

# 基于 Android 平台的 GeoHelper 开发

王荣鑫

(清华大学, 北京, 100084)

**摘要:** 本项目旨在利用 Android 手机内置的多种传感器, 设计相应的算法实现野外产状的测量, 以替代传统的机械罗盘, 从而提高测量效率。同时, 项目还在实现手机测量产状的基础上, 进一步进行统计绘图、稳定系数计算与地质资料查询等功能的开发, 编写一款适用于野外地质工作的 Android 应用——GeoHelper (地质助手)。2017 年暑假, 该软件首次在清华大学《地质实习》课程中应用, 受到了广大师生的认同和好评。目前, GeoHelper 已经在安智市场、小米应用商店及应用宝等平台上线, 并申请了相应的软件著作权。此外, 本项目还在清华大学第九届水利创新大赛中获得一等奖 (第一名) 和最佳作品奖。

## 一、立项背景及意义

岩体结构面统计分析是工程地质、岩体力学研究工作的重点内容之一, 相应地, 岩体结构面的产状测量也是野外地质工作的重要内容。传统的产状测量主要依靠机械罗盘 (罗盘使用见图 1), 由于测量时需要调整罗盘及倾向和倾角需要分别测量, 因此效率往往较低——测量一个产状大约需要一分钟。对于一些重要工程而言, 需要测量的结构面数量往往成千上万, 这就使得相关人员测量的工作量非常大。此外, 使用机械罗盘测量产状, 测量时通常需要手动记录、内业整理时又需要人工输入到计算机, 进一步加大了工作量。



图 1. 地质罗盘使用示意图

基于目前岩体结构面产状野外量测方法的不足, 项目小组在 2016 年地质实习中开始思考如何改进测量方法。受到智能手机内指南针及重力感应游戏等应用的启发, 小组开发出了 GeoHelper 的雏形 (图 2)。这一阶段的软件还很粗糙, 只提供了产状测量的功能并且相关算法

尚不够完善。

在此之后，项目小组针对具体应用情况，进行了相应的完善，主要包括以下几个部分：一是产状测量算法的完善，并实现数据记录、导出的功能；二是测量数据的后处理，主要是各类统计图像的绘制；三是相关系数的计算；四是进行其他功能的拓展，如提供常见矿物资料等。



图 2. GeoHelper 雏形

## 二、功能设计及实现

- 开发工具：Android Studio 2.2.3
- 开发技术：Java、SQL
- 技术难点：产状测量算法、绘制节理等密度图
- 硬件环境：具有加速度传感器和磁阻传感器的各类 Android 手机（或其他设备）
- 软件环境：Android 4.2 及以上版本

### 2.1 产状测量功能

Android 手机的内置传感器种类和数量因手机型号不同而有所不同，但是绝大多数手机中均有加速度传感器及磁阻传感器，因此本软件实现的产状测量可以应用于大多数 Android 手机。

利用 Android 内部函数可以将加速度传感器和磁阻传感器返回值转化为手机绕 X 轴、Y 轴和 Z 轴的转角（上述三轴示意图 3），记为  $\theta_x$ （手机长边水平为  $0^\circ$ ，顺正逆负）、 $\theta_y$ （手机

短边水平为  $0^\circ$ ，顺负逆正)和  $\theta_z$  (以 Y 轴正方向朝北为  $0^\circ$ ，顺时针  $180^\circ$  为正，逆时针  $180^\circ$  为负)。

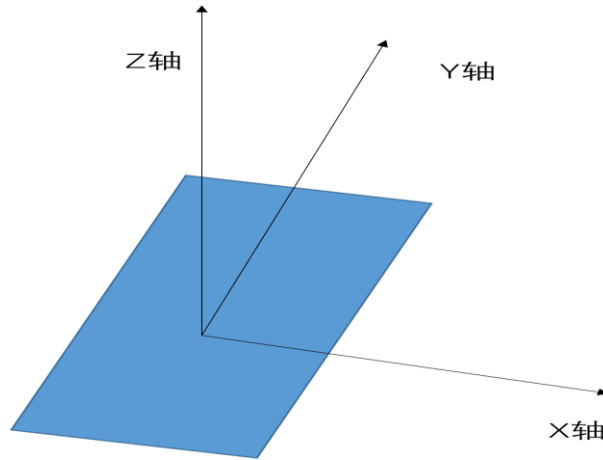


图 3. 手机三轴示意图 (屏幕朝 Z 轴正向)

由空间几何关系进行相应推导，不难得到倾角  $\alpha$  和  $\theta_x$ 、 $\theta_y$  之间的关系为：

$$\cos \alpha = \frac{1}{\sqrt{\tan^2 \theta_x + \tan^2 \theta_y + 1}}, \quad \alpha = \arccos\left(\frac{1}{\sqrt{\tan^2 \theta_x + \tan^2 \theta_y + 1}}\right).$$

由于  $\frac{1}{\sqrt{\tan^2 \theta_x + \tan^2 \theta_y + 1}}$  必然为正，所以计算得到倾角  $\alpha$  范围为  $[0^\circ, 90^\circ]$ 。这意味着对于同一节理面，无论从上部岩石还是下部岩石测量，其倾角都相等，因此可以大大方便野外测量（使用机械罗盘测量，反向节理需要使用辅助工具测量）。

同时，视倾角和真倾角有以下关系： $\tan \beta = \tan \alpha \cdot \cos \theta$ ，其中  $\beta$  为视倾角，在测量时就是  $\theta_z$ ； $\alpha$  为真倾角，上面已经求出； $\theta$  为视倾向（即  $\theta_z$ ）与真倾向之间的夹角，可分情况与  $\theta_z$  进行加减运算可以得到真倾向  $\theta_{真}$ 。关键代码如下：

```
//values[0] 手机的方位，正北为  $0^\circ$ ，顺时针  $180^\circ$  为正，逆时针  $180^\circ$  为负；values[1] 手机
上下倾斜程度； values[2] 手机左右倾斜程度
//计算倾角
Dia = (float) Math.acos(1 / Math.sqrt(Math.tan(values[1])
*Math.tan(values[1]) + Math.tan(values[2]) * Math.tan(values[2]) + 1));
//将 values[0] 转化为方位角（视倾向）
if(values[0] > 0)
    values0 = values[0];
else
    values0 = 2 * Math.PI + values[0];
//分情况由视倾向求真倾向
```

```

        if(values[2] < 0)
            Dip = (float) (values[0] -Math.acos(Math.tan(values[1])
/Math.tan(Dia)));
        else
            Dip = (float) (values[0] +Math.acos(Math.tan(values[1])
/Math.tan(Dia)));
        //倾向范围为 0~2  $\pi$ 
        if(Dip < 0)
            while (Dip < 0)
                Dip += 2 *Math.PI;
        else if(Dip > 2 *Math.PI)
            while (Dip > 2 *Math.PI)
                Dip -= 2 *Math.PI;

```

下表是用机械罗盘和 Android 手机测量的部分倾向倾角数据对比：

序号	倾向		倾角	
	罗盘	手机	罗盘	手机
1	358.0	1.0	20.0	21.0
2	53.0	55.0	21.0	20.0
3	121.0	122.0	18.0	19.0
4	187.0	189.0	18.0	17.0
5	249.0	252.0	27.0	27.0
6	176.0	177.0	41.0	42.0
7	181.0	180.0	46.0	46.0
8	293.0	295.0	67.0	69.0
9	286.0	286.0	55.0	53.0
10	337.0	335.0	67.0	66.0
11	210.0	208.0	59.0	58.0
12	179.0	181.0	43.0	46.0
13	343.0	339.0	48.0	51.0
14	272.0	276.0	56.0	58.0
15	286.0	284.0	67.0	65.0

从表中数据对比可以发现，倾角的测量相差较小，基本稳定在  $1^{\circ} \sim 2^{\circ}$ ，考虑到实验中使用的机械罗盘阻尼小，测量时指针较难稳定以及读数误差，这样的误差是很正常的。然而，倾向的测量有时相差高达  $4^{\circ}$ ，这是由于 Android 手机测量倾向用到磁阻传感器，容易受到周围磁场的干扰，而上表数据又是在室内测得——存在较复杂的干扰磁场，在野外测量的效果会比较

好。

测量数据的存储使用 Android 自带的 SQLite 数据库，相应的字段及字段类型为：\_id（序号） INTEGER PRIMARY KEY AUTOINCREMENT，dip（倾向） TEXT，dia（倾角） TEXT，mark（标记） TEXT，time（采集时间） TEXT。数据的导出文件格式为 txt，默认路径为 sdcard/Joint/，文件名为“yyyy-mm-dd~hh\_mm\_ss.txt”，导出的内容包括当前气压、位置信息和采集的数据（包括倾向、倾角及是否标记，考虑到后面读取数据的方便以及时间字段的意义不大，这里不予导出）。导出的一个 txt 文件如图 4 所示。

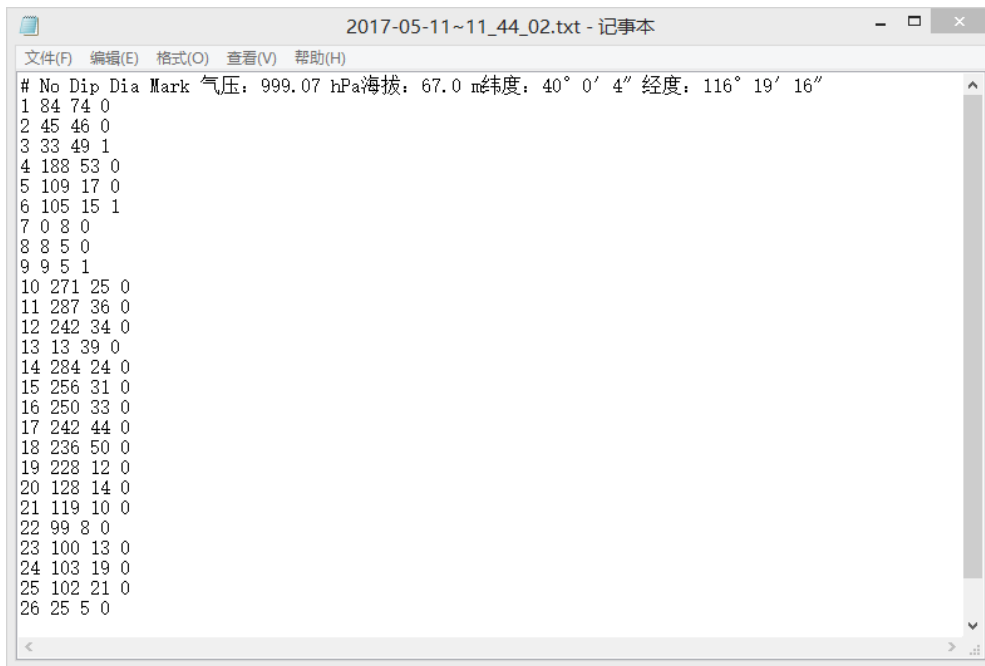


图 4. GeoHelper 导出的 txt 文件

## 2.2 统计绘图

统计绘图功能包括赤平投影图、节理极点图、节理走向玫瑰花图和节理等密度图的绘制，其实现是在绘图界面上添加 ImageView 空间，并在上面建立位图作为画布进行绘制。由于 Java 绘图使用的是左手系坐标，因此这里需要进行相应坐标的转换。

赤平投影图：通过用户输入 3 个节理面的倾向、倾角，按照相应的公式计算出圆心坐标和半径：圆心  $x = R \cdot \tan \alpha \cdot \sin \beta$ ， $y = R \cdot \tan \alpha \cdot \cos \beta$ ，半径  $r = R \cdot \frac{1}{\cos \alpha}$ ， $\alpha$  为倾角， $\beta$  为倾向。在画布上先绘制基准大圆，再于其中绘制相应的圆弧即可。

圆弧的绘制代码如下：

```
//绘制赤平投影圆弧，(x0,y0) 为基准圆圆心，r 为基准圆半径
x1 = r * Math.tan(alpha) * Math.sin(beta);
y1 = r * Math.tan(alpha) * Math.cos(beta);
r1 = r / Math.cos(alpha);
ox = x1 + x0;
```

```

oy = y0 - y1 + r1;
for(t = 0;t <= 2 * Math.PI;t = t + 0.001) {
    x = x1 + x0 + r1 * Math.sin(t);
    y = y0 - y1 + r1 * Math.cos(t);
    //判断 (x,y) 是否在基准圆内
    if ((x - x0) * (x - x0) + (y - y0) * (y - y0) <= r * r) {
        canvas.drawLine((int) ox, (int) oy, (int) x, (int) y, paint);
    }
    ox = x;
    oy = y;
}

```

节理极点图：通过用户选择相应的 txt 文件（格式必须按照图 4 所示）读入数据，按照相应公式计算各产状对应的坐标： $x = \sqrt{2}R \cdot \sin \frac{\alpha}{2} \cdot \sin \beta$ ， $y = \sqrt{2}R \cdot \sin \frac{\alpha}{2} \cdot \cos \beta$ ，其中  $\alpha$  为倾角， $\beta$  为倾向。这里还将标记为 1 的节理点与标记为 0 的节理点用不同颜色区分开——因为如层面之类的优势结构面往往延伸很长，传统测量只统计一次，绘图也不加区分，容易漏掉这些优势结构面；而 GeoHelper 尽管也只统计一次，但加上标记，在极点图可以清晰显示，提示用户注意这些节理面。

相应代码如下：

```

//绘制节理极点图，diap 为 txt 读入的数组（序号，倾向，倾角，标记）
for(int i = 0;i < diap.length /4;i ++){
    if(diap[4 * i + 3] ==0)
        paint.setColor(Color.BLUE);
    else
        paint.setColor(Color.RED);
    canvas.drawPoint((float) (x0 + Math.sqrt(2) * r * Math.sin(diap[4 * i + 2] / 180 * Math.PI / 2) * Math.sin(diap[4 * i + 1] / 180 * Math.PI)), (float) (y0 - Math.sqrt(2) * r * Math.sin(diap[4 * i + 2] / 180 * Math.PI / 2) * Math.cos(diap[4 * i + 1] / 180 * Math.PI)), paint);
}

```

节理走向玫瑰花图：同样通过用户选择相应的 txt 文件读入数据，这里只需要用到倾向一个数据。绘图时，先将节理面的倾向转化为走向，然后进行分类统计，再把各区间对应的点进行连线即可得到玫瑰花图。

代码如下：

```

//绘制节理走向玫瑰花图，diap 为 txt 读入的数组（序号，倾向，倾角，标记）
float[] num = new float[18];
float[] mean = new float[18];
float maxnum = 0;
for(int i= 0;i<18;i++){

```



```

        num[i] = 0;
        mean[i] = 0;
        for(int j = 0;j < diap.length /4;j ++){
            if(diap[4 *j +1] % 180 >= 10* i & diap[4 *j +1] % 180< 10* (i +1))
        {
                num[i] ++;
                mean[i] += diap[4 *j +1] %180;
            }
        }
        if(num[i] != 0)
            mean[i] = mean[i] /num[i];
        if(maxnum < num[i])
            maxnum = num[i];
    }
    float[] xarr = new float[18],
           yarr = new float[18];
    //归一化
    for(int i = 0;i < 18;i ++){
        num[i] = num[i] /maxnum *r;
        xarr[i] = (float) (num[i] * Math.cos(-mean[i] /180 *Math.PI +
Math.PI));
        yarr[i] = (float) (num[i] * Math.sin(-mean[i] /180 *Math.PI +
Math.PI));
    }
    canvas.drawLine(x0, y0, x0 + xarr[0],y0 - yarr[0] , paint);
    canvas.drawLine(x0, y0, x0 + xarr[17],y0 - yarr[17] , paint);
    for(int i = 0;i < 17;i ++){
        canvas.drawLine(x0 + xarr[i],y0 - yarr[i] ,x0 + xarr[i+1],y0 -
yarr[i+1], paint);
    }
    canvas2.drawText("节理统计数量为: " + String.valueOf(diap.length
/4),20,20,paint);
    canvas2.drawText("节理统计最大数为: " + String.valueOf(maxnum),20,40,paint);

```

节理等密度图：前期数据的读取处理与节理极点图绘制基本一致，难点在于等密度图的制图。传统方法是将基准大圆的外切正方形分为  $20 \times 20$  个小正方形，用密度计统计各个小正方形顶点周围  $R/10$  为半径的小圆内的极点数，然后进行等值线绘制，再填充不同颜色。GeoHelper 中对等密度图的绘制进行了创新：统计方法不变，但是将外切正方形分为  $300 \times 300$  个小正方形，统计各个小正方形顶点周围  $R/10$  为半径的小圆内的极点数，然后直接按各点的极点数大小设置相应的颜色描点（合理设置点的大小，使其能填满整个大圆）。颜色采用的是 RGB，分别对应为  $0 \sim 5\%$  (0, 0, 250)、 $5 \sim 15\%$  (0, 50, 200)、 $15 \sim 25\%$  (0, 100, 150)、 $25 \sim 35\%$  (0, 150, 100)、 $35 \sim 45\%$  (0, 200, 50)、 $45 \sim 55\%$  (0, 250, 0)、 $55 \sim 65\%$  (50, 200, 0)、 $65 \sim 75\%$  (100, 150, 0)、 $75 \sim 85\%$  (150, 100, 0)、 $85 \sim 95\%$  (200, 50, 0)、 $95 \sim 100\%$  (250, 0, 0)。事实上，这样绘制的图象更接

近统计的实际情况，也能避免不同等值线算法造成的图象差异。

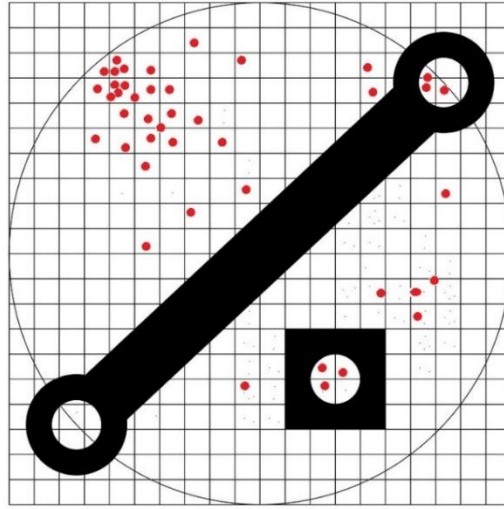


图 5. 使用密度计统计极点数

具体的代码如下：

```
//绘图节理等密度图
int n = 150;
int maxnum = 0;
canvas.drawCircle(x0,y0,r,paint);
paint.setStyle(Paint.Style.FILL);
float[] xn = new float[diap.length / 4],
        yn = new float[diap.length / 4];
int[] num = new int[(2 * n + 1) * (2 * n + 1)];
//坐标计算
for(int i = 0; i < diap.length / 4; i ++){
    xn[i] = (float)(x0 + Math.sqrt(2) * r * Math.sin(diap[4 * i + 2] /
180 * Math.PI / 2) * Math.sin(diap[4 * i + 1] / 180 * Math.PI));
    yn[i] = (float)(y0 - Math.sqrt(2) * r * Math.sin(diap[4 * i + 2] /
180 * Math.PI / 2) * Math.cos(diap[4 * i + 1] / 180 * Math.PI));
}
//统计密度计内的极点数
for(int i = 0; i < 2 * n + 1; i ++){
    for(int j = 0; j < 2 * n + 1; j ++){
        float x00,y00;
        x00 = i * r / n + x0 - r;
        y00 = j * r / n + y0 - r;
        if((x00 - x0) * (x00 - x0) + (y00 - y0) * (y00 - y0) > r * r)
            num[(2 * n + 1) * i + j] = 0;
        else if((x00 - x0) * (x00 - x0) + (y00 - y0) * (y00 - y0) < 0.81 * r * r){
            num[(2 * n + 1) * i + j] = 0;
            for(int k = 0; k < diap.length / 4; k ++)
```



```

        if((xn[k] - x00)*(xn[k] - x00) + (yn[k] - y00)*(yn[k] - y00) <=
0.01 *r *r)
            num[(2 * n +1) *i + j] ++;
    }
    else{
        num[(2 * n +1) *i + j] = 0;
        for(int k = 0;k <diap.length /4;k ++){
            if ((xn[k] - x00) * (xn[k] - x00) + (yn[k] - y00) * (yn[k]
- y00) <= 0.01 *r *r)
                num[(2 * n +1) *i + j]++;
            float r1 = (float) Math.sqrt((x00 - x0) *(x00 - x0) +(y00 -
y0)*(y00 -y0)),
                r2 = 2 *r - r1;
            x00 = x0 -(x00 - x0) *r2 /r1;
            y00 = y0 -(y00 -y0) *r2 /r1;
            if ((xn[k] - x00) * (xn[k] - x00) + (yn[k] - y00) * (yn[k]
- y00) <= 0.01 *r *r)
                num[(2 * n +1) *i + j]++;
        }
    }
    if(maxnum < num[(2 * n +1) *i + j])
        maxnum = num[(2 * n +1) *i + j];
}
}
//根据统计结果填充不同颜色
for(int i = 0;i < 2 *n +1;i ++){
    for(int j = 0;j < 2 *n +1;j++){
        if((i *r /n -r) *(i *r /n -r) +(j *r /n -r) *(j *r /n -r) <= r *r)
        {
            if(1.0 *num[(2 * n +1) *i + j] /maxnum >0.5)
                paint.setColor(Color.argb(255,50 *Math.round((float) (10.0
*num[(2 * n +1) *i + j] /maxnum -5)),50 *Math.round((float) (10 -10.0 *num[(2 *
n +1) *i + j] /maxnum)),0));//R-G
            else
                paint.setColor(Color.argb(255,0,50 *Math.round((float)
(10.0 *num[(2 * n +1) *i + j] /maxnum)),50 *Math.round((float) (5 -10.0 *num[(2
* n +1) *i + j] /maxnum))));//G-B
            canvas.drawPoint(i * r / n + x0 - r, j * r / n + y0 - r,
paint);
        }
    }
}
}

```

## 2.3 稳定系数计算

楔形体是岩质边坡工程中常见的破坏形式，其稳定性分析非常重要。GeoHelper 中参照《边坡工程理论与实践最新发展》一书中的 Hoek 法（楔形体的破坏形式见图 6），编写相关程序，实现楔形体稳定系数的计算。

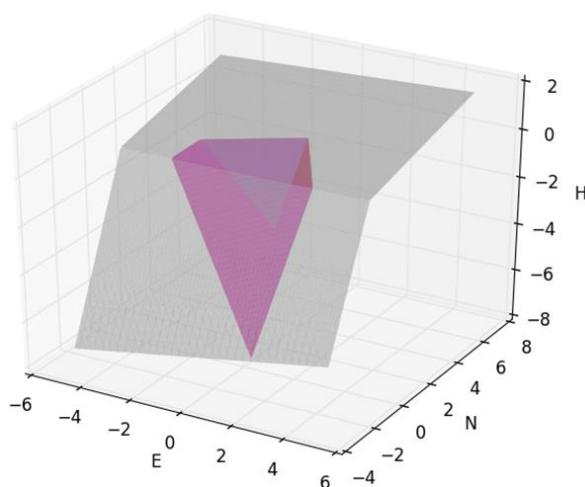


图 6. Hoek 法中楔形体示意图

## 2.4 云平台访问

云平台是指清华大学水利系徐文杰老师课题组主页 (<http://www.meggs-thu.com>)，包括多尺度工程地质力学与灾害仿真、数字地质实习三维云平台、岩土工程在线计算云平台（见图 7）三大部分。网页使用 JavaScript 编写，可以实现在线赤平投影计算、节理统以及边坡计算等功能。该界面主要通过添加在相应的 Activity 中添加 WebView, 并设置 JavaScript 兼容进行访问。

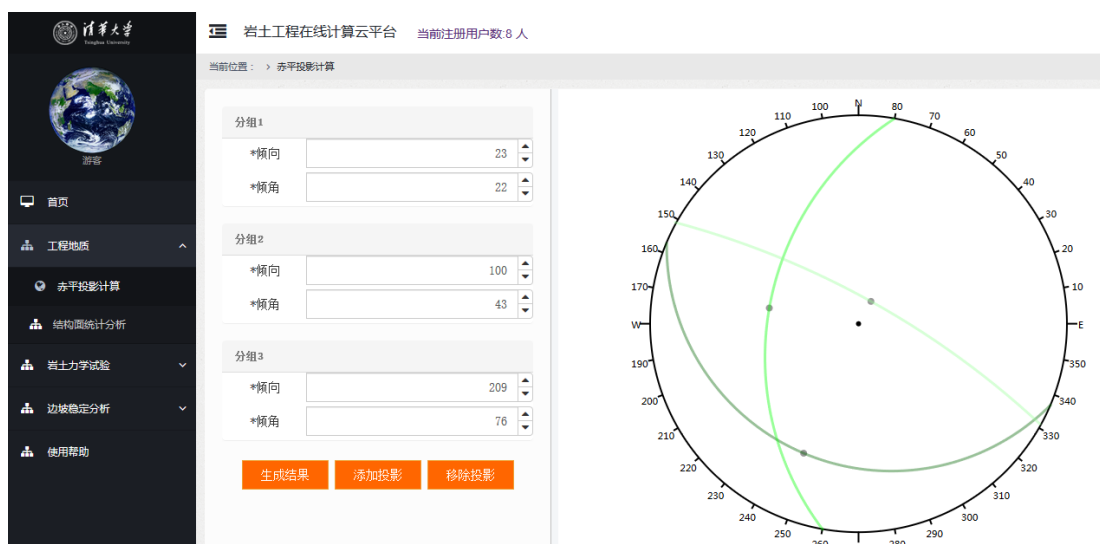


图 7. 岩土工程在线计算云平台

## 2.5 资料查询

资料查询功能主要使用 ListView 和 SimpleAdapter 实现，收录了常见的矿物、各类岩石和常见问题等。

### 三、GeoHelper 使用说明

GeoHelper 安装成功后进入的主界面如图 8，每个图标对应软件的一项功能，以下简要介绍各个功能的使用步骤。

#### 3.1 产状测量

点击产状测量按钮进行测量界面，与指南针使用类似，使用时应该远离干扰源，并将手机绕“8”字晃动重新校准手机指南针。



图 8. GeoHelper 主界面

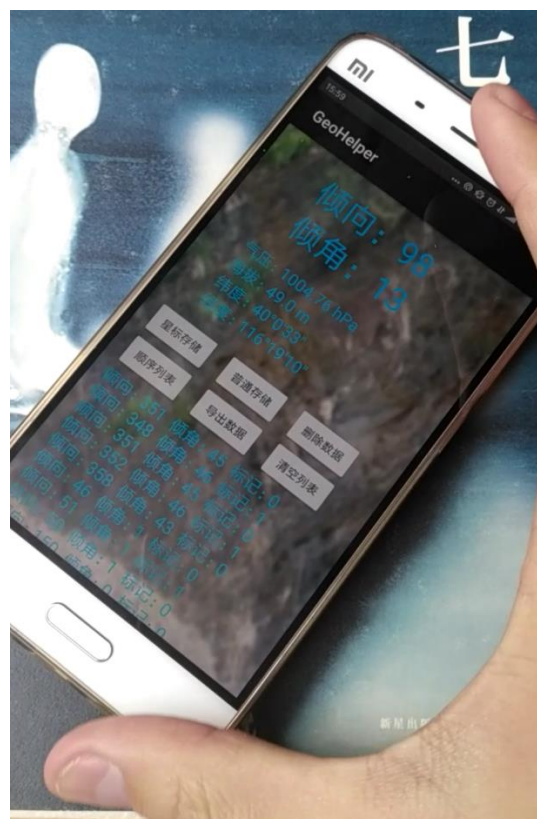


图 9. 使用 GeoHelper 测量产状

测量时，将手机背面紧贴结构面（如图 9），产状测量界面上部即可显示测量的倾向、倾角以及目前的气压和位置信息（海拔和经纬度），待示数稳定后即可读数记录。中部为用户操作界面，点击“星标存储”后存储数据并设置标记为 1；点击“普通存储”后存储数据并设置标记为 0；点击“删除数据”可以删除最后一条数据；点击“顺序列表”后下部按时间先后显示数据；点击“导出数据”则导出数据到 sdcard/Joint/Time.txt；点击“清空列表”会清除 SQLite 数据库中所有数据。下部显示 SQLite 目前存储的数据，采用是按时间逆序的显示，用户可以用以检查是否正常存储数据。

#### 3.2 统计绘图

绘图界面上部为用户操作界面，点击后分别对应绘制不同图象的功能（赤平投影图、节理极点图、节理玫瑰花图和节理等密度图）。下部用来显示相应的图象及图例标注。

赤平投影图：点击上部“赤平投影绘图”，界面会弹出对话框（图 10），用户输入 3 个节理面的倾向及倾角，点击“确定”即显示绘图结果。在赤平投影图（图 11）中，不同的节理用不同颜色加以区分，具体可见下方的标注。

节理极点图：点击上部“节理极点图”，界面会弹出内存文件浏览界面（显示文件夹和 txt 文件，如图 12），用户选择相应的 txt 文件，点击“确定”即显示绘图结果（图 13）。不同标记的节理对应点设置为不同颜色（标记 0 为蓝色，标记 1 为红色），下部标注 txt 文件中的节理统计数量。节理走向玫瑰花图与节理等密度图的使用也与之相同，结果可见图 14 与图 15。节理走向玫瑰花图的刻度采用的是百分比，因此下部标注除了节理统计数量之外，还标注了节理统计最大数（即 100%所对应的节理数量）。同样的，节理等密度图的刻度采用的也是百分比，下部标注了单点节理统计最大数（即 100%所对应的单点节理统计数量）。

选择数据文件及绘图类型

节理面1的倾向(BLUE):  
115

节理面1的倾角(BLUE):  
45

节理面2的倾向(GREEN):  
245

节理面2的倾角(GREEN):  
45

节理面3的倾向(RED):  
180

节理面3的倾角(RED):  
60

取消 确定

图 10. 赤平投影参数输入

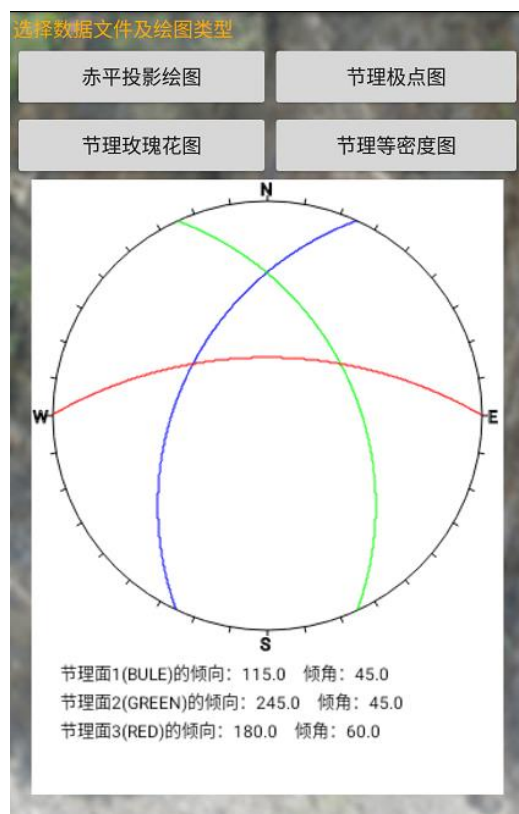


图 11. 赤平投影图



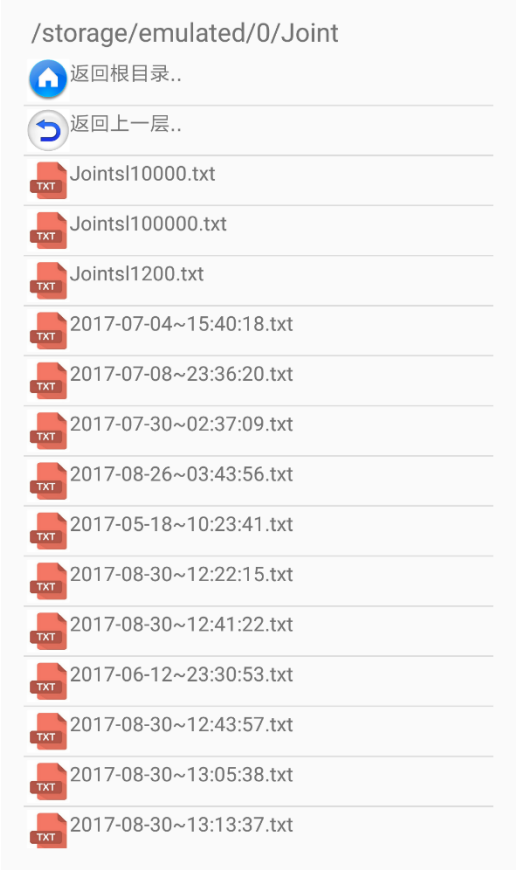


图 12. 内存文件浏览界面

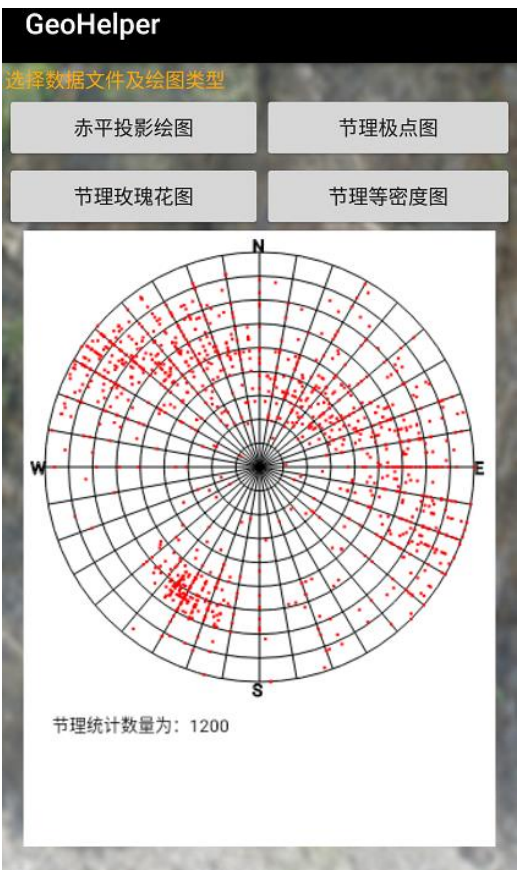


图 13. 节理极点图

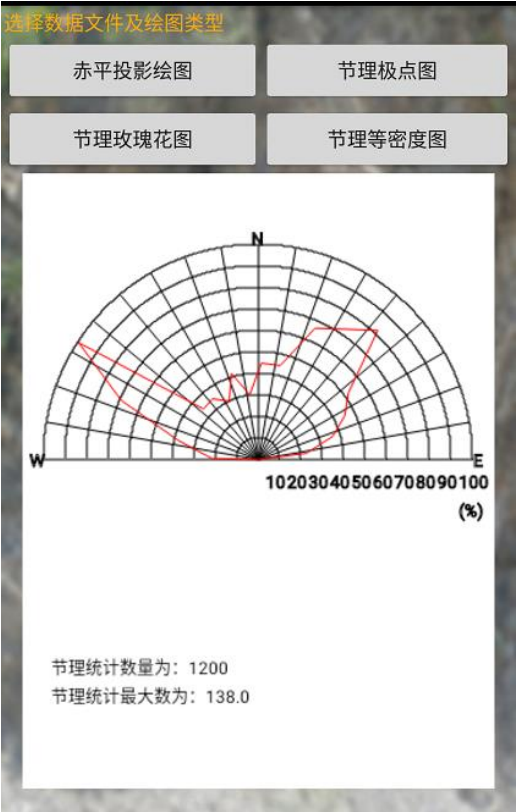


图 14. 节理走向玫瑰花图

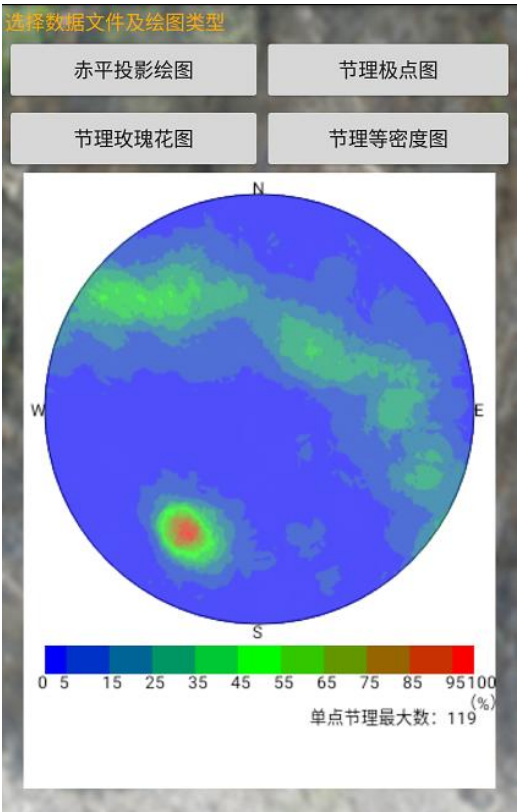


图 15. 节理等密度图

### 3.3 稳定系数计算

系数计算界面上部为用户操作界面，点击后弹出系数计算相应的对话框（见图 16），需要用户输入楔形体的相关参数，具体参数见下表。下部显示该楔形体在充水和干燥情况下的稳定系数（结果显示见图 17）。

结构面/参数	倾向	倾角	内摩擦角	粘聚力	长度
结构面 1	√	√	√	√	
结构面 2	√	√	√	√	
坡面	√	√			
坡顶面	√	√			
后缘拉裂隙	√	√			√
岩石的容重					
水的容重					
坡高					

105

结构面J1的倾角:

45

结构面J1的内摩擦角:

20

结构面J1的粘聚力 (kPa):

23.9

结构面J2的倾向:

235

结构面J2的倾角:

70

结构面J2的内摩擦角:

30

结构面J2的粘聚力 (kPa):

170

取消 确定

图 16. GeoHelper 楔形体参数输入

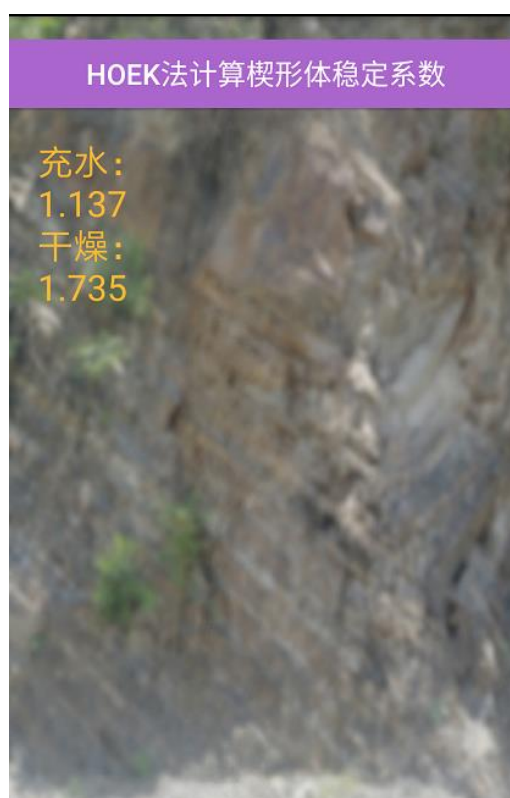


图 17. 稳定系数计算结果

### 3.4 访问云平台

用户点击云平台按钮，GeoHelper 由主界面跳转到云平台界面（见图 18 及图 19），用户可以进行注册或登录，使用相应的功能。





图 18. GeoHelper 访问云平台-1



图 19. GeoHelper 访问云平台-2

### 3.5 资料查询

进入地质资料模块如图 20, 点击不同按钮可进入不同的功能模块(图 21 为常见矿物资料, 图 22 为提供的花岗斑岩介绍), 包括常见矿物资料、岩浆岩资料、沉积岩资料、变质岩资料、校园中的石头和问题集锦。



图 20. GeoHelper 资料查询界面



图 21. GeoHelper 矿物列表



图 22. GeoHelper 花岗斑岩介绍

### 3.6 联系开发者

联系界面（图 23）主要介绍了 GeoHelper 的开发背景及相关负责人的联系方式，同时可以访问清华大学水利水电工程系官网及查看 GeoHelper 的相关资料。



图 23. GeoHelper 联系开发者

## 四、项目成果

### 4.1 实习应用

2017 年 7 月至 2017 年 8 月，清华大学水利系 2015 级学生在暑期《地质实习》中首次使用 GeoHelper，主要用于野外岩层产状量测及结构面统计分析。该软件的应用，在很大程度上降低了产状测量的工作强度，极大地提高了测量效率——使用 GeoHelper 后，测量一个节理面产状只需要几秒钟。同时，GeoHelper 可以对测量的数据进行快速存储及实时处理，效率高、效果好，操作简单便捷，能够迅速直观地反映岩体结构面发育情况。

GeoHelper 为此次实习工作的顺利进行提供了很大的技术支持，取得了较好的效益，受到了相关师生的认同和好评（图 24 为应用证明）。

GeoHelper (地质助手) 1.0			
在清华大学《地质实习》中的应用证明			
项目名称	基于 Android 平台的 GeoHelper (地质助手) 1.0		
应用单位	清华大学水利水电工程系		
通讯地址	北京市海淀区清华园 1 号		
联系人	徐文杰	联系电话	010-62782301
应用成果起止时间	2017.07-2017.08		
具体应用情况:			
<p>GeoHelper (地质助手) 通过调用手机内相关传感器实现了野外节理面产状的测量，并实现了相应数据的导出存储。同时，软件还实现了产状数据的统计绘图和 Hook 法计算楔形体稳定系数的功能，可在一定程度上减少相关人员的工作负担。</p> <p>2017 年 7 月至 2017 年 8 月，清华大学水利系 2015 级学生在暑期《地质实习》中首次将 GeoHelper 应用于野外岩层产状量测及结构面统计分析。该软件的应用，在很大程度上降低了产状测量的工作强度，极大地提高了测量效率——原来测量一个产状需要大约一分钟，使用新技术后只需要几秒钟。同时，GeoHelper 可以对测量的数据进行便捷的快速存储及实时的处理，效率高、效果好，操作简单便捷，能够迅速直观地反映岩体结构面发育情况。</p> <p>GeoHelper 为此次实习工作的顺利进行提供了支持，取得了较好的效益，因此受到了相关师生的认同和广泛的好评。此外，该平台同时也可以为其它高校地质实习、从事地质领域的科研及勘察技术人员提供便捷的服务和支持！</p>			
清华大学《地质实习》课程负责人: 徐文杰			
2017 年 9 月 1 日			

图 24. GeoHelper 在清华《地质实习》的应用证明



此外，项目小组还针对此次应用，制作了 GeoHelper 的应用反馈表，用于收集使用者对其的反馈（部分资料见图 25）。通过这些问卷，我们对于 GeoHelper 的使用情况和未来改进方向有了更好的把握。

GeoHelper(地质助手)1.0 应用反馈

项目名称

基于 Android 平台的 GeoHelper (地质助手) 1.0

使用者姓名

班级

1. 说说 GeoHelper 的使用情况及感想。

方便、清晰。  
测产状、绘图很快。  
但是测产状的结构暂时不是很方便。

2. 使用 GeoHelper 测量相较传统的罗盘测量有什么优势？（如有测量的数据或图片等，请发送至 1499132850@qq.com）

节省时间，一步到位，立即出图。

3. 对于 GeoHelper 有什么建议和意见？

可以扩充一些地质学方面的知识，或者和地学类课程结合起来。

图 25. 采集的一份应用反馈

4.2 商店上线

2017 年 8 月底，GeoHelper 的开发工作基本完成，开始在小米、腾讯及华为等平台进行稳定性测试与兼容性测试。目前，相关的测试均已通过，GeoHelper 在安智市场（图 26 为其下载页面）、小米应用商店及应用宝等各大国内主流安卓市场上线，上线一周下载量突破一百，图 27 为 GeoHelper 上线以来两个月的累计下载量曲线。此外，我们也收到一些 GeoHelper 用户的邮件，对 GeoHelper 的使用情况及存在问题有了进一步的了解。



图 26. GeoHelper 在安智市场的下载页面

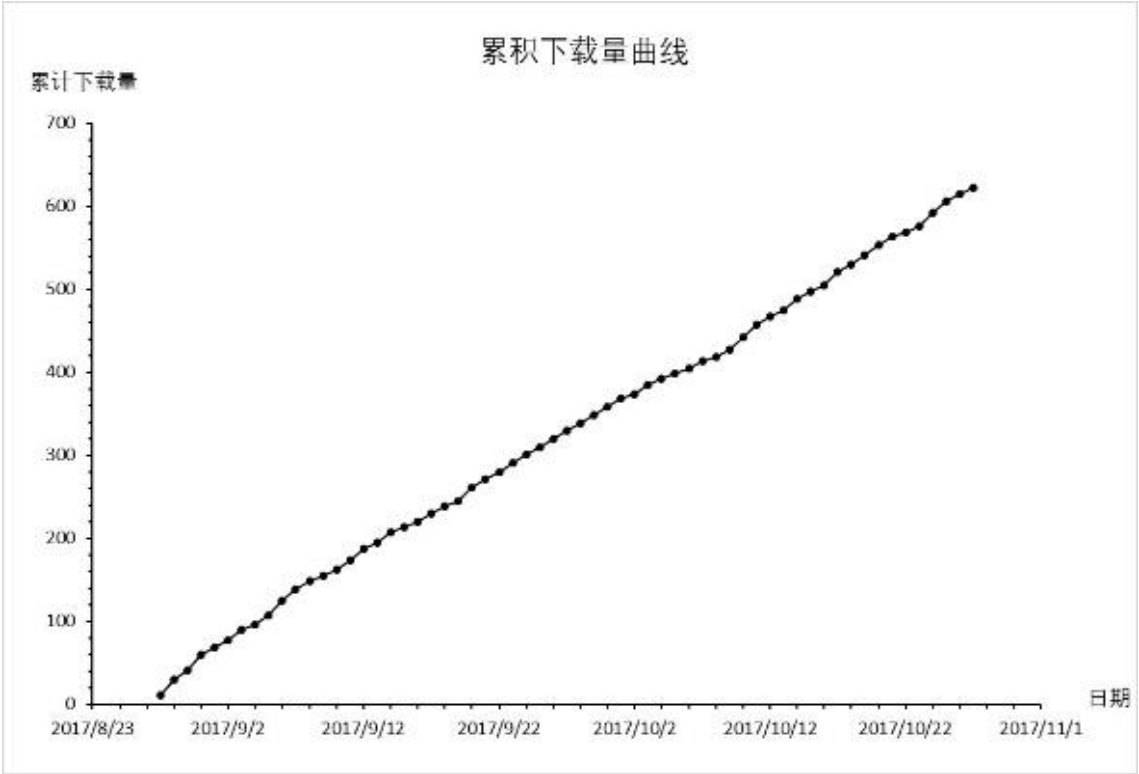


图 27. GeoHelper 累计下载量曲线（2017. 8. 28–2017. 10. 27）



### 4.3 软著申请

在相关测试完成后,GeoHelper 的软件著作权申请工作也开始进行,图 28 为 GeoHelper 的软著证书。



图 28. GeoHelper 软件著作权证书

### 4.4 比赛获奖

在清华大学第九届水利创新大赛中,该项目以第一名的优异成绩获得一等奖(图 29),同时 GeoHelper 也获得本届水创大赛中的最佳作品奖(图 30)。





图 29. GeoHelper 一等奖证书



图 30. GeoHelper 最佳作品奖证书

## 五、结论

目前信息技术高速发展,在各行各业中都得到了广泛的普及和应用。作为传统行业的地质岩土领域,信息技术的应用也越来越多,我们比较熟悉的如 GIS (地理信息系统)。GeoHelper 作为信息技术应用的一个例子,首次将智能手机应用于产状的测量统计分析,既能大幅度地提高结构面产状的测量效率,又实现了野外节理的可视化统计分析。从实习应用效果及上线下载情况可以看出,GeoHelper 具有较强的实用性和良好的推广前景。当然,未来我们还需要根据

用户的反馈意见对该系统进行完善和改进,逐渐使其成为地质领域一个综合性的移动信息平台。

### 附：安智市场下载二维码



### 参考文献：

- [1] 崔政权, 李宁. 边坡工程:理论与实践最新发展[M]. 中国水利水电出版社, 1999.