

# CS1000P6 型钻机的技术性能及应用效果

王政敏<sup>1,2</sup>, 赵宏<sup>2</sup>, 张启东<sup>3</sup>

(1. 中国地质大学(武汉)研究生院, 湖北 武汉 430074; 2. 武警警种指挥学院黄金系, 湖北 襄樊 441002; 3. 武警黄金第八支队, 新疆 乌鲁木齐 830000)

**摘要:**通过对 CS1000P6 型钻机的技术性能及工程实例的阐述和分析,探讨了 CS1000P6 型钻机的施工能力及其优越性。

**关键词:**CS1000P6 型钻机;全液压;顶驱动力头;岩心钻探

**中图分类号:**P634.3<sup>+</sup>1 **文献标识码:**B **文章编号:**1672-7428(2007)10-0046-03

CS1000P6 型钻机是武警黄金部队引进加拿大阿特拉斯公司生产的全液压顶驱动力头地表取心钻机(见图 1)。该钻机具有质量轻、体积小、便于操作、无级变速、长行程给进及小倾角钻进等特点。经过在新疆的哈西、双泉、修翁哈拉矿区,甘肃文县的阳山矿区试验应用,解决了应用矿区陡倾斜矿脉钻进、复杂地层多径成孔、岩矿心采取率低等施工难题,取得了比较好的应用效果,表现了该钻机比较好的施工能力及其优越性。



图 1 CS1000P6 型全液压顶驱动力头地表取心钻机

## 1 CS1000P6 型钻机的主要部件及其技术参数

该钻机由柴油机、液压泵、操作台、动力头、升降系统等工作部件组成。其动力全部采用液压传递,由柴油机驱动 3 个液压泵提供各系统工作动力。主液压油泵向动力头、升降油缸、主副卷扬提供动力;副液压泵向液压夹持器、泥浆搅拌机提供动力;辅助液压泵向泥浆泵提供动力。

收稿日期:2007-02-20; 改回日期:2007-07-06

基金项目:武警黄金指挥部重点科研项目

作者简介:王政敏(1965-),男(汉族),陕西蒲城人,中国地质大学(武汉)硕士在读,武警警种指挥学院黄金系探矿工程教研室副主任、副教授,探矿工程专业,从事岩心钻探的教学与科研工作,湖北省襄樊市。

### 1.1 柴油机

为美国康明斯公司生产的 6BTA5.9 型,六缸、涡轮增压水冷柴油机,额定功率为 131 kW,额定转速 2500 r/min。

### 1.2 液压泵

主液压油泵最大排量 173 L/min,最大压力 24.3 kPa;副液压泵最大排量 47.3 L/min,最大压力 10.3 kPa;辅助液压泵最大排量 50.7 L/min,最大压力 20.8 kPa。

### 1.3 操作台

操作台由操作旋钮、操作手柄及各种仪表组成。其正前方是柴油机控制仪表盘,显示柴油机的水温、油温、油压、充放电指示;右下方是柴油机的启动、关机按钮;操作台平面上从左至右依次排列着动力头卡盘、泥浆搅拌机、动力头给进、夹持器、桅杆升降、动力头回转、动力头升降、主卷扬、副卷扬等 9 个操作手柄,通过操作手柄可控制主、副及辅助液压泵的流向和流量;操作台左上方依次为油压系统压力表、孔底压力表、扭矩表、水泵压力表,在系统运转时显示各系统的相关参数;右上方是水泵开关控制手柄、水泵流量控制旋钮、动力机转速控制旋钮。

### 1.4 动力头

动力头设手动变速机构,实现 4 级回转速度(I 级 130~190 r/min; II 级 270~410 r/min; III 级 500~756 r/min; IV 级 857~1300 r/min),动力头马达通过链条将动力传递到卡盘,卡盘夹持钻杆实现回转。

技术指标为:最大给进行程(最长回次进尺)

1.83 m,最大给进压力(可施加在钻头的力)60.5 kN,最大起拔力(油缸上顶力)91 kN,最大夹持力182 kN,施工倾角范围 $90^{\circ} \sim 45^{\circ}$ ,最大通孔内径117 mm。

### 1.5 升降系统

钻具升降系统为三段桅杆式,总长度为8.38 m,可完成2根钻杆(6 m)的提升,桅杆起落和角度调整为液压油缸驱动。主卷扬(升降钻具和套管)最大提升力40.9 kN,最大提升速度45 m/min;副卷扬(打捞内管)最大提升力11.4 kN,最大提升速度384 m/min。

### 1.6 泥浆泵

型号为W1122BCD型,是往复卧式、三缸单作用活活塞泵,最大泵量为140 L/min,可通过调整柴油机转速、泥浆泵流量控制旋钮改变泵量。

## 2 CS1000P6型钻机的技术性能分析

(1)施工孔深。在相对完整地层,用BQ( $\varnothing 55.6$  mm)钻杆施工直孔(相当于国标 $\varnothing 60$  mm口径)钻进深度为1070 m;NQ( $\varnothing 69.9$  mm)钻杆(国标 $\varnothing 75$  mm口径)钻进深度为762 m;HQ( $\varnothing 88.9$  mm)钻杆(国标 $\varnothing 91$  mm口径)钻进深度为460 m。

(2)动力机的功率大,为131 kW。在转速相当的情况下,扭矩大,有利于刻取岩石,进尺快,效率高,同时对遇水易分散的水敏性泥页岩地层可快速穿过,保证了岩矿心的采取率。

(3)给进行程大,为1.83 m。倒杆次数少,提高了纯钻时间;一次性进尺多,有利于穿过破碎地层,可减少或避免孔内的坍塌掉块现象。

(4)液压传动,旋转速度有4个挡位,每个挡的转速都有相应的活动范围,转速可在每个挡位内无级变速,自行调节,在孔内阻力突然增大时,转速变小,扭矩变小,对钻杆起到了过载保护作用,可减少或避免钻杆的扭折断事故。而传统的机械传动钻机,刚性传动,转速一旦给定,没有人为操作是不会改变的,当孔内阻力突然增大时,扭矩也突然增大,这就是用传统钻机施工经常会发生断钻杆的原因之一。

(5)桅杆式钻塔,倾斜度可在 $90^{\circ} \sim 45^{\circ}$ 范围任意调节。适用于大倾斜产状、矿脉较宽的矿体施工,能较好地解决小倾角钻孔的施工难题。

(6)卷扬机受液压控制,上下钻平稳,速度较慢,升、降速度为45 m/min,在施工复杂地层时,可减少或避免上下钻具时的抽吸现象对孔壁的破坏,

这同样是应用该钻机在施工中很少发生孔内事故的原因。

(7)该钻机施工时,钻杆直接作主动钻杆,可在动力头上部直接加钻杆,采心和加杆钻进时不需要将钻具提高孔底,钻杆就象套管护壁一样,减弱了提钻对孔壁的破坏,保持了孔壁稳定性,降低了劳动强度。这也是该钻机优于传统钻机施工很少发生孔内事故的又一原因。

(8)此钻机进尺时钻头承受压力可从仪表上明显反映,当岩石变硬而进尺变慢时,钻头承受压力也随之变小,避免了压力把钻杆压弯,减少了钻杆对井壁的敲击破坏,同时也减少了钻杆的承受力,保护了钻杆和孔壁。

(9)该钻机整体结构较为紧凑,操作简单,独有的操作平台控制所有操纵机构,集中的仪表盘更利于在钻进中观察判断孔内情况,特有的扭矩表可随时判断孔内事故发生情况。附属设备水泵泵量较大,又可任意调节泵量,方便选取钻进参数,对于钻进深孔时钻头冷却、携带岩粉效果较好。

## 3 CS1000P6型钻机施工所取得的效果

### 3.1 新疆地区的应用

#### 3.1.1 完成的实物工作量

2004年8月7日~2005年9月8日,应用该钻机在新疆共施工3个矿区(双泉、哈西、修翁哈拉),完成钻孔14个,正在施工钻孔1个,累计工程量5586.8 m,钻孔倾角平均为 $62^{\circ}$ 。见表1。

表1 CS1000P6型钻机施工钻孔统计表

矿区	孔号	设计深度/m	方位/倾角/ $(^{\circ})$	开孔时间	终孔时间	终孔深度/m
双泉	ZK802	330	233/45	2004.08.07	08.16	375
	ZK2302	400	233/45	2004.08.21	08.30	386.7
	ZK2305	470	53/70	2005.05.03	05.27	467.6
	ZK702	400	53/50	2005.05.29	06.09	400.6
	ZK2405	440	240/65	2005.06.10	07.07	460.1
	ZK802	400	60/65	2005.07.08	07.16	396.1
	ZK3902	280	60/65	2005.07.18	07.25	291.2
	ZK4002	280	60/55	2005.07.26	08.02	280.1
	ZK6301	360	60/55	2005.08.03	08.10	378.5
	ZK8302	340	193/50	2005.08.12	08.19	338.2
ZK3102	250	193/55	2005.08.20	08.28	253.1	
哈西	ZK082	300	156/75	2004.09.06	09.13	219.6
修翁	ZK07	430	135/85	2005.04.14	04.24	465.8
哈拉	ZK44	400	135/85	2005.03.26	04.13	374.2

#### 3.1.2 钻进参数

在0~200 m浅孔时,严禁打“急钻”,合理选择钻进参数,减少柴油机供油,在降低转速(柴油机转

速 1200 ~ 1300 r/min)的情况下,通过调整油泵的压力使动力头保持较高的转速(1200 r/min);在孔深时,杜绝打“懒钻”,确保钻头始终保持良好的钻进效率。参数选择一般为:柴油机转速 1500 ~ 1800 r/min;动力头Ⅲ级 500 ~ 756 r/min;孔底压力 7 MPa;泥浆泵压力 2 MPa;扭矩 1500 N·m。

### 3.1.3 取得的效果

钻探总台时 3809 h,台月实进尺 823 m,台月效率 960.1 m,小时效率 3.03 m。通过对比,此钻机在试用时期的生产技术指标明显高于传统钻机,同时也完成了传统钻机无法完成的大倾角钻孔。

## 3.2 甘肃文县阳山矿区的应用

### 3.2.1 完成的实物工作量

该钻机于 2005 年 4 月 21 日正式投入使用,截止 8 月 18 日,在阳山矿区已竣工钻孔 3 个,累计完成进尺 2560.17 m。其中 ZK0116 设计孔深 750 m,4 月 21 日开孔,6 月 7 日终孔,终孔孔深 781.19 m; ZK1716 设计孔深 850 m,6 月 12 日开孔,7 月 14 日终孔,终孔孔深 866.49 m; ZK1732 设计孔深 850 m,7 月 18 日开孔,至 8 月 19 日终孔,终孔孔深 912.49 m。

### 3.2.2 钻进参数

深孔施工时,在孔深 700 m 以后,主要在钻进参数、钻孔深部护壁、套管下入及起拔等方面结合实际摸索出一套比较适合的解决方法。

钻进的参数:柴油机转速 1300 ~ 1600 r/min,钻机转速 270 ~ 400 r/min,钻头压力 5 ~ 6 MPa,水泵泵量 60 ~ 80 L/min,随着孔深的增加,压力可逐步减小,泵量可逐步增加。

在深部轻微破碎地带时,增加泥浆的粘度,以达到护壁的效果;如果形成了空腔或坍塌严重,而不完整孔段较短的情况下,主要采用水泥浆护壁;在破碎带很长的情况下则施工一段灌注一段;如果施工至 750 m 以后则可下入  $\varnothing 73$  mm 套管,换 BQ 钻具施工。

在套管下入之前,将套管表面涂上黄油润滑,套管底部带硬质合金钻头,利于跟管,下完后,将  $\varnothing 73$  mm 套管和  $\varnothing 89$  mm 套管的间隙封闭好。

通过一系列的措施,大大提高了深孔钻进的能力。

### 3.2.3 取得的效果

平均台月实进尺 825 m,平均台月效率 850.6 m,平均小时效率 3.71 m,岩矿心采取率 100%,一级孔率 100%。创造了该矿区单孔孔深 912.49 m、小班(8 h)进尺 46 m,日(24 h)进尺 119.30 m,孔故

率为零的新记录,为该矿区勘探“攻深找盲”奠定了坚实基础。

## 4 CS1000P6 型钻机的优越性

实践证明,CS1000P6 型钻机具有如下优点:

(1) 钻探效率高。在阳山施工的 3 个钻孔,台月效率、小时效率远远超过传统钻机,施工 900 m 的钻孔只用 30 天左右。施工钻孔深,施工成本低。

(2) 岩心采取率高。除了不需要采取的地表层,岩矿心采取率均达 100%。

(3) 施工复杂地层能力强。由于该钻机自身的良好性能,在预防复杂地层孔内事故方面非常有效,在 2 年的施工中几乎没有发生过任何孔内事故。

(4) 施工深孔能力强。在阳山钻探施工 8 年中,采用 XY 系列钻机钻进时深度最深仅为 695.30 m,而 CS1000P6 型钻机目前竣工的最深孔已达 912.47 m。

(5) 施工斜孔能力强。该钻机可施工  $45^\circ \sim 90^\circ$  孔,对矿层陡倾斜大的矿区表现了它特有的优越性,同时可降低钻孔的设计施工深度,提高找矿效率。

(6) 施工成本低。由于施工效率高,井内事故率低,钻机使用寿命长,加上易损易耗件国产化的改进,随着施工时间的延长,成本定会大幅度降低。

(7) 该钻机结构较为紧凑,操作简单,安装方便。

## 5 目前急需解决的问题和下步努力方向

虽然 CS1000P6 型钻机在使用中取得了一些成绩,对其施工性能、施工参数有所认识。但我们也感到有些问题值得继续研究和探讨:

(1) 要加强操作人员对该设备性能的了解与掌握,提高使用、维护、保养、维修能力,力求人机和谐,提高生产力;

(2) 应深入探索 CS1000P6 型钻机部分零配件及消耗材料的国产化问题,确保材料供应渠道畅通、及时,大幅降低成本;

(3) 对不同厂家不同规格型号的钻头与不同岩层的适应性进行对比、研究,力争找到适合不同矿区不同岩层的钻头参数范围,提高钻头的使用寿命,降低钻头消耗成本,提高生产效率;

(4) 继续探索深孔(1000 m 以上)、斜孔( $55^\circ$  以下)的施工方案,满足地质需要,为地质找矿再立新功。