

刘广志

探矿(钻掘)工程文选

TANKUANG
ZUANJUE
GONGCHENG
WENXUAN

主编 周国荣
戴智长



中国物价出版社

弘揚科學精神，求真務實，勇于
創新，不斷提高探礦工程的科技
水平，為我國地質勘探事業的發展
多做貢獻。

為劉少志探礦、鉆掘工程論文選集而題

任子翔



序

《刘广志探矿（钻掘）工程文选》出版了，我对此表示衷心祝贺。

探矿工程是地质工作的重要方法，是综合地质普查勘探的重要组成部分。新中国成立以来，探矿工程事业发展迅速，成绩辉煌，为地质勘查和矿业建设以及其他服务领域提供了大量宝贵的地质实物资料和有关成果；一门新兴的技术学科——探矿工程学已经兴起，不断发展。在这一过程中，中国工程院院士刘广志同志和他的同事们作出了卓越贡献。

刘广志同志在解放前曾经参加甘肃玉门油矿钻井工作；解放初，他受命负责筹组地质部门第一支钻探队伍；此后，他长期从事探矿生产技术管理和科技工作，付出了大量心血和劳动，取得了多方面重要成果。在技术工作中，他治学严谨，孜孜不倦，锲而不舍。他笔耕勤奋，著述甚丰，五十年来发表专著 20 余册、专业论文近 200 篇。

《刘广志探矿（钻掘）工程文选》精选了作者正式发表的文章 57 篇。这些文章对我国探矿工程事业每个时期的重大技术问题都有明确的阐述，准确地把握了探矿工程专业的发展方向，提出了许多独到的见解，对探矿工程学科的创建和发展发挥了重大作用。

《文选》凝聚了刘广志院士的学术思想，也凝聚了探矿同仁的集体智慧。它是一笔宝贵财富，从中我们可以看到过去五十多年探矿工程事业发展的风雨历程，也可展望未来 21 世纪探矿工程专业发展的光辉前景。

《文选》的出版发行，对广大探矿工作者和关心探矿工程事业的人们以及一切关注刘广志院士学术思想的读者，提供了学习、借鉴和研究的宝贵资料；它必将有助于我国探矿工程专业沿着科教兴国的战略方向，向新的目标攀登，为 21 世纪中国的经济繁荣振兴和社会发展作出新的贡献。

夏国治

2000 年 8 月 15 日

前 言

一九九九年承国土资源部地质调查局的关怀，给我立了个小项目，我同几位老友商议着出一本“文选”，打算起名为《刘广志探矿（钻掘）工程文选》。邀请周国荣、戴智长两位高级工程师任主编，并荣幸地请原地质矿产部夏国治副部长为本书作了序，原探矿工程司任子翔司长题了词。由于主编的大力支持和尽心尽力地与我共同选择稿件、细致审查，结合稿件实际内容对文选目录做了六次大的删减与筛选，最后才定下来的。

全书共分六个部分，分别是：

第一部分，综述与展望，计 12 篇文章。

第二部分，人造金刚石与金刚石钻探，计 9 篇文章。

第三部分，新技术新方法，计 8 篇文章。

第四部分，国际学术技术交流，计 7 篇文章。

第五部分，环境工程、地质灾害、工程施工，计 9 篇文章。

第六部分，科学钻探——拾遗补缺，计 12 篇文章。

文章跨越了近五十多个年头，涵盖了祖国各个国民经济历史发展时期的不同需要，和探矿工程本身任务及其服务领域的拓宽与改变，大致可以看出来，探矿（钻掘）工程全体职工在党的领导下是如何走出一条不断“转轨变型”、不断技术创新之路的，从而克服了多次变革，队伍反而锻炼得更加成熟，更加有本事应付近二十多年来，在矿产勘探、基础建设、基本建设、道桥工程、环境工程、地质灾害防治等等方面新的技术需求。

归根到底，我们所取得的成绩要归功于：

（一）中国共产党尤其是部、司各级的正确领导。

（二）探矿工程是一支精诚团结、注重团队精神、不断创新的队伍，才能在三峡链子崖、黄蜡石大型滑坡工程治理，以及万里长江第一过江输气隧道（重庆）等大型工程中大显身手，为祖国作出巨大贡

献。

说到底，个人作用仅仅是沧海中之一粟，一生中能参与这支队伍，做些力所能及的工作，就是非常令自己庆幸不已喜悦终生的了。文章中错误难免敬请指正。

向五十年来精诚团结共同工作的同事同行们表示最诚挚的谢意！

仅以此书献给与我同舟共济、精诚团结、共同奋斗，为祖国探矿（岩土钻掘）工程事业作出贡献的同行、同事、工程师们！

中国工程院院士 刘广志

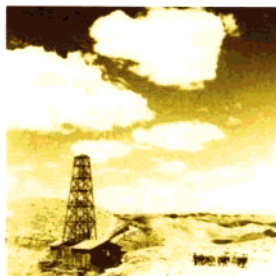
于 2000 .7.7 暑月

飞鸿踏雪

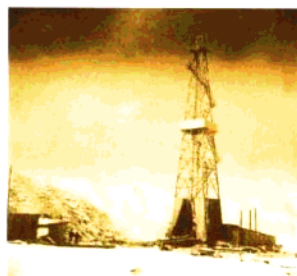
建国初期刘广志穿梭于白云鄂博、攀枝花、铜官山等矿区“传经送宝”、提高技术，足迹遍全国。



1949年7月地质部第一台钻塔立在北京门头沟矿



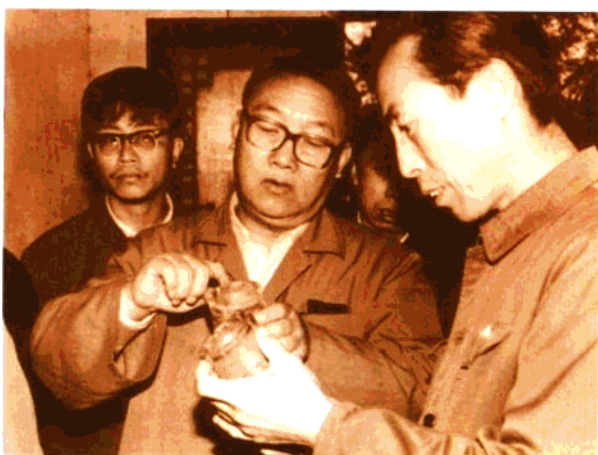
白云鄂博铁矿



在青海冷湖戈壁滩石油探



在三峡工程地质探区



时常深入基层学习先进经验，并研究问题，解决问题

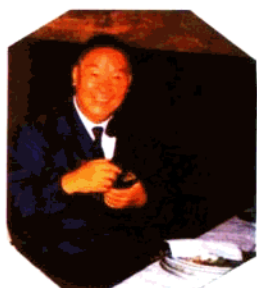


平时注意组织先进经验交流会，推动技术发展

注意引进国外先进经验，参加国际交流活动



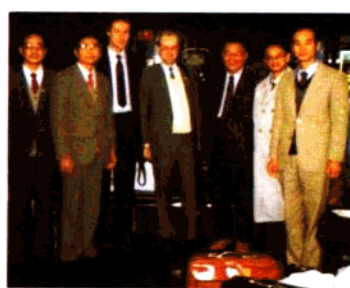
1981年同李常茂副博士到原苏联参加联合国亚太经社会召开的钻探学术研讨会，学习了许多先进经验。会上介绍了我国的新进展新成就。



1982年8月参加UN ESCAP在加拿大召开的世界地区间钻探研讨会，在人造金刚石、发展前景、深孔钻探等方面收获颇丰，编辑成专门论文集。



1985年11月UN ESCAP在中国召开首次钻探学术研讨会，主持了这次研讨会。我国代表共提出论文31篇，配合展览、表演、参观，共15个国家代表出席，会议开得很成功。会后出了论文集等。



1988年10月地矿部钻探代表团5人应德国克劳斯塔尔大学的邀请，作学术访问与交流。参观了工厂和科学钻探现场，取得圆满成功。

刘广志十分关心我国古代发明的钻探技术的光辉业绩，曾多次到四川自贡考察学习，他联系几位资深工程师，从珍惜国故、弘扬历史出发，组织撰写了《中国钻探科学技术史》，抒发了钻探工作者“承前启后、继往开来”的心愿。



在自贡古钻探现场净高80米的井架下留影



这是他同几位老钻探工程师参观1835年钻成的“桑海井”——深度达1001.24米，持续生产盐卤和天然气达158年。这是人民智慧的结晶和对人类的巨大贡献。

为促进地球科学向地球深部发展，他于1977年11月首先倡导开展大陆科学钻探工程，得到了学术界的广泛支持。经各方面的积极努力，已经国家正式批准为基本科学工程项目，成为地学领域的前沿科学学科之一。



1999年11月在最后一次大陆科学钻探施工方案讨论会上。

作者简介

刘广志，男，1923年3月生，汉族，原籍：广东省番禺市。曾任地矿部探矿工程总工程师，获国务院有突出贡献特殊津贴，教授级高级工程师。1995年当选为中国工程院院士，中国地质大学兼职教授，国际岩石圈计划（ILP）CC-4组（大陆钻探）中方协调员。

刘广志从事探矿工程53年，是我国涉足于石油、地质、海洋、水文、工程等多种钻探和掘进工程的、在国内外有较高知名度的高级工程师专家，是新中国地质部门探矿工程奠基人。他领导人造金钢石小口径钻探配套技术的研究应用，荣获85年国家科技进步一等奖；研究推广金钢石全方位受控定向钻探技术，居国际领先水平；创造性倡导与领导在内陆干旱缺水地区采用空气钻探新技术，有效地支援了老少边穷地区；主编信息资料8卷250余万字，以及发表各种论文、文章近200篇、为开展国内外交流、合作、研究、培养人才发挥了积极作用。

目 录

【综述与展望】

回顾我国地质钻探事业并展望其将来·····	(1)
确保钻探工程质量六项要求和复杂岩层取心、安全钻进问题·····	(4)
探矿工程技术现状及今后发展方向的意见	
——中国地质学会探矿工程专业委员会成立大会发言·····	(6)
试论“探矿工程学”的形成与发展·····	(17)
试论新时期探矿工程的新任务·····	(23)
地质钻探 30 年	
——庆祝中华人民共和国成立 30 周年·····	(25)
探矿工程 40 年·····	(38)
探矿工程创奇迹 新世纪再铸辉煌	
——庆祝中华人民共和国建国 50 周年·····	(43)
地质钻探的出路·····	(47)
乘材料科学发展劲风,再促探矿科技进步	
——祝贺《探矿工程》创刊 40 周年·····	(55)
探矿工程可持续发展的若干思考·····	(58)
21 世纪探矿工程发展提要·····	(67)
喜迎千禧之年 欢呼巨大成就	
——1999 年探矿(岩土钻掘)工程十大科技新闻·····	(69)

【人造金刚石与金刚石钻探】

金刚石钻探工艺规范的基本要点·····	(71)
金刚石钻探中几个值得注意的技术问题·····	(76)
谈谈金刚石钻头的唇部造型设计·····	(81)
试谈人造孕镶金刚石钻头的强化设计·····	(85)
关于金刚石钻探中钻柱动平衡问题·····	(89)
金刚石钻探中的震动问题(摘译)·····	(94)
坚硬致密“打滑”层钻探技术·····	(98)
人造金刚石工业的发展及其对钻探工程的巨大贡献	
——纪念我国人造金刚石工业创业 35 周年·····	(100)
人造金刚石工业在我国迅猛崛起·····	(103)

【新技术新工艺】

推广当代钻探五大技术为祖国再立新功·····	(106)
高分子聚合物在钻探工程方面的应用·····	(111)
美国使用塑料水井井管与滤水管现状综述·····	(117)
不叫马路“开膛破肚”倡议大力推广非开挖铺设地下管线技术·····	(120)
非开挖铺设管缆工程市场广阔 急待开发·····	(121)

使用洁净能源——开发煤层气的工程技术·····	(122)
用金刚石受控定向钻探勘探深部矿产资源·····	(131)
美国未来先进钻探与掘进技术工艺学(NADET)的若干新决策·····	(139)
【国际学术技术交流】	
联合国亚太经社理事会(ESCAP)钻探、采样、测井研讨会(苏联)简况·····	(147)
联合国地区间矿产工业钻探学术讨论会(加拿大)综述·····	(150)
中华人民共和国地质矿产部钻探技术现状及其发展趋势	
——在联合国亚太经社理事会在中国召开的钻探研讨会上的报告·····	(178)
联合国亚太经社理事会钻探学术研讨会(中国)纪实·····	(184)
中国地质矿产部钻探代表团访问西德纪事·····	(188)
中国地质矿产部科学钻探代表团赴日考察简况·····	(192)
第八届国际科学钻探学术会议在日本圆满举行·····	(197)
【环境工程、地质灾害、工程施工】	
环境工程、地质灾害防治的新成果与新课题·····	(199)
地质灾害与环境治理工程技术措施·····	(207)
滑坡与滑坡治理·····	(213)
钻孔桩成桩工艺与设备的新进展·····	(228)
微型桩的应用与微型钻机·····	(238)
用集束式潜孔锤做硬岩连续墙开槽机·····	(249)
综谈抗滑墙·····	(252)
道桥钢筋防腐与延长道桥寿命·····	(256)
万里长江第一输气隧道在重庆贯通·····	(260)
【科学钻探——拾遗补缺】	
钻探科技发展现状及其展望(摘要)·····	(261)
科学钻探 30 年·····	(263)
入地“望远镜”——大陆科学钻探·····	(267)
大陆科学深部地质钻探势在必行·····	(286)
全球性科学钻探技术工艺的发展前景·····	(289)
日本超深钻探与地球科学实验项目(JUDGE)(译文)·····	(293)
垂直钻进系统(垂钻系统(VDS))——深孔保直工艺的里程碑(译文)·····	(297)
科学钻探 异彩纷呈	
——记第 30 届国际地质大会 D-6 学术组活动·····	(306)
浅层科学钻探与全球气候变化(编译)·····	(312)
中国南海大洋科学钻探(ODP)(184 航次)捷足先登获得成功·····	(320)
科学深钻证明非生物源石油天然气的存在——是人类用之不竭的洁净能源·····	(323)
科学钻探促进地球科学发展·····	(324)
附录 1:1952—2000 年刘广志发表的探矿(钻掘)工程著作,论文、报导、文章综合目录·····	(334)
附录 2:刘广志部分主编、译著、编著书籍·····	(342)

回顾我国地质钻探事业并展望其将来

钻探工作在我们伟大的祖国已经有了相当悠久的历史,远在 2200 余年以前,秦昭王时代(公元前 254~251 年),我国古代不朽的水利学家、地质学家李冰,在四川广都县一带(今华阳、双流等地)发现有盐泉存在,于是他们“凿井为泉”,汲取卤水。当时所用的钻进方法,完全是冲击钻探法——以竹为弹弓,以篾(劈成条的竹片)为钻杆,并以大竹为套管。这就是我国钻探工作最早的起源,也是世界上最早利用人力和简单机械钻凿岩层,采取地下资源的伊始。到唐朝时(公元 618~906 年),发展规模很大,据有记载的先后凿井 640 余口,深度有超过 300 丈(约 900 m)的,创造了 100 多种钻井和修井工具,至此,我们的祖先已经能够用他们卓越的发明和创造——一套较完整、科学的生产方法,钻凿地壳,从岩层的深处取得生活资料。宋朝时(公元 960~1276 年)更进而发明用楠竹作笕管(引水长竹管)远距离输送卤水,并穿凿天然气井,做成“盐灶”用天然气煮卤水熬盐。此后历经元、明、清诸朝代,据史书记载,先后钻凿了 1 万余口井(包括盐井和气井,见图 1),但对我们祖先这一极其伟大的创造与发明,历代的封建统治者只用来作为剥削人民、掠夺财富的手段,没有给予足够的重视和改进,以致 1000 多年以来技术上停滞不前。到了国民党统治时期,由于买办资产阶级勾结帝国主义者疯狂地掠夺开采我国的地下资源,几乎没有,也不可能我们有自己的钻探事业,就连我国自古传留下来的这一套钻探方法,也几乎完全被淹没了。

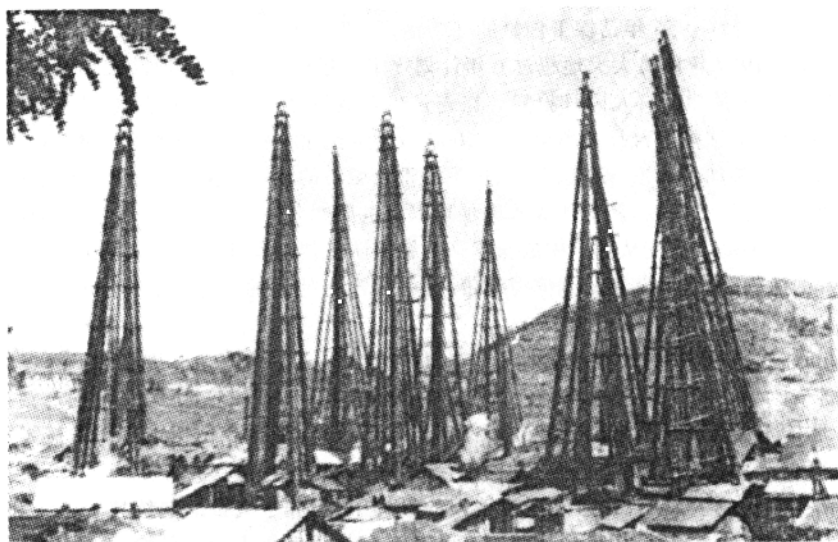


图 1 四川富顺盐井现场一瞥

解放后,我国的地质钻探工作为适应国民经济建设发展的需要,在党的正确领导下,通过广大钻探工作人员的积极努力,作为探明矿产储量的主要手段和方法的钻探事业,随着地质勘探工作的大规模开展得到了空前的发展。

1949年解放初期,全国地质系统只从反动政府接收了破旧不堪的9台钻机,而且这9台钻机竟然包括3种类型8种型式,当时我国还不能自己制造各种钻探技术设备,帝国主义者又对我国实行着经济封锁。在这种情况下,当时苏联给了我们很大的援助,上千台全新式的成套钻探设备和足够的管材、工具先后运来了,并派来了钻探专家,举办训练班,通过亲口教、亲手作的方式来为我国培训技术人员,并传授了许多新的先进工作方法,这就给我国地质勘探事业在第一个五年计划建设期间提供了极其可靠的物质基础和技术力量,从而使我们开动的钻机数从几台、几十台,一跃而为数百台,到1956年投入生产的钻机已达1000余台,这样突飞猛进的发展是史无前例的,其规模之大,除了仅次于苏联之外,在世界上也是可观的。

几年来,全体职工学习并推广了许多先进的技术操作方法:泥浆作业法,一次投砂法,简化钻孔构造,防止孔斜,快速安装等先进经验以及计划管理,地质技术指示书等管理措施与技术措施;全体职工数年来还在党的教育下,政治觉悟普遍提高,从而使钻探工作取得了空前成绩。例如,以钻探的矿种来讲,已经从煤、铁、铜、铅锌等扩展到金刚石、金、石油等24个矿种,纯钻进时间从1952年的20%以下的落后局面已迅速提高到35%强,因而使1956年钻机台月效率比1955年同期提高约30%,比1952年提高约2.2倍,同时事故率已降低到7%以下,严重的钻孔弯曲问题已得到克服,岩矿心采取率全国平均达72%,单位成本已从120元/m降低到60余元/m。自1953~1956年的4年间,与煤炭、冶金、石油等部门共计完成835万m的进尺任务,相当于前半个世纪(1907~1949)的50多倍。1956年的地质工作,是在社会主义改造和社会主义建设高潮的形势下进行的。全体职工响应了中央的号召,以高度的社会主义积极性,进行了紧张的、艰苦的劳动,把地质工作大大地向前推进了一步,其中钻探工作量完成了125万m,为前三年钻探工作量总和的137%,为1955年钻探工作量的2.7倍,前四年累计完成了218万m,相当于五年计划的86%,预计1957年即将大大地超过五年计划规定的指标(见刘景范副部长在第一届四次人代会议上的发言,7月20日《人民日报》)。在先进生产者运动的推动与鼓舞下,先后有王国骥、辛经耀、汪林等5个钻机组台月效率突破了1000m的新纪录。钻探工作者除了参加矿产勘探的钻探工作以外,还参加了北京、西安、湛江、包头等重点城市的地下水文地质钻探;在长江三峡、重庆、宜宾、伊洛、舟江、三门峡、新安江等水库坝址以及世界闻名的长江大桥工程地质钻探工作中,也付出了巨大的劳动。这支从生产中成长起来的钻探队伍伴随着地质人员从祖国极北的黑龙江畔到亚热带的海南岛,从西藏高原到滨海地带,无一处没有他们的足迹,无一处听不到钻机隆隆声响。

与此同时,我国探矿机械,技术培训工作方面也得到了巨大的发展,并取得了辉煌的成绩。1952年以来,上海、太原、南京、抚顺、鸡西、吉林等地的机械厂先后制造了第一批国产钻探设备,并在昆明、张家口、重庆等重点城市,建立了探矿机械厂,已大量生产钻探工具和机械零配件;随着鞍钢无缝钢管厂的生产,国产的地质勘探用无缝钢管也基本上满足了需要。

随着钻探工作的大发展,在边发展边培训的过程中,培养了大批的熟练技术工人和技术干部,到目前为止我们的钻探队伍已形成一支有25000余技术熟练人员的钻探大军。除陆续开办了几个培养中级钻探技术干部的专业学校之外,1954年还在北京地质勘探学院增设了探矿工程系,来培养高级的探矿工程技术人员。

解放以来,地质钻探事业虽然有了突飞猛进的发展,但在钻探技术人员的数量和质量上还不能满足工业发展的需要,在科学技术方面还没有达到钻探工程科学技术的国际水平。为了开展探矿工程方面的科研工作,1957年初地质部成立了勘探技术研究所(分钻探及山地工作两个专

业),结合生产对当前存在的主要技术问题集中一定力量加以研究解决,并对各类型新式钻头的设计、冲洗液质量的提高、钻探仪表的改进等都分别进行了专题研究;还逐步开展岩石破碎理论、注气冲洗液钻进、空气钻井等新技术新钻探方法的研究工作,此后还准备对世界各先进工业国所试用的热力钻探、高频率震动钻探、井下电钻等新的钻探原理和方法,加以学习研究,争取在 12 年内达到并超过世界科学水平。

新中国社会主义工业化给钻探工作带来极其宽阔的光明远景,在第二个五年计划期间,我们将逐步进行现有钻探装备的技术改造工作,以新式油压钻机逐渐替代旧式的钻探设备。

根据我国某些沙漠干旱、高寒缺水地区的特点,将研究注气冲洗液钻进法以及空气钻井等新方法,并进行技术经济评价,以便确定它们在地质钻探中应用的可能性。配合地球物理探矿方法中测井工作也将大力开展与提高,在地质条件适合的地区,结合具体情况,将有可能开展无岩心钻进法(即用刮刀式钻头或牙轮钻头钻进,除矿层及顶底板外,不取岩心,只留岩屑)。随着技术装备的逐步改进,还必须研究采用各种自动记录仪表以控制钻头压力、冲洗液量、扭矩,以及工时分配等技术参变数。只有这样,才能使我国钻探事业更进一步发展。摆在我们面前的任务是艰巨的,但我们深信,有党的正确领导,苏联的援助,和全体钻探工作人员建设社会主义的无比热情和忘我劳动,我们一定能战胜困难,从胜利走向胜利。

(《探矿工程》创刊号,1957 年 10 月)

确保钻探工程质量六项要求和复杂岩层取心、安全钻进问题

1. 确保钻探工程质量的六项要求

为了全面地满足地质上计算矿产储量的要求,“钻探技术操作规程”向钻探工作者提出了钻探质量六大要求:即岩矿心采取率、测量孔斜、简易水文观测、校正孔深、原始报表的记录与编录和封孔工作,只有全面地完成六大要求,钻探质量才算合格,才算优质。

规程中的规定是个总则,适应全国普遍情况,但六大要求的具体指标,却是应该根据各地区的地质特点,经过地质与探矿部门协商,经群众讨论,省局批准后加以贯彻执行。

岩矿心采取率,过去一般指标要求岩心达到 75%,矿心达 80%~85%。显然在普查钻、构造钻、地层钻以及勘探阶段中的控制钻,必须满足这项要求;然而在有些加密钻孔的岩层围岩中和不是以取心为目的的专门水文孔中,以及构造已经搞清楚后所打的石油生产钻孔,除矿心外其岩心采取率要求可以考虑适当降低,以免造成浪费。如果按地层性质区分,则矿层、矿体、矿化带、顶底板、伴生矿层以及标志层等必须按指标满足地质要求;在覆盖层、浮土、砾石层、风化壳、溶洞、旧矿坑、堆积层以及流砂破碎带、破碎带,如果不含矿或用处不大,其采取率指标也可考虑降低。此外,在矿心采取率不足的情况下,地质员还必须注意收集岩粉、岩泥。甚至在一些矿粉容易从矿心上流失冲走的地段,也应注意收集岩粉,以便获得矿层品位的正确化验结果。

钻孔斜度规定每 100 m 间距不超过 $2^{\circ} \sim 5^{\circ}$,要求分段进行测斜以便采取积极预防钻孔孔斜的措施,否则在弯曲钻孔中将会严重地影响钻速提高,造成钻杆严重磨损,并增加发生断钻的机会。可以推广不停钻测斜法;或借测斜空间用 ИШ-2 型仪器进行电测斜,此外,指定专人管理测斜工作,熟能生巧,也会节省一些测斜时间。在平缓而稳定的沉积岩地区,控制钻孔按规定测斜结果,已证明本地区弯曲度规律,是否也可以商得地质部门同意,在钻孔中只在见矿前后和终孔时进行测斜。

简易水文观测工作,在规程中提示,要利用一切可能的空隙时间(如起钻与下钻之间)、停待时间(检修、待水电等)以及休假或假假进行观测。此外在水源箱立个标尺就可以按时记录冲洗液耗量,这样既保证了观测结果的正确性,占用生产时间又不多。

在第一次校正孔深时,把量过的钻杆编号,并记入专用的“钻杆记录本”,使用中也将各个立根按顺序排列,这样在下一井段校正时,上一井段的钻杆就可以不再丈量;此外,一些必须进行物探测井的钻孔,可以利用测井记录中的孔深标记校正孔深,不再另用钻杆校正。

在有承压水地区或位于山谷地带、城市区内的钻孔,应按规定妥善封闭,并树立明显标志。

原始报表目前较普遍的缺点是记录不详尽、不及时、不准确,有的过于简略,以致换层和钻进规范都略而不记。个别队取消了班报表,改用小本子或黑板。终孔后全部报表未进行编录分析,这对改进与提高工作水平都是极大损失。

2. 经验和方法

10 年来,我们向苏联学习和自行积累了许多复杂岩层钻进与取心的经验和方法,目前利用这些方法和经验不能钻穿并取得足够岩矿心的岩层虽然还有,但已为数不太多了。成千上万层复杂岩层在我们职工手下钻过,积累了三条积极而具有共同性的经验,就是:

(1)使用特殊专用工具。

(2)采用优质泥浆作冲洗液。

(3)事先做好一切准备,和复杂岩层可能发生事故的倾向赛跑,争取用最短时间,迅速钻穿。

复杂岩层分类与一般常用取心工具和安全钻进措施

岩性描述	岩石等级	取心工具						安全钻进措施														
		隔水单动双管	阿列克辛柯双管	联动双管	反循环钻进	双管洗孔干钻器	凡尔钻头	提高效率以提高采取率	优质泥浆	螺旋肋骨钻头	边钻边跟套管	无泵钻进	干钻	刮刀钻头钻进	牙轮钻头钻进	综合钻头钻进	碎硬质合金钻头钻进	密集式硬质合金钻头	孔底混合器	空气钻进	起钻注满钻孔	下套管或飞管
塑性吸水膨胀	1~2							×	×				×									×
软砾石卵石层	1~3						×	×	×				×			×					×	×
硬砾石卵石层	3~6						×	×						×			×				×	×
松散流砂	1					×	×	×	×	×	×	×	×								×	×
片理层理发育,构造 受损后成破碎层	2~4			×		×		×	×			×	×								×	
裂隙漏水	3~6							×										×	×			×
松软易坍塌	1~3	×	×	×		×		×	×			×	×	×							×	
软中夹硬	2~6	×													×	×	×	×				
硬交互层	6~9														×	×						
风化半风化壳	1~3							×	×			×	×									
硬脆非均质互层	5~8	×						×								×	×					
溶洞	3~5							×										×	×			×
硬脆碎	4~8	×			×	×																
硬脆酥	4~8	×																				
松软	1~2							×	×			×	×	×							×	
软脆碎			×	×			×	×	×	×		×	×	×								

注:(1)表内所列的几种措施可任择一种,或一二种并用,应依具体情况决定。(2)有些岩层在取心工具项目内未列入具体内容,可能这些岩层在取心上没有问题。(3)下套管及飞管措施非在必要时不轻易采用。

3.事先应做的准备工作

包括:

(1)细致、正确地判断岩性,定好分层钻进的措施。
(2)准备足够的专用钻头、充足的优质泥浆、必要的双套特殊工具(取心、钻进)、合用的手工工具。

(3)一班之内按专长专职分工,班与班之间分工也要具体,分秒必争,尽量压缩辅助时间。

(4)与有关部门联系好,以消除一切停电、停水、停修、误工的可能性。

(5)钻进工作保持不中断,休假、例假日亦应妥善安排。

从上表可明显看出,优质泥浆是钻进大多数复杂岩层的良药,必须认真采用,并设专人管理。

(《探矿工程》1959年第1期)

探矿工程技术现状及今后发展方向的意见

——中国地质学会探矿工程专业委员会成立大会发言

(1965年7月8日于科学会堂)

15年来,在中国共产党的正确领导下,全国各条战线上的探矿工作者,发扬了奋发图强、自力更生、艰苦奋斗、勤俭建国的革命精神,通过阶级斗争、生产斗争、科学实验三大革命运动,探矿工程工作取得了巨大的发展。作为取得第一手地下实物地质资料的重要方法和探明矿产资源的重要手段的钻探与坑探技术已广泛应用于固体、液体和气体矿产勘探、水电工程、道路工程、建筑工程、农田灌溉以及国防工程等方面,为取得地质成果,探明矿产资源,加速社会主义建设,作出了重要贡献。与此同时,壮大了专业队伍,扩充了技术装备,开展了科学研究,丰富与发展了探矿技术科学,在实践与理论方面,大大缩短了与世界先进技术水平的差距,初步形成了一门独立的学科,为祖国科学技术队伍增添了一支新军。

一、当前探矿工程技术现状

(一) 技术工艺方面

全体职工在党的培育下,随着思想认识水平的不断提高,逐渐明确了手段与目的、效率与质量、需要与可能之间的关系,树立了牢固的为地质成果服务与质量第一的观点。提出了钻探工程的六项质量指标,总结了“思想重视、措施具体、制度严格、配合紧密、工具齐全、操作细致”的提高工程质量的措施和经验。通过双革运动创制成功了喷射式孔底反循环钻具、压卡钻具、活塞式单动双层岩心管、爪簧式单动双层岩心管等10多种新式专用取心工具,从而使硬脆矿层不易取得有代表性矿心的问题,初步得到了解决,并使一些石棉、滑石、石墨、萤石、蛇纹石等特殊矿种,也能采用钻探作为主要勘探手段。目前钻孔合格率达到85%以上。现阶段已采用钻探作为勘探手段的60余个矿种中,已有50多个工程质量方面基本上过了技术关。

钻进1~7级岩层,因地制宜地选用着广大钻探职工共同创制的100余种硬质合金取心钻头与各种刮刀式不取心钻头,这些钻头具有高速、长效、低成本等特点,配合强力钻进技术规范,在软和中硬岩层方面积累了成套的快速钻进经验。无岩心钻探、小口径钻进工艺,也都开展了试点工作。

目前仍以铁砂、钢粒为钻进硬岩层的主要磨料,在约占世界工作量30%~40%的硬岩中,铁砂和钢粒钻进工作量约各占一半。近年来,趋向于普遍采用钢粒钻进以逐步代替铁砂钻进。对钢粒钻进理论、加工工艺、质量鉴定、钻进规范等开展了专题研究,初步总结了经验。

对不稳定薄煤层、黄铜矿、铬矿、盐类矿床、喀斯特地层等复杂岩层钻进工艺,找到了一些有效的方法;石油、煤田地质深孔与建井工程冻结钻孔的钻进工艺也取得了丰富的经验。

为勘测坝址桥基,开展了大量的江河钻探、大口径钻探等工作,在钻船设计、抛锚定位、下管、钻进、灌浆以及封孔止水等工艺操作上,都积累了较完整的经验。长江大桥管柱孔钻凿,以及1

m 以上大口径取心孔钻进技术,都具有较高的技术水平。钻凿供水井已采用大口径水压钻探、反循环钻井、泥浆钻井等先进技术;“一钻成井、一道管柱”的成井方法具有结构简单、成井快、造价低等优点。这些先进工艺具有符合我国国情,适合我国具体条件等共同特点,能够多快好省地完成勘测、勘探任务。

测量钻孔弯曲度,已大量使用了 JJX-2 型、JXY-2 型、JDP-1 型测斜仪,并试用了陀螺测斜仪。还创造了精度较高的 3 种孔口实际方位求测法,为提高测斜精度提供了可靠的保证。钻孔防斜除了采取一般措施外,还使用了胶箍稳定器、扶正器、厚壁岩心管、长粗径钻具、钻铤等以改善钻柱稳定性,不但取得了防斜效果,也提高了效率,保证了质量。试用了多种治斜器,为防斜与纠斜创造了条件。近来,较普遍地对矿区钻孔弯曲规律进行了综合分析;利用钻孔弯曲规律,试钻了一批初级定向孔,均达到了地质要求。

大多数钻孔仍用普通泥浆作冲洗液,煤田钻探较广泛地采用了煤碱剂、烤胶处理的泥浆,石油地质钻探则试用了以羧基甲基纤维素(CMC)处理的泥浆,增加了冲洗液的稳定性。

掘进工艺也获得了迅速发展,1964 年勘探坑道有 50% 的工作量采用了机械凿岩,所掘进的坑道有平巷、斜井、竖井、天井、盲井等类型工程,平巷有的深达 1000 余 m,斜井 400 余 m,竖井 150 余 m,象这样深的小断面勘探坑道,过去是没有掘进过的。砂矿探井与河底坑道掘进,也取得了不少经验。由于不断地改进了凿岩、爆破、通风、排水、支护、提升和安全防护等一系列的掘进工艺,提高了工程质量,加快了掘进速度,标志着我国利用坑道作深部勘探的掘进技术又向前跨进了一步。

机掘坑道普通采用了国 01-30 或 01-45 型风动凿岩机,并采用了汽动支架,减轻了劳动强度,节约了劳动力,每台凿岩机已减为 1~2 人操作。部分坑道使用了冲击式电动凿岩机,回转式电钻或人力打眼机,基本改变了手锤打眼的落后状况,机械凿岩工具全部采用了直径 35~42 mm 的一字形硬质合金钎头,一部分手掘和采样所使用的钎子也镶上了硬质合金,提高了钎头的耐磨性和穿孔速度。

根据岩石性质和作业条件,采用了不同的爆破方法,如直线掏槽、角锥形掏槽、楔形掏槽等,都取得了良好的效果。目前小断面平巷快速掘进,已初步摸到了提高角锥形掏槽浅眼(眼深 1.1~1.5 m)爆破效果的基本规律;一些采用装运机械的坑道,还推行了直线掏槽深眼爆破法(眼深 1.8~2.5 m),也总结了不少经验。在手掘坑道中掘进硬岩层,广泛采用边掏槽扩底爆破法;软岩层中采用了大直径深眼松动爆破法,减少了打眼工作量,提高了效率。土层中掘进槽井,分别采用了松动爆破和压缩爆破(一炮成井)改善了作业条件,简化了工序,加快了地表揭露速度。勘探云母水晶等特殊矿产,采用预测晶洞与浅眼松动爆破法,摸索了一些防止晶体损坏的爆破参数,使晶体完好率大大提高。

坑道通风广泛采用了轴流式通风机,有的还利用大口径钻孔作辅助通风,使深巷道的通风时间缩短到 30 min 以内。还推行了湿式凿岩、喷雾洒水、加强通风等综合防尘措施,消灭了干打眼,粉尘浓度大大下降,井下作业条件有了显著改善。

机掘作业方式主要采用“浅眼多循环”和“多掌子多循环”两种快速掘进法,独头巷道实行打眼与装运平行作业,每班完成两个循环。多工作面实行打眼与装运流水作业,每班完成 2~4 个循环,从而提高了掘进速度。