

大直径瓦斯孔穿采空区施工技术

陈平安^{1,2}

(1. 河南省煤田地质局四队, 河南 平顶山 467000; 2. 河南省矿山大口径钻井工程技术研究中心, 河南 平顶山 467000)

摘要:针对大直径钻孔采空区施工技术难题,结合新庄孜矿大直径瓦斯孔工程实例,对大直径钻孔采空区施工工序、成孔技术与下管固井工艺等施工难点进行了分析和探讨,总结了大直径瓦斯孔采空区的重点施工技术。对遇到类似工程的施工单位可供借鉴。

关键词:大直径瓦斯孔;煤矿采空区;封堵;固井

中图分类号:P634 **文献标识码:**B **文章编号:**1672-7428(2016)10-0209-06

Construction Technology for Large Diameter Gas Drainage Borehole through Coalmine Gob Area/CHEN Ping-an^{1,2} (1. The 4th Team, Coalfield Geology Bureau of Henan Province, Pingdingshan Henan 467000, China; 2. Henan Provincial Mine Large Diameter Drilling Engineering Technological Research Center, Pingdingshan Henan 467000, China)

Abstract: In view of the technical difficulties existed in large diameter borehole through coalmine gob area, based on the large diameter gas drainage hole construction practice in Xinzhuangzi coalmine, the construction process, drilling technology and casing & cementing technologies were analyzed and discussed. The key construction technologies for large diameter gas drainage borehole in coalmine gob area were summed up, which can be used for reference in similar engineering.

Key words: large diameter gas drainage hole; coalmine gob area; plugging; cementing

0 引言

大直径瓦斯孔是煤矿综合治理利用瓦斯、提高矿井瓦斯抽采能力的重要手段,但受矿井内遍布着不同形态、规模的采空区影响,部分给定设计位置的地面瓦斯抽采钻孔,在施工过程中难免要穿越井下采空区。煤层采空区作为施工中遇到的不良地质,对于大直径瓦斯孔施工造成的技术难题主要有如下几方面。

(1) 采空区内的空洞造成孔内钻井液全部漏失,塌孔、掉钻严重,甚至出现卡、埋钻及坍塌埋孔现象,钻孔难以通过。

(2) 大直径瓦斯孔采用先开导正孔,再逐次分级扩孔的施工工艺时,其前一级孔径的施工是后续扩孔的钻进基础,因此钻孔的每一级孔径进入采空区施工之后,就需反复进行人工造壁,使采空区的封堵难度增大,钻进成本也相应增加。

(3) 已完成采空区充填的钻孔,如果封堵的密实度与应力强度不够,在采用井口密封内插管工艺进行大直径护壁管或瓦斯抽放管的固井过程中,采空区封堵处容易因承受不了水泥浆液压力而破裂,

造成套管固井作业失败。

目前,通过地面钻井方式施工大直径煤矿采空区的工艺尚不成熟,但随着煤矿向深部开采延伸,穿越采空区的钻孔数量将逐步增多,对大直径钻孔穿越采空区施工技术开展研究,具有十分重要的意义。我单位在淮南矿业集团新庄孜矿地面瓦斯钻孔施工中,运用现有的钻探技术和钻探设备对大直径钻孔穿采空区施工工艺进行了大胆尝试,取得了较好的实践效果。

1 工程概况

淮南矿业集团新庄孜煤矿为进一步提高瓦斯抽采能力,需在本矿新工业广场内施工一个瓦斯抽排孔,钻孔施工区域位于淮河南岸,紧靠老应段堤坝,是该矿在受采煤塌陷影响的水塘、洼地和农田里,经过回填而新建的工业广场,其对应的地表下为回填层和第四纪(Q)、二叠系(P)上下石盒组,至山西组顶部的地层,是新庄孜矿、周边小井回采工作面与F10-5断层之间的残留块段,属回采塌陷或影响区域。

收稿日期:2016-06-14

作者简介:陈平安,男,汉族,1965年生,工程师,资源勘查工程专业,从事大直径钻井与煤层气钻井技术及管理,河南省平顶山市矿工中路185号,cpa1965@126.com。

瓦斯孔设计位置将穿越 D20 煤层采空区,该采空区于 2002—2004 年间回采 D20 煤层后形成。D20 煤层属半暗—暗淡型煤,厚 1.3~1.6 m。直接顶为浅灰—灰色薄层状细粒砂岩,较硬,厚 1.1~1.4 m;老顶为浅灰色薄及中厚层状中粒砂岩,坚硬,厚 2.3~2.6 m。直接底为灰色中厚层状泥质砂岩,较硬,厚 1.5~2.5 m。地质预计采空区底板标高 -130.4 m,在孔深 149.77 m 处。钻孔施工过程中实际钻遇采空区标高 -129.95 m,在孔深 149.32~151.6 m 之间。

瓦斯孔工作管直径 630 mm,地面标高 +19.37 m,由地面垂直向下施工,穿过 D20 煤层采空区,进入 F10-5(7)~F10-5(8)断层带,至 A3 煤层顶板以上 23.3 m 终孔,终孔标高 -557.3 m,孔深 576.67 m,施工的瓦斯孔剖面如图 1 所示。

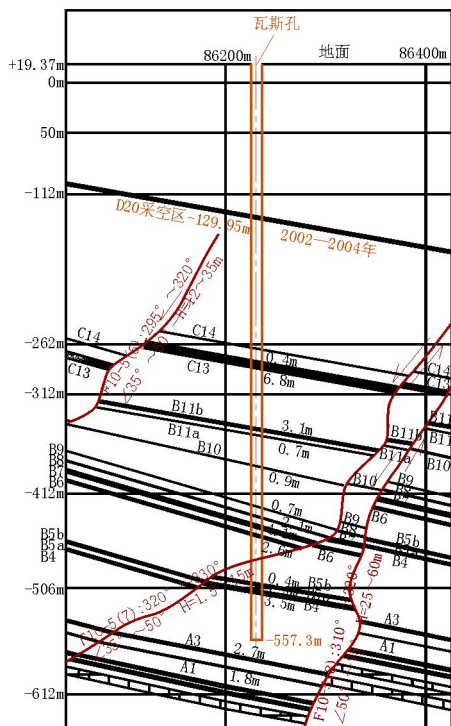


图1 瓦斯孔施工剖面图

2 钻孔结构及施工工序

2.1 钻孔结构

根据涉及地层特征及钻穿 D20 采空区等复杂因素,考虑到成孔目的、套管结构及安全钻进的影响,钻孔按三级孔径设计施工。

一开孔径 1400 mm,孔深 68 m,钻过第四系卵石、流砂层、风化基岩,见完整基岩继续钻进 5 m 后

(基岩面在孔深 63 m),下入 $\Phi 1200 \text{ mm} \times 16 \text{ mm}$ 的表层护壁螺旋套管,采用 P. O42.5 标号水泥固井。目的是封隔上部主要粘土、砂层和砾石层,防止孔壁垮塌、缩径、确保下步钻井施工安全。

二开孔径 1150 mm,孔深 178 m,施工穿过 D20 采空区后继续钻进至稳定岩层,在孔深 0~106 m 下入 $\Phi 950 \text{ mm} \times 16 \text{ mm}$ 螺旋套管,孔深 106~178 m 下入 $\Phi 950 \text{ mm} \times 18 \text{ mm}$ 螺旋套管,并采用 P. O 42.5 标号水泥固井。目的是对 D20 采空区进行隔离,为三开终孔泥浆循环钻进提供施工条件。

三开孔径 860 mm,终孔孔深 576.67 m,全孔下入 $\Phi 630 \text{ mm} \times 18 \text{ mm}$ 无缝管,并采用 D 级油井水泥固井,钻孔结构如图 2 所示。

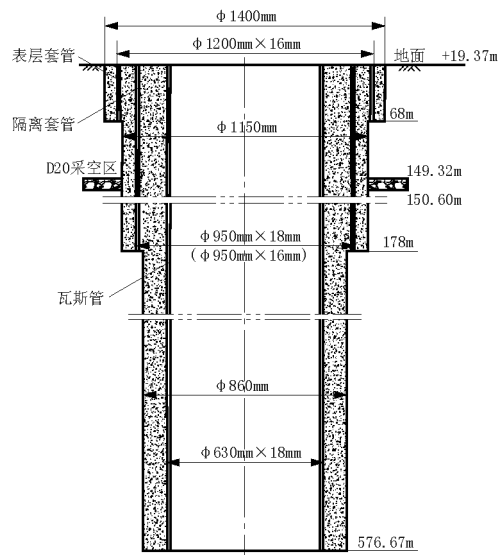


图2 钻孔结构图

2.2 施工工序

根据钻孔结构设计,工程的施工工序见表 1。

3 成孔工艺

3.1 施工设备及钻具

本工程施工选用 GZ-2600 型工程钻机,配套 JJ110-29A 型钻塔,高 2.1 m 平台,最大提升能力 110 t;荣利 3NB-1000 型泥浆泵;电子单多点测斜仪;配套旋流除砂器、振动筛等泥浆固控系统。

施工配套钻具为 $\Phi 159$ 、178、203 mm 钻铤与无磁钻铤, $\Phi 127 \text{ mm}$ 钻杆和 $\Phi 311 \text{ mm}$ 螺旋扶正器。

3.2 施工工艺方法

工程施工采用泥浆正循环牙轮钻进工艺,先施工 $\Phi 311 \text{ mm}$ 导向孔,再依次多级扩孔的成井方法,

表1 钻孔施工工序表

施工顺序	孔径/mm	套管类型	钻进井段/m	套管规格型号	套管下深/m	备注
1	311		0~68			导向孔
	550		0~68			一级扩孔
	860		0~68			二级扩孔
	1150		0~68			三级扩孔
	1400	表层套管	0~68	Ø1220 mm × 16 mm	0~68	四级扩孔、水泥固井
2	311		68~178			导向孔、充填堵漏
	550		68~178			一级扩孔、充填堵漏
	860		68~178			二级扩孔、充填堵漏
	1150	封隔套管	68~178	Ø950 mm × 16 mm、Ø950 mm × 18 mm	0~106、106~178	三级扩孔、充填堵漏、水泥固井
3	311		178~580			导向孔
	550		178~578			一级扩孔
	860	工作套管	178~576.67	Ø630 mm × 18 mm	576.67	二级扩孔、水泥固井

最终使一开井径扩至 1400 mm、二开井径扩至 1150 mm、三开终孔井径扩至 860 mm。该工艺有效减少了一次碎岩面积,大大降低了对设备能力的需求。

二开钻进施工,在钻孔穿 D20 采空区过程中采用多级扩孔封堵充填的施工工艺,完成 Ø1150 mm 孔径过采空区堵漏施工,实现泥浆的顺利循环,下入采空区隔离套管并固管。

3.3 钻具组合

3.3.1 导向孔钻具组合

为预防井斜,导向孔施工采用满眼钻具组合: Ø311 mm 牙轮组合钻头 + Ø310 mm 扶正器 + Ø203 mm 钻铤 + Ø310 mm 扶正器 + Ø203 mm 钻铤 + Ø310 mm 扶正器 + Ø203 mm 钻铤 + Ø178 mm 钻铤 + Ø159 mm 钻铤 + Ø127 mm 钻杆 + 主动钻杆。

3.3.2 分级扩孔钻具组合

扩孔采用塔式、大直径钻铤的钻具组合,能够满足大直径扩孔钻进所需的钻压与转速,钻具组合为:牙轮组合钻头 + Ø203 mm 钻铤 + Ø178 mm 钻铤 + Ø159 mm 钻铤 + Ø127 mm 钻杆 + 主动钻杆。

3.4 泥浆工艺

该工程上部穿越第四系松散层,为保持孔壁稳定,施工中以低固相泥浆作原浆,并加入适量 K31 钾盐防塌剂,以提高泥浆防塌能力。

基岩段不穿采空区施工时,为提高悬浮携带岩粉的能力,使用高粘度泥浆,加入高分子 CMC 提高泥浆粘度,同时加入水解聚丙烯酰胺 (PHP) 作为选择性絮凝剂提高净化岩粉能力,控制泥浆中的固相含量。二开钻遇采空区施工前,为防止孔内大面积漏失,增加泥浆粘度的同时,需根据孔内漏失情况添加堵漏材料,有关泥浆性能见表 2。

表2 泥浆性能表

地层	漏斗 粘度/ s	密度 /(g· cm ⁻³)	失水量/ [mL· (30 min) ⁻¹]	泥皮 厚度/ mm	含砂 量/ %	pH 值
第四系冲积层	24~28	1.1~1.2	10~15	<1.5	9~10	<6
基岩	32~38	1.15~1.3	15	<1	8~9	<4

3.5 防斜技术

在导向孔钻进过程中,每钻进约 10 m 使用电子多点测斜仪测斜 1 次,及时掌握钻孔全孔的孔斜和方位角变化情况,导向孔钻进至终孔层位后,进行一次全井测斜,确保钻孔中靶和安全顺利下管。钻具组合方面,导向孔施工采用满眼钻具组合,即采用 3 个与 Ø311 mm 导向钻头直径基本同径的 Ø310 mm 扶正器,分别连接在 3 根 Ø203 mm 钻铤的 3 个不同部位,有效地减少钻具与孔壁之间的间隙,最大限度地控制钻孔偏斜。

二开导向孔开孔前,在一开表层套管内下入带有 Ø311 mm 导向的 Ø1150 mm 扩孔钻头钻进 50~100 cm,划出钻孔中心轨迹,以确定导向孔的开孔位置,确保导向孔能够沿钻孔中心钻进。特别是在过采空区施工时,钻孔在穿采空区顶、底板钻进过程中极易发生偏斜,采取带有导向的大直径钻头划出中心眼的技术,可使钻孔轨迹在穿采空区顶底板过程中的上下轴线确保一致。三开导向孔的开孔技术同上。

分级扩孔钻进施工时,阶梯式扩孔钻头均采用上一级孔径作为导向,可有效防止扩孔中钻孔的偏斜。

3.6 过采空区技术

3.6.1 见采空区施工

二开 Ø311 mm 导向孔施工至孔深 126~135 m

时,孔内泥浆开始出现消耗,消耗量为每班(8 h)10 m³左右;138.5~140 m时孔内泥浆消耗量开始增大,达到3~5 m³/h;至146.5 m时“跳钻憋车”严重,孔内突然不返浆,至149.32 m时全漏,并有0.4 m掉钻现象。考虑到孔内安全,首先将钻具提到安全井段,抓紧进行配制泥浆30 m³后,下钻至孔深149 m处遇阻,随后开泵钻进探采空区。强行钻进至151.6 m处探到采空区底板,这样从钻孔全漏到采空区底板高度为2.28 m。

3.6.2 采空区封堵

Ø311 mm导向孔钻遇采空区后,按照原穿采空区技术措施开始Ø311 mm孔径的采空区封堵,但由于井眼较小,投入的堵漏材料在孔内堆积过高,封堵效果不太明显,因此在进行2次Ø311 mm孔径堵漏之后,现场更改施工工序,用水泥将井眼封堵至孔深146 m,再依次进行上部各级孔径的扩孔施工,Ø550、850、1150 mm孔径分别扩孔至孔深146.5 m、

146.1 m与145 m。在扩孔钻进过程中发生多次孔内漏失现象,在钻井液中添加锯末、CMC、粘土、暂堵剂的方法进行边堵漏边钻进。采空区上部井眼扩孔结束后,继续进行Ø311 mm孔径导向孔钻进,钻穿采空区时孔内再次出现浆液全漏,经现场继续造泥浆并开泵强行顶漏钻进穿过采空区至孔深164 m,随后Ø550、850、1150 mm孔径均顶漏扩孔强行钻进至孔深151.6 m。

钻采空区扩孔结束,在Ø1150 mm孔径内进行了9次充填封漏与注浆施工,充填封堵采取多次少量的方式向孔内投入骨料,再下钻自孔底开泵冲扫。通过重复投料、充填注浆的方式在采空区内使水泥和骨料混合后逐步形成具有一定强度的结石体,最后一次封堵候凝结束后采用边钻边扩的方法,使导正孔一直钻至孔深191 m,Ø1150 mm孔径扩至孔深166 m孔内冲洗液达到正常循环,说明采空区已成功封闭。采空区封堵注浆过程见表3。

表3 采空区封堵注浆情况表

次数	导正孔深度/m	固井深度/m	固井材料				水泥/t	水玻璃/t	水泥浆密度/(g·cm ⁻³)	水泥浆体积/m ³	候凝48 h水泥石塞面/m	候凝48 h水位/m
			石子/m ³	砂子/m ³	碎砖块/m ³	粘土/m ³						
1	151.60	150.60			3	2	13	1.40	1.66	15.0	150.2	133
2	151.60	150.20	8				13	1.50	1.75	12.5	150.2	133
3	151.60	151.60	6				13	2.10	1.75	12.5	127	54.8
4	153.34	153.34					10		1.71	10.0	147	68
5	153.34	151.78	13				19	2.20	1.65	22.0	129.6	66
6	153.34	152.00	8				15		1.75	13.7	152	无水
7	153.34	153.00	8				14		1.75	13.0	150	无水
8	153.34	151.00	12	12.4		3	16	1.40	1.66	20.0	137	55
9	153.34	153.34		0.8			9	1.30	1.66	10.7	138	20
10	164.00	164.00		1.6			11		1.66	13.6	155	152
11	164.00	164.00		4.4			16	1.20	1.67	19.5	133	117

3.6.3 采空区隔离套管深度确定

Ø311 mm导正孔钻进至孔深191 m后,结合钻探与测井资料分析,孔深174.93~180.48 m为层厚5.55 m致密稳定的细砂岩。考虑到砂岩结构致密、承载力强等优点,研究决定采空区下入隔离套管178.0 m,使其坐落在坚硬致密稳定的砂岩上。

4 下管固井工艺

4.1 套管选型

本工程设计下入3种套管,由于套管直径大,抗挤毁能力较弱,需对套管进行强度校核,选择合理的壁厚,确保其强度既满足下管要求,又能够减少套管柱的质量,具有安全与经济性。经强度校核后确定

下入孔内的套管规格与性能见表4。

表4 套管规格与性能表

套管部位	直径/mm	壁厚/mm	下入深度/m	质量/t	材质	类型
表层套管	1220	16	0~68	32.3	Q235B	螺旋管
	950	16	0~106	68.85	Q235B	螺旋管
隔离套管	950	18	106~178		Q235B	螺旋管
	工作套管	630	18	0~576.67	156.67	20g

4.2 套管下放技术

表层套管与采空区隔离套管质量均小于钻机的最大提升能力,施工时采用常规提吊法进行下管。

工作管采用目前大直径钻孔施工常用的提吊加浮力塞下管技术进行下放作业,经计算浮力塞安装位置在距孔底210~220 m处,实际施工时,作为浮

力塞的套管(长度9.95 m)下入位置为第23根入井间,下工作管浮力塞数据见表5。
套管,浮力塞套管距孔底深度214.16~224.01 m之

表5 工作管浮力塞下管数据表(部分)

入井顺序	套管总长/m	套管总自重/t	泥浆密度/ ($g \cdot cm^{-3}$)	套管总浮重/t	套管入井后质量/t	空管段长度/m	空管段浮重/t	大钩称重/t	套管内灌泥浆量/ m^3	灌浆后空管段长度/m	灌浆后大钩称重/t
1	9.14	2.48	1.26	0.40	2.09	0		2.09			
5	45.90	12.47	1.26	1.99	10.48	0		10.48			
10	91.16	24.76	1.26	3.96	20.81	0		20.81			
15	137.79	37.43	1.26	5.98	31.45	0		31.45			
20	184.83	50.21	1.26	8.02	42.19	0		42.19			
23 浮力塞	214.16	58.18	1.26	9.30	48.88	0		48.88			
25	233.99	68.41	1.26	12.59	55.83	19.83	6.89		0	19.83	48.93
30	282.86	81.69	1.26	14.71	66.98	68.70	23.88		0	68.70	43.10
35	332.03	95.05	1.26	16.84	78.20	117.87	40.97		10	81.77	49.78
40	381.49	108.48	1.26	18.99	89.49	167.33	58.16		10	95.13	56.43
45	430.91	121.91	1.26	21.14	100.77	216.75	75.34		0	144.55	50.53
50	479.32	135.06	1.26	23.24	111.82	265.16	92.17		10	156.86	57.30
55	528.75	148.49	1.26	25.38	123.10	314.59	109.35		10	170.19	63.95
60	576.17	161.37	1.26	27.44	133.93	362.01	125.84		0	217.61	58.29

为了减少浮力塞套管内下入空管段的长度,在第35、40、50与55根工作套管入井后分别向套管内灌入泥浆 $10 m^3$,最终全部套管入井时理论空管段长度217.6 m,大钩载荷58.28 t,实际空管段长度为194 m,大钩载荷610 kN。

4.3 固井工艺

本工程所下的3种套管均采用内插管方式,井口密封工艺进行灌注固井。表层套管与采空区隔离套管采用P.O.42.5号水泥,设计水泥浆密度 $1.50 \sim 1.60 g/cm^3$,固井设备为3NB-1000型泥浆泵1台;TBW-850型泥浆泵2台;地锅搅拌机1套;水泥浆混合器2台套;5.5 kW长杆泵、15 kW短杆泵各2台。为降低井底压力、防止井漏,工作管固井使用D级油井水泥、双密度水泥浆固井,上部350 m采用密度 $1.35 \sim 1.40 g/cm^3$ 的高强低密度水泥浆封固,350 m以深采用 $1.55 \sim 1.60 g/cm^3$ 的高密度水泥浆封固。工作管固井设备为2台SJ50-30型与SJ30-17型单机单泵水泥车,2台供水车及3NB-1000泥浆泵,工作管固井结构如图3所示。

表层套管固井施工用P.O.42.5号干水泥40 t,工作套管固井施工用D级油井水泥185 t,水泥浆均顺利从套管外环空返出至地面。

采空区隔离套管固管时,当水泥浆从环空外返至距孔口约40 m时采空区被压开,井口不再返浆,现场将剩余水泥浆继续注入孔内,共消耗干水泥99.79 t,水泥浆注完后套管外环空采空区以上全部

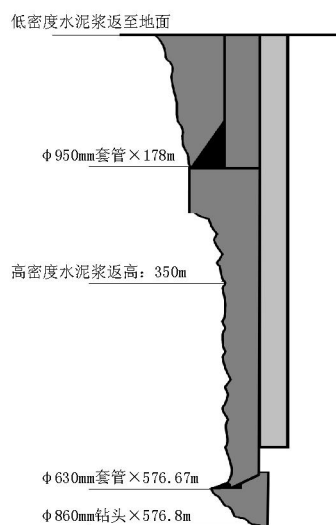


图3 工作管固井井身结构图

漏失,研究决定采用 $\phi 50 mm$ 钻杆在套管外环进行水泥浆补注。第一次注浆深度为111.46 m,水泥用量15 t,候凝后探水泥面为112 m;第二次注浆深度为99 m,水泥用量15 t,候凝后探水泥面为75 m;第三次注浆深度为74.5 m,水泥用量26 t,候凝后探水泥面为10.5 m;第四次注浆深度为10 m,水泥用量5 t,孔口顺利返浆。

5 井下找孔

由于钻孔存在偏斜,井下找孔巷道能够顺利找到工作套管是本工程顺利结束的最后一个关键。三开导向孔施工结束时孔底下入无磁钻铤,经电子多

点测斜仪进行全井测斜,钻孔终孔井斜 1.4° ,向北偏移 2.37 m ,向西偏移 3.92 m ,终孔位移 4.58 m 。甲方井下的找孔巷道在距离给定的孔底坐标位置 15 m 前,执行打探眼的专项措施,探眼深 3.8 m 。当找孔巷道施工至距孔底坐标位置 3.0 m 时,在迎头扇形布置了9个探眼,一次性探到瓦斯孔。经井下测量,瓦斯孔的实际位置与给定的坐标位置相符。

6 结论与认识

(1)大直径钻孔穿采空区施工工艺复杂,特别是在采空区充填封堵过程中,应正确选择投入孔内骨料方法,采取多次少量的方式,投骨料时在孔底小泵量用水冲扫,保证骨料有一定的扩散范围。采空区的封堵过程可结合井内摄像进行辅助,提高封堵充填的效果。

(2)对采空区内投入的骨料进行充填注浆时,注浆钻具应下至孔底,注浆过程中缓慢旋转上提钻具,使注浆水泥能够充分渗透到骨料中,形成具有一定强度的结石体。每次注浆应根据候凝水泥面及孔内水位高度,分析判断注浆效果并及时调整骨料配方与注浆材料,以保证封堵效果。

(3)全孔钻进时,应采用合理的钻具组合和优质的钻探泥浆,特别是在各级孔径转换过程中,导向孔开孔应采用带有导向的大直径钻头划出中心眼,扩孔采用带有上一级孔径作为导向的阶梯式钻头,用于防止钻孔的偏斜。

参考文献:

- [1] 张祖培,殷琨,蒋荣庆,等. 岩土钻掘工程新技术[M]. 北京:地质出版社,2003.
- [2] 鄢泰宁. 岩土钻掘工程学[M]. 湖北武汉:中国地质大学出版社,2001.
- [3] 白领国,袁志坚. 超千米大直径煤矿降温井钻井技术[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2014,41(1):37-39,62.
- [4] 彭桂湘. 大口径工程井套管事故及预防技术措施[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2010,37(8):47-50,53.
- [5] 袁志坚. 提吊加浮力塞下管法在大口径瓦斯抽排孔的应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2008,35(1):27-29.
- [6] 缙延民. 煤矿大口径输冰井施工技术[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2012,39(8):69-71,84.
- [7] 杨富春. 超大口径钻孔施工技术[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2014,41(4):25-30.
- [8] 曹东风. 大口径瓦斯钻孔穿越煤矿采空区钻井工艺[J]. 中国煤炭地质,2015,27(1):55-56,76.

“2016年度《探矿工程(岩土钻掘工程)》杂志优秀论文”评选结果揭晓

本刊讯 基于论文被引和网络下载数量,本刊编辑部对本刊2013—2016年刊登的论文进行统计打分,评选出“2016

年度《探矿工程(岩土钻掘工程)》杂志优秀论文”,获奖名单如下:

论文名称	第一作者姓名	年,(期)	作者单位
徐深21-平1井轨迹控制技术	孟祥波	2014,(1)	大庆钻探工程公司钻井一公司
基坑开挖对邻近地铁隧道影响的Midas GTS三维数值模拟分析	刘远亮	2013,(1)	广东省建筑科学研究院
四川盆地及周缘页岩气水平井钻井面临的挑战与技术对策	臧艳彬	2014,(5)	中国石化石油工程技术研究院
赣州科学钻探NLSD-1孔施工技术研究与实践	朱恒银	2014,(6)	安徽省地质矿产勘查局313地质队
Power Drive Xceed指向式旋转导向系统在渤海某油田的应用	和鹏飞	2013,(11)	中海石油能源发展监督监理技术分公司
深基坑工程回灌管井设计若干问题探讨	陆建生	2013,(8)	上海广联建设发展有限公司
月球钻探取心特种钻头研制与试验	李大佛	2013,(2)	中国地质大学长江钻头有限公司
长江漫滩复杂地层条件下超大超深基坑降水设计	刘清文	2013,(5)	中国铁建南京青奥轴线地下工程指挥部
涪陵页岩气田防漏堵漏技术应用研究	陈星星	2015,(3)	中石化重庆涪陵页岩气勘探开发有限公司
贵州省页岩气调查井施工工艺	宋继伟	2013,(8)	贵州省地矿局115地质大队

注:统计数据截止日期为2016年9月25日。

请获奖作者尽快与《探矿工程(岩土钻掘工程)》编辑部联系,提供最新地址和联系方式,编辑部将免费邮寄奖品和证书。

联系方式:0316-2096324

Email: 879017787@qq.com

《探矿工程(岩土钻掘工程)》编辑部