

青海省境内黄河上游区水沙来源及组成分析

李万寿¹, 吴国祥²

(1. 青海省乐都县水利局, 青海 乐都 810700; 2. 黄委会黄河上游水文资源勘测局, 甘肃 兰州 730031)

摘要: 青海境内黄河上游地区是青海省工、农、牧、渔业生产基地, 也是国家列入重点开发的水电基地之一, 在青海省经济发展中占有举足轻重的地位。近年来, 随着黄河下游断流的日益严重, 作为黄河水量主要供给地的青海境内生态环境保护已成为全社会关注的焦点。利用青海境内黄河上游主要水文测站的资料, 对境内水沙来源及组成进行了分析, 认为该区面积只占黄河流域面积的 23.4%, 而径流量占 47.5%, 输沙量只占 3.86%, 是黄河的主要产流区和水量供给地之一。青海省境内黄河水量主要来源于青海省达日—甘肃玛曲区间及附近的地区, 是黄河在青海境内的主要产流区。

关键词: 黄河上游 青海 水沙来源 组成

文献标识码: A 文章编号: 1000-288X(1999)06-0006-05 中图分类号: P333.1

Source and Composition of Water and Sediment in Upper Reaches of the Yellow River in Qinghai Province

LI Wan-shou¹, WU Guo-xiang²

(1. Bureau of Water Resources, Ledu County 810700, Qinghai Province, PRC;

2. Survey Bureau of Water Resources in the Upper Reaches of the Yellow River, Lanzhou 730031, PRC)

Abstract: The upper reaches of the Yellow river in Qinghai province is not only a base for industry, agriculture, animal husbandry and fishery production, but also one of source of hydraulic and electric power that will be significantly develop by government, so it play an important role in the economy development of Qinghai province. In recent years, ecological environment protection of Qinghai province, as a major water resource of the Yellow river, has aroused great concern of the whole society with frequent discontinuation of water in the lower reaches. Analysis of water and sediment materials from main hydro-stations in the upper reaches of the Yellow river in Qinghai province showed that, the area in the upper reaches of the Yellow river was only 23.4% of the total Yellow river basin, while its runoff was 47.5%, and sediment yield was only 3.86% of that of the whole basin, so it was a major area of water production and supply. Water resource of the Yellow river in Qinghai province mainly come from the region between Dari in Qinghai and Maqu in Gansu province and the nearby areas, where was a main water flow producing region of the Yellow river in Qinghai province.

Keywords the upper reaches of the Yellow river; source of water and sediment in Qinghai province; composition

青藏高原是我国河流的主要发源地和水量供给地之一, 被誉为“亚洲第一水塔”。近年来, 地处青藏高原腹地的江河源头的生态环境保护问题已成为全社会关注的焦点。水作为流域生态系统中最基本、最重要的决定性因子, 在很大程度上决定着生态系统的循环过程和质量水平。

作为黄河水量主要来源区和青海省工、农、牧、渔业生产基地的黄河上游青海境内的水沙量是如何组成的,主要来源于哪里?已成为高原生态环境保护中的一个重要问题。

1 自然地理概况

黄河上游青海省境内是指青海省民和县以上黄河干流及支流湟水、大通河流域地区。位于青海省东南部,西与柴达木盆地内陆水系相接,南依巴颜喀拉山与长江水系相邻,北靠祁连山与河西走廊水系毗连,东连甘肃省黄河流域水系。青海省境内面积 $175\,927\text{ km}^2$ (包括黄河在大转弯处进入甘肃、四川境内的面积),境内全长 $1\,983\text{ km}$ 。黄河在青海省属最大的河流。

黄河发源于青藏高原巴颜喀拉山北麓。黄河上游第一县——玛多县(黄河沿)以上为河源区。河源区海拔 $4\,200\sim 4\,600\text{ m}$,属高原湖泊沼泽地貌,湖泊、沼泽众多,湖周围为丘陵地带,相对高差多为 $100\sim 200\text{ m}$,地形变化平缓,切割较浅,植被稀疏低矮,属高山草甸,天然牧场广阔。这里高寒缺氧,空气稀薄,均为牧业,全无农业。玛多至唐乃亥段,大部分为高山峡谷地貌,河道切割较深,间有开阔的谷地和平缓高山草地,除生长大片的牧草外,还有一些灌木林分布,是青海省重要牧业基地。该段内青海省的久治与甘肃的陈万仓,经四川省到青海省河南县外斯,是黄河在青海省境内的最大弯曲部,区域内地势平坦,水草好,有成片灌木林,附近最大支流是右岸四川境内白河和黑河,水系发达,水量丰沛,流域蓄水能力强,属平原性河流,流域东南与长江流域白龙江、岷江等水系相邻,自然景观大不相同。这一地区降水量大,为黄河上游湿润地区之一,也是黄河上游的主要产流区。唐乃亥以下至省界,由于青藏高原向黄土高原过渡,黄河干流切割甚深,几经峡谷和盆地。该段黄河干流峡谷众多,水流湍急、落差集中,水量充沛稳定,水能资源丰富,开发条件优越。从龙羊峡到省界寺沟峡 276 km 河段上,水头落差达 865 m ,可建 6 座大型电站和 7 座中型电站,装机容量 $1.125\times 10^7\text{ kW}$,年发电量 $3.60\times 10^{10}\text{ kW}\cdot\text{h}$,是闻名全国水电开发的黄金地段,被国家列入重点开发的水电基地之一。该段河谷和盆地分布有大片耕地和林网,盛产粮食、油料和瓜果等,是青海省农业区之一。两岸山区和河谷植被稀疏,水土流失严重。

黄河上游青海境内属高原大陆性气候类型,河源区和唐乃亥以下黄土高原区为半干旱区,其它地区为半湿润区。气温随海拔增高而递减,黄河源区年平均气温在 $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 左右,至大武为 $0.6\text{ }^{\circ}\text{C}$,黄河出境处民和年平均气温在 $8\text{ }^{\circ}\text{C}$ 左右。河川径流以降水和冰雪融水补给为主,年降水量为 $250\sim 800\text{ mm}$,5—9 月份降水量占全年降水量的 70% 左右。由于境内高山多,使海洋输入的暖湿气流严重受阻,降水量地区上分布不均匀,且蒸发量大,为 $1\,200\sim 2\,200\text{ mm}$,致使地域性水量分布不平衡,造成部分地区湖沼退缩,草原退化以致荒漠化。境内黄河水质良好,pH 值在 8.4 以下,属中性或弱碱性水,含沙量小,矿化度小于 350 mg/L ,属淡水,总硬度(以 CaCO_3 计) 310 mg/L ,为微硬水。水化学类型为重碳酸钙钠型水,水质符合国家地表水质量一级标准。

2 黄河上游青海省境内水沙来源及组成

黄河上游青海境内主要由黄河干流区、大通河流域和湟水流域组成(洮河和大夏河也单独流出青海省,因面积、沙量和水量所占的比重较小,未计入计算)。为了全面分析境内水沙来源及组成,选择黄河干流青海境内控制站循化站 1946—1985 年资料(因循化站上游的龙羊峡水库于 1986 年蓄水,改变了水沙组成,资料统计至 1985 年)。大通河在民和汇入湟水后,单独流出境外在甘肃省达家川汇入黄河。选择湟水控制站民和站 1950—1997 年资料和大通河控制站享堂站 1940—1997 年资料。以上 3 个控制站设站较早,资料代表性好,测站基本上控制了

黄河上游青海境内 95% 以上面积、水量和沙量, 能全面反映黄河上游青海境内水沙来源及组成。境内水沙特征及组成见表 1。

表 1 黄河上游青海省境内水沙特征及组成

分 区	资料 起讫 年	控制 面积/ km ²	区面积 占总面 积/%	年径 流量/ 10 ⁸ m ³	区径流 占总径 流/%	年输 沙量/ 10 ⁴ t	区输沙 占总输 沙/%	年均含 沙量/ (kgm ⁻³)	侵 蚀 模 数	径 流 模 数
干 流	1946—1985	145459	82.7	235	83.7	4206	67.6	1.79	289	16.2
湟 水	1950—1997	15342	8.7	16.8	6.0	1694	27.2	10.1	1104	11.0
大通河	1940—1997	15126	8.6	29.0	10.3	320	5.2	1.10	212	19.2
合 计		175927	100	281	100	6220	100	2.21	354	16.0

注: 表中侵蚀模数和径流模数的单位分别为 $t \cdot km^{-2} \cdot a^{-1}$ 和 $10^4 m^3 km^{-2}$ 。

从表 1 看出, 黄河上游青海境内面积 175 927 km², 占黄河流域面积 752 443 km² 的 23.4%; 径流量 $2.81 \times 10^{10} m^3$, 占黄河年径流量的 $5.92 \times 10^{10} m^3$ 的 47.5%; 输沙量 $6.22 \times 10^7 t$, 占黄河流域年输沙量 $1.61 \times 10^9 t$ 的 3.86%。水多沙少是黄河上游青海境内的主要水文特征。境内在仅占黄河流域 23.4% 的面积上产生了黄河 47.5% 的径流量, 是黄河水量主要产流区和供给地。从境内水沙组成来看, 主要水量来源于境内黄河干流。黄河干流循化站径流量占区内径流量的 83.7%, 输沙量占 67.6%, 平均含沙量 $1.79 kg/m^3$; 大通河流域水量丰沛, 水资源开发程度低, 含沙量小于黄河干流, 只有 $1.10 kg/m^3$, 面积只占境内面积的 8.60%, 而径流量占 10.3%; 湟水流域面积只占境内面积的 8.70%, 径流量占 6.0%, 而输沙量占 27.2%, 含沙量达 $10.1 kg/m^3$, 侵蚀模数 $1104 t/(km^2 \cdot a)$ 。可见, 湟水流域是黄河上游青海境内主要的水土流失区之一。湟水流域在黄河上游青海境内占有重要的地位。该流域是青海省政治、经济、文化中心和工农业生产基地, 全省近 60% 人口, 52% 耕地和 70% 以上工矿企业分布于流域, 在青海省经济发展中起着龙头作用。随着流域人口的增长和经济的发展, 以及水资源时空分布不均匀, 水资源供需矛盾突出。流域用水量占青海全省用水量的 42%, 水资源量仅为全省的 3.5%, 人均水资源不足 $1000 m^3$, 加之水污染日趋严重, 直接制约着青海经济和社会持续发展, 解决湟水流域水资源问题已成为当务之急。

从黄河上游青海境内出境水量与境内长江、澜沧江水系出境水量比较, 黄河在青海省占第一位, 长江居次位。从所处地理位置、经济地位和水资源开发利用条件及经济效益来看, 黄河比长江、澜沧江在青海省居于更为重要的地位。青海省黄河流域是青海省工、农、牧、渔业的主要生产基地, 随着黄河上游水电基地建设, 黄河的作用和战略地位显得越来越重要, 在青海经济发展中起着不可替代的作用, 对振兴青海经济具有决定性的影响。

3 青海省境内黄河干流水沙来源及组成

为了分析青海境内干流水沙来源及组成, 选择青海境内黄河干流黄河沿、唐乃亥、循化等 6 站建站截至 1985 年资料(因龙羊峡水库 1986 年蓄水)。境内黄河干流主要测站水沙特征及组成见表 2。

从表 2 看出, 青海境内黄河干流 90.6% 水量来源于唐乃亥以上, 69.0% 泥沙来源于唐乃亥以下。黄河上游青海境内主要水量不是来源于河源区。黄河沿以上河源区面积为 $20930 km^2$, 占黄河循化站面积的 14.4%; 径流量 $7.88 \times 10^8 m^3$, 占循化站径流量的 $2.35 \times 10^{10} m^3$ 的 3.35%; 输沙量 $8.84 \times 10^4 t$, 占循化站输沙量 $4.026 \times 10^7 t$ 的 0.21%, 平均含沙量 $0.11 kg/m^3$ 。黄河源区来水量很小, 径流模数只有 $3.76 \times 10^4 m^3/km^2$, 只占青海境内黄河干流径流模数 $1.62 \times$

$10^5 \text{ m}^3/\text{km}^2$ 的 1/4, 黄河支流湟水流域径流模数 $1.1 \times 10^5 \text{ m}^3/\text{km}^2$ 的 1/3, 黄河源区属水资源十分贫乏地区。

表 2 青海省境内黄河干流测站或区间水沙量特征及组成

站或区间名称	资料起讫年	控制面积/ km^2	径流量/ 10^8 m^3	输沙量/ 10^4 t	侵蚀模数/ $(\text{t} \cdot \text{km}^{-2} \cdot \text{a}^{-1})$	含沙量/ $(\text{kg} \cdot \text{m}^{-3})$
黄河沿	1956- 1985	20 930	7.88	8.84	4.22	0.11
黄河沿—达日		24 085	35.7	115	47.7	0.32
达日	1959- 1985	45 015	43.6	124	27.5	0.28
达日—玛曲		41 044	112.4	391	95.3	0.35
玛曲	1960- 1985	86 059	156	515	59.8	0.33
玛曲—唐乃亥		35 913	57.0	787	219	1.38
唐乃亥	1956- 1985	121 972	213	1 302	107	0.61
唐乃亥—贵德		11 678	9.0	1 243	1064	13.8
贵德	1954- 1985	133 650	222	2 545	190	1.15
贵德—循化		11 809	13.0	1 661	1407	12.8
循化	1946- 1985	145 459	235	4 206	289	1.79

造成源区来水量和径流模数小的主要原因是干旱少雨。该区年降水只有 300mm 左右,而源区湖泊面积大,约 $1 500 \text{ km}^2$,水面蒸发损耗大,玛多站多年平均水面蒸发量达 770 mm,初步估算湖泊年蒸发损耗约 $1.16 \times 10^9 \text{ m}^3$,为黄河沿站年径流量的 1.47 倍,径流量 59.5% 被蒸发掉了。黄河沿以上扎陵湖、鄂陵湖等众多的湖泊多为过水湖泊(吞吐湖),这些湖泊在枯水年份水面蒸发量明显加大,使得黄河沿径流量更小,导致径流年际变化很大,历年最大最小相差达 35.3 倍, C_V 值高达 0.80。由于上游湖泊滞蓄作用,径流年内分配又比较均匀。认为增大黄河源区来水量挖潜方式之一是缩小蓄水面积,减少蒸发损失。但缩小蓄水面积对生态平衡的影响,有待进一步论证。

青海境内黄河水量主要来源于青海达日—甘肃玛曲及附近地区,也就是黄河在青、川、甘三省交界“S”形大转弯上下游的河曲地区。由于阿尼玛卿山(海拔 6 282 m)沿西北向东南走向,黄河绕流东南侧,西南、东南方输入水汽被阿尼玛卿山阻挡,这一区间又位于迎风坡,是黄河上游青海境内降水量最多的地区,年降水量达 600~ 800mm。该区间面积 $40 144 \text{ km}^2$,占循化站控制面积的 28.3%,而区间产水量达 $1.124 \times 10^{10} \text{ m}^3$,占循化站年径流量的 48.8%,区间径流模数达 $2.74 \times 10^5 \text{ m}^3/\text{km}^2$,这一区间及附近是黄河在青海境内的主要产流区和水量来源区。青海境内黄河干流泥沙主要来源于唐乃亥以下。唐乃亥以下黄河从青藏高原向黄土高原过渡,含沙量增大,唐乃亥站含沙量 $0.61 \text{ kg}/\text{m}^3$,贵德增至 $1.15 \text{ kg}/\text{m}^3$,至循化增至 $1.79 \text{ kg}/\text{m}^3$ 。唐乃亥—循化区间的产沙量达 $2.904 \times 10^7 \text{ t}$,占循化站输沙量的 69.0%,而区间面积 $23 487 \text{ km}^2$,占循化站控制面积的 16.1%,区间径流量 $2.2 \times 10^9 \text{ m}^3$,占循化站年径流量的 9.36%,侵蚀模数达 $1 236 \text{ t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$,多年平均含沙量 $13.2 \text{ kg}/\text{m}^3$,该区间是黄河上游在青海境内主要产沙区之一,也是青海省水土流失最严重的地区之一。

黄河上游青海境内除干流唐乃亥至循化区间和湟水的多年平均含沙量超过 $10 \text{ kg}/\text{m}^3$ 外,其余河段含沙量均小于 $1.50 \text{ kg}/\text{m}^3$,说明境内大部分地区水土流失不严重。黄河上游青海境内含沙量小的原因有多方面:(1)耕地少,开垦程度低,地广人稀,人类活动影响小,天然植被保存较好。(2)黄河上游海拔在 3 000 m 以上,气候寒冷,地表冻结时间长,5 000 m 以上的地区

多为永久冰雪覆盖。(3) 大部分地区降水量少, 降水强度小, 而且海拔高地区多为固体降水, 对地表侵蚀, 冲刷能力较小。此外土壤颗粒较粗, 不易悬浮等, 都是形成境内含沙量小的原因。

参 考 文 献

- [1] 王维第, 梁宗南. 黄河上游扎陵湖、鄂陵湖水文及资源特征[J]. 水文, 1981(5): 48-52.
- [2] 高志学, 宋昭升. 黄河上游地区的水文地理概况[J]. 水文, 1984(3): 55-58.
- [3] 水利电力部水文局. 中国水资源评价[M]. 北京: 水利出版社, 1987: 88-89.
- [4] 青海省水利志编委会. 青海河流[M]. 西宁: 青海人民出版社, 1995: 1-8.

论山川秀美与山川秀美建设*

1 山川秀美的含义

着眼于黄土高原乃至全国生态环境及其建设的问题和症结, 总结数十年生态环境建设特别是黄土高原水土保持工作和地区经济发展的经验教训, 学习体会江总书记“山川秀美”的批示和“西部大开发”的指示精神实质, 我们认为“山川秀美”的基本含义是: 山变绿、水变清、人变富。

(1) 山变绿。陡坡广种薄收、林草植被破坏、荒山秃岭, 是黄土高原长期以来存在的严重问题之一。只有陡坡耕地的退耕和绿化, 才能为地面建立坚固永久的植被保护, 从而从根本上防止和控制水土流失和风蚀沙化, 保护土地资源发展地区经济。

(2) 水变清。是针对黄土高原水分利用率不高和水土流失对河湖库渠的淤积两大问题提出的。就黄土高原地区而言, 必须搞好雨水、地表水的保护和充分高效利用, 以防土壤侵蚀并提高土地生产力。只有根治土壤侵蚀, 才能减少河流泥沙保证本区和华北平原的持续发展。

(3) 人变富。是针对黄土高原长期贫穷落后、无力投资治理和国家治理效益低下等问题而提出的。山仑院士近期在《科学时报》撰文指出, 在有粮无钱条件下很难做到真正退耕。只有根治贫困, 加强教育事业, 振兴地区经济, 才可以保证并实现“山变绿、水变清”, 也才可以实现真正意义上的“山川秀美”。

2 山川秀美建设基本思路

(1) 全面规划、分步分区实施。将山川秀美的建设作为一个系统工程, 制订一个全面系统的规划。在重点区域、重点方面先行实施、突破, 然后有组织、有步骤地全面推进。

(2) 以小流域为单元, 以县为基本单位, 综合治理。山川秀美建设是一场大规模的生态环境建设运动, 必须以县为基本实施单位, 制定可行性强的规划并组织落实和实施。以小流域为单元多种措施一齐上, 同步实现“山绿、水清、人富”的目标。

(3) 依靠科学技术, 按自然、经济规律办事。充分利用多年研究成果, 继续研究解决新形势下的新问题, 适应知识经济需求, 充分发挥科学技术第一生产力的作用, 并尽快提高当地居民的文化教育水平, 将是山川秀美建设的重要问题。

(4) 退耕绿化和富民强省同步发展。退耕和绿化是山川秀美建设的基本内容, 为确保建设的顺利开展, 应增加地区自我发展和生态治理的能力, 培育支柱产业, 发展地方经济、消除贫困, 实现富民强省同步发展。

* 本文观点作者曾于 1999 年 9 月 19 日在陕西省山川秀美建设规划会议上提出, 初稿全文于 1999 年 10 月 28 日在“黄土丘陵区中尺度生态持续发展试验研究”1999 年度工作会议上交流。