



苏义脑

Su Yiniao

**苏义脑** 油气钻井工程专家。1949年7月9日出生，河南省偃师人。1976年毕业于武汉钢铁学院。1982年、1988年先后获硕士、博士学位。中国石油集团钻井工程技术研究院副院长，教授级高级工程师，博士生导师。长期从事油气钻井工程研究，在钻井力学、轨道控制和井下工具研究中获多项创新成果，形成体系用于生产，效益显著。把工程控制论和航天制导技术引入钻井工程，提出“井下控制工程学”新领域，从事基础性研究并组织攻关。获国家科技进步奖一等奖1项、二等奖1项，省部级一等奖1项、二等奖4项。获发明专利9项，实用新型专利14项。出版专著8部，编、译著7部，发表论文200余篇。2003年当选为中国工程院院士。

接到中国工程院要求写“院士自述”的通知，一时不知从何下笔。忽然想起日前《中国石油企业》杂志记者来采访时我说过的三句话：“进步的起点在于追求，发展的关键在于创新，成功的秘诀在于坚持”，算是我几十年来对人生、求学、科研的一点感悟和体会。好在“自述”不限文体，不拘一格，自述己见，不妨就由此说起吧。

我于1949年7月出生在河南省偃师县，两

个多月后北京天安门广场响起了开国大典的礼炮。父亲是一名乡镇医生（西医），我在小学时期曾跟随他频繁的工作调动先后辗转念了8所小学。由于每到一校皆能不费力气名列前茅，父母看我“是块念书的料”，所以决心培养我将来上大学，学西医，以子承父业。

1961年我升入初中，总算有了一个相对稳定的学习环境。初中三年对我印象最深的有三件事：一是初一上学期的期中考试，我以594分（平均99分）的总成绩名列全校（三个年级）第一名，老师在《元旦特刊》上发表题为“天才出自勤奋”的评论文章，引用马克思的话对我褒扬鼓励，使我第一次懂得了“勤奋”的含义。二是初二教室墙上张贴的马克思语录：“在科学研究中是没有平坦道路可走的。只有那些不畏艰险沿着崎岖陡峭的山路攀登的人，才有希望到达光辉的顶点。”三是老师经常讲中国科学家“三钱”（钱三强、钱学森、钱伟长）的事迹和贡献，少年的我即在心中把他们当作宗师和榜样。

1964年，我考入河南省重点高中——郑州一中，15岁第一次远离父母和家乡，开始独立生活和学习。高中时期是我人生观和世界观初步形成的时期，印象最深的有四件事：其一是刚入校门的俄语课，就给我当头一棒——我是全班唯一仅学过一年俄语的农村学生，立即开始第四年的俄语学习，差距和压力实在太太大。我曾彷徨动摇，但在董国衡老师的鼓励下，发奋努力，较科学地安排时间，一边学新课，一边自学补习初二、初三的单词语法，终于在高一上学期期末考试中获得全班最高分数，大大增强了我的信心，也使我从中悟出了许多道理。其二是郑州一中提倡“生动、活泼、主动地学习”，强调深入理解和灵活运用，于是在班主任蒋庚老师的鼓励下，我成了学校《数学园地》中“一题多解”栏目的热心投稿者，这在很大程度上培养了我研究问题的兴趣和思路。其三是毛主席的“七·三指示”：“我们这一代青年人将亲手把我们一穷二白的祖国建设成为伟大的社会主义强

国……任重而道远。有志气有抱负的中国青年,一定要为完成自己伟大的历史使命而奋斗终生!”这段话像刀子刻在我的心里,给我这个16岁的青年学生以极大的心灵震撼,使我带着神圣的使命感把未来报效祖国的志向暗自锁定在能振兴国威的国防科技研究上。其四是学习毛泽东《论持久战》里的一句话:“胜利的到来和主动的恢复,往往存在于再坚持一下的努力之中。”这句话多年来成了我的座右铭,鼓励我在前进的道路上闯过了道道难关。

1968年8月,我告别学习、生活达四年之久的郑州一中,加入了“文革”中全国首批上山下乡知识青年的行列。离校前,蒋庚老师送给我一本《解析几何与微积分》教程,希望我下乡后仍不要忘了学习。(时至今日37年过去了,我都忘不了蒋老师那一刻饱含期盼的目光。)在农村,我和社员们一样,风里来雨里去,拉近了彼此思想上的距离;高强度的劳作,锻炼了体魄也磨炼了意志。一年之后我被推选为电工,开始为所在村庄架线通电、办加工厂、买拖拉机、办广播站。为使自己的理论水平有所提高,我利用业余时间自学大学的《高等数学》和《电工学》讲义,涉猎《机械制图》,仔细研读《农村电工手册》,尝试进行技术革新。在孤军作战式的自学与近乎摸索般的“研究”中,我深感自己知识的匮乏,不止一次地萌生想进大学深造的渴望。

结束了三年“接受再教育”的农村生活,1971年7月,我像诸多的知青那样,被招工进入位于河南三门峡的“化工部化工矿山机械厂”,成了一名铆工学员。由于具备一定的机械制图基础,下车间的第二天我就开始画图。在工厂的两年中,我努力学习铆工技术和机械制造工艺,进行过2项技术革新,受到车间领导和工人师傅的好评。也正是在技术革新中,我越发感到自己理论知识的缺乏和不系统,希望进大学深造的想法愈加强烈。1973年,随着邓小平复出,全国开始了“文革”以来较大规模的招生,而且强调在推荐的基础上要进行文化课考

试。我有幸被推荐参加这次高考。但天有不测风云,就在考试的前5天,突然接到父亲因水灾不幸去世的噩耗,我满怀悲痛从几百里外赶回故乡处理父亲的丧事,在7月下旬的酷暑中四天四夜只睡了十多小时,然后又疲惫忧伤地赶回三门峡坚持参加了高考。接着又经历几番周折磨难,总算走进了武汉钢铁学院的校门。

三年“工农兵学员”的大学生活留下了太多令人回忆的往事。由于极“左”思潮的影响,当时学习知识是要顶着很大压力的。但在农村和工厂的经历,让我十分珍惜这来之不易的三年宝贵时光。我的专业是“矿山机械”。我感谢那一时期的“不考试”和松散式管理,使我能如鱼得水,根据自己的实际情况安排学习计划,并着重研究能力的培养。大一时有一道关于对数螺线的数学题,联想到斗柄式装载机的斗柄曲线,我小题大做,力求深入展开,一连七天泡在图书馆,先行突击翻阅一两年后才学习的力学课和专业课,终于写出了50页的研究笔记,得到了新的结论;在大二时,我曾对《理论力学》中的柯尼希定理进行了推广(几年后被专家评议为“作者的贡献在于发现其轨迹是一个圆”);在学习《材料力学》时,我对要用微分方程求解压杆稳定的一种机加工工艺习题构造了简单的经验公式,只用加减乘除即可求解,等等。这三年,我以提高自己“分析和解决问题的能力”为目标,积累了一些研究方法的心得,但常常又令我陷入新的困惑,感到大学里学的知识仍很不够,所以又产生了进一步攻读研究生的愿望。

## 二

在大学毕业回厂工作三年之后的1979年,我冲破重重阻力,在很多好心人的支持和帮助下,考取了北京石油勘探开发科学研究所的首届研究生,终于实现了自己几年前的理想。但不是按照儿时父亲对我的前途设计“上医大,学西医”,也不是按照自己中学时要“搞原子弹,搞导弹”的梦想,而是进入石油战线,开始了在油

气钻井领域的学习和攀登。

我深知学习机会来之不易,更感到从事科学研究不仅需要深厚宽广的理论基础、系统扎实的专业知识,而且需要丰富的实践经验、正确的科研方法和超越前人的创新能力。而这一切,都要靠自己博览群书,点滴积累,平时留心,自我培养。在研究生阶段,我努力学习理论知识,自选多门课程,完成了21门课、1702学时的学习,大大超过当时一般12门课左右、900学时的规定;我对《自然辩证法》、《科学研究方法论》兴趣浓厚,细心研读,受益匪浅;我参加了当时石油部重点研究项目“LZ6 $\frac{1}{2}$ ”螺杆钻具研制”的攻关,在导师谢竹庄、于炳忠教授的指导下完成了2篇硕士毕业论文,并亲自参加了国产螺杆钻具前3口井的现场实验,研究成果得到专家和领导的高度评价。

硕士毕业两年之后的1984年,我考取石油部的首届博士生,师从白家祉教授,参加国家“七五”重点科技项目“定向井丛式井钻井技术研究”的攻关。当时我把国家项目看得很神圣,认为这是为国效力的重要机会,因此曾主动放弃了一次可能争取去国外攻读博士学位的机会。在博士学位论文中,我把白家祉教授提出的分析下部钻具组合的一种新方法加以发展,进一步提出定向井轨道控制的“力一位移”模型、地层力定量分析模型、侧向切削的多元幂积模型和井眼轨道拟合预测方法,并与同事们合作开发了DTCPS软件包。博士论文的内容在攻关实践中得到了应用和验证,受到专家委员会的高度评价,其中几个理论要点被写进1991年国家科技进步一等奖的申报书。

1986年11月,当我从文献资料中了解到国外在定向井连续控制方面的最新进展时,立即意识到这将是一项突破,但在国内难以推广应用,必须根据我国国情,开发出实用的连续控制钻井工艺技术。当时我已基本完成博士论文任务,不久即可申请答辩,但我抑制不住“再来

一个创新”的冲动,毅然自选课题决心一试,并纳入论文范围。接着我就着手建立力学模型,分析计算、设计工具和工艺。1987年春节期间,爱人帮我画图描图,几天后我背着加工图纸来到外地一家制造厂,4月份又带着工具去辽河油田。此后的8个月中,我二上辽河,七赴大港,为实验这一新技术来回奔忙。在零下18℃的寒流中,仍坚持在井场进行实验,实在太冷了就靠近柴油机取暖。这一自选课题,从我一人开始,后逐步扩大成研究小组;从模型分析、工具设计、加工制造、工艺研究、软件编制、现场实验到生产应用和规模推广,前后历时达14年之久,逐步形成一套适合我国国情、便于推广应用的钻井新技术,产生了良好的技术效果和显著经济效益,并于2002年荣获国家科技进步二等奖。

1990年,我作为主研人员参加了国家“八五”重点科技项目“石油水平井钻井成套技术研究”的攻关,负责“水平井井眼轨道控制理论与技术”专题,工作内容主要包括导向钻具研制、控制工艺研究与科学实验井的现场控制施工。由于前些年的工作积累,我们在短短的几个月中,研制成功系列产品,解决了钻水平井要从国外购买专用工具的问题;进一步提出预测工具造斜能力的“极限曲率法”和轨道控制方案设计的“应变法”,并在亲赴大庆油田进行工具先导实验的基础上完成了树平1井的控制方案设计。1991年8月,我和专题组的几位同事在大庆参加我国第一口中曲率薄油层水平井轨道控制的现场施工,大家齐心协力,团结奋战,克服重重困难,创出了在井下2080 m深处准确钻入6 m靶窗仅偏离靶中线0.14 m的高精度指标,赢得了美国同行的高度赞扬。在三开钻进九天里,我五天五夜仅累计睡觉10多小时,进靶过程的50多小时一直没有合眼,夜里一连9个小时站在钻台上。面对来之不易的成功,当时我曾写下一首词《卜算子 树平1井进靶有感》:

轰鸣震天外,灯塔烁夜空。  
头戴铝盔上钻台,密雨伴疾风。  
运筹铁皮屋,实战地深层。  
九日击中靶心处,不负双眼红。

1997年,这项由中国石油天然气总公司组织、有762名科技人员参加的国家重点科技项目“石油水平井钻井成套技术研究”的攻关成果,获得国家科技进步一等奖,并被评为“八五期间为国民经济贡献巨大的十大攻关成果”之一。

回顾我进入石油系统20多年来参加的多次科技攻关,深深体会到技术进步对工业发展的巨大推动作用,发展的关键在于创新。现在,螺杆钻具已成为钻井生产中不可或缺的必需工具,定向井已占我国每年钻井总口数的30%~40%,水平井技术的发展方兴未艾。除此之外,我主持研发的其他几项技术,如导向钻井技术、防斜打快技术和空气螺杆钻具等等,也都变成了切切实实的生产力。我对此常感欣慰,但同时我也更深切地知道攻关过程的困难与艰辛。胜利与成功总存在于“再坚持一下的努力之中”。

### 三

1988年6月至1990年6月,我在北京航空航天大学做博士后研究,师从我国著名航空力学权威黄克累教授。我是带着想把工程控制论和航天制导技术引入钻井工程,从而提高井眼轨道控制精度与水平的新追求进入北航的。在此之前,我学习过钱学森与宋健两位先生合著的《工程控制论》,认定井眼轨道控制与航天器姿态控制在本质上是一回事,因而想在上天与入地两大技术之间来一个交叉,大胆地独辟蹊径。在北航浓厚与自由的学术氛围中,我提出了“井眼轨道制导控制理论与技术研究”新方向,寄希望于“井下闭环控制”和“用手段解决问题”。开始的路走得艰难而又谨慎,从问题性质的判断到新概念的引入或建立,从对新领域内

涵的思索和界定到一系列研究课题的分解,从系统模型、方程、边界条件的推演和确定到某项专利方案的构思和设计,无不伴随着反复的徘徊、反思、自我诘问和自我验证,并且基本上是以“业余”方式进行和完成的。1991年末,当从技术消息报道中发现国外一些同行也在或开始在致力于这一方向的研究并也采用了“Closed Loop Control”的思路和提法,这使我进一步坚定了继续前进的信心。1990年我离开北航时,对这一新领域的学术框架和重大课题的分解已基本确立;1993年前后,在前几年探索工作的基础上,考虑到油气井各种工艺环境的共性及都存在控制问题的普遍性,我又把研究对象从钻井轨道控制进一步扩展到各种井下工艺过程,把认识从对具体问题的研究提高到对理论与技术体系的考虑,于是产生了“井下控制工程学”这一新概念,1997年,中国石油工程学会钻井基础理论学组把它列为油气钻井工程的新分支。

上世纪90年代以来,国际钻井技术发展很快,且呈加速态势,其中最引人注目和竞争最为激烈的领域之一就是井下信息与控制技术。1988年在国内开辟这一新领域后的头几年中,我基本上是在承担其他攻关任务的同时坚持进行这一方面的业余探索,此后通过指导研究生的方式一起开展相关的基础性课题研究。90年代中期以来,局面有了进一步改观,遥控钻井技术、地质导向钻井技术相继被列为集团公司课题乃至国家项目内容(我作为负责人在组织和主持攻关),克服多方面困难,坚持不懈,目前已取得重大进展。可以预言,在这一领域内打破国外封锁与垄断的日子已为期不远了,我们研发的具有独立知识产权的一批钻井高端技术产品必将在推动我国油气钻井技术发展方面发挥重要作用。

2000年7月,我在西安主持地质导向会议,余暇再登华山。这是我从1967年以来第四次登华山。站在西峰之巅仰望南峰,不禁诗情

涌动,遂口占《七律 四登华山有感》一首,聊以抒怀。自愧文墨不精,格律不细,但真情实感,绝无矫揉造作,顺记于此,以求斧正:

三十三载四登山,当年小松几接天。  
云海苍茫寻旧迹,群峰奔踊追快鞭。  
万般世事眼前过,一路坎坷心中闲。  
险峰最是风光好,胸有高标奋登攀。

进入石油战线已经 26 年了。我庆幸自己先后遇到了赵国珍、谢竹庄、于炳忠、白家祉和黄克累等五位恩师,是他们呕心沥血培养了我;我庆幸自己在而立之年赶上了国家改革开放的

好时期,科教兴国、科技兴油为青年人的成才提供了拼搏的舞台。在能源问题、石油问题日益凸显的形势下,“我为祖国献石油”,就是我这个石油科技工作者和共和国同龄人的愿望和誓言。

我于 2003 年当选中国工程院院士后,有幸较多地接触到我国工程科学技术界的不少泰斗宿将,前辈们的优秀品德、高深造诣和为国拼搏的精神,永远是我学习的榜样。我是院士队伍中的一名新兵,来日方长,任重道远,仍像 1982 年获得硕士学位时题诗自勉的那样——“莫道功成该歇马,又扬飞鞭上征途”。