

国外地质资料选编（七）

国 外 钻探技术与坑道掘进技术

（内部参考）

地质科学研究院 勘探技术研究所 编印
情 报 所

1973年7月

前 言

近年来，国外勘探技术在不断的发展。一些新技术、新方法、新工艺不断涌现。本着伟大领袖毛主席“洋为中用”的教导，为了加强情报交流工作，我们搜集了日、瑞、加、苏等国有关情况，编译了本资料。反映国外钻探工作的特点；钻探设备的发展趋势；几种新的钻进方法和几种新的取心技术；最后综合报导了国外坑道掘进技术的发展情况。

由于时间仓促，加之我们的水平有限，错误之处，所在难免，请读者予以指正。

编者 1973.2

目 录

前 言

一、国外岩心钻探技术与设备	1
日本岩心钻进技术	1
瑞典岩心钻探技术	14
苏联岩心钻探技术	22
加拿大 GW-15、J.K.S.500 钻机和金刚石钻头	28
国外地质钻探设备	37
二、国外钻进新方法	41
小口径钻进	41
金刚石钻进	45
定向和多孔底钻进	55
液动螺杆钻进	64
软管钻进	74
三、国外取心新方法	79
绳索取心	79
冲洗液反循环连续取心	82
双层岩心管取心	85
密封法取气样	88
冻结法取心	88
四、金刚石钻头、扩孔器、钻杆、套管规格	89
五、国外坑道掘进工程技术	94
六、苏联坑探工程技术的情况和发展趋势	104

一、国外岩心钻探技术与设备

日本岩心钻进技术

本文概括地叙述了日本岩心钻机和有关钻井工艺的一些问题，着重叙述了日本钻井技术和钻井工艺的研究工作，扼要地说明了科研工作的十个方面。

一、钻机制造概况

目前，日本有十几家生产、经销钻探设备公司及工厂，其中有五家规模较大，专门从事制造各种用途的钻机及其装备配件等（见表一）。这些厂商制造钻进深度10米至3000米以上的各式钻机。据不完全统计现有钻机96种，年产600余台。其中25米—150米浅钻48种，200—500米中深钻26种，600米以上深钻22种。1970年钻探机械生产总数为7016吨，产值6394000000日元*。1969年以后，生产岩心钻机的一些小厂商成立联合组织，采取了统筹购进原材料及配套部件，其产品亦作统一价格出售等竞争性措施。

表 一

厂 商 名 称	产 品 项 目	厂 商 名 称	产 品 项 目
利根钻机(株)	岩心钻机、金刚石钻头	日本开发机制造	岩心钻机、其他
矿研钻机(株)	岩心钻机	古河矿业(株)。	岩心钻机、矿用机材
东邦地下工机(株)	岩心钻机	足尾矿业	岩心钻机、矿用机材
塚本精机(株)	岩心钻机	生野制作	岩心钻机、矿用机材
亚马钻机(株)	岩心钻机	石油釜井	岩心钻机、矿用机材
旭日金刚石钻头	金刚石钻头	三菱矿业	岩心钻机、矿用机材
长谷川制作所	岩心钻机、其他		

日本除了本国生产的钻机以外，还有一些商务代理，经销外国产品或转运出口盈利，如瑞典的阿特拉斯，美国的长年等公司在日本均有分支机构或代理商行。

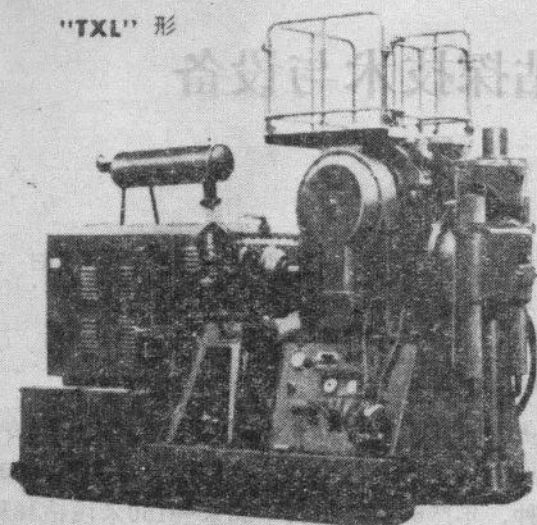
日本钻机出口逐年增加，平均每年向东南亚、非洲、南美、西欧等地区出口70—80台。

目前，日本生产的岩心钻机，随金刚石钻头的发展及绳索取心装置的应用，以及深部探矿的需要，也和其他一些资本主义国家一样，朝着高转速、深钻方向发展。千米以上的岩心钻机数量迅速增加，例如日本利根公司的油压大型高转速TW-2型岩心钻机、TEL-3和TXL-1型油压深钻等，后者最深岩心钻探记录达2700米。图1为TXL-1型岩心钻机全貌图及其主要技术规格。

日本所造的钻机立轴最高转数达3300转/分，有2—6个档。立轴内径35—105毫米不等。由于越来越多地使用一些特种专用钻机，品种也逐渐增多。此种钻机大多数为低转速，一

* 一元人民币合135.84日元

"TXL" 形



钻机钻进深度: 3000米
立轴转数: A 系列: 80、140、250、450
B 系列: 180、330、550、1000转/分
卷扬机提升能力: 5000公斤
动力: 内燃机 35.70马力
电动机 22.37马力
钻机重量 5300公斤

图 1 日本利根公司TXL-1型岩心钻机规格

一般在25—350转/分之间。一个比较明显的趋势,是各种型式的专用大口径钻机日益增加,特别是中深钻和浅钻,如利根公司的TDL-1型和 TDL-2 型就是一例(见图2)。

近来,日本岩心钻机的给进装置大多为液压给进。在一些浅钻上,例如在200米深度以上的钻机上,还有一些手动链条或螺旋差动给进的。在仿制美国长年或加拿大波以耳的中深钻机上应用液压和螺旋差动给进并用的方式,即在同一型号钻机上既可用油压给进,又可采用螺旋差动给进方式。

目前,日本各厂制造的大多数中深钻或深钻上都带有液压卡盘,液压刹车,微差给进装置,扭矩自动控制器,滑动基座等。也搞了一些大型钻机自行式搬迁设备。据报导,有的钻机比较成功地应用了无级变速,被日本钻探部门认为是重要进展。其他如钻机仪器仪表,孔底压力指示器,转数计等仪表种类及使用数量均有所增加,但并无显著技术进展。

表,孔底压力指示器,转数计等仪表种类及使用数量均有所增加,但并无显著技术进展。

二、钻探概况

日本的钻探组织情况;在日本通产省下设煤炭和矿山局,在局下设有地下资源委员会,委员会下均有钻探分会,另外,社团和财团组织有日本煤矿协会、日本矿业协会、日本矿业会等等。

	TDL-1型	TDL-2型
钻机深度	400米	400米
钻杆直径	3 ³ / ₈ 英寸	3 ¹ / ₂ 英寸
最大孔径	20英寸	30英寸
给进方式	液压	液压
活塞泵	500升/分	800升/分
千斤顶负荷	8吨	15吨
钻塔起升方式	液压	液压
转数	正:40.80.130 逆:35转/分	

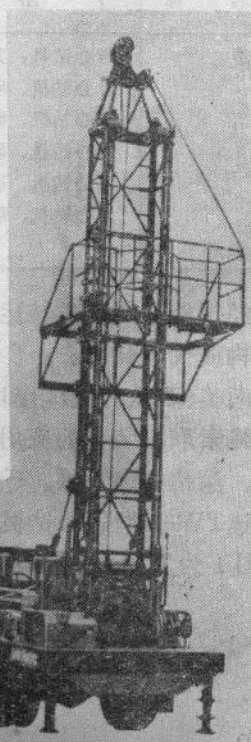


图 2 TDL-1型车装钻机

在日本，专门从事钻探业务的大小公司较多，比较大的有十余家，如利根工事，第一开发、三扇、日矿探开、川崎、京浜调查、富士钻探、矿研、明治等钻探公司。但是，多数大型矿业部门均设有地质勘探机构，其钻探工程、包括国外钻探也由其所属机构进行，只有在本企业能力不足或经济不合算的情况下，才委托专业钻探公司进行。此外，一些矿业所也兼营部份钻探业务。

由于近几年地质勘探任务的不断扩大，其钻探技术也相应地有所发展，特别是自美国引进绳索取心技术、低粘度含铬泥浆等新技术，使钻探效率大幅度提高。根据发展的需要，东京炭矿技术会钻探委员会、日本矿协钻探委员会在1958年编制了钻探手册、建立了比较统一的规程、制订了标准，并统一了钻探用语。1966年四月日本矿业会地质矿产勘探委员会下又加设一个钻探分会。

目前，日本钻探工程中所使用的钻机种类繁多，包括外国进口钻机在内，1969年仅金属、煤炭矿业所使用的钻机有160余种，共约800余台。其中各矿业本身拥有 531 台。使用效率平均为52.7%，即开动287台。

各矿业的钻探人员据1965年统计资料为1691名。

在钻探技术方面，比较普遍地采用金刚石钻进和绳索取心。钢粒钻进在1964年已近于绝迹。

日本不产天然金刚石，金刚石从外国进口，由本国制作钻头。当前，所采用的有单层和双层岩心管用钻头、取心用钻头、不取心和扩孔钻头、套管钻头等。同时，比较重视金刚石的质量、粒度、排列方法，一个钻头上的金刚石总重量、钻头水口、胎体硬度及镶嵌方法等的研究和改进。例如，在结晶片岩发生孔斜的情况下，对金刚石钻头作了改进；①嵌镶角度为45°以增加切削能力；②出刃比标准高两倍；③增加粒数，改变排列方法以延长钻头寿命等八项措施。效果较好，解决了孔斜问题，钻头寿命增加1.5倍（见金刚石钻头钻进速度表）。

金 刚 石 钻 头 钻 进 速 度 表

每 分 转 数 压 力 (公斤)	花岗岩钻进(米/小时)			石灰岩钻进 (米/小时)				
	100	160	190	100	300	600	800	1200
200	0.18	0.24	0.24	0.42	1.14	2.25	2.79	5.40
300	0.30	0.42	0.48	0.54	1.74	3.78	5.58	8.80
400	0.54	0.66	0.78	0.66	2.64	5.49	7.47	11.60
500	0.78	1.02	1.02	1.02	3.60	7.29	8.37	14.76
620	1.06	1.62	1.74					
730	1.56	2.28	2.76					
840	1.80	2.76	3.12					

1968年以来，日本的钻孔深度，随金刚石钻头及绳索取心的进展，也逐年加深。平均深度为1500米。最深的岩心钻机钻孔达2700米。1965年4月~1966年3月，仅金属和煤矿业范围的岩心钻探总进尺为822,138米。共计钻孔9371个。1969年金属矿总进尺为901.000米。

1966年的班进尺效率最高7.10米，最低2.50米。

采用绳索取心时，其岩心采取率在凝灰质砂岩地层1000米的深孔中平均达到95%。除表土及堆积层外，个别地区可达97%。勘探成本根据1965年统计列表如下：

深 度	煤 矿	金 属 矿
1000米	13160日元/米	6810日元/米
600—700米	9500日元/米	6000日元/米
200—300米	2370日元/米	3000—4000日元/米

从1965年开始，日本的钻杆规格逐步采用瑞典、加拿大、美国的标准。矿研公司用日本钢管公司钻杆，其屈服点 STK—80,70,60,50 四种。最近，也常使用高强度的轻金属合金钻杆。

随着井深的增加，孔径也不断变化，以EX(38毫米) BX(60毫米) 到NX(76毫米)。据报导，特种用途的钻机多用大口径200毫米—60毫米，130毫米—76毫米不等。

下面将日本矿协钻探委员会1970年发表的四种类型矿床钻探情况列表如下：

1970 年 四 种 矿 床 钻 探 情 况

矿 床 类 别	一九七〇 上/下	进 尺 (米)	纯 钻 进 时 间 (%)	钻 进 速 度 (米/小时)	效 率 (米/班)	绳索取心利用率 (%)
接 触 矿 床	上半年	114,714	31	2.19	4.91	42
	下半年	132,473	33	2.27	5.21	44
黑色金属矿床	上半年	82,065	45	1.94	7.21	80
	下半年	87,267	44	2.06	7.32	79
脉 状 矿 床	上半年	73,741	33	2.10	5.03	56
	下半年	78,321	34	1.92	4.97	61
层 状 矿 床	上半年	44,161	22	3.33	5.60	44
	下半年	48,903	22	2.92	5.24	47

三、钻探新技术研究概况

由于钻探工程的应用范围日益广泛，日矿业会矿床、探查专门委员会于1970年成立一个钻探新技术研究委员会。鉴于目前钻井工艺中的孔内涌水，坍塌等问题和金刚石钻探问题比较突出，在钻探新技术委员会下又设置两个分会：坍塌、涌水、漏水处理办法研究分会和金刚石钻探分会。

1972年该委员会所确定的项目共十项：

1. 反循环钻进工艺的研究；
2. 孔底换钻头钻进装置的研究；
3. 低温镶焊金刚石钻头及不加热镶嵌金刚石钻头的研究；
4. 新型钻探泥浆钻井工艺的研究；
5. 空气洗井的应用的研究；
6. 液动螺杆钻具的研究；
7. 钻机的可拆性，轻便化的研究；
8. 袖珍钻机的研究；

9. 金刚石钻进的研究;

10. 钻孔坍塌, 涌水及漏水处理办法的研究。

现将研究内容及现状分别叙述如下:

1. 反循环钻进工艺的研究; 这种方法在美国曾以“连续提取岩心 钻井”方法 为题作过介绍。在日本也曾 在坑道内水平, 向上钻孔获得成功, 尤其在涌水地层更为成功。目前研究的主要问题是向下钻垂直孔。日本核动力燃料开发事业团东浓探矿事务所钻进了70米, 基本成功。这种方法与一般钻探泥浆循环程序相反, 钻井时把泥浆从井口沿钻杆和孔壁之间压入, 经过钻头, 钻杆而返回地表。当循环液体向上流动时, 岩心和岩粉随着泥浆连续上升, 依次收集于地表岩心容器中。实验是用的AQ型钻杆。在凝灰质砂岩中及页岩中, 泵量为60升/分时, 即可100%地提取岩心。这种方法比普通钻进方法的效率高1.5倍。目前, 正在计划向提高效率2倍的方向努力。

该方法的优点为, 除换钻头外, 不用提升钻具, 岩心采取率高, 孔内不残留岩粉, 省去套管等等。缺点是, 一遇漏水层就无法钻进。目前, 研究内容为; 防止漏水、防止岩心堵塞, 增加适用深度, 改进地表设备等。

2. 孔底换钻头钻进装置的研究; 该项目亦为外国引进项目, 又名“能退回的钻头”或“可收缩的钻头”等。目前, 所使用的钻具, 在钻头磨损后, 必须把钻具提出地表, 更换钻头后, 再行钻进, 而此项研究为不提钻换钻头。钻头直径小于钻杆内径, 而在钻头上装有活动扩孔器, 这样, 如图3所示, 更换钻头时, 与用绳索取心法一样, 先放下提升工具抓取内管顶端卡头, 卷扬机拉动钢绳, 其扩孔器自动收入内管, 卡栓装置掉下, 内管升到地表, 更换新钻头后, 再将内管放入钻杆, 自然降下后, 自动在固定位置上固定组合起来。水口的液体流量在钻头上为40%, 而在扩孔器处为60%。

这种钻具的特点为:

①节省换钻头提升下放钻具时间, 增加纯钻进时间, 降低成本。在孔深愈来愈大的情况下, 其意义愈来愈重要;

②由于减少了升降钻具次数, 孔壁受损坏的程度轻微;

③随时均可检查钻头的磨损情况;

④可以用套管代替钻杆使用, 适用于松软, 坍塌地层等较广范围的钻井。

最近又将外径制成123毫米。这样, 能够克服此法的缺点。但是目前, 钻探深度愈来愈深, 口径愈来愈小的发展趋势与最近的123毫米的口径是矛盾的。

3. 低温镶焊金刚石钻头及不加热嵌镶金刚石钻头的研究; 目前的金刚石钻头的镶嵌, 必须在炉内烧结, 镶焊料胎体烧结温度最低要求900℃, 钨焊料烧结要达1100~1300℃。这种方法不会将氧完全除掉, 部份金刚石氧化变为石墨, 失去了本来的硬度和结晶力。显然, 在用来钻孔时, 就会减少钻头寿命。如果要求金刚石不变质, 理论上镶焊温度是

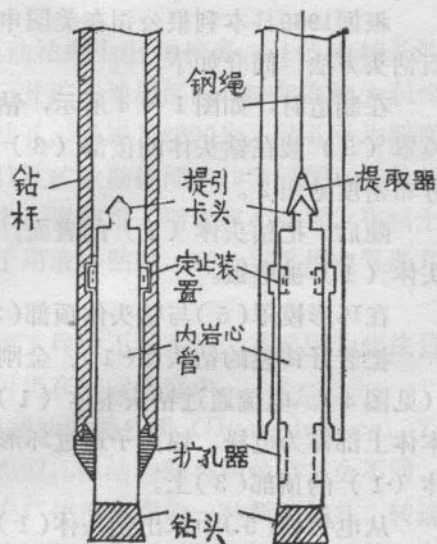


图3 (不提钻换钻头示意图)

700℃以下，而实际上却为500℃以下。假若有可能，最理想的是不施加任何温度而加工金刚石钻头。

但是，就目前阶段来说，只能属于低温钎焊阶段，以一种极低的，对金刚石不会造成石墨化和热龟裂等损害的安全温度制造。日本新技术委员会声称：今后，准备向完全不加热的方向研究。

低温钎焊钻头获得成功的是美国在日本的克利斯顿森金刚石工业公司，它们在600℃以下的低温烧结了金刚石钻头。日本利根公司于1969年5月在日矿协第十六次勘探现场会上发表了花费十数年时间研究成功的低温钎焊金刚石钻头的资料。该公司于1971年在美国申请和批准了专利。用此方法制造金刚石钻头时，金刚石所受到的温度不超过150℃。

首先在花岗岩中试验了这种钻头，比普通钻头钻进速度快1.5倍；钻头寿命比原来增长4倍左右；每米钻头费用仅为普通钻头的1/6。

1972年初在住友矿山的平瀬山矿山的实验如表中所示，钻进速度提高约2倍；钻头寿命提高了2.5倍。

这种低温钎焊的钻头，目前仍属试验阶段，该公司产品至1972年3月为止尚未在市场出现。

(住友金属矿山)
平瀬山矿低温钻头试验结果

项 目 钻 头	钻 头 数	钻头平均进尺 (米)	平均钻进速度 (厘米/分)	平均工作时间 (分钟)
普 通 钻 头	18 11	8.14 8.18	3.36 2.24	237 359
低 温 钻 头	14	21.07	5.27	401

岩石：花岗岩，RT型钻头，深度50米，钻头转速400—700转/分

根据1969日本利根公司在美国申请的，1971年公布的专利说明书叙述的低温钎焊金刚石钻头方法，简介如下：

在制造时，如图1～4所示，钻头体(1)车好丝扣(2)，把一个合成树脂制的环形模罩(5)装在钻头体的顶部(3)上。在环形模罩(5)的表面上有许多小孔(6)，其分布密度见图2。

随后，把钻头体(1)的表面，除其顶部(3)外均涂以薄膜(7)，以免在电铸时钻头体(1)被电镀。

在环形模罩(5)与钻头体顶部(3)之间留有间隙，在其内装有细粒金刚石。

把装好铸模的钻头体(1)、金刚石粒(8)和环形模罩(5)浸入电铸槽内的电解液中(见图4)。电流通过钻头本体(1)和浸在电解液中的镍电极板(10)而进行电铸。钻头本体上部作为电极，镍离子通过环形模罩(5)的小孔(6)渗入，将细粒金刚石粘结在钻头体(1)的顶部(3)上。

从电铸槽(9)中取出钻头体(1)，移开环形模罩(5)，便制成了一个图4所示的金刚石钻头。

钻头制成后，不必用溶解金属喷镀或填充。

全部上述工序不超过150℃。因此，金刚石不会受到损害。

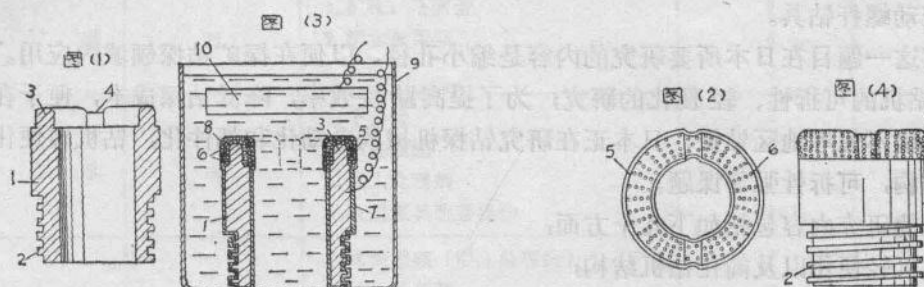


图 4 低温钎焊金刚石钻头示意图

4. 新型钻探泥浆的研究；

日本《三井》公司最近发明一种新型处理剂，称做“抑制”，是氨基甲酸酯(urethane)系的一种土质稳定剂，主剂氨基甲酸乙酯（又称尿基烷）的异氰酸基和尿素渗合，在土壤形成坚固的氨基甲酸树脂，其特有的粘着性，使土粒砂石互相粘合在一起，用以保护井壁，比之采用高比重泥浆，象铬泥浆等的效果良好得多。

这种新型处理剂具有如下特点：

注入孔壁时，可使土壤稳定的压缩强度调整到20~200公斤/厘米²；

渗透性与水相同；

不受地下水影响；

硬化后的树脂化学分子稳定，不被土壤有机物分解；

器材不受腐蚀等。

住友矿山勘探部门制做一种内管喷射装置，以备把这种新型处理剂应用到绳索取心钻进中去。准备用来防止大多数钻孔的涌水、漏水及坍塌等事故。也打算在空气钻进中，用来防止上述事故。

5. 空气洗井的应用研究；日本空气洗井方法在石油钻探中应用较多，且已有较长的历史。但在地质勘探领域内使用的时间却不长。日本三井矿山地质部门1959年在澳大利亚煤田钻探时，曾采用空气洗井钻井方法。共钻进50个钻孔，总进尺2300米，钻孔平均深度46米。日进尺51.4米。然而，一遇地下水就得停钻。日铁矿业勘探部从1958年到1968年共进行了五次现场试验，第五次在石灰岩中钻进了120米，也使用了绳索取心装置。在粘土质地层中，因孔内膨胀、坍塌曾引起多次事故，不利于用液体钻进，1968年采用空气洗井钻进，才取得了钻进和取心的满意效果。

尽管进行过多次试验研究，但始终没有在地质钻探工程中正式采用。其原因为此法目前尚未解决孔内涌水、漏失及钻井设备等问题。该项目仍在继续研究中。

6. 液动螺杆钻的研究；液动螺杆钻是日本从美国戴纳钻探公司(Dyna-drill co.,)引进的一种孔底发动机式钻具。其原理基本与涡轮钻类似，但结构却与涡轮钻完全不同。目前美国已用螺杆钻钻进了3,000,000英尺。是属于推广使用范围的一种新型钻具。转速可达600转/分。口径可小到1³/₄英寸。据称，其经济价值是十分可观的，特别是用做定向

钻进时，优点更多，该公司一再强调这一点。日本矿研钻机工业（株）已与美国戴纳钻探公司订立合同，将此项技术引进日本。在日本青函隧道中一个长1700米的水平孔中，使用过两次液动螺杆钻具。

目前这一题目在日本所要研究的内容是缩小孔径，以便在探矿钻探领域内应用。

7. 钻机的可拆性、轻便化的研究；为了提高勘探效率，降低钻探成本，便于在偏僻山区，运输不便等地区钻探，日本正在研究钻探机械的自动化和部件化，钻机轻便化，简化钻机结构，可拆性强等课题。

钻机的研究内容包括如下几个方面：

- ① 钻机轻便化以及简化钻机结构；
- ② 钻机和泵一体化；
- ③ 钻具升降自动化；
- ④ 自动钻进；
- ⑤ 轻便化及可拆性等。

以上课题均为目前日本的主要研究项目。该委员会只做为项目提出，尚未见到实例资料。

8. 袖珍钻机的研究（液体和空气洗孔两用）；根据地质人员在高山交通不便且缺水的区域普查勘探、取样等工作的需要，要求钻机体积小、重量轻。在缺水地区使用空气洗孔。目前，正考虑用液化氧气瓶，储运空气进行空气洗孔。

目前，存在的问题是，空气洗孔与设备轻便化的矛盾；钻机体积小，重量轻与其使用时稳固性的矛盾等。目前，正在研究的就是上述几个内容。

9. 金刚石钻井工艺的研究；正在准备研究出一套金刚石钻探工艺标准或规范，以适应金刚石钻进日益广泛的需要。在此以前，搜集了各勘探部门的金刚石钻进资料；包括钻头寿命、岩石性质以及钻进工艺状况等。分析结果获得如下几项内容：

- ① 软硬岩石的可钻性；
- ② 岩心堵塞的影响；
- ③ 各类岩石的钻孔特性直线；
- ④ 钻头磨损而引起的钻进效率及负荷变化；
- ⑤ 各种矿床中钻头的钻进能力。以上述成果为基础，对金刚石钻头进行评价。委员会十分重视利根公司生产的低温镶焊金刚石钻头。并认为此种钻头可在生产中逐步推广应用。

10. 钻孔坍塌、涌水及漏水处理办法的研究；目前正积极研究解决这方面事故需要的器材，化学处理剂及方法。

据调查，排除钻探事故所采用的办法主要为水泥灌浆，下套管、或两者并用，或注入处理剂代替水泥。总之全系惯用的方法，操作复杂，且费用较大。

据称，正在研究一些简便、有效的一套工艺。其中包括《三井》公司的新型处理剂的应用。

对不同事故采取的措施情况列表如下：

事故举例	发生件数	采 用 措 施	成 功 件 数	合 计
坍 塌	21	1. 扩孔、下套管 2. 清水换泥浆 3. 扩孔	9 4 5	18
涌 水	6	1. 下套管 2. 水泥灌注 3. 注入处理剂 4. 改进工具改善操作	2 2 1 1	6
漏 水	10	1. 水泥灌浆（混入处理剂） 2. 注入处理剂 3. 在泥浆内加入锯屑 4. 下套管	3 2 1 1	7
涌 水 坍 塌	9	1. 下套管 2. 水泥灌浆（使用速凝剂）	4 2	6
漏 水 坍 塌	7	1. 水泥灌浆后护孔 2. 使用泥浆	2 2	4
涌、漏水坍塌	1	水泥灌浆和下套管	1	1
合 计	54		42	42

资 料 依 据

《深掘试锥の变速と将来性》	《日本矿业会志》1968
《试锥共同研究发展に当って》	// 1968
《试锥作业现况》	// 1968
《金属矿山试锥作业现况》	// 1968
《mining magazine》	1971
《1922年展望》	《日本矿业会志》1972
《日本工业年鉴》（富士）	1972
《日本统计年鉴》	1970
《日本会社名簿》	1970
《日本机械总览》	1966
《试锥新技术》	《地质エユース》1972
《试锥手册》	1958

日本钻机性能表

(附表)

公司名称	深度	钻机型号	钻进深度 (米)	钻头尺寸 (毫米)	钻头转速 (转/分)	给进方式	动力 (马力)	重量 (公斤)	外形尺寸, 毫米 (高×宽×长)	备注
利根	深	TVS	1200	{ 160—1000(四挡) 250—1500(四挡) 100—800(五挡) 150—1200(五挡) 130—610(六挡) 270—1200(六挡) 90—400(六挡)						(立轴内径) 49毫米 77毫米 77毫米 (1972年)
		TVM	1200							
		TVL	1300							
		TXL-1-3	3000	A80.140.200.450 B180.330.550.1000						
		{ VD VD-2 }	1000 1500	50.60.70 50—67NW	75—150—300 75—150—300	油压 油压	30 50—60	5300 5500 4500	2500×2000×2300 2700×2580×4500	
	钻	TW-1	1500	50—67NW	70—140—190 370或140—280 380	油压	30—40	2500	2100×1350×3500	还有TW-2、TW-2c
		{ WD WD } { TEL-2A TEL }	1000 600 1300 600	50.60.70	75.1-740 150.200.300 400.500.670	油压 油压 油压	10 30	2000 1200	1850×1400×1500 65"×45"×88" 1700×840×3180	同型号有TEL TEL-2, TEL-2c 同型号有TC-1 TCL-1 TBM
		TC-4	600	40.5—67(NW)	100.200.400.800	油压				
		TBM-1	800							
		TAM-1	800							
		RL	800							
中深钻	中	TFM2A	600							最大分解部件 280 公斤
		TCM	450—1200					1600		
		{ UPC-5 UPC-4 }	500 300	40.5—50 40	60—120—300—600 700—250	油压 油压	15—20 7.5	900	1560×1150×1430 1200×1700×710	同型有UPC
		TF-3	400	40.5—54(BW)	300—750—1500	油压	15—20	850	1380×1000×2200	同型有TF-2 TF-3E, TF-3A 同型有TFM
		TAS-2A	400							
	深	TD-1	200	40.5—45(AW)	200—650, 950, 1250	油压	10—15	600	1260×900×1800	同型有TAS-2 同型有TDH, TDH ₂
		TP-1B	200							
		TG-2A	200							
		PPn	200							

续表

公司 名称	深度	钻机型号	钻进深度 (米)	钻头尺寸 (毫米)	钻头转速 (转/分)	给进方式	动力 (马力)	重量 (公斤)	外形尺寸, 毫米 (高×宽×长)	备 注
矿	浅	UD-5	150	33.5-42	250-500-1000	油压, 可手动并用	5-7.5	440	1090×950×1050	PD-4 TAP-1A TG-2 TFP
		LSA-2	150	33.5-40.5	500-1000-1500	油压、齿条	7.5	130	730×1230	
		ISD ₂	150	33.5-40.5	200-500-1000	油压	7.5	290	1060×850×900	
		TP-1	150	33.5-40.5	700-1200	螺旋差动	3-8	70	500×1400	
		TAS	150							
		TS-6	100							
		PD-3	100				5			
	钻	PS-3	100	33.5-40	80-200	手把	5	450	970×1090×1130	
		TAP-1	50				3			
		UP-5	150							
		RL-150	150	40	60-150	手把	7.5	400	1000×900×110	
		TG-3B	150							
		TFP-2	50							
		TDE-2E	50							
		PPn	100							
研	深	Clasta	1500							1965年试制15台
		{ EH-S	1300	50.60.70	59-90-160-300-420	油压	电动、柴油	4000	3000×1850×4500	
		{ EH-A	1300	50.60.70	75-135-240-450-820	油压	50-60	3000	2000×1500×3700	
		{ EA-B	1300	50.60.70	75-135-240-450-820	油压	50-60	3000	2000×1500×3700	
		GH-2	600	40.50(AW)	100-200-400-800	油压	30-37	1250	1930×950×2800	
	钻	D	1000							GH-3, GH-25 大口径
		EP-1	1000	50.60.70	75.150.300	油压	30	4500	2100×1800×3900	
		CR-71	900							
		KRD-H	1000							
		OH ₂	600							

续表

公司名称	深度	钻机型号	钻进深度 (米)	钻头尺寸 (毫米)	钻头转速 (转/分)	给进方式	动力 (马力)	重量 (公斤)	外形尺寸, 毫米 (高×宽×长)	备注
中	中	KE-1	400	33.5, 40, 50 (EW, AW)	150-400-800-1300	油压	20-26	950	1550×940×2250	KE-16
		ME-5	300		100-200-600-800	油压	15-17	950	1435×850×2465	同类型ME-2, ME ₃ , ME ₄ , ME ₆ , OE-3
		{ OE-3a	200	33.5, 40(EW, AW)	220-350-600-1000	油压	10-15	580	1230×900×2000	
		{ OE-2	200	33.5, 40(EW)	150-300-600-1000	油压	7.5-15	530	1185×650×1385	
		{ KB-ME	200	33.5, 40	800-400-270	油压	10	750	1550×850×1900	
	深	{ KB-ME	300	33.5, 40	800-400-270	油压	10	750	1550×850×1900	
		RK-1	300							
		OP-1	200							
研	浅	{ PE-4	100	33.5, 40(EW, AW)	350-500-1000	油压	5-10	390	1160×800×1340	PE-2
		{ PE-3	100	33.5, 40(EW, AW)	250-500-1000	油压	5-8	390	1160×800×1340	
		{ SA-2	100	33.5(EW)	1000	螺旋钻进	空气马达	115	1140×450×500	SA-1, SA-1S
		{ SA-15	100	33.5(EW)	1000-1500	螺旋钻进		90	1100×330×520	
		SC-1	50	XRT	1000-1500	螺旋钻进		70	1000×350×720	
	钻	SF-1	50	XRT	275-550-1000	螺旋钻进	5-8	150	1135×550×1345	
		SH-1	150	33.5	1150-1800	螺旋钻进	6-3	108	1300×450×550	
		SD-3	50							SD-2, SD-1
		S2	100	33.5	300-600-1200	螺旋钻进	5-8	275	1110×550×1050	
		K钻	50							
东 邦 地 下	深	OE-1	150							
		KS	100	33.5	100	手把	8	340	111×750×1050	MR-2
		MR-1	100							
		TAS-1	150							
		(海洋钻)	30							
	中	Q型	30	28	300-500	手把	4.5	115	850×330×320	
		{ D-12	1400	50, 60	60-105-210-430	油压	汽油、柴油	4800	2450×1200×3500	
		{ D-8	1000	41, 50, 60	100-200-400×800	油压	20—30	3100	2080×1100×3000	
		{ D5	500	41, 50	150-280-480	油压	20	2200	1530×950×2600	
		{ D3	300	33.5, 41	160-300-600-1000	油压	10	690	1340×800×1700	
		{ D2	200	33.5, 41	160-300-600-1000	油压	7 1/2	300	1280×700×1410	

公司名称	深度	钻机型号	钻进深度 (米)	钻头尺寸 (毫米)	钻头转速 (转/分)	给进方式	动力 (马力)	重量 (公斤)	外形尺寸, 毫米 (高×宽×长)	备注
东邦地下	浅	D1	100	33.5, 41	500-1000	油压	5	350	1020×700×1200	
		X	100	24	300-1200	螺旋	4-7	150	1110×700×1200	
		BT	50	41-50	80-160	手把	5	250	1270×850×1030	
		HS	30	24	200-400	手把	3	80	1100×700×1200	
亚	深	AHL AHS	900 600	40.50 41.5	70-120 70-120	油压 油压	25-30 24-18	1100 950	1790×1385×1025 1750×1320×1120	
	中	DS-52 DY-203	200 300	41	600, 300, 150	油压	7.5-10	850	1500×950×1550	
	浅	DY-102 BRC { HP-56 HP-53 X-2 T-180 B BH-1	150 150 150 100 100 50 50 120	41 41 33.5, 40 41 50 41 41	65-130 250, 500, 1000 250, 500, 1000 300 75-120 65-130 250-500-1000	手把 油压 油压 螺旋 手把 手把 油压	5 7.5 5 空气马达 8 5 5	540 400 553 65 1190 280 200	1390×960×1560 1400×800×1400 1400×800×1400 350×400×150 760×1600×1040 980×580×1270 960×700×1010	DY-16
长谷川	中	SB-300 HM-2	300 300	33.5 33.5, 41	200-400-685-1225 200-400-685-1225	螺旋 油压	10 10	800 850	1310×1000×1625 1310×1000×1625	
	浅	HM-1	150	33.5, 41	150-300-600	油压	5-7.5	370	1225×750×1175	
	浅	BX-60	60	28.6, 33.5	1100	螺旋	6	97	885×650×644	(带动力)
日本开发	深	S1500	1500							
石油	浅	NG-P	100-150							HGP-18-6-4-6K4种
生野	浅	MKB-150AC	150							
古河	浅	BP-3	50							B-S-3
足尾	浅	BP-3	50							
三菱	浅	MKB-A MKB-C ₂	100 150							

瑞典岩心钻探技术

在瑞典，第一次名符其实的岩心钻探是在上世纪末进行的，采用粗粒金刚石钻进。近年来由于地球物理测井技术有很大进步，可以测出地下很深的地层的异常，说明许多矿床位于地下很深的地方，因此，瑞典深孔取心钻进的工作量很大。由于瑞典的岩层比较坚硬，岩心钻探工作60~80%是在很坚硬的石英岩，石英斑岩中钻进，加上金刚石钻进法用得较早，因此，瑞典岩心钻探主要采用金刚石钻进，且技术较先进。

近年来，瑞典金刚石钻进发生了很大的变化，广泛采用钻具转速为800~1000转/分的高转速钻进，采用了转速达3000转/分的钻机，设计了转速达4000转/分的钻机。1967年开始用轻合金钻具代替钢质钻具，全部采用了双层岩心管提取岩心，钻进的基本口径为46毫米。借助于可移动的迴转器、钻具夹持器和自动提引器实现了无塔提升钻具和升降工序机械化。并对过去设计制造的钻机进行了改进：

钻机原型号	改进后的型号	钻机原型号	改进后的型号
XC-33.5 S	停止生产	XH	停止生产
Prosper 35	D-75	XK-60/90 H	D-1500
XC-42 H	D-200	Torkel	D-2000
XC-90 H	D-500	212	D-1
	D-750	222	D-2
XF-60/90 H	D-1000		

瑞典成批生产的钻机的主要数据列在表1。

成批生产的钻机数据

表1

钻机 型号	钻进深度 (米)	迴转器转速 (转/分)	迴转器 行程 (毫米)	绞车类型	发 动 机		钻机重量 (不包括 发动机) (公斤)
					类 型	功 率 (马力)	
D-75	75	达1500	500	提引器代替绞车	内燃机电动机	5.5~10	75
D-200	130~325	340~1280(8挡)	500	行星式	内燃机电动机	12~15	450
D-500	375~900	290~1590(16挡)	500	行星式	内燃机电动机	18~20	525
D-750	275~1000	290~1590(16挡)	500	行星式	内燃机电动机	19~25	590
D-1000	600~1000	130~1200(9挡)	500	行星式	内燃机电动机	30~35	1200
D-1500	650~2000	70~1620(10挡)	500	行星式	内燃机电动机	60	2000
D-2000	500~2000	135~1200	750	行星式	内燃机电动机	66~80	5130
D-1	200~220	2200	2000	提引器代替绞车	油泵	30	小于1000
					Q=56升/分 P=210大气压		
D-2	600	3000	2000	提引器代替绞车	同 上	70	—

注：1. 钻进深度取决于钻进口径和采用的钻杆。

2. 钻进的终孔直径，前四种钻机为36毫米，D-2000钻机为56毫米，其余钻机为46毫米。

D-75型钻机为浅孔高速小口径（终孔直径为36毫米）钻机，数据见表1，其特点是轻便，重深比为1:1，并采用提引器代替了绞车，搬迁时把钻机、动力机、机架等拆卸开，人可背走（如图1）。

D-2000钻机数据见表1，钻进2000米深时，采用直径53毫米的CMS铝钻杆，钻机为全液压驱动，备有绳索取心提升装置，可以进行不提钻取心。