



作为学者的他，儒雅、内敛、朴实无华；

身居高位的他，深沉、智慧、字字珠玑。

仿佛是在昨天，经历艰难，享受欢乐，无怨无悔，只因为对祖国母亲的依恋。几十个春秋岁月，他的忠贞信念从未改变。值此张院士八十寿辰之际，我们衷心地祝愿他，身体健康，幸福快乐。

华发尽染不言倦

——记著名地质学家、两院院士张宗祜

本刊记者 刘之灵

今年适逢著名水文地质、环境地质、工程地质、第四纪地质学家张宗祜院士的八十岁寿辰，我们特意去探望了他，听他身边的工作人员讲，采访他的人很多，他每每也很随意和投入，因而当我们笑着互问谈些什么的时候，张院士便定了基调。与很多老人不同，他的与年龄不太相符的清晰的思路可能会使每一位听者撼动，思索和言谈的背后闪烁着一位科研工作者坚毅的性格、辛勤不辍和一往无前的进取精神。透过他淡定从容的举止和谦逊的言语，我们越发渴望去接近他，了解他……

与黄土高原结下不解之缘

几十年的地质工作，张院士与黄土高原结下不解之缘。北国那钢铁般冷峻

的群山万壑，寒意萧萧的冰川，飘飘洒洒的鹅毛大雪，沙涛澎湃的旷漠，那像老人满脸褶皱的丘陵和少女肌肤般的平原，还有成吉思汗古战场上的漫漫风沙，深深埋藏在张宗祜院士心底的存储器中。

至今他仍然每年还要到黄土高原上去走走。黄土高原的特殊的地貌景观和记录着高原形成历史的丰富地质现象，给了张院士非常深刻的印象。为了改变黄土高原脆弱的生存环境，以及生活、战斗着的纯朴高原人民都加深了他对黄土高原的深厚感情。

四十几年来不间断的，每年他都要到黄土高原来做地质工作。四十多万平方公里的高原他几乎都跑遍了。记得五十年代初，张宗祜和他的科研小组在黄

土高原上，从塬、峁顶部爬到深沟底，再由深沟爬到塬上，当地老乡看到后对他们说：“有大道你们不走，专走那狼都不走的路。”野外地质工作，不仅使他对黄土高原的形成发展有了更多、更为深入的认识，而随着不断深入的野外地质工作，认识也随之不断的加深。他的关于中国黄土高原和黄土的学术思想，也就是在这样的实践——思考的反复过程中孕育而成的。

几次偶然，注定一生地质情缘

选择黄土高原和中国黄土作为他半生的研究对象，是由许多偶然因素造成的。

1948年，张宗祜在北京大学地质系

毕业时,有一天系主任孙云铸教授告诉他们,江西的钨锡矿业公司来人到系里想招收几个愿到江西搞钨锡矿床的地质专业毕业生。张宗祜当时在地质系学习时对金属矿床很少兴趣,而对构造地质、新生代地质和地貌学的兴趣却十分浓厚。同时,他对煤和石油非金属矿的课也比较用心学习。由于在学校时对学习的专业课程的兴趣不同,毕业时他没有应聘去江西钨锡矿业公司工作,反而投考到当时的中国石油公司在甘肃兰州的石油地质勘探处,我国的石油地质先驱者孙建初老先生,当时就已在领导着西北石油地质勘探工作。

初识黄土地

在兰州张宗祜是第一次见到黄土高原和黄土。当时它给他的印象只是一片灰黄色的丘岗地形。上面光秃秃的,看不到树木。在勘探处院子南面的皋兰山,大家议论起皋兰山上巨厚的黄土层,究竟是怎么形成的。有的说是风成的,有的说难道是只刮风不下雨吗?总之,你一言他一语,热烈非常,最终却无结果散去。

当时刚从学校来到地质工作岗位上的张宗祜,初次见到黄土高原,只是听听议论而已,何况当时他们是搞石油地质,与黄土没什么关系,所以也没有更多的思考。谁知,几年之后,他却与西北黄土高原结下了几十年的不解之缘。

融入黄土地

解放后,国家建设进入两年恢复时期和第一个五年计划建设时期。大规模的工业、交通、水利等建设工程,如雨后春笋般发展起来。国家急需大量地质专业人员投入工程建设的前期工作。但是当时分散在全国各地的地质人员仅有二百人左右,为了适应当时建设的需要,中央把各地分散的地质技术力量适当集中在北京,统一调配,以保证重点工程的地质工作。1950年张宗祜由兰州回到北京,来到北京地质调查所。接受的第一项任务就是和永利制碱公司的化工人员一起去内蒙的伊克昭盟,调查那里的碱湖天然碱资源,解决建设大型硫酸亚厂所需的天然资源问题。

伊克昭盟是个蒙族同胞居住的地区,

当时,这里处于毛乌素沙漠的腹部,没有行车的道路,人烟稀少,少数牧民分散居住,只有一片片沙地和沼泽地。由于交通和生活条件太艰难,过去从未有过地质人员来到这里。这个地区没有可用的地形图,更没有可参考的地质资料。然而这样的工作环境和条件,却锻炼了张宗祜在野外独立做地质工作的能力。这个经历,对他以后在黄土高原工作有着深远的影响。

恋上黄土地

1951年,根据国家的需要,在北京地质调查所的基础上,地质队伍和地质工作的任务逐渐扩大。中国地质工作计划指导委员会组建,由李四光先生任主任委员。1952年在委员会基础上组建了地质部。1951年9月,张宗祜作为解放后国家第一批派往苏联学习的留学生成员,赴苏联莫斯科地质勘探学院攻读研究生。

出发前,地质工作计划指导委员会曾找去苏联学习的几位人员谈话,征求他们对学习专业的意见。当时,张宗祜本想在石油地质专业方面继续学习,但组织上考虑到当时国家处于大规模经济恢复建设时期,迫切需要水文地质、工程地质方面的专业人才,而过去国内没有这方面的专业,从事这方面的地质人员也极少,因此组织上希望他到苏联后学习水文地质与工程地质专业。

水文地质与工程地质专业是廿世纪四十年代末至五十年代初,在地质学基础上发展形成的地质学的一个分支学科。其对当时的我国来说还是一项空白学科。它是地质学与水文学、工程建筑等方面相交叉形成的新的分支学科。其以地质学为基础,以工程应用为目的,因此,要求专业人员既要有地质学方面的知识又要有关于各类工程建设方面的知识。这就给张宗祜的专业学习带来更大的压力和难度。但是同时也给他以后几十年里,



陕西洛川国家地质公园黄土小组成员合影



在比利时马斯河考察第四纪黄土堆积

在科研工作和学术思想上带来了非常深远的影响,带给了他十分有益的思想方法,而能突破专业的局限去思考问题。这些也都潜移默化地融于他对黄土高原和中国黄土的研究和认识过程之中。

这是张宗祜一生在专业上的一个大的变化,也是在一个偶然因素下形成的必然结果。

到苏联后,张宗祜分配在莫斯科地质勘探学院的水文地质工程地质系攻读研究生。他的导师伊·瓦·波波夫教授谈他的学习计划时,建议张宗祜以工程地质为专业方向,以黄土地区的工程地质问题为研究对象来确定论文题目。他的导师认为中国的黄土分布面积和厚度都是世界上最大的;中国西北地区的建设发展必然有许多工程要建在广大的黄土分布地区。因此,今后中国西北地区黄土的工程地质工作将会很重要。同时,当时在乌克兰境内正在勘探设计一项大型运河工程,有的地段正在施工,全部运河路线都穿行在乌克兰南部的黄土中。在中亚地区的乌兹别克斯坦,塔吉克斯坦等地,也有已建的运行中的大型引水渠道。

有许多工程地质问题,可以作为论文学习和收集资料的地方。这样他的学习计划和论文题目就定了下来。从此便开始了对黄土的研究,这是他以后几十年黄土研究的起点。

苏联的黄土主要分布在两大地区,一是乌克兰境内,另一是中亚几个国家。为了了解苏联的黄土和黄土地区的水利工程设计施工情况以及存在的工程地质问题,张宗祜走遍了乌克兰基辅以南的

黄土分布地区,两次进入中亚的三个加盟共和国,调查正在运行的大型引水工程在黄土区出现的工程地质问题。

乌克兰的黄土从岩性和黄土中古土壤层的特点与中亚地区有很大差别。这两地区在地理上是分属于欧洲和亚洲的。而中亚地区黄土与我国西北地区黄土有许多近似之处。在研究学习期间,按学习计划张宗祜要在教研室里作一次关于黄土研究现状的读书报告,报告涉及黄土有关地质学方面和工程地质方面进展情况。讨论时,导师和教研室的老师们提出问题,问他对黄土成因问题有什么看法。关于黄土成因,于1868年最早由德国人李希霍芬(F. Von Richthofen)提出了风成说。认为中国的巨厚黄土和世界其他地区黄土都是风成的。以后,十九世纪俄国人奥布鲁契夫,曾多次到中国西北黄土高原和中亚地区考察,也提出黄土是风成的说法。廿世纪五十年代时期,对乌克兰和中亚地区的黄土,苏联的一些学者仍然延续前人的风成学说。在张宗祜研究生学习期间的主要工作是研究黄土的工程地质问题,对于黄土的成因问题还没有认真去探求,张宗祜认为黄土成因问题尚处于科学假说阶段。



东方之子节目野外录制

他对黄土成因的认识只是从已有文献中形成的,特别是奥布鲁契夫的著作,对他影响较大。

张宗祜在学习期间就阅读过奥布鲁契夫的著作,特别是他对我国黄土高原的黄土,在地层上、岩性上的描述以及成因上的风成说论点,张宗祜都作了全面了解。1953年,正当奥布鲁契夫九十寿辰,由莫斯科地质勘探院校长安排了在校中国留学生与奥布鲁契夫的会面,祝贺他九十大寿。张宗祜和另外几位中国同学到他的住所拜会了他。当时他的头脑非常清楚,讲了到中国黄土高原的情况和他的风成观点。因此,在苏联学习期间,有关中国黄土的成因风成说对张宗祜还是有很深的印象的。但是那时他还没有对我国西北黄土作过深入工作,一些认识只是遵循前辈的学说而已,还谈不上自己的学术观点。

思索黄土地

1955年张宗祜回到祖国,正值全国进入第二个五年建设期间。第二个五年计划的建设重点在我国西北地区。铁路、公路、水利工程、城市建设、工矿企业、供水水源地的开发建设及水土保持工程

等,有如雨后春笋,遍布黄土高原。这时三门峡水利工程大坝及库区的工程地质勘探工作正在紧张实施。为了适应国家建设的需求,由铁道部、地质部、中国科学院、建工部等单位的科技人员组成了西北黄土研究组。大家协同工作,在西北黄土高原展开了规模宏伟的黄土高原科学研究。在这一形势下,张宗祜才有了对黄土高原和中国黄土研究的系统而深入的条件,并且这一研究工作一直进行了四十余年。

关于中国黄土成因的看法,国内以及国际上的同行专家们大都主张沿袭前人的风成说。张宗祜当时在黄土高原野外地质工作中和一些工程实践中遇到的一些现象和问题,触动了他对黄土成因的重新认识,并产生了一些不同于前人的看法。

给他触动最深的是50年代中期,在西北黄土地区修建铁路过程中,当时铁道部门在黄土路堑边坡的设计规范中,规定凡是风成原生黄土边坡的设计坡度可以陡一些,而次生黄土(风成黄土被再堆积的称为次生黄土)的边坡设计要缓一些(注:当时的规范中对风成黄土与次生

黄土的边坡角度大小按此原则作了具体的规定)。但是在工程施工过程中出现的实际边坡稳定情况却与规范的规定差别很大,出现了所谓风成黄土的边坡也并不稳定,而所谓的次生黄土边坡也并不一定都不稳定的情况。也就是说按规定设计的认为风成黄土边坡并不稳,而所谓的次生黄土边坡有的确比风成原生黄土边坡稳定。实践证明了以黄土风成假说为依据来判断黄土的边坡稳定条件,实际上是不符合客观实际的。

其实,把黄土分为原生黄土(即指风成黄土)与次生黄土(非风力形成的黄土)并不是科学的。把这一要领引进工程实践中来,自然就难于符合客观实际情况。鉴于以上情况,后来铁道部门的设计规范对此作了很大的修改。

这一事实使张宗祜深深地思考,我国黄土高原黄土连续分布面积有四十多万平方公里,厚度一般都在150米左右,最厚达到300米以上,而且黄土堆积的地质年代始于第四纪初,这样地质时间延续很长,分布十分广泛,厚度又很大的黄土堆积,能是仅仅由于一种地质营力风的作用形成的吗?是不是还有许多我们



与夫人在天津蓟县



在武汉地质大学作学术报告



在黄土高原考察



中比项目野外工作



在塔里米河考察期间会议中



介绍主编的第四纪地质图

还没认识到的地质作用和过程对黄土高原的形成有着更为重要的意义?

实践打开了张宗祜的思路,实践使他跳出了传统的观念。他开始思索 除去传统的风成成因假说以外,中国的黄土形成原因是否还会有其他的原因?张宗祜的这一思路在他对黄土研究中不论是野外地质工作上,或是研究方法上,探索具体问题的思路,引进其他学科的理论和方法上,对地质现象和各种资料的综合分析上……都有着非常深远的影响。同时也促使他特别重视亲自取得第一手资料,包括野外的细微地质现象,室内实验过程中出现的各种情况,唯恐丢失他认为非常重要的现象和规律。

也就是这一思想,促使他几十年来,从不间断地到黄土高原做野外工作,即使是过去走过的地方,每次再去,每次都有新的收获,新的认识。张宗祜深深感到黄土高原的确是一个地质信息非常丰富的巨大信息库,它记录着高原在地质历史上形成的过程,记录着它在形成时经历的古气候、古环境的变化,以及在离它们较近的几千年时间里的环境变化。这些变化都一一刻印在这个高原上和构成高原的黄土堆积地层里。

发掘黄土地

50年代末,在陕西渭河以北的黄土塬上,在乾县大北沟的水利工程工地,开挖出的天然黄土地层剖面中,在近地表第一层黄土之下,埋藏着很厚的湖沼相沉积。就是在这层沉积中,发掘出了一个完整的纳玛古象化石。这一化石曾由我国著名的古脊椎动物学家裴文中等先生鉴定,认为是晚更新世早期的古象。这一事实说明,在第四纪晚期即晚更新世时,渭河以北的地区有广泛的湖沼水体分布,而且有古象生存。当时的气候条件与现在差别很大。后来在黄土高原内部许多沟谷内及高原以北的现代毛乌素沙漠的下部,也发现晚更新世时的湖沼相沉积,地层学上称之为“萨拉乌苏组”,表明黄土高原内外大面积分布着晚更新世时期的湖沼水体。

80年代初期,张宗祜他们在陕西北部洛河上游,吴旗县境内黄土崩上,在黄土堆积之下找到第四纪早更新世时期的厚层湖相沉积,厚度达90多米。从湖相沉积分布的范围估算,当时这个古湖泊面积可近200平方公里。事实说明,第四纪时期黄土高原内广泛分布着不同时代的湖泊、沼泽、河流。当时的自然景观远非今日所见。80年代中期,在甘肃兰州以南,黄河南岸最高的黄土塬上,曾由甘肃省地矿局施工造成了一个深达四百多米的钻孔,揭露出黄土连续沉积厚度达四百零几米,其下部为20几米厚的卵石层。厚层黄土的底面海拔高程低于现在黄河河床以下20米。

类似的新发现还有很多。黄土高原内的这些发现,证实了关于黄土高原的形成绝非简单的单一地质作用过程,应该认识到它的复杂性。最近时期1997-1998年在塔里木盆地内,塔克拉玛干大沙漠的腹部实施地质勘探钻孔,揭露了沙漠腹部第四纪及其下的第三纪地层。表明大沙漠的风沙堆积(沙丘、沙链等活动沙漠),地质时代都较新,大部分是晚更新世末和全新世时期形成的,而其下则为晚更新世时期的湖泊相沉积,说明在沙漠下有被埋藏的古湖沼地。钻孔揭露了整个第四纪早、中、晚

时期很大部分是河流相和洪积相沉积。这些地质资料说明 现在所见的塔克拉玛干沙漠形成时代应是第四纪的晚期。它要晚于黄土高原的黄土形成时代 200 多万年。这些客观事实,促使了张宗祜更加深入地思考:黄土高原的黄土是第四纪初(距今 250 多万年)就开始形成了,而高原周围的沙漠,则都是在第四纪晚期(距今十万年左右)以后时期形成的,那么如何来思考黄土高原黄土与沙漠两者的形成关系呢?这样大的时间差又说明了什么问题?而回答这个问题 还需要在高原的内外地区作更多的,更为深入的工作之后才能回答。这也是张宗祜现在仍然想到黄土高原再跑一跑,再看一看的原因。

难舍黄土地

反复地实践是使张宗祜产生新的思路和取得新进展的源泉。这点在他对黄土高原的土壤侵蚀规律研究中体会得最为深刻。

黄土高原地形极为复杂。沟壑纵横,土壤侵蚀造成的微地貌千姿百态,形状、大小各不相同。初到黄土高原看到塬上及梁、峁坡上分散着各式各样的侵蚀后的形态,只感到杂乱无章,很难找出规律来。但是经过多次反复观察,分析它们与周围的地质地貌的关系,开始确认出它们的状态和分布不是偶然的,而是有一定规律性的。它们所分布的地形地貌部位和形成、发展过程都遵循着自然侵蚀作用规律。在此基础上,张宗祜逐渐确认出这些侵蚀形态之间还存在着转化的关系和继承发展的关系。

在这一认识指导下,张宗祜相继在野外作了大范围的、大量精细的测量、观测和统计分析工作之后,总结出黄土高原在塬梁峁地形上,由于土壤侵蚀造成的各种侵蚀形态在其发生与发展和分布上的两个基本规律,即:分布上的分带性和侵蚀形态的转化与继承性。掌握了这一认识规律,对整个黄土高原的侵蚀作用过程及其机理就有了更为深刻的认识。据此建立了具有普遍意义的黄土高原土壤侵蚀基本模式。而这一科学认识,正是高原区防治水土流失措施理论依据。

张宗祜对黄土高原的研究工作,还有许多其他方面,如研究黄土高原黄土地层、地貌类型、黄土的工程地质、黄土的微结构、黄土高原的主要环境地质问题等,还有一系列地质图件的编制,如黄土的工程地质图,黄土高原地貌图,以及包括黄土高原在内的中国及毗邻海域第四纪地质图。这些成果都是在他长期以来形成的学术思想引导下完成的。

黄土高原所蕴涵的地质信息,实在太丰富了。几十年的黄土研究,使张宗祜感到仍然有许多未知的和尚未搞清楚的科学问题,而对黄土高原和黄土还不能只是认识就行,越是深入下去,发现的问题也越多,而也迫切地更想了解 and 进一步认识它。

时至今日,张宗祜仍然盼望有机会到曾走过的地方再去看看。因为在他的脑子里,常常想念着以往在那里观察到的一些值得留恋和深思的地质现象。它们反映着高原的发展、演变历史,记录着有意义的地质事件的发生过程。而当时因为客观条件所限未能如愿仔细研究。

“我无时不想着它……”



在上海参加国际城市地质研讨会



在河北平原中部进行水文地质勘探研究工作野外留影



小浪底考察



云南鹤庆野外考察

张宗祜深刻地认识到围绕黄土高原的科学问题非常多,而且涉及方面也非常广。它与整个中国大陆的形成发展是在统一的过程中形成的,有着密切的联系;它与青藏高原第四纪时期的隆升过程,也有着紧密关系。它构成我国自西向东的三大阶梯地形的中间部分,自身又构成一个完整的地质环境,有自身发展的特点,对我国人民的生存环境有着重要的影响,是中华民族古老文明的发源地。

总之黄土高原与我们关系太密切了。几十年在高原的科研工作,不仅使张宗祜的科学知识得到充实、发展,而且使他对黄土高原有了很深厚的情感,他对我们说:“我无时不想着它……”^[4]

笔者这次走访张院士工作的地质研究所,有幸结识了与张院士共事几十年,与他一起走过风雨历程的“老战友”们,整整一个上午,我们近距离接触,交流着,倾听着这些科技工作者的肺腑之言。

镜头一:任福弘(老所长):作为与张院士共事50年的同事(从建所开始),在我的印象中,张院士作为一名科学家,他专心致志,始终如一地不懈求索,从不满足。在黄土地工作了30多年,每年都要出差到黄土地(希望在黄土领域有自己的见解)。

他思路开阔,作为工程地质、水文地质、环境地质、第四纪地质方面的开拓者之一,对水文所的发展有重要的贡献(1956年水文所成立,1955年他留学回来直接参与组建,起了重要的作用)。80年代初,在传道、授业、解惑方面,张院士都是大家的老师,积极鼓励下属开展工作,生活上关心帮助下属,工作上对下属要求非常严格,实事求是,坦诚相待,非常谦逊平和,待人宽厚……

张院士在科学前沿从未停止探索、追求,并一直延续影响着地质研究所现在的工作。

镜头二:石建省(现任副所长):张院士不仅是一位学术造诣极深、德高望重的地质学家,更是一位有着强烈的爱国之

情、远大的报国之志、自觉的效国之行的科技工作者楷模。

他作为领导,一生奉献研究所,始终着眼于长久、战略性业务的发展布局,始终为所里的学术发展发挥着重要的作用;根据国家和社会的发展需求带领全所,站在前沿全局的高度身体力行、顽强拼搏、勇于创新开展科研工作,在学科交叉和技术集成方面取得了重大突破。譬如,在农业生态地质学这个年轻的边缘学科创立发展中做了大量的开拓性工作,起了重要作用。同时对国家和社会的发展提出了很多建设性的意见。

透过一个个镜头,我们看到了一个更真实的张宗祜院士,在他多彩的生活画面中,使人感受深刻的还是那份对祖国的情感,时刻注视着祖国的发展,这就是血脉相通,要和祖国的心脏一起跳动。国家所思、所急、所需,你必须清楚,清楚了才会兢兢业业地工作,工作起来才会有放的放矢。“为了祖国的利益”或许这就是他摸索出来的职业意义。如果说,为了祖国的利益是张宗祜院士个人的理想,那么在这个理想指导下的个人行为,当然就是祖国人民需要的国家行为。

仍是人们熟悉的朴实的笑容,温暖的目光。80高龄的张宗祜院士,依然关注着世界风云变换,关注着我们党和国家的前途命运,依然关注着我国欣欣向荣的社会主义现代化建设和蓬勃发展的改革开放事业,依然为着中国科技的发展,人民的幸福,操劳不止,尽心尽力……学为人师,行为世范,年逾古稀的老人用自己的一生诠释了这一切。事业如斯,夫复何求?回顾过去,他始终勤勤恳恳,脚踏实地,宠辱不惊。前方路途漫漫,和蔼谦逊的张院士深邃的目光望向远方……

他的思想、风范与业绩,他的人格魅力似久存的佳酿弥足浓郁……

再次祝愿张老,永远幸福安康。



张宗祜和家人在一起

院士简介



张宗祜 第四纪地质、水文地质、工程地质、环境地质学家,中国科学院院士,中国工程院院士。1926年2月19日出生于河北省满城县。1948年毕业于北京大学地质系。1951年10月至1955年2月,在苏联莫斯科地质勘探学院读研究生,获副博士学位。1956年加入中国共产党。历任技术员、工程师、室主任、总工程师、所长、名誉所长;现为国土资源部水文地质工程地质研究所研究员、名誉所长。曾任中国地质学会水文地质专业委员会主任委员,中国地质学会冰川及第四纪专业委员会主任委员、中国第四纪研究委员会委员、河北省地质学会副理事长;《地质学报》、《地质评论》编委,《中国百科全书》地质学卷编委;中国自然科学名辞编审委员会委员,国务院学位委员会第二届、第三届学科评议组成员,西藏自治区一江两河中部流域综合开发国家咨询组成员,国际第四纪联合会名誉副主席,国际水文科学协会中国国家委员会主席,国际地圈、生物圈计划中国国家委员会委员。

从事过水文地质、工程地质、第四纪地质、中国黄土及水资源开发利用等方面的工作。曾主持并参与多项国家及部级重大科技攻关项目及基础研究项目。曾获国家自然科学奖一、二等奖,国家科技进步二等奖、地矿部科技成果一、二等奖多项。1980年当选为中国科学院学部委员(院士),1993年获李四光地质科学奖荣誉奖。1994年当选为中国工程院首批院士。1998年获光华工程科学技术奖。2000年获何梁何利科技进步奖。

主要贡献

对黄土高原作为各种工程建筑的黄土力学变形机制作了系统的研究,并取得了突出的成绩。

“六五”至“七五”期间,承担了国家重点科技攻关项目“华北地区水资源评价及开发利用”地下水部分的工作,对华北地区包括河北、河南、山西、山东及京、津地区,对地下水资源的量及时空分布规律,地表水与地下水调蓄的可行性,缓解水资源供需矛盾的途径进行了全面系统的研究。

为解决黄土高原地区大型引水灌溉渠道渗漏问题,研究了黄土地层中水流入渗的规律。进行了大规模和长时间的黄土渗透性现场实验研究,提出了黄土地层中入渗水流运移规律和黄土渗透系数的新概念,并提出了国内外普遍应用的达西定律在黄土地层中应用的局限性及修订意见。

通过大量实地观测,调查研究,总结了黄土高原土壤侵蚀发生、发展的基本规律,建立了中国黄土高原土壤侵蚀类型分类,并以此为基础编制了1:50万的黄土高原地貌类型图,反映了各种侵蚀类型的空间分布情况。指导编制了黄土高原地区粗泥沙来源分布图。

“八五”期间,作为首席科学家主持了地矿部重点基础研究项目《中国北方晚更新世以来地质环境演化与未来生存环境变化趋势预测》研究。研究地区包括青藏高原、黄土高原、鄂尔多斯高原以及华北平原和渤海沿海地带。1998年出版了专著。

1993年—1996年担任国家自然科学基金重点项目《人类活动影响下华北平原地下水环境的演化与发展》的项目负责人,该项目由地矿部水文地质工程研究所、中国地质大学(北京)环境科学系和南京大学地球科学系共同完成。完成专著,并已出版。

著作有:《中国黄土》、《中国第四纪地质》、《中国北方晚更新世以来地质环境演化及未来生存环境变化趋势预测》等专著,主编了《中国黄土类土工程地质图》、《中国黄土高原地貌类型图》、《中华人民共和国及毗邻海区第四纪地质图》、《亚洲水文地质图》等多部著作。

多次参与中国科学院、中国工程院重大科技项目和工程项目的咨询工作。