

71-75

潜孔锤的研制与发展

刘广志

(地矿部高咨中心·北京)

p634.48

中国研究潜孔锤及其钻探工艺始于 1958 年底, 至今已有 35 年的历史, 先后开发了两大类潜孔锤, 即: 液动潜孔锤 (Hydro-hammer) (前称冲击回转钻探); 风动潜孔锤 (Pneumatic Down The Hole Hammer) (简称 DTH)



潜孔锤技术

1 液动潜孔锤

1.1 发展背景

1.1.1 用压缩空气驱动凿岩机据称源于 1871 年。风动潜孔锤的出现几乎可以肯定是起源于风动凿岩机, 只是其回转机构在地表而不是在凿岩机内部。我国从 1958 年由原北京地质学院探工系李世忠教授为首开始研制 YQ-150A 型潜孔锤与钻机。1965 年推广, 配 J-200 型风动冲击器, 钻进炮眼累计长度达 11000m。

1.1.2 冲击回转钻进与牙轮钻头、金刚石钻进相比较, 其碎岩机理特性占有明显优势(附图)。潜孔锤是利用高频率的点负荷施加在岩面上, 点触部位形成粉碎性体积破碎, 同时在常规钻压和回转作用下, 形成一定的恒钻速, 因而钻速比前两者都高。

1.1.3 从地质、经济、技术效益来看, 与常规回转钻探相比具有以下优势:

(1) 在钻进 7~12 级硬岩中增加硬岩破碎烈度, 从而能:

- ① 钻速提高 20%~60%, 甚至 100%, 是钻硬岩层一种有效的方法。
- ② 比能消耗较低, 钻头寿命至少延长 10%~25%。金刚石钻头(液动)不易被抛光, 是克服坚硬致密“打滑”层的有效方法。
- ③ 液动锤配绳索取心钻具, 脉

动作用足以防止岩心堵塞。④ 潜孔锤钻压低, 有效地防止了钻孔弯曲。⑤ 转速低, 使整个柱磨损减轻。

(2) 钻探成本降低 15% 以上。

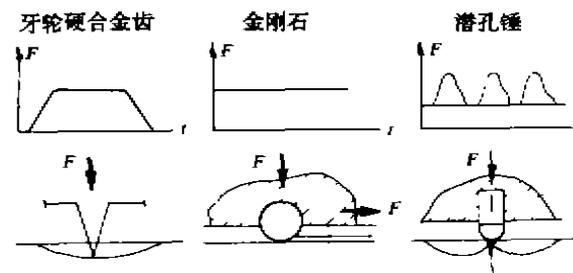
(3) 在高静液压力下(最高泵压 400 bar), 液动冲击器依然能照常工作, 为大陆科学钻探提供了新的孔底动力机。

(4) 风动贯通式潜孔锤的问世, 解决了钻进砾石层、砂卵石层、漂砾等技术难题。

基于上述诸因素, 潜孔锤(液动和风动)已成为继金刚石钻探之后的又一项钻探新技术。

1.2 液动锤钻探工具的研究与推广

1.2.1 用于地质勘查、工程地质和钻水井的液动锤分为: 常规硬合金(或金刚石)钻头的液动锤钻探系统; 绳索取心式液动锤钻探系统。



附图 岩石破碎机理

1.2.2 我国研制成功的液动锤有 3 大类: 双作用式(主要技术参数列于表 1); 正作用式

本文 1993 年 12 月收到, 王梅编辑。

(表 2); 绳索取心系列液动锤钻探系统(表 3)。

表 1 YS、SC 及 SX 系列液动锤主要技术参数

名称	型号	钻孔直径 (mm)	外径 (mm)	长度 (mm)	重量 (kg)	泵量 (m ³ /min)	泵压 (Mpa)	冲击功 (J)	频率 (Hz)	工作介质	备注
YS 双 作 用	YS-54	56~59	51	1200	16	0.05~0.10	1.0~4.0	3~18	25~50	清水或低 固相泥浆	YS-108 及 YS-219 主 要适用于 硬合金或 球齿钻头
	YS-74	75~76	74	1200	32	0.06~0.12	0.6~4.0	5~50	25~50		
	YS-89	91~93	89	1200	44	0.07~0.145	0.5~2.5	18~85	25~40		
	YS-108	110	108	1200	56	0.08~0.20	0.5~2.5	(20~120)	15~30		
	YS-219	244.269	219	1000		0.35~0.45	1.5~3.0	(200~500)	13~25		
SC 射 流 式	SC-54	56~75	54	1500	30~40	0.06~0.09	2.0~2.5	5~20	35~42	清水或低 固相泥浆	SC-150 主 要适用于 硬合金钻 头
	JSC-75	75~110	73	1800	50~60	0.12~0.20	1.5~2.0	39~69	13~25		
	SC-89	91~110	89	1480	50~60	0.18~0.25	1.5~2.0	39~78	13~25		
	SC-150	150~200	150	1850	150~160	0.45~0.60	2.0~2.5	98~140	10~15		
SX 射 吸 式	SX-54	56~66	54	1270~	15	0.04~0.07	1.0~2.5	5~15	25~50	清水或低 固相泥浆	SX-76 及 SX-93 主 要适用于 合金钻头
	SX-66	75~91	66		22	0.08~0.12	1.0~2.5	15~35	25~50		
	SX-76	110~130	76	1770	34	0.13~0.23	1.0~2.5	20~60	25~50		
	SX-93	150~174	93	51	0.21~0.34	1.0~2.5	30~90	25~50			

表 2 国内几种正作用式液动锤的主要技术参数

名称	型号	钻孔直径 (mm)	外径 (mm)	长度 (mm)	重量 (Kg)	泵量 (m ³ /min)	泵压 (Mpa)	冲击功 (J)	冲击频率 (Hz)	工作介质	备注
YZ	YZ-54	56~59	54	1300	17	0.04~0.08	0.7~2.7	5~16 10~25	25~50	清水或低 固相泥 浆	YZ-89 主 要用于硬 合金钻头
	YZ-73	75~76	73	1300		0.06~0.10	0.7~3.0		15~40		
	YZ-89	91~93	89			0.08~0.12	0.7~3.5		20~40		

表 3 国内几种绳索取心式液动锤的主要技术参数

名称	型号	配套钻具型号	液动锤类型	外径 (mm)	钻头外径 (mm)	泵量 (m ³ /min)	泵压 (Mpa)	冲击频率 (HZ)	冲击功 (J)	工作介质
SZC	SZ56C	S56	YZ 型正 作用式	54	56	0.04~0.08	1.0~1.5	30~40	5~10	清水、皂 化液或无 固相洗井 液
	SZ59C	S59		58	59.5	0.05~0.10	1.0~2.0	30~40	5~10	
	SZ75C	S75		73	75	0.07~0.12	1.5~2.5	20~35	5~14	
	SZ91C	S91		88	91	0.06~0.14	0.7~1.8	15~40	8~40	
SSC	SS56C	S56	YS 型双 作用无 弹簧式	54	56	0.05~0.10	0.5~2.0	(30~40)	(5~10)	清水、皂 化液或无 固相洗井 液
	SS59C	S59		58	59.5	0.05~0.10	0.5~2.0	(30~40)	(5~10)	
	SS75C	S75		73	75	0.06~0.10	1.0~4.0	25~50	3~18	
	SS91C	S91		88	91	0.06~0.13	0.6~4.0	25~50	5~50	

1.2.3 大规模推广使用于 1980 年,据不完全统计,地矿系统推广各类液动锤 1500 余台,完成钻探工作量达 30 余万 m,其中四川省地矿局完成 97402m,福建地矿局(主要为 8 队)完成约 80000m。而兄弟部门完成钻探工作量占 60%,约 60 多万 m,共节约资金 1 亿元。其特点是:

(1)已从固态矿产勘查扩展到水文水井、工程勘察、坑道钻探等。

(2)应用于钻水平孔和定向钻孔的稳斜孔段,均能有效地按设计方向直达中靶点。

(3)冲洗液介质从清水、乳化液、无固相泥浆扩展到充气泡沫泥浆。

2 风动潜孔锤

风动潜孔锤近 10 多年获巨大发展,共发展背景可归纳为:

2.1 桩、墩、墙、幕、锚等基础桩。

2.2 基础桩的品种越来越多(达13种),口径越来越大(0.3m、0.5m、0.8m、1.0m、1.2m、1.6m、3.0m),桩深越来越深(10m—30m—50m—80m)。

2.3 施工工艺方法越来越多样化,除正循环、反循环工艺外,越来越多地采用干式无循环作业。

2.4 施工环境越发恶劣,施工速度、质量要求越来越高。

2.5 对风动潜孔锤功用提出了更高要求。

(1)水文地质勘察要求取样并分层,钻穿含水层并成井。

(2)快速钻穿非固结覆盖层、砾石层、漂石层、极硬岩层、水冻层等。

(3)在超级大口径内装逆止阀,水下作业钻大桥或建筑物桩墩。

(4)快速钻垂直度要求很高,且不能进行爆破作业的矿山液压电梯井筒或矿山冒顶封堵后的通风井、救援井。

(5)钻大口径、单井大排量的灌溉井。

(6)高层建筑、大型重载桥梁建造钢结构或钢筋混凝土基础桩。

(7)大型输电塔的硬岩锚固桩,要求锚固于固结硬岩中。

(8)快速铸成连续墙。

(9)偏心风动潜孔锤做跟套管钻进。

(10)贯通式风动潜孔锤形成快速取心取样并成井。

(11)处理地质灾害,造抗滑墙、锚固工程等。

(12)钻作业者可上下的大口径(如核废料处理井等)。

综合上述要求,促进了风动潜孔锤向多品种(不取心式、偏心式、贯通式、多种口径)、大口径(超级单体风动潜孔锤)以及集束式发展。

在开发风动潜孔锤新领域、新品种方面,美国英格索兰公司起了世界领先作用。另一方面也充分说明,随着工艺提出的新要求,对设备的研究与开发工作因紧紧跟上,否则先进的工艺无法显示其优越性。同时,设备的发展又推动工艺的科技进步。

目前,英格索兰公司生产的风动潜孔锤有单头和多头系列,共有40种型号(表4)。单头潜孔锤适用孔径范围90~762mm;多头潜孔锤适用孔径范围610~1980mm。

潜孔锤的新发展证实了我们对潜孔锤特性与功能的评价:“小大由之,用途广泛,无硬不摧,快速质优”。

长春地质学院研制风动潜孔锤也有近20年历史,产品由地矿部无锡钻探工具厂生产(表5)。

表4 宣化英格索兰矿山工程机械有限公司潜孔锤主要规格

型号	配用锤头 (mm)	外径 (mm)	使用风压 (MPa)	耗风量 (m ³ /min)	冲击能 (J)	冲击频率 (r/min)	接头及钻杆螺纹	重量 (kg)	适用岩石 (f)
DH-4	105~114	92	0.54~24.6	2.8~14.7	153~165	1340~2000	内,API2-(3/8)"	45	6~20
DH-6	152~165	136	0.56~24.6	7.1~16.8	450~1977	1210~1850	外,API3-(1/2)"	126	6~20
DHD-340A	105~114	92	10.5~24.6	2.3~13.3	158~694	1090~1800	内,API2-(3/8)"	47	6~20
DHD-360	152~165	136	10.5~24.6	4.5~26.6	390~1719	1100~1800	外,API3-(1/2)"	129	6~20
CIR-90	90	80	0.5~0.7	7.2	107.8	840	外,特48×10×2	17	6~20
CIR-150	155	136	0.5~0.7	15.9	333.4	890	内,特75×10×2.5	85	6~20
CIR-170	175	156	0.5~0.7	16.8	421.7	800	外,特100×28×10	102.5	6~20

表 5 地矿部无锡钻探工具厂生产 WC 型潜孔锤主要技术规格

型号	钻孔直径 (mm)	钻具直径 (mm)	耗风量 (m ³ /min)	工作风压 (MPa)	冲击功 (J)	冲击频率 (Hz)	长度 (mm)	重量 (kg)
WC-70	75,76	66	2.5~3	0.5~0.6	50~80	12~16	1030	(16)
WC-85	95~110	85	2.6~3	0.5~0.6	80~120	10~16	1112	(23)
WC-100	105~125	98	5~8	0.5~0.7	180~220	12~15	1200	(42)
WC-150	150~165	140	6~10	0.5~0.9	200~280	15		
WC-200	205~220	185	18~21	0.5	450~500	10~14		
WC-250	250~280	220	20~30	0.5~0.7	690~900			
WC-300	300~400	280	40	0.7				

表 6 和表 7 介绍了瑞典 Atlas-Copco 与 Sandvik 的气动潜孔锤和无阀冲击器的技术参数及规格。

表 6 瑞典 Atlas-Copco 与 Sandvik 的 ODEX 气动潜孔锤规格

	ODEX115	ODEX165	ODEX76
内钻杆柱	API2-(1/2)" 正规钻杆	API3-(1/2)" 正规钻杆	R38 空气钢管
焊接套管:			
外径(mm)	138~142	192~196	
内径(mm)	128~130	180~183	
螺纹套管:			
外径(mm)	148		89
内径(mm)	128		78
扩孔后孔径(mm)	152	212	96
适用潜孔锤型号	COP42	COP62	BBE57~01
续钻时标准钻头外径(mm)	115	165	76

注:1. COP42 和 COP62 型为新型潜孔锤,用以代替 COP4 和 COP6 型

2. BBE57-01 为顶部冲击用的风动凿岩机

表 7 瑞典 Atlas-Copco 与 Sandvik COP42 与 COP62 型无阀冲击器技术参数

	COP42(ODEX115)	COP62(ODEX165)
标准孔径(mm)	105,110,115,127,140	152,156,165,216
空气耗量(kg/cm ²)		
6	50psi(最小) 85(最大)	115psi(最小) 198(最大)
10	110(最小) 149(最大)	213(最小) 363(最大)
18	200(最小) 280(最大)	360(最小) 576(最大)
重量(除外钻头)(kg)	35	93
长度(除外钻头)(mm)	960	1280

注:(最小)指不使用节流嘴进行洗孔,(最大)指用节流嘴进行洗孔。

3 贯通式风动潜孔锤

3.1 GQ 型贯通风动潜孔锤(表 8)

3.2 桑普莱克斯-500 型

主要技术参数:锤重(不含钻头):52kg;
钻头重(5.5in,130mm):5.6kg;活塞重:

3.1kg;锤长(不含钻头):788mm;锤在钻头
缩回时长度:827mm;锤体外径:123mm;钻
头范围:130.17~139.7mm;汽缸内径:
93mm;取样管内孔:38mm;活塞行程:
95mm;活塞频率:气压 18×10⁵Pa 时,1540
次/min,气压 25×10⁵Pa 时,1820 次/min(见

表 9)。

表 8 长春地质学院 GQ 型贯通风动潜孔锤主要技术规格

型号	钻孔直径 (mm)	钻具直径 (mm)	中心通孔直径 (mm)	耗风量 (m ³ /min)	工作压力 (Mpa)	冲击功 (J)	冲击频率 (Hz)
GQ75/31	75,76	74	31	2~3	0.3~0.6	60~80	15
GQ95/43	100~130	95	43	2.5~10	0.5	120~150	15
GQ200/62	200~255	180	62	3~14	0.3~1.0	145~560	10.6~17.9
GQ250/100	275~325	230	100	10~20	0.5~1.2		
GQ300/110	300~400	280	110	15~30	0.5~1.2		

表 9 潜孔锤空气耗量(m³/min)

气压(Pa)	15×10 ⁵	18×10 ⁵	22×10 ⁵	25×10 ⁵	28.5×10 ⁵
活塞耗量	5.6	7.7	9.8	12.6	15.4
40# 标准气嘴耗量	7.0	8.4	10.0	11.6	13.3
潜孔锤总耗量	12.6	16.1	19.8	24.2	28.7
供任选气嘴 20# 耗量	3.4	4.2	5.0	5.9	6.7
供任选气嘴 20# 耗量	10.4	12.9	15.1	17.4	20.0
供任选气嘴 20# 耗量	13.7	17.0	20.1	23.2	26.6

注: SAMPLEX-500 型潜孔锤用一简单变丝接头即可与现时供应的多种 114mm(4.5in) 反循环钻杆连接。

3.3 单头大口径风动潜孔锤(英格索兰)与多头大口径集束式潜孔锤。

目前,我们岩土工程钻探已经深入到地质灾害的预防与整治工程领域。因此桩、墩、墙、幕、锚的使用前景更为广阔,随之而来的各种风动潜孔锤将会得到更大规模的推广使用。

参考文献

- 1 王人杰等. 金刚石钻探手册. 北京:地质出版社,1991.
- 2 王人杰等. 液动冲击回转钻探. 北京:地质出版社,1988.
- 3 W. Deutsch., C. Marx. H. Rischmuller. Evaluation of Hammer Drill Potential for KTB, 1991.
- 4 英格索兰公司有关产品样本.

Manufacture and Development of Down Hole Drills

Liu Guangzhi

A brief introduction about the developing background, progress, and specifications of hydrohammer and pneumatic down hole hammer made in China and abroad is given in this paper.

更正:

1993 年第 12 期第 53 页,图 1 中的数字,自上而下应为 7、6、5、4、3、2、1。