

渭北袁家坡、筛珠洞二泉流量的理论频率计算及其评述^{*}

陶书华

(地矿部陕西地质矿产勘查开发局第一水文地质工程地质队)

摘 要 本文根据渭北地区已有的袁家坡、筛珠洞两个岩溶泉流量的报道,进而用理论频率法对该二泉水进行了资源评述。认为泉水的流量应以保证率 50% 的数值或以平均数值称之较妥,而开采资源应以最高保证率的流量数值最为可靠。

关键词 岩溶泉水 流量 开采资源 理论频率法 渭北

1 问题的提出

陕西省的渭河之北,简称渭北。渭北岩溶分东西两部,基本上以渭河支流石川河以东的赵老峪至薛镇一线为界。东部岩溶地层以中奥陶统马家沟组、峰峰组为主,而西部岩溶地层则以中、上奥陶统龙门洞组、桃曲坡组和唐王岭组组成。无论是在渭北的东部还是西部,均有较大的岩溶水露头分布,诸如东部岩溶区的袁家坡泉($2.06\text{m}^3/\text{s}$)、温汤泉($0.85\sim 1.03\text{m}^3/\text{s}$)、漠泉($> 1.92\text{m}^3/\text{s}$)^①等;西部岩溶区的筛珠洞泉($1.60\text{m}^3/\text{s}$)、龙岩寺泉($0.5\text{m}^3/\text{s}$)、牛鼻峰泉($0.08\text{m}^3/\text{s}$)^②等。由于研究程度深浅不一或采用计算方法不同,所得各泉的流量有很大差异,表 1 表 2 分别为袁家坡泉和筛珠洞泉的流量值。由此二表可看出,不同作者所测得的结果相

表 1 不同作者的袁家坡泉水流量数据表

Tab. 1 Historical information about the data on the discharge rate from the Yuanjiapo Spring

作者	张治平等 ^③	陕西二水 ^④	王桂增 ^[1]	本文作者
时间	1980	1989	1993	1997
流量 (m^3/s)	3.20	2.00	1.98	2.06
评价方法	据河库漏失量推算	实际堰测		理论频率

^{*} 作者简介:陶书华,男,1936年生,高级工程师,长春地质学院水工系函授本科毕业。(710068)西安市陵园路 19号。
收稿日期:1997- 01- 06;改回日期:1997- 02- 25
^① 据陕西第二水文地质队《陕西渭北东部岩溶地下水及其开发利用前景》报告,1989年。
^② 据陕西第一水文地质队《陕西乾县山区基岩地下水赋存规律研究报告》,1981年。
^③ 张治平、刘文斋《渭北岩溶水赋存规律及其综合利用》(北方岩溶水会议交流资料),1980年。
^④ 陕西省地矿局第二水文地质队《陕西省渭北东部岩溶水赋存规律及其综合利用初步研究报告》,1985年。

表 2 不同作者的筛珠洞泉水流量数据表

Tab. 2 Historical information about the data on the discharge rate from the Shaizhudong Spring

作者	张治平等 ^①	陕西一水 [*]	王桂增 ^[1]	本文作者
时间	1980	1982	1993	1997
流量 (m ³ /s)	0.8	2.7	2.7	1.47
评价方法	据河库漏失量推算 统计法、降水入渗法			理论频率

差较大。为了正确认识该二泉的流量,使其合理地为工农业生产服务,根据我们所掌握的资料,下面拟用理论频率法进行计算和评述。

2 理论频率的计算^[2]

对于一个全排型的大型岩溶泉水的流量,基本上代表了该泉域内地下水的径流量,它是一个随时间变化的随机变量;泉水的枯水流量,一般就代表了泉水的可采资源。理论频率法,就是根据泉水流量的变化频率,在一定保证率的条件下,求出泉水的可采资源。具体方法是采用泉水下游河流最枯清水流量(此时泉水上游河水流量为零)作为泉水流量,以年为单位(即每年的河水最枯流量),选取 1956~ 1985年 30个数据,作为频率计算的依据。

2.1 袁家坡泉水流量理论频率计算

采用洛河洪头水文站附近之固市测点 1956~ 1985年历年的最枯清水流量(表 3),经过离差系数与偏差系数的计算,其结果为:

$$\text{平均流量 } \bar{Q} = \frac{\sum Q}{n} = 2.13\text{m}^3/\text{s}$$
$$\text{离差系数 } C_v = \frac{\sqrt{\frac{\sum (K_i - 1)^2}{n - 1}}}{\bar{Q}} = \frac{\sqrt{\frac{\sum (K_i - 1)^2}{30 - 1}}}{2.13} = 0.16$$

上述两式中, $\bar{Q}$ 为平均流量(1956~ 1985年 30个数值的平均值) m^3/s ; $\sum Q$ 为全部流量的总和(30个流量数值的总和) m^3/s ; n 为流量的总观测次数; K_i 为变率,即某一次泉水流量与多年平均流量之比。

对地表水来说,偏差系数 $C_s = (2 \sim 4)C_v$ 。流量越稳定,采用的系数就应越大。袁家坡泉和筛珠洞泉流量都较稳定,其系数本应采用 4或比 4更大的数值,但由于该二泉均位于我国北方干旱半干旱地区,且为岩溶地下水,为了结果偏于安全,系数仍采用 2较妥。据此得:

$$C_s = 2C_v = 2 \times 0.16 = 0.32$$

查皮尔逊Ⅲ型曲线求出 h 值(表 4)。

由上述数据作出理论频率曲线(图 1)。

从理论频率计算可知,袁家坡泉水的流量,保证率在 50%的时候,流量为 $2.06\text{m}^3/\text{s}$;保证率为 80%的时候,流量为 $1.83\text{m}^3/\text{s}$;保证率为 95%的时候,流量为 $1.59\text{m}^3/\text{s}$;保证率为 99.9%的时候,流量为 $1.23\text{m}^3/\text{s}$ 。因此,在考虑开采资源时,应以最高保证程度为依据。

* 陕西省地矿局第一水文地质队,陕西省乾县山区基岩地下水赋存规律研究报告, 1981年。

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www

表 3 袁家坡泉水流量频率计算原始数据表

Tab. 3 Original data on frequency calculation of the discharge rate from the Yuanjiapo Spring

年份	流量 (m ³ /s)	序号	大小顺序		变率 $K_i = \frac{Q_i}{\bar{Q}}$	$K_i - 1$	$(K_i - 1)^2$	经验频率 $P = \frac{M}{N+1} \times 100\%$
			年份	流量 (m ³ /s)				
1956	1.78	1	1985	3.19	1.50	0.50	0.25	3.2
1957	1.78	2	1984	2.90	1.36	0.36	0.1296	6.45
1958	1.98	3	1976	2.80	1.22	0.22	0.0484	9.68
1959	1.85	4	1968	2.51	1.18	0.18	0.0324	12.90
1960	1.98	5	1977	2.44	1.15	0.15	0.0225	13.13
1961	1.98	6	1983	2.40	1.13	0.13	0.0169	19.35
1962	1.83	7	1969	2.40	1.13	0.13	0.0169	22.58
1963	1.86	8	1967	2.40	1.13	0.13	0.0169	25.80
1964	1.79	9	1978	2.31	1.08	0.08	0.0064	29.03
1965	2.09	10	1982	2.22	1.04	0.04	0.0016	32.26
1966	1.94	11	1970	2.20	1.03	0.03	0.0009	35.48
1967	2.40	12	1974	2.00	0.99	- 0.01	0.0001	38.70
1968	2.51	13	1965	2.09	0.98	- 0.02	0.0004	41.93
1969	2.40	14	1975	2.07	0.97	- 0.03	0.0009	45.16
1970	2.20	15	1973	2.02	0.95	- 0.05	0.0025	48.39
1971	1.88	16	1972	2.00	0.94	- 0.06	0.0036	51.61
1972	2.00	17	1961	1.98	0.93	- 0.07	0.0049	54.83
1973	2.02	18	1960	1.98	0.93	- 0.07	0.0049	58.06
1974	2.11	19	1958	1.98	0.93	- 0.07	0.0049	61.29
1975	2.07	20	1979	1.94	0.91	- 0.08	0.0064	64.52
1976	2.80	21	1966	1.94	0.91	- 0.08	0.0064	67.74
1977	2.44	22	1971	1.88	0.88	- 0.12	0.0144	70.96
1978	2.31	23	1963	1.86	0.87	- 0.13	0.0169	74.19
1979	1.94	24	1959	1.85	0.868	- 0.14	0.0196	77.41
1980	1.65	25	1962	1.83	0.86	- 0.14	0.0196	80.64
1981	1.65	26	1964	1.79	0.84	- 0.16	0.0256	83.87
1982	2.22	27	1956	1.78	0.835	- 0.16	0.0256	87.09
1983	2.4	28	1957	1.78	0.835	- 0.16	0.256	90.32
1984	2.9	29	1980	1.65	0.77	- 0.23	0.0529	93.55
1985	3.19	30	1981	1.65	0.77	- 0.23	0.0529	96.77

表 4 袁家坡泉水流量理论频率计算表

Tab. 4 Calculations of the theoretical frequency of the water discharge from the Yuanjiapo Spring

频率 (%)	1	3	10	20	30	50	70	80	90	95	97	99	99.9
h	2.56	2.01	1.31	0.82	0.48	0.05	0.56	0.85	1.24	1.54	1.74	2.08	2.61
$K_p = hC_v + 1$	1.41	1.32	1.21	1.13	1.08	1.01	0.91	0.86	0.80	0.75	0.72	0.66	0.58
$Q = \bar{Q} K_p$	3.00	2.81	2.58	2.41	2.30	2.06	1.93	1.83	1.70	1.59	1.53	1.40	1.23

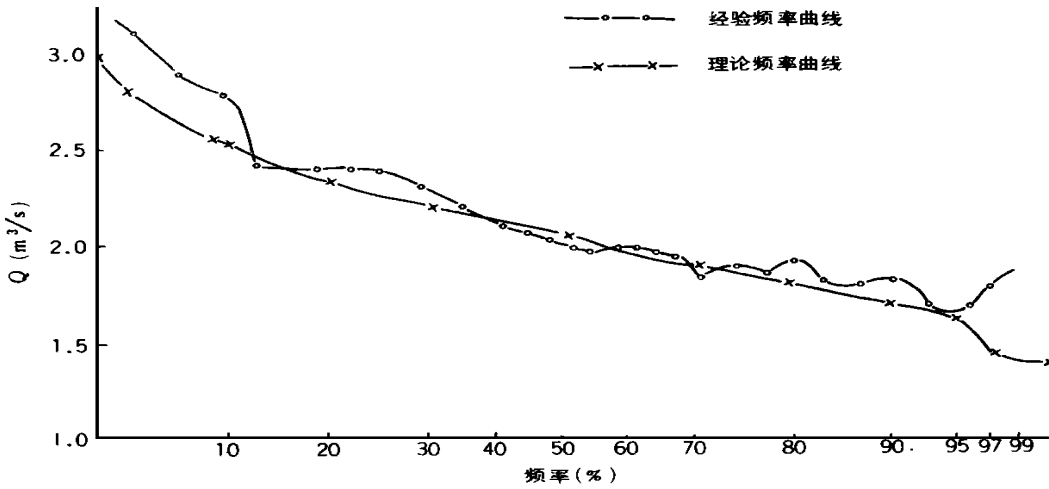


图 1 袁家坡泉水流量频率曲线图

Fig. 1 Curves showing the water discharge frequency of the Yuanjiapo Spring

2.2 筛珠洞泉水流量理论频率计算

根据 1956~ 1985 年 30 年张家山水文站筛珠洞泉下游最枯清水流量资料* (表 5), 同样求出筛珠洞泉不同保证程度的流量 (表 6).

筛珠洞泉水的平均流量 $\bar{Q} = 1.538\text{m}^3/\text{s}$

离差系数 $C_v = \frac{E(K_i - 1)^2}{n - 1} = \frac{0.6468}{29} = 0.15$

偏差系数 $C_s = 2C_v = 2 \times 0.15 = 0.30$

式中代号意义同前。

帖述数据作出理论频率曲线如图 2 所示

从理论频率计算可知,当保证率为 50% 时筛珠洞泉水的流量为 $1.60\text{m}^3/\text{s}$; 当保证率为 80% 时, 泉水流量为 $1.38\text{m}^3/\text{s}$; 当保证率为 95% 时, 泉水流量为 $1.22\text{m}^3/\text{s}$; 即使百年一遇 (保证率 99%) 的干旱枯水年, 泉水流量也为 $1.09\text{m}^3/\text{s}$

* 包括泾惠渠清水流量资料。
(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www

表 5 筛珠洞泉水流量频率计算原始数据表

Tab. 5 Original data on frequency calculation of the discharge rate from the Shaizhudong Spring

年份	流量 (m ³ /s)	序号	大小顺序		变率 $K_i = \frac{Q_i}{\bar{Q}}$	$K_i - 1$	$(K_i - 1)^2$	$P = \frac{M}{N+1} \times 100\%$
			年份	流量 (m ³ /s)				
1956	1.01	1	1968	2.24	1.46	0.46	0.2116	3.20
1957	1.28	2	1977	1.94	1.26	0.26	0.0676	6.40
1958	1.29	3	1967	1.91	1.21	0.24	0.0576	9.68
1959	1.50	4	1961	1.71	1.11	0.11	0.0121	12.90
1960	1.44	5	1978	1.70	1.11	0.1	0.0121	13.13
1961	1.71	6	1980	1.69	1.10	0.10	0.0100	19.35
1962	1.38	7	1979	1.64	1.10	0.10	0.0100	22.58
1963	1.50	8	1985	1.64	1.10	0.10	0.0100	25.80
1964	1.51	9	1984	1.63	1.06	0.06	0.0036	29.03
1965	1.54	10	1975	1.61	1.05	0.05	0.0025	32.26
1966	1.42	11	1976	1.60	1.04	0.04	0.0016	35.48
1967	1.91	12	1981	1.56	1.01	0.01	0.0001	38.70
1968	2.24	13	1965	1.54	1.00	0.00	0.0016	41.93
1969	1.49	14	1964	1.51	0.98	- 0.02	0.0004	45.16
1970	1.36	15	1972	1.51	0.98	- 0.02	0.0004	48.39
1971	1.41	16	1963	1.50	0.98	- 0.02	0.0004	51.61
1972	1.51	17	1959	1.50	0.98	- 0.02	0.0004	54.83
1973	1.40	18	1969	1.49	0.97	- 0.03	0.0009	58.06
1974	1.42	19	1982	1.48	0.96	- 0.04	0.0016	61.29
1975	1.61	20	1960	1.44	0.94	- 0.06	0.0036	64.52
1976	1.60	21	1966	1.42	0.92	- 0.08	0.0064	67.74
1977	1.94	22	1974	1.42	0.92	- 0.08	0.0064	70.96
1978	1.70	23	1971	1.41	0.92	- 0.08	0.0064	74.19
1979	1.64	24	1973	1.40	0.91	- 0.09	0.0081	77.41
1980	1.69	25	1962	1.38	0.90	- 0.10	0.0100	80.64
1981	1.56	26	1970	1.36	0.88	- 0.12	0.0144	83.87
1982	1.48	27	1983	1.34	0.87	- 0.13	0.0169	87.09
1983	1.34	28	1958	1.29	0.84	- 0.16	0.0256	90.32
1984	1.63	29	1957	1.28	0.83	- 0.17	0.0289	93.55
1985	1.64	30	1956	1.01	0.66	- 0.34	0.1156	96.77

表 6 筛珠洞泉水流量理论频率计算表

Tab. 6 Calculations of the theoretical frequency of the water discharge from the Shaizhudong Spring

频率 (%)	1	3	10	20	30	50	70	80	90	95	97	99
h	2.54	2.00	1.31	0.82	0.48	- 0.05	- 0.56	- 0.85	- 1.24	- 1.55	- 1.75	- 2.10
$K_p = hC_{\alpha} + 1$	1.38	1.30	1.05	1.12	1.07	1.01	0.92	0.87	0.81	0.77	0.74	0.69
$Q = Q^{\circ} K_p$	2.19	2.06	1.90	1.77	1.69	1.60	1.46	1.38	1.28	1.22	1.17	1.09

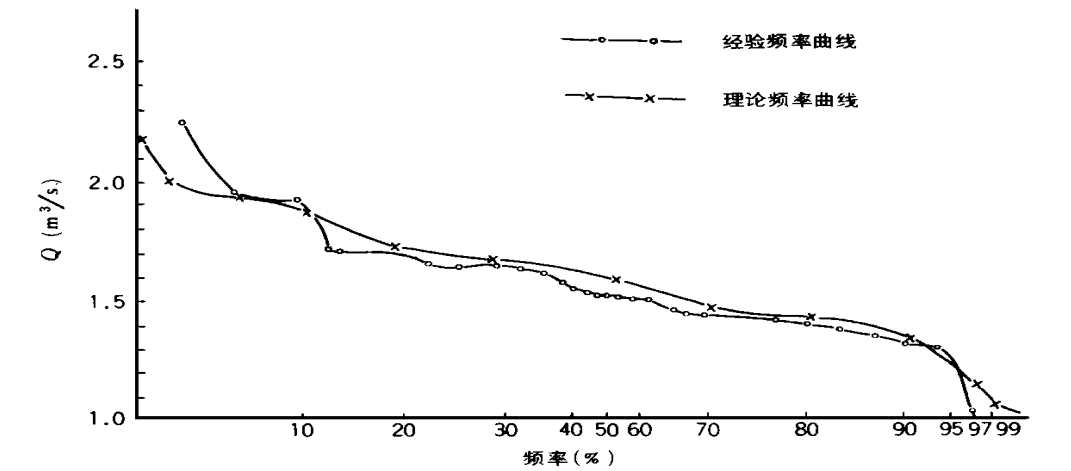


图 2 筛珠洞泉水流量频率曲线图

Fig. 2 Curves showing the water discharge frequency of the Shaizhudong Spring

3 计算方法评述

(1)理论频率法 ,是用多年的长系列的观测资料进行数量统计的 ,所得到的结果是比较精确可靠的 以 50% 的频率计 ,袁家坡泉水流量为 2. 06m³ /s ,筛珠洞泉水流量为 1. 6m³ /s 而开采资源应以最高保证程度为依据。

(2)用地表水的漏失量、降水入渗法、地下水径流模数法等计算 ,都只能评价大面积范围内对地下水的补给量 ,降水入渗法又只能对评价一个封闭的、完整的泉域的地下水的补给资源有指导意义 而在大面积的岩溶地区 ,岩溶水分散出露 (如袁家坡泉、温汤泉、汤里泉、常乐泉都同属一个岩溶地区) ,各泉的泉域范围不清 ,加之地下情况 (包括岩性、构造等)千变万化 ,因此很难用上述方法来评价单个泉水的资源 同时 ,对大型泉群如筛珠洞泉的流量评述 ,不能用实测散泉流量进行汇总 ,因为岩溶发育深度较大 ,地下水渗透力强 ,下游流量往往重复上游的流量 ,用散泉汇总致使流量偏大许多 ,如表 3 中的陕西一水用统计法、降水入渗法所得到的筛珠洞泉流量为 2. 7m³ /s ,可能就是由上述原因引起。

参 考 文 献

1 王桂增.陕西渭北岩溶热水赋存及开发利用研究.陕西地质,1993年 1期
2 供水水文地质手册编写组.供水水文地质手册(第二册).地质出版社,1977 661~ 676

CALCULATION AND COMMENT ON THEORETICAL
FREQUENCY OF DISCHARGE RATE FROM TWO
SPRINGS AT YUAN JIAPU AND SHAIZHUDONG
IN THE NORTHERN AREA OF WEIHE, SHAANXI

Tao Shuhua

(No. 1 Hydrogeological and Geological Engineering Team, Shaanxi Bureau of
Geology and Mineral Exploration and Development)

Abstract

Based on the records of the water discharge from two karst springs at Yuanjiapu and Shaizhudong in the northern area of Weihe, Shaanxi Province, some comments on the water resources of the two springs are made by use of the method of theoretical frequency . For the value or the average value of the discharge rate from springs, a value, 50% of the rates guaranteed, is considered to be more reasonable and for exploitable resources, the highest discharge rate guaranteed more reliable.

Key words Karst spring Discharge rate Exploitable resources Method of theoretical frequency Northern Weihe

(上承 137页)

The other was to determine the limits of the cone of influence of the hydraulic capture zone in order to offer hydrogeological basis for underground remediation with physical, chemical and microbial methods. The tracer applied was radioisotope I. The results of the tests were satisfying.

Key words Fracture-karst water Tracing test Remediation of petroleum contamination Hydraulic capture zone