

浅析西北地区地表水与地下水之间的相互转化关系

谢新民¹, 颜 勇²

(1. 中国水利水电科学研究院水资源研究所, 北京 100044; 2. 水利部水资源司, 北京 100053)

摘要:基于我国西北地区气候特征和水资源开发利用中存在的问题, 定量分析了我国西北地区水循环规律和地表水与地下水之间的相互转化关系. 分析结果表明: 西北地区地下水资源绝大多数是由地表水转化形成的, 水资源开发利用格局或方式的改变将深刻地影响着地下水的补、排关系和补排量的大小; 在西北地区单纯地就地下水而论地下水是不科学的, 应将地表水与地下水资源进行统一评价和规划, 以科学地指导水资源的合理开发和高效利用.

关键词:水循环; 地表水资源量; 地下水资源量; 水资源总量

中图分类号: P641

文献标识码: A

文章编号: 1006-7647(2003)01-0008-03

1 概 况

我国西北地区, 气候干燥, 水资源短缺, 生态环境脆弱, 但光热资源和土地、矿产资源等比较丰富, 属于资源开发主导型地区. 目前我国西北地区国土开发程度比较低, 是我国拥有后备资源最丰富、开发潜力最大的地区, 充分发挥西北地区资源优势, 加快资源开发步伐, 促进社会经济健康、可持续发展, 对21世纪我国整个国民经济发展具有举足轻重的作用. 然而, 西北地区的水资源问题是该地区当前及未来国民经济和社会发展的最大制约因素, 已引起国家和社会各界的严重关注.

在干旱少雨的西北地区, 水资源不仅是维持其社会发展的重要供水水源, 而且是稳定生态环境系统的重要因素. 人类对水资源的不合理开发和利用, 不仅会造成资源的大量浪费, 而且会引起一系列生态环境问题. 例如, 对地下水的过量超采, 会引起地下水位的大幅度持续下降, 造成表层土壤水分含量的降低, 引起植物凋萎, 植被退化以至自然死亡, 从而进一步加剧土地荒漠化和沙漠化的发展; 而对地表水过量引用(大水漫灌等), 则会导致地下水位不断上升, 引起土壤次生盐渍(碱)化、甚至沼泽化的发生或发展. 这两种情况在西北地区是普遍存在的. 在我国西北各流域的中上游地区, 目前大多仍采用“大水漫灌”等传统的灌溉方式, 过量引水灌溉, 普遍存在用水浪费、地下水位偏高、土壤次生盐渍(碱)化、甚至沼泽化等现象; 而在下游地区则存在断流、

河湖萎缩甚至消失, 以及大量超采地下水的现象, 导致地下水位持续下降、土地沙化和荒漠化等严峻的生态环境问题, 如石羊河流域、塔里木河流域、黑河流域等就是这样的例子.

西北地区分内陆河区和外流域区, 其中内陆河区面积为250.5万 km^2 (扣除奇普恰普、额尔齐斯河外流区), 占西北地区总面积的3/4. 这里以内陆河区为重点, 内陆河区的山区面积为98.0万 km^2 , 占其总面积的39.1%, 平原区(盆地)面积为152.5万 km^2 , 占其总面积的60.9%. 内陆河全区多年平均降水量为3569.5亿 m^3 , 其中山区降水量为2972.3亿 m^3 , 占全区总降水量的83.3%, 平原(盆地)降水量597.22亿 m^3 , 占全区总降水量的16.7%.

2 水循环规律与相互转化关系

西北内陆河流域从高山河流源头到下游地区可划分为: 高山冰雪冻土带、山区植被带、山前绿洲带和下游荒漠带. 降水主要集中在高山冰雪冻土带和山区植被带; 山前绿洲带和下游荒漠带降水稀少, 基本上不产生径流. 因此, 出山口径流基本代表了流域的水资源量, 且形成于出山口以上的高山冰雪冻土带和山区植被带.

山区径流出山口后, 在天然情况下, 部分洪水通过漫溢渗漏补给地下水, 其余的通过河道渗漏补给河道两侧的地下水, 最终消失于荒漠或终端湖泊中. 在大规模开发利用的情况下, 人类活动增加了中下游河道两侧径流的侧支循环, 通过引地表径流和开

采地下水进行农田灌溉,多次垂向水量交换,最终使河流水量趋于衰减,甚至干枯.随着社会经济的高速发展,水资源的开发利用规模扩大和方式变化,已导致了水资源数量、质量及其时空分布和内部分配关系等发生了变化,并引起了一系列的生态环境问题.

由山区到流域下游,不同区段地下水与地表水的相互转化关系以及地下水的径流模式亦不相同.山区地下水绝大部分以基流形式排泄,形成地表径流进入盆地,只有占水资源总量 3% 的山区地下水通过侧向径流补给盆地的地下水.西北地区一般河流的基径比在 20% ~ 45% 之间,如玛纳斯河出山口为 45.6%,黑河出山口为 34.6%.出山口后在冲洪积扇的中上部河水(地表水)补给地下水,在西北内陆盆地年径流量小于 0.5 亿 m^3 的河水将全部渗漏,较大的河流也有 30% ~ 40% 的渗漏,如玛纳斯河年平均渗漏量为 1.38 亿 m^3 ,渗漏补给系数为 0.4;黑河年平均渗漏量为 5.27 亿 m^3 ,渗漏补给系数为 0.26.目前大部分河流在山前出山口处建有引水渠,用于盆地农业灌溉,在水利程度较高的地区,渠道引水量所占比例很大,如玛纳斯河渠首引水量占河流流量的 3/4 左右.渠道引水使天然河道流量减少,相应减少了河流入渗补给量.

地下水在水力梯度作用下由冲洪积扇向冲积平原运移,在冲积扇前缘地带,由于含水层颗粒变细,导水性变弱,形成地下水溢出带.地下水沿沟壑以泉水形式溢出地表,汇集流入或形成河流而转化为地表水.在西北地区,泉水溢出量是下游地表水的主要补给源之一,也是维系冲洪积扇前缘绿洲带和冲积平原下游绿色走廊的重要水源.泉域范围内地表水的补给量减少和地下水开采量的增加,是导致泉水流量减少的根本原因.在冲洪积扇前缘以下的冲积平原,潜水含水层颗粒变细,地下水埋藏较浅,其水平径流速度缓慢,地下水是以垂向水量交替为主.该区为大面积农垦区,引用大量地表水灌溉以及渠系、平原水库的渗漏和田间灌溉入渗,使该区地下水补给量较自然状态下大得多.冲积平原地形平坦,自然河网不发育,地下水径流排泄困难,使地下水位上升,甚至接近地表,潜水蒸发量增加,使地下水矿化度升高和产生土壤次生盐渍化、甚至沼泽化.

在天然条件下,冲积平原下游直到尾间湖,除洪水季节外,河流量很小,甚至没有.在洪水季节河流

泄洪通过河道补给地下水,余水流入尾间湖.正是水量不大的河水及其转化所形成的地下水,维系着该带沿河两岸的植物生存,保护着该带十分脆弱的生态环境.

在天然条件下,内陆山区水资源通过河川径流进入盆地后,经多次转化而形成地下水资源,并使盆地间地下水资源分布达到自然平衡,并维系盆地内的生态环境平衡.水资源开发利用,打破了原来的水循环规律和相互转化平衡关系.如山前冲洪积平原或河西走廊的南盆地,由于靠近水资源的补给源,大量开发利用水资源,甚至无计划、高消耗浪费水资源,致使进入下游平原或北盆地的水资源量大幅度地减少,无法满足下游平原或北盆地对水资源的需求,直接威胁下游平原或盆地的经济发展和生态环境.典型的例子是石洋河以牺牲民勤来发展武威:由于上游武威的大量消耗水资源,流入下游民勤的河水流量逐年减少,以致河流尾间湖泊干枯,地下水位急剧下降,水质恶化,绿洲萎缩,弃耕面积超过 1.3 万 hm^2 .

3 水资源量核算与分析

根据“九五”国家科技攻关的有关研究成果^{①~④},西北地区水资源总量为 2 304.4 亿 m^3 ,其中地表水资源量为 2 164.8 亿 m^3 ,地下水资源量为 1 034.6 亿 m^3 ,地表水与地下水的重复量为 895.0 亿 m^3 .分省和流域的具体评价结果,列于表 1.

从表 1 可以看出,西北地区地表水与地下水资源之间的重复量是比较大的,分别占地表水和地下水资源量的 41%, 87%.其中宁夏地表水与地下水资源的重复量分别占地表水和地下水资源量的 287%, 93%;而内蒙古西部地表水与地下水资源的重复量分别占地表水和地下水资源量的 49%, 17%.从流域角度分析可看出,西南诸河片地表水与地下水资源的重复量占地下水资源量的百分比最大,为 100%;长江片次之,为 99%;内陆片最小,为 83%.综合分析表明,西北地区的地下水资源绝大部分是由地表水资源转化形成的,尤其是对于其广大的平原区域,由于当地降水量极其稀少,地下水资源量几乎全部来自地表水的入渗补给.

4 结论与建议

前面的分析结果清楚地表明,在西北地区地表

①“九五”国家重点科技攻关报告(96-912-06-01):宁夏水资源优化配置与可持续利用战略研究.中国水利水电科学研究院等,1999.

②“九五”国家重点科技攻关报告(96-912-02-01):新疆经济发展与水资源合理配置及承载能力研究.中国水利水电科学研究院等,1999.

③“九五”国家重点科技攻关报告(96-912-01-01):西北地区水资源与生态环境评价及其发展趋势研究.水利部南京水文水资源研究所等,1999.

④“九五”国家重点科技攻关报告(96-912-01-03):西北内陆盆地地下水可利用量及其分布研究.国土资源部水文地质环境地质研究所等,1999.

表1 西北地区水资源评价成果

分区	一级区	地表水资源量 /亿 m ³	地下水资源量 /亿 m ³	地表水与地下水 的重复量/亿 m ³	水资源总量 /亿 m ³	重复量占地表 水资源量/%	重复量占地下 水资源量/%
省、 自治 区	新疆	794.4	382.9	320.0	857.3	40	84
	青海	622.1	262.8	257.3	627.6	41	98
	甘肃	297.7	154.8	140.7	311.9	47	91
	宁夏	9.7	29.8	27.8	11.7	287	93
	陕西	425.8	161.1	141.9	445.0	33	88
	内蒙古西部	15.1	43.1	7.4	50.9	48	17
流域	内陆片	981.5	528.4	436.5	1073.4	45	83
	黄河片	475.6	288.6	242.9	521.0	51	84
	长江片	600.8	179.7	177.7	602.8	30	99
	西南诸河片	107.0	38.1	38.1	107.0	36	100
	西北地区	2164.8	1034.6	895.0	2304.4	41	87

水与地下水之间联系密切,相互转化频繁,地下水资源绝大多数是由地表水转化形成的;水资源开发利用格局或方式的改变,将深刻地影响着地下水的补给、径流和排泄关系,以及补给量和排泄量的大小.地下水补、径、排关系及其补排量的改变,则直接导致地下水可开采量的变化.因此,在西北地区单纯地就地下水而论地下水是不行的,也是不科学的,应该将地表水与地下水资源进行统一考虑,进行地表水与地下水资源的统一评价和规划,在查清水资源数量、质量及其时空分布规律的基础上,对地表水与地下水资源进行综合规划,以科学地指导水资源的合理开发和高效利用.同时还应看到,西北地区节水工作是大有前途和第一位重要的,应坚持“开源与节流、生态环境建设与保护并重”的原则,努力实现水资源的优化配置和统一管理.另外,继承、创新和机制转化也是非常重要的,尤其是在严重缺水的山丘区和盆地腹部,没有一个好的投资机制,很难从根本上解决用水困难的问题.

通过总结近40年来我国水资源开发利用的经验与教训,不难发现以前的指导思想存在严重的不足或缺陷,必须更新观念,用先进的理论和思想来指导我国水资源的开发利用,真正实现由“工程水利”

向“现代水利、可持续发展水利”的转变,为水行政主管部门切实贯彻和执行水资源统一管理职责提供必需的理论与技术支持.

基于西北地区地表水与地下水具有的鲜明特点,建议在以前成果基础上选择有代表性的开都河—孔雀河流域等,系统地开展“西北地区典型流域水资源综合开发利用规划试点研究”工作,以促进西北地区水资源的合理开发和可持续利用,推动我国西部大开发战略的早日全面开展和正确实施,确保西北地区社会经济、水资源与生态环境之间的协调、健康发展.同时,该项试点研究也可为我国西北和其他地区大规模开展类似工作提供理论和技术支持,以及积累宝贵的实践经验.

参考文献:

- [1] 谢新民.喀什市地下水系统确定——随机耦合模拟模型[J].河海大学学报(自然科学版),1992,20(1):77~84.
- [2] 谢新民,周之豪.地下水资源系统模糊管理模型及计算方法[J].水文地质工程地质,1994,21(6):27~32.
- [3] 谢新民,秦大庸.宁夏水资源优化配置模型与方案分析[J].中国水利水电科学研究院学报,2000,4(1):16~26,35.

(收稿日期:2002-06-11 编辑:马敏峰)

·简讯·

第7次大坝标准研讨会将在罗马尼亚召开

国际大坝委员会大坝设计计算分析专业委员会第7次大坝标准研讨会将于2003年9月24~26日在罗马尼亚的布加勒斯特召开.这次会议议题有3个:①常态混凝土坝,研究一个在轴线上有一定曲率的重力坝的极限抗滑稳定性问题;②碾压混凝土坝,研究一个碾压混凝土坝在施工与运行期的温度仿真分析问题;③土石坝,研究一个在复杂地基上土石坝的渗流问题.本次会议的特点是:由专业委员会拟定3个左右的具有观测或实验资料的工程,并在网上提供基本分析资料(有限元网格、计算参数、施工运行情况等),供有兴趣的研究者利用自己的程序进行分析,写出论文,提交给委员会.开会期间,通过交流讨论,委员会做出总结报告,与相关论文一并出版.

有关会议的基本信息可从<http://www.Rocold.ro>找到.会议注册和安排、论文提交与论文集等事项可直接联系:General Technical Secretariat: Technical University of Civil Engineering of Bucharest, Attn: Prof. Adrian Popovici, 124 Lacul Tei Bd., 72302 - Bucharest Romania; Phone: +40-21-2421870 or 2421202/169,285; Fax: +40-21-2421870; E-mail: popovici@hidro.utcb.ro.

(朱岳明供稿)