改进减少了弹卡失误的可能性。

接头上下两端各镶六到七块硬合金块，或涂焊硬合金粉，起扶正钻具作用，增加稳定性。

3.加强弹卡簧（图1之3） 重新设计了弹卡簧，将弹簧脚调转了90°，增加了强度，防止折断。

还重新设计了弹卡收缩外壳，铰链矛头在起下钻操作中，可以防止打捞器与内管总成发生意外脱开。

4.内管快速下降系统（图1之4） 在内管顶部安置了大型球形单流阀，同时加大并改进了弹卡体上的液流通道，改善液流状态，显著地加快了内管下降速度。

内管快速下降意味着减少辅助时间，增加钻进时间，在降低成本的情况下，取得更多的岩芯。

1979年以来，快速有效的内管下降系统已作为Q、Q－3和CHD的标准。

5.内通水扶正环（图1之5） 内管扶正环（稳定环）改为内通水，改善了液流状态，特别是在使用泥浆时。改进后的扶正环较前坚固耐磨，并易于安装和自洁。

6.加大通水孔道（图1之6） 弹卡体上的通水孔与水路均适当地加大了，在打捞内管总成和提升过程中，减少抽汲作用，防止孔壁坍塌。

新式打捞器

新式打捞器具有一个加长的打捞头，与新型铰链矛头取芯钻具正配使用，其特点是：

1.设计紧凑 为便于从钻孔内取出，除PQ规格的总长缩短813毫米外，其他规格（HQ、NQ、BQ、AQ）均缩短457毫米。由于重量没有明显减轻，所以不影响振击夹卡动作。

2.简化设计 取消了剪切销和几个不必要的螺纹接头，从而使结构简化，更加有利于防止事故的发生。改进部位如下：

①重新布置加重管的渗水孔（图2之1）：将渗水孔从加重管的侧面改到底部，防止从孔内抽出打捞器时，四处喷水。

②增强加重杆(图2之2)：加重杆（锤杆）加大了直径。

③增强压力弹簧（图2之3）：增强弹簧力量以提高捞钩的抱紧力。

④加长打捞头（图2之4、6）：打捞器下端的打捞头部加长了，并保持全圆形，从而能引导捞钩准确地对准铰链式矛头，使捞钩与矛头紧固嵌合在一起，防止提出内管总成时意外脱钩。

打捞头改为全圆形设计还可以防止打捞器扭曲变形。

⑤改进了脱卡滑套的定位器(图2之5)：保证在内管总成被卡时，使捞钩安全脱卡。

注意事项

铰链式矛头与取芯器总成必须与新式打捞器匹配使用。老式打捞器不能用于打捞铰链式矛头。反之，新式打捞器也不能用于打捞老式内管总成。但现场可配备转换零件，将一些零件互换后，才可通用。

CHD重型复合式绳索取芯钻具是长年公司新研制的钻具，可用于钻进3000米超深孔，具备上述各种改进后的功能。

Q－3型绳索取芯钻具装有半合管，也叫三层取芯钻具。

立轴式油压钻机发展近况

冶金部地质研究所 郑 超

钻探设备是随着钻进工艺的发展而发展，反之钻探设备的发展与改善又促进了钻进工艺水平的提高。冶金地质系统自推广人造金刚石钻探技术以来，由于设备跟不上，没有大批适应于金刚石钻进需要的立轴式油压钻机，而全液压钻机又处于试制试验阶段，一时用不到生产中去，以致推广工作进展迟缓，效果不显著。1981年冶金地质系统金刚石钻机的开动数量只有几十台。所以未能发挥该项先进技术的应有作用，原因尽管是多方面的，而钻机问题则是重要原因之一。

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

立轴式油压钻机历史悠久，经过四十多年的发展与改进，结构已日臻完善，今天在钻探工程上占据着主导的地位，约占世界钻机开动台数的98%以上。近年来，随着钻进工艺水平的提高和科学技术的发展，尤其是液压技术的发展，立轴式油压钻机不论在结构或是技术性能方面都有了很大的改进，其特点分述如下：

1.转速高，档数多，适应范围广 由于细粒金刚石孕镶钻头的出现，钻机的回转速度大有提高，一般最高转速达到1200～1500转/分，以保证钻头有2～5米/秒以上的速度。例如，美国长年38型钻机最高转速1510转/分，最低转速56转/分，共8档，既适于金刚石钻进又可用于牙轮钻和螺旋钻等工程钻探。瑞典的钻机转速高一些，而日本、苏联的钻机转速则偏低。

2.减少设备型号，用直升飞机运输 目前，国外各公司生产的钻机型号有减少的趋势，而在同一型号范围内，尽可能地统一规格，进行变型设计。例如长年34和长年38型钻机的区别仅在于绞车结构和驱动功率不同。瑞典的D—200 和D—500 型钻机的回转器和给进机构是相同的，而多数钻机配备了不同通孔直径的回转器供选择。

近年来，国外在运输困难，道路难修的地区大多采用直升飞机运输钻探设备，甚至发展为利用直升飞机吊装钻机，因此出现不少专用的直升飞机钻机。去年美国"人民对人民"友好代表团来我所进行技术交流时，Blue Bore公司介绍了直升飞机立轴式钻机的结构特点和运输安装过程。用直升飞机运输的钻机要求结构简单、轻便，尽可能应用铝合金材料，各大部件的四角设置吊环，以便于钢绳吊装。

3.液压系统大有改进 大多数钻机把定量泵改为变量泵或双联泵，大大减少功率消耗，油温低，元件工作寿命长。在给进系统方面更有所发展，目前立轴式钻机给进系统可分为三类，其优缺点分析如下：

(1) 靠调节溢流阀实现加减压的给进系统：该系统属于定压给进式(图1)，调节灵活，压力稳定，但是减压时消耗功率大，油温高，国外钻机已不采用，但是国内几乎所有立轴式钻机仍然采用。

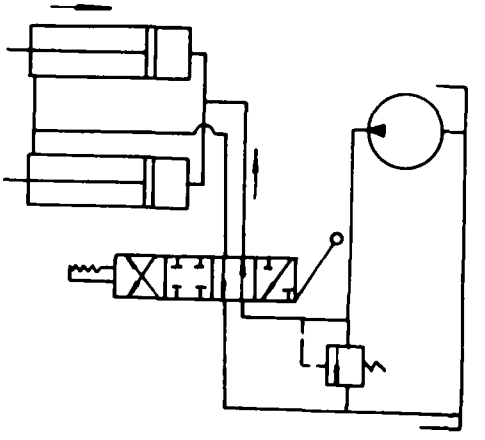

图1 减压工况

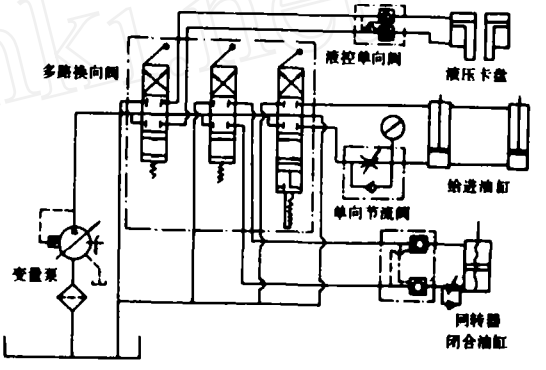

图2 长年44型钻机油路系统

(2) 节流阀调节式给进系统：该给进系统在与油缸下腔连接的油路上装一个简单的可调单向节流阀，形成回油节流调速回路。长年44、长年38等立轴式钻机全采用该系统（图2）。由于采用限压变量叶片泵，所以系统中没有安全阀。系统压力调定在53公斤/厘米^2（使液压卡盘打开的压力），加压时油缸上腔保持P_1=53公斤/厘米^{2}的压力，由节流阀调节油缸下腔的压力P_2，使之满足钻头给进力P的需要，即$P=P_1F_1-P_2F_2$（F_1、F_2为油缸上、下腔的活塞面积）。因此，该系统不必设快速增压装置，即可满足打开液压卡盘所需要的压力。减压钻进时，滑阀处于漂浮位置，油缸上下腔均与回油路连通，这时调节节流阀，控制回油速度，使油缸下腔保持一定的背

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

压即可进行减压钻进。该系统操作简便，在减压钻进过程中，油泵卸荷，减少了功率消耗。其缺点是当孔深时，为产生较大的压差，节流阀的开口面积极小，容易产生堵塞。另外其给进性能是否适应工艺的要求和有利提高钻进效率很有商榷的必要。已知：$P=Q-P_2F_2$，式中P为钻头给进力；Q为钻具重量，是定值，则P取决于P_2的大小，而P_2是通过节流阀控制油缸下腔排油量的大小决定的，其关系式是：

$$V=\frac{Kf}{F_2}\sqrt{\Delta P}$$

式中 V—油流速度；

K—与节流阀结构有关的流量系数；

f—节流阀开口面积；

ΔP—节流阀两端的压差，设节流阀出口接油箱，则$\Delta P=P_2$。

从公式可以看出，油缸下腔的压力与油流速度的平方成比例（图3），也就是说由于岩层等因素引起的钻进速度变化将引起给进压力的较大变化，以致影响孔底给进压力和给进速度的稳定，必须经常调节。

图3 油流速度与压差关系曲线

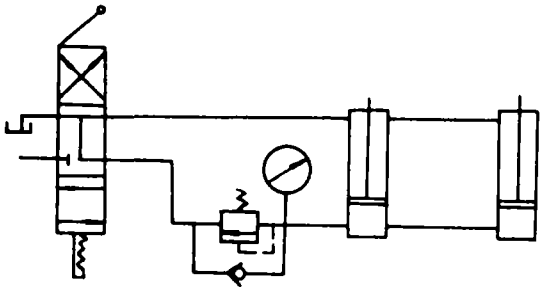

图4 平衡阀减压工况

据报道，苏联曾经在试验台上进行试验研究，应用调速阀调节给进速度比应用节流阀调节，钻进效率提高1.8～2倍，金刚石钻头的磨损降低了⅓～½。应该说节流阀调节的孔底给进压力有随负荷自动调节的趋势，但是这种变化并不一定适应金刚石钻头的需要。从钻进工艺要求考虑，孔底压力还是以稳定在某一调定的最佳值为好。

节流阀调压的另一大缺点，则是当钻进硬岩时，若钻进速度极低，节流阀两端的压差很小（不进尺时$\Delta P=0$），无法减压，造成孔底压力骤增，以致压坏钻头。

（3）平衡阀调节式给进系统（图4）：即在油缸下腔回油路中设一平衡阀调节加减压时的给进压力。因为该阀是靠调节弹簧使油缸下腔产生背压以平衡一部分钻具重量，因此不受油流速度的影响，可以保持孔底压力稳定，调节灵活。苏联УКБ200/300钻机采用该给进系统进行试验，可提高金刚石钻头寿命30～40%。其缺点是当给进速度极低，油缸下腔的排油量小于阀的内泄量时，背压将发生变化。

综上所述，平衡阀调压给进系统是目前立轴式钻机上最好的一种。近年来，我国钻机设计者在这方面也作过许多研究和试验，但未见有明显的改进。为了更好地满足金刚石钻进工艺的需要，提高钻进效率，增加钻头寿命，减少功率消耗，本人建议有关部门，不妨对现有的立轴式钻机给进系统稍加改造，改变操作方法，即可达到事半功倍的效果。

4.液压卡盘的应用日趋广泛：五十年代最先使用液压卡盘的是瑞典克芮留斯公司，当时长年公司认为是不经济的。而今新型的立轴式钻机几乎都配有液压卡盘，它不但可以减轻工人的体力劳动，缩短辅助工作时间，操作安全，而且还由于自动对中，减少钻杆振动，从而有助于提高岩芯采取率，增加钻杆使用寿命和提高生产效率。据报道可提高纯钻进时间15%。长年公司的自动液压卡盘结构是比较好的，不但用在长年型的岩芯钻机上，也用到其他工程钻机上。但是这种卡盘也有缺点：

①必需停止立轴回转之后才能松卡盘；

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

②各种规格的钻杆，套管必须配以不同规格的卡瓦，而更换卡瓦十分麻烦；

③卡瓦磨损之后，夹紧力减小；

④松紧卡盘需接二根高压管，显得累赘。

下面介绍两种卡盘结构，从不同方面克服了上述的缺点，供研究参考。

(1) "Ackermatic"液压卡盘（图5）：美国"Acker"钻探公司设计的NW型和HW型卡盘的突出特点是更换卡瓦方便。换卡瓦时，用一个专门的架子（图6）压缩弹簧，很容易拆开上部背帽和卡盘上盖，卡盘可以不从钻机立轴上卸下来就能迅速地换好卡瓦。

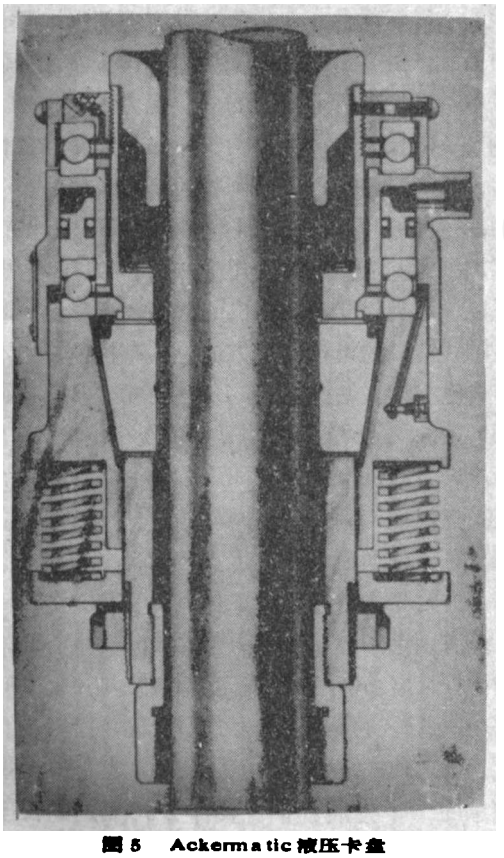

图5 Ackermatic液压卡盘

(2) 利根新型液压卡盘（图7）：日本利根公司在TXL—1E型深孔钻机上配置的液压卡盘也有独到之处。该卡盘不采用斜面机构，弹簧力通过一个与水平面成一角度的连杆作用到卡瓦上（图8）。这种结构的特点是：

①夹紧力不受卡瓦磨损或钻杆直径磨小的影响，如图8所示，随着卡瓦的磨损，弹簧伸长，弹簧的作用力减小，但是，由于ϕ角的减小，增力比加大，从而弥补了弹簧力的损失，以保持夹紧力基本不变。

②弹簧片数少（只三片），质量易保证，压力均匀。长年型卡盘弹簧片数太多，存在质量上的差异，势必有一部分弹簧在超负荷条件下工作，容易疲劳。

③卡瓦是圆柱形的，可装密封圈，防尘，防水，提高卡盘零件和轴承的使用寿命。这是一般卡盘不容易做到的。

④卡瓦的径向位移较大，且夹紧力不变，可

Aekermatic卡盘技术规格

	NW型	HW型
高（毫米）	361	381
外径（毫米）	241	254
通孔直径（毫米）	76.2	101.6
净重（公斤）	55.8	59.9
扭矩（公斤-米）	414.9	802.1
夹紧力（公斤）	7257.6	11340
打开卡盘最低油压（公斤/厘米²）	84.5	84.5
打开卡盘时间(秒)	卡紧0.3，打开0.5	卡紧0.3，打开0.5
卡瓦规格	AW、AQ到NWNQ钻杆AW到BW套管	AW、AQ到HWHQ钻杆AW到NW套管

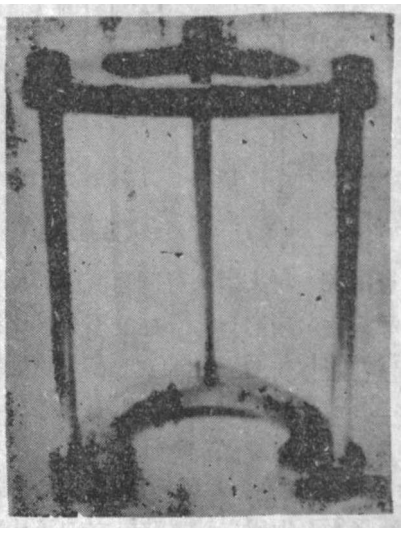

图6 换卡瓦架子

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

减少卡瓦的规格。使用直径相近的钻杆，可以不换卡瓦。

缺点是机构比较复杂，径向尺寸大，只适于深孔钻机使用。

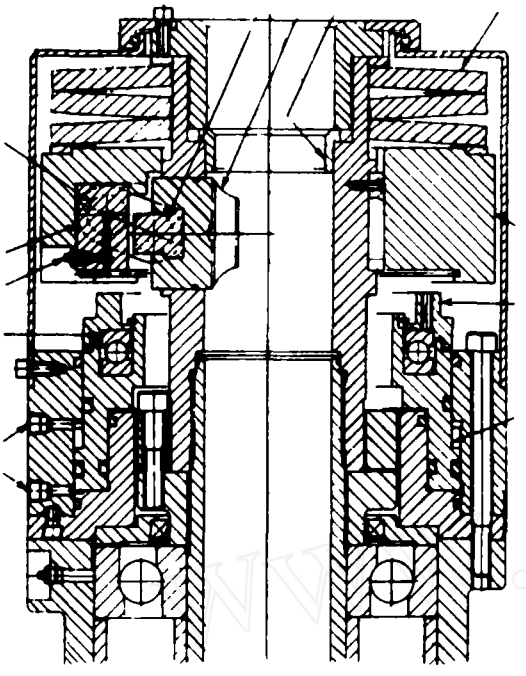

图7 TXL—1E型钻机液压卡盘

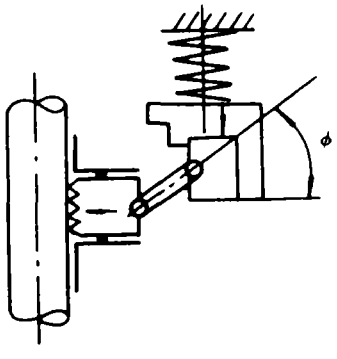

图8 TXL—1E型卡盘原理图

最近出现一种夹紧力可调的液压卡盘值得注意。美国长年公司的HC—150型全液压钻机以及最新设计的长年Hydro 44型钻机都配置了这种卡盘，可根据需要通过调节压力阀控制卡盘夹紧力的大小，目的是保护钻杆。

5.立轴通孔直径增大 由于绳索取芯钻进技术的广泛采用，现代立轴式钻机立轴通孔直径都增大到76～98毫米，以便通过取芯钻具，并且还可以通过套管，进行跟管钻进，简化钻孔结构。另方面也为了扩大立轴式钻机的使用范围，更好地适应工程钻探的需要。瑞典XC—90H钻机，D—750，D—1000钻机的立轴通孔直径均为92毫米。长年38、长年44型钻机都配置有76和98毫米两种通孔直径的回转器。从结构上考虑，立轴直径的加大，可增加立轴回转的稳定性，有利于高速回转；取消油缸导向杆，简化结构，便于加工。当然，回转器的重量也随之增加，据估计，钻机重量约增加5%。

以上是国外轴式立钻机发展的主要特点。其他如在增大功率配备，减轻钻机重量，采用通用件，实行零部件专业化生产等方面都采取了相应的措施，提高了钻机的强度和工作寿命，降低了成本，增强同行业之间的竞争能力。

美国长年公司生产的长年44，长年38，长年34，长年24钻机；瑞典阿特拉斯科普柯公司生产的D—200，D—500，D—750，D—1000钻机和加拿大鲍依尔兄弟公司生产的BBS型钻机，可以说是当代立轴式钻机的典型代表。比利时在立轴式钻机的设计制造方面也具有特色，它不但有自己立轴式钻机系列：BD—250，BD—450，BD—850，BD—1200等各种规格钻机，还有全液压岩芯钻机D—700和D—1000。其立轴式钻机特点仅举二例：一是升降机的行星减速机构（图9）置于分动箱之中，优点是噪音小，润滑条件好，齿轮工作寿命长；二是BD—455钻机传动系统有别于一般，结构简单，升降机重心低，给进行程长（750毫米），立轴通孔直径大（98毫米）。这些特点都很值得我们研究，借鉴。

把立轴式钻机改为液压驱动，也是值得我们注意的一个发展动向。长年公司制造的长年38EHS型电液压驱动钻机专门用于坑道钻探，噪音小，可无级调速，操作集中，深受欢迎。该公司最近又出产一种新的立轴式液压驱动钻机—长年Hydro 44型金刚石岩芯钻机。该钻机取消离合器，在变速箱前装一液压马达由一台轴向柱塞变量泵（泵量197公升/分，压力345公斤/厘米^2）驱动；另一台柱塞泵（泵量95公升/分，连续工作压力69公斤/厘米^2）驱动卡盘、给进油缸和移动油缸工

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

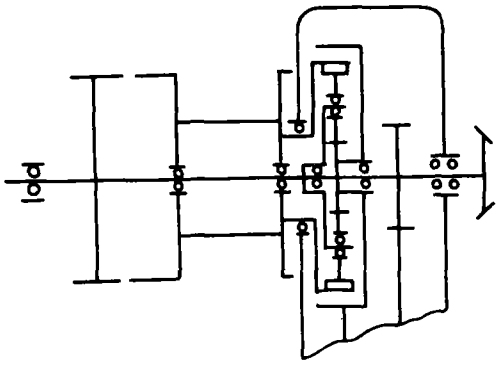

图 9　升降机减速机构示意图

作。其独到之处是采用液马达控制升降机的下降速度，制动中产生的热量由液压油吸收，为冷却器所冷却。所以，没有水刹车装置，而钻进能力却大大提高。单绳提升用BQ钻杆钻进能力为1037米；双绳提升钻进能力为1500米。

五十年代和六十年代我国相继引进了苏联ЗИФ300、ЗИФ650型钻机和瑞典XH—60以及XC—90型钻机。1978年前后引进了日本利根和矿研公司的一批深孔钻机。最近几年又引进了美国的长年24、长年38、长年44钻机。在不同时期引进这些钻机无疑地对发展我国的钻机设计研究工作起到一定的作用。

目前，我国的立轴式钻机正处于更新阶段。自从推广金刚石钻探技术以来，地质部无锡探矿机械厂的JU—1000钻机得到了广泛的使用，反应较好。张家口探矿厂也试制成功JU—1500型钻机。1980年北京探矿厂在测绘长年38钻机基础上又试制成功XY—3钻机。张家口探矿厂在XU—600—3型钻机基础上，改进设计使之更加适应金刚石钻进的需要，定名为XU—1000钻机。该样机进行了野外生产试验，也在试验台上进行了比较全面的测试，1981年底通过了鉴定。地质部勘探技术研究所和重庆探矿厂也正着手XY—2钻机的试制、试验工作。这些钻机各有特色：

①XY—3钻机转速高，档数多，回转器两端轴承支承间距长，立轴回转稳定。立轴采用圆柱断面双键连接，优点是制造简单，配合精度容易保证，适于高速回转。升降机采用悬臂轴结构，轴线偏斜2°，有利于缠绳；制动装置为带式结构，比较轻便。钻机移动后的固定装置采用四个油缸加紧，十分牢靠，但显得累赘。该钻机设计时采用长年式的油路系统，但在试验中未成功，仍需改进。

（下转第61页）

《有色金属》征求1983年订户启事

本刊1983年继续出版“矿山部分”、“选矿部分”和“冶炼部分”三种国内发行的双月刊和国内外公开发行的《有色金属》采、选、冶综合性季刊。现已开始征求订户。

《有色金属》“矿山部分”、“选矿部分”和“冶炼部分”1983年仍由全国各邮电局发行。其代号：“矿山部分”是2-462，“选矿部分”是2-463，“冶炼部分”是2-464。需要订阅的单位或个人请速向当地邮电局（所）办理订阅手续。三种双月刊的定价均为每册0.30元，全年各为1.80元。

《有色金属》季刊是一个采、选、冶综合技术刊物，附有英文摘要。主要读者对象是科技人员、管理人员和大专院校师生。国内读者可直接向编辑部办理订阅手续，邮电局不办理订阅，亦不零售。《有色金属》季刊每册定价0.50元，全年四期共计2.00元。读者如用银行信汇，请寄：“中国人民银行北京西城区百万庄分理处，帐号8901670”。欲订读者务请从速。

《有色金属》编辑部

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

素，结果有清晰的氟异常与矿体相对应；据J. P. 拉格德推测，氟是呈氢氟酸蒸气，通过盖层达地表雪中成晕。据已有定量计算的资料，利用次生或原生异常，同样能达到预测矿体埋深的目的。尤其是次生晕（如图5、图6），精确度是相当高的。

在本方法的研究、探索中，得到有关专家和同志们的关怀和支持，在此仅表衷心的感谢。

主要参考文献

［1］黄子卿，物理化学，高等教育出版社，1960

［2］吉林大学，物理化学基本原理，人民教育出版社，1975

［3］无机化学编写组，无机化学（下册），人民教育出版社，1979

［4］同济大学等，工程热力学，人民教育出版社，1979

［5］饶纪龙，地球化学中的热力学，科学出版社，1979

［6］唐有祺，化学动力学及反应器原理，科学出版社，1979

［7］Д．И．布洛欣采夫，金星南泽量子力学，人民教育出版社，1959

［8］谢业新，氟元素在寻找深部盲矿体方面的应用，地质与勘探，1980，6

［9］程守洙，普通物理学，人民教育出版社，1960

［10］福里斯，普通物理学，东北人民教育出版社，1952

［11］南京大学地质系，地球化学，科学出版社，1979

［12］王竹溪，统计物理学导论，人民教育出版社，1961

［13］B．A．库得洛亚夫采夫，高等数学简明教程，龙门联合书局，1958

［14］北京大学数学力学系，数学分析，人民教育出版社，1961

［15］航空动力学（北京、南京航空学院教学讲义）

［16］高旭征，地球化学位，地质科学，1978，7

（上接封三）

②XY－2钻机的基本结构类似于JU－1000钻机，最高转速1170转/分，最低转速66转/分，调速比大，中间速度分配合理。变速箱与分动箱之间采用万向轴连接，解体性好，拆装方便。卡盘结构类似于长年的液压卡盘。油路系统用自行设计的双联齿轮泵。

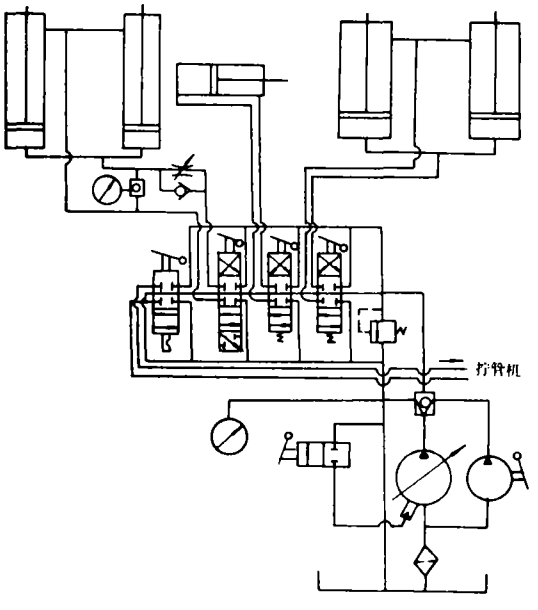

图10　XU－1000型钻机油路系统

③XU－1000钻机设计有三种型式的回转器（回转倒杆器、普通型回转器和大通径回转器），安装尺寸统一，可任意选用。倒杆器设有上下卡盘配以带切口的主动钻杆，可以不停车倒杆。倒杆时不必用提引器吊着钻具，有利于提高纯钻时间，缺点是给进行程短，不适于高速回转。升降机带有水刹车，深孔下钻平稳。该钻机的油路系统略有改进（图10），采用40/10双联齿轮泵，在加减压钻进时只有小泵工作，减少功率消耗；调压阀改为先导式，稳态特性好，压力稳定。但其他地方没有相应地改进，反而增加操作上的麻烦。

综观这些新设计钻机的技术性能和结构特点，可以认为，随着金刚石钻进工艺水平的提高，我国的立轴式钻机也发展到了一个新的高度。如果能在加工质量上下功夫，尽量采用通用件，各探矿机械厂实行专业化分工，提高产品质量，提高生产效率，则我国的立轴式钻机将完全可以与世界上先进的钻机相媲美。

冶金地质系统最先推广人造金刚石钻探技术，钻探设备呼待更新。我们有自己的设计队伍，又有相当规模的制造厂，相信在不久的将来，具有我国特点的新型立轴式钻机将出现在冶金地质战线上。

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net