

喀斯特山区雨洪资源利用 (海绵城市建设) 的新构想

贵阳市水利设计院：高成城

特别声明

- 本课件为2017（第五届）中国水生态大会专家发言材料，仅供参会人员内部交流使用，禁止外传及作为他用！
- 本届论坛支持单位：水利部水利风景区建设与管理领导小组办公室
- 本届论坛主办单位：河海大学、贵州省水利学会
- 本届论坛承办单位：贵州省水科院、北京沃特咨询有限公司等
- 更多信息可关注微信公众号：水务论坛在线（ID:swltzx）
- **论坛会务组**
- 电话：010-6320 3233
- 网址：www.sinowbs.com
- 地址：北京市西城区白广路北口水利部综合楼732

一、雨洪资源利用概况

- 2013年在中央城镇化工作会议上习总书记首次提出建设海绵城市的指示。
- 2014住建部出台《海绵城市建设技术指南》
- 2015年《国务院推进海绵城市建设的指导意见》出台
- 2015年2月，习总书记提出：‘节水优先、空间均衡、系统治理、两手发力’的治水方针。

一、雨洪资源利用概况

- 2015年、第一批海绵城市试点：
 - 迁安、白城、镇江、嘉兴、池州、厦门、萍乡、济南、鹤壁、武汉、常德、南宁、重庆、遂宁、贵安新区和西咸新区。
- 2016年、第二批海绵城市试点：
 - 北京市、天津市、大连市、上海市、宁波市、福州市、青岛市、珠海市、深圳市、三亚市、玉溪市、庆阳市、西宁市和固原市。
- 本课件为2017（第五届）中国水生态大会专家发言材料，仅供参会人员内部交流使用，禁止外传及作为他用！更多信息可关注微信公众号：水务论坛在线（ID:swltzx）

一、雨洪资源利用概况

- 经过几年的努力，各地都取得了丰硕的成果。为海绵城市建设、雨洪资源利用、低影响开发等积累了大量的经验。在理论上也有新的突破，雨洪资源利用、低影响开发成为国家战略。

一、雨洪资源利用概况



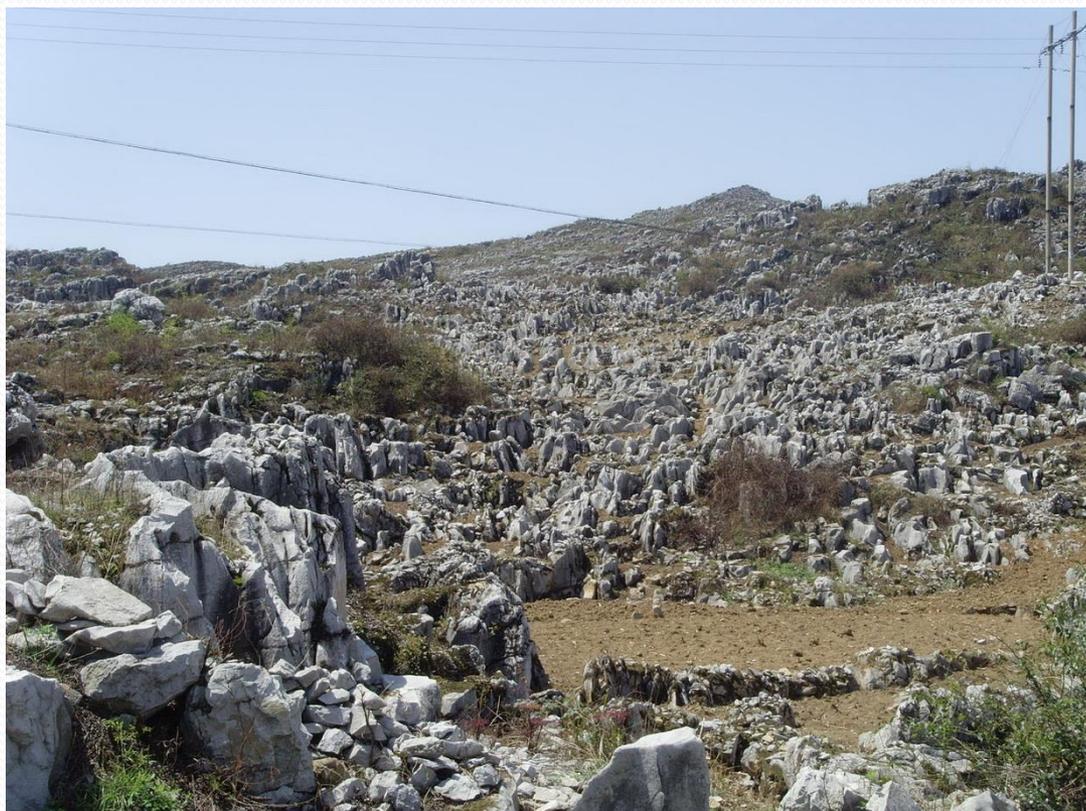
一、雨洪资源利用概况

- 贵州省的岩溶面积占全省面积的74%。在贵州这样岩溶发育的地区要搞好海绵城市建设，搞好雨洪资源的利用，就离不开对岩溶发育规律的把握和研究。要针对贵州独特的岩溶地质条件来设定方案。

一、雨洪资源利用概况

- 而且在贵州岩溶发育强烈的山区大多也是石漠化严重，经济落后，因此，做好岩溶山区雨洪资源的利用，不仅是加强水资源开发的需要，更是实施精准扶贫，帮助当地人民脱贫致富奔小康的需要。

一、雨洪资源利用概况



一、雨洪资源利用概况



二、岩溶山区的水资源赋存情况

- 下面就先从岩溶山区的水资源赋存条件谈起。
- 在贵州由于受喜马拉雅山上升的影响，近代地壳上升快，乌江等江河深切严重。
- 因此在地形切割和岩溶作用的双重影响，造成地表水向地下水的转换极为迅速，地表水赋存难度大，而且地表水一旦进入地下后，它的运动规律就很难把握，而且埋藏深，开采利用极为不便。

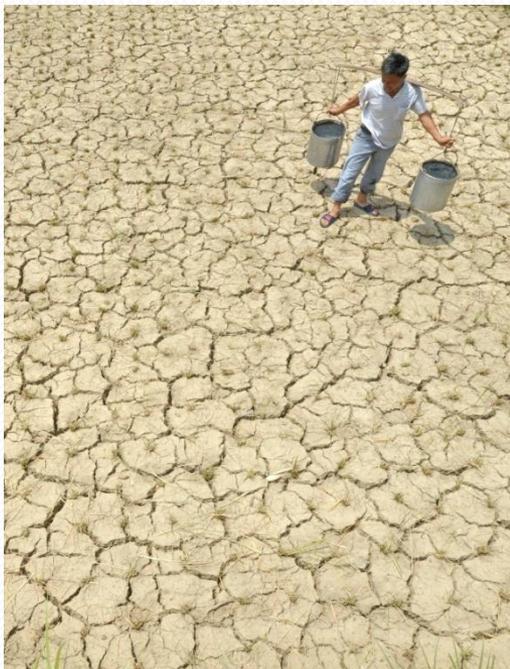
二、岩溶山区的水资源赋存情况



二、岩溶山区的水资源赋存情况

- 因此贵州的岩溶山区虽然降雨量较大，但由于渗漏严重，地表的沟渠基本都不能存水，大量的水都流到了地下河里，造成工程性缺水的现象。
- 本课件为2017（第五届）中国水生态大会专家发言材料，仅供参会人员内部交流使用，禁止外传及作为他用！更多信息可关注微信公众号：水务论坛在线（ID:swltzx）

二、岩溶山区的水资源赋存情况



二、岩溶山区的水资源赋存情况



二、岩溶山区的水资源赋存情况

- 从以上的介绍我们可以看到岩溶山区水资源循环及赋存的情况非常复杂，开发利用的难度极大，如何利用岩溶山区的地形地貌特点，如何在水体循环的过程中打断它的下渗通道，将水体蓄存在海拔较高的地方是解决岩溶山区工程性缺水的难点和重点。也成了能否有效开发岩溶水资源的关键所在和绕不开的课题。

三、岩溶山区雨洪资源开发利用的特点和难点



三、岩溶山区雨洪资源开发 利用的特点和难点

- 而岩溶洼地是岩溶地区常见的地貌形态，是碳酸盐类岩石在水力的溶蚀、冲刷作用下，形成的封闭型的负地形。岩溶洼地一般都有较大的集雨面积，能够汇集周边的降水，并通过洼地内的消水洞将水导入地下暗河系统。它其实就是地下水系统的集中补给通道。

三、岩溶山区雨洪资源开发 利用的特点和难点

- 因岩溶洼地是四周封闭的岩溶负地形，所以在雨季就会汇集大量的降水，若汇集的水量大于消水洞消走的水量，则在洼地内就会形成滞水，形成临时水库。但当雨季过后，失去了外水的补给，临时水库中存蓄的水又会沿消洞逐步消退。难以长时间保存。造成在岩溶山区地下水哗哗流，地表水贵如油的现状。

三、岩溶山区雨洪资源开发利用的特点和难点



三、岩溶山区雨洪资源开发利用的特点和难点

- 怎样克服困难利用喀斯特洼地的这些特点进行雨洪资源的开发，改变喀斯特山区雨季涝、旱季干的工程性缺水的现状就是岩溶山区雨洪资源利用的努力方向。
- 如果能够因地制宜，将其中的一些洼地转换成能长久蓄水的空间就可以一定程度缓解岩溶山区缺水的现状。

三、岩溶山区雨洪资源开发利用的特点和难点

蓄水时的洼地



三、岩溶山区雨洪资源开发利用的特点和难点

水退后的洼地



三、岩溶山区雨洪资源开发利用的特点和难点

- 然而由于喀斯特山区岩溶通道发育的复杂性，导致很多在岩溶山区修建的雨洪资源利用工程都难以蓄水，以失败收场。所以这导致在岩溶山区的雨洪资源工程都相当谨慎，很多人也谈岩溶而色变。

三、岩溶山区雨洪资源开发利用的特点和难点

- 为攻克这一难题，我们进行了大量的攻关，克服无数困难，也经历了不少次的失败，在不断总结经验教训中形成了一些岩溶洼地水资源开发的方法，建成了一些利用岩溶洼地蓄水的水利工程，下面做一个简单的介绍。
- 本课件为2017（第五届）中国水生态大会专家发言材料，仅供参会人员内部交流使用，禁止外传及作为他用！更多信息可关注微信公众号：水务论坛在线（ID:swltzx）

四、鹿角坝水库的建设情况

- 鹿角坝水库位于贵阳市开阳县双流镇刘育村。距离开阳县城15公里。
- 鹿角坝水库库区就是一个发育于寒武系地层中的一个岩溶洼地（附图）

四、鹿角坝水库的建设情况

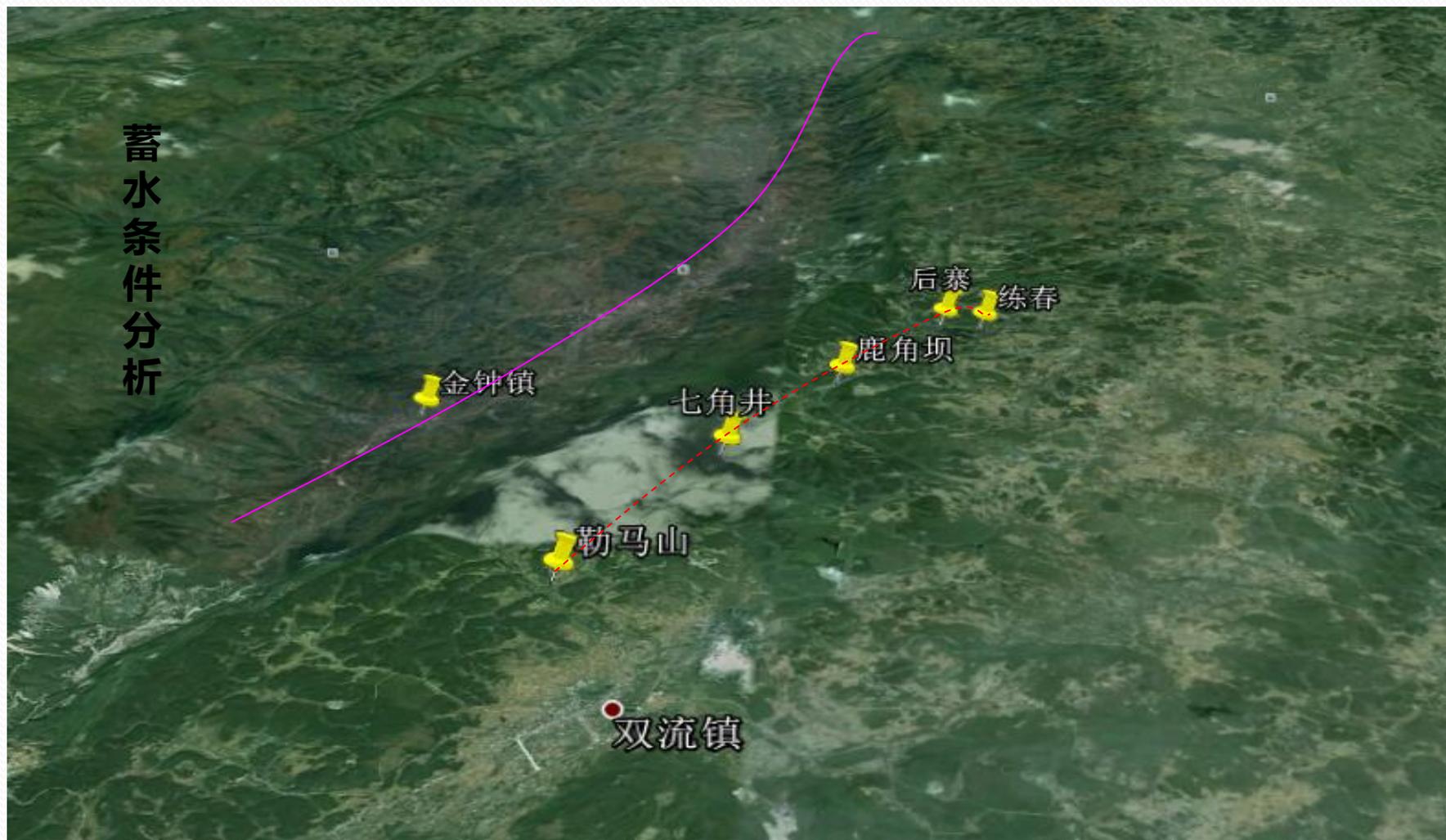
鹿角坝洼地卫星图



四、鹿角坝水库的建设情况

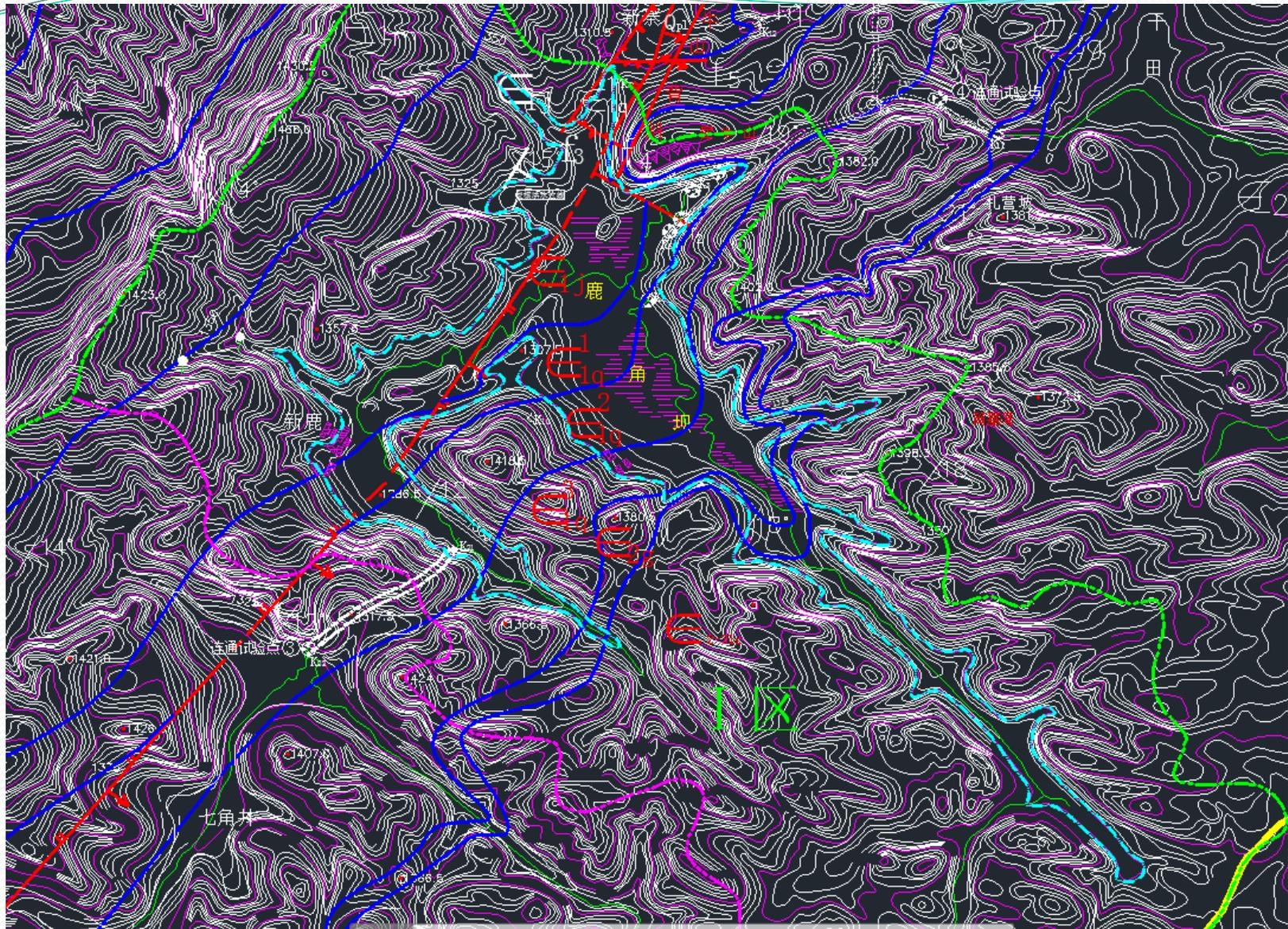
- 鹿角坝洼地是鹿角坝暗河上众多串珠状洼地中的一个，也是最大的一个。鹿角坝暗河，位于洋水河右岸，洋水背斜的核部东侧，平行洋水河展布，但由于与洋水河之间有寒武系底部的多层碎屑岩隔水层阻隔，所以虽然洋水河低于鹿角坝暗河近400米，但鹿角坝暗河无法向洋水河方向排泄。只能沿地层走向平行洋水河发育。

四、鹿角坝水库的建设情况



四、鹿角坝水库的建设情况

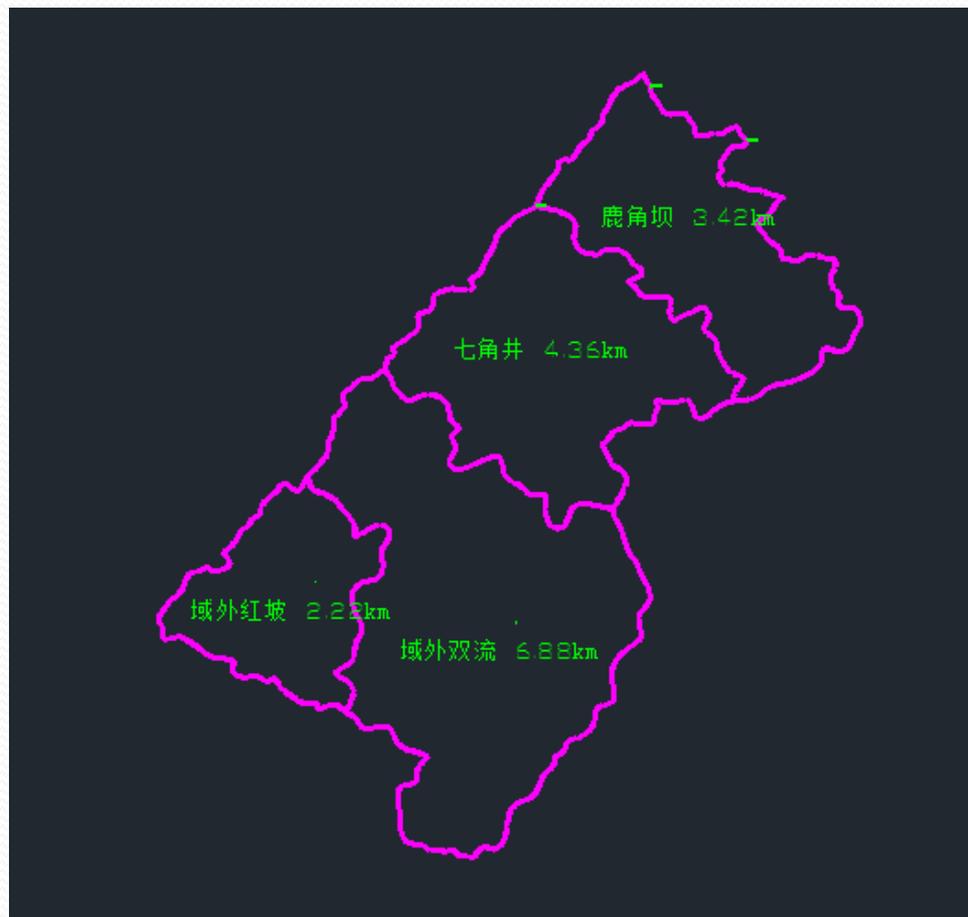
- 鹿角坝洼地所出露的地层为寒武系金顶山组页岩、清虚洞组灰岩、高台组页岩、娄山关群白云岩。岩层走向为北东向。
- 在出露的地层中，金顶山组页岩及高台组页岩是隔水层，无岩溶发育，不会产生漏水。
- 而清虚洞组灰岩却是很强的岩溶地层，是有名的透水层。并在洼地北部犀牛山脚下的清虚洞组灰岩地层中形成了多个消水洞。洼地内的水体就沿着这些消水洞潜入地下。



四、鹿角坝水库的建设情况

- 鹿角坝洼地共有集雨面积16.88平方公里。所以它在洪水期间的补给是充沛的。经常会将洼地淹没，从而造成洼地内的内涝，损失巨大。而在洪水过后，洼地内的水又陆续沿消洞消掉，无法蓄存。

四、鹿角坝水库的建设情况



四、鹿角坝水库的建设情况

- 据记载，从清代以来，为了能够将鹿角坝洼地的消水洞堵住，将洼地变成水库，无数人付出了艰辛的努力。提出了许许多多的方案。但都因为没有摸清消水洞的发育规律和渗漏通道而没有成功。

四、鹿角坝水库的建设情况

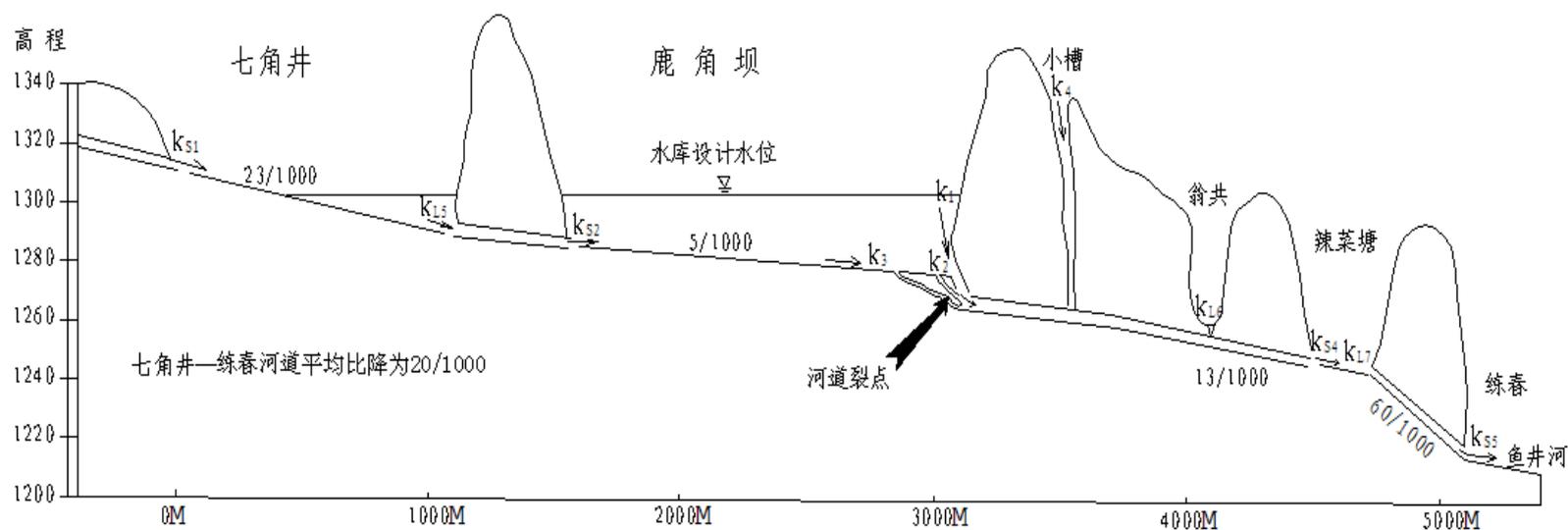
- 2004年，为了引进50万吨合成铵项目，供水问题成了必须解决的前提条件，鹿角坝水库又再次提上议程。
- 根据业主要求，我院承接鹿角坝水库的勘测设计工作我们在前人工作的基础上，从地质结构分析入手，从鹿角坝暗河发育的地形地貌和地质条件上进行勘察分析，搞清了暗河发育的基本路径和层位。搞清了洼地的集雨面积的构成。也查明了洼地主要的渗漏部位和方向。为勘测设计方案的确定打下了基础。

四、鹿角坝水库的建设情况

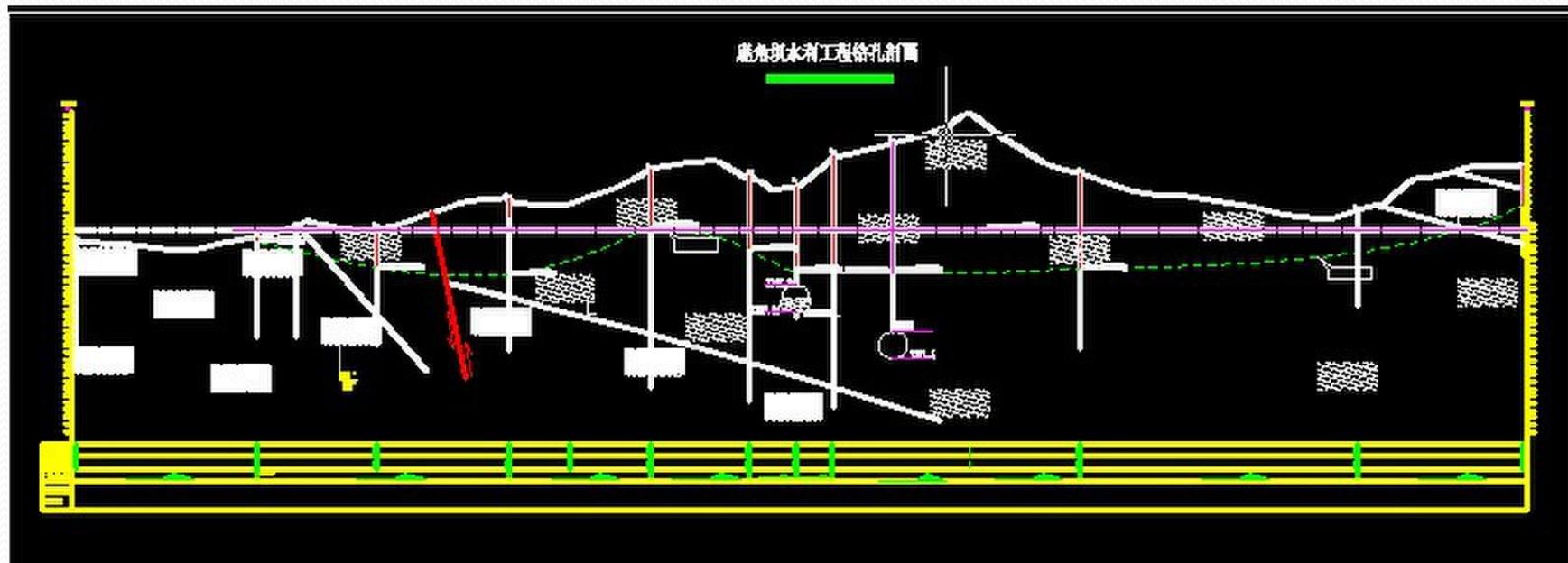
七角井—练春河道纵剖面示意图

水平比例：1：20000

垂直比例：1：2000



四、鹿角坝水库的建设情况



四、鹿角坝水库的建设情况

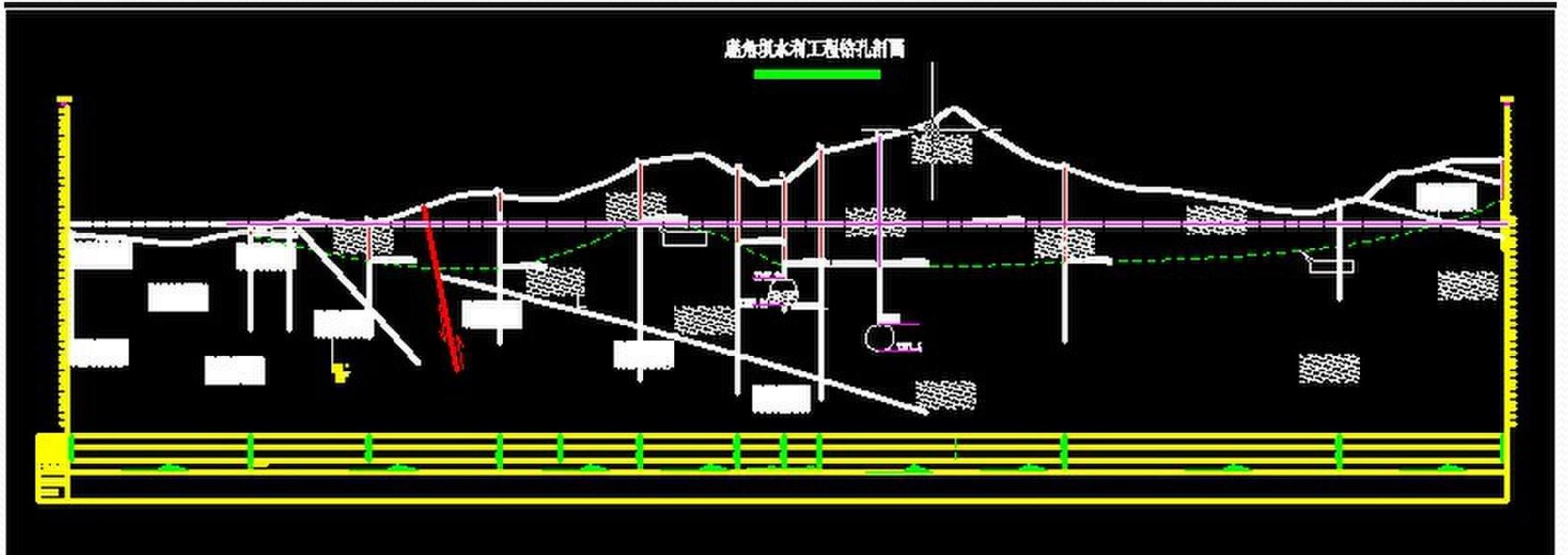
- 经勘察我们发现该洼地虽然渗漏严重，但都集中在强岩溶发育的寒武清虚洞组地层中，沿洼地的东北角的消洞群渗漏。
- 而且沿暗河的沿线追索，我们发现洼地下游暗河的一个天窗内地下水出露高程为1267m左右，而且经过试验证实，该天窗的地下水与洼地内的水是连动的。因此我们据此推断洼地附近的地下暗河主要分布的区域在清虚洞地层的下段豹皮灰岩中，高程范围在1260至1280之间。

四、鹿角坝水库的建设情况

- 而且从鹿角坝洼地在洪水期严重滞洪成为临时水库(附图)的情况看，在丰水期洼地的来水补给大于洼地的渗漏量，说明鹿角坝洼地的渗漏通道并不是非常通畅的。
- 只要能精确确定鹿角坝洼地的渗漏通道并加以封堵就可以进一步降低洼地的外泄水量，从而使临时水库变成永久的水库。
- 为此我们作出了一个大胆的设计方案，不建坝，直接利用灌浆帷幕，和地下封堵技术，利用洼地天然的封闭空间直接成库。



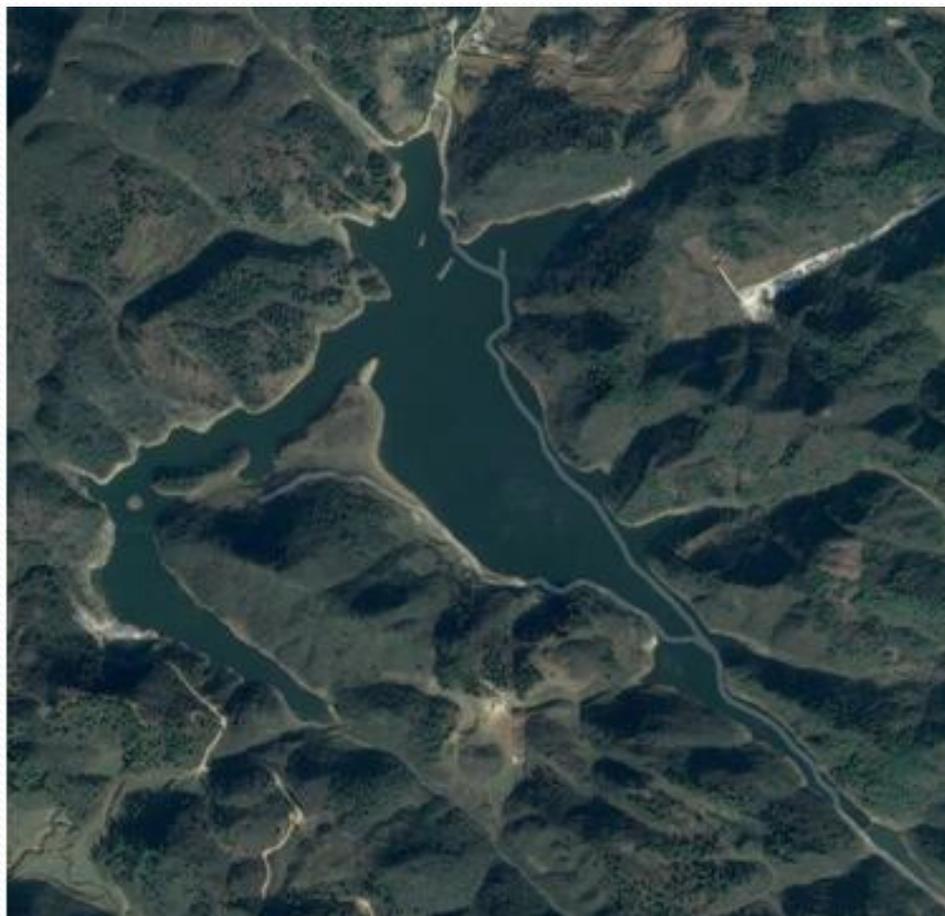
鹿丹坑水利工程給水計劃圖



四、鹿角坝水库的建设情况

- 这在贵州甚至全国都是一个创新。但我们经过艰苦的勘察和论证工作，并在省内外众多地质专家卢耀如、董承波、欧阳孝忠、谢树庸、官长华、汤丛贵、贺崇武等的指导下终于在2005年完成了鹿角坝水库的勘察设计工作。并获得省水利厅的批复。
- 又经过长时间的努力，完成了施工建设，并于2013年实现了下闸蓄水。并从蓄水到现在的观察看，水库的运行良好。

四、鹿角坝水库的建设情况



四、鹿角坝水库的建设情况



中国工程院院士卢耀如视察鹿角坝工地

四、鹿角坝水库的建设情况



四、鹿角坝水库的建设情况



四、鹿角坝水库的建设情况

- 2014年，以鹿角坝水库建设为载体的科研项目《喀斯特洼地复杂渗流场封堵成库关键技术与示范》项目获得贵州省水利科技进步一等奖。

四、鹿角坝水库的建设情况



五、其他类似工程的情况

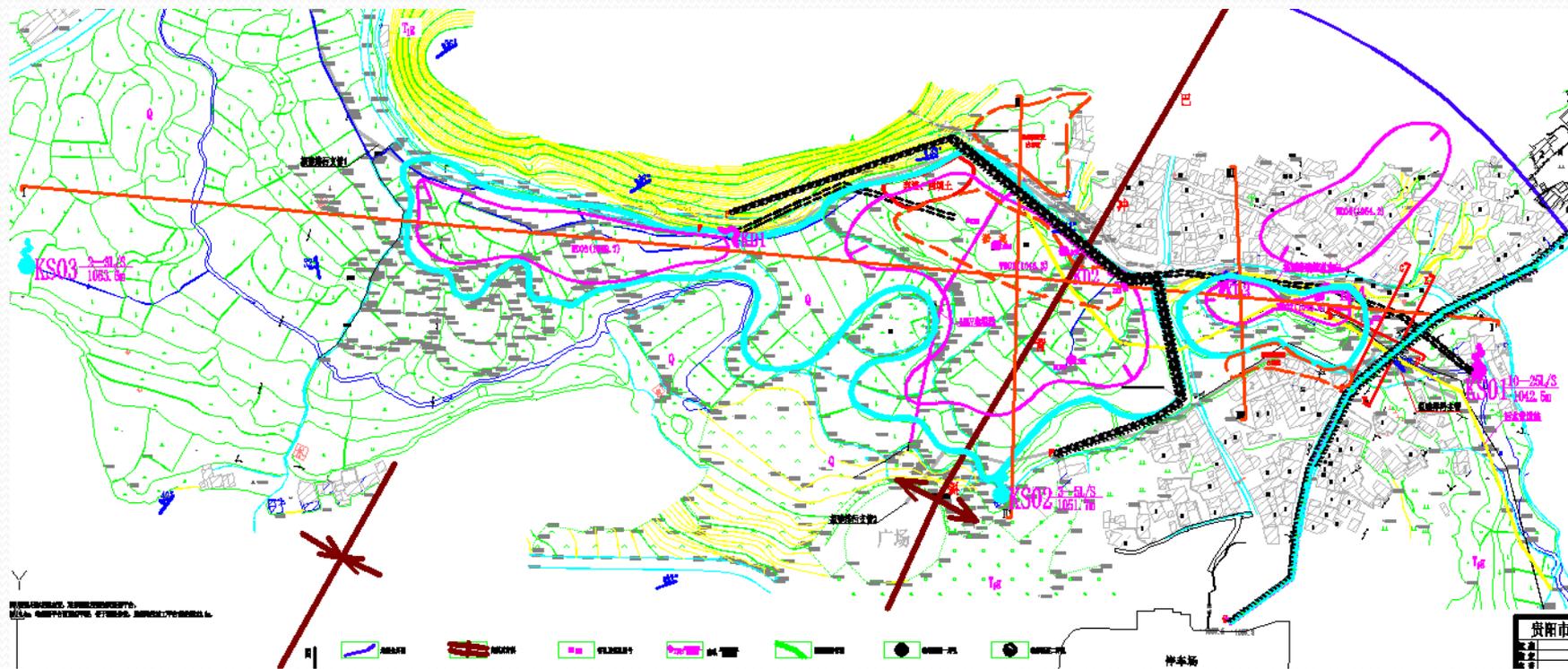
- 在鹿角坝水库的基础上，我们在息烽县龙漩窝水库、开阳老林水库、花溪青岩古镇南门水景观湖的勘察设计中也都运用了鹿角坝水库的设计思路和方法，也都得到了专家的认可。
- 特别是青岩南门景观湖已建成蓄水，为青岩古镇成功申报5A级景区作出了贡献。

五、其他类似工程的情况

- 青岩古镇位于花溪区青岩镇，建于1378年，迄今已有600多年历史，有保存较好的古建筑村落和城墙，在其南门外还保留有古驿道。
- 古驿道其实就是建在一个岩溶洼地内，为增加景观效果，受花溪区水务局委托，我们承担了青岩南门水景观湖的勘察设计工作。

五、其他类似工程的情况

- 经勘察该岩溶洼地处在三迭系大冶灰岩中，近城墙处分布有几处消水洞，同样的在洪水期间也经常因泄洪不畅而造成洼地内涝，形成临时水库。而当洪水消退后，洼地内的水就后慢慢沿消水洞流走，无法形成景观湖面。
- 本课件为2017（第五届）中国水生态大会专家发言材料，仅供参会人员内部交流使用，禁止外传及作为他用！更多信息可关注微信公众号：水务论坛在线（ID:swltzx）



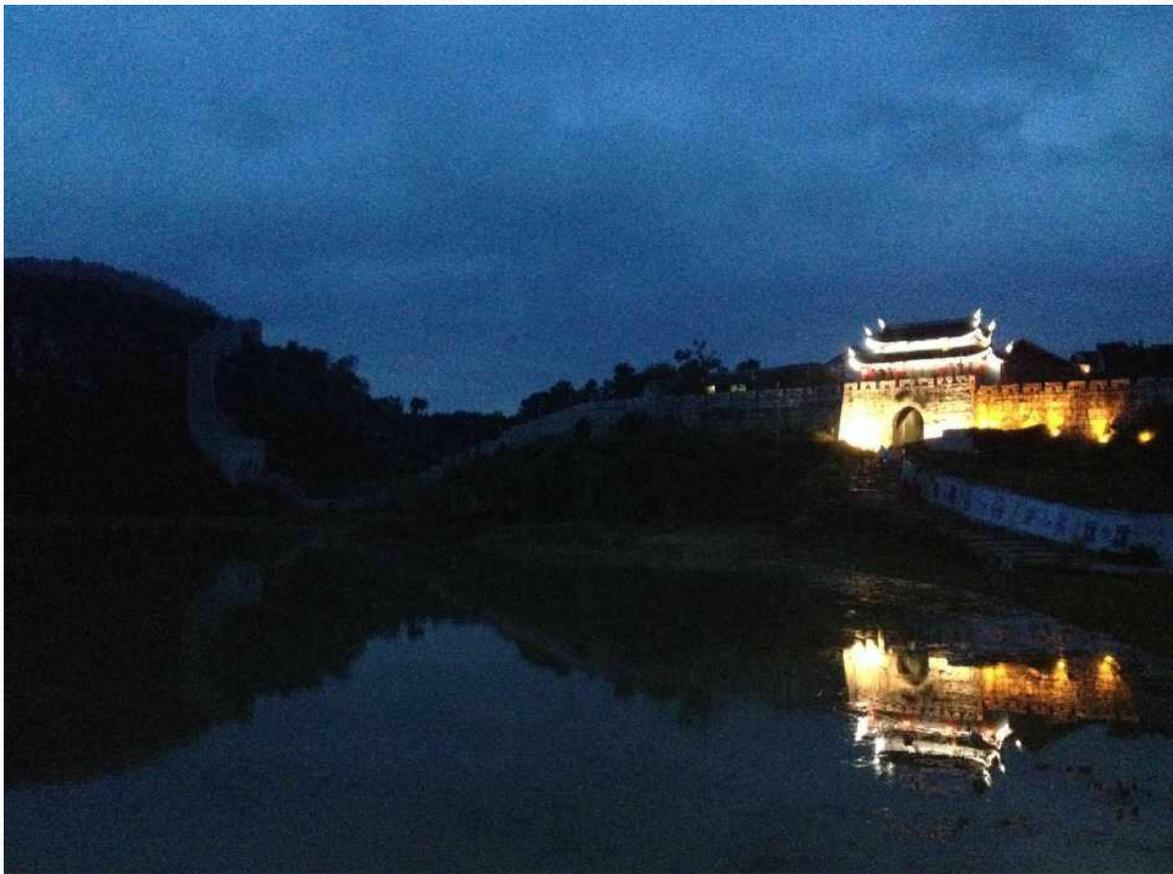




五、其他类似工程的情况



五、其他类似工程的情况



青岩南门水景观工程

五、其他类似工程的情况



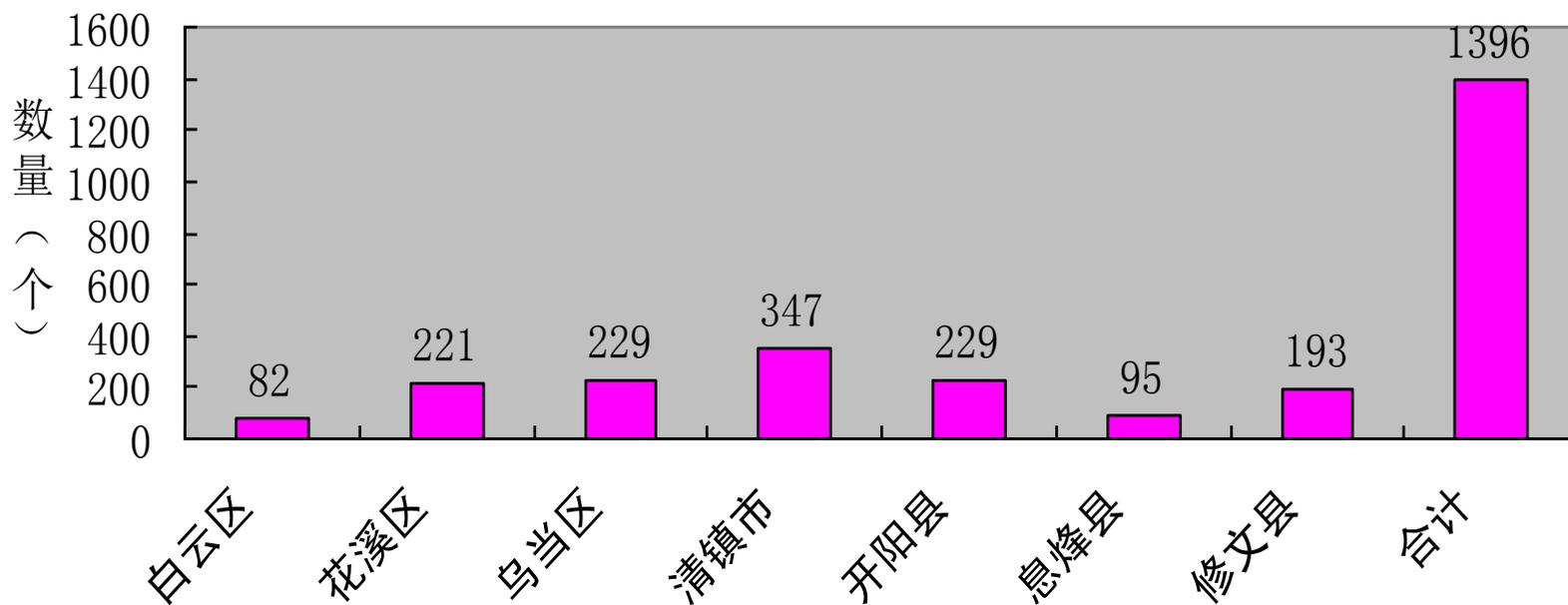
六、岩溶山区雨洪资源利用 的新构想

- 从以上工程实例来看，我们可以利用岩溶山区司空见惯的岩溶洼地地形，来建设洼地水库是突破岩溶山区雨洪资源开发利用瓶颈的一种有效方法。
- 而且由于岩溶山区大多都是贫困人口聚居的地方，缺少水利基础设施。因此开发岩溶山区的雨洪资源不仅是一个技术活也是一个政治活。更是关系千千万万百姓生活福祉的良心活。

六、岩溶山区雨洪资源利用 的新构想

- 据我院正在进行的一项规划统计贵阳市范围内库容在10万方以上的岩溶洼地有1396座，遍布全市各地，而贵州省科学院山地所的另一项调查发现全省有2km²以上集雨面积的岩溶洼地共有2万余座。
- 如果能因地制宜将其中一些具备条件的洼地建成能够蓄水的水库（或山塘）将对当地的雨洪资源开发、摆脱工程性缺水的困扰和脱贫致富，改善民生起到关键的作用。

贵阳市岩溶洼地统计图表



六、岩溶山区雨洪资源利用 的新构想

- 因此，在打响全面精准扶贫攻坚战的今天，我们应勇于向以前避之唯恐不及的岩溶洼地进行挑战，将石漠化山区一个个漏水的洼地变成蓄聚财富的宝库。

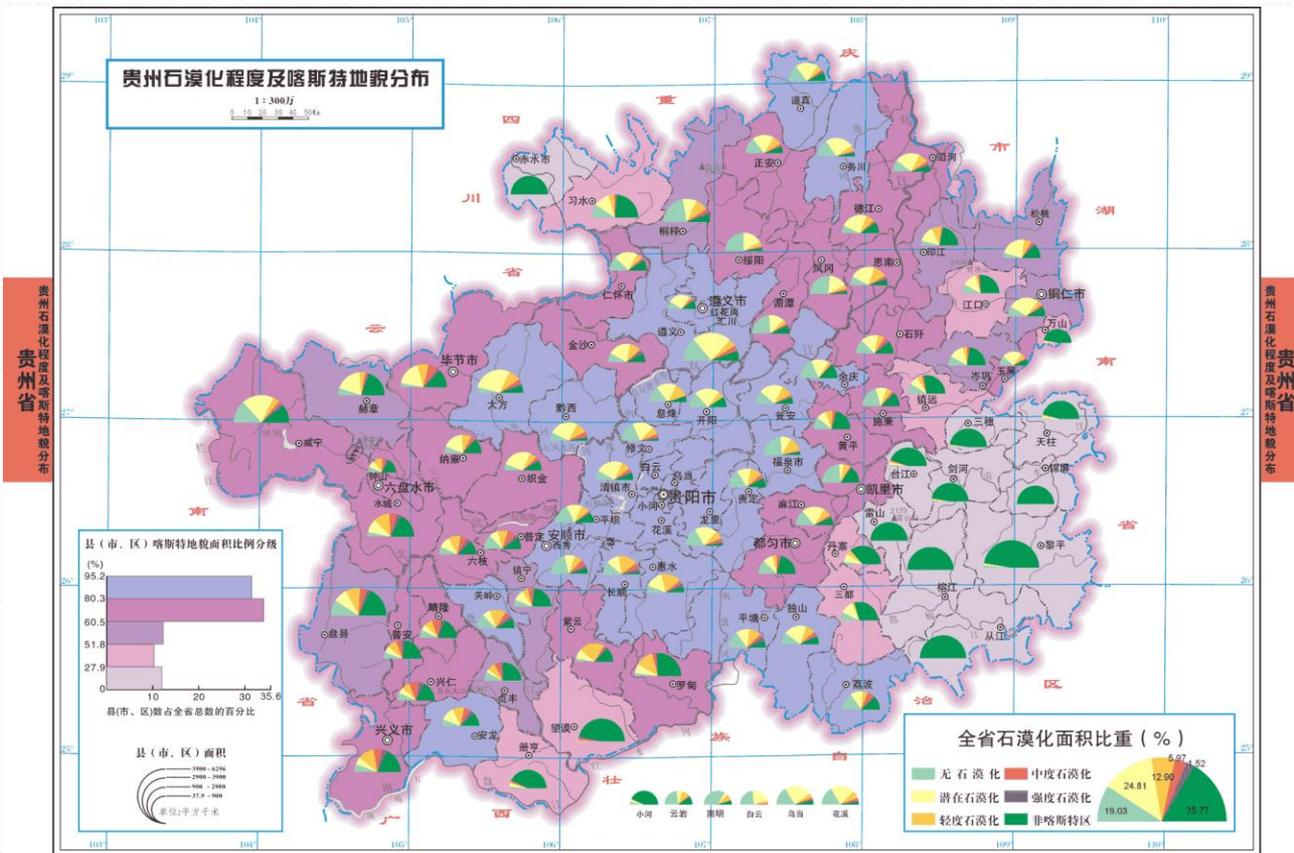
七、岩溶洼地蓄水利用中应注意的几个重要问题

- 一、由于岩溶洼地在自然条件下都是沿消水洞排水，地表没有可供泄洪的河道，因此水库建成后如何进行泄洪设计是一个难题。
- 我们思考有二：一是打泄洪洞，将洪水排泄到下游河道。二是按提高后的洪水标准预留防洪库容将洪水全部装进库内。具体怎么处置就视当地的地形地质情况来决定。

七、岩溶洼地蓄水利用中应注意的几个重要问题

- 二、岩溶洼地水库的成功关键在于准确判断洼地与地下暗河之间的连络通道的位置和高程并利用工程手段来直接揭露该通道然后进行封堵。所以对前期的勘察精度要求很高，必须运用多种手段进行映证。确保万无一失。

- 刘伯温曾言：江南千条水，云贵万重山，五百年后看，云贵胜江南。如果我们能在云贵高原上，在石漠化岩溶山区将破败的岩溶洼地变成一个个景美水丰的山塘水库，那不仅可以解决岩溶山区工程性缺水的问题也可以为发展我们的全域旅游贡献力量。到那时又一个鱼米之乡将在岩溶高原上诞生。





- 汇报完毕！

- 谢 谢 各 位！