

论董志塬地下水资源及其可持续利用

王 岩 ,刘若琼

(甘肃省庆阳市水务局 ,甘肃 庆阳 745000)

摘要 结合近年野外实际调查和收集到的资料 ,重点分析董志塬地形、构造、地层特性、地下水容积贮存量、天然补给量、允许开采量及井网布置等问题 ,揭示董志塬地下水资源特点 ,提出合理利用 ,优化配置对策 :实施董志塬地下水资源统一管理 ,厉行节约用水 ,提高水资源利用效率和降水入渗补给率。

关键词 地下水 ;董志塬 ;可持续发展

中图分类号 :P641 文献标识码 :A 文章编号 :1004-693X(2005)01-0064-03

Groundwater resources in Dongzhiyuan and its sustainable utilization

WANG Yan , LIU Ruo-qiong

(Qingyang Water Affairs Bureau of Gansu Province , Qingyang 745000 , China)

Abstract :Based on the field data and collected information in recent years , an analysis is given to the topography , constitution , the characteristic of stratum , the storage of groundwater capacity , the natural replenishment capacity , the permitted exploitation capacity , and the distribution of wells . Taking the character of groundwater resources into consideration , some countermeasures for reasonable utilization and optimal allocation of groundwater resources are proposed , such as the united management of groundwater resources , the reduction of water consumption , the improvement of water resources utilization efficiency and the replenishment capacity of precipitation infiltration .

Key words :groundwater ; Dongzhiyuan ; Gansu Province ; sustainable development

董志塬地处甘肃省庆阳市中南部半湿润地区 ,南北长 110 km ,东西宽 50 km ,总面积 812 km² ,是我国最大的黄土塬。近 30 年来 ,随着区域人口增加 ,经济社会快速发展 ,城市化不断扩大 ,董志塬地下水资源的开发利用量逐年增加 ,导致地下水水位急剧下降 ,形成的降落漏斗逐渐扩展 ,在局部区域已经出现多个降落漏斗合并叠加的现象 ,地下水源濒临枯竭。

1 地下贮水构造特点及贮存量分析

1.1 地形及地质特征

董志塬属鄂尔多斯台向斜的西南部 ,是“陇东盆地”的一部分。由于地壳不断上升 ,河流沟谷剧烈下切 ,把原盆地分割成为单独的塬体。其东为马莲河 ,西为蒲河 ,实际上是马莲河、蒲河的分水岭。两河及其支沟把塬体切割得支离破碎 ,多数沟谷下游已切入基岩 ,塬面与沟谷高差在 200 m 左右。塬面南北

狭长 ,略向东南倾斜 ,中间高 ,东西低 ,倾角一般为 2 ~ 4° ,愈靠近塬边 ,倾角愈大 ,约为 3 ~ 7°。

董志塬第四系下伏为白垩系砂页岩 ,产状近乎水平。第四系地层厚度大 ,分布广 ,层位稳定 ,岩性均一 ,产状平缓。下更新统午城黄土厚约 40 ~ 60 m ,普遍出露于塬体四周侵蚀沟的中上游谷底 ,坚硬致密 ,透水性差 ,可视为相对不透水层。其上覆中更新统离石黄土 ,厚度 120 ~ 150 m ,在谷坡、沟头及沟壁普遍出露 ,成分均一 ,较松散 ,具有大孔隙及垂直节理 ,含水性好。中更新统离石黄土上覆为上更新统马兰黄土 ,厚约 10 m ,分布于塬面部分 ,成分均一 ,具大孔隙垂直节理 ,有利于降水入渗。

1.2 地下水分布及特征

根据地形、构造、岩层特性等特点 ,董志塬是一个独立的水文地质单元 ,其主要含水层为中更新统离石黄土 ,下伏下更新统午城黄土是一相对不透水

层 系该贮水构造的隔水层。地下水水位埋藏深度变化大,一般塬心埋藏较浅,最浅 18~20 m,向塬边则逐渐加大,塬边处地下水水位埋深达 60~85 m;同时与塬面宽度有关,塬面宽,则埋藏浅,塬面窄,则埋藏深。含水层厚度与埋藏深度相反,塬心厚,一般为 50~85 m,塬边薄,多在 10 m 以下。地下水水化学类型以重碳酸-镁-钙型为主,矿化度 0.25~0.32 g/L,属中硬淡水。

1.3 地下水补给与排泄

董志塬第四系地层的产状平缓,形成水平构造,没有形成自流水的可能性。塬面四周沟谷切割较深,已不同程度地切入基岩,地面上的水流均在深切的基岩槽内流动,没有由地表水补给的可能性。含水层下伏为午城黄土,分布均一,质地坚硬致密,透水性差,厚度大,不存在由下往上的越流补给。可见,大气降水是董志塬地下潜水的唯一补给源。

董志塬地下水埋藏较深,远远大于黄土层潜水蒸发的极限深度,可以排除塬面上的地面蒸发排泄的可能性。所以,在未开采条件下,地下水以两种方式排泄:一是以沟谷出露的天然下降泉排泄,二是以谷坡处的面状渗流蒸发排泄,但以前者为主要排泄方式。下降泉出露高程为 1 200~1 250 m,涌水量一般为 8~26 m³/d,最大可达 170 m³/d。

1.4 地下水贮存量分析

地下水容积贮存量是指在大气压力条件下,含水层孔隙中的重力水体积量。对于一个理想的水源地来说,在枯水期,由于开采量大于补给量,势必会动用一部分容积贮存量,而这部分水量能在丰水期获得完全补偿。所以说,容积贮存量是水源地可靠性分析的重要指标之一,它与含水层体积成正比,并与含水层的给水度有关。即:

$$Q = \mu V = \mu FH \tag{1}$$

式中:Q 为容积贮存量 m³;μ 为含水层的给水度;V 为含水层体积 m³;F 为含水层分布面积 m²;H 为含水层厚度均值 m,利用水文地质图,采取面积加权平均法求得。

经计算,董志塬地下潜水容积贮存量为 21.5 亿 m³,说明董志塬水源地具有稳定的可靠性。

2 开发利用与存在问题

自 20 世纪 60 年代末以来,为了满足不断增加的需水要求,曾经多次掀起了开发利用地下水的高潮。特别是近年来,随着投资主体多元化,一些部门或个人为了局部利益和眼前利益,利用政府主管部门管理力量薄弱等漏洞,不申请,不办证,乱开滥采,导致局部区域机井工程分布密度过大,开采量急剧增长。据调查,截至 2000 年,董志塬 21 个乡镇共有

机井 923 眼,其中正常运行的 553 眼,其余因设备老化失修或水源枯竭而无法运行。这些机井大部分分布在塬心地带,密度高,开采量大,2000 年取水量达 3 100 万 m³。另外,地处董志塬中部的西峰区系庆阳市政府所在地,人口较多,需水量大。多年来,一直以地下水作为城市供水的主要水源,在塬心附近 10.5 km² 范围内建成城区和董志乡十里湾村两个水源地,年取水量高达 280 万 m³。经过多年大规模集中开采,西峰城区、十里湾水源地地下水水位持续下降,形成降落漏斗,1999~2000 年度,这一区域地下水水位年降幅 1.02~3.71 m,平均降幅 2.37 m,降落漏斗面积为 20.20 km²。城区水源地地下水水位降落漏斗面积达 8.33 km²,基本趋于稳定,十里湾水源地降落漏斗面积为 7.85 km²。

3 对策与措施

3.1 统一规划,实行总量控制

地下水资源的开发利用规划要以允许开采量为依据,这是实行总量控制的前提。允许开采量是指在整个开采期间,在不造成明显的不良后果的前提下能持续开采的最大开采量。也就是说在长期开采条件下,地下水仍应达到一种动态均衡,允许开采量不宜超过多年平均补给量。天然降水是董志塬地下水的唯一补给源,故有:

$$Q_{开} = Q_{补} \tag{2}$$
$$Q_{补} = \alpha PF$$

式中:Q_开 为允许开采量 m³/a;Q_补 为多年平均补给量 m³/a;α 为多年平均降水入渗补给系数;P 为多年平均年降水量 mm;F 为含水层分布面积 m²。

利用上式计算得董志塬地下水允许开采量为 5 006.4 万 m³。

要做到合理布局,避免井与井之间的相互干扰,保证单井出水量,就必须确定单井影响半径。影响半径的经验公式为:

$$R = 2h_0(\frac{Hk}{Hk_0})^{1/2} \tag{3}$$

式中:R 为影响半径 m;h₀ 为抽水稳定时的水位降深 m;H 为含水层厚度 m;k 为含水层渗透系数 m/d。

利用上式计算得出单井影响半径为 242 m。

在明确允许开采量、影响半径、含水层分布情况的前提下,就可以确定单井控制面积、井数、单井最大允许取水量。从而增强地下水资源开发利用规划的前瞻性,保证布局合理,开发有序。

3.2 严格取水许可,强化地下水统一管理

对于不符合规划要求的取水项目,坚决不予审批,对于不经水行政主管部门批准,擅自修建水工程、擅自取水等违法行为,要严肃查处,彻底遏制一些部门和个人从局部利益出发,无序地竞相开发问

题 遏制只顾当前利益掠夺性开发造成水资源浪费和水文地质环境破坏问题,使董志塬地下水资源的开发利用真正走上有计划、按秩序进行的轨道。

3.3 建立水市场调节机制,实施有偿使用制度

开征农业灌溉水资源费,划定禁采区和限制开采区,在限制开采区内要严格按照水行政主管部门核准的取水量取水,对超量取水实行累进加价收费。通过水资源的有偿使用,提高其空间配置的高效性。

3.4 建设节水型社会,实现全面节水

大力发展低压管灌、喷灌、微灌,实现在农业用水总量不增加的前提下的灌溉面积进一步扩大;要限制高耗水工业项目的立项上马,淘汰、关停一批耗水量大的工业企业,促使企业进行技术革新,提高工业用水的重复利用率;要实施城市生活定额供水和超定额累进加价收费制度,积极推广应用节水设施和器具,控制城市生活用水总量。

3.5 狠抓水土保持,增加降水入渗补给

继续抓好塬区农田基本建设,提高塬面平整度,消除地表径流形成条件;新建和加固侵蚀沟沟头防护、水窖、涝池等工程,积蓄地表径流;在塬边坡地实施退耕还林、还草,抓好塬面四旁林、行道树等工程建设,大力推进城市绿地建设进程,提高植被覆盖率,充分利用林草对降水的截留作用,滞蓄雨水。通过实施这些生物、工程措施,改善董志塬地面条件,使塬面雨水不下塬,提高降水入渗补给能力,保证地下水资源可持续利用。

(上接第 63 页)

2.2 节约用水,开发新水源

枣庄市区是城市和工业的主要用水区,工业用水可通过清污分流、一水多用、串联使用、闭路循环、污水回用等措施,提高水的重复利用率,压缩耗水量,充分采用节水型新生产新工艺流程和节水新措施^[4]。枣庄市区目前工业用水重复利用率仅为 10%~40%,如果在现在的基础上提高 15%,则每年可节水 0.11 亿 m³,相当于建一个中小型水源地。城市生活用水要注意节约,坚决杜绝跑、冒、滴、漏等现象。

枣庄市是重要的煤炭能源基地,煤矿众多,具有丰富的矿坑排水,仅每年矿坑排水量就达 2 269 万 m³,这些水源应该充分利用起来,一部分可以用于农田灌溉,一部分用于城市供水,把优质的地下水供给城乡居民及水质要求高的工业。

2.3 建立节水型农业,实施防污工程

应进行农业产业结构调整,并采取生物措施和工程措施解决好用水与蓄水问题。应改变灌溉方式和制度,发展喷灌、滴灌、渗灌等。要讲究最佳灌水时

4 结 论

a. 董志塬是一个独立的水文地质单元,主要含水层为第四系离石黄土,厚约 120~150 m,地下水埋深变化大,最浅 18~20 m,最深 60~85 m。地下水总容积贮存量 21.5 亿 m³。

b. 降水是董志塬地下水资源的唯一补给来源,多年平均补给量为 5 006.4 万 m³,允许开采不宜超过多年平均补给量。平均单井影响半径 242 m。

c. 实施董志塬地下水资源统一管理,严格按照区域水资源规划进行地下水开发利用,实行计划用水,厉行节约用水,提高水资源利用效率,是实现董志塬地下水资源利用的高效性、可持续性的根本途径。加大塬区水土保持力度,提高降水入渗补给率,是董志塬受损水文地质系统恢复与重建的关键。

参考文献:

[1] 供水水文地质勘查编写组. 供水水文地质勘查[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 1980.
[2] 宋克强. 水文地质及工程地质学[M]. 西安: 陕西科学技术出版社, 1991.
[3] 罗湘成. 中国基础水利水资源与水处理实务[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1998.
[4] 殷昌平, 孙庭芳, 金良玉, 等. 地下水水源地勘查与评价[M]. 北京: 地质出版社, 1993.

(收稿日期 2003-07-21 编辑 高渭文)

间和最优灌水量,提高有效输水系数,减少输水中的浪费,推广旱作农业、雨养农业、立体农业等新技术。

在开辟新水源地的同时,要加大力度实施防污工程,利用污水处理系统实现污水资源化,提高污水处理后的利用率,保证水源地范围内工业废水及生活污水达标排放。禁止在水源地保护区内新建污染型企业,改造老企业,保护地表水质不受污染,防止已污染的地表水向地下渗透,地表堆放的煤矸石、工业废渣和垃圾等要及时清理,使地下水水质保持良好。

参考文献:

[1] 徐军祥, 康风新. 山东省地下水资源可持续开发利用研究[M]. 北京: 海洋出版社, 2001. 101~106.
[2] 何宇彬. 中国喀斯特水研究[M]. 上海: 同济大学出版社, 1997. 345.
[3] 王庆良, 刘玉海, 陈志新, 等. 抽水引起的含水层水平应变—地裂缝活动新机理[J]. 工程地质学报, 2002, 10(1): 50.
[4] 陈梦熊, 马凤山. 中国地下水资源与环境[M]. 北京: 地震出版社, 2002. 433.

(收稿日期 2003-06-02 编辑 傅伟群)