

# 云南南洞地下河系统及 水资源开发利用\*

康彦仁

(地矿部岩溶地质研究所)

**提 要** 南洞地下河系统,流域面积 986km<sup>2</sup>,年迳流总量 2.988 亿 m<sup>3</sup>,是南盘江支流——芦江河的重要补给水源,流域由岩溶高原、断陷盆地、盆间丘陵几部分组成。中三叠统个旧组(T<sub>2</sub>g)灰岩是主要含水层位。地下河系统由多条地下河组成,是早期南洞地下河与大黑水洞地下河经后期发展、演化、归并袭夺而形成。虽水文地质条件十分复杂,但资源丰富,开采潜力巨大,磨石沟地下筑坝,是最优的开发方案。

**关键词:** 岩溶;地下河;水资源;开发利用;云南南洞。

南洞地下河系统,位于云南省南部蒙自、开远、个旧市境内,出口在开远市以南约 8km。流域面积 986km<sup>2</sup>,年平均迳流总量 2.988 亿 m<sup>3</sup>,平均流量 9.474m<sup>3</sup>/s,出口高程 1067m,是珠江水系南盘江支流——芦江河的重要补给水源。该地下河系统正处于北回归线上,年均气温 17~18℃,年降雨量:平坝区 800mm,高原山区 1200mm 左右,主要集中于 6~9 月、11 月至次年 4 月,干燥少雨,显现气候温和、干湿季分明的特点。三叠系个旧组(T<sub>2</sub>g)碳酸盐岩为主要含水层,断裂构造发育。地下水位埋深多在 100m 以下,水位变幅 60~120 多米,地下岩溶管道系统错综复杂,是由多条地下河经长期发育演化、归并袭夺形成,水文地质条件十分复杂的岩溶地下水系统,其开发利用潜力巨大。作者曾在该区工作多年,现撰文以饗读者。

## 1 自然地理地质背景条件

南洞地下河系统地处印度板块、西藏板块与扬子板块相互碰撞挤压形成的康滇菱形板块的东南角。其北西、近南北、东西及北东四组构造都十分发育,以北西及近南北向两组断裂

作者简介:康彦仁,男,58岁,高级工程师,1960年毕业于长春地质学院水文地质工程地质专业。(541004)桂林市七星路40号。

\*该文是在地质行业基金项目 88129 号的研究报告基础上写成,该项目由朱学稳负责,唐建生、高明刚、汪训一及马愈辉等同志参加。

构造为主,控制着整个地下河系统的形成和演化。系统内以三叠系中统个旧组( $T_2g$ )碳酸盐岩为主,厚达1000~2000余米。古生界地层见于东北部及东南部边缘一带。第三系、第四系地层,主要分布于大庄、草坝、蒙自、鸡宁等断陷盆地内。第三纪以来的强烈抬升、断块运动,使得断陷湖盆与山体相对高差达700~800m以上,并形成了岩溶高原、断陷盆地、盆间丘陵三种截然不同的地质、地貌景观(图1)。岩溶高原高程为1800~2000m左右,面积500多 $km^2$ 。

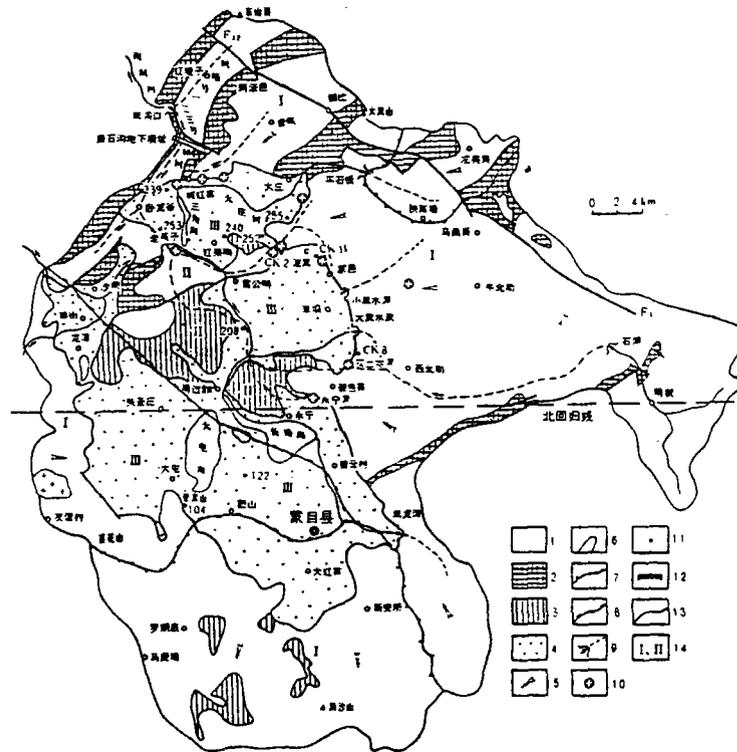


图1 南洞岩溶地下水系统综合水文地质简图

1. 岩溶含水层; 2. 碎屑岩裂隙含水层; 3. 泥灰岩裂隙孔隙含水层; 4. 粘土、砂、砾石孔隙含水层; 5. 地下水主要流向;  
6. 流域边界; 7. 地表水分水岭; 8. 深部阻水边界; 9. 地下河及其出口; 10. 落水洞; 11. 钻孔及编号; 12. 拟建地下坝段;  
13. 地貌单元界线; 14. 地貌单元代号: I. 岩溶高原区, II. 盆间丘陵区, III. 断陷盆地。

(据云南省地质局第十五地质队1/20万个旧福水文地质资料整理)

最高处大黑山山顶高程为2700多米,主要由个旧组灰岩组成,岩溶十分发育,地面峰丛洼地、漏斗星罗其布,密度可达10~15个/ $km^2$ 。高原面上,耕地稀少,溪流罕见,仅有杨柳河小溪终年不干,于石洞村附近注入地下。

分布于高原面上碳酸盐岩岩层间的砂页岩层( $P_2l$ 、 $T_2f$ )等多呈北东向展布,厚100~200余米,成为整个地下河系统的流域边界,或成为系统内子系统的分隔边界。

断陷盆地呈串珠状南北向分布,面积300多 $km^2$ ,高程1260~1310m左右。广布第三系

泥灰岩、泥岩及第四系粘土、砂质粘土等,共厚 300~500 多米。盆地内地势平坦,耕地连片,有耕地近 40 万亩,并有第三纪以来的残留湖泊——三角海、长桥海、大屯海等水体,其总库容近 1 亿  $\text{m}^3$ ,成为盆地内最重要的水域及工农业的主要供水水源。盆地内人口集中,经济发达,交通方便,但水低田高,水源不足,经济发展受到严重制约。

盆间丘陵,高程 1400~1500 余米,主要为第三系泥灰岩( $N_2$ )或个旧组( $T_2g$ )碳酸盐岩组成,前者多为垄岗或缓丘地形,高出盆地数十米,主要分布于草坝盆地与蒙自盆地间;后者常为起伏不大的峰丘洼地,高出盆地 100~200m,峰洼比高 30~50 余米。在盆地周边,因受地质构造条件及早期湖盆湖水渗漏影响,分布有众多的出水洞或落水洞、塌陷竖井等,成为这种高原断陷湖盆的重要特点。著名的有:永宁洞、灰土地洞、大黑水洞、家邑村洞、老燕子洞、五家子落水洞、城红寨东西落水洞等。

第三纪以来由于地壳的变迁,岩溶发育向深部及高原内部延伸,使得高原上厚达 1000 多米的个旧组碳酸盐岩岩溶发育深度达 200~300m 以下,已知最深竖井 208.5m,大小黑水洞出口高程低于山顶约 600~700m。已探明洞穴系统长度:石洞 3.8km,其中 I 号暗河长 1.58m,II 号暗河长 1.55km,大黑水洞 0.85km,并有上下多层通道。由此可见系统内岩溶发育的一斑。

## 2 南洞地下河系统的基本格局

### 2.1 系统的边界问题

岩溶地下水系统的边界,可概括为:阻水或相对阻水岩层边界、阻水断层边界、地表分水岭边界、地下分水岭边界及混合型边界。除第四种为移动性边界外,均为固定性边界。南洞地下河系统,平面展布呈北西向长方型状(图 1)。岩溶含水层厚越千米,地质构造条件复杂,沉降盆地与抬升的岩溶高原高差一千多米,边缘河谷深切,使得系统的边界呈现多种类型,较为复杂。据已有地质、物探及水文地质资料,确定其边界如下。

东北部边界:沿东山顶—大黑山—左美果东—马吊陡坎—腰牌垭口,呈北西南东向分布,长约 50km。这一地段,虽有开远—马吊陡坎区域性压性大断裂( $F_1$ )分布,有一定的阻水作用,但断层上盘形成的 300~500m 陡坡,是明显的地表分水岭,标高约 2300m,而且在黑那泥、马桑箐、坝圪、斯不底有季节性小溪,汇集了断层上盘的地表水和地下水,由北东流向南西穿越了该断层。因此,我们以该地表分水岭为系统的东北部边界。

西北部边界:由东山顶—南洞台—麻栗坡至金鸡寨,北东~南西向长约 26km。其东山顶—麻栗坡为阻水断层( $F_{12}$ )及阻水岩层组合边界, $F_{12}$ 断层使个旧组( $T_2g$ )逆冲于法郎组( $T_2f$ )之上,法郎组砂页岩厚 200~300m,阻水作用十分明显。麻栗坡—金鸡寨段为法郎组地层形成的地表分水岭,它也是鸡于盆地的北部地表分水岭。

东南部边界:东段以高原面上的杨柳河流域的边界为界,为地表分水岭边界。西段,因受它次邑—楚者冲断层( $F_{14}$ )影响,法郎组( $T_2f$ )呈北东东向分布,其砂页岩形成明显的地表分水岭。 $F_{14}$ 断层以南,多古生界地层出露。

西南部边界:据物探资料,从黑龙坛—鸡于有一北西向的断裂( $F_{12}$ ),沿此断裂形成了一个新第三纪以来的沉积深槽(图 2),沉积了厚达 300~850m 的泥灰岩、泥岩、褐煤等,其底界

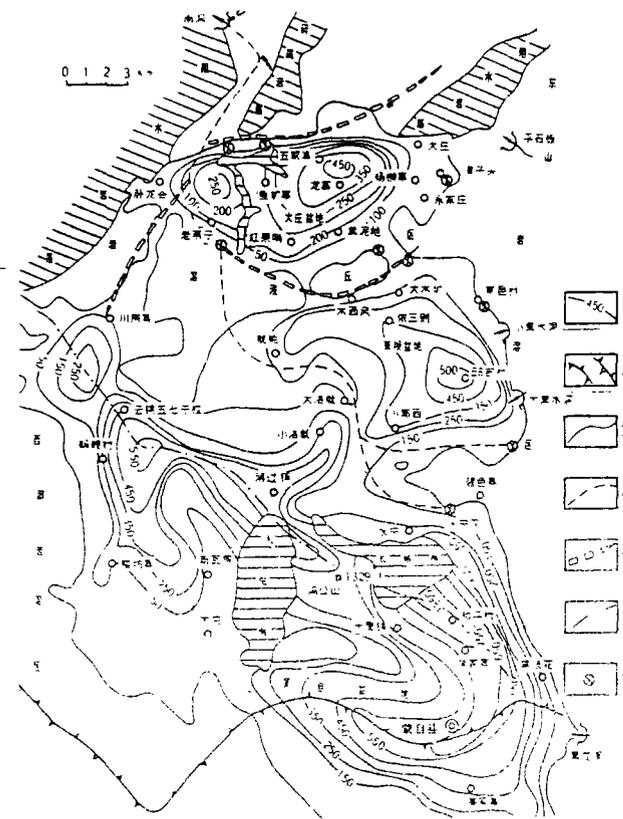


图2 南洞地下河系盆地基岩顶板等深线图

(据云南省地矿局水文地质公司资料整理)

Fig. 2 Isobath map of basal surface in basins of Nandong subterranean streams

1. 等埋深线及埋深(m);
2. 地下水分水岭及地下、地表分水岭重合;
3. 岩岩出露界线;
4. 地下岩溶主管道;
5. 地下岩溶支管道;
6. 阻水边界;
7. 落水洞.

标高已低于 750m。深槽以西为大屯岩溶水承压区,以东为蒙自—草坝盆间丘陵岩溶水迳流区。西侧地下水位标高 1322~1255m,东侧地下水位标高 1171~1122m,两侧地下水位高差 100 多米,存在有一明显的地下水位陡坎。表明该深槽已成为两侧岩溶水难以逾越的屏障。在承压区以南雨沙山一带,岩溶水因受南面红河更低标高(红河蛮耗标高仅 130m)排泄基面影响,也排向红河谷地。实质上深槽已成为南洞地下河系统西南部重要的地下阻水岩层边界。

## 2.2 子系统的区分及其特征

按照地下河输入、运移(存蓄)、输出自成—个较为独立系统的原则,在南洞地下河系统内可进一步划分出次一级的几个子系统。

## ①红扩子——I号暗河子系统

该子系统北起东山顶—雨那位,南到南洞口,东西两侧以断层及中上三叠系砂页岩为界,呈北东向长条状分布,面积 $38.9\text{km}^2$ 。暗河主要平行于西侧边界,顺 $F_1$ 断层北东向发育。该子系统主要补给区域在东山顶以南,为岩溶峰丛洼地,洼地密度 $7$ 个/ $\text{km}^2$ ,红扩子以南为主要迳流排泄区,发育有岩溶管道系统。出口段即前称之为I号暗河,呈北东向展布,在现出口处以上 $64\text{m}$ 处有K8号溶洞,是早期I号暗河的出口。从现在洞口入可进入深度 $1583\text{m}$ ,洞体规模宏大,有大量粘土堆积,洞内次生化学沉积物发育,常年有水,枯季流量 $0.45\text{m}^3/\text{s}$ ,水位 $1069\text{m}$ ,水面坡降 $2\%$ ,汛期水位可高出枯季 $4\text{m}$ 。(图3)

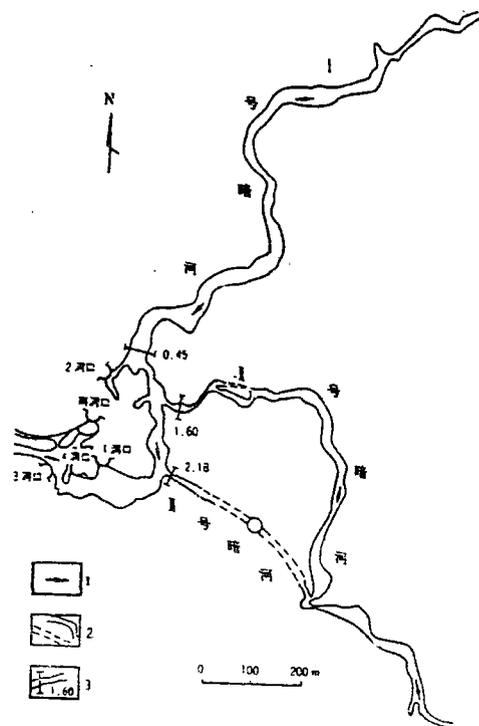


图3 南洞地下河系统出水段洞穴分布图

(据云南省水利勘察设计院)

Fig. 3 Cave distribution in discharging part of Nandong subterranean streams

1. 流向; 2. 实测和推测暗河; 3. 测流点及流量( $\text{m}^3/\text{s}$ )。

## ②石洞—大黑水洞(永宁洞)——II号暗河子系统

该子系统是早期II(III)号暗河系统和石洞—大黑水洞地下河系统,经后期发展,归并统一形成的。是南洞岩溶水系统的主体,由南洞口排泄的迳流总量,90%左右来源于该子系统。

该子系统是由舍味岩溶水补给区及大庄、草坝、蒙自东山岩溶水补给区和盆间丘陵岩溶水迳流区串联组合而发育形成的。

舍味岩溶水补给区,分布于大庄盆地以北,东西两侧为砂页岩所隔,标高 $1500\text{m}$ 左右,面积 $57\text{km}^2$ 。地表峰丛洼地发育,洼地密度达 $2\sim 7$ 个/ $\text{km}^2$ 。该区西侧的法郎组地层在城红寨以北尖灭,使得北部岩溶水可由此向西进入II号暗河系统。这一区域也是早期II、III号暗河的主要补给水源区域。

蒙自、草坝东山及大庄以东大片岩溶水补给区,其东界直达地表分水岭,北面及南面主要以非可溶岩为界,西面抵三大盆地东部边缘,面积 $484.6\text{km}^2$ ,标高一般 $1800\sim 2000\text{m}$ 。主要为个旧组碳酸盐岩组成的峰丛洼地、峰丘洼地,洼地密度可达 $10\sim 15$ 个/ $\text{km}^2$ 。地表岩溶十分发育,泉水稀少,河流罕见,岩溶发育历史悠长,发育深度大,包气带深度可达 $200\sim 300\text{m}$ 以下。

该子系统东高西低,高差达 600~700m,东侧岩溶补给山区的地下水,在补排水位差的控制下,沿水力坡度方向主要作由东向西运动,在整个东山地区发育了多条岩溶管道系统,排泄输送岩溶水,并在长达近 20km 的盆地边缘形成多个岩溶水的排泄口,如坛子头、祭狗坟、家邑村洞、小黑水洞、大黑水洞等。每年要排泄 2.3 亿立方米左右的地下水,成为早期三大湖盆的主要水源。各个排泄口先期大致形成自己的补排关系,自成较为独立的小系统。

大黑水洞是早期草坝湖盆边缘的浅潜流洞穴,由于它优越的发育条件,自它形成以来,就成为其附近的集中控水排泄通道。随着山体抬升,它不断归并袭夺附近其它地下岩溶管道系统中的水流,逐渐发展壮大,成为岩溶高原上重要的岩溶管道系统。从大黑水洞口人可进入 850m,最低点在 543m 处,低于洞口 59m,最高处在 850m,高于洞口 79m。(图 4)。现该洞

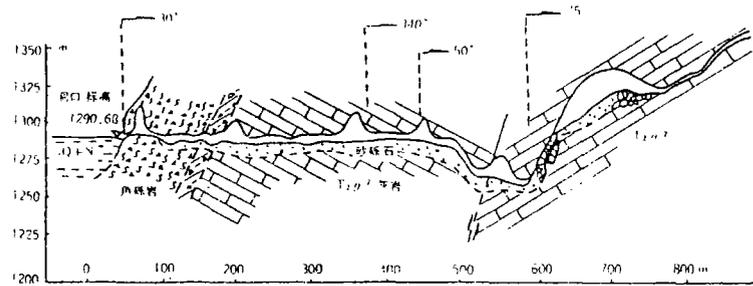


图 4 大黑水洞实测纵剖面图

Fig. 4 Measured longitudinal profile of Da Heishui Cave

每年 6~9 月洪期出水,最大流量  $33\text{m}^3/\text{s}$ ,平均每年排泄 0.317 亿  $\text{m}^3$  水量。其水流明显受降雨的影响(图 5)。

除上述补给外,杨柳河于一盲谷末端石洞注入地下,成为该子系统十分重要的常年性补给水源,每年有约 0.191 亿  $\text{m}^3$  水补给岩溶水。由于水源充沛,输入的能量充足,对该子系统的形成具十分重要意义。从石洞口人可进入深度达 3.8km,高差 92.3m,平均坡降 24.3‰,与石洞一大黑水洞平均水力坡度 25.4‰ 十分接近。1969 年 8 月,用食盐为示踪剂作的石洞一大黑水洞连通试验,证实其间存在水力联系,平均流速 276m/h。

盆地周边的落水洞,每年都消落盆地的地表水及雨后积水,它们在该子系统形成中亦起着十分重要的作用。重要的有永宁洞、灰土地洞、坛子头洞、五家子洞、坡红寨东西落水洞等。

永宁洞,位于蒙自盆地东北角永宁村北东,是蒙自盆地最低的汇水点,标高 1278m。天然状态下是蒙自盆地最主要的消水点,据记载,该洞曾于两天内消落长桥海 310 万  $\text{m}^3$  水量,说明其地下有巨大的岩溶空间及岩溶管道系统存在。是早期 II、III 号暗河向南发育最主要的补给水源之一。

灰土地洞,位于灰土地村东,标高 1277m,是早期发育的重要落水洞。现在,该洞汛期地下水位上升后出水,水位下降后消水,每年有大量大黑水洞洪水沿此洞进入地下。

关于该子系统地下河主通道在盆地边缘的行迹,多年来争论不一,据近年研究和新近获得的水文地质勘探及长观资料表明:草坝盆地南部的灰岩浅埋区,个旧组灰岩埋深仅 100~150m(见图 2)。于草坝一村施工的 208 号孔,210~240m 见多层溶洞,并有吹风吸气现象,抽

水试验单位涌水量  $q=56.7\text{L/s}\cdot\text{m}$ , 年水位埋深变化在 47~165m 间。枯季该孔水位低于附

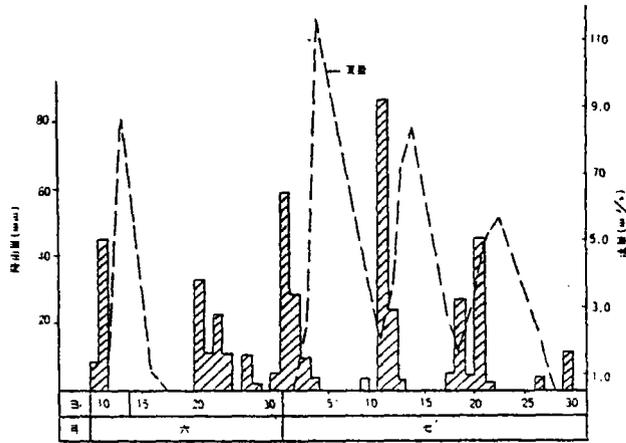


图5 大黑水洞1989年6~7月流量与降雨量关系曲线 (降雨量系鸣鹭站)

Fig. 5 Correlation of daily discharge and rainfall in June and July 1989, Da Heishui Cave.

近钻孔水位 35~50m(表1)。从水动力场、水化学场、及岩溶发育规律分析,在永宁洞及灰土

表1 钻孔水位比较表

Tab. 1 Measured watertable in boreholes

孔号	位置	最高水位	最低水位	说明
208号孔	草坝一村	1236.7	1124.0	1991年,4~9月资料
灰土地洞	灰土地村东	1280.0	—	以洞口以上水深深度3m计
CK8号孔	灰土地村东	1290.0	1173.6	1991年,4~9月资料
CK11号孔	波黑村北	1227.9	1160.5	1991年,4~9月资料
CK2号孔	家邑村西	1240.3	1173.3	1991年,4~9月资料

地洞消落的水,不可能向北面水位较高的波黑地段运移,只能向西,流向208孔附近。此外,根据在就能北西及雷公哨一带有吹风吸气洞存在;老燕子有巨大基岩塌陷;卧龙谷与导航站间有直径20多米、深1.5m的土层塌陷;都说明地下有巨大的岩溶空间。加上大庄盆地西侧的253、239号孔,水位埋深201m、149m(标高1084m、1121m)。这些现象明显地表明:从永宁洞、灰土地洞—208孔—老燕子—卧龙谷一带,发育有地下岩溶管道系统,它是南洞II(III)号暗河在城红寨以南的迳流区域,是南洞暗河向南发育延伸的结果。灰土地附近实质上成为II、III号暗河系统向南归并、袭夺早期大黑水洞地下河的关键部位。

该子系统的下游及出口段,在城红寨以北至南洞口,个旧组灰岩呈狭窄长条状分布,东

西宽约 1.2~1.5 km,南北长约 5~7 km。这一地段岩溶化程度很高。

II号暗河总体走向南东,人可从洞口进入 1545m,洞体规模宏大,次生沉积物少,水流湍急,枯季流量  $1.6\text{m}^3/\text{s}$  左右,水位 1067.5m。III号暗河,人可进入仅 17m,水从 200 多年前人工开凿的引水石门流出,枯季流量  $2.18\text{m}^3/\text{s}$ ,水位 1067.2m,洪期水可淹没石门洞口。1972 年在南洞口南东方向施工的 CK3 号钻孔,孔深 43m 打到此暗河管道,经人工斜井揭露,管道宽 3m、高 2.5m,岩石完整,冲刷强烈。在 3 号孔投入谷糠,在南洞口收到,证明暗河向南发育。实际上 II、III 号暗河为不同的分支管道,其间有水力联系,从洞口地段地质条件分析,II、III 号暗河管道将朔源而上,向城红寨方向发育。

位于该子系统中部的小黑水洞,主要排泄秧草圪到东山边缘一带的补给水源,现在已成为一季节性排洪口,共有九个出水点,其洞口均低矮,人不能进入。位于最高处一个水点高出沟底 35m 左右,标高约 1300m。最大流量  $6.03\text{m}^3/\text{s}$ ,每年 6~9 月出水。小黑水洞比大黑水洞出水时间早、延续时间长,且对降雨反映灵敏,水的暂时硬度较大,水温较低,说明小黑水洞是一个较为独立的小系统。它与大黑水洞是分属于不同的岩溶管道系统的。

该子系统还接受平石板地下河排出的水在大庄盆地北部落水洞的注入补给。在卧龙谷附近,鸡子盆地北部的岩溶水,也可能进入该子系统。

### ③平石板地下河子系统:

平石板地下河子系统,位于大庄以东,秧草圪以北地区,面积  $43.4\text{km}^2$ 。主要以地表分水岭为界,分布有  $T_3g$ 、 $T_{1y}$  灰岩、白云岩、薄层灰岩。南部仅有  $T_{1y}$  薄层灰岩,上游地段有二叠系砂页岩及玄武岩区的外源水汇入。该子系统内,地表岩溶发育相对较弱,仅北部有洼地、落水洞等分布,沿背斜轴部(近  $F_{10}$  断层)发育岩溶管道。该子系统出口段在平石板村东,地下水从一充满水的溶洞中涌出,标高 1490m,流量  $0.153\sim 3.33\text{m}^3/\text{s}$ ,出流后地形为一峡谷,是枯季大庄河的源头。由于地壳抬升,该子系统出口位置不断下移,形成多层溶洞,上层干洞高出现洞口约 60m。

区域分布上,平石板地下河是迭置于石洞—大黑水洞(永宁洞)—II号暗河子系统上的一全排型地下河。

由上述可看出,南洞地下河系统是由多条地下河组合迭置而成的。地下河埋藏深,发展历史悠久,组合关系复杂。平面展布上为平行迭置的树枝状,纵剖面具有阶梯状发育的特征。它在形成发育中受新老构造作用控制明显,断陷湖盆的存在和发育,亦控制着整个地下河系统的形成和演化。现在的南洞地下河是早期 II、III 号暗河向南发育延伸,袭夺归并大黑水洞地下河的结果。

## 3 南洞地下河系统岩溶水资源特征及开发利用

### 3.1 南洞地下河系统岩溶水资源特征

南洞地下河系统岩溶水,具有量大、深埋、水量较稳定、水位变化剧烈、水质优良、开发利用前景好、难度大的特点。系统内碳酸盐岩分布面积有  $600\text{km}^2$  之多,平均每平方公里产水约  $56\text{万 m}^3$ ,年平均总排泄量  $3.578\text{亿 m}^3$ ,最丰年  $6.306\text{亿 m}^3$ ,最枯年  $1.578\text{亿 m}^3$ ,变化系数约 4 倍(表 2)。其中由南洞口排出的水量占总量的 74~89%。

表2 南洞地下河系统年径流总量表

Tab. 2 Annual runoff of Nandong subterranean streams

	年径流总量(亿 m <sup>3</sup> )		
	年平均	丰水年	枯水年
南洞口	2.988	4.632	1.412
大黑水洞	0.317	1.329	0
小黑水洞	0.020	0.030	0.01
平石板地下河	0.205	0.314	0.156
合计	3.547	6.306	1.578

南洞口流量的变化一般在 4.41~22.9m<sup>3</sup>/s 间,最丰年介于 7.4~33.9m<sup>3</sup>/s,最枯年介于 2.4~9.9m<sup>3</sup>/s,据 1954~1990 年观测资料,其瞬时流量极值在 1.47~44.3m<sup>3</sup>/s(表 3)。

表3 南洞口流量年内分配表

单位: m<sup>3</sup>/s

Tab. 3 Discharge of Nandong Cave outlet within a year

项 目	月 份												全 年
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
多年平均 (54~90)	5.78	4.92	4.58	4.41	4.80	8.56	14.29	22.90	15.82	10.89	9.14	7.22	9.474
最丰年平均 (1971)	11.47	9.25	7.41	6.71	7.17	12.50	21.42	33.90	24.76	17.07	13.62	10.43	14.69
最枯年平均 (1980)	5.31	3.68	2.91	3.62	4.09	3.41	4.95	9.87	6.94	3.61	2.76	2.45	4.48

由于其水文地质、地质条件的制约,其地下水位一般都在地面 60~100m 以下,深的达 200 多米,上下游水力坡度变化在 5.5~25.2‰间,年内水位变幅 60~120 余米(图 6),加之含水介质的极不均一性,使其开采难度较大。

### 3.2 岩溶地下水的开发利用

在南洞地下河系统内,水低田高,水土不配套。主要利用的水源出露标高为 1067m,而缺水的工农业区及城镇主要分布于 1300m 标高以上,相距 20km 多,使得系统内水资源的供需矛盾突出,长期以来,一直制约着该地区经济发展。据测算,到 2000 年,该地区尚缺水 0.68 亿 m<sup>3</sup>\*。作为可利用的南洞地下河水源,在需水的盆地,除雨季由大小黑水洞排出

\* 李拱康等,解决‘蒙开个’地区工农业用水的途径与措施.《自然资源》1990.3. P24-33.

已扣除正在修建中的五里冲水库可调节水量 0.95 亿 m<sup>3</sup>。

的水加以引蓄外,绝大部分水源经地下流失。

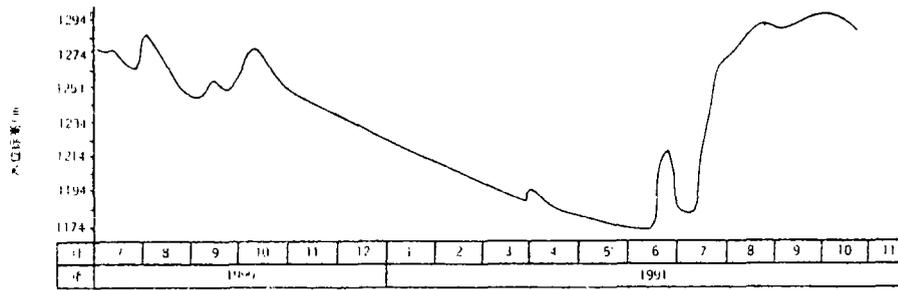


图 6 灰土地 CK8 孔 1990 年 7 月至 1991 年 11 月水位变化过程线

Fig. 6 Watertable in borehole CK8, 1990. 7--1991. 11

南洞地下河早在 200 多年前就有人在 III 号暗河内开凿石门引水。解放以来,开远市引用南洞口水量仅  $0.5\text{m}^3/\text{s}$  左右,已建的南洞提水站,1972~1985 年共提南洞口水  $1.039$  亿  $\text{m}^3$ ,平均每年仅  $740$  万  $\text{m}^3$ ,利用程度很低。

为满足工农业生产发展的需要,开发利用南洞地下河水资源是当务之急。而且大自然已为我们创造了得天独厚的十分有利条件,据资料,在该地下河下游段,城红寨村以北的磨石沟附近,含水的个旧组碳酸盐岩,为两侧阻水的砂页岩夹持,宽度仅  $1.2\sim 1.5\text{km}$ ,该处成为了系统内 80% 以上岩溶水向北排泄的必经之道。如果在此拦截地下河(磨石沟筑坝方案)将可最大限度的开发利用该系统岩溶水资源。

### 3.2.1 磨石沟地下筑坝

该方案选择在城红寨村以北,磨石沟左岸,两侧为厚大的法郎组( $T_2f$ )砂页岩隔水层分布,中部为个旧组( $T_2g$ )灰岩呈北东向长条状分布的最狭窄地段,构筑地下坝,拦截由南向北排向南洞口的地下水。使坝前水位由  $1070\text{m}$  左右抬升至  $1232\text{m}$ ,形成至少  $0.54$  亿  $\text{m}^3$  的地下水库,回水至大庄、草坝盆地边缘,实现大庄草坝盆边浅层采水或由落水洞提水(最理想的是实现灰土地洞、大黑水洞常年溢水),开远自流引水(图 7)。拦截坝段灰岩宽度  $1.2\sim 1.5\text{km}$ ,深度  $200\sim 250\text{m}$ 。坝段附近的大塔洞(标高  $1210\text{m}$ ,长  $609\text{m}$ )可作为工程的引水或排洪洞利用。

该方案除可拦截 I 号暗河以外,还可使南洞地下河系统内 80% 以上的地下水量,达到最大限度的开发利用。并可利用坝段有利的地形和较大水头发电。

该方案的实施,在查明两侧阻水层的分布及中部岩溶发育特征,探寻地下河管道位置的基础上,进一步查明坝段灰岩岩溶发育情况,主要洞穴管道位置,两侧坝肩的渗漏条件。在确定工程的具体规模时,应选择最优的回水高程和排蓄运营方案,以便在获得最大的调蓄库容时,防止因涌水过高造成上游盆地边缘淹没或出现局部沼泽化。可以预见,建筑地下水库后,岩溶塌陷问题不会太大,但库内淤积问题将是主要的环境问题。因此,从现在起,就应进一步收集有关资料,做好广大岩溶补给区及库区内的水土保持工作。



## WATER RESOURCE DEVELOPMENT OF NANDONG SUBTERRANEAN STREAM SYSTEM YUNNAN PROVINCE

Kang Yanren

(Institute of Karst Geology, Ministry of Geology and Mineral Resources)

### Abstract

The system of Nandong subterranean streams is a major feeding source of Lujiang River, a tributary of Nanpan River. Its watershed area is consist of karst plateau, fault basins with hills inbetween. The system consists of many underground streams and forms after long historical development, evolution and piracy of Nandong and Da Heishui subterranean stream. It has a great potential exploitation water resource. The most rational developing plan is to build an underground dam in Moshi Valley.

**Key words:** karst, subterranean stream, water resource, development and utilization, Nandong Yunnan.