

地下工程领域软件研究趋势

王树理, 夏柏如, 彭爱明, 左悦

(中国地质大学 北京 工程技术学院 北京 100083)

摘 要 通过对一些大学和研究所从事的研究项目分析,对地下工程领域软件研究作了归类,指出目前的主要研究趋势和典型课题,供研究开发人员参考。

关键词 地下工程 软件 研究趋势

中图分类号:TB115 文献标识码:A 文章编号:1000-3746(2003)S1-0164-03

Research Direction of Software Used in Underground Engineering Field/WANG Shu-li, XIA Bo-ru, PENG Ai-ming, ZUO Yue (China University of Geosciences, Beijing 100083, China)

Abstract: Analyzing research projects undertook by some universities and institutes, underground engineering software was sorted. Major research direction and typical projects have been given. Researcher can reference them.

Key words: underground engineering; software; research direction

地下工程这里是泛指,包括钻掘工程、采矿工程、铁路隧道工程、水工涵洞工程、公路隧道工程、基础工程、岩土工程等。目前地下工程领域各种计算机软件种类繁多,涉及内容十分广泛。综合各个研究方向,大致分为以下6类。

1 基于有限元、边界元、离散元的数值分析方法

利用有限元、边界元、离散元对工程问题进行模拟分析,处理工程问题。

如李世辉的隧道位移反分析智能化程序BMP90(1999),以开放的复杂巨系统理论为指导,结合应用了有关岩石力学、工程地质力学、系统科学和人工智能等多门学科充分而又详尽地论述了地下工程与隧道围岩稳定快速分析与超期预报智能化系统的理论与方法,他给出的BMP90程序是坑道支护设计数值边界元分析的典型代表。

同济大学开发的GeoFBA岩土工程及地下工程领域通用有限元分析与设计平台,推出地下工程新奥法施工围岩观测数据处理与神经网络预测软件RMPP3.0,针对地下工程新奥法施工的特点,采用人工智能神经网络原理,对围岩量测信息进行处理与预测。

北方交通大学研究的“地下工程考虑分部开挖施工的非线性有限元分析系统”。

美国ITASCA Consulting Group, Inc开发的FLAC3.3^{2D}是岩石力学分析大型软件,已经在地下工程、岩土工程、隧道工程等被广泛应用。FLAC(Fast Lagrangian Analysis of Continua)是一种用于工程力学计算的显式有限差分程序,FLAC3.3(1995年)是目前最新二维版本,它采用了显式拉格朗日算法及混合离散划分单元技术,使得该程序能够精确地模拟材料的塑性流动和破坏。因为在计算过程中不形成矩阵,所以大型二维问题不需要过多的计算机内存。与有限元法相比,FLAC解线性问题较慢,而解非线性问题较快,特别是在大变形和几何非线性的情况下,具有明显优势。FLAC的求解过程是首先从已知的应力或力,据运动方程导出新的速度和位移,然后由速度导出应变速率,从而求出新的应力。

加拿大Rocscience公司推出的Phase²是地下挖掘2D有限元计算应力和支护估算程序。将一般计算上升到详细的有限元科学计算。

数值分析方法是目前模拟分析地下工程未知问题的主要方法,可以形象、直观地表述工程问题,为工程问题的求解给出科学的解答。

2 基于已有技术方法的计算机辅助系统软件开发和研究

如中国地质调查局正在开发的“钻掘工程设计

收稿日期 2003-04-30

作者简介:王树理(1962-) ,内蒙古集宁人,中国地质大学(北京)副教授,地质工程专业,博士,从事地质工程应用软件的开发和研究工作,目前正在进行由中国地质调查局立项委托开发的“钻掘工程设计软件”软件包中《勘探掘进施工技术辅助设计软件》的研究,北京市海淀区学院路29号。万方数据

软件“软件包”,它是根据钻掘工程原理开发的软件,它包括“水文水井辅助设计软件”、“勘探掘进施工技术辅助设计软件”、“工程网络数据库”、“地质钻探辅助设计软件”、“泥浆水力学辅助设计软件”5个软件模块。工程网络数据库包括钻掘工程的设备、工具、材料、规范、范例,其他设计软件全面解决钻掘工程的施工设计问题,设计内容可以自动形成设计书。

北京科技大学开发了“基于面向对象的油藏可采储量评价系统软件的开发”、“计算机辅助地下采矿单体设计及绘图系统的研究”。

中国矿业大学开发了“矿用监控系统图形软件的开发”、“井巷工程计算机辅助设计与实体造型系统的研究与开发”。

北方交通大学开发了“铁路隧道衬砌结构设计初步可靠性分析”、“铁路双线隧道衬砌计算机辅助设计系统”。

加拿大 Rocscience 公司开发的 Rocsupport 是关于软岩隧道中岩石支护相互作用和变形分析软件。可以用来对岩石进行岩石、支护相互作用(rock support interaction)或约束收敛(convergence - confinement)分析。基本思路是在静压应力场下弹塑性岩块中,对圆形隧道基于“地压反作用曲线”(ground reaction curve)或“个性衬砌”(characteristic line)进行分析解决问题。

开发的 Slide 4.0 是关于滑坡稳定性分析、加固方法的一个非常成熟的软件(包括 Janbu Corrected 法、GLE 法、Spencer 法、Bishop 法),从受力分析,滑坡体边界确定到支护方法采用,基本解决了滑坡稳定性分析、加固方法问题。

开发的 Rocplane 是一个评估滑坡中块状和楔形体岩石稳定性软件。

澳大利亚 Seismic Supply Kaltex Pty 有限公司开发的 Drill advice 是露天矿钻孔爆破设计计算的一个很好专业软件。

3 人工智能与专家系统的研究

人工智能是近 40 多年来发展起来的一门综合性学科,在各行各业中表现出了其实用价值。20 世纪 70 年代人工智能研究者开始利用过去的研究成果,并提出各种新的知识表达技术,各种专家系统的实现已经应用于化学、医疗、地质、气象、教学、科学研究和军事等方面,大大提高了工作效率和工作质量。 万方数据

美国斯坦福大学国际研究所(SRI)的 R. O. Duda 等人于 1976 年开始研制的 PROSPECTOR 系统是用于地质勘探的专家系统。到 1981 年该系统已拥有 15 种矿藏的知识,它能够预测华盛顿州一个勘探地段的钼矿位置,实际钻探充分证实了预测的准确性,据说其开采价值超过了一亿美元。

PROSPECTOR 与 DENTRAL、MACSYMA 和 MYCIN 等 4 个专家系统是 20 世纪 70 年代研究的专家系统中最有代表性的系统地协调多个专家的多种矿藏知识模型。

中国地质大学(北京)工程技术学院开发的“低密度气体型欠平衡钻井流体智能化设计系统”,北京科技大学开发的“智能决策支持系统研究”、“智能自校正软件包研制”、“井下作业智能管理系统”,中国矿业大学开发的“通用的智能方法库管理系统的研究”、“人工智能在矿井通风系统优化设计与控制中的应用”、“矿井通风、火险状态评价理论及智能化评价研究与应用”,北方交通大学开发的“隧道工程数据管理系统及隧道不稳定模式预测和支护设计综合智能决策系统”在一定程度上发展了人工智能技术在地下工程中的应用。

4 工艺过程参数优化设计软件

工艺过程参数优化在地下工程领域被广泛使用,如北京科技大学开发的“应用微型计算机优化矿山采掘生产计划”、“铅铜矿山开采方案的优化研究”、“钢铁企业优化用能数据库管理系统”、“招远金矿计划管理系统分析设计及采掘优化模型的建立”,中国矿业大学开发的“采矿方法优化选择专家系统的研究”等。优化设计在未来仍然是有发展前景的研究方向。

5 基于数据库技术的信息技术开发

数据库能够把问题数字化、数值化,同时也能够把统计的数值图表化、报表化,能够在很短的时间内对不同需求问题给出信息结论。如中国地质大学(北京)岩土工程研究所开发的“地热信息系统”把天津近 40 年地热研究的资料集中在一起,建立了区域综合评价系统、分区空间分析子系统、评价模型、监测模型,可以对信息进行维护、空间解析、解析评价、数值模拟、2D/3D 演示,可以方便地以图表形式、2D/3D 形式展示资料,资料得以系统快速使用。北京科技大学开发了“钢铁企业优化用能数据库管理系统”、“阿城市国土资源数据库系统的设计与实

现”、“智能数据库系统研究与实现”、“数据库技术在冶金物流中的应用”,中国矿业大学开发了“矿用组态软件中的数据库”、“基于 GIS 技术的石油勘探数据库应用与管理系统的设计和实现”。

我国钻掘工程在过去几十年在不同的矿区已经进行了上百万米的钻探、掘进工程量,对于不同的矿区,可以依据钻探、掘进工程量资料建立起详细的“矿区钻掘工程信息系统”,这个信息系统可以把全国在开采的、已经开采完的、待开采的矿山以信息化的形式表述出来,使储量、品位、开采状况、远景矿趋势以图表、2D/3D 演示,可以帮助决策者快速分析,做出决策,这种信息系统将大大推动综合分析、科学决策、经济有效地部署任务,实现真正的科学管理和决策。“矿区钻掘工程信息系统”急待开发使用。

6 基于 CAD 软件的二次开发

北京科技大学开发的“地下矿山设计计算机辅助绘图系统 UM-CAD 的研究”、“用 CAD 绘图系统优选采矿方案”、“地下矿山设计计算机辅助绘图系统 UM-CAD 的研究”、“结构设计知识库与 CAD 一体化的研究”、“用 CAD 绘图系统优选采矿方案”、“三维集成化采矿方法 CAD 系统的研究”、“计算机辅助设计计算全息系统 CGH-CAD 的研制”等。

随着现代科学的飞速发展,从事地下工程研究的研究人员和设计工程师已经愈来愈认识到:地下

(上接第 163 页)

到了使用者的好评。

4 结论

JSWS-II 型钻机及配套机具与国内外同类钻机在性能参数、使用特点上进行综合比较,其特点如下:

(1)在钻机的材质上,部分部件选用铝合金或铸铝,在国内外山地震勘探钻机研制中具有了先进性,钻机的双导杆单油缸给进机构使钻机结构简单,质量轻便。

(2)采用铝合金钻杆,与同规格的普通地质钻杆比质量减轻了 46.7%,30 m 长钻杆质量减轻 85.5 kg。国内外山地震勘探领域首次使用铝合金钻杆。

(3)钻机的工艺方法多样(螺旋钻进、泥浆钻进、气动潜孔锤钻进),可钻多种地层(土层、岩层、土岩混合层),适用范围广。

工程是一个非常复杂的巨系统工程,仅凭经验和单一的计算分析手段作定论是远远不够的,应当把地质学、岩石力学、计算力学、现代数学、工程学和计算机科学等结合起来进行综合分析,并形成相应的计算机软件作为辅助工具,这样对地下工程发展才能进行很好的设计施工,上述分析有利于开发软件者了解未来软件开发趋势,也便于掌握地下工程软件目前开发状况。

参考文献:

- [1] 李世辉,等.隧道支护设计新论——典型类比分析法应用和理论[M].北京:科学出版社,1999.
- [2] 康红普.回采巷道锚杆支护影响因素的 FLAC 分析[J].岩石力学与工程学报,1999,18(5).
- [3] Coetzee M J. FLAC Basics. Itasca Consulting Group Inc.,1993 [J].康红普译.岩石力学与工程学报,1999,18(5).
- [4] 康红普.FLAC3.3 Users Manual. Itasca Consulting Group Inc.,1995 [J].岩石力学与工程学报,1999,18(5).
- [5] Canada Rocscience Inc. rocscience contact information[EB/OL].rocscience.com.
- [6] 郑秀华.低密度气体型欠平衡钻井流体智能化设计系统的研制[D].北京:中国地质大学,2001.

致谢:本文在编写过程中参考了同济大学朱合华、丁文其的“同济曙光——岩土及地下工程设计与施工分析软件资料”,1980~2002年北京科技大学硕士、博士论文,1994~1996年中国矿业大学硕士、博士论文,1982~2001年北方交通大学硕士、博士论文等,在此一并致谢。

(4)配套机具工艺参数合理。配套空压机及动力机数量少,全套设备(所有机具)质量轻,质量为国产钻机的 41.4%、国外钻机的 55.4%。

(5)全套设备功率小,总功率为国产钻机的 54.5%、国外钻机的 47.4%。

(6)钻机的操纵台远离主机,操作人员远离孔口,符合 HSE(Heath, Safety, Environment)要求。

(7)与同类钻孔设备比,每米钻孔成本降低 30%。

参考文献:

- [1] 刘广志.中国钻探科学技术史[J].北京:地质出版社,1998.
- [2] 张永勤,刘辉,陈修星.复杂地层钻进技术的研究与应用[J].探矿工程,2001(增刊).
- [3] 冯德强.钻机设计[M].武汉:中国地质大学出版社,1993.
- [4] 何樵登,等.应用地球物理教程[M].北京:地质出版社,1985.
- [5] 杨宝俊,等.勘探地震学资料解释的基础与应用[M].北京:地质出版社,1996.
- [6] 张祖培.勘探孔空气钻机[M].北京:地质出版社,1988.