

黄河中游 区域工程地质

陕西省地质矿产局第二水文地质队 编著

地质出版社

黄河中游区域工程地质

陕西省地质矿产局第二水文地质队 编著

地 质 出 版 社

内 容 简 介

本书系陕西省地质矿产局第二水文地质队近年来系统研究黄河中游区域工程地质的总结性专著。全书分三篇九章。第一篇系统地介绍黄河中游流域自然地理及地质；第二篇全面叙述黄河中游流域地貌，岩土体工程地质性质及地下水资源；第三篇对黄河中游区域稳定性，土壤侵蚀，黄河泥沙淤积，黄土边坡稳定性及黄土地基湿陷变形等主要工程地质问题进行论述和探讨。

书中插图、插表、照片较多，附二百万分之一“黄河中游区域工程地质图”等五张。

本书可作为黄河中游国民经济区划与黄河规划治理的地质依据，并供工程地质、水文地质、地质地理、水土保持、土壤改良、环境保护、水利土建等专业人员与有关科研、高等院校师生参考。

黄河中游区域工程地质

陕西省地质矿产局第二水文地质队 编著

责任编辑：乔作斌

地质出版社出版

（北京西四）

地质出版社印刷厂印刷

（北京海淀区学院路29号）

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

*

开本：787×1092¹/₁₆印张：18¹/₂字数：431,000

1986年1月北京第一版·1986年1月北京第一次印刷

印数：1—1,815册 定价：11.95元

统一书号：13038·新176

（附图一袋）

前 言

一九七八年三月，陕西省地质局第二水文地质队起草《治黄地质工作的总体设想》，经原国家地质总局批准实施。通过此项工作，在我队历年积累的地质勘察资料的基础上，广泛收集有关单位的材料进行综合分析，撰写成《黄河中游区域工程地质》，并编制二百万分之一《黄河中游区域工程地质图》等五张。初稿完成之后，由陕西省地质矿产局及中华人民共和国地质矿产部先后召开初审与评审会议审查通过，评价较高。

本书主笔戴英生；撰写部分章节或编图的有朱钧、阎太白、吴永发、王显荣、李长见、徐汝舟；参加二百万分之一附图编制的有谢文明、孔燕华、姬兆荣；测制黄土剖面与采集土样的尚有陈云、苗德廉、阎永定、赵文章、薛根良、王孝信等；地质照片摄影为李金玉；参与二百万分之一原图清绘的有陈周陵、白述渊、何彦海、牛文斌、吕安英、杨丽娟、高建萍等；黄土样品测试与鉴定，由本队实验室承担；参加校对及有关事宜的还有刘钧枢。

另外，本著作成稿于1984年前，有关测试数据均采用米制单位仪器获得，文中仍用当时数据单位，与法定计量单位不尽一致，希读者引用时务必更正。因限于水平，舛错之处请指正。

目 录

绪 论	(1)
-----	-----

第一篇 黄河中游区域地质环境

第一章 区域自然地理特征	(2)
第一节 山系与地势	(2)
第二节 区域气候特征	(4)
第三节 河系发育及水文特征	(12)
第二章 区域地层及岩浆岩	(16)
第一节 地层概述	(16)
第二节 岩浆岩	(53)
第三章 区域地质构造特征	(56)
第一节 古陆块的形成与演化	(56)
第二节 断块构造体系的形成与基本特征	(57)
第三节 深断裂体系的形成与基本特征	(60)
第四节 大陆裂谷体系的形成与基本特征	(63)
第五节 近代构造应力场的格局与基本特征	(66)

第二篇 黄河中游区域工程地质环境

第一章 区域地貌特征	(70)
第一节 区域地貌轮廓	(70)
第二节 水系发育与河谷地貌基本特征	(73)
第三节 黄土地貌基本特征	(84)
第四节 黄河流域北部风沙地貌特征	(94)
第二章 区域岩体工程地质特征	(98)
第一节 松散岩类工程地质特征	(98)
第二节 坚硬及半坚硬岩类工程地质特征	(121)
第三章 区域水文地质基本特征及水资源简评	(127)
第一节 水文地质基本特征	(127)
第二节 水资源简评	(138)

第三篇 黄河中游区域工程地质问题

第一章 区域稳定性	(145)
第一节 区域地震活动的基本特征	(146)
第二节 破坏性地震的活动特性	(148)

第三节 区域稳定性问题.....	(159)
第二章 土壤侵蚀与黄河泥砂问题.....	(169)
第一节 土壤侵蚀的基本规律与危害性.....	(170)
第二节 黄河泥砂问题与治理途径.....	(182)
第三章 黄土边坡稳定性与地基湿陷变形.....	(212)
第一节 黄土边坡稳定性.....	(212)
第二节 黄土地基湿陷变形.....	(222)
结 论.....	(226)
主要参考文献.....	(230)
英文概要.....	(236)

图 版

附 图

1. 黄河中游区域工程地质图 1:2000000
2. 黄河中游地质构造图 1:2000000
3. 黄河中游黄土分布图 1:2000000
4. 黄河中游地貌图 1:2000000
5. 黄河中游黄土地貌景观图 1:2000000

CONTENTS

Introduction	(1)
---------------------------	--------------

Part I .The regional geological environment of the middle reaches of the Huanghe River

Chapter 1. Characteristics of the regional physical geography	(2)
1.1 Mountain system and surface relief	(2)
1.2 Regional climatic feature.....	(4)
1.3 River system development and hydrologic feature	(12)
Chapter 2. Regional strata and magmatic rock.....	(16)
2.1 Regional strata.....	(16)
2.2 Magmatic rock	(53)
Chapter 3. Feature of tectonics.....	(56)
3.1 Formation and evolution of the fossil continental plate.....	(56)
3.2 Formation and basic characteristics of the block tectonic system	(57)
3.3 Formation and basic characteristics of the deep fault system	(60)
3.4 Formation and basic characteristics of the continental rift valley system	(63)
3.5 Framework and basic feature of recent geologic structure stress field.....	(66)

Part II .The regional engineering geological environment of the middle reaches of the Huanghe River

Chapter 1. Regional geomorphic feature.....	(70)
1.1 Regional geomorphic outline.....	(70)
1.2 Basic feature of the river system development and the valley geomorphology	(73)
1.3 Basic feature of the loessic geomorphology.....	(84)
1.4 Geomorphic feature of wind-drift sand of the north drainage area of the Huanghe River.....	(94)
Chapter 2. Engineering geological feature of the regional rock mass.....	(98)
2.1 Engineering geological characteristics of the kind of loose ground	(98)
2.2 Engineering geological characteristics of the kind of hard and	

semihard rock.....	(121)
Chapter 3. Basic feature of hydrogeology and the synopsis of water resources.....	(127)
3.1 Basic feature of the regional hydrogeology.....	(127)
3.2 Synopsis of water resources	(138)

Part III. Regional engineering geological problems of the middle reaches of the Huanghe River

Chapter 1. Regional stability	(145)
1.1 Basic characteristics of the regional seismic action.....	(146)
1.2 Active characteristics of the destructive earthquake.....	(148)
1.3 Regional stability problems	(159)
Chapter 2. Soil erosion and problems of the Sediment of the Huanghe River	(169)
2.1 Basic laws and harmfulness of the soil erosion.....	(170)
2.2 Problems of the Sediment of the Huanghe River and harnessing one ways.....	(182)
Chapter 3. Loessial slope stability and soaking-settling deformation of the foundation soil.....	(212)
3.1 Loessial slope stability	(212)
3.2 Soaking-settling deformation of the loessial foundation soil	(222)
Conclusion.....	(226)
Main reference documents.....	(230)
Outline	(236)

Plates

Attached maps:

1. Map of regional engineering geology of the middle reaches of the Huanghe River 1:2000000
2. Tectonic map of the middle reaches of the Huanghe River 1:2000000
3. Distributing map of loess of the middle reaches of the Huanghe River 1:2000000
4. Geomorphological map of the middle reaches of the Huanghe River 1:2000000
5. Landscape map of loess geomorphy of the middle reaches of the Huanghe River 1:2000000

绪 论

黄河，发源于青藏高原雅合拉达合泽山东麓，流经青海、四川、甘肃、宁夏、内蒙、山西、陕西、河南、山东九省（区），入渤海。其位置介于东经 $95^{\circ}40'$ — 119° 及北纬 $32^{\circ}10'$ — $41^{\circ}50'$ 之间，全长5464公里，流域总面积752443平方公里。由于区域地质环境的不同，各河段特性有明显的差别，上游河水清澈，水量大，含砂量低，贵德站多年平均含砂量为0.85公斤/立方米；中游河水混浊，含砂量高，兰州站多年平均含砂量为3.56公斤/立方米，陕县站37.6公斤/立方米；下游历史上多次迁徙改道，现今河道靠人工筑堤维持，已非天然河床。上、中游输送来的泥砂沿程落淤，河床年均淤高10—20厘米，到利津站时则多年平均含砂量已减为27.5公斤/立方米。

据上述各段含砂量的变化分析，黄河泥砂主要来源于黄土高原。因黄土厚度大，结构疏松，抗侵蚀强度弱，易为流水等介质侵蚀，成为泥砂的主要补给源。所以，黄河泛滥于下游，而祸根却滋生于中游。要使下游免遭洪水威胁，必需治水，要治水必然要治砂，不断中游产砂之根，而堵下游奔腾咆哮之水，难以长治久安。因此，根治黄河的关键在中游，而成败利钝的要害在于解决泥砂问题。

为征服黄河，利用黄河，我们祖先不遗余力的与之搏斗几千年。但受时代的局限，治河之策多于下游修筑堤防，导流入海。于是，堤越修越高，河越挤越窄，过流断面越来越小，溃堤次数与日俱增。今日大堤与古堤相比固然要坚固得多，然高度已达十余米，每五至十年还要加高一轮，耗资甚巨。何况每加高一次则危险河段随之俱增，一逢汛期险情接踵而至。

在科学技术发达的今天，治河采取“以攻为守或攻守兼备”的方略，应该说是行得通的。从长远利益来看，“攻”是上策，但考虑黄河的现实情况又不能不“防”。方今之计，既要照顾现在，又要着眼将来。因此，治河之策，宜采取“攻守兼备，以攻为主”。所谓攻，指中游全面治理，即区域治理与河流治理，统筹规划，合理布局，分别安排；防，系指下游规划治理，包括堤防加固，河道疏浚及局部人工改道等。然而，不论攻或防，均需查明区域工程地质条件及存在的主要工程地质问题。为此，特撰写本书，目的在于为区域国民经济区划布局及黄河中游流域规划治理提供地质依据，并供科研、教学及有关专业人员参考。

第一篇 黄河中游区域地质环境

第一章 区域自然地理特征

黄河流域,北以昆仑山—祁连山—贺兰山—阴山脊线为界;南以巴颜喀拉山、秦岭与长江水系分野;东以太行山与海河水系为邻。地理座标北纬 $32^{\circ}10'$ — $41^{\circ}50'$ 、东经 $95^{\circ}40'$ — 119° 。地势西高东低,呈阶梯状降落。上游位于青藏高原东北部,山地高程大于4000米,谷地在3000米上下;中游流经黄土高原,高程2000—1200米;下游穿越华北平原,海拔高程低于100米。

黄河中游,西起兰州稍西;东到郑州,流域面积约58万平方公里(包括鄂尔多斯高原闭流区面积4.2万平方公里)。从西到东,由北至南的地势、气候及水文特性等有明显的差异。

第一节 山系与地势

一、山系基本特征

境内山脉,海拔高度一般1500—3000米,少数山峰超过3500米。按山脉走向可划分为:东西向、北东向、南北向和北西向四大系。前三者有六盘山及其以东山系,后者为秦(岭)祁(连)山系。

东西向山系 包括东秦岭及阴山山脉,以及白于山和北山(渭北)。阴山构成流域北界,秦岭处于南缘。东秦岭,西延与祁连山相接,主峰为太白山,海拔3767米,“西岳”华山,主峰海拔2279米,北峰1997米,断崖峭壁达数百米;阴山山脉,由大青山、乌拉山、色尔腾山和狼山等组成,海拔约2000米,白于山和北山,分布于黄土高原北部和南缘,山势低缓,海拔1600—1700米,广覆黄土。

北东向山系 包括太行和吕梁山脉,展布在中游流域东部。吕梁山脉,主峰为关帝山,海拔2830米,北延分两支,东支为恒山—云中山、西支为管涔山—芦芽山;太行山脉,包括太行山、五台山、系舟山、太岳山及中条山等支脉,主峰为五台山,海拔3056米。

北西向山系 由祁连山脉及西秦岭组成,前者向东南延展之余脉为屈吴山、六盘山、马啣山、华家岭等,海拔高程3000—3500米,东南低,西北高;后者有白石山、火炎山等。

南北向山系 主要有贺兰山脉和子午岭。贺兰山脉,位于流域西北边缘,主峰海拔3556米;子午岭,位于黄土高原中部,主脊海拔1700米上下,高于两侧黄土高原100米左

右。

二、地势的基本特征

黄河中游流域，四周高山环绕，中部为高原，海拔1200米至2000多米，主要有陕甘宁黄土高原，陇西黄土高原，山西山地高原，伊盟沙漠高原和豫西山。

陕甘宁黄土高原和伊盟沙漠高原 为流域高原主要组成部分，二者大致以长城为界。黄土高原位于长城之南，地势由西北向东南倾斜，海拔1700至1200米，局部起伏甚大，如白于山、子午岭海拔近2000米；北部伊盟沙漠高原，东胜—杭锦旗一带海拔1500米左右，库布齐沙漠的西段地势最低，海拔不足1100米。

陇西黄土高原 位于六盘山以西，海拔2000米上下，强烈切割成丘陵，起伏大。华家

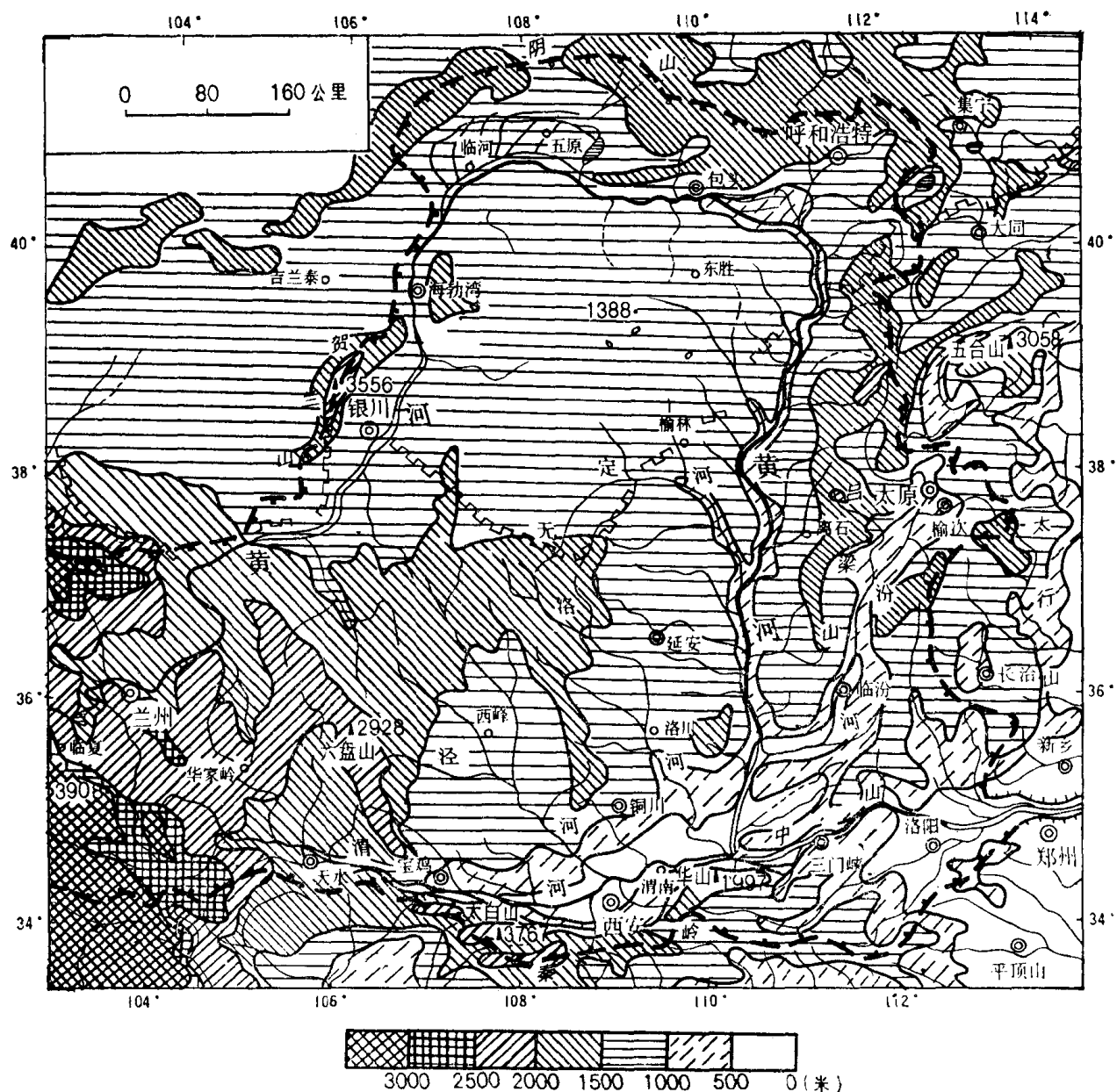


图 1-1-01 黄河中游流域地势略图

岭、马啣山绵亘其中，海拔2300—3600米，将其分成南、北两部分。

山西山地高原 位于吕梁山与太行山之间，北高南低，高程从2500米降至2000米。中部为一带状盆地，称汾河盆地，高程由900多米降至400米。

豫西山地 由秦岭东段四条支脉及山间盆地构成，地势起伏较大，相对高差约1000米。

综上述，黄河中游流域地势总的变化，大致以白于山—马啣山为脊线，北部东高西低，南部西高东低，除沙漠高原和盆地为平缓地形，其余地势起伏均较大（图1—1—01）。

第二节 区域气候特征

一、气候分带性

全区属温带大陆性气候，受季风环流控制，寒暑分明，夏短冬长；空气含湿量处于湿润与干燥之间，夏热湿润，冬寒晴燥。气候受山系和地势影响，有明显的分带性，呈北东—南西向展布。从东南至西北，差别甚大，根据主要气候要素的梯度变化，划分为三个气候域。

1. 东南部南温带半湿润气候域 所辖范围包括秦岭北坡、北山南坡、渭河谷地，太行山、吕梁山南段及其山间盆地。年均气温8—14℃，年降水量800—600毫米，干燥度为1.00—1.30。

2. 中部中温带半干旱气候域 包括黄土高原绝大部分地区，如晋中、晋北、晋西、陕北、渭北、陇东及陇西等地域。年均气温4—12℃，年降水量400—600毫米。干燥度1.30—2.00。

3. 西北部中温带干旱气候域 囊括沙漠高原、宁南、陇西北部的黄土高原及其以北地带。年均气温2—8℃，年降水量150—400毫米，干燥度2.00—6.00。其变化规律由东南而西北，降水量递减，干燥度剧增，大陆性气候的表征特别明显。

关于各气候带的分布和主要气候指标见图1—1—02和表1—1—01。

二、气候变化规律

1. 气温变化

气温区域变化特征 域内年平均气温由东南地区的14℃，向北随纬度增高而递减，至阴山已降到2℃；向西随地势升高而递减，至六盘山以西减为6—7℃，至贺兰山西侧变为8℃左右。然而，高原内年均温6—9℃，北段和西南段6℃左右；中部约8℃。各山地气温随海拔升高而递减，以秦岭北坡为例：年均气温梯度为0.44—0.51℃/100米，一月气温梯度值0.34℃/100米为最低，七月0.57—0.66℃/100米为最高。据区域气温资料，流域内七、八、九、十月份，山地与高原气温均低于邻近盆地和黄河谷地。

气温年度变化特征 冬季在极地冷气团控制下，全区一月平均气温低于0℃。0℃等温线通过秦岭山地，成为我国南北方气候分带的重要标志之一，以南属亚热带，一月份均温在0℃以上；以北气温递减，至阴山已低到-16℃。入夏太阳直射北半球，七月份均温最高，全区各方位气温相差不大，一般为6℃左右；东南和西北隅仅差2℃左右。一月和七月

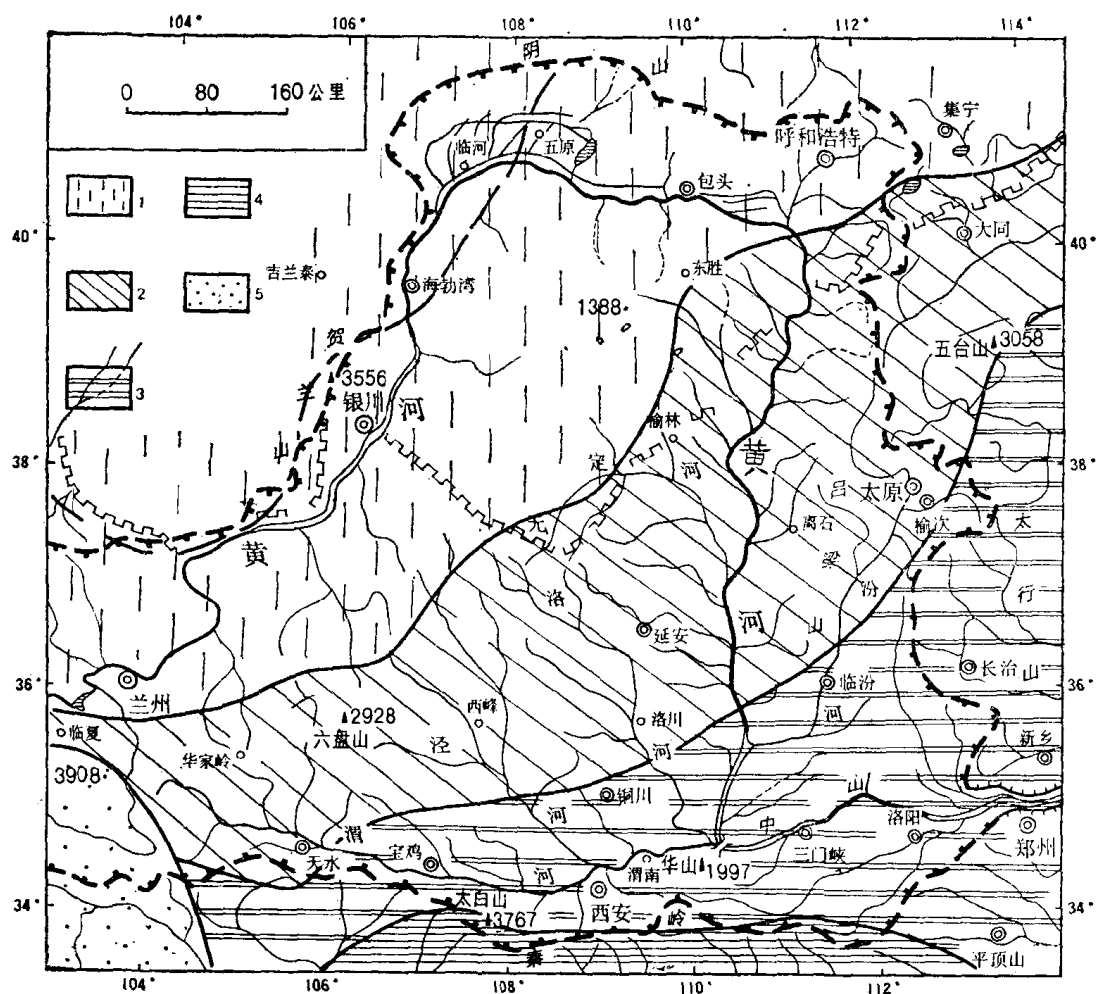


图 1—1—02 黄河中游流域气候域划分略图

1—干旱气候域；2—半干旱气候域；3—半湿润气候域；4—亚热带湿润气候域；5—高寒干燥气候域

表1—1—01 黄河中游流域气候域主要气候指标

气候要素		东南部南温带 半湿润气候域	中部中温带 半干旱气候域	西北部中温带 干旱气候域
气温℃	年平均	8—14	4—12	2—8
	一月均温	-8—0	-16—-4	-26—-7
	七月均温	22—26	18—22	18—26
	≥10℃积温	3000—4500	2500—4000	1000—3500
年降水量(毫米)		600—800	400—600	≤200—400
年相对湿度(%)		60—70	52—68	≤40—62
干燥度		1.00—1.30	1.30—2.00	2.00—6.00
无霜期(天)		180—220	140—200	110—180
年总辐射量(千卡/厘米 ²)		110—138	118—146	134—158
年日照时数		2000—2700	2000—2800	2500—3100

份的气温年较差值,南部为24℃;北部递增至36℃左右,两者对比,北部变幅大于南部,差12℃左右。全区极端最高气温一般出现在6—8月份,如郑州、洛阳一带达44℃,渭河盆地

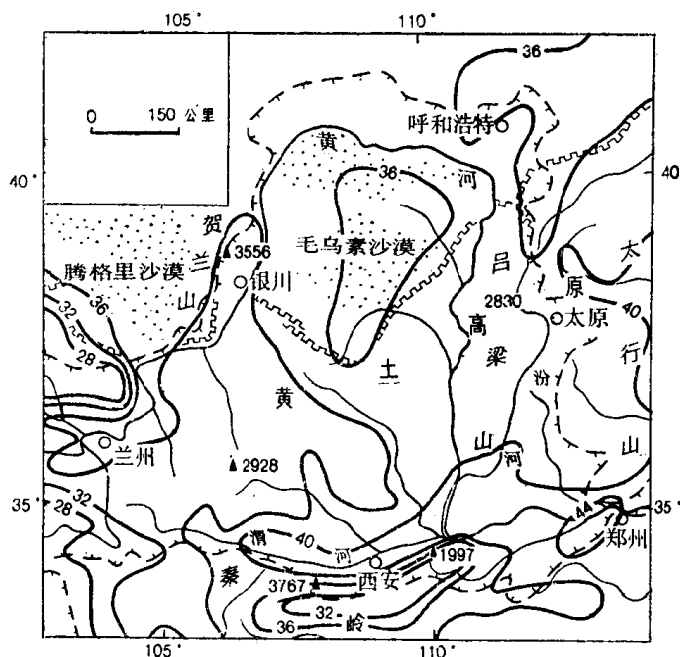


图 1—1—03 黄河中游流域极端最高气温 (℃) 略图

(据《高原气候图集》,中国科学院高原大气物理研究所等1970年编)

为40℃;西北部稍低,约36℃(图1—1—03)。全区极端最低气温出现在12月至翌年2月份,北部-32℃;南部-16℃左右(图1—1—04)。为此,全区气温最大变幅60—68℃,由此可见大陆性气候强烈变化之一斑。

气温季节变化特征 流域内南北寒温变幅差别甚大,四季分配时限不同。北部和西部因纬度和地势都高,冷气流早到晚撤,冬季(五天平均气温稳定于5℃)最长可达7个月,夏季(五天平均气温稳定在20℃以上)仅一月左右,如宁夏大部地区及六盘山两侧,只知春秋,未闻盛夏。东南部则不然,冷气流晚到早撤,冬季一般长约4个月,夏季不足三个月。

气温日变化特征 从全年平均气温日较差来看,并不显著,渭河盆地

最小,大致10℃左右。流域西北部增至15℃左右。若从年最大气温日较差来看,高原地区达25—30℃,一日之内寒暑剧变,常有“早穿皮袄午穿纱”的谚语。气温波动最大的时期是十月前后,其次为三月前后。因为这时正值南北气流交替进退和土壤上冻、解冻时期。

2. 降水主要特征

流域内各地的降水量相差悬殊,年降水量从东南部至西北部,由800毫米递减到150毫米,两地相差五倍多。据图1—1—05揭示,天山—六盘山—西安—三门峡—长治—五台山一线之南部与东部年均降水量大于600毫米;临夏—榆林—东胜一线之西部和北部,则小于400毫米;介于两者之间则为400—600毫米。由是观之,400毫米等深线之西北为干旱域,属沙漠高原及部分黄土高原;400—600毫米之间的地带,主要为黄土高原及少部分山地,为半干旱气候域;600

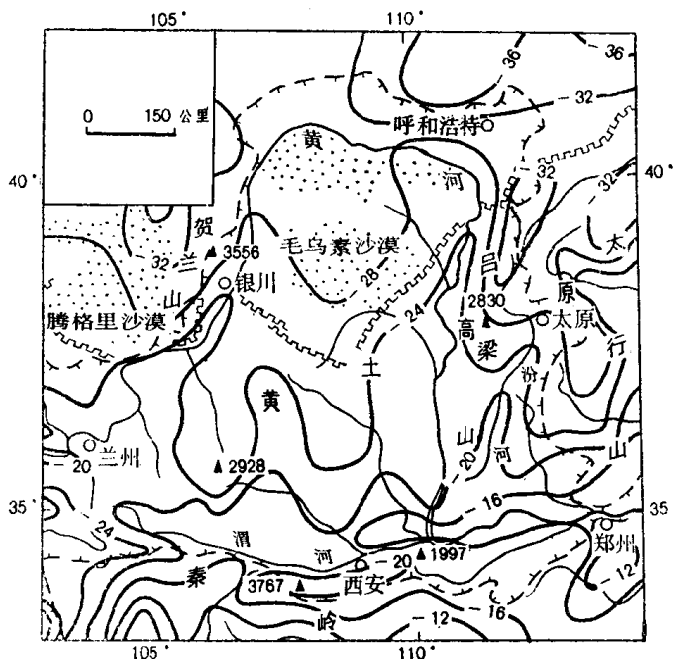


图 1—1—04 黄河中游流域极端最低气温 (℃) 略图

(据《高原气候图集》,中国科学院兰州大气物理研究所等1970年编)

毫米等深线之南及其以东地区，降水较丰，属半湿润气候域。此外，等深线尚出现若干封闭曲线及低值和高值中心，乃为地形影响所致。前者多为背风的盆地，如太原、静乐和大同等盆地；后者则系山地和山前的迎风坡，以山地的增水作用最突出，如秦岭北侧，在海拔600米左右处，年降水量为800毫米；华山在海拔2065米观测站的年降水增至925毫米；太白山在海拔3000米上下处的年降水多达1000余毫米。另一个例子是，海拔1100米的银川盆地，年降水量仅200毫米，贺兰山海拔3000米以上增至400多毫米。

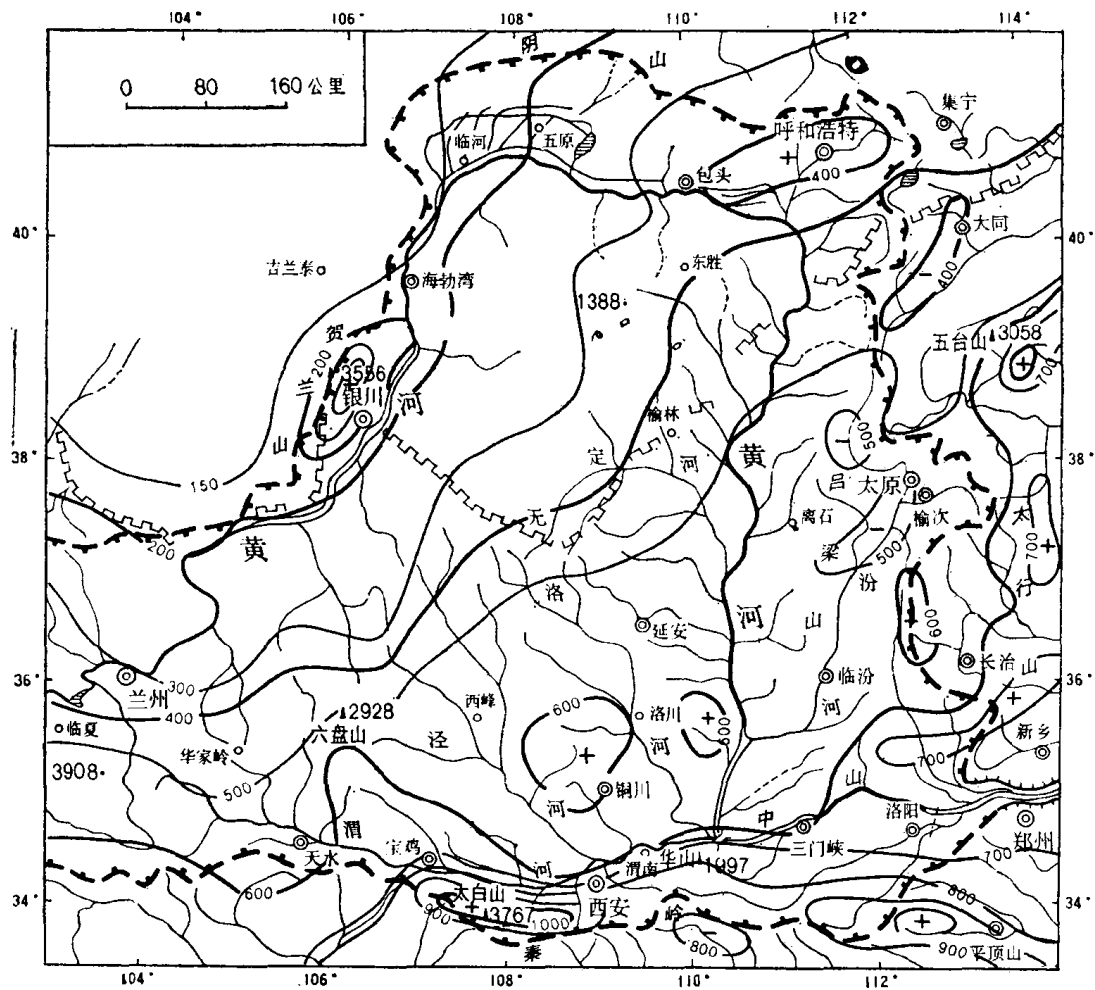


图 1—1—05 黄河中游流域年降水量等深线（毫米）略图

（据中国自然地理编辑委员会1980年资料改编）

年内季风环流交替十分明显，降水季节变化很大，分配不均。盛夏秋初，东南季风到达，暖湿海洋气团临空，多雨，为雨季；冬春季节，受极地干冷气团控制，天气以晴为主，雨雪稀少，为干旱少雨期。所以，年内明显的存在干、湿两季，因而全年降水有50—70%集中在7、8、9三月。其中，7、8月份多暴雨，9月份多连阴雨。秋季降水次之，约占全年降水量20%左右；春季又次之，一般占全年降水量20%以下；冬季降水最少，仅为全年降水量5%左右。流域降水日数，也是由南向北递减，渭河以南超过120天；黄土高原为75—110天；沙漠高原小于75天；贺兰山之西北少于40天。这是由于南部雨期早到晚撤，北部晚到早撤所致。因此，降水最少和湿度严重不足时期：北部为春季，几乎连年春旱；南部为夏初，经常出现伏旱。由于东南季风进入本区的早晚、强弱和水气含量多寡的不同，

因而降水量出现显著的年际变化，东南地区变化最小，丰水和少水年差一倍左右；西北地区变化最大，超过六倍，如呼和浩特，丰水年降水竟达 929.2 毫米（1959 年），少水年仅 155.1 毫米（1955 年），两者差六倍；又如伊盟海勃湾市，丰水年为 357.6 毫米，少水年只有 54.9 毫米，差 6.5 倍。至于降水月、季变化就更大了，一般冬季变化最大，春秋次之，夏季最小。降水量年际及月、季变化最小者为渭河地区。夏季雨量集中，大部分暴雨出现在盛夏的 7、8 月份（极少数出现在 5、6 月或 9 月份）。因夏季西太平洋副热带高压影响到达黄河中游流域，将孟加拉湾和西太平洋水气输送到本区，与极地大陆气团（低压）辐合，在冷、暖锋强对流活动减速、停滞过程中及山系或高原地势对气流的抬升作用，于锋区集中降水形成暴雨。从水气来源、输入方向和暴雨笼罩地区来看，暴雨的形成主要与两种中间尺度的天气系统有关，一是从青藏高原东麓移入的气旋性涡旋（有西南涡与西北涡之分），越过秦岭后笼罩在华家岭至包头一线以东地区，形成东西向或北东—西南向的暴雨带；二是由我国东南登陆的台风的残余部分西移，受太行山和秦岭的阻挡，常停留在伊、洛、沁河的喇叭形部位，雨带近南北向，暴雨笼罩范围最西可达吕梁山西侧，如图 1—1—06 所示。77801、77805、66721 和 70731 等暴雨带属于前者，称为气旋型；56803 和 58716 暴雨带属于后一种类型，称为台风型。二者单场暴雨笼罩面积常在一万平方公里以上，又称

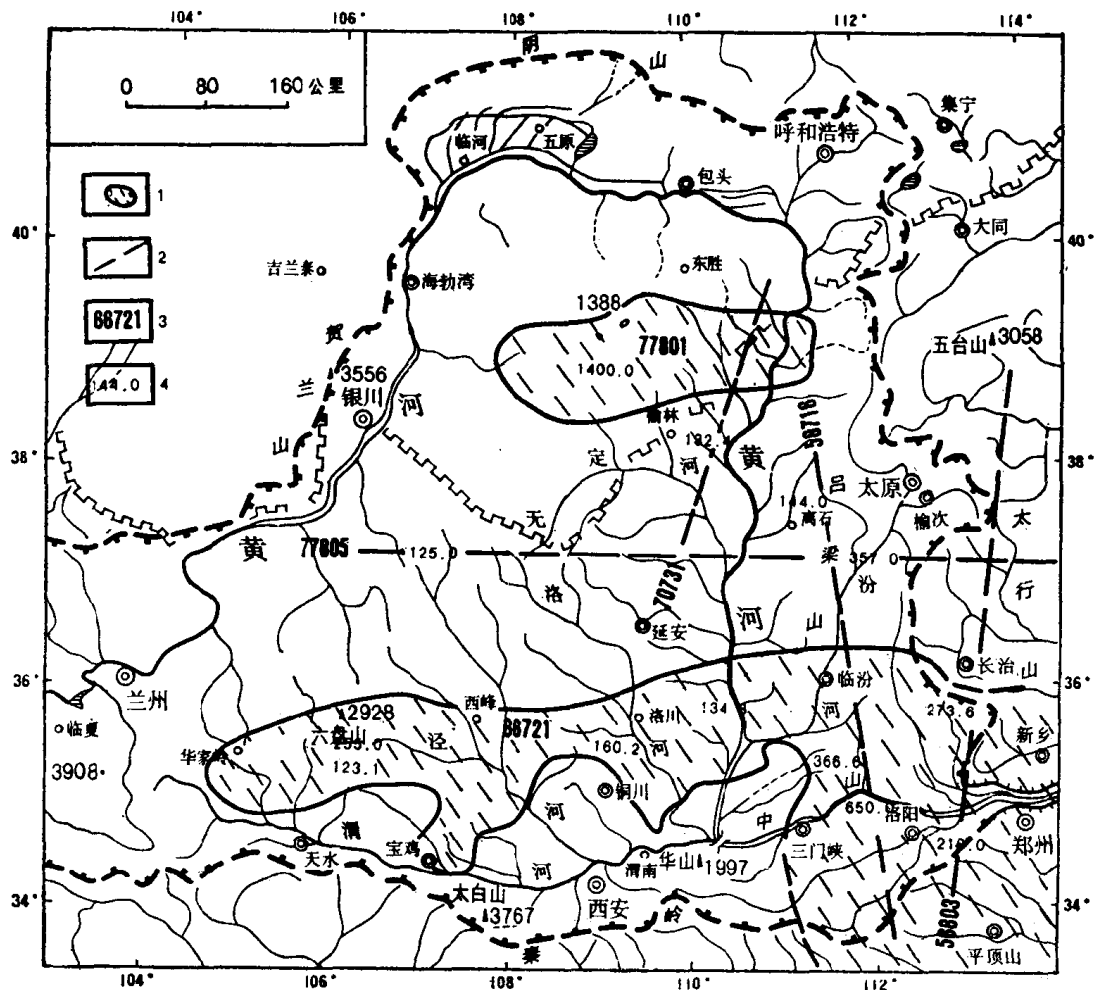


图 1—1—06 黄河中游流域大面积日暴雨实例

1—50毫米等深线所包围的暴雨带；2—暴雨带长轴；3—大面积日暴雨发生年月日；4—暴雨中心日雨量(毫米)

为“大面积日暴雨。”另外，尚有由于局部地区受热出现上升气流，与上层冷空气发生对流，产生雨云，而出现强度大、历时短（数分钟至2小时左右）、范围小的暴雨。然而每年夏季，黄河中游流域常发生多处局部暴雨，或一场至数场大面积暴雨。按暴雨等级划分，各地多年来一日最大降水都达到了暴雨级（ $50\text{毫米} \leq \text{日雨量} < 100\text{毫米}$ ），大部分地区还出现大暴雨（ $100\text{毫米} \leq \text{日雨量} < 200\text{毫米}$ ）或特大暴雨（ $\text{日雨量} \geq 200\text{毫米}$ ），甚至出现接近世界极值的特大暴雨，如1977年8月1日内蒙乌审旗木多才当的一场暴雨，八小时降水1000毫米，平均雨强达125毫米/小时，18小时总雨量1400毫米，平均雨强为77.78毫米/小时（世界9小时暴雨极值为1087毫米，平均雨强120.78毫米/时，出现在热带印度洋留尼汪岛）。1971年7月1日，太原西山梅洞沟，五分钟降水量达53.1毫米，系我国短历时暴雨的极值（图1—1—07）。

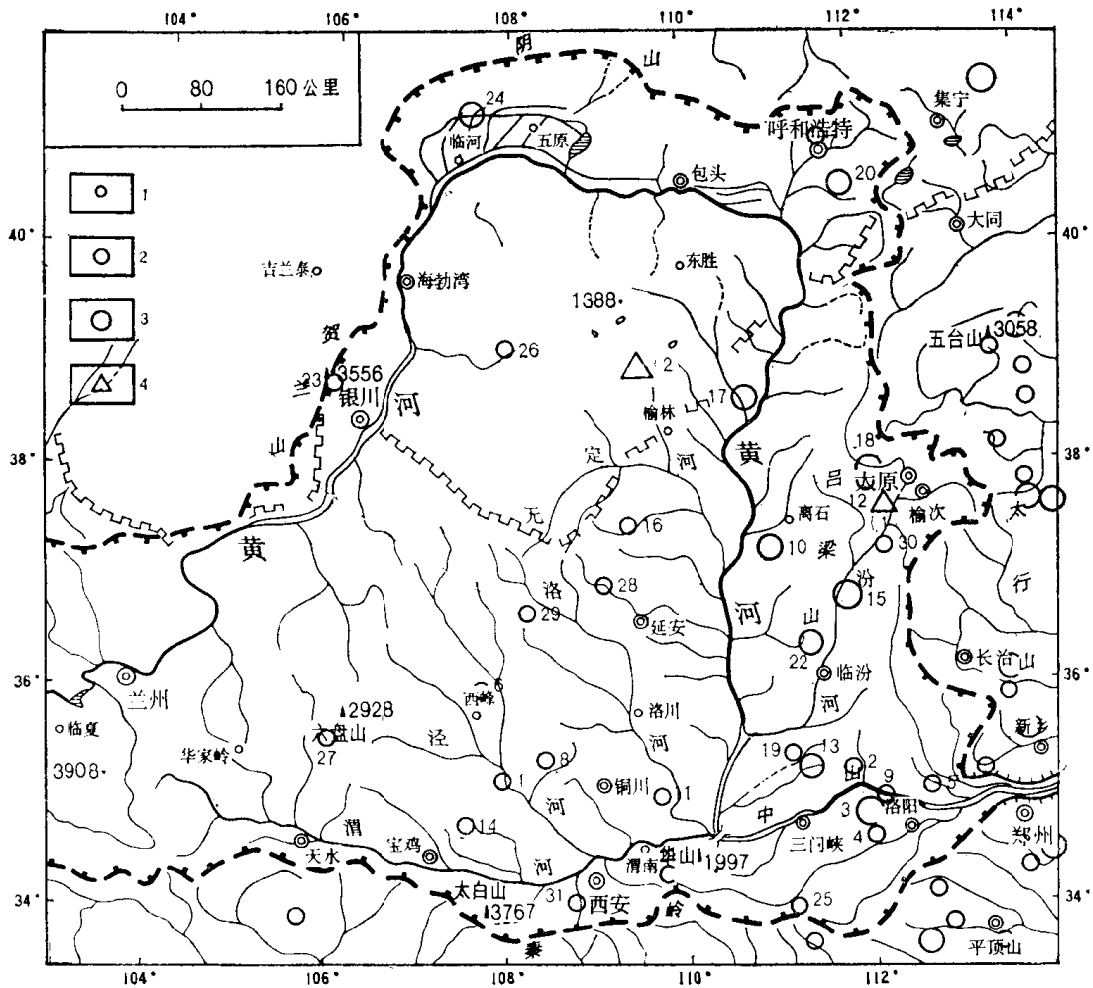


图 1—1—07 黄河中游流域特大暴雨分布略图（1954—1980年）

1—24小时雨量 $200 \leq P < 400$ 毫米，平均雨强8.33—16.65；2—24小时雨量 $400 \leq P < 600$ 毫米，平均雨强16.66—24.99；3—24小时雨量 $P \geq 600$ 毫米，平均雨强 ≥ 25.00 ；4—暴雨极值：(1)太原梅洞沟，1971年7月1日，5分钟水量53.1毫米，(2)内蒙乌审旗，1977年8月1日18小时降水量1400毫米

根据暴雨强度（ P ）将特大暴雨划分为四级（即： $200 \leq P < 400$ 毫米级； $400 \leq P < 600$ 毫米级； ≥ 600 毫米级及暴雨极值），如图1—1—07表明，1954—1980年共出现32场特大暴雨，有29场分布在呼和浩特至六盘山主峰一线的东、南地区，仅1975年和1976年就有