以北部的碎屑岩为主,南部以石灰岩为主,西部宁夏、内蒙古一带,基本上以碎屑岩和夏、内蒙古一带,基本上以碎屑岩和泥质岩为主。盆地中大部分为海陆交替相沉积,从石灰岩分布规律可明确看出,南部为海水涌进的主要通道。

太原组含煤较丰富,河南济源—山东兖州一线以北地区煤层层数不多但总厚度大,厚度大于5 m,局部可达30 m。该线以南煤层层数增多但厚度减少到5 m以下。

2.3 山西组

总的来说,山西组以过渡相为主,纯粹的陆相沉积仅分布于盆地北缘的阴山南麓,呈近东西向展布。山西组的厚度变化相当平稳,山西组沉积时,中国北方继承了太原组沉积时盆地的轮廓和沉积性质,乌兰格—平凉隆起继续存在,仍有较薄的沉积;苏鲁一带与外海有联系,但未进入过大量的海水。盆地内部地形平坦,当时的构造活动也相当平稳,因此过渡相沉积得以在大面积内形成,各地的沉积厚度也相差不大。东部形成了南部细碎屑岩含煤建造,以及北部晋冀一代发育于滨海低地之上以陆相为主的碎屑岩含煤建造,两套建造之间似有一东西向的滨岸沙堤隔开。

整个华北地区山西组的含煤性比较均匀,差别不大。煤层最厚处在阴山南侧,普遍达10 m以上,各地石炭二叠纪的主采煤层基本都属于山西组。

2.4 下石盒子组

下石盒子组形成时的华北盆地,又在山西组沉积的基础上,进一步减少了与海外的联系,形成了与内陆相似的沉积盆地。仅在局部地区还存在从外海深入的泻湖或海湾。侯马—兖州一线继承了原山西组形成时稍高的东西向沙堤状地貌,它一方面影响了碎屑岩粒级由北向南变细的趋势,令一方面也可能对气候的区域变化起到一定的影响。

可采煤层一律集中分布于侯马—兖州以南的地区,大致从山东南部到苏北、皖北,煤层的总厚度逐渐增加,由1 m增加到10 m左右。

2.5 上石盒子组

上二叠世下部的上石盒子组在华北大部分地区都是不含煤的地层,仅在安徽、江苏北部,河南等地局部含有煤层。上石盒子组是下石盒子组沉积基础的一种近似内陆盆地中的沉积产物,实际上当时距外海并不远。沉积物主要是一套河、湖相碎屑岩,其颗粒是北部晋冀地区比南部豫皖地区粗些。当时苏皖一带与外海间仍保持着一定的联系,但因受北部干旱气候侵袭的影响,只形成了几次短暂的泻湖。因为干旱气候带由北向南扩展,并随时间逐渐加强,豫皖地区沉积在上石盒子组上部层位中也得到相当程度的发育。

上石盒子组中可采煤层在区域分布上的北界大致在郑州—徐州一线,可采煤层的总厚度是由北向南逐渐增加,到淮南,豫西一带可达10 m,甚至10 m以上,煤层层数亦同时由北向南逐渐增加。

3 成煤环境

煤的成岩作用是指泥炭的压实、脱水、胶结以及相应的化学变化。本溪组煤层和太原组煤层的顶板多为海相砂泥岩、页岩,部分为灰岩。在泥炭层形成后,即有大面积海相沉积覆盖,泥炭层掩埋条件好。其上覆沉积物的不断加厚,使之压实、脱水、胶结并发生一系列的化学变化。山西组下段各煤层,其顶板为三角洲的砂泥岩或砂岩泥炭层靠河道的迁移,被间湾沉积、河道沉积或决口崩沉积物掩埋。泥炭层的掩埋速度较慢,常在掩埋前已遭强烈的氧化分解,丝炭化组分高。但是,掩埋后其上的沉积物堆积速度较快,压实作用强,脱水、胶结都以较快速度进行。同时由于三角洲环境的河流作用强,被掩埋的泥炭层也经常被冲刷。山西组上段至下石盒子组的煤层,顶板为河流相砂页岩与砂岩,泥炭层的掩埋主要靠河道沉积物的侧向迁移,也有决口扇沉积物的掩埋。掩埋条件比较差,上覆沉积物不均一,压实、胶结作用差异大,相应的化学变化也因地而异。

4 变质作用

煤的变质环境主要指温度、压力2个因素。这

白垩系地层冻结温度场实测与数值模拟分析

王涛¹, 岳丰田¹, 檀鲁新², 齐吉龙², 国重宽³, 张洪清³

(1. 中国矿业大学 深部岩土力学与地下工程国家重点实验室, 江苏 徐州 221008; 2. 兖矿新陆建设发展有限公司, 山东 邹城 273500; 3. 中国华能扎赉诺尔矿业有限公司 灵东煤矿, 内蒙古 满洲里 021410)

摘要: 为了深入研究白垩系地层的冻结规律, 现场实测并数值模拟了扎赉诺尔矿区灵东煤矿风井的冻结温度场, 分析了其 -260 m 层位细砂岩的冻结壁温度场发展特性, 给出了冻结壁发展速度等关键技术参数, 并用数值模拟验证了现场实测规律。对该地区后续矿井的冻结设计、方案优化以及冻结施工具有指导意义。

关键词: 白垩系地层; 温度场; 实测; 数值模拟

中图分类号: TD163

文献标识码: A

文章编号: 1008-8725(2009)03-0121-03

Analysis of Actual Measure and Numerical Simulation for Freeze Temperature Field in Cretaceous Stratum

WANG Tao¹, YUE Feng-tian¹, TAN Lu-xin², QI Ji-long²,
GUO Zhong-kuan³, ZHANG Hong-qing³

(1. State Key Laboratory for Geomechanics & Deep Underground Engineering, CUMT, Xuzhou 221008, China; 2. Yankuang Xinlu Freeze & Installation Co Ltd., Zoucheng 273500, China; 3. Zhalainguoer Mining Industry Co Ltd., China Huaneng Group, Manzhouli 021410, China)

Abstract: In order to further study the frozen cretaceous formation, actual measurement and numerical simulation were taken for freezing temperature field of ventilation shaft of Lingdong Coal Mine in Zhalainguoer mining site, analyzed the temperature field development characteristics of frozen tube wall of packsand in -260m, gave the key technical parameters as the speed of development of freeze walls, and also the numerical simulations verified the site measure rule. The present has instructive significance to subsequent frozen coal mine design, project optimization and freeze construction in the region.

Key words: cretaceous stratum; temperature field; actual measurement; numerical simulation

0 前言

人工地层冻结法是利用人工制冷方法把土壤中

的水冷却成冰, 将地层冻结形成冻结壁, 以抵抗地压, 隔绝地下水, 然后在冻结壁的保护下进行开挖的一种施工工法^[1]。冻结法已成为我国采矿工业通过深厚

2个因素在一定的作用时间下, 控制煤的变质程度压力的大小由煤层上覆岩层厚度决定。上覆岩层厚度又与构造发展密切相关。印之运动时期, 各煤层所受压力相差不是很大, 盖层厚度比较一致。燕山期, 华北地台抬升接受剥蚀, 本区无沉积, 第四纪沉积了数百米的松散层。这些盖层对石炭二叠纪时期古生物地层的变质作用产生很大的影响。

从地质历史上看, 中生代燕山运动以前, 太原组和本溪组煤已变质到偏低的肥煤阶段, 太原组上部 and 山西组已达气肥煤和气煤阶段。燕山阶段, 巨大的火成岩侵入, 地温增加, 整个煤田的煤变质程度普遍提高。个别区有火山岩直接侵入煤层, 使煤层变质程度特别高甚至出现天然焦, 所以华北地区煤变质环境有3个: 一是深成地源热变质作用环境, 主要在燕山运动以前表现明显; 二是远源岩浆热变质作用, 这二者表现为煤的变质作用强度在同一地区同步增强; 三是岩浆侵入接触变质作用环境, 表现为局部急剧增强。

华北地区石炭二叠纪煤变质带的展布, 除西部贺兰山中高变质煤带为南北向, 河西走廊中高变质煤带为北西向外, 其余各变质带大致呈东西向或近东西向展布, 高变质带与中低变质带相间排列。

5 结束语

石炭二叠纪含煤建造在我国北方有相当广泛的分布, 其范围遍及华北, 西北区的大部, 东北区的南部, 以及中南、华东区的北部, 是我国重要的聚煤期之一。华北地区的石炭二叠纪煤层是我国最主要的煤田分布区, 从内蒙古大青山到长白山, 从鄂尔多斯盆地到黄淮平原, 涉及全国十多个省市。区内煤炭资源异常丰富, 储量约占全国总储量的三分之一, 所以对该区进行更深入的研究分析对我国煤炭事业的发展有重要意义。

参考文献:

- [1] 桑树勋, 陈世悦, 等. 华北晚古生代成煤环境与成煤模式多样性研究[M]. 地质科学, 2001, (4): 212-221.
- [2] 刘焕杰, 贾玉如, 王宏伟. 华北石炭纪古建造的表海壁岛体系特点及其事件沉积[J]. 沉积学报, 1987, (3): 73-80.
- [3] 尚冠雄. 华北地台晚古生代煤地质学研究[M]. 太原: 山西科技出版社, 1997.
- [4] 朱柳如, 王杰, 等. 中国煤田的形成与分布[M]. 北京: 科学出版社, 1992.
- [5] 童玉名, 等. 中国成煤大地构造[M]. 北京: 科学出版社, 1994.
- [6] 王钟堂, 潘随贤, 等. 中国煤炭的资源及其勘探与开发[J]. 煤炭学报, 1987, (4).

(责任编辑 徐艳杰)

收稿日期: 2008-10-28; 修订日期: 2008-12-24

作者简介: 王涛(1983-), 男, 河北定州人, 现为中国矿业大学建筑工程学院岩土工程研究所 2006 级硕士研究生, 专业方向为岩土工程冻结及监测, Tel: 13685194192, E-mail: wangtaolaodi@126.com.