

# 多层位超深试验观测井施工技术

陶天才, 石玲娣

(甘肃省地矿局第一地质矿产勘查院, 甘肃天水 741020)

**摘要:**鄂尔多斯盆地西南缘, 白垩系志丹群的6个岩组分布俱全, 地质与水文地质信息丰富。介绍了位于该区的具有勘探与长观双重意义, 集全孔段取心、四层分层抽水试验、三层长期观测于一井的B5号井的井身结构设计和施工工艺。通过B5号多层位超深试验观测井的施工, 证明了一井多用途的经济性和可能性, 积累了多层位超深观测井施工经验, 为整个鄂尔多斯盆地水文地质调查起到了示范作用。

**关键词:**多层位抽水试验; 勘探与长观井; 井身结构; 施工工艺

**中图分类号:** P634.5    **文献标识码:** A    **文章编号:** 1672-7428(2010)03-0024-03

**Construction Technology of Multi-layer Ultra-deep Test Observation Well/TAO Tian-cai, SHI Ling-di** (No. 1 Geology Investigation Institute, Gansu Provincial Bureau of Geology & Mineral, Tianshui Gansu 741020, China)

**Abstract:** In the southwestern margin of Ordos basin, 6 Cretaceous conglomerate groups were distributed with abundant geology and hydrogeology information. The paper introduced the B5 well in this area about the well structure design and the construction technology, which could be used for prospecting and long-term observation, coring and pumping test. This well construction proved the possibility of multipurpose by a single well and played demonstration functions for hydrogeology survey in Ordos basin.

**Key words:** multi-layer pumping test; prospecting and long-term observation well; well structure; construction technology

## 1 概述

鄂尔多斯盆地西南部的甘肃平凉—泾川一带, 位于区域大向斜——天环向斜的西翼。富含承压水的下白垩系志丹群的6个岩组在这里分布俱全, 它们自上而下依次为: 泾川组( $K_{lzh}^6$ ); 罗汉洞组( $K_{lzh}^5$ ); 环河组( $K_{lzh}^4$ ); 华池组( $K_{lzh}^3$ ); 宜君组( $K_{lzh}^2$ ); 洛河组( $K_{lzh}^1$ )。查明该区志丹群各组的地质特征、各层承压水的埋藏、运移、赋存及水化学特征、各层承压水之间的互相联系及动态变化规律, 对陇东盆地、乃至整个鄂尔多斯盆地的地下水系统分析具有十分重要的意义。B5号观测井就布设于本区的花所镇附近。

## 2 地层岩性及承压含水岩组的划分

### 2.1 地层岩性综述

第四系(Q)覆盖层厚度约20 m, 其下为巨厚的志丹群各组地层, 岩性均以泥岩、砂岩、砂质泥岩为主, 胶结中等, 颜色有青灰、兰灰、暗紫、棕红等, 杂乱无序, 若没有较直观的对比资料, 极难分层, 然而各层所含的承压水水质差异极大, 承压水头亦不相同, 一般在0~45 m之间。各层的厚度分别为:  $K_{lzh}^6$ 厚约280 m,  $K_{lzh}^5$ 厚约260 m,  $K_{lzh}^{3+4}$ 厚约220 m,  $K_{lzh}^{1+2}$ 厚约

210 m, 基底为侏罗系(J)泥岩。

### 2.2 含水岩组的划分

根据地层岩性、赋水特征及物探资料等地质信息, 专家们把白垩系志丹群划分成了3个承压水含水岩组, 自上而下分别为: 泾川罗汉洞含水岩组( $K_{lzh}^{5+6}$ ); 环河华池含水岩组( $K_{lzh}^{3+4}$ ); 宜君洛河含水岩组( $K_{lzh}^{1+2}$ )。

## 3 B5井主要地质技术要求与质量指标

(1) 设计孔深: 1000 m;

(2) 岩心采取率: 白垩系、侏罗系地层全孔段取心, 采取率 $\geq 70\%$ , 且必须在取心钻孔的基础上成井;

(3) 钻孔弯曲度: 钻孔顶角误差每百米不超过 $1^\circ$ ;

(4) 抽水试验要求: 分别对  $K_{lzh}^6$ 、 $K_{lzh}^{5+6}$ 、 $K_{lzh}^{3+4}$ 、 $K_{lzh}^{1+2}$  共4层做稳定流抽水试验;

(5) 观测要求: 留作  $K_{lzh}^{5+6}$ 、 $K_{lzh}^{3+4}$ 、 $K_{lzh}^{1+2}$  3层承压水的动态观测井。

由此可见, B5号井实际上具有水文地质勘探和长期观测的双重意义。

收稿日期: 2010-01-10

作者简介: 陶天才(1970-), 男(汉族), 甘肃天水人, 甘肃省地矿局第一地质矿产勘查院工程师, 探矿工程专业, 从事地质工程管理工作, 甘肃省天水市麦积区马跑泉路54号, ttc6559@163.com。

### 4 井身结构与施工工序

井身结构必须完全满足技术要求,其复杂程度显而易见。井身结构如图 1 所示。

#### 4.1 井身结构设计

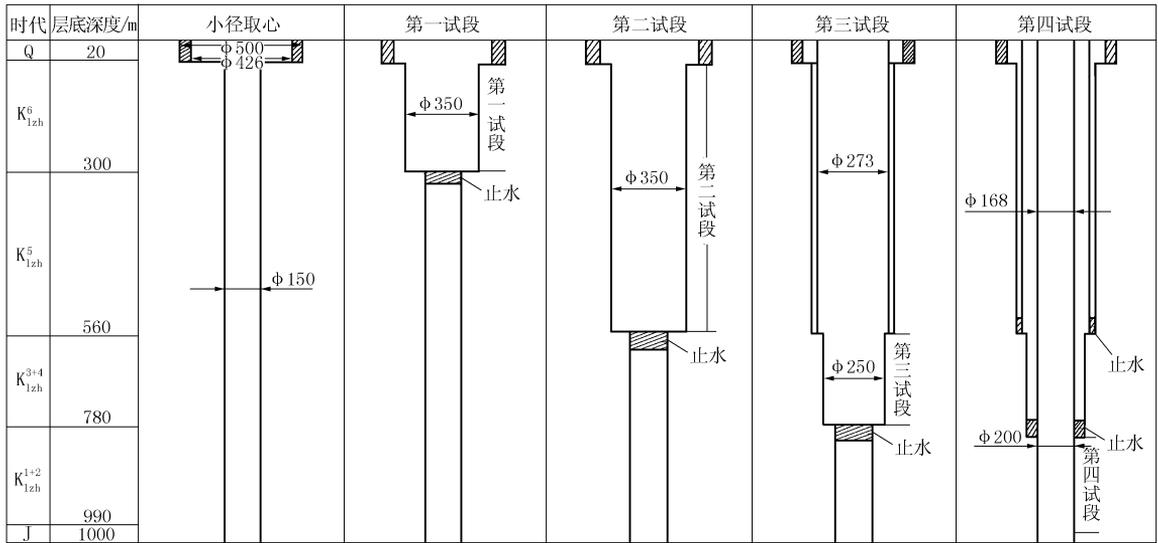


图 1 井身结构示意图

分层抽水试验共进行 4 次,均为裸眼试验,其成败的关键是在抽水过程中井壁保持完整,不垮不塌,且止水可靠。成井后,可自  $\phi 168$  mm 管内观测  $K_{lzh}^{1+2}$  层水位,自  $\phi 273$  mm 套管与  $\phi 168$  mm 管环状间隙观测  $K_{lzh}^{3+4}$  层水位,自  $\phi 426$  mm 套管与  $\phi 273$  mm 套管环状间隙观测  $K_{lzh}^{5+6}$ ,实现了多层位观测。

#### 4.2 施工工序流程

多次分层抽水与多层位观测,决定了工程施工的工序将非常复杂。工序多、流程单一、关键质量点多是工程的主要特点。工序流程为:开孔钻进→下套管固井→取心钻进→测井→第一段扩孔→止水、洗井→第一次抽水试验→第二次扩孔→止水、洗井→第二次抽水试验→第三次扩孔→止下部水→下  $\phi 273$  mm 套管止水→洗井→第三次抽水试验→第四次扩孔→洗井→下  $\phi 168$  mm 套管止水→第四次抽水试验→封闭井口。

除上述工序外,在实际施工过程中,每次止水后的效果检查也是必不可少且相当复杂的。

### 5 施工工艺

#### 5.1 施工设备和主要钻具

- 钻机:TSJ-1000 型水源钻机;
- 泥浆泵:TBW1200/7B 型泥浆泵 1 台,TBW850/50 型泥浆泵 1 台;
- 空压机:英格索兰 XHP750 型;
- 钻塔:AJ-24 型;
- 钻杆: $\phi 89$  mm 摩擦焊;

钻铤: $\phi 177$  mm、 $\phi 159$  mm、 $\phi 121$  mm。

#### 5.2 钻进与扩孔工艺

##### 5.2.1 取心钻进

采用  $\phi 150$  mm/ $\phi 127$  mm 肋骨硬质合金钻头、 $\phi 127$  mm 岩心管组成单管取心钻具。 $\phi 121$  mm、 $\phi 89$  mm 钻铤加压钻进。岩心管长度 6~8 m,但回次进尺不得超过 5 m。岩心卡取方法,视地层而分为干钻取心法和卡料卡取法。岩心管上部加投球接手,即用投球加卡料(干钻)法采取岩心。实际施工过程中,用此法取心,岩心采取率达到了 90% 以上。

取心孔段的钻孔弯曲度对于整个工程来说至关重要,它不止要达到  $\geq 1^\circ/100$  m 的地质技术要求,同时因为要进行近千米的扩孔成井,扩孔时钻孔能否延原孔轨迹向下延伸,这与原钻孔的弯曲度有极大关系,之所以采用钻铤,实现孔底加压和加长岩心管的工艺方法,就是为了降低钻孔的弯曲度,保证垂直度。在实际施工过程中,通过坚持加长粗径钻具、孔底加压“提拉吊打”的原则,全孔最大孔斜仅  $3.6^\circ$ 。

##### 5.2.2 扩孔工艺

共需进行 4 次扩孔,其中第一次扩孔段为  $K_{lzh}^6$ ,口径  $\phi 350$  mm;第二次扩孔段为  $K_{lzh}^5$ ,口径  $\phi 350$  mm;第三次扩孔段为  $K_{lzh}^{3+4}$ ,口径  $\phi 250$  mm;第四次扩孔段为  $K_{lzh}^{1+2}$  及 J,口径  $\phi 220$  mm。扩孔钻头选择为组焊前导式牙轮钻头或硬质合金钻头,导向部分长度 2 m 左右。仍然采用钻铤加压,提拉吊打的工艺方法。扩孔过程中必须保证足够大的泵量,尽量

减少岩粉下沉。在实行扩孔过程中,曾尝试直接用牙轮钻头扩孔,只要避开局部弯曲孔段是可以的。

## 6 洗井与止水工艺

### 6.1 洗井

洗井其实均在裸眼段进行,加之承压水水头都较高,一般先换浆,再冲孔,刷孔,最后抽水洗井均能达到洗井要求,为了防止换、冲、刷、抽达不到洗井要求,预备了焦磷酸钠洗井方案,在实际施工中,只需冲、抽即能达到洗井要求,备用方案未被启用。

### 6.2 止水

在取心钻进之前,第四系地层应先下  $\varnothing 426$  mm 表层套管并管外用水泥封固,所以不再考虑第四系潜水的止水工作。第一、二试验段抽水试验前分别做下部止水工作,第三试验段抽水前,须做  $K_{\text{zh}}^{1+2}$  和  $K_{\text{zh}}^{5+6}$  两层止水、第四试段抽水前做  $K_{\text{zh}}^{5+6}$ 、 $K_{\text{zh}}^{2+4}$  两层上部水的止水工作,所以,总计止水 4 次,6 个部位,同时应指出的是,下部止水均为临时止水,而上部止水均为永久性止水。

#### 6.2.1 下部止水方法

预制锥形水泥塞,用钻杆将其送到止水位置,转动钻杆、使之与塞体脱离提出钻杆,向孔内投红土球并下钻捣实,止水工作即告结束。红土在孔内的高度在 2 m 左右,多则有可能堵塞含水层。每次抽水试验结束后,扫掉水泥塞即可。

#### 6.2.2 上部止水方法

共两次上部止水,分别采用  $\varnothing 273$  mm 和  $\varnothing 168$  mm 套管止水,管脚带压缩式止水器,以保证止水效果。

#### 6.2.3 止水效果检查

下部止水的效果检查采用泵压法,即下粗径岩管至止水部位,加压使岩心管底唇进入红土,然后开泵送浆,泵压将很快上升,达到一定值后停泵憋压,

注意观察泵压变化,如果在 1 h 内泵压下降 0.5 MPa 以内,说明止水质量合格,否则应重新止水。上部止水的效果检查采用压差法即可。在实际施工中,每次止水均一次成功,止水质量完全达到要求。

## 7 结语

本观测井结构复杂,工序繁琐、质量要求高。经过技术人员的精心设计,施工人员的辛勤工作,历时 4 个月终于完成。通过该井的施工积累了多层位超深观测井施工经验。

(1)全孔段取心。水文水井施工全孔段取心近年来少见,本工程虽然取心难度不算太大,但深度大,工作量大,对施工人员来说是一个挑战。

(2)设计巧妙,实现多层位试验和长期观测。技术人员巧妙地利用地层特性,大胆地在沉积岩中裸眼试验,给工程实现多层位试验和长观奠定了基础。

(3)多层次止水,实现多层位常观。止水位置多达 6 处,4 次抽水试验相对独立,在完成各项任务后又实现多层位观测,一个钻孔完成了多个钻孔的任务。总之,本观测孔的实施为今后类似工程树立了一个榜样。

## 参考文献:

- [1] 常世臣,芦文阁.水文水井及工程钻探[Z].长春:长春地质学院,1984.
- [2] 王世光.钻探工程(下册)[M].北京:地质出版社,1986.
- [3] 张瑞琪,张长舟.水文地质钻探钻井工程实用技术手册[Z].北京:中国工程勘察协会技术咨询部,1992.
- [4] 刘建刚,何庆余,李世忠,等.洗井工艺[M].武汉:中国地质大学出版社,1990.
- [5] 席云峰.供水井真空止水法和逆止阀止水法实践[J].探矿工程,2002,(5).
- [6] 俱养社,郭文祥.陕西省韩城市水源地下水井钻井技术[J].探矿工程,2002,(5).

## 中央地质勘查基金网开通

中国国土资源报(2010-03-16)消息 3月12日下午,国土资源部部长、党组书记、国家土地总督察、中央地质勘查基金领导小组组长徐绍史与中央地勘基金领导小组副组长、财政部副部长、党组成员张少春共同开通了中央地质勘查基金网,网址为 [www.cgef.org.cn](http://www.cgef.org.cn)。中央地勘基金领导小组副组长、国土资源部副部长、党组成员汪民主持开通仪式。

新开通的中央地质勘查基金网包含要闻资讯、资源形势、行业动态、政策解读、通知公告等时效性和行业性常规板块,开设了项目进展、监理回音、权益管理、储备信息等特色版块,内容涉及中央地勘基金项目的立项部署、实施监管、成

果处置、收益分配等各个环节,涵盖了中央地质勘查基金管理的各项工作。

据国土资源部中央地质勘查基金管理中心主任程利伟介绍,开通中央地勘基金网是基金管理公开透明运行、公平公正管理的重要举措,将使社会各界及时了解基金运行的相关政策和管理动态,参与和监督地勘基金的运行管理,共同推进地勘基金的健康发展。

中央地勘基金领导小组成员,国土资源部、财政部有关司局负责同志出席了网站开通仪式。