

汉中盆地河床发育的天然过程失调性变化

胡 广 韬

(西安地质学院)

汉江上游，自古以来青山绿水，气候宜人，土地肥沃。但近年来由于经济—工程活动失宜，这里的“河床发育的天然过程”开始受到破坏，由侵蚀性河床而失调变化为沉积性河床。本文试由理论上研讨这一环境工程

地质问题，以引起对工程地质环境的重视和研究，并据以采取相应的防治措施。

一、汉江上游的天然环境

汉江源于宁强岷家山，北涉秦岭、南及米

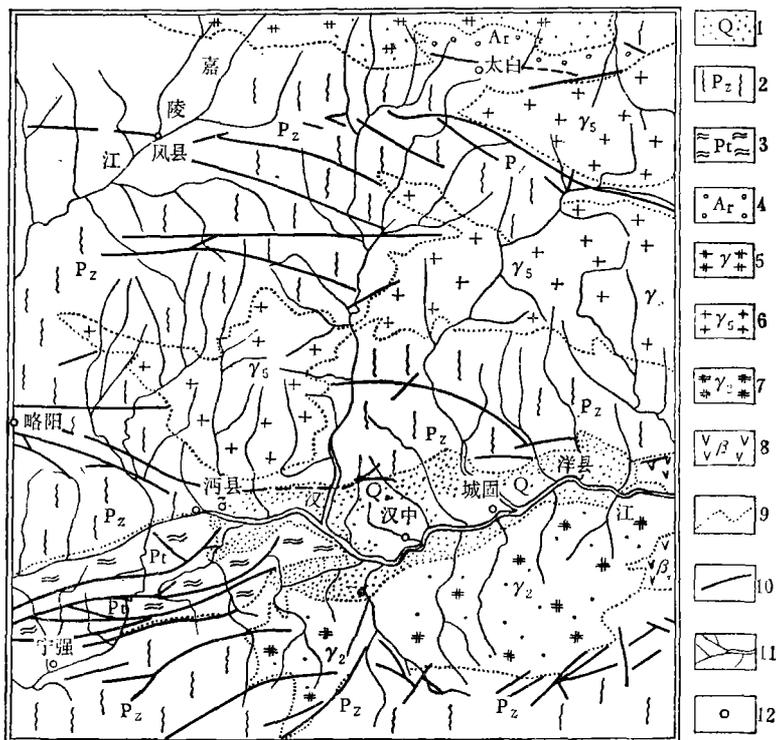


图1 汉江上游地质略图

- 1. 新生界第四系 2. 古生界 3. 元古界 4. 太古界 5. 花岗岩 6. 印支期花岗岩
- 7. 元古代花岗岩 8. 基性岩 9. 地层界线 10. 大断层 11. 河流 12. 县市

仓山，汇入玉带河、沮水、漾水、褒河、冷水、文川及湑水等较大支流。自勉县出峡，东经汉

本文参考了王春显、汪含标、王慧智、郑光宇、马宗林、吉寅生等工程师的实际资料，特此致谢。

中、南郑、城固县境，至洋县入小峡。此 120 公里的平川区，著称为汉中盆地（图 1）。

汉中盆地四周环山，分布有时代新老岩浆岩、沉积岩及变质岩，且以后者为主。其中，多为易风化、强度低的片岩、千枚岩、泥页岩等。盆地中分布着第四纪洪、冲积层。盆地本身为一东西向的构造断陷盆地，南北各为近东西方褶皱断裂带。盆地潜水及承压水丰富。向盆地中心，富水性渐弱，水位逐浅。在此地质-地貌条件，四周山区的风化、剥落、崩塌、滑坡、泥石流等，发育强，分布广，也有喀斯特。

汉中盆地与周围山区相比，属相对沉降区，第四纪以来沉积了厚达 200—1000 米的沉积层。但与汉江下游相比，又属相对上升区。在地质历史上基本处于汉江冲刷侵蚀中的一种天然环境的“河床发育的天然过程”。但研究发现，这种“天然过程”近年已被经济-工程活动的失宜所破坏，并开始成为一种不良的环境工程地质问题。

二、汉中盆地“河床发育的天然过程” 失调性变化的表现

这一问题主要表现为汉江河床淤填、洪水壅高和心滩扩展，由侵蚀性河床转化为沉

积性河床。

汉江河床在晚近地质史上，基本处于冲刷侵蚀的天然过程中。但近 50 年的观测发现，汉中、南郑的陈家庄以西，由上游向下游方向，冲刷侵蚀逐弱。自陈家营以东，便开始由冲刷侵蚀而转化为河床淤填（表 1、表 2）。1963—1981 年间，各水文断面上河床，平均淤高 1 米；江湾至龙王庙一段淤填严重，最大淤高竟达 2.2 米（图 2）。因而相应地导致河床比降减小（图 3），陈家坝—龙王庙段，1963—1981 年间，河床比降由 0.734% 减小

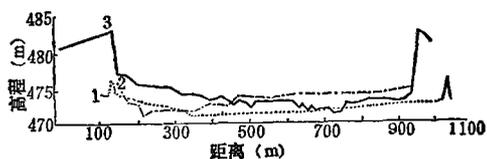


图 2 汉江城固大桥河床冲淤横断面

1. 1963 年河床断面 2. 1973 年 11 月 16 日河床断面
3. 1981 年 11 月 16 日河床断面

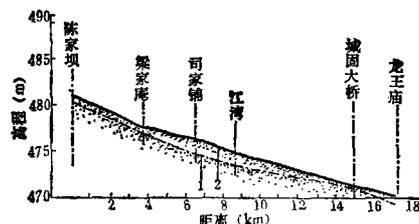


图 3 汉江陈家坝—龙王庙段河床冲淤纵断面
1. 1963 年河床线 2. 1981 年河床线

表 1 汉江汉中、南郑段主河道冲淤变化

单位: m

| 观测断面 | | 上梁山 | 丁寨 | 石拱 | 中断 | 汉中大桥 | 魏家井 | 岳家坝 | 陈家营 | 葡萄村 | 新渡 | 安家渡 |
|------|--------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 主河道 | 1929 年 | 514.25 | 511.84 | 506.29 | 501.92 | 502.72 | 500.05 | 497.80 | 493.88 | 491.56 | 487.65 | 487.00 |
| | 1974 年 | 511.25 | 510.59 | 504.44 | 501.36 | 502.29 | 499.27 | 497.17 | 493.95 | 491.37 | 488.53 | 487.03 |
| 高程 | 冲(-) 淤(+) | -3.0 | -1.25 | -1.85 | -0.56 | -0.43 | -0.78 | -0.63 | +0.07 | -0.19 | +0.88 | +0.03 |

表 2 汉江城固段河床平均冲淤变化

单位: m

| 观测断面 | | 陈家坝 | 梁家庵 | 司家铺 | 江湾 | 城固大桥 | 龙王庙 |
|----------------|--------------------|-------|-------|-------|------|------|------|
| 冲(-)淤(+) 情况 | 1973 年比 1963 年平均淤高 | 1.52 | -0.04 | 1.28 | 0.05 | 1.16 | 1.33 |
| | 1981 年比 1973 年平均淤高 | -0.07 | -0.10 | -0.38 | 0.09 | 0.20 | 0.89 |
| | 1981 年比 1963 年平均淤高 | 1.45 | 0.06 | 0.90 | 0.14 | 1.26 | 2.22 |

表 3 1929—1974 年汉中盆地江心滩变化

| 名 称 | 特 征 | 心滩面积 (km ²) | 心滩高程 (m) | 心滩个数 (个) |
|------------------------|-----|-------------------------|---------------|----------|
| 中 林 滩 (高出常水位 2—7 米) | | 1.920 | 508.8—513.5 | 1 |
| | | 2.379 | 508.7—514.0 | 1 |
| 史 家 滩 (高出常水位约 3 米) | | 0 | 0 | 0 |
| | | 3.19 | 484.30—489.16 | 1 |

到 0.608%。

近 50 年来汉中盆地汉江中心滩面积扩大,滩面升高(见表 3)。汉中盆地有较大江心滩 17 个,面积都在扩大,滩面都被淤高。1963 年以来,城固一带心滩面积平均由 5687 亩扩大到 9562 亩。

汉中盆地晚近地质史中“河床发育的天然过程”被破坏,还导致汉江洪水壅高(图 4)。据历史洪水资料,取 1949、1962、1981 年三次较大洪水为例来比较(见表 4),据汉中大桥水文断面洪水资料,三次洪水流量较接近,但 1981 年比 1962 年洪水水位普遍显著壅高,尤以石拱、安家渡、龙王庙的洪水壅高明显,均达 2 米以上,龙王庙最大洪水壅高 2.25 米;1981 年比 1949 年洪水流量少,但各段洪

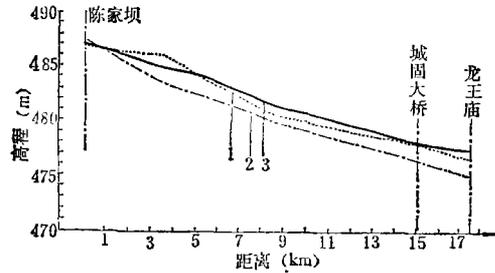


图 4 汉江陈家坝—龙王庙段三次洪水线
1.1949 年洪水线 2.1962 年洪水线
3.1981 年洪水线

水却比 1949 年洪水水位高,尤以丁寨、石拱、江湾洪水壅高明显,均在 1 米以上,石拱洪水壅高达 1.61 米。1981 年洪水平均水面比降,比 1949、1962 年显著变缓,呈壅水状态。

表 4 汉中大桥历史洪水流量

| 洪 水 时 间 | | | 流 量 (m ³ /s) | 备 注 |
|---------|---|----|-------------------------|---|
| 年 | 月 | 日 | | |
| 1949 | 9 | 20 | 10620 | 长江流域规划办公室调查“参证”成果 引自 1970 年汉江规划水文计算成果 水文站实测流量加以家营分洪流量 |
| 1962 | 7 | 19 | 9430 | |
| 1981 | 8 | 22 | 8660 | |

三、汉中盆地河床发育的天然过程失调性变化的原因

据现有资料分析研究,其原因是由于经济—工程活动近年来出现失调。这主要是汉江上游的森林复被率降低,水土流失加剧,斜坡破坏激化,工程束水过度,跨江工程失宜,以及滩设施欠当等,促使天然环境出现失调

性变化。

森林是“绿色水库”,涵养水源,减弱人流,保持水土,维护斜坡,调节气候,防护农田,还可起滞洪、错峰、削洪的作用,因而削弱山区剥蚀和搬运,减少平川淤积。但汉江上游历史上兵燹兴祸,毁林开荒,森林受到摧残。建国以来,三令五申,毁林开荒一直未得制止。据汉中地区统计,建国初期全区森林复被率 40% 以上;而据 1977 年林业清查资

料,全区森林复被率降到 35%。特别是道路两侧,拓荒严重。因此,大片土面裸露,加剧雨水侵蚀,强化迳流冲刷,带走山区大量泥石,扩大平川的淤积。

森林复被率降低,减少斜坡防护,加速山区及平川道路两侧的崩塌、滑坡及泥石流。据宁强、勉县、略阳、留坝、城固、洋县、南郑调查,1981年大规模崩塌、滑坡及泥石流 19411 处,较大者 2689 处。其发育地点、规模和严重程度,林区与无林区、多林区与少林区大不一样。留坝森林复被率 58.8%,崩滑泥石流 3979 处;宁强森林复被率 26.1%,崩滑泥石流 7288 处。后者为前者两倍。宁强同县,代家坝区森林复被率 18.5%,滑塌 2966 处;巴山区森林复被率 31.6%,滑塌 361 处。前者为后者 9 倍。大量崩滑泥石流增加了淤积物来源。

汉江上游本系青山绿水,一片秀丽景色,但近年来水土流失已很严重。据陕西水保局 1949—1979 年统计,水土流失面积已占全区总面积 47.9%。年平均输沙量为 2142 万吨;侵蚀模数,按全区总面积计为 791 吨/公里²,按水土流失面积计为 1651 吨/公里²。汉中地区汉江大小支流有 288 条之多。据勉县武侯水文站和洋县水文站及其区间各主要支流水文站 25 年(1956—1980 年)悬移质输沙量(无推移质资料)记载可见,武侯站输沙量 9651.2 万吨,区间主要支流输沙量 5473.5 万吨,二者合计 15124.7 万吨。洋县同期输沙量 12325.7 万吨。所以,悬移质在汉中盆地平川淤积量,至少为 2799 万吨。实际上,未计入推移质及区间较小支流和面流带入平川的泥沙,平川泥沙淤积量要远大于此。

在汉江盆地平川一带,1975 年大规模治江工程上,普遍筑堤,缩窄河道,束水增地。汉中、南郑段原河道最大引洪宽度 2730 米,治理后仅宽 430—500 米,缩窄 60%,最大达 80% 以上(图 5);甚至有超出规划而任意使河道缩窄仅为 360 米。如此过度束水,壅洪是不可避免的。

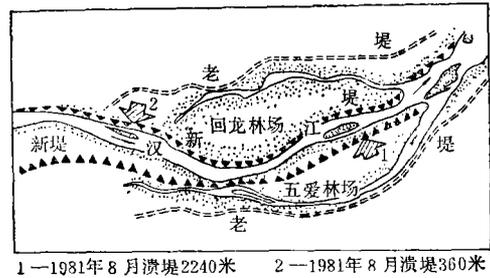


图 5 汉中新渡滩平面示意图

1.1981 年 8 月溃堤 2240 米

2.1981 年 8 月溃堤 360 米

近年来汉江滩逐年增加大量工程设施,引洪不畅。汉江上水渡段,南郑和汉中分别在河道两侧修筑顺坝(图 6)。临近坝头的下游及顺坝与河岸之间,有洪水消能效应,流速减缓,泥沙淤积。滩上还建起五个混凝土预制厂,厂房、生产设施及堆积预制构件,严重阻水。此外,滩地种植,林木丛生,蔓延河道,增加粗糙度。

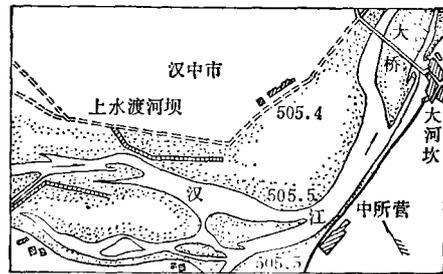


图 6 汉中市上水渡—大河坎淤积示意图

汉江上游干流已建四座公路大桥,有的高度偏低,有的宽度不够,存在束水问题。据汉中水电局推算,汉中大桥 1981 年过洪流量 8665 米³/秒,相应水位为 508.44 米。若 1962 年通过同型流量,水位为 507.55 米,壅高 0.89 米。勉县西门汉江桥,壅水 0.235 米。汉江支流堰河,1979 年在留旗营修建石拱桥,1981 年过洪,壅水 1.19 米。

四、汉中盆地“河床发育的天然过程”失调性变化的影响

汉中盆地“河床发育的天然过程”破坏，导致不良环境工程地质问题，由来已久。但仅在近年来，因其发展明显，影响显著，观测手段精确，资料大量累积，因此，从工程地质观点首次提出汉中盆地这一环境工程地质问题。本文仅就经济—工程活动失宜、破坏“河床发育的天然过程”所造成的问题提出看法。这个问题平时影响较小而不易察觉，但在洪水或特大洪水期间便会加重灾害的严重程度，扩大灾害波及的范围。

汉中盆地历史上便有过多次洪灾。据汉中府志，明成祖永乐 14 年 (1416 年) 至清同治 6 年 (1867 年)，出现过特大洪水。1949 年以来，有记载的前述三次较大洪水都造成汉中盆地的灾害损失。但这三次洪水中的 1981 年 8 月洪峰流量小于 1949 年 9 月及 1962 年 7 月，而前者灾情却远大于后二者。原因固多，但其不良环境工程地质问题是重要原因之一，它加大了洪水灾害和经济损失。据汉中地区统计，1981 年 8 月洪水波及全区 11 个县(市)，其中九个县(市)重灾，冲毁村镇、农田、堰渠、水塘、机站、道路、厂矿等，损失严重。这些毁于一旦的经济损失，多达 10 亿元，其中大部损失是平川段的洪水灾害造成的。

汉中盆地“河床发育的天然过程”被破坏，致使汉江河道部份淤填，心滩扩展，加重了洪水灾情。汉中地区根据洪水资料绘制了汉中、南郑河段洪水淹没图，提供了有价值的证据。该地段，1949 年 9 月洪水淹没面积 30.43 平方公里，1962 年 7 月洪水淹没面积 13.98 平方公里，1981 年 8 月洪水淹没面积 57.56 平方公里。已于前述，1981 年 8 月洪水是这三次洪水中最小的，但淹没面积是 1962 年 7 月洪水的 4.1 倍，是 1949 年 9 月洪

水的 1.2 倍。造成堤防决口 4600 多处，数字惊人。决口，因与堤防质量、布设位置以及其它因素有关，但河道淤填、心滩扩展、洪水壅高是直接原因。决口规模巨大，单个决口长度由数十米到数千米不等(图 7)。

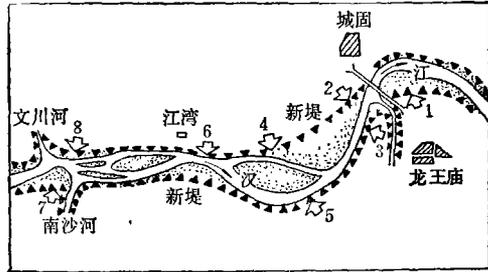


图 7 城固江湾—龙王庙段堤防决口 (1981 年 8 月) 示意图

| | | | |
|--------|---------|----------|----------|
| 1.80 米 | 2.950 米 | 3.1200 米 | 4.1204 米 |
| 5.40 米 | 6.200 米 | 7.100 米 | 8.1200 米 |

五、结 论

经济—工程活动愈来愈明显地影响到“生态平衡”和地质上“天然过程”，在发展程度和方向上产生变化。它主要表现在地质环境的改变上，或对人们生产、生活和生存产生有益作用，或者形成有害威胁。环境工程地质学的主要任务，就在于根据地质环境的发生、发展规律为合理开发和利用地质环境提出论证和建议，使其向有益于生态平衡的方向发展，而避免或限制其有害方面。要预见经济—工程活动对地质环境可能引起的变化。笔者提出的这项环境工程地质问题，便是该区经济—工程活动影响地质环境，在“河床发育的天然过程”被破坏并向失调性变化的问题。这在黄河、长江干流及其许多支流上都有类似的表现。刘国昌教授已在 1982 年提出诱发地震、地面变形、边坡变形、泉水枯竭及人为侵蚀等环境工程地质问题，笔者建议增加“河床发育的天然过程失调性变化”这一项环境工程地质问题。

汉江上游经济—工程活动，应根据并利
(下转第 91 页)

键。弹簧过硬容易造成石墨管使用寿命降低，过软则造成重现性差，因此需要通过大量的实验筛选确定。

为使 ZM-II 型机在高温工作条件下降低氩气消耗，我们主要采取了两项措施。一是加强石墨炉体的密封性，其次是采用石墨添加块的办法减小石墨炉腔体的空间，其结构如图 5 所示。在氩气流量 1.5 升/分钟情况下，使用钨钼管，可进行 100 次以上的稀土元素 Y 的测定。

三、结 束 语

由于采取了上述措施，使 ZM-II 型原子吸收分光光度计既具有优良的背景校正能力，又具有可调快升温石墨炉电源所引进的

一切优点。

本文所讨论的影响仪器背景校正精度，重现性的因素，仅仅局限于快升温石墨炉电源与塞曼效应原子吸收连接时所遇到的特殊问题。至于其他方面的因素，例如石墨炉气路的对称性、密封性对仪器重现性的影响，电子线路失谐、温漂对扣背景能力的影响等因素，都是制造塞曼效应原子吸收分光光度计必需考虑的一般性问题，这里不一一赘述。

参 考 文 献

- [1] W. O. 亨利著，铁道部二七通讯工厂科研所翻译组译，电子系统噪声抑制技术，第 22—51 页，1978。
- [2] 江苏师范学院物理系编委会，电磁学讲义，第 330 页，人民教育出版社，1960。
- [3] 景士廉等，环境科学，5(3)，41(1984)。
- [4] 何华焜等，分析仪器，5，18(1982)。

(上接第 50 页)

用“生态平衡”和地质上“天然过程”规律，才能对社会主义建设有益，或将不利影响限制到最小限度。为减少或避免这一带洪水灾害，要强调增加森林覆盖率，防治斜坡破坏，减少水土流失，改造束水工程，清理滩地设施，调整跨江工程等。

工程地质环境，大多不是一项工程或一种活动所涉及的场地或范围，不是一个部门所可能开发、利用、改造、控制的区域。因此，还必须加强社会主义协作，制订共同遵守的对环境资源保护、利用的法规。国家应把环境工程地质学的研究，及时提到日程上大力开展。

汉中盆地河道淤填、心滩扩展、洪水壅高已成为该区环境工程地质问题的不良表现。与此相反，该区也存在着削弱这种不良危害

的环境工程地质的表现。已建水库工程便发挥了滞洪、削洪、错洪的效能，并对水坝下游起到冲刷清淤作用。据水电部第三工程局资料，本无调洪任务的褒河石门水库，1981 年 8 月 21 日洪水期间，滞洪 3500 万米³，削洪 1510 米³/秒，错洪约 4 小时；且在平水期，库水下泄又能挟走下游一部份淤填泥沙。适当筑坝拦水，可防治或削弱汉中盆地不良环境工程地质问题，并可达合理综合利用水利资源之目的。

参 考 文 献

- [1] 张俤元等，工程地质分析原理，地质出版社，北京，1981 年。
- [2] 刘国昌，关于环境工程地质的某些问题，水文地质及工程地质(5)，地质出版社，北京，1982 年。
- [3] 胡广韬，工程地质学，地质出版社，北京，1984 年。
- [4] 胡广韬等，水文地质及工程地质，中国工业出版社，北京，1965 年。