

## 岩土工程极限分析有限元法及其应用探讨

鄢永和

江西省地矿局赣西地质调查大队, 江西 南昌 330201

**[摘要]**如果土体滑动结构上所有点的剪应力与整个土地的抗剪力相一致的时候, 那么就可以说明土体处在良好的弹塑性或者是钢塑性的状态, 并且整个土地的稳定性良好, 从而能够为极限分析法提供良好的力学基础。土体保持在良好的稳定状态往往会显现出下列两方面特征: 首先, 土地平衡状态临近失衡的情况, 所以结合这个情况能够对岩土工程是不是具有良好的稳定性加以判断。其次, 岩土材料的所具有的强度被彻底的挖掘出来, 从而提升各项成本的利用效率, 所以土体的极限平衡状态往往是岩土工程设计工作中最为关键的一项参考参数。现如今, 使用最为频繁的极限分析法有: 极限平衡法、滑动线场法、上、下限分析法和变分法四种类型。每种方法都具有良好的优越性, 在实际运用的时候需要综合各方面情况来进行挑选。

**[关键词]** 岩土工程; 极限分析有限元法; 应用

DOI: 10.33142/aem.v2i4.2009

中图分类号: TU75

文献标识码: A

### Discussion on Limit Analysis of Geotechnical Engineering by Finite Element Method and Its Application

YAN Yonghe

The Brigade of Geological Survey Ganxi, Jiangxi Geology and Mineral Resources Bureau, Nanchang, Jiangxi, 330201, China

**Abstract:** If the shear stress of all points on soil sliding structure is consistent with shear resistance of whole land, then it can be said that the soil is in a good elastoplastic or steel plastic state and stability of whole land is good, which can provide a good mechanical basis for limit analysis method. The following two characteristics often appear when the soil is kept in a good stable state: firstly, the land balance state is close to situation of imbalance, so combining this situation can judge whether the geotechnical engineering has a good stability. Secondly, the strength of geotechnical materials is thoroughly excavated, so as to improve utilization efficiency of various costs, so the limit equilibrium state of soil is often the most critical reference parameter in geotechnical engineering design. Nowadays, the most frequently used limit analysis methods are: limit equilibrium method, sliding line field method, upper and lower limit analysis method and variational method. Each method has a good advantage, so we need to select it according to all aspects when it is used in practice.

**Keywords:** geotechnical engineering; limit analysis finite element method; application

#### 引言

“有限元”适用范围较为广泛, 涉及到: 工程结构、导热系统、液体流动等等作为介质的力学分析中, 并且还可以被引用到气象以及医学行业之中, 在历经了多年的完善发展之后, 整体水平已经达到了较为成熟的状态。在社会快速发展的带动下, 大量的新型科学技术被研发出来, 从而使得有限元法得到了更好的发展进步, 电子计算机的运用使得有限元法在实际运用中遇到的各类问题得到了良好的解决。这篇文章主要针对岩土工程极限分析有限元法及其运用展开全面深入的研究分析, 希望能够对岩土工程的良好发展有所帮助。

#### 1 有限元法的基本思想

(1) 有限元方法与其他计算边界参数的方法最为明显的差别就是其在类似性方面仅仅局限在范围较小的子域之中。在上世纪中期的时候, 克拉夫(Clough)教授第一次提出了有限元这一概念, 并明确的指出了有限元的计算方法, 并且说明了有限元法其实质是 Rayleigh Ritz 法中的一种特殊情况。在进行求解的时候与 Rayleigh Ritz 法存在明显的差别, 具有一定的困难, 有限元法将函数的定义划分在简单的几何形状中存在的单元域范畴中, 并且没有对定义所具有的复杂性和边界性的问题加以综合考虑, 这也是造成有限元法要优秀于其他近似计算方法的主要根源<sup>[1]</sup>。有限元法的实质就是将计算工作细化为多个相互独立的单元, 在所有的单元内挑选恰当的节点当做是解函数的基础点, 将微分方程中的变量调整为由多个变量或者是导数节点参数和插入参数组成的线性计算公式, 借助变分公式或者是加权余量的计算方法, 将微分方程加以细致的划分, 划分为几个不同的结构, 利用加权函数计算方式能够获得多种不同类型的有限元方法。有限元方法在开始研发出来的时候, 只是被人们运用在结构力学领域之中。随后, 在科技的不断发展演变的影响下, 有限元法也得到了良好的发展, 实用范畴也得到了全面的扩展, 并被人们利用到了流体力学参数模拟之中。在

有限元方法之中,能够将计算方法划分为多个相对独立的分支单元,各个分支单元内都会设有基本函数,利用单元基础函数的线性组合来判断单元内的真解<sup>[2]</sup>。

(2)在计算域内的基函数往往都是被当做是由不同的单元基函数共同组合而成的,所以在经过计算之后所获得的解都可以当做是由各个单元近似解共同组合而成。当前有限元计算方法的使用范围十分广泛,其是从变分法与加权余量法中过渡而来的,能够有效的处理权函数和插值参数存在的问题,并且有限元法一句不同的形式可以划分为多种不同的方式,在实际运用的过程中要结合实际情况和需求来进行挑选运用。最小二乘法是将权函数设定为余量函数,而内积的最小参数就是对求参数的平方误差最小。就配置法来说,需要在计算域内设定多个配置点,促使临近正解参数在确定的多个配置点上达到微分方程的需要,也就是在配置点内保证方程余量为0。插值函数通常都是由多个次幂多项式组合而成的。但是也可以利用三角函数或者是指数函数二者的乘积来加以表示。被人们频繁使用的多项式插值函数有限元差值函数可以划分为两个不同的类型,首先,只需要插值多项式自身在插值点选择已经确定的参数,通常被称为拉格朗日(Lagrange)多项式插值;其次,不但需要插值多项式自身达到规定的要求,并且还需要保证其导数值点取已知参数,往往被人们称为哈密特(Hermite)多项式插值<sup>[3]</sup>。

## 2 通过有限元对岩土工程边坡稳定性性能的分析方法

### 2.1 在强度折减法基础上的有限元分析

经过大量国内专业人士的研究来看,往往都是将强度折减有限元分析法称为“强度折减法”,但是由于在力学概念方面涉及到的层面较多,所以极易受到各类因素的影响,诸如:计算的人准确性等,所以尽管这一概念提出的时间较早,但是发展有些缓慢。在社会经济飞速发展的带动下,再加上大量的新型科学技术的大范围运用,使得计算结果的准确性得到了显著的提升,就岩土结构边坡稳定性的分析方面,强度折减强塑法未来发展前景良好,其是将强度折减法与弹塑法充分的融合在一起,将二者所拥有的优越性充分的发挥出来,调整折减参数,并且遵照既定的标准对岩土工程边坡的稳定性进行研究,并利用专门的方法对结构强度参数进行折减最终获得一个新的参数,将其当做新的参数运用到有限元法中进行综合分析,如果有限元系数有所控制那么就需要逐渐的调整折减的参数,促使有限元系数真正的得到全面运用,促进计算效果和效率的不断提升。最后,如果利用射箭强度系统无法对有限元系数进行调控的时候,那么就表示岩土工程边坡危险性较强,边坡遭到外界作用力的影响而发生破损的时候,可以借助专门的计算方法来获得边坡其他相关参数,这种方法需要花费大量的时间和精力,操作相对较为复杂,所以不适合大范围的加以运用<sup>[4]</sup>。

### 2.2 在断裂面和强度折减法相结合基础上的有限元法

这一方法将断裂面有限元分析、强度折减法有限元进行综合分析研究,详细流程如下:首先需要运用前度折减法来对边坡结构进行综合分析,之后计算出利用强度折减法之后滑裂面结构的应力安全参数,如果滑裂面的参数达到规定系数的时候,安全参数与强度折减法系数相一致,这种方法往往都是被人们运用在滑裂面边坡结构的分析工作中,并且因为具有良好的准确性,所以受到了人们的广泛青睐,在实际工作中的运用效率较高。

## 3 岩土工程土体非线性分析

土体非线性分析,往往都是依据以上讲述的流程进行各项哦你做,选择适当的土地结构模型来实施有限元的计算。其次,结合工程各方面情况还需要进行进一步的加工处理。在进行地基结构设计工作的时候需要对下列几个问题加以切实的解决:①基础和地基的接触压力。②地基应力分布。③地基变形、地面沉降。④地基承载力。以往老旧的分析方法是将所有的问题进行逐一解决,会进行一定的简化假定,将岩土结构当做是完全塑性体,进行分析计算。有限元法就是将地基结构以及建筑上层结构当做是一个完整的整体来进行计算<sup>[5]</sup>。

## 4 结束语

极限分析有限元法在计算机技术在受到各方面利好因素的影响下,逐渐的发展成为了极限分析法中的最先进的分支,其不但可以运用有限元数值来完成计算,并且拥有诸多成熟的程序适合大范围的加以使用。不仅兼顾贯通、非贯通的节理岩质边坡,对于地下水和施工影响等都能充分的考虑,因此具有广阔的发展前景。

### [参考文献]

- [1]郑颖人,赵尚毅.岩土工程极限分析有限元法及其应用[J].土木工程学报,2005(01):91-98.
- [2]葛雷.岩土工程极限分析有限元法及其应用探讨[J].建材与装饰,2018(37):163.
- [3]杨天华.岩土工程极限分析有限元法及其应用[J].四川水泥,2016(06):214.
- [4]姚舍.探究岩土工程极限分析有限元法及其应用[J].低碳世界,2014(07):114-115.
- [5]李大钟,郑榕明,王金安,杨毅,李娜.自适应有限元极限分析及岩土工程中的应用[J].岩土工程学报,2013,35(05):922-929.

作者简介:鄢永和(1987-),男,江西省抚州市黎川县人,本科学历,江西省地矿局赣西地质调查大队干部。