

1 桥址自然概况

1.1 地形地貌

桥址区位于重庆市大渡口区跳蹬镇与江津区珞璜镇接壤地带，地面高程 180~270 m，相对高差约为 90 m，地形起伏不大，一般介于 $3^{\circ}\sim 15^{\circ}$ 。拟设特大桥为渝黔线控制性工程之一，在 DK17+342—DK17+990 横跨长江。长江总体上呈 $N77^{\circ}$ 展布，与线路近于直角相交。大桥先后跨越重庆岸构造剥蚀丘陵地貌区、河流侵蚀地貌区、河流堆积地貌区（长江阶地）和贵阳岸构造剥蚀浅丘地貌区。该桥重庆岸斜坡基岩出露良好，第四系土层零星分布，地形坡度为 $10^{\circ}\sim 18^{\circ}$ ；而贵阳岸地形被珞璜镇征地建设所改造，仅在局部保留原貌，建筑物密集，为当地居民住宅和工厂等。桥位处交通方便，两岸均有公路相通，右侧有既有线通过，且长江有船舶上下往来。图 1-1 为桥位处情况（既有白沙沱大桥旁边）。

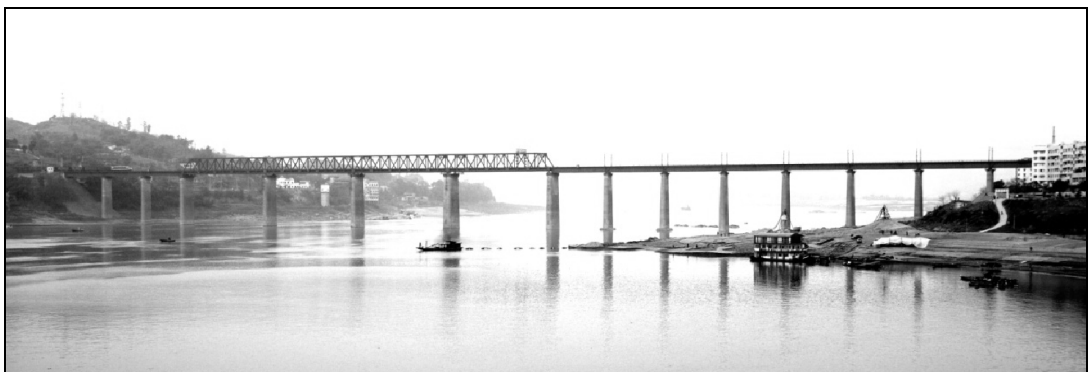


图 1-1 桥位处情况（既有白沙沱大桥）

1.2 水 文

由于通航净空控制，水文要素并不控制桥梁高程。

现状： $Q_{1/100} = 65\,300\text{ m}^3$ ， $H_{1/100} = 196.82\text{ m}$ ， $v = 2.93\text{ m/s}$ ；

三峡运行 30 年末： $Q_{1/100} = 65\,300\text{ m}^3$ ， $H_{1/100} = 196.82\text{ m}$ ， $v = 2.82\text{ m/s}$ 。

1.3 气 象

桥区属于北半球亚热带季风气候区，全年气候温和、四季分明、雨量充沛、日照尚足、无霜期长。

1.3.1 气 温

年平均气温 $18.4\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，冬季平均气温 $7.7\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，夏季平均气温 $28.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。极端最高气温达 $42\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，极端最低气温为 $-2.3\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，多数年份的极端最高气温稳定在 $39\sim 40\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，极端最低气温在 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 左右。

1.3.2 降 雨

降雨集中，干湿季节明显，多年平均降雨量为 $1\,031\text{ mm}$ ，最多年为 $1\,267\text{ mm}$ ，最少年为 663 mm ；年平均降雨日数为 156 天，最长达 180 天，最少为 130 天。一日最大降雨量为 161 mm 。冬半年（11~4 月）降雨量占 22%，夏半年（5~10 月）降雨量占 78%，尤以 6~9 月降雨量最为集中，占全年的 56%。

1.3.3 日 照

多年平均年日照时数 1 274 h，占可照时数的 29%。太阳总辐射量为 361.9 kJ/cm²。

1.3.4 湿 度

年平均蒸发量为 1 180 mm，年最大蒸发量为 1 360 mm，年最少蒸发量为 925 mm。历年平均空气相对湿度为 81%，一年中最大月为 10 月，为 86%；最小月为 8 月，为 76%。

1.3.5 气压、风

气压：多年平均气压 98.88 kPa，月平均最高 1 月为 99.82 kPa，月平均最低 7 月为 97.66 kPa。

风：多年平均风速 1.2 m/s，静风时间最多，其频率为 33%；有风时间的最多风向为偏东北风，频率为 11%。最大风速 10 m/s 以上的风占 33%，17 m/s 以上的风占 4%，多出现在 7、8 两月，其次为 5 月份，其他月份极少。

1.4 地 质

1.4.1 地层岩性

桥址区地表上覆第四系全新统人工堆积层 (Q_4^{ml})、冲洪积层 (Q_4^{al+pl}) 和坡残积层 (Q_4^{dl+cl})，下伏基岩为侏罗系中统下沙溪庙组 (J_2^{xs}) 泥岩夹砂岩、砂岩、细砂岩以及砂岩夹泥岩，现将地层由新至老叙述如下：

<1-1>杂填土 (Q_4^{ml})

主要分布于贵阳岸珞璜镇一带，杂色，干燥，稍密~密实，主要由建筑垃圾等组成，厚 0~8.0 m，属 II 级普通土。

<1-5>碎石土 (Q_4^{ml})

主要分布于贵阳岸珞璜镇既有铁路路堤和车站内，杂色，干燥，中密~密实，主要由砂岩、泥岩等石质的碎石组成，石径 2~15 cm 不等，约占 60%，余为粉质黏土，厚 2~15 m，属Ⅲ级硬土。

<2-3>粉质黏土 (Q_4^{al+pl})

主要分布于贵州岸长江阶地人工填土之下，灰褐、灰黄色，质均匀，较细腻，干强度中等，韧性中等，刀切面光滑，钻孔揭露厚 1.6~10.8 m，属Ⅱ级普通土、E 组填料。

<2-5>细砂 (Q_4^{al+pl})

广泛分布于河床，杂色，稍密，潮湿~饱和，石质成分以灰岩、石英岩等组成，分选性好，覆于粗粒类土之上，呈条带状、层状分布，局部呈透镜状，厚 0.50~7.30 m，属Ⅰ级松土、C 组填料。

<2-9>卵石土 (Q_4^{al+pl})

灰黄、黄灰色，稍密~中密，稍湿。卵石约占 55%，粒径 20~200 mm；漂石约占 10%，粒径 >200 mm；余为黏土及少量圆砾。石质成分为石英砂岩、石英岩、灰岩及花岗岩等，多呈圆状，少量次圆状，分选性较好，层厚 4~12 m，伏于细粒类土之下，分布于长江河床内，属Ⅲ级硬土，填料分级为 B 组。

<3-2>松软土 (Q_4^{dl+pl})

主要分布于贵州岸既有珞璜车站段人工填土之下，灰褐、灰黄色，呈软塑状，可搓成 $\phi 2 \sim 5$ mm 的细土条，手捻略具砂感，局部砂粒较富集，底部含少量碎石，石质成分为砂岩和泥

岩，呈条带状、层状分布，局部呈透镜状分布，钻孔揭露厚 2~8 m，属Ⅱ级普通土、D 组填料。

<3-3>粉质黏土 (Q_4^{dl+pl})

灰褐色，硬塑，质均匀，较细腻，干强度中等，韧性中等，刀切面光滑，呈透镜状分布，厚 0~8 m，属Ⅱ级普通土、D 组填料。

<4-2>粉质黏土 (Q_4^{dl+cl})

灰褐、紫红色，硬塑状，手捏略具滑腻感，在区内山丘表面广泛分布，厚 0~2 m，表层含少量植物根茎，属Ⅱ级普通土、D 组填料。

<7-5>细砂 (Q_3^{al+pl})

灰黄色，稍密~中密，含 80%细砂、20%泥质。呈层带状、透镜体状分布，厚 0~3 m，主要分布于重庆岸桥台一带，属Ⅱ级普通土、C 组填料。

<7-9>卵石土 (Q_3^{al+pl})

杂色，稍湿，中密，主要成分为灰岩、砂岩、花岗石等，粒径 10~70 mm，卵石含量约占 60%，余为砂、泥岩质土、粉质黏土填充，磨圆度较好，分选性较好，呈层状分布，厚 4~18 m，主要分布于重庆岸桥台一带，属Ⅲ级硬土、B 组填料。

<9-11>砂岩 (J_2^{xs})

灰、灰白色，细~中粒结构，厚层~块状构造，钙质胶结。岩层强风化带厚 0~3 m。强风化属Ⅳ级软石，填料级别为 D 组；弱风化属Ⅴ级次坚石，填料级别为 C 组。

<9-11-1>细砂岩 (J_2^{xs})

灰、灰褐色，细粒结构，厚层~块状构造，钙泥质胶结，钻孔揭露多为弱风化带。根据

钻探揭露，细砂岩岩心胶结极差，遇水后极易崩解，手可轻易捏碎成砂状。该层弱风化属IV级软石，由于力学性质差，不宜作为填料。

<9-12>泥岩夹砂岩 (J_2^{XS})

泥岩为紫红、暗紫色，泥质结构，薄~中厚层状构造，质软，失去水后易开裂崩解。砂岩呈灰、灰白色，细~中粒结构，中厚层状构造，泥质胶结。岩层强风化带厚0~4.5 m。强风化属IV级软石，填料级别为D组；弱风化属IV级软石，因泥岩弱风化遇水易软化，暴露于空气中易风化，不宜直接作填料。

<9-12-1>页岩夹砂岩 (J_2^{XS})

页岩为灰黑色，泥质结构，薄~中厚层状构造，质软，失去水后易开裂崩解。砂岩呈灰色、青灰色，细~中粒结构，中厚层状构造，泥质胶结。岩层强风化带厚0~5.0 m。强风化属IV级软石，填料级别为D组；弱风化属IV级软石、C组填料。

岩土物理力学指标见表 1-1：

表 1-1 岩土物理力学参数建议值

层号 及成因	岩土 名称	稠度 或 风化 程度	天然 密度 ρ (g/cm^3)	凝聚力 c /kPa	内摩 擦角 φ /($^\circ$)	基底 摩擦 系数 f	钻孔灌 注桩桩 周极限 摩阻力 f_i /kPa	单轴 饱和 抗压 强度 R_c /MPa	基本承 载力 σ_0 /kPa	边坡率	
										临时 n'	永久 n
<1-1> Q_4^{ml}	杂填土	欠压实	1.7	—	—	—	—	—	—	—	—
<1-5> Q_4^{ml}	碎石土	压实	2.2	—	30	—	—	—	150	1:1	1:1.25
<2-3> Q_4^{al+pl}	粉质 黏土	硬塑	1.85	20	13	0.35	50	—	180	1:1	1:1.25
<2-5> Q_4^{al+pl}	细砂	稍密	1.8	—	34	0.30	15	—	100	1:1.25	1:1.5
<2-9> Q_4^{al+pl}	卵石土	稍密~ 中密	2.3	—	40	0.4	150	—	250	1:1	1:1.25

<3-2> Q ₄ ^{dl+pl}	松软土	软塑	1.8	15	10	—	16	—	120	挡护	挡护
<3-3> Q ₄ ^{dl+pl}	粉质 黏土	硬塑	1.85	20	13	0.35	50	—	180	1:1	1:1.25
<4-2> Q ₄ ^{dl+el}	粉质 黏土	硬塑	1.85	20	13	0.35	50	—	180	1:1	1:1.25
<7-9> Q ₃ ^{al+pl}	卵石土	中密	2.3	—	50	0.4	150	—	450	1:0.75	1:1
<9-11> J ₂ ^{xs}	砂岩	W ₃	2.2	—	40	0.45	120	—	300	1:0.75	1:1
		W ₂	2.3	—	55	0.5	—	10	600	1:0.5	1:0.75
<9-11-1> J ₂ ^{xs}	细砂岩	W ₂	2.2	—	25	0.30	50	3	300	1:1	1:1.25
<9-12> J ₂ ^{xs}	泥岩 夹砂岩	W ₃	2.1	—	42	0.35	70	—	250	1:0.75	1:1
		W ₂	2.2	—	50	0.45	—	5	500	1:0.5	1:0.75
<9-12-1> J ₂ ^{xs}	页岩 夹砂岩	W ₃	2.1	—	40	0.35	70	—	250	1:0.75	1:1
		W ₂	2.2	—	45	0.40	—	4.0	400	1:0.5	1:0.75

1.4.2 地质构造与地震

1.4.2.1 地质构造

桥址区无断层、褶皱存在，为一简单的单斜构造，岩层产状为 N3~8°W/60~63°NE。地表风化裂隙发育，深部则以构造裂隙为主。本次实测发现，区内节理发育规律各不相同，长短不一，其主要发育 4 组，现分述如下：

J₁ 节理：走向 N84°W，倾向 NE，倾角 62°，发育间距 0.5~1.2 m 不等，可见延伸长度 2~4 m 不等；张开~微张，局部泥质充填，面较平直光滑。

J₂ 节理：走向 N5°E，倾向 SE，倾角 53°，发育间距 0.8~1.5 m 不等，可见延伸长度 1~3 m 不等，张开~微张，无充填，面较平直光滑，无充水现象。

J₃ 节理：走向 N4°W，倾向 SW，倾角 59°，发育间距 1~2 m 不等，可见延伸长度 1~5 m 不等，微张，开度小于 3 mm，泥质半充填，面较平整光滑。

J₄节理：走向 N70°E，倾向 SE，倾角 88°，发育间距 0.5~1.3 m 不等，可见延伸长度 2~4 m 不等，闭合，面较平直光滑，无充水现象。

1.4.2.2 地震动参数

据《中国地震动参数区划图》(GB 18306 - 2001)，本区地震动峰值加速度为 0.05g，地震动反应谱特征周期为 0.35 s，地震基本烈度值 VI 度。

1.4.3 地表水与地下水

1.4.3.1 地表水

长江江面为桥区内的地表水和地下水排泄侵蚀基准面，江面宽约 648 m，主要接受大气降水补给和上游地表河流、溪沟等地表、地下水体汇集补给。据所取长江江水分析，该江水为 $\text{HCO}_3^- - \text{Ca}^{2+} - \text{Mg}^{2+}$ 型水，对砼结构物无侵蚀性。

1.4.3.2 地下水

区内地下水主要接受大气降水补给，其地下水类型主要为第四系松散层孔隙水和基岩裂隙水两类。现在分别述如下：

第四系孔隙水：桥区地下水主要赋存于河床内的砂、圆砾及卵石中，主要接受长江江水补给，与江水互为补排关系，具有埋藏浅、富水性强、地下水丰富的特点。

基岩裂隙水：在地表主要分布于裂隙中，受季节影响显著，多以潜水形式赋存。据本次调查，在区内未发现该类泉点出露，多在地形低洼处以点滴状、浸润状等形式排泄，故该类地下水贫乏。

不良地质与特殊岩土：无不良地质存在，特殊岩土为松软土。

松软土：主要分布于贵州岸长江阶地人工填土之下，厚 1.6~10.8 m，呈条带状、层状分布，局部呈透镜状，埋深 1.10~6.70 m，软塑，压缩性大，含水率高，压缩模量小，承载力低，工程地质性能差，对工程有一定影响。

1.4.4 环境工程地质

1.4.4.1 环境对工程的影响

1) 桥区地形起伏不大，植被较发育，重庆岸人类工程活动较弱，而贵州岸跨越珞璜镇，人类工程活动强烈，建筑物密集，导致走廊狭隘，对施工有一定影响。

2) 长江江水受季节影响，在洪水季江水上涨迅速，不利于工程施工；而跨越的公路、铁路以及航道的运营将在一定程度上影响大桥的施工。

1.4.4.2 工程对环境的影响

1) 工程将影响长江特大桥跨越公路、铁路、航道以及周边交通线路的运营。

2) 工程施工及运营都将对沿线居民产生影响（特别是在珞璜镇一带）。施工弃渣宜合理堆放，尽量少占居民耕地；施工应尽量避免废水、油污对附近水源的污染，特别是对长江水源的污染。

1.4.5 工程地质评价

桥址区地形起伏小，为简单的单斜构造，两岸坡下水文地质条件简单。该桥先后跨越重庆岸构造剥蚀丘陵地貌区、河流侵蚀地貌区、河流堆积地貌区和贵阳岸构造剥蚀浅丘地貌区。区内长江河床开阔顺直，江面宽约 650 m，江底标高约在 160 m，水面标高约在 180 m，长江水深约 20 m；沿线覆盖层厚 1.2~16.55 m（钻探揭露），两岸及江底基岩为 J_2^{xs} 泥岩夹砂岩，强风化带 0.5~3.5 m；两岸坡坡度平缓，在 $10^\circ \sim 15^\circ$ ，岸坡大部分地段基岩出露，岸坡稳定，从三峡工程蓄水以来，对岸坡的再造已趋于稳定；地震基本烈度值为 VI 度，远离活动性断裂构造带，属抗震有利地段；无不良地质存在，特殊岩土为软土和人工填土，地表水不

具侵蚀性，工程地质条件较好。

1.4.6 工程措施

1) 对覆盖层和强风化薄的墩台采用明挖基础，其余则采用桩基础，并置于基岩弱风化带 (W_2) 内有效深度。

2) 避免在雨季施工江内桥墩，并设立警戒线，确保施工和船舶运营安全。

3) 地表岩体风化严重，在进行明挖过程中，做好有效护壁措施，防止松散堆积层和风化层中的松动岩块发生滑塌、掉落、垮塌等现象；做好地下水输排工作和地表水截排工作。

4) 人工明挖桩基础应加强坑井通风工作，并尽量避开洪季施工（基坑工作），以确保施工人员安全。

5) 在对两岸进行施工时，应合理安排时间，避免对当地居民日常生活造成影响，避免对公路、铁路运营造成影响。

6) 在对墩台进行下基时，应考虑泥岩易风化因素，故在下基前应清除基坑风化岩体，排泄水体。

7) 加强地表水和地下水复查工作。

1.5 通航论证

渝黔铁路白沙沱长江大桥建成后，将拆除川黔铁路白沙沱长江大桥，通航条件得到较大改善。

航道尺度及设计代表船队采用《内河通航标准》(GB 50139) I-(3) 级航道的二排二列船队作为代表船队，代表船型采用 5 000 t 级单船。

小南海水利枢纽工程建成后最高通航水位采用 194.74 m，作为渝黔铁路白沙沱长江大桥最高通航水位。

通航净高应在设计最高通航水位以上不小于 24.0 m，并尽可能提高通航净高。

设计桥梁主跨 432 m，副跨 162 m，能够满足通航要求。

防撞方面考虑船舶碰撞风险，主、副通航孔桥墩应按照代表船型、船队标准进行防撞设计，其他水中桥墩也应适当考虑防撞。

优化桥轴线布置并研究左主墩北移。

1.6 行洪论证

河演分析表明，桥梁工程附近河段河势基本稳定。

桥梁工程对所在河段的河势及行洪无明显不利影响。

数模计算结果表明：桥梁工程实施后，对工程河段的洪水位和流速场影响不大，影响范

围主要在工程附近区域。

1.7 地震危险性评价

渝黔铁路白沙沱长江大桥位于中梁山背斜地带，属于川东中低山丘陵区，桥址处河谷总体走向为 $N19^{\circ} \sim 58^{\circ}E$ ，两岸坡度为 $35^{\circ} \sim 65^{\circ}$ 。地层为三叠系上统须家河组下段 (J_2^1) 砂岩夹页岩，总体产状为 $N10^{\circ}W/40^{\circ}NE$ ，为横向谷。发育多组节理，节理的交线属于滑坡构造面，在地震的激发下，滑坡的可能性增大。桥址附近第四系不发育，大桥场区内无活动断裂通过，无破坏性地震发生。

表 1-2 是工程场地的基岩水平加速度峰值的地震危险性分析计算结果。表中所列数据表明，对渝黔铁路白沙沱长江特大桥工程场地基岩加速度贡献较大的有 3 号 6.0 级潜源、7 号 6.0 级潜源、9 号 6.0 级潜源及 10 号 6.0 级潜源。这表明场地基岩加速度贡献主要来自中近场潜源的影响。

表 1-2 地震危险性分析结果 (基岩水平加速度峰值年超越概率)

潜源编号	0.2	0.5	1	5	10	20	50	100	150	200
3	0.032 40	0.024 00	0.008 60	0.000 72	0.000 02	0.000 00	0.000 00	0.000 00	0.000 00	0.000 00
7	0.021 40	0.021 40	0.021 40	0.018 80	0.012 70	0.006 53	0.001 05	0.000 10	0.000 00	0.000 00
9	0.042 00	0.041 70	0.037 90	0.009 03	0.003 13	0.000 89	0.000 07	0.000 00	0.000 00	0.000 00
10	0.036 10	0.019 90	0.009 99	0.000 39	0.000 02	0.000 00	0.000 00	0.000 00	0.000 00	0.000 00
超越概率	0.304 00	0.196 00	0.121 00	0.032 00	0.017 10	0.008 07	0.001 89	0.000 36	0.000 09	0.000 03
预定水平	0.04	0.0179	0.01	0.005	0.002 1	0.001	0.000 6	0.000 4	0.000 3	0.000 1
加速度/gal	3.8	9.5	16.4	28.3	47.1	67.0	82.2	96.2	105.8	147.0

表 1-3 给出了重点工程场地 50 年超越概率为 63%、10%、2%和 100 年超越概率为 63%、10%、3%的地震基岩水平加速度峰值。

表 1-3 重点工程场地的地震基岩峰值加速度 gal

工程场地	50a 63%	50a 10%	50a 2%	100a 63%	100a 10%	100a 3%
渝黔铁路白沙沱长江大桥	9.5	47.1	96.2	16.4	67.0	105.8

根据勘察资料分析，该工程所处的地理位置、地质条件不存在边坡失稳和发生泥石流的条件，且无饱和的粉细砂层发育，不存在砂土液化问题及软土震陷等地质灾害。

根据区域地质资料、场地周边地形地貌、地质条件及场地土的地层结构综合分析，场区内无滑坡、危岩、崩塌、泥石流、采空区等不良地质作用。

近场区内断裂无明显活动迹象，可不考虑地震地表破裂对工程场地的潜在危害。

1.7.1 重点桥址区工程地质条件综合评价

1) 渝黔铁路白沙沱长江大桥桥址区属丘陵地貌，基岩多出露，桥址区均属于I类场地。

2) 桥址区位于地震弱活动区，桥址区的地质构造条件也较好，可以基本不考虑软土震陷、砂土液化等地震地质灾害的影响。

3) 桥址区内断裂无明显活动迹象，因此可不考虑地震地表破裂对工程场地的潜在危害，工程抗震设防可不考虑断裂地表错断问题。

1.7.2 场地设计峰值加速度

按技术要求，参照国家标准 GB 50111—2006《铁路工程抗震设计规范》的规定，给出50年超越概率63%、10%、2%和100年超越概率63%、10%、3%六个超越概率设计地震动参数(表1-4)。根据GB 18306—2001《中国地震动参数区划图》中地震加速度峰值与地震基本烈度的对应关系以及基岩与中硬场地峰值加速度的转换关系，渝黔铁路白沙沱长江大桥工程场地地震基本烈度为VI度。

表 1-4 工程场地设计基岩峰值加速度和设计地震系数

场地	超越 概率	50年			100年		
		63%	10%	2%	63%	10%	3%
渝黔铁路白沙 沱长江特大桥	A_m/gal	9.5	47.1	96.2	16.4	67.0	105.8
	K	0.010	0.048	0.098	0.017	0.068	0.108

1.7.3 区域地震构造环境

工程场区横跨上扬子台褶带，是大地构造较稳定地段，地震活动性弱，历史上无 ≥ 6 级的地震发生。

区域地处川南中低山区和贵州高原区，区内新构造运动最直观的表现是大面积、间歇性抬升，断裂、断块差异活动较弱。渝黔铁路穿越了四川盆地断块弱隆起区的川东断隆和滇黔桂稳定隆起区的川东南—黔北断隆、黔中断隆，它们整体性强，断块差异运动弱。区域现代构造应力场在水平方向上呈现北西向挤压的应力状态。

区域断裂较为发育，主要为北东向和南北向断裂，受褶皱带和山脉走向有关。它们的第四纪活动几乎都不强，为早、中更新世活动断裂或前第四纪断裂。其中一些早、中更新世活动明显的断裂如华蓥山断裂、金佛山断裂是潜在6.0级地震的发震构造。乌当断裂、桐梓—贵阳断裂、贵定—中田坝断裂等断裂是潜在可能发生5.5级地震的危险段。