

文章编号:1009-3850(2019)04-0090-10

浅析四川成都龙泉山城市森林公园主要环境地质问题

郭子奇¹, 李胜伟¹, 王东辉¹, 李鸿雁², 王德伟¹, 宋志¹, 顾鸿宇¹

(1. 中国地质调查局成都地质调查中心, 四川 成都 610081; 2. 四川省地质调查院, 四川 成都 610081)

摘要:本文在梳理前人研究成果的基础上,结合野外实地调查和样品分析数据,分析了四川成都龙泉山城市森林公园的主要环境问题。研究表明,龙泉山城市森林公园总体地质环境条件较好,其总体规划和地质环境相适宜,在建设过程中需要关注局部地区的地质灾害发育、浅层地下空间瓦斯赋存和地下水污染等环境地质问题。区内主要地质灾害发育类型为小型滑坡,其次为崩塌和不稳定斜坡,多发生于龙泉山复背斜核部及断裂带区域,建设旅游道路和游憩设施时,要加强防范。区内局部浅层地下空间瓦斯赋存,建议在园区内进行地下工程建设时,进行超前地质预报,在施工过程中要加强瓦斯浓度监测与通风,注意火源管控。区内浅层地下水类型主要为 $\text{HCO}_3\text{-Ca} \cdot \text{Mg}$ 和 $\text{HCO}_3\text{-Ca}$ 型,局部地区浅层地下水因人类活动而受到污染,其中总硬度、氨氮、氯化物等超标,建议加强公园内重点规划建设区域的地下水用途管控和生态环境保护。

关键词:城市森林公园;环境地质;地质灾害;浅层瓦斯;地下水污染

中图分类号:X141

文献标识码:A

引言

龙泉山脉作为成都平原和川中丘陵自然分界线,是不可替代的宝贵生态战略空间,对保障成都市生态环境和生态安全具有重要的意义^[1]。打造龙泉山城市森林公园是成都市加强生态文明建设,践行绿色发展理念的重要举措,是落实四川省委“推进绿色发展建设美丽四川”决定的重点先行项目^[2-3],将成都市总体格局由“两山夹一城”转变为“一山连两翼”,使龙泉山由生态屏障转变为城市绿心^[4](图1)。因此,摸清该区域的主要环境地质问题对建设高质量的城市生态区具有一定意义。

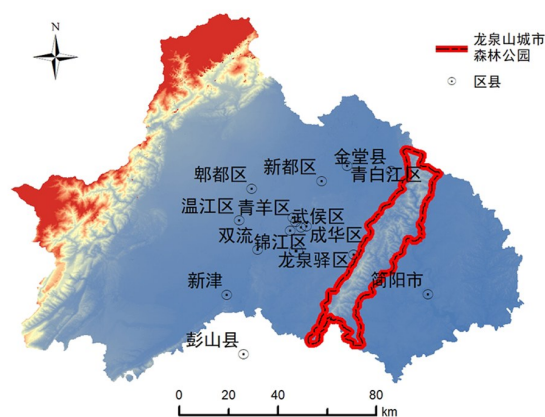


图1 成都龙泉山城市森林公园区位图

Fig. 1 Location of the Longquanshan urban forest park, Chengdu

收稿日期: 2019-09-05; 改回日期: 2019-11-07

作者简介: 郭子奇(1990-), 助理工程师, 研究方向: 水工环地质和沉积地质。E-mail: 1243529500@qq.com

通讯作者: 李胜伟(1975-), 高级工程师, 研究方向: 水工环地质和灾害地质。E-mail: 401245116@qq.com

资助项目: 由中国地质调查局项目“成都多要素城市地质调查”(DD20189210)资助

1 地质环境背景

龙泉山城市森林公园位于成都平原东缘,覆盖成都市域内龙泉山低山地貌区(图2),是岷江和沱江两大水系的分水岭,南北长约90km,宽约10km,总面积约1275km²。海拔高度385~1051m,相对高差最大达600m以上,年平均气温约16℃,年降水量约920mm^[5-6]。

区域上,公园地处龙泉山褶断带,总体走向北东20°~30°,由龙泉山复背斜及其东、西两侧的龙泉山断裂带组成。龙泉山褶断带主体为典型的箱状复背斜,前翼陡窄、后翼宽缓,在箱状背斜的两个转折端发育有逆冲断层。核部最老地层为中侏罗统沙溪庙组,两翼依次为上侏罗统遂宁组 and 蓬莱镇组;下白垩统苍溪组、白龙组、七曲寺组、古店组、夹关组。岩性主要为红层砂、泥岩,两侧零星出露第四系地层^[5-7]。近复背斜核部岩层产状较平缓,向两翼方向延伸,产状逐渐变陡,两侧断裂带区域内断层产状较陡^[7-8](图3)。

龙泉山城市森林公园地下水主要为侏罗系—白垩系红层砂、泥岩裂隙孔隙水(图4),赋存于多个独立的砂岩透镜体中,含水性不均匀,埋藏分散,以利用泉水为主,在构造破碎的压扭性断裂带附近易形成富水带。主要接受大气降水、农灌水和地表水的补给,沿基岩裂隙、孔隙、孔洞径流,径流途径短,常以下降泉的方式排泄于就近河谷、河流中^[9-11]。

区内主要工程地质岩组为复背斜核部的软硬相间的中—厚层砂泥岩互层岩组,东西两翼局部为较坚硬—坚硬的中—厚层状砂岩夹砾岩岩组和软质散体结构岩组。园区西北端少量出露软弱—较坚硬薄—中厚层状砂、泥岩岩组和软弱的薄层状泥、页岩岩组^[11-12](图5)。

2 主要环境地质问题

公园在建设过程中,受龙泉山脉的地形地貌和地质环境的影响约束,会面临地质灾害发育、浅层瓦斯赋存、地下水污染等一系列的环境地质问题。

2.1 地质灾害

2.1.1 发育类型和分布特征

龙泉山低山地貌区为成都市地质灾害高易发区^[13]。据野外实地核查,龙泉山城市森林公园区内

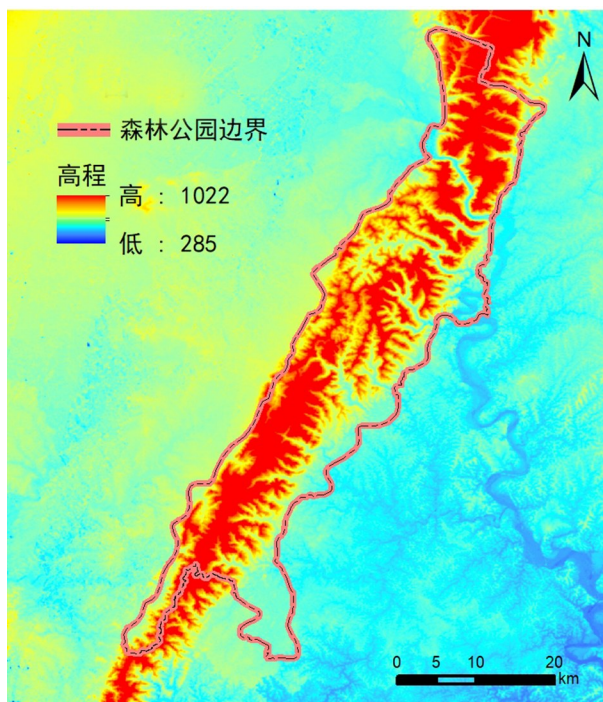


图2 龙泉山城市森林公园地势图

Fig. 2 Topographic features of the Longquanshan urban forest park, Chengdu

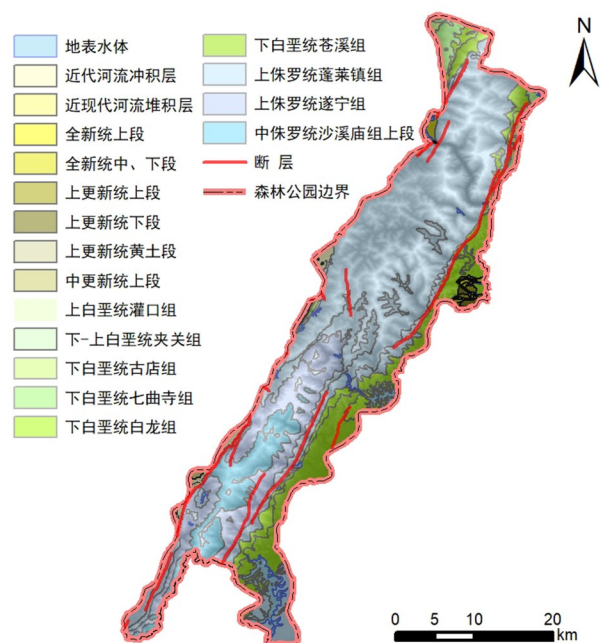


图3 龙泉山城市森林公园地质图

Fig. 3 Geological map of the Longquanshan urban forest park, Chengdu

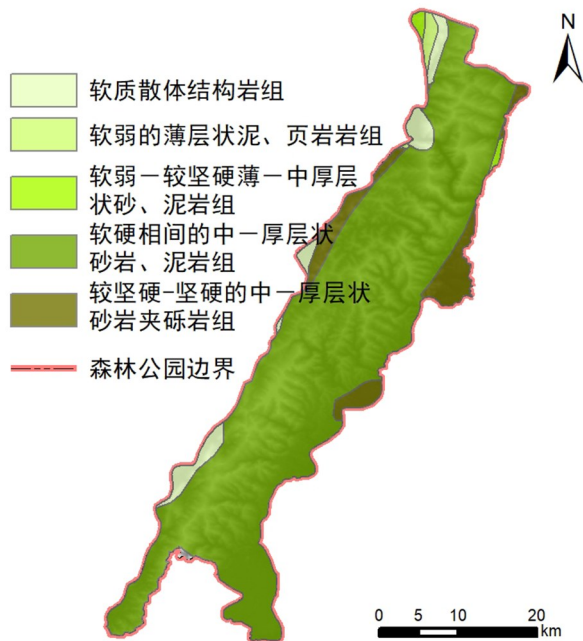


图4 龙泉山城市森林公园地下水类型

Fig. 4 Types and distribution of the groundwater in the Longquanshan urban forest park, Chengdu

主要地质灾害类型为滑坡、崩塌和不稳定斜坡,以滑坡为主,占 68.2%,其次为崩塌,占 19%,其余为不稳定斜坡,占 12.8%。绝大多数为小型,占 87.2%,其次为中型,占 11.4%,仅少量大型,占 1.4%(表 1)。

空间分布上,宏观上看,区内地质灾害多发生于龙泉山复背斜核部侏罗系地层及两翼的断裂带附近,而断裂带外侧地形坡度平缓的白垩系地层中地质灾害发育很少(图 6)。微观上看,区内滑坡和不稳定斜坡多发生在地形坡度 $15^{\circ} \sim 45^{\circ}$ 的土质斜坡上,崩塌多发生于地形坡度在 60° 以上的高陡边坡上,多数为建房修路时形成的人工切坡。

时间分布上,区内地质灾害主要发生在每年 6~10 月降水集中时期,具有明显的季节性,因此强降雨天气也是地质灾害的主要诱发因素^[6,14-17]。

2.1.2 地质灾害形成原因

从区域上来看,区内地质灾害形成的主控因素是地形地貌、地质构造、地层岩性,强降雨天气和不合理的人类工程活动是主要诱发因素。宏观上来讲,地质构造是区内地质灾害集中发育的最主要因

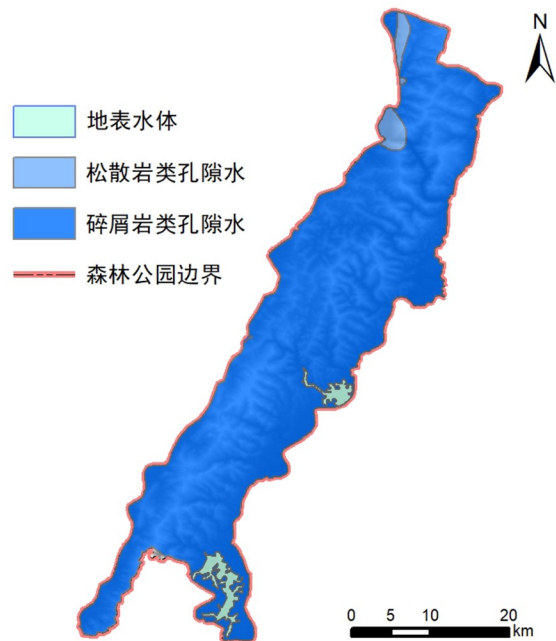


图5 龙泉山城市森林公园工程地质分区

Fig. 5 Engineering geological zonation of the Longquanshan urban forest park, Chengdu

素,构造运动控制了龙泉山现今低山地貌的形成。由于龙泉山复背斜和两侧断裂带影响,其周边多形成深切沟谷,主要地形坡度在 10° 到 55° 之间,局部建房修路形成的人工切坡和自然形成的高陡边坡坡度在 60° 以上(图 7)。加之龙泉山复背斜核部和两翼岩层节理裂隙发育,岩性主要为抗风化能力不同的砂、泥岩互层岩组,上覆多为第四系松散的残坡积物或崩坡积物,这种条件下,受降雨和人类工程活动影响,易诱发地质灾害。

区内滑坡绝大多数发生于土质斜坡上,滑体为基岩风化后形成的松散堆积层,沿基覆界面缓慢蠕动,受到强降雨天气、坡脚开挖或后缘堆载等条件的影响,滑体的抗剪强度降低,加之斜坡坡度较大,极易诱发滑坡,不稳定斜坡也多是这种原因形成。而区内崩塌则多发生于上硬下软的岩性组合陡坡地带,多为修路建房等人工开挖边坡,多数上部为砂岩或粉砂岩,裂隙发育,下部为泥岩或粉砂质泥岩,形成差异风化,下部泥岩形成凹腔,上部悬空坚硬岩体,在卸荷裂隙、岩层面和构造裂隙的切割下,从而发生崩塌。

表 1 龙泉山城市森林公园地质灾害类型统计表^[14-17]

Table 1 Statistics of the geological hazards in the Longquanshan urban forest park, Chengdu				
规模 类型	总计	大型	中型	小型
滑坡	294	2	23	269
崩塌	82	4	21	57
不稳定斜坡	55	0	5	50
总计	431	6	49	376

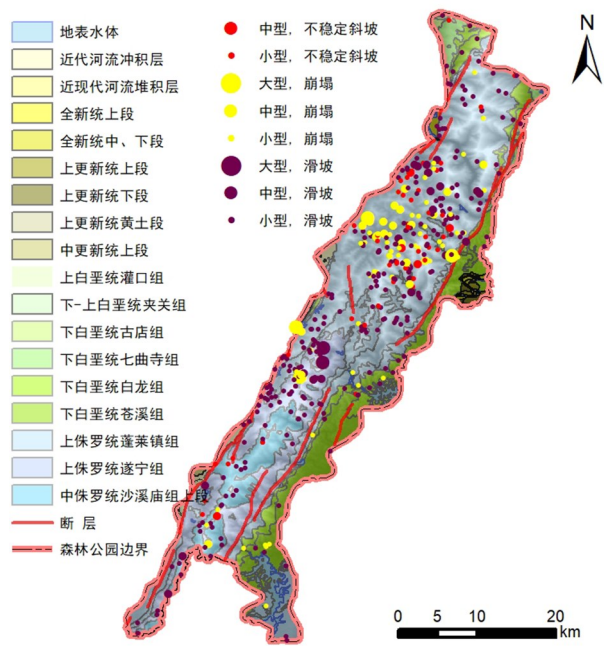


图 6 地质灾害分布与地层岩性的关系

Fig. 6 Relationship between the distribution of geological hazards and lithology in the Longquanshan urban forest park, Chengdu

2.2 浅层瓦斯赋存

龙泉山城市森林公园局部地下空间内存在浅层瓦斯,在地下工程建设过程中,容易引发瓦斯燃爆,危及施工安全。2015 年 2 月 14 日,龙泉驿区洛带镇五洛路 1 号隧道发生瓦斯爆炸事故,造成巨大损失。

2.2.1 浅层瓦斯赋存机理

区内主要分布侏罗系沙溪庙组、遂宁组和蓬莱镇组地层,为砂泥岩红层,本身不能生成瓦斯,其来源为下伏上三叠统须家河组五段和下侏罗统自流井组的烃源岩^[18],并通过断裂和与之相连的裂缝系统向上运移^[18-22]。由于区内侏罗系各地层中构造裂隙和砂岩孔隙较为发育,加之构造运动形成的有利圈闭,使下部地层形成的瓦斯局部储存。其中沙

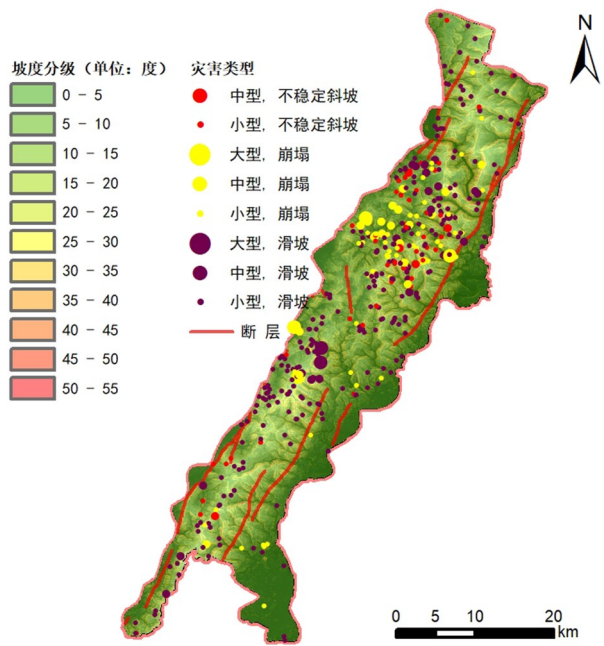


图 7 地质灾害分布与地形坡度的关系

Fig. 7 Relationship between the distribution of geological hazards and slope gradients in the Longquanshan urban forest park, Chengdu

溪庙组距下伏烃源岩层距离近,为区内主要的浅层瓦斯储集层^[23](图 8)。

2.2.2 浅层瓦斯分布特征

龙泉山复背斜构造是龙泉山区的含瓦斯构造,是区内瓦斯赋存的主控因素。森林公园区内从北向南,沿龙泉山复背斜轴部,依次包含三皇庙背斜、三大湾背斜、白云背斜和油罐顶背斜 4 个构造高点^[23,25],均为有利于瓦斯储集的圈闭构造。据苏培东^[25]、张小林^[23]等人对穿越龙泉山的 10 条隧道 37 个钻孔的瓦斯浓度检测结果(表 2),表明在龙泉山复背斜核部和近轴面部位浅层地下空间瓦斯浓度较高,而远离核部和轴面的向斜和背斜过渡带部位,以及断裂发育部位,其瓦斯浓度较低(图 9)。

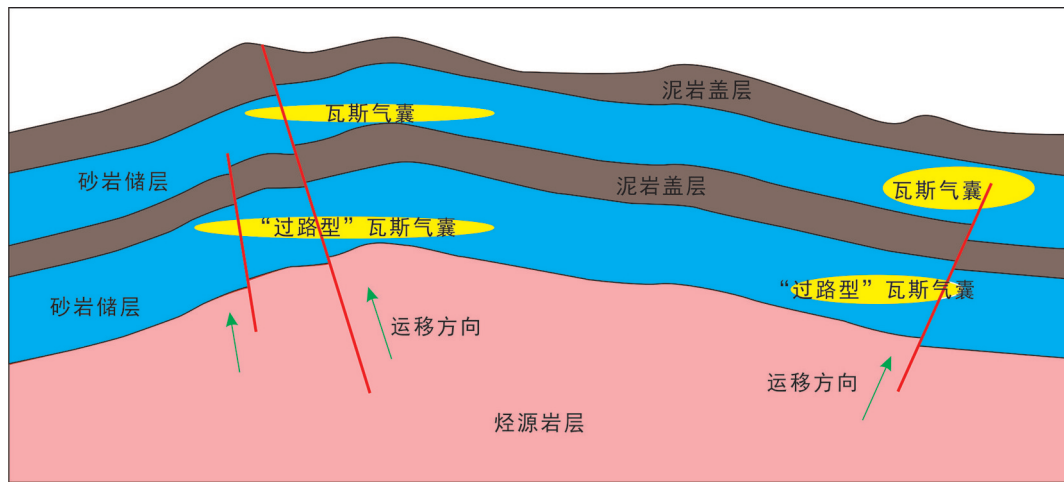


图8 龙泉山浅层瓦斯富集模式示意图

Fig. 8 Schematic diagram showing the gas accumulation and migration in the Longquanshan urban forest park, Chengdu

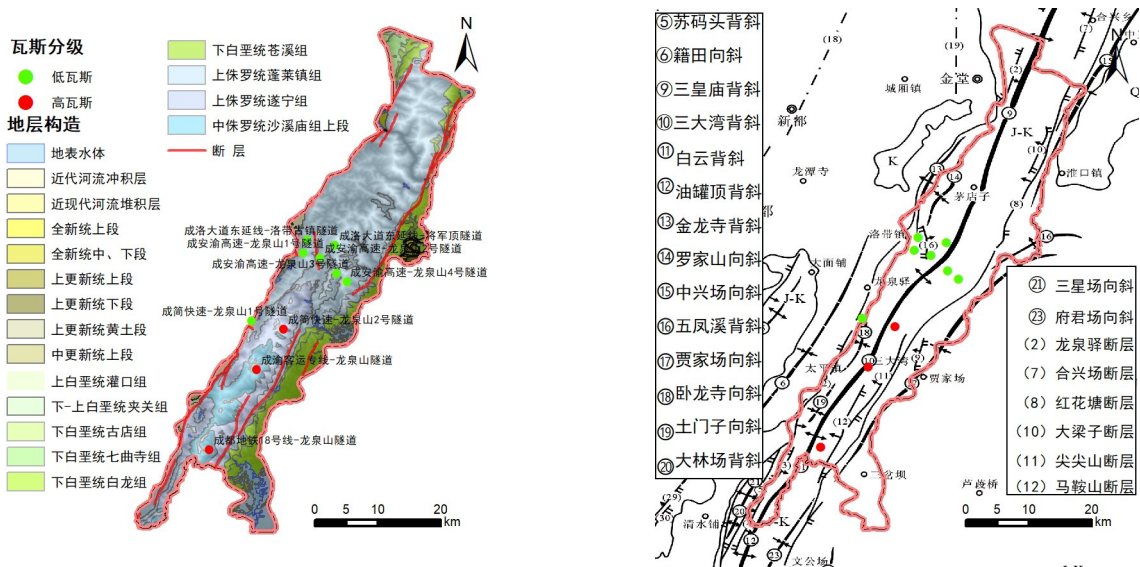


图9 区内含瓦斯隧道地层构造位置示意图(改自苏培东^[25], 张小林^[23])

Fig. 9 Schematic diagram of the geological structures within the gas-bearing tunnels in the Longquanshan urban forest park, Chengdu (modified from Su Peidong et al., 2014; Zhang Xiaolin et al., 2019)

在三大湾背斜外围瓦斯探测孔实地取气体样品两袋,在取得气体样品-1后封孔4小时后取得气体样品-2,送实验室进行气相色谱试验测定气体组分及浓度,最大瓦斯浓度为1.62%,主要成分为甲烷,在一定程度上验证了上述论断(表3)。

2.3 地下水污染

2.3.1 区域浅层地下水化学特征

通过对2018年9月在森林公园重点规划区内采集的浅层地下水样品进行水质分析(图10),表明园区内浅层地下水类型主要为 $\text{HCO}_3\text{-Ca} \cdot \text{Mg}$ 和

$\text{HCO}_3\text{-Ca}$ 型(图11),TDS在182.3~972mg/l之间,平均值488.63mg/l;pH值在7.23~8.43之间,平均值7.74(表4)。

2.3.2 监测点浅层地下水质量评价

据区内DDJC-02、DDJC-03、DDJC-04 3处地下水监测点2019年6月份至8月份实时监测数据统计结果,依据《地下水质量标准》(GB/T14848-2017)^[26],进行单项指标对比,表明DDJC-02处地下水浊度指标为Ⅳ类,pH值指标为Ⅰ类,TDS和氯化物指标为Ⅱ类,硝酸盐指标为Ⅴ类,铵根离子含量

严重超标。DDJC-03 处地下水浊度和 pH 值指标为 I 类,TDS 指标为 IV 类,氯化物指标为 V 类,硝酸盐指标为 V 类,氯离子含量严重超标。DDJC-04 处地下水浊度指标为 IV 类,pH 值指标为 I 类,TDS、硝酸盐和氯化物指标均为 V 类,氯离子含量严重超标(表 5)。

表 2 龙泉山城市森林公园区内主要含瓦斯隧道一览表(引自苏培东^[25],张小林^[23])

Table 2 List of the main gas-bearing tunnels through the Longquanshan urban forest park, Chengdu (after Su Peidong et al. , 2014; Zhang Xiaolin et al. ,2019)

隧道名称	隧道长 (m)	最大天然气 浓度/%	构造部位	隧道穿越 主要地层	瓦斯隧道分级	数据来源
成洛大道东延线 - 洛带 古镇隧道	2924	0. 608	向斜过渡带	J ₃ p	低瓦斯	苏培东,2014
成洛大道东延线 - 将军 顶隧道	2005	0. 095	向斜过渡带	J ₃ p	低瓦斯	苏培东,2014
成安渝高速 - 龙泉山 1 号隧道	1126	1. 569	三大湾背斜外围	J ₃ p	低瓦斯	苏培东,2014
成安渝高速 - 龙泉山 2 号隧道	735	1. 332	三大湾背斜外围	J ₃ p	低瓦斯	苏培东,2014
成安渝高速 - 龙泉山 3 号隧道	740	1. 869	三大湾背斜外围	J ₃ p	低瓦斯	苏培东,2014
成安渝高速 - 龙泉山 4 号隧道	2044	1. 642	三大湾背斜外围	J ₃ p	低瓦斯	苏培东,2014
成渝客运专线 - 龙泉山 隧道	7228	8. 654	三大湾背斜	J ₂ s、J ₃ sn、J ₃ p	高瓦斯	苏培东,2014
成简快速 - 龙泉山 1 号 隧道	1840	0. 97	卧龙寺向斜及西部 断裂	J ₂ s、J ₃ sn、J ₃ p	低瓦斯	苏培东,2014
成简快速 - 龙泉山 2 号 隧道	2321	3. 42	三大湾背斜边缘	J ₂ s、J ₃ sn、J ₃ p	高瓦斯	苏培东,2014
成都地铁 18 号线 - 龙 泉山隧道	9695	2. 62	龙泉山复背斜核部 (白云背斜)	J ₂ s、J ₃ sn、J ₃ p	高瓦斯	张小林,2019

表 3 三大湾背斜外围钻孔样品气体组分实测结果

Table 3 Gas determinations of the borehole samples collected around the Sandawan anticline

气体组分		气体样品-1	气体样品-2
氧 气	O ₂ (10 ⁻² mol/mol)	18. 30	15. 25
氮 气	N ₂ (10 ⁻² mol/mol)	80. 54	81. 80
甲 烷	CH ₄ (10 ⁻² mol/mol)	0. 42	1. 62
乙 烷	C ₂ H ₆ (10 ⁻² mol/mol)	<0. 01	<0. 01
丙 烷	C ₃ H ₈ (10 ⁻² mol/mol)	<0. 01	<0. 01
二氧化碳	CO ₂ (10 ⁻² mol/mol)	0. 08	0. 71
其 它	(10 ⁻² mol/mol)	0. 66	0. 61

表 4 浅层地下水水化学参数

Table 4 Hydrochemical parameters of the shallow groundwater

	pH	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	NO ₃ ⁻	TDS
	无量纲	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
最大值	8. 43	8. 61	63. 46	256. 00	49. 13	209. 43	186. 44	902. 80	186. 60	972. 00
最小值	7. 23	0. 15	5. 30	52. 17	7. 75	2. 77	0. 00	186. 79	0. 88	182. 30
平均值	7. 74	1. 40	19. 10	123. 79	27. 81	20. 20	46. 46	461. 88	42. 79	488. 63

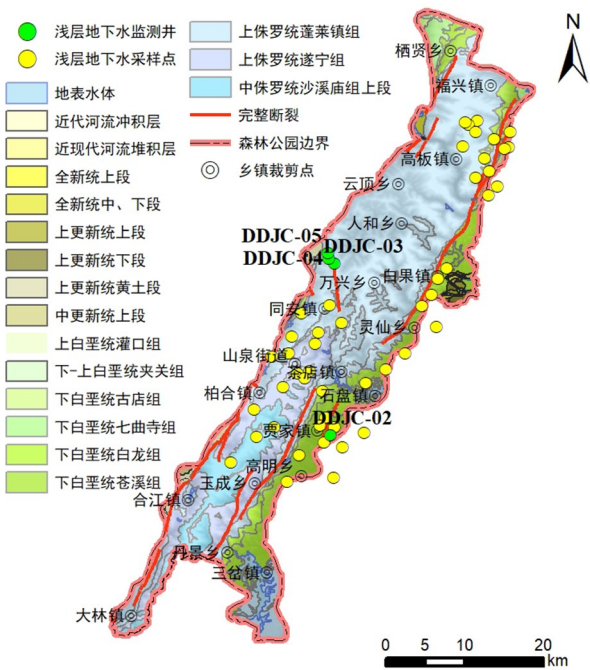


图 10 浅层地下水采样点

Fig. 10 Distribution of the sampling sites for the shallow groundwater

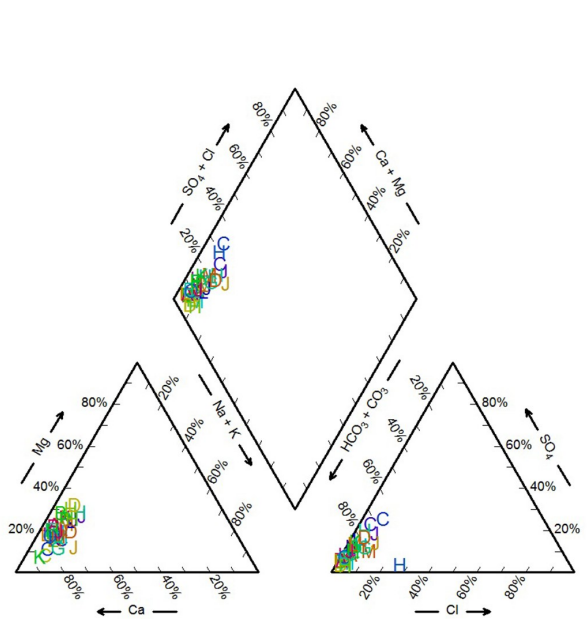


图 11 浅层地下水 Piper 图

Fig. 11 Piper diagram of the shallow groundwater

表 5 实时监测点地下水质量评价

Table 5 Quality assessment of the shallow groundwater in individual real-time monitoring points

监测指标		DDJC-02			DDJC-03			DDJC-04		
		6 月	7 月	8 月	6 月	7 月	8 月	6 月	7 月	8 月
盐度 (ppm)	平均值	389.67	397.62	397.3	1267.52	1330.76	1162.56	1758.7	1502.03	1375.52
	最大值	392.02	410.59	406	1279.67	1420.89	1219.38	1761.1	1781.5	1590.77
	最小值	387.66	384.68	389.95	1262.71	1238.87	1149.46	1756.97	1024.75	651.99
	变幅	4.36	25.91	16.05	16.96	182.02	69.92	4.13	756.75	938.78
TDS (ppm)	平均值	467.44	476.97	476.58	1520.47	1596.33	1394.57	2109.68	1801.78	1650.02
	最大值	470.25	492.52	487.02	1535.05	1704.45	1462.72	2112.55	2137.03	1908.22
	最小值	465.02	461.45	467.77	1514.7	1486.1	1378.85	2107.6	1229.25	782.1
	变幅	5.23	31.07	19.25	20.35	218.35	83.87	4.95	907.78	1126.12
硝酸根 (mg/l)	平均值	15.69	23.4	29.62	54.14	76.46	40.12	87.49	49.45	34.38
	最大值	17.89	29.53	32.84	99.43	83.77	77.91	95.56	95.89	99.08
	最小值	12.67	15.3	26.95	3.6	65.88	0	84.25	4.12	0.67
	变幅	5.22	14.23	5.89	95.83	17.89	77.91	11.31	91.77	98.41
氯离子 (mg/l)	平均值	58.98	69.48	79.74	1161.15	1111.18	1088.85	2270.18	1985.94	1898.29
	最大值	65.5	75	82	1315.5	1190.5	1124.5	2311	2404.5	2355
	最小值	54.5	61	76	1064	1012	1050	2219.5	1297.5	802.5
	变幅	11	14	6	251.5	178.5	74.5	91.5	1107	1552.5

续表 5

铵根离子 (mg/l)	平均值	3360.75	2167.4	1953.91	17.91	18.65	1.26	0.1	0.15	0.25
	最大值	4854.55	3094.2	2370.65	34.55	27.15	5.4	0.1	0.35	0.5
	最小值	1965.9	1225.1	1432.75	13.4	6.85	0.45	0.1	0.1	0.1
	变幅	2888.65	1869.1	937.9	21.15	20.3	4.95	0	0.25	0.4
浊度 (NTU)	平均值	5.34	7.89	11.34	0.11	0.09	0.12	0.16	0.76	0.69
	最大值	6.96	8.84	13.19	0.12	0.1	0.14	0.19	6.29	6.36
	最小值	3.85	7.13	8.83	0.1	0.08	0.09	0.15	0.15	0.24
	变幅	3.11	1.71	4.36	0.02	0.02	0.05	0.04	6.14	6.12
PH	平均值	7.02	7.06	7.1	6.7	6.77	6.6	6.98	7.03	7.06
	最大值	7.03	7.08	7.12	6.75	6.91	6.63	7	7.17	7.25
	最小值	7	7.04	7.08	6.67	6.62	6.58	6.96	6.97	7.01
	变幅	0.03	0.04	0.04	0.08	0.29	0.05	0.04	0.2	0.24

表 6 监测点样品地下水质量评价

Table 6 Quality assessment of the shallow groundwater in collected water samples

分析指标	DDJC-02		DDJC-03		DDJC-04		DDJC-05	
	分析结果	评价级别	分析结果	评价级别	分析结果	评价级别	分析结果	评价级别
色(铂钴色度单位)	无		无		无		无	
嗅和味	无		无		无		无	
浑浊度/NTU ^a	无		无		无		无	
肉眼可见物	无		无		无		无	
PH	8.32	I	8.15	I	8.11	III	8.2	I
总硬度/(mg/L)	246.7	II	315	III	1327	V	303.2	III
溶解性总固体/(mg/L)	363.1	II	425.9	II	1971	IV	423.1	II
硫酸盐/(mg/L)	12.89	I	84.46	II	264.5	IV	86.04	II
氯化物/(mg/L)	6.99	I	14.68	I	1274	V	15.41	I
铁/(mg/L)	<0.06	I	<0.13	II	0.46	IV	<0.15	II
锰/(mg/L)	0.63×10^{-3}	I	3.6×10^{-4}	I	0.5598	IV	8.9×10^{-4}	I
铜/(mg/L)	2.8×10^{-4}	I	4.6×10^{-4}	I	0.00252	I	7.4×10^{-4}	I
锌/(mg/L)	56.25×10^{-3}	II	9.83×10^{-3}	I	0.06025	II	6.54×10^{-3}	I
耗氧量/(mg/L)	2.78	III	2.78	III	9.03	IV	4.17	IV
氨氮/(mg/L)	0.026	II	0.19	III	0.127	III	0.006	I
硫化物/(mg/L)	<0.02	III	<0.02	III	<0.02	III	<0.02	III
钠/(mg/L)	46.85	I	31.5	I	219.4	IV	31.41	I
亚硝酸盐/(mg/L)	<0.01	I	<0.01	I	<0.01	I	<0.01	I
硝酸盐/(mg/L)	25.68	III	16.41	III	68.72	V	17	III
氰化物/(mg/L)	<0.05	III	<0.05	III	<0.05	III	<0.05	III
氟化物/(mg/L)	1.23	IV	0.32	I	0.257	II	0.31	I
碘化物/(mg/L)	45.9×10^{-3}	III	8.3×10^{-3}	I	0.3989	IV	3.3×10^{-3}	I
汞/(mg/L)	$<4 \times 10^{-5}$	I	$<4 \times 10^{-5}$	I	<0.00004	II	$<4 \times 10^{-5}$	I
砷/(mg/L)	$<3 \times 10^{-5}$	I	$<3 \times 10^{-5}$	I	<0.00003	I	$<3 \times 10^{-5}$	I
硒/(mg/L)	$<1 \times 10^{-5}$	I	$<1 \times 10^{-5}$	I	<0.00001	I	$<1 \times 10^{-5}$	I
镉/(mg/L)	0.33×10^{-3}	II	7.8×10^{-4}	II	0.00063	II	1.8×10^{-4}	II
铬(六价)/(mg/L)	0.18×10^{-3}	I	2.2×10^{-4}	I	0.00035	I	2.6×10^{-4}	I
铅/(mg/L)	0.31×10^{-3}	I	$3.1 < 3 \times 10^{-4}$	I	0.00061	I	3.4×10^{-4}	I

2018 年对 DDJC-02、DDJC-03、DDJC-04、DDJC-05 4 处地下水监测点进行集中采样,进行地下水质量评价,依据《地下水质量标准》(GB/T14848-2017)^[26],选取的评价项目为 PH、总硬度、溶解性总固体、硫酸盐、氯化物、铁、锰、铜、锌、耗氧量、氨氮、钠、亚硝酸盐、硝酸盐、氟化物、碘化物、汞、砷、镉、铬、铅。综合评价结果表明,DDJC-02 处地下水质量为Ⅳ类,其耗氧量、硫化物、硝酸盐、氰化物、碘化物、氟化物含量高。DDJC-03 处地下水质量为Ⅲ类,其总硬度、耗氧量、氨氮、硫化物、硝酸盐、氰化物含量较高。DDJC-04 处地下水质量为Ⅴ类,其总硬度、氯化物、硝酸盐含量过高,不宜作为生活饮用水水源,其它用水可根据使用目的选用。DDJC-05 处地下水质量为Ⅳ类,其总硬度、耗氧量、硫化物、硝酸盐、氰化物含量高(表 6)。

2.3.3 地下水污染分析

结合监测点实时监测数据和取样分析结果,依据《生活饮用水卫生标准》(GB5749-2006)^[27]进行单项对比,结果显示,DDJC-02 处地下水硝酸盐、氟化物含量超标,浊度超标;DDJC-03 处地下水硝酸盐含量超标,TDS 超标;DDJC-04 处地下水总硬度、TDS 超标,硝酸盐、硫酸盐、氯化物、铁、锰含量均超标;DDJC-05 处地下水硝酸盐含量超标。

3 结论及建议

龙泉山城市森林公园总体地质环境条件较好,其总体规划和地质环境相适宜,但是在建设过程中需要关注局部地区的地质灾害发育、浅层地下空间瓦斯赋存和地下水污染等环境地质问题。

(1)龙泉山城市森林公园区内主要地质灾害发育类型为小型滑坡,其次为崩塌和不稳定斜坡,多发生于龙泉山复背斜核部及断裂带区域。在龙泉山生态游憩区建设过程中应加强地质灾害防范,尤其是山泉街道、同安镇、茶店镇、柏合镇等重点景观区,建议旅游道路及游憩设施尽量避开地质灾害易发区,对个别典型地质灾害点可以实施工程治理与打造地质景观相结合的综合防治措施。

(2)区内局部浅层地下空间瓦斯赋存,建议在龙泉山森林公园中、南段的三皇庙背斜、三大湾背斜、白云背斜和油罐顶背斜 4 个构造区附近进行地下工程建设时,采取超前地质预报。在施工过程中要加强瓦斯浓度监测与通风,要特别注意火源管控。

(3)区内浅层地下水类型主要为 $\text{HCO}_3\text{-Ca} \cdot \text{Mg}$ 和 $\text{HCO}_3\text{-Ca}$ 型。位于森林公园中段长安乡的 3 处监测井浅层地下水受到污染,其中总硬度、氨氮和氯化物等超标,一定程度上反映了人为因素的影响。建议在局部污染区内减缓人类活动对地下水的影响,加强公园内重点规划建设区域的地下水用途管控和生态环境保护。

参考文献:

- [1] 黄毅,苏展.龙泉山城市森林公园建设的思考和建议[J].先锋,2018,(8):46-47.
- [2] 本刊记者.打造生态绿洲 建设城市绿肺——成都龙泉山城市森林公园规划建设专访[J].绿色天府,2017,(4):30-31.
- [3] 王胡林.打造成都乡村旅游升级版——以龙泉山城市森林公园为例[J].四川农业科技,2018,(2):62-64.
- [4] “两山夹一城”变“一山连两翼”[N].新华每日电讯,2019-3-8.
- [5] 蒋怡,董秀春,李宗南,等.成都龙泉山区居民点空间变化研究[J].安徽农业科学,2019,47(2):57-59.
- [6] 杨彪山,郑志军,周伟.四川成都龙泉山区地质灾害发育特征与防治对策[J].中国地质灾害与防治学报,2012,(2):101-104.
- [7] 王伟涛,贾东,李传友,等.四川龙泉山断裂带变形特征及其活动性初步研究[J].地震地质,2008,(4):968-979.
- [8] 王全伟,朱兵,梁斌,等.成都市幅 H48C002002 1/25 万区域地质调查报告[Z].2013-11-01.
- [9] 赵鹏.成都地铁十八号线龙泉山隧道水文地质特征研究[D].成都:西南交通大学,2018.
- [10] 李家康.四川省简阳幅 H-48-15 区域水文地质普查报告 1:20 万[M].1977.
- [11] 刘俊贤.成都市水文地质工程地质环境地质综合勘察报告[Z].1990-10-01.
- [12] 任光明.成都市域工程地质环境研究[Z].2012.
- [13] 仇开莉,褚永彬,张志明,李虎.天府新区(成都部分)地质灾害空间分布特征[J].桂林理工大学学报,2014,(2):245-253.
- [14] 祝波.成都市龙泉驿区 2017 年地质灾害地质灾害隐患点排查报告[Z].2017.
- [15] 四川省地质环境监测总站.简阳市 2017 年地质灾害应急排查报告[Z].2017.
- [16] 唐明才.成都市金堂县 2017 年地质灾害隐患应急排查报告[Z].2017.
- [17] 陈宇.天府新区直管区 2017 年地质灾害隐患点排查报告[Z].2017.
- [18] 祝金利,邹越,陈冬霞.川西坳陷中段中、浅层天然气来源与碳同位素地球化学特征[J].岩性油气藏,2011,(6):18-23.

- [19] 刘文伍. 浅层天然气对新龙泉山隧道的影响分析[J]. 山西建筑, 2013, (24): 178-180.
- [20] 肖先俊, 袁永红, 罗常锋, 等. 成都天府新区某地铁隧道浅层天然气检测研究[J]. 山东工业技术, 2017, (8): 194-195.
- [21] 刘殊, 颜琰, 袁红卫. 川西凹陷浅层气藏分布规律研究—以洛带和新场气田为例[J]. 石油物探, 2006, 45(4): 342-350.
- [22] 王威, 徐国盛, 崔建伟, 等. 川西坳陷洛带气田沙溪庙组天然气成藏规律[J]. 油气地质与采收率, 2007, 14(5): 39-41.
- [23] 张小林, 蔡建华, 廖烟开. 成都地铁龙泉山隧道瓦斯赋存特征分析与预测评价[J]. 现代隧道技术, 2019, 56(3): 25-30.
- [24] 苏培东, 李作兵, 范晓丽, 等. 成—简一级公路龙泉山隧道浅层天然气检测研究[J]. 现代隧道技术, 2009, (4): 52-57.
- [25] 苏培东, 廖军兆, 王奇, 等. 四川盆地龙泉山含油气构造浅层天然气对隧道工程危害研究[J]. 工程地质学报, 2014, (6): 1287-1293.
- [26] GB/T 14848-2017. 地下水质量标准[S]. 2017.
- [27] GB5749-2006. 生活饮用水卫生标准[S]. 2006.

Environmental geology of the Longquanshan urban forest park, Chengdu, Sichuan

GUO Ziqi¹, LI Shengwei¹, WANG Donghui¹, LI Hongyan², WANG Dewei¹, SONG Zhi¹, GU Hongyu¹

(1. Chengdu Center, China Geological Survey, Chengdu 610081, Sichuan, China; 2. Sichuan Institute of Geological Survey, Chengdu 610081, Sichuan, China)

Abstract: The present paper gives a detailed examination on the environmental geology of the Longquanshan urban forest park in Chengdu, Sichuan on the basis of the previous results and analytical data of the selected samples in this study. On the whole, the Longquanshan urban forest park has good geological conditions, and the overall planning schemes of the urban forest park are suitable for the geological conditions of the Longquanshan area. However, particular attention should be drawn to the geological hazards developed in local parts, gas accumulation in shallow underground spaces and local groundwater pollution. The geological hazards consist dominantly of small-scale landslides, collapses and unstable slopes developed in the coral part of the Longquanshan anticline and fault zone. The construction of tourist roads and recreational facilities should steer clear of the above-mentioned geological hazards. The advanced geological forecasting, monitoring of gas concentration and ventilation, and fire source control should be strengthened in the construction of underground engineering projects. The underground water types include the $\text{HCO}_3\text{-CaMg}$ type and $\text{HCO}_3\text{-Ca}$ types. Affected by the human pollution, the total hardness, ammonia nitrogen and chlorides in the shallow underground water in local parts are all out of standard. It is suggested that much attention should be given to the management and control of groundwater utilization and ecological environmental protection in the key areas of the Longquanshan urban forest park.

Key words: urban forest park; environmental geology; geological hazard; shallow gas; underground water pollution