

河西走廊水文地质研究

中华人民共和国地质部水文地质工程地质研究所 著

地质出版社

根据我国国民經济建設发展需要及十二年科学研究规划，研究干旱地区的水文地质条件，乃是一项极重要的任务。

本书是地质部水文地质工程地质研究所干旱区研究组1956年以来研究甘肃河西走廊水文地质条件的总结。

全书主要由该组段永侯同志编写，李长松及賈化周同志参加了部分编写工作。

河西走廊水文地质研究

著 者 地质部水文地质工程地质研究所

出版者 地 质 出 版 社

北京市西四羊市大街

北京市书刊出版业营业登记证出字第050号

发 行 者 新华书店科技发行所

經 售 者 各 地 新 华 书 店

印 刷 者 地 质 出 版 社 印 刷 厂

北京安定門外六鋪炕40号

印数(京) 1--2100册 1959年10月北京第1版

开本 787×1092¹/₁₆ 1959年10月第1次印刷

字数 110,000 印张 4 ¹/₄ 插页 1

定价 (10) 0.66 元

河西走廊水文地质研究

中华人民共和国地质部水文地质工程地质研究所 著

地质出版社

122

統一書號：13038·397

定 价： 0.66 元

中华人民共和国地质部水文地质工程地质研究所

河西走廊水文地质研究

地质出版社

1959·北京

緒 言

1893年，俄国学者B.A. 奥勃鲁契夫在我国首次对河西走廊的区域地質进行了路綫調查。奥勃鲁契夫第一次将祁連山下部古生代的变質岩定为南山系。他是第一个横穿祁連山的地質調查者。

1900—1915年，先后有英人斯坦因及其他学者来此調查，当时多偏重于路綫調查，資料残缺不全。唯基坦因所測制的1:50万地形图質量較好，現今尚保留着。

1930—1932年，以那林为首的中瑞考察团曾在祁連山、金塔、合黎山及花海子一带进行了調查，并提出了有关水系分布与地質构造之間的依附关系的資料。

我国系統地进行調查是从1938年由孫健初开始的，他首先发现了老君庙及石油沟两儲油构造。此后有較多的地質工作者先后在祁連山进行了路綫地質調查及对酒泉盆地中生代及第三紀地层进行了研究，通过这些調查与研究均积累了一定的資料，为以后的工作打下了基础。

但是，真正系統地及全面地进行地質研究还是在解放以后开始的。随着我国国民經济建設的飞跃发展，地質部、石油工业部及煤炭工业部等单位派出了大批地質队伍，进行了大范围的及正规的普查与勘探。目前，已經編出了全区的1:50万、1:20万及更大比例尺的地質图。

为了满足国民經济建設发展的需要，从1956年起，地質部在河西走廊进行了1:20万比例尺的地質—水文地質綜合測繪。与此同时，地質部水文地質工程地質研究所結合当时生产需要及我国十二年科学规划，开始了我国干旱及半干旱地区水文地質条件的研究。由于我国干旱区幅員广大，隶属于各个不同的构造单元和自然地理单元，有着各种不同类型的水文地質条件，因此，当时条件决定了我們不可能进行全面的研究工作，而只能从一点开始。

从1956年4月起，我們开始了甘肃河西走廊酒泉盆地的資料搜集工作和野外工作。工作所以先从酒泉盆地开始，是因为那里既是一个重要的工业区及农垦区，同时也是一个完整的具有典型意义的水文地質单元，对其进行研究将有助于了解整个河西走廊的水文地質条件。事实証明，通过对酒泉盆地的研究所編制的河西走廊水文地質分区預測图，經過1957年的验证，基本上是正确的。这也証明了以典型指导一般的工作方法，在研究工作中也是必須掌握的。

同时，我們在酒泉以北的金塔、鼎新一带及玉門、安西、敦煌一带进行了水文地質踏勘。

1957年，我們对整个河西走廊进行了水文地質工作，着重研究了玉門、安西、敦煌、金塔的区域水文地質条件及酒泉盆地第三紀与第四紀地层的深层自流水，并配合964队在高台、临泽、张掖、民乐、山丹及永昌等县进行了路綫踏勘。

1958年，在河西走廊的武威及古浪进行了水文地質踏勘，并搜集了有关資料。

本書就是在整理了几年来对河西走廊进行研究后所获得的地質及水文地質資料編写而

4

成的。書中除第二篇酒泉盆地的水文地質条件中的水文地質部分和敦煌凹地中的水化学部分分別由李长松、賈化周两同志执笔編写外，其余均由段永侯同志編写。在編写过程中得到了閻錫興同志的指导。

最后，需要指出的是編写本書时所引用的一部分地質資料及水文地質資料是由石油工业部玉門矿务局及地質部 964 队供給的，在这里我們表示衷心的感谢。

目 录

緒言	
第一篇 总論	7
一、地下水形成的自然地理和地質构造条件.....	7
I. 区域自然地理概述	7
II. 河西走廊的气候条件	10
III. 地質构造条件及与含水性有关的岩性組合体的划分	14
IV. 河西走廊第四紀地質的几个問題.....	17
V. 河西走廊地貌区划	29
二、河西走廊水文地質分区及区域水文地質条件的一般規律和特征.....	33
第二篇 各論	47
一、敦煌凹地的水文地質条件.....	47
二、酒泉盆地的水文地質条件.....	55
三、张掖民乐盆地的水文地質条件.....	64
四、武威民勤盆地的水文地質条件.....	68
一般結論.....	71
主要参考文献.....	72

第一篇 总 論

一、地下水形成的自然地理和地質构造条件

I. 区域自然地理概述

河西走廊位于甘肃省的西部，因地处黄河以西，又有南北两山夹峙，形似长廊，故有河西走廊之称。

河西走廊东起烏鞘岭，西至玉門关，东西长约1000余公里，地理坐标为东經 $94^{\circ}30'$ 至 $103^{\circ}30'$ ，北緯 $37^{\circ}40'$ 至 $40^{\circ}40'$ （图1）。自汉唐以来，河西走廊即为通往中亚的孔道。我們的祖先世代地居住在这块肥沃的土地上。由于农产丰富，人們很早就給予这块地方以“塞外江南”和“金武威”“銀张掖”等称号。目前，河西走廊按行政区划屬甘肃省张掖专署管轄，下設古浪、武威、民勤、永昌、山丹、张掖、民乐、高台、酒泉、玉門、安西、敦煌等十二县。

河西走廊原为荒凉的地区，自从被辟为交通孔道以后，經濟上則日趋繁荣，汉族人民亦从中原地区大量迁入。在过去的悠久历史中，除了有較為发达的农业外，劳动人民用自己的双手創造了敦煌壁画那样伟大的民族文化艺术。但是在解放以前，反动統治者不但沒有繼承和发揚这些光輝的民族遗产，反而勾結帝国主义加以摧残，并在汉、回等民族之間挑拨是非，引起互相仇視和惨杀，而現代工业更是寥寥无几。只有在解放以后，各族人民才获得了真正的解放，落后的經濟才获得了飞跃的发展。

目前，河西走廊已成为祖国西北的工业心脏和重要农业垦区，祖国的最大鋼鉄基地之一已在酒泉的戈壁滩上建起，我国第一个石油城目前正在迅速扩大，被誉为“中国烏拉尔”的祁連山的丰富宝藏已在祖国的工业化中显示着巨大无比的威力，荒蕪的土地正在被人們开垦着和利用着，西北的交通干綫兰新铁路已伸入新疆，防护林带正在规划和建造。

河西走廊为一完整的自然地理单元，过去人們常以星星峡为走廊的西端，这是根据交通位置而定的，实际上河西走廊是由安西沿疏勒河向西延伸，越过哈拉湖后进入新疆的塔里木大沙漠。由安西向西北則进入馬宗山区的西延部分，与河西走廊不应属于同一的自然地理单元。

走廊以南为祁連山或称南山，走廊以北为合黎山、龙首山或称北山，均为与走廊方向大致平行之西西北—东东南走向山脉。祁連山东起烏鞘岭，西至敦煌以南的当金山口与阿尔金山相接，为黄河流域、柴达木与黑河等內陆流域的分水岭，全长約800余公里，寬自一百余公里至三百余公里，自南而北由相互平行的六条大山組成，主峯位于酒泉县之南，拔海高度为5934公尺，山頂終年积雪，山北坡雪綫約位于拔海4500公尺的高度上，雪綫以上有近代冰川发育。祁連山山势巍峨，沟谷深切，山頂极难攀登。与祁連山相对峙的是走廊北山，由龙首山、合黎山及黑山組成，蜿蜒迂迴于走廊之北，山势較祁連山为低，但最

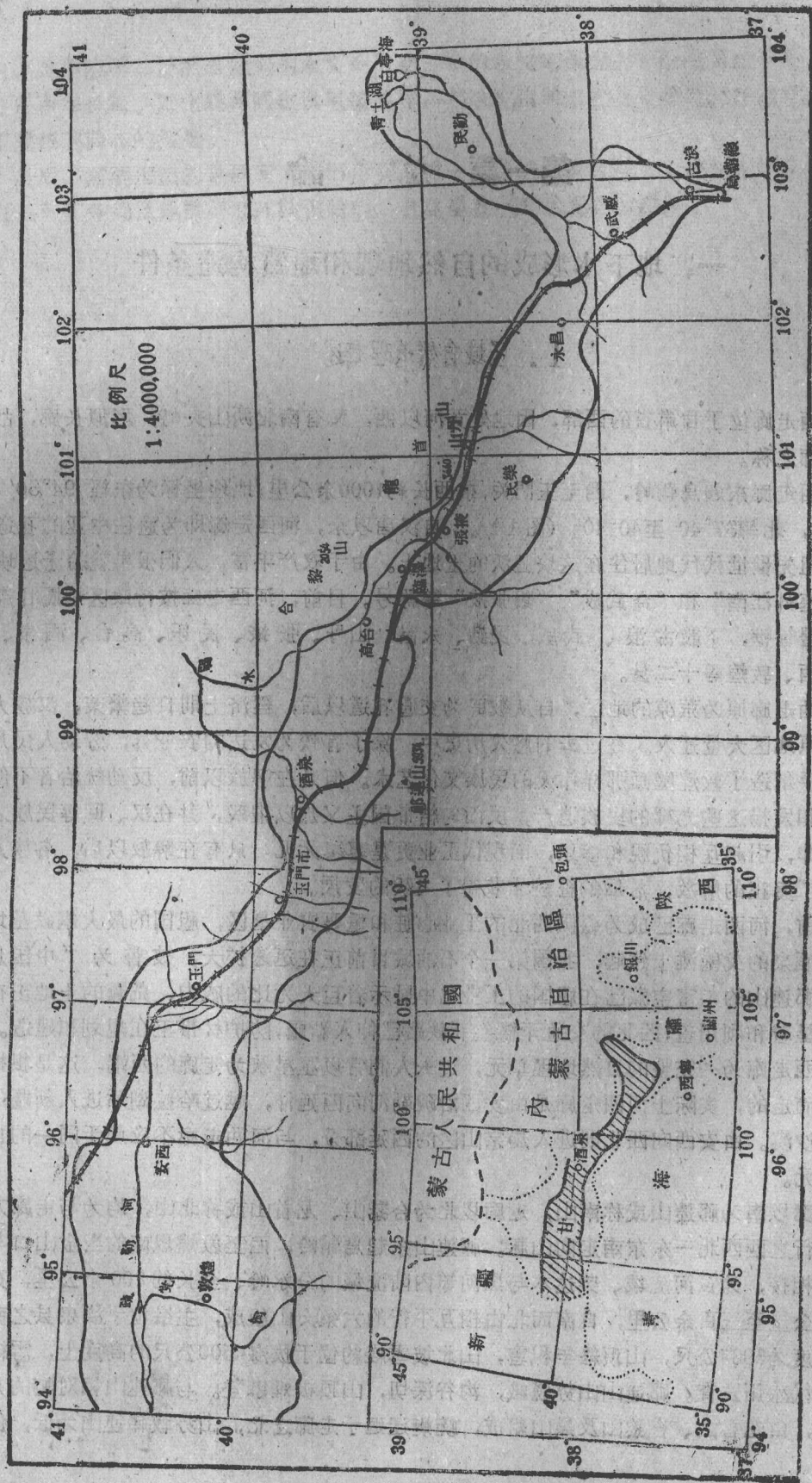


图 1. 河西走廊自然地理位置图

高峯拔海仍为3440公尺，相对高度亦在1500公尺左右。走廊西端即疏勒河流域北部由馬宗山南緣的低緩残丘組成，相对高度不超过200公尺。河西走廊即位于南北两山之間，其寬度决定于南北两山的相对位置，約自十余公里至数十公里不等。走廊拔海一般在1500公尺左右，大部由山前傾斜平原組成，地形基本上是平整的。走廊虽系平原，但其地形不尽相連，玉門县以东由于黑山及大黃山的隆起把走廊分为数段，基本构成了三个独立的內陆平原与三个相适应的內陆水系：武威民勤平原（石羊河水系流域）、张掖民乐平原（包括酒泉平原，为黑河水系流域）和玉門安西敦煌平原（疏勒河水系流域）。

石羊河水系包括古浪河、黃羊河、杂木河、金塔河、西营儿河等，于武威县北汇合注入青土湖和白亭海。黑河水系为我国較大內陆水系之一，全长約800公里，流域面积为37934平方公里，主要水系有山丹河，民乐洪水河、黑河干流、梨园河、摆浪河、水关河，石灰关河、紅砂河、馬营河、丰乐川河、酒泉洪水河及討賴河等，于金塔县鼎新汇合注入居延海，全年水量約32.16亿公方。疏勒河流域位于走廊的西端，全长約550余公里，流域面积約39,000平方公里，主要水系有昌馬河（即疏勒河的上游）、踏实河和党河，經敦煌县注入哈拉湖。

上述三大水系均发源于祁連山，依靠山区融雪水和降雨补給。河流动态随季节变化很大，为該区地下水的主要补給来源和农田灌溉的可靠水源，但无舟楫航行之利，因地处干旱地区，河水主要消耗于补給地下水和地表蒸发，沿途很少得到补給，因此在河流的归宿地急剧地盐化而形成盐池。河流的上游为陡峻的峡谷，流出山区后，复受新构造运动的影响而改变自己的流向并发生河道再造，水系分布与新构造运动有紧密的依附关系乃是河西走廊河流的极为明显的特征。

小溪流出山区后，一部分迅速潛入地下，在适宜的地形条件下（一般为大型洪积扇的边緣地帶）又涌出地表形成泉群，汇合成溪，流入原来的河道。地表水与地下水构成了一个完整的統一体，这是河西走廊河流的另一个特征。

河西走廊是我国干旱区的自然地理区之一，大片的地区为山前戈壁砾石和沙漠，或为盐漬化很强烈的盐沼地。这些地区荒蕪人烟，植被稀少，呈典型的漠境景观，而在河网发育、地下水埋藏浅、水质优良和被粘質砂土复盖的地区則渠道縱横，田連阡陌，植被繁茂，儼如江南。这两个极为生动的且完全是对立的写照构成了河西走廊极为独特的自然地理条件。决定着这一特征的主要因素是：干旱的气候条件和丰富的祁連山融雪水。因此，在探討河西走廊水文地质条件时，應該着重考虑到这些錯綜复杂的自然地理因素所給予的影响，它既具有一般山前傾斜平原的水文地质特征，又具有干旱气候条件下的异常水文地质規律。

河西走廊干旱区的气候条件为形成該区土壤和植被的极重要的因素。根据馬溶之先生所編制的中国土壤图，河西走廊所分布的土壤主要有四种：山地紅壤、砾石戈壁和石質山地、灰鈣土及盐土和碱土。山地紅壤分布在祁連山山麓主要是由第三紀甘肅系地层組成的山前丘陵地，砾石戈壁和石質山地主要分布在疏勒河流域并包括北山的低崗残丘，在走廊的中部和东部亦有分布，灰鈣土系指在洪积扇边緣大片分布的粘質砂土，盐土和碱土是指那些已經强烈盐漬化并分布在走廊中不易排水的低地如疏勒河下游地段和酒泉东部盆地的盐池附近的土壤。这种大陆盐化土壤的形成过程是与土壤中所含盐类随溶解度而产生的分异过程相吻合的，亦即溶解度較小的碳酸鈣盐类分布在土壤形成的最初阶段并接近母岩地区，而溶解度較大的氯化鈉盐类則分布在那些积聚土壤的低地并远离母岩地区。

地植物的分布亦呈现出典型的干旱地区景观，高山区的地植物为气候垂直分带的最为明显的标志。在河西走廊的山前平原地带中除高大的白杨外，其余为红柳、芨芨草、骆驼刺、白刺及芦苇等干旱地带植物，它们的分布在很大程度上可做为寻找地下水的标志。高山区除耐寒的松树外，均为苔类植物。

II. 河西走廊的气候条件

河西走廊位于中国干旱区的西部，濒临蒙古高压中心，因地处内陆，海洋气候影响很小，除祁连山高山区外，呈典型的大陆性气候，属干燥气候带类型。

河西走廊的气候特征是夏季酷热干燥，冬季严寒，春秋两季极短，年降雨量小，蒸发强烈，相对湿度小，年温差、日温差很大，风沙较多。

安西因风砂多，被誉为著名的“世界风库”。当地居民为形容一天内的温度变化，有“早穿皮袄午穿纱，抱着火爐吃西瓜”的谚语。以安西 1952 年为例，极端最高气温达 42.8°C ，极端最低气温 -29.3°C ，温度差达 72.1°C ，平均气温差亦达 35.8°C 。

本区降雨多集中在七、八、九三个月份，而且主要是以暴雨的形式下降，因此对于润湿土壤及滋育植物的帮助不大。酒泉多年平均降雨量仅 88.8 公厘，而水面蒸发则达 2505.5 公厘，湿度系数仅 0.035，这说明本地区的降水对潜水补给的实际意义不是很大的。

本区由于终年云层很稀薄甚至没有，日照时间很长，这就更加速了地面水的蒸发。

在寒冷的半年里，由蒙古和西伯利亚高压中心吹来的寒冷干燥的风被祁连山所阻挡，在安西附近分为两股：一股向西沿疏勒河进入新疆塔里木盆地，一股沿祁连山麓向南推进。

整个说来，河西走廊的气候条件有着以下的一些规律：降雨量及相对湿度自东至西、由南至北逐渐减少，而蒸发强度则逐渐增加（图 2、3、4）。因此，走廊西部干旱区的自然景观也更加突出。这种变化规律与地形的起伏有关，西部地势相对较平缓，干燥大陆性气流毫无阻挡的向西推进，东部地势起伏变化大，干燥大陆性气流被山势所阻，因此愈向东愈减弱。

祁连山区因海拔高度大，有明显的气候垂直分带，同时也构成了自然地理景观的垂直分带。山区北坡海拔 4000 公尺以上的地区终年冰雪不融，并有近代冰川发育，3500—4000 公尺高度上（相当于地形雪线的变动幅度）积存于低洼部分的积雪亦不消失。在此高度以上的山区，岩石裸露，植物稀少。2500—3500 公尺间雨雪丰富，植物繁茂，在山的背坡有着带状分布的原始森林。2000—2500 公尺高处每年以降雨为主，常形成辽阔的草原（如山丹大馬营）。张掖西南的武当山气象站海拔 2238 公尺，根据观测结果年降雨量最大可达 508.2 公厘（1952 年），多年平均降水量为 371.6 公厘。

祁连山区与河西走廊截然不同的气候条件使河西走廊既具有干旱区的自然景观，又具有“塞外江南”的特征。一般说，大片分布的盐沼地、连绵起伏的砂丘群及荒蕪的戈壁石漠在走廊的西部分布得较广一些。祁连山区的地下水无疑是直接靠丰富的大气降水补给，而在降水甚小的河西走廊则主要依靠源自祁连山的地表水流补给。

干旱的气候条件，加速了地下水水化学在水平方向和垂直方向的分异过程。

走廊北山的气候条件亦因海拔高度的不同而有差异，走廊东部山区的降水量比西部山区要多，安西以北的山区是最干燥的地方。

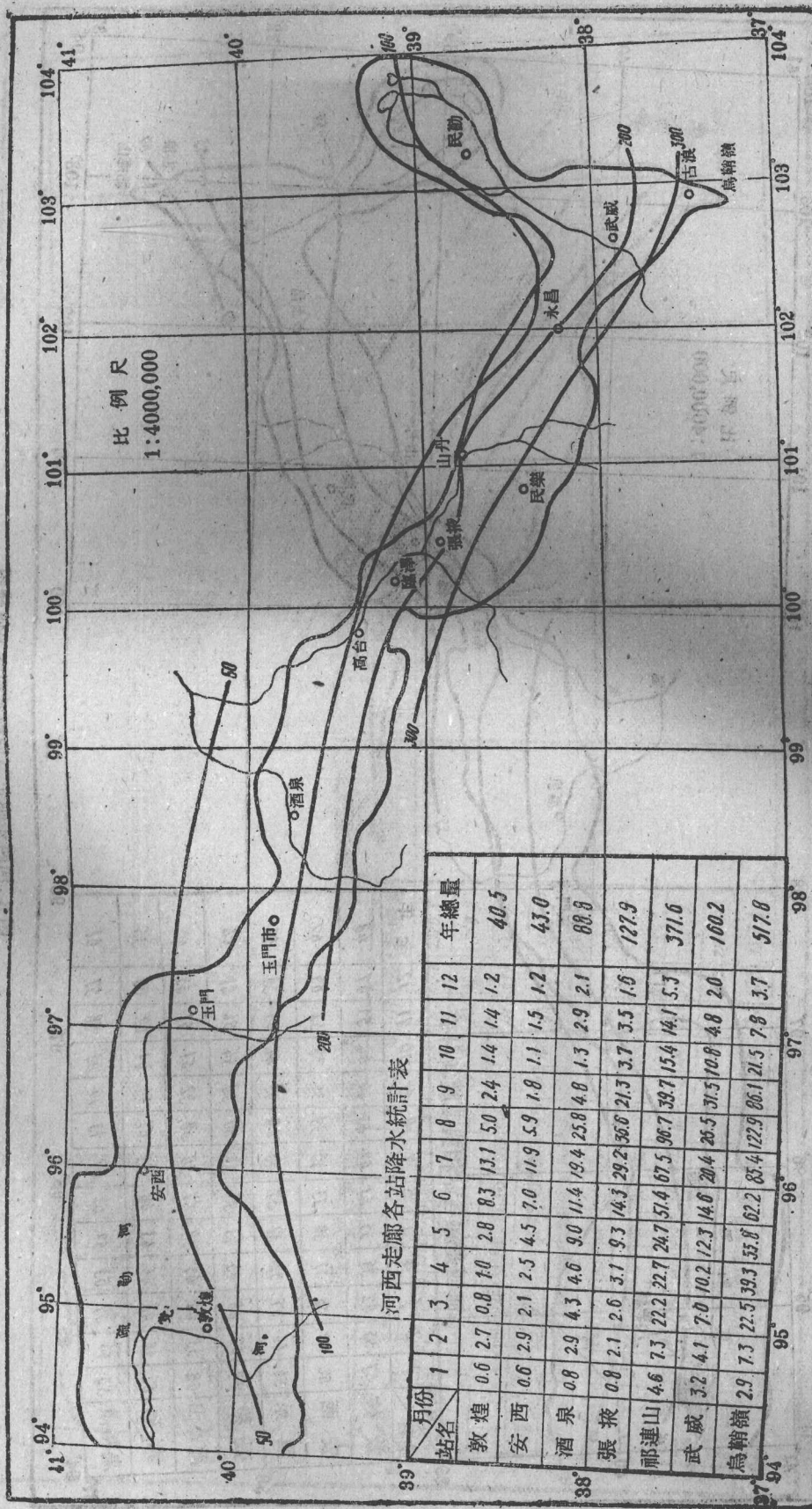


图2.河西走廊年平均降水量等值线图

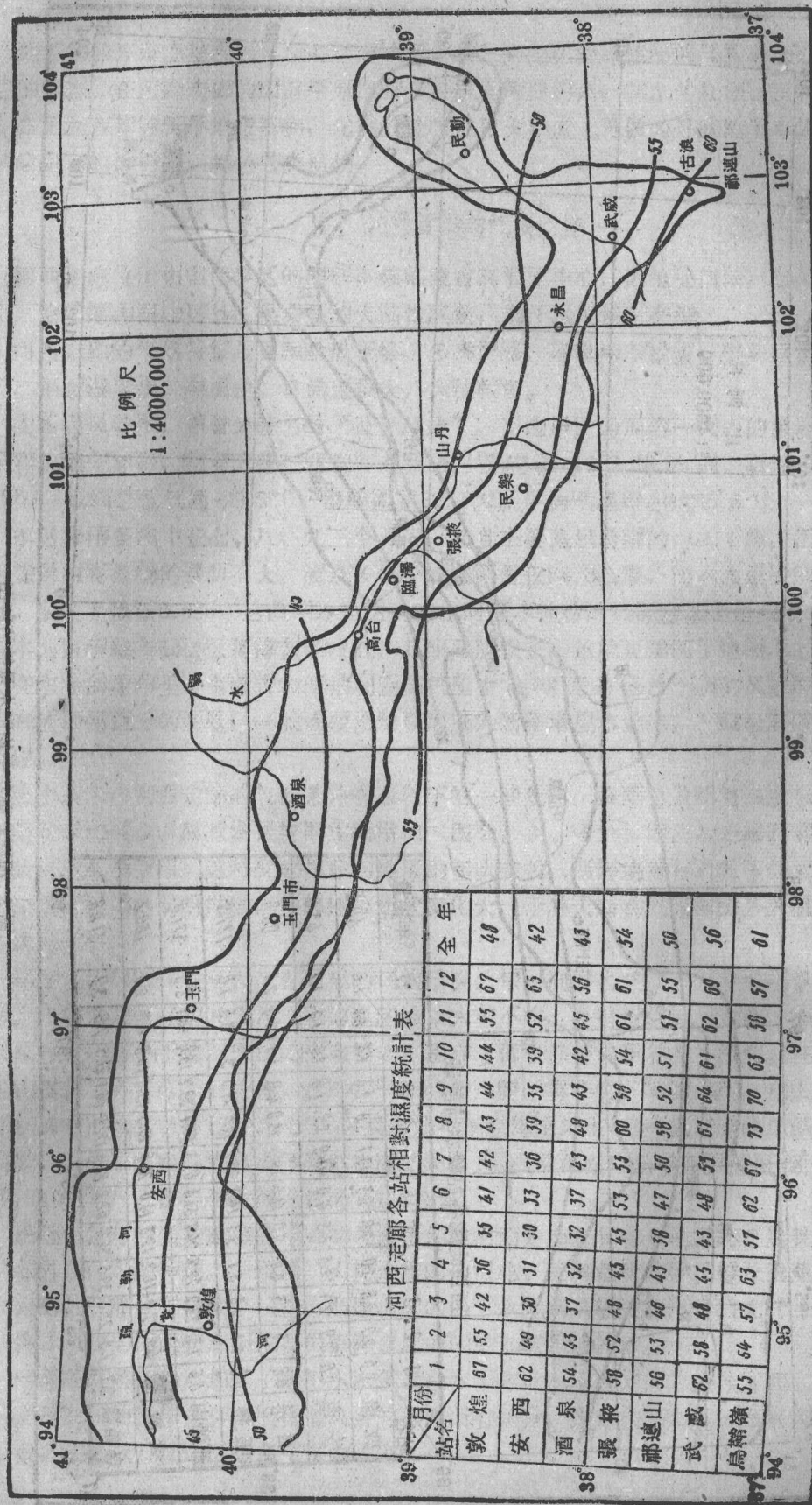


图 3. 河西走廊年平均相对湿度等值线图

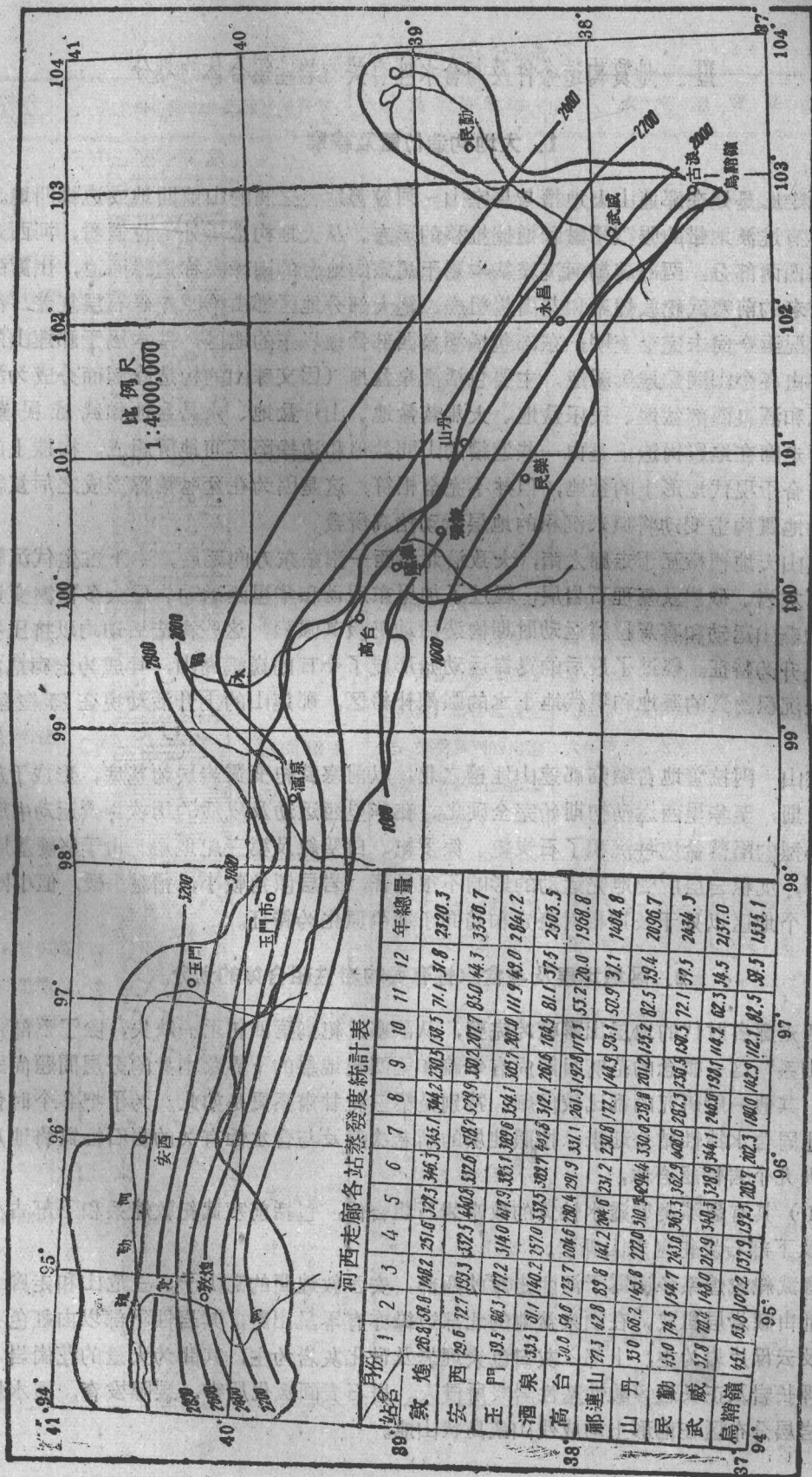


圖 4. 河西走廊年平均蒸發度等值線圖

III. 地質构造条件及与含水性有关的岩性組合体的划分

1. 大地构造位置及輪廓

河西走廊是处在祁連山大地槽与馬宗山-阿拉善地台之間的山前凹地或边缘凹地。深部构造具有过渡地带的强烈褶皱和逆掩推移的形态。从大地构造所处的位置看，河西走廊可分为东西两部分：西部疏勒河流域基本属于馬宗山地台的南缘或称边缘凹地，出露的地层都由古老的前寒武纪敦煌系和花岗岩组成，絕大部分地区都由第四纪砾石层复盖，深部的凹陷情况至今尚未完全查明；东部包括酒泉西部盆地以东的地区，基本属于祁連山的褶皱带，并由各个山間盆地所组成，主要包括酒泉盆地（因文殊山的构造隆起而分成为酒泉东部盆地和酒泉西部盆地、民乐盆地、大馬营盆地、山丹盆地、永昌盆地和武威民勤盆地。河西走廊在地質构造上是由一些連續的山間盆地和边缘陷落凹地所组成。构造上的盆地一般附合于現代地形上的盆地，但并不完全相符，这是因为在盆地輪廓形成之后复經受了剧烈的地質构造变动将原来沉积的地层掀动抬高所致。

祁連山大地槽横亘于走廊之南，大致沿北西西-南东东方向延展，中下古生代沉积了巨厚的石灰岩、砂岩及复理石岩层，經过了加里东运动和华里西运动岩层大多褶皱变質，在以后的燕山运动和喜馬拉雅运动时期构造活动仍极其强烈，这些构造活动均以挤压推移和剧烈上升为特征。經过了最后的崑崙运动始形成了今日的巍峨高山，并成为走廊地区第四纪以来沉积物質的源地和現代地下水的强烈补给区。祁連山的上升活动現在仍在繼續着。

馬宗山 阿拉善地台濒临祁連山地槽之北，以前寒武纪变質岩层为基底，形成于加里东运动时期，至华里西运动初期始完全硬化。在华里西运动及以后的历次地質运动中形成了一些小型的陷落盆地并沉积了石炭纪、侏罗纪、白垩纪及第三纪地层。由于坚硬基底的保护作用，沉积岩层所受地壳运动的影响不很显著，岩层傾角較小，褶皱平緩，但小断裂較多。整个地区以处于长期相对稳定和趋向于准平原化为特征。

2. 区域地层及与含水性有关的岩性組合体的划分

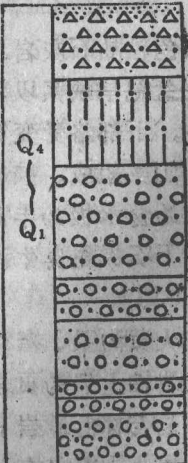
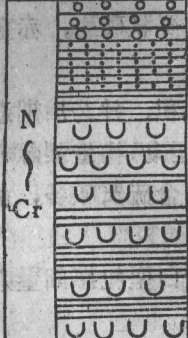
河西走廊各时代的地层出露较为完整，从前寒武纪到第四纪无一缺失，除了下部古生代“南山系”这一概念的范畴目前尚有爭論和第四纪地层的下界及本身的分层問題尚未解决以外，其他一般研究的都比較仔細，特别是第三纪甘肃系更是如此。为了把各个时代的地层描述同含水特性結合起来，按照地层的新老次序及与含水性有关的岩石性質将地层划分为下列几个岩性組合体：

(1) 具有裂隙类型透水性質的致密岩石組合体：包括前寒武纪敦煌系和下部古生代南山系及下部石炭纪老君山砾岩。

前寒武纪敦煌系多出露于河西走廊的西部，安西敦煌間的乱山子、三危山和走廊北側的低山都由該岩层组成，在酒泉盆地的北部边缘亦有零星出露，其岩性下部以肉紅色花崗片麻岩及云母片岩为主，上部以灰白色大理岩及矽化灰岩为主，其間为大量的花崗岩、閃长岩、輝长岩及正长岩等酸性基性岩漿所侵入。岩石表面风化厉害，裂隙发育，透水性良好。該岩层分布区在地形上均成残山或島状山地。

河西走廊含水岩性组合体分类简表

表 1

含水岩性组合体	含水岩性组合体的时代及符号	构造岩性简述	水文地质特征	
具有孔隙层状类型透水性质的疏松岩石组合体	 Q₄ Q₃	近代洪积冲积层 黄土类粘砂土 酒泉砾石层 玉门砾石层	除玉门砾石层及酒泉砾石层有局部胶结外,其余均为第四纪的疏松沉积物 玉门砾石层经受较剧烈的构造变动	含孔隙潜水,在倾斜平原的前缘含舌状承压水,地下水的埋藏深度随地而异,由0至数百公尺,透水性良好。其中酒泉砾石层为含水极丰富的岩层,水质较好,大多为矿化度小于1克/升的重碳酸盐水,但在倾斜平原的前缘有时表层潜水水质很坏
间夹孔隙层状类型透水性质的致密岩石组合体	 N Cr	甘肃系 惠回堡系	为湿热气候下的内陆湖相沉积,下部为泥岩,向上逐渐过渡为砂砾岩,富含硫酸盐类,经受剧烈的构造运动,甘肃系很多已成穹窿构造	有孔隙层状含水层,大都具承压性质,在储油构造中有油田水,水化学变化不稳定,垂直分带较明显,下部位于侵蚀基准面以下,处于循环的停滞状态。此组地层大多为不含水的岩层
具有孔隙裂隙层状类型透水性质的岩石组合体	 J C	赤金堡系 具牛沟系	岩性为砾岩、砂岩、页岩,间夹煤层,下部有石灰岩,为陆相及浅海相沉积,受强烈褶皱,构造裂隙较发育	主要是与大气降水密切相关的裂隙水,水量不稳定,水质一般较好,在煤层中含有层状裂隙水,石炭二迭纪地层中的水大多为硫酸盐类型。
具有裂隙类型透水性质的致密岩石组合体	 C Ac	老君山砾岩 南山系 敦煌系	经受强烈褶皱和区域变质的地层,构造变动剧烈,裂隙极其发育,有不同时代的火成岩侵入,该组岩层以南山系占主要地位	主要是与大气降水密切相关的裂隙水。根据接受降水的程度的不一致,老君山砾岩和南山系含丰富的裂隙水,但富水性不均匀,循环剧烈,水质类型大多为小于1克/立升的重碳酸钙水。敦煌系含不丰富的裂隙水,循环较迟缓,水质类型大多为硫酸盐类和氯化物类