

# 岩土工程可靠度的快速遗传衡量与计算\*

Fast Genetic Measurement and Calculation of Reliability of Geotechnical Engineering

张磊, 雷雨, 张璐

(西安欧亚学院, 陕西 西安 710065)

**摘要:** 为了准确地计算出岩土工程可靠度目标函数达到最大值时的任意一种可行解, 本研究分析如何通过快速遗传算法来衡量与计算岩土工程的可靠度。在明确快速遗传算法原理与步骤基础上, 利用一次二阶矩方法得到岩土工程可靠度数值衡量模型, 并通过快速遗传算法升级优化可靠度衡量模型, 以使模型中的变量一直处于正态分布状态且问题架构呈线性状态, 再对可靠度值进行快速遗传计算。通过算法对比分析与实例列举验证此种算法的有效性, 证明了此算法的计算精度与稳定性更优, 并能实际应用于山坡挖掘工程的施工方案可靠度分析。

**关键词:** 快速遗传算法; 岩土工程; 岩土工程分析; 可靠度; 可靠度指标

**中图分类号:** G642      **文献标志码:** A      **文章编号:** 1005-8249 (2023) 03-0019-07

**DOI:** 10.19860/j.cnki.issn1005-8249.2023.03.019

ZHANG Lei, LEI Yu, ZHANG Lu

(Xi'an Eurasia University, Xi'an 710065, China)

**Abstract:** In order to accurately calculate any feasible solution when the reliability objective function of geotechnical engineering reaches the maximum, this study analyzes how to measure and calculate the reliability of geotechnical engineering through fast genetic algorithm. On the basis of clarifying the principle and steps of the fast genetic algorithm, the reliability numerical measurement model of geotechnical engineering is obtained by using the first-order second moment method, and the reliability measurement model is upgraded and optimized by the fast genetic algorithm, so that the variables in the model are always in the normal distribution state and the problem structure is in the linear state. And then the reliability value is calculated by fast genetic algorithm. The effectiveness of this algorithm is verified by comparison of algorithms and analysis of examples. It is proved that this algorithm has better calculation accuracy and stability, and can be applied to the reliability analysis of engineering schemes of hillside excavation projects.

**Keywords:** fast genetic algorithm; geotechnical engineering; geotechnical engineering analysis; reliability; reliability index

\* 基金项目: 2019 年西安欧亚学院重点课程建设项目 (2019KC008); 2021 年陕西省教育厅科研计划项目资助 (21JK0257); 2021 年陕西省教育厅科研计划项目资助 (21JK0261)。

作者简介: 张磊 (1985—), 男, 硕士, 讲师。研究方向: 工程项目管理、成本管理、岩土工程。

收稿日期: 2022-09-20

## 0 引言

当前, 在分析岩土工程时最常使用的两种算法分别是二阶矩阵算法与 JC 算法, 虽然上述两种算法在计算岩土工程的可靠度时可以缩短计算时间, 但是这两种算法也存在一些弊端。当使用这些算法来计算一个具有约束条件的线性规划问题并且问题内的各个变量都处于正态分布状态时,

## 研究与应用

计算出来的结果准确度较高；但是，当使用这些算法来计算一个具有约束条件的非线性规划问题并且问题内的各个变量都处于非正态分布状态时，计算出来的结果准确度较低。由于这些算法存在此类问题，所以专家学者们开始尝试研发新的计算算法，其中最受欢迎的便是快速遗传算法。

遗传算法是指在电脑上根据进化论原理并且按照生物的进化过程来进行模拟计算，作为一种新型的计算方法，该方法有助于快速计算出较为复杂的问题，在便捷快速的同时，还能保证计算结果的准确度<sup>[1]</sup>。快速遗传算法实际上是遗传算法优化升级的产物，通过改进遗传算法<sup>[2]</sup>中选择最优解的随机选择区间，从而提高电脑对于各类随机选择区间的适应性，避免发生在计算量较大时电脑无法正确选择最优解的情况。为了探讨快速遗传算法在岩土工程分析工作中的运用，本文先讲解了快速遗传算法的原理与计算步骤，随后分析了如何用快速遗传算法来分析岩土工程的可靠度，最后列举了3个案例来证实快速遗传算法的有效性，进而完成本文的相关研究。

### 1 基于快速遗传算法的岩土工程分析

#### 1.1 快速遗传算法的计算方法

快速遗传算法是指在参照生物进化论的基础上，将数学与生物进化过程进行结合，把问题答案的计算过程假设为生物进化过程，是一种最新型的计算方法，其随机性的优势有利于计算复杂问题，可以准确、快捷地计算出正确答案，因此，该方法常常应用于解决具有约束条件的非线性规划问题中，便于准确地计算出此类问题的目标函数达到最大值或最小值时的任意一种可行解<sup>[3]</sup>。当看到一个具有约束条件的非线性规划问题时，将该问题的目标函数设定为下述方程式：

$$\begin{cases} F = \min f(x, y, t) \\ a \leq x, y, t \leq c \end{cases} \quad x, y, t \in \Omega \quad (1)$$

在该方程式中， $x, y, t$  代表3个自变量， $\Omega$  代表该问题所有解的集合， $F$  代表该问题未知数最大值到最小值之间所有可能出现的数值， $f$  代表目标函数的映射， $[a, c]$  为自变量的初始变化区

间。计算该目标函数最小值，使用快速遗传算法来算出该问题的可行解。

#### 1.2 分析快速遗传算法的计算步骤

快速遗传算法的计算步骤如下所示<sup>[4]</sup>：

步骤一：对方程式(2)进行编码。因为快速遗传算法将需要计算的问题当成需要进行编码的个体，通过转换可行解的数值范围从而对其进行编码。选取0和1这两个计算机可以识别的二进制数据来进行编码工作，将 $x, y, t$ 这三个自变量通过0和1来编制成一个由多条码链组成的基因码链，每条码链都代表着一个可以进行编码的个体，这些个体即为问题的解。例如，当一个问题有25个可行解时，可以用00000-11111来对这些解进行编码，进而组成一条由 $x, y, t$ 三个自变量的基因码构成的码链。

步骤二：组成初始群体。在编码完成后，将这些包含可行解的码链放到一起，随机地去组合这些码链，将组合后的码链设定为初始群体，在这个群体中包含着问题可行解的各种组合。在随机组合过程中，若干个可行解将随意地被划分到任何一个组合中，因此组合的质量不会太高，有碍于后期对于方程式的准确计算。但快速遗传算法将会遵循生物进化过程中的优胜劣汰原则，在这个初始群体的组合中挑选出质量最高的可行解组合，淘汰质量最低的可行解组合。

步骤三：对每个基因码（即可行解）进行评价。按照步骤一中所所述的编码方式，将初始群体中的质量高的基因码组合依次带入到方程式(1)中，计算每次带入后 $F$ 的数值大小，来评价该基因码的好与坏，进而为接下来的计算提供数据依据。

步骤四：根据“优胜劣汰”的进化法则选择最优化的基因码<sup>[5]</sup>。依据评价结果从较好的基因码中随机选择若干个基因码，将这若干个基因码留下组成一个遵循“优胜劣汰”准则的优质群体，进而进行下面的计算步骤。

步骤五：个体杂交。在优质群体中随机选择基因码，并对这些基因码进行杂交，遗传算法中的杂交是指在基因码上随便选择一点作为截取点，

在基因码链的截取点所在位置进行截取，将截取后的尾部部分进行交换。例如：在 111001101111111 的 11100 处进行截取，在 000111011100110 的 00011 处进行截取，将两个基因码链的尾部进行交换，交换后前一个基因码链变为 111001011100110，后一个基因码链变为 000111101111111。

步骤六：进行基因码变异计算。从优质群体中随机挑选若干个基因码，在基因码链上任意一处更换数值，即将该处的 0 换成 1，将 1 变成 0，进而使得基因码链发生变异。例如，基因码链的原始状态为 111001101111111，在第一个 0 处进行变异，将 0 变为 1，即变异后的基因码链为 111101101111111。实际上，在计算问题的可行解时，快速遗传算法可以不对可行解进行变异计算，但为了确保计算结果的准确性，得到问题的最优解，快速遗传算法将会对问题的可行解进行变异计算。在完成上述 6 个步骤时，快速遗传算法完成了第一次计算，接下来要进行迭代运算，反复地重复上述 6 个步骤，进而确保计算结果的准确度。快速遗传算法的计算流程图如图 1 所示。

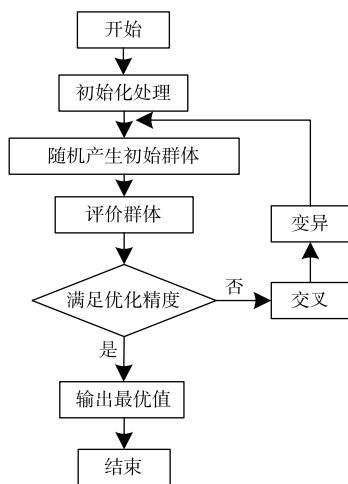


图 1 快速遗传算法计算流程图

Fig. 1 Fast genetic algorithm calculation flow chart

### 1.3 可靠度的衡量指标分析

在使用快速遗传算法对岩土工程的可靠度进行分析时，首先要考虑到以什么数值为标准来衡量可靠度的强与弱，其次要考虑如何通过快速遗传算法来计算该指标<sup>[6-7]</sup>。

常被用来求解结构可靠度的方法是一次二阶矩方法，即在尚不明确随机变量的分布情况下，以该结构的数学模型中多个变量的平均值和变量之间差值的平均值来获得该结构可靠度的可行解。由此可知，当变量处于常态的分布状况并且问题求解方程式呈线性时，衡量可靠度强弱的标准为在正常的坐标轴中，原点与该问题结构的界线状态直线、界线状态平面之间的最小距离值。因此，该距离值的大小便为衡量可靠度的标准，将该指标设定为  $\alpha$ ，根据该指标设置一个方程式，在方程式中  $n$  个变量将处于常态分布状态，并且问题架构呈界线状态，即：

$$z = q(x_1, x_2, x_3, x_4, \dots, x_n) \quad (2)$$

在方程式 (2) 中，处于常态分布状态的  $n$  个变量可以满足方程式 (2)：

$$H_i = \frac{x_i - m_{x_i}}{\delta_{x_i}} \quad (3)$$

在方程式 (3) 中， $m_{x_i}$  为  $n$  个变量的平均值， $\delta_{x_i}$  为  $n$  个变量差值的平均值。根据方程式 (3) 可以将方程式 (2) 具化为方程式 (4)：

$$z = q(m_{x_1} + \delta_{x_1} \times H_1, m_{x_2} + \delta_{x_2} \times H_2, \dots, m_{x_n} + \delta_{x_n} \times H_n) \quad (4)$$

在将上述几个方程式进行整合后，可以得到用来计算当变量处于正态分布状态下的数据模型，将数据带入模型后，可以计算出用来衡量可靠度的数值<sup>[8]</sup>，数据模型为：

$$\alpha = \min \left( \sum H_i^2 \right)^{\frac{1}{2}} \quad (5)$$

$$q = q(H_1, H_2, H_3, H_4, \dots, H_n) = 0$$

当变量处于非正态分布状态时，可将方程式 (5) 中的  $H_i$  进行变化，使得变量呈常态分布，变换后的  $H_i$  为：

$$H_i = \Phi^{-1}(B_i(x_i)) \quad (6)$$

在该方程式中， $B_i$  代表变量  $x_i$  的累积分布函数， $\Phi$  代表常态分布状态下的累积分布函数。在明确可靠度的衡量标准后，使用快速遗传算法来计算衡量标准的最小值，即  $\alpha_{\min}$  的数值，然后依据最小值的数值大小来评价岩土工程的可靠度<sup>[9]</sup>。

### 1.4 工程可靠度的计算

第一步，确定数学模型。为了使得数学模型

## 研究与应用

方程式中  $n$  个变量一直处于正态分布状态, 并且问题架构呈界线状态, 通过快速遗传算法来对这个数学模型进行优化, 当数学模型优化后, 验算点将位于失效范围内, 在接下来的计算中, 发生最明显变异情况的变量会被当作为可行解, 从方程式 (2) 中得到第  $i$  个变量的计算方程式:

$$x_i = q'(x_1, x_2, x_3, \dots, x_{(i-1)}, x_{(i+1)}, \dots, x_n) \quad (7)$$

在方程式 (7) 的基础上, 方程式 (5) 所代表的数学模型可以优化成

$$\alpha = \min[H1^2 + \dots + H(i-1)^2 + Hi^2(q') + H(i+1)^2 + \dots + Hn^2] \quad (8)$$

在数学模型中,  $x_i$  是在变量处于正态分布状态下随机选择的一个变量, 在分析岩土工程的可靠度时, 可以在变量处于正态分布、变量的最大值、最小值处于 I 型分布、成对后变量处在正态分布这三种不同的变量分布状态下进行随机选择。变量处于正常分布状态下,  $x_i$  取值为:

$$x_i = H + \delta \sqrt{-2 \ln \gamma_1} \times \sin(2\pi\gamma_2) \quad (9)$$

成对后变量处于正态分布状态下,  $x_i$  取值为:

$$\delta y = \delta \ln x = [\ln(1 - \omega x^2)]^{\frac{1}{2}}$$

$$m_y = \ln mx - \frac{1}{2} \delta \ln x^2 = \ln \frac{mx}{\sqrt{1 + \omega x^2}}$$

$$x_i = E^{y_i} \quad (10)$$

变量的最大值、最小值处于 I 型分布状态下,  $x_i$  取值为:

$$x_i = mx_i - 0.5\delta x - 0.7797\delta x \ln(-\ln \gamma_i) \quad (11)$$

在上述三个方程式中,  $m_{xi}$  代表若干个变量的平均值,  $\delta x_i$  代表各个变量之间差值的平均值,  $\omega x$  代表方程式中变异的变量,  $\gamma_1$  和  $\gamma_2$  代表在 0 和 1 的数值区间上的随机数值, 随机数值将按照独立的、均匀的状态进行分布。所以在随机选择  $\gamma_i$  的数值时, 方程式 (9)、(10)、(11) 中的  $x_i$  值可以被确定下来,  $H_i$  的数值可以经过方程式 (6) 的计算确定下来,  $\alpha$  的数值可以经过方程式 (8) 的计算确定下来, 所以, 方程式 (8) 可以升级为新的数学模型, 即:

$$\alpha = \min(\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3, \dots, \gamma_m) \quad (12)$$

在该方程式中,  $\gamma_i$  是在 0 和 1 的数值区间内的随机数值,  $m$  代表着计算的具体案例的实际变量个数。

第二步, 进行编码。数据模型中  $\gamma_i$  处于 0 到 1 区间内, 变量个数为  $m$  个, 变量的数值通过二进制数据来表示, 该二进制数据为 10 位, 进而使得在 0 到 1 的区间内有  $1024m$  个变量分散点, 每个变量都将由  $10m$  位的二进制数据来表示, 只需要在  $1024m$  个变量分散点中选择最优可行解即可, 从而便于完成接下来的计算步骤。

第三步, 组成初始群体。在编码完成后, 随机选择 200 个可行解, 将包含可行解的码链放在一起, 随机地去组合这些码链, 将组合后的码链设定为初始群体。

第四步, 对 200 个可行解依次进行评价。按照第一步中得到的编码方式, 将初始群体中的质量高的可行解组合依次带入其中, 计算每次带入后  $F$  的数值大小, 来评价该可行解的好与坏, 若这 200 个可行解的  $F$  值较大, 则直接进行第九个步骤; 若这 200 个可行解的  $F$  值较小, 则需要接着进行第五个步骤。

第五步, 选择最优化的可行解。在选择最优化的可行解时, 按照初始群体的规模大小 ( $SI$ ) 来进行选择, 每次都按照优劣顺序从初始群体中选择一个可行解, 然后带入到函数公式中:

$$eval(V_i) = b(1-b)^{i-1} \quad i = 1, 2, 3, \dots, SI \quad (13)$$

在方程式中,  $b$  的数值为 0.05。

第六步, 对 200 个可行解进行杂交, 以 0.5 的概率在可行解上随便截取一点, 在可行解码链上截取点所在位置进行截取, 将截取后的尾部部分进行交换。

第七步, 进行可行解变异计算。在由 200 个可行解构成的码链上以 0.04 的概率更换 2 处数值, 即将更换处的 0 换成 1, 将 1 变成 0, 进而使得可行解码链发生变异。

第八步, 迭代运算。

第九步, 得到  $\alpha$  值的最优解。



## 2 采用快速遗传算法的分析试验

首先检验快速遗传算法的算法性能，与岩土工程分析常用的反分析优化法、阻尼最小二乘法进行算法对比。然后将快速遗传算法应用到实际工程中进行进一步的可行性与可靠性验证。

### 2.1 算法性能对比分析

优化法作为反分析法中主要而广泛应用的方

法，具有难以进行多参数优化以及优化结果易陷入局部极值的缺点。应用于位移反分析的传统阻尼最小二乘法只能找到一个局部最小值，而不一定是全局最小。因此进行更好的全局搜索优化算法即遗传算法的研究。为验证快速遗传算法的优势，选取几个通用的基准测试函数进行测试，计算均值与标准差。选取的测试函数如下所示：

表 1 测试函数  
Table 1 Test function

函数名称	测试函数	维度	范围	最小值
sphere	$F_1(x) = \sum_{i=1}^n x_i^2$	35	[-100, 100]	0
Schwefel's Problem22	$F_2(x) = \sum_{i=1}^n  x_i  + \prod_{i=1}^n  x_i $	35	[-10, 10]	0
Schwefel's Problem12	$F_3(x) = \sum_{i=1}^n (\sum_{j=1}^i x_j)^2$	35	[-100, 100]	0
Quartic	$F_4(x) = \sum_{i=1}^n ix_i^4 + random [0, 1)$	35	[-1.25, 1.25]	0

使用相同的种群数量与迭代次数。种群数量即  $n$  为 35，迭代次数为 500 次。每种算法运行 15

次，结果精度为其平均值，算法稳定性则以标准差来表示。不同算法的测试结果如下所示：

表 2 不同算法测试函数结果  
Table 2 Test function results of different algorithms

测试函数	快速遗传算法		反分析优化法		阻尼最小二乘法	
	平均值	标准差	平均值	标准差	平均值	标准差
$F_1(x)$	0	0	7.38609E <sup>-24</sup>	8.57663E <sup>-24</sup>	389.05422	56.798673
$F_2(x)$	0	0	9.07806E <sup>-37</sup>	8.17924E <sup>-37</sup>	4220.5351	7853.1829
$F_3(x)$	6.73452E <sup>-213</sup>	0	2.68931E <sup>-65</sup>	3.62909E <sup>-65</sup>	29.858443	6.4897025
$F_4(x)$	0	0	1.27331E <sup>-07</sup>	2.47463E <sup>-07</sup>	569.41489	146.78076

由表 2 可知，快速遗传算法在 4 个测试函数中均取得了较好的结果，除了  $F_3(x)$  的均值不为 0，其余数值均为 0，体现了快速遗传算法的优越性；反分析优化法与阻尼最小二乘法相比，前者的计算精度与稳定性要优于后者，但都没有达到理论精确值 0。因此，快速遗传算法对于岩土工程方案的可靠度分析优化具有明显的优势。算法性能得到验证后，接下来将快速遗传算法应用到实际工程当中进行分析检验。

### 2.2 山坡挖掘工程的分析试验

现有一条高速公路 K40+410—K40+500，在这条公路的右边有一个坡度为 45° 的小山坡，该山坡的剖面土层类型从下至上依次为：弱风化粉砂岩

板岩、强风化粉砂岩板岩、亚黏土；三个土层的性质分别为：位于最下面的弱风化粉砂岩板岩呈紫红色，结胶类型为钙泥质类型，板岩的中间部分较薄、两边部分较厚，板岩质地坚硬，岩石内芯的形状为短柱状；位于中间部位的强风化粉砂岩板岩成紫红色，发育类型为节理发育，板岩质地脆弱，极易破碎，岩石内芯的形状为碎石状；最上面的亚黏土呈褐红色，土层质地坚硬，土层内含有部分强风化粉砂岩。需要对此山坡进行挖掘工作，以便于高速公路的扩建<sup>[10]</sup>。在挖掘过程中，山坡挖掘比例 1 : 0.9，挖掘时山坡的控制点范围如表 3 所示，现将分析该岩土工程方案的可靠度。

## 研究与应用

表 3 山坡挖掘的控制点范围

Table 3 Range of control points for hillside excavation

山坡坡面	土层分界线 1		土层分界线 2	
	土层分界线 1-1	土层分界线 1-2	土层分界线 2	土层分界线 2
(-15, 0)	(-6.2, -7.4)	(17.0, 3)	(6.5, -21)	
(10.3, 0)	(5.3, -3.7)	(30, 21)	(20.5, 0)	
(13, 0)	(12.7, 0)	(33, 25)	(25.4, 8.4)	
(17, 0)	(15.2, 0)	(37, 27)	(27, 9.2)	
(22, 0)		(49, 28)	(40.3, 10)	
(25, 0)		(62, 24)	(60.1, 8.6)	
(30, 0)				

通过加速遗传算法计算出来的岩土工程方案可靠度如表 4 所示。

表 4 挖掘方案可靠度结果

Table 4 Digging scheme reliability results

	滑动面			K=1.289
	Ox	Oy	$\gamma$	
安全系数	12.73	33.76	33.76	$\alpha_{\min}=1.379$ PF=8.52%
可靠指标	11.79	32.23	32.23	

从表 4 的计算结果中可以看出, 虽然安全系数的计算结果显示该岩土工程施工方案是可行的, 但是从可靠指标的计算结果上看, PF 的值为 8.52%, 证明该岩土工程施工方案并不安全, 可靠度较低, 想要提高该方案的可靠度, 施工人员需要建立支护架或是将山坡坡度变得更加缓慢。

### 2.3 地基工程的分析试验

现有一个长方形的地基, 该地基是由钢筋混凝土制成, 该地基放置在地表下, 距离地下的粉土有 6 米的距离, 现需分析该地基的可靠度。在该问题结构中包括三个自变量, 分别为地基与地面的内部摩擦角  $\mu$ , 地基的承载力  $\gamma$ , 以及地基内部材料的凝聚力  $\theta$ , 使三个自变量都处于正态分布状态, 进而得到有关三个自变量的参数:  $H\theta=160$  kPa,  $\delta\theta=40$  kPa;  $H\mu=40^\circ$ ,  $\delta\mu=4^\circ$ ;  $H\gamma=20$  kN/m<sup>3</sup>,  $\delta\gamma=0.6$  kN/m<sup>3</sup>。该问题结构中的变量为 N, 变量处于正态分布状态, 变量的平均值为 36000 KN, 变量差的平均值也为 36000 KN。由此可得出方程式:

$$Z = 116.3\theta - 63.1\gamma + (22.18\theta + 80.67\gamma)M_q - N - 113.9 = 0 \quad (14)$$

在该方程式中,  $M_q$  代表地基的承载力, 是  $\varphi$  的映射函数。根据三个自变量的数值可以计算出  $M_q$  的平均值为 17.6,  $M_q$  的数值差平均值为 6.22,

该地基可靠度的计算结果如表 5 所示。

表 5 地基可靠度计算结果

Table 5 Foundation reliability calculation results

$\alpha$	$\theta$ /kPa	$M_q$	$\gamma$ / (KN/m <sup>3</sup> )	P/KN	重复计算次数
2.018	68.261	6.005	19.751	22817.33	8

从表 5 的计算结果中可以看出, 在进行多次重复计算后, 可靠指标的  $\alpha$  值为 2.018, 证明该地基较稳定, 可靠度较高。

### 2.4 路堤边坡工程的分析实验

现有一处道路路堤边坡, 该边坡的剖面土层类型从下至上依次为 I 型土样、III 型土样、中砂混卵石、亚黏土; I 型土样的黏聚力中值为 0.6 C/kPa、标准差为 0.072 C/kPa, 内摩擦角的中值为 45 度、标准差为 7.1 度, 密度中值为 20.3 KN m<sup>-3</sup>、标准差为 1.5 KN m<sup>-3</sup>; III 型土样的黏聚力中值为 0.775 C/kPa、标准差为 0.103 C/kPa, 内摩擦角的中值为 54 度、标准差为 8.4 度, 密度中值为 23.23 KN m<sup>-3</sup>、标准差为 1.33 KN m<sup>-3</sup>; 中砂混卵石的黏聚力中值为 0 C/kPa、标准差为 0.18 C/kPa, 内摩擦角的中值为 35 度、标准差为 7.5 度, 密度中值为 18.5 KN m<sup>-3</sup>、标准差为 1.85 KN m<sup>-3</sup>; 亚黏土的黏聚力中值为 16C/kPa、标准差为 3.02 C/kPa, 内摩擦角的中值为 20°、标准差为 4.18°, 密度中值为 18.5 KN m<sup>-3</sup>、标准差为 1.85 KN m<sup>-3</sup>。现需分析该边坡的可靠度。

通过加速遗传算法计算出来的岩土工程方案可靠度如表 6 所示。

表 6 边坡可靠度计算结果

Table 6 Slope reliability calculation results

	圆心横坐标 X/m	圆心纵坐标 Y/m	划弧半径 R/m	可靠指标
上部边坡	-1.9626	43.0393	41.2811	2.411
下部边坡	7.8711	19.3227	27.7914	3.116

从表 6 的计算结果中可以发现, 在计算边坡可靠度时分别计算了上部分边坡的可靠度和下部分边坡的可靠度, 上部分边坡的可靠指标的  $\alpha$  值为 2.411, 并且由于上部分边坡的土层类型相似、土质参数相近, 所以上部分边坡的可靠度较高; 下部分边坡的可靠指标的  $\alpha$  值为 3.116, 并且由于下部分边坡的土层类型差异明显、土质参数差异

较大,所以下部分边坡的可靠度较低。因此,为了提高该边坡建筑工程的可靠度,需要在下部分边坡内建立一个支撑架,以防止出现边坡滑动的现象。

### 3 快速遗传算法的评价

根据上文的算法介绍以及具体试验可知,快速遗传算法在分析岩土工程时充分地发挥了该算法的优势,该算法的优势包括下述几点:(1)快速遗传算法是一种优化型算法,由于算法的理论来源是进化论,所以该算法是从全局性的角度出发去计算问题,该算法通过对一组初始群体进行反复地迭代计算,进而使得计算出来的结果是问题结构的最优解,确保了计算结果的准确性。(2)该算法原理简单易懂,在对问题结构进行编程时便于缩短编程时间和编程步骤。(3)该算法在解决实际问题时只需用到问题结构的目标函数,有利于快速、正确地计算出问题最优解。

### 4 结束语

综上所述,快速遗传算法是一种仿照生物进化过程来进行数学计算的算法,该算法遵循了“优胜劣汰”的原则,通过选择最优解来解决问题。虽然此种方法的计算原理简单明了,但是计算过程却是严密谨慎,在节省计算时间、降低计算难度的同时,提高了计算结果的准确度。本文以快速遗传算法的原理和计算步骤为基础,通过详述该算法在分析岩土工程可靠度中的运用,对

比验证算法性能并列出了3个实例来证实加速遗传算法的有效性,进而完成本文关于基于加速遗传算法的岩土工程分析的相关研究,希望本文的研究可以为岩土工程分析工作提供有益帮助。

### 参 考 文 献

- [1] 王开郁. 遗传算法在无线传感器网络中的应用 [J]. 信息技术, 2008, 200 (7): 81-84.
- [2] 刘当武, 郑高峰, 刘朋熙, 等. 一种优化遗传算法在配电网重构的应用研究 [J]. 信息技术, 2018, 320 (7): 107-112.
- [3] 金菊良, 杨晓华, 丁晶. 标准遗传算法的改进方案——加速遗传算法 [J]. 系统工程理论与实践, 2001, 21 (4): 8-13.
- [4] 王硕, 唐小我, 曾勇. 基于加速遗传算法的组合预测方法研究 [J]. 科研管理, 2002, 23 (3): 118-121.
- [5] 方永锋, 陈建军. 结构可靠性响应面法的改进遗传算法计算 [J]. 应用力学学报, 2017, 34 (5): 932-936.
- [6] 袁艳玲, 郭琴琴, 周正军, 等. 考虑参数相关的高心墙堆石坝材料参数反分析 [J]. 岩土力学, 2017, 15 (S1): 463-470.
- [7] 杨卫锋, 曾芳玲. 区间分析及其在参数估计中的应用 [J]. 信息技术, 2009, 209 (4): 47-51.
- [8] 陈祖煜. 建立在相对安全率准则基础上的岩土工程可靠度分析与安全判据 [J]. 岩石力学与工程学报, 2018, 37 (3): 521-544.
- [9] 刘林, 陈汉, 黎冠楠. 随机响应面法在岩土工程可靠度分析中的应用 [J]. 甘肃水利水电技术, 2017, 53 (6): 26-29.
- [10] 曾鹏, 陈语, 李天斌. 基于拟牛顿近似二阶法的岩土工程系统可靠性分析 [J]. 岩石力学与工程学报, 2018, 37 (3): 726-733.