

赵固一矿 11092 工作面底板注浆改造及加固技术研究

陈宗耀

焦作煤业集团赵固(新乡)能源有限责任公司赵固一矿

DOI: 10.12238/jpm.v5i11.7438

[摘要] 随着煤矿开采深度的增加,底板突水问题日益严重,对煤矿安全生产构成了严重威胁。通过对煤矿工作面底板注浆改造及加固技术的研究,分析了防治水工程难度以及措施,该技术的设计目的、设计原则,参数依据,工作面整体钻孔设计及应用地点,实施效果带来的效益评价等方面,旨在为煤矿底板水害防治提供有效的技术支持。

[关键词] 底板注浆;改造;措施;钻孔设计;技术研究

Research on grouting transformation and reinforcement technology of 11092 working face of

Zhaogu First Mine

Chen Zongyao

Jiaozuo Coal Industry Group Zhaogu (Xinxiang) Energy Co., LTD. Zhaogu First Mine

[Abstract] With the increase of coal mining depth, the problem of water penetration on the bottom plate is increasingly serious, which poses a serious threat to the coal mine safety production. Through the study of coal mine surface floor grouting transformation and reinforcement technology, analyzes the difficulty of water engineering and measures, the design of the technology purpose, design principle, parameter basis, face overall drilling design and application site, the effect of benefit evaluation, etc., aims to provide effective for coal mine floor water prevention technical support.

[Key words] bottom plate grouting, transformation, measures, drilling design, technical research,

一、概况

(一) 工作面概况

11092 工作面属于矿井的-525m 水平,位于矿井东翼,所属盘区为东一盘区,开采煤层为二₁煤层,二₁煤层顶板(底分层区域为人工假顶)标高为-419.6~-491.6m。对应地面位置标高为+78.7~+84.6m,该工作面对应地表有赵固二矿铁路(IV级铁路,保护等级为IV级)、辉吴公路(四级公路,保护等级为IV级)、高压线路(110kV,保护等级为III级)和石门河(保护等级为III级)。该工作面井下位置及四邻采掘情况为:该工作面为 11091 工作面的底分层工作面(另外 11092 上顺槽北部和南部、11092 下顺槽北部和南部以及 11092 切眼为二₁煤层全煤厚区域),西北为东翼三条大巷,东北为已回采结束的 11111 工作面和 11112 工作面,东南为 DF₃₇ 断层阻隔水煤(岩)柱,西南为已回采结束的 11071 工作面和 11072 工作面。二₁煤层厚度 1.2~2.5m,平均厚度 2.22m,

二₁煤层结构简单,局部含有少量夹矸。

(二) 防治水工程难度分析

1. 底板注浆改造深度

根据《煤矿防治水“三区”管理办法》要求,“厚隔水底板(>80m)条件下底板完整”,因此工作面底板注浆改造加固深度位于煤层底板下 80m,11092 工作面为底分层工作面,底板破坏深度具有不确定性。

2. 断层对防治水工程的影响

11092 工作面上、下顺槽掘进期间揭露 9 条小断层(详情查看表 1),从矿井以往实际生产揭露情况看,一是断裂构造纵向切割深度大,部分小断层切割至 L₂ 灰岩层位,多张性断裂,破坏岩体完整性,矿井以往突水多次因揭露小断层引起;二是工作面内揭露的 6 条小断层相互切割的关系难以分析,对防治水工程设计存在较大影响,水害治理工程量大且难度增加。

表1 11092工作面断层情况一览表

序号	断层名称	走向(°)	倾向(°)	倾角(°)	性质	落差(m)	对回采影响程度
1	DF ₄₁₋₁	273	183	60	正断层	0.6	影响较小
2	DF ₄₁₋₂	273	183	60	正断层	1.0	有一定的影响
3	DF ₄₁₋₃	273	183	60	正断层	0.3	影响很小
4	DF ₄₁₋₄	48	318	60	正断层	0.8	影响较小
5	DF ₄₁₋₅	95	5	65	正断层	1.2	有一定的影响
6	DF ₄₁₋₆	39	309	65	正断层	0.6	影响较小
7	DF ₄₁₋₇	99~102	9~12	60~68	正断层	0.8~1.6	有一定的影响
8	D ₁₆	277	187	50	正断层	1.3	有一定的影响
9	D ₁₇	59~69	329~339	65~74	正断层	0.5~1.7	有一定的影响

(三) 采取措施

1. 井下底板注浆改造

利用工作面上、下顺槽布置注浆钻孔,通过注浆钻孔注浆来充填底板灰岩含水层的岩溶裂隙和导水裂隙,从而大大减弱含水层的富水性并切断水源补给通道,使受注含水层被改造为隔水层或弱含水层,同时增强了二₁煤层底板隔水层的强度,降低了工作面底板出水的可能性,有利于工作面的安全回采。

2. 断层注浆加固

根据工作面内断层的发育程度及前期对断层切割深度、可能延展方向资料的分析,在断层破碎带区域布置 L₂ 灰岩钻孔(在顶分层 11091 工作面已对断层 L₈ 灰岩进行加固),对断层实施立体注浆加固,提高断层附近巷道承压能力,确保工作面安全回采。

二、主要技术内容

(一) 设计目的

11091 工作面进行了底板注浆改造,且工作面已安全回采结束,工程施工过程中,存在部分水量大($\geq 10\text{m}^3/\text{h}$)、注浆量大的钻孔未施工检验钻孔的现象,为确保 11092 底分层工作面安全回采,需对原施工的水量大($\geq 10\text{m}^3/\text{h}$)、注浆量大的钻孔进行检验,并施工探查检验钻孔对 11091 工作面注浆改造效果进行检验。

(二) 底板注浆改造工程设计原则

1. 依据《煤矿防治水细则》及《河南省煤矿防治水管理办法》相关规定进行工程设计。

2. 布孔依据:(1) 11091 工作面及相邻工作面实际揭露的地质资料、物探资料及底板改造钻孔资料等;(2) 探查钻孔应尽量与主裂隙方向正交或斜交;(3) 对顶分层钻孔覆盖区域设计钻孔揭露 L₈ 灰岩间距 $\leq 60\text{m}$,未覆盖区域设计钻孔揭露 L₈ 灰岩间距 $\leq 40\text{m}$ 。

3. 施工过程中,对发现富水性、导水性较好的区域随时补孔和增加检查孔,探查工程要在确保水害防治安全的前提下达到最佳经济效果。

(三) 底板注浆改造工程参数的确定及依据

1. 注浆终压的确定

根据要求,钻孔注浆终孔压力应达到水压的 1.5~2.0 倍,即:(1.5~2.0)×6.1MPa=9~12.2MPa,本工作面注浆孔设计终孔压力规定为 13MPa,构造破碎带附近可根据实际情况降低注浆终压。

2. 探查检验钻孔深度

工作面近三年 L₈ 灰岩含水层水位最高值为+82.197m,水压为 5.3~6.1MPa,利用突水系数法计算钻孔加固深度为 61m,设计钻孔加固深度为 75m。

工作面近三年 L₂ 灰岩含水层水位最高值为+109.37m,水压为 6.0~6.8MPa,利用突水系数法计算钻孔加固深度为 68m,设计钻孔加固深度为 75m。

根据《煤矿防治水“三区”管理办法》要求,“厚隔水底板(>80m)条件下底板完整”,因此工作面底板注浆改造加固深度位于煤层底板下 80m。

3. 突水系数计算

该工作面直接底板充水水源为 L₈ 灰岩水, L₈ 灰岩厚度 7.58~11.24m,平均 9.10m,上距二₁煤底板 23.90~26.82m,平均 25.53m。近三年 L₈ 灰岩含水层水位最高值为: +82.197m,水压为 5.3~6.1MPa,突水系数为 0.208~0.271MPa/m,大于突水临界值,工作面回采时底板突水可能性极大,因此必须进行底板加固和 L₈ 灰岩含水层改造。

该工作面间接底板充水水源为 L₂ 灰岩水和 O₂ 灰岩水:

L₂ 灰岩厚度 15.78~17.41m,平均 16.60m,上距二₁煤底板 96.54~97.24m,平均 96.89m。近三年 L₂ 灰岩含水层水位最高值为: +109.37m,水压为 6.0~6.8MPa,突水系数 0.063~0.071MPa/m,正常情况对二₁煤层没有影响,断裂沟通情况下对工作面回采威胁大。

O₂ 灰岩厚度大于 400m,上距二₁煤底板 129.60~136.55m,平均 133.08m。近三年 O₂ 灰岩含水层水位最高值为: +83.65m,水压为 6.3~7.2MPa,突水系数为 0.047~0.056MPa/m。正常情况对二₁煤层没有影响,断裂沟通情况下对工作面回采威胁大。

(四) 工作面整体钻孔设计

根据上述探查检验目的及探查检验钻孔设计原则进行钻孔布置。

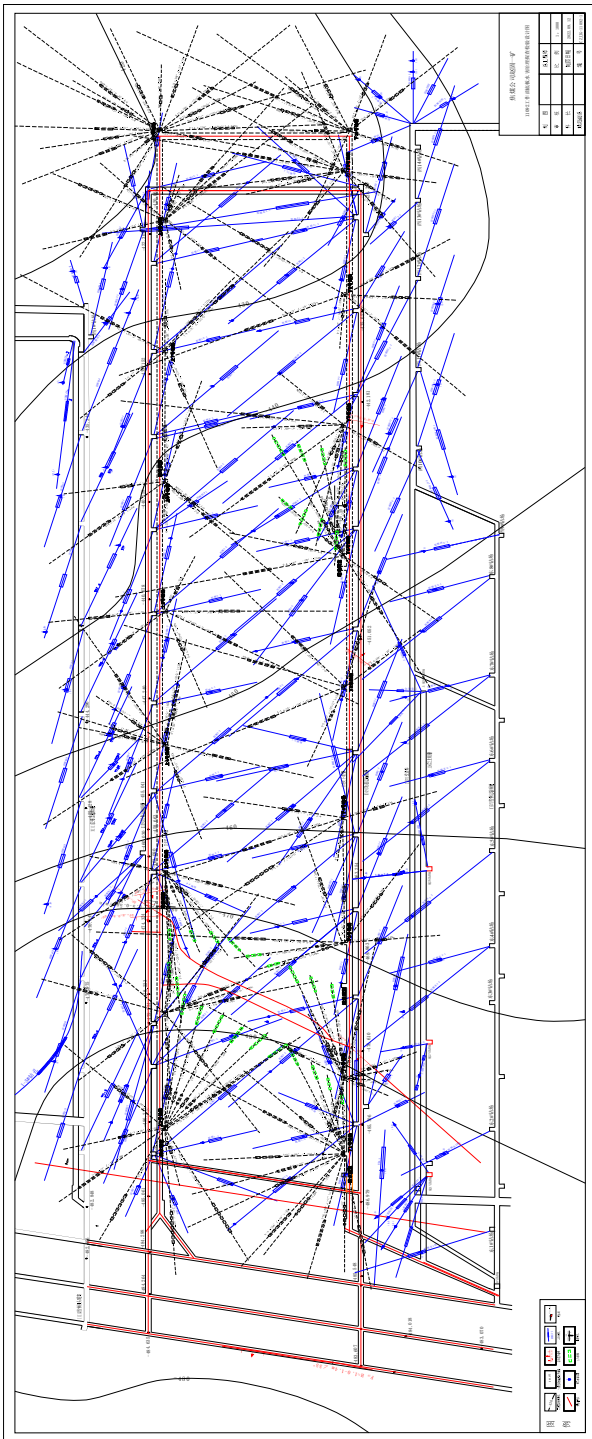
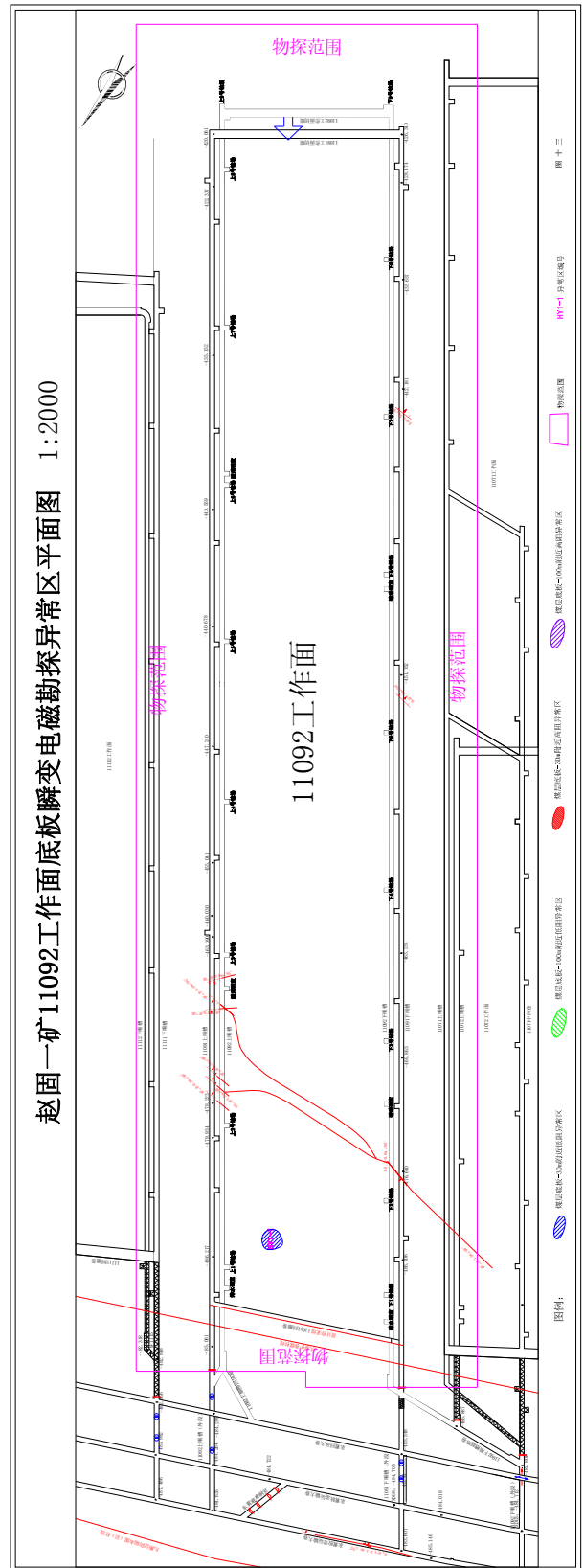


图1 11092工作面钻孔整体布置图

(五) 工作面重点区域钻孔设计

1. 物探异常区

工作面底板注浆改造后利用“瞬变电磁”进行物探，共解释低阻异常区1个（其中上顺槽1个），解释成果见图2。



赵固一矿11092工作面底板瞬变电磁勘探异常区平面图 1:2000

图2 11092工作面瞬变电磁勘探异常区平面图

本次解释的异常区深度32m附近，针对此处异常区，共设计2个钻孔对其进行检验，钻孔间距按 $\leq 30m$ 布置。

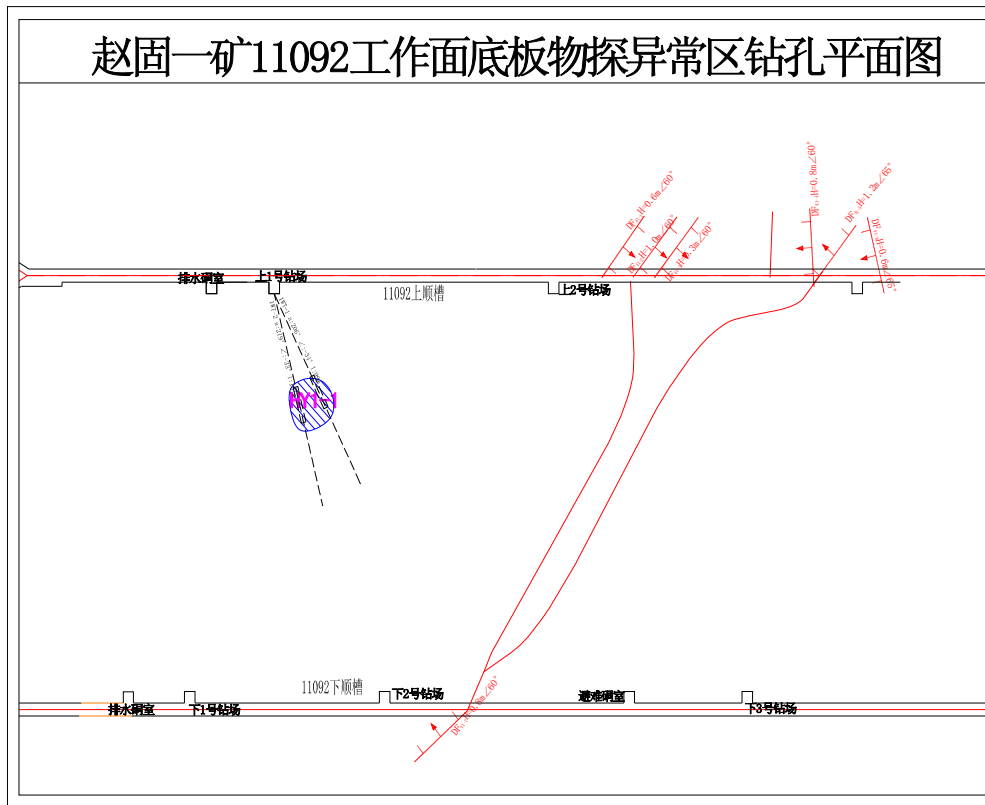


图3 11092工作面物探异常区钻孔布置图

2. 工作面内断层加固

利用11092上顺槽1号、2号、3号和下顺槽1号、2号、3号钻场施工钻孔对 D_{11} 断层带(落差0.3~1.2m);利用下顺槽6号、7号对 D_{16} (落差1.3m)及 D_{17} 断层(落差0.5m)进行了注浆加固。

(1) D_{11} 断层带治理情况

利用11092工作面上顺槽1号、2号、3号钻场和下顺槽1号、2号、3号钻场对断层带进行了注浆加固,共施工断层加固钻孔51个,钻孔总进尺8279m,总涌水量1090.79 m^3/h ,共注干料2233.226t,即60 m^3/h 水量平均注浆量为122.84t,注浆干料与涌水量比为2.05,大于1.67,评价合格。

(2) D_{16} 断层治理情况

利用11092工作面下顺槽6号、7号钻场对断层进行了注浆加固,共施工断层加固钻孔8个,钻孔总进尺1247m,总涌水量64.3 m^3/h ,共注干料455.24t,即60 m^3/h 水量平均注浆量为425.458t,注浆干料与涌水量比为7.08,大于1.67,评价合格。

(3) D_{17} 断层治理情况

利用11092工作面下顺槽6号、7号钻场对断层进行了注浆加固,共施工断层加固钻孔8个,钻孔总进尺1328m,总涌水量103.17 m^3/h ,共注干料538.983t,即60 m^3/h 水量平均注浆量为313.453t,注浆干料与涌水量比为5.224,大于1.67,评价合格。

单孔评价:工作面断层注浆加固施工的钻孔注浆量及注浆压力均达到要求,钻孔合格率达 $67 \div 67 \times 100\% = 100\%$,符合要求。

检验钻孔施工情况评价:根据已施工加固钻孔情况并结合钻探、注浆资料分析,断层加固钻孔或其检验钻孔水量小于 $5m^3/h$,符合要求。

综合以上指标,断层注浆加固合格。

3. 调整设计,减少缓倾角长深钻孔施工

根据本矿地质条件及前期施工经验,发现缓倾角长深钻孔在打钻过程中钻孔轨迹不易控制,虽然在施工操作中采取了相应的控制措施,但是钻孔偏斜仍然较严重,因此尽量避免施工缓倾角长深钻孔。

一是调整缓倾角长深钻孔施工方位,使钻孔方位尽量沿煤层缓倾角方向施工,增大钻孔施工角度,减少缓倾角长深钻孔施工;二是严格控制单部钻机每班钻进速度及给进压力(每班进尺不得大于30m);三是区队值班队长每班班前会对当班生产任务进行合理安排,由施工区队跟班队长每班落实工作量。

(六) 过巷道钻孔设计及施工优化

1. 过巷道钻孔优化套管结构,降低巷道底鼓几率

11092工作面正常底板注浆改造钻孔施工采用二级套管,一级套管下入巷道底板以下垂距14m,二级套管下入 L_8 灰岩底板下垂距1m;针对注浆期间过巷道钻孔易导致巷道底鼓问题,对该类钻孔增加一层护巷套管($\phi 146mm$),以降低巷道底鼓几率。

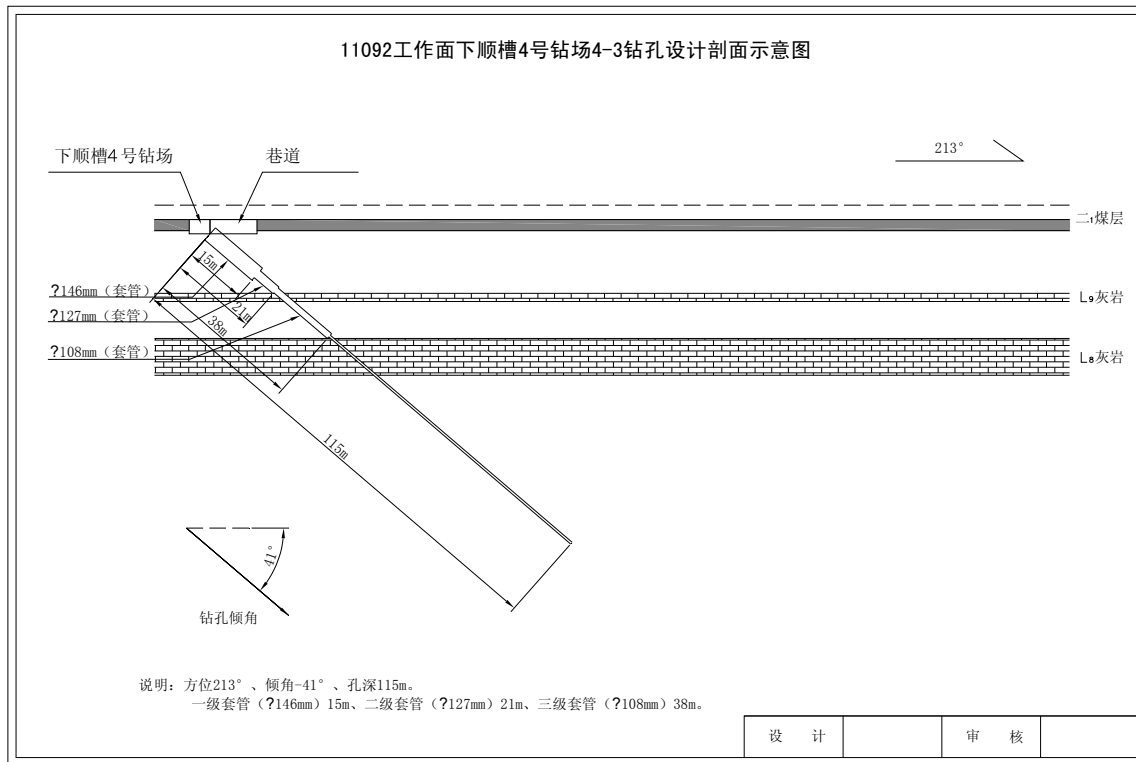


图4 11092工作面过巷道钻孔剖面图

2. 调整施工工序，提高钻孔成孔率

原设计钻场内钻孔施工顺序为：一孔施工结束后施工另一钻孔，现将施工顺序进行调整，调整后施工顺序为：同一钻场内同时施工三个不同方向上的钻孔，三个钻孔首先下入一级套管进行返浆，同时对钻场周围底板破碎地段进行注浆充填，封堵煤层底板以下浅部裂隙，防止跑浆、漏浆现象的发生，为下步钻孔施工提供有利条件，返浆结束后，先将位于中间方向的钻孔施工至孔底，其再依次施工两边方向的钻孔，提高钻孔成孔率。

三、应用地点及实施效果

应用于赵固一矿 11092 工作面，该工作面设计及评价报告均已按流程经焦煤公司审批，目前该工作面已安全回采结束。

该项目通过分析工作面实际揭露地质及水文地质资料，尤其对断层带、物探异常区、工作面初采和停采线附近等矿压易集中区域及水文地质条件复杂区域引起高度重视，底板注浆改造设计时进行差异化布孔，合理布置检验钻孔，最终达到最佳底板改造效果。

四、效益评价

通过此项技术的应用，保证工作面防治水工程在达到注浆改造效果的同时做到时间最短、效率最高，有效预防回采工作面水害事故的发生，有效降低矿井生产经营成本，为工作面安全、高效生产提供坚实的保障。

1. 通过优化工作面底板注浆改造设计，过巷道的 198 个钻

孔，仅有 3 个钻孔出现轻微底鼓现象，每孔人工费 104 元（每孔投入 36 工）、材料费 70 元计算，可节约费用 $195 \times (104 \times 36 + 70) = 74.37$ 万元；

2. 通过优化钻孔施工工艺、调整钻孔施工顺序等措施，减少因底板破碎引起的跑浆、漏浆等现象，增加钻孔施工安全性，安全效益显著；

3. 减少工作面底板注浆改造时间，最终防治水工程结束时间比计划提前 1 个月，按工作面月产量 17 万 t（利润按 500 元/t），可产生利润 $170000 \times 500 = 8500$ 万元。

五、推广前景

此项设计优化成果适用于赵固矿区水文地质极复杂条件下的底分层工作面底板注浆改造设计，经过研究分析，该设计优化内容在生产实践中不断的修改和完善，能够确保工作面安全生产，同时项目涉及的优化内容同样适用于其他水文地质条件下的工作面底板注浆改造设计。

【参考文献】

- [1]段志鸿，地面定向钻孔对煤层底板加固注浆改造技术，江西煤炭科技 2024（2）：106-108
- [2]王志超，干河煤矿 2-126 工作面异常涌水原因及防治技术研究，山东煤炭科技 2023（7）：186-188，192
- [3]谢经涛车集煤矿 2311 工作面底板突水评价与防治技术研究，煤炭技术 2017（6）181-183