

勘探坑道施工技术辅助设计软件的开发

王成虎¹, 王树理¹, 吕科验^{1, 2}, 左悦¹, 吴春雷¹

(1. 中国地质大学(北京) 工程技术学院, 北京 100083; 2. 北京华联恒基基础工程有限公司, 北京 100083)

摘要:针对地质勘探坑道掘进施工技术的特点, 论述了勘探坑道掘进施工技术辅助设计软件的系统需求分析、功能模块组成以及软件的整体设计思路, 同时阐述了目前软件的开发过程和现状, 最后对软件的应用前景进行了预测。

关键词:地质勘探坑道; 系统需求分析; 软件设计; 神经网络专家系统; 软件开发

中图分类号:P633 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2004)03-0053-04

Development of Aided Design Software for Construction Technology of Exploration Tunneling/WANG Cheng-hu¹, WANG Shu-li¹, Lü Ke-yan^{1, 2}, ZUO Yue¹, WU Chun-lei¹ (1. China University of Geosciences, Beijing 100083, China; 2. Beijing HUALIANHENGJI Foundation Engineering Co. Ltd, Beijing 100083, China)

Abstract: According to the characteristics of geological prospecting drifting technologies, the system demand analysis, function modular composition, total design thought, and the development process and status of the prospecting drifting technology aided design software have been discussed in this paper; at last, some ideas for the application prospect of the software have been put forward in this paper.

Key words: geological prospecting drifting; system demand analysis; software design; expert system of neural network; software development

0 前言

地质勘探坑道掘进工程是探矿工程的重要环节。该工程的最大优点是能使地质工作者身临其境, 直接观察地质现象和矿体产状, 采取岩、矿样方便准确。钻探工程配以适量的坑探工程, 是取得地质成果, 求得高级矿产储量最有效、最常用的勘探方法。但是勘探坑道掘进施工技术是一个复杂的巨系统, 且各个子工艺之间在流程上相互依赖, 相互影响, 要通力合作才能够完成整个巷道的施工。在过去的勘探坑道掘进设计中, 设计人员必须综合考虑大量关系错综复杂、无法精确定量分析的地质条件、工程技术条件、以及使用要求、经费、时间等多种因素, 从中找出最可靠、经济的解决方案, 做出技术决策。决策主要依靠设计人员的综合经验判断能力和对已建工程的类比分析。因此, 在这种情况下, 如何快速、高效、准确地进行勘探坑道掘进施工设计就成为目前摆在众多地质坑探工作者面前的一个重要问题^[1]。

将计算机技术应用到探矿工程设计中来, 在过去的几十年里, 有了非常大的进步, 积累了丰富的经

验。如美国、英国和加拿大的 50 多个矿山应用专家系统^[7]取得了不菲的经济收益。在国内, 郭连军等设计的露天矿深孔爆破专家系统^[6]应用到实践也获得了成功。目前, 国内巷道掘进设计方面的软件主要集中在解决巷道支护和凿岩爆破两个方面的问题, 其他方面也有科研工作者开发出来解决某一具体问题, 但都不成规模, 没有对整个施工工艺流程进行系统的开发, 也没有进入市场流通。在这样的一个大的背景下, 项目组申请了“勘探坑道掘进施工技术辅助设计软件开发”的项目^[1], 致力于将整个勘探坑道掘进施工工艺实现计算机辅助设计, 并在其中引入人工智能设计思想和逻辑推理思想, 以满足新形势下对坑探工程的要求。

1 软件需求分析

软件开发之前, 首先应明确的是所要开发的软件应该具有哪些功能, 应达到什么性能, 工作可能会遇到的困难。明确了需求, 就得到了系统设计开发的依据。特别是对于勘探坑道掘进施工技术这样一个复杂的巨系统结构, 如果在软件编码之前, 没有很

收稿日期: 2003-09-05

基金项目: 中国地质调查局“钻掘工程设计软件”项目子项目中的部分内容(121201036702)

作者简介: 王成虎(1978—), 男(汉族), 陕西定边人, 中国地质大学(北京)博士研究生在读, 地质工程专业, 从事地下工程设计与施工、计算机技术在地质工程中的应用等方面的研究工作, 北京市海淀区学院路 29 号中国地质大学 B2002 号, (010)82320991、82321884、13651349602, huchengwang@163.com。

好的系统需求和系统设计,那么后来的编码工作可能会遇到难以估计的困难。

1.1 软件需求分析的依据

本软件需求分析的依据为:(1)成功的勘探坑道施工经验和已被广大勘探工程技术界广泛接受的理论和方法;(2)国标、部标(原地质矿产部,现为国土资源部)规范;(3)相似工程的先进理论和方法,如铁路隧道、公路隧道、水利涵洞等;(4)目前 Windows 界面的系统要求以及软件自身的功能需求,如文字处理、图形处理、自动形成报告等。

在进行软件系统需求分析时,项目组对辽宁、浙江的地质勘探大队目前的施工技术现状进行了调研,听取了一线工程技术人员对该软件的一些设想和意见,以保证该软件客观实际,将来可以广泛应用到实践中去。

1.2 软件的功能需求

基于目前地质勘探坑道的施工技术现状和软件需求分析和调研的成果,软件设计的功能需求如表 1 所示。软件的使用对象界定在一线施工的广大工程技术人员。

表 1 软件功能需求分析表

地质勘探坑道平巷掘进的辅助设计	施工总体设计
	巷道断面设计
	凿岩爆破设计
	装岩运输设计
	巷道支护设计
	通风设计
	排水设计
	供电设计
	供水设计
	施工组织管理
软件数据库与知识库	施工机械设备数据库查询、添加、修改
	各种国标、部标规范的查询
软件基本功能需求	各种设计参数参考表、添加、修改
	代表性的工程范例库、添加、修改
	软件装、卸载功能
	文档管理,包括文档的打开、保存、另存等基本的字处理功能
软件硬件要求	软件各种功能的帮助
	计算机最低配置为 PII266 CPU, 64M 内存
软件使用需求	(1) 软件可以在 Win95, Win98, Win2000, WinXP 和 Windows NT 等操作系统上运行
	(2) 软件装载时间在 15 s 之内
	(3) 软件性能良好,具有友好、直观、简洁的用户界面,适合于不同层次施工设计人员,方便操作

软件的需求分析报告完成以后,项目组请该领域的专家学者和一线的工程技术人员对该报告进行了审核,进一步完善该软件的功能需求,以满足广大

工程技术人员对该软件的要求。

2 软件模块组成与功能实现

2.1 软件的模块细化

在软件系统需求分析完成以后,要对软件进行模块细化工作,以方便开发,有利于项目组的分工合作,同时也可加快研发进度、保证研发质量。

根据以上的系统需求分析,本软件应该包括以下模块:软件基本功能模块、勘探坑道辅助设计模块、数据库与知识库^[2]。软件的功能模块细分如图 1 所示。

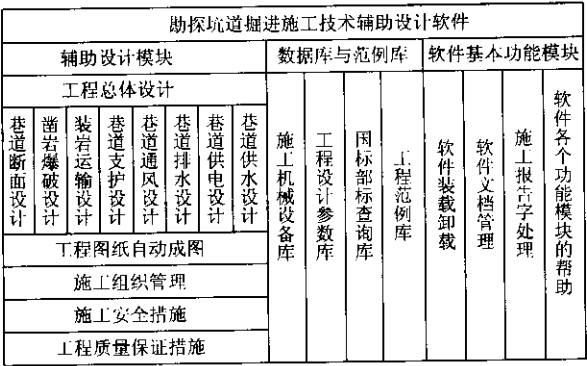


图 1 软件功能模块划分图

2.2 软件的功能实现

根据前面软件模块的划分,需要选择一种具体的计算机语言来实现所有的设计功能。Visual Basic 是微软公司推出的 Windows 应用程序开发工具,它使用可视化、交互式的方法开发 Windows 应用程序,使开发工作方便快捷。同时 VB6.0 还有强大的数据库访问能力,在功能上完全能够满足我们对软件设计的要求。因此,选用 VB6.0 作为软件的主要研发工具。软件中辅助设计模块、软件基本功能模块将全部使用 VB6.0 来实现。

对于软件中数据库和范例库,鉴于其功能和设计要求以及 VB6.0 的接口兼容性,而 SQLServer 和 Access 具有方便快捷、功能完备的特点,能够达到工作要求,因此数据库和范例库的开发主要使用 SQLServer 和 Access 工具。

对于国标、部标查询库、软件帮助模块,因为它们主要涉及文档的查询,只要实现查询功能就可以满足要求,HTML_HelpWorkShop 软件制作帮助文件方便快捷,界面美观,符合通用的 Windows 界面标准,因此选用 HTML_HelpWorkShop 软件来开发国标、部标查询库、软件帮助模块。

3 软件设计思路

软件设计思想决定了软件设计者采用何种算法来实现软件各个模块的功能。对于那些成熟的、有现成理论模型的模块,如软件基本功能模块、数据库,只需要在软件设计过程中用计算机语言按设计步骤实现各个功能就可以满足设计要求。但是对于勘探坑道辅助设计模块,这些工艺流程的设计主要依靠工程技术人员的经验和对各种条件的判断来实现可靠准确的设计,那么就要赋予软件人一样的智能来解决工程中所遇到的问题。通过对各种同类软件设计思想和各种人工智能方法的比较^[3~8],设想采用专家系统和人工神经网络的设计思想。

专家系统应用人工智能技术,根据一个或多个人类专家提供的特殊领域知识进行推理,模拟人类专家作决定的过程来解决那些需要专家才能解决的复杂问题。作为一个设计用来解决特定领域问题的程序,专家系统对于缺乏精确的计算公式,有着丰富求解经验的领域特别适用。人工神经网络是一个由大量简单的处理单元广泛连接组成的人工网络,用来模拟人脑神经网络的结构和功能。神经网络在储存大量知识,快速而不费力的找出有关知识,轻易识别和区分各种感知问题,完成符号和图像的记忆等方面具有独到的特性。由于神经网络和专家系统各自的特点,把两者结合起来为智能理论和技术的研究开辟了新的途径。所谓神经网络专家系统,其目标是利用神经网络的学习功能,大规模并行分布处理功能,全面集体作用等特点实现知识的自动获取,并行联想和自适应推理,从而提高专家系统的智能水平,实时能力和鲁棒性^[7]。基于神经网络的专家系统在知识获取、并行处理、适应性学习、联想推理和容错功能等方面显示出明显的优越性^[6]。

鉴于神经网络专家系统的以上优点,在勘探坑道辅助设计模块中将利用神经网络专家系统的设计思想来实现软件中的功能。神经网络专家系统的机构通常由两部分组成:开发环境和运行环境(结构见图 2)。开发环境包括确定系统结构(即建立范例库)、样本管理(范例库管理系统)、神经元学习 3 个部分,主要指通过样本例子(在本系统中指的是工程范例库)进行学习得到知识库。运行环境指专家系统用来解决实际问题,通常由 5 部分组成:实际问题参数、输入模式的转换、推理机制、知识库和输出模式的转换。由于本辅助设计软件设计大量的数值计算,因此在神经网络专家系统的基础上还要调用数据库进行分析计算。具体的设计思想结构图如图 2

所示。

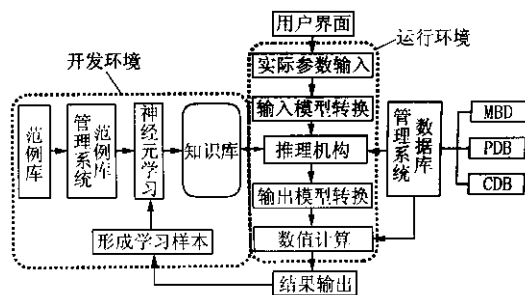


图 2 软件设计思想示意图

MDB—机械设备数据库; PDB—工程技术参数数据库;
CDB—规范数据库

4 软件开发及其进展

4.1 软件开发过程简介

完成上述工作以后,一个专业软件的前期工作就基本完成了,在这些工作的基础上,形成了软件需求分析报告,软件整体设计报告,软件子模块功能设计和算法设计报告,这些都是进一步进行软件编码和功能实现的基础。

接下来就主要是软件的编码与功能实现,由于前一部分的工作条理清晰,所以项目组根据专业软件的特点,进行分块开发,整体合作,整体测试。对于本软件的 3 个大功能模块,辅助设计模块,数据库和范例库及软件基本功能模块,由 3 个不同的研发小组进行研发,而各个大功能模块的子模块由研发小组的各个人员来具体负责,最后由项目总负责统一打包全部设计模块并进行测试,总体的开发流程图如图 3 所示。

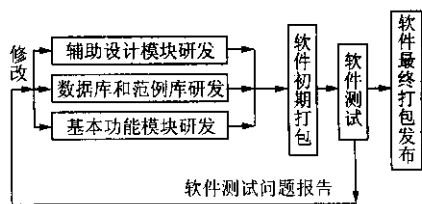


图 3 软件开发流程图

4.2 软件的开发进展

目前软件的基本 3 个功能模块和初期打包工作都已完成,正处于测试阶段,基本修改也近全部完成。现将软件的其中一个已经完成的功能模块予以展示,以飨读者。

某工程位于地表 150 m 以下,岩体为安山岩,灰~青灰色,局部有大的节理发育,小型的节理较为发育,节理面全部闭合,有泥质或硅质充填物。洞室内地下水不明显,基本没有可见的渗透水。 $V_{pm} =$

4400~5300 m/s,岩块的单轴饱和抗压强度 $R_c=57\sim78$ MPa。岩体的质量分级为 III 级,局部为 IV 级。我们使用本软件在这些基本资料的基础上对平巷掘进的断面进行设计。软件的输入数据如下:

巷道围岩级别	III 级
岩石单轴饱和抗压强度	55 MPa
断面形状	三心拱形断面
运输形式	矿车运输
凿岩设备型号	Y30 型冲击风动手持式钻机
装岩运输组合	装岩机+梭车
选择具体设备	DK-1 型装岩机,YS-25 型梭车
轨道形式	铺设单轨道
运输形式(按质量)	7~10 t 电机车
轨面至道渣面的高度	160 mm
底板至道渣面的高度	190 mm
轨面起轨道沉实后墙净高度	1800 mm
拱的支护厚度	100 mm
掘进拱的超挖量	80 mm
墙的支护厚度	50 mm
水沟盖板墙一侧支撑宽度	50 mm
无水沟侧基础深度	250 mm
有水沟侧基础深度	450 mm

经过软件的自动设计,生成图 4,鉴于文章的篇幅,软件设计以后生成的输出数据列表在此就不予展示。我们可以看出,图形的基本设计参数是完全可以满足现场生产的。

5 结语

综上所述,该软件系统地考虑了勘探坑道掘进施工技术的各个工艺流程,不仅可以系统使用,每个模块又可以单独使用,为勘探掘进(平巷)施工技术设计提供了一个完整的施工设计系统。同时该软件包含了一个内容十分广泛的数据库和知识库,也可以存储勘探坑道最重要的基础资料和各个模块分析计算的结果,为施工技术人员提供了一个良好的帮助助手。软件设计采用了最新面向对象的设计程

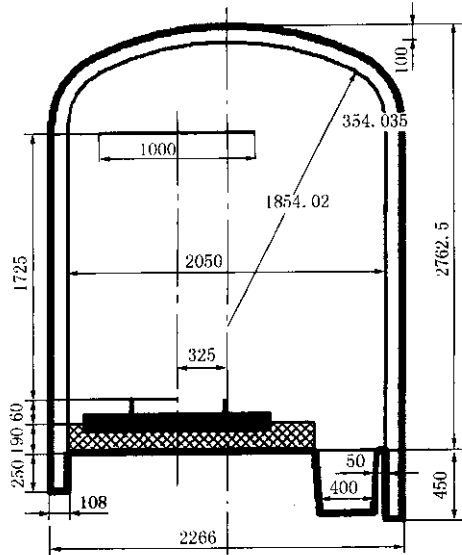


图 4 软件自动输出图形

序,具有面向对象设计程序的所有优点,用户界面友好,操作简便易学,相信该软件会有广泛的应用市场。

参考文献:

[1] 王树理. 勘探坑道掘进施工技术设计软件的研究与开发[D]. 北京:中国地质大学,2003.

[2] 马立兴,顾学春. 数据库与知识库的结合策略[J]. 计算机科学, 1988,(6):14-19.

[3] 郭声远,朱建平. 坑道工程爆破专家系统[J]. 探矿工程,1989,(5):27-35.

[4] 施鸿宝,王秋荷. 专家系统[M]. 西安:西安交通大学出版社, 1990.

[5] 谭东风. 实用专家系统指南[M]. 长沙:国防科技大学出版社, 1991.

[6] 郭连军,范文忠. 露天矿深孔爆破设计专家系统的研究[J]. 中国矿业,1993,2(6):56-59.

[7] 徐小荷,郭连军,牛成俊. 爆破专家系统原理及应用[M]. 北京:冶金工业出版社,2001.

[8] 孙燕军,王帅,等. 神经网络专家系统在筛选稠油开采方式上的应用[J]. 钻采工艺,2002,(1):46-49.

“地质灾害监测、预警及辅助决策支持系统关键技术与示范”通过鉴定

国家“十五”科技攻关“三峡库区生态环境安全及生态经济重建关键技术与示范”项目中的重点课题“地质灾害监测、预警及辅助决策支持系统关键技术与示范”在渝通过了重庆市科委组织的科技成果鉴定。

该课题由重庆市地质环境监测总站、重庆大学、重庆师范大学、中国地震局地壳应力研究所和重庆市城市气象工程技术中心等单位共同承担,经过两年多的努力,完成了研究任务。

课题以万州城区为研究示范区,以万州吴家湾一火车西站为示范点。开展了地质灾害调查研究、地质灾害监测台网技术系统研究、

滑坡成灾机理及智能预测研究、地质灾害气象预报信息系统开发及示范点相关建设研究等方面的研究工作。该课题研究涉及当前地学、力学及工程技术的前沿,对三峡库区滑坡灾害的防治有着重要意义。

研究成果已经在万州、奉节、巫山等地得到了实际应用,对地质灾害开展了预警预报。据不完全统计,已减少直接、间接经济损失近 2 亿元,避免人员伤亡近千人。专家们高度评价课题取得的研究成果,认为该课题研究的技术水平整体达到了国内领先水平。