

GTC 2020

# 地质灾害监测预警管理信息化践行与探讨

北京超图软件股份有限公司

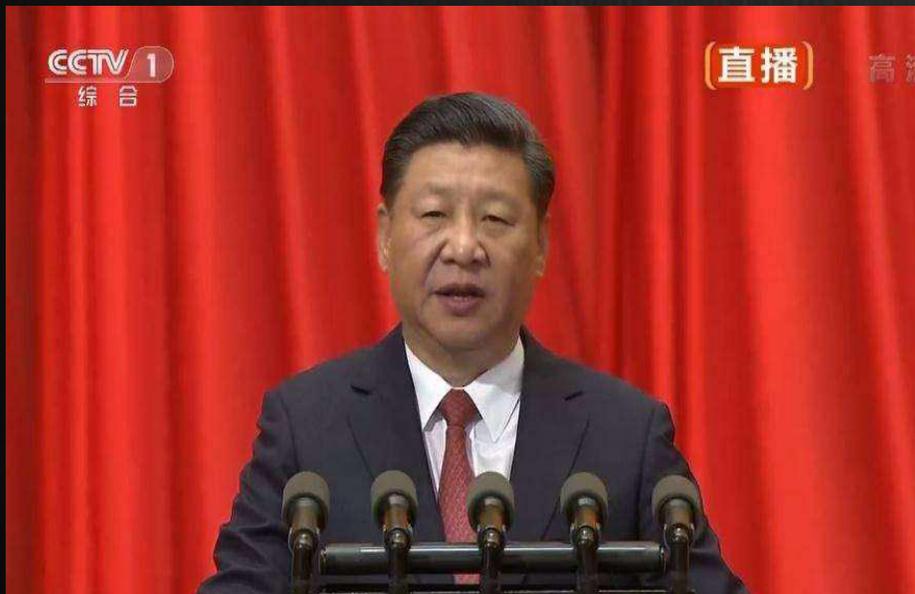
西北平台客户中心技术部经理 王亚军

2020年9月

地理智慧 ⇄ 链接未来  
Geo-intelligence, Connecting the Future

2020 GIS 软件技术大会  
GIS Software Technology Conference 2020

# 地质灾害防治政策背景



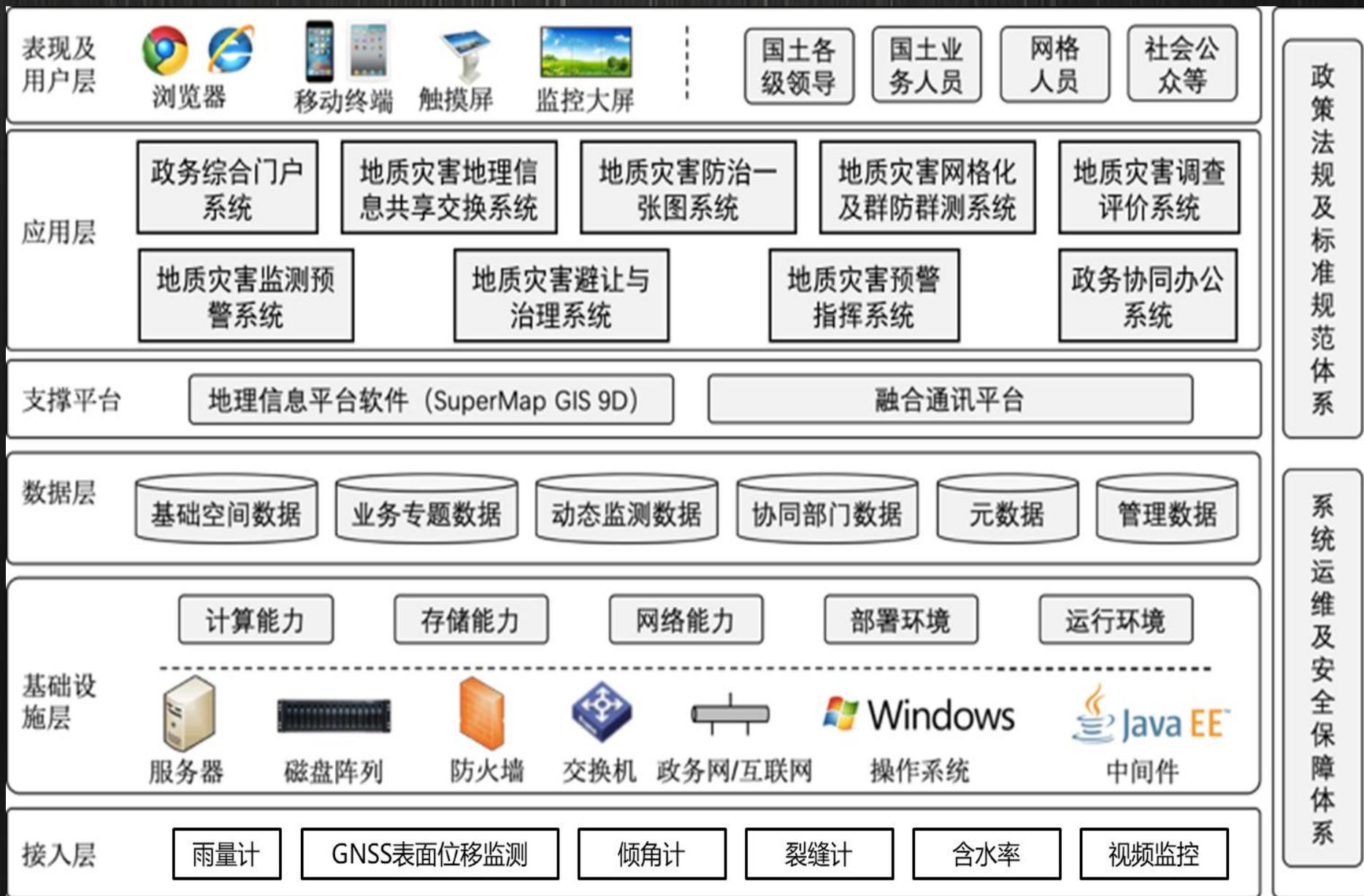
党的十九大报告中明确提出要“**加强地质灾害防治**”。坚持以人民为中心的发展思想，提出加强自然灾害防治关系国计民生，建立高效科学的自然灾害防治体系，提高全社会自然灾害防治能力。

**立足于“全力防，配合救”的工作思路**。根据《地质灾害防治条例》、《国务院关于加强地质灾害防治工作的决定》等政策文件，做好地质灾害防治工作，保障人民群众生命财产安全，最大限度减轻地质灾害造成的损失。

建设面向市县一体化的地质灾害隐患点调查、预防、发现、治理、核销和应急处置等业务流程闭环管理。为改变传统的地质灾害防治方式，实现**“人防”+“技防”相结合**转变，进一步完善地质灾害综合防治体系建设。

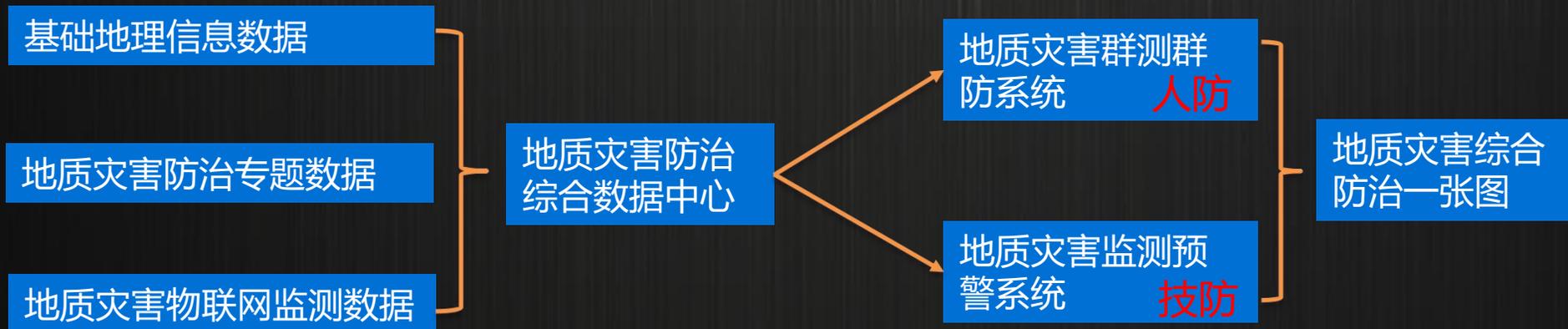
# 地质灾害防治信息化总体架构

地质灾害监测预警管理平台按照地质灾害防治业务工作的调查、监测、预警、治理、处置等业务流程闭环管理。利用感知层获取滑坡体变形量，通过4G无线组网传至预警中心，根据预警模型预判，提前发现隐患科学避险。为“人防”为主向“人防+技防”结合的转变奠定基础。



# 信息化助力地质灾害防治“人防”+“技防”结合转变

建成支持地质灾害防治的综合数据中心

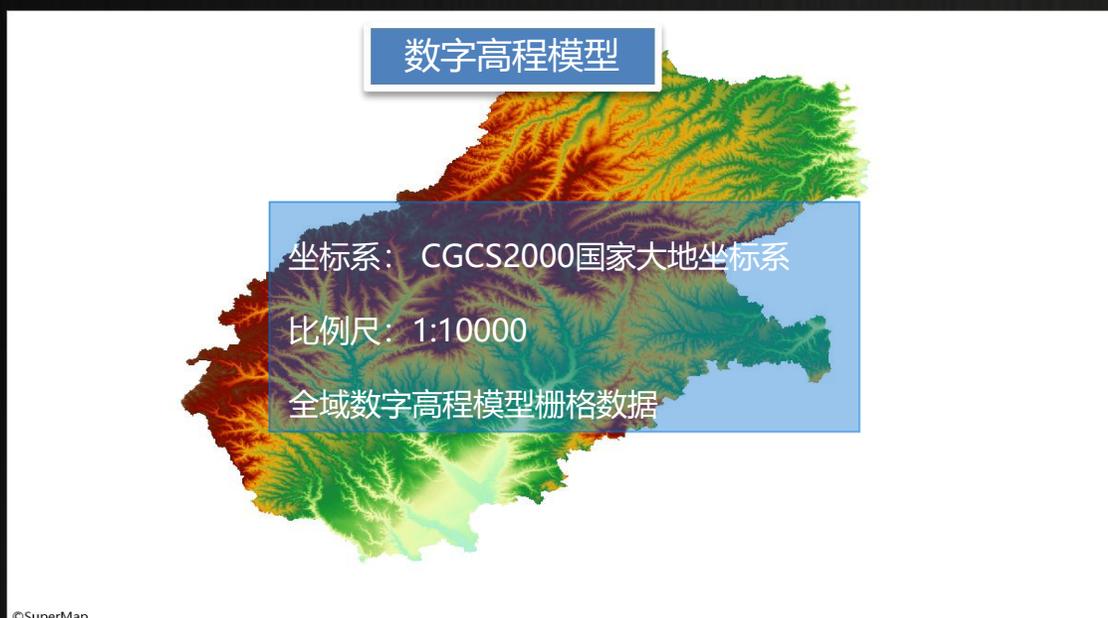


# 地质灾害防治数据中心

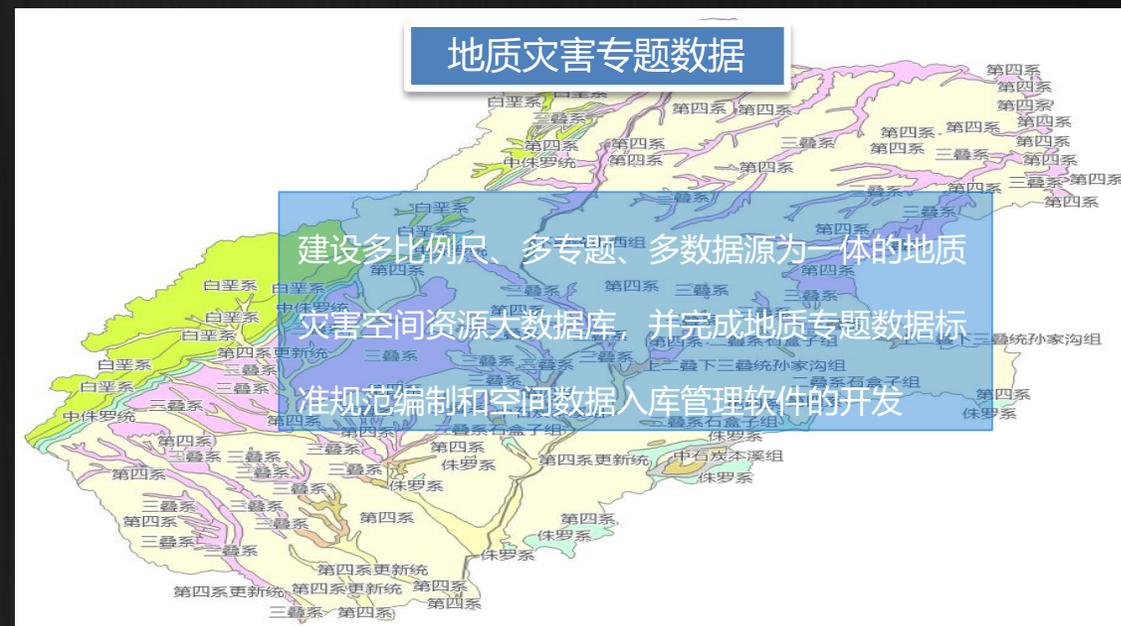
地质灾害防治数据中心建设了全面的、规范、唯一的地质灾害数据库，包含了基础地理数据库、航拍影像数据库、三维倾斜摄影数据库、地质灾害调查数据库、地质灾害防治专题数据库、专业监测数据库等。



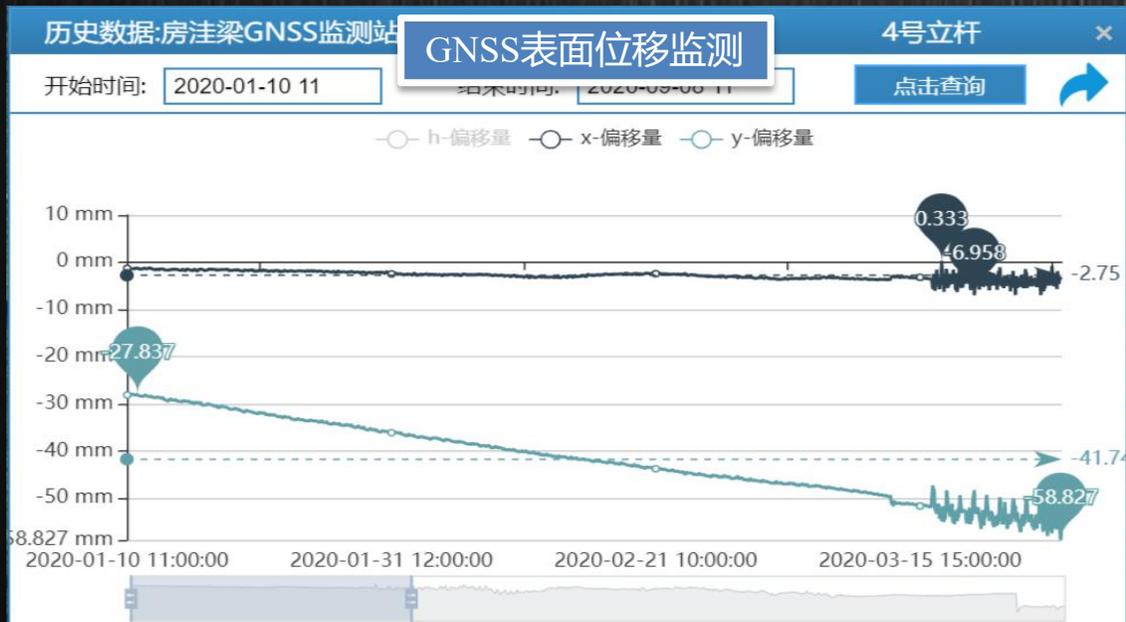
# 1.地质灾害防治数据中心—基础地理信息数据



## 2.地质灾害防治数据中心—地质灾害防治专题数据



# 3.地质灾害防治数据中心—地质灾害防治专业监测数据

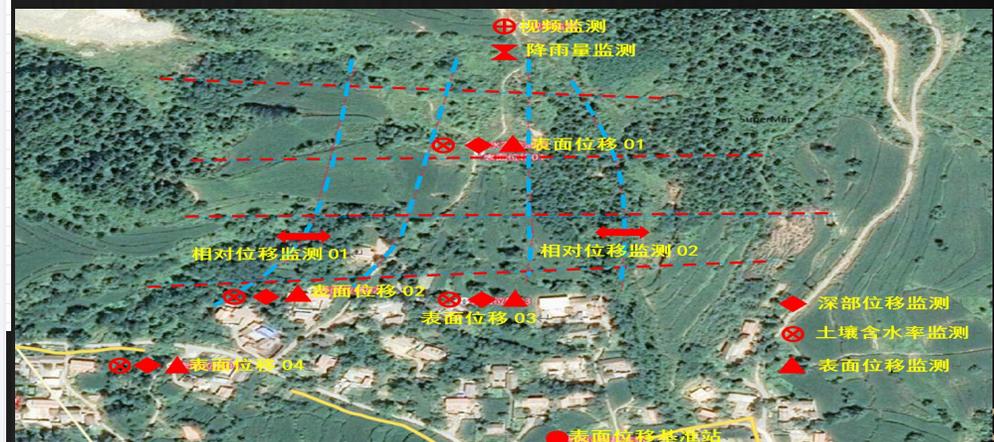
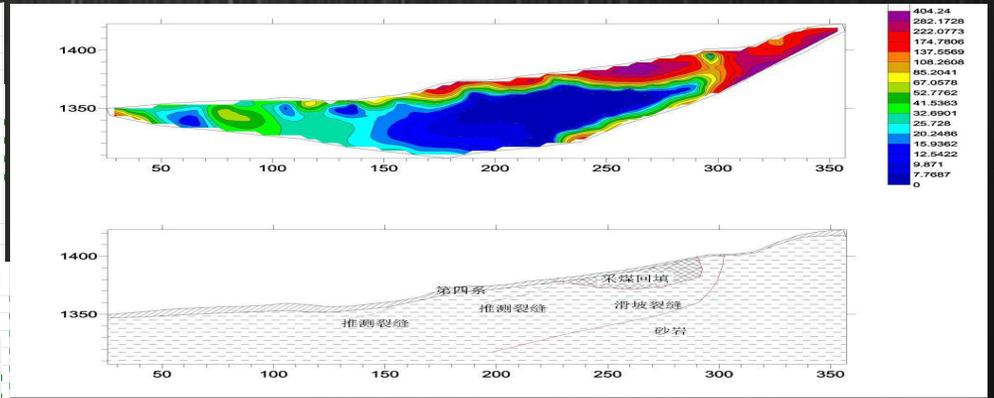


# 4.地质灾害防治数据中心—地质灾害调查和勘查数据

统一编号	野外编号	省	省编号	市	市编号	县	县编	乡镇	灾害点名称	经度	纬度	地理位置	灾害类型	调查类型	主导因素
610201000000102TCXQP001		陕西省	61	铜川市	6102	市辖区	610201	红旗水泥厂家属区	108°57'40"	34°49'59"		新区正阳路办事处红崩场	排查	人为因素	
610201000000202TCXQP002		陕西省	61	铜川市	6102	市辖区	610201	威丰街道办	108°57'20"	34°54'50"		新区威丰路办事处石崩场	排查	自然因素	
610201000000402TCXQP004		陕西省	61	铜川市	6102	市辖区	610201	东环路至新城村小	108°57'41"	34°54'44"		东环路至新城村小寺崩场	排查	人为因素	
演练情况	监测级别	规模长度(m)	规模宽度(m)	规模厚度(m)	视模(M <sup>2</sup> 、M <sup>3</sup> 、M)	规模等级	威胁财产(万元)	威胁户数(户)	险情等级	威胁人数(人)	威胁房屋(间)				
已展开	市级	150.0	25.0	20.0	7.5	中型	605.0	41	中型	107	83				
未展开	县级	44.0	23.0	20.0	2.024	中型	55.0	2	小型	12	10				
已展开	县级	40.0	5.0	3.0	0.06	小型	25.0	1	小型	4	5				
未展开	市级	50.0	15.0	2.0	1.107	小型	4.0	1	小型	5	5				
威胁学校(所)	学校名称	威胁医院(个)	医院名称	威胁政府驻地(个)	政府驻地名称	威胁其它单位(个)	威胁矿山企业(个)	矿山企业名称	威胁工厂	工厂名称	威胁国道(KM)				
0		0		0		0	0		0		0.0				
威胁省道(KM)	省道名称	威胁高速公路(KM)	高速公路名称	威胁铁路(KM)	铁路名称	镇(街办)路(KM)	威胁县道(KM)	县道名称	威胁村路(KM)	威胁果园(亩)	威胁耕地(亩)				
0.0		0.0		0.0		0.0	0.0		0.0	0.0	0.0				
威胁林地(亩)	威胁草地(亩)	威胁文物景区(个)	文物景区名称	威胁国防设施(个)	国防设施名称	威胁电站(个)	电站名称	威胁水库(个)	水库名称	威胁通讯设施(个)	通讯设施名称				
0.0	0.0	0		0		0		0		0					
威胁水库(个)	水库名称	威胁通讯设施(个)	通讯设施名称	威胁输电线(KM)	威胁渠道(个)	其它	目前稳定状态	今后发展趋势	监测方法	防治建议	预警信号				
0		0		0.0	0		稳定性好	稳定性好	目测	监测	吹哨、敲锣				
0		0		0.0	0		稳定性好	稳定性好	目测	监测	吹哨、敲锣				
0		0		0.0	0		稳定性好	稳定性好	目测	监测	吹哨、敲锣				
预警信号	监测员	监测员性别	监测员年龄	监测员手机	村级责任人	村级责任人手机	镇级责任人	镇级责任人手机	县级责任人	县级责任人手机	入库时间				
吹哨、敲锣	白金发	男	53	13379192585	李鹏	18691931314	胡凡	13619191611	张铁成	18809193168	2014				
吹哨、敲锣	张四旺	男	49	13571587759	崔小云	13098171468	胡凡	13619191611	张铁成	18809193168	2014				
吹哨、敲锣	李雨前	男	50	15114003561	李鹏	18691931314	胡凡	13619191611	张铁成	18809193168	2014				



区县	巡查计划	应巡查次数	已巡查次数
王益区	0	0	0
新区	0	0	0
耀州区	0	0	0
宜君县	0	0	0
印台区	0	0	0



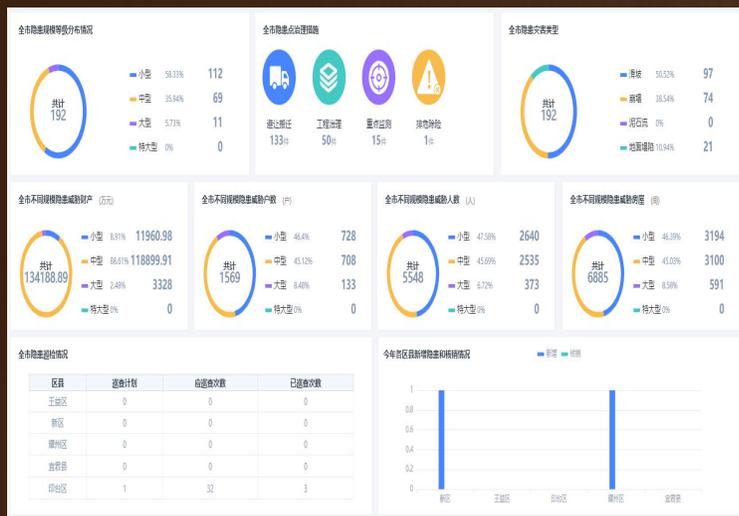
# 人防 业务信息化建设——地质灾害网格化及群测群防系统

隐患及时发现

快速派遣

现场核查

有效反馈



考核评价

业务流程闭环管理



结果核实

灾情信息归档

# 人防 业务信息化建设——地质灾害网格化及群测群防系统

## 灾险情信息采集



中心指令



**白金发**  
监测员



预警信息

**10**

上报灾险情

**1**

本月计划  
巡查次数

**1**

已完成  
巡查次数

**0**

未完成次数



灾险情上报



巡查计划



灾险情查询



巡查上报



视频监控



巡查记录

## 巡查计划

<
🔔
巡查计划

**【常规】 全局监测员计划003** >

三天一次 起止时间:2019-12-12 至 2020-12-26

相关隐患点: **【崩塌】** 红旗水泥厂家属区

位置: 新区正阳路办事处红旗水泥厂家属区 [去这里](#)

检测级别: 市级 规模等级: 中型

---

**【常规】 全局监测员计划002** >

三天一次 起止时间:2019-12-12 至 2020-12-16

相关隐患点: **【崩塌】** 红旗水泥厂家属区

位置: 新区正阳路办事处红旗水泥厂家属区 [去这里](#)

检测级别: 市级 规模等级: 中型

---

**【常规】 全局监测员计划001** >

三天一次 起止时间:2019-11-12 至 2020-02-06

相关隐患点: **【】** 红旗水泥厂家属区

位置: 新区正阳路办事处红旗水泥厂家属区 [去这里](#)

检测级别: 市级 规模等级: 中型

## 巡查上报

<
🔔
巡查记录

2020年 09月 07日

巡查时间: 2020-09-07 12:29:15 稳定性好

存在问题: 目测未见异常

监测方法: 目测

防治建议: 继续监测巡查

处理措施: 正在监测巡查

---

巡查时间: 2020-09-07 12:27:39 稳定性较差

存在问题: 现场未见明显裂缝及下沉

监测方法: 目测

防治建议: 继续监测巡查

处理措施: 正在监测巡查

---

巡查时间: 2020-09-07 12:24:37 稳定性较差

存在问题: 未见明显裂缝及下沉

监测方法: 目测

防治建议: 继续监测

处理措施: 正在监测巡查

## 预警信息提醒

<
🔔
预警信息

宜君县 蓝色预警

2020年07月30日00时31分59秒至2020年08月29日00时31分59秒, 房洼梁GNSS监测站01, 累计往南方向滑动0.65毫米, 往西方向滑动9.52毫米, 高程变化1.96毫米, 当前滑向为: 西北方向。房洼梁GNSS监测站02, 累计往南方向滑动13.19毫米, 往西方向滑动3.84毫米, 高程变化14.31毫米, 数据达到触发地表位移预警算法模型的条件, 触发了蓝色预警, 当前滑向为: 西南方向。房洼梁GNSS监测站03, 累计往南方向滑动7.12毫米, 往西方向滑动9.95毫米, 高程变化1.59毫米, 当前滑向为: 西南方向。房洼梁GNSS监测站04, 累计往南方向滑动13.57毫米, 往西方向滑动23.35毫米, 高程变化1.93毫米, 当前滑向为: 西南方向。房洼梁GNSS监测站05, 累计往北方向滑动0.45毫米, 往西方向滑动0.85毫米, 高程变化4.64毫米, 当前滑向为: 西北方向。

**【滑坡】** 

---

宜君县 黄色预警

2020年07月10日11时00分20秒至2020年07月10日17时00分20秒, 基督教堂雨量计累计降雨量达到50.0毫米, 符合国家气象暴雨黄色预警。

**【滑坡】** null

---

宜君县 黄色预警

2020年07月10日09时30分20秒至2020年07月10日15时30分20秒, 陈家河雨量计累计降雨量达到51.9毫米, 符合国家气象暴雨黄色预警。

**【地面塌陷】** null

## 预警指挥调度

<
🔔
反馈记录

指令内容:

请到2号立杆附件加强巡查, 形变量较大

2020-09-08 12:03:09

---

反馈时间: 2020-09-08 12:03:43

**反馈内容:** 好的, 马上去现场巡查!

---

反馈时间: 2020-09-08 12:05:31

**反馈内容:** 险情上报, 滑坡体上缘有新的裂缝, 约10厘米

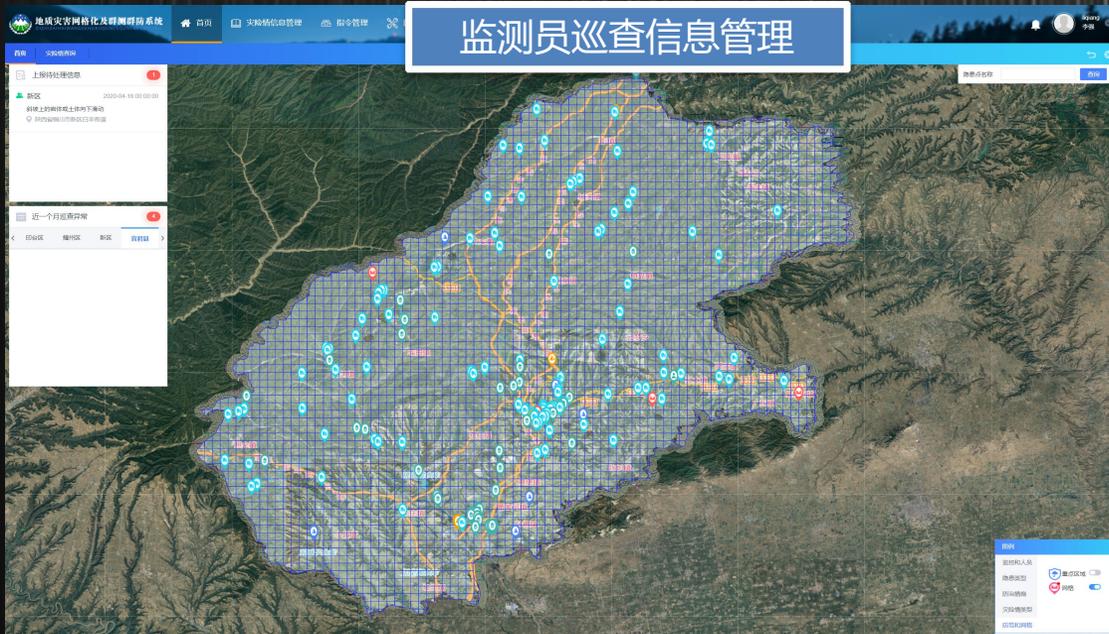
---

反馈时间: 2020-09-08 12:07:51

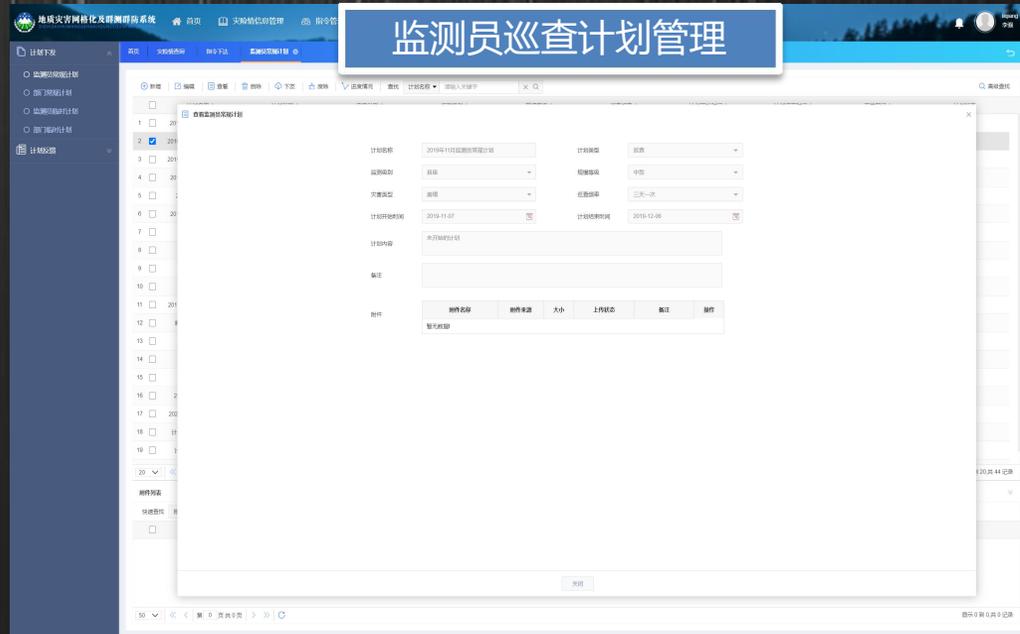
**反馈内容:** 收到, 马上按照防抢撤预案撤离群众!

请输入反馈内容 回复

## 监测员巡查信息管理



## 监测员巡查计划管理



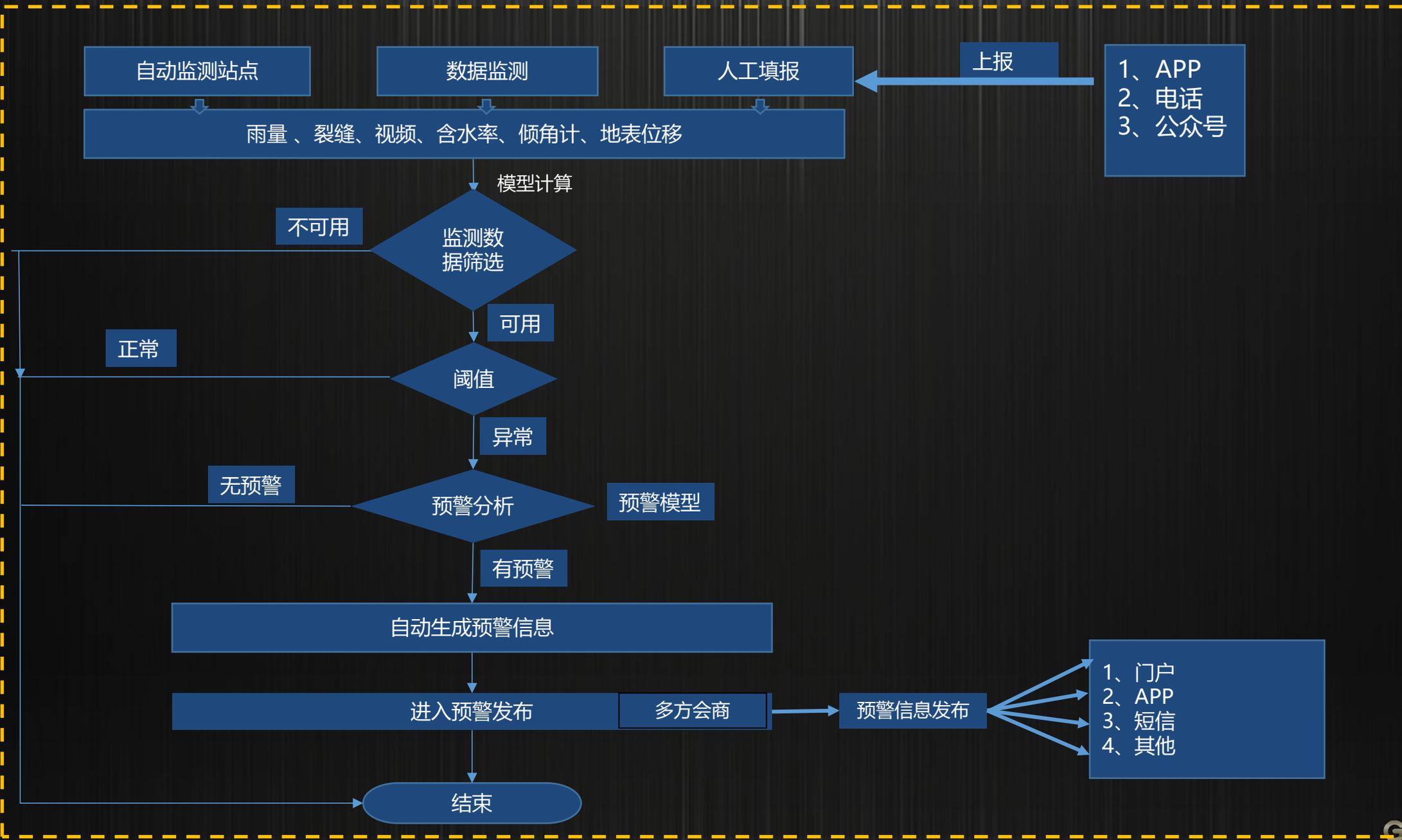
## 监测员巡查结果反馈



## 巡查考核评价



# 技防 业务信息化建设——地质灾害监测预警系统流程



2020年05月26日 23:44:13 星期一

铜川市地质灾害专业监测设备数据回传实况

洛川县 23时42分57秒 接收实时回传数据 68条 黄龙县

#### 监测设备状态统计

139  
总设备数

138  
设备正常

1  
设备延迟

0  
设备掉线

#### 监测设备状态详情

设备名称	总设备数	设备正常	设备延迟	设备掉线
龟山滑坡	13	13	0	0
小丘镇前咀子水库北侧滑坡	9	9	0	0
孙塬镇文昌村石塬组店背坡滑坡	14	14	0	0
铜川市耀州区瑶曲镇衣食村二号塌陷	10	10	0	0
耀州区瑶曲镇教场坪村草滩组上石节滑坡	15	15	0	0
耀州区瑶曲镇教场坪村草滩组上石节滑坡	15	15	0	0

#### 监测数据回传动态

2020年05月25日23时27分54秒实时雨量数据: 0.00mm

2020年05月25日23时27分12秒实时雨量数据: 0.00mm

2020年05月25日23时00分00秒实时GNSS数据: 水平X偏移量: -1.629mm; 水平Y偏移量: 2.009mm; 垂直Z偏移量: -0.72mm

2020年05月25日23时00分00秒实时GNSS数据: 水平X偏移量: 0.452mm; 水平Y偏移量: -2.255mm; 垂直Z偏移量: -1.868mm

2020年05月25日23时00分00秒实时GNSS数据: 水平X偏移量: 2.498mm; 水平Y偏移量: -0.621mm; 垂直Z偏移量: -1.263mm

2020年05月25日23时00分00秒实时GNSS数据: 水平X偏移量: -4.214mm; 水平Y偏移量: -0.658mm; 垂直Z偏移量: 0.244mm

2020年05月25日23时00分00秒实时GNSS数据: 水平X偏移量: -2.336mm; 水平Y偏移量: 4.161mm; 垂直Z偏移量: 0.047mm

2020年05月25日23时00分00秒实时GNSS数据: 水平X偏移量: -2.041mm; 水平Y偏移量: -0.634mm; 垂直Z偏移量: -2.868mm

2020年05月25日23时00分00秒实时GNSS数据: 水平X偏移量: -2.041mm; 水平Y偏移量: -0.634mm; 垂直Z偏移量: -2.868mm

■ 设备数据正常   
 ■ 设备数据延迟   
 ■ 存在设备掉线

地质灾害监测预警系统

监测中心 预警分析 预警发布 监测统计 系统运维

气象预警系统 当前用户: admin

地表位移监测 测距 测面积 清除 全幅

选择区域: 铜川市

类型监测:  小时位移量  时段位移量

量值过滤: 属性值: X方向 最小值: -2147483648

点击查询

土壤含水率监测 裂缝位移监测 拉线位移监测 倾角计监测 视频监控 雨量监测 气象监控

图例: 预警信息, 0 mm, 0 ~ 3 mm, 3 ~ 6 mm, 6 ~ 9 mm, 大于 9 mm

历史数据: 房洼梁GNSS监测站04

开始时间: 2020-01-25 23 结束时间: 2020-05-25 23 点击查询

h-偏移量 x-偏移量 y-偏移量

房洼梁GNSS监测站04 (实时)位移: -3.946mm

房洼梁GNSS监测站02 (实时)位移: 0.362mm

房洼梁GNSS监测站03 (实时)位移: 1.057mm

隐患点列表信息-地表位移监测

- 基督教堂后滑坡
- 孙塬镇文昌村石塬组店背坡滑坡
- 店子坡滑坡
- 印台街道顺河三组滑坡
- 印台街道杨沟滑坡
- 广阳镇三合村洞子沟塌陷
- 小丘镇前咀子水库北侧滑坡
- 耀州区瑶曲镇教场坪村草滩组上石节滑
- 房洼梁滑坡
- 王石凹街道苟村陈家河组塌陷
- 铜川市耀州区瑶曲镇衣食村二号塌陷
- 龟山滑坡

预警信号: 2020年05月20日01时20分20秒至2020年05月20日07时20分20秒, 房洼梁雨量计累计降雨量达到50.0毫

## 滑坡体变形-时间规律曲线图

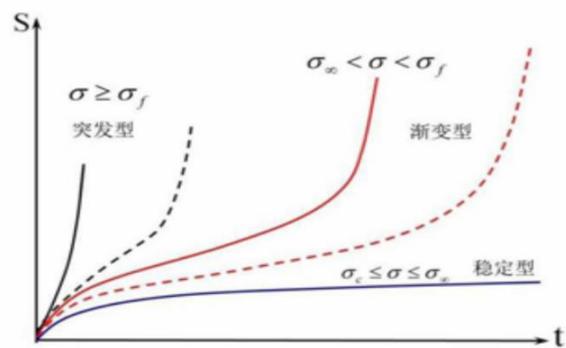


图2 滑坡(崩塌)变形-时间曲线分类及受力条件

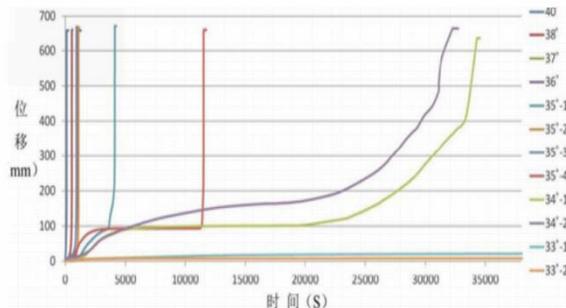


图3 滑坡/崩塌变形-时间曲线特征的物理统计结果

## 切线角法模型计算公式

$$T(i) = \frac{S(i)}{v}$$

$$\alpha_i = \arctan \frac{T(i) - T(i-1)}{t_i - t_{i-1}} = \frac{\Delta T}{\Delta t}$$

## 模型演进和四级预警的定量划分

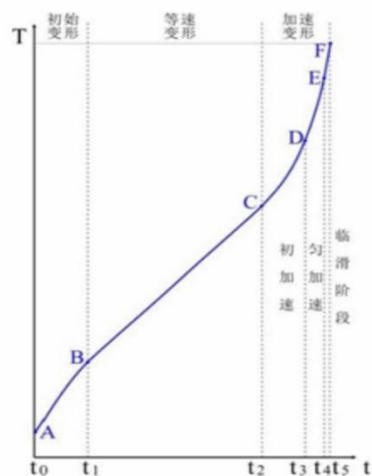


图8 经坐标变换后的滑坡 T-t 曲线

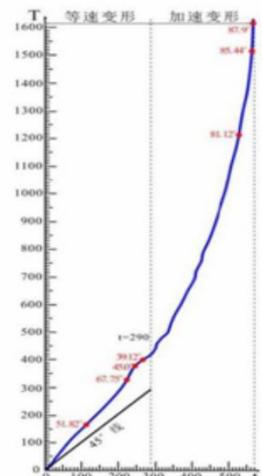
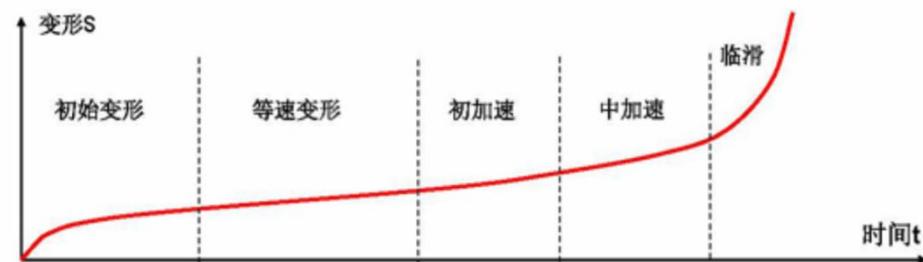


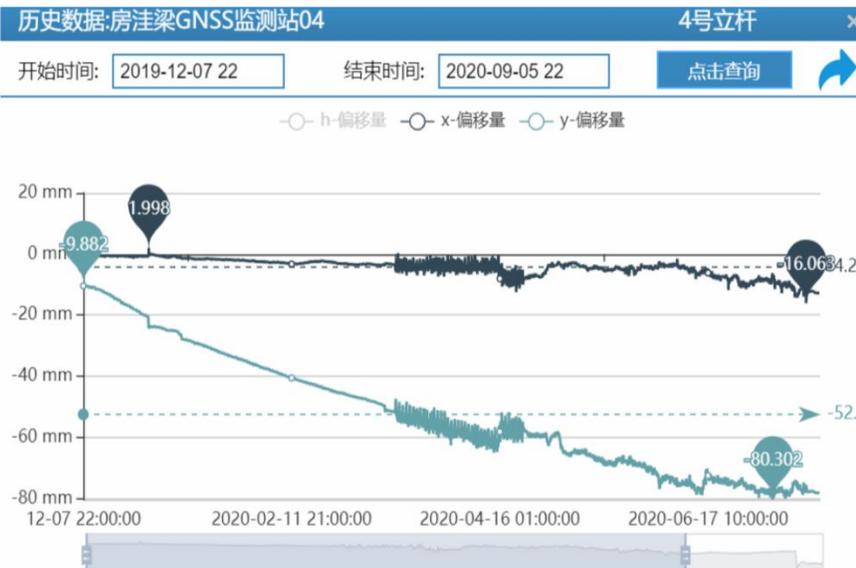
图9 黄茨滑坡 T-t 曲线切线 实测值



预警级别	注意级	警示级	警戒级	警报级
警报形式	蓝色	黄色	橙色	红色
地表裂缝(空间)	后缘、两侧及前缘裂缝产生并贯通	裂缝进一步扩展、变大	后缘裂缝迅速拉开、扩展,前缘出现小崩小落等	
切线角判据	$\alpha < 45^\circ$	$45^\circ < \alpha < 80^\circ$	$80^\circ \leq \alpha < 85^\circ$	$\alpha \geq 85^\circ$
稳定性系数	$1.0 \leq K \leq 1.05$	$0.95 < K < 1.0$	$K < 0.95$	
加速度特征	在一定幅度范围内振荡			骤然剧增

图12 滑坡时空综合预警预报体系

## 滑坡体变形监测预警



8月29日星期六

8月28日星期五

【铜川市自然资源局】短信提醒：房洼梁滑坡于2020年08月29日00时31分59秒，监测到地表位移监测数据变化较大，其中房洼梁GNSS监测站02，累计往南方向滑动13.19毫米，往西方向滑动3.84毫米，高程变化14.31毫米，数据达到触发地表位移预警算法模型的条件，触发了蓝色预警，当前滑向为：西南方向。请注意防范，加强巡查监测！

【铜川市自然资源局】短信提醒：房洼梁滑坡于2020年08月27日23时32分00秒，监测到地表位移监测数据变化较大，其中房洼梁GNSS监测站04，累计往南方向滑动5.75毫米，往西方向滑动2.02毫米，高程变化10.05毫米，数据达到触发地表位移预警算法模型的条件，触发了黄色预警，当前滑向为：西南方向。请注意防范，加强巡查监测！

# 技防 业务信息化建设——地质灾害监测预警系统

根据预警信息发布预案，系统自动关联相关人员和自动生成预警消息，快速准确发布预警。

地质灾害监测预警系统  
DI ZHI ZAI HAI JIAN CE YU JING XI TONG

监测中心
预警分析
预警发布
监测统计
系统运维

气象预警系统
当前用户: admin

### 隐患点预警分析列表

- 印台街道顺河三组滑坡
- 小丘镇前咀子水库北侧滑坡
- 瑶曲镇衣食村二号塌陷
- 房洼梁滑坡
- 基督教堂后滑坡
- 王石凹街道苟村陈家河组塌陷
- 印台街道杨沟滑坡
- 广阳镇二合村洞子沟塌陷
- 孙峪镇文昌村石堰组店背坡滑坡
- 龟山滑坡
- 店子坡滑坡
- 瑶曲镇教场坪村草滩组上石节滑坡

测距 测面积 清除

表面位移预警模型

隐患点名称	房洼梁滑坡		
隐患点地址	陕西省宜君县大安镇南塔村房洼梁组		
行政区划	宜君县	编号	6102221030005401
稳定性	稳定性差	预警级别	无预警
分析结果			
2020年02月15日23时32分03秒至2020年05月25日23时32分03秒，房洼梁GNSS监测站01，累计往北方向滑动3.35毫米，往西方向滑动5.46毫米，高程变化5.25毫米，当前滑向为：西北方向。房洼梁GNSS监测站02，累计往北方向滑动2.55毫米，往西方向滑动1.95毫米，高程变化15.98毫米，当前滑向为：西北方向。房洼梁GNSS监测站03，累计往北方向滑动1.22毫米，往西方向滑动2.37毫米，高程变化			

### 表面位移-分析数据

设备名称: 房洼梁GNSS监测站01

表面位移

设备名称: 房洼梁GNSS监测站02

设备名称: 房洼梁GNSS监测站03

图标图例

- 红色预警
- 橙色预警
- 黄色预警
- 蓝色预警
- 无预警

预警信号: 20秒至2020年05月20日07时20分20秒，房洼梁雨量计累计降雨量达到50.0毫米，符合国家气象暴雨黄色预警。

监测预警管理

预警算法模型管理

预警阈值管理

预警信息管理

预警关联管理

通知关联管理

用户管理

角色管理

菜单管理

部门管理

岗位管理

字典管理

参数设置

行政区域管理

专业监测管理

短信管理

日志管理

系统监控

系统接口

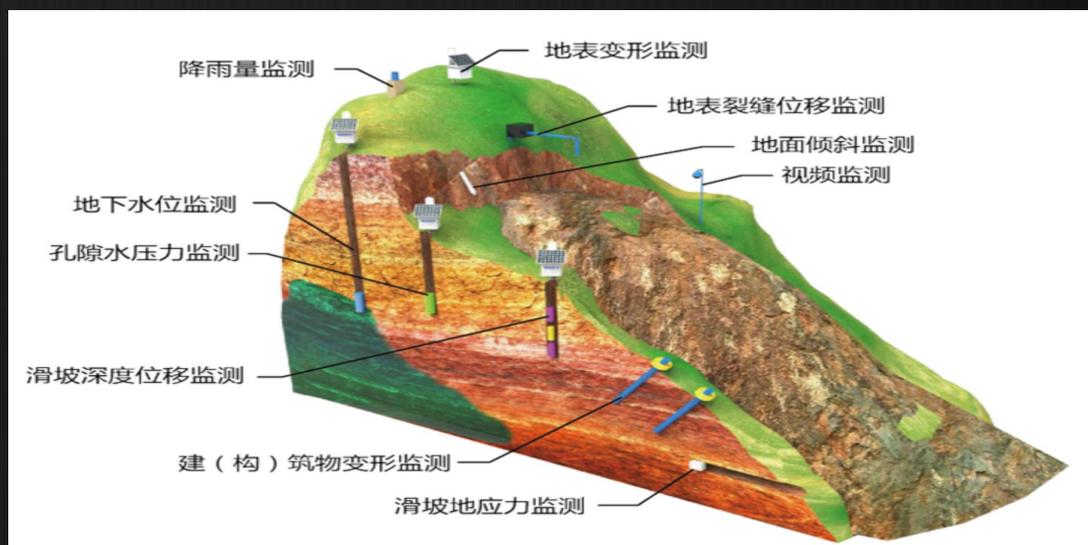
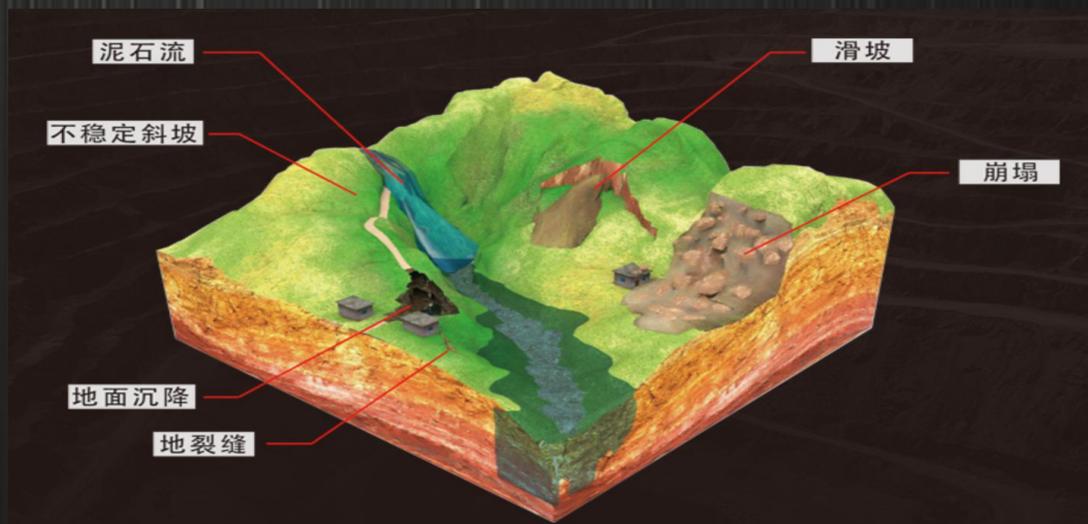
预警算法模型名称:  搜索 重置

<input type="checkbox"/>	预警算法模型名称	监测仪器名称	描述	作用	创建者	创建时间	操作
<input type="checkbox"/>	表面位移预警模型	表面位移监测计	表面位移预警描述	表面位移预警作用	admin	2019-10-31 13:43:52	<a href="#">编辑</a> <a href="#">删除</a>
<input type="checkbox"/>	裂缝位移监测预警模型	裂缝位移计,拉线位移计	裂缝位移预警模型,是对(裂缝位移/拉线位...	通过(裂缝位移/拉线位移)来进行触发预警	admin	2020-03-13 15:24:55	<a href="#">编辑</a> <a href="#">删除</a>
<input type="checkbox"/>	含水率预警模型	含水率设备	含水率预警模型,是对含水率监测数据设计的...	通过(含水率)来进行触发预警	admin	2020-03-18 11:59:00	<a href="#">编辑</a> <a href="#">删除</a>
<input type="checkbox"/>	倾角计预警模型	倾角计	倾角计预警模型,是对倾角计监测数据设计的...	通过(倾角计)来进行触发预警	admin	2020-03-18 18:40:32	<a href="#">编辑</a> <a href="#">删除</a>
<input type="checkbox"/>	雨量预警模型	雨量计	雨量预警模型描述	雨量预警模型作用	admin	2019-10-31 13:42:08	<a href="#">编辑</a> <a href="#">删除</a>

第 1 到 5 条, 共 5 条记录。

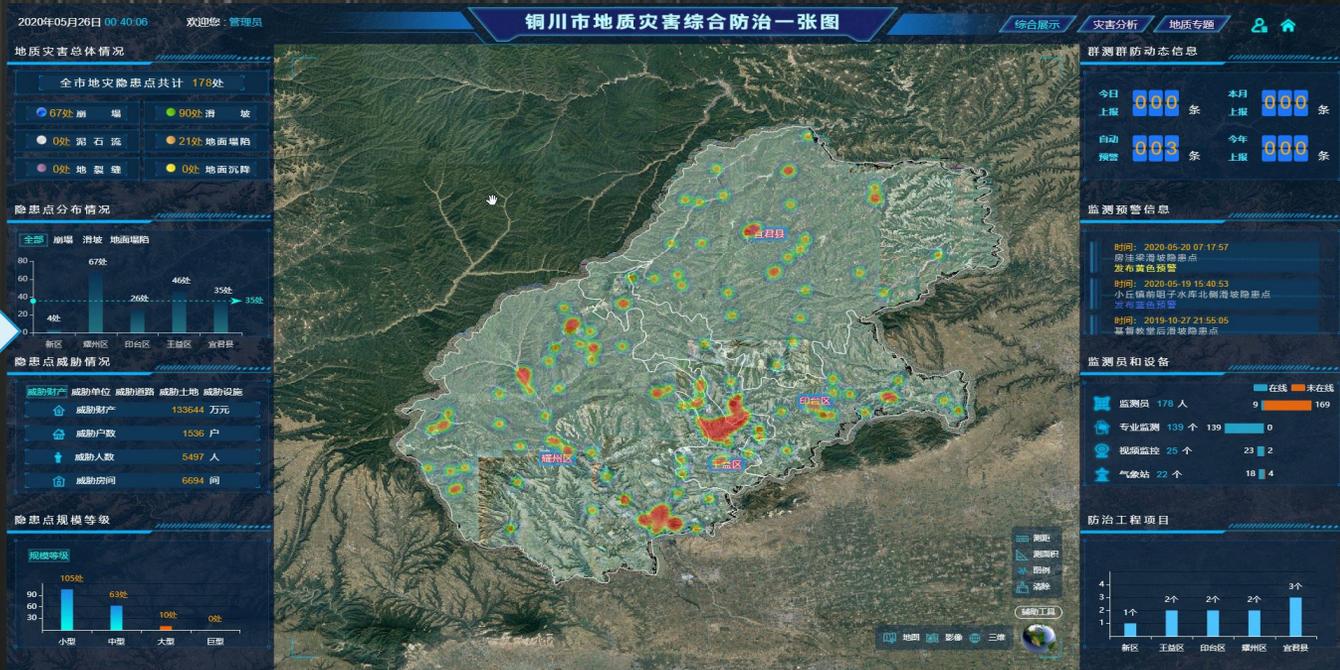
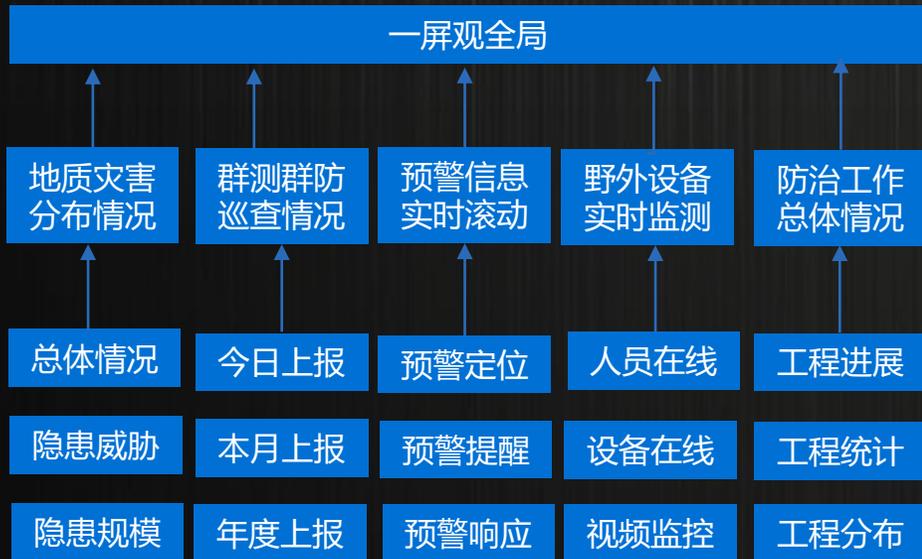
# 地质灾害监测预警关键技术

- ◆1、专业监测设备选型
- ◆2、监测点位布设规划
- ◆3、监测回传数据准确
- ◆4、监测预警模型可靠



# “人防” + “技防” 结合：地质灾害防治一张图

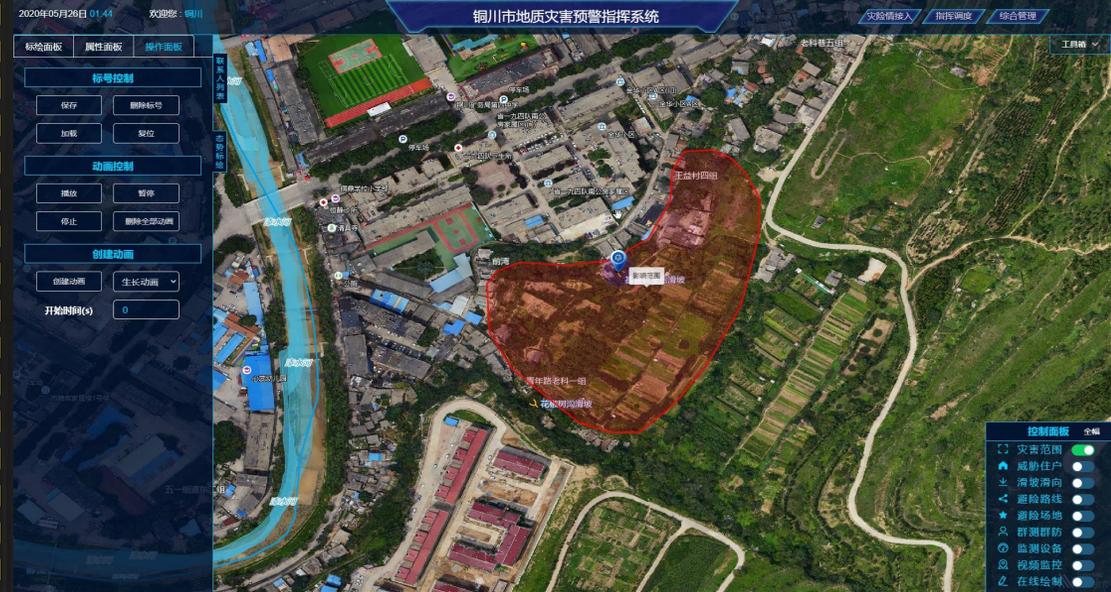
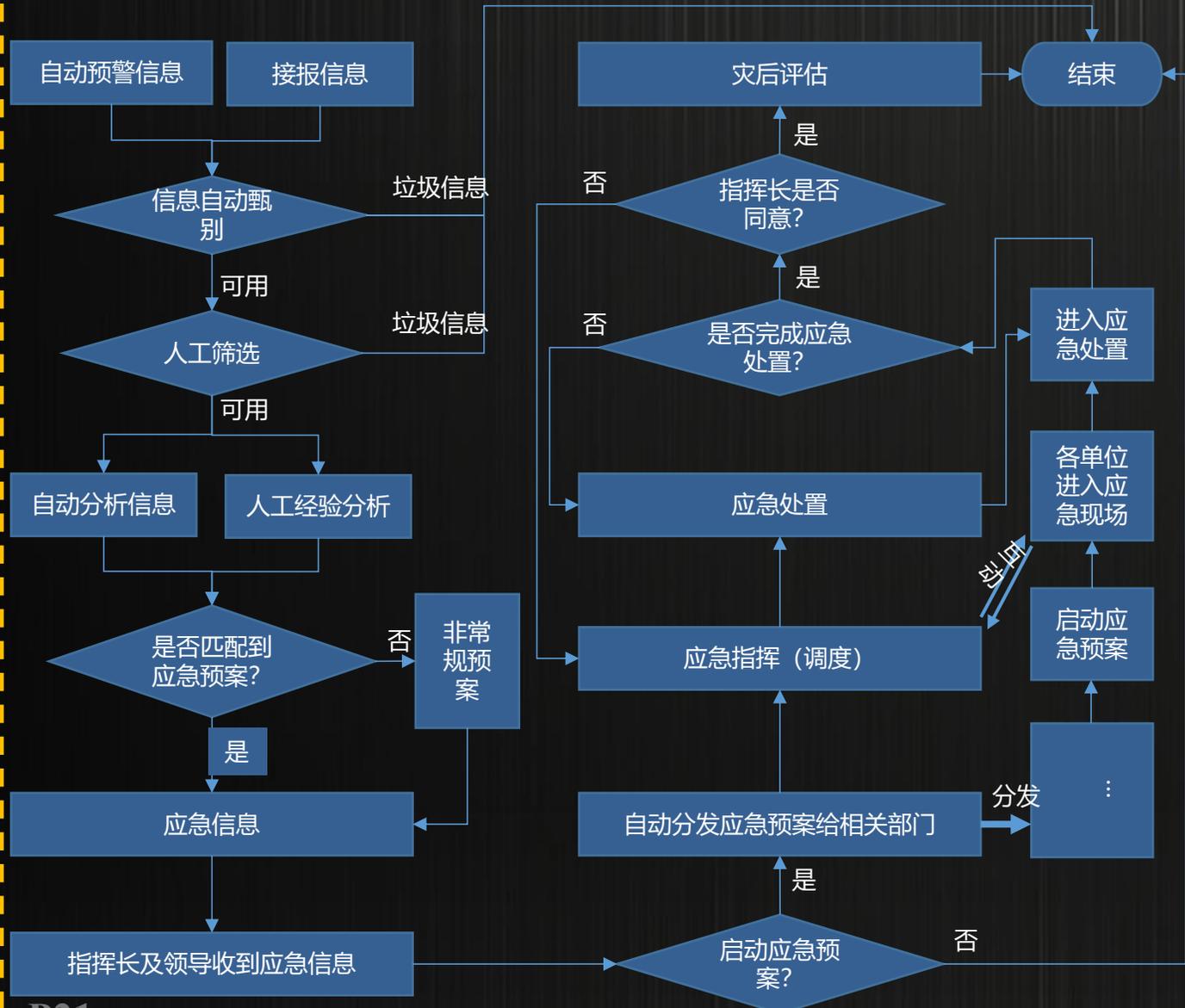
## 地质灾害防治一张图



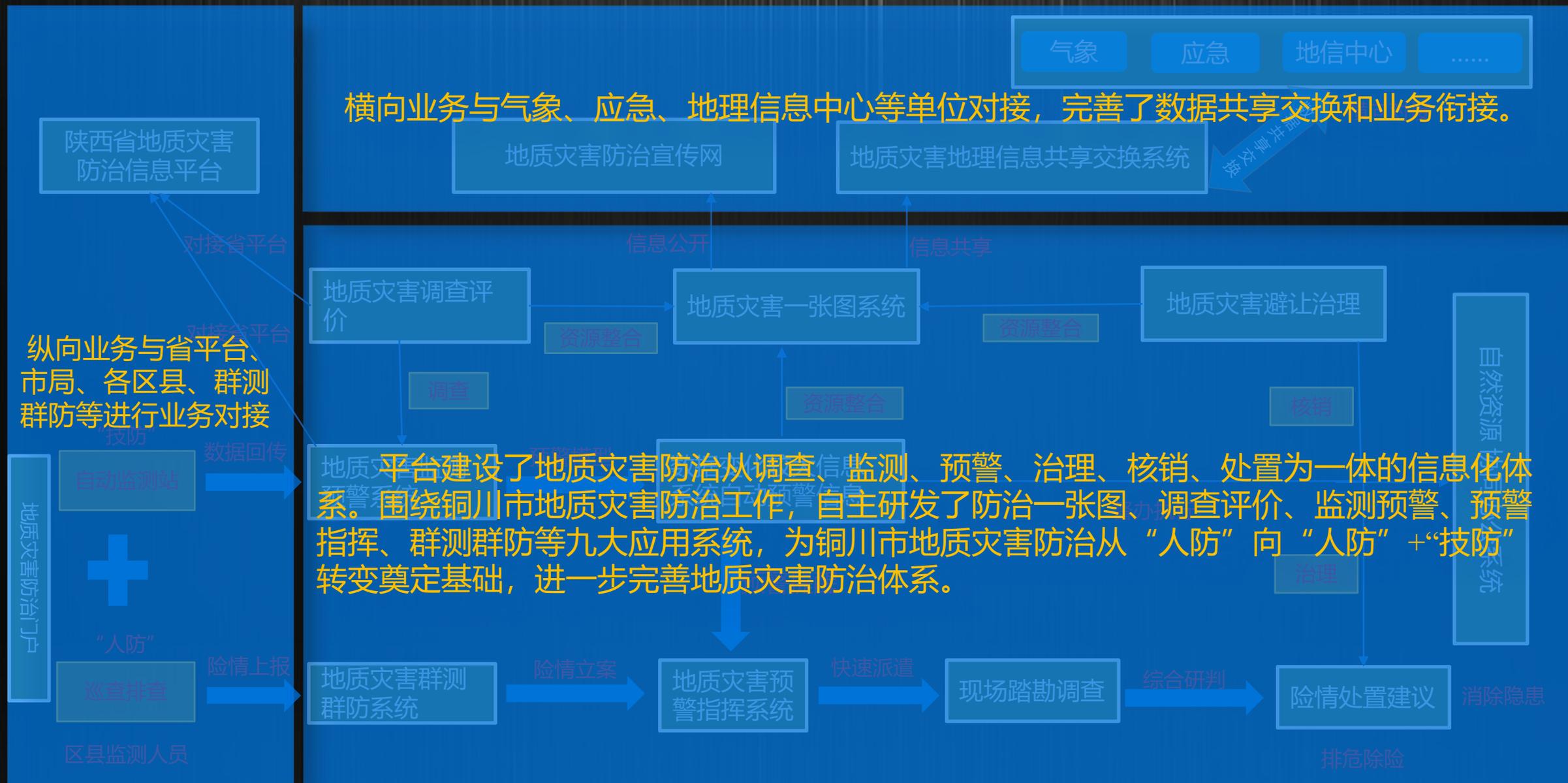
# 地质灾害预警指挥系统

## 地质灾害预警指挥业务流程

根据“防、抢、撤”预案，按照指挥中心措施，撤离群众，消除隐患



**软件体系：**实现了地质灾害隐患调查、监测、预警、治理、处置、核销等业务闭环管理，纵向对接省、市、县、群测群防监测体系，横向与水务、农业农村、气象、应急、地信中心等单位业务对接。



# 地质灾害防治信息化思考



一个数据中心

## 数据和数据库管理

基础地理空间数据

地质水文和环境数据

矿产资源数据

地质灾害专题数据

国土空间基础信息

动态监测数据

.....



一张图

## 一张图应用

一屏观全局

物联网监测和空间图层资源

大数据分析和预警模型管理

隐患调查和治理过程管理

群测群防监测预警

应急处置调度

.....



三服务

## 共享-协同-门户

地质灾害防治数据共享服务

微信/APP数据采集服务

政务协同办公服务

地质灾害综合防治门户服务

服务共享安全管理

应用系统维护管理

.....



两标准

## 标准-规范-制度

技术操作标准体系

业务标准规范体系

平台应用考核制度

.....



N对接



地质灾害+

环保

应急

交通

住建

智慧城市

.....

# 地质灾害防治信息化展望

## ➤ 地质灾害早期自动化识别



利用InSAR形变测量技术发现潜在地灾隐患点，圈定出地质灾害隐患集中分布区和重大隐患点

## ➤ 预警模型深度学习智能化



结合崩滑流地质灾害监测预警理论与技术方法，滑坡体坡度、雨量、变形量、地质结构体等参数化自动调整计算模型。

## ➤ 滑坡体变形过程数字化孪生



构建滑坡体地质三维模型，结合实时监测数据模拟滑坡体变形，以及滑坡变形如加速、临滑等过程预演。

## ➤ 新技术与地灾业务深度融合



联合地勘、科研院所积极开展地质灾害成灾机理、监测预警等新技术、新方法的探索，进一步提升科技防灾水平。

## ➤ 助力地方“智慧城市”建设



地质灾害信息化成果经验为地方“智慧城市”建设提供防灾减灾、应急管理等方面数据和服务支持。

## ➤ 助力地方生态文明建设



科技防灾提升地质灾害防治水平，促进人与自然和谐发展，助力地方生态文明建设和社会经济建设高质量发展。

生命至上，科技防灾

共建美好生活

GTC 2020



Thank You!

地理智慧 ⇄ 链接未来  
Geo-intelligence, Connecting the Future

2020 GIS 软件技术大会  
GIS Software Technology Conference 2020