

文章编号: 1001-1986(2001) 05-0046-03

国家庄矿 - 210 m 北大巷突水原因分析

卜昌森¹, 梁明², 曲修术¹ (1. 肥城矿业集团公司国家庄煤矿, 山东 肥城 271613;
2. 西安科技学院测量工程系, 陕西 西安 710054)

摘要: 肥城矿区国家庄煤矿 - 210 m 北大巷曾发生突水量高达 32 970 m³/h 的突水事件, 出水点附近地质构造复杂, 含水层互相对口接触, 这一大型突水是承压水沿断裂构造薄弱带突入巷道所致。

关键词: 突水通道; 突出物; 断裂; 分析

中图分类号: P641.4 **文献标识码:** A

1 引言

肥城煤田位于肥城断陷盆地的北部, 四周为太古界泰山群和寒武 - 奥陶系构成的低山丘陵所环绕, 整个煤田被第四系所覆盖。其东、西、北三面均为边界断裂所包围, 地层的基本走向为 NEE, 倾向 NNW, 倾角 6~17°; 总体构造形态为一向北倾斜的单斜构造。矿区内断裂发育, 仅在边缘有少数小型背向斜。肥城矿区水文地质条件极其复杂, 下组煤(7、8、9、10 层煤) 的开采受第五层灰岩(徐家庄灰岩) 和奥陶纪灰岩承压水的严重威胁。从 1965 年开采以来, 发生突水 200 余次, 其中突水量大于 1 000 m³/h 的 7 次, 损失巨大。特别是 1993 年元月 5 日国家庄矿 - 210 m 北大巷沿七层煤掘进过程中发生特大型突水, 涌水量高达 32 970 m³/h, 造成全矿被淹, 并殃及相邻的隆庄矿和南高余矿, 直接经济损失达 1.1 亿元。显然, 分析这一大型突水的成因具有较大的实用意义。

2 井田水文地质概况

国家庄井田位于肥城煤田的西南端。走向长 5.25 km, 倾斜宽 0.5~1.8 km, 面积 6.25 km²。东南以 F7 断层与白庄矿为界, 西北以 F25 和 F3 断层与查庄矿、聊城矿划界, 西南为人为技术边界与南高余矿、隆庄矿为界。

矿井的构造形态为一向 NE 倾伏的向斜构造, 井田内断裂特别发育, 落差大于 30 m 的大中型断层有 7 条, 延展长度均达 1 000 m 以上, 落差 10~30 m 的断层达 18 条, 严重影响着采区的合理划分和巷道布置。

含水层主要有第四系砂及砂礓层, 二叠系山西组砂岩, 石炭系太原群石灰岩, 本溪群徐家庄灰岩(五灰) 及奥陶系灰岩。其中第四系砂礓层, 太原群的第一、二层石灰岩含水层已基本疏干, 对矿井充水影响不大。

四灰含水层厚 2.54~7.13 m, 平均 4.97 m, 为 8 层煤的直接顶板, 上距 7 层煤 13.71 m, 岩溶裂隙发育, 通过 F7 断层组接受五灰和奥灰水的补给, 水文地质条件复杂; 五灰含水层厚 6.72~9.44 m, 平均 7.48 m, 上距 10 层煤 16.56 m, 下距奥灰平均 10.23 m, 岩溶裂隙发育, 因构造影响, 与奥灰含水层水力联系密切; 奥灰含水层厚 800 m 左右, 地面出露广泛, 直接接受大气降水的补给, 含水丰富, 动水量达 2.8×10^4 m³/h, 是四灰、五灰的水源层。

3 突水经过

-210 m 北大巷是国家庄矿二水平的主要运输大巷, 沿 7 层煤掘进, 7 层煤距四灰、五灰、奥灰的间距分别为 13.71 m、49.24 m 和 65.51 m。巷道东邻 GF3 正断层, 该断层有 340 及 G401 号钻孔穿过, 开采过程中已有 30 多处控制, 落差 20~30 m, 此断层在上组煤揭露时不导水, 下组煤在 -210 m 水平有三处揭露, 也不导水。1992 年 12 月~1993 年元月 5 日, -210 m 北大巷开拓过程中, 在 24 m 范围连续揭露落差分别为 3.5 m、1 m、2.2 m 的 3 条呈阶梯状分布的正断层。1993 年 1 月 5 日 22 时 30 分, 巷道右壁片帮, 底板鼓起, 一声巨响, 突然涌水, 来势很猛。水携带大量岩石碎块和煤岩碎屑涌入巷道, 涌水量高达 32 970 m³/h。出水后 2 h 10 min, -210 m 水平全部淹没, 6 h 30 min 矿井被淹。因隆庄矿开采了

收稿日期: 2001-01-10

作者简介: 卜昌森(1963-), 男, 山东诸城人, 肥城矿业集团公司国家庄煤矿高级工程师, 全国煤炭系统专业技术技尖人才, 从事矿井防治水及煤矿管理工作。

部分边界煤柱,且与高余矿采空区多处相通。因而隆庄、南高余矿也相继淹没。

突水 5 h 后,在井田内距突水点 900 m 的奥 3 孔水位下降 5.8 m,相距 1 870 m 的奥 1 孔水位下降 4.9 m,相距 3 000 m 的 G501 孔(五灰)水位下降 2.8 m,相距 1 290 m 的原已疏干的 G402(四灰)孔水位上升 94.1 m;在井田西南南高余境内,距突水点 5 540 m 的奥 2 孔水位下降 5.7 m,相距 5 650 m 的奥 4 孔水位下降 5.13 m,相距 4 440 m 的 N505 孔(五灰)水位下降 5.2 m;在井田西北查庄井田内,距突水点 2 540 m 的 86-水 3 奥灰水位最大降深为 10.29 m,相距 2 420 m 的 86-水 1 孔(五灰)水位下降 18.63 m。此次突水还影响了井田东南的白庄井田,白庄矿于 1993 年 1 月 5 日 10 时 30 分进行了第三次五灰放水试验,-210 m 北大巷突水后,水位突然下降,88-观 1(五灰)孔水位下降 11 m,92-W7(五灰)孔水位下降 13 m,突水 100 h 后水位逐渐恢复正常。

从以上水位动态变化情况及突水量巨大都证明此次突水的水源是奥灰水。

4 突水原因分析

-210 m 北大巷突水的地质因素和突水通道曾有断裂突水和陷落柱突水两种不同看法。

4.1 突出物的主要特征

突水同时,涌水曾携带出大量碎屑物质,其突出物总量达 16 518 m³ 之多。突出物主要由煤、粉砂岩、灰岩等碎屑及松散砂所组成。其中煤占 39.4%、粉砂岩占 30.3%、灰岩占 12.2%、砂粒占 16.6%、灰白色中砂岩及硅化木占 1.0%,软泥占 0.5%。突出物的粒径大小不一,从 0.01 mm 至 50~80 cm,并见一块 180 kg 重的灰岩块。这些碎块多数具有一定的磨圆度,灰岩碎块表面溶蚀现象发育。经薄片鉴定,灰岩块主要以泥晶灰岩和生物碎屑为主,其层位属四灰、五灰和奥灰;砂岩块主要为细砂岩和岩屑砂岩。据煤样显微组分鉴定,突出物中的煤块或煤屑主要来自 7 煤、8 煤及以下层位。松散砂层的 X 衍射、差热分析和电镜扫描等测试资料表明,其主要成分是石英和方解石,其中的石英是古河漫滩堆积后被充填在溶洞和溶隙中,是一种岩溶充填物,来自五灰和奥灰含水层。

从突出物平面分布看,它们主要位于-210 m 大巷、Ⅰ号石门、Ⅱ号石门、集中巷和 7200 石门。其中:-210 m 大巷内突出物体积为 12 478 m³,占总量的 76%;Ⅰ、Ⅱ号石门和集中巷的突出物为 2 938

m³,占总量的 18%;7200 石门的突出物为 1 102 m³,占总量的 6%。同时接近出水点,突出物主要是煤块和岩屑,而远离出水点,主要为松散的砂粒,这与突水时的水动力条件变化有关。从垂向分布看,突出物堆积高度一般占巷道的 2/3 以上,而且愈靠近出水点,突出物的堆积高度愈大。在同一剖面上,煤、岩碎屑及松散砂层交替堆积,且突出物表层主要为大的灰岩碎块,这证明在突出过程中,煤系的碎屑在先,奥陶系灰岩的碎块在后。

4.2 突水点及其附近的地质构造分析

-210 m 北大巷是国家庄井田二水平的主要运输大巷,沿七层煤掘进,下距四灰、五灰和奥灰含水层的层间距正常为 13.71 m、49.2 m 和 65.51 m。(图 1)

国家庄井田为一向 NE 倾伏的向斜构造。-210 m 北大巷突水点恰在向斜北部的转折端附近,NE 向和 SN 向的断裂十分发育。

国家庄井田具多级滑动构造。发育在假整合面上的主滑面,滑动强度比较大,它一方面使五灰含水层以下的隔水层遭受严重的破坏和缺失,使五灰和奥灰含水层成为一联合水体,另一方面主滑面对奥灰顶部充填带破坏和改造也比较彻底,从而为奥灰顶部岩溶洞穴的发育创造了良好的条件。同时,煤系中的次级滑面发育比较好,数量也比较多,顺层断层和缓倾角断层多处出现,煤层的稳定性受到严重破坏。-210 m 北大巷突水点处巷道底板以下 17 m 的 GF19 正断层为一隐伏的缓倾角断层,该断层在-210 m 北大巷 8 个堵水孔均曾揭露,走向 NS,倾向 W,倾角 20°;落差 25 m,断层带较宽,平均 5 m 左右,且极破碎。其上盘的四灰与下盘的五灰近似对口,为一导水断层;在-210 m 北大巷以东 60 m 处为 GF3 断层,该断层有 340 孔和 G401 号钻孔穿过,开采过程中有 30 多处控制,走向 N35-10 E,倾向 NW,倾角为 55~60°;落差为 20~30 m。此断层在上、下组煤揭露时均不导水,而-210 m 北大巷在掘进时对其预留了 60 m 的防水保护煤柱;在 GF3 断层以东 40 m 处即为 F7-1 断层。该断层为 F7 断层

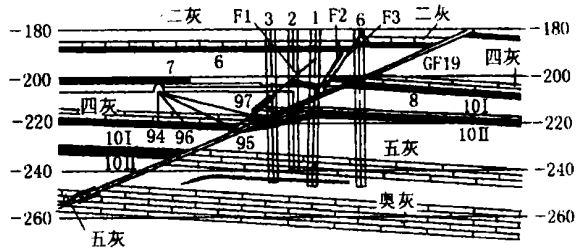


图 1 -210 m 北大巷Ⅰ-Ⅰ剖面图

的附生断层,走向 N 35—45 W,倾向 NW,倾角 65~70°;落差 20 m。在-210 m 北大巷附近,F7-1 断层与 GF3 断层近似平行,其上盘的五灰与下盘的奥灰对口接触。该断层的导水性极好。因此,从突水点附近的地质构造分析,五灰和奥灰高承压水通过断层突入巷道的可能性极大。

4.3 物探信息

为了进一步查明突水点附近的导水构造及径流带,我们联合煤炭科学研究总院西安分院物探研究所对-210 m 北大巷突水点附近相对地表 150×260 m² 范围内,采用瞬变电磁法进行了探测。本次探测按 30×20 m² 测网密度,共布置 6 条测线,每线 16 个座标点,计 96 个点。采用 400×400 m² 发射框,40×40 m² 接收线框,工作频率为 6.25 Hz,观测信号采用 60 次叠加。通过探测,11 道所在位置与其下伏地层在电性上有明显的差异,11 道所在水平横向电性比较一致,而其下伏地层即 12~15 道在横向上电性有明显的不均一性。其各道的解释深度及对应层位见表 1。

从 TEM 异常区平面投影图可以看出,TEM 低阻异常带分布区主要集中在-210 m 北大巷出水点以南区域,北西方向零星分布。由富水异常区的走势形态可以断定水体径流带走向在测区内为近北西—南东方向;东南侧的主要富水区与 GF3、GF19、F7-1 断层位置吻合,说明本测区内的主要导水构造为断层破碎带。而北西方向的零散富水区是隐伏断层和裂隙带导水所致。这与后期的 7200、8200 采区开采和钻探揭露的资料相吻合。

5 突水成因推断

5.1 断裂构造可以诱发大的突水

国家庄井田位于肥城煤田西南端的地下水泄水口或排泄区附近,处于古河道地下水强径流带上。整个井田通过断裂构造充分接受奥灰水和地表水的补给,水源特别充足,含水量丰富。而-210 m 北大巷

表 1 11~15 道解释深度及对应层位

道界	11	12	13	14	15
深度/m	264	322	355	412	502
标高/m	-189	-247	-280	-337	-427
对应层位	二灰	五灰	奥灰	奥灰	奥灰

突水后,本井田及周边地区的奥灰水位发生大幅度的变化,这显示井田内和周边地区的地下水水力联系十分密切,地下水循环交替快。-210 m 北大巷迎头的东部和前部为 GF3、F7-1、GF19 正断层,落差均在 20 m 以上,造成五灰、奥灰呈一联合水体,且 GF19 断层为缓倾角断层,断层破碎带较宽,并与 GF3 断层交叉切割。地下水通过断层破碎带呈面状涌入巷道,造成大型突水是可能的。

5.2 钻孔冲出物与突水特征相似

在与-210 m 北大巷同标高且平行的副巷内距突水点 160~420 m 地段施工了五灰、奥灰孔 12 个,其单孔水量均大于 50 m³/h,最大达 150 m³/h,这些孔均有大量碎屑岩块冲出,其中放 W12 孔冲出物最多,达 6 m³。在 7200 采区底车场施工的 W14 孔距-210 m 北大巷突水点 520 m,该孔穿过 GF3 断层并揭露五灰,出水量达 200 m³/h,冲出大量泥砂、碎岩块,且有一定的磨圆度,灰岩碎块表面溶蚀现象较发育。这些钻孔冲出物成分及冲出顺序与-210 m 北大巷突水时的突出物特征十分相近。

5.3 岩层标志层稳定

据突水点周围 800 m×1 200 m 范围布置的 56 个钻孔资料,除个别钻孔见断层破碎带外,各个钻孔的标志层间距比较稳定,没有发现陷落柱,特别是在-210 m 北大巷 8 个堵水钻孔内只发现 GF19 断层破碎带(5.0 m),且该破碎带以上各标志层间距及以下各标志层间距比较稳定。

综上所述可以得出如下结论,-210 m 北大巷突水的原因不是陷落柱突水,而是五灰、奥灰高承压水沿断层破碎带涌入巷道。

Analysis of a groundwater inrush at -210 m North Main Tunnel in Guojiazhuang Coal Mine

BU Chang-sen¹, LIANG Ming², QU Xiu-shu¹

(¹. Guojiazhuang Coal Mine, Feicheng Mining Corporation, Feicheng 271613, China;

². Xi'an University of Science & Technology, Xi'an 710054, China)

Abstract: A groundwater inrush occurred with water amount reached 32 970 m³/h at -210 m North Main Tunnel in Guojiazhuang Coal Mine of Feicheng Mining Area. The geological structures are complicated near the water inrush point, and different aquifers contact each other. The severe inrush resulted from confined water gushing into tunnel through weak fractures.

Key words: water inrush passage; ejected material; fault; analysis