

中国科学院綜合考察委員会資料

編 号: 03525

密 級:

中国科学院治沙队第一次学术报告会文件

沙漠地区水文地质条件初步研究总结*

地质部水文地质工程地质局
中国科学院治沙队水文地质组

执笔人：李宝兴(地质部水文地质工程地质局)

緒 言

我国的干旱地区幅员辽阔,几占全国土地面积的四分之一强,其中大部分地区为沙漠所占据,据初步统计沙漠的总面积达百余万方公里,折合土地十六亿亩之多,相当于现有全国耕地面积的总和。

在这沙海茫茫的荒野上,分布有点点的绿洲,是我国多民族的居住区;有最大的牧场及无边的草原,地下埋藏有丰富的矿产,更是我国石油工业的基地,玉门油矿、克拉玛依、柴达木等均为世界的名地。

千百年来,我国的劳动人民,汉、蒙、回、藏、维各族就在这块土地上进行着生产活动。然而沙漠的危害却十分严重,埋没农田、房舍、阻碍交通、逼人搬家、人民生命及财产的安全无保证,并呈现了一片荒凉的景象。人们形容那时是:沙是黄龙,压谁谁穹,沙边种地,十年九空。内蒙磴口县民谣:一年三季风,沙漠向东侵,黄河水患多,生命没保证。正是这种生活的形容。

解放后,沙区群众在党和政府的领导下,积极地向风沙搏斗,部分地区已改变了沙漠的面貌。为了彻底消除风沙灾害,向沙漠要财富,使沙漠为人类造福,经中共中央决定,中央农村工作部、国务院第七办公室、国家科委于1958年10月在呼和浩特市召开了内蒙古和西北六省(区)的代表,举行了治沙规划会议。会上提出了改造沙漠的初步规划,并交流了经验。

一九五九年是中国人民向沙漠进军的第一年。在这一年中,在治沙的各个战线上都取得了辉煌的成就,再一次证明了党的治沙方针的正确。经中央决定,于1959年9月在新疆维吾尔自治区乌鲁木齐市召开了内蒙古和西北六省(区)第二次治沙会议;在会上总结了一年来所取得的成就与经验,并制定了1960年的治理方针与任务。根据会议精神,科学院治沙队于10月召开了总结会议,各研究室对取得的成就均进行了总结,除新疆塔里木盆地水文地质报告,准噶尔盆地及河西走廊,柴达木未列入,其他地区都在本报告有了说明。

* 参加本文编写的有:地质部水文地质工程地质局李宝兴、曹可珍、汪梦麟,中国科学院地质所于守忠,中国科学院治沙队邱国庆,南京大学唐宁华。

塔里木有南大負責作报告,准噶尔有水文地质二大队負責,內蒙的騰格里沙漠由水文地质一队負責,此不多述。

由于我国干旱沙漠地区幅員广大,又隶属于各个不同的地质构造单元,各具不同的自然地理特征,从水文地质条件上来看,也是各不相同。这些地区在国民經济的发展上具有极其重要的意义,如何加速开发这些地区亦是当前的迫切任务之一。在这样的形势下及长远规划的需要,干旱沙漠地区的地下水調查工作早于1955年即已开始。首先組成了內蒙古中部高原牧业区缺水草場的水文地质普查与勘探工作,1956年又在甘肃的河西走廊及青海的柴达木盆地建队开展水文地质工作。

为了满足国民經济发展的需要,从1957年起大规模的展开干旱沙漠地区的水文地质普查与地下水勘探工作,內蒙队及甘肃队迅速扩大了,同时又成立了新疆水文地质大队,展开了天山南北地区的水文地质工作,先后完成了将近八万平方公里的比例尺二十万分之一的綜合地质水文地质普查。1958年是大跃进的一年,干旱沙漠地区的水文地质普查工作亦有了飞速的发展,完成了将近二十万平方公里的普查。1959年是繼續跃进的一年,基本上完成了內蒙古中部高原、甘肃河西走廊、青海高原、新疆天山北麓山前平原及哈密—吐魯番盆地等的水文地质普查工作,同时还組織了宁夏水文地质队及青海水文地质队。

为了配合治理沙漠,全面摸清沙漠区的面貌,地质部水文地质工程地质局还組織了治沙水文地质一队(駐內蒙)及二队(駐新疆)。基本上完成了內蒙古巴盟烏兰布和沙漠及騰格里沙漠的五十万分之一的地质水文地质普查,在秋季又完成了伊盟庫布齐沙漠的五十万分之一的地质水文地质普查,总面积約为6万余方公里。在新疆完成了准噶尔盆地沙漠的五十万分之一的地质水文地质普查,总面积約5万余方公里。

水文地质工程地质研究所为了对整个干旱地区的水文地质条件进行研究,曾先后在甘肃的河西走廊,內蒙古中部高原,及新疆的天山北麓进行了調查与研究工作,1959年又对整个干旱地区进行了勘察。

科学院治沙队水文地质組于1959年內配合各綜合考察路綫进行了沿綫的水文地质調查,另外还組織了一小部分沙区的路綫考察,收集了許多資料。

在上述各項工作完成,积累了大量的水文地质資料,基本上摸清了沙区的面貌,对于干旱沙漠地区的水文地质条件有了比較系統的認識,并著有許多专题論文与报告。在整理上述資料的基础上,地质部水文地质工程地质局及水文地质工程地质研究所合編了中国干旱区水文地质分区图(草稿)及干旱区水文地质条件簡要說明书,所有这些資料,論文及报告正是編写这次論文的基础。对进一步的生产与研究工作提供了比較全面資料,是彻底改造沙漠,利用沙漠,让沙漠为人类造福所必須。

第一篇 总 論

一、沙漠地区自然景观的分带性

中国干旱区的地理位置大致介于北緯 36° 到 46° 之間,呈东西向延伸。按自然区划,包括內蒙古东部草原,西部阿拉善沙漠,鄂尔多斯北部的沙漠和草原,河西走廊,柴达木盆地,准噶尔盆地以及塔里木盆地等,并包括天山,祁連山和阴山等著名山脉,区域的南北有崑崙山及阿尔泰山为天然屏障。

除山地外,大部为海拔 1000—2000 米的高平原或大型山間盆地和 500—1000 米之間的湖盆洼地,并有大小不等的沙漠复于其上。各山前有規模不等的砾石戈壁平原,仅在区域的中部有低山丘陵及石崗山地。境內山系海拔 3000—4000 米,頂峯在 5000—6000 米者終年积雪,并有現代冰川发育。在自然景观上,东部多草原,而西部則为漠境盆地。

境內絕大部分属內陆水系,靠高山冰雪水补給,流細途短,中途消失于戈壁沙漠之中。仅有的几条大河可以径流不息地汇入湖泊中。其中較大者有塔里木河,額济納河等。外流水系有阿尔泰山区的額尔齐斯河为北冰洋水系,在东部有黄河源于青海高原,东流注入东海,为太平洋水系。

全区气候极端干旱,降雨稀少,蒸发強烈。年降雨量一般都不超过 250 毫米,而且呈現出自东而西,由南而北逐漸減少,遇有高山則迅速增加的規律,最高达 600—700 毫米。蒸发具有完全相反的規律。降雨最少的地区有巴丹吉林沙漠,塔里木盆地,柴达木盆地等,常年不及 50 毫米,更有长年不雨的地方。形成典型的大陆性干旱草原,沙漠气候,沙漠戈壁的形成是干旱气候条件下的天然产物。

世界上沙漠戈壁的分布大約介于南北緯 15—30° 之間的信风带,从气象学上来看,这一带是高气压带,因而天气比較稳定,雨量稀少,空气干燥,容易造成荒漠。这种緯度分带規律在中国表現的亦很明显,但是由于中国地形的特殊性,在很大程度上影响了气候的緯度分带規律。

又因中国东瀕临海,海洋性潮湿气候向大陆深处的侵入,自然景观的經度带規律也显示了作用。在这两种分带規律的联合作用下,常形成环带状气候区,緯度分带由此向南逐漸变弱,經度分带由东向西則逐漸消失。因此,中国干旱区的形成应当看作是气候的緯度分带与經度分带在特殊地形条件下綜合作用的結果。但区内因各地的差异性及各种因素活动強度的不均一性,也給予这种綜合作用深刻的影响。

地質条件亦是这一自然綜合因素的积极参加者,各地区的差异与地質作用是紧密相关的,高大的山区,不外乎是各时代地質作用的产物,脱离了地質条件就无法解释地下水的形成与分布規律。因而只看到气候因素对地下水形成的巨大影响,而看不到地質条件的潛伏作用,都不能认为是正确的,仅从气候观点对地下水进行分区亦不能认为是合适的。地下水的形成应当看作是自然界綜合作用的結果。

自然界参与綜合作用的諸因素以及它們所組成的某一規律,并不是一成不变的。在一定時間,一定地点及一定条件下,它們是可以互相轉化,互相制約而又互相影响的。因而地下水的形成与分布亦应随着这些轉化而变化。影响地下水形成与分布的自然因素大体上可分为二大类,前一类为自然地理条件,后一类为地質条件。降水是地下水形成的源泉,有利的地質环境是地下水存在的基础,地形条件則是地下水分布与运动的主要标志。

二、地下水形成的自然地理条件:

前已述及,地下水的形成是自然界中气候,地形及地質諸因素綜合作用的結果。

地下水的主要来源是大气降水(雨雪等),高山冰川融化,虽然作为一个較直接降雨更具有某些特点的水源补給地下水,但归根結底它还是大气降水的結果。不过这些融冰化雪汇成的水流,出山后大量渗入地下补給地下水,在某些地区这种补給量要比大气降雨直接渗入地下的量大的多。根据气候特点,降水多少,把沙漠区分成下列几区:

(1) 內蒙古地区:在这里大气降水占主要地位。

在內蒙古东部及鄂尔多斯地区地下水的主要补給来源是大气降雨及地表逕流的渗漏,由于雨量較多,因而这些地区显得湿润,并有草木生长,形成草原地下水亦較丰富,为一良好的牧场。在西部地区地下水的来源主要依赖于高山冰雪的融化,水分較缺乏,地面显得十分干旱,草木极少,多形成沙漠盆地,但由于山区水源充足,近山地区,地下水仍較丰富。

綜觀本区,大气降雨由南而北,自东往西逐漸变小,蒸发却与此相反。大兴安岭南麓年雨量在 400 毫米以下,向西到錫林浩特一带降到 300 毫米以下,在集二綫以西降到 200 毫米以下,100 毫米的等雨量綫由狼山經巴音烏拉山进入河西走廊,这条綫以西仅 50 毫米左右,但在巴丹吉林沙漠的西緣常不到 25 毫米,并以这里为中心向四周升高,組成內蒙古环状景观气候区。河西走廊及馬宗山地区是一个过渡地区,东部应归上述自然景观区,西部已进入塔里木气候区了。

本区的地面几乎全为細砾砂或砾质戈壁复盖,对雨水下渗非常有利,因此,本区降水虽少,但仍为地下水的主要来源之一。(附图 1)

(2) 塔里木盆地区:本区气候极端干旱,四周有高山环绕,年雨量不下 400 毫米,除一部分以固体冰雪存在外,其余大部分形成逕流,汇入盆地,潛于地下,成为地下水。盆地本身接受的大气水則很少,一般不到 100 毫米,象阿尔金山角下的燉光仅 4.5 毫米,盆地中心有常年不雨之处。呈现出由四周向中心,自西往东递减的規律,从而形成了盆地的环状气候与景观特点。由于有四周环山的这样一个有利的自然景观,就給本区地下水的形成創造了条件。(附图 2)

(3) 准噶尔盆地区:本区的气候由于受西伯利亚干燥气团影响較少,而受西天山及巴尔喀什湖的影响則較显著,又加上四周环山的自然特点,使本区較天山南麓及广大的东部地区为湿润,区内年雨量在 200 毫米以下,盆地边缘常在 150—200 毫米之間,到盆地中部降到 70 毫米左右。地下水的形成除了区内降水之外,主要还是受南部天山冰雪融化水的补給及北部阿尔泰山区雨雪水及基岩裂隙水的补給,致使区内水分較多,自然条件較好,开发利用的希望也較大。(附图 3)

2. 地形因素对地下水形成的影响:

地形条件在地下水的形成与运动过程中起了很大作用,地下水的分布与地形的关系尤为密切。在高大山区,地下水容易形成,但不易蓄存,多为深切的沟谷所排洩。大型盆地以及各种山間洼地都是地下水富集的場所,因而这些地区地下水比較丰富,并有自流水蕴藏。仅在那些地势略高的平原或丘陵区地下水的形成与富集有所不利,它們呈现出缺水与干旱的面貌。

中国干旱区的基本特征之一就是高山环绕盆地,沙漠分布其間,并在低洼盆地中汇集大量的地表水与地下水。由于各地的山系不同,盆地或高原的形式不同,地形的結構也各有区别,因而影响地下水的形成与分布規律上亦有差异。

高者达 5—6 千米,使干旱的气候具有了局部的差异,表现为随高度的垂直景观分带性,雨量随高度而增加,直接或間接的影响到地下水的形成与分布,有了它們的存在,干旱区的地下水就有了足够的水源,这就是为什么在极端干旱的地区埋藏有丰富的地下水的主要原因。有了象准噶尔,塔里木等大型盆地的存在,地下水在高大山区能够形成,而且在这些低洼盆地中又能够蓄存。当然也有不利于地下水形成的高平原高原,表现出这些

地区地表水与地下水的缺乏。

河西走廊由于南北两侧有高山屹立,中间低洼狭长,来自南山的地表水及地下水流除了穿越北山狭口流入阿拉善地区外,绝大部分聚集在走廊洼地中,形成了地下水的蓄水库。

3. 地表水与地下水的相关性:

干旱沙漠地区的最大特点之一就是地表径流出山后大量潜入地下,并有許多河流消失于戈壁沙漠之中,这一补给方式成为某些地区地下水的主要来源。根据极不完全的资料,渗漏量在40—60%,高者达80%以上,东部地区略小也在30—40%左右,根据这个数学估计的地下水流量与地下水动储量很相近,它说明地下水的90%是由地面水供给的。但在河流的下游,地下水又溢出地表汇入河流之中,重新组成逕流。

这种补给方式有二方面:1. 是洪水季节,大量洪水汇集成河,漫流而下,大部分潜入地下,形成地下水,仅一小部分源远流长地注入内陆湖盆中。2. 是高山冰雪的周期性融化汇成洪流,出山后迁到洪积砾石带,大量渗入地下,形成地下逕流,后一种补给方式在沙漠地区具有特殊的意义。

某些较大河流在中、上游就开始减少大半,而一些较小河流则中途消失了,就是这一事实的明证。

据不完全的计算,在准噶尔盆地中由地表径流形成的地下水将近百亿公方,河西走廊约达20亿公方,塔里木盆地约在150亿公方以上。由此可见,地下水的形成过程中,地表逕流起了多么巨大的作用。

地表逕流与地下逕流具有相互的补给性,象在某些盆地中地表径流渗入地下,但在枯水季节,地下水又流出地面,补给河流,各大小河流均有此关系。河西走廊的黑河出山后,大量渗入地下,在走廊北部又大量排洩地下水,重新组成逕流,越北山后,又开始了这个过程。新疆的塔里木河、玛纳斯均如此。这正是一些较大河流经年有水的原因。勿略了这一点,就无法解释地表逕流与地下水均衡的某些特殊问题。(附图4)

湖泊的存在对这些地区的地下水有着深刻的影响,它们不仅是地表逕流的归宿地,同时也是地下水汇集之所,起着控制地下水运动的作用。但终因气候极端干旱,蒸发强烈的进行,湖盆周围地下水的矿化度仍然很高,化学成分亦十分复杂,这种作用在盐湖周围就更为显著。

这些大小湖泊水分的消耗,主要是蒸发。

三、地下水形成的地质地貌条件:

1. 大地构造对地下水形成的作用

大地构造的性质与特征是区域地质的基础,同时也是决定区域地形与地貌特征的主要内力。各个时期由各种不同构造形式所决定的地质结构以及表现出的地形外貌,是各该区地下水形成与运动的重要条件。沙漠戈壁的分布与地质构造,地貌特征是紧密相关的。

中国干旱区的地质构造特征是古老陆台与大地构造相间,前者多形成盆地,后者则褶皱成山,在二者之间,还存在有过渡性质的构造形式,象山前凹陷及边缘陷落等。所有上述大地构造特征决定了干旱区气候类型的局部差异,这种差异同时也反映了各种构造作用的强度。大型盆地极端干旱,而高大山区又湿润异常。

区域的东部属华北陆台区的范畴,东至大兴安岭、西止于天山,表现的形式有阿拉善地块,阴山陆隆起,贺兰沉降带以及鄂尔多斯地台。在贺兰沉降带的南端即进入到祁连褶皱带,与此带紧密相连的是山前洼陷带—河西走廊。再往北为马宗山地台区,阿尔泰褶皱山区屹立于中蒙边境上。

区域的西部具有独特的构造性质,天山大地槽呈东西向横亘于中部,将新疆分为南北部,南为塔里木地台,其周围皆为海西褶皱带。北为准噶尔地台,它的周围皆为古地槽,后经海西运动褶皱成山。北有阿尔泰褶皱山区,南有崑崙山褶皱带,均呈东西向伸展,这样的构造轮廓对区内地下水的形成极为有利。

区域的南面有柴达木盆地,是一个古老的陆台,在四周褶皱成山时相对下沉,形成了现在的内陆盆地。它的高度大约在3000米以上,它具有对地下水形成很为不利的气候特征,但盆地周围的山前凹陷带却在地下水的形成上具有一定的意义。

总之,我国干旱区大地构造的特征对地下水的形成与分布相当有利。它那巍峨的褶皱山区环绕着规模相当宏大的陆台型盆地,是形成与蓄积地下水的有利条件。褶皱山区的边缘有巨型的山前凹陷,沉积有巨厚的砾石成为地下蓄水库。其他地区对形成深部地下水亦甚为有利,象鄂尔多斯的自流水就是明显的证明。

此外,这些大型沉陆地台型盆地,由于地势低洼,有大量水流汇集,形成大小不等的湖泊,又为后来的风成沙漠所复盖,其中有第三系与第四系自流水蕴藏,当然由于这样构造特征所形成的沙漠与戈壁对人类是很不利的,这就是为什么要治理沙漠的历史根源。

2. 区域地质对地下水形成的影响:

不同的地层有不同的水文地质意义,不同的岩性又具有不同的水文地质特征。在山区,由于地层饱经构造作用,岩层变质、裂隙发育,并在强烈的风化作用下形成巨厚的风化带,常形成山地基岩中的裂隙水,在非变质的岩层中,喀斯特化的灰岩具有重要的意义,大小不等的溶洞可以蓄集大量的地下水。

泥盆纪以来的绝大部分地层是陆相沉积,仅一部分为浅海相或滨海相。岩性以碎屑岩为主,其中以砂岩及泥岩分布最广,局部地区有砾岩,他们都形成孔隙水或层间水,局部还有孔隙裂隙水。水力性质大体相同,稍受压,部分向斜构造中有自流水,象石炭二迭纪的砂岩,侏罗纪的砂砾岩以及白垩纪、第三纪的砂岩、底砾岩等均为良好的含水层,并具有一定的供水方面的实用意义。

3. 第四纪地质在地下水形成上的意义:第四纪地层分布极广、岩性十分复杂,其中以砂及砾石层所占比重最大,其次是各种土层。疏松的第四纪地层为干旱地区的主要含水层,具有极重要的水文地质意义。象山前冲积洪积砾石层厚达100余米,最厚达数百米,空隙大、透水性强,蓄积大量的地下水。各种冲积湖积物组成的平原除有潜水外,在深部埋藏有自流水,水量大、水质好、具有头等重要的意义,最厚的湖积物在300米以上,是一个开发远景最大地区之一。在分布规律上,从山前由洪积砾石组成倾斜平原,向低洼处过渡到冲积湖积平原。

中国干旱地区的历史,起码经历了两个不同的地质时期,根据地层岩性及古生物的分析,很有可能在第三纪时期就沦为干旱区了,个别地区还可能更早,甚至在白垩纪时期就开始了。大型内陆湖泊的存在,以及后来的消失,大量湖积物的堆积,山前砾石层的广泛分布都证明了这一气候特征。而且有人认为可能在某一个时期比现在更干旱。到了第四

紀初期有冰川的融化，大量冰川洪水洩入盆地中，又开始了第四紀以来的气候演变，这时大型盆地又淪为一片內陆大海，在与山前砾石堆积的同时，有大量的細碎物質运到了湖中，而且在沉积韻律上亦呈現出由湖边到中心的水平分布規律。由于气候的变化及冰川融水的多寡。堆积物質在垂直剖面上又有了一定的分布規律。

在这种作用的基础上，所固定下来的河流开始了自己的搬运及堆积过程，圍繞着主河道向兩側有时加寬，有时变窄，一般說来，上游厚度大于下游。为了保持堆积物的平衡，又在某一时期，冲刷上游、加厚下游，演变不息。

山前組成了巨厚的洪积砾石傾斜平原，致使大量洪水出山后滲入地下，成为地下的集水場所，蘊藏有丰富的地下水資源，形成了所謂之山前帶型地下水。

冲积地层为山前到盆地的主要地层，物質細、厚度大、并在現代各大河流沿岸有冲积层出現，亦为重要的地下水源地。湖相物質最大特点帶此状，粗細地层相間，这是与湖水的大小相关的，这个沉积特点反映在水文地质条件上，即是在粗粒中蓄水。在細粒层中受压，势必形成承压水或自流水，在古湖相沉积层中找到的高压自流水即此理也。

风在第四紀的堆积过程中作为一种动力出現，在风的吹揚作用下形成了沙丘，沙丘組合而成沙漠，它們构成了第四紀的主要堆积类型之一。这一类型堆积物具有独特的风格，它能随风而起、迁居不定，可称为活动地层。它的存在对人类进行經濟活动有所不利。

4. 地貌特征与地下水的关系：

地貌条件是支配地下水运动的主要动力。地貌形态是大地构造与地层岩性在地形上的綜合反映，因而它的分布与地下水有密切的关系，并是地下水存在的地面標誌，利用地貌是寻找地下水的方法之一。属于侵蝕构造及构造剝蝕的山区，往往都是地下水的补給区。在中国沙漠地区有面积較大的山区存在对形成地下水是非常重要的。山前傾斜平原是地下水的逕流区，这一类地貌景观具有极其重要的找水上的意义。而广大的冲积湖积平原則成了地下水的汇集区，亦是地下水受压区，形成半自流水与承压自流水，为沙漠地区之宝。

此外，象河谷冲积平原的河谷潛水，风成沙丘中的淡潛水，旱谷冲沟中的潛水以及剝蝕低山、低山丘陵間的小型洼地中的潛水和局部承压水都是与地貌类型有关的。

植物是自然界中諸种因素綜合作用的反映。气候，土壤及水分起了决定性作用。植物的生存与地下水的埋藏条件及化学性質有密切的关系。沒有水分，就是最耐旱的植物也难以生存。利用地植物寻找地下水，就是以植物对地下水埋藏深度，水的矿化程度及水化学性質的指示作用来进行的。

第四紀以来在某些地区所发生的振盪运动是影响区域性地下水变化的动力之一。当然局部性的地下水位加深或水分的貧乏并不意味着这些地区正在走向干旱。从沙漠的形成和在沙丘上植被的发育情况以及戈壁的分布可以証明，有过比現在更干旱的气候，那时正是沙漠戈壁的形成时期。

沙漠与戈壁是第四紀地质发展中的产物。他們的分布有一定的規律，戈壁多分布在各大山前傾斜平原或剝蝕殘山地区，从成因上来看，前一地区为洪积砾石組成，而后一地区則为基岩风化的产物。沙漠多分布在大型山間盆地或高原上，在大地构造上为古老的陆台区，在山前陷落带上亦有零星分布。

四 地下水的类型及其特征：

綜覽干旱沙漠地区的自然地理景观及地质构造特征,不难看出中国干旱沙漠地区所处的水文地质环境是比较优越的。这就是我们能够彻底改变干旱区面貌、根治沙漠的先决条件。由于干旱区的大地构造轮廓所决定的地貌形态基本上反映了区域内的水文地质条件,又因气候因素对地下水的形成与分布有深刻的影响,就完全有可能从错综复杂的自然界中找出地下水形成与分布的一般规律及其存在的基本形式。

1. 地下水类型及分布规律:

(1) 山地基岩地下水

由各种变质岩及花岗岩构成的山区,基岩中裂隙水广泛分布。未变质的岩层中尚有孔隙水及层间水,在灰岩中有喀斯特水,在雪线以上有冻结型地下水。它们都分布在大小盆地的周围,成为其他类型地下水的发源地。大致呈东西向分布,北有阿尔泰山,以裂隙水为主,东伸到内蒙古西部。中间有天山向东直接于马宗山并没于阿拉善沙漠中,以裂隙水为主,亦有层间水、孔隙水及喀斯特水,总的是西富东贫。干旱区的南部有昆仑山向东分两支:北为阿尔金山及祁连山,南支直延到青海湖以南,以裂隙水为主,西部尚见有喀斯特水,东部有层间水及孔隙水,中部阿尔金山水量较少。区域东部有贺兰山,阴山等山脉,亦为裂隙水分布区。

(2) 山前倾斜平原地下水:

沿各大山麓均有规模不等的洪积倾斜平原,埋藏有分带的潜水,规模较大的有天山南北、昆仑山北麓,河西走廊及柴达木四周。贺兰山西麓亦有小型山前带潜水分布。

山前带型分带潜水的的基本特征是由山麓到平原具有明显的水平分带性:在水分循环上由强烈逕流过渡到缓慢逕流,在埋藏条件上由深而浅,以至到溢出。大体上可分成四带:

- ① 洪积扇地下水深水位带(地下水埋深于 100 米);
- ② 洪积倾斜平原地下水中等水位带(地下水埋藏深度在 100—50 米之间);
- ③ 洪积倾斜平原尾部地下水浅水位带(地下水埋藏深度在 50—5 米之间);
- ④ 倾斜平原前缘地下水承压带及局部溢出带(地下水埋藏深度在 5 米以内)。(插图 5)

在水化学作用方向上由溶滤潜水过渡到大陆盐化潜水,表现在化学成分上由 HCO_3 到 HCO_3-SO_4 以及 SO_4-HCO_3 水,局部地区以 SO_4 水为主。潜水的矿化度由 0.5 克/升到 1 克/升,部分地区大于 1 克/升,则局部可达 3—5 克/升。岩性亦具有明显的分带性,由山麓的卵石,向前为砾石过渡到砂砾石及砂土之类。即由粗到细,由厚到薄,在山麓最厚达 400 米以上、在盆地内部含水层总厚度则不大于 100 米。地下水的来源,主要为山区的地表水出山后的大量渗失及山地基岩中地下水向山前带的排洩,地下水排洩是大量流入平原。

本区具有重要的国民经济上的意义,千百年来,这里一直是人类活动的场所,城市与乡镇的所在地,由广阔的沃野组成绿洲。这里交通十分发展,有公路,正在建铁路。土地肥沃、耕种条件良好,水分充足,因而植物繁茂、亦是未来大发展的地区。由于这一带的存在,在很大程度上改变了干旱区的面貌。是沙漠中的绿洲,号称塞外的江南。

(3) 冲积湖积平原地下水:

冲积湖积平原的潜水与自流水分布亦很广泛,并为各种山前带型潜水所包围,形成独立的水文地质单元,构成了干旱区地下水分布的统一景观带。基本上受山区水源的补

給,大气降雨补給量不大。表层潛水在強烈蒸发作用下,均遭受了程度不同的大陆盐化作用过程,但在下部有承压水或自流水,水质良好,水量丰富,为一良好的水源。

象天山北麓的准噶尔盆地为一望无际的湖积大平原,天山南麓的塔里木盆地为世界著名的大型內陆湖积平原,并为我国的最大沙漠塔克拉瑪干所占据,柴达木盆地的中部为一大型內陆湖盆,河西走廊及天山的大小山間盆地都有其分布,就是阿拉善沙漠的西北隅,还有大型湖泊存在(居延海)。

冲积湖积平原有以下几个特点

甲、分布在大型盆地及洼地的低处,为地表水及地下水汇集之处。

乙、大部处在山前洪积傾斜平原的包围之中,局部为大型荒漠及戈壁所环抱。

丙、在湖积平原的最低处,仍有大小不一的现代湖泊生存,其中絕大部分为咸水湖或盐湖。

丁、湖积平原的上部被大小不一的沙漠所复盖,塔克拉瑪干大沙漠复于塔里木盆地的湖积平原上,其他准噶尔盆地、柴达木盆地、阿拉善等均如此。

戊、沉积物质为細粒砂及土层,层次繁多,往往都形成承压水或自流水。

己、地下水的类型基本上有两种,一是湖积平原上部的大陆盐化潛水,另一是中下部的承压水、自流水。准噶尔盆地、河西走廊等地区的自流水均属之,实为沙漠中所罕有。

(4) 沙漠內部的地下水:

沙漠內部的地下水儲存在各种沙丘之中,为沙漠地区的飲用水源之一。已經发现的在准噶尔盆地中部的沙漠区及东部的黄草湖地区,巴丹吉林大沙漠里,在大沙山角下有淡水,在騰格里沙漠里亦不少見。这种水的特点是水量不大,水质較好,一般为 HCO_3-SO_4 水,少数有 SO_4 为主的水,矿化度由不到 1 克/升及 1—3 克/升。都分布在各种地下水的中間,构成环带状水分带的最內一环,也是各种地下水聚集之所,水分消耗于蒸发。

关于沙漠內部地下水的成因問題,目前还未得出一致的結論。中外学者在文件中不只一次指出凝結水对沙丘水的补給作用,但能用来論証这种重要作用的事实还不多,今后应当对这一重要問題进行試驗研究。A. A. 阿列金在苏联土庫曼卡拉庫姆沙漠地区經过长期观测与实验后得出另外一个极其有意义的結論:在卡拉庫姆地区大气凝結水不起什么作用,水分的凝結仅仅是在土壤內部发生,水分不是来自大气层中的水蒸气,而是土壤內部因蒸发而造成的水蒸气,这种作用可以发生在地面下 30 米的深度內。可見地下水蒸发再凝結对沙丘地下水的补給作用是大的。

沙漠內部有淡水体存在,虽然水量不大,但对极端缺水的沙漠地区來說是一个非常重的要水源。怎样来解释它的生成却是今后工作中应当注意的重要課題。

沙漠地区植物能賴以生长的水分,不一定是潛水,根据对植物生态的研究,有很大一部分植物是靠沙层中的某些水分来生存的,这种水分存在于湿沙层之中,这是沙丘中地下水存在的形式之一,他虽不能供人畜飲用,但是它可以供許多种植物生存,因而研究这一水分状况,亦是今后利用生物固沙的重要条件。

(5) 河谷冲积平原的地下水:

河谷冲积层中的潛水作为非分带潛水出現在沙漠区,較大的河流出山后首先遇到的是洪积砾石,渗漏巨大,产生地下水的垂直下渗現象,因而在这些地区不易划出河谷潛水,但地下水位在河床下仍然很高,向兩側急剧加深。到了平原地区,河谷冲积平原就有了不

同程度的扩大,冲积层的厚度也开始加大,粗細粒的冲积层为水所饱和,形成河谷潛水。由于經常受到淡的河水的补給,因而水质較好,水量丰富,是缺水地区的主要水源。这种水的特点是随河水的涨落而升降,在下游經常溢出成泉汇集河中,使已消失的水流复活,使水量微小的逕流加强。

(6) 自流水的分布概况:

自流水的发现給征服沙漠带来了巨大的力量,尤其在极端缺水的地区或水质水量均不能滿足需要的条件下,自流水的作用就更大了。在中国沙漠地区自流水分布非常广泛,西自边境东到大兴安岭西麓、南自昆崙山下,北至国境均有发现。大型自流水盆地有准噶尔盆地,共发现三时代自流水含水层:白堊紀、第三紀及第四紀,其中尤以第四紀湖积层中自流水为主要,水头高,水量大及水质好,目前正在开发利用;柴达木盆地主要为第三紀自流水,水头高,水量大,但水质不好,矿化度高达 300 克/升;第四紀自流水具有一定的供水价值;鄂尔多斯是一个大型中生代自流盆地,以白堊系自流水为主,水量大、水质好,可大力开采;河西走廊的自流水分布很广,东起民勤西到敦煌发现 7—8 个自流水盆地,其中尤以酒泉盆地为佳,水头高,水量大,水质好,目前正在开发利用;其他象阴山南北、贺兰山东西以及阿拉善沙漠、塔里木盆地等均埋藏有自流水,已知的呼和浩特自流水盆地,水量极大,水头甚高,为当地的主要水源,塔里木盆地可能是一个大型的新生代自流盆地;在大小山間盆地也发现了自流水,較大者如吐魯番盆地,东自艾丁湖西至到托克逊均有埋藏、水头高、水量大水質好为其特点,为当地的主要供水水源。今后应当大力勘察自流水并确定其利用途径。

2. 地下水埋藏条件与水化学变化規律及其在评价水文地质条件上的意义:

地下水的埋藏条件,水文化学及岩层的富水程度构成区域水文地质条件的主要特征。在不同的地区及不同条件下,上述三个要素是互为輕重的。象水质水量滿足要求时,地下水的埋藏深度就成了选择水源地的主要标准。同样,水质、水量亦可作为供水源地的衡量标准。

地下水的埋藏条件是由区域地质构造及地貌条件来控制的。在山区基岩裂隙水一般都埋藏不深,并常沿沟谷溢出成泉。在山前洪积傾斜平原上地下水的埋藏深度具有水平分带性,在山前深于 100 米,向前在 50—100 米之間,到边缘仅 5—50 米,与冲积平原的过渡地区一般都小于 5 米,局部溢出地面。在冲积及湖积平原上,潛水一般埋藏不深,由 1—5 米,局部大于 10 米,在这些地区潛水的化学性質是评价水文地质条件的主要标准,因为这里潛水大部盐化,許多地区不能利用。在沙漠地区除了下伏地层中潛水外,沙丘内部蕴藏有淡水体,它的埋藏深度由沙山的高低来决定。

根据供水条件可把山前带潛水分成四段:

- ① 供水极不利的地段(地下水埋藏在 100 米以下);
- ② 供水不利地段(地下水埋藏在 50—100 米之間);
- ③ 供水有利地段地下水埋藏在 25—50 米之間);
- ④ 供水理想地段(地下水埋藏在 5—25 米之間)。

后两个地段正是目前发展的地区,亦是今后规划与供水設計的地段,在 5 米以上的地下水一般有趋于矿化的傾向,局部可在 3 米以上。(图 6)

根据干旱地区对供水水质的要求可划为下列四級地区:

- ① 矿化度小于1克/升为极好的飲用水；
- ② 矿化度1—3克/升，为好的飲用水；
- ③ 矿化度3—5克/升，为不良的飲用水；
- ④ 矿化度大于5克/升，不能飲用的水。(图7.8)

五、地下水的动态成因类型：

認識和掌握地下水的动态規律具有十分重要的国民經济上的意义。影响地下水动态的因素很多，大体上可分为自然的及人为的二大类，同时，地下水的动态成因是与地下水的形成分不开的。地下水形成的来源应当是改变地下水动态的主要动力。因此由于地下水的补給来源不同，就产生了不同的地下水动态成因类型。区域的东部大气降水为地下水的主要来源，这些地区地下水动态的变化主要受着降水多少的控制。在西部地区地下水的主要来源是高山冰雪融化，地下水的各种变化就与融冰化雪的周期及强度有关。在中部地区参加形成地下水的不仅是冰雪，还有大气降水，因此这些地区的地下水动态就受着上述三种作用的控制。由于沙漠及草原的存在，在很大程度上改变了地下水的动态类型，不过它的成因类型到目前还未弄清楚。除上述三种成因作用外，很可能有凝結成因类型或其他成因类型。河谷潛水及灌溉地区地下水的变化均受着某一作用支配的。

本次划分动态类时是把动态成因类型及局部表現的形态类型分开进行的。就是：

① 根据控制地下水动态的主要作用(地下水形成条件)划分出一級区，即地下水的动态成因类型：

② 根据地下水表現出的变化形态划分出二級区，即地下水动态的形态类型。

这样的分区原則，主要是考虑到农业的需要，因为不同的动态成因类型具有不同的作用，不同的形态类型在供水方面及农业方面具有不同的局部变化。共分为五大类型：

I 雨水动态成因类型：

I₁ 分水岭型； I₂ 山前带型； I₃ 河谷型； I₄ 湖泊型。(图9.10)

II 冰雪动态成因类型：

II₁ 分水岭型； II₂ 山前带型； II₃ 河谷型； II₄ 湖泊型； II₅ 盐沼型(蒸发形)； II₆ 冻結型。

III 雨雪混合动态成因类型：

III₁ 分水岭型； III₂ 山前带型； III₃ 河谷型。

IV 沙漠草原动态成因类型(特殊成因类型)。

V 灌溉动态成因类型。

沙漠地区地下水的动态成因类型目前还未肯定，在某些地区很可能与降雨及冰雪融化有关、在另外一些地区不可能与大气凝結水或土壤内部凝結水有关，并且强烈的蒸发作用大量的消耗地下水，对地下水的动态型有巨大的影响。現在把它列为特殊成因类型，

雨水成因的地下水动态型的农田用水方面是不甚有利的，但冰雪成因的地下水动态型亦非全利，秋季需水季节，則无水可用了。比較适于农业用水的动态成因类型地下水是雨雪混合型，向阿尔泰山南、河西走廊等地，基本上是有利的，春季有冰雪融化供春灌，夏秋則有雨水供秋灌，一年不缺水。

总之，地下水的动态成因类型具有一定的分布規律，与气候及自然地理有密切关系地下水表現的动态形态类型与地質构造及地貌条件分不开。研究地下水的动态成因类型

及表现的形态类型是一件极其重要的水文地质工作,它与国民经济有密切关系,尤其是发展农业方面更为需要。(图 11)

六、沙漠地区的水文地质区划

1. 区划的目的与原则:

区划的目的是为了满足在沙漠地区发展经济,南水北调及治理沙漠等规划设计所需的水文地质资料,并提供科研参考资料。一句话,区划的目的是为生产服务。

区划的方法是利用图的形式反映沙漠地区的水文地质条件。区划的内容是根据已经积累起来的大量水文地质资料为基础,初步探讨沙漠地区所处的水文地质环境,一方面寻求利用地下水的途径,另一方面论证农林牧业能赖以发展的水分条件。

水文地质区是自然地理与地质构造诸客观条件综合作用下产生的。水文地质区是反映地质及水文地质条件的自然地理区,这是因为沙漠地区的自然地理条件反应了它所处的水文地质环境。根据自然地理条件及地质构造特征我们把沙漠地区划分为十四个水文地质区。

地下水付区根据每一个水文地质区内影响地下水形成与分布的主要因素来划分的。由于每个水文地质区内具有不同于他区的自然特征,所以每个大区内付区的分区原则就不完全一样。具有共同性的标准是地貌特征,但某些地区岩石性质却又具有重要意义。根据上述不同原则把十四个大区划分为七十四个地下水付区。

地下水地带的划分是根据每个地下水付区中的主要水文地质特征来进行的。其中占重要地位的是地下水的埋藏条件,地下水的类型、含水层岩性及水的化学性质等。这样做就能够在图上反映出更多的实际材料。

致于每个沙漠地区的水文地质分区还未全面进行,主要是实际资料太少。在沙漠地区进行水文地质分区时可以采用下伏水文地质条件及沙丘水联合起来的方法,仅依下伏地层或仅以沙丘本身所具的水文地质特征都不够恰当,因为沙丘可以复盖在任何不同的地层之上。关于各个沙漠地区水文地质条件,另立章节,加以讨论。

2. 各水文地质区的基本特征:

I 阿尔泰褶皱带水文地质区:

基本上存在着基岩裂隙水与第四纪地层中的潜水两种。由于地貌与气候的影响,又分为常年裂隙水及季节性裂隙水,沿沟谷溢出。水量丰沛,水质良好,是本区的特征,潜水埋藏不超过 5 米。本区供水条件良好,地表水源亦充足。此外还有温泉自花岗岩中流出。

II 准噶尔盆地水文地质区:

盆地内地下水丰富,大致有四类:

① 山前洪积倾斜平原的带状潜水:主要分布在天山北麓、自山麓到平原,埋藏由深而浅,水质由好到坏,水量丰沛,为本区的主要发展区,供水条件好。

② 冲积平原湖积地下水:分布在湖积平原上,埋藏 8—12 米,北部小于 5 米,水质不佳,矿化度由 3—5 克/升到 5—10 克/升,局部达 30 克/升以上,水量不大,局部可作供水源地。大盐池附近有盐湖,周围有盐化潜水。

③ 沙漠内部的淡水体:在莫索湾及黄草湖有发现,高出咸水面 3—4 米,为 $\text{HCO}_3\text{-SO}_4$ 及 $\text{SO}_4\text{-HCO}_3$ 水,矿化度 1—3 克/升,水量不大,具有一定的价值。

④ 自流水:白垩系底砾岩含有自流水,水头高出地面 0.3—4.9 米、水量不大、最大

292公方/昼夜、矿化度3克/升以上,不宜飲用,与油田水有关。第三紀蒼棕色层中含有自流水,水量不大,最大100公方/昼夜,矿化度1克/升左右,为 SO_4 型水,可供飲用。第四紀湖积物中有高压自流水,主要含水层4—5个,在60米以下陸續发现,已揭露深度300米,含水层总厚在100米以上,水头高出地面0.5—15米,涌水量1.5—6.3升/秒,为矿化度小于1克/升的 HCO_3 淡水,为本区主要本源,現正大力采用。

III 天山褶皱带水文地质区:

基岩中的裂隙水分很广,水量大,水质好,大部成泉沿沟谷溢出,构造裂隙中泉流量最大。灰岩中喀斯特水量亦大,水质亦好。在各山間盆地中下水具有与山区不同的特征,在盆地边缘有山前洪积平原分带潜水,在盆地中部有矿化潜水深部淡的自流水。較大的有伊犁谷地、哈密~吐魯番盆地及博斯騰盆地等,其中尤以吐魯番自流水为佳。有供水希望的是山前带淡水及高压自流水,目前供水的形式多为坎儿井自流井。

IV 庫魯克山~馬宗山地台型殘山水文地质区:

基岩中有裂隙水及层間水,水量不大,水质亦多不佳,无大的供水意义。第四紀疏松堆积物有潜水,水量亦不大,呈現出东富西貧,东淡西咸的規律,有小型供水意义。在西部地区呈咸水泉溢出,无供水意义。总之,本区缺乏补給来源,地下水与地面水均貧乏,为干旱区最缺水地区之一。

V 塔里木盆地水文地质区:

盆地內有五种类型地下水。

① 山前洪积傾斜平原潜水,分布在天山南麓及昆崙山北麓,呈椭圆形包围着塔里木盆地。水量大,水质好,是綠州所在地,除靠山麓地区地下水埋藏較深外,其他地区均可开发利用。

② 河谷冲积层中潜水,沿叶尔羌,和田,阿克苏及塔里木等河沿岸均有分布,埋藏浅,水量大,水质較好,下游稍差,为本区的重要水源。

③ 湖盆洼地中各种矿化潜水:埋藏不深,一般不大于5—10米,受蒸发作用,大部矿化,由1—3克/升到3—5克/升,高者达50克/升以上,大都不能供用,在极端缺水条件下,部分可飲用。

④ 沙漠內部的淡水体:水量小、水质各地不一,埋藏不深,可作小型飲用水源。

⑤ 第三紀矿化潜水及可能的自流水。罗布泊为一大咸水湖,四周有高矿化盐水存在。

VI 昆崙山褶皱带水文地质区:

本区主要为裂隙水及喀斯特水,沿沟谷呈泉流出,流量不一,最大的构造裂隙泉在2公方/秒以上,最大的喀斯特泉在15公方/秒左右。山区有大小不一的山間盆地,有第四紀孔隙水蓄存,对供水及发展农牧业有一定意义。

VII 柴达木盆地水文地质区:

盆地內有四种类型地下水:①山前洪积傾斜平原分带潜水,分布在昆崙山北麓及祁連山南麓,水量大,水质好,是未来的綠州地区。②第三紀高矿化潜水及自流水,分布在西北部,水质不好,矿化度在100克/升以上,高达300克/升不能飲用。③向斜凹地中的第四系潜水,水量不大,一般矿化度极高,达200—300克/升以上,不能供用,靠山前带地区稍低,有小型供水价值。④盐湖附近的矿化潜水,矿化度极高不能飲用。

VIII 河西走廊水文地质区:

河西走廊是一个完整的山前带型地下水区,有以下几种类型地下水山前带型潜水:在祁連山北麓分布有广阔的山前洪积倾斜平原潜水,东西长达千余公里,沿山前埋藏在100米以下,向前为50—100米,到北边则小于3米,水量大,水质好,为河西的农垦区,亦是工业基地。②河谷冲积层中潜水,沿石羊河、黑河、北大河及疏勒河呈长条形分布,埋藏浅,水量大,水质好,亦为河西的发展地区。③低洼地区及粘沙土平形上的矿化潜水,一般矿化度不大于3—5克/升,可勉强饮用,仅在局部盐池附近为高度100余克/升的盐水。④自流水,分布极广,在赤金农场一带水头高出地面几十米,水量极大,为主要供水及灌溉水源,酒泉东盆地,张掖盆地及金塔—花海子盆地,民勤洼地等许多地区都有自流水,现正在大力开发利用。

IX 祁連山褶皱带水文地质区:

祁連山区变质岩及花岗岩中的裂隙水很发育,水量较大,水质好,沿沟谷流出成泉,汇入河西及柴达木盆地中。阿尔金山水量较缺乏,走廊北山水分亦不充足,为少水地区。祁連山有丰富的水源供给山南北盆地,成为这两地区的命脉,据估算冰水储量在332亿公方以上。

X 阿拉善地台沙漠水文地质区:

区内水文地质条件较复杂,地下水分布不均一,东部较西部为佳。腾格里及乌兰布和沙漠有较多的水源,远发现有自流水,水质一般较好,仅在局部洼地中矿化度达3—5克/升,勉强可以饮用,湖盆及草场分布广泛,为今后分片治理带来方便。巴丹吉林沙漠水文地质条件不太清楚,考察路线一带见有沙丘淡水,成泉汇入丘间洼地中。水质更好,适于小型饮用,但湖水已矿化,大都不能饮用。在低山丘陵间见有裂隙泉水,水量极小,矿化较高,在第四纪疏松层中有孔隙水,微矿化可供水,但水量太小。深部地下水估计埋藏在第三纪及白垩纪红层中,有待进一步勘探查明。

XI 内蒙高原水文地质区:

在南北两侧的低山丘陵区内有基岩中的裂隙水,矿化度小于1克/升为 HCO_3 水,但水量不大,可供饮用。由第三纪组成的层状高原有第三纪红层中的潜水及承压水,埋藏不深,最深不大于50米,一般水量不大,水质较好,矿化度1—3克/升,可满足牧业需要。广泛分布的干谷冲沟的中第四系孔隙水储存,水质好,水量较大,为本区的良好水源之一。此外在区内向斜洼地中有自流水可供用。

小腾格里沙地复于第三系及第四系地层之上,除下部有地下水埋藏外,沙丘内部含有丰富的淡水,在丘间溢出地泉,水量较大,水质良好,可供人畜饮用。本区水文地质条件良好。

XII 鄂尔多斯地台水文地质区:

本区地下水分布较广,第三纪红层中地下水稍具苦味,在碱水湖附近地下水有不同程度的矿化。基岩中裂隙水分布于东部,水量不大,水质良好。第四纪孔隙水到处可见,一般埋藏不深,水量不大,为良好的饮用水。白垩系自流水分布很广,水头高,水量大,水质良好为其特点,可供大型用水,为改造沙漠的良好水源。

库布齐地复于黄河阶地之上,下伏地层中有地下水,近黄河有冲积层中潜水;局部矿化,沙丘内部地下水埋藏仅1—3米,水质较好,可以饮用,水分还比较充足。

毛烏素沙地在南部,水分条件更好,除下伏地层中有地下水外,沙丘内部水源較大,埋藏都不深,一般1—3米,局部沙丘下約3—5米,水质好,为良好的水源之一。

Ⅱ 黄河冲积平原水文地质区:

潛水埋藏极浅,一般为1—3米,仅距河稍远地区达5米以上,地下水与黄河水有密切的水力联系,而沿着統一的規律运动,水质良好,水量丰富。深受灌区的影响,一般水质变化較大。水位接近地面又因受蒸发之故,水质矿化,具苦味,距渠道近水质好。在銀川平原及河套平原均有自流水埋藏,在呼和浩特附近发现的自流水,水头高,水量大,为极好的淡水,为当地所充分利用。

Ⅲ 賀兰山阴山山地水文地质区:

均以基岩中裂隙水为主,出自石炭二迭系中的裂隙泉水量极小,矿化度在1克/升左右,为 SO_4 型水,下古生代灰岩中的喀斯特水量大,矿化度低,为良好的水源。第四紀潛水分布在山間洼地及冲沟中,水量較丰富,水质良好,矿化度小于0.5克/升,为 $\text{HCO}_3\text{-SO}_4$ 型水,昆崙崙河冲积层中泉水流量达17升/秒。此外在第三紀及白堊紀岩层中有孔隙裂隙水,水量不大。在山間盆地中还有第三紀的自流水,水质較好,可以飲用。

第二篇 各 論

一、沙漠地区水文地质条件各論:

在前面談及各水文地质区的特点水,曾略述各沙漠地区的水文地质条件,現据各路綫考察結果,进一步加以闡述。

1. 小騰格里沙地:

小騰格里沙地位于內蒙东部,处在內蒙地軸与口北地障的流界处,年降雨量丰富,西部200毫米左右,东部在300—370毫米之間,相对湿度为50—66%,潮湿系数一般在0.4—0.6之間。

沙地东南部为低山丘陵区,北部为构造剝蝕高平台区,沙地复于第三紀末的次生湖盆上,由于受到南北基岩裂隙水的补給,加上雨量較多,沙地水分补給来源較丰富。

沙地下伏地层大致有二种,在东部主要是砂粘土沉积物,在西部主要是湖积砂层,前者由于地表径流暢通,排洩方便,故水质好,而后者則水质稍差。矿化度一般都不超过1—2克/升,且多为 $\text{HCO}_3\text{-Ca-Mg}$ 水。潛水分布于湖相砂层中,在高大沙丘中亦有淡水体,呈泉流入洼地中,潛水埋深一般不超过3米,开采方便,为良好水源,此外,在沙地中可能有自流水存在。(图12)

2. 庫布齐沙带:

位于鄂尔多斯北部,北临黄河,有三級阶地,南北向有許多間歇性冲沟穿过沙带。

沙带长达400公里,南北寬10—40公里,东高西低,南高北低,拔海在1000—1400米之間。年雨量由东向西漸減,东部在300毫米以上,西部仅510毫米,蒸发量在2000—2700毫米之間。

按沙地下伏地层,可将沙带分为二:南半部主要是第三系及白堊系紅色砂岩及洪积冲积沙层,具有裂隙水及孔隙水、沙丘水,径流条件較差;北半部是沙带的主体,下伏地层主要为冲积砂砾石层,含水层厚者达50米,水量丰富,埋深不超过3米,在北部有泉流出,成一等高綫排列。

地下水自南而北流入黄河，由降雨、地下逕流及地表水下渗等补给。由于气候的影响，自东而西水质渐变，东部为 $\text{HCO}_3\text{-SO}_4\text{-Na}$ 水，向西变为 $\text{SO}_4\text{-HCO}_3\text{-Ca}$ 水到 $\text{SO}_4\text{-HCO}_3\text{-Na}$ 水，矿化度由 0.5—1 克/升过渡到 1.5—3 克/升，局部地区为 4—5 克/升，在西南部还出现了盐地。再往北，越出沙带范围，到黄河漫滩上，水量更多，水位更浅，局部有盐化现象。在 60—100 米之间有含水砂砾层，最大涌水量为 20 升/秒，在 50—250 米之间有第四系承压水，最高水头达 200 米。

总的说来，库布齐沙带水源充足，水质良好，对改造沙漠很有利。（图 13）

3. 毛乌素沙地：

分布在鄂尔多斯地台的中部，年降雨量为 200—500 毫米，降雨是地下水最主要的补给来源。沙丘复于中新世地层之上，下伏地层的性质，影响着沙区地下水的分布情况，由于降雨量大都在 200 毫米以上，因此，补给来源很充足。

中生代地层分布广泛，包含三迭、侏罗、白垩系，大致由东向西变新，均为碎屑岩系，含裂隙水。三迭系分布于神木县，水量丰富，埋藏深度约为 10—30 米，水质良好，矿化度为 0.2—0.5 克/升，为 $\text{HCO}_3\text{-Ca-Mg}$ 水，在河谷、斜坡、岩层分界处均有泉流出。侏罗系石英砂岩分布于乌兰木伦上游一段，榆林，横山一带，埋深 10—50 米，水质好，矿化度 0.2—0.9 克/升，为 $\text{Cl-HCO}_3\text{-SO}_4\text{-Na}$ 水，水量不大，约为 0.2—1 升/秒，在岩层分带处有下降泉出露。白垩系紫红色砂岩广布于乌审旗、鄂托旗及盐池等地，埋深较大，由 3—20 米，水量少，水质变化大，无定河巴兔湾泉水为 $\text{HCO}_3\text{-Mg-Na}$ 水，矿化度 0.2—0.5 克/升，而定边井则为 $\text{Cl-SO}_4\text{-Ca-Na}$ 水，盐池县井水为 $\text{SO}_4\text{-Na}$ 水，矿化度为 2—4 克/升。

第四系松散堆积物中含有潜水。黄土及沙盖黄土主要分布于靖边，安边及榆林以东，神木以西一带，主要含水层为黄土及其上的中细砂层，水量小，沙层中潜水埋深 2—5 米，黄土中地下水埋深 8—50 米，为 $\text{HCO}_3\text{-Na-Mg}$ 水及 $\text{HCO}_3\text{-Ca-Mg}$ 水，矿化度 0.4—2 克/升。在整个中部地区及北部乌审旗周围分布有风成中细砂含水层，以基岩及淤泥为底层，在沙丘间形成沼泽地。潜水埋深因地形不同而异，在丘间低地一般为 0—2 米，在固定及半固定沙地下为 3—5 米，涌水量不大，矿化度 1 克/升左右，为 $\text{HCO}_3\text{-Ca-Mg}$ 水及 $\text{HCO}_3\text{-Cl-Na-Mg}$ 水和 $\text{Cl-SO}_4\text{-Na}$ 水。

总的说来，毛乌素沙地的地下水是相当丰富的。

4. 宁夏河东沙地：

包括宁夏黄河冲积平原东北部及鄂尔多斯高原西南部地区，海拔一般在 1100—1200 之间，年雨量为 150—300 毫米。包括有中生代的三迭、侏罗、白垩系砂层岩裂隙水及第四系的沙丘水，向湖冲积层潜水及洪积砂砾层中的潜水。

沙丘水分布在盐池一带，埋深 1 米左右，在沙丘边缘呈泉出露，如盐池的沙坑子及英雄堡渠水量为 5 升/秒。在河湖冲积层中，水质好，埋深仅 1 米左右，水量亦较稳定。中生代基岩裂隙水水质亦好，水量亦颇丰富，泉流量在 1 升/秒左右。

5. 乌拉特中后联合旗沙地。

位于内蒙高原西部与阿拉善三角地交界处，南高北低，海拔约在 1300—2000 米之间，雨量稀少。

沙漠区位于中后联合旗西部，因下伏地层的不同而水文地质条件各异：下伏为砂砾质倾斜高平区的沙区，砂砾层下即为侏罗系及第三系红层，地下水埋深达 8—20 米，水质较