

新疆石油管理局 编 著

石油与气象

气象出版社



序

《石油与气象》是应用气象学原理、方法和气候观测资料等研究或解决石油开发和油田建设中的问题，这在我国还是初试。

石油和天然气资源在我国有着悠久的开采历史，早在西周初期，就有“泽中有火”记载。新疆有关石油的最早记载见之《魏书》中，而气象状况远在秦汉之前，殷商之时就有了记载，这两门学科虽然在我国历史上发展很早，但使用气象学理论、方法，解决石油开发中与气象有关的问题，还是现代才开始的。

石油气象是探讨、研究石油勘探开发、油田建设过程中出现的各种气象问题。是气象工作作为石油工业服务的一种手段，又是一项专业性的服务任务。它是以气象理论、方法和石油工艺过程为基础，研究和解决石油工业各分支学科中的气象问题。

这本书是在塔里木盆地和吐一哈盆地石油勘探取得重大突破、为石油工业发展提供战略接替区的形势下完成的。该书使用的资料、参数、数据等都是克拉玛依石油工业、油田建设、气象资料为基础、参照新疆其它地区和全国各个油田的石油气象资料而得出的。

本书是新疆气象工作者和石油工作者共同劳动的结晶，其中不少资料是经过油田实际测试得来的，有的资料是在生产过程积累，又经过物理、数学、统计、试验和检验等手段得出的，有一定的科学意义和实用价值。

本书是我国第一部石油气象著作，它的出版，无疑对应用气候资料、气象指标、制订油田规划设计、增加石油工业经济效益、安全生产、避免伤亡有一定意义，对石油气象学科的前进有所裨益。

张 毅

1992.3.6

前 言

本书是在全国石油工业迅速发展和“稳定东部，发展西部”战略决策的新形势下提出的。

当前，石油工业迅速发展，对气象科学研究和气象服务要求更加迫切。由此，气象业务和服务工作，不能仅限于天气预报和一般的气候资料服务，而必须从石油工业的发展对气象科学所提出的要求进行专项研究。这一新课题，对气象工作者来讲，是很生疏的，但是为了石油工业的发展，必须承担这一重大任务。

本书的目的，首先是应用气象学理论和方法，解决石油生产过程中的各种气象问题。其次，根据大气运动的规律、气象要素属性等探讨石油工业中有关生产、管理、设备、规划等各项问题。第三，提供气象、气候资料在石油工业中的应用。全书共分九章，分别是：绪论、气候概况、石油勘探与气象、钻井与气象、采油与气象、管道输油与气象、炼油与气象、灾害性天气及其对石油生产的危害、石油生产与大气环境等。本书所用的气象数据和示例，主要是塔里木油田和克拉玛依油田的资料。

本书撰写者：前言、第一章、第三章*、第九章**李江凤；第二章施永成；第四章毛寅；第五章徐锦华；第六章秦宝臻；第七章南庆红；第八章汤之凯。

本书从开题、构思到撰稿、编审都是在王荣和李江凤同志亲自指导下进行的，并多次组织作者和编委座谈讨论，解决撰写中的问题及困难。

在撰写过程中，同时也得到新疆石油管理局其他领导和自治区气象局领导的热情支持及帮助，特别是新疆石油管理局总调度处、科技处、给予大力支持和关心。克拉玛依石油专业气象台组成领导小组，由汤之凯、施永成、秦宝臻、郑雅梅等同志具体领导并组织审稿。还特邀新疆石油管理局各石油专业总工程师、高级工程师等对本书作了详尽的审阅。各章审稿人依次为：王荣、薛善斌、宫建青、齐应锡、文明康、宋林虎、周佳眉、刘志泉、魏明义、吕永健、丁盛祥等。还得到克拉玛依石油专业气象台戴素华、宁世远、南玉娥、张文秀、李桂芝、王继新、吴春云、韩春华等同志的支持。在此，特向指导和帮助过我们工作的各位同志致谢！

《石油与气象》是在学习中、工作实践中撰写的，由于作者水平有限，书中不足之处，敬望读者赐教。

作者

1993年4月

• 第三章第二节毛寅撰写。
•• 第九章第五节南庆红参加部分工作。

石 油 与 气 象

主编：李江风、王荣

编委：（按姓氏笔划为序）

王 荣、毛 寅、汤之凯、吕永健、
齐应锡、刘登池、李江风、周佳眉、
周炳乾、施永成、南庆红、胡 克、
秦宝臻、徐锦华

目 录

序

前言

第一章 绪论	(1)
第一节 石油气象研究内容	(1)
第二节 石油气象发展史	(2)
第三节 石油生产和油田建设中的气象保证	(3)
第四节 石油气象的经济效益和对石油生产建设的意义	(8)
第二章 气候概况	(10)
第一节 自然地理概况	(10)
第二节 气候成因与特征	(15)
第三节 四季气候特征与石油生产关系	(21)
第三章 石油勘探与气象	(30)
第一节 石油勘探和气象的关系	(30)
第二节 地震勘探与气象	(30)
第三节 重力勘探与气象	(34)
第四节 地磁勘探与气象	(44)
第五节 影响物探和测量的气象条件	(52)
第四章 钻井与气象	(56)
第一节 井场的气象条件	(56)
第二节 井架基础与最小埋深	(58)
第三节 井架的安装和风荷载	(69)
第四节 钻井作业与气象	(82)
第五节 完井作业与气象	(104)
第五章 采油与气象	(112)
第一节 环境温度与井口油温	(112)
第二节 温度和原油物理性质	(116)
第三节 气温季节变化与采油	(125)
第六章 管道输油与气象	(134)
第一节 地温周期变化与输油	(134)
第二节 地温非周期变化与输油	(146)
第三节 影响总传热系数的气象条件	(150)
第四节 油品蒸发损耗与气象	(157)
第五节 石油储运与雷电	(166)
第七章 炼油与气象	(172)
第一节 大气环境与油品使用性能	(172)
第二节 炼油管道	(176)
第三节 冷却设备	(196)
第四节 炼油厂安全和炼油生产与天气	(205)
第八章 灾害性天气及其对石油生产的危害	(217)

第一节	大风灾害	(217)
第二节	寒潮和低温灾害	(232)
第三节	洪水灾害	(240)
第四节	高温和干旱灾害	(246)
第九章	石油生产与大气环境	(250)
第一节	石油建设开发和环境质量	(250)
第二节	炼油厂厂址选择与气象条件	(252)
第三节	石油与大气环境	(269)
第四节	气象条件和局地环流	(277)
第五节	湍流与扩散	(283)
第六节	污染物在大气中散布的过程	(301)
附表:		
一、	主要油田位置和气象要素资料	(308)
二、	气象常用计量单位	(309)
三、	石油常用计量单位名称与符号	(310)
四、	大气环境质量评价标准	(313)
五、	电线积冰各种订正系数	(322)

第一章 绪 论

第一节 石油气象研究内容

应用气象学的基本原理和方法解决石油生产、管理、规划、设计、产品等有关过程出现的气象、气候问题，将给石油勘探和开采带来巨大的效益。

气候对自然环境、人类的经济活动影响是直接的，早在战国末期，《吕氏春秋》已经记载了气候与农业活动密切相关的二十四节气。然而，我国石油工业的发展是在中华人民共和国成立后才逐步兴旺起来的，例如50年代发现了克拉玛依油田、60年代找到了大庆油田、胜利油田、任丘油田、江汉油田，70年代又发现了长庆油田、辽河油田、镇江油田、南阳油田、80年代开采了海洋油田、中原油田、二连油田、火烧山油田、轮南油田和吐哈油田等等。随着石油开发战略的扩大，生产规模日益增进，以及科学技术的进步，石油工业就愈感到对气象科学和气象服务的迫切性。

一、石油开发和气候环境

石油勘探和开发都是在戈壁、沙漠、海洋、高原、草地等不同类型的地区内展开，出现了各种不同的自然环境，一些环境是恶劣严酷的；一些环境又是复杂的，如何在这些环境中进行石油开发工作，这不仅是对石油工作者的一种挑战，也是对气象研究、气象服务工作的一个考验。例如，由于热带和寒带气候环境不同，海域和大陆环境不同，高原和沙漠环境不同，干旱区和湿润区环境不同，使勘探、钻探、输油、采油等生产过程，对气象条件有不同的要求。沙漠石油的开采、海洋和高原区域的石油开采，更突出这一问题的复杂性和严重性。特别应指出，我国沙漠石油的开发，特别是塔克拉玛干大沙漠石油勘探和开发中须待解决的气象、气候问题，都是前所未有的新问题，都需要进行深入的研究。

二、气候资源的合理利用

不同的气候环境，不同的下垫面，就有着不同的气候资源。在石油开发中，如何使气候资源发挥它应有的作用，为石油工业更好的服务，是十分重要的。

首先，要从气候要素、气候资料中寻找出与石油生产工序中有关的指标。而后，从大量的气候资料中，分析出石油生产过程与它们之间的相关（有利方面和不利方面）变化的规律性，或者分析出石油在生产过程中的物理、化学的属性与气象要素的定量关系，和其间变化的依属规律性，并建立一些图表和一定的关系式，用于石油生产上参考。

三、气候环境对石油工人的健康和生活的影晌

石油勘探钻探开发中，工人要在各种气候环境中生活和工作，恶劣的气候环境将带来对工人身体机能的影响。例如使人们内分泌失调，产生各种带有环境影响的疾病等等。在高寒和海洋地区，常有风湿性的关节炎，在沙漠地区，有沙漠综合症、沙肺症、口鼻出血干燥

症、软瘫症、沙眼症等等。这些病症的产生，一是气候环境的变化，不能很快适应；二是预防不力；三是目前尚不能诊断出病理产生原因；四是由于环境因素的变更，在人的生理机能中形成一些化学元素超量的增多或减少，以致形成疾病。如水中氟化物增多，使骨质，特别是牙齿脆化；铅镁离子的增多，将有泻痢现象。水质的变化，受干旱气候的制约，形成单一性元素增多。这是气候环境间接因素的影响。

四、与石油生产建设有关的应用气候问题

在石油开发、生产中，有一些应用气候和应用气象问题。由于气候环境改变，因而，人们需要依据新的气候环境中的气候指标、新的气象参数，进行新的规划设计，否则，将不适应新的环境。例如，在沙漠地区，飞机场跑道的建设、沙漠道路的设计、沙漠车的运行、沙漠房等的基本建设、井架基础及井深的安装等等，除在设计中必须的气象数据外，还需要掌握风沙和干燥状况的规律。再如住房和厂房设计，除要探讨出人类肌体最舒适的室内小气候之外，在沙漠地区，还要为防止沙尘暴、浮尘、扬沙等进行门窗的密封措施，室内湿度的调节等，才能达到住房、厂房的舒适标准。显然，这是建筑气候问题。塔克拉玛干沙漠腹地中，在石油开发之前都是无人区，现在，人们要在沙漠区域开发石油，要在沙漠区域生活，这远比戈壁区、湿润区、山区要复杂得多，必须依据沙漠气候环境进行研究和制定设计标准。

石油气象是应石油生产实际的需要而产生的，其研究成果和有关数据，是为石油部门提供开发、规划、设计依据，从而促进能源工业的发展，因而石油气象是新生的一支科学，具有强大的生命力。

第二节 石油气象发展史

石油，从遥远的古代就有了详细记载。汉书《地理志》记“高奴有洧水（肥）可醢”；《水经注》记“高奴县有洧水，肥可燃，水上有肥，可接取之”。^{〔2〕}新疆石油最早记载见之《魏书列传》九十龟兹国中“龟兹国，……其国西北大山中，有如膏者流出成川，行数里入地……”^{〔3〕}。宋沈括在1080年，任鄜延路经略使，在延长一带考察，他认为石油“生于水际沙石中”。在《梦溪笔谈》中，“鄜延境内有石油，归说高奴县出脂水，即此也”^{〔2〕}。这是我国石油的由来，至于天然气发现就更早，《周易》记“泽中有火”。^{〔2〕}由上看来，我国很早以来，各族人民就开始认识和利用当地的石油资源。近代以来，新疆是我国开办石油工业较早和较为有成绩的地区之一^{〔3〕}。

而气象科学在中国是源远流长的，根据考古发现，在商代甲骨文中已有了关于风、云、雨、雪、虹和雷电等天气现象的记载。《诗经》里有记载“七月流火，九月授衣”其意为七月火星西沉，九月寒衣分。“朝济于西、崇朝其雨”的意思是，日出西方有虹，不久即雨。《吕氏春秋》记有立春、雨水等八个节气，到了西汉时期，廿四节气已充实完善。东汉时，在长安设有“灵台”，上装相风鸟。以后进入简易的仪器测量，在1873年，法国传教士在上海徐家汇设立气象台^{〔4〕}。新疆最早的气象记载，在《竹书纪年》中有些描述。最多的是在东汉后期魏晋时代，在楼兰、尼雅出土的佉卢文木简记载中，有干旱少水的描述^{〔5〕}。新疆最早的气象观测见于1900—1901年，和1928—1931年斯文赫定在新疆考察进行了观测^{〔6〕}，1934年陈宗器在库尔勒进行了观测^{〔7〕}。而气象站最早设立于1894年于喀什，观测时断时续，气象资料并不完整。乌鲁木齐有连续资料时期是1941年以后，且以气温资料最为完整。

中华人民共和国成立后,气象事业蓬勃发展,1958年实行了地区有台,县县有站。虽然气象科学发展有很久的历史,但服务于石油工业,在我国,还是近几十年的事。

我国石油气象史应始于1956年12月1日新疆克拉玛依气候站的建立,建站人王致德;1958年1月15日成立气象台,建台人施永成,台长夏人又,后李镇湘继任。该气象台是为石油工业服务的专业性台站。但当时,仅仅是气候资料,气象预报的服务形式,并没有分门别类地进行专业服务,但它为石油气象奠定了基础。

1987—1991年,中国科学院、石油部沙漠综合考察队,在塔克拉玛干腹地进行了考察,并在满西异井建立了沙漠腹地第一座气象观测站,1989—1991年在塔中一井建立了另一个气象观测站,这两个观测站除地面常规观测项目外,还设有日射观测站、短时间的高空测风、无线电探空观测项目,还作了各项气象实验工作,这些工作,有的是石油气象研究工作,有的是气象、气候研究工作。总之,它完全是为石油生产建设而服务的气象站。

第三节 石油生产和油田建设中的气象保证

气候是人类活动最重要的环境条件之一,气象条件、天气气候等等,直接影响到石油各个部门的建设、生产和管理,因此,用气象知识、气象理论为石油生产服务应在以下几个范围内进行。

一、战略规划的制订

我国政府对石油能源生产给予很大的关注,石油勘探、钻探、油田建设等都应适合国情国策。国情和国策中一个重要方面是自然条件,其中包括气象和气候条件,因此,在进行油田发展规划中,应适应各地的气候情况,以期充分地利用有利的条件,避免和克服不利条件,获得勘探、钻探油田建设的高速度发展。

(一) 勘探规划

一个油田的生产,本身就存在着采出量日益增多,而存储量又逐日减少的问题。要发展石油工业,就要处理好勘探与开发的关系,在老油田区不断探明更多可采储量,才能大幅度的增加开采量。大力发现高效油气田,才能加快开发步伐,搞好资源接替。

石油勘探是野外工作,与当地气候环境有密切联系,尤其石油工业未来发展向西部倾斜的趋势,更应当重视气候条件对野外工作的影响和对野外工作人员的身体影响。特别是准噶尔盆地和塔里木盆地沙漠地区,北疆大风雪、寒潮、强降温不仅影响工作,还可影响人们的生命安全。南疆塔克拉玛干的高温、沙尘暴等常使人们中暑昏迷、车辆迷失方向等等。除此,在恶劣的环境中,还容易产生各种综合病症。

野外勘探中,如地震勘探,测线网的布置、线路、面积普查,观测系统激发量与检波器的接收段的接收排列,都需要好的天气和气候条件。恶劣的天气条件,加大风沙移动,可造成检波器乱跳,增加干扰背景,使波形产生畸变,记录紊乱^[10]。

(二) 钻井规划

在石油地质储量探明的基础上,在石油高丰储集区,找出探井位置,提高探井成功率和探井效益,才能控制一定含油气面积和石油储量,以便决定油田远近期的建设规模。同时要考虑油田分层注水、油气集输、供电、供水、供热采油的效率。在井筒技术中,提高录井、测井、测试的技术水平,发挥每口探井的作用,探明和控制油气的储量。

在钻探工作中,除一般气候环境影响外,探井的各工序过程,都直接或间接的和气象要素有关。例如油田的注水,当地水资源和区域降水量有决定性作用,必须对该区域的降水、山区降水进行测算,提出水资源的区域分布规律和季节的承载力。油气的集输,与该地地温、气温有一定关系,大风和常发生断电,影响钻井进尺和职工生活,须引起足够的重视。

在沙漠区钻探,运输、道路,居民点设置、房建设计、饮水、绿化等等,都是直接和风沙息息相关的问题,它直接影响着油田生产和建设。

(三)城市规划

石油城市,一般都是以石油工业、石油职工居民为主体的,如大庆、克拉玛依等都是新兴的石油城市。在进行城市总体规划时,一定要注意:①城市的总体布局;②城市供水、绿化;③环境污染等。对这些要进行环境质量的预评和总评,制订合理的方案,才能建成清洁秀丽,人们生活舒适的城市。

在城市规划中,气候是一个重要因素。一般说,要研究城市的风、温度、降水、辐射、降尘、雾等等。

二、工程设计

石油气象一个重要的任务是为了使石油钻探、石油工程建设适应于气候条件,实现安全生产、降低成本、增加经济效益。在油田建设的工艺设计中,集输油管道的铺设,采用各种节能降耗的新技术,提高各项工程系统效率等都要准确设计、精心施工,而气象情报预报、气候资料的应用是必不可少的,它直接影响工程质量的好坏和工程投资大小。

(一)钻井设计

钻井设计,要创造井架和平台稳固、操作安全,使平台工人操作和钻井工序顺利进行,不受恶劣天气和气候条件的影响,为此,需要对各地钻井区域气象条件和气候状况进行研究。除计算不同型号钻机自重和负荷外,还要收集在不同季节、不同下垫面的最高温度、最低温度资料,以便使混凝土更加凝固适宜,尤其是沙漠的软基,计算负荷后,还要计算抗压强度,这需考虑沙漠水分、干燥度的影响。

风压对井架是一种外压负荷,必须了解当地历年出现的最大风速,计算其不同高度上的风压值,以免在遇到强风时,使井架超负荷,产生井架倾斜和倒歪,这种事故、在克拉玛依是常常产生的。为此,要计算出不同类型井架,各个绷绳受压的负荷力,以加强井架在垂直主导风向时的抗风力。

冬季施工的井座,须考虑冻土深度和最低温度,以加强对井座的养护,以免造成事故。

沙漠地区,降水量较少,但暴雨强度很大,一次强暴雨,降雨量往往可达30—100毫米,超过当地年降水量1倍或数倍以上,因而在软基设计中,要考虑夏季降水量的高度集中和沙漠渗透作用。这种暴雨机遇不多,有时几年、甚至十几年一遇,因而,在设计中,必须考虑气候变化及其干湿年份。

(二)油气集输设计

油气集输工艺过程,主要是油气的收集,油气水的初步分离计量、产品净化,以及转输和储存。从其工艺流程中,可以了解它的设计、投产、设备、计量、安全措施等,都与气象有密切关系。

在输油管线投产前,要根据油田的情况,所输油的性质(例如凝固点、粘度、密度等),数量、压力、温度、输送距离、输油管线规格、管线周围介质温度、湿度、导热情况等制定

出投产设计措施。例如将原油直接用管道线输送,就要求出油口到进站的温度不低于原油凝点,否则将会发生凝管事故。如任丘油田,油井在井口出油温度高达60—120℃,原油不用加热,就可以从井口输送至联合站⁽¹¹⁾。又如加热原油启动投产,即使原油在进管前加热,也要尽量加大原油排量,提高到达终点时的油头温度。由上看出,不论何种方法,首先与环境温度(地温)有关,其次与土壤的导热性质有关。

在计算的原油密度测定中,除了在采样的样筒要注意浮尘、沙尘暴天气外,还要注意降水天气,应慎重将样筒盖子盖好,不允许外界环境中的物质进入样筒。求取油罐里油品密度时,要了解油罐里油品温度,而这个温度受大气温度影响很大,并且有着年、月、日的变化,同时,也有着区域性质的差别,应对该地区的气温时空分布进行了解,作为计量油品密度参数。

井下油温是油田开发中的一项重要参数,它一方面为设计和选择下井工具、下井仪器提供重要依据,另一方面,还可以用来定性的判断吸水层位,油井水淹层位,解决生产中的问题。井下温度的测试,是油田开发中认识油层、指导生产的一项重要工作⁽¹³⁾。

另外,在《输油管道设计与管理》一书中,第一章在勘察程序中指出,收集气象资料属于最重要的一条目,所列举出的气象要素有气温、地温、气压、风向、风速、降水量、蒸发量、土壤冻结深度等,还有当地的气候情况。长距离输油管道,从管道规划设计到投产后的运行管理,都必须考虑管道沿线气象条件的影响。

(三) 交通、电力、通讯线路设计

公路、铁路、机场、港口、电力、通讯、工程等,在石油发展建设上,是十分需要的。特别在艰苦环境的高原、山区、沙漠等地,进行这类工程设计,都需要气候资料作依据。例如设计桥梁,要考虑风压和风振,同时也要考虑最大降水量的强度,由此来确定涵洞孔径大小,以保证泄洪安全。

在沙漠地区修筑公路、铁路、机场等,不仅要依据该地区的主导风向、最大风速、最高温度、最低温度、湿度等等,还要了解该地区的起砂风速及其频次。机场修建,其跑道走向应与常年主导风向一致,否则,沙丘侵占跑道,难以清除。

三、气象灾害

石油气象是将气象学原理方法等应用在石油生产、石油工艺中去。要推算一些气象灾害、气候资料记录的极端值的机率。极端值虽出现机会极少,一旦出现,将给油田生产建设带来很大损失。极值的出现,随着时间的增延,而重现机率也会增大的,特别是较长久性油田建设,应重视气象极值的概率。

在油田建设中,炼油厂高大建筑物,如冷却塔、炼油塔、蒸馏塔、电视塔、高大钻井架、炼油厂输热循环装置、汽车油罐平台等等,须根据预定使用期内极端最大风速概率来确定风压荷载,以最大积雪厚度、最大积冰厚度的概率来决定冰雪荷载。国家工业民用建筑结构荷载规范规定,一般建筑物所取风速是离地10米高,30年一遇自记10分钟平均最大风速,对于特别重要和特殊要求的房屋和构筑物,基本风压可乘以1.1—1.2,大体相当于60—100年一遇的风速。对于临时性房屋和构筑物,基本风压可乘以0.9,大约相当20年一遇的风速。

铁路、公路的桥涵,热输油管道露出地面架高桥架,一般风荷载采用离地面高20米、100年一遇自记10分钟最大风速值。设计架空输电线路采用离地15米高15年一遇10分钟平均最大风速和15年一遇的最大结冰。在工业民用建筑结构设计时,要考虑30年一遇的最大雪压。

海上石油钻井船（如渤海、南海油田）用四根水泥柱插入地下（水下沉箱）离海面70米高，风是钻井船上的控制因子，取50年一遇的极大风速。另一种，是固定在海面上的钻井平台，设计一般采用20年一遇的极大风速^[8]。

在沙漠地区修筑公路，沙丘为半固定性的，除要考虑生物固沙外，或用疏导板进行输沙，根据地形不同而形成不同的上、下风向和最大风速，进行阻固和疏导。在流动性沙丘地区修建公路，是一个新的课题，不仅要考虑各风向频率和最大风速，还要考虑起沙风速、输沙率等，此外，应考虑沙子的堆积和吹蚀作用。

石油气象还要研究气象灾害的影响，研究这些灾害的对策和方法。在进行设计时，要加以预防，使气象灾害影响程度减轻到最低限度。当气象资料观测年限很短时，甚至有些地区没有气象资料，就需要设法利用以下方法进行了解：①利用历史文献的记载，或者有代表性的年轮、洪痕，或年轮年表等。②根据气象学原理和统计学方法推算。③自然景观法（物象、物候、植被等）。例如建设平原和山区水库，其坝高多少，溢洪道建设，须考虑降水量最大值，同时还要考虑洪峰的最大值，若没有降水量资料，需要靠洪痕调查，且要和现有水文资料校核对比，就可借此确定最大洪峰流量，以便设计坝高、溢洪道大小，达到库容最大量和安全泄洪能力。在干旱地区，油田用水，必须考虑水库设施、河水流量和水资源问题。

沙漠地区的强风暴对沙丘吹蚀作用很强，它将造成以下的损失：①对建筑物、井架和采油井房有吹蚀作用，使地面沙子很快“挖掘”，移至另一方，由此产生对基础的破坏，形成房舍倾斜倒塌。②在大沙丘背面，沙粒沉积作用，往往使房舍、物品为沙子堆积、甚至掩埋，难以恢复原来的地理面貌。③由于风沙作用，一些粒径约0.01毫米砂子，易于钻进物体中，使物体受到污染和磨损，产生障碍和破坏作用，在沙漠地区，对钻井、采油、输油、炼油等，应有防沙措施。

在沙漠和干旱地区生活，夏季人体皮肤温度一般32℃左右，当气温高于皮肤温度时，只能通过出汗散热来维持热量平衡，如果气温过高，出汗也不能维持平衡，就会出现体温过高，呼吸和脉搏加快，头昏眼花、恶心耳鸣，出鼻血、唇裂等症状，有的晕昏、甚至死亡，这可以根据中暑的气候指标，统计发病期和频次，并采取措施。

夏季，沙面温度常常在60℃、甚至70℃以上，人们不能穿拖鞋在沙子上行走，更不能赤脚。若在62℃时，赤脚在沙面行走不足10分钟，脚板即“炆烙”成泡。在沙漠腹地勘探和钻井时，一定要考虑温度影响，在中午时，不要赤膊露背，若在野外暴晒1.0—2.0小时，则会起泡脱皮，若由于工作需要，臂、背、脸、脖颈等要加涂防晒霜。

四、生产管理

应用气象情报预报、应用气候资料对加强企业、工业管理，减少异常气候和天气灾害造成的损失，是提高管理水平、进行管理决策、建立和完善自我发展、自我约束的一套经营机制，一套系统提前决策的先进方法，不仅仅是石油管理局领导要了解，且各部门领导、总调度、经理、监督、钻井队长、司钻、采油工都要及时了解掌握和应用。

（一）钻井管理

钻井管理是多方面的，这里仅举几个例子，说明由于管理不善带来的经济损失。在建井架时，常常疏忽井架绷绳墩子（地锚）没有埋入地下一定深度，或者没固定好，或者井架在搬迁的途中过夜时，没有将绷绳拉好，遇有大风时，就会造成井架倾斜和倒歪，这种情况，在克拉玛依油田是时有发生。如1963年4月15日大风风速超过12级，刮倒井架2座，刮斜

1座；1983年5月21—22日，平均风速31米/秒，瞬间风速45米/秒，大于9级风速持续11个小时，21日克拉玛依钻井处一台搬迁井架遇大风，由于及时加固绷绳，在井架四角，各用两台拖拉机、推土机拉紧绷绳，才免遭刮倒，但井架和拖拉机均有移动，由于采取了加固措施，减少损失5万元。

（二）采油管理

井下温度的测试，是用以分析地层压力、原油性质，较准确的计算储量，同时也是为选择不同开采工艺提供依据。对仪器所测量的原油性能、极限温度，应根据井场中不同油井下的最高温度、地面温度和气温进行选择。仪器所测量的范围，应以冬、夏季地表温度最大振幅值作依据。

抽油机负荷选择器有一定范围，而必须根据本区域的环境温度、最高温度和最低温度选择购置，否则造成浪费。北方，井口采暖期是不同的，一般是根据当地的气候条件来决定。新疆规定为气温稳定 $\leq 5^{\circ}\text{C}$ 时，作为采暖期开始。其采暖终止日期则是 $\geq 5^{\circ}\text{C}$ 时。上述是一般性的规定，可根据每年气候变化和中长期预报，调整采暖期，采暖期过早，会造成浪费。采暖期过迟，影响井口温度，产品粘度增大，甚至凝固，增大结蜡厚度。

（三）输油管理

在输油和炼油管线埋深和裸露的设计管理中，温度是散热制约的因素，若降温严重，则影响管线中石油的粘度、结蜡、水分冻结，甚者，则造成凝管事故。

气温是制约地温变化的，而地温随着深度变化而滞后，但其共同的特征都有着日、月、年变化特征。在沙漠地区，昼夜气温、地温日变化很大，而湿润地区较小，而土壤温度变化范围也有同样特征，其振幅除地表温度外，一般比气温变化小。在热油管线运行管理中，必须掌握管道经过各地区温度变化情况，以便指导生产。

另外，石油在管道运行中，其结蜡后果，有时会使管道输送率下降80%，有时导致管道初凝，以致造成停流事故^{〔11〕}。

管道结蜡，是热油管道在较低的温度和较低的流速下运行时发生的。以上两种因素，都会使层流边界层进一步加厚，管道油壁温差加大，蜡的结晶浓度梯度也会增大，致使管壁凝油层加厚，引起摩擦阻力增加，从而促使结蜡增加。因管壁结蜡而使输送能力降低现象，是加热输送含蜡油管道在运行中普遍发生的问题，而又须及时解决。如铁大线熊岳—复县站间，自1975年投产，到1979年底未进行清蜡，管壁的当量结蜡厚度达26毫米，摩阻上升近 12×10^5 帕，管道效率下降至80%，1980年清管后输量比1979年提高100多万吨^{〔14〕}。

为确保管道的输油能力，国内外对管道中石蜡沉积条件和机理，进行了很多试验研究工作，对油温、流速、油流粘度、管材性质、外界环境对结蜡的影响，提出估算结蜡厚度和清蜡周期的计算^{〔11〕}。这种估算方法，给热输油管道管理增大了经济效益。上述热管道输油过程。在输油中对油的特性变化，环境温度的影响等等，必须进行了解，以便更好的管理，以求增加最大限度的输油量。

第四节 石油气象的经济效益和对石油生产建设的意义

随着石油工业的发展，石油生产的某些过程、生产工艺、安装设备、勘察钻探、各种规划设计，对气象环境、气候变化等条件要求更加严格。人们需要有舒适的环境生产，生活，人们需要增大经济效益，因而气象问题受到很大的重视。近几十年来，世界各地灾害性天气

频繁出现,构成了很大的威胁。非洲撒哈拉沙漠近10年的大旱,我国三年(1959,1960,1961)自然灾害,新疆1958年、1987年洪水,克拉玛依的大风灾,都造成极大的损失,引起全国人民的关注。新疆未来将预测有严重干旱早期出现,这将会给农牧业、石油工业用水带来严重困难。

在石油开发建设中,制定适合于气象条件的规划、工程设计、工艺流程、采取并验证适宜的气候指标,充分开发气候资源,充分利用气象条件,是获取石油企业经济发展的重要条件,反之,必然受到巨大的经济损失。

一、气候规律的适应和经济效益

《齐民要术》记有“顺天时,量地利,则用利少成功多;任情返道,劳而无获”。这句话是《齐民要术》指导农业生产的结晶,也适应于当前石油开发和石油建设。从天时地利上说,若按气候规律进行建设,就可以最小代价获得最大经济效益;若不按气候规律办事,不但得不到经济效益,且会造成经济财产的损失。

使用合理的气候指标,充分地利用气候资源,不但可以预防灾害,还可以获得很大的效益。如克拉玛依市风压值,曾采用过100公斤/米²,在电厂扩建时,曾采用过120公斤/米²,经过克拉玛依市气象台、国家建筑工程部建筑研究院等有关单位协商研究,决定使用80公斤/米²,这已能保证居住和厂房建筑的安全。仅这一项,为克拉玛依在今后20年内节省几千万元,乃至亿元以上建设投资。又如1983—1984年入冬晚,前冬暖,没有出现奇寒天气,气象部门做出预测后,告诉领导部门和有关单位,仅从保温和耗油两项开支上看,就获得很大的经济效益。在冬季,减少保温用煤量1.5万吨,减少保温用油9836吨。

二、恶劣天气造成的经济损失举例

生产建设规划和设计中,对气象指标估计不当,或对气象灾害预防不力等等,都能带来巨大损失。

气候变化对生产影响是严重的。例如1985年3月29日—4月10日共13天,在新疆沙湾县境内发生春洪,交通中断9天。克拉玛依—乌鲁木齐输油管线705、706两泵站受到洪水威胁,独山子炼油厂产品运不出去,被迫减产,少炼原油5223吨,直接经济损失达55万元。

严寒天气,带来严重的低温,致使原油产量下降。1984年11月—1985年1月,北疆温度较低,克拉玛依月平均值-23°C(12月)—-19°C(1月),使低产油井或含水量高的油井冻结,或输油管道结腊堵塞,被迫停产。另一方面,原油从地层深处流至井口,由井口至计量站,这一过程受环境温度影响,油温逐渐变低,粘度增大,流速减小,导致产量降低。1984年11月下旬末,克拉玛依12月上旬气温急降,下旬达最低,一般在-24—-31°C,最低气温达-34.3°C,这时关井达327口,使日产原油下降,仅12月份就减产4081吨,直接经济损失287万元。

1979年4月10日,克拉玛依由于大风造成停电,输油停输、储油罐已满,原油溢出,流至戈壁滩竟达1503吨。1984年4月24日—25日,十二级大风持续6小时,瞬间风速49米/秒,在大风期间,钻井、试油、井下作业、基本建设等单位全面停工,造成严重损失。例如电杆刮倒刮毁233根,当时电厂被迫停电,钻井队停工625个队时。钻井处一座井架、两座备用井架刮倒摔坏报废。抽油井726口被迫停抽,影响原油产量2379吨。注水站减少注水量14300立方米。电厂停机两台,停炉3台,少发电150万度。有104幢楼房屋面被揭掉,62幢木板房刮毁,

刮倒围墙3592米。452辆汽车挡风玻璃被打碎。共造成406万元的极大损失。

三、石油气象对于石油建设的战略意义

油田一次大风灾害，带来了万贯资金损失，这种灾害性的天气预报，必然引起广大人们的重视，因为它是现实的，直观的。但是在工程设计时，气候指标取值不当，而造成“无声”的经济损失，往往被人们忽视。因为这种损失是隐蔽的，间接的。例如克拉玛依电厂风压取值曾取120公斤/米²，经过研究，又取值为80公斤/米²，由此可知，每平方米造价相差1/3，若没有以后的改变，其总值的浪费是非常可观的，这种经济的损失，谁能及时问及？石油的每个专业，都与气象、气候有关。它们多是求得专门的气候指标，以充分有效地利用有利的气候条件，避免不利的和有害的方面，因而，气象指标常常影响到油田各专业建设的投资。

气候指标的取值，是根据石油各专业生产中所涉及的影响而确定的。有的指标值较容易确定；有的指标值还要根据实验研究才能确定；有的还要在生产中对生产环节、工艺流程技术经过多次的验证和证明才能确定。指标取值偏大，将造成浪费，取值偏小，也造成经济上的损失。一个气候指标的确定，是在多次天气过程中测定其对生产造成影响后归纳研究确定的。它还要在实践中进行修正，使之更切合生产的需要。

石油工业各生产部门规划和工程设计，是以气候指标为依据的，从时间尺度上看，是长期的、持续的。而灾害性天气预报，仅供施工、生产管理过程中使用，从时间尺度讲，是短期的、间断性的，是以一次性的经济效益计算。由上可知，气候指标和设计参数是具有战略意义的，而天气预报具有战略和战术意义的。

参 考 文 献

- 〔1〕 张家威等，中国气候区划，气象出版社，（1987）。
- 〔2〕 申力生主编，中国石油工业发展史，石油工业出版社，（1984）。
- 〔3〕 王连芳，旧中国新疆石油史料辑要，新疆人民出版社，（1988）。
- 〔4〕 现代中国气象，气象出版社。
- 〔5〕 尼雅考古资料，新疆人民出版社，（1980）。
- 〔6〕 斯文赫定，我的探险生涯。
- 〔7〕 陈宗器，地理学报。
- 〔8〕 谭冠日等，应用气候，上海科学技术出版社，（1985）。
- 〔9〕 得克萨斯大学主编，海洋钻井技术（4），石油工业出版社，（1982）。
- 〔10〕 丁绪荣，普通物探教程，地质出版社，（1984）。
- 〔11〕 严大凡主编，输油管道设计与管理，石油工业出版社，（1986）。
- 〔12〕 周陆等编，油气集输，石油工业出版社，（1987）。
- 〔13〕 采油测试计量手册编写组，采油测试计量手册，石油工业出版社，（1979）。
- 〔14〕 楚良官，对熊岳—复县间管道清管周期的探讨，油气储运，（1983）。

第二章 气候概况

第一节 自然地理概况

一、全国自然地理概况

我国位于亚洲东部 3° — 53° N, 南北跨越近50个纬度, 大陆部份位于 18° — 53° N, 南北跨越也达35个纬度。全国总面积约为960万平方公里。

我国地势西高东低, 呈阶梯状分布。昆仑山、祁连山以南, 横断山脉以西, 为第一阶梯; 以青藏高原为主, 平均海拔在4000米以上, 面积达200万平方公里。大兴安岭、太行山、云贵高原东坡一线以西为第二阶梯, 海拔在1000—2000米之间; 第三阶梯海拔多在500米以下, 包括东北、华北、长江中下游平原以及山东丘陵和江南丘陵等。

这种呈阶梯状的地势分布, 有利于海上湿润空气深入内地, 调节气候; 有利于大河东流和沟通水上交通; 有利于大河在阶梯交界处产生巨大能源。

与石油关系最为密切的是四大盆地(塔里木盆地、准噶尔盆地、柴达木盆地和四川盆地), 三大平原(东北平原、华北平原和长江中下游平原)和浅海大陆架。这些是生油的良好地区, 目前我国的大油田几乎都在这些地区。

二、我国主要油田自然地理概况

(一) 大庆油田

大庆油田位于黑龙江省西部、松辽盆地中央坳陷北部。松辽盆地面积达26万平方公里(图2.1.1)。大庆油田的主体——大庆长垣, 是松辽盆地中央坳陷北部的一个大型背斜构造带, 南北长约140公里、东西宽约6—20公里。长垣之上, 自北而南有喇嘛甸、萨尔图、杏树岗等油田。长垣之外, 已探明的有杏西、龙虎沧、升平、宋芳屯、模范屯、朝阳沟和榆树林等油田。大庆油田是以上这些油田的总称。

大庆油田已连续十多年保持年产原油5000万吨, 为我国至今的最大油田, 也是世界原油年产量达到或超过5000万吨的少数几个特大油田之一。

(二) 胜利油田

胜利油田位于渤海之滨的黄河三角洲地带, 属鲁北平原的一部份(图2.1.2)。胜利油田的主要勘探开发区总面积2.64万平方公里, 它包括东辛、胜坨、孤岛、孤东等52个油田, 胜利油田是这些油田的总称。

胜利油田是目前我国第二大油田。

(三) 辽河油田

辽河油田地处辽河三角洲, 地势低洼, 平均海拔高度仅20米(图2.1.3)。辽河油田在地质构造上属辽河盆地, 面积2.48万平方公里。它包括兴隆台、曙光、欢喜岭、高升和大民屯等十多个油田。

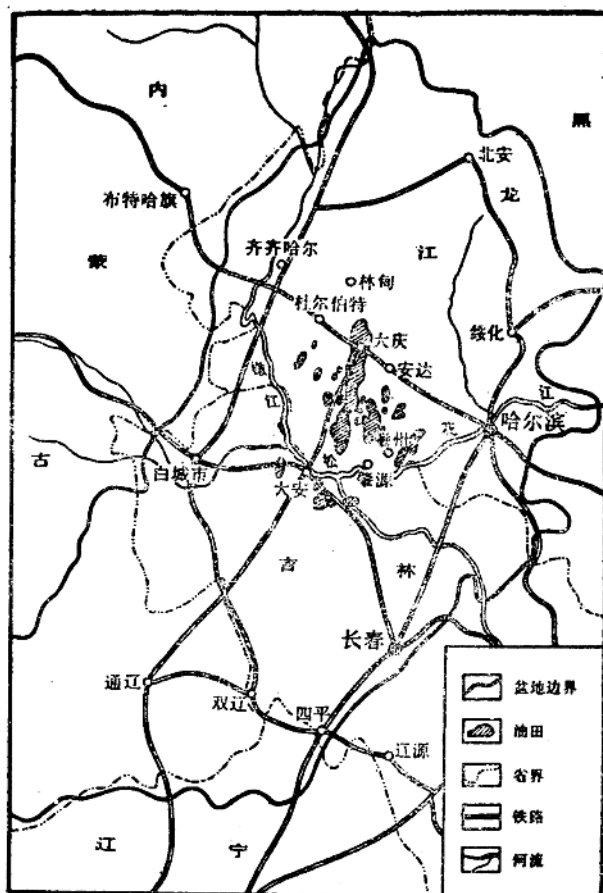


图2.1.1 大庆油田地理位置示意图
(摘自文献〔2〕, 图57)

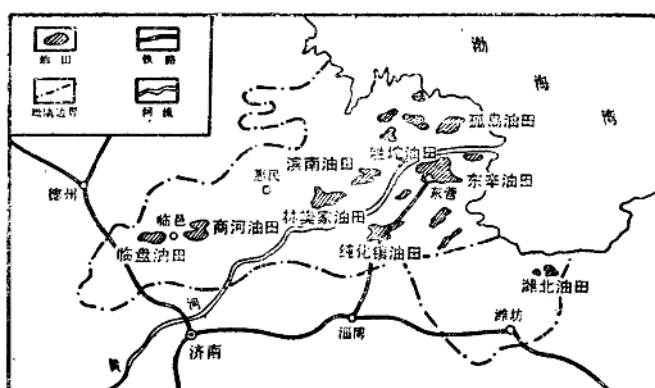


图2.1.2 胜利油田地理位置示意图
(摘自文献〔2〕, 图72)