

石油天然气学科专业发展战略研究报告

高等理工学科专业发展战略 研究报告

教育部高等教育司 组编

 高等教育出版社

目 录

一	数学学科专业发展战略研究报告	1
二	统计学科专业发展战略研究报告	12
三	物理学学科专业发展战略研究报告	19
四	天文学学科专业发展战略研究报告	36
五	化学与化工学科专业发展战略研究报告	39
	化学类专业发展战略研究报告	40
	制药工程专业发展战略研究报告	51
	化学工程与工艺专业发展战略研究报告	62
六	力学学科专业发展战略研究报告	75
七	生物科学与工程学科专业发展战略研究报告	86
八	心理学学科专业发展战略研究报告	94
九	地球科学专业发展战略研究报告	108
	地理科学学科专业发展战略研究报告	128
	地质及地球物理学学科专业发展战略研究报告	138
	大气科学学科专业发展战略研究报告	161
	海洋科学学科专业发展战略研究报告	176
	海洋工程学科专业发展战略研究报告	186
十	环境科学与工程学科专业发展战略研究报告	201
	环境科学专业发展战略研究报告	202
	生态学专业发展战略研究报告	216
十一	计算机科学与技术专业发展战略研究报告	229
十二	教育技术学学科专业发展战略研究报告	238
十三	材料科学与工程学科专业发展战略研究报告	273
	高分子材料与工程专业发展战略研究报告	299
十四	机械学科专业发展战略研究报告	312
	工业设计专业发展战略研究报告	321
	过程装备与控制工程专业发展战略研究报告	330
	材料成型与控制工程专业发展战略研究报告	342
十五	电子信息与电气学科专业发展战略研究报告	348
	电子信息科学与技术专业发展战略研究报告	349
	通信工程专业发展战略研究报告	361
	光信息科学与技术专业发展战略研究报告	379
	光电信息工程专业发展战略研究报告	387
	电子科学与技术专业发展战略研究报告	395
	电子信息工程专业发展战略研究报告	405
	信息安全专业发展战略研究报告	422
	微电子学专业发展战略研究报告	438

	自动化专业发展战略研究报告	460
	电气工程及其自动化专业发展战略研究报告	494
十六	轻化工程学科专业发展战略研究报告	514
十七	食品科学与工程学科专业发展战略研究报告	529
十八	能源动力学科专业发展战略研究报告	544
十九	工程图学学科专业发展战略研究报告	554
二十	仪器仪表学科专业发展战略研究报告	566
二十一	地矿学科专业发展战略研究报告	580
	采矿工程专业发展战略研究报告	581
	矿物加工工程专业发展战略研究报告	592
	矿物资源工程专业发展战略研究报告	607
	地质资源与地质工程专业发展战略研究报告	615
	资源勘查工程专业发展战略研究报告	624
	地质工程专业发展战略研究报告	640
	应用地球物理专业发展战略研究报告	653
二十二	交通运输学科专业发展战略研究报告	664
	交通工程专业发展战略研究报告	665
	交通运输(水路运输)专业发展战略研究报告	681
	交通运输(铁路运输)专业发展战略研究报告	708
二十三	石油天然气学科专业发展战略研究报告	717
二十四	水利学科专业发展战略研究报告	754
	后 记	778

二十三 石油天然气学科专业发展战略研究报告

石油天然气学科教学指导委员会

一、石油天然气学科专业发展历史与现状

石油天然气学科专业教育是石油高等教育的核心内容,它伴随我国石油工业的发展而发展,并为促进我国石油工业的发展做出了重要贡献。新中国成立初期,石油专门人才奇缺,石油天然气学科专业教育因此应运而生,并在此后几十年的行业办学体制下,形成了鲜明的产学研紧密结合的办学特色。进入新世纪,随着我国高等教育体制的改革,石油天然气学科专业教育又迎来了新的历史发展时期。

(一) 建国初期的石油天然气学科专业教育

新中国成立初期,国民经济百废待兴。作为国民经济的一个重要能源支柱,石油工业十分落后,原油年产量不足 30 万吨,这在很大程度上影响和阻碍着我国经济的稳定和发展。因此,加快恢复发展我国的石油工业,保证经济建设的能源供给,是摆在建国初期中央政府面前的一项紧迫任务。然而,发展石油工业必须依靠技术,依靠人才,这对于一个历经几十年战火洗礼而刚刚成立的新中国来说,显然基础十分薄弱。所以,尽快创办和发展中国的石油高等教育,为石油工业培养输送急需人才是新中国发展石油工业的必然要求。

1. 建国初期石油工业技术人才的培养情况

1949 年 9 月 25 日,玉门油矿获得解放,同年 10 月 19 日,中央燃料工业部成立,从此揭开了新中国石油工业发展的新篇章。发展新中国的石油工业,面临的首要困难就是石油人才的奇缺。当时,国内从事石油地质和采油工作的专门人才不过区区几十人。基于当时的实际情况,为在短时间内培养出大批急需的石油专门人才,有关部门采取了在多个院校分散培养、委托培养或速成培养的人才培养方式。

1950 年 4 月,全国第一次石油工业会议决定由中央燃料工业部拨款,由清华大学、北洋大学、西北大学、南京矿冶学院等有关院校开办速成地质班和培训班,定向培养一批地质、物探及采矿专业人才。1950 年冬,经中央燃料工业部与清华大学化工系磋商,建立了清华大学燃料研究室,并在燃料研究室的基础上,成立了石油炼制组,此后在清华大学的其他系设立了石油钻采组和石油地质组。1951 年秋,根据中央燃料工业部的要求,北洋大学将化工、地质系改为石油炼制系和石油地质系,并在机械系开设了石油机械组,采矿系基本上转向为中央燃料工业部服务。1952 年 9 月,以清华大学地质系、采矿系、化工系的石油组为基础,汇合天津大学 4 个系的石油组以及北京大学化工系、燕京大学数学系的师生力量,建立了清华大学石油工程系。当时所设专业包括石油钻井、石油开采、石油储运、石油矿场机械、石油炼厂机械以及石油炼制 6 个专业。各专业均是当年设置、当年招生。

按照燃料工业部陈郁部长“自己动手办学”的指示,1950—1952 年先后自办和委托开办了一批石油技术学校和石油专科训练班。1950 年 11 月,在大连建立了新中国第一所石油工业学校——大连石油工业学校(后北迁改称抚顺石油学校,1980 年更名为抚顺石油学院)。石油管理总局和西北石油管理局也通过开办培训班等形式加快石油人才的培养工作。在当时石油主管部门的积极联系及有关各方的配合下,国内许多大学开始涌现出一股不小的“石油热”。如北京大学部分教师开始对石油教育工作表现出浓厚兴

趣,很多学生积极投入学习石油天然气学科专业知识的行列。西北工学院的采矿系、化工系成立石油组,并开始招收新生进行培养。重庆大学先后成立石油地质组、石油炼制组和石油钻井组。大连工学院化工系、浙江大学机械系和化工系以及中国人民大学工业经济系也分别成立液体燃料组、石油机械组、石油炼制组等相关石油学科教育组。从此,我国的石油教育工作逐步有了一个良好的开端,为日后进一步发展我国的石油高等教育、筹建专门的石油高等院校奠定了良好基础。

2. 组建北京石油学院,迈出中国石油高等教育第一步

早在1951年11月,在北京召开的全国第一次高等工业院校会议上,燃料工业部主管石油工业的代表就反映了当时石油战线存在的人才严重匮乏的问题,尤其缺乏通专业、懂技术的高层次石油专门人才,同时呼吁要重视石油工业技术人才的培养工作,建议学习苏联经验,尽快建立我国的石油高等教育体系,提出不仅要办石油中等技术教育学校,也要办正规的石油高等院校,并建议在条件成熟时及时筹办石油高等教育学院。这是当时最早提出筹办石油学院的建议。

1952年,为纠正旧中国在学校设置、分布和科系分工上的不合理现象,国家政务院和高等教育部决定组织发动一次全国高等学校的院系调整工作。调整的基本原则之一就是要进一步加强和增设一些工业高等学校。这对当时正积极策划筹办石油高等学校的燃料工业部及石油管理总局来说是一次难得的机遇。于是以此为契机,加快了筹建石油院校的准备工作的。1952年7月,石油管理总局正式向燃料工业部、高等教育部等国家有关部委递交报告,提出组建石油学院的申请并很快得到批准。同年10月,石油管理总局成立“北京石油学院筹备工作组”,并对学校名称、建校地点、建校进度、建校费用、筹备机构、干部师资来源等问题进行了认真研究和规划。1952年11月,政务院文化教育委员会下达了《文教企字466号通知》,正式批准创办北京石油学院。

经过一年的筹备,1953年10月,我国第一所石油高等学府——北京石油学院正式组建诞生了。她以清华大学石油工程系为基础,同时融入大连工学院化工燃料专业及西北工学院、北京地质学院和重庆大学等相关院校的部分专业。北京石油学院的诞生为我国石油高等教育的发展翻开了崭新的第一页,也标志着我国石油高等教育开始向前迈出了第一步。

北京石油学院成立初始,共设有4个系:石油地质系、石油钻采系、石油炼制系和石油机械系,设置专业包括石油地质、石油钻井、石油开采、人造石油、石油炼制、石油矿场机械、石油炼厂机械、石油储运8个专业。学院共有教师207人,其中教授、副教授22人,讲师22人,其余为助教。他们主要来自于清华大学、大连工学院等有关高等学校的转入和高等教育部的统一分配,其中包括当时国内石油主干学科领域的一批著名专家学者。在校生规模为1142人,其中从清华大学转入的二、三年级及专修科学生476人(含研究生6人),由大连工学院转入的四年级学生59人,当年统一招收新生607人(含研究生46人)。

(二) 行业办学体制下的石油天然气学科专业教育

1. 创办石油院校,构建新中国石油高等教育体系

1953年,北京石油学院的组建使新中国拥有了自己的第一所石油高等学校,从此开创了我国石油高等教育的新纪元。北京石油学院的成立为缓解当时我国石油工业建设人才的紧缺发挥了重要作用。然而,随着我国经济建设和石油工业的不断发展,对高层次石油专门人才的需求进一步增大,建立满足石油工业建设和发展需求的石油高等教育体系已变得越来越迫切和必要。20世纪50年代末至60年代初,伴随我国石油勘探工作的重大进展和石油工业的长足发展,我国的石油高等教育也迎来了创办石油高等学校的高峰期,仅1958年一年当中,就相继建立了三所石油高等学校。

1958年6月,经国务院批准,在西北石油工业专科学校的基础上成立西安石油学院。西北石油工业专科学校始建于1951年,是新中国创办的第一所专门培养石油工业技术干部的学校。西安石油学院建院初期共设置6个石油类专业:石油及天然气钻井、石油及天然气开采、石油及天然气工学、人造石油、石油

矿场机械及设备、石油炼厂机械及设备等,主要任务是培养西北石油工业建设发展急需的本、专科学生,本科学制五年。

1958年9月,为适应开发四川石油天然气资源的需要,也为西南协作区发展石油天然气工业培养技术干部,经石油工业部和四川省政府研究,决定在四川南充成立四川石油学院,当时设置石油地质、石油钻井、石油开采、石油矿场机械、石油炼厂机械、石油炼制、人造石油6个专业。同年招收第一批643名新生。

1960年初,为满足大庆油田开发对人才的需求,石油工业部决定成立一所新的石油学院,1960年5月从松辽会战指挥部抽调30多名转业军官和会战职工成立筹建处,从北京石油学院抽调70多名教师,并于1961年3月正式定名为东北石油学院,同时将原黑龙江石油专科学校也一起并入其中。建院初期,学院共有4个专业系:石油勘探系、石油开发系、石油炼制和机械系,下设石油天然气地质勘查、钻井工程、采油工程、石油炼制、石油矿场机械等本科专业。

从20世纪50年代末期开始,石油工业部在原石油学校的基础上,相继建立了一批石油高等学校。1958年8月,根据石油工业部南充、玉门会议提议,将始建于1955年的乌鲁木齐石油学校改建为新疆石油学院;同年建立哈尔滨石油专科学校,并在抚顺石油学校的基础上成立抚顺石油学院;1960年,在广州石油学校的基础上建立华南石油学院,并新建北京石油科学技术专科学校;期间,还在承德石油学校的基础上成立河北石油学院,玉门石油学校也升级为玉门石油学院。1961年以后,石油高等学校进行全面调整,只保留了北京石油学院、东北石油学院、西安石油学院和四川石油学院4所院校。“文化大革命”期间北京石油学院迁校东营,西安石油学院撤销,东北石油学院下放更名为大庆石油学院,四川石油学院下放更名为西南石油学院。

改革开放后,石油院校回归以石油部领导为主的办学体制,相继恢复和建立了几所石油高等学校。1978年在原江汉石油地质学校的基础上建立江汉石油学院,主要面向中南地区,设置石油地质勘探、石油地球物理勘探、石油矿场地球物理测井、石油钻井工程、石油采油工程、石油矿场机械、油田自动化、油田化学、机械制造9个专业。1980年恢复西安石油学院和抚顺石油学院,1983年恢复新疆石油学院,1984年恢复承德石油学校并于1988年升级为承德石油高等专科学校,1994年在重庆石油学校的基础上成立重庆石油高等专科学校。

适应石油工业发展对人才培养工作的需要,我国石油高等教育体系从20世纪50年代初期开始探索兴建,经过短短几年的时间,至60年代初即已基本构建起来,并得到了不断发展和完善。此后经过30多年的建设和调整,基本形成了与全国油气产区分布相适应的石油院校布局。石油高等教育体系在我国高等教育中一直保持着相对独立的地位,概括地说可以总结为8个字,即“特色鲜明,自成一体”。在这一体系中,既包括专科、本科和研究生等各种层次的全日制学历教育,也包括成人教育、定向培养、联合培养、技能培训以及网络教育等多种形式的非学历教育。几十年来,各石油高等学校不仅一直是我国石油工业高层次人才培养和输送的基地,同时也是石油企事业单位进行职工干部在职培训和继续教育的基地。石油高等学校充分利用自身的办学资源,通过各种有效形式和渠道,积极为油田职工开展多层次的继续教育,从而有力地促进和支援了石油企业的生产建设工作。

2. 密切厂校合作,加强联合办学

由于许多石油高等学校本身就是石油会战中孕育和发展起来的,所以与生产实践的紧密结合是石油高等学校的天然属性。在管理体制上的行业办学模式,从一开始就为学校确立了明确的办学方向,为加强厂校合作,实行联合办学,培养适应石油工业建设需要的合格人才奠定了良好基础。正因为如此,石油高等学校也是我国高等学校中最早进行产学研合作教育探索和实践的院校,其最早可追溯到20世纪60年代,而国内其他高等学校直到80年代中期以后才逐渐开展这方面的试点探索。

从20世纪60年代开始,石油主干专业的教师们就打着“与实际相结合”的大旗,分赴国内各大油田从事现场生产实践,探索开展“开门办学”。各个石油主干专业则在相关的石油企事业单位建立了稳

定的实习和实践教学基地。通过组织学生定期深入油田生产现场,了解一线生产情况,接受生产实践锻炼,不仅使学生学到了必要的生产知识,提高了实践技能,得到石油天然气学科专业教育不可缺少的工程训练,同时也使学生受到了石油行业艰苦创业、勇于奉献、锐意进取的优良传统的熏陶和感染,有利于培养其树立“学石油、爱石油、献身石油”的事业心和责任感。

石油天然气学科专业的人才培养工作必须以石油工业的需求为导向。为加强对石油天然气学科专业建设和改革的指导,各石油主干专业均与相关石油企事业单位建立了长期而密切的联系。例如,为进一步发挥行业办学优势,加强专业改造的针对性,石油大学(华东)曾于1990年在石油地质、物探、测井、采油、钻井、矿机、储运7个石油主干专业分别成立“专业建设与改革指导委员会”,其中60%的委员来自石油厂矿企业和科研部门的技术专家。由于他们既了解石油工业的发展趋势,又熟悉石油行业先进的生产技术,同时还掌握用人单位对人才的需求信息,所以在确立专业改革和发展方向、指导学校教学工作以及密切油、校产学研合作关系等方面发挥了积极作用。

在长期办学过程中,石油高等学校积极适应石油工业发展的新形势,努力加强与石油企事业单位间的合作与交流,不断扩大双方的合作办学领域,成功探索出了一条厂校合作、产学研结合的联合办学新路子,积累了丰富的产学研合作教育经验。一方面,石油高等学校充分发挥自身的人才资源和科技开发优势,积极参与油田的开发和建设,为石油工业的发展培养输送高层次专门人才和石油天然气学科领域的高新技术成果;另一方面,石油企业积极利用自身雄厚的资金、技术和丰富的教学科研资源,大力支持石油高等学校的教学工作和教学改革,通过双方共建、联合育人以及科技合作等有效形式,努力构建合作办学的有效机制。实践证明,厂校合作、产学研结合不仅是石油高等学校实现人才培养、科技开发和服务石油等办学职能的一种有效形式,同时也是学校与企业密切联系、构建外部支撑体系、实现自身可持续发展的一条重要渠道。

3. 以承德会议为转折,拨乱反正,推进石油高等学校教育教学改革

1977年恢复高考以后,随着拨乱反正和经济建设的发展,作为“文化大革命”重灾区的我国高等教育开始进入一个恢复发展的新时期。经过几年的恢复发展,各石油高等学校的人才培养工作开始逐步走上了健康发展的轨道,教学工作又重新焕发出生机和活力。进入20世纪80年代以后,正值新技术革命浪潮席卷华夏大地,科技发展日新月异,边缘学科不断涌现,知识内容更新周期进一步缩短,这给高等学校的人才培养工作带来了新的机遇和挑战。特别是1983年邓小平同志“三个面向”题词的发表,掀起了我国教育改革的浪潮。此外,为从根本上解决“文化大革命”造成的专业设置混乱局面,加强薄弱专业与新兴及边缘学科专业,从1982年开始,国家先后对各科类本科专业目录进行了全面修订。通过修订,使高等学校学科专业设置得到进一步规范,专业口径得到一定程度的拓宽。

正是在这样一些内外部因素的影响下,石油工业部召集有关石油高等学校在河北承德召开会议,中心议题就是根据新的专业目录要求重新修订各专业的教学培养计划,并提出“加强基础,拓宽专业,提高能力,办出特色”的十六字方针。会议对各专业教学计划的课内总学时和专业课时均提出了明确要求,即教学计划的总学时数要控制在2400以内,专业课时所占比例应在10%~15%之间,同时要求增加人文社会科学和管理类的选修课程,加强学生英语和计算机应用能力的培养。

承德会议的召开为石油高等学校的教育教学改革确立了具体目标和方向,有力地推动了石油天然气学科专业走上规范化发展的道路。从此,各石油高等学校的教学工作和教学改革开始进入一个崭新的发展阶段。新计划的制定和实施,使石油天然气学科专业基础得到加强,专业面有所拓宽,学生的知识与能力结构进一步优化,特别是计算机和英语的应用能力有了显著增强。与此同时,学校与企业间的产学研合作关系更加紧密,行业办学的优势也更加明显。这段时期,正值国内其他高等学校教学工作因受到各方面冲击和干扰出现质量上的波动,而石油高等学校却由于办学指导思想明确、教学工作措施得力、教学改革不断深化,教学工作不仅没有受到太大影响,反而保持了稳步发展的势头。

(三) 面向 21 世纪的石油天然气学科专业改革

1. 面向 21 世纪,石油高等学校面临的形势和挑战

从 1994 年开始,原中国石油天然气总公司在石油高等学校中着手组织启动了面向 21 世纪的石油天然气学科专业改革运动。当时有以下几个背景:

一是 1993 年 2 月,中共中央、国务院正式颁布《中国教育改革和发展纲要》,明确提出“必须把教育摆在优先发展的战略地位”,在全面分析当时教育所面临的形势和任务的基础上,提出了指导我国 20 世纪 90 年代乃至 21 世纪初教育改革和发展的根本目标、战略和指导方针。

二是随着社会主义市场经济体制的确立和不断完善,对高等教育的人才培养质量提出了新的更高要求,社会越来越欢迎那些知识面宽、适应性强、综合素质高的毕业生。然而,由于过去我国高等学校的专业设置沿袭了苏联的模式,工科专业一般都是按生产流程来设置,所以往往存在专业面过窄、适应性较差、专业与岗位或职业相混淆的现象。因此,为重点解决学科专业的归并、拓宽和总体化问题,自 1989 年开始,原国家教委在 1982 年进行的历经 5 年的专业修订工作的基础上,又组织开展了第二次大规模的专业目录修订工作。本次修订,使专业设置种数由原来的 813 种减少为 504 种,形成了体系相对完整、比较科学合理和更加统一规范的《普通高等学校本科专业目录》,并于 1993 年 7 月正式颁布实施。原国家教委随后又于 1994 年初制定并实施“高等教育面向 21 世纪教学内容和课程体系改革计划”,这是原中国石油天然气总公司推动面向 21 世纪石油天然气学科专业教学改革的具体依据。

三是随着我国国民经济和石油石化工业的飞速发展,对石油天然气学科专业教育提出了一系列新的要求,而当时的石油主干类专业因长期以来一直是按照石油天然气的勘探、开发、炼制和储运这一生产加工过程而设置,其本身存在的结构设置不合理、专业划分过细、专业口径偏窄、教学内容陈旧等问题越来越突出,人才培养工作难以适应石油工业和社会发展的需要。针对这些问题,根据 1993 年原国家教委颁布实施的《普通高等学校本科专业目录》和 1994 年初制定的“高等教育面向 21 世纪教学内容和课程体系改革计划”的要求,从 1994 年开始,石油高等学校陆续对物探、测井、油藏工程、钻井工程、采油工程、矿场机械、化学工程、化工工艺等一批老石油专业进行了合并改造。

2. 全面启动面向 21 世纪的石油天然气学科专业改革

1994 年 10 月,原中国石油天然气总公司召集所属各石油高等学校在四川乐山召开了以“面向 21 世纪深化教学改革培养跨世纪人才”为主题的教学改革研讨会(后称“乐山会议”),专题研究和商讨石油高等教育面向 21 世纪的教学改革大计。这是继石油高等学校 1984 年承德会议、1987 年万庄会议、1993 年大庆现场会议之后,总公司组织召开的又一次关于石油高等学校人才培养和教学改革的重要会议。会议分析了石油高等学校所面临的形势、任务和挑战,探讨了培养跨世纪人才的具体思路、目标和措施。会议还围绕“应用地球物理”和“石油工程”等石油主干专业的改革方案和培养计划进行了重点研讨和交流,并就下阶段石油企事业单位对石油天然气学科专业毕业生的需求情况进行了分析和预测。会后,总公司印发了《石油高等学校面向 21 世纪教学改革的若干意见》,对世纪之交石油高等学校的教学工作和教学改革做了具体部署和要求,同时建立了“石油高等学校教学改革专项经费”和“石油高等教育教学奖励”两项制度,为进一步推动和促进石油天然气学科专业的教学工作和教学改革提供了必要的经费和制度保证。

这次会议开得非常及时和成功,对于进一步推动石油天然气学科专业面向 21 世纪的改革和发展起到了重要作用。“乐山会议”因此成为承德会议之后石油高等教育发展史上又一次具有里程碑意义的会议。

“乐山会议”结束后,原中国石油天然气总公司相继于 1995—1999 年,在石油高等学校中有计划、有组织地开展了一系列教学改革、教育研究和计算机辅助教学课件(CAI)项目的立项工作,以石油主干专业的改革为龙头和突破口,全面启动了面向 21 世纪的石油高等教育教学改革。

1995 年初,总公司人教局根据“乐山会议”精神,在石油高等学校中组织开展了第一批教学改革项目

的立项工作,本次立项共确立教改项目 53 项,其中重点项目 36 项,一般项目 17 项。从此,石油高等学校在总公司的指导与资助下,开始对石油工程、应用地球物理、石油储运、化学工程、地质工程等一批石油主干专业进行立项改革。1996 年,总公司又牵头将 6 所石油高等学校立项的石油主干专业的改革并入到原国家教委组织的“面向 21 世纪高等工程教育教学内容和课程体系改革计划”第一批立项项目“石油行业类主干专业教学内容和课程体系改革的研究与实践”进行集中重点改革。为积极鼓励各石油高等学校的教学改革,总公司在经费上给予了大力资助与支持,仅 1995 年至 1998 年的 4 年当中,就先后投入专项教改经费 900 余万元,其中在石油天然气学科专业改革方面的投入累计达 500 余万元,从而有力地调动了广大教师从事教学和改革的积极性,保证了各项教学改革的顺利进行。

为适应社会主义市场经济体制以及高等教育改革和发展的需要,自 1997 年 4 月开始,原国家教委开始在全国高等学校中组织进行第三次大规模的学科专业调整工作,对 1993 年颁布的《普通高等学校本科专业目录》进行全面修订,并于 1998 年 7 月正式颁布新的《普通高等学校本科专业目录》。经调整,专业设置种数由原来的 504 种进一步调整到 249 种。这次学科专业调整旨在改变过去过分强调“专业对口”的教育观念,树立知识、能力、素质全面和协调发展的人才观,改变过去本科专业划分过细、专业面过窄的状况,进一步重视基础,拓宽知识面,构建融传授知识、培养能力和提高素质为一体的多样化人才培养模式。

以 1998 年教育部颁布新的《普通高等学校本科专业目录》为契机,各石油高等学校又积极进行了新一轮专业改革和调整,将各主要本科专业全部纳入学校的教学改革计划当中。从最初的专业改造、合并,拓宽专业口径,调整专业方向,到重新修订专业人才培养方案,进行专业教学内容和课程体系的改革,至“九五”末,石油高等学校的专业改革和调整取得了突破性进展,涌现出一批卓有成效的改革成果。通过改革,石油高等学校的学科专业结构进一步趋向合理,服务面向进一步得到拓宽,社会适应性有了明显增强,教学水平和教育质量有了显著提高。

经过国家 1984、1993 和 1998 年 3 次专业目录的改革与调整,石油天然气学科专业口径不断拓宽,一些口径较窄的专业合并为宽口径专业,其演变过程如下:

石油地质→石油地质勘探→石油及天然气地质勘查→资源勘查工程;
石油地球物理勘探→勘查地球物理→应用地球物理→勘查技术与工程;
石油地球物理测井→矿场地球物理→应用地球物理→勘查技术与工程;
石油钻井(石油及天然气钻井)→石油钻井工程→钻井工程→石油工程;
石油开采(石油及天然气开采)→油田开发与开采→采油工程→石油工程;
油田开发→油藏工程→石油工程;
石油炼制→石油加工工程→石油加工→化学工程与工艺;
石油储运→石油天然气储运→石油储运→油气储运工程。

(四) 新时期的石油天然气学科专业教育

长期以来,石油天然气学科专业一向是石油高等学校的传统优势和办学特色。新时期,为进一步巩固这一领域的办学优势和特色,各石油高等学校继续重视和加强石油天然气学科专业的建设和改革,积极探索和推进教育教学改革和人才培养模式改革,专业适应性进一步增强,办学水平和教育质量得到稳步提高。

1. 适应石油工业发展需要,进一步深化石油天然气学科专业改革

(1) 发挥优势,突出特色,进一步加强石油主干学科建设

在石油高等学校几十年的办学过程中,石油天然气学科专业始终是各校重点建设和支持的项目,在各方面均给予了较大投入,形成了一批国家级重点实验室和重点学科,建成了一批总公司级重点实验室和研究室。特别是近年来,各石油高等学校为进一步发挥石油天然气学科专业的传统办学优势,突出石油特

色,不断加强石油主干学科建设和改革,主干学科的总体水平得到不断提高,有3所石油高等学校的石油天然气学科专业获得一级学科博士学位授予权,高层次人才培养规模不断扩大。石油大学(华东)自1997年正式启动“211工程”建设以来,重点建设了6个石油主干学科,经过“九五”期间的建设和发展,这些学科基本达到了国家重点学科水平和国内同类学科的先进或领先水平,某些学科方向达到了国际领先水平;组建了一批高水平的实验室、工程研究中心和研究室,建成了6个省部级以上重点实验室和11个CNPC重点研究室,增强了解决重大科技问题的能力,科研水平有了较大提高,取得了一批标志性的研究成果,提高了高层次人才培养的规模和质量。在2001年全国第二次重点学科评选中,石油大学矿产普查与勘探、油气井工程、油气田开发工程、油气储运工程、化学工艺5个石油主干学科被列为国家级重点学科。2002年,石油大学(华东)又启动了“211工程”二期建设规划,按照“理工结合,以工带理,依托优势,滚动发展,突出重点,注重创新”的指导思想,确立了学科建设和改革的新目标,即重点建设地质与资源、地球探测信息技术与计算机、油气井工程与工程力学、油气田开发工程与管理、油气储运与市政工程、化工与环境、机械工程与材料7个学科群。

(2) 不断改革石油天然气学科专业人才培养方案,完善素质教育和创新能力培养体系

人才培养计划是学校组织教学活动、实施人才培养的蓝图,也是学校人才培养目标和培养模式的集中体现。为适应社会发展对人才培养的需要,落实教学改革成果,石油大学(华东)先后于1997年和2002年,对本科培养计划作了两次大规模修订。1997年,针对当时人才培养中存在的专业适应面窄、学生负担重、实践环节薄弱、培养模式单一等问题,对培养计划进行了全面修订,制定了1999版本科培养计划。该计划由教学培养计划、辅助培养计划和复合型人才培养计划三部分组成。由于它既重视实施全方位素质教育,强调课内课外统筹,同时又倡导因材施教,注重学生的个性发展和完善,所以执行四年來收到了良好效果,有力地调动了大学生自觉学习和自主发展的积极性。2002年,该校又着眼21世纪高等教育改革和发展趋势,围绕“基础厚、口径宽、能力强、素质高、多规格”的人才培养目标,组织启动了2003版本科培养计划的修订工作。新版计划现已在2003级新生中开始执行。与1999版相比,2003版培养计划进一步体现了“加强基础,拓宽专业,培养能力,发展个性”的特点,更强调因材施教和个性化教学,更注重学生知识、能力和素质的协调发展,并在很多方面进行了大胆改革和探索。

1) 进一步强调从整体上构建培养体系,突出学生整体素质和创新能力的培养与提高。统筹规划教学培养计划、辅助培养计划和复合型人才培养计划,使三者相辅相成,紧密配合。

2) 进一步重视和突出基础课程教学,重组基础课程体系,构筑基础课程平台,实现工科类、经管类、文法类等基础课程按学科大类打通;对教学内容和课程体系进行改革调整和分层设计,实现课程设置模块化;对部分课程作了重新设计或整合,如将“两课”由原来的6门调整为4门。

3) 妥善处理加强基础与突出特色之间的关系,加强对专业特色的建设和探索。一是设置核心专业课程,进一步整合专业教学内容;二是要求尽可能设置专业方向模块或系列课程,保证专业的适当深度和学科的特色方向。

4) 强调多学科的渗透,特别是文理间的渗透。一方面,对理工科学生重视加强人文素质教育;另一方面,对文科类学生强调加强理学修养,如在英语等文科类专业尝试开设数学、物理、计算机等理科类课程,同时对选修理工类及跨学科课程提出了最低学分要求。

5) 对公共选修课作了重新规划,进一步开发课程资源,丰富人文素质教育课程、实践性课程以及外语和计算机实用能力培养课程。规定理工科学生必须至少选修6个人文类课程的学分。

6) 进一步增强培养计划的灵活性,强调个性化培养,拓宽学生自主选课空间,选修课比例增加到20%~25%。

7) 较好地体现了外语、计算机和工程训练3个“四年不断线”,增设了大量综合训练与综合设计课程,以加强学生的实践能力和创新能力培养。

8) 辅助培养计划从学科竞赛、科技活动、社会实践等6个方面对大学生的课外活动作了系统设计,要求学生除修满教学培养计划规定的学分外,必须至少取得15个辅助培养计划学分方能毕业。

2. 积极开展石油天然气学科专业复合型人才的培养

我国石油高等学校进行复合型人才培养的试点工作始于20世纪90年代中期,其主要目的在于培养适应石油工业改革和发展需要的知识面广、能力强、素质全面的石油急需专门人才。当时主要基于这样3个背景:一是从国内大背景看,随着我国科学技术的迅猛发展,学科之间相互渗透、相互交叉的趋势日益明显,国民经济和石油工业发展越来越需要掌握多学科知识的高层次复合型人才;二是从石油行业自身情况来看,随着石油工业对外合作范围不断扩大,合作领域不断拓宽,急需一大批懂专业、会管理、通法律,且具有较强外语和计算机应用能力的复合型专门人才;三是从专业培养模式来看,由于我国高等教育的专业设置多是以行业岗位而定,专业面窄,适应性差,培养出来的大学生与社会需要之间存在着一定差距。正是基于这样的考虑,为主动适应社会形势发展对人才培养工作的需要,石油大学(华东)从1996年开始,本着“拓宽专业面向,提高适应能力”的基本思路,从93级本科生中择优选拔了32名大学生组建了第一届英语双学位培养试点班,从而在石油高等学校中率先开始了双学位复合型人才培养的实践探索。此后,又相继开出了资源勘查工程、勘查技术与工程、石油工程等多个辅修专业和双学位专业。至2003年,该校开办的双学位和辅修专业分别增加到7个和21个,从而为学有余力的学生进一步拓宽知识面、提高综合素质创造了有利条件。经过几年的实践,该项试点取得了显著成效,毕业生既懂专业,又懂管理,综合素质高,适应能力强,得到了用人单位的普遍肯定和好评。

3. 加强石油天然气学科专业国际合作人才培养模式的探索

为适应石油工业“走出去”发展战略的需要,培养既掌握扎实的石油天然气学科专业知识,又具备参与石油国际经营与国际贸易合作能力的新型人才,近年来,部分石油高等学校积极开展了石油天然气学科专业国际合作人才培养模式的实践与探索。2000年8月,在教育部组织的“新世纪高等教育教学改革工程”项目立项中,“油气资源勘查开发国际合作人才的培养研究与实践”被正式批准立项。该项目由石油大学牵头,大庆石油学院和西南石油学院作为参加单位,经过3年多的实践探索,该项目已完成结题并于2003年10月顺利通过教育部专家组验收。

(1) 确立了石油天然气学科专业国际合作人才的培养目标

通过对CNPC外事局、全国各大油田企业单位、美国和俄罗斯的有关石油院校、苏丹及哈萨克斯坦的中方参股石油公司等访问调研,确立了石油天然气学科专业国际合作人才的培养目标,即毕业生应该具备:①国际油气资源勘查开发类专业应有的专业知识和能力;②较强的外语交流能力;③从事对外经济合作的基础知识;④组织管理与决策方面的基础知识;⑤了解必要的法律法规,具备遵循法律法规行事的意识。

(2) 开办油气资源勘查开发国际合作第二专业

从2001年开始,大庆石油学院为资源勘查工程、石油工程、勘查技术与工程3个石油天然气学科专业开办了油气资源勘查开发国际合作第二专业(双学位),制定了相应的教学培养计划和专业课程体系。在石油主干专业基础教育平台基础上,重点加强了法律、管理、经济、贸易、经济合作、英语“六大类”基础课程教学。法律类课程开设了“国际经济法”,管理类课程除全院必修课“管理学”外还开设了“投资项目管管理”,经济类课程除全院必修课“市场技术经济学”外还开设了“国际金融”,贸易类课程开设了“国际贸易实务”,经济合作类课程开设了“国际工程承包”和“商务谈判与涉外礼仪”,英语类课程增加了“实用英语口语(外教授课)”及“国际商务英语”,总课时为416学时,39学分。通过学习这“六大类”课程,使学生在具备了石油天然气学科专业基本知识的基础上,加强了“通外语、懂经贸、善交流”的国际合作基本能力的培养,具有了石油天然气勘查开发的设计、施工、管理的基本能力。

(3) 探索国际合作人才辅修模块培养模式

西南石油学院从石油工程、资源勘查工程、勘查技术与工程3个石油主干专业中选拔出英语基础较好的学生,在大学三年级组成“国际合作人才培养模块班”,通过开设“国际合作人才”辅修模块课程形式进

行集中培养。其部分专业基础课和专业课采用英语原版教材授课;同时“国际合作人才培养模块班”还设置了国际石油经营及案例分析、国际石油法规、国际工程承包与招投标、英语交际、现代油藏信息、网络与信息工程等课程构成的辅修模块。与此同时,该校利用设在本校的“中国—加拿大天然气勘探与开发语言培训中心”这一有利条件,培养了一大批英语水平高的师资队伍,同时派遣了100多位优秀教师到加拿大进修学习,进一步提升了教师的业务素质 and 外语能力,为开展石油天然气学科专业国际合作人才的培养工作奠定了有利基础。

(4) 组建石油主干专业涉外方向试点班

为有针对性地培养适应国外石油合作项目开发需要的专门人才,石油大学(华东)从2001年9月开始,在石油工程专业组办了涉外石油工程方向试点班,开始进行涉外石油项目培养专门人才的试点工作。经过两年多的努力,该专业方向现已初步制定了一整套培养方案,开出了由涉外经济法规、涉外项目管理与融资、财务管理、国际经济合作、计算机辅助工程管理、资产管理6门课程组成的专业课程模块。目前,涉外试点班已先后开办了三期,并已培养出两批毕业生。由于他们既具有良好的外语能力,又具备扎实的专业知识,同时还掌握一定的涉外经济法规与项目管理方面的基本知识,所以在双选面试中得到了用人单位的肯定与好评。有的毕业生直接与一些外资石油公司签约,如美国哈里伯顿石油公司及南海东部油田的外资企业等。

(5) 与国外有关高等学校联合开展人才培养

为进一步探索石油天然气学科专业国际合作人才的培养工作,石油大学(华东)和石油大学(北京)分别与俄罗斯国立古勃金石油天然气大学签订了校际合作协议,联合培养油气勘查开发国际合作人才。从2003年起,每年选派若干名学生赴古勃金石油天然气大学留学,攻读学士学位。根据双方协议,留学的同学可以自愿选择一个专业进入古勃金石油天然气大学学习,两校互相承认学分,达到各自的要求后,可发给毕业证和学位证。2003年9月,石油大学(华东)已选派10名本科毕业生赴古勃金石油天然气大学攻读硕士学位,4名学生攻读学士学位。

石油大学(华东)与阿塞拜疆国立石油大学签订了校际合作办学协议,培养模式有两种:一种模式是由中方选拔优秀学生直接赴阿留学,在阿方完成全部学业,修满规定学分后由阿方颁发相应的毕业证书。另一种是由双方进行联合培养,所选学生先由中方培养2~3年(包括1年语言预科学习),再由阿方培养2年(本科),双方互认学分,修满规定学分后颁发石油大学(华东)和阿塞拜疆国立石油大学的本科毕业证书。依据协议安排,石油大学(华东)与阿塞拜疆国立石油大学的联合培养计划已于2002年8月正式启动,已先后选派三批共66名学生赴该校留学,攻读硕士和学士学位。

随着石油国际经营与贸易进程的不断加快,对石油天然气学科专业国际合作人才的需求将不断加大。有关高等学校在该方面的探索与改革也将进一步推向深入。探索培养石油国际经营与贸易方面的高层次专门人才已成为当前乃至今后一个时期石油天然气学科专业改革的一个重要方向。

二、石油天然气学科专业发展战略环境分析

(一) 高等教育大众化及其影响

“高等教育大众化”最早是由美国学者马丁·特罗(Martin Trow)提出的。他于1973年提出了高等教育发展的三阶段理论,即认为高等教育发展存在“精英—大众—普及”3个必经阶段。他认为,高等教育的发展过程是一个“量变带动质变”的过程,即以高等教育适龄人口的毛入学率为依据来划分高等教育发展阶段。所谓高等教育毛入学率,是指高等学校在校生总数与相应年龄阶段(18~22岁之间)人口的比例,它反映了一个国家或地区给公民提供高等教育机会的综合水平。根据高等教育毛入学率情况可以将高等教育划分为3个基本阶段:15%以下为高等教育精英阶段,15%~50%为高等教育大众阶段,50%以上则为高等教育普及阶段。马丁·特罗认为,一个国家或地区的高等教育处于何种发展阶段,与其社会的发展水

平特别是其经济发展水平密切相关。这一理论提出后,受到世界各国教育界的广泛关注。直至今日,教育大众化问题仍是高等教育界深入研究和探讨的一个热点问题。

我国高等教育的大众化发展始于1999年。仅1999年,全国各类高等教育机构招生总数即达280万人,其中普通高等学校招生160万人,比上年增长51万人,增长47%,在校人数比上年增长76万人,增长22%;成人高等学校招生116万人,比上年增长近16%。到2003年,经过连续五年的扩招,我国高等教育规模出现了大幅度增长,高等教育毛入学率由1998年的9.8%提高到2003年的17%。

1. 高等教育大众化对教育思想观念的影响

高等教育大众化发展对我国经济社会的影响是深远的,其对人们教育思想观念所带来的影响也是多方面的。

首先,要积极转变传统的教育质量观,树立大众化教育阶段的新型人才质量观。在大众化教育阶段,由于办学形式、人才培养目标与培养规格以及课程内容标准和培养模式的多样化,必然会导致人才培养质量的多样化,所以必须从过去单一的精英型教育标准转变为多样化的大众化教育标准。1998年10月由联合国教科文组织主持召开的世界高等教育大会上通过的《21世纪的高等教育:展望和行动世界宣言》中明确指出:“高等教育质量是一个多层面的概念”,要“考虑多样性和避免用一个统一的尺度来衡量高等教育的质量”。其中所提到的“多层面”和“多样性”,即是指教育本身所具有的多种功能和多种规格,也就是说,不同职能、不同形式和不同规格的各级各类高等教育,应该有各自不同的办学定位和质量标准,不能搞“千校一面”和“一刀切”。

其次,要树立“以人为本”、“以学生为本”的现代教育理念。1988年,世界高等教育大会明确提出以学生为本的教育理念,要求各个国家和高等学校把学生及其需要作为关心的重点,将学生视为教育教学和教育改革的积极参与者,而不是被动接受者。在大众化教育模式下,应更加注重学生的个性发展和完善,一切从学生出发,一切以学生为本。以学生的全面发展为本,不仅体现在教育教学过程中,而且要体现在学生对教育的选择上,高等教育要努力给学生提供更大的发展空间和更多的选择机会,积极倡导和鼓励学生发展个性,不断推动素质教育。学校要从思想、学习、生活以及心理等各方面关注学生,学校的教职工和学校各部门应视自己为服务学生的服务者,学校的人才培养也应以提高学生的创新能力和综合素质为出发点和落脚点。

最后,不同层次、不同类型的学校应明确自己的办学定位,办出自己的特色。学校如何定位,是一个关系自身生存和发展的大问题。对一所学校而言,是创办一所“学术研究型”大学,还是“职业技术型”大学,是“教学型”大学,还是“科研型”大学,都要从本校的实情出发,合理确立学校发展的目标定位。尤其在在我国高等教育大众化步伐不断加快的今天,高等学校要想在日趋激烈的人才竞争和科技竞争中取得优势,实现自身的生存和发展,就必须合理定位,量力而行,做到“有所为,有所不为”,在学科建设上找准自己的突破口,打造自己的强项,奠定自己的优势,形成自己的特色。

2. 高等教育大众化对石油天然气学科专业教育的影响

(1) 石油天然气学科专业的办学特色

我国石油天然气学科专业从创办至今已经走过了50个年头。在半个世纪的改革和发展过程中,它形成和保持了自己独有的办学特色。

1) 培养目标明确,专业针对性强

石油天然气学科专业自创办之始就有着明确的办学方向和培养目标,即以石油工业发展需求为导向,面向石油工业培养石油专门人才。石油工业一向是石油天然气学科专业办学的主要人才市场和技术市场。石油天然气学科专业的建设和改革也始终体现着立足石油和服务石油这样一种鲜明的特色,即学科专业的设置与调整一直以石油勘探、开发、储运和加工一条龙服务为主线,基本覆盖石油、石化行业生产的全过程,而专业课程体系和教学内容的改革与更新也总是以石油工业建设需要和科技进步为依据。毕业

生绝大多数均面向石油、石化行业各生产部门就业,人才培养目标明确,专业针对性较强。

2) 厂校密切合作,产学研紧密结合

2000年高等学校管理体制改革以前,各石油高等学校均隶属中国石油天然气集团公司管理。当时,国内石油天然气学科专业主要集中在石油系统高等学校内部。由于是行业办学模式,各石油高等学校与相关石油企业和科研院所之间的联系非常紧密,长期以来一直保持着十分密切的关系。一方面,各油田本身拥有得天独厚的实习实践教学资源,是开展现场教学和生产实习的最佳课堂和天然实验室,一向是石油天然气学科专业稳固的教学实习基地;另一方面,石油厂矿企业拥有大量的科研工作者和现场技术专家,他们既了解石油工业的发展趋势,又熟悉石油行业的先进技术,同时还掌握用人单位的人才需求,所以一直是石油天然气学科专业办学可以充分利用的人才技术资源。各石油高等学校通过走出去,请进来,与石油企事业单位建立紧密的产学研合作办学机制,使石油主干专业的广大师生得到了良好的锻炼和教育,从而有力地促进了石油天然气学科专业的建设和发展。

3) 重视加强“学石油、爱石油、献身石油”教育

众所周知,石油行业是一个艰苦行业,一般都地处偏僻,工作和生活环境相对比较恶劣和艰苦。敢于吃苦、勇于奉献正是石油人身上必不可少的品质。为使年轻大学生毕业后尽快适应石油行业工作岗位的要求,石油高等学校从大学新生一入校开始,就特别重视加强对他们进行“学石油、爱石油和献身石油”精神的教育,让他们更多地了解石油、热爱石油,提前做好艰苦创业、吃苦奉献的思想和技能准备。几十年来,这一教育传统在各石油高等学校始终坚持不断,并已成为石油天然气学科专业教育的一项重要内容。

(2) 高等教育大众化对石油天然气学科专业教育的影响

我国高等教育大众化发展初期,正值石油高等学校管理体制进行改革和转轨时期,开始由行业办学模式改为地方办学或划转教育部管理,学校和企业都面临着一种新型的合作关系。石油天然气学科专业的建设和发展由此进入一个崭新的历史阶段。

1) 适应石油工业发展需求,适度发展办学规模

在新的办学体制下,各石油高等学校积极适应新形势变化和石油工业发展需求,合理确定相关专业的办学规模,较好地处理了学校规模、结构、质量和效益的关系,办学实力有了进一步提高。据统计,自1999年以来,5个石油主干专业的在校生规模均有较大幅度的增加,2004年在在校生规模和年招生规模均比1998年扩大一倍,增长速度低于全国平均水平(同期全国普通高等学校本专科在校生规模及年招生规模均扩大近两倍)。这表明石油天然气学科专业近几年的规模增长是适度的(有关统计数据详见表1)。

表1 1998—2004年石油天然气主干专业学生情况统计表

统计项目	1998年	1999年	2000年	2001年	2002年	2003年	2004年
在校生数/	8 161/	8 796/	9 843/	11 019/	12 764/	15 068/	16 606/
年增长率	-2.31%	7.78%	11.9%	11.95%	15.84%	18.05%	10.21%
招生人数/	2 241/	2 236/	3 040/	3 676/	4 342/	4 386/	4 354/
年增长率	-8.94%	-0.22%	35.96%	20.92%	18.12%	1.01%	-0.73%
毕业生数	2 215	1 777	1 918	2 250	2 176	2 431	2 757

注:1. 统计高等学校包括石油大学(华东)、石油大学(北京)、大庆石油学院、西南石油学院、江汉石油学院、西安石油学院、新疆石油学院等7个原石油系统高等学校;

2. 统计专业包括石油工程、油气储运工程、资源勘查工程、勘查技术与工程和化学工程与工艺等5个石油天然气主干专业。

2) 大力加强学科建设,不断优化学科结构

学科专业建设和改革是学校工作的龙头,也是各石油高等学校常抓不懈的一项主要工作。如石油大学(华东)近年来以“211工程”建设为契机,依据“发挥优势,突出特色;重点建设,全面提高”的方针,加强对重点学科建设和改革,以带动整体办学水平的提升。通过建设,该校重点学科水平有了显著提高,石油主干学科的传统优势和特色得到进一步巩固和加强,主干学科总体水平处于国内领先地位。与此同时,

学校本着“固本补缺”的原则,积极适应国民经济发展、经济结构调整以及自身办学体制的变化,在进一步巩固提高优势学科的基础上,不断充实薄弱学科,扩充学科范围,优化专业结构,加快发展通用专业、新兴专业和特色专业,学校的发展空间得到有效拓展,基本形成了一个以工为主,理、工、文、管、法、经等多学科协调发展的良性互动的学科群。其他石油高等学校的学科建设也取得显著成效。西南石油学院的“油气田开发工程”和“油气井工程”两个学科被列为国家级重点学科,石油天然气及其配套学科现已成为该校的办学特色和优势。大庆石油学院的“油气田开发工程”学科被确定为国家级重点学科,2003年其石油与天然气工程博士后流动站通过国家评审,标志着该校在学科建设上又上了一个新台阶。

3) 积极推动教学改革,努力提高教育质量

教学改革是促进教学工作、增强办学活力的不竭源泉和重要推动力。近年来,随着学校管理体制改革的推进和办学规模的扩大,为适应石油工业发展的新趋势,确保人才培养质量,各石油高等学校以1998年教育部颁布新的《普通高等学校本科专业目录》为契机,对石油主干专业进行了进一步改造和调整,积极拓宽专业面向,改革课程体系,更新教学内容,改进教学方法,使石油主干专业的教育质量在扩招后得到了有效保证。毕业生素质全面、基础扎实、工作适应能力强,得到了石油企事业等用人单位的普遍肯定和好评。自1995年毕业生就业制度改革以来,石油大学(华东)、西南石油学院、西安石油大学等几个主要石油高等学校的毕业生就业率连续9年保持在95%以上。其中,石油主干专业的毕业生则更是供不应求,多年来一直是双选会场上的“抢手货”。

随着办学规模的不断扩大、学科结构的不断优化以及办学实力和教育质量的不断提高,石油高等学校办学的经济效益和社会效益也得到较大提高,基本实现了办学“规模、结构、质量和效益”的健康、稳定和协调发展。

(二) 我国石油工业发展战略及其影响

能源战略和能源安全是实现我国经济与社会可持续发展的重要保证。实现国民经济与社会发展目标,必须有可靠的能源战略和规划,其中石油工业的发展战略和规划是重要一环。

1. 国际、国内石油天然气工业的发展现状及趋势

(1) 世界石油天然气工业的发展现状及趋势

从1859年美国打出世界上第一口油井——“迪拉克”油井至今,世界石油工业已经历了140多年历史。自20世纪60年代中期(1967年)石油取代煤炭成为世界第一大能源后,石油在世界一次性能源消费结构中所占的比例基本稳定在40%左右。

1) 世界石油工业的基本现状

① 世界油气资源潜力巨大,石油工业发展具有广阔空间和美好前景

世界油气资源量的预测一直是人们感兴趣的问题。从20世纪40年代至今,一些世界权威地质研究机构曾相继对全球的油气资源作过30多次预测和评价。20世纪40年代预测的全球原油资源量为500亿吨。1983年,伦敦第十一届世界石油大会估计的原油资源量增至2460亿吨。2000年召开的第16届世界石油大会给出的预测数据则达到4138亿吨,天然气资源量为435.85万亿立方米。18年间全球石油资源总量预测数据几乎翻了一番。随着科学与技术的不断发展,世界石油剩余可采储量不是越产越少,而是越产越多,新发现的石油储量远远超过已产出的石油总量。目前,全球常规石油与天然气资源的探明程度分别为80%和60%,还有大量的油气资源有待我们去发现。况且,现在全球已开采油田一次采油的平均采收率仅为15%左右,二次采油的平均采收率仅为30%左右。科技发展将在进一步提高原油采收率、增储上产中发挥越来越重要的作用。此外,全球的非常规油气资源(如稠油、沥青、焦油砂、油页岩、煤层气、致密砂岩天然气、深盆气、天然气水合物等)也非常丰富,其总资源量分别为常规油气资源量的10倍多。科技进步正迅速降低这些非常规油气资源的开采成本,使之成为“常规”资源,进一步弥补常规油气资源的不足。

世界众多权威机构都认为,至少在 21 世纪的前 20~30 年内,石油天然气仍然是世界主要的能源和化工原料。未来几十年,世界石油工业面临的挑战并不是地球上的天然资源,大量的油气储量足以使我们从 20 世纪的石油世纪过渡到 21 世纪中叶的氢/化学/太阳能的新能源世纪。世界油气资源的前景是乐观的。

② 世界石油生产和消费的地理分布不平衡将更加突出

据统计,1995 年世界经济合作组织成员国消费的石油占世界总消费量的 59.8%,然而其生产的石油只占世界石油产量的 29.9%,石油自给率只有 50%。这在诸如日本、德国、法国、意大利等国则更为明显。而同年美国的石油产量占世界的 11.8%,其石油消费却占世界的 25%。大量进口石油是这些国家的经济得以正常运转的必备条件。在从世界进口的石油中,美国、日本和西欧占 66.3%。再如中东,1995 年的石油产量占世界的 29.7%,消费却只占 5.8%,其石油主要用于出口。显然,世界石油生产和消费的地理不平衡现象是十分明显的。21 世纪这种趋势还将更加明显,从资源分布来看,中东-北非、中亚-俄罗斯和北美 3 个地区剩余可采储量占世界的 82.3%,待探明可采储量占世界的 72%。其中,中东地区分别占世界的 64% 和 25%。据有关部门预测,2010 年以后欧佩克在世界石油产量中所占份额将由目前的 39% 增至 50% 以上。而从消费情况看,当前以及今后 10 年世界石油消费近 80% 将集中在北美、亚太和欧洲地区。

③ 在世界石油市场中,中东石油的生力军地位依然存在并将逐渐加强,中亚石油正逐渐崛起

与其他产油区或产油国相比,中东具有资源基础、产量等多方面优势,21 世纪仍将是世界石油供应的中心。2000 年美国地质调查局对世界油气资源的评估表明,中东、北非、西非海上和南美洲东部拥有绝大部分待发现油气资源,而加拿大、亚太的油气资源储量则相对较少,世界油气资源分布是极不平衡的(有关评估结果详见表 2)。

表 2 美国地质调查局关于世界待发现石油资源分布的评估结果

分布地区	待发现石油/亿桶	占世界总量/%	待发现天然气/万亿 ft ³	占世界总量/%
中东、北非	2 300	35.4	1 370	29.3
苏联	1 160	17.9	1 611	34.5
中、南美洲	1 050	16.2	487	10.4
非洲撒哈拉沙漠以南和南极洲	720	11	235	5
北美	700	10.9	155	3.3
亚太	300	4.6	379	8.1
欧洲	220	3.4	312	6.7
南亚	40	0.6	120	2.6

此外,中亚石油正逐渐崛起。据统计,仅里海的石油储量就高达 150~290 亿桶,这一储量虽不能同海湾地区相比,但可与美国 220 亿桶、北海 170 亿桶相媲美。何况在苏联时期,对里海石油的开发很不充分,特别是对海上油田的开发更是受到技术条件的限制,而阿塞拜疆石油储量的几乎全部、哈萨克斯坦和塔吉克斯坦储量的 30%~40% 都在海上。因而,随着先进技术的采用,中亚石油将有着巨大的潜力。

④ 科技创新引发的科技进步促进了石油工业的飞速发展

石油工业是一个典型的技术密集型行业,近代石油工业的发展无不依赖于科学技术的进步。纵观世界石油工业的发展历程可以发现,世界石油天然气勘探技术发生了3次大的革命。自1900年至1970年的70年内,世界石油产量几乎是以每10年翻一番的速度发展的,全球石油年产量的3次跨越式增长(1亿吨增加至2亿吨,10亿吨增加至20亿吨,20亿吨增加至30亿吨)都是伴随石油工业3次技术革命而出现的结果。

石油工业的第一次技术革命最初出现于1920—1930年。石油勘探技术发生变化的显著标志是由地面地质转入地下,由仅仅根据油气苗、山沟河谷的露头确定井位发展到按背斜构造理论指导找油,由所谓“前地质时期”进入背斜理论时期。并且,钻井技术、采油技术和地球物理勘探技术都取得了重大发展,显微技术也引入到石油行业来。这次革命的集中成果就是一大批背斜油气藏的相继发现。

石油工业的第二次技术革命出现于20世纪六、七十年代。1967年,石油在一次能源消费结构的比例上升到40.4%,首次超过煤炭,标志着人类社会正式进入石油时代。这一时期世界原油的年产量从5亿吨迅速增加到20亿吨。这一时期创立的全球板块构造理论是地质学上的一次重大革命。在板块构造理论指导下,有机地球化学研究和沉积学研究对石油勘探工作产生了重大的指导作用,导致了一大批新油气资源的发现。在勘探技术方面,由于大量采用数字地震仪,多道多次覆盖技术,配以大容量高速电子计算机进行数据处理,使油气资源勘探技术达到了新的水平。电子计算机的应用几乎给石油工业的各个领域带来了生机。进入“科学化钻井”阶段,发明出喷射钻井、平衡钻井、四合一钻头和低密度、低固相钻井液等新技术成果并投入使用。油田开采方面,油藏工程学的理论和方法有了进一步提高;从二次采油发展到强化注水,使油田采油速度成倍增长;三次采油方法(包括混相驱、化学驱、热力驱)由室内转入现场试验,其中热力驱(蒸汽吞吐)已经被工业化推广;海上采油也有了很大进展。

石油工业的第三次技术革命(又称新技术革命)始于20世纪80年代中期,目前正向纵深方向发展,其影响将更加深远。这次技术革命以信息技术为主线,伴随各有关学科和技术的不断相互交叉、渗透和综合集成。在此期间,石油科技的新概念、新技术、新方法层出不穷。其中重要的有含油气系统、盆地模拟、3D地震、4D地震处理解释一体化、三维可视化、层析成像、核磁测井、成像测井、油气混相输送、旋流分离、油气生产自动化与优化运行、远程生产、深海作业等。

⑤ 一批超大型跨国石油公司左右世界石油工业的格局已经形成,世界石油市场的投机性、垄断性将日趋增强

20世纪90年代末开始出现的世界石油领域兼并、重组风潮一浪高过一浪。由于近年来石油技术服务公司也加大了兼并重组的规模和进度,这使得石油领域的整合出现了一些新的特点。如从多元化经营向产业集中化、专业化、规模化发展;从油田业和服务业的分割向综合性、全过程服务方向发展,并形成了埃克森莫比尔、BP-阿莫科、英荷壳牌、道达尔菲纳埃尔夫、雪佛龙德士古、大陆菲利普斯、哈里伯顿、斯伦贝谢等一批超大型石油及石油服务公司。据称,这些超大型公司控制着世界30%以上的石油工业产值、50%以上的石油技术服务市场份额、65%以上的国际石油贸易额和直接投资额以及80%以上的石油石化先进技术。今后,中国石油工业要进一步发展壮大,面对的竞争对手显然主要是这些实力强大的超大型跨国石油公司。

2000年和2004年出现的油价旋风并非是供求关系变动的正常反映,而是国际石油垄断资本和投机资本操纵的结果,是西方大国政治层面纵容的结果。如果说从20世纪60年代到1973年以前,世界石油价格的稳定得益于当时的供需双方直接谈判确定油价的“价格形成机制”的话,那么20世纪90年代以后,“价格形成机制”则已不复存在,而基本上是一种通过期货价格来确定现货价格的“间接定价方式”。期货投机对价格的左右已成气候,石油期货乃至整个世界石油市场已日益趋于投机化,这种趋势还将随着21世纪世界石油供不应求局面的出现而变得更加明显。

2) 世界油气工业的发展趋势

① 油气勘探开发难度将越来越大

尽管对世界油气资源储量的估计是乐观的,但多年来石油勘探在新油气田所发现的石油储量却难以

实现正常接替。HIS 能源集团在其《2001 年世界石油趋势》的年度报告中指出,世界天然气储量将继续得以接替,但石油储量因不能实现接替而将继续减少,并且由于全球石油消费的增长,石油供需缺口正在进一步扩大。HIS 能源集团通过分析除美国和加拿大以外的新油气田初探井,发现 15 个最大的非欧佩克产油国在 1996—2000 年期间新油气田初探井的储量接替率仅为 66%,而欧佩克国家在 1996—2000 年期间的石油接替率为 35%,除美国和加拿大外,这期间世界石油储量的接替率只有 37%。

世界新增储量在构成上表现为以下特点:勘探发现的少,复算增加的多;成熟探区的多,新区开辟的少;海上石油的比例日渐加大。新增储量以老油田复算为主,储量年均勘探发现率逐渐减少,说明世界石油发现的高峰期已经过去,勘探对象正变得越来越复杂,勘探难度也变得越来越大。21 世纪初叶,世界油气勘探和储量增长趋势将主要集中在 4 个领域:海洋油气勘探、天然气勘探、老油区的潜在储量和陆上高成本勘探地区。

② 21 世纪初世界油气供需展望与预测

世界油气供需受多方面因素影响。考虑到世界油气资源量、剩余探明储量、科技进步和大量非常规油气资源量等方面因素,世界油气供应将是充足的。而世界油气需求则主要受到经济增长率、人口变化、油气价格和替代能源的影响,世界油气需求仍然会保持持续增长。多方面的研究预测结果表明,21 世纪初的世界油气供需将基本上保持平衡。

• 石油需求 根据国际能源机构 (IEA) 预计,1997—2020 年世界石油消费年均增长率将为 1.9%,到 2020 年石油在世界能源总需求中所占的份额将为 40%,与它目前所占的份额基本接近。预计到 2010 年世界石油总需求量将达到 0.96 亿桶/日,2020 年将增加到 1.15 亿桶/日。中国和印度将占非 OECD (经合组织) 国家石油需求增长的 1/3。2010 年以后,非 OECD 国家的石油消费量将超过 OECD 国家。我国国内研究机构 (石油经济和信息研究中心) 也就世界石油的未来供需情况进行了详细预测 (详见表 3)。

表 3 2000—2020 年世界各地石油需求情况预测

百万吨

地区	2000 年	2005 年	2010 年	2015 年	2020 年
北美	1 064.60	1 130.03	1 187.67	1 242.09	1 292.57
拉美	218.70	252.30	289.66	330.94	376.25
欧洲	752.60	794.91	835.46	873.74	904.75
苏联	173.10	191.12	216.23	250.67	290.60
中东	209.00	249.43	296.24	350.15	413.86
非洲	116.70	139.95	167.02	199.33	237.88
亚太地区	968.90	1 112.36	1 277.06	1 459.02	1 666.92
世界	3 503.60	3 870.10	4 269.34	4 705.93	5 182.83

资料来源:石油经济和信息研究中心。

2001—2020 年经济发达的北美和欧洲石油需求的年均增长将低于 1.0%。中东和非洲的增长速度仍将是最高。亚太地区发展中国家的增长速度也较高,但该地区日、韩等国的需求将低速增长,从而拉低了整个地区的增速。2005 年后亚太地区的石油需求将超过北美而居世界各地区之首。

• 石油供应 据 IEA 预计,全球石油产量将足以满足预测期内全球的石油需求。虽然某些地区的油田将进入成熟期且产量开始递减,但预测期内世界石油产量将不会下降,不会出现全球性的供应困难。预计全球石油供应量将从 1997 年的 7 500 万桶/日增至 2010 年的 9 600 万桶/日,到 2020 年再增至 1.15 亿

桶/日。国内研究机构(石油经济和信息研究中心)对世界石油供应所作的预测认为,2001—2020年,世界石油供应将与石油需求同步增长。北美地区美国的石油产量虽然近期仍将递减,但其后会稳定较长时间,加拿大和墨西哥的产量将逐年增加。拉美的石油产量有可能较快增长。欧洲北海石油的产量可能在2005年达到高峰,其后缓慢下降。苏联是世界上最具增产潜力的地区。中东的石油产量将随着世界石油需求的增长大幅度增加。非洲的新兴产油国将带动石油产量的快速增长。亚太地区如果没有新的重大资源发现,2005年以后产量将会略有下降。欧佩克在世界石油产量中的份额将从2000年的42.2%增加到2020年的49.7%,中东地区将从29.5%增加到40.5%。根据上述预测并结合有关因素来看,世界石油供需在21世纪初期仍将继续增长,并在没有大的地区冲突等政治因素的影响下维持基本的供需平衡。

• 天然气供需 多方面的预测表明,未来世界天然气的供需将保持持续和高速增长。从供应方面看,世界天然气资源远比石油资源更为丰富。据法国天然气研究所(Cedigaz)估计,世界已探明天然气储量为158.3万亿立方米,而美国《油气杂志》则估计世界天然气探明储量为145.7万亿立方米。2000年6月美国地质调查局发布的全球常规天然气资源评估资料表明,到2000年为止世界累计天然气产量只占总储量的12%。国际能源机构(IEA)预测,在未来20年里,经济转轨国家、非洲和中东地区依然是世界最主要的天然气产地;从需求方面看,天然气消费量在未来20年里也将持续增长,发达国家需求量仍在不断增加。同时,发展中国家随着经济增长,特别是区域天然气管网的建设,将促使天然气消费量有较大增长,尤其是亚太地区天然气需求量将有更快增长。IEA预测,在世界大多数国家的天然气需求增长主要是满足发电的需要。1997—2020年电厂发电所用的天然气年均增长率将超过4%。

③ 21世纪初世界石油天然气价格预测

世界石油价格的基本决定因素是生产成本、欧佩克政策、替代能源价格、市场供需状况、金融投机以及石油联盟的作用。从过去的历史看,欧佩克政策对石油价格水平的影响最为明显。越来越多的证据表明,在石油价格的预测中必须充分考虑政治因素。世界石油探明储量的4/5直接由一些政府控制,大型国家油气公司的行为具有地缘政治的特征,会迅速响应其政府的意愿。地区性政治对抗和其他紧张态势会激发政府的干预,而全球市场只能逐步减弱这种政府干预所造成的风险。

根据对世界石油价格历史演变的分析和对世界石油供需的预测,从更长时期内可以对2001—2020年的石油价格走势作出以下两点基本估计:一是2001—2020年国际原油价格总体水平将呈逐渐升高趋势;二是石油价格的内在不稳定性仍不会消失,在目前市场结构下油价仍有可能出现剧烈波动。

④ 21世纪初世界石油贸易展望

历史经验证明,世界石油贸易总是与石油工业相互促进、共同发展的。展望21世纪,世界石油贸易的总量将保持持续增长,贸易方式也将趋向多元化。

• 世界经济增长是石油贸易增长的强劲动力 预计在未来20年内,世界经济增长的基本推动因素将不会改变,新技术革命所带来的经济增长将发挥重要作用,因而世界经济仍将保持强劲增势,受其影响,全世界能源消费仍将会持续增长,其中石油作为世界主要能源的地位将不会发生动摇。虽然西方发达地区因大量采用节能技术和替代能源可能使其石油消费量出现下降,但亚洲、拉美和非洲地区快速增长的经济将使其石油消费量持续增长。

• 地区经济发展和石油资源分布不平衡导致世界石油贸易增长 从剩余探明石油储量和待探明石油储量分析,未来20年世界石油资源增长将主要分布在中东、中亚—里海—俄罗斯、南美、北非4个地区,其中仅中东一个地区2001年的剩余探明储量就占世界总剩余探明储量的65%。但今后20年内,经济增长速度最快、经济总量最大的地区仍将是北美、亚太和欧洲地区。这3个地区的石油消费量目前已接近全世界的80%,今后消费量比重还会进一步加大。地区经济发展和石油资源分布不平衡的矛盾必然导致世界石油贸易量的持续增长。国际能源机构(IEA)在《世界能源展望》(2000年10月出版)中预计,在1997—2020年内,世界石油贸易量将大幅上升。世界主要地区间的石油净贸易量将从1997年的2800万桶/日增至2020年的6000多万桶/日(详见表4)。

表 4 1997—2020 年世界石油净进口量和净出口量预测

万桶/日

地 区	1997 年	2010 年	2020 年
北美洲	900	1 260	1 520
欧 洲	740	1 080	1 330
亚 太	570	640	660
经济转轨国家	- 280	- 450	- 490
非 洲	- 610	- 940	- 950
中 国	90	460	850
亚洲其他国家	490	1 080	1 670
拉丁美洲	- 410	- 540	- 460
中 东	- 1 700	- 2 660	- 4 310

注:经济转轨国家主要指苏联和东欧国家;负数为净出口量。

• 保护国内资源和利用国际资源推动世界石油贸易量的增长 石油是不可再生的一次性能源,其战略地位非常突出。一些经济发达国家凭借技术、资金和物资优势,廉价采购外国石油,而把本国的石油资源作为一种战略储备暂不开采,这种情况在国际油价相对较低时表现得更为突出。经济越发达的国家,对石油的依赖程度越大,因为石油供应的安全性在很大程度上直接影响到其国民经济的正常运行。随着世界经济的发展,短期内石油输出国与石油消费国之间的贫富差距将有拉大趋势,石油输出国对发达国家技术和资金的需求又为发达国家保护国内石油资源提供了条件,同时也进一步推动了世界石油贸易量的增长。

⑤ 世界石油工业发展的四大趋势

在巴西里约热内卢召开的第十七届世界石油大会形成了如下共识:

- 石油工业的可持续发展将更加强调企业的社会责任;
- 技术进步是发现新的油气田、增加油气储量的基本动力;
- 石油替代能源问题越来越受到广泛重视;
- 炼油与石化一体化,充分利用石油资源,提高产品竞争力。

(2) 中国石油天然气工业发展现状及趋势

1) 中国石油天然气工业发展现状

中国石油工业发展先后经历了 20 世纪 50 年代的探索成长、60—70 年代的高速发展、80 年代的稳步发展和 90 年代以后的战略转移 4 个阶段。1959 年发现大庆油田,1965 年结束对进口石油的依赖,实现自给;60—70 年代,相继开发胜利、辽河、长庆、华北等油气田,使全国原油产量迅速增长,至 1978 年原油产量突破 1 亿吨大关,中国一跃进入世界主要产油国的行列;80 年代,主要是稳住和用好 1 亿吨原油;90 年代初,我国石油工业在“稳定东部、发展西部”方针的指引下,东部油田成功实现高产稳产,西部地区不断获得新的发现,同时,海上油田、海外石油项目也相继取得重大突破。持续发展的石油工业为国民经济建设做出了重要贡献。

① 石油工业已成为国民经济的重要基础产业

截至 2002 年,中国已在 25 个省、市、自治区和近海海域发现 560 个油田,形成陆上东部、中部、西部和近海 4 大油区,建成大庆、胜利、辽河、新疆、四川、长庆、渤海和南海等 24 个原油生产基地。中国原油产量在 1996 年突破 1.5 亿吨后,连续 7 年超过 1.6 亿吨,2002 年上升到 1.69 亿吨,原油年产量居世界第五位。现已建成原油输送管道 12 100 km、成品油输送管道 2 700 km、天然气管道 14 800 km,基本建成了东北、华

北、华东地区的输油干线管网和华北、川渝地区的输气干线管网。全国石油行业形成了集石油天然气勘探开发、炼油化工、管道运输、石油贸易、设计施工、科学研究、工程技术服务、设备制造于一体的石油工业体系。

石油工业在我国国民经济中占有举足轻重的地位。2002年,石油工业(即油气开采加工业)实现增加值(现价)2 654.4亿元,占国有及国有控股企业增加值的近1/6;实现利税2 136亿元,占国有及国有控股企业利税总额的1/3。石油工业的发展带动了机械、炼油、化工、交通、钢铁、电力、建材等相关产业以及地方经济的发展,壮大了国家经济实力,成为国民经济中的一个重要基础产业。

② 我国油气资源及开发中存在的问题

• 油气资源探明程度与人均占有量较低 根据中国石油天然气集团公司和中国海洋石油公司对全国145个主要含油气沉积盆地所作的第二轮油气资源评价结果,我国石油资源储量约为940亿吨,其中陆上694亿吨,海上246亿吨;天然气资源储量为38万亿立方米,其中陆上30万亿立方米,海上8万亿立方米。目前累计探明的石油和天然气储量分别占石油和天然气资源量的20%和6%,与世界平均探明程度(石油78%,天然气42.6%)相比要低得多。从人均占有量来看,我国人均占有的油气资源数量仅为世界平均水平的1/5。

• 油气资源分布不均 我国的油气资源主要分布在华北、东北、西北等北方地区和东部及南部沿海地区。其中,石油主要分布于华北、东北、西北及海域,天然气主要分布在中部地区(鄂尔多斯和四川盆地)、西北及海域。而经济比较发达、油气消费量较大的东南沿海地区油气资源相对较少,这使我国“北油南运”、“西气东输”的格局不可避免。但我国目前还没有全国性的石油和天然气运输管网,因此运输问题必将成为制约我国石油工业发展的一个重要因素。

• 储采比较低,后备储量严重不足 石油工业上游在长期资金短缺的情况下,勘探投入严重不足,再加上多年的强化开采,造成新增探明储量不足,可动用的可采储量逐年下降。据统计,我国石油的储采比近年来一直维持在14.5左右,远低于46的世界平均水平。这种情况目前还在持续,如果任其发展下去必将严重制约我国石油工业的进一步发展。

• 原油采收率较低 美国的原油平均采收率为33%~35%,最高达70%,北海油田达50%,国外注水大油田的采收率为50%左右,而我国的平均采收率只有30%,大庆油田的原油采收率较高,也只有35%左右。

• 产权界定不清 一些地方乱开滥采现象仍然存在,不仅造成了资源浪费,而且干扰了油气田企业的正常生产。还有一些地方单位擅自开展对外合作,打破了石油行业统一对外合作的秩序。

• 油气生产成本居高不下 目前,世界上多数国家每桶原油的成本低于10美元,国际大石油公司的成本只有5~6美元。而目前国内原油成本则较高,如中国石油天然气集团公司为每桶11.6美元,中国石化集团公司为每桶13.3美元,中国海洋石油公司为每桶11.78美元。国内原油成本居高不下的原因主要是:主力油田进入中后期,综合含水较高;生产效率低,人工成本太高;企业组织形式不合理,管理水平不高;企业还本付息的负担过重。

• 投资效益较差 据统计,我国油田陆上项目投资收益率情况为:边际油田0.97%,世界排名第35位;经济油田1.47%,世界排名第31位;上乘油田2.56%,世界排名第30位。海上项目投资收益情况为:边际油田0.99%,世界排名第26位;经济油田1.53%,世界排名第24位;上乘油田1.72%,世界排名第20位。陆上项目净现值情况为:边际油田0.07美元/桶(不贴现则为2.1美元/桶),世界排名第31位;经济油田0.59美元/桶(不贴现则为3.51美元/桶),世界排名第63位;上乘油田1.50美元/桶(不贴现则为5.17美元/桶),世界排名第83位。海上项目投资净现值情况为:边际油田0.02美元/桶,世界排名第28位;经济油田0.67美元/桶,世界排名第56位;上乘油田0.67美元/桶,世界排名第71位。

③ 石油储量和原油产量进入稳定增长阶段

根据2000年底中国油气资源的评价结果,中国石油总资源量约为1 021亿吨,其中,陆上775亿吨,沿海海域246亿吨;最终可采油气资源量约为(138~160)亿吨。截至2002年底,已累计探明石油地质储

量 225.8 亿吨, 探明可采石油储量 63.5 亿吨, 可采资源探明程度为 40%~46%, 仍有较大的勘探潜力。从新增探明石油地质储量看, “七五”期间年均均为 5.52 亿吨, “八五”期间年均均为 6.12 亿吨, “九五”期间年均均为 7.85 亿吨。2000—2002 年, 随着石油地质理论的深化和勘探技术的提高, 勘探成果不断扩大, 在全国范围内共新增探明石油地质储量 33.1 亿吨, 年均新增储量 11 亿吨; 先后探明陆梁、安塞、蓬莱 19-3、塔河、BZ25-1S 等 6 个亿吨级, 大情字井、曙光等 3 个(5 000~10 000)万吨级, 10 个(3 000~5 000)万吨级的油田。其中, 松辽盆地年新增储量 1.1 亿吨, 西部各盆地年新增储量 2.7 亿吨, 海域年新增储量 2.4 亿吨。新增探明石油储量可动用程度达 90% 以上, 石油勘探开发的整体效益不断提高。这表明我国石油储量开始进入稳定增长时期。

2002 年我国原油产量为 16 886.59 万吨, “十五”头两年年均增长 1.85%, 年均增加 304.16 万吨, 石油生产弹性系数为 0.264, 分别与“九五”期间的 1.67%、259 万吨和 0.202 相比均有增长。截至 2002 年底, 中国累计采出原油 39.7 亿吨, 剩余石油探明可采储量为 23.8 亿吨, 储采比为 14:1 (详见表 5)。

表 5 1995—2002 年中国原油生产量情况

年 份	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
原油产量/万吨	15 005	15 733	16 074	16 100	16 000	16 278	16 493	16 887

值得一提的是, 新疆油田 2002 年原油产量首次上升到 1 005 万吨, 成为西部第一个千万吨级大油田, 显示出西部石油资源的接替潜力; 海上油田勘探年年有新发现, 秦皇岛 32-6 油田、文昌 13-1/2 油田和蓬莱 19-3 油田顺利投产, 2002 年海上原油产量首次突破 2 000 万吨大关。

④ 对外合作稳步推进

近两年, 中国石油工业对外开放进一步取得新的进展。在石油上游领域, 采取多种方式对外合作勘探开发, 不仅引进了国外资金、先进技术和管理经验, 而且加快了国内勘探步伐, 提高了油田开发水平。

截至 2002 年底, 中国陆上石油与国外 45 家石油公司签订合同 51 个, 合同区面积近 25 万平方公里, 引进外资近 13 亿美元。其中, 2000—2002 年新签合同 4 个, 正在执行的合同 13 个, 年均合作生产原油约 220 万吨。2002 年还签订与外国联合研究的项目 3 个。石油领域的对外合作有力地促进了风险勘探和难动用储量的开发, 使大庆、胜利、辽河、吉林、大港、中原、青海和新疆等一大批油田深层油藏、稠油油藏、低渗透油藏及裂缝性油藏的原油采收率得到了提高。

海上石油对外开放更是先行一步。截至 2002 年底, 中方与 18 个国家和地区的 70 家石油公司签订了 154 个石油合同和协议, 目前正在执行的合同有 32 个, 合同区面积近 12 万平方公里, 直接利用外资超过 90 亿美元, 共建成海上合作油气田 13 个。与德士古签订的渤中 25-1/25-1 南跨界开发协议, 实现了自营区块和合作区块油田的一体化开发; 与非力普斯合作的蓬莱 19-3 油田, 是继大庆油田之后发现的中国第二大整装油田。

与此同时, 炼化化工项目的对外合作也同步推进。与壳牌公司在惠州大亚湾合资 43.5 亿美元建设的南海大石化项目进入全面实施阶段; 与巴斯夫在南京、与 BP 公司在上海的两个合资乙烯项目开始全面施工; 与埃克森美孚、沙特阿美在福建合作的炼化化工一体化项目的可行性研究已获国家批复, 开始进入项目建设准备阶段。

⑤ 国际化经营呈现新局面

中国石油工业国际化经营, 经过“九五”时期的大发展, 已经从低风险单项油田开发, 转向油田生产与技术服务、炼厂建设与管道施工等综合项目开发; 从以陆上项目运作为主, 转向积极向周边国家、地区和海域拓展, 主动寻找机会介入风险勘探, 从生产经营转向资本并购。截至 2002 年底, 中国石油企业与 26 个国家累计签订石油合同项目 40 个, 其中, 陆上石油勘探开发、技术或商务项目 31 个, 海上石油勘探开发项目 5 个, 管道项目 2 个, 炼油和化工项目各 1 个。在苏丹 6 区、3/7 区、1/2/4 区取得突破, 获得探明石油储量 12 159 万吨。2003 年年中又在苏丹 3/7 区的麦卢特盆地发现一个世界级大油田, 现已基本探明石油地

质储量 2.7 亿吨,可采储量约 8 000 万吨以上,并根据专家论证,该区还有继续扩大储量的潜力。在印尼以 5.85 亿美元收购的一家油田资产,获得约 550 万吨/年的份额原油;以 2.16 亿美元收购的印尼另一家油气资产,获得探明储量近 1 400 万吨油当量的权益。全年共生产原油作业产量 2 130 万吨,比上年增加 500 多万吨,权益油产量约 1 622 万吨,同比增长约 80%。

在下游业务领域,苏丹炼厂年加工原油 256 万吨,同比增长 11.1%;苏丹聚丙烯装置建成投产,并占领了当地及周边市场。同时,在国外经营的一批重点石油工程项目,如哈萨克斯坦阿克纠宾扎纳诺尔油田油气处理厂工程完成,与哈萨克斯坦合资建设的肯-阿输油管线全线贯通并投产。新签约的阿塞拜疆油田勘探开发项目、土库曼斯坦油田技术服务项目、阿曼 5 区块项目、印尼项目和哈萨克斯坦滨里海盆地东缘区块项目已开始正式运作。受石油项目的拉动,国外石油工程承包、技术服务、劳务合作和物资装备出口等业务,新签合同额约 14 亿美元,完成合同额 10 亿美元以上,同比分别增长 27% 和 52%。

⑥ 石油科学技术取得新成果

近两年,石油工业的研发管理体制进一步理顺,创新机制进一步完善,有力地促进了石油科技攻关、成果转化和新技术的推广应用。在上游领域,2002 年,中国石油天然气集团公司组织实施了 12 项国家级科技攻关项目,4 个国家“973”重点油气基础项目研究取得新进展;一批集团公司级的攻关项目取得重大科技成果,如高分辨率、全三维、山地等复杂地震勘探技术及采集、处理、解释技术,欠平衡钻井、侧钻水平井、特殊工艺井钻井技术,空气钻井技术、X70 大口径螺旋焊管、直缝焊管生产线等。有 6 项成果获得国家科技进步奖,49 项成果获得集团公司技术创新奖。中国海洋石油总公司研制形成了含油气盆地资源评价和勘探目标评价技术、海上地震勘探资料采集处理解释技术、数控测井与资料分析处理技术等十大配套技术。中国石油化工集团公司研制开发了特高含水油田提高采收率技术、滩海石油工程技术、可移动平台等 13 项应用技术。这些技术为东部稳产、西部增产和西气东输管道工程等提供了有力支撑;在下游领域,200 万吨/年渣油加氢处理成套技术的开发成功,促进了中国炼油技术跃上一个新台阶;催化裂化汽油加氢异构脱硫降烯短装置的投料运行,实现了中国石化生产清洁汽油的又一项重大技术进步;硫磺回收及尾气处理和低压组合床重整,形成了具有中国自主知识产权的专利技术;同时,以中国石油“能源一号”为代表的电子商务网站和以企业资源计划(即 ERP)为代表的中国石化电子信息管理网络迅速发展,使中国石油工业在新世纪的头两年步入了新型工业化道路。2002 年,石油、石化电子商务网上物资品种有 56 大类、8 万种,网上供应商和用户达 2 500 多家,网上交易额达到 270 多亿元。

⑦ 石油行业竞争实力明显增强

经过近几年脱胎换骨的重组改制以后,中国石油工业的经济实力明显增强。2002 年,中国石油工业企业完成销售总收入 7 523 亿元,占国有及国有控股企业销售总收入的 15.5%;实现利润总额 955.5 亿元,占中国工业企业利润总额的 17%,特别是占国有及国有控股企业利润总额的近 36.2%。中石油、中海油、中石化三大石油公司经过近几年的战略性重组和内部结构调整,主营业务更加突出,经营实力、参与国际市场竞争的能力、抗风险能力显著增强,为中国石油、石化工业的健康持续发展奠定了坚实的基础。在 2003 年 8 月由中国企业联合会、中国企业家协会公布的 2003 中国 500 强企业中,中国石油天然气集团公司、中国石油化工集团公司分别排在第 1、2 位。在美国《石油情报周刊》2002 年 12 月按油气储量、油气产量、石油炼制能力、油品销售量等六项指标综合测算出的世界最大 50 家石油公司中,中石油旗下的中国石油天然气股份公司排名第 10 位,中石化旗下的中国石油化工股份公司排名第 23 位,比上年提高 10 位。在美国《油气杂志》按炼油能力大小排出的 2003 年 25 家大石油公司中,中国石油化工集团公司名列第 4,中国石油天然气集团公司名列第 12 位。中国海洋石油总公司连续三年在中国大型国有企业综合绩效评估中名列前茅。

2) 21 世纪前半叶中国石油工业的发展趋势展望

① 21 世纪初我国石油天然气的供需形势

国家对石油天然气的需求量是根据我国国民生产总值(GDP)、人口增长,同时参考发达国家人均 GDP 与能源消费量之间的变化规律,并考虑社会环境要求、新能源的开发利用以及各种能源资源供应能

力等因素,在综合研究的基础上作出评估和预测的。21世纪,我国的国民经济将保持高速和持续发展的态势,预计2010年、2020年、2030年、2050年GDP总值分别为2.2万亿美元、(3.9~4.1)万亿美元、(6.3~6.8)万亿美元和(12.7~16.2)万亿美元。人口增长从目前的13亿至2030年增加到16亿,以后将保持相对稳定。参考发达国家人均GDP与能耗的变化规律,预计到2010年、2020年、2030年和2050年,我国的能源需求总量将分别为(15.1~15.2)亿吨标油,(18.8~20.1)亿吨标油,(22.3~25.0)亿吨标油和(28.2~35.1)亿吨标油。根据21世纪前半叶我国能源需求总量的预测结果,考虑到社会环保要求及其他能源供给能力、新能源及可再生能源的开发利用程度来进行预测,可以预计到2010年、2020年、2030年及2050年,我国的石油需求量将分别为3.5亿吨、4.25亿吨、4.0亿吨和3.25亿吨,天然气需求量分别为1200亿立方米、3000亿立方米、3700亿立方米和4300亿立方米(详见表6)。

表6 21世纪前半叶中国石油、天然气需求量预测表

油气需求	2010年	2020年	2030年	2050年
能源总量/亿吨标油	15.1~15.2	18.8~20.1	22.3~25.0	28.2~35.1
油气/亿吨标油	4.48	6.56	7.05	6.45
石油/亿吨标油	3.50	4.25	4.00	3.25
天然气/亿立方米	1200	3000	3700	4300

根据对我国未来的石油勘探探明储量预测结果表明,目前全国探明储量仍处于高峰期,年探明储量约为(6~7)亿吨。今后20年,仍然是探明储量增长较快的时期,预计到2020年、2030年和2050年,年探明储量分别为(5.0~5.5)亿吨、(3.9~4.2)亿吨和(2.4~2.6)亿吨。对未来全国石油生产演化趋势的预测表明,目前的全国石油产量已处于高峰期,产量继续上升的余地不大,高峰产量预计可维持在2013—2024年之间,预计到2020年、2030年和2050年,全国的石油产量将分别为1.38亿吨、1.13亿吨和0.65亿吨。

21世纪将是我国天然气工业发展的重要时期,预计到2010年、2020年、2030年和2050年,中国天然气的探明储量将分别为3175亿立方米、3348亿立方米、2948亿立方米和1687亿立方米;相应的天然气产量分别是710亿立方米、1300亿立方米、1160亿立方米和900亿立方米。

国内生产油气当量到2010年、2020年、2030年和2050年将分别为2.12亿吨标油、2.43亿吨标油、1.98亿吨标油和1.54亿吨标油,与国内需求相比将有很大缺口(详见表7)。

表7 21世纪前半叶我国石油、天然气供需预测表

油气需求与供给		2010年	2020年	2030年	2050年
石油/亿吨	需求	3.50	4.25	4.00	3.25
	供给	1.55	1.38	1.13	0.65
	供需缺口	-1.95	-2.87	-2.87	-2.60
天然气/亿立方米	需求	1200	3000	3700	4000
	供给	710	1300	1160	900
	供需缺口	-490	-1700	-2540	-3100

② 资源相对不足,石油储量增长难度越来越大

从全球油气分布格局来看,我国处于油气富集程度较低的地区。最终石油可采资源量即使按160亿吨计,也只占全球的4.9%,人均石油可采资源量和人均产量约为世界平均水平的1/5。当前我国石油资源品质已大大变差,据推测,可转化的石油资源中约有3/5有待探明,但绝大多数资源处在埋藏较深、类型

复杂、地面条件差、工艺技术要求高的油藏中,分布在中、新生界的白垩系和第三系的资源占总资源量的68%,粘度大的重油和低渗透石油资源占总资源量的43.6%,勘探技术难度正进一步加大。目前,中国石油的地质资源探明程度为22.1%,可采资源探明程度为43%左右。其中,东部地区勘探程度较高,资源探明程度为51.4%,渤海湾盆地为46.2%,西部地区勘探程度较低,准噶尔盆地资源探明程度19.7%,塔里木盆地5.0%,鄂尔多斯盆地21.4%,海域7.3%。虽然随着石油地质理论的深化和勘探技术的提高,石油储量将出现稳步增长,但从储量增长的构成看,约65%的增量将来自于已开发油田的老区,主要集中在渤海湾、松辽平原、鄂尔多斯、准噶尔、塔里木、柴达木等盆地。特别是保证勘探进入良性循环的资源序列不尽合理,主要是远景资源量大,预测和控制储量少,寻找有利的勘探目标越来越困难,探明储量增长对技术的依赖程度将越来越大,储量接替难度也将加大。总之,随着勘探潜力和新增储量区域上的变化,陆上原油产量西部升、东部减的格局已成定局,石油勘探开发有效、快速发展的道路将不会平坦。

③ 主力油田进入稳产后期,产量增长潜力有限

2000—2002年,中国原油在能源生产结构中的比重从2000年的21.8%降至2001年的19.4%和2002年的17.2%,当然,这除了原煤大幅度增长外,主要是原油产量增长缓慢所致。中国原油生产主要集中在东部的松辽和渤海湾地区,2002年占全国产量的2/3,比2000年下降8个百分点。这些主力油田均已进入高含水、高采出程度和高采油速度的“三高”阶段,采出量占可采储量70%左右,已无更多潜力。特别是大庆油田原油产量在连续27年高产稳产5000多万吨以后,2002年在5013.1万吨的产量水平上画上了句号。为了大庆油田的长远发展,同时也是遵循石油开采的客观规律,大庆油田原油产量将逐年递减。西部和海上原油产量这几年呈快速增长态势,但仍比东部低很多,其中,西部原油产量占全国的1/5,比2000年提高1个百分点。虽然西部地区 and 近海海域储、产量增长较快,但短期内还看不到形成产量接替的储量基础,产量增长尚不能弥补东部的递减。从实际生产状况看,中国原油产量基本处于满负荷生产状态,且完全成本处在每桶11~13美元以上,高于国际平均成本3美元以上。从经济上讲,油价处在高位时,提高产量的空间不大;处在低位时,减少产量会导致工作量减少、效益降低,从而引发诸多不稳定因素,油田生产经营处在较为被动的状态。

④ 石油供需缺口加大,进口依存度进一步提高

2000—2002年,中国石油消费增长速度继续高于石油生产增长速度,供需缺口继续加大。石油消费量从2000年的21916万吨增加到2002年的24123万吨,年均增长4.91%,高出产量增速3.1个百分点,年均增加1104万吨(详见表8),其中成品油消费量从10915万吨增至12204万吨,年均增长5.74%;石油消费弹性系数达0.7,比石油生产弹性系数高0.436。石油“一高一低”现象(石油消费高速增长和产量低速增长)导致国内石油供不应求,供需缺口从2000年的5637.73万吨增至2002年的7236.41万吨,对进口石油的依存度达到30%,国产石油已难以为继。

表8 2000—2002年中国石油消费量及其增长速度

年份	石油消费量	石油消费量年均增长率	石油消费量年均增加量	国内生产总值年均增长率	石油消费弹性系数
1996—2000	99222万吨	5.65%	1016万吨	8.27%	0.683
2000	21916万吨	—	—	—	—
2001	22672万吨	4.91%	1104万吨	7.00%	0.7
2002	24123万吨	—	—	—	—

⑤ 石油安全形势不容乐观

石油安全主要是指在一个特定时空里,有能力以合理的价格、通畅的渠道、在可承受的风险范围内,获得稳定的石油供应,又称石油供应安全。自1973年世界石油危机以来,“石油安全”已成为“能源安全”的

同义词。中国的石油安全问题早在 20 世纪 90 年代就已提上了议事日程。近十年来,社会各界对中国石油安全问题的担忧有增无减。

- 出于石油进口的考虑 从石油进口来源看,目前以局势动荡的中东地区为主的进口格局,存在很大的安全供应隐患。随着美伊战争的结束,中东地区处在美霸权控制之下,中国石油进口存在的风险主要是政治风险、运输风险和供应中断风险。

- 出于战略石油储备的考虑 虽然中国已确定分期建设国家石油储备库,但工程才刚刚起步,离战略石油储备体系的建立还为时尚早。

- 出于周边地区石油安全隐患的考虑 2001 年“9.11 事件”,使美国基本实现了对中亚和里海油气资源的战略控制。美国还在精心构筑一条“太平洋锁链”,拟形成对中国的东向包围。在印度洋地区,印度全面推行“印度洋控制战略”。这些都对中国海上(如马六甲海峡)石油运输安全和南中国海的油气资源开发构成威胁。同时,亚洲石油需求急剧增长和石油进口不断攀升,以及美日叫嚣“中国石油威胁论”等,都使中国石油进口安全蒙上了一层阴影。

- 出于油价大幅上扬的考虑 预计中国石油进口量到 2010 年将超过 1 亿吨,2020 年将超过 2 亿吨。而目前中国尚未大规模参与全球石油衍生品的交易,还不能对进口石油进行套期保值。

因而,无论国际油价涨幅多大,都只能被动接受。尽管中国在国外已开发少量油田,但大多位于敏感地区,易受各种因素干扰,从油价上涨中获得的利益不会太大。由于我国的石油安全体系本身存在的一系列隐患,可以预见,今后国际石油市场暂时和局部的供应短缺以及油价的异常波动,都将很容易对中国石油供给和国民经济产生一定的影响和冲击。所以,必须对短期石油供应中断甚至引发石油危机的可能性有足够的估计和准备,绝不可掉以轻心。

2. 国际、国内油气储运工程系统发展概况及动态分析

(1) 国际、国内油气储运工程系统发展概况

油气储运工程行业是伴随世界石油工业发展而逐步发展起来的。1850 年世界上建成第一条天然气工业管道,1856 年美国建造了世界第一条长 9.65 km、直径 50 mm 的原油输送管道,1920 年美国建成世界第一条成品油管道。目前,世界长距离油气管道建设正进入一个快速发展时期,2003 年全球正在建设和规划的油气管道总长达 7.6×10^4 km,今后 15 年内世界油气管道长度将以每年 7% 的增长率增长,其中天然气管道占主导地位。

我国油气储运工程系统的建设起步较晚,1958 年随着克拉玛依至独山子管道的建成,拉开了输油管道建设的序幕。迄今,我国建成陆上及海底原油、天然气、成品油长输管道 3.3×10^4 km,其中陆上原油、天然气、成品油长输管道分别为 9 200 km、20 000 km、3 800 km。我国油气管道建设目前存在的问题是:原油管道主要分布在东北、华北、华东和西北地区,没有形成全国性原油供应网络,建设年代早、自动化水平低;天然气管道分布不均,未形成管网骨架;成品油管道建设规模小,输送比例低。

截止到 2001 年底,国内探明天然气可采储量 $24\,023.21 \times 10^8$ m³,加快天然气发展的资源基础基本具备。天然气工业发展,管网建设必须先行。当前几大石油公司计划在“十五”、“十一五”期间,建成西气东输管道,气化豫、皖、苏、浙、沪等地区;建成忠武天然气管道,气化两湖;建成陕京二线输气管道,气化京、津、冀、鲁、晋地区;在 2015 年前,建成青陕线和俄中、哈中天然气管道,气化西北、东北和环渤海地区;规划建设环渤海和长江三角洲 LNG 接受站;规划在大港、华北、金坛、江汉、大庆、辽河等地建设 6 个储气库。预计到“十五”末,我国天然气管道总长度将超过 30 000 km,全国天然气骨干管网将初步建成。

随着我国进口原油比重的不断增长,进口原油输送管道将摆上议事日程。目前正在规划建设从俄罗斯、哈萨克斯坦到中国的进口原油长输管道;东南沿海海上进口原油管道和沿长江原油输送管道,目前原油管道的规划建设已向多入口、管网化方向发展。我国目前成品油运输和分配主要以公路、铁路和水路运输为主,周转环节多、运输损耗大,预计 10~20 年内成品油管道将得到快速发展,并逐渐代替铁路运输。

我国目前的石油储备不足 18 天,而日本、韩国、德国的石油储备分别达到 116 天、64 天、108 天,作为

世界第二大石油消费国,我国的石油安全已经迫在眉睫。为此,《国民经济和社会发展“十五”计划纲要》对国家石油储备提出了明确要求。有关专家建议我国的石油储备规模按 90 天进口量考虑,其中国家战略储备为 70 天,企业义务储备为 20 天。到 2005 年、2010 年和 2020 年,国家战略石油储备规模分别达到 1 600 万吨、2 300 万吨和 4 300 万吨。首批总投资 60 亿元人民币的国家战略石油储备基地建设已经启动,分别为舟山、镇海、黄岛和大连 4 个储备基地。

(2) 国际、国内油气储运工程科技发展概况及趋势

从世界范围看,油气储运工程行业的科学研究主要集中在一些高等学校的研究所和独立研究机构,其研究内容和经费主要以研究计划的形式由大石油公司委托和拨付。在海上油气田处理与输送方面,国外的研究主要集中在油气水多相混输工艺、多相增压技术、多相计量技术和高效油气分离技术等方面;在油气储存技术方面,主要研究内容集中在大型储油设施、天然气储存方法、油气特殊储存方法和储存设施的安全检测技术等方面;在原油管道输送方面,世界范围内的高粘、易凝原油管道输送基本采用加热和稀释两种工艺,以提高管道运行安全性、节能降耗为目的的各种新技术、组合工艺的研究日益成为热点,像物理场处理、水输、器输、充气降粘输送、混输和顺序输送等多种工艺研究。国外普遍采用高效加热炉、节能型输油泵,运用计算机仿真模拟管道运行和事故工况,进行泄漏检测,优化管线的调度管理,对在役管道定期进行安全检测和完整性评价。以大力进行长距离管道常温输送工艺的试验研究为技术发展趋势,特别重视含蜡高粘原油输送及流动保障技术、含蜡高粘原油流变性及其机理、管道蜡沉积预测研究;在成品油管道输送方面,输送技术相当成熟,顺序输送介质有原油、成品油化工产品等,能够实现 118 种介质的顺序输送,输送工艺多采用湍流密闭输送,输送性质差别大的油品时采用隔离输送方式,混油界面采用计算机进行批量跟踪,并采用多种界面检测方法。以向大口径、大流量、多批次方向发展为技术发展趋势,除输送成品油外,还输送其他液体烃类化合物。广泛采用管道优化运行管理软件系统,合理安排各批次油品交接时间。成品油顺序输送中混油界面的检测以超声波检测法为发展趋势;在天然气管道输送方面,长距离、大管径和高压管道是当代世界天然气管道发展主流,输气系统的网络化是发展趋势,建设地下储气库是安全稳定供气的主要手段,天然气的热值计量、天然气泄漏检测、天然气管道减阻剂、天然气储存、管道运行仿真、GIS 等是近期取得的新进展。国外的科技发展趋势是沿袭 20 世纪末的特点,并向深度和广度发展,具体表现在:高压输气与高、超高强度管材钢级的组合是新建管道发展的最主要趋势,高压富气输送技术及断裂控制、多相混输技术、天然气水合物储存技术逐渐纳入研究计划。

总体来讲,我国油气储运工程技术发展水平与国外差距较大。在海上油气田处理与输送方面,由于中海油主要采用国外技术,采用国际通用的管理模式,该方面技术差距不大。在原油管道输送方面,我国的管道输送技术不断发展,技术水平不断提高,在密闭输油工艺、原油加剂综合处理技术、大落差地段输油技术、输油管道节能改造、油气管道自控技术(SCADA 系统)等方面已经达到国际先进水平或具有自己的特色。目前,我国成品油管道输送技术尚处于初级水平,且自动化水平低,无法全面体现成品油管道输送的特点和优势,成品油管道输送也没有形成全国性输送网络或区域性网络。相信随着兰-成-渝成品油管道的投产和大西南成品油管道的规划建设,技术差距会逐渐缩小。在天然气管道输送方面,涩宁兰、西气东输管线的建成投产,忠武线、长呼线的开工建设,陕京二线的启动,标志着我国大规模生产和消费天然气时代的到来。其中,西气东输代表了目前我国天然气管道工程的最高水平。目前,我国油气储运工程技术和国外的主要差距为:管道少、分布不均、未形成全国性管网;管径小、设计压力低、输量少,不能满足日益增长的市场需求;天然气富气输送技术在我国还是空白。

我国油气储运工程技术发展总的要求是:按照“立足应用、推进共享、注重创新、追求卓越”的科技理念,大力开展核心技术攻关,积极推广应用成熟适用技术,加强前沿储备技术研究,优化引进国外先进技术与装备,构建协调高效的管道科技体系,完善管理运行体制,为管道业务的持续有效快速发展提供强有力的保障。具体的技术发展方向为:集中力量攻克 28 项瓶颈技术、推广应用 10 项新技术和超前研究 7 项储备技术。

3. 我国石油天然气工业的发展战略

目前,我国石油天然气工业发展的基本思路是:立足当前,着眼未来,围绕全面建设小康社会目标,以市场需要为导向,以经济效益为中心,继续贯彻“立足国内、开拓国际、厉行节约、建立储备”十六字方针,坚持实施市场开拓、跨国经营、低成本发展、科技创新和持续重组五大战略,以合理的经济代价,建立长期安全稳定的、全方位、多渠道的全球石油供应体系,保障国民经济持续、稳定、健康发展。

立足国内——立足国内石油资源的勘探开发,在保持合理储量接替和储采结构的条件下,努力增加石油生产,保障国内石油的基本需求。力争到2020年,国内石油保障程度达到50%左右。

开拓国际——将国家石油战略置于全球大背景下,积极参与分享国外石油资源,大力发展国际石油贸易,力求建立长期稳定的、多样化的国外石油生产基地和供应渠道,充分利用国外资源来弥补国内石油供需上的缺口。

厉行节约——坚持开源与节流并重,把节约放在优先地位,抑制不合理的石油消费,提高能源利用率,争取用较少的石油消耗支持国民经济的快速发展。

建立储备——逐步建立起可靠的国家战略石油储备体系,调节国内供求关系,平抑油价起伏不定,增强应对突发事件的能力,保障国家石油供应的安全。

(1) 石油工业发展的战略重点

我国资源区域差异的分布特征决定了我国石油资源的区域发展方向与储量接替战略,即按照东部挖潜,延长稳产期,西部加大投入,实现增储上产的发展思路,在战略部署上做到“四个结合”,即:稳定东部与发展西部相结合;重视石油与加快发展天然气相结合;开发生产与节约利用石油资源相结合;国内石油勘探开发与国外建立石油生产基地相结合,以全方位保障国民经济发展对石油资源的需求。

1) 加强东部精细勘探开发,努力保持原油稳定生产

东部地区是中国最重要的石油生产供应基地,原油产量占全国的73%。截止到2002年底,已累计采出34.21亿吨。目前,东部地区大多数油田已进入开发的后期阶段,保持稳产难度很大。但据勘探开发成果分析,东部地区石油资源量较全国第二轮油气资源评价结果有明显增加,资源勘探的潜力仍然很大,说明在今后一段时期,东部地区仍然是中国的主要产区。

今后的重点工作是深化油田老区的精细勘探和提高原油采收率,提高未动用储量的动用率。在深化老区勘探方面,以富油气凹陷为主要勘探对象,以寻找可动用优质储量为目标,采用新理论、新技术、新方法寻找新的含油区块、含油层系,重点搞好松辽、渤海湾盆地的滚动勘探和二次勘探工作,开展中深层复杂隐蔽油藏、浅层稠油油藏和深层油气藏的勘探,扩大其含油面积,扩大勘探成果,增加油气储量。

加强滩海和东部新盆地、新凹陷的勘探工作,有效补充储量。虽然这些地区资源有限,石油资源量只有30亿吨左右,但探明度低,具备增储潜力,可以作为东部原油产量的有效补充。

在提高原油采收率方面,要认真做好已开发油田的综合调整和提高采收率工作,以改善二次采油、三次采油为手段,努力寻找新发现和实现大突破,增加经济可采储量。

力争“十五”期间,在2000年动用探明储量的基础上提高采收率1.5%~2.0%,增加可采储量2.25亿吨以上,并提高难采储量的动用率,延长油田稳产期。大庆油田应加快攻关和完善三元复合驱等三次采油技术,适时建设相关配套工程,确保原油产量不至于下降太多,为减缓东部地区产量递减起到重要支撑作用。

2) 加强西部石油勘探开发,努力建成重要战略接替区

西部地区包括中部、西北和青藏三大石油资源区。据中国2000年底的油气资源评价结果,西部地区拥有石油资源量达367.6亿吨,目前尚有300亿吨以上的石油资源有待探明,资源探明程度较低,总体处于勘探初期,是中国石油工业增储上产的主战场和战略资源接替基地。加快西部石油勘探开发,力争获得新的发现和重大突破,实现增储上产,对保障中国石油供应安全具有重要的战略意义。西部地区2002年生产原油3332万吨,占全国总产量的19.7%。截至2002年底,西部地区已累计采出原油40403万吨。

长时期,石油科技应按照“有所为有所不为”的原则,集中优势力量,突出重点,突破制约石油工业发展的关键性勘探开发技术努力提高石油行业的运营效率和效益。

今后需要重点发展的关键性技术主要有以下几个方面:

① 在勘探开发领域主要有层序地层学分析应用技术,石油勘探快速评价决策系统,含油气系统分析及动态模拟技术,寻找深部和隐蔽油藏的新技术,高含水中后期油藏表征与剩余油监测技术,提高注水开发油田常规开采技术和三次采油技术,发展老油区内部及边部滚动勘探开发新技术,剩余油监测、稳油控水配套技术,聚合物驱工业化应用技术,低渗透油气藏开采技术,稠油蒸气驱开采技术,复杂结构井油藏开采技术,油藏动态监测技术等。

② 在石油服务领域主要有复杂地区地震采集技术,复杂构造成像技术,复杂储层预测技术,油气田开发地震技术,地震采集处理和解释软件,成像测井、核磁共振测井、随钻测井技术,高温高压井及复杂深井技术,适用于复杂地质条件的复杂结构井、多分枝水平井、大位移井钻井技术等。

③ 海上石油领域主要有海域油气盆地资源和勘探目标评价技术,海上平台设计技术,海底管线结构设计、铺设及泄漏监测技术,水下自动生产技术,海洋环境调查及预报技术等。

④ 在炼油化工领域主要有从重油生产清洁油品的灵活多效耦合催化裂化集成技术,悬浮床加氢裂化集成技术、高档润滑油生产技术、腈纶成套技术等。

6) 建立战略石油储备体系,保障国家石油安全

战略石油储备是国家石油安全的核心内容,是稳定供求关系、平抑市场价格、应对突发事件,进而保障国家经济安全的有效手段。日、美等许多石油消费国在经历了石油危机的沉重打击后,经过近 20 年的时间建立起了战略石油储备体系,巴西、南非、印度等发展中国家也都建立了战略石油储备,并且有相应的组织保障。IEA 规定 90 天净进口量为石油储备量标准,这也比较适合中国的情况。目前,我国还没有战略石油储备,现有的原油、成品油储罐属企业储备,不能用作战略储备功能,一旦遇到突发事件,处境将十分被动。

中国的“十五”发展计划已明确提出“建立国家战略石油储备,维护国家能源安全”。国家石油储备库工程已于 2003 年启动。中国是石油消费大国,建立完善的国家石油储备不仅可以较好地应对各种突发事件,防止和减少因石油供应中断、油价大幅度震荡带来的影响,而且在国际石油市场上能有较大的回旋余地。借鉴国外的经验,结合本国国情,建立国家战略石油储备体系,应实行国家储备与企业自备相结合,以国家储备为主的方针。国家储备由中央政府直接控制和管理,保证稳定供应;企业储备是生产经营使用的周转性石油储备。国家储备与企业储备应严格分开,以保证国家储备库的石油在数量和质量上准确无误。国家石油储备的品种全部为原油,可分两期建成:第一期到 2005 年,规模约为 1 300 万吨,相当于 50 天的净进口量,相应的储罐建设规模为 1 600 万立方米;第二期到 2010 年,规模约为 3 300 万吨,相当于 90 天的净进口量,相应的储罐建设规模为 4 000 万立方米。

4. 我国石油天然气工业发展战略对石油天然气学科专业发展的影响

我国石油天然气工业的发展战略对石油天然气学科专业产生的影响将是深远的、持久的和全方位的,概括而言主要表现在以下几个方面:

(1) 适应中国石油工业发展战略的需要,进一步深化石油天然气学科专业人才培养模式、课程体系和教学内容改革

石油企业的专业技术人才与管理人才的接替和补充主要来自于各有关高等学校的毕业生。高等学校石油天然气学科专业(资源勘查工程、勘查技术与工程、石油工程、油气储运工程等)是以石油行业为主要服务对象的,其毕业生大部分将到石油企业单位去就业。为适应我国石油工业发展战略对人才质量、规格的新要求,石油天然气学科专业应进一步加强人才培养模式、课程体系和教学内容的改革和调整。在进行教学计划和课程体系改革时,应特别注意考虑以下几方面的因素:

1) 石油天然气学科专业的人才培养应适应油气田勘探开发难度增大、更加依赖于新的油气勘探开发

理论、高新技术和新工艺的要求

国外各大石油公司面对世界石油市场的激烈竞争形势,一方面实施强强联合,各石油公司兼并重组,优化风险勘探投资方向;另一方面都在努力加强油气上、下游领域的关键技术的研究开发,形成各大石油公司的专有技术,以增强科技竞争实力,提高勘探开发及炼化产品的质量和降低成本,提高经济效益。

① 油气勘探领域。20世纪90年代以来,以各种油气地质理论方法和勘探技术的大综合,各学科专业互相渗透耦合,特别是广泛应用先进的计算机技术,对油气勘探目标进行动态和定量描述与评价,对提高勘探成功率、降低勘探成本发挥了重要作用。在油气地质理论和综合勘探方法方面,板块构造学说指导下的含油气盆地分析有了重大突破,应用板块构造理论对盆地成因分类、演化对含油气远景的控制进行分析评价,在此基础上发展了盆地模拟技术,使对油气评价向动态、量化发展;含油气系统已成为成熟的理论和方法,它从系统论观点出发,把油气形成、运移、聚集作为一个完整的油气成藏动力系统。以这一理论为指导,发展为三维空间的动态模拟技术,对油气勘探评价方法的现代化具有重大意义;此外,层序地层学用于沉积储层的预测、资源-勘探目标一体化评价系统的应用也都推动了油气勘探理论与方法的发展;在油气勘探技术方面,综合应用地表探测、卫星遥感、重磁电勘探及微电磁等低成本非地震勘探技术对盆地早期评价选区发挥了重要作用。地震勘探技术随着计算机技术水平的提高,高分辨率地震技术、三维三分量地震技术、叠前深度偏移技术、油藏地震描述技术、时移地震监测技术迅速发展,极大地提高了新区的勘探成功率和老区的采收率;测井技术开发了成像测井、核磁共振成像测井、井间电磁成像测量和随钻测井技术,使石油测井技术进入一个全新的发展阶段;钻井、完井技术,在水平井、老井重钻、复杂结构井钻井完井技术,深井、超深钻井技术,大位移井钻井完井技术,连续油管及套管钻井技术,小井眼钻井及欠平衡钻井技术等得到了迅速发展与应用。

② 油气开发与生产领域。以美国为首的西方发达国家,在油气田开发生产领域,一直把基础理论研究和技术创新作为增强竞争实力的主要措施。在油气田开发方面,对已开发的老油田(成熟油田),应用时移、三维地震技术,并综合采用地质、测井、生产动态资料及三维随机模拟地质建模技术进行精细油藏描述,降低了油气田开发的地质风险;开发各种提高石油采收率的新技术,在注水开发的同时,广泛应用注气混相驱技术,在油价低的情况下,放弃了化学驱油现场试验,发展水平井、多分枝水平井及可动分散凝胶调驱技术,以低成本的适用技术提高油气产量,增加可采储量;对新发现的低渗透及稠油等难动用油藏,分别采用大型及巨型全三维水力压裂技术及注蒸汽驱油技术,获得了显著开发效果及经济效益;在气田开发方面发展了超高压气藏、含硫气藏及煤层气的开采技术;在地面工程方面,天然气管网长输技术广泛应用高钢级管高压输送技术、高压富气输送技术、高钢级管线断裂控制及防腐技术和地下储气库调峰技术;原油管输技术发展应用了高凝、高粘原油化学添加剂管输技术、沙漠或海上油田的油气水多相混输技术;对不同原油或成品油广泛采用顺序输送技术;对高含水油田采用油田内预脱水技术,使原油达到外输标准。

以上新理论和新技术不仅要在研究生学习阶段深入地学习和研究,而且更应该在石油天然气学科专业的本科教学计划和课程体系中,至少应以开设新的选修课程或以新技术专题讲座和专家学术报告的形式给予学生系统的介绍。

2) 要适应我国石油工业外向发展的“走出去”战略需要

随着我国经济的快速发展,对石油的需求也在不断增长。目前,我国国内的石油产量已越来越难以满足国民经济发展的需要。从1993年起,我国已成为一个世界石油的需求大国和石油净进口国。为了保护国内不可再生的油气资源,同时也为满足国民经济快速稳步发展的需要,我国的石油工业必须走出去,到海外去寻求合作市场,力争把海外的石油拿回来。从20世纪80年代起,我国石油行业就开始着手进行石油勘探开发领域的国际合作。到2001年,我国在海外石油合作项目的产量已超过1000万吨,并实现部分运回国内,从而有效地弥补了国内石油产量的不足。最近几年来,中石油、中石化和中海油等中国三大石油企业集团都已分别制定了“走出去”战略,进一步加快了在国外投资开发的步伐,通过购买股权、合资、参股等形式,积极参与国际石油市场开发的竞争与合作,并在很多国家的油气田取得了经营权。

实施中国石油积极利用国外石油资源的“走出去”战略,将会需要更多的石油科技人才和管理人员走

出国门,到非洲、南美洲、中亚和中东等各有关地区工作。为提高工作效率,这些人员除需要懂得这些国家和地区的语言外(如英语、俄语、阿拉伯语、葡萄牙语、西班牙语等),还需要了解相关国家的社会与民族习惯、宗教和民俗等方面的基本知识。这部分的教育可以通过在校期间开设相应语种及相关方面知识的课程教学来实现。

3) 要适应开展石油国际经营和国际贸易的需要

我国石油企业已有多家公司在海外上市,建设具有国际竞争力的跨国企业集团是中国石油企业的一个重大发展目标。今后,为满足中国经济发展需要,进口石油大约要占石油总需求量的一半以上。开展石油的跨国经营和国际贸易,需要培养一大批既懂得石油天然气学科专业及其产品的相关知识,又掌握石油经营管理和国际贸易知识的高级专门人才。石油天然气学科专业教育必须适应这一要求进行相应的改革。

(2) 进一步加强复合型人才的培养工作

适应我国石油工业发展战略的需要,在石油天然气学科专业继续开展复合型人才培养的探索工作仍是十分必要的。各有关高等学校应认真总结经验,改进工作,加强管理,不断提高复合型人才培养的质量。如在培养模式上可以采取“石油天然气专业+国际经营”、“石油天然气专业+国际贸易”等形式,部分专业可以适当延长学习时间,如将双学位的学制由4年延长到5年等,以保证复合型人才的培养质量。

(3) 进一步加强实践环节的教学

为实现高等工程教育的培养目标,按照现代高等工程教育的理论,应将科学理论教育与实践教学并重。实践性环节在培养工程人才的教学环节中占有极为重要的地位,尤其对于行业要求较高、针对性较强的石油天然气学科专业而言更是如此。高等学校管理体制改革后,原石油系统高等学校除石油大学外全部划归地方管理,由于它们大多数都处在经济不发达的中西部和东北地区,各院校普遍存在地方投资不足、不到位、教育经费捉襟见肘的尴尬。在办学经费严重不足、课程学时相对紧张的情况下,一些学校只能采取削减和压缩实践性教学环节的办法,这势必会影响到石油天然气专业学生的培养质量。

(4) 继续加强石油企业精神文化的教育,增强学生的责任感与使命感

由于石油天然气在我国能源中所具有的重要地位,石油工业现已成为我国国民经济的一个重要基础性产业。加强对学生开展有关石油工业战略地位的教育,有助于增强学生学习的使命感、责任感和自觉性。

几十年来,原石油高等学校一直十分重视对学生进行爱国主义和石油工业艰苦奋斗的传统教育,进行以大庆精神为核心内容的石油企业精神和企业文化的教育和熏陶。石油天然气专业的历届毕业生,正是在这种精神的鼓舞下,肩负着振兴国家石油工业的重任,在西部浩瀚的沙漠,在荒无人烟的北国荒原,在波涛汹涌的大海上努力奋斗着、成长着,为我国石油工业的发展做出了应有的贡献。

石油行业的传统精神文化已经成为石油天然气专业教育的一个丰富的精神文化宝库。大庆精神、石油精神已经上升成为一种民族的精神,成为我们民族精神的一个不可分割的组成部分。今天的石油天然气专业教育仍然需要开展这种精神熏陶,保持这种传统教育,绝不能把几十年中国石油工业积累的这一精神宝藏丢掉。不管将来发展到什么时候,不管情况发生什么样的变化,我们的石油企业都将一如既往地需要这种精神,需要具备这种精神的人才。所以,为鼓励青年学子在振兴中国石油工业的历史进程中奉献自己的聪明才智,继续在石油天然气学科专业开展“学石油、爱石油、献身石油”的传统教育依然十分必要。

(5) 实现大学教育与企业专业技能培训的有机结合

世界上成功的高等工程教育首推美国和德国。美国高等工程教育的学制为四年,不要求完成工程师的培养目标,大学毕业生完成四年的本科学习任务后,到所就业的公司进行系统的专业知识,特别是专业技能的培训。德国高等工程教育则以培养工程师为目标,学制为5~7年。

目前,我国高等工程教育本科学制大多为四年,培养目标为工程师。这是上述两种模式的结合,即美国的学制+德国的目标。学制短、学时少、要求高、任务重,是我国高等工程教育遇到的普遍难题。石油天然气学科专业教育更是如此。以石油工程专业教育为例,中国学生花在外语、实习和毕业设计上的学时长

达一个学年。而这些内容对美国学生来说是不在课内安排的。近年来,美国石油工程专业教育为适应油气勘探开放难度的增大,其专业课程的学时急剧增加。而我国石油工程专业教育花专业课程的学时仅占总学时的10%~15%。制定教学计划时,专业学时捉襟见肘的尴尬比比皆是。在当前情况下,延长学制难以实现,所以建立石油企业有效的企业培训制度是十分必要的。

若能实现大学教育与企业专业技能培训的有机结合机制,将本科毕业生的部分石油天然气学科专业技能培养放在企业进行,缓解高等学校的学时压力,而让出部分时间进行本专业的新理论和新技术的学习,既有利于高等学校的人才培养工作,也有益于石油企业自身的长远发展。因而,探索出一套具有我国石油企业人才培养特色的人才联合培养有效机制,将是今后需要有关高等学校与石油企业共同研究和协调解决的一个重要课题。

三、发展战略目标和措施

发展战略是一种整体性、长远性和基本性的发展谋略。石油天然气学科专业的整体由各学科专业点构成,各学科专业点之间存在差异;学科专业发展所面临的问题,既有整体上的也有各专业点上的,既有当前已显现的问题也有未来可能发生的问题;解决发展所面临的问题,既要抓住诸如规模与质量等突出问题,也要思考诸如发展的方向、目标和措施等基本问题。

总之,要在工业需求和教育发展两个宏观背景的约束下,从各学科专业点的实际情况出发,立足现实,超前思考,突出重点,遵循规律,即从整体性、长远性和基本性等方面来谋划学科专业的发展目标,制定发展措施。发展措施是实现发展目标和任务的保证,既要着眼于中长期,又要符合规律,具有一定的可操作性,这主要是指战略上的可操作性,不同于战术上的可操作性。发展措施也涉及一些需要认同的思想观念上的问题,通过思想力和观念的转变促进发展目标和任务的实现,促进学科专业全面、协调、可持续地发展。

(一) 构建“办学定位准确、既竞争又合作、行业特色显著、有国际竞争力”的学科专业体系

新中国成立后,经过几代人的艰苦创业,从东部到西部,从陆地到海洋,我国已建成了完整的石油工业体系,使国内油气资源供给发生了由新中国成立初期严重短缺到后来几十年自给自足的变化,为我国国民经济建设提供了坚实的能源保障。从20世纪90年代起我国石油消费快速增长,目前已成为石油消费大国,石油供给的对外依存度不断增加,石油供需矛盾的不断加剧,国家石油安全的问题愈加突出,油气资源短缺已成为我国经济和社会可持续发展的重要制约因素。在新的形势下,我国实施新的能源战略,组建具有国际竞争力的跨国石油企业集团,积极参与国际油气资源的竞争,以合理的经济代价,建立长期安全稳定的、全方位多渠道的全球石油供应体系,保障国民经济持续、稳定、健康发展。石油天然气学科专业在我国石油工业发展中占有重要的基础地位,石油战略的实施提升了它的学科专业的战略地位,为学科专业的发展提供了新的发展机遇,也提出了前所未有的服务要求。

石油天然气学科专业的高等教育体系,是伴随着我国石油工业体系的建设和发展,在几十年行业办学的体制下发展起来的,形成了显著的行业特色,为我国石油行业的发展做出了不可磨灭的贡献。进入新世纪,高等学校管理体制发生重大变革,石油天然气学科专业高等教育由传统管理体制上的行业教育转变为供求关系和服务面向上的行业教育。这种变化与始于1998年的国内两大石油集团重组改制和实施新的发展战略发生在同一时期。与此同时,我国高等教育规模扩张又接踵而来。在短短的五年左右时间里,石油天然气学科专业高等教育经历了自身管理体制的变化、石油行业经营战略的变化和我国高等教育迈进大众化时期的变化。三个方面的变化形成三种作用力,使石油天然气学科专业的改革和发展正处于一个重要的、特殊的历史时期,面对一些既现实又长远的问题。

第一,管理体制变化了,但供求关系没有变,为行业服务的办学宗旨也没有变,如何在新的体制下传承与石油行业的紧密关系。第二,面对我国石油工业发展战略的转变和需求,石油天然气学科专业高等教育

应当采取哪些战略性措施与之相适应。第三,在促进我国高等教育大众化的进程中,如何处理好质量、规模、结构和效益的关系,如何处理好为行业服务与为社会服务的关系。

这些问题可以归结为工业发展需求和自身发展需要两个大的方面。从这两个方面出发,按照“全面、协调、可持续”的科学发展观,围绕“立足国内、开拓国际、厉行节约、建立储备”十六字方针和实施“市场开拓、跨国经营、低成本发展、科技创新和持续重组”五大战略,主动适应我国高等教育的发展趋势。我们认为,石油天然气学科专业的发展目标和任务应有如下表述:

构建“办学定位准确、既竞争又合作、行业特色显著、有国际竞争力”的学科专业体系。

- 发挥传统的行业办学优势,建立产学研合作办学长效机制,创新办学模式;
- 办学定位准确,人才培养多样化,突出精英教育,创建专业教育特色,注重与高等职业技术教育的衔接;
 - 主动适应石油行业发展战略需求,加强高层次人才培养和创新能力培养,加强国际合作人才培养;
 - 建立规模协调约束机制和专业评估发布机制,以满足行业需求定制教育规模,合理发挥资源效益,质量、规模协调发展;
 - 保持现有学科专业点布局,制定较高起点的“专业规范”,促进合作与竞争;
 - 强化化学科专业在学校办学中传统的核心地位,保持学科专业教育资源的传统优势,建设可持续发展的教育资源;
 - 坚持石油行业精神教育,坚持校企双向参与,为石油行业培养和输送优秀毕业生,显著提高生源质量;
 - 重点建设研究型学科专业点,提高基础研究、超前研究的能力和水平;以省部级以上重点研究室、重点实验室建设为着力点,建设学科专业的“人才高地”;
 - 抓紧学科专业的核心竞争力和国际竞争力建设,扩大开放办学,多种形式引进人才和智力,提高学科专业的核心竞争力和国际竞争力。

(二) 以“共建”为契机,建立产学研合作办学新机制

在长期行业办学体制下,石油高等学校的石油天然气学科专业得到重点建设,建设了一批重点研究室和实验室,同时与石油行业企业和科研院所形成了密切的产学研合作关系;产学研双向参与,共同培养人才,合作开展科研,成为石油天然气学科专业一大特色和优势。但这种特色和优势的形成在很大程度上是基于管理体制上的,是从体制上产生的必然结果。

管理体制变更后,学科专业建设受到了不同方面的影响。第一是建设投入的影响。虽然在高等学校管理关系划转时教育部将其列为“保护专业”,但只是一种不经批准不得撤销的保护;由于高等教育经费普遍不足,对于这种工业类的专业性较强的投入需求较大的学科专业建设,学校的投入难以为继,近几年投入减少已是不争的事实。第二是校企关系的影响。过去是系统内的校企关系,现在是在社会上的校企关系;过去有行政手段的约束力,现在趋向于按市场供求关系办事。这种关系的变化是时代的进步,但是在新的关系机制尚未成型之前,其影响是显而易见的。第三是缺乏行业统筹的影响。在过去行业办学的体制下,那些行业性比较强的学科专业却能得到以统筹管理;但现在由于行业管理的缺失或不到位,这类学科专业在各校间由于缺乏沟通和协调机制,难免出现各自上规模和重复建设的问题。虽然这种转变有利于发挥市场调节的机制,但有组织行为的行业调节也是不可缺少的。

石油天然气学科专业的办学要植根于石油行业,要依托行业办学;同样,石油行业需要依赖于学科专业的人才培养和科研成果。那么如何消除体制变化带来的影响,加强各学科专业点间的连接,“共建”是一条有效的途径。目前“共建”已经成为校企的共识,中国石油天然气集团公司已启动“共建”程序,以“共建”的形式加强石油大学等重点石油天然气学科专业的建设,以“共建”的形式为“保护专业”赋予实质性的内容,通过“共建”的形式建立产学研合作办学的新机制。通过“共建”所产生的行业影响也可以加强各学科专业点间的连接,形成新的条块结合。

石油天然气学科专业与石油行业的历史渊源和天然联系,以及校企双方在学缘和地缘上的有利条件,

加上校企共识和高层领导的重视,将使“共建”列车快速出发。因此,现在已不是要不要“共建”的问题,而是“共建”的目的和目标的问题。作为工业部门,参与与自身发展息息相关的高等学校学科专业的办学,通过参与办学施加影响,是一种国际惯例;同时也是为了整合企业外部资源,建立战略联盟。因此企业参与办学虽然有社会责任的考虑,但更多是有回报要求,而且是着眼于长远的回报要求。作为企盼社会参与办学的高等学校,获得经费来源不是“共建”的惟一,目的是建设新机制,目标是建立长效机制。

因此,“共建”不是一时一事,应是一个连续的事件;高等学校要抓住“共建”的契机,在建设产学研合作办学新机制上下工夫,在“回报”的时间和效果上下工夫,通过“共建”建立起产学研合作办学的长效机制。

(三) 树立多样化的质量观,突出精英人才培养

我国高等教育大众化的进程将促进高等教育机构类型、水平标准和职能的多样化,研究型大学、综合型大学、多科型大学、单科型大学和专科型大学分别承担着不同的人才培养的任务;少数高层次大学有着适度的规模,着重发展精英教育,培养学术型人才,而多数学校承担大众教育的任务,培养应用型、职业型人才,从而构成人才培养的多样化。

多样化是我国高等教育大众化的必经之路,没有多样化就不可能实现大众化;多样化的核心是质量标准的多样化,只有质量观的变化才有可能实现大众化,没有质量标准多样化的大众化是不可想象的。因此要树立多样化的质量观,并制定不同专业规范,避免不同类型、不同层次的学校在质量上使用单一的标准进行类比和衡量,特别是对于那些布点较多且学校类型、生源质量有较大差别的学科专业,这一点尤为重要。

石油天然气学科专业有其特殊情况,专业布点较少且相对集中在石油高等学校,是石油高等学校中的优势学科专业。虽然近几年教育规模有了一定的增长,各校间的生源质量也发生了一些变化,也有一些新设的专业点,专业建设投入有差别,但目前的总体情况还不足以支持建立不同的专业规范。我们认为,制定一个基本要求相对较高的专业规范,并为各校创建各自的专业特色留有足够的空间,是一个比较符合当前实际的选择;在新的专业规范实施一段时间后,经过一次专业评估,再考虑是否制定不同的专业规范。多样化质量观有着丰富的内涵,制定不同的专业规范是其中的一个手段,并行的还有培养模式、培养特色的多样化,因此,树立多样化的质量观和新的人才观,石油天然气学科专业要在创新培养模式上下工夫,在专业规范的指导下,通过加强灵活的模块化课程教学,加强教学过程的产学研合作以及灵活的学习方式等,创建各自的培养特色,以培养特色创建品牌专业;要在人才培养的定位上下工夫,依据各自的情况处理好通识教育与专业教育的关系,处理好教育的学术性、应用性和职业性的关系,处理好规模与质量的关系,不宜笼统地谈论人才培养质量的高或低,要从人才培养的定位上考察质量问题。

按照多样化的质量观,精英教育要有新的发展。发展精英教育,一方面要在思想认识上解决我们以前搞的是不是精英教育,如何发展新的精英教育。从教育规模、学生选拔、课程设计和考试标准等方面,我们以前的教育具有精英教育的色彩,但我们并没有明确的精英教育的说法;另一方面,一个时期以来非常强调加强基础、拓宽知识面,出现了学分制和模块化课程等,又具有了大众教育的特点,强调培养应用型人才。总的感觉是我们正经历着过渡时期,学术性教育与职业技术性教育相兼顾,但对以学术性为特征的精英教育及与其相对应的教育强调不够,现在已到了要分别强调的时候了。

强调精英教育,应强调适当分化和适当保持,即在有些学校要强调精英教育,有些学校则强调培养应用型人才,有些学校可强调保持二者的兼顾。具体到石油天然气学科专业,对于具有博士授权的学科专业点可定位为研究型学科专业点,更强调精英教育,并保持适当的教育规模;对于其他学科专业点,可更强调培养应用型人才;不同层次类型的学科专业点也可以根据自身的情况将两类教育共存,或保持传统的相兼顾的模式,通过适当的分化和适当的保持,形成人才培养多样化。这里想更强调石油天然气学科专业的精英教育。国家已着手建设一批高水平大学(985工程)承担精英教育,石油天然气学科专业所在学校目前还没有一所进入这类学校行列,一方面要积极争取,另一方面要建设一批承担精英教育的研究型学科专业点,培养石油精英人才。石油精英人才是石油行业最迫切的需求,对于提高石油行业的国际竞争力具有重要意义。培养石油精英人才,对于提高学科专业点办学的定位,对于提高办学的学术水平和科研能力,也

具有重要意义。

需要指出的是,树立多样化的质量观和促进人才培养多样化,要紧紧围绕石油行业发展战略的需求,特别是要适应“走出去”战略和“科技创新”战略的需求,加强国际合作人才的培养,加强创新能力的培养,并将这种观念贯彻落实到人才培养多样化之中,成为多样化的组成部分。

(四) 建立规模协调机制,实现规模和质量协调发展

教育规模及由规模引发的质量问题受到普遍的关注,由于规模的快速增长而导致质量下降成为一种带有普遍性的看法。这种将质量与规模问题相联系的看法有一定道理,但需要做具体分析,需要认识规模与质量的对立统一关系。第一,规模受制于资源,在教育资源没有发生变化的情况下,规模的增长会使质量受到影响,质量下降会导致规模的萎缩;与此相对,质量受到社会认可,会拉动规模的增长。第二,规模受制于社会需求,社会需求旺盛而规模增长,反之亦然,规模随需求的波动而波动是一个基本规律。第三,规模发展与质量观息息相关,没有人才培养的多样化,单一规格的大量增长与多样化的社会需求相悖,其结果可想而知。在质量和规模面前,学校通常处于两难的选择,不扩大规模可能会失去发展机遇和规模增长所带来的效益,而扩大规模又势必影响教育质量。在这个问题上多数学校选择了规模效益,而不是效益规模,这可能是当前规模上普遍存在的主要问题。

石油天然气学科专业教育规模近几年有较大增长,但由于石油行业需求旺盛,现在的毕业生是规模增长初期入学的,总体上供需基本平衡;随着“扩招”时期学生毕业进入就业市场,预计二三年后将出现较为明显的规模问题,而且各学科专业点间的差距拉大。目前的教育规模主要是各学科专业点各自选择的结果,是基于各自对市场需求的分析,还缺乏宏观的或行业的调控。从行业需求的角度看,教育规模增长的趋势与行业需求的趋势有些偏离,目前的规模正处于上升的通道之中,市场调节只走到“半程”,在总体需求不会有增长且可能下降的趋势下,如果不对规模增长的趋势及时进行调节,难免出现教育过剩而进入下降通道。规模的上升和下降是正常的现象,但要避免出现较大幅度的波动,这对于通用性不强、毕业生就业领域相对较窄的石油天然气学科专业尤为重要。发挥市场调节的基础作用,学校自我发展、自我约束是发展的方向,但有组织行为的规模调节机制也是非常必要的。因此,需要建立规模调节和约束机制,促进石油天然气学科专业的教育规模与质量协调发展。

规模调节机制由行业调节和自我调节构成。行业调节机制主要是中国石油天然气集团公司人事服务中心和中国石油教育学会的有组织的行为;中国石油天然气集团公司人事服务中心和中国石油教育学会的作用具有不可替代性,是供需双方的桥梁和纽带,是联席会议的组织者。人事服务中心承担集团公司毕业生的引进工作,各石油高等学校都是学会的会员单位,发挥这两个组织在供需调节上的作用,应当是今后工作的重点。人事服务中心将于明年组织石油企业开展需求预测工作,将使行业调节进入实质性阶段。学会应当在组织各石油高等学校开展供需关系研讨方面继续发挥更大的作用。行业调节对于行业的发展具有重要意义,避免因规模问题而导致质量问题出现,是行业调节的根本出发点。

行业调节是指导性的,不是下指标,关键是各学科专业点的自我调节,而自我调节的核心是自我约束。需要切实根据自身的教育资源情况和社会需求情况,根据与其他学科专业点间的竞争关系,合理定制教育规模。如果因追求规模效益而导致毕业生就业严重不足,将使办学进入恶性循环,一旦进入这种循环将很难改变,恒强恒弱是普遍的规律,除非有重大事件发生。油气储运工程专业在不久的将来就有可能发生这种情况,由于管道运输和油气储存业的快速发展,这个专业的教育规模上得太快,其中不乏脱离自身实际的行为。其实,油气储运工程的自动化程度相当高,而且需要多学科的专业人员,油气储运业的大发展并不等同于对该专业人员需求的大量增加。自我调节还包括及时调节,对近期的需求信息保持较高的灵敏度,及时调整专业方向,对学生自主选择专业给予较宽松的政策,以调整的时间换取就业的空间。

从有利于促进竞争和提高质量的角度,保持适度的规模过剩是必要的,但总体上认为石油专业(资源勘查工程、勘查技术与工程、石油工程和油气储运工程)本科教育总规模不宜延续目前的增长趋势,专业点数不宜再增加,及时调整规模是明智的选择,对此应发出明确的信号。

随着教育规模的增长,专业目录内专业点大幅增加,同时为了适应市场需求,专业目录外新设的专业数量也有较大增加。新设专业点的设置,有学校自主设置的,也有行政审批备案的,从规模和质量协调发展的角度考虑,对于新增设学科专业点的审批,应当征求学科专业教学指导委员会的意见。石油天然气学科专业的布局已基本满足需要,不宜再增设新的学科专业点。

(五) 开展经常性的专业评估活动,促进竞争与合作

专业评估是国家调控教学质量的重要手段,在教育发达国家普遍采用。美国设有高等教育评估委员会,组织全国性的专业教育评估,具体评估工作一般是通过各专业教育委员会等非官方的机构展开,这些机构中通常有相关企业人士参加,由这些机构制定评估标准,并组织评估和公布评估结果;在英国则由国家高等教育质量保证署来组织评估。专业教育评估是对教育机构的专业教育是否达到要求并保持一定水平的评估,目的主要是向学生和未来的雇主保证专业教育的内容和质量,使其获得教育界和社会公众的信任。因此,专业评估具有重要的社会意义,已成为信息化社会的重要内容,成为保护受教育者权益的重要方面。专业评估对于促进专业建设有着重要作用,评估结果将促进保持成绩和改进不足,形成专业点间的公平竞争,从而达到提高教育质量,使受教育者受益的目的。在高等教育大众化程度较高的国家,在进入高等院校求学的人群中,为求职而求学的人居多,为成才而求学的是少数,因此专业评估最直接的社会意义,在于为求学者和未来雇主提供信息,帮助求学者选择教学质量高、有利于提高就业能力的专业点求学,帮助雇主有选择地雇用毕业生。

随着我国教育管理职能的转变,教育评估已经开始走向前沿,并首先在高等学校教学合格评估中发挥作用。但以往的教学评估,在很大程度上是官方和校方之间点对点的,甚至是内部的,在社会上影响不是很大。近一个时期以来,一些高等学校在校名上大做文章,称大学的越来越多,这种做法在吸引生源上确实产生了不错的效果,但名字并不是最重要的,关键是支撑学校办学的专业。因此对于社会大众而言,专业评估的结果及发布,比笼统的学校评估更具有直接的影响力。开展专业评估的趋势在我国已经很明显,有些省市教育主管部门已组织了所属院校新设专业的评估,许多院校开展了自我评估。大面积制定专业规范的活动,已经拉开了国家层面专业评估的序幕,相信随着专业评估的展开,将为受教育者和用人单位提供有益的帮助,将使他们的权益得到保护。

石油天然气学科专业在20年前曾组织过一次大规模的评估,是由原石油工业部利用世行贷款组织国外一些大学专家进行的评估,对于促进学科专业建设发挥了非常重要的作用。由于长时间内没有进行单项的专业评估,加上就业形势一直比较好,学科专业建设缺少外部作用力,缺少内部动力,学科专业点间缺乏合理的竞争,竞争所产生的效益没有发挥;同时,由于缺少具有公信力的专业教育评估信息,企业在选择毕业生时,通常对学校的考虑多于对专业点的考虑,不同学科专业点的价值较少体现。近几年石油天然气学科专业的布局和教育资源情况已经发生了很大的变化,进行专业教育评估已经非常必要了,而且应当建立经常性的评估制度,充分发挥评估的作用。石油天然气学科专业的评估,应在国家政策的指导下,由学科专业教学指导委员会组织实施;石油天然气学科专业教学指导委员会设在中国石油天然气集团公司,由企业和高等学校专家构成,并依托中国石油教育学会,比其他单一由高等学校人员构成的指导委员会更具有作为评估机构的条件,应当积极做好有关前期工作,在国家教育行政部门的授权下开展专业评估工作。

专业评估不仅是促进教学质量提高的重要手段,也是制定专业规范的重要依据,通过专业评估可以深入了解当前专业教育的实际情况。目前,专业规范的制定还缺乏实际情况的充分支持,对于促进教育多样化方面还难以发挥作用,作为将来专业评估的依据还不特别充分。另外,专业评估指标的设计、评估过程组织和信息发布等需要反复实践探索。因此,建议教育行政部门制定相关原则,授权学科教学指导委员会或行业组织,依据现在制定的专业规范,对学科专业进行评估。首次评估可以是检查指导性的,并达到以评促建、优化专业规范、积累评估经验和评估资源建设的目的,逐步向排名式的、发布式的专业评估发展。

(六) 强化学科专业的地位,重点建设研究型学科专业点,提高国际竞争力

石油天然气学科专业是石油高等学校传统的优势学科。在单科性学校办学期间,这些学科专业的教育几乎是学校教育的全部;在部门办学(行业)办学体制下,虽然不断增设新的学科专业,学校由单科性发展为多科性,但石油天然气学科专业仍然是学校的主干学科和优势学科,教育资源数量和质量都相对较高,仍然是学校办学的支柱。近几年石油天然气学科专业在学校办学的地位客观上已发生了较大变化,导致这种变化的因素有管理体制上的,有人才流动环境上的,也有扩招影响上的。骨干教师流失、大量新专业的设置、平均教育资源的相对下降以及生源质量的变化等,虽然这些学科专业还是相对优势的学科专业,但在学校办学中的地位已有所弱化,主干学科专业的地位受到“冲淡”。有人认为传统的行业性较强的高等学校转向地方后,传统的优势可能会逐渐失去;这种趋势在石油天然气学科专业发生,不应一概而论,但可能性是存在的。因此,应当提出学科专业办学地位的问题,采取措施强化其在学校办学中主干学科和优势学科的地位。

石油天然气学科专业的地位问题,不仅仅是在学校中的,还有在国内中的和在国外的,从国内和国际上来考虑,要通过“共建”重点建设研究型的学科专业点,重点建设省部级以上重点实验室、研究室和研究生教育资源;通过“共建”争取将一批研究型学科专业点纳入国家“985工程”,建设具有国际竞争力的石油天然气学科专业体系。研究型学科专业点建设意义非常重大,首先是国家石油战略的需要,中国石油企业走向国际市场,参与国际竞争,建设具有国际竞争力的跨国企业集团,非常需要具有国际竞争力的石油天然气学科专业的支持。目前,中国石油天然气集团公司已在几十个国家和地区开展了业务,许多重要油气勘探技术和重大装备技术掌握在外国专业公司手里,我们拥有自主知识产权的能够形成核心竞争力的技术还很少,因此提升国际竞争力的问题非常紧迫。另外,加强精英教育也需要加强具有较高学术水平的学科专业建设,为石油行业培养精英人才。

建设研究型学科专业,除了加强学术型人才培养外,重要任务是加强基础研究和超前研究,由企业投入专项经费,在学校有关政策的支持下,产学研结合,集合一批专家学者长期潜心从事基础研究和超前研究,为石油企业可持续发展提供新理论、新技术和新工艺的储备。不可否认,受利益驱动影响,现在高等学校教师从事应用研究的较多,甘于寂寞坚持基础研究的少了。因此,要通过研究型学科专业的重点建设,采取切实有效的政策和措施,回归基础研究和超前研究在高等学校中的应有地位,不断提高石油天然气学科专业在国内和国际上的地位和影响。

建设研究型的学科专业,关键是建设一支高水平的师资队伍。目前,队伍中学术精英少、骨干教师时有流失,队伍建设相对封闭,需要加大开放办学的力度,加强环境建设,采用多种形式引进人才和智力,包括引进“洋才”,引进企业工程实践能力强的高层次人才,建设石油天然气学科专业领域的“人才高地”,发挥其学术制高、制远和辐射能力。

(七) 加强石油行业精神教育,为石油行业培养和输送优秀毕业生

近几年来,大学校园里的人才争夺战愈演愈烈,企业老总亲自到大学校园猎取优秀毕业生,特别是一些跨国公司及其在中国设立的研发机构,实施雇员本土化政策,以优厚的工资待遇、住房、出国旅游和培训为诱饵,吸引人才在国内“出国”,在校园的人才争夺中占据了上风。有的跨国公司专门设立了校园关系经理职位,专门负责与大学打交道,在大学树立和推广企业形象,与大学建立良好关系,以期招聘到优秀的毕业生。石油企业积极参与大学校园里的人才竞争,设立奖学金,出台吸引人才优惠政策,开展了“石油企业老总进校园”的活动,在校园组织专场报告会,开展专场招聘等,收到了良好效果。但总的来讲,优秀毕业生到石油行业就业的相对较少,所以招聘毕业生的数量不足以忧虑,但质量问题需要高度重视。

石油高等学校与石油行业的密切关系,使石油企业在毕业生招聘中占有优势,但同样面对着对优秀毕业生的竞争。传统上,石油高等学校非常重视对学生进行石油行业精神的教育,教育学生“学石油、爱石

油、献身石油事业”，一批批优秀毕业生奔赴各石油企业，到西部去建功立业，成为石油高等学校学生工作的突出特色。现在形势发生了很大的变化，毕业生就业的渠道越来越多，跨专业就业越来越普遍，如何为石油行业培养和输送优秀毕业生，是石油天然气学科专业教育面临的课题，也是石油行业企业面临的课题，事关学科专业的自身发展。

首先，要积极主动地提高生源质量，争取更多的优秀生源报考石油专业，注重向石油专业调剂优秀学生。另外，在学校教育过程中，要坚持把加强石油行业精神教育、宣传石油企业文化作为石油天然气学科专业教育的重要内容。同时，石油企业要主动接受和安排好学生到石油企业进行生产实习和社会实践，坚持校企双向参与，产学合作共同培养人才。这是石油天然气学科专业人才培养的传统特色，这种教育特色要在新形势下坚持下来，要进行创新和发展。

产学合作培养人才要在新的形势下进行创新，这种创新就是要与企业建立新的伙伴关系，开展真正意义上的合作教育。合作教育的基本模式是工学交替，把校园里的学与实际工作中的学习紧密结合起来。合作教育有三个合作伙伴，即学生、雇主和学校，各方都在合作教育的过程中受益。学生通过参加有薪的工作获得部分资助学业的收入，学到实际工作经验，提高就业能力；企业可以获得廉价劳动力，获得考察新员工的机会；学校则通过合作教育加强了与企业的联系。合作教育模式在美国很流行，合作教育毕业生就业率明显高于非合作教育毕业生，有相当高比例的毕业生被原来的雇主聘用。我国于前些年也进行了一些尝试，但由于企业用工制度的限制一直没有发展起来，现在的社会用工制度已经具备了发展一定规模合作教育的条件。石油天然气学科专业比较适合开展合作教育，应当在一些学科专业点中实践合作教育模式，特别是侧重于培养应用型人才的学科专业点；石油行业企业要充分支持合作教育模式的实践，通过参与合作教育，加强石油企业精神的教育，加强工程实践和社会实践能力的培养，为自己培养更多的优秀毕业生。

（八）积极探索与石油高等职业技术教育的衔接

大力发展职业技术教育是我国的一项基本国策，基本思路是强化地方政府对职业教育的统筹规划和管理；与其他教育协调发展，统筹办学；支持行业主管部门和行业组织、企业和社会力量办学，统筹资源；打破部门界限和学校类型界限，整合资源；形成政府主导、依靠企业、充分发挥行业作用、社会力量积极参与的多元办学格局；形成中、高等职业教育相衔接，与普通教育相沟通的职业教育体系框架。

高等职业技术教育在我国高等教育大众化进程中扮演着重要角色，从面向地方和面向石油行业两个方面的需求出发，石油高等职业技术教育因有较高的成长性而有较大的发展。从石油行业的需求看，一方面，石油行业对新增员工的需求层次不断提高，包括庞大的操作人员队伍人员的接替，其学历要求的起点将由中等教育转向高等职业技术教育，高职毕业生将逐步替代高中阶段教育的毕业生，操作队伍人员构成将逐渐转变为由高职毕业生构成，这一趋势已经开始显现；另一方面，目前操作人员队伍主要由中专、技校和高中毕业生构成，这些人在新的竞争形势下，将产生大量的继续提高学历层次的需求，而石油高等职业技术学院教育将是一个主渠道。

石油高等职业技术教育的发展，包括石油天然气学科专业的高等职业技术教育的发展，对于石油行业发展战略的实施具有重要意义，对石油天然气学科专业本科教育也具有重要意义。发展石油天然气学科专业高等职业技术教育，一方面要深化管理体制的改革，建立现代学校制，实现办学投资主体多元化，吸收社会和行业其他企业参与办学，将石油专业作为办学的支柱性专业，在石油行业内跨地区招生、跨地区培训、跨地区就业。另一方面，就是要建立与中等职业技术教育、普通高中教育、普通高等教育和其他职业教育的立体交叉。其中，与石油天然气学科专业本科教育的衔接和沟通具有非常现实的需求。

在不久的将来，间断性的学习会较为普遍，在职业教育结束后继续普通专业教育也会较为普遍。因此这种衔接和沟通一方面为石油天然学科专业的高职毕业生的继续学习提供了通道，也为行业培养了复合型人才。目前已经有普通教育毕业生到高职院校“回炉”，也会发生高职教育毕业生进入普通教育“充电”。另一方面，这种衔接和沟通，有利于促进本科教育培养规格的多样化，促进培养目标向学术型和职

业型的“分化”,促进教学内容和课程体系的改革,促进学生来源多样化,从而促进人才培养多样化。因此,石油天然气学科专业本科教育要积极探索与高等职业技术教育的衔接,有条件地允许部分应届毕业生及工作几年后的毕业生进入本科继续深造,希望能得到有关政策的支持。