

4. 同上作法得到:

A_2 钻进段的 $C_2\widehat{D}$ 角距 $\omega_2 = 43^\circ$, $C_2\widehat{R}_2$ 角距 $\theta_2 = 97^\circ$;

A_3 钻进段的 $C_3\widehat{D}$ 角距 $\omega_3 = 27^\circ$, $C_3\widehat{R}_3$ 角距 $\theta_3 = 60^\circ$ 。

5. 在三个孔段的岩心椭圆上, 分别确定岩层面倾向线 D , 走向线 FF' 及钻孔倾斜的方向线 RG (图 8)。

应注意, 岩心椭圆面上 ω 角与 θ 角位于长轴的顺、逆时针方向问题。在一个钻进孔段中, 岩心椭圆面上的 ω 角和 θ 角一定要与图 7 大圆弧 \widehat{AB} 上的相对于 C 点的顺逆时针一致 (表 2)。

表 2

角度类型	角 距 方 向		
	A_1	A_2	A_3
ω	顺 时 针	逆 时 针	逆 时 针
θ	顺 时 针	逆 时 针	顺 时 针

* ω 为岩心椭圆面上长轴与岩层倾向线夹角; θ 为岩心椭圆面上长轴与钻孔倾斜线在岩层面上铅垂投影之夹角。

结 语

本文介绍的计算产状方法, 是建立在钻孔弯曲, 并三个不同方位的钻进段以及钻孔在三个钻进段距离内所穿过的地层产状一致 (单斜) 的基础上。因此, 只要三个钻进段中测量孔斜的数

据及岩心轴法角 θ 准确, 则计算的结果就可靠。应指出, 测量轴法角 θ 的岩心愈靠近钻孔测斜点, θ 就愈符合计算要求。如钻孔不发生弯曲, 则 $a_1 = a_2 = a_3$, $\beta_1 = \beta_2 = \beta_3$, 此时系数行列式 $\Delta = 0$, 联立方程就无解, 地下岩层产状就求不出来。当然, 岩心上的层面不呈椭圆而是圆形, 此时钻孔倾斜方向就是地下岩层面的法线方向, 其对应的平面就是所求的地层产状。

在岩心椭圆上确定岩层倾向线及钻孔倾斜线的位置时, 首先要在椭圆面上确定中心点 O_1 及长轴的位置, 在制作定向标本时需用半圆仪及三角板仔细确定, 否则会直接影响岩层倾向线及钻孔倾斜线的正确性。在定向标本上, 再根据古地磁测试要求制作不同类型测试样品, 本文就不作介绍了。另外, 在这次测试中得到了山东第一煤田勘探大队屈溢泉、黄太山、李春阳三位工程师的大力帮助, 特此致谢。

参 考 文 献

- [1] 胡火炎: 地质与勘探, 1978, 第 1 期, 第 39~54 页
- [2] 何绍勋: 《构造地质学中的赤平极射投影》, 北京, 地质出版社, 1979 年
- [3] 杨本锦等, 地质与勘探, 1980, 第 1 期, 第 37~39 页
- [4] 刘德正等: 地质与勘探, 1981, 第 6 期, 第 31~38 页
- [5] 黎超群: 地质与勘探, 1983, 第 6 期, 第 47~49 页

完善坑内岩心钻探设备的途径

沈 荣 元

(中国有色金属工业总公司矿产地质研究院)

从矿山坑道内直接对附近的矿体和构造进行钻探勘察, 要比远距离的地表钻探经济而迅速, 也比坑道探矿具有更多的优越性。但在我国的人造金刚石钻头尚未研究成功以前, 其发展受到了限制。近年来, 随着金刚石钻探工艺技术的推广

应用, 我国的坑道钻探工艺及设备也得到了快速发展。

六十年代, 我国曾进口过一些坑内钻机 (如苏联 $\Gamma\Pi-1$ 型、瑞典 $X-4$ 型、日本 $SA-1S$ 型等), 但均属四十年代的产品, 性能不理想。

KD—100型钻机是我国最早使用的一种气动给进立轴式坑内钻机，其结构虽简单，但不能满足金刚石钻进工艺的要求，特别是升降工序机械化程度较低，劳动强度大，近年来逐渐被淘汰。

有些矿山为了解决生产中的急需，将地表岩心钻机经改进后用于坑内施工。如云南松树脚锡矿采用XU—300型和XU—650型钻机在坑内进行水平孔及仰孔（23°）施工，孔深为250~300米。铜陵有色金属公司地质队使用XJ—100型钻机进行坑内施工，水平孔最深达105米，向上斜孔（17°）最深钻孔69米。这些钻机在坑内操作十分不便，劳动强度大且不安全。

为了改变坑道钻机的落后状况，现已着手进行这方面的研究工作。如当前在部分金属矿山使用的“钻石100A型”钻机，就是不久前研制成功的。

总之，当前我国坑内岩心钻探设备急需更新换代。本文就坑道钻机的发展问题进行初步的分析。

存在的问题

国内外浅孔（100米以内）坑内钻机种类繁多，从总体结构上看大部分仍属立轴式。立轴式钻机是一种历史悠久、工作可靠的机型，近年来又有不断的改进与革新，在今后相当长时期内仍将是地表岩心钻机的主要机型之一。然而，这种钻机并不适合坑内施工。主要问题是：

1. 有塔升降钻具给坑内施工带来许多弊病。坑内与地表钻探施工的主要差异在于坑内受空间的限制。立轴式钻机在地表施工时，首先要根据孔深合理地选择钻塔高度。在坑内施工则要开凿一定规格的“钻窝”。如大冶铁矿尖林山矿区采用KD—100型浅孔钻机施工，“钻窝”最小容积为 $6.5 \times 4 \times 1.5$ 米³。云南松树脚锡矿采用XU—650型钻机打向下垂直孔时，“钻窝”的规格高达17米。

在坑内开凿“钻窝”，不但成本昂贵、劳动强度大，且极不安全。少凿或不凿“钻窝”，对加速矿山建设具有实际意义。

2. 不同倾角钻进时，升降钻具十分困难。坑

内钻探常需钻进各种不同倾角的钻孔。立轴式钻机是利用升降机来升降钻具的。升降机的动作属于单向性的，即只能提升钻具，下钻则靠钻具的自重。坑内则经常要在同一孔位施工斜孔、水平孔或仰孔，不但要求从孔内提出钻具，而且必须向孔内推进钻具。

云南松树脚锡矿用XU—650型立轴式油压钻机打水平孔时，提升与下降钻具的装置示于图1。

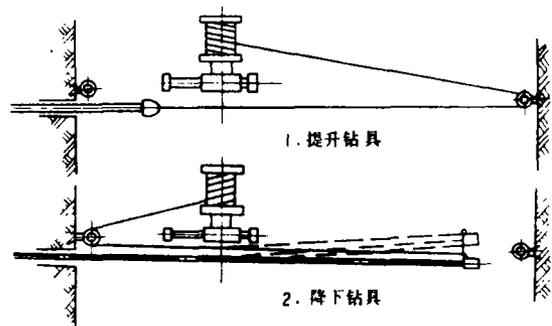


图1 立轴式钻机水平孔升降钻具

升降机在坑内只能使用单绳，提升钻具并不困难，而降钻具则需重新倒挂滑轮，将钻具推入孔内。

滑轮与孔口之间有一定距离，其轴线不在同一直线上。打浅孔时，向孔内推进钻具造成的弯曲并不显著，孔深加大时，钻具则产生严重的弯曲（图1—2）。即使是XU—650型钻机，在孔深150~200米时，向孔内推进钻具也十分困难，超过300米就无能为力了。

XU—650型钻机在坑内施工的最大仰角为23°，钻进的孔深可达250~300米。如果仰角更大，不论钻机的安装或钻具向孔内推进，还是拧卸管的操作，都极为困难，特别是钻机的本体不配备钻杆夹持器，在大仰角的情况下，会因钻具的自重而下滑。

3. 拧卸管机械化难于实现。立轴式钻机本身难以实现拧卸管机械化，在地表钻探施工时，只能用不同形式的拧管机。而坑内钻探施工，倾角多变，操作空间受限制，拧管机无法安装和操作。因此，目前多半靠人工拧卸管。

必须注意：坑内钻探立根长度短(一般为1.5米)，只相当于地表深孔钻探(一般不小于9米)的六分之一。可见，坑内钻孔虽浅，但拧卸管工作量极大。

完善的途径

六十年代，瑞典首先研制成功结构全新的全液压金刚石岩心钻机。接着，加拿大、美国、比利时等国也先后研制出这种类型的钻机，并进行了小批量生产，在瑞典、南非及澳大利亚等国得到了广泛应用。

在我国，全液压钻机的研制工作也取得了很大成绩，研制出北京—600型、钻石—600型、吉林—600型、XD—600型等钻机。这些钻机虽已鉴定或定型，但推广使用的并不多，重要因素之一，是当前全液压技术条件与野外钻探状况不够适应，故立轴式油压钻机的应用在今后仍占主导地位，全液压钻机尚无法取代它，致使全液压钻机的研制工作进展较慢。

在坑内钻探施工中，立轴式钻机由于它固有的弱点，正逐渐被淘汰，而无塔提升方案的全液

压钻机却显示出它的优越性。主要表现在：

1. 取消笨重的钻塔，实现无塔升降钻具。全液压钻机采用活动回转器，钻杆可以通过它的空心轴，升降工序由链条倍速装置及给进油缸来完成，可以实现无塔升降钻具，同时回转与拧卸、升降与给进及卡盘与提引器均可合并，能最大限度地做到一器多用。

在坑内钻探中，无塔升降与有塔升降相比，有两个十分不利的因素：一是立根长度较短，在无塔升降中，只有1.5~3米，而有塔升降为6~9米。这样，无塔升降过程中立根数增多，拧卸管的次数也相应增加。二是提升速度较慢，在无塔升降中为0.3~0.5米/秒，有塔升降为0.8~1.5米/秒。

在这种情况下，只有消除升降工序中一些烦琐的操作(如松紧卡盘、立轴后退、摘挂提引器等)，以缩短升降工序所消耗的时间。

在大冶铁矿尖林山矿已进行的钻石—300型全液压坑内钻机生产性试验，与同一坑内施工的KD—100型立轴式钻机在孔深70米处测定单根立根和总的消耗时间对比资料见表1。

表 1

孔 深 (米)	钻 孔 倾 角	立根长 (米)	立根数 (根)	单根耗时(秒)		总 耗 时(分)		提 升 方 式	拧 卸 管 方 式	钻 机 类 型
				提 升	下 降	提 升	下 降			
70	90°	1.5	47	7.7	9	6	7	无 塔	液 压	钻 石—300型
70	90°	2.5	28	53	42	26	25	有 塔	人 工	KD—100型

从上表可以看出：无塔升降钻具不论单根耗时或总的耗时都比有塔升降明显降低，在坑内取消笨重钻塔的愿望已具有现实的可能性。

2. 液压联动、实现升降工序机械化。所谓液压联动，就是指在某一工序中操作某一手把，通过液压控制，使之产生几个协调的动作。如提升钻具时，只需操纵提升手把，就可以迫使油缸活塞移动、夹持器打开及液压卡盘夹紧几个动作有顺序地自动完成。

实现液压联动的关键在于液压系统的设计。由于控制元件和操作手把的减少，使整个液压系统显得更加轻巧灵活。

液压联动主要是通过控制元件(如单向阀、

换向阀、节流阀等)来保证液压卡盘和夹持器松开与夹紧，液马达正反方向回转及油缸活塞杆前后推动。这些动作的组合可以按钻进工艺的要求完成如图2所示的8个工序的动作。

1. 下钻状态：夹持器松开，卡盘夹紧，油缸使回转器向孔内推进。

2. 倒杆状态：夹持器夹紧，卡盘松开，油缸推动回转器后退。

3. 拧接钻杆：卡盘夹持器夹紧，马达正转。

4. 空转钻具：卡盘夹紧，夹持器松开，马达回转。

5. 钻进状态：卡盘夹紧，夹持器松开，马达回转，油缸推动回转器给进。

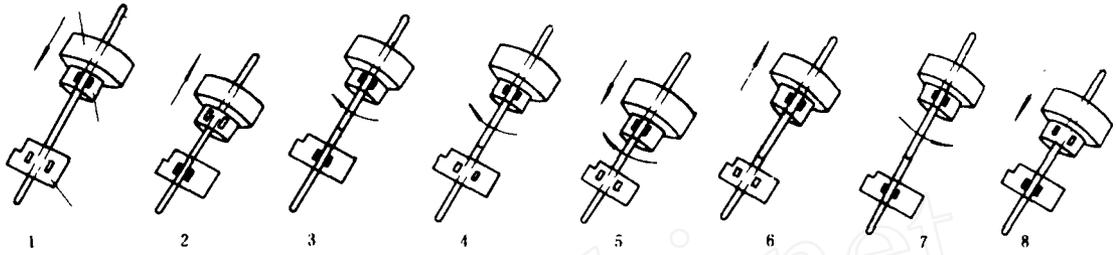


图2 液压联动各工序中的钻杆状态

6.提钻状态: 卡盘夹紧, 夹持器松开, 油缸使回转器后退。

7.卸开钻杆: 卡盘、夹持器夹紧, 马达反转。

8.倒杆状态: 夹持器夹紧, 卡盘松开, 油缸使回转器前进。

以上分析说明, 液压联动不仅简化了操作, 而且可以消除各相关工序间所难免的停顿时间。因此, 升降每一根立根所消耗的时间与其升降行程的长短关系不大, 只不过“倒杆”次数不同罢了。由于液压换向性能良好, “倒杆”的停顿时间较短, 对升降工序所消耗的时间影响也很小。

钻石-300型全液压坑内钻机在武钢大冶铁矿尖林山矿区+20水平10号穿脉打CK17-0-8号钻孔时, 孔深327米, 倾角下斜41°, 立根长1.5米, 钻杆直径 $\varnothing 43$ 毫米, 不同孔深升降钻具所消耗的时间列于表2。

结 论

立轴式钻孔不适于在坑内施工, 预计会逐步

表 2

项 目	孔 深 (米)	立根数 (根)	总需时间 (分)	单根所需时间 (分)
提 升 钻 具	100	67	7~9	6.2~8
	200	133	15~18	6.7~8.5
	300	200	27~30	8.1~9
下 降 钻 具	100	67	8~10	7.1~8.9
	200	133	18~20	8.1~9
	300	200	32~35	9.6~10.5

被淘汰。无塔提升、液压联动式全液压钻机, 由于取消了钻塔, 实现了联动半自动化升降作业, 而且具有较高转速和无级调速性能, 很适合金刚石钻进的要求。在坑内施工, 可钻 $0 \sim 360^\circ$ 各种倾角的钻孔, 对钻进水平孔与仰孔有独特的适应性。所以, 这种全液压钻机是坑道岩心钻机的发展机型。

邮 购 消 息

本厂备有YL-3型钻机配用的EZ-9型转速表, 每套255元, 邮寄另加5元。用户汇款后一月内发货。

辽宁营口市分水地质公司机械仪器厂