



地质调查支撑服务黄河流域生态保护和 高质量发展思考与工作部署建议

尹立河

中国地质调查局西安地质调查中心

2020年3月

汇报提纲



- ◆ 背景与意义
- ◆ 关键问题思考
- ◆ 工作部署建议

背景与意义



十八大以来，党中央把生态文明建设纳入到“五位一体”总体布局和“四个全面”战略布局中，树立尊重自然、顺应自然、保护自然的生态文明理念，把生态文明建设放在突出地位，实现中华民族永续发展。



背景与意义



2019年9月18日，习近平总书记将黄河流域生态保护和高质量发展提升为重大国家战略。提出要共同抓好黄河流域的大保护、协同推进大治理。

习近平总书记出席黄河流域生态保护和高质量发展座谈会
(2019.9.18)

2020年1月3日中央财经委第六会议精神



- 1、要实施水源涵养提升、水土流失治理、黄河三角洲湿地生态系统修复等工程，实施水、大气、土壤污染综合治理。
- 2、实施河道和滩区综合提升治理工程。
- 3、推进兰州—西宁城市群，黄河“几”字弯都市圈，西安、郑州、山东半岛城市群发展。
- 4、要坚持以水定地、以水定产，全面实施深度节水控水行动，推进水资源节约集约利用。
- 5、实施黄河文化遗产系统保护工程，开展黄河文化宣传，大力弘扬黄河文化。

自然资源部重点推进的工作



- 1. 扎实开展黄河流域自然资源调查。**
- 2. 深入研究重大生态问题。** 重点研究冰川退缩、冻土融解对黄河上游生态系统特别是地表径流量的影响；水平衡对生态绿化、退耕还林还草、防沙治沙的影响；禁牧、过度放牧和冻土层变化对黄河上游草原退化的影响等。
- 3. 实施生态系统保护和修复重大工程。** 上游是三江源、祁连山水源涵养区；中游是黄土高原水土流失治理；下游是湿地保护、黄河口生态修复；在全流域开展矿山生态修复和地质灾害防治工作。
- 4. 强化国土空间规划管控。**
- 5. 明确滩区用途管制政策。**
- 6. 推进生态保护机制创新。**

黄河流域九省区重点推进的工作



《求是》2019年第21期，第22期

奏响新时代“黄河大合唱”（一）

地处黄河下游 工作力争上游 / 刘家义

在新时代“黄河大合唱”中谱写出彩的河南篇章 / 王国生

强化上游意识 确保黄河清水东流 / 彭清华

在黄河流域生态保护和高质量发展中展现陕西担当 / 胡和平

切实担负起黄河上游生态保护重任 / 林 铎

奏响新时代“黄河大合唱”（二）

建设沿黄生态屏障 推动流域地区高质量发展 / 骆惠宁

为保护母亲河打造幸福河作出内蒙古贡献 / 石泰峰

肩负起保护黄河的重要责任 / 王建军

精心呵护母亲河 建设美丽新宁夏 / 陈润儿

地质工作可以支撑服务的领域总结



生态地质



支撑水源涵养提升、水土流失治理

水文地质



气候变化对水资源的影响，水资源承载能力评价

地质遗迹



讲好黄河故事，弘扬黄河文化

城市地质
矿产地质
土壤质量
.....



支撑服务高质量发展

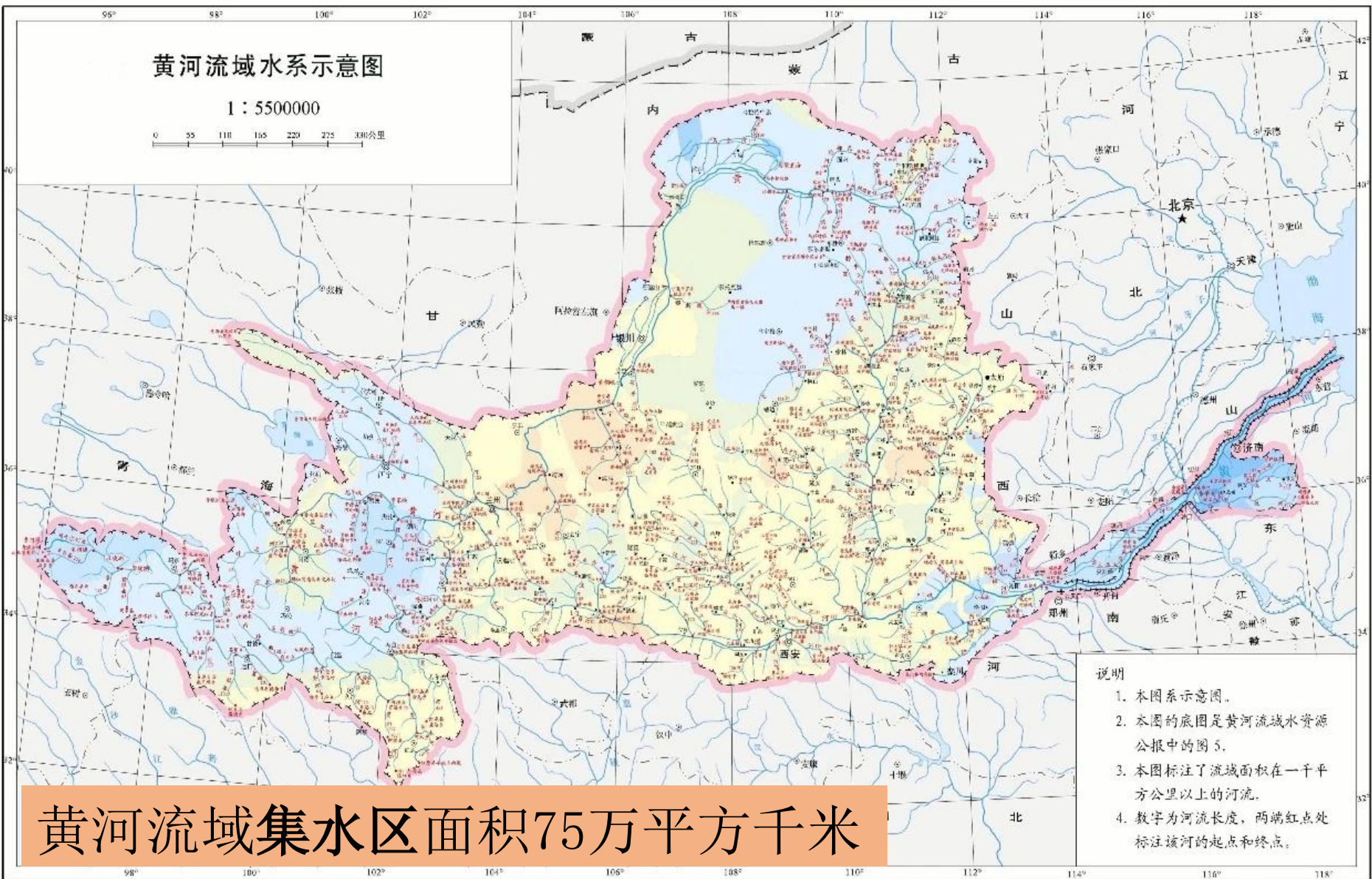
黄河流域与黄河战略的工作区界定



黄河流域水系示意图

1 : 5500000

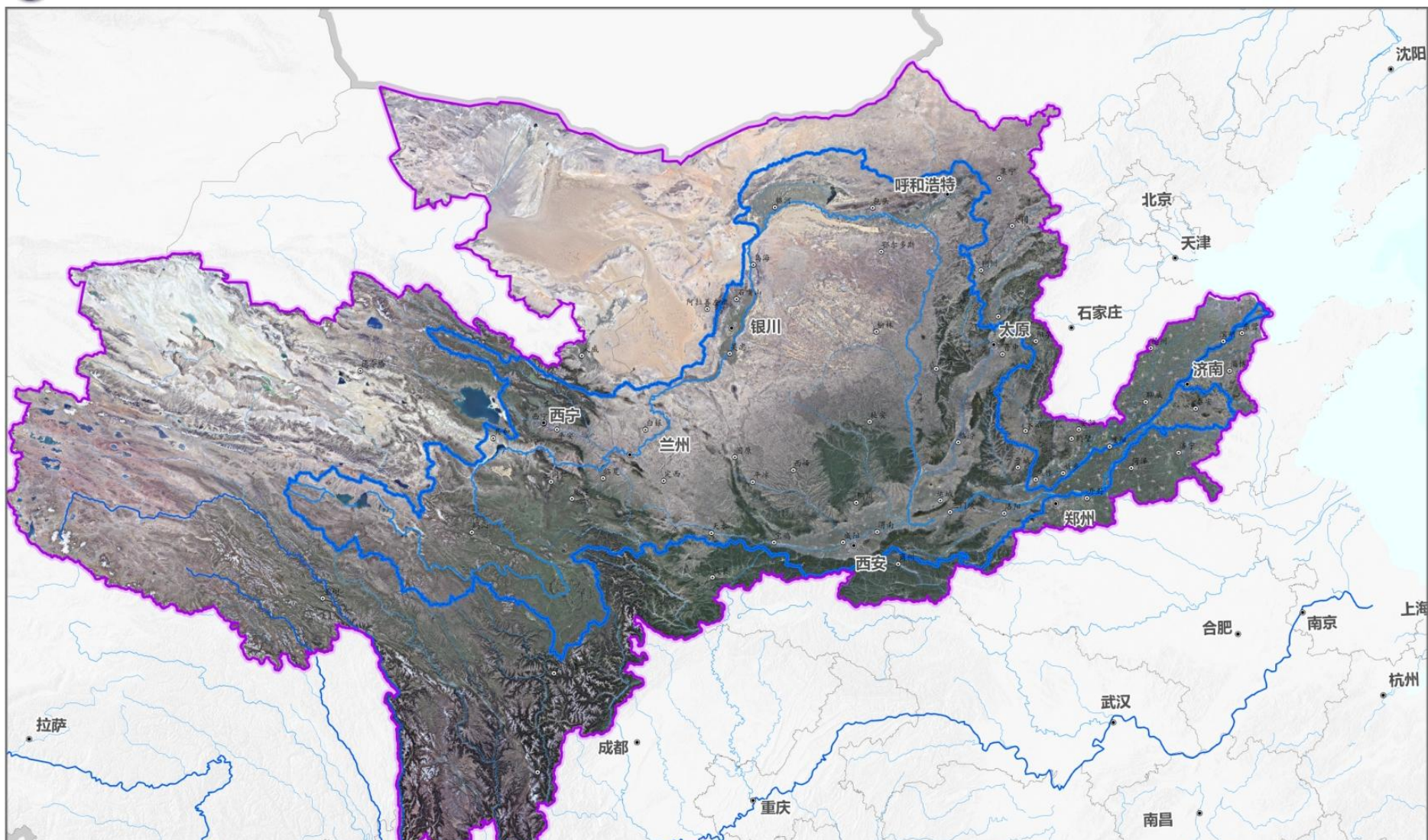
0 55 110 165 220 275 330公里



说明

1. 本图系示意图。
2. 本图的底图是黄河流域水资源公报中的图5。
3. 本图标注了流域面积在一千平方公里以上的河流。
4. 数字为河流长度，两端红点处标注该河的起点和终点。

黄河流域集水区面积75万平方千米



黄河流域战略涉及70个地级市，面积约205万平方千米

比例尺: 0 75 150 300 Km

汇报提纲



◆ 背景与意义

◆ 关键问题思考

◆ 工作部署建议

水源涵养

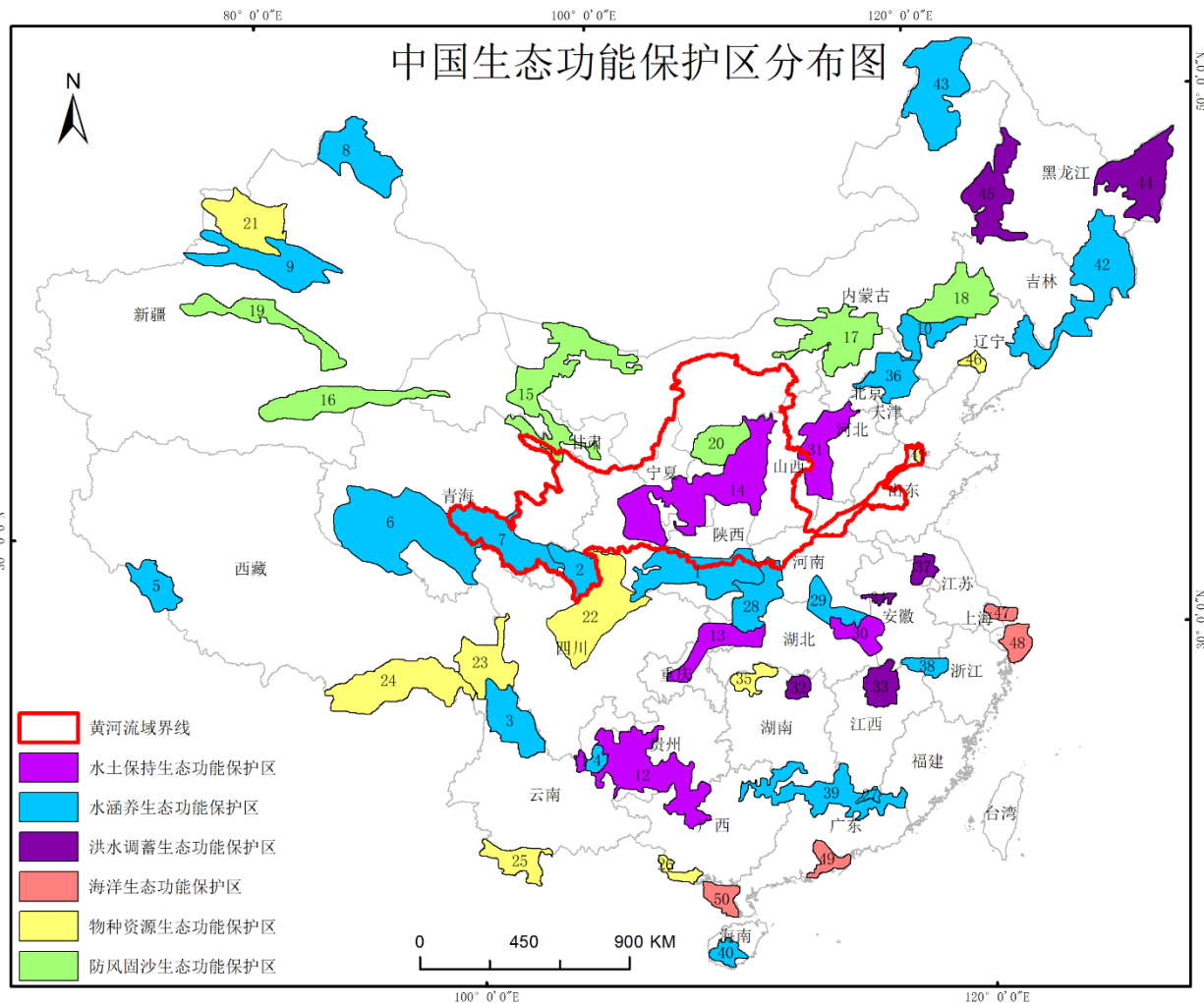
水土流失

气候变化

1、上游水资源涵养能力提升

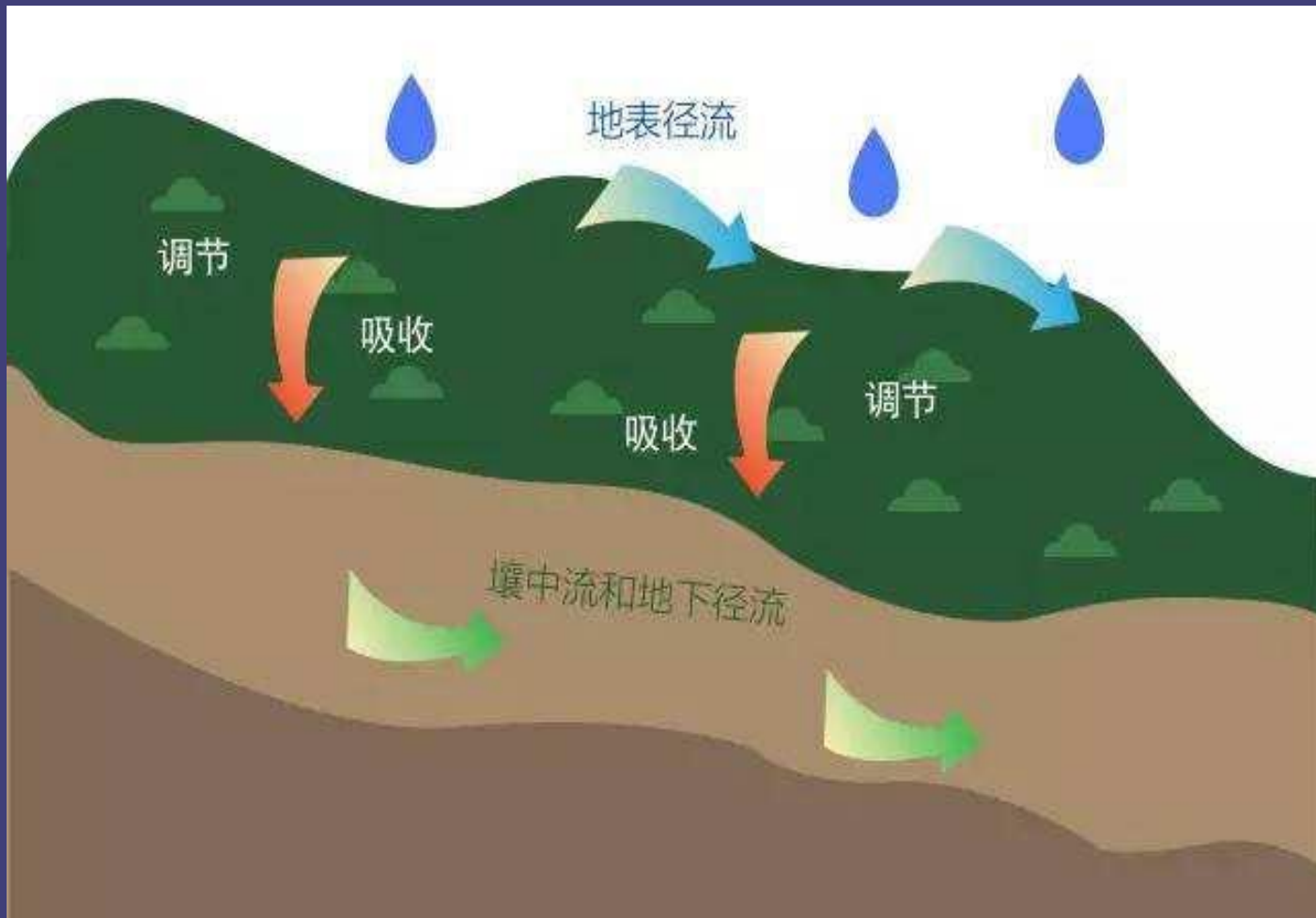
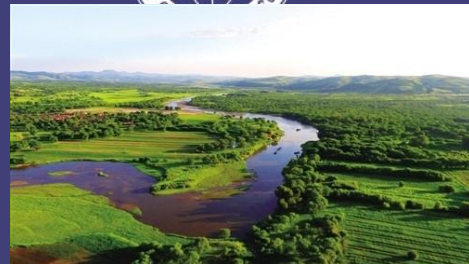


黄河流域主要生态功能区



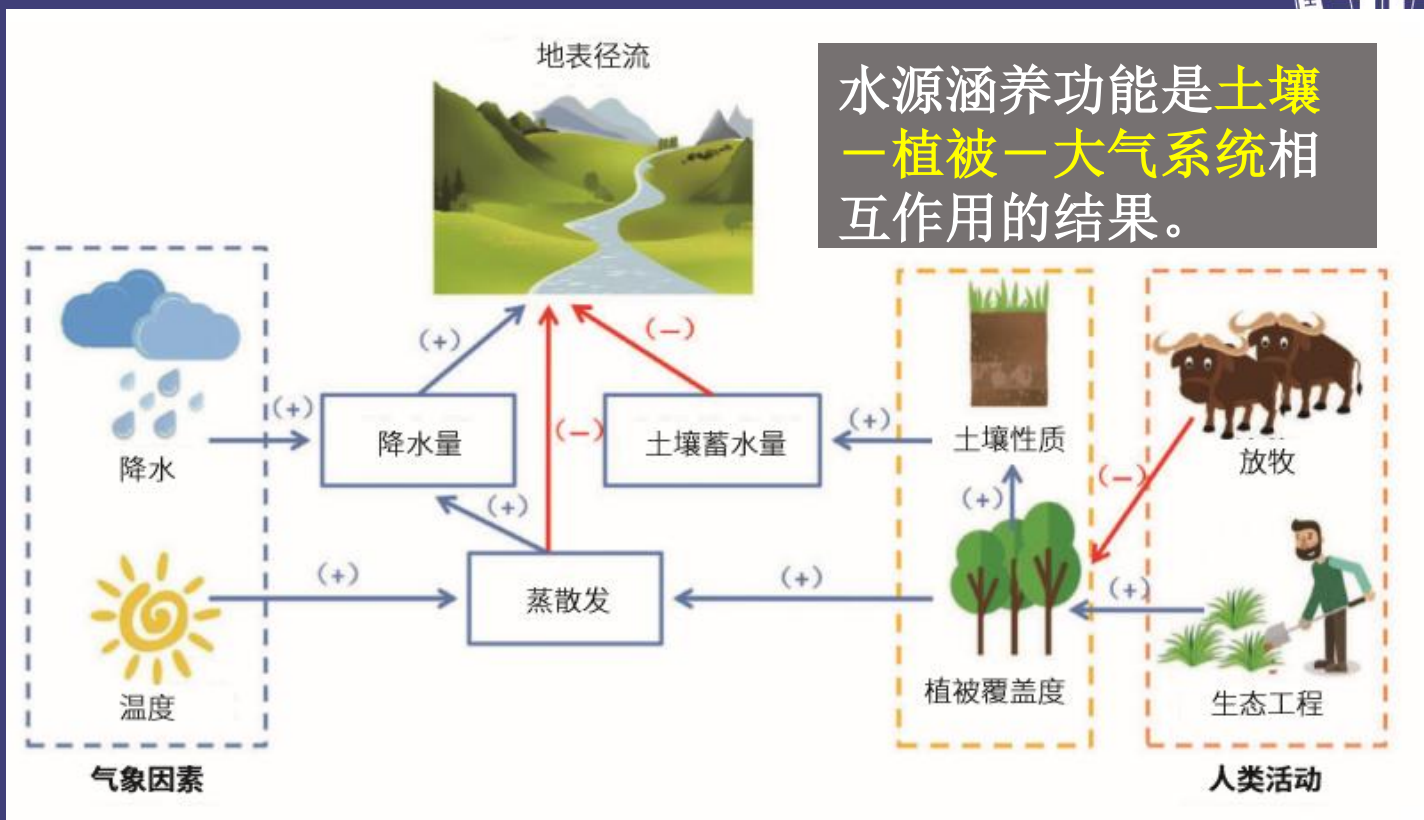
| 代号 | 名称 | 属性 |
|----|-----------------|------|
| 1 | 秦岭山地 | 水涵养生 |
| 2 | 若尔盖—玛曲 | 水涵养生 |
| 7 | 黄河源 | 水涵养生 |
| 14 | 黄土高原 | 水土保持 |
| 15 | 黑河流域 | 防风固沙 |
| 20 | 毛乌素沙地 | 防风固沙 |
| 28 | 南水北调中线 工程水源区 | 水涵养生 |
| 31 | 太行山地 | 水土保持 |

1、上游水资源涵养能力提升



生态系统对水源涵养提升的示意图

1、上游水资源涵养能力提升



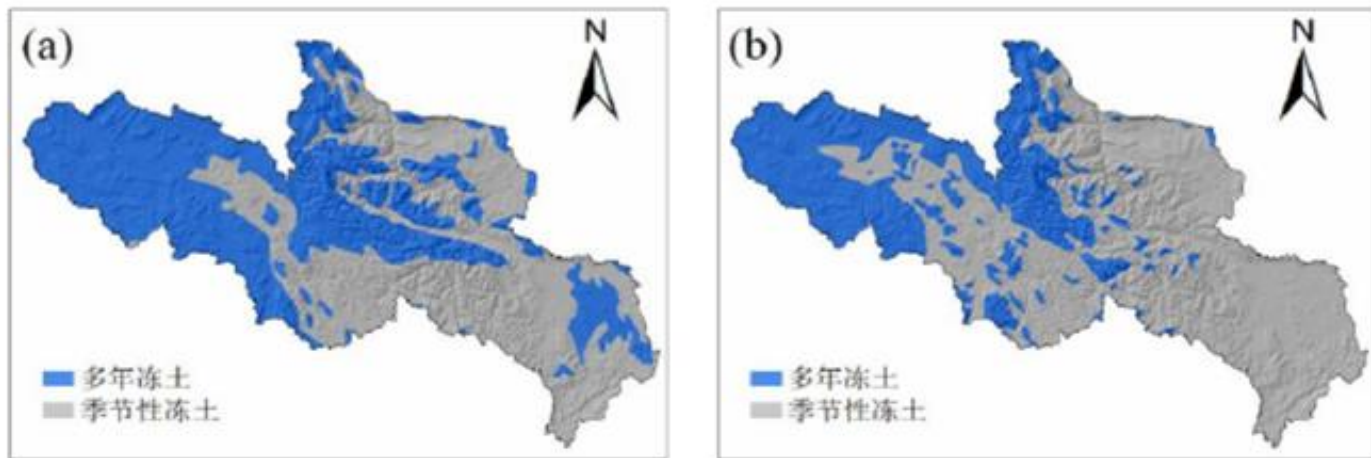
- 降水和蒸散变化是影响黄河源生态系统水源涵养量增减的主要控制气候要素。
- 在局部区域水源涵养能力还与植被类型和盖度、枯落物组成和现存量、土层厚度及土壤物理性质等密切相关，是植被和土壤共同作用的结果。

1、上游水资源涵养能力提升



现状分析

近50年，多年冻土的热平衡被打破，出现多年冻土退化现象。黄河源水文站多年冻土活动层由1.4m增大到2.4m，多年冻土区由 2.4×10^4 缩减到 2.2×10^4 km²，以平均74km²/a的速度减少。



黄河源区多年冻土分布 (a) 80年代 (b) 90年代

1、上游水资源涵养能力提升



现状分析

- 多年冻土退化过程中，活动层增厚，多年冻土层中冰融化，土层稳定性减弱，形成大片的热融塌陷，导致植物退化。
- 冻土消融后，导致地下水水位下降，减少了植物的水源，同时水位下降以后，鼠害增加。



1、上游水资源涵养能力提升



在黄南州泽库县开展了鼠害样方调查，2019年度的鼠害54-92只/10平方米，有效洞平均在45-72只/平方米，对生态系统造成了很大的破坏。



1、上游水资源涵养能力提升



对策建议

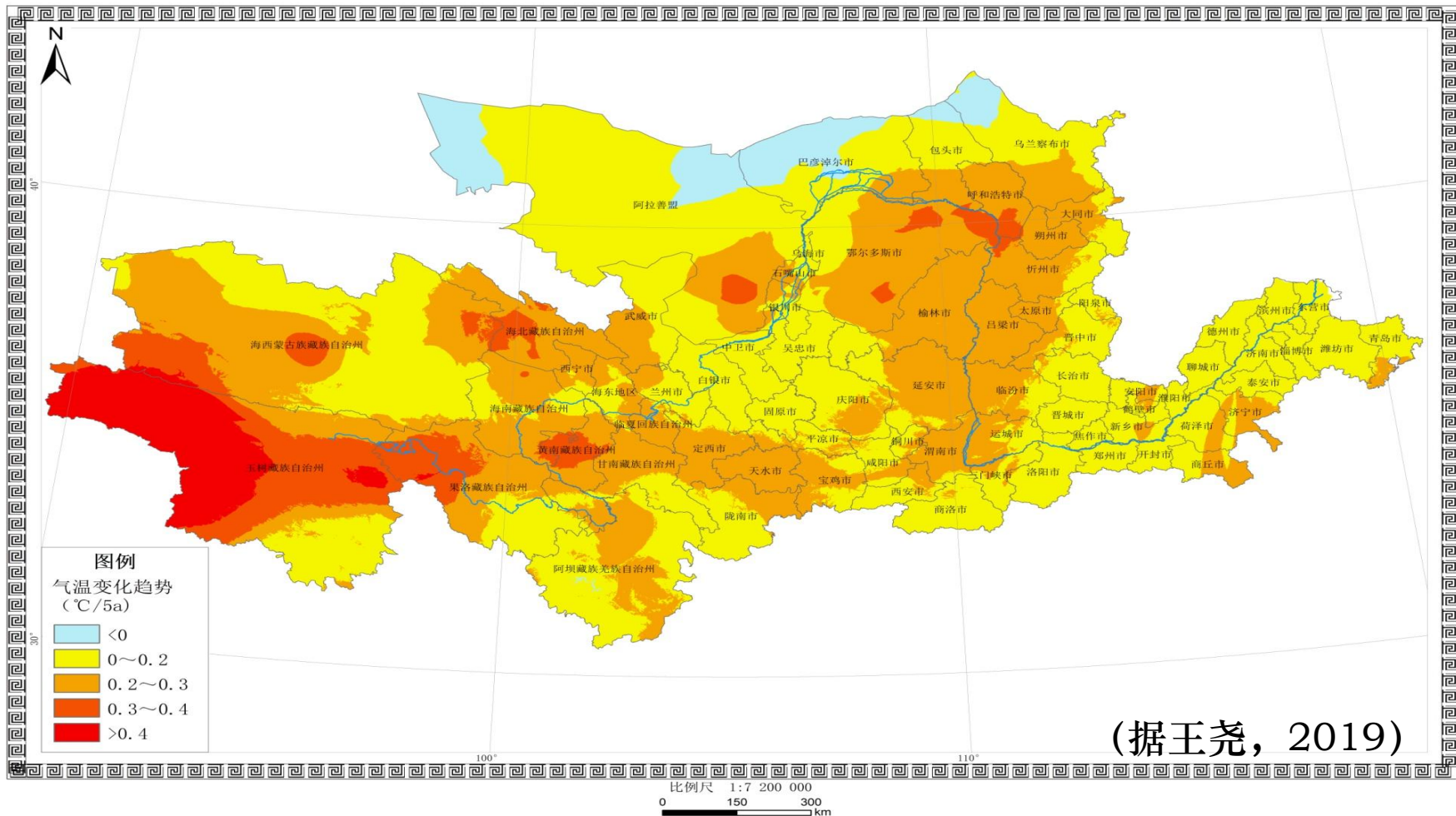
因此，气候变化引起的地表-地下水水文过程变异，也就是地下水分的变化，是水源涵养功能下降的内在原因之一。

目前，区域地表-地下水的情况是不太清楚的，特别是地下水，这也是我们地质部门可以发挥作用的地方。因此，要开展黄河上游生态水文地质调查，研究气候变化条件下黄河上游生态系统的演化，尤其是地表-地下水水文过程对生态系统的影响，是支撑服务黄河流域水源涵养功能提升的重要抓手。

2、气候变化对水资源的影响



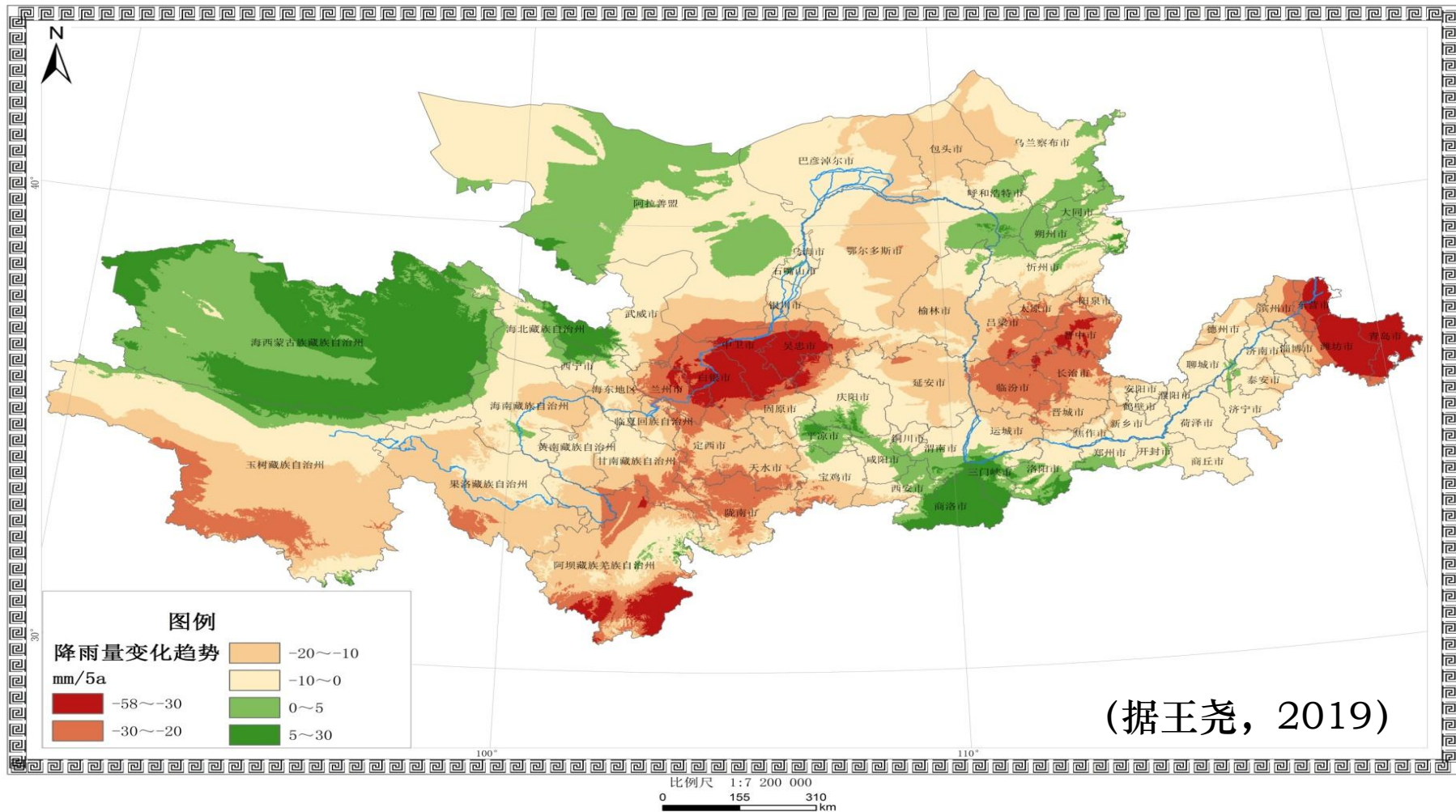
黄河流域气温变化图



2、气候变化对水资源的影响



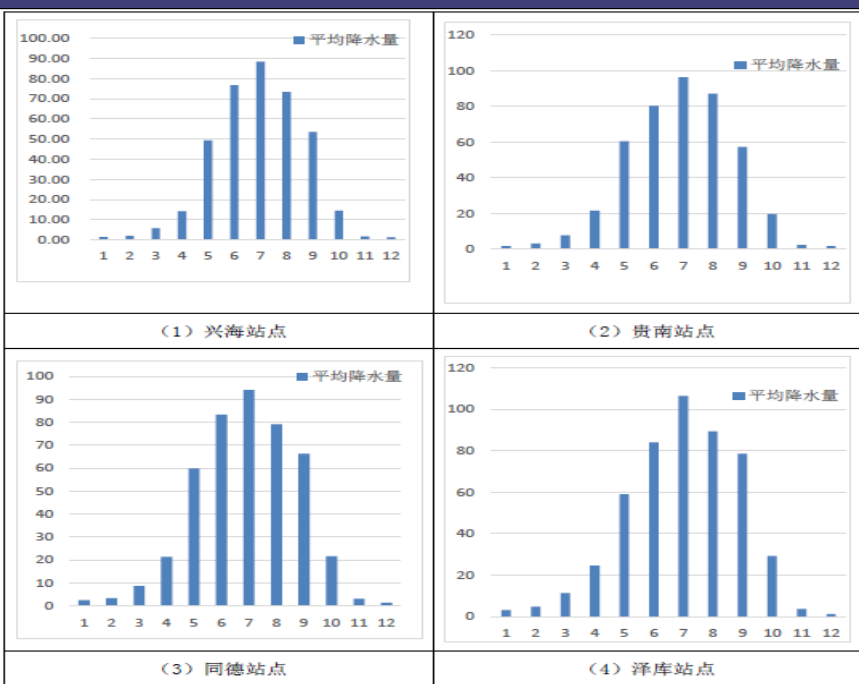
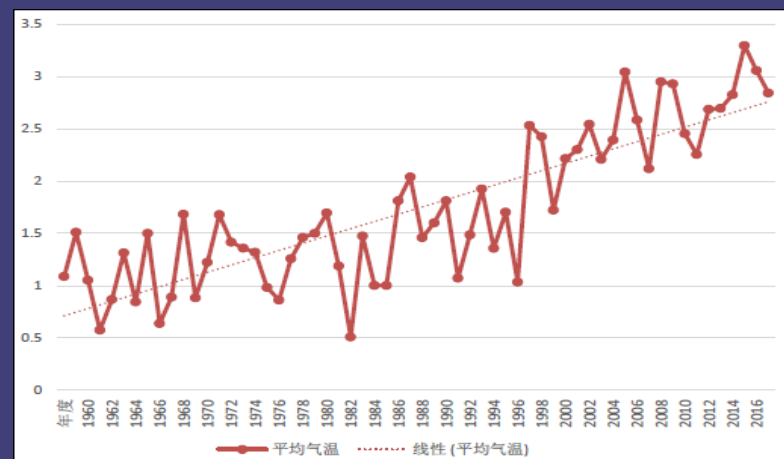
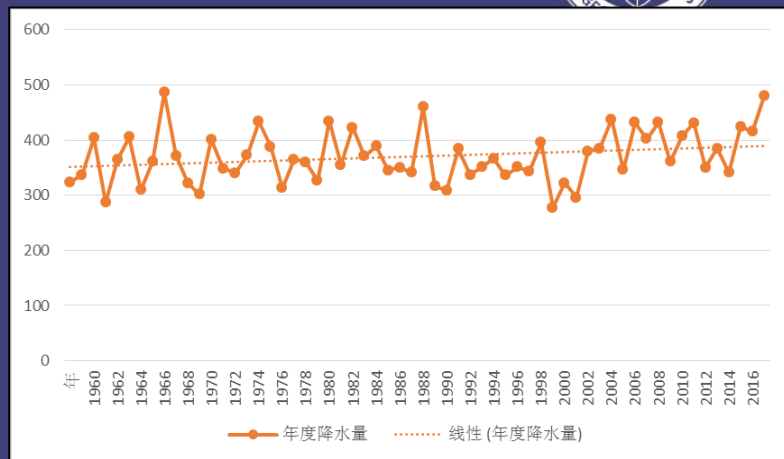
黄河流域降雨变化图



2、气候变化对水资源的影响



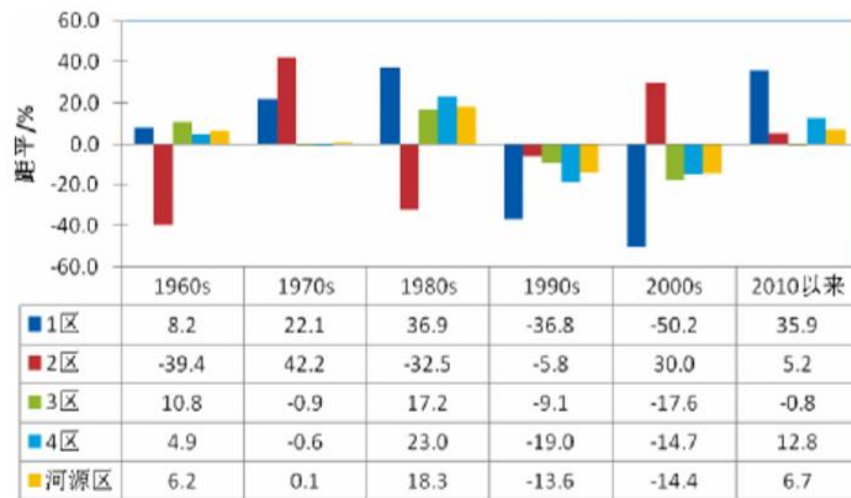
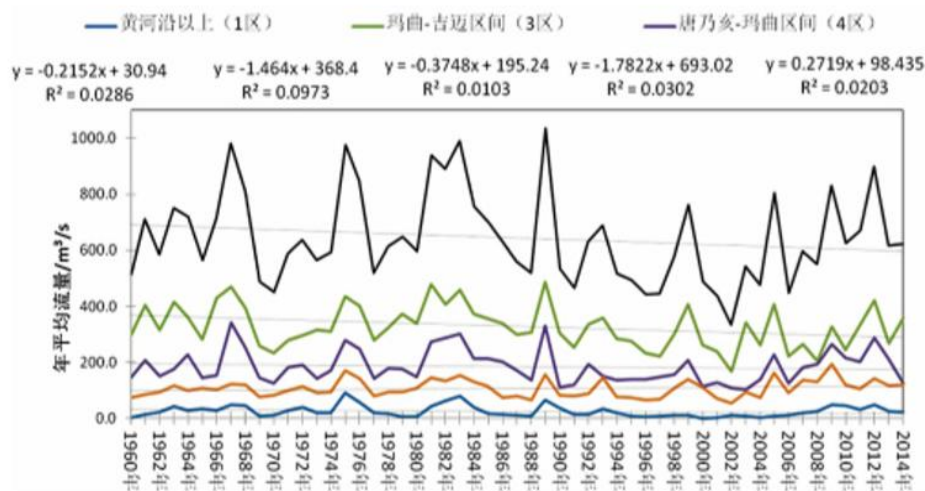
对黄河源东北部地区1960—2018年气象资料进行了统计，降雨量变化不明显，气温明显升高（选取9个站点数据），与区域上的规律一致。



2、气候变化对水资源的影响



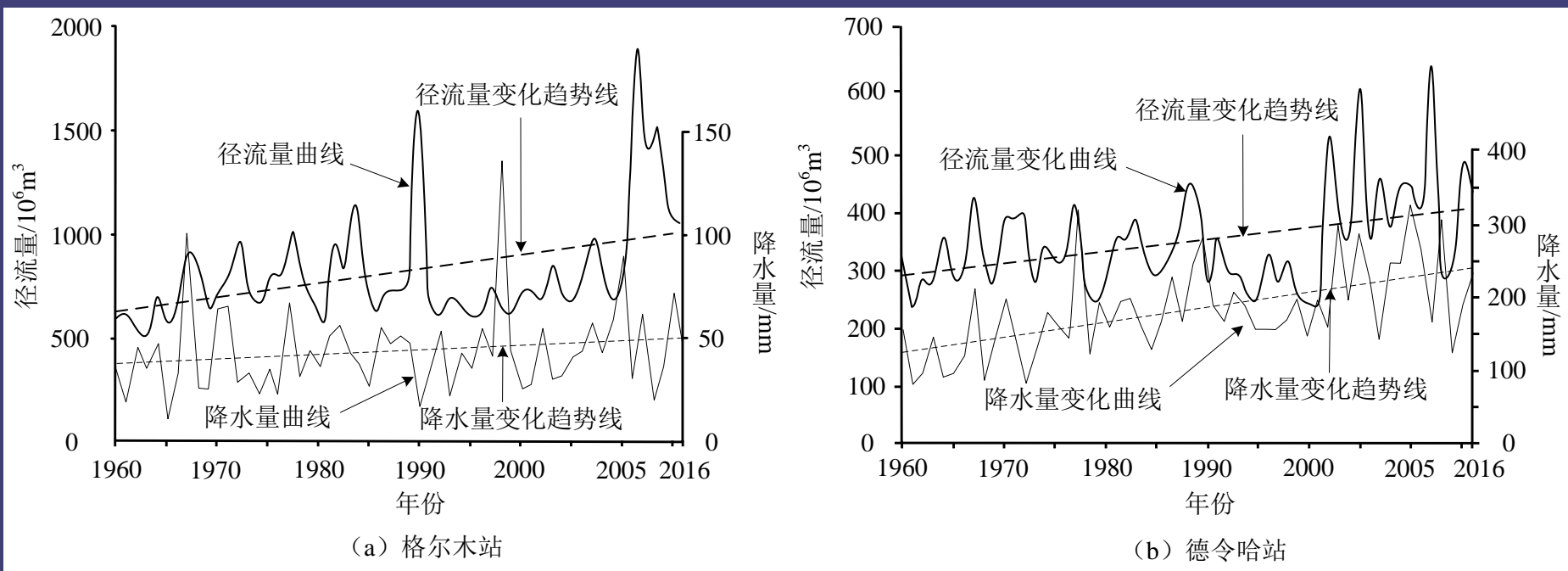
河水流量对气候变化的响应：1960-2014年间，黄河源区年径流呈显著减少态势，年均减少 $5.62 \times 10^8 \text{m}^3$ 。对河源区产流贡献最大的玛曲-吉迈区年径流减少最明显，年均减少约 $3.3 \times 10^8 \text{m}^3$ ，占整个河源区年径流减少量58.7%。



2、气候变化对水资源的影响



对于气候变化，西北其他地区大多表现为河水流量增加。

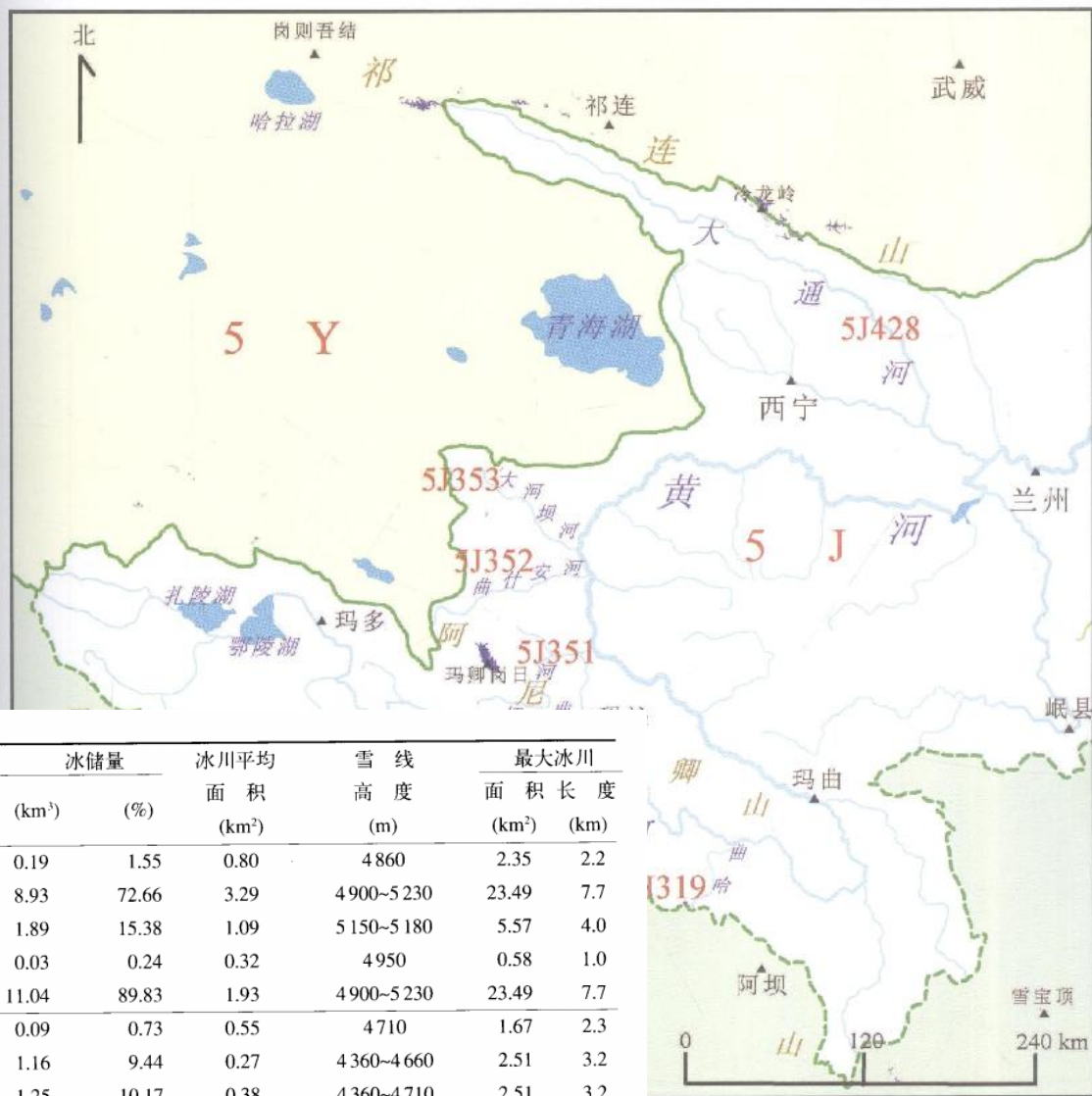


柴达木盆地格尔木与德令哈气象要素及径流量历时变化对比图

2、气候变化对水资源的影响



差异分析：黄河流域的冰川面积小，只有170多平方公里，分布在大通河和黄河源区。比西北其他地区少很多，如柴达木盆地冰川面积1800多平方公里，冰川融水对河水贡献小。气温升高对冰川融水的影响小。



| 河流名称 | 编码 | 冰川条数 | | 冰川面积 | | 冰储量 | | 冰川平均面积 (km ²) | 雪线高度 (m) | 最大冰川 | | |
|------|--------|-------|--------|--------------------|--------|--------------------|--------|---------------------------|-----------|-----------------------|---------|-----|
| | | 条数 | (%) | (km ²) | (%) | (km ³) | (%) | | | 面积 (km ²) | 长度 (km) | |
| 黄河干流 | 哈曲—尼格曲 | 5J31 | 5 | 2.84 | 4.01 | 2.32 | 0.19 | 1.55 | 0.80 | 4860 | 2.35 | 2.2 |
| | 切木曲 | 5J351 | 28 | 15.91 | 92.25 | 53.50 | 8.93 | 72.66 | 3.29 | 4900~5230 | 23.49 | 7.7 |
| | 曲什安河 | 5J352 | 31 | 17.62 | 33.91 | 19.67 | 1.89 | 15.38 | 1.09 | 5150~5180 | 5.57 | 4.0 |
| | 大河坝河 | 5J353 | 4 | 2.27 | 1.27 | 0.74 | 0.03 | 0.24 | 0.32 | 4950 | 0.58 | 1.0 |
| | 合计 | 5J3 | 68 | 38.64 | 131.44 | 76.23 | 11.04 | 89.83 | 1.93 | 4900~5230 | 23.49 | 7.7 |
| 大通河 | 唐莫尔曲 | 5J425 | 5 | 2.84 | 2.77 | 1.61 | 0.09 | 0.73 | 0.55 | 4710 | 1.67 | 2.3 |
| | 老虎沟 | 5J428 | 103 | 58.52 | 38.20 | 22.16 | 1.16 | 9.44 | 0.27 | 4360~4660 | 2.51 | 3.2 |
| | 合计 | 5J42 | 108 | 61.36 | 40.97 | 23.77 | 1.25 | 10.17 | 0.38 | 4360~4710 | 2.51 | 3.2 |
| 总计 | 5J | 176 | 100.00 | 172.41 | 100.00 | 12.29 | 100.00 | 0.98 | 4360~5230 | 23.49 | 7.7 | |

·布图

2、气候变化对水资源的影响



中国主要河流冰川融水对河水的贡献

| 外流水系 | 占外流水系冰川 | | 河 段 | 河川径 流量 ($\times 10^8\text{m}^3$) | 冰川融水 径流量 1) ($\times 10^8\text{m}^3$) | 冰川融水 补给比重 1) (%) |
|---------|---------------------------|-------------|------|--|---|------------------------|
| | 冰川面积 (km^2) | 面积比率 (%) | | | | |
| 长江 | 1895.00 | 7.89 | 西部山区 | 177.00 | 32.71 | 18.5 |
| 黄河 | 172.41 | 0.72 | 西部山区 | 209.00 | 2.86 | 1.3 |
| 额尔齐斯河 | 289.29 | 1.20 | 山区河段 | 100.00 | 3.62 | 3.6 |
| 澜沧江 | 316.32 | 1.32 | 青藏境内 | 109.0* | 7.16 | 6.6 |
| 怒江 | 1730.20 | 7.21 | 西藏境内 | 409.0* | 35.98 | 8.8 |
| 恒河 ** | 18102.14 | 75.62 | 西藏境内 | 3101.1* | 280.48 | 9.1 |
| 印度河 *** | 1451.26 | 6.04 | 西藏境内 | 17.2* | 7.70 | 44.8 |
| 甘肃河西走廊 | 1334.77 | 3.77 | | 72.40 | 9.99 | 13.8 |
| 准噶尔盆地 | 2254.10 | 6.37 | | 125.0* | 16.89 | 13.5 |
| 新疆伊犁河 | 2022.66 | 5.72 | | 193.0* | 26.41 | 13.7 |
| 塔里木盆地 | 19877.65 | 56.20 | | 347.0* | 133.42 | 38.5 |
| 柴达木盆地 | 1865.05 | 5.27 | | 66.90 | 6.31 | 9.4 |
| 哈拉湖 | 25.50 | 0.07 | | 3.20 | 0.12 | 3.8 |
| 羌塘高原 | 7836.10 | 21.89 | | 246.0* | 39.10 | 15.9 |
| 吐一哈盆地 | 252.73 | 0.71 | | — | 1.90 | — |

2、气候变化对水资源的影响



思考与建议

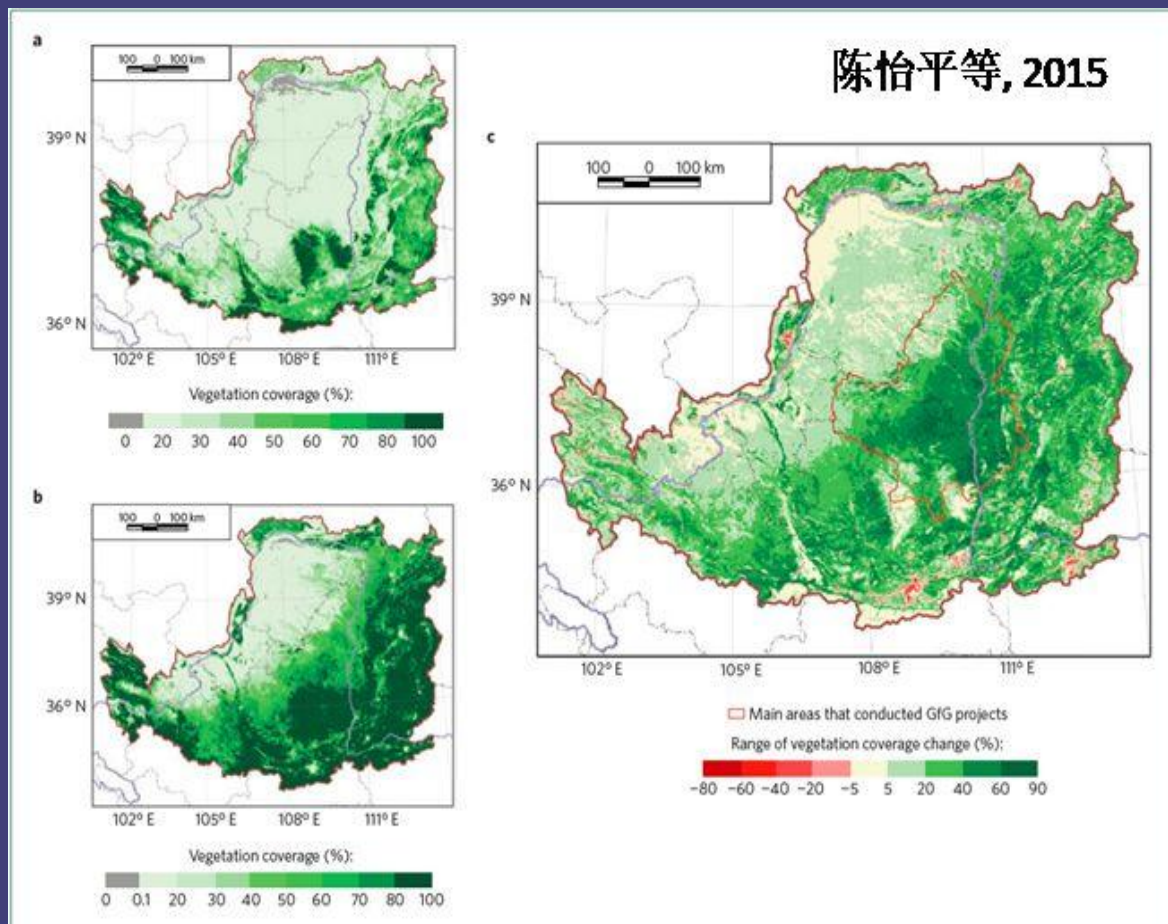
- 1、气候变化的可持续性。统计学的结论只反映现象，不揭示机理机理。只有知道机理，才能准确评估气候变化的趋势，才能制定出合理的利用方案。
- 2、气温升高和降雨变化的综合效应评估。降雨增多会增加水资源，气温升高会增加水资源的蒸散发消耗，对流域水资源的综合效应是什么？山区、平原区是否规律一致？
- 3、人类活动与气候变化的各自对水资源变化的作用，可选取典型站（中、上游各选几个，人类活动弱的出山口站水文站），分析流量与降雨、气温的关系。

3、中游水土流失修复治理



水土流失治理的有效手段：**生态恢复与淤积坝。**

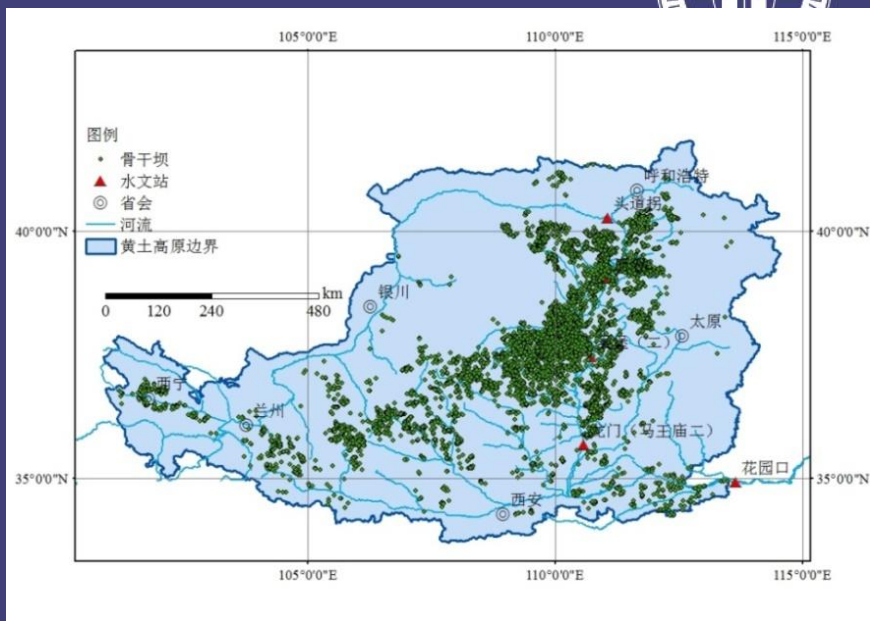
生态恢复：1999年黄土高原的植被覆盖度为32%，2013年，增加至59%，在延安地区，2017年达到81%，在过去不到20年的时间，黄土高原植被覆盖度如此剧烈的增加，必将显著改变区域的物质和能量循环。



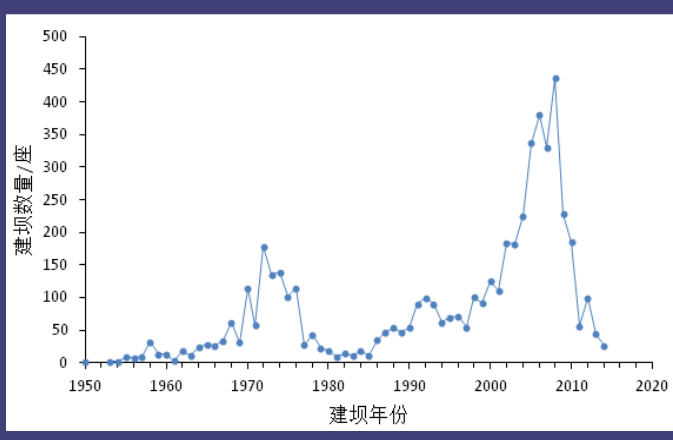
3、中游水土流失修复治理



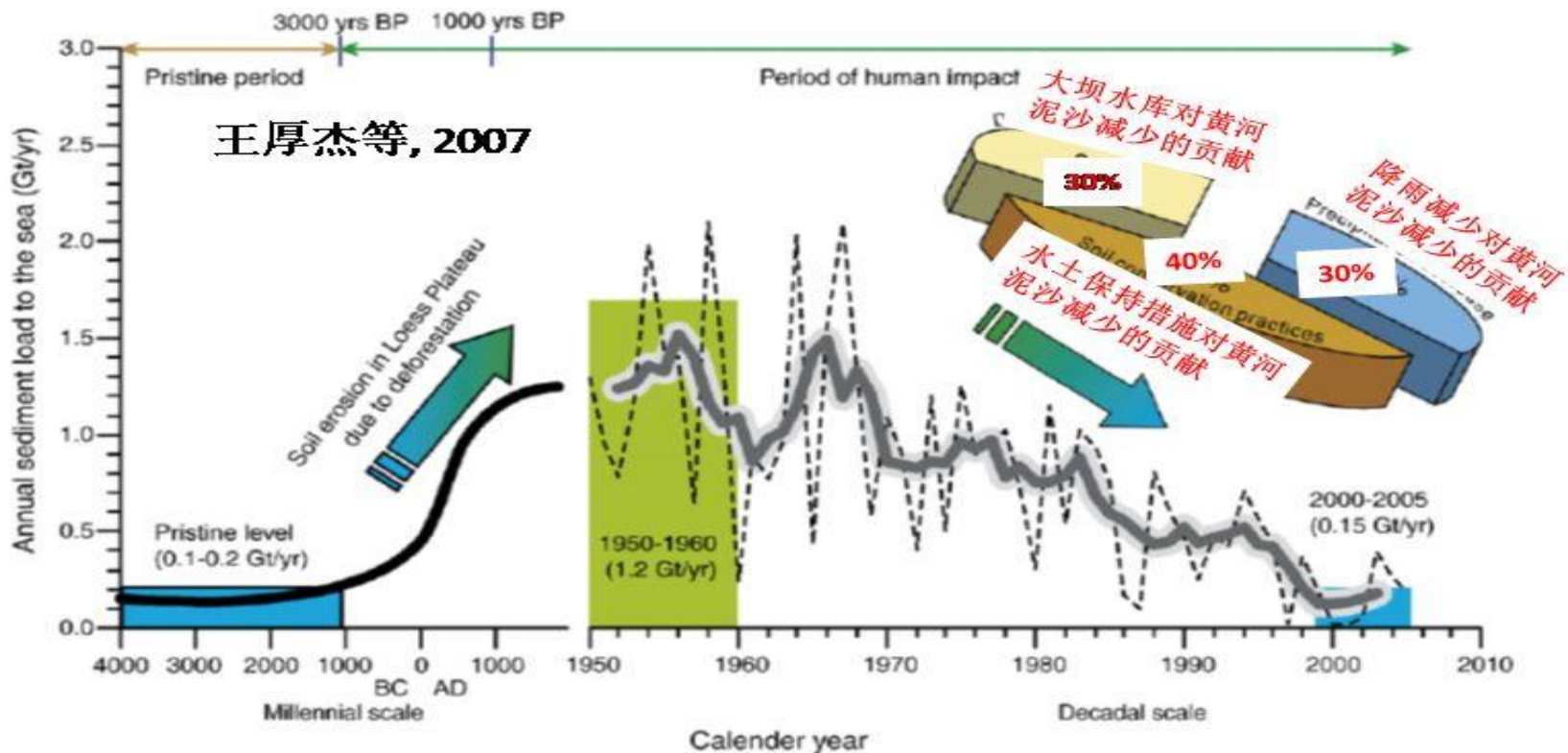
已建成各种类型淤地坝
91093座，又分为骨干坝和
中型坝。黄土高原现存骨
干坝5245座，累积拦沙
27.2亿吨



| 年代 | 建坝数量 (座) | 控制面积 (km ²) | 拦泥量 (万t) |
|-----------|----------|-------------------------|-----------|
| 1950-1959 | 74 | 457.50 | 7630.61 |
| 1960-1969 | 249 | 1257.50 | 26441.24 |
| 1970-1979 | 930 | 5030.20 | 111136.50 |
| 1980-1989 | 264 | 1510.00 | 23031.81 |
| 1990-1999 | 780 | 5379.10 | 47886.39 |
| 2000-2009 | 2538 | 12018.20 | 53106.30 |
| 2010-2014 | 410 | 1863.15 | 2441.07 |



3、中游水土流失修复治理



黄河中游不同时段降雨及人类活动对输沙量减少的作用（穆兴民等, 2017, 人民黄河）

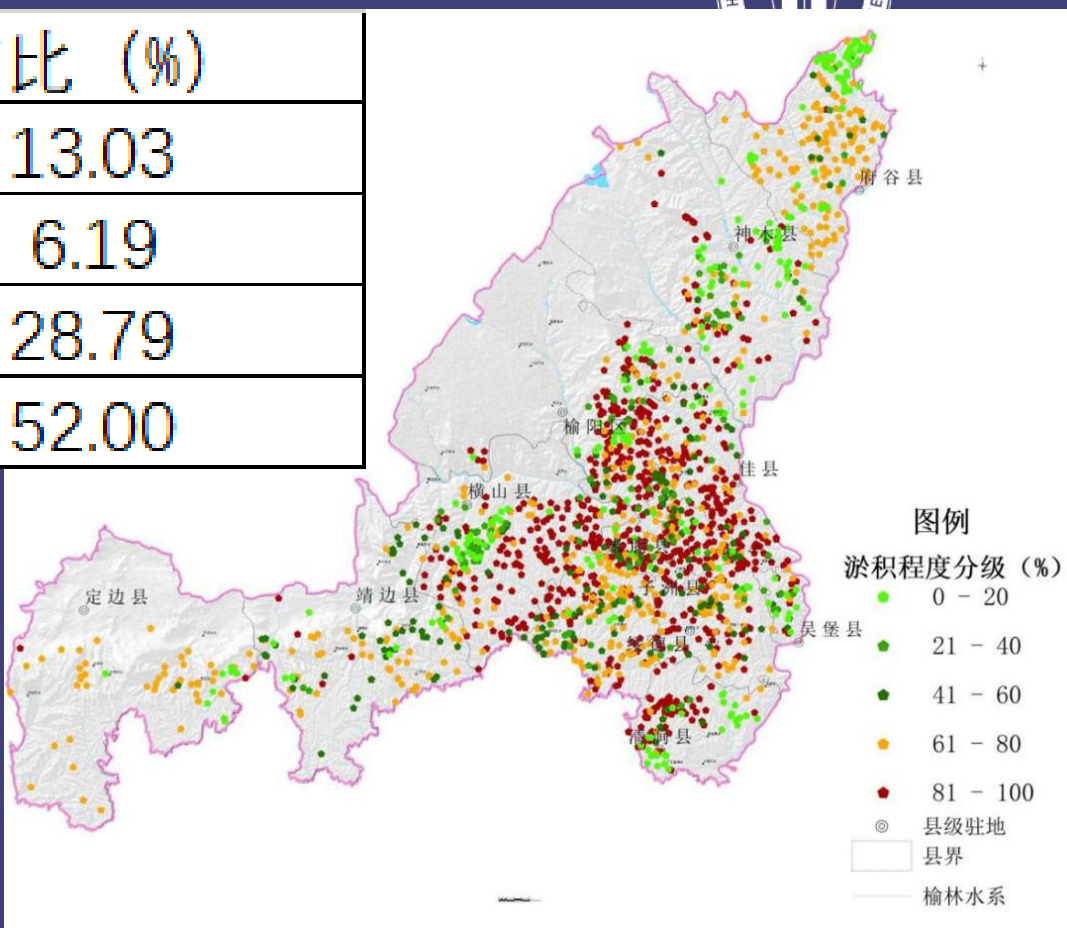
2000-2013年，治理工程对黄河输砂量减少的贡献率达到93%（穆兴民，2017）。

3、中游水土流失修复治理



| 区间 | 个数 | 占比 (%) |
|--------|-----|--------|
| 0-20 | 238 | 13.03 |
| 21-40 | 113 | 6.19 |
| 61-80 | 526 | 28.79 |
| 81-100 | 950 | 52.00 |

通过分析发现，有一半以上（52%）接近服务年限，几乎没有了淤积能力。



陕北地区淤地坝淤积程度分级图

3、中游水土流失修复治理



淤地坝损坏

漫顶溃坝

- 坝控区域超标暴雨洪水
- 溢洪道、卧管等泄(放)水建筑物缺失或失效
- 坝系洪水叠加, 滞洪库容不足

渗流破坏

- 坝体的不均匀沉降
- 鼠、蛇、蚁洞穴
- 坝体和卧管结合部位处理不当

结构破坏

- 坝体裂缝
- 竖井-卧管开裂渗水

管理因素

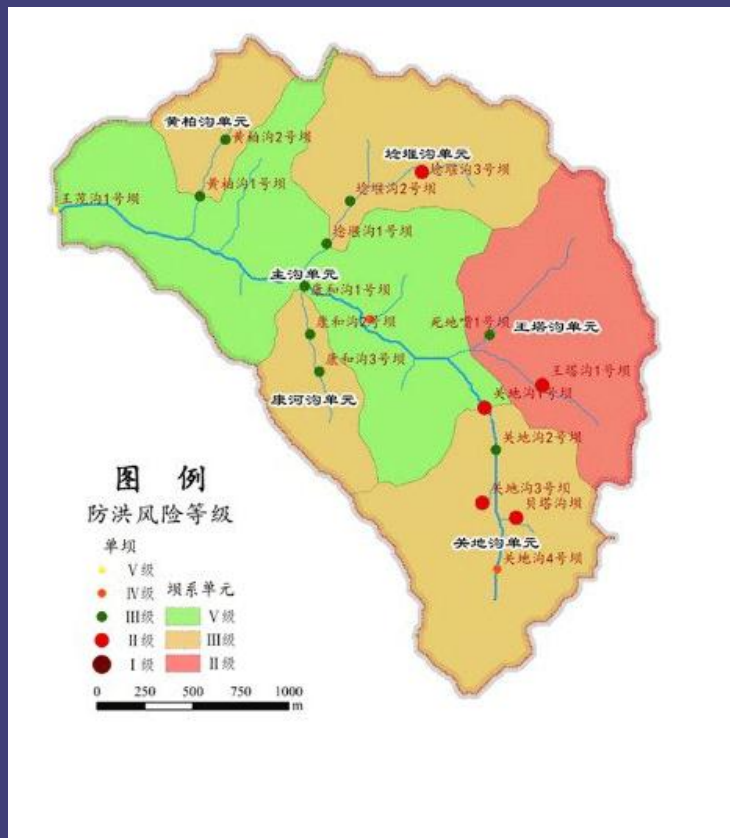
- 后续管护薄弱

3、中游水土流失修复治理



- 淤堤坝大多由地方群众在资金、技术力量相对薄弱的条件下修建的。
- 1977年7-8月两次暴雨造成黄土高原地区3.27万座淤地坝遭不同程度损毁；1994年7-8月，仅陕北地区破坏淤地坝共7347座；2002年7月4日，陕西子长县冲毁淤地坝85座。

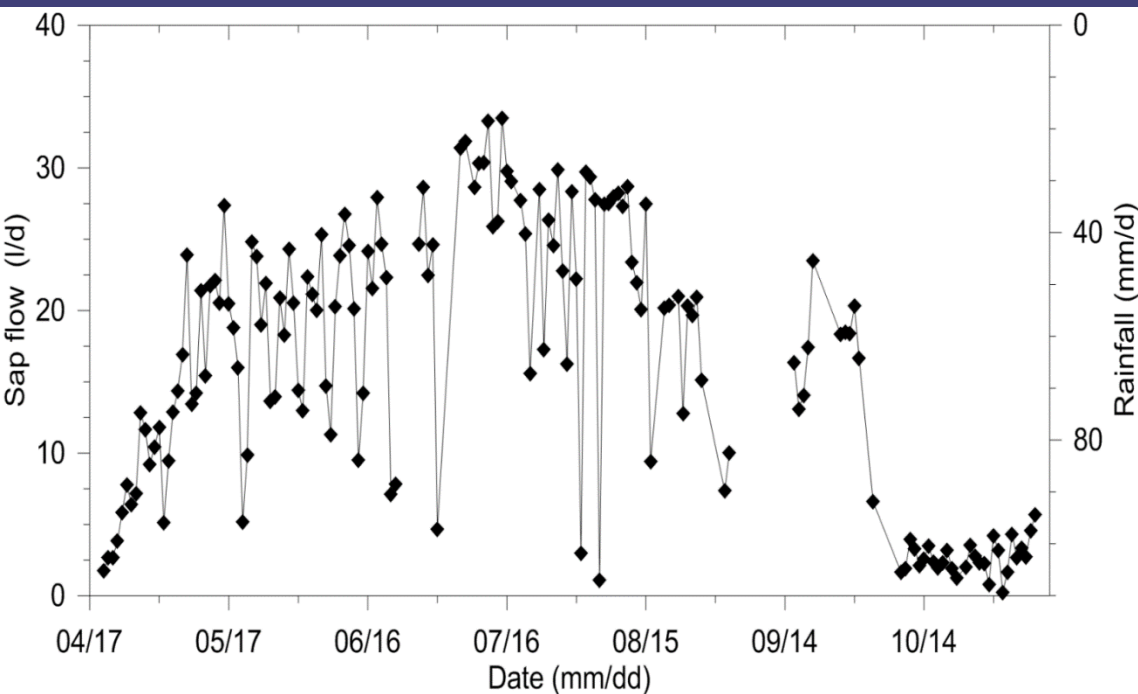
王茂沟淤地坝系运行风险评价图



淤地坝运行风险评价模型

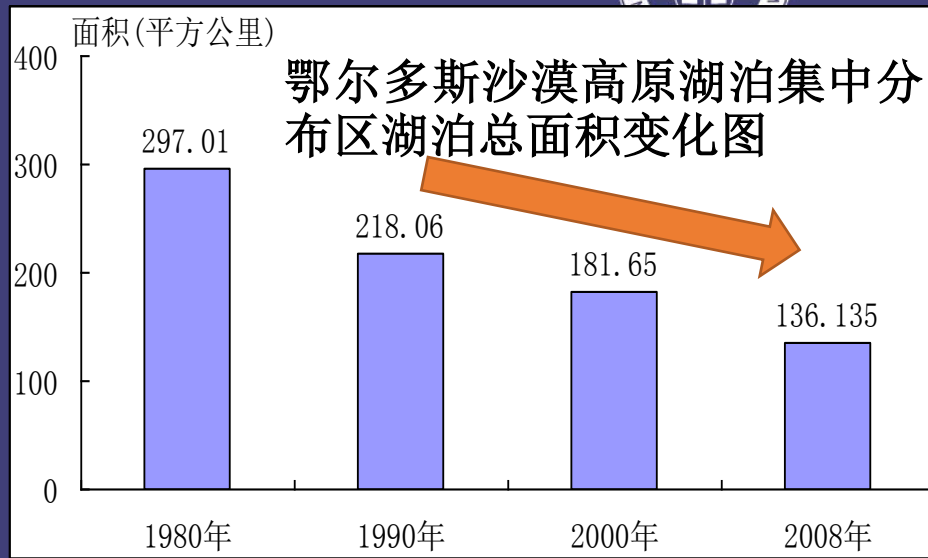
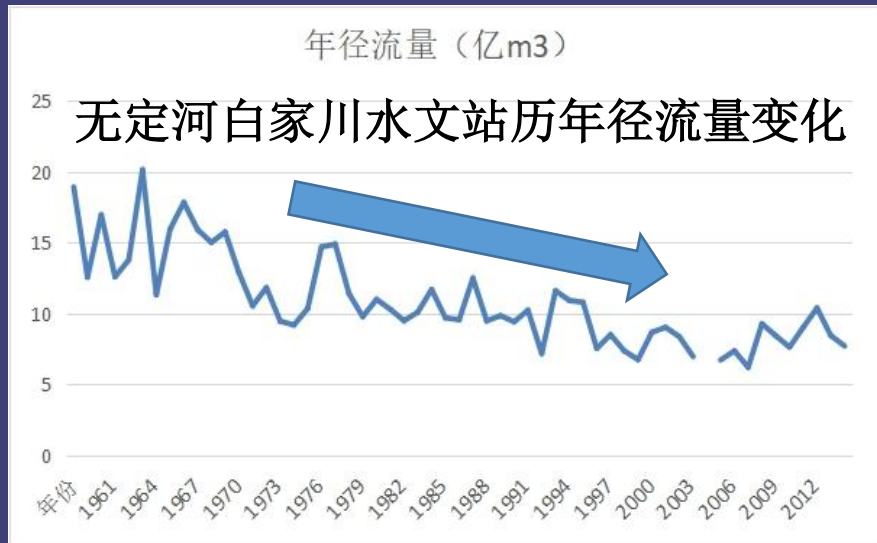
| 目标层(A) | 准则层(B) | 权重(q) | 指标层(C) | 权重(W) |
|----------------|-----------------------|-------|--------|-------|
| 淤地坝防洪风险评价指标(A) | 洪灾风险(B ₁) | 0.38 | 不稳定系数 | 0.21 |
| | | | 危险系数 | 0.26 |
| | | | 滞洪风险 | 0.28 |
| | | | 泄洪风险 | 0.25 |
| | 管理风险(B ₂) | 0.34 | 日常管理风险 | 0.31 |
| | | | 应急风险 | 0.37 |
| | | | 监测设施 | 0.32 |
| | | | 下游经济风险 | 0.49 |
| | 经济风险(B ₃) | 0.28 | 保收风险 | 0.51 |

3、中游水土流失修复治理



实验表明，一棵树就是一个抽水机，旱柳平均耗水量为16.0 L/d，整个生长季节的耗水 3200 L。

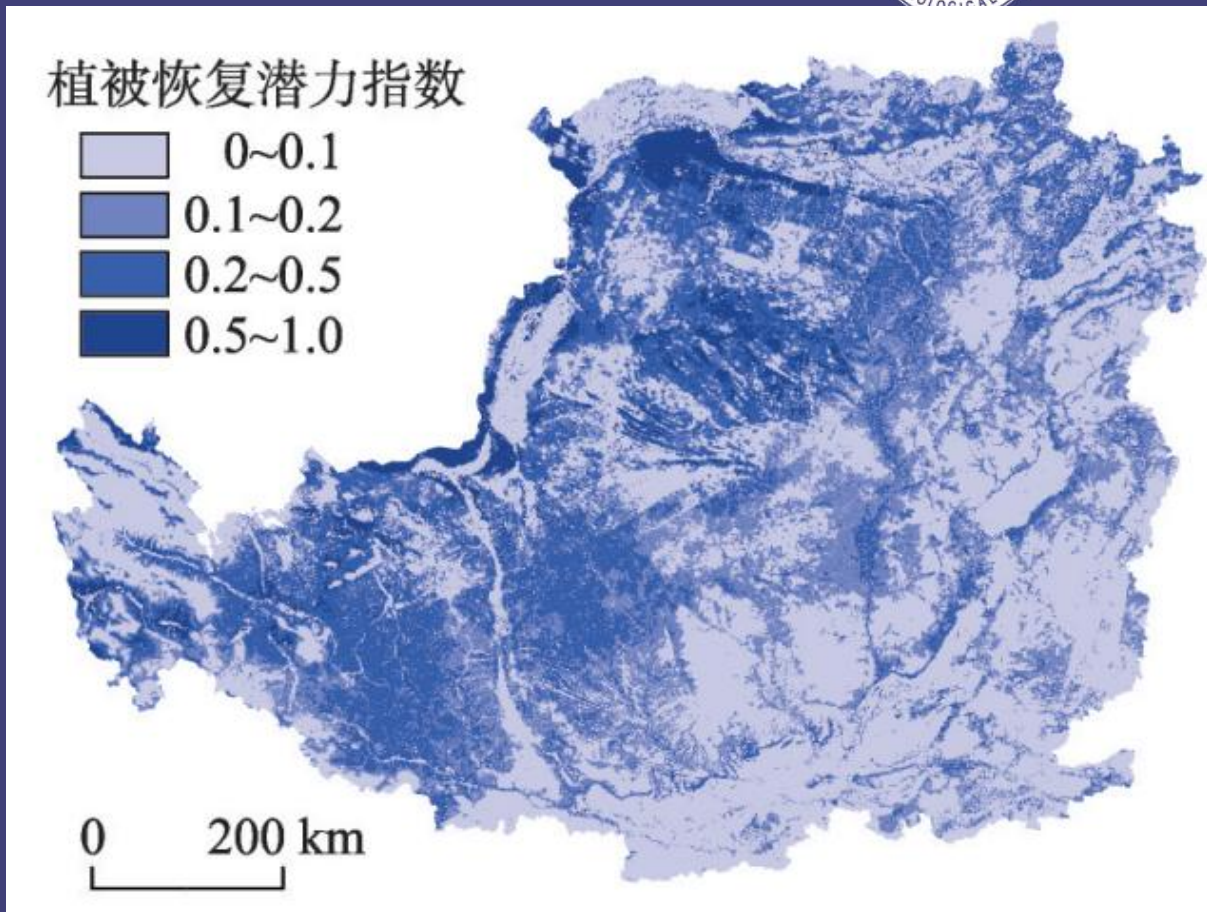
3、中游水土流失修复治理



3、中游水土流失修复治理



从水分的植被承载力入手，研究一定水分条件下部分物种的植被承载能力，采取统计分析方法进行植被恢复潜力研究。



汇报提纲



- ◆ 背景与意义
- ◆ 关键问题思考
- ◆ 工作部署建议

3、工作部署建议



(一) 基本思路

以地球系统科学、关键带、生命共同体理论为指导，以服务生态环境保护、保障黄河长治久安、推进水资源节约集约利用、推动黄河流域高质量发展和保护、传承、弘扬黄河文化为目标，加强黄河流域地质调查和重大地质问题研究，全面支撑黄河流域自然资源管理、国土空间规划与用途管制及生态保护修复，从地学角度提出治黄方略。

3、工作部署建议



(二) 遵循以下原则

1. 统筹谋划，综合调查。
2. 问题导向，突出重点。
3. 尊重规律，保护优先。
4. 科技引领，创新驱动。
5. 平台共建，信息共享。

3、工作部署建议



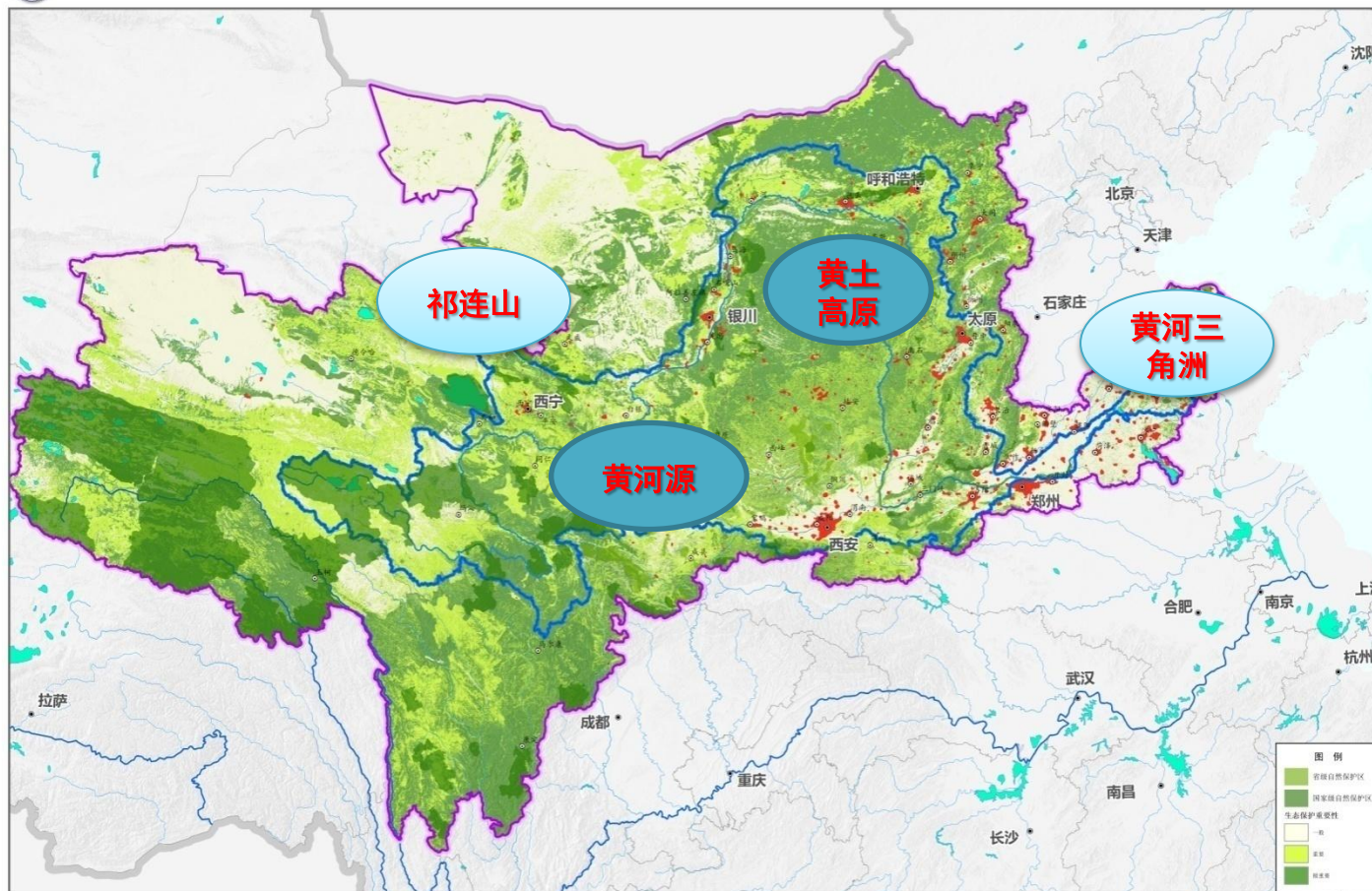
(三) 工作目标

1. 生态地质：开展黄河流域生态地质调查，查明黄河上游生态退化原因、黄河中游水土流失与地质灾害形成机制、黄河下游河口湿地生态演化规律，提出修复对策。
2. 水文地质与水资源：开展黄河流域水文水资源调查，提出促进黄河流域上、中、下游地区高质量协调发展的水资源保护与合理开发利用方案，推进水资源节约集约利用。
3. 开展支撑黄河流域高质量发展地质调查，包括经济区与城市地质调查、重要能源资源基地和关键矿产调查、农业地球化学调查。
4. 地质遗迹：开展黄河流域地质遗迹调查评价，讲好黄河故事，弘扬黄河文化。
5. 科学研究：开展重大地质问题研究，揭示地质过程、气候变化、人类活动多重因素驱动下，黄河形成演化机制、资源环境效应。

生态地质调查评价



黄河流域生态保护重要性评价图



- ◆ 正在开展工作
 - 黄河源
 - 黄土高原
- ◆ 建议工作
 - 祁连山
 - 黄河三角洲

生态地质调查评价



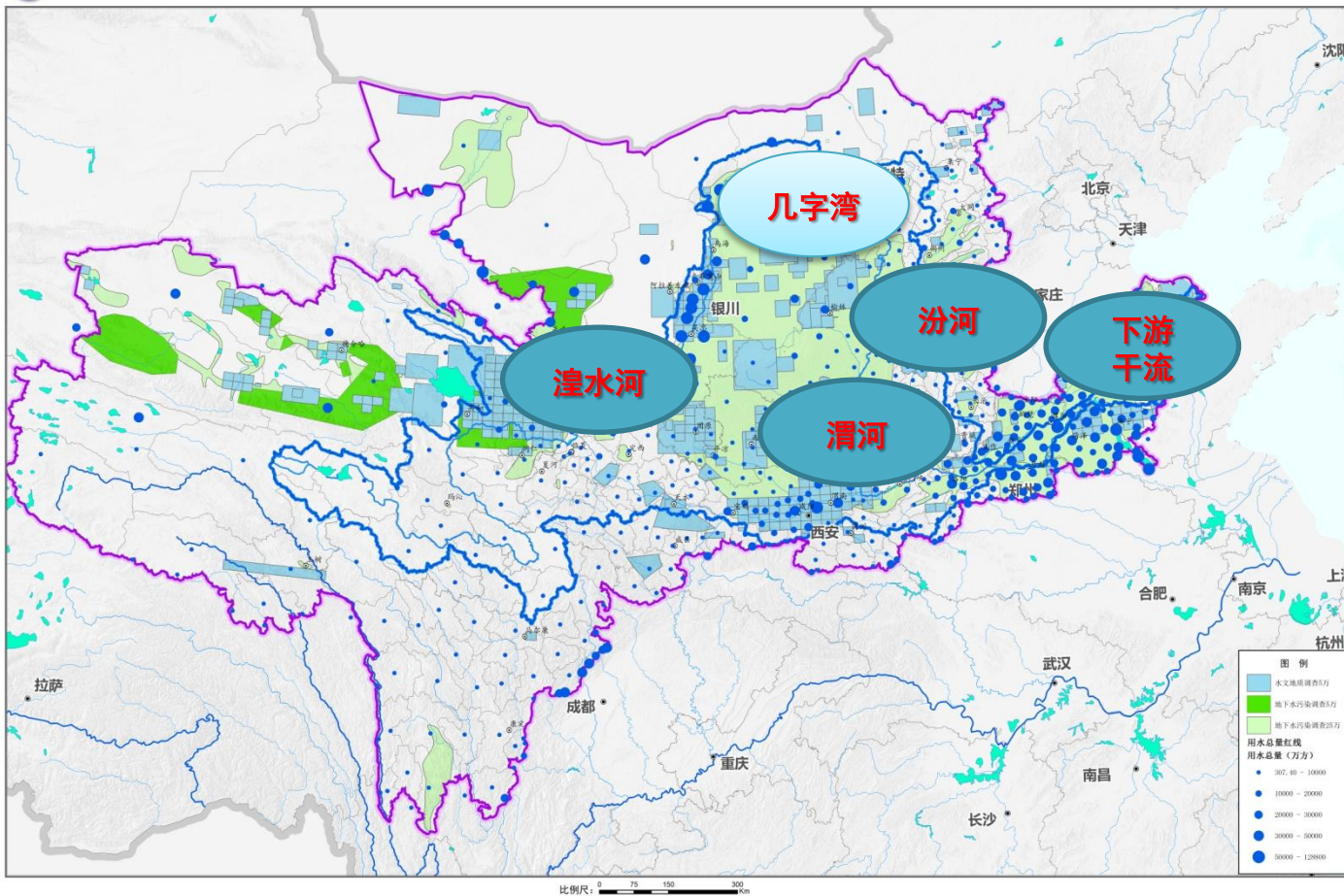
主要工作内容：

- (1) 查明上游区水源涵养的现状、发展演化，提出地质解决方案；
- (2) 生态恢复与水资源的关系是什么？生态恢复的上限在哪里？修复的物种是什么？
- (3) 极端气候条件下淤积坝的风险评估与应对。

水文地质与水资源调查评价



黄河流域可用水量与水文地质调查、地下水污染调查工作程度



◆ 正在开展工作

湟水河

汾河

渭河

下游干流

◆ 建议工作

几字湾区

水文地质与水资源调查评价



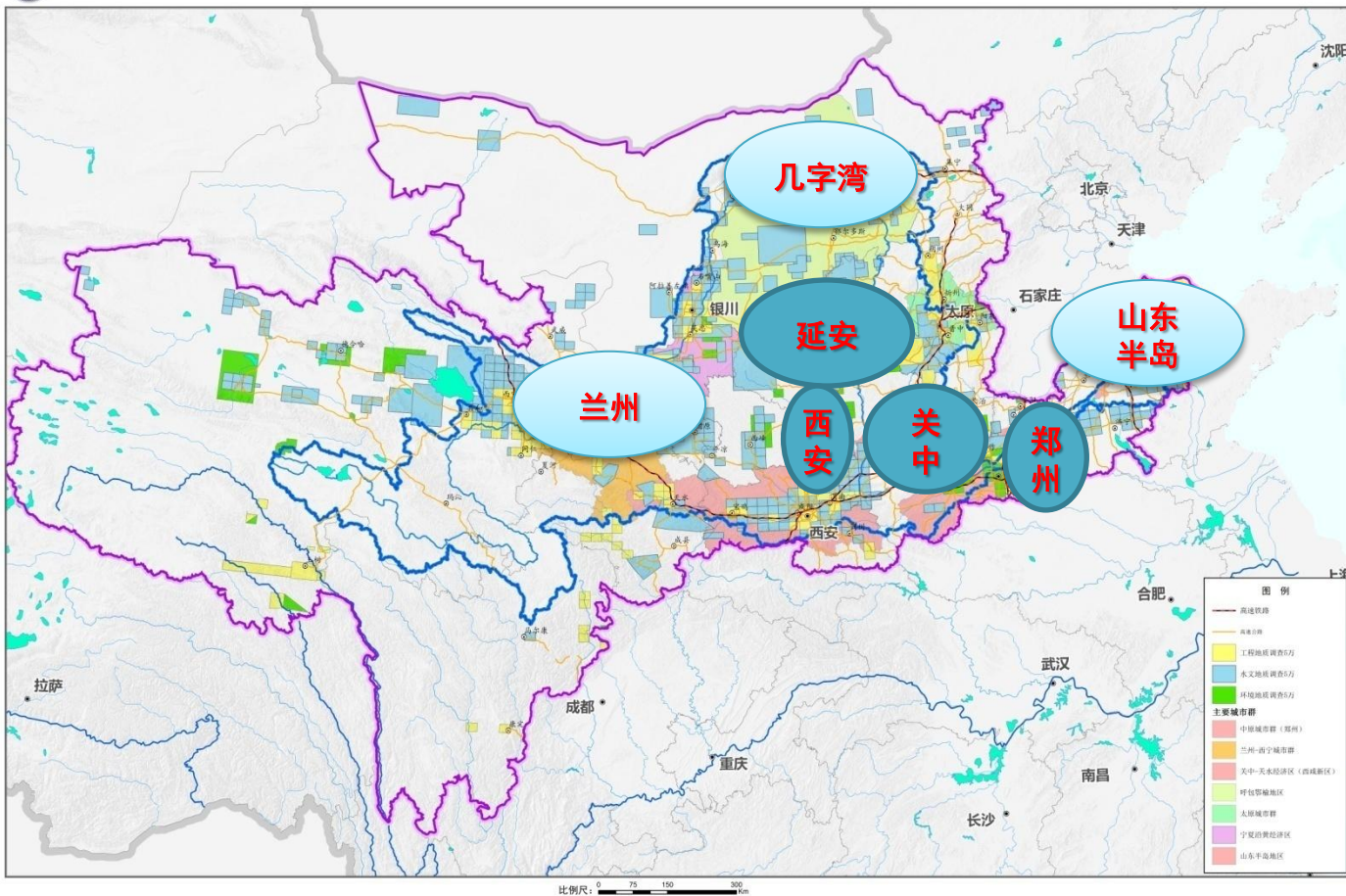
主要工作内容：

- (1) 黄河流域水文站监测数据共享机制；
- (2) 黄河流域重点区段水资源调查评价与监测；
- (3) 黄河流域水环境调查与污染防治；
- (4) 水资源承载能力评价；
- (5) 黄河流域水资源优化配置与联合调度；
- (6) 水资源调查与管理信息平台建设。

支撑高质量发展的地质工作



黄河流域主要城市群水工环地质工作程度



◆ 正在进行工作

西安

延安

郑州

关中城市群

▶ 建议工作

兰州

几字湾城市群

山东半岛城市群

支撑高质量发展的地质工作



(2) 农业地球化学调查

深入推进银川平原、河套平原和汾渭盆地等粮食主产区土地质量地球化学调查，促进现代生态农业发展，保障国家粮食安全。

(3) 重要能源基地与关键矿产调查

加强鄂尔多斯盆地、银额盆地、秦岭山区、北山地区等能源资源富集地区资源潜力调查评价和矿山地质环境调查。

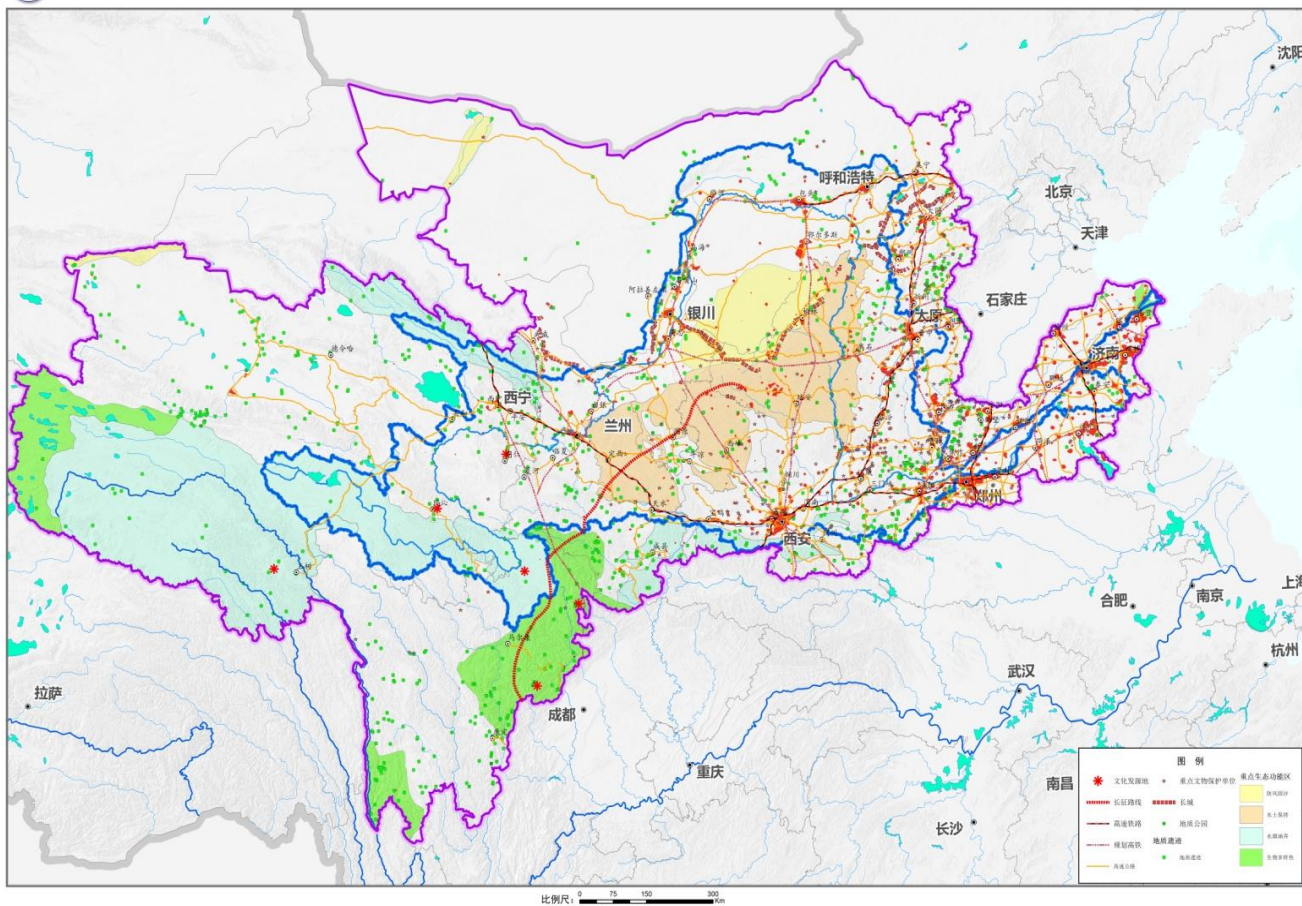
(4) 脱贫攻坚

青海甘南藏区、六盘山区、秦巴山区、吕梁山区等集中连片特困地区加大生态旅游地质、水文地质和灾害地质调查。

地质遗迹



黄河流域主要自然人文景观和地质、生态资源分布图



黄河流域有
世界级地质遗迹
21处，潜力巨大。
目前没有专门地
质遗迹支撑工作。

地质遗迹



主要工作内容：

建议还要在启动一些工作，加大以黄河干流为核心，长城、丝绸之路文化遗产廊道和红色文化路线为两翼的地质遗迹调查，推进延安等地区的世界地质公园以及地质文化村（镇）创建。

科学研究



以地球系统科学、关键带、生命共同体理论为指导，系统研究黄河流域生态保护与高质量发展国家战略实施面临的重大地质问题，揭示地质作用、气候变化、人类活动多因素驱动下，黄河形成、演化与资源环境响应机制，构建黄河流域资源环境大数据库及自然资源与国土空间智能管理系统，从地学角度提出黄河流域生态保护与高质量发展对策建议。



黄河流域涉及多个省区，协调联动是修复治理的关键。

- (1) 中央与地方的协调
- (2) 地方九省区的协调
- (3) 省内相关部门的协调
- (4) 地质部门间的协调

致谢



在汇报材料的制作过程中，学习、参考、引用了大量前人的相关成果，特别是西安中心组织的“黄河流域战略”学习大讲堂各位专家学者的发言材料，感谢张国伟院士、彭建兵院士、王焰新院士、张茂省研究员，以及中国地质环境监测院总体实施方案、西安中心黄河源生态地质调查和陕北荒漠化调查团队提供的相关资料。



谢谢！
敬请批评指正！