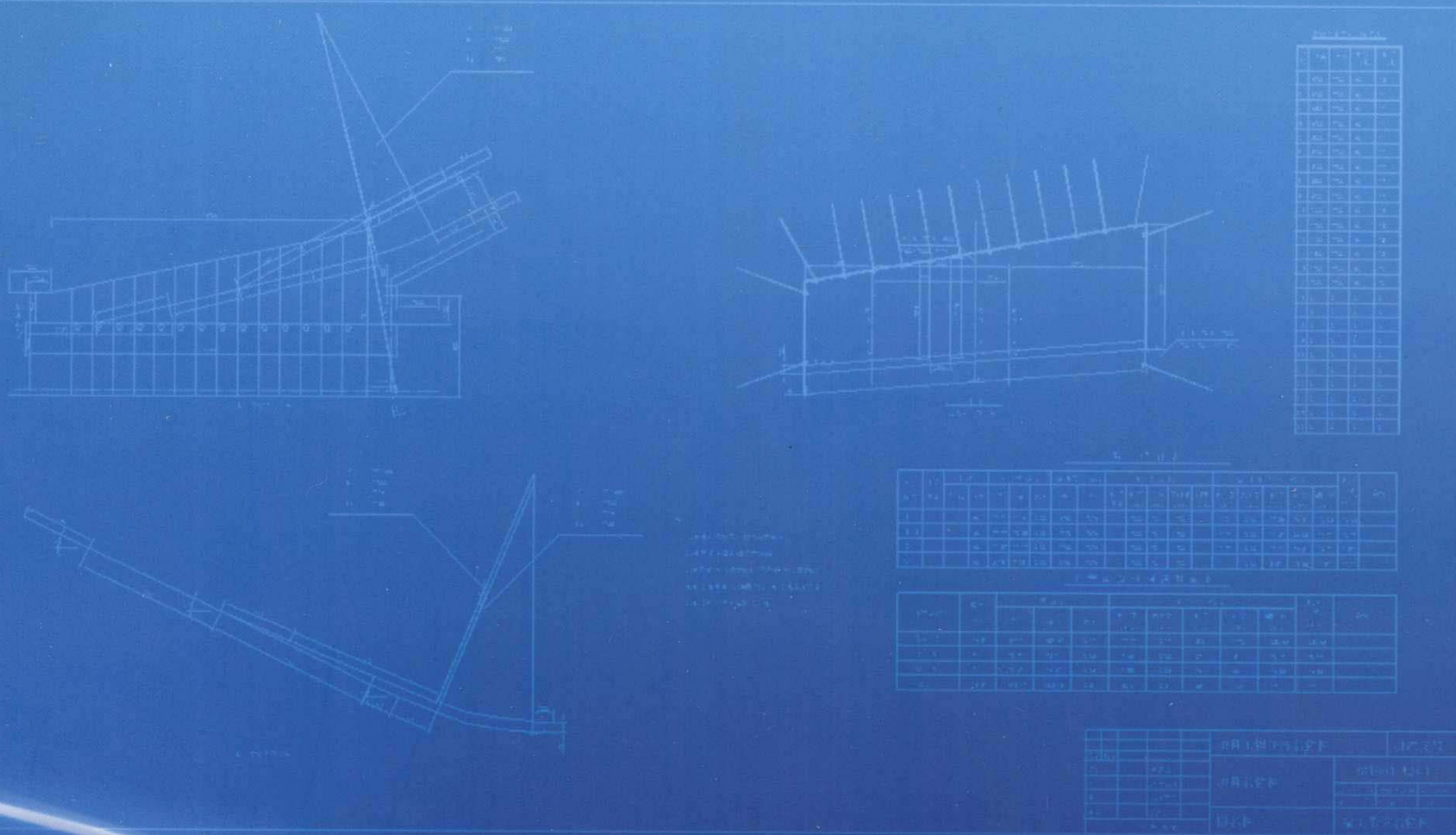


gdao He Jiaochadian Youhua Fuzhu Sheji

煤矿巷道和交岔点 优化辅助设计

杨真 王刚 史晓勇 武增荣 编著



中国矿业大学出版社

China University of Mining and Technology Press

煤矿巷道和交岔点优化辅助设计

杨 真 王 刚 史晓勇 武增荣 编著

中国矿业大学出版社

内 容 提 要

本书介绍了煤矿巷道断面和交岔点设计的相关知识和原理,提出了巷道断面和交岔点设计的思路 and 流程,开发了巷道断面和交岔点设计辅助软件系统。这款软件具有界面美观、简洁、方便用户操作等优点,能够提高煤矿设计人员的工作效率、节约企业的人员成本和提高企业的生产效率。本书可供煤矿企业工程技术人员,在校矿山开采、煤矿安全等专业学生参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

煤矿巷道和交岔点优化辅助设计/杨真等编著. —徐州:中国矿业大学出版社,2012.8

ISBN 978 - 7 - 5646 - 1545 - 1

I. ①煤… II. ①杨… III. ①煤矿—巷道断面—交叉点—开采设计—研究 IV. ①TD263.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 145108 号

书 名 煤矿巷道和交岔点优化辅助设计
编 著 杨 真 王 刚 史晓勇 武增荣
责任编辑 于世连
出版发行 中国矿业大学出版社有限责任公司
(江苏省徐州市解放南路 邮编 221008)
营销热线 (0516)83885307 83884995
出版服务 (0516)83885767 83884920
网 址 <http://www.cumtp.com> E-mail: cumtpvip@cumtp.com
印 刷 徐州中矿大印发科技有限公司
开 本 787×1092 1/16 印张 8.75 插页 3 字数 218 千字
版次印次 2012 年 8 月第 1 版 2012 年 8 月第 1 次印刷
定 价 38.00 元

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)

前 言

为了减少煤矿设计人员在巷道断面和交岔点设计时的工作量,保证其设计的准确性,并提高他们的工作效率,作者在研究煤矿设计手册及有关煤矿规程规范中的相关要求后,在对中煤西安设计工程有限责任公司(原煤炭工业西安设计研究院)和煤炭工业合肥设计研究院进行深入调研的基础上整理出了巷道断面和交岔点设计的完整设计思路,为煤矿设计人员进行高效准确的巷道断面和交岔点设计提供了指导。同时,我们编写了一款巷道断面及交岔点设计辅助软件系统,只需要输入相关的参数就可以准确地画出相应的断面图。

在设计过程中,尽可能地体现出优化的设计思路,以最少的参数实现智能设计,并将大量的参数运算隐藏到程序后台来实现。输出结果无论是绘制的交岔点平面图、斜面图还是交岔点工程量及材料消耗量图表都能够满足现场施工的要求。这款软件能为采矿工程技术人员学习和使用电脑制图提供专业的操作平台和技术指导,为工程师、图文工作人员缩短繁琐的采矿图纸绘制时间,为企业节约了人员成本 and 提高了生产效率。

全书共分为六章。第一章由中国煤炭科工集团北京华宇工程有限公司的史晓勇编写,第二章和第四章的部分内容由山西潞安集团余吾煤业公司的王刚编写,第五章由中煤进出口公司的武增荣编写,本书的其他章节内容由中国矿业大学的杨真编写。全书由中国矿业大学的杨真统稿。

本书在编写过程中,得到了煤炭工业合肥设计研究院和中煤西安设计工程有限责任公司有关技术人员的关心与支持,在此谨向他们表示衷心的感谢。本书的编写还得到了黄成成、童兵、葛帅帅、杨帆、魏述晨、彭鲲、师旭的帮助,在此也向他们表示感谢。

本书在编写过程中参考了大量文献资料,未能在书后参考文献中一一列出,在此向所有文献的作者表示致谢。

由于编者水平有限,书中难免存在缺点或错误,衷心希望读者给予批评或指正。

杨 真
2012.6

目 录

第一章 绪论..... 1

 第一节 巷道断面优化辅助设计的意义及背景..... 1

 第二节 巷道断面及交岔点设计软件的研究现状..... 2

 第三节 本书主要内容及成果..... 5

第二章 巷道断面设计..... 7

 第一节 巷道断面的分类..... 7

 第二节 巷道断面的设计思路..... 8

 第三节 巷道断面的相关计算 30

第三章 平面交岔点设计 40

 第一节 平面交岔点分类及设计流程 40

 第二节 平面交岔点的设计思路 42

 第三节 交岔点的支护 64

 第四节 交岔点工程量的确定 67

第四章 三角交岔点设计 71

 第一节 三角交岔点分类及设计流程 71

 第二节 三角交岔点的设计思路 72

第五章 采区交岔点设计 76

 第一节 采区交岔点分类及设计流程 76

 第二节 采区交岔点的设计思路 77

 第三节 线路尺寸及工程量计算 85

第六章 软件简介与实例应用..... 100

 第一节 巷道断面软件简介与实例应用..... 100

 第二节 平面交岔点软件简介与实例应用..... 107

 第三节 三角交岔点软件简介与实例应用..... 113

 第四节 采区交岔点软件简介与实例应用..... 116

参考文献.....	125
附录.....	128
附录 I 变量注释.....	128
附录 II 附图.....	129

第一章 绪 论

第一节 巷道断面优化辅助设计的意义及背景

巷道是矿山井下生产的动脉,它贯穿矿井设计的始末:从开拓方案的确定到巷道断面及井底车场的设计、采区布置、通风阻力的计算和通风机的选择、工程量预算方面等,都在和巷道打交道。因此,能准确快速地绘制出巷道断面及测算出其工程量的大小是一件非常重要的工作。这对矿井设计及设计方案的确定具有很大的现实意义。

由于我国煤矿分布广泛,矿井地质条件复杂多变,不同的矿井之间在设计上存在很大的差异,这给矿井的设计与施工方面带来了很大的阻力。尤其是交岔点设计,考虑的因素较多。若交岔点所连巷道的断面形状不同,则交岔点巷道断面形状应与主巷的断面形状相同。同时,交岔点的结构形式应根据交岔点的断面形状来选择:拱形断面应选择牛鼻子交岔点;矩形、梯形断面宜选用穿尖交岔点。因此,巷道断面及交岔点设计的合理与否,将直接影响到井下运输、通风、安全等,进而将影响矿山生产的经济效益与安全状况。

随着计算机的不断普及,工程设计人员正大力地使用计算机工具来实现部分重复、复杂、繁琐的运算,特别是 CAD 技术软件给采矿工程技术人员提供了强有力的辅助设计工具。但由于矿图自身的复杂性,使得绘图人员的工作量仍然很大。到目前为止,采矿行业还没有普遍公认、专业性强的辅助设计软件。大部分工程技术人员仍停留在将 Auto CAD 作为绘图工具,逐条线、逐个图形地将图纸绘制到计算机中的阶段。虽然传统的绘图方式改变了,但并没有太大地减轻设计人员的劳动强度。图元、线型不能完全达到国家统一的采矿制图标准。非标准的图纸在审查时也令主管部门头痛,并影响整个行业的图纸规范。

煤矿矿图可以分为两大类:一类是复杂多样具有时变性的矿图(如井田地质地形图、采掘工程平面图),这种矿图必须以人机交互的方式在计算机屏幕上一根根线条、一个个文字地描述出来,很难形成一种模式;另一类是工程性的矿图(如巷道断面与硐室工程图、平面与斜面交岔点工程图等),经过科学地分析和归纳,可以从中提取出程序化的步骤,这就构成了将这部分工作自动化的基础。因此,研究巷道断面及交岔点的辅助设计软件既是可行的,又有实际意义。

到目前为止,煤矿设计行业也逐渐开始采用一些智能自动化软件(如综采液压支架采矿设计专用软件包)来改变、完善矿井设计中矿图的制作方式,从而达到提高工作效率、降低人为出错率、提高绘图精确度以及降低人力等方面资源耗费的目的。这样,基于 Auto CAD 平台的一种高速、精确的新兴设计手段和工具,已经逐渐地为煤矿工程技术人员所接受,并对传统的设计手段和方法提出了挑战。目前,大多数科研以及高校等单位相继开发了许多基于 Auto CAD 平台的工程自动化绘图系统。

基于 Auto CAD 平台开发的自动化软件已经广泛应用于煤矿开采设计的各个方面,如绘制通风辅助设计及绘制通风系统立体图、开拓系统图、爆破设计图,回采设计、排水系统设计与绘图,露天采掘进度计划辅助编制、露天运输路线布置、露天采掘与井下运输系统的辅助调度,排土场规划与设计、地形图辅助绘制,各种地质平面图、剖面图的辅助绘制,由地质剖面图生成平面图、由地质平面图生成剖面图,地下采区布置图绘制等。所有这些软件都在很大程度上促进了煤矿设计行业的发展。因此,开发自动绘制矿图软件对于矿业的发展,数字化矿山的建设,生产效率的提高都有着极其重要的意义。

第二节 巷道断面及交岔点设计软件的研究现状

一、Auto CAD 在矿井设计中的应用

Auto CAD 软件是目前世界上最流行的计算机辅助设计软件之一,在煤矿企业、煤矿研究设计院及各大高校内都得到了广泛的应用。Auto CAD 作为计算机辅助工程图形设计软件,它自身具有许多独特的优点。

计算机辅助工程图形设计软件一般是指借助于计算机本身的硬件设备(如独立显卡),并借助于相应平台开发的软件来对图形及数据进行处理的能力,能够对工程图及机械设计图进行平面及立体图形的设计与优化。Auto CAD 软件是现代计算机应用技术与当前实际工程技术相互渗透相互融合的高科技产物。同时随着计算机软硬件性能及技术水平的不断提高,Auto CAD 软件也在不断地提高和完善。

目前 Auto CAD 在国内煤矿生产中主要有三种应用情况:

(1) 直接使用 Auto CAD 软件绘制矿图。国外采矿业使用的软件有 Auto CAD,国内的则有中望 Auto CAD、浩辰 ICAD 等。在采矿业使用最广泛的是 Auto CAD。Auto CAD 作为一个通用的平台软件,并没有针对采矿设计的特点提供更多的便利。用 Auto CAD 绘制出符合采矿设计规范的矿图需要做大量重复而单调的劳动,并且 Auto CAD 中无法提供各种煤矿设计专用的线型以及图元符号。但是研究人员找到了很多快捷的方法和技巧。

(2) 借助于 Auto CAD 平台开发的专门服务于采矿行业的行业软件。大量资料表明,这类软件大多为国产软件。它们一般都对采矿设计规范提供了丰富的支持,大大减少了用户花在基本图元、线型上的时间。这方面工作做得好的就是中国矿业大学矿业工程学院林在康教授主持开发的“采矿 CAD 软件包”。该软件包是对 Auto CAD 进行的二次开发,提出了采矿软件包的体系模型,将采矿模型分解成物理层、逻辑层、应用层,对矿井模拟进行对象分析。它采用 Visual Basic 语言编程,调用 Auto CAD 的接口函数,来驱动 Auto CAD 并在其中绘图。该软件包含巷道的自动生成、底板等高线的修改、储量自动计算等三十几项功能。该软件大部分应用在煤矿设计院、高校和煤矿生产第一线。与 Auto CAD 二次开发相关且比较成熟的软件还有浩辰 ICAD 和中望 CAD 等通用 CAD 软件。由于一般的 CAD 软件都是通用的软件,无法适应各个行业的需求。因此,对 CAD 进行二次开发,从而开发出适应本行业所需的软件是相当必要的。几乎所有成熟的通用 CAD 软件都提供了至少一种开发环境,使用户可以对其进行编程,即在其基础上对其进行二次开发。二次开发后的 CAD 软件既有成熟的 CAD 平台的稳定支持,又可以针对采矿行业的特点来增添采矿设计

的有关功能。

(3) 随着计算机硬件的不断发展和升级以及 Auto CAD 软件版本的不断升级,尤其是在软件中不断添加的三维制图模块,基于 Auto CAD 平台开发的三维矿图绘制软件,使图形绘制技术越来越先进,从而给绘制三维矿图提供了很好的平台。由于煤矿施工以及生产中绝大多数使用平面图,这在一定程度上无法反映真实世界的效果。因此,绘制三维立体矿图可以比较真实地反应现实世界的情况,能够让人更加直观地看清、看懂一些比较专业的工程图。三维立体数字化煤矿必将是未来矿井设计的一个很好的发展方向。

随着科学技术水平的提高,由于技术、经济等方面的原因,在今后相当长的一段时间内,后两种应用情况在煤矿行业中将得到较大的发展,但也受到一定技术水平的限制,尤其是对 CAD 二次开发水平的要求相当高。对于三维矿图绘制技术,其水平还不是很成熟,如今主要借助于 Auto CAD 三维绘图模块以及第三方立体建模工具来绘制三维矿图。这项技术还有待于进一步发展。

二、基于 Auto CAD 平台上矿图软件开发的现状

随着数字地球、数字城市、数字社区的发展,数字矿山也得到了很好的发展。数字矿山首先解决的问题是要将矿区的资料、信息数字化,形成适合于计算机存储的数据格式,以便于计算机对其进行快速处理。实现矿图的数字化,进而实现矿图的自动处理与绘制,最大程度上实现矿区的自动化是如今煤矿现代化发展的必然趋势。

多年来,采矿设计师们都在寻求一条采矿设计通过计算机辅助设计来实现的途径,期望能用计算机来绘制工程图。何水源、单仁亮、毕映楷等人提出了用 C 语言进行开发,输入必要参数,生成巷道断面图的方法。钟良、叶家冕和刘勇等人提出了在 Auto CAD 的基础上进行二次开发来绘制断面图的方法。王斌等人则提出了面向对象的分析方法,实现了交岔点的图形绘制。

目前形成的矿图自动绘制软件有:

(1) 原中国矿业大学王斌教授主持开发的《矿图之星》,功能强大、全面,是矿图自动绘制领域的一套优秀软件。该软件包括:平面与斜面巷道交岔点自动绘制模块,各种巷道绘制模块,设备布置图自动绘制模块等。该软件美中不足的是在巷道交岔点自动绘制模块中出现了一些参数计算错误以及功能没有完全实现的缺陷。同时由于目前煤矿道岔标准有了大幅修改,使该部分无法在矿区得到更好的使用。然而,有的运输线路的巷道交岔点,服务年限较长,车辆通过频繁,断面较大且变化形式较多,往往伴随着复杂的参数计算,是井下较常遇到的重要而又复杂的工程。用计算机程序实现自动绘制有着非常重要的现实意义。

(2) 中国矿业大学硕士研究生路明月开发了一款巷道交岔点自动绘制软件。该软件的核心原理是以 Auto CAD 为平台,基于 Active X Automation 技术,使用 Visual Basic 6.0 和 Delphi 6.0 混合开发。软件在开发过程中充分借鉴了王斌教授主持开发的《矿图之星》(MG-STR)软件,其中该软件选取了常用的七种平面交岔点和四种斜面交岔点来作为应用的对象,并且根据交岔点的不同类型分别绘制出交岔点的平面设计图形,以及设计过程中的巷道断面变化表。该软件通过在生产单位以及煤矿设计单位的使用后暴露出许多不足之处:① 由于煤矿设计手册的重新修改,导致部分标注已经不符合设计规范;② 软件中缺乏交岔点最核心的部分工程量及材料消耗量的计算;③ 整个图形输出后的布局不规范,需要手工

重新调整后才能出图;④绘制了斜面交岔点的平面投影图,但未绘制其层面图。

(3) 徐州龙泽科技有限公司开发了采矿辅助设计软件包 MG—CAD。该软件包以 Auto CAD 为平台,基于 DDE 技术开发。该软件包有多个相对独立的功能模块组成,其中七种平面交岔点绘制程序和四种斜面交岔点绘制程序组合在一起相当于上述提到的路明月的软件。经过认真分析后发现,该软件也存在很大的不足之处,主要有:一是在整个绘制过程中没有涉及工程量及材料消耗量计算部分;二是虽然在平面交岔点自动绘制过程中绘制了平面交岔点的层面图,但是并未绘制斜面交岔点的层面图。

(4) 中国矿业大学众多博士、硕士研究生在采矿 CAD 系统的研发过程中做了许多有益的工作,其中最具有代表性的是北京龙软科技发展有限公司研发的煤矿生产辅助设计系统。通过对该软件的分析发现,该软件和徐州龙泽科技的采矿软件在功能上有些相似,同时在缺陷上也有些共同的缺陷:一是缺少对工程量及材料消耗量的计算部分;二是该软件系统没有实现斜面交岔点的一些功能;除此之外,在平面交岔点的绘制过程中,对交岔点各段的巷道断面没有详细的介绍,而且断面图中只有大断面,缺少分岔前主巷,分岔后支巷、岔巷的断面图。

(5) 合肥明信软件技术有限公司研发了 Mine CAD 系统。该软件核心技术采用了 CAD 另外一个二次开发的接口 Auto Lisp 技术开发,其中大量使用 DCL 创建了用户界面友好的对话框。该系统有很多优点:一是能与 CAD 应用程序很好的结合,同时共享内存空间,这样可以很明显的提升系统运行的效率;二是接收参数的敏感性高,处理参数传递过程比较快;三是对图形的可定制程序高;四是实现了工程计算,这方面功能相对于其他系统来说有了很大的提高。总体来说,在所有已知的系统中,该系统的自动绘制功能相对来说是比较完善和全面的。但该系统也有些不足之处:一是由于 Auto Lisp 技术自身固有的局限性导致了 Mine CAD 系统在启动过程中步骤相当繁琐,而且还需要一些初始化操作,对于普通用户来说易操作性不强;二是基于 Auto Lisp 技术开发的系统类似于基于 VBA 开发的系统,这些系统主要依赖于 Auto CAD 宿主程序运行环境的稳定性;三是 Mine CAD 的运行过程的可靠性不高,如果普通用户在对 Auto CAD 进行一些配置后就极有可能导致 Mine CAD 无法运行;四是利用 Auto Lisp 技术开发的系统尚未采用面向对象的程序设计方法,这将导致体系结构很难进一步扩展。

(6) 娄底市煤炭科学研究设计院在 Auto CAD 平台上开发的“速腾矿图辅助设计系统”是专为煤矿、非煤矿山的采矿工程图纸设计、技术管理及安全监控而研发的。整个系统集成作者们多年的设计制图实践经验。针对采矿辅助设计、测量成图,该系统提供了非常完美的解决方案。其成图的界面形式可供我们参考。

(7) 中国矿业大学硕士研究生潘智勇开发了煤矿交岔点计算机辅助设计系统。该软件的核心原理主要是以 Auto CAD 为平台,基于“.NET”平台,利用 C# 语言开发系统。其中使用了大量的模块化思想建立了大量通用数据模块。其中最主要的是“Jcd Raw Data”和“Jcd Data Center”两个模块。同时该系统利用了大量的数据结构思想,在系统运行效率上得到了很好的把握。比起以前开发的系统,其在功能上有了很大的提高。该系统包含七种平面交岔点和四种斜面交岔点的自动绘制功能、工程量及材料消耗量计算,基本上实现了交岔点辅助设计系统中最常用的功能。但该系统也存在不足之处:一是没有严格参照最新的采矿工程设计手册的标准执行,程序中大部分功能实现原理仍然采用了老版的采矿设计手

册中的标准;二是该系统虽然实现了工程量及材料消耗量的计算,但没有采用分块计算的模式;三是基于“.NET”平台开发的程序需要“.NET. Frame Work”架构的支持,对于普通用户来说操作起来比较麻烦。

(8) 中国矿业大学硕士研究生杨晓威开发了煤矿交岔点软件。该软件用 VB 来开发 Auto CAD 2004 和 Excel,结合在 Excel 中输入交岔点中间断面参数,最大程度地用程序来代替手工绘制。但是该软件用到的公式都是手册中的公式,其中有一些错误和不足之处,没有对其进行修改,而且在计算斜墙斜率的时候没有说明具体的计算方法。

到目前为止,对于三角交岔点的计算机辅助绘制软件还没有。通过参考设计手册,发现现有软件的计算和图形不对应,公式繁琐,存在很大的不足。通过对其进行认真研究,进而对其图形和计算进行了完善,从而为程序设计提供了可靠的数据支持。

而且现有的辅助设计软件在巷道断面设计时,对锚喷巷道锚杆根数和间距的确定方面存在一些不足。在交岔点设计时,现有辅助软件还存在以下问题:

① 虽然论文中写到轨道中心距要加宽,但在编程时没有考虑轨道的加宽值和巷道的加宽值。

② 斜墙斜率的确定方面也存在一些不足; D 值的正负也没有考虑清楚。

③ 其工程量的计算按照近似算法是正确的,那是为了手算的时候方便,但现在是计算机编程,要尽量做到精确。即便是分块计算时的公式也是大概公式,不太准确。前面介绍的软件都是完全按照手册中的公式进行计算,得出的数据会有一些偏差。

④ 在斜面交岔点的设计思路中表现出很多不足之处。

前人研发的软件在辅助设计成图方面有很多优点可以为我们借鉴,但是在界面中的参数设置各有利弊。通过研究发现,有些不必要的参数完全可以放到后台运行,从而可以优化软件界面结构。针对上述的一些不足和缺点,我们有必要进一步完善巷道断面和交岔点的设计,使设计的断面更加准确美观。

第三节 本书主要内容及成果

作者在充分研究了上述相关资料及后面参考文献上的部分资料的基础上,以《采矿工程设计手册》中的巷道断面设计、平巷交岔点设计、采区车场设计为基础,认真研究了其设计思路、计算过程,通过整理和完善公式,反复推敲,最终形成了一套完整的设计思路,即在 Visual Studio 2010 平台上,采用 C# 语言对 Auto CAD 2010 进行二次开发,用程序的方法基本上实现其自动绘制。

在编程时,综合考虑影响巷道断面设计的各种因素,合理布置各种参数在图框中的位置,简化编程语言,对工程量的计算都精确到毫米,提高了比较的精确度,为巷道优化选择时提供了强有力的数据支持。

本书研究和设计的辅助设计软件系统是针对采矿工程图纸而设计,煤矿工程设计人员容易理解掌握,解决了图形因比例变换而需要重新绘制巷道、巷道上下关系自动修剪功能等绘图中常见的问题。参数化施工图设计为设计人员提高工作效率 70% 以上。

本软件系统在界面设计方面具有独特性,界面及系统图标完全由作者自行设计。该软件界面美观、简洁,方便用户操作;程序界面设计始终坚持尽量让用户更少的输入参数,并将

大量参数的运算隐藏到程序后台来实现;程序输出结果无论是绘制的交岔点平面图还是交岔点工程量及材料消耗量图表都能够满足现场施工的要求。

本系列软件经济实用、操作简单容易上手,能为采矿工程技术人员学习和使用电脑制图提供专业的操作平台和技术指导,为工程师、图文工作人员缩短繁琐的采矿图纸绘制时间,替企业节约了人员成本和提高了工作效率。

本书的研究成果主要是形成了四种绘图软件,现简要介绍如下。

1. 巷道断面设计软件

该软件以六种巷道断面图为基础,考虑到运输方式、断面形状、支护方式、水沟形状、水沟支护、设计类型等,能够自动形成施工图(标准图框、尺寸标注、工程量及材料消耗量表、巷道特征表)。

2. 平面交岔点设计软件

该软件以七种平巷交岔点为基础,考虑到连接形式、断面形状、支护方式、巷道转角的大小等因素,能够自动形成施工图(标准图框、尺寸标注、工程量及材料消耗量表、巷道特征表、中间断面特征表及相对应的剖面图)。

3. 三角交岔点设计软件

该软件以六种交岔点形式为基础,考虑到道岔的连接方式,能够自动形成施工图(标准图框、尺寸标注、施工图上的各个角度、水平各段距离、倾斜各段距离)。

4. 斜面交岔点设计软件

该软件以五种采区交岔点为基础,考虑到连接形式、断面形状、支护方式等因素,能够自动形成施工图(标准图框、尺寸标注、工程量及材料消耗量表、巷道特征表、坡度图、剖面图)。

第二章 巷道断面设计

巷道断面设计,主要是选择巷道断面形状和确定巷道断面尺寸,其合理与否直接影响到煤矿生产的安全和经济效果。设计出的巷道断面可直接作为井下巷道施工的依据,也是进行井巷工程概算的依据。因此,巷道断面设计的合理与否对煤矿企业的经济效益和生产的安全条件有着直接的影响。如何使设计的巷道在保障安全生产的前提下成本最低?如何对巷道进行优化设计?刘文清、王如林、张园园、卞恩林等人分别从施工、支护、各类费用等方面对其进行了研究,但都没有形成统一的标准。

根据《采矿工程设计手册》中的相关要求和规范,在满足矿井通风与技术要求的条件下,以力求提高断面利用率,降低造价为原则,结合实际,通过总结设计经验,作者得出了巷道断面设计的总体思路,如图 2-1 所示(具体内容参照附图 1)。

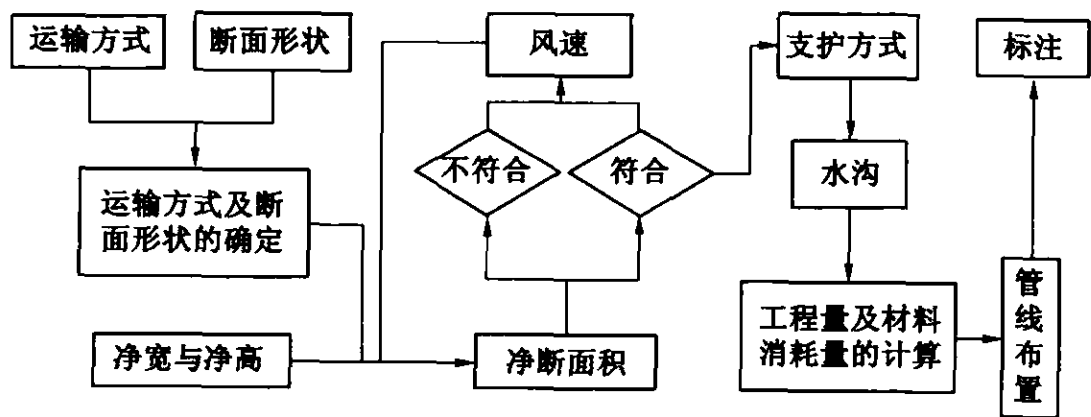


图 2-1 巷道断面设计流程图

根据图 2-1 中所示的思路,首先确定巷道的运输方式和巷道的断面形状,在此基础上结合设备的间距来确定巷道的净宽与净高,要求满足行人、运输设备的需要,进而确定出巷道的净面积。然后再根据该巷道所需的风量进行风速校核,使设计的巷道断面满足通风的要求。当不满足通风的要求时需要返回重新设计巷道的净面积,直到其满足风速的要求。接着下一步就是确定巷道的支护方式,在确定支护方式时要考虑围岩的稳定情况进而来确定支护参数(如锚杆间距、排距等),再根据该巷道的坡度、水流量来确定水沟类型。再接着下一步就是计算巷道的工程量及填写巷道断面特征图表。最后对管线进行布置,并对该巷道各部分的间距进行标注,形成完整的施工图纸。

第一节 巷道断面的分类

就巷道种类而言,可以从运输方式、断面形状、支护方式、水沟形状、水沟支护方式、设计类型等方面进行考虑。

依据运输方式的不同,巷道可分为:轨道巷、运输巷、机轨合一巷、无轨运输巷、双轨巷。巷道常用的断面形状主要包括:半圆拱、圆弧拱、三心圆拱、梯形、矩形、不规则形。巷道常用的支护方式主要包括:锚杆、锚喷、有无网、砌筑、金属棚、木棚、U 型钢。巷道常用的水沟形状包括:对称倒梯形、半倒梯形、矩形。常用的水沟支护方式包括:砌筑有盖板、砌筑无盖板、无砌筑无盖板。常用的巷道设计类型包括:初步设计、改进设计。

每一种巷道的绘制都要在上述巷道组成要素中取其一种进行排列组合,种类繁多(多达 2 400 种),并且每种巷道又各有特点,所以工程人员绘制起来比较麻烦。我们用程序的方法只需输入参数就可以绘制巷道图纸,大大提高绘图效率,保障绘图质量。

第二节 巷道断面的设计思路

按照设计流程,综合分析所需要考虑的因素,巷道断面设计共分成十部分内容。它们分别是:巷道运输方式的确定,巷道断面形状的确定,巷道断面净面积的确定,道床类型的确定,风量的验算,支护方式的确定,水沟的形状和位置,图表填写及计算,管线布置,标注。

一、巷道运输方式的确定

当设计矿井时,首先设计的是该矿的开拓方式。在开拓方式确定之后,第一步需要了解到的就是该巷道主要是用来干什么的(如运输大巷、轨道大巷等),所以在设计巷道断面时第一步了解到的就是巷道的运输方式(即巷道的功能)。目前巷道常用的运输方式有轨道巷、胶带巷、双轨巷、机轨合一巷、无轨运输巷。

二、巷道断面形状的确定

在确定巷道的运输方式之后,下一步就是确定巷道的断面形状。选取断面形状的原则是经济合理。常用巷道断面的形状有半圆拱形、圆弧拱形、三心拱形、梯形、矩形、不规则形。在确定巷道断面形状的时候主要考虑的是巷道所处的煤岩环境、矿山压力的大小及作用方向,其次要考虑巷道的服务年限、支护方式、支护材料,施工技术及邻近矿井的断面形状等因素。其关系图如图 2-2 所示。

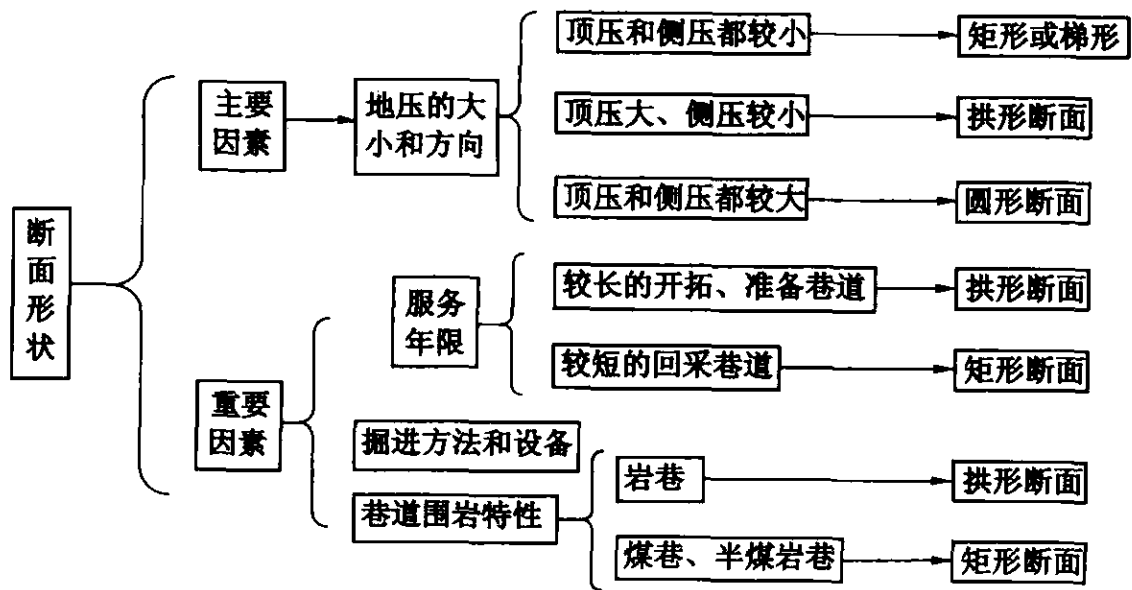


图 2-2 巷道断面形状的选择

(1) 这些因素之间是互相联系的,通常根据影响巷道断面设计的主要因素选出巷道的支护方式和支架材料,然后就可以确定出巷道的断面形状。

① 开拓巷道宜采用拱形断面;采区巷道可选用拱形、矩形、梯形断面,在特殊地质条件下(如软弱岩层),也可选用圆形、马蹄形和加底拱的断面。

② 当围岩压力不大、服务年限不长时,巷道一般选用矿用工字钢、锚网或可伸缩性金属支架进行支护,其断面形状一般为梯形或矩形,如采区巷道或回采巷道。

③ 当围岩巷道岩石力学性质较差,围岩压力较大,并且服务年限较长时,巷道一般采用锚网喷、混凝土砌碛、料石砌碛或 U 型钢可缩性支架进行支护,其断面形状一般为拱形、圆形或椭圆形,如井底车场巷道、主要运输大巷、总回风大巷或服务年限较长的采区准备巷道等。

(2) 在具体条件下,上述因素有主次差别。例如,一些服务年限较长的巷道,虽然所处位置的矿山压力并不太大,围岩相对较稳定,但为了降低巷道的支护成本,也可采用锚喷、料石或混凝土砌碛支护的拱形断面。相反,一些服务年限较短的巷道,其所处位置围岩稳定性相对较差,受到回采影响,围岩压力较大,有时采用锚杆(索)联合支护、U 型钢可缩性支架支护或矿用工字钢架棚支护的梯形或拱形断面。

三、巷道断面净面积的确定

在前两步确定的情况下,我们来绘制巷道的大体轮廓,即确定巷道断面的净面积。巷道断面净面积的大小要满足风速的要求和符合《煤矿安全规程》中的相关规定。关于巷道净断面的规定如下所述。

(1) 巷道净断面必须满足行人、运输、通风和安全设施及设备安装、检修、施工的需要,并符合下列要求:① 主要运输巷和主要风巷的净高,自轨面起不得低于 2 m。② 采区(包括盘区)内的上山、下山和平巷的净高不得低于 2 m,薄煤层内的不得低于 1.8 m。③ 巷道净断面的设计,必须按支护最大允许变形后的断面计算。

(2) 运输巷两侧(包括管、线、电缆)与运输设备最突出部分之间的距离,应符合下列要求:① 新建矿井、生产矿井新掘运输巷的一侧,从巷道道碴面起 1.6 m 的高度内,必须留有宽 0.8 m(综合机械化采煤矿井为 1 m)以上的人行道,管道吊挂高度不得低于 1.8 m;巷道另一侧的宽度不得小于 0.3 m(综合机械化采煤矿井为 0.5 m)。巷通内安设输送机时,输送机与巷帮支护的距离不得小于 0.5 m;输送机机头和机尾处与各帮支护的距离应满足设备检查和维修的需要,并不得小于 0.7 m。巷道内移动变电站或平板车上综采设备的最突出部分,与巷帮支护的距离不得小于 0.3 m。② 生产矿井已有巷道人行道的宽度不符合第①项的要求时,必须在巷道的一侧设置躲避硐,2 个躲避硐之间的距离不得超过 40 m。躲避硐宽度不得小于 1.2 m,深度不得小于 0.7 m,高度不得小于 1.8 m,躲避硐内严禁堆积物料。③ 在人车停车地点的巷道上下人侧,从巷道道碴面起 1.6 m 的高度内,必须留有宽 1 m 以上的人行道,管道吊挂高度不得低于 1.8 m。

(3) 在双轨运输巷中,2 列车最突出部分之间的距离,对开时不得小于 0.2 m,采区装载点不得小于 0.7 m,矿车摘挂钩地点不得小于 1 m。

(4) 根据设计手册中的要求,列出巷道安全间隙表(表 2-1)和双轨中心距表(表 2-2)。

表 2-1 巷道安全间隙表

项 目		规定数值/mm
人行侧从道碴面起 1.6 m 高度范围内设备与拱、壁间	综采矿井	1 000
	其他矿井	800
非人行侧设备与拱、壁间	综采矿井	500
	其他矿井	300
移动变电站或平板车上综采设备最突出的部分	与拱、壁间	300
	与输送机间	700
人车停车地点行人侧从道碴面起 1.6 m 高度范围内设备与拱、壁间		1 000
安设输送机巷道输送机于拱壁的间距		500
两列对开列车最突出的部分间		200
采区装卸点两列车最突出的部分间		700
电机车架空线与巷道顶或棚梁间		200
导电弓距拱、壁间		300
矿车摘挂钩点两列车最突出的部分间		1 000
导电弓距管子最突出部分间		300
运输设备距管子最突出部分间		300
设备上面最突出部分距巷道顶或棚梁间、壁间		300
用架空乘人装置运送人员时,蹬座中心至巷道一侧的距离		700

表 2-2 双轨中心距表

运输设备	600 mm 轨距/mm	
	直线	曲线
1.0 t 矿车	1 100	1 300
1.5 t 矿车	1 300	1 500
7 t、10 t、14 t 架线机车	1 300	1 600
3.0 t 底卸式矿车	1 500	1 700
5.0 t 底卸式矿车	1 600	1 800
8 t、12 t 蓄电池机车	1 300	1 600

(5) 自轨面界起,电机车架空线的悬挂高度应符合下列要求:① 在行人的巷道内、车场内以及人行道与运输巷道交叉的地方不小于 2 m,在不行人的巷道内不小于 1.9 m。② 在井底车场内,从井底到乘车场不小于 2.2 m。③ 在地面或工业场地内,在与其他道路交叉的地方不小于 2.2 m。

(6) 电机车架空线与巷道顶或棚梁之间的距离不得小于 0.2 m。悬吊绝缘子距电机车架空线的距离,每侧不得超过 0.25 m。电机车架空线悬挂点的间距,在直线段内不得超过 5 m,在曲线段内不得超过表 2-3 规定值。

表 2-3 电机车架空线曲线段悬挂点间距最大值

曲率半径/m	25~22	21~19	18~16	15~13	12~11	10~8
悬挂点间距/m	4.5	4	3.5	3	2.5	2

四、道床类型的确定

1. 钢轨

钢轨由轨头、轨腰和轨底构成。钢轨的型号以每米长度的质量来表示。钢轨的作用是支承机车及车辆的荷重,并将负荷传给轨枕。在使用架线式电机车运输的区段,钢轨还兼作轨道回流电路。煤矿窄轨铁道钢轨型号应根据巷道的运输方式、运输设备类型、车辆运行速度和使用地点来确定。

2. 轨枕

常用的轨枕有两种:木轨枕和钢筋混凝土轨枕。轨枕的长度,一般取轨距的 1.8~2.0 倍。在轨距为 600 mm 时,轨枕长度取 1.2 m;在轨距为 900 mm 时,轨枕长度取 1.6 m。

3. 道床

钢轨以下部分称为道床。道床可分为有碴道床、无碴道床及固定道床三种。有碴道床铺有较厚的道碴,在煤矿井下使用广泛。无碴道床适用于倾角较大的斜巷,此时先将底板铲平或在底板上挖槽,然后放置轨枕;另外,在人力推车运输的巷道中,也往往采用无碴道床。固定道床是利用混凝土一次浇灌成整体,利用预埋螺栓将钢轨固定;或者将钢筋混凝土轨枕用现浇混凝土固定成整体,再铺钢轨。固定道床多用于大型矿井运输量很大的主巷中或副斜井箕斗提升的线路上。

道床宽度一般可按轨枕长度再加 200 mm 考虑。相邻两轨枕中线间的距离一般要求为 0.7~0.8 m,在钢轨接头、道岔和弯道处应适当减小。在运输量很小的采区巷道(包括倾角大于 15°的斜巷),如果服务年限短,那么可以不铺设道碴,可以把轨枕直接放在挖好的沟槽内,或直接放在底板上,轨道间填上不易风化的碎矸石,充填高度与轨枕齐平。

大型矿井的井底车场、主要运输大巷及斜井井筒也可采用整体道床。这种道床可用混凝土浇灌而成,也可先在轨道下铺设轨枕,然后再浇灌混凝土。整体道床维修量小,能提高机车运行速度,但初期投资大,施工也比较困难。

4. 道碴

道碴具有承受轨枕传递下来的力,并将其分散给底板岩石面,从而保持平整的作用。道碴由不易风化而又坚固的岩石破碎而成,粒度以 10~60 mm 为宜。轨枕下的道碴厚度不得小于 50 mm,轨枕埋入道碴的深度一般为枕高的 1/3~1/2。道床的铺设高度和道碴的铺设厚度主要取决于铺设轨道的重量,即取决于轨道的型号。常用的道床及道碴铺设高度如表 2-4 所列。

五、风量的验算

井下几乎任何贯通的巷道都起通风作用。当通过巷道的风量按需要确定后,巷道断面愈小,风速就愈大。风速过大,不仅会扬起煤尘,影响工人健康和生产效率,而且易引起煤尘爆炸事故。为此在设计完巷道净断面后要对其进行风量校核,通常按下述公式