

中国地质学会
采矿工程专业委员会会刊

第四期

庆祝中国地质学会成立六十周年专刊

1922



1982

中国地质学会采矿工程专业委员会编

一九八二年六月

目 录

前 言

努力使探矿工程技术为地质找矿和祖国四个现代化服务…………… (1)

回顾与展望

(81-627)我国近代钻探工程发展及其主要成就……………耿瑞伦、周国荣 (3)

(81-875)我国坑探工程的三十二年……………邹知华 (10)

学 术 论 文

(81-628)超深井钻探与深部地质学……………刘广志 (13)

(81-172)绳索取心金刚石钻进技术……………耿瑞伦、陶羽忠
李德润、张春波 (20)

(81-440)液动冲击回转钻进方法在地质勘探中的应用……………韩军智 (29)

(81-733)数字技术在钻探仪表中的应用……………李砚藻 (38)

(81-888)稀土尾气催化剂的近况与前景……………胡逸民、陈世访 (46)

学 术 活 动

钻进参数仪表学术讨论会报导…………… (60)

绳索取心技术报告讨论会综合报导…………… (63)

绳索取心技术报告讨论会分组讨论汇报提要…………… (65)

冲击回转钻进技术专题报告讨论会简况…………… (71)

冲击回转钻进技术专题报告讨论会分组讨论汇报提要…………… (73)

坑探工程第一次学术会议综合报告…………… (76)

坑探工程第一次学术会议分组讨论汇报…………… (79)

论 文 索 引

钻探参数仪表学术讨论会论文题目索引…………… (85)

绳索取心技术报告讨论会论文题目索引…………… (86)

冲击回转钻进技术专题报告讨论会论文题目索引…………… (90)

坑探工程第一次学术会议论文题目索引.....	(92)
其他论文题目索引.....	(97)

图 片

1981年召开的四个专题学术会议剪影.....	(98)
-------------------------	------

(注) 文题前面的数字为论文编号

努力使探矿工程技术为地质找矿 和祖国四个现代化服务

(代前言)

矿产资源的开发速度和利用效果，对于提高国家经济力量和人民生活水平都有直接影响。我们伟大社会主义祖国幅员辽阔，矿产富饶，其现实意义首先要能及早勘探、合理开发利用，使之成为人民财富之重要源泉，同时壮大国家经济实力。

我国探矿技术萌芽甚早，古代采冶事业亦曾兴盛于世。但至近代，直到新中国成立以前，探矿工程技术已远落后于世界，微不足道。有百十来台钻机服务于开采矿山和地质调查，在很少几个大城市几家凿井公司打井供水；水文与工程勘察为数甚少，仅此而已。和我国地质工作一样，论历史可以追溯到许久以前，但从在实际国家经济建设中占有重要地位，形成事业并迅速大规模发展，则是解放后三十余年的历史。

以钻探技术为例，1950年全国各部门总共开动钻机140台左右，进尺6万余米。以后在中国共产党的领导下，不断发展壮大，及至目前，各条战线上的钻探总工作量估计达3亿米，开动钻机总数在六千台左右。长期以来实践证明，探矿工程是过去以至将来勘察开发地下资源所不可少的工程手段。利用钻探与勘探技术，才能揭示地下矿产赋存品位与储量，作出开发的经济评价。所有这些，已为我国许多矿山建设实践所证实。这项为地质找矿服务的工程技术如今方兴未艾，将继续发展和提高，要为实现四个现代化勘探更多的矿产资源各种金属、非金属、燃料、建筑材料、化工原料等。这是探矿工程技术的主要目的。

由于近代工农业的发展与城市生活用水量的激增，除合理利用地表水外，将愈来愈依赖地下水源。现代把淡水尤其是地下水作为重要资源是有道理的。例如通过勘察在若干缺水条件下的如沙漠、草原、海岛、山区、矿产地、贫壤、育林区以及人口密集的城市等，能找到丰富的地下水资源，其意义和给人民带来的幸福甚至不亚于一座矿山。至于若干有热储条件的地下热水和气田的开发，近代已列入新能源开发之例。地下水的勘探与开发，当然离不开钻探技术，实际早已形成了水文水井钻探技术分支。其技术发展与应用领域今后必将更加宽广。

随着现代化工业、交通、建筑事业的进步，以工程为目的的勘察与工程技术近二、三十年发展特别快。早期工程钻探雷同岩心钻探，嗣后逐渐发展了由于目的用途不同的各类工程钻探技术装备与大口径工程施工机械，实际愈来愈离开探矿工程领域而形成了另一技术分支。如今有把工程钻探列入“基础工程技术”，其内容丰富多样，用途很广，发展亦快。目前按用途可概括为四类：即包括用于各项房屋、高大建筑、设备安装等基础工程勘察；用于各项道路、桥

梁、机场、港湾码头等基楚工程勘察；用于各项地下隧道、街道、仓库等地下建筑工程勘察；用于各项基础工程施工，如基础注浆、加固、埋设基桩、滑坡桩、挡土墙和连续墙施工等。这一方面的应用和地质找矿与水文水井相比，领域与工作量都将并驾齐驱。

如上所述，探矿工程技术在各方面的应用与发展是很快的，面亦越来越宽。我们要努力使探矿工程技术适应新的形势的需要，更好为地质找矿和祖国经济建设及四个现代化服务。我们有战斗在第一线的强大的探矿工程生产技术队伍，有相当数量科研单位与大专院校的科技人员，有为数可观的专业机械生产制造力量，以及各级有经验的专业管理人员。只要我们在中国共产党的领导下团结一致，大力协同，振奋精神，艰苦奋斗，我们就会不断作出新的成绩。值此庆祝中国地质学会成立六十周年之际，我们更加满怀信心，共同用生产、科研的新成就，不断培育出探矿工程技术新花，装点我们伟大社会主义祖国四个现代化的壮丽事业。

我国近代钻探工程发展 及其主要成就

中国地质学会探矿工程专业委员会

耿瑞伦 周国荣 执笔

提 要

中国是一个幅员辽阔、矿产资源富饶的国家。中国也是古代钻探技术发源地之一。

本文追溯了我国近代钻探技术的发展历程，列举了本世纪初以来各个时期钻探技术的发展情况和所取得的主要成就，尤其是近若干年来发展采用了金刚石岩心钻进、绳索取心钻进、液动冲击回转钻进、优质轻泥浆等新的钻进方法与技术，使我国钻探技术有了较快的进步，钻探效率与质量不断提高。

为适应地质勘探事业的发展，已生产了各种型号和用途的钻探设备、钻具、钻头 and 测井仪器。作为勘探黑色金属、煤炭和钾盐的钻孔深度纪录已分别达到1856米、1896米和2351米。

钻探工程日益广泛用于勘探地质矿产、能源、地下水资源以及各种工程地质、基础调查和民用工程建设。钻探工程技术队伍已成为国家实现四个现代化的一支尖兵。

前 言

中国是古代钻探技术发源地，在世界钻探发展史上占有光辉的一页。公元前二百多年，四川工匠就已经凿井取卤。宋代，我国劳动人民用竹木器械，成功地钻进了几百米深的油、气、卤井。相传钻井技术就是在宋、元时期从我国传播到国外的。及至近代，由于我国封建社会长期对生产力的束缚和帝国主义的侵略压迫，使我国科学技术的发展渐渐停滞下来。出现了钻探技术远远落后于世界先进水平的状况。

从本世纪初到一九四九年新中国成立止，我国的钻探技术处于技术落后和力量十分薄弱的境地。

解放后三十余年来，在中国共产党的领导下，人民政府十分重视发展地质勘探事业。通过我国各有关部门的共同努力，钻探工程技术有了很大进步。已经能自行设计制造各种型号和用途的配套钻探设备、钻具与仪器，已经能完成难度较大的钻探工程施工；如各种复杂地层

与矿种岩心钻探施工；深度大于1500—2000米的地质岩心钻探施工；口径大于一米的工程钻孔施工；高温地热井施工；黄河、长江的水利、水电大型工程基础钻探施工等。已经培养和拥有一支较有经验的钻探技术队伍与科研力量。

钻探工程作为国家地质矿产资源勘探与现代化建设所不可少的手段，已为我国近百年来特别是解放后三十余年为国家勘探了大量矿产、能源基地、水肥资源、建筑材料、化工原料和完成了许多大工程基础勘察等作的贡献所证实。

旧中国地质岩心钻探概况

约在一九〇三年左右，英国福公司获得我河南省焦作煤矿开采权，雇用中国工人用蒸气钻机探察煤矿。我国近代岩心钻探即肇始于兹。之后，随着列强势力渗入各地，以及民族工业的兴起，矿山采掘事业扩大，钻探事业相应有些发展。至二十年代，在我国河北、山东、东北、湖南、湖北、广东、云南诸地，如枣庄、鞍山、阜新、贾旺、海州、阳新、狗牙洞、宿县等处钻探了铁、煤、有色金属。抗日战争期间，日本帝国主义者掠夺我地下资源，亦在东北、华北、华南、长江中下游等地钻探了铁、煤、铜矿产。大后方也在云、贵、川等地开展了矿产钻探。一九四〇年旧中国资源委员会在昆明成立了西南矿产测勘处，一九四二年扩大为资源委员会矿产测勘处，由谢家荣等人负责，除从事地质矿产调查外，还积极从事岩心钻探找矿。曾于一九四三年在云南昭通用斑加钻钻探褐炭。抗日战争胜利后，谢家荣等在安徽淮南用钻探发现了八公山新煤田。这一成就，引起我国一些地质前辈认识到不仅应重视地质理论的研究，还应重视地质找矿，从而必须重视工程技术手段——探矿工程。淮南煤田发现后，旧政府拨款二十万美元，着矿产测勘处向美国长年公司购买九台半（其中一台只有主机无钻探工具）新式钻机。自一九四八年，在淮南、凤台、锡矿山、八步、武昌、台湾等地，钻探煤、锑、磷、锡、地下水资源。综合起来，矿产测勘处自一九四〇年成立十年期间，共钻进了一万二千米工作量，发现了淮南八公山煤田（十亿吨），黔滇一水型铝土矿（一千万吨）、凤台磷矿（二百六十万吨）、以及津浦三水型铝土矿（六十万吨）。

综自清末到新中国成立（一九〇三—一九四九）的四十余年期间，旧中国曾在予、鲁、粤、皖、辽、吉、冀、晋、云、川、湘、鄂、苏、台湾等十四个省的三、四十个矿区钻探过十余个矿种。

曾经钻探过的煤田有焦作、枣庄、狗牙洞、雷家沟、贾旺、阜新、本溪、抚顺、辽源、开滦、大同、五通桥、嘉阳、歌乐山、昭通、淮南、湘中、土地堂等。

曾经钻探过的金属矿有鞍山、石碌、灵乡、歪头山、大冶、马鞍山铁矿；当涂向山黄铁矿；阳新、铜官山铜矿；锡矿山锑矿；个旧、乌翔岭、平头山锡矿；江华砂锡矿；纱帽岭金矿；密县铅矿等。

曾经钻探过的非金属矿有海州、凤台磷矿；五通桥盐矿等

曾经钻探过若干水电工程基础。

曾经钻探过台湾台南地下水资源以及上海、天津等工业、城市深水井。

旧中国地质岩心钻探使用的设备情况，从二十世纪初到二十年代用的是蒸气钻机和手摇钻；嗣后采用了日本利根手把式钻机和美国沙利文式金刚石钻机。新中国成立时，旧中国遗

留下来的各型钻机包括矿产测勘处所有以及分散在各矿山和各个部门的约有近百台。有钻探接术人员二、三十人，钻探工人二、三百人。对于一个幅原辽阔、矿产富饶的国家，仅有这么一点钻探力量与技术基础，无疑是十分薄弱的。

建国以来岩心钻探的发展与成就

新中国诞生后，党和人民政府重视地质矿产勘探工作。岩心钻探作为地质找矿不可缺少的工程手段，得到了迅速发展。除了地质找矿大量采用岩心钻探而外，水文地质、工程地质以及工程施工亦广泛采用钻探技术。现在为止，拥有钻探工程技术的就有地质、冶金、煤炭、二机、铁道、水利、电力、交通、建材、化工、城建、农林以及国防建设等部门；全国开动的岩心钻机有五、六千台，累计钻探进尺达到三亿米左右；为国家社会主义建设，勘探了大量矿产资源，为许多水利、电力、铁道、交通、城市与国防建设基础勘探作出了巨大贡献。回顾解放后三十多年来我国岩心钻探的发展历程，不仅可对新旧社会制度进行对比，而且应在已有成就的基础上，明确发展方向，继往开来。

一、解放初期到一九五二年，国家处于经济恢复时期。由于地质勘探工作基础十分薄弱，该阶段的工作主要是创建。人民政府接收了原北平地质调查所、南京原经济部地质调查所、原资源委员会矿产测勘处以及各地区地质调查所和矿山机构，并很快组织了若干勘探队展开钻探工作。一九五〇年九月成立地质工作计划指导委员会，下设矿产地质勘探局，领导全国地质勘探工作。一九五二年成立地质部，下设探矿工程司，开始了地质部门全国性的地质钻探工作。与此同时，煤炭部门（当时为燃料工业部）、冶金部门（当时为重工业部）以及水电、铁道等部门也都开始了地质钻探工作。这一阶段，开始是延用旧中国保留下来的旧钻探设备，钻进方法有硬质合金、铁砂及极少量金刚石钻头。嗣后根据当时国情，引进了苏联手把式钻机，主要用硬质合金、铁砂钻进。这在当时与世界先进水平比并不是先进的，例如所配的钻机动力——A22、H22柴油机很快被淘汰了。尽管如此，采用苏联的一整套钻探设备与技术，对当时创建我国钻探工作起了打基础作用。这一时期，国家还聘请了若干苏联钻探专家；地质和冶金、煤炭等系统都曾举办了培养地质钻探技术人员的学校和训练班。并且利用大型勘探队（如当时的铜官山、白银厂、大冶、宣化、白云鄂博、渭北勘探队）就地培养钻探技术工人。当时的地质岩心钻探生产台月效率是很低的。以一九五二年为例，地质、冶金、煤炭部门的台月效率分别为58、48、107米，这显然与当时现场管理缺乏经验及操作技术不高有关。

二、从一九五三年第一个五年计划起，地质勘探工作按国民经济发展需要逐步发展。钻探工作量逐年增加。到第二个五年计划中期的一九六〇年，全国岩心钻机开动台数达到五千余台，年钻进工作量超过了一千万米。这期间钻探技术主要沿用苏联设备与经验外，开始发扬自力更生精神，在生产技术管理各方面逐渐正规化，群众技术革新与新纪录不断涌现。北京地质学院、北京矿业学院、中南矿冶学院以及长春、武汉地校等大专院校的探矿工程专业人才开始向社会输送，并于一九五七年创立了勘探技术研究所，专门从事探矿技术的科学研究。钻探生产的台月效率到一九六〇年上升到二百七十余米。这一期间内在岩心钻探方面值得提出的成就如：制订了《钻探操作规程》，总结了一套硬质合金钻进和铁砂钻进操作经验；出现了中南四〇四队和内蒙古锡盟队等先进钻探纪录；普遍重视泥浆护孔，开始因地制

宜采用无岩心钻进，创造了一套轻便式刮刀钻头，革新成功了若干升降工序机械化工具，如立柱式移摆管装置、关门山式提引器、唐山式和辽宁式拧管机等；开始采用了液压立轴式(3 Φ --300、3 Φ --650、3 Φ --1200)钻机，并对原 KAM 型手把式钻机改为手轮给进与不停钻倒杆等；这些成就和经验对当时保持钻探生产效率的持续提高和减轻工人劳动强度都起了重要作用，有些经验到今天还有其实用意义。在科研方面值得提出的有：开始了空气洗井、造浆搬土分析、测斜仪器、复杂岩矿心采取、岩石可钻性分级和孔底电钻等项目的研究。

三、从第二个五年计划后两年起，到一九七六年止，国家处于三年经济调整和十年“文化大革命”动乱。在这期间，国民经济发展受到很大影响，但是在广大地质探矿职工的努力下，自力更生，艰苦奋斗，仍然使钻探事业有所前进。具体表现在如下诸方面：

(一) 自行设计制造钻探设备、仪器

先后设计制造的钻机有地质系统的 100、300、600 和 1000 米液压立轴式钻机，冶金系统的北京--500 型转盘式钻机，煤炭系统的 TXU--700 和 1000 型钻机，以及用于水文水井的 SPC--300、SPJ--300、红星 300 型钻机，和用于工程基础勘探的 SH--30 型钻机，及大口径的潜孔振动回转钻机等。与此同时还设计制造了与上述钻机配套之钻塔和泥浆泵，设计制造了能用于非磁性和磁性矿区的测斜仪。通过这些工作，我们结束了以往主要依赖进口钻探设备、仪器的局面。

(二) 掌握了金刚石钻头制造技术

六十年代初，地质部勘探技术研究所与株洲硬质合金厂合作研制金刚石钻头，到一九六三年用冷压浸渍烧结法成功地制造出天然金刚石表镶钻头。这是我国自己制造金刚石钻头并进行金刚石钻进之开端。一九七〇年前后冶金部和中国科学院物理所首先倡导并试验研究人造金刚石钻进，这对发展我国金刚石钻进起了重要促进作用。一九七四年在湖南锡矿山举行了人造金刚石钻进技术交流会，同时鉴定了冶金部地质研究所、北京粉末冶金研究所、兰州石油机械研究所、地质部勘探技术研究所和上海砂轮厂等单位研制的首先用于坑道钻进的人造金刚石钻头。嗣后，金刚石钻头与扩孔器制造工艺不断完善和提高，并将人造金刚石钻头应用到地表岩心钻探。

(三) 研制了高强度地质管材

到六十年代末为止，我国地质钻探钢管一直仿效苏联而大量采用“Д”号（相当于 45 号钢）钢作钻杆和套管、岩心管。抗拉强度 65 公斤/毫米²，屈服强度 38 公斤/毫米²。钻进中磨损快，折断事故多，更不符合金刚石钻进需要。在冶金部标准所主持下，会同用户制订了符合硬质合金——钢粒钻进的地质钻探用钢管标准“YB235--63”、“YB235--70”和符合金刚石小口径钻进用钢管标准“YB848--75”。后两个标准除尺寸系列有了改进外，废弃了原来沿用的“Д”号钢，并且采用了我国富有的含锰、铜、钒、钛、硼系列的低合金钢，屈服强度下限为 50 公斤/毫米²，对于钻杆和岩心管要求达到 65 公斤/毫米²。

(四) 钻进工艺的改进

为了保证钻探工程质量，广大钻探技术人员与工人创造了多种具有特色的取心工具。总计取心工具的种类有单管取心钻具、双动双管钻具、单动双管钻具、反循环钻具、金刚石钻进取心钻具和岩矿心补取工具等六类共五十种之多。使许多岩矿心难取的矿种如磷、硫、石墨、云母、汞、石棉、滑石、松软的煤层和各种硬脆碎岩矿层的钻探取心质量绝大部分得到保证。

金刚石钻进要求高的转速，为适应这一需要，冶金、地质系统和有关院校、工厂先后试验成功了包括皂化油、太古油、磺化脚、126 乳化液润滑剂与润滑膏。即使在 600—800 米以至 1000 米孔深，一般情况下钻具转速亦能满足孕镶金刚石钻头钻进线速度的要求。这一成果为孕镶金刚石钻头应用于地表勘探钻进创造了条件，打开了局面。

另一个工艺的改进是采用了不分散低固相轻泥浆。选用优质膨土粉造浆，并且研究聚丙烯酰胺高分子聚合物制备泥浆。勘探技术研究所与牡丹江红旗化工厂研究成功的铁铬木素磺酸盐，为我国泥浆处理剂填补了一项空白。

（五）多种钻进方法的采用

首先是因地制宜实行无岩心钻进。煤炭部门由于成功地采用了无岩心钻进使钻探效率大幅度提高，台月效率一直为全国之冠。辽宁煤炭勘探公司曾创造了单机年进两万米的纪录。

冲击回转钻进研究试验在一九六六年前勘探技术研究所曾经开展了研究与生产试验。嗣后二机部系统和辽宁省地质局、长春地质学院作了大量试验，除采用阀式冲击器外，创造了射流式冲击器。为在我国采用冲击回转钻进打下了基础。

定向钻进在云南、四川、广东、黑龙江、陕西和湖南等若干矿区采用，一是利用自然弯曲打定向孔，另外利用导斜器人工弯曲打定向孔。尽管定向钻进工艺器具尚不完善，但实践证明定向钻进在某些矿区的经济效益。如确保钻探工程质量及勘探工作的顺利进行；节约了钻探工作量；避免或减少了报废工作量；缩短了勘探周期等等。

绳索取心钻进在地质、冶金和煤炭系统开始了试验。S—56 钻具已进行了技术鉴定。

此外，孔底电钻、涡轮钻亦进行了研究试验。勘探技术研究所用 $\phi 168$ 电钻为煤炭部门试钻成功垂直度要求很高的冻结孔。二机系统的小口径涡轮钻具亦进行了生产性试验。

四、一九七七年以来五年多时间内，为满足四个现代化对地质矿产的需求，党和国家十分关怀地质勘探工作的发展与提高。各有关地质勘探部门致力于提高钻探工程质量与生产效率，提高钻探设备与仪器的配套与技术性能，同时改善现场操作人员的劳动防护条件等。一九七七年春三部一局（煤炭部、冶金部、二机部、国家计委地质局）在桂林举行的金刚石钻进经验交流会和一九七九年十一月在北戴河举行的第二届全国探矿工程学术会议，既交流了以往钻探工作取得的成就，同时亦探讨了存在的差距。加上近几年来通过赴外专业考察和对外技术座谈，对如何根据国情、吸取国外先进经验，实现我国钻探工程的现代化，进一步明确了方向。钻探界普遍认为，在岩心钻探方面主要逐步扩大硬质合金和金刚石钻进，同时重视发展冲击回转钻进、无岩心钻进、不提钻取心钻进、定向钻进和空气洗井钻进等多种钻进方法和工艺；更要十分重视新型泥浆在钻进和护壁堵漏方面的应用和研究；要突破某些复杂岩矿层的钻进与取心技术；要掌握为深部地质学研究所需要的 2000—3000 米以深的深孔钻进技术；为适应各种水文地质、工程地质的发展，要大力提高水文水井钻探和工程地质（尤其是大口径钻孔）钻探的技术与工艺；在钻探设备、仪器、钻具方面，必须努力逐步做到标准化、系列化和通用化，在钻具系列方面要研究制订合理标准，并应注意与国际通用标准相关顾。而要达到以上目的，必须十分重视专业人才的教育培养和科学研究工作，开展群众性技术革新活动。

经过最近五年来的努力，全国各有关科研、院校与地质勘探部门，在上述诸方面共同作出了可喜的成绩。使我国钻探技术与生产水平有了明显的提高。加上建国以来的成就，使之

面貌一新，现在的水平是：

〔一〕大面积推广了金刚石钻进。各部门金刚石钻进比例已占百分之十几到三十几。一九八一年全国开动的金刚石钻机为六百余台，金刚石钻进台月效率目前全国平均为350—500米，不少单位达到600米以上。有部门计划到八五年基本淘汰钢粒钻进。

〔二〕已经掌握了各种金刚石钻头制造技术。包括冷压法、浸渍法、热压法和电镀法等，钻头性能和质量不断提高，品种逐渐增多。全国金刚石钻头寿命平均达到35—40米。在石灰岩、片麻岩中很多平均寿命超过100米。金刚石钻头已开始向外出口。

〔三〕人造金刚石单晶质量与数量已能满足国内金刚石钻进之需要。各型聚晶表镶钻头在中硬岩层已取得良好效果。复合片亦在积极进展中。

〔四〕绳索取心钻进已在推广。目前开动的绳索取心钻机为70台左右，累计钻进十余万米，取得了良好技术经济效益。已有的钻具口径包括46、56、60、76四种。与普通取心方法相比，能提高纯钻时间和钻进台月效率各25—30%左右，提高钻头寿命25—50%，岩矿心采取率均达90%以上。地质、煤炭、冶金系统采用绳索取心分别创造了孔深2351米、1816米和1500米的纪录，解决了若干深部地质矿产的评价难题。

〔五〕液动冲击回转钻进正逐步发展与提高。二机、地质、冶金等部门近几年来已用各种液动冲击器（包括JSC—75型、YE—2型、XC—75型、726型及各种射流式、阀式冲击器）钻进了十余万米，在七、八级和部分九级岩层中已取得较高效果。最大孔深超过600米。金刚石高频冲击回转正处于试验，有希望能在坚硬打滑层中取得效果。

〔六〕工程地质钻探发展很快。已广泛用于铁道、交通、桥基、水利和水电坝址、港湾、机场、地下铁道和仓库、城市高层建筑基础与桩基等。现在全国开动各型工程钻机约2000台。历史以来，已完成过象武汉长江大桥、重庆长江大桥（用三米直径牙轮钻机）基础、长江葛州坝、黄河龙羊峡、刘家峡、大渡河龚嘴水电工程等大型基础钻探任务，有的钻孔取心直径达1米。

〔七〕水文水井钻探和地热钻探（包括热水井）技术不断提高。全国开动水文水井钻机估计近千台、加上地方城市打井和农村凿井数量更为可观。现在发展趋势是井深越来越大。井径也越来越大。例如在西安已钻成井径500毫米深度500米以上的深水井。京津地区已完成的井深有800—1200米甚至2000米以上。西藏羊八井高温蒸汽地热钻井技术难度大，问题多，在勘探技术研究所工程技术人员协助下终于掌握了该热田地层压力梯度，制服了井喷，取得了有意义的成果。

〔八〕大力提倡优质泥浆。除强调选用优质造浆粘土和低固相泥浆外，广泛推广聚丙烯酰胺等高分子聚合物泥浆，以及根据地层特性而采用的钙处理泥浆、泡沫泥浆，盐水溶液泥浆等。同时合理应用地质堵漏水泥和套管护孔，不少复杂地层被克服了。

〔九〕积极采用定向钻进。由于地质因素造成的难以杜绝的钻孔偏斜，只有用定向钻进来达到地质目的。冶金和地质部门已创造了从初级定向孔（利用孔斜规律）逐渐向人工可控定向钻进发展。井底岩心定向试验亦已取得初步成绩。

〔十〕钻探设备、仪器、钻具配套正在完善。有了钻探100、300、600、1000、1500米的岩心钻机系列，并且有了100米坑道钻、以及600米和1000米液压驱动的动力头钻机新机型；有了钻探30、50、100米的散装和车装工程钻机；有了钻探200、300、500米的大口径水文水井钻机（2500米大型钻机正在试验）；有了能配备以上各种钻机的泥浆泵系列、动力机和钻

塔，有了一套钻探参数仪表和泥浆测试仪器；有了几种井斜仪器；已有的管材标准目前可供使用正在准备修订；各种钻探取心工具亦将很快形成标准。

[十一]学术活动活跃。地质学会探矿工程专业委员会从一九六四年四月二日成立以来，曾于一九五五、一九七九年两次举办了全国性的探矿学术会议；一九八一年本学会适应探矿工程发展形势的需要，举行了四项专题的论文报告讨论会（绳索取心、冲击回转钻进、坑探技术、钻探仪表），对交流经验，推进探矿工程技术发展起了积极作用。现在全国已有20多个省市自治区的地质学会成立了探矿工程专业委员会，并且积极组织了地方的学术活动。

综观我国近代即本世纪初以来的钻探工程的发展及其主要成就，我们清楚地看到，新中国成立前的四十多年我国的钻探力量是很微薄的，钻探累计工作量估计大约为七十万米。新中国成立以来的三十二年多时间里总共钻探工作量达三亿米左右。现在拥有钻探工程技术手段的国家部门近20个，全国开动的钻机约六千台左右。长期以来，在中国共产党的领导下，广大钻探职工转战祖国各地，为国家社会主义建设查寻了大量能源、矿产、建筑材料、化工原料以及地下水资源，为国家许多水利、水电、道路、桥梁、海港、大型建筑作了基础勘察。值此庆祝中国地质学会六十周年，全国探矿工程界的广大工人、干部和技术人员，更加满怀信心，要在已经取得成绩的基础上，寻找差距，踏实苦干，为不断提高探矿工程的技术工艺与生产水平，为祖国的四个现代化作出新的成绩。

参 考 文 献

1. 前资源委员会编《矿测近讯》第55—110期，1948—1949
2. 周国荣编《中国钻探简史》手稿，1981年
3. 任子翔：十年来我国的探矿工程工作。1959年《探矿工程》第十期。
4. 中国地质学会探矿工程专业委员会：《第一届全国探矿工程学术会议论文集》1965年。
5. 河南地质勘探公司编写组：《金刚石岩心钻进》1971年
6. 国家计委地质局生产组编：《钻探取心工具》1973年
7. 勘探技术研究所等：热压人造金刚石孕镶钻头坑道生产试验情况1974年《勘探技术》第四期
8. 勘探技术研究所等：地质岩心钻探人造金刚石钻头生产试验情况1975年《勘探技术》第一期
9. 勘探技术研究所等：金刚石绳索取心钻进的新进展1976年《勘探技术》第六期
10. 长春地质学院等编：《金刚石钻进技术》1977年
11. 广东、四川、云南省地质局编：《岩心钻探定向钻进》1979年
12. 汪仲英等：高温蒸气地热田钻井与成井主要技术问题。《探矿工程》1979年第五期
13. 刘广志：地质钻探三十年《探矿工程》1979年第四期
14. 耿瑞伦：地质钻探技术发展现状和展望《探矿工程》1979年第一期
15. 武汉地质学院等编：《钻探工艺学，上、中、下册》1980—1981年
16. 桂林冶金地质研究所：《人造金刚石钻探技术讲座》1975年
17. 李常茂：我国探矿工程现代化途径问题的商榷《探矿工程》1981年第一期

18. 王人杰：冲击回转钻进技术的发展概况及几点看法《探矿工程》1981年第二期
19. 李德润、张春波：绳索取心钻进技术讲座《探矿工程》1980年第三至六期
20. 曾祥熹：造浆用粘土分析鉴定与造浆试验方法的探讨《探矿工程》1981年第三、四期
21. 张洪叶：水文水井钻探技术发展方向的探讨《探矿工程》1980年第三期

我国坑探工程的三十二年

中国地质学会探矿工程专业委员会

邹知华 执笔

解放前我国地质勘探工作的基础十分薄弱，当时探矿工程手段仅有几十台旧式钻机，除间或进行少量的地表剥离工程外，根本谈不上采用系统的坑探工程。解放后根据地质勘探的需要，在地质、冶金、煤炭、二机、建材、化工、水电、铁道、交通等部门，都逐步地采用了坑探工程，作为地质矿产普查勘探和工程地质勘察的主要手段之一。

由于坑探工程能使地质人员深入矿体和围岩，直接进行观察与研究，能根据矿床产状的变化，追索矿体，准确采取样品，质量可靠。因此，往往用较少的工作量，可取得较多地质成果，有关坑道并可作为以后开采所利用，特别是对于分散、稀有和有色金属矿床的勘探，更是行之有效而不可缺少的手段。建国以来，先后普查勘探了煤、铁、铬、水晶、金、金刚石、云母、铅锌、铜、钨、铀等五十多种矿种。对普查找矿，提交高级储量，验证其它勘探手段的可靠性，采取大样，进行加工试验，测量有关隧道、坝基等建筑工程的岩层力学性质等，都作出了较大贡献。坑探工作及坑探工程技术的改造，也取得巨大进展。

一、队伍逐步壮大、组织管理日益加强

随着地质勘探事业的发展，坑探工程的队伍得到了迅速壮大。如地质部从解放初期十几个坑探队和坑组，由矿山开采部分转过来的几百人，增长到现在的一百多个坑组和几十个专业坑探工程队，职工总数达一万人左右。一九五四年以来先后在北京地质学院和昆明地质学校，设置了坑探专业。各部门还举办了多次中、短期技术培训班。从一九五九年到一九六四

年先后培养了高、中级坑探技术干部一千多人，技术工人数千。为了加强勘探技术的研究工作，一九五七年又成立了探勘技术研究所，设置了坑探掘进技术研究室，建设了较完备的坑探技术试验基地。相继在天津、合肥、龙游等探矿机械工厂扩建或建立了坑探设备制造厂或车间。在生产、教育科研设计和设备制造等方面，都逐步成长为一支技术熟练，配套齐全的队伍。三十二年来研究设计制造了各种新型的坑探掘进设备数十种，总计生产了两万多台。一些设备和工具已进入或接近国内外先进行列。如 YN—23 型内燃凿岩机，已达到国内外同类型产品先进水平，在全国性的比试成绩名列前茅。双机液压凿岩台车、梭式矿车和内燃机车等，在效率、结构、设备的轻便化和小型化方面都具有独创。争光 10—1 型取样钻机，不断改进提高，一九八〇年获得了国家的优质产品银质奖章。QJD—50 型五十米取样钻的操作机械化程度和轻便化指标，以及新型硬质合金钎头的质量和使用寿命等，都接近或达到国外先进水平。

在生产组织和技术管理方面，随着生产及工作的发展，陆续采取了一系列的措施。建立和充实了各部门的坑探管理机构和专业管理人员。根据生产的需要成立了坑组和专业坑探工程队，制定了生产报表、技术责任、交接班、各工种的位岗责任、设备检修、安全生产以及质量验收等各种制度。颁发了坑探工程管理办法、坑探技术操作规程和安全技术规程。实行了坑探生产定额和物化劳动定额，健全了经济核算制和有关奖励制度。发动群众，广泛开展劳动竞赛，使坑探施工效率逐年提高。平均机掘台月效率从过去的 100 米余提高到 150—200 米。1953 年至 1980 年仅地质系统就掘进了探矿坑道四百四十多千米，浅井六百三十余千米，探槽一亿另七百多立方米。取样钻和坑道钻进尺约一百二十千米，胜利地完成了各个时期的勘探任务。

二、坑探机械化水平迅速提高

由于地质工作的流动分散、交通不便，以及勘探坑道断面小等特点，缺乏现成的适合地质勘探工作特点的掘进机械设备，建国初期坑探工程处于十分落后的状态，大部份为手工操作。因此，迅速实现我国坑探工程的机械化成为一项十分迫切的任务。三十二年来，我们经历了和半机械化、部分机械化和逐步向综合机械化过渡的三个阶段。建国初期，除个别工作量比较集中的大型坑探工程，采用矿山有关通用设备外，对于大量的短浅、小型坑道、浅井和探槽等坑探工程，则仍然为手工作业。当时主要开展了人作动力的半机械化技术革新运动。对半机械化的凿岩、提升、运输、排水、通风等创造了一些较好的机具和设备。对提高生产效率，减轻劳动强度起到一定效果。但是由于人力有限，半机械化不可能根本改变坑探的技术面貌。六十年代，提出了以“风、电、内燃并举，小型轻便为主”的实现坑探机械化的方针。除采用部分通用矿山风动设备外，积极开展了电动、内燃等适合地质工作特点的小型机具的研究。凿岩方面先后试制成功了 DL—34 型 D—38 型、东风 25 及 31 型电动凿岩机、TK—25 型和 YN—23 型内燃凿岩机。通风排水方面有 D 1030 电动水泵、2Z6 型电动潜水泵和 NR—150 内燃通风机等。提升方面有红旗、QT—100 型电动提升机和其它内燃提升机等，使大部分短浅坑道的凿岩、通风、提升、排水工等序，由半机械化逐步转向机械化作业，大大减轻了工人的劳动强度，提高了施工效率。凿岩机械化水平，从五十年代的 6% 左右，到 1969 年提高到 62%。

六十年代，实现个别工序的机械化有了较大的进展。同时，部分单位也先后使用了矿山通用凿岩机和蓄电机车运输。为了向综合机械化过渡，七十年代提出了三线（中深、短浅坑

道和浅井机械化作业线)、两钻、(坑道钻、取样钻)、一机(挖槽机)的奋斗目标。积极研究设计了电动小型装岩机、内燃式装运机、液压凿岩台车、梭式矿车和内燃机车等,使中深及部分短浅坑道掘进各主要工序,基本上都实现了机械化,逐步向综合机械化的过渡,到1980年,凿岩机械化达到66%装运岩机械化为30%以上。机掘工班效率,从原有的0.1—0.2米,提高到0.3米。工人的劳动条件得到根本性的改善。其它如液压技术和电子技术的应用、激光导向、通风、排水以及掘进自动化等新技术、新方法,都先后进行了不同程度的探索与试验,有的已经在实际中得到应用,并取得了好的效果。所有这些,大大改变了坑探工程的技术面貌。

三、掘进技术工艺不断完善

在坑探机械化的发展的同时,坑探掘进工艺也不断地得到完善。对凿岩爆破的工具方法及有关参数,提升、运输、通风和支护等方法与工艺,都进行了大量的探索、研究与总结。五十年代至六十年代初,为了提高专业掘进效率,先后创造了手掘三翼钎头、高低刃钎头。对坚硬岩层推广了手掘硬质合金钎头凿岩。总结出了边掏槽外爆破法,药壶爆破法等经验,使手掘坑道的工班效率,从0.15米提高到0.25米左右。

在坑道快速掘进中,根据当时的技术条件,总结推广了“浅眼多循环快速掘进法”,实现装岩与凿岩的平行作业,使每班完成两个或两个以上的掘进循环,大大加快了掘进速度。独头工作面的台月进尺,一般达到100—150米,高的达到200多米。多头工作面高达200—400米。七十年代后期,坑道掘进实现了综合机械化以后,根据施工条件的变化,在中深坑道中广泛开展了深孔直线爆破的试验,掘进工艺进一步完善,合理确定循环作业,组织快速掘进,使各种掘进机械化装备的效能,得到了充分发挥,取得了较好效果。

为了使内燃机械应用于坑道掘进,1974以来,对柴油机废气净化大力进行了研究试验。1979年对铂及稀土小球催化剂进行了鉴定,净化效果达到了国内、外同类产品的水平,为实现坑道掘进内燃机械化创造了有利条件。

由于槽、井探工程过度分散,穿脉坑道断面太小,按照常规掘进很难实现机械化。1970年以来比较广泛地推广应用了钻进法,实行“坑钻结合”。在地质条件允许的条件下,使用坑道钻和取样钻取样,取代部分穿脉坑道、浅井或探槽工程,从根本上改变了常规的掘进工序,取得了好的效果,例如:争光—10型取样钻的班月进尺一般高达200—300米,高的超千米。比常规的人工掘进浅井效率提高2—3倍以上,成本降低50%以上,使许多矿点的评价时间缩短一倍或一倍以上,大大加快了普查找矿的速度。

在特殊掘进中,对塑性土壤试验成功了压缩爆破成井技术。十米浅井一炮成,减少了大量挖掘和提升工作量,成本比手工掘进降低28%左右,工班进尺高达三米,大大提高了效率。在涌水量大的流砂中,试验成功了混凝土和钢板沉箱掘进法,解决了勘探砂矿浅井每小时涌水量高达60—80立方米,极度松散的流砂中掘进与支护的问题。为了满足石英、云母等特殊矿种保护晶体的要求,试验成功了护晶爆破技术。其它对独头巷道深度达1000米的长距离通风问题,深度超过400米的斜井施工技术问题,松散、坍塌地层掘进的支护问题,以及在河底掘进过河平硐的施工工艺等都取得了比较成熟的经验。对爆破、小断面坑道的地压、以及岩石破碎等基础理论已经开始了新的探索。

回顾过去的三十二年,我们可以自豪的说,坑探工程的技术改造已经取得了巨大的成

就，为普查找矿，加快地质勘探速度作出了它应有的贡献。但是，还不能适应地质勘探工作的要求，与国、内外的先进水平比较，差距还很大。掘进机械化的配套还不够完善。一些队在实现机械化掘进后，效果还未充分发挥。对近期引进的比较先进的液压凿岩机、液压凿岩台车以及内燃铲运机等，还有待进一步试验研究。要进一步完善掘进工艺，积极开展新技术新方法的研究，加强凿岩、爆破和岩石破碎等基础理论的探索。要认真总结生产管理和快速掘进的经验，提高生产和管理水平，更好地为地质普查勘探工作服务。在党中央的正确领导下，我们相信，只要我们戒骄戒躁，虚心学习，认真吸取经验教训，采取有力措施，愤发图强，艰苦奋斗，就一定会迅速实现坑探工程的现代化，赶上世界先进水平，为高速度发展我国地质勘探事业作出更大贡献。

超深井钻探与深部地质学

——为纪念中国地质学会成立六十周年而作

刘 广 志

超深井 (Super deep well) 的定义随着钻探工程技术的发展，和钻井深度的不断加深而变化。1969 年以来，国际上习惯于将用旋转钻机 (石油钻机) 施工的 6000 米以深的井，和用地质岩心钻机施工的 2500 米以深的钻孔，通称为超深井。

近三十年来，由于近代科学技术的飞速发展，促使地质科学向外层空间和地球深部 (内层空间) 两个方向发展，从而使人类探索地球深部的奥秘有了可能。深部地质学——一门新兴的地质学科正在兴起。为研究地壳与上地幔专门施工的地质井、地层井，赋予超深井以崭新的含义，称为莫霍井 (Mohole)，深度通常为 10 公里至 15 公里，即 10,000 米到 15,000 米。

历年来超深井记录见图 1。

超深井的主要作用

1、作为研究深部地质学的重要手段之一

深部地质学是近十几年来兴起的一门地质学科，它研究的主要对象是地壳深部和上地幔，其主要内容是地壳和上地幔的结构、构造特征、物质成分及其物理、化学特征，探讨地表构造和地球物理场与深部运动的关系；了解深部成矿作用的过程，即其发生、发展和演化过程，从而探讨新的成矿理论及其他地质学的若干基本理论问题等等。深部地质学的研究是一项全球性，多学科，领域广阔，带有一定战略意义的科学研究活动，引起了全世界科学界的

广泛重视, 60年—70年的《国际上地幔计划》(IUMP)和70年—80年的《国际地球动力学计划》(IGDP)以及《深海钻探计划》(DSDP)的实施, 就是明显的例证。

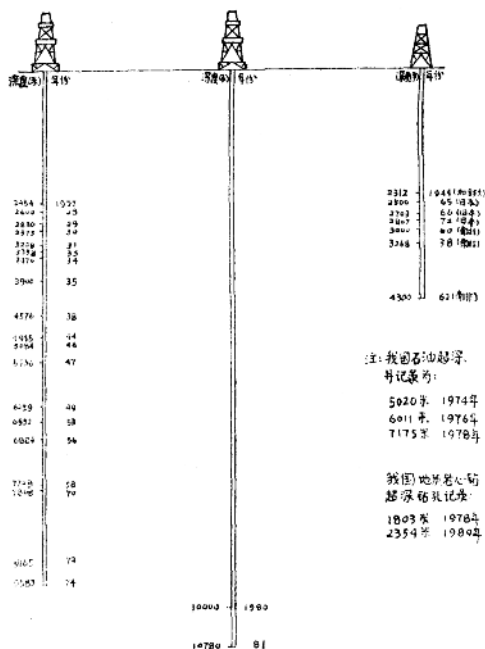


图1—1
美国逐年保持的超深井井深记
录(用转盘钻机施工)

图1—2
苏联在科拉半岛施工的
Cr—3号超深井

图1—3
国外地质岩心钻探超深孔记录
(用立轴式岩心钻机施工)

图 1 历年来超深井深度世界记录图

深部地质学的研究方法和资料来源, 目前仍以深部地球物理方法(深层地震测深、大地电磁测深、重力和磁法)为主, 通过对地球物理场资料的分析研究, 而取得表象认识。鉴于地球物理资料的多解性, 因此, 对深部地质研究与认识, 仍基于推断和间接的解释阶段。这是我国在深部地质学研究中与先进国家的明显差距。

施工超深井(莫霍井)是研究深部地质学的直接手段, 取出第一性地下地质实物资料—岩心与岩样; 通过多种综合测井方法, 取得深部地层物理化学特性资料; 通过井下电视与地面录象, 取得与观察到深部地质资料。

国外对超深井取得的岩心, 视为至宝, 都作了如下的各有关项目的分析:

- | | |
|----------|----------------|
| (a)古地磁测量 | (b)磁性测定 |
| (c)年龄测定 | (d)声速与密度测定 |
| (e)岩矿鉴定 | (f)常量、微量元素化学分析 |