
重庆市高新技术产业开发区 区域地震安全性评价报告



四川华震科技有限公司
2021年6月

0. 前言

0.1 项目来源

重庆市高新技术产业开发区成立于 2010 年，是国家发改委批准设立的省级经济技术开发区，重庆市十强工业园区和十佳特色工业园区。园区毗邻长江黄金水道，处在“一带一路”和长江经济带联结点，是成渝地区双城经济圈的战略连接点。园区规划面积 97km²，本次评价目标区约 313km²，为将评价目标区（园区）建设成为新型工业化示范区、智能制造先行区、创新创业集聚区、产城融合引领区打下更为坚实的基础。

受重庆市高新技术产业开发区管理委员会委托，四川华震科技有限公司承担了《重庆市高新技术产业开发区区域地震安全性评价》研究项目。

0.2 研究区及目标区范围

根据《工程场地地震安全性评价》（GB17741-2005）和区域性地震安全性评价工作大纲（试行）的要求，取区域——其范围不应小于目标区外围 150km；近场区——其范围不应小于目标区外围 25km；目标区为两江高新区园区，其面积约 313km²（图 0.2-1）。

依据规范并考虑到场地周围的地震地质构造和地震活动环境条件，分别取：

区域范围经纬度为：东经 104°30′~108°00′、北纬 27°45′~31°15′

近场区范围经纬度为：东经 106°00′~106°40′，北纬 29°05′~29°50′

目标区范围经纬度为：东经 106°15′~106°25′，北纬 29°24′~29°39′

目标区位于平行岭谷区的狭窄的条带状山脉之间的宽缓向斜谷中，狭长山体之间为向斜形成的宽缓、以小丘错落的丘陵谷，总体地势东西两侧高、中部低，最高海拔 535m，最低海拔 228m。以剥蚀构造地形为主，丘陵坡度缓，河流溪沟密布；目标区东部毗邻长江一级水系，其它河流多为长江的二、三级树枝状、羽状水系，地面分割甚为剧烈。

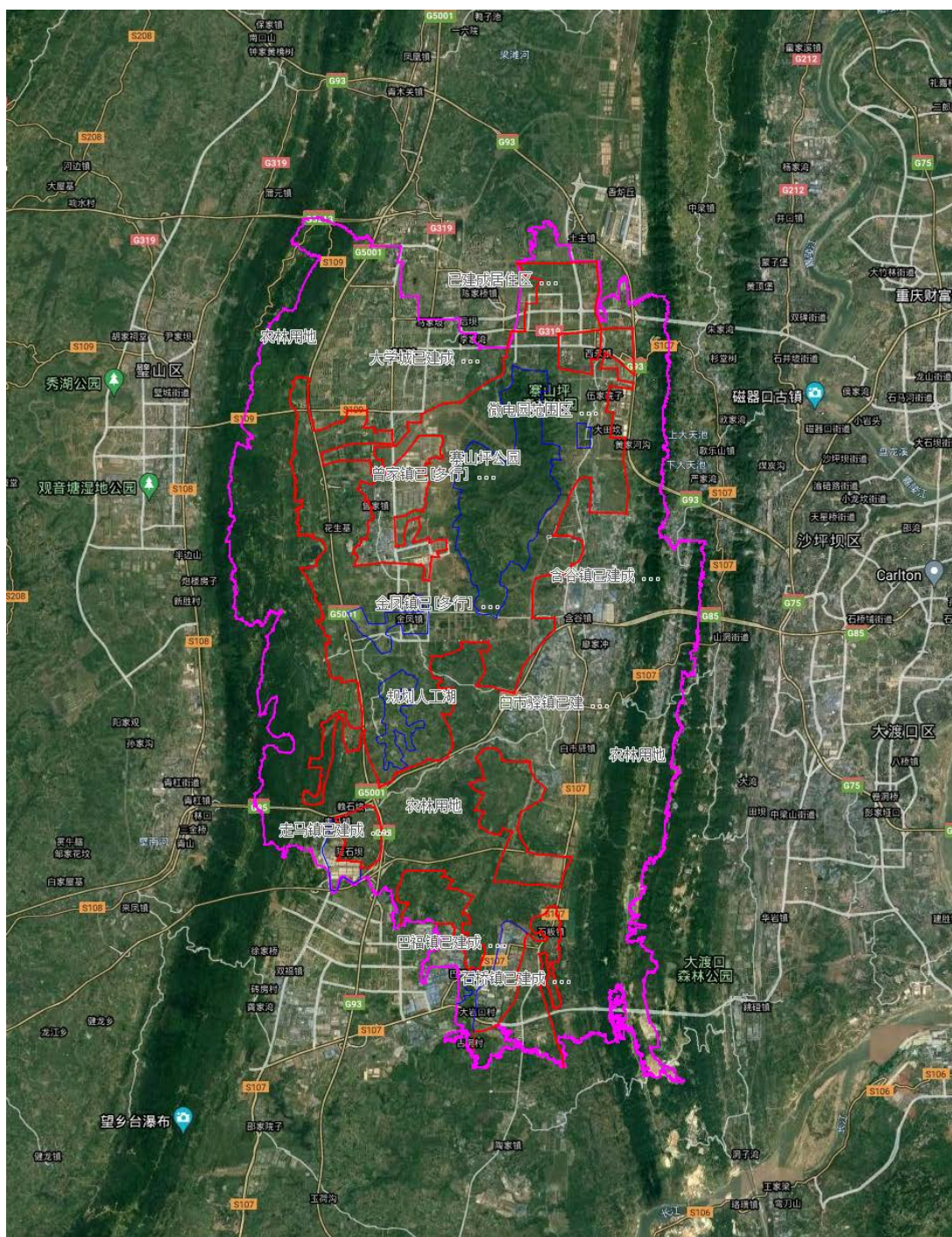


图 0.2-1 重庆市两江新区总体规划图（框内为评价区）

0.3 实物工作量及提交成果

0.3.1 实物工作量

针对工作内容及目标任务，本项目完成以下主要工作量（表 0.3-1）。

0.3.2 提交成果

- (1) 《重庆市两江高新区区域地震安全性评价》报告及相关附图、附件
- (2) 资料数据体和成果查询系统

表 0.3-1 完成主要工作量

序号	工作内容	工作量	备注
1	区域地震构造图	1 幅	1:1000000
2	近场地震构造图	1 幅	1:250000
3	钻探	95 孔	
4	波速测量	92 孔	
5	土样动三轴试验	33 件	
6	地震区、带划分、潜在震源区划分	1 套	主要根据全国第五代图区划图改编
7	地震烈度衰减关系确定	1 套	
8	基岩地震动衰减关系确定	1 套	
9	地震活动性参数确定	1 套	
10	基岩反应谱衰减关系确定	1 套	
11	地震危险性概率计算	10 概率	
12	基岩目标反应谱和形状函数确定	1 套	
13	钻孔模型建立	1 套	
14	土动力参数测试	1 套	
15	土层反应计算	95 个	
16	地震动参数确定（10 概率）	1 套	
17	资料数据体和成果查询系统	1 套	

0.4 致谢

项目研究过程中得到了重庆市两江高新区管委会（甲方）和行业主管部门等单位的有关专家的大力支持和热情帮助。在此，谨向上述单位及有关专家表示衷心的感谢！

8 结论与建议

8.1 地震地质构造环境

区域所在范围隶属上扬子构造区一级构造单元。包括有 2 个二级构造单元、2 个三级构造单元和 8 个四级构造单元（表 3.1-1、图 3.1-1）；近场区跨永川隆褶区（I 2-1-6）和华蓥山隆褶带（I 2-1-5）两个四级构造单元；目标区位于华蓥山隆褶带（I 2-1-5）南部。

区域主体地处中国第二台阶的东部弱升区（II），新构造运动及地貌格局主要受喜马拉雅运动的控制，区域喜马拉雅运动可分为三期，即古近纪末、新近纪末和第四纪。古近-新近纪的运动性质以褶皱造山运动为主，而第四纪则表现为大面积的整体抬升；近场区地处川东盆岭区（II 1-2）三级新构造单元分区内，抬升幅度相对较小，间歇性较显著；目标区第四纪以来的新构造运动微弱，表现为整体间歇性的微弱隆升。

区域内发育具有一定规模断裂 11 条，除方斗山断裂外，其他断裂均为三级、四级构造单元分界线，规模相对较大，切割较深，对区域的地质作用及演化、地质构造、地震活动等有着重要的控制作用。似乎断裂规模越大，活动性更强、地震震级越大。

区域内的华蓥山基底断裂南段、黔江断裂带及金佛山断裂带活动性较强（晚更新世），具有发生 6.5 级地震的背景；其它断裂活动性相对较弱（主要为早-中更新世），发生 <6 级地震的背景。近场区断裂规模一般不大，均为早-中更新世活动断裂。其所能够孕育的地震一般不会大于 5 级。

8.2 地震活动环境

1、区域目前记录到的最大地震是 2019 年 6 月 17 日四川长宁 6.0 级地震，其中 6.0～6.9 级 1 次，5.0～5.9 级 25 次，4.7～4.9 级 12 次；自 1970～2020 年 4 月年间，区域范围内共记到 $M=2.0\sim 4.6$ 级中小地震 10028 次。

2、区域内的 $M\geq 4.7$ 级以上地震的空间主要分布在区域的西南面。在四川长宁、自贡和重庆荣昌、统景等地地震的分布较密集，在历史上破坏性地震震中附近小震活动呈密集活动。总体而言，区域为中强地震活动水平，以 5 级左右地震为主。区域内 4.7 级以上地震活动与构造密切相关，空间上主要集中在北东向华蓥山断裂带沿线。

3、区域内 $M \geq 4.7$ 级地震震源深度的分布层较之现代小震震源深度分布层更深一些，都属于浅源地震的震源深度分布范围。

4、区域位于长江中游地震带和龙门山地震带内。长江中游地震带未来百年内的地震活动时间进程仍将主要持续现在的地震相对活跃期，未来该带仍可能有中强地震发生。龙门山地震带第一活跃期持续了 190 多年，第二活跃期至今已历经了 130 多年，考虑到 2008 年 5 月汶川 8.0 级地震、2013 年芦山 7.0 级地震以及 2017 年九寨沟 7.0 级地震，未来百年地震活动可能为平均活动水平。

5、本区处于 NWW-SEE 向主压应力与 NNE-SSW 向主张应力为主的现代构造应力场中，在这样的应力场中易发生逆断层、走滑断层或逆兼走滑型断层活动，其中北东—北东东向破裂面具有以右旋水平剪切为主的错动性质；北西—北北西向或北北东向的破裂面具有以左旋水平剪切为主的错动性质。

6、历史地震对目标区的最大影响烈度为 VI 度，来自 2008 年 5 月 12 日汶川 8.0 级地震。

7、近场区历史上共发生 $M \geq 2.0$ 级地震 39 次，其中 2.0~2.9 级地震 29 次，3.0~3.9 级地震 7 次，4.0~4.9 级地震 3 次。近场区范围内地震活动以小地震为主，空间上分布较为零散，浅源地震。近场区内已发生地震对工程目标区的最大影响烈度为 VI 度。

8.3 工程地震条件

目标区位于低山与丘陵相间排列的平行岭谷组合区。地貌单元为向斜槽谷的构造剥蚀低山丘陵，大部分属浅丘斜坡地貌，地形总体较平缓，丘间冲沟、坳谷发育，地表剥蚀、侵蚀较强烈。

目标区出露地层从新至老为素填土 (Q_4^{ml})、残积粉质粘土 (Q_4^{el+dl})、冲积卵砾石-粉细砂 (Q_3^{al}) 和上侏罗统遂宁组 (J_3s) 紫红色泥岩夹泥质粉砂岩和中侏罗统上沙溪庙组 (J_2s) 紫红色泥岩夹灰黄色厚层中粒长石岩屑石英砂岩。

目标区跨石龙峡背斜和中峰寺向斜，褶皱轴向近 SN，两翼岩层倾角平缓。石龙峡背斜两翼岩层分别向 E、W 相背而倾，向北倾伏；中峰寺向斜分别向 W、E 相向而倾，向北扬起。场址区内无断裂构造存在，节理及裂隙稀疏，构造条件简单。

目标区内场地类别主要分为 I 类场地和 II 类场地，I 类场地约占 11km^2 ，II 类场地占约 27km^2 。

8.4 目标区地震影响评价

以目标区场地为中心、大于 150km 的范围内，采用了全国第五代图给出的划分结果，内共划分出 16 个潜在震源区，归类为川东潜在震源区组、川东南潜在震源区组和华蓥—邻水 6.0 级构造潜在震源区，结合地震活动性参数及基岩地震动衰减关系，按照规范给出的基岩水平向加速度反应谱预测方程模型，进行了地震危险性概率分析计算。一共计算 95 个控制点，95 个控制点的结果差别不是特别大，经过分析得知，目标区内相同超越概率的最大值与最小值差值超过 5%。根据计算结果和目标区场地位置将整个工作区分成 2 个区域（分别为I区、II区），每组数据每个概率最大值与最小值差值均未超过 5%，2 个分区内的计算点（ZK06 和 ZK88）代表目标区地震危险性分析结果，见表 1。

一、目标区地震危险性结果

表 1 目标区 50、100 年不同超越概率基岩地震动峰值加速度

目标区	计算点	50 年超越概率			100 年超越概率						
		63%	10%	2%	63%	40%	10%	5%	3%	2%	1%
I	P1(ZK06)	14.8	43.2	84.0	19.5	28.3	58.3	77.2	92.7	106.2	131.7
II	P4(ZK88)	14.0	40.7	78.2	18.6	26.9	54.7	71.9	85.9	98.3	120.8

二、目标区设计地震动参数

根据地震危险性概率计算结果、目标区工程地震条件、钻孔剪切波波速及依据土动三轴试验建立的土层模型，计算得到目标区 50 年超越概率 63%、10%、2%和 100 年超越概率 63%、40%、10%、5%、3%、2%和 1%的地面设计地震加速度反应谱。本项目的参数形式参照《建筑物抗震设计规范》(GB50011-2010)中目标区建筑结构的地震影响系数曲线，得到目标区设计反应谱。峰值加速度和反应谱特征周期取该片区地震反应分析结果最大值。

参数形式为：

$$\alpha(T) = \begin{cases} \alpha_0 + \frac{\alpha_{\max} - \alpha_0}{0.1} T & 0 \leq T < 0.1 \\ \alpha_{\max} & 0.1 \leq T < T_g \\ \alpha_{\max} \left(\frac{T_g}{T}\right)^\gamma & T_g \leq T < 5T_g \\ 0.2^\gamma \alpha_{\max} - 0.02(T - 5T_g)\alpha_{\max} & 5T_g \leq T \leq 6.0(s) \end{cases}$$

阻尼比为 5%的各区地震影响系数的最大值 $\alpha_{\max}$ 、特征周期 T_g 等参数见表 2、表 3，其中 $g=980\text{cm/s}^2$ 。

表 2 地表水平向设计地震动参数（5%阻尼比）（I类场地）

超越概率	$A_{\max}(\text{cm/s}^2)$	$T_0(\text{s})$	$T_g(\text{s})$	$\beta_{\max}$	$\alpha_{\max}$	γ
50 年 63%	14.8	0.1	0.25	2.5	0.038	0.9
50 年 10%	43.2	0.1	0.27	2.5	0.110	0.9
50 年 2%	84.0	0.1	0.30	2.5	0.214	0.9
100 年 63%	19.5	0.1	0.25	2.5	0.050	0.9
100 年 40%	28.3	0.1	0.25	2.5	0.072	0.9
100 年 10%	58.3	0.1	0.30	2.5	0.149	0.9
100 年 5%	77.2	0.1	0.30	2.5	0.197	0.9
100 年 3%	92.7	0.1	0.32	2.5	0.236	0.9
100 年 2%	106.2	0.1	0.35	2.5	0.271	0.9
100 年 1%	131.7	0.1	0.35	2.5	0.336	0.9

表 3 地表水平向设计地震动参数（5%阻尼比）（II类场地）

超越概率	$A_{\max}(\text{cm/s}^2)$	$T_0(\text{s})$	$T_g(\text{s})$	$\beta_{\max}$	$\alpha_{\max}$	γ
50 年 63%	18.3	0.1	0.30	2.5	0.047	0.9
50 年 10%	53.3	0.1	0.35	2.5	0.136	0.9
50 年 2%	99.0	0.1	0.40	2.5	0.252	0.9
100 年 63%	24.6	0.1	0.30	2.5	0.063	0.9
100 年 40%	34.6	0.1	0.30	2.5	0.088	0.9
100 年 10%	70.9	0.1	0.35	2.5	0.181	0.9
100 年 5%	91.8	0.1	0.35	2.5	0.234	0.9
100 年 3%	111.8	0.1	0.35	2.5	0.285	0.9
100 年 2%	126.3	0.1	0.40	2.5	0.322	0.9
100 年 1%	154.2	0.1	0.40	2.5	0.393	0.9

8.5 目标区地震地质灾害初步评价

目标区内大部分地区不具备如滑坡，崩塌，泥石流，采空区、危岩等地质灾害的条件，但在目标区南部、铜罐驿片区东部的长江沿岸的岸坡地段，存在局部塌岸（崩塌、土质滑坡）的可能。目标区场地没有因地震断层作用而导致的地表错动、地面变形等地震地质灾害的可能性；目标区内没有软土震陷的可能。在地震烈度Ⅶ度情况下，长江沿岸局部地段存在砂土液化的可能性。