

铁路简支梁桥设计 CAD 系统微机版的研制

钟祥水 宋国英 张建华 杜超英 (铁道部第三勘测设计院)

一、概述

我院开发的“铁路简支梁桥主设计 CAD 系统(简称 RBDCAD)”通过专家评审与鉴定被认为,“该系统在铁路双线简支梁桥 CAD 方面处于国内领先水平。希望能尽快向微机移植,提供微机版本,以利广泛应用”。为了落实鉴定意见中提出的建议,院科研所决定研制“铁路简支梁桥设计 CAD 系统微机版”,通过十几个考题的严格测试,铁路简支梁桥设计微机版的设计结果与 M-240D 版本的设计结果完全一致,微机版本完整的实现了 M-240D 中型机版本的全部功能,移植获得成功。

二、软件开发平台分析

1.“RBDCAD”M-240D 机版本的特点

(1)是一个大型软件,能完成铁路简支梁桥全桥自动优化和自动形成完整的全桥设计施工图,考虑了千变万化的设计条件,包括各种桥台、各种桥墩、各种基础的设计与绘图模块,所以程序规模很大,原程序语句达四万多句,全桥设计执行模块大小为 2000KB,全桥总布置图执行模块大小为 1000KB。

(2)设计与绘图均用 FORTRAN 77 语言编程,实现分析、设计、绘图功能一体化,不依赖于图形支持系统,便于使用、便于移植,便于维护。

(3)为了实现交互式图形处理,自主开发了 M-240D 机交互式图形处理软件 DICAND,执行 RBDCAD 软件后所形成的图形格式完全符合 DICAND 的要求,所以实现了程序成图和交互成图相结合,即绘图程序高速形成图形能在 M-240D 机图形终端上作各种修改。

2.RBDCAD 微机版软件开发平台

(1)基本分析:DOS 操作系统流行时间长,使用范围广泛,尽管存在一些缺陷,目前仍然是广大微机用户广泛使用的操作系统。所以 RBDCAD 微机版决定采用 DOS 操

作系统。但 DOS 环境下,程序运行空间受 640KB 限制,而 RBDCAD 运行空间需要 2MB,远远大于 640KB,同时,我们要求 RBDCAD 的微机版能完整实现 M-240D 中型机版本的全部功能,所以必须解决运行空间问题。

(2)80386 及以上微机有两种工作方式,DOS 适用于实方式。受 640KB 限制,而保护方式可寻址的最大物理空间可达 4GB。美国 phar lap 公司率先推出了在 DOS 环境下运行保护方式程序的扩展 DOS 操作系统 DOS-Extender,同时推出 NDP-FORTRAN 编译系统,在有足够硬盘空间的情况下,可编译任意大小的程序,在保护方式下运行。所以 RBDCAD 微机版决定用 NDP-FORTRAN 编程,这样,计算模块的功能不需减少,可完整实现 M-240D 机版本的全部功能,而且,从 M-240D FORTRAN 77 转为 NDP-FORTRAN,移植工作量不是很大。

(3)NDP-FORTRAN 不具备独立的绘图软件,计算模块采用了 NDP-FORTRAN,为了实现分析、设计、绘图一体化处理,必须研制微机计算机绘图一体化支撑软件系统(简称 MGPS)。

MGPS 应该有各种绘图子程序,有窗口剪切、曲线光滑处理、图形分层、屏幕设计等基本功能。

MGPS 还设计了图形生成时的同步显示功能,这对于调试程序特别有用。

MGPS 与 AutoCAD 应该有良好的接口,使 NDP-FORTRAN 作业能快速的进入 AutoCAD 系统。

由于成功的研制了 MGPS, RBDCAD 绘图模块的微机版就能用 MGPS 进行编程,虽然 M-240D FORTRAN77 的绘图系统与 MGPS 差别较大,导致绘图模块的移植工作量较大,较复杂,但是成功的在微机上实现了用 NDP-FORTRAN 编程的分析、设计、绘图一体化处理,圆满的解决了一个关键技术问题。

(4)铁路简支梁桥全桥总布置图有各种图表,有大量附注。一张图大约需书写 1000 ~ 2000 个汉字,而 AutoCAD 本身没有矢量汉字库,必须选择一个字型美观、字体端正、符合国标的矢量汉字库。通过调研,选用北方交大王道堂教授研制的矢量汉字软件包 BFJD。为了实现 MGPS 能直接调用 BFJD,研制了相应的接口子程序,使设计图上的汉字不但美观工整,而且能直接用绘图程序书写至所需位置,而不必人机交互书写,大大提高了效率。

综合上述分析,RBDCAD 微机版的软件开发平台为 DOS 操作系统、NDP-FORTRAN 编译系统、MGPS 微机计算、绘图一体化支撑软件系统、BFJD 矢量汉字库。

三、主要技术问题

1. 接口技术的选择与实现方法

AutoCAD 系统与外部接口的方法主要有以下三种:

(1)AutoCAD 的批命令文件 SCR 方式:优点是简单,容易掌握,缺点是在进入 AutoCAD 系统之前,需要先处理成 AutoCAD 的内部图形文件,因此,接口速度很慢。

(2)图形交换文件 DXF 方式:优点是具有固定格式,可读性强,易于掌握,缺点是占用存储空间大,也要经过转换处理才能在 AutoCAD 系统下进行图形后处理作业。因此,接口处理时间较长。

(3)图形数据交换文件 IGES 方式:是国际标准图形交换方式,作为通用方式系统信息占用空间大,同时也需要转换成 AutoCAD 系统的内部图形文件,接口处理时间较长。上述三种方式,接口处理作业时间都较长,因此,我们设想研制一种新的接口,直接与 AutoCAD 图形系统的内部图形文件接口,即 DWG 接口方式,优点是它为紧凑二进制文件,占用空间少;为 AutoCAD 系统内部图形文件,进入该系统后直接进行图形处理,因此图形生成速度快,与其它接口相比,一般可提高速度几倍至十几倍。但是 DWG 文件是 AutoCAD 图形处理系统的核心文件,没有任何资料,又是紧凑的二进制数据文件,不能直接查看分析。有关同志作了大量解剖分析工作,弄清了 DWG 文件的总体结构和各部分的详细情况,在此基础上,用汇编语言编写了 DWG 方式接口处理程序,成功的解决了这个关键技术问题。

2. 智能化功能的实现

人工智能与专家系统的研究与发展对 CAD 技术的发展有很大推动力,目前开发一个完整的设计型专家系统是很困难的,但是研制具有智能功能的 CAD 软件模块是可能的,因为设计过程中,大量设计参数的确定取决于设计者的水平和经验,如果采用智能化方法,将丰富的设计经验加以总结,上升为设计规则,往往能得到与优秀设计吻合的结果。桩基设计模块在移植过程中,按智能功能作了重大改进,桩基的承台、桩数及其布置、桩长等参数可由系统生成。实现这种方法,是研制者对一百多座有桩基桥梁的设计图经过详细分析,总结出一些桩基布置的基本规则。桩基优化问题本身属于约束优化范畴,在给出可行的初始解后,就在可行域中搜索其最优解,应用智能功能,就应指出最佳搜索方向。研制者通过大量计算后发现,桩数、桩长、桩距是影响桩基方案优化的主要因素,桩基方案形成后,桩数、桩长、桩距如何组合,如何变化就能得到最优方案,就是说明白了最佳搜索方向。所以桩基设计模块、应用智能功能,自动提出可行的初始解和在可行域中向最佳搜索方向搜索,达到优化设计目的,在生产中应用后,收到明显的经济效果。

四、软件功能

能完成铁路简支梁桥全桥自动优化设计和自动形成完整的全桥施工设计图,覆盖面达到 80% 左右。

墩身设计模块,台身设计模块、扩大基础设计模块不仅具有采用定型图尺寸进行检算功能,而且有优化设计功能,即根据输入数据规定的设计条件,自动优选台身边坡、墩身边坡、基础尺寸,并使台身、墩身、扩大基础的圬工数量为最省。

桩基设计模块不仅有检算功能。而且有优化设计功能。即通过不断优选桩基方案使程序自动确定的桩数、桩距、桩的排列方式、承台尺寸、襟边尺寸及桩身截面配筋率所形成的桩基方案是满足控制条件而且是圬工数量省的方案。

弯道计算与绘图模块可对位于曲线上任何位置的单线或双线桥梁进行弯道布置计算,并且自动形成桥梁弯道详图,考虑了右偏或左偏、等跨或不等跨、设予偏心或不设予偏心等各种情况。

在微机上用 NDP-FORTRAN 语言实现了铁路简支梁桥设计、分析、绘图一体化处理。程序能根据各设计模块的优化设计结果自动生成能满足施工设计要求的桥

台、桥墩、桩基设计详图。

本系统具有绘图处理的同步显示功能,即每执行一条绘图命令,系统将生成的图形信息写入图形文件,同时在显示器上显示出相应的图形。使用同步显示功能可以将图形生成的过程全部或一部分在显示器上显示出来,这对调试程序和了解绘图程序执行情况特别有用。

实现程序成图和交互成图相结合,即由绘图程序快速形成的图形文件格式为 DWG,可直接进入 AutoCAD 作

交互式图形处理,既保留了程序成图的高速度,又具有交互成图的灵活性。

铁路简支梁桥设计 CAD 软件微机版研制成功后,在我院生产中使用,获得用户的一致好评,认为比 M-240D 机版,不仅运行速度更快,图纸更美观更清晰,而且用起来更方便,更直观。

由于 RBD CAD 微机版的软硬件环境为 386 微机及相应软件,要求不高,因此可以广泛推广应用。