

1006-8139(2005)01-44-02

娘子关泉岩溶水动力特征

李纯纪

(阳泉市水文水资源勘测分局, 阳泉 045000)

摘要:根据多年来的勘测、研究资料,分析娘子关泉岩溶水的水动力特征以及岩溶水的补、排规律,为合理开发、利用和保护泉水提供参考依据。

关键词:娘子关 岩溶泉水 动力特征

中图分类号: P641

文献标识码: A

0 引言

娘子关泉位于阳泉市平定县娘子关镇附近,出露于桃河与温河汇流地段,由大小14个泉组成,分布在自程家至苇泽关7 km长的河漫及阶地上,出露标高为360 m~392 m,泉域面积7 000 km²,泉群多年平均流量为10.65 m³/s(1956年~2000年),是我国北方地区最大的岩溶泉。该泉是阳泉市、平定县工农业以及城镇生活重要的供水源地。近年来,娘子关泉水流量有较大幅度的衰减,分析泉水的运动规律和补给条件,为今后更好的开发利用岩溶水资源有着极其重要的意义。

1 泉域水动力分区

娘子关泉岩溶水系统流场总形态以娘子关泉群为排泄点,呈半幅聚状水动力网。该系统岩溶水具有统一流场和水位,以娘子关为排泄基准,可汇集整个岩溶水系统地下径流。根据岩溶地下水赋存和运动特征把泉域划分为三个区:

A区地下水补给径流区:分南北两翼,南翼包括昔阳和平定县南部,北翼包括孟县和平定县北部,面积约2 800 km²,该区岩溶水主要以大气降水为补给来源,具有潜水性。

B区地下水汇集区:西从阳泉与圪套连线东到坡底泉、程家泉一带的桃河和温河河谷之间的三角形地区,面积200 km²,该区岩溶水除接受大气降水补给外,还可接受河流入渗补给,水力坡度平缓。

C区地下水排泄区:指泉群出露地区,西从城西泉、程家泉,东到苇泽关的三角形地区,面积约50 km²,该区岩溶水以管道流为主,主泉眼为地下管道出口,岩溶发育,富水性强。

2 泉域水动力特征

上述三个区岩溶水的赋存形式、水动力特征既有很大的不同而又相互联系,构成了特殊的泉域水动力系统。

2.1 从A区到C区地下水类型的变化

大量的勘测资料证明,从A区到C区,地下水经过了“溶隙脉状水——溶隙管道水”的变化过程。

勘探表明,补给径流区地下岩溶发育极不均匀。尽管

O₂灰岩中同样存在石膏溶层,但发育不完善,深层岩溶呈现出类似层状,仅显示线状分布特征,形成脉状溶蚀带或地下水脉,其分布受构造格局的控制,形成不同形式的地下岩溶水脉网。

补给径流区南翼,沿几组北东向和南北向褶皱断裂带溶蚀强烈,形成地下水主脉。

和顺—昔阳—张庄褶皱断裂带,沿中奥陶系及石炭系界限分布,走向北15°~20°东,呈雁行状斜列,为一系列的褶皱,纵张断层及横张断层。勘探表明,沿此带地下岩溶普遍发育,石膏层溶蚀强烈,钻探中经常发生掉钻、漏水;地表也见有落水洞及河谷漏水点,说明是地表水向下补给的通道;另外,含水层中地下水位偏低,形成一个南北向的低水带,起汇水和导水作用,西固壁—阎庄褶皱断裂带、南界都—斜峪沟褶皱断裂带,也都是岩溶水的富集地段,单井涌水量都在1 000 m³/d左右。

补给径流带北翼的构造基本为近东北向。由一系列东西的褶皱、压扭性断层及纵张断层组成。沿这些断裂带及背斜轴部岩溶较发育,例如管头钻孔,孔内岩溶相当发育,O₂^{s2}及O₂^{x2}含石膏段全被溶蚀成蜂窝状,漏水严重,在O₂^{x2}底部及O₁顶部岩心的岩溶率达70%~90%,从地下水等水位线图可见,在孟县以南沿东西向断裂带形成了东西向的低水位带,即形成了东西向水脉网。

地下水汇集区的溶隙似层状水是由于石膏碳酸盐岩溶破裂带形成的。根据桃河河谷近百个钻孔资料可证实,阳泉一带主要含水层有三层:O₂^{s2}下部,O₂^{s2}中夹层,O₂^{s2}上部;白羊墅一带有二层:O₂^{s2}夹层,O₂^{s2}下部;乱流一带二层:O₂^{s2}下部,O₂^{x2}下部;移穰以东至上盘石一层:O₂^{x2}下部。各含水层均与石膏碳酸盐岩溶蚀带位置吻合。厚度从十几米到二百米不等,抽水试验可见,渗透系数一般为几米/昼夜。

排泄区溶隙通道已被勘探和开发所证实。据山西电力设计院开挖记载其主要特征如下:

1)岩溶通道发育的层位为O₁上部的白云岩与灰岩互层,灰岩岩溶发育,以溶洞为主,一般洞径0.02 m~0.2 m,最大4.57 m,洞内有卵石、黏土。

2)大型泉组是岩溶水的排泄中心,附近岩溶集中发育,有规模较大的地下通道,主泉眼为这类地下水通道出口,而远离泉组不能发现较大的通道。

2.2 从 A 区到 C 区水力状态由潜水变为承压水

在 A 区所有的勘探表明, Q_2 地下水具有潜水性, 钻孔水位随钻进深度逐渐下降。

在 B 区地下水为半承压水性, 在各岩溶含水带中的地下水明显的具有承压性, 大多数钻孔是: 当钻进在完善灰岩层时干枯无水; 但钻至下伏的岩溶层时, 钻孔突然漏水, 而水位马上上升至区域地下水位处。如会里附近的钻孔, 开孔标高 566.779 m, 钻至标高 300 m 时, 即深 260 m 时, 钻孔干枯无水, 但在 260 m 深以下遇 O^{S_2} 下部强岩溶含水带, 水位马上上升至标高 420 m 左右。在本区中, 下部的岩溶含水带往往比上面的岩溶含水带水位略高。

在 C 区基本是岩溶管道潜水性。

据对五龙泉组的二次抽水试验资料, 作 $Q \sim S$ 曲线图可看出, 泉水基本上反映了非完整井潜水的性质。

2.3 三个区的地下水水力坡度不同

从 A 区到 C 区, 地下水水力坡度由陡 ~ 缓 ~ 较陡, 南翼从分水岭至桃河河谷, 地下水水力坡度为 7.0 ‰, 北翼从管头到了圪套, 水力坡度为 9.0 ‰。

地下水汇集区 从阳泉到程家水力坡度为 0.9 ‰ ~ 1.0 ‰。

地下水排泄区 由城西泉到苇泽关水力坡度为 3.5 ‰。

上述情况表明, B 区是泉域岩溶最发育的部位, 含水层多, 储水性大, 汇集各方来水, 形成地下水的主要库容。

3 岩溶水的补给、径流与排泄

大量岩溶水文地质勘探资料表明, 娘子关泉域是一个具有独立的补给、径流和排泄系统的岩溶含水地块, 是北方型岩溶蓄水构造的典型代表。现对本区岩溶水补给机制, 岩溶水运动规律概述如下:

3.1 岩溶水的补给

从娘子关泉域岩溶水补给机制来看, 明显地表现出三大特点: 一是面状入渗, 二是连续性入渗, 三是河道渗漏。

1) 大气降水为娘子关泉域岩溶水的主要补给来源。其补给方式有二: 一是裸露灰岩区降水入渗, 二是慢速渗漏。

2) 裸露灰岩区垂直入渗带厚度较大, 一般在 200 m ~ 250 m 之间, 而且一些岩溶裂隙与溶洞又多被黏土充填, 其充填程度由上至下逐渐减弱。总之, 垂直入渗带具有良好的滞水能力, 可把季节性的降水补给变化为连续性的入渗水流, 使岩溶含水层不断地获得补给, 所以娘子关泉的泉水流量相对稳定。

3.2 岩溶水运动规律

水文地质勘探资料表明, 中奥陶统岩溶水具有统一的地下水面, 并以娘子关泉为排泄基准面, 构成了完善的水动力场。由于泉域边界条件的限制, 中奥陶统岩溶水呈辐聚型运动, 即由孟县、阳泉、昔阳方向向娘子关方向运动。桃河、温河流域岩溶水运动方向与河流流向基本一致, 松溪河流域岩溶水流向与河流流向相反。流速为 8.8 m/d, 属层流运动。

从垂直方向岩溶水文地质结构来看, 可划分为三个较为稳定的水动力带: I. 垂直入渗带, 其岩溶发育强度较为稳定均一, 具有连续性慢速入渗水流; II. 水平渗流带, 为 200 m ~ 300 m 岩溶发育强烈, 但具有较为均一的渗透性, 岩溶水实际流速很小; III. 深部弥散带, 岩溶发育微弱, 属岩溶水滞流带。

3.3 岩溶水的排泄特点

娘子关泉属于分散排泄, 共有 14 个泉水出漏点, 分散于 7 km 桃河、温河汇合处至娘子关镇的河谷、漫滩及阶地带。其特点为: (1) 为全排型溶泉水; (2) 由于泉域面积广, 含水层厚度大, 加之以细微裂隙含水介质为主, 故岩溶含水层具有良好的调节能力, 泉水排泄量十分稳定; (3) 娘子关泉群是岩溶水排泄的中心, 各泉组受统一流场控制, 总出水量、水温、矿化度等基本一致, 其间水力关系密切。近年来, 由于大气降水补给减少, 地下水的超量开采, 泉域内工业及城市生活污水的排入入渗补给泉水, 造成了娘子关泉水水量衰减和水质污染, 已经给当地经济发展造成了一定影响。所以要充分了解娘子关泉岩溶水的运动、变化规律, 合理开发利用娘子关泉水, 并对泉水加以有效的管理和保护。

作者简介: 李纯纪, 男, 1969 年生, 1997 年毕业于华北水利水电学院, 助理工程师。

[收稿日期 2004 - 10 - 12]

Dynamic Character of Niangziguan Karst Spring

Li Chunji

Abstract According to the investigation and research data, the dynamic character of Niangziguan Karst Spring and its recharge and drainage rule are analyzed. The reference basis for development, utilization and protection of spring are put forward.

Key words: Niangziguan karst spring dynamic character