

# 科钻一井钻探施工技术路线和钻探施工概述

樊腊生<sup>1</sup>, 王 达<sup>2</sup>

(1. 中国地质科学院探矿工艺研究所, 四川 成都 611734; 2. 中国大陆科学钻探工程中心, 北京 100083)

**摘要:** 简单介绍了中国大陆科学钻探工程科钻一井的钻探施工技术路线和钻探施工情况, 提供了一些原始数据和科钻一井钻探施工完成的技术经济指标。

**关键词:** 中国大陆科学钻探工程; 科钻一井; 钻探技术; 取心钻进; 生产时间; 非生产时间

**中图分类号:** P634    **文献标识码:** A    **文章编号:** 1672-7428(2008)07-0072-05

**Summary of Drilling Techniques Applied in China's First Deep Scientific Drilling Well CCSD-1 and Drilling Operation/FAN La-sheng<sup>1</sup>, WANG Da<sup>2</sup>** (1. The Institute of Exploration Technology, CAGS, Chengdu Sichuan 611734, China; 2. Chinese Continental Scientific Drilling Program, Beijing 100083, China)

**Abstract:** Summary of drilling techniques applied in China's first deep scientific drilling well CCSD-1 and drilling operation were briefly made, and some original data and technical economic indexes of the drilling operation were presented.

**Key words:** Chinese continental scientific drilling project; Well CCSD-1; drilling technique; coring drilling; drilling time; preparation time

科钻一井是国家“九五”重大科学工程——中国大陆科学钻探工程的主要工程之一, 该井先导孔于 2001 年 6 月 25 日开钻, 2002 年 4 月 15 日先导孔钻达 2046.54 m。2002 年 5 月 7 日在先导孔基础上进行扩孔钻进, 实质上这是主孔钻进的开始。主孔历经 2 次扩孔钻进, 一次侧钻纠斜钻进, 一次侧钻绕障钻进和 3 个阶段的取心钻进, 至 2005 年 1 月 23 日钻达 5118.2 m, 顺利完成全部取心施工任务。接着进行了 2 种新型钻具的钻进试验, 于 2005 年 3 月 8 日钻达 5158 m 的终孔井深。之后进行下尾管、固井、通井、完井及 VSP 测量(井中垂直地震剖面测量)等工作。2005 年 4 月 18 日举行了隆重的现场施工竣工典礼, 2007 年 12 月 14 日中国大陆科学钻探工程通过了国家发展和改革委员会的竣工验收。

## 1 科钻一井钻探施工技术路线

科钻一井钻探施工时将石油转盘钻机、地质勘探的取心钻进工艺和孔底动力驱动金刚石钻头的技术有机地结合在一起, 形成一种新型的组合式钻探技术, 进行超前孔小直径取心钻进。采用灵活双孔(先导孔和主孔)方案施工, 并根据先导孔施工的结果来确定是采用双孔钻进方案, 还是单孔钻进方案。在先导孔孔身质量较好、能满足主孔施工的情况下,

采用带导向  $\varnothing 311.1$  mm 牙轮钻头扩孔钻进, 下  $\varnothing 273$  mm 技术套管进行小间隙固井, 再下入  $\varnothing 193.7$  mm 活动套管, 继续进行超前孔小直径取心钻进。在地层复杂需要下套管时提出  $\varnothing 193.7$  mm 活动套管, 采用带导向  $\varnothing 244.5$  mm 牙轮钻头扩孔钻进, 下  $\varnothing 193.7$  mm 套管和固井, 再进行取心钻进, 直到终孔, 然后下  $\varnothing 127$  mm 尾管、固井和完井。低粘度、低密度、低切力、低失水、低含砂量和良好润滑性的泥浆为取心钻进的螺杆马达、液动锤及取心工具提供优良的工作条件。采用“刚、直、满、重”钻具组合与合理的钻进参数等综合技术措施防斜, 在孔斜超差和孔内事故难以处理时, 用螺杆马达和随钻测斜仪(有线、无线)进行孔底纠斜和侧钻纠斜及绕障。在石油钻井的综合录井系统的基础上, 通过人工输入数据和二次开发, 完善地表和孔底数据采集系统, 满足科学钻探的科学施工。在施工中始终把安全生产放到最重要的位置常抓不懈, 坚决贯彻执行“安全第一, 预防为主”的方针, 严格执行了各项规章制度, 落实了安全责任制, 最大限度地降低了孔内事故发生的概率。

## 2 科钻一井钻探施工

科钻一井位于江苏省东海县境内, 钻遇的主要

收稿日期: 2008-05-31

基金项目: 国家重大科学工程项目“中国大陆科学钻探工程”

作者简介: 樊腊生(1964-), 男(汉族), 江苏金坛人, 中国地质科学院探矿工艺研究所教授级高级工程师, 探矿工程专业, 从事科学钻探、定向钻探等研究开发工作, 四川省成都市郫县成都现代工业港港华路 139 号。

岩石为片麻岩、榴辉岩、蛇纹石化橄榄岩、片岩、斜长角闪岩、糜棱岩和碎裂岩等。科钻一井钻探施工划分为开孔全面钻进(一开)、先导孔取心钻进(二开)、主孔第一次扩孔钻进(含下套管、固井)、主孔第一段取心钻进(三开)、主孔侧钻纠斜钻进、主孔

第二段取心钻进、主孔第二次扩孔钻进、主孔侧钻绕障钻进(含下套管、固井)、主孔第三段取心钻进(四开)、试验钻具、完井(挂尾管固井)等 11 个阶段<sup>[1]</sup>。各阶段的施工用时情况见表 1~3。

表 1 科钻一井各阶段施工情况表

阶段	钻进井段/m	进尺/m					岩心采取率/%	钻机月速/m	提下钻次数			施工时间		
		取心	扩孔	纠斜	全面	磨孔			小计	生产	非生产	小计	/h	/%
一开	6.87~101				94.13			139.3	7		7	486.50	1.5	
PH	101~2046.54	1945.54					1945.54	88.7	198.3	657	3	660	7062.51	21.1
1K	101~2033		1931.89			0.11	1932.00		420.8	48	8	56	3305.51	9.9
MH	2046.54~2982.18	934.67				0.97	935.64	77.6	138.3	146	21	167	4872.00	14.6
1X	2749~2974.59	10.75	15.31	215.20		0.04	241.30	55.6	122.7	20	13	33	1415.99	4.2
MH-1C	2974.59~3665.87	634.85	19.33	40.20	15.39	0.84	710.61	83.3	160.3	86	19	105	3191.99	9.5
2K	2028~3525.18		1497.18				1497.18		280.7	34	22	56	3840.00	11.5
2X	3400~3624.16		63.31	45.62	178.54		287.47		210.4	9	6	15	983.99	2.9
MH-2C	3624.16~5118.2	1480.06			13.53	0.45	1494.04	88.0	171.7	190	2	192	6264.00	18.7
MH-T	5118.2~5158	3.50		5.30	31.00		39.80	68.6	27.8	7	1	8	1032.00	3.1
完井									4	1	5		1000.00	3.0
合计		5009.37	3527.02	306.32	332.59	2.41	9177.71	85.7	197.6	1208	96	1304	33454.49	100.0

表 2 科钻一井各阶段生产时间表

阶段	施工时间/h	纯钻		起下钻		接单根/h	循环/h	扩划眼/h	辅助/h	固井/h	测井/h	小计	
		/h	/%	/h	/%							/h	/%
一开	486.50	245.42	50.4	38.25	7.9	11.08	11.00	5.00	30.50	62.50	20.00	423.75	87.1
PH	7062.51	2167.02	30.7	3109.18	44.0	3.17	14.27	60.77	961.01	8.42	422.83	6746.67	95.5
1K	3305.51	1974.48	59.7	487.82	14.8	39.42	28.98	202.67	251.32	120.00	59.50	3164.19	95.7
MH	4872.00	885.93	18.2	2501.53	51.3	2.72	50.50	141.95	810.70	74.75	101.83	4569.91	93.8
1X	1415.99	357.22	25.2	433.53	30.6	7.28	8.53	184.62	248.73	12.00	37.58	1289.49	91.1
MH-1C	3191.99	629.38	19.7	1560.15	48.9	0.50	38.78	180.12	300.33		63.88	2773.14	86.9
2K	3840.00	1499.12	39.0	1018.47	26.5	50.68	42.63	322.87	535.98	78.00	19.83	3567.58	92.9
2X	983.99	353.78	36.0	176.83	18.0	6.33	18.33	37.97	141.25	137.17	112.33	983.99	100.0
MH-2C	6264.00	1508.07	24.1	3820.62	61.0		10.40	169.23	450.77		212.33	6171.42	98.5
MH-T	1032.00	57.70	5.6	295.42	28.6	0.33	33.47	34.58	169.83		13.17	604.50	58.6
完井	1000.00			188.17	18.8	0.83	28.75	64.58	165.00	2.00	76.00	525.33	52.5
合计	33454.49	9678.12	28.9	13629.97	40.7	122.34	285.64	1404.36	4065.42	494.84	1139.28	30819.97	92.1

表 3 科钻一井各阶段非生产时间表

阶段	施工时间/h	事故		修理/h	组停		自然停工/h	其他/h	小计	
		/h	/%		/h	/%			/h	/%
一开	486.50	2.75	0.6		60.00	12.3			62.75	12.9
PH	7062.51	32.67	0.5	8.5	270.67	3.8	1.00	3.00	315.84	4.5
1K	3305.51	65.47	2.0	1.88	72.97	2.2		1.00	141.32	4.3
MH	4872.00	53.59	1.1		248.50	5.1			302.09	6.2
1X	1415.99	23.33	1.6		103.17	7.3			126.5	8.9
MH-1C	3191.99	404.85	12.7		14.00	0.4			418.85	13.1
2K	3840.00	35.42	0.9		237.00	6.2			272.42	7.1
2X	983.99									
MH-2C	6264.00	29.58	0.5	32.83	28.00	0.4	2.17		92.58	1.5
MH-T	1032.00				427.50	41.4			427.50	41.4
完井	1000.00				474.67	47.5			474.67	47.5
合计	33454.49	647.66	1.9	43.21	1936.48	5.8	3.17	4.00	2634.52	7.9

2.1 开孔全面钻进(一开)

一开 2001 年 6 月 25 日 9:30 开钻,至 7 月 15

日完成全面钻进、测井、下套管、固井、钻水泥塞和安装活动套管等工作。从 6.87 m 井深开始,采用

Ø444.5 mm 牙轮钻头钻进 7 个回次至 100.36 m, 进尺 93.49 m, 纯钻 241.75 h, 平均机械钻速 0.39 m/h。下入 Ø339.7 mm 表层套管至 100.36 m, 并进行固井, 用 Ø311.1 mm 牙轮钻头钻水泥塞至 101 m。为了减小环状间隙, 提高泥浆上返速度, 防止钻屑在套管内滞留沉降, 同时为了稳定钻具, 下入 Ø244.5 mm 活动套管至 101 m。

## 2.2 先导孔 (CCSD - PH 井段) 取心钻进 (二开)

二开取心钻进于 2001 年 7 月 16 日开始, 采用 Ø157/Ø97 mm 金刚石钻头进行取心钻进, 于 2002 年 4 月 15 日钻达 2046.54 m 井深, 至 2002 年 5 月 6 日完成了测井、VSP (垂直地震剖面) 测量、起 Ø244.5 mm 活动套管和引进德国 KTB 的氧化还原测井、磁化率测井、磁三分量测井等工作。

二开取心钻进基本正常, 总下钻次数 660 次, 其中, 取心钻进 657 个回次, 在 957.56 m 处套岩心 1 次, 在 975.94 及 1600.08 m 下 Ø150 mm 磨鞋各 1 次。井底取心钻具的驱动方式有螺杆马达、转盘、螺杆马达液动锤 3 种方法, 取心钻具有普通单动双管、单管钻具、隔水单动双管和喷反单动双管 4 种。取心钻具的外管长度有 28 种规格, 在 977.93 m 井深之前主要使用 2.30 ~ 5.25 m 长的外管, 此后开始使用长外管取心钻具。该段取心钻进主要存在堵心问题, 而非正常提钻, 657 个取心钻进回次中打满岩心管和方钻杆打完的正常提钻只有 144 个回次。为解决堵心和机械钻速低的问题, 从 218.44 m 井深开始使用液动锤钻进, 液动锤钻进了 270 个回次 (含 5 个回次的转盘驱动), 与无液动锤钻进相比机械钻速提高 52.1%, 满管率提高 131.5%。

该段取心钻进穿过了 603、707 m 等破碎坍塌井段, 测井得知 707 m 处的井径扩大达到 345 mm; 穿过了 1450 ~ 1950 m 长井段的硬脆碎地层, 不但岩心采取率低, 钻头的磨损也极为严重, 特别是对钻头内径的磨损, 导致钻头提前报废; 在钻进过程中, 孔壁时有掉块发生, 造成起钻遇卡和下钻不到底的情况发生。发生井内事故 4 次, 其中, 2 次是由于扩孔器质量问题, 钻进中断裂落入井底, 2 次测井仪扶正装置落入井底, 事故处理均比较顺利。

## 2.3 主孔 (CCSD - MH - 1K 井段) 第一次扩孔钻进

2002 年 5 月 7 日, 从井深 101 m 开始 Ø311.1 mm 扩孔钻进, 9 月 5 日扩孔钻进至 2033 m 井深 (2028 ~ 2033 m 井段为 Ø215.9 mm 口径的固井口袋)。至 9 月 15 日完成试下套管、循环泥浆 (含塑料小球固体润滑剂)、下 Ø273.1 mm 套管、固井和钻

水泥塞等工作。2002 年 9 月 16 ~ 20 日完成磨孔底、替泥浆、测井、VSP 测量和下 Ø193.7 mm 活动套管等工作。

扩孔钻进基本正常, 在扩孔钻进初期憋、跳钻严重, 钻压和转速加不上; 在钻具组合中增加减震器及减小稳定器外径后, 憋、跳钻明显改善; 去掉稳定器 (光钻铤钻具), 保留减震器, 钻进平稳, 转速高, 进尺快; 在扩孔钻进后期采用了柔性钟摆钻具, 拟降低井斜, 没有成功。扩孔钻进总下钻次数 56 次, 其中扩孔钻进 48 个回次、在 304.93 m 处下强磁打捞器打捞 2 次 (打捞牙轮掌)、在 574.97 m 处下 Ø300 mm 磨鞋 1 次、在 1871.99 m 处下钻修孔 1 次、在 2028.00 m 处下钻修孔不到底 1 次、在 2028.00 m 处下 Ø108 mm 公锥和 LM70 型打捞矛各 1 次 (打捞金刚石扩孔器和三牙轮钻头)、在 2028.00 m 处下钻修孔 1 次。扩孔钻进过程共发生井下事故 2 次, 一次为导向牙轮钻头的 2 只牙轮掌断裂落入井底, 另一次为金刚石扩孔器 (修孔钻进) 在上焊接处断裂, 金刚石扩孔器和三牙轮钻头落入井底。2 次事故处理均比较顺利。

## 2.4 主孔 (CCSD - MH 井段) 第一段取心钻进 (三开)

2002 年 9 月 21 日 ~ 10 月 3 日安装顶驱、倒钻杆、调试顶驱、测井等工作; 10 月 4 日开始三开取心钻进, 至 2003 年 4 月 6 日因井斜超标结束该段取心钻进。

为主孔的绳索取心钻进进行了大量的技术工作, 反复试验; 为绳索取心钻进创造好的孔内环境, 交替使用了双管提钻取心钻进。经过 10 个提钻回次的 4 种绳索取心钻具 (德国 SK 绳索取心钻具和自行研制的螺杆马达绳索取心钻具、液动锤绳索取心钻具及 S157 绳索取心钻具) 的钻进试验, 其中, 德国 SK 绳索取心钻具 4 次下孔试验, 钻进回次完打捞内管均失败, 并且 4 个钻头均报废; 螺杆马达绳索取心钻具 3 次下孔试验, 钻进 8 个回次, 5 次打捞内管成功, 2 次因憋泵未打捞直接提钻, 一次打捞失败提钻; 液动锤绳索取心钻具 2 次下孔试验, 钻进 3 个回次, 2 次打捞内管成功, 一次打捞失败; S157 绳索取心钻具一次下孔试验, 钻进一个回次打捞内管成功, 投放内管遇阻。绳索取心钻进提钻间隔长的优越性没有得到充分发挥, 而德国 SK 绳索取心钻杆的修复需要一个时间过程, 同时随着钻孔的加深, 顶驱的能力也不够。因此, 从绳索取心钻进试验的可靠性和经济性来看已不能满足科钻一井的取心钻

进要求,及时更换取心钻进方法成为必然,并且一经更换取心钻进方法后,回次钻进长度得到了显著提高。

该段取心钻进不顺利,总下钻次数167次。其中取心钻进146个回次(含10个提钻回次的绳索取心钻进),下 $\varnothing 145 \sim 157$  mm 磨鞋+捞杯6次(2047.82~2054.75 m孔段)、第一次捞杯中有1 kg 碎硬质合金、第三次捞杯中有金刚石钻头胎体、牙轮水眼本体 $40 \text{ mm} \times 35 \text{ mm}$ 等,下 $\varnothing 65$  mm 掏心钻头+捞杯1次(2051.22 m井深),下强磁打捞器1次(2051.42 m井深),在2052.62 m井深处下 $\varnothing 139.7$  mm 打捞矛和 $\varnothing 168.3$  mm 公锥各1次,在2053.82 m井深处下 $\varnothing 108$  mm 公锥1次,在2071.99和2201.11 m井深处分别下 $\varnothing 139.7$ 和 $\varnothing 108$  mm 公锥各1次,在2051.22和2075.63 m井深处套取岩心各1次,在2517.91 m井深处套取钻头胎块1次,在2080.01 m井深处下扩孔钻具划眼扩孔1次,在2276.33 m井深处下钻不到底1次,在2449.13、2460.38和2982.18 m井深处下钻到底憋泵各1次。

#### 2.5 主孔(CCSD-MH-1X)侧钻纠斜钻进

2003年4月7日~6月8日实施回填侧钻纠斜钻进。

2003年4月7~10日建立人工井底;4月11~19日第一阶段侧钻钻进施工(2749.00~2758.00 m);4月20~24日第二阶段侧钻钻进施工(2758.00~2771.35 m);4月25日~5月11日牙轮钻头降斜钻进(2771.35~2942.11 m);5月12~24日孕镶金刚石钻头降斜钻进(2942.11~2956.91 m);5月25日~6月8日小径孕镶金刚石钻头降斜钻进(2956.91~2974.59 m)。

该段总下钻次数33次,其中侧钻(纠斜)15回次,打水泥塞、扫水泥塞和取水泥塞各1次,下钻遇阻等7次,导向扩孔钻进2回次,修孔钻进2回次,取心钻进3回次,磨捞钻进1回次。

#### 2.6 主孔(CCSD-MH-1C井段)第二段取心钻进

主孔第二段取心钻进于2003年6月9日开始,于10月2日钻达3665.87 m,因下扩孔器和钻头断落在井底,经多次打捞处理没有成功,于2003年10月21日结束该段取心钻进。在取心钻进施工中,进行了3次井底纠斜钻进和2次牙轮钻头全面钻进。

该段取心钻进基本顺利,钻进中井壁坍塌掉块比较严重,钻孔超径比较严重,后期发生井内事故,总下钻次数105次。其中取心钻进79个回次,井底

纠斜钻进3个回次,导向扩孔钻进2个回次,全面钻进2个回次,修孔划眼1个回次,下磨鞋捞杯3次,下公锥打捞1次,下刮油器清洗套管管壁油垢1次,取心钻进下钻遇阻1次,处理井底落鱼下钻12个回次。

#### 2.7 主孔(CCSD-MH-2K井段)第二次扩孔钻进

2003年10月22~25日倒场地钻杆和起拔 $\varnothing 193.7$  mm 活动套管;10月27~28日磨捞活动套管扶正器的弹性钢片;10月29日从井深2028 m开始 $\varnothing 244.5$  mm 扩孔钻进,2004年3月12日扩孔钻进至3525.18 m井深,因孔内情况复杂,于2004年3月14日结束第二次扩孔作业。

由于井内有活动套管扶正器的弹性钢片,加上 $\varnothing 157$  mm 钻孔在3475~3525 m段的坍塌、扩径带,扩孔钻进不太顺利,憋、卡钻严重。扩孔钻进总下钻次数56次,其中扩孔钻进34个回次、磨捞钻进21个回次、1次扩孔钻进划眼到底卡钻未进尺。扩孔钻进时,发生5次弹性钢片夹在钻头的牙轮之间,使钻头无法正常钻进,被迫提钻;3只导向扩孔钻头的导向体断裂掉入井内;打捞筒从焊接处断裂,外筒落入井内一次。

#### 2.8 主孔(CCSD-MH-2X)侧钻绕障钻进及下套管固井

2004年3月15日~4月7日实施回填侧钻(绕障)钻进;4月8~27日牙轮钻头全面钻进;4月28日~5月7日注封闭液、注重浆、下套管、固井、钻水泥塞等。

2004年3月15~27日建立人工井底;3月28日~4月7日侧钻钻进(3400.00~3445.62 m);4月8~27日全面钻进(3445.62~3623.91 m);4月28日~5月7日下套管固井。

本次侧钻绕障钻进比较顺利,总下钻次数15次(含下套管固井的通井和钻水泥塞),其中侧钻和降斜钻进各1回次,打水泥塞1次、扫水泥塞2次、取水泥塞样1次,扩孔钻进3回次,全面钻进4次,下套管前的通井1次,钻水泥塞及套管附件1次。

#### 2.9 主孔(CCSD-MH-2C井段)第三段取心钻进(四开)

主孔第三段取心钻进(四开)于2004年5月8日从3624.16 m开始,于2005年1月23日钻达5118.20 m井深,完成科钻一井的取心钻进施工任务,甩3500 m钻杆后于1月24日结束该段取心钻进施工。

本段取心钻进比较顺利,总下钻次数192次,其

中取心钻进 186 个回次,全面钻进 4 个回次,下磨鞋捞杯 1 次,全面钻进下钻遇阻 1 次。施工中严格控制各种钻具的使用时间和使用寿命,没有发生井下断钻具的事故。金刚石钻头的胎块断在井底 5 次;螺杆马达的橡胶定子 3 次脱胶;测井仪的极板断落 2 次;在钻进到 4800 m 后出现泥浆漏失,延续到 4900 m 共漏失泥浆 73 m<sup>3</sup>,分 3 次加入随钻堵漏剂 5.25 t。在 3670~3750,3890~3930 和 4350~4385 m 为扩径较严重井段,井径最大扩到 333.2 mm。

### 2.10 试验钻具(CCS D-MH-T)

科钻一井完成取心钻进施工任务后,进行了螺杆马达液动锤金刚石绳索取心钻具(三合一钻具)和螺杆马达驱动连续造斜器的试验。2005 年 1 月 25 日~2 月 28 日三合一钻具试验(其中 1 月 30 日~2 月 15 日组停,计 17 天);3 月 1~4 日连续造斜器试验;3 月 5~8 日三牙轮钻头全面钻进至 5158 m 终孔井深。

本段总下钻次数 8 次,其中三合一钻具试验 3 次,连续造斜器试验 1 次,全面钻进 3 次,三合一钻具下钻不到底(漏浆)1 次。

### 2.11 完井

2005 年 3 月 9~12 日下尾管、坐挂和固井等完井作业,3 月 13 日~4 月 1 日磨悬挂器内台阶、钻水泥塞、VSP 测量、通井、注完井液、甩钻具、倒场地钻具等工作。

本段总下钻次数 5 次,其中用 Ø89 mm 钻杆下尾管 1 次,Ø130 mm 锥形钻头修磨悬挂器内台阶 1 次,Ø108 mm 单牙轮钻头钻水泥塞及套管附件 1 次,Ø108 mm 锥形钻头通井、注完井液 1 次,Ø108 mm 单牙轮钻头下钻遇阻 1 次(在悬挂器内)。

2005 年 4 月 1~17 日组停;4 月 18 日举行竣工典礼;2005 年 4 月 19 日中国大陆科学钻探工程中心现场指挥部下达终孔停工令,正式宣布科钻一井现场施工结束。

## 3 结论

科钻一井在 8~11 级的坚硬岩层(榴辉岩和片麻岩)中,各种钻进方法施工累计总进尺为 9177.71 m(不含钻水泥塞和扩孔钻进中的磨推进尺),其中:取心钻进 5009.37 m(含钻具试验);扩孔钻进 3527.02 m(含斜斜钻进中的导向扩孔);侧钻和斜斜钻进 306.32 m(含钻具试验);全面钻进 332.59 m(含钻具试验段);磨孔钻进 2.41 m。

从 2001 年 6 月 25 日开钻,至 2005 年 4 月 19 日终孔(终孔孔深 5158 m),施工总时间 1395 天,钻机月速为 46.45 m/台,平均日进尺 6.58 m,平均机械钻速为 0.95 m/h,平均钻机月速为 197.6 m/台。其中取心钻进 1071 个回次,平均机械钻速为 1.01 m/h,平均岩心采取率为 85.7%(岩心长度 4290.9 m)。扩孔钻进 89 回次,平均机械钻速为 1.07 m/h。

施工中的生产时间和非生产时间分别占施工总时间的 92.1% 和 7.9%。在生产时间中的纯钻时间和起下钻时间分别占施工总时间的 28.93% 和 40.74%,而辅助时间占到施工总时间的 12.15%;在非生产时间中的组织停工时间占施工总时间的 5.79%。

## 参考文献:

- [1] 王达,张伟,张晓西,等.中国大陆科学钻探工程科钻一井钻探工程技术[M].北京:科学出版社,2007.

## 成都华建勘察工程公司简介

成都华建勘察工程公司是经中国地质勘查技术院批准于 1993 年 8 月成立,由探矿工艺研究所组建和发展起来的一家新型的高新技术国有企业。公司现拥有国土资源部颁发的地质灾害评估、勘查、设计、施工 4 个甲级资质,地质勘查工程施工甲级和水文地质、工程地质、环境地质调查乙级资质,拥有建设部颁发的地基基础和隧道工程施工二级、工程勘察乙级等资质。

公司充分发挥研究所的人才和技术优势,以探矿工艺所先进的岩土钻掘技术科研成果为依托进入市场。主要从事地质和矿产勘查、工程勘察、非开挖地下管线铺设、水井钻凿、岩土体锚固、软弱地基处理、隧道掘进、复杂地层钻进技术的试验研究、技术开发、工程承包和质量监督及技术服务工作。承担地质灾害防治工程的勘察、设计和施工,承担建设用地地质灾害危险性评估工作。

公司具有多种规格的岩心钻探钻机、锚固钻机、非开挖钻机,具有液压顶管、气动夯管锤等铺管设备,拥有英格索兰中、高压大排量空压机等高端设备,公司先后承揽了水利水电、道路桥梁、非开挖地下管线铺设、地基基础勘察、水井施工、地质灾害防治、隧道工程、边坡加固及矿产普查钻探工程施工和技术咨询服务工作,已提交了各类报告 90 余份,其中获奖 15 项,相继完成工程施工及地质灾害治理成果 80 余项,承担石油井场、管线等重要工程的建设用地地质灾害危险性评估项目 200 余项,产生了较大的社会影响。