

岩溶地区水文地质及 工程地质工作经验汇编

第 二 辑

地 质 出 版 社

岩溶地区水文地质及 工程地质工作经验汇编

第 二 辑

《汇编》选编小组

(限国内发行)

地 质 出 版 社

岩溶地区水文地质及工程地质工作经验汇编

第二辑

《汇编》选编小组

(限国内发行)

*

国家地质总局书刊编辑室编辑

地质出版社出版

地质印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

*

1978年5月北京第一版·1978年5月北京第一次印刷

统一书号: 15038·新262 定价 0.80 元

前 言

岩溶是碳酸盐类等可溶岩分布区的一种独特地质作用和现象。岩溶地区,地表遍布溶沟、洼地、石林等岩溶形态,形成奇特的地貌景观;地下洞穴、溶隙发育,大小不一,形态各异,纵横交错。由于贮水空间的迂回多变,并长期遭受溶蚀,赋存其内的岩溶水也就形成了复杂的地下水系,使岩溶含水层极不均一。因此,岩溶区的水文地质和工程地质条件颇为复杂。

我国岩溶分布广泛。研究岩溶问题,掌握其客观规律,对工农业生产和国防建设具有十分重要的意义。解放以来,随着社会主义建设迅猛发展的需要,我国生产、科研、教学等部门的广大水文地质工作者,在毛主席的革命路线指引下,运用毛主席的哲学思想,在岩溶地区开展了大量的工作,对岩溶和岩溶水的发育和分布规律进行了深入的研究,有所发现,有所前进,并积累了大量的经验和丰富的资料。为了总结经验,继第一辑之后,我们又组织选编了《岩溶地区水文地质及工程地质工作经验汇编》第二辑。本辑共有文章十七篇,其中论述岩溶和岩溶水发育特征和分布规律的文章六篇;探讨岩溶含水层参数计算及水量评价的文章三篇;介绍岩溶区工作方法和勘探手段的文章六篇;有关岩溶病害治理的文章二篇。

《汇编》选编小组由广西壮族自治区地质局水文地质队、广东省地质局水文地质二队、上海市水文地质队、武汉地质学院水文系等单位组成,由广西壮族自治区地质局水文地质队负责主编。在选编过程中,承蒙有关单位的大力支持,在此一并致谢。

本书可供从事科研、生产的水文地质及工程地质工作人员及有关院校师生参考。

一九七七年九月

目 录

论岩溶水的不均匀性

.....广西壮族自治区地质局水文地质队 袁道先(1)

贵昆铁路云南段岩溶发育特征及其水文地质类型的划分

.....云南省地质局水文地质队 姚六三(20)

试议华蓥山溪口及其邻近地区岩溶槽谷的发育阶段

.....四川省地质局南江水文地质大队三分队(32)

对九江岩地区地下河的初步认识

.....湖南省地质局水文地质队邵东农田供水组(48)

华蓥山溪口地区嘉陵江灰岩岩溶槽谷水文地质条件

.....四川省地质局南江水文地质大队三分队(55)

对拟建南洞岩溶地下水水库几个有关问题的认识

.....云南省水利勘测设计院(81)

岩溶地区找水体会.....冶金部长沙勘察公司 曹之典(89)

利用岩溶泉作供水水源的体会

.....贵州省建筑设计院地质队(99)

覆盖型岩溶地区某厂址工程地质勘察初步体会

.....广西壮族自治区建委综合设计院 韦琼崇(104)

大塘向斜谷地岩溶水特征及其资源评价

.....广西壮族自治区地质局水文地质队(114)

双岗地区岩溶地下水开采量计算方法

.....广东省地质局水文地质二队(127)

利用水位恢复曲线计算渗透系数的初步研究

.....广西壮族自治区地质局第三地质队 蒋健民(139)

电法勘探在某岩溶工业场地的应用效果

.....冶金部成都勘察公司 张世和(152)

月充电法探测充水岩溶裂隙的初步认识

.....冶金部成都勘察公司物探队 耿奉明(161)

应用低流速仪研究某水库区地下河的尝试

.....云南省电力局勘测设计院第三勘测队 余东升(168)

澜河岩溶矿区大浆量动水注浆堵水工作小结

.....桂群文(180)

云南省岩溶区水库渗漏处理的一些体会

.....云南省水利勘测设计院(200)

论岩溶水的不均匀性

广西壮族自治区地质局水文地质队 袁道光

随着我国社会主义革命和建设的迅猛发展, 广大群众和水文地质工作者对岩溶水的勘探、开采和治理, 积累了丰富的经验。同时也提出了一些急需解决的问题, 岩溶水的不均匀性就是人们十分关心的问题之一。

在岩溶地区的工程实践中, 常会碰到下面一些问题: 相邻很近的供水水文地质勘探孔, 出水量相差很大, 有的可达每小时几百吨, 有的还不到一吨; 水利工程帷幕灌浆的施工孔, 有的上部数十米基本上不透水, 当在深部揭露到溶洞时, 透水性可几十倍地增加, 有的渗漏通道会分布在相距不到五米的二钻孔之间; 有的矿井, 本来涌水量极小, 而一旦揭露到地下河通道, 流量每小时数百到数千吨的巨大水流会即刻涌入矿井……。这些现象都是岩溶水不均匀性的表现。岩溶水的不均匀性往往会给工作带来了一定的困难。但事物都是一分为二的, 只要弄清了它的性质, 确定了不均匀性的程度, 掌握了它们的分布规律, 也可以加以利用。例如, 在开采利用岩溶水时, 只要确定了它是呈管道状分布的, 并查明了其位置, 即可用少量的工程堵塞地下河管道, 抬高水位, 减少提水扬程, 甚或自流引水。这对于均匀含水层来说是难于实现的。同样, 在水库的防渗及矿井的堵漏工程中, 只要查明了渗漏方式是管道状的, 也可以用少量的工程堵塞渗漏管道, 以代替复杂的帷幕灌浆。

因此, 对岩溶地下水不均匀性的研究, 是岩溶地区水文地质工

作中的一项重要任务。

一、什么是岩溶水的不均匀性

如前所述，岩溶水不均匀性的概念来自生产实践。它表现在富水性的差异性和水力联系的各向异性两个方面。

岩溶水不均匀性的实例是很多的。例如，在广西拔良附近的农田供水水文地质勘探工作中，在 S_{132} 号点及 S_{28} 号点，用人工开挖的方法，都找到了丰富而集中涌出的岩溶水，但在两点之间，以 70—100 米的孔距，打了 7 个钻孔，水量都很小（图 1）。 S_{28} 点抽

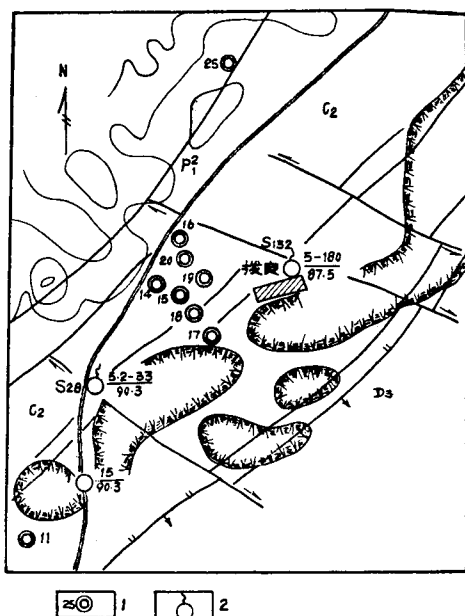


图 1 广西武宣拔良附近钻孔及人工开挖水点分布图

1—钻孔；2—开挖水点（编号 $\frac{\text{降深(米)} - \text{流量(升/秒)}}{\text{标高(米)}}$ ）

水降深 5.2 米, 单位涌水量为 6.3 升/秒·米; S_{132} 点抽水降深 5 米, 单位涌水量为 36 升/秒·米。而其间的 14 号—20 号各钻孔, 降深均大于 5 米, 单位涌水量却都不到 0.5 升/秒·米。可见富水性之差异甚大。又如, 在云南林口铺地区对泥盆系灰岩岩溶水的勘探中, 打了 4 个钻孔, 其中只有 2 号孔打到了地下河通道(图 2), 水量较大, 其余各孔均未打到地下河, 水量都极小。

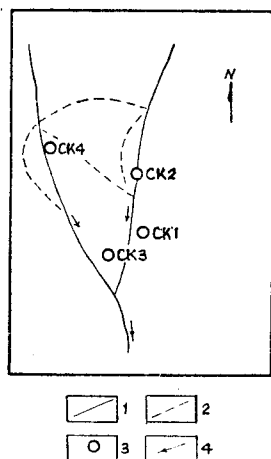


图 2 云南林口铺地区岩溶通道与钻孔平面分布图

1—实测岩溶通道; 2—电测岩溶通道
3—钻孔; 4—地下水流向

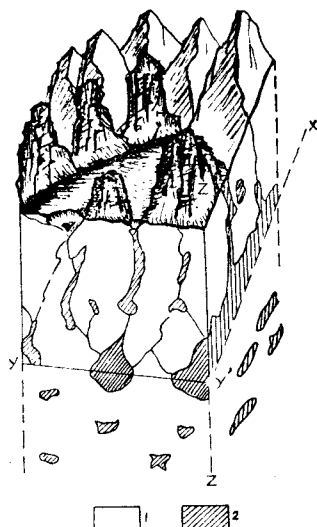


图 3 岩溶水不均匀性的立体表现型式

1—完整基岩; 2—岩溶通道

上述实例都是讲的岩溶水富水性在水平方向上的差异性。实际上, 岩溶水的不均匀性, 也表现在垂直方向上。许多岩溶地区的供水水文地质勘探工作, 都说明岩溶水的富水带仅分布在一定的深度内。虽然个体溶洞也可以在水准面以下几百米的深处见到, 但总起来说, 岩溶发育规模及富水性, 一般都在一定深度以下随深度的增加而逐渐减弱。因此, 岩溶水的不均匀性是一个三维概念。如图 3 情况所示, 在岩溶发育的水平面上, 岩溶通道主要沿 X 轴方

向延伸,因而在 Y 轴方向上富水性极不均匀;在垂直方向上,岩溶富水带大致在 XY 轴面附近,在这个轴面以上,主要发育着一些竖井式通道,地下水通过它向深部作垂直运动,而在 XY 轴面以下,富水性则逐渐减弱。为讨论问题方便,下面我们将着重研究岩溶水在水平面(XY 轴面)上的不均匀性问题。

除了富水性的差异性之外,岩溶水的不均匀性还表现在水力联系的各向异性上。

研究岩溶水富水性的差异性,在没涉及到分析补给条件时,一般只是从个别点之间的水量对比上来说明问题,只有水力联系各向异性才能把点上的差异连成线上的差异,再进而把线上的差异连成面、体上的差异,以解决在三维空间研究岩溶水不均匀性的问题。这一点在裸露型岩溶区及基坑、矿井中还不很突出,因为有时还可以通过天然洞穴或基坑及矿井里的直接观察,把富水性的差异性连成面、体的概念。但对隐伏的岩溶区,利用钻孔资料,就只有通过水力联系各向异性才能较充分地从而面上和体上说明岩溶水的不均匀性。例如,在广西某地被厚约10米左右的砂质粘土覆盖的中石炭统白云岩区进行供水水文地质勘探时,所钻的29、

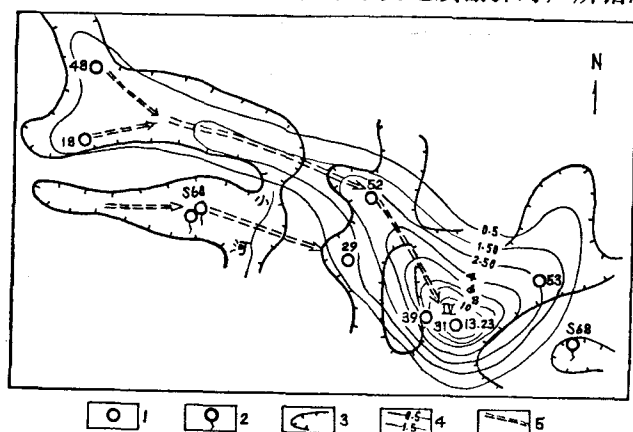


图4 广西某地31号孔抽水影响范围图

1—钻孔; 2—岩溶泉; 3—洼地边界; 4—31号孔抽水时降深等值线; 5—推测地下水通道

31、52、18 等孔，水量都较丰富，单位涌水量在 4—12 升/秒·米之间，而通过钻孔的抽水资料得知，该地段岩溶水水力联系具有很强的各向异性。当在 31 号孔抽水，水位降深至 13.23 米时，在西北方向，可影响到 1400 米以外的 18 号孔，而在北东方向上，只能影响 200—300 米。因此，推断该地段的岩溶水主要是以北西向的管道形式赋存和运动的(图 4)。

在研究岩溶水水力联系各向异性时，须顺便提一下岩溶水有无统一的地下水面和在岩溶区能否作等水位线图的问题。大家知道，岩溶岩体各点之间只要有水力联系，(不论是通畅或不太通畅，或一个方向较通畅，另一方向不太通畅)就能形成统一的地下水面。在这种情况下，用“水力联系各向异性”的提法就比“有无统一地下水面”的提法更为概括些。因没有统一地下水面，实际上便是水力联系各向异性的最极端情况(即某个方向没有水力联系)下的表现。此外，在有统一地下水面的条件下，用水力联系各向异性的概念，还可区划出水力联系的程度差别。

至于在岩溶区绘制等水位线图的可能性及其实际问题，笔者是根据下述分析来考虑的。由于岩溶水都是在各种规模的岩溶管道中赋存和运动的，因而所谓“水力联系”是指的岩溶管道系统间的水力联系，所谓“统一地下水面”也只是互有联系的管道系统各点的水头压力的“水压面”。显然，在没有水力联系的岩溶管道系统间不能把各自的等水位线连起来，而对于被裂隙或小岩溶管道串通，具有或强或弱水力联系的管道系统之间，可以作等水位线图。如图 5 中甲、乙两个管道系统之间是不连通的，没有水力联系，因而甲、乙两系统不能连成统一的地下水位面。但对于甲系统的 1、3 号孔及乙系统的 5、6 号孔所揭露的岩溶通道中的地下水位，可以连成地下水位线。在大多数情况下，这种“地下水位线”，只是下伏岩溶管道的潜在的水压线。如甲系统的 2 号孔，打在一个大管道上部的完整岩石中，成为一个干孔，这个点上的地下水位只是从 1、3 号孔推断出来的下伏(或侧面的)管道的“潜在”水压。对不均匀的岩溶岩体作地下水等水位线图或地下水位剖面，并不

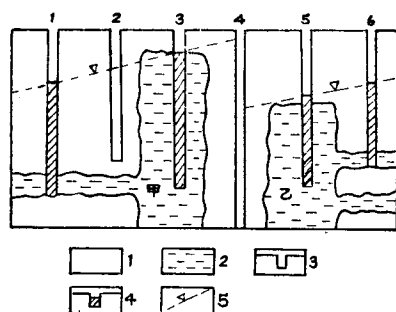


图 5 岩溶管道系统与地下水位关系示意图

- 1—完整基岩；2—充水岩溶管道；3—干钻孔；4—充水钻孔；
5—岩溶管道的等水压线

能说明钻孔打多深可遇到地下水位，但可作为一种分析手段来使用，如帮助分析岩溶管道系统之间的水力联系、岩溶水的运动方向和途径等。在山区找寻地下河主通道的位置时，常常在对天然水点的干季水位作大面积的水准测量后，找出地下水位“低槽谷”带作初步分析，就是根据这个道理。

概括一下岩溶水的不均匀性的水文地质涵义，是指岩溶岩体中的不同块段的富水性的差异性和水力联系的各向异性，它们取决于岩体中岩溶管道系统的展布格局（方向、规模、密度、联通程度等）。

二、岩溶水分布不均匀性的分类

岩溶地区水文地质勘探的大量实践说明，不同地区岩溶水分布的不均匀性程度有很大差别。从水力联系的各向异性来说，岩溶地区既有各个方向水力联系都不好的、相对孤立的充水溶洞，又有水力联系一个方向不好、另一个方向较好的管道状地下河，还有各个方向水力联系都比较好的相对均匀的岩溶含水层。如在广西一个煤矿矿井里的上二迭统合山组灰岩中，就揭露过一个相对孤立的充水溶洞（图 6）。该矿 206 巷道处在低于附近一河流最枯水

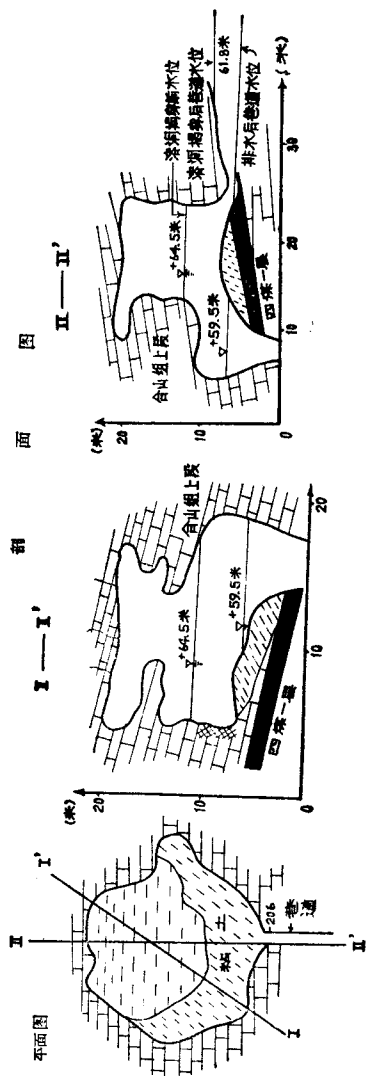


图 6 广西某矿井充水溶洞示意图

位 10 米处,这个溶洞刚刚被揭穿时的出水量达 20000 升/秒,使局部巷道被淹,但由于该溶洞各个方向水力联系都不好,水的补给量甚微(事后测得涌水量仅 2.5 升/秒),巷道积水很快就被排干了。

遍布于云、贵、桂岩溶山区的几百条地下河,可作为前述第二种类型的实例。但也有一些同志持另一种意见,即认为在裸露型的岩溶山区,由于地下河排泄了整个岩溶岩体的地下水,因而使地下水位普遍埋藏较深,从而掩盖了岩溶岩体中各个方向都有较好的水力联系的现象。但岩溶山区一些堵塞地下河,抬高地下水位的引水工程的成功,却从反面回答了这种意见。如广西鸡叫地下河被堵塞抬高水位(枯水期抬高水位 19 米,洪水期抬高水位 34 米)后,其上游除了地下河沿线的北合洼地,因有天窗通向地面而有水溢出外,地下河侧面的山边都没有水溢出,为了引水,还需另外开凿人工隧洞(图 7)。这些情况,除说明了地下河两侧的透水性是很差的而外,还说明了岩溶水水力联系的通畅与否是取决于岩溶管道的分布格局,而不是取决于地下水位的高低。对于各个方向水力联系都比较好的相对均匀的岩溶含水层来说,钻孔只要揭露了碳酸盐岩,几乎孔孔都有开采价值。如广西某地的造庆伏虎向

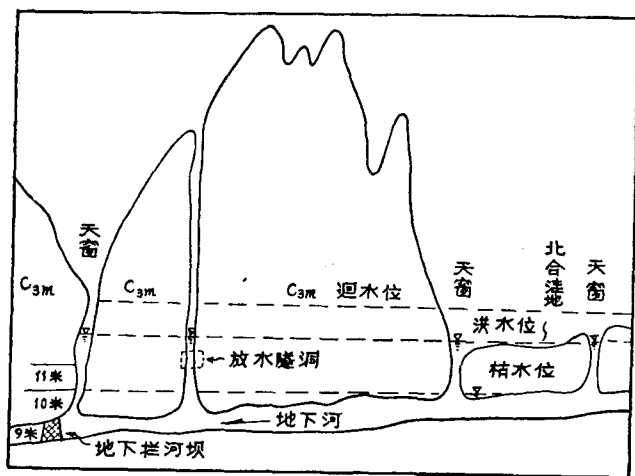


图 7 广西鸡叫地下河拦堵工程剖面示意图

斜轴部地区的石炭纪岩溶地层,就是这种情况。在东西长5公里,南北宽2公里范围内,以200米的线距,500—1000米的孔距打了8个孔,其中7个孔有开采价值,降深5米时,钻孔单位出水量为2.4—10.8升/秒·米。

为了深入研究岩溶水的不均匀性问题,有必要对岩溶水的不均匀性按其不同程度进行分类,并提出区别各个类型的大致数值界线。根据已掌握的资料,我们初步意见可将岩溶含水层分为四类。其中除I类外,均系按照勘探孔成井率(出水量在40吨/时以上、有成井价值的钻孔数与钻孔总数之比),并结合水力联系的各向异性($\frac{Y}{X}$ 比值)划分的。划分的四种类型是:

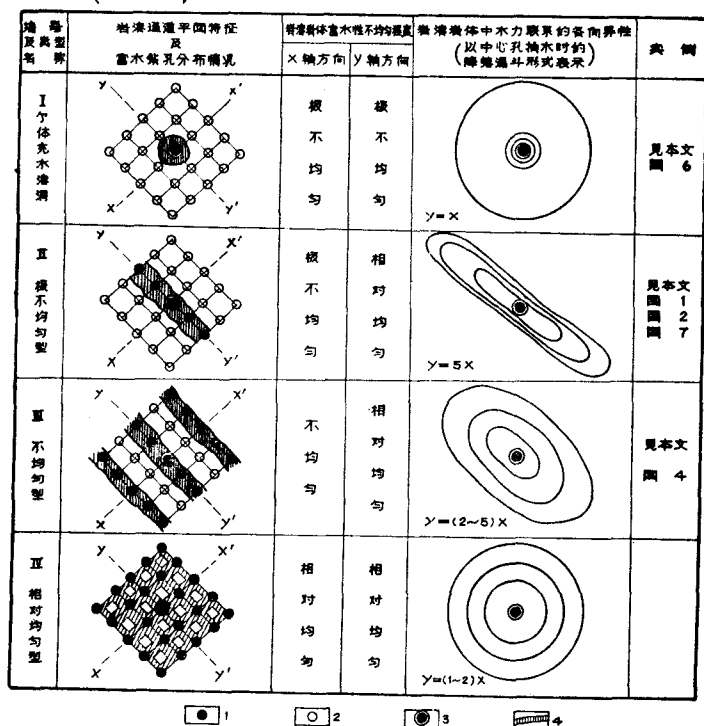


图8 岩溶水不均匀性分类的理想图

1—富水钻孔; 2—贫水钻孔; 3—中心抽水孔; 4—岩溶通道或洞穴

I: 个体充水溶洞型;

II: 极不均匀型。钻孔成井率 $<20\%$, $Y>5X$;

III: 不均匀型。钻孔成井率为 $20-50\%$, $Y=2X-5X$;

IV: 相对均匀型。钻孔成井率在 $50-80\%$ 或更高, $Y=1X-2X$ 。

各类型的富水不均匀性及水力联系各向异性的程度与岩溶通道在XY轴面上的展布形式的对照关系,可参看图8。

必须指出,图8只是为说明岩溶水不均匀性的分类而作的理想图,由于岩溶水是在以各种不同方式组合的岩溶通道中赋存和运动,所谓的“均匀性”只能是相对而言。例如在“相对均匀型”中,如果钻孔打在网格状的岩溶通道之间的完整岩石上,也可能出现贫水孔。

三、岩溶水不均匀性的发生和发展

岩溶水的不均匀性为什么有不同的程度?它的产生主要决定于哪些因素?我们认为,岩溶空洞与其周围岩体之间的导水差异性,是岩溶水不均匀性的基本内容,而岩溶通道的规模、方向、密度和相互联通程度,则是岩溶水不均匀性不同程度的依据。

例如,管道状地下河可产生极不均匀型,图9(1)是一条弯弯曲曲的单一管道,包括一些支洞,其中1、2、3各孔打在通道上,它们是富水的,相互之间水力联系很好,但是4、5二孔未打到通道,水量很小,它们与1、2、3各孔之间水力联系极弱。

又如,平行管道组会产生不均匀型,图9(2)中主要管道是北西向,而与其垂直方向上的通道发育较差,虽然1、2、3、4各孔都是富水的,但1、2、4各孔间水力联系较好,而与管道垂直的2、3号孔间水力联系不畅。

再如,网格状的岩溶管道会产生相对均匀型。图9(3)中的1、2、3孔及1、4、5孔为二个互相垂直方向上排列的钻孔,它们都是富水的,相互之间水力联系也比较好。但在这种情况下仍可能有

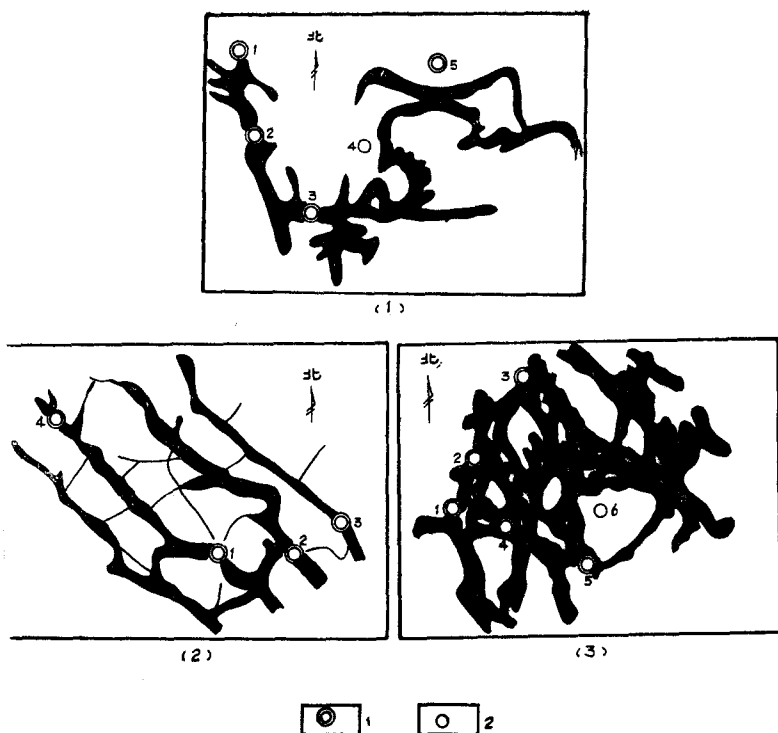


图9 岩溶通道在水平面上的展布情况与钻孔富水不均程度和水力联系各向异性的关系

1—富水孔；2—贫水孔

少数钻孔未打到通道(如6号孔),其富水性很差。

在岩溶岩体被溶蚀的漫长地质年代里,个体溶洞、单一管道、平行管道组及网格状管道代表着岩溶作用逐步扩展的不同阶段,也是岩溶作用对岩体结构面由适应到改造的过程。在溶蚀作用开始的时候,一般都是沿着岩体中最薄弱的环节进行。一些导水的结构面,如张性断层、压性断层附近的未胶结的挤压破碎带、张扭性裂隙、或层面裂隙等都是溶蚀作用最容易发展的部位。最初的单一岩溶通道延伸方向受主导结构面控制,富水性具有强烈的不均匀性,水力联系也具有很明显的各向异性。以后溶蚀作用进一