第三章　主要结论

西南岩溶石山地区地跨八省、市、自治区，面积 $76\times10^4km^2$，为全球中低纬度岩溶生态脆弱带的一部分，是我国长江、珠江两大流域上游防洪体系生态环境治理的重点地区，又是我国加快中西部地区经济发展实现脱贫致富奔小康的难点地区。这一地区的水资源问题和生态环境问题已成为严重制约该地区经济发展的重要因素。因此，开展西南岩溶石山地区地下水资源勘查与生态环境地质很有必要，具有重大的经济意义和社会意义。项目在历时 5 年的工作中，将西南岩溶石山地区作为一个完整的单元进行岩溶水文地质和生态环境地质调查研究，总结和深化了该地区岩溶水文地质特征，获得了如下主要结论:

第一，西南岩溶石山地区可依据地质构造特征、岩性组合特点、岩溶的出露埋藏条件和岩溶地下水的区域补给、径流、排泄条件，划分为一级隆起带裸露岩溶分布区、一级沉降带边缘褶皱控制岩溶分布区和断陷盆地岩溶分布区。在岩溶垂向发育上，受地层岩性、新构造运动、古溶蚀和蓄水构造的控制，可划分为表层岩溶带、浅层岩溶水循环带和岩溶地下水深循环带。

项目对表层岩溶带的结构、动力条件、岩溶特征、水文地质特征以及对岩溶水的调蓄能力的系统研究，认为表层岩溶带具有重要的资源和环境意义，岩溶水资源的调蓄功能巨大，西南岩溶石山地区具备表层岩溶带调蓄能力的面积约 $24.5\times10^4km^2$，表层岩溶带含水层所具备的调蓄能力总量为 $247.4\times10^8m^3/a$。调查研究认为表层岩溶带含水层富水性弱，出水量小，但分布普遍，在适当的地貌部位可以获得一定水量，能够满足分散农户的人畜用水，表明表层岩溶带地下水具有很好的开发前景，对解决峰丛地区人畜饮用水具有重大意义。

项目认为一级沉降带边缘褶皱控制区受碳酸盐岩和非碳酸盐岩互层、古岩溶和蓄水构造控制可形成深循环岩溶水系统，属于深埋藏层间热水含水层。本次调查研究，初步划出具开发前景的埋藏型岩溶区面积 $28960km^2$，地下热水总储存资源超过 $1000\times10^8m^3$，在适宜的部位井深数百米至 3500m，单井出水量可达 1000－5000m^3/d，水温 40℃－80℃，偏硅酸、锶、锂、氟、总H_2S、镭、偏硼酸等多项化学组份能达到《医疗热矿水水质标准》(GB11615-89)，为贫困岩溶石山地区调整产业结构开发热矿水旅游资源提供指导。

第二，运用地下水系统概念，将全区按长江流域、珠江流域和国际诸河（元江）流域划分为 3 个一级地下水系统，8 个二级地下水系统，75 个三级地下水系统进行区域地下水资源评价，查明全区地下水天然资源量为 $1762.73\times10^8m^3/a$，岩溶水允许开采量为 $620.92\times10^8m^3/a$，已开采量为 $90.28\times10^8m^3/a$，资源潜力为 $530.64\times10^8m^3/a$，其中长江流域 $249.76\times10^8m^3/a$，珠江流域 $256.48\times10^8m^3/a$，国际诸河（元江流域）$24.39\times108m^3/a$，力求使地下水资源计算评价与水利等部

门的需求接轨，其数据可供各级政府水资源规划使用，可为西部经济发展规划提供科学依据。

项目在查明岩溶地下水的天然补给资源的基础上，结合不同地区的岩溶水文地质条件、地下水调蓄能力、社会需求，并考虑当前的开发利用能力及环境效应，评价了地下水允许开采资源，以及目前尚难利用的资源量，按三级流域系统、省市区对岩溶地下水资源的潜力进行评价，长江流域、珠江流域、元江国际诸河流域已开发利用程度($Q_{采}/Q_{允}$)分别为 14.8%、13.5%、21.4%，潜力模数$M_{潜}$($10^4m^3/a\cdot km^2$)为 10.64、14.11、16.06，开发潜力分区均属丰富。

各省地下水资源潜力评价汇总统计表

工作区	允许开采量 $Q_{允}$ ($10^4m^3/a$)	已开采量 $Q_{采}$ ($10^4m^3/a$)	潜力资源量 ($Q_{潜}$) ($10^4m^3/a$)	已开发利用程度 $Q_{采}/Q_{允}$(%)	潜力指数 $P_{潜}$	潜力模数$M_{潜}$ ($10^4m^3/a\cdot km^2$)	开发潜力分区	潜力模数分区
四川	636221.39	21525.73	614695.66	3.38	28.56	18.54	丰富	中等
云南	1035510.54	360695.78	674814.76	33.94	1.95	10.09	较丰富	中等
重庆市	49808.22	6219.44	43588.78	12.49	7.01	2.52	丰富	较小
贵州	1388650	160300	1228350	11.54	7.7	9.48	丰富	较小
湖北	251256.16	93625.96	157630.2	37.26	1.68	7.93	较丰富	较小
湖南	690849.60	94205.51	605414.76	13.47	6.43	10.15	丰富	中等
广西	1977898.0	135943.0	1841950.0	6.87	13.55	19.28	丰富	中等
广东	179006.4	30314.2	148692.2	16.93	4.91	15.24	丰富	中等
全工作区	6209200.3	90289.60	5306370.7	14.5	5.88	12.29	丰富	中等

全面调查和收集了区内地下河、岩溶大泉及其相关资料，计地下河 3066 条，岩溶大泉 7997 个，蓄水构造 180 余处，其中褶皱富水构造 150 余处，着重查明了岩溶大泉、地下河的开发利用现状、开发利用前景，规划了开发利用方案，核查了 20 年来流量、水质的变化情况，为地方水资源规划提供了基础资料。

项目根据水平方向上的迳流特征，将岩溶断陷盆地划分为汇水型和汇水—迳流型二类断陷盆地；根据垂向上的迳流特征，划分为浅循环和深循环岩溶水两大类，并进一步划分出裸露型岩溶水、裸露—覆盖型岩溶水、裸露—埋藏型岩溶水等三个浅循环岩溶水系统亚类和深埋藏层控型、断裂带型等二个深循环岩溶水系统亚类；查明断陷盆地区可有效开发利用资源潜力为 $35.5\times10^8m^3/a$，认为这些盆地尤其是断陷盆地岩溶地下水丰富，可为该地区经济结构调整和可持续发展提供充足水源。

第三，利用遥感地质技术解译调查查明全区石漠化面积 $10.51\times10^4km^2$，其中重度石漠化 $2.59\times10^4km^2$，中度石漠化 $3.92\times10^4km^2$，轻度石漠化 $4.00\times10^4km^2$，占全区碳酸岩盐分布面积的 25.03%，工作区石漠化相当严重。利用 80 年代末和 90 年代末两期遥感资料进行了石漠化发展趋势研究，结果表明石漠化深化总体上呈严重恶化趋势，10 年间石漠化增加面积大于 $200km^2$的县（市）有 34 个，石漠化净增 $2.12\times10^4km^2$，平均每年增加 $1650km^2$。

第四，通过本次调查，查明了岩溶石山地区除石漠化以外与地下水有关的典型生态环境地质问题。如岩溶区旱涝问题、水质污染问题、水质变化问题、岩溶塌陷及水土流失等生态环境地质问题，并根据各地区抗旱防涝、防治石漠化、防治地下水污染等行之有效的方式方法经验，并结合岩溶区水文地质条件，从地学角度提出了一套较为完整的对策措施或建议，这些对策措施将为地方政府制定相关的行政法规和规划起到积极作用。

西南岩溶地区岩溶最为发育，是我国岩溶塌陷灾害重点发育区，据不完全统计西南岩溶石山地区岩溶塌陷计有 27000 余个，其中广西就达 8375 个，约占 31%。岩溶塌陷预报预测研究认为可以预测预报地下水活动引发的岩溶地面塌陷，应用专门制作的渗透变形仪和针孔试验仪，可以有效测定原状土样在地下水渗流作用下发生渗透破坏的临界值——临界渗透坡降，初步确定了工作区临界渗透坡降值为 0.79，临界岩溶水压力变化速度为 0.06kPa/s。