

# 机场排水结构物计算机辅助设计

徐皓<sup>1</sup>, 岑国平<sup>1</sup>, 洪建军<sup>2</sup>, 陆明<sup>2</sup>

(1. 空军工程大学 工程学院, 陕西 西安 710038; 2. 成都军区空军勘察设计所, 四川 成都 610041)

**摘要:**主要介绍了机场排水结构物的辅助设计软件,该软件是使用 Visual C++ 和 AutoLISP 两种语言开发而成。对于机场排水结构物设计工作有较大的帮助,可自动完成从数据处理、内力计算到施工图生成等一整套工作,所得到的计算结果具有较高的精度,生成的图形可直接应用。

**关键词:**排水结构物; Visual C++ ; AutoLISP

**中图分类号:** V351      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1009-3516(2001)06-0023-04

在国内的机场工程 CAD 辅助设计方面,从 20 世纪 70 年代末至今,大部分都集中在地势设计方面,空军工程大学工程学院五系、空军工程设计研究局等单位都在地势 CAD 辅助设计方面取得了一定的成果,比较成熟的有 AECAD 软件等<sup>[1]</sup>,它可以得出最优设计方案,也可以绘出满足工程需要的施工图纸,得到了广泛的应用。机场排水设计的 CAD 辅助设计也有一定的成果,主要在排水平面布置、水文水力计算等方面<sup>[2]</sup>,而排水结构物的 CAD 辅助设计至今仍是空白。目前公路系统有一些排水结构物辅助设计的软件,但由于机场的荷载与公路有较大的差别,无法直接应用到机场的设计当中。为此我们开发了一套机场排水结构物辅助设计软件(简称 ADDCAD),以解决形式多样、设计繁杂的机场排水结构物设计问题,提高设计效率和设计质量。

## 1 软件主要设计思路

### 1.1 主要设计思路

本软件的主要功能是根据设计人员输入的各种已知参数,包括结构物的尺寸位置、埋深,荷载形式、混凝土与钢筋强度等级和土的容重等,对排水结构物进行外荷载计算、内力计算、强度配筋计算以及基础的验算,给出详细的说明书,并根据计算结果绘出一套完整的施工图。

#### 1.1.1 结构计算部分

结构计算的程序框图见图 1。

#### 1.1.2 内力计算和配筋计算部分

内力计算参考文献[3]、文献[4]。对于不同的结构形式采用不同的结构计算方法。对于箱涵,它是一种超静定结构,可采用位移法、力法求解其内力。对于盖板明沟、暗沟,将其分为盖板、边墙和底板分别计算。暗沟盖板与侧墙的连接视为铰支承。明沟盖板与侧墙的连接,当有固定盖板等加固措施时,视为铰支承,无加固措施时,侧墙顶端视为自由端。侧墙与底板的连接,按固定支承于底板计算。配筋计算按照文献[5]进行。

#### 1.1.3 绘图部分

绘图部分参照了大量机场的设计图纸和公路排水结构物的标准图,力求做到标准、规范、通用性强,可直接应用于施工。本程序可以绘制各种结构物的结构图、配筋图。图 2、图 3 为程序自动生成的盖板暗沟结构图和配筋图。

收稿日期:2001-07-10

作者简介:徐皓(1979-),男,安徽合肥人,硕士生,主要从事机场规划设计研究;  
岑国平(1962-),男,浙江慈溪人,教授,主要从事机场规划设计研究。

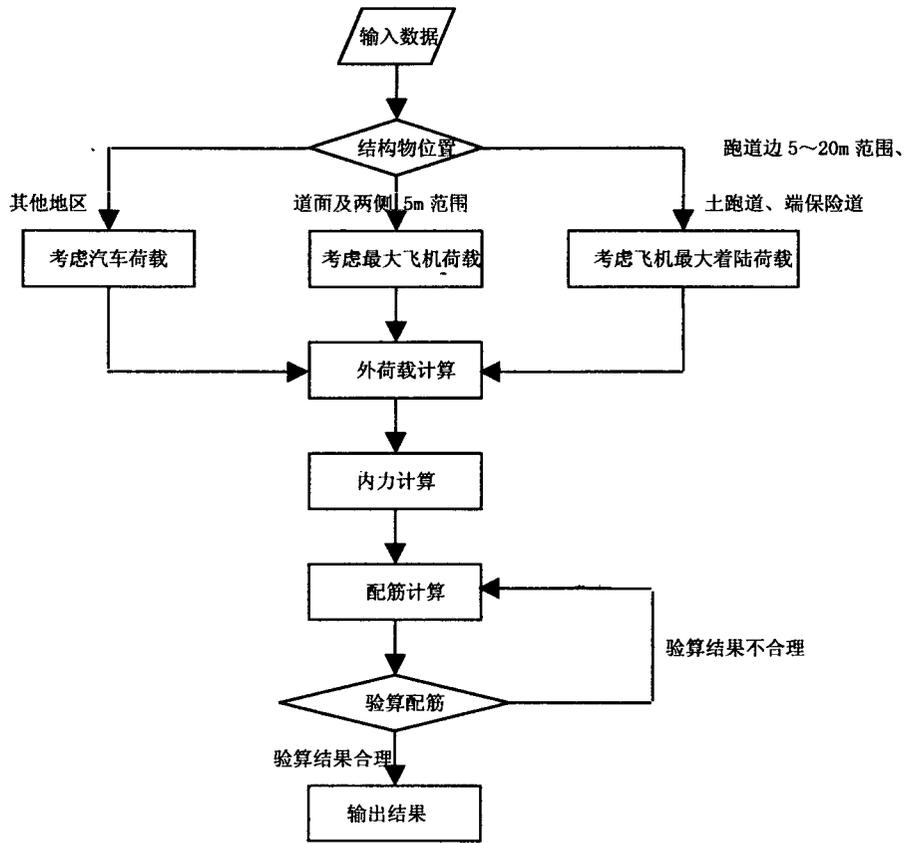


图1 结构计算程序框图

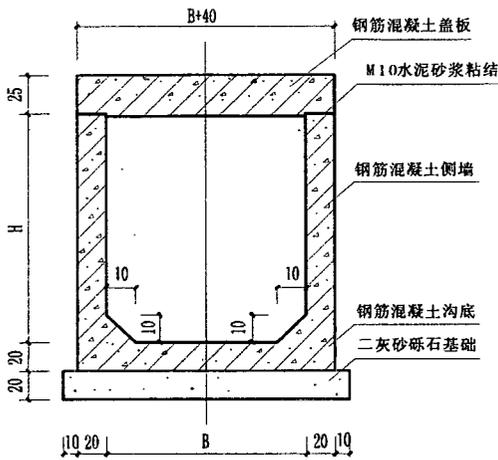


图2 盖板暗沟结构图

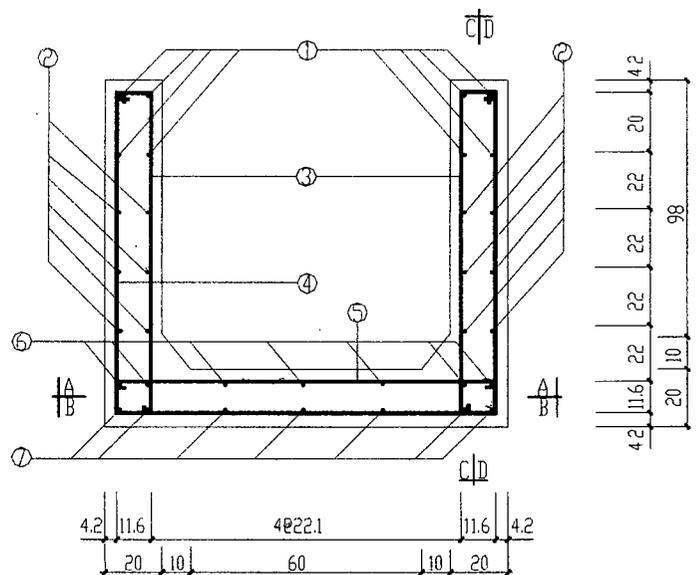


图3 盖板暗沟沟槽配筋图

1.2 部分设计难点

在机场的排水结构物设计当中,由于飞机类型多样,荷载形式复杂,使得飞机荷载的确定成为一个难点。飞机的主起落架有各种形式,包括单轴单轮、单轴双轮、双轴双轮、串列多轴双轮、多轴多轮等。我们一般以机场上运行次数最多和主轮轴荷载较大的飞机作为设计飞机,以其主轮设计荷载作为设计荷载,可按式(1)计算:

$$P = \frac{GK_r}{mn} \tag{1}$$

式中, $G$ 为飞机的设计荷载; $K_z$ 为主起落架荷载分配系数; $m$ 为主起落架轴数; $n$ 为一个轴上的轮数。

确定了飞机的主轮设计荷载后,对于盖板明沟需要考虑飞机位于盖板的各种最不利情况来进行分析,而对于暗沟和涵洞我们需要计算飞机荷载传到结构物上的竖向压力。竖向压力可按下式计算:

### 1.2.1 单个轮压传递的竖向压力

$$P_{\alpha} = \frac{\mu_D P_c}{(a + 2z \tan \theta)(b + 2z \tan \theta)} \quad (2)$$

### 1.2.2 多轴多轮的轮压综合影响传递的竖向压力

$$P_{\alpha} = \frac{mn\mu_D P_c}{(ma + \sum_{i=1}^{m-1} e_i + 2z \tan \theta)(nb + \sum_{i=1}^{n-1} d_i + 2z \tan \theta)} \quad (3)$$

式中, $P_{\alpha}$ 为飞机轮压传递到计算深度处的竖向压力; $P_c$ 为单个机轮的荷载; $a, b$ 为单个轮印长度和宽度; $z$ 为自地面至设计点的距离; $\mu_D$ 为飞机荷载的动力系数; $n$ 为单轴轮数; $m$ 为轮轴的数量; $d_i$ 为地面相邻两个轮印间的横向净距; $e_i$ 为地面前后两个轮印间的纵向净距; $\theta$ 为荷载扩散角。当扩散层为水泥混凝土或沥青混凝土时, $\theta = 45^\circ$ ,扩散层为土或其它颗粒材料时, $\theta = 30^\circ$ 。

## 2 软件的特点

### 2.1 计算程序良好的封装和可移植特性

本计算程序使用 Visual C++ 6.0 进行开发,充分地利用了 C++ 语言作为面向对象程序设计语言的优点,使得程序本身封装性和可移植性更好,利于代码的共享和重用,简化程序,提高速度;便于程序的合作开发,提高编程效率;有利于将来对程序的修改。

### 2.2 良好的操作环境

针对目前大多数计算机用户采用 WINDOWS 操作平台的特点,我们制作的辅助设计软件采用了面向对象、可视化的界面特点。用户在使用软件时,面对的是早已熟悉的窗口、对话框环境,对各种排水结构物形式的选取只需轻点鼠标即可完成,数据输入时一目了然,避免了以往 DOS 平台软件呆板、冷漠的形象。

### 2.3 灵活的使用性

由于考虑到软件的使用者是工程设计人员,他们经常需要将一些计算成果(如截面内力、配筋情况)作为书面材料保存、调阅,我们在软件中增加了打印保存功能,这样当使用者对某一部分资料感兴趣时,只需选取相应的数据文件,点取“打印保存”即可。

### 2.4 图形处理的优化

我们采用了 AutoCAD 的二次开发工具 AutoLISP 语言作为图形部分开发的工具,这主要是考虑到大多数设计人员以 AutoCAD 作为图形处理的首选软件。这样一来,当用户需要采用(或处理)软件所生成的图形文件时,只需在 CAD 平台下调入该文件,即可方便地进行各种修改及出图工作,这样就大大简化了设计人员的图形处理部分的工作。

## 3 应用与结论

### 3.1 应用情况

在软件初步完成后,我们在达川机场、郑州机场、咸阳机场的排水结构物设计中进行应用。

达川机场扩建工程跑道延长部分横跨李家河,需修建 310 m 长的双孔箱涵,每孔净跨 6.5 m,净高 8.5 m,是国内机场中规模最大的箱涵。用 ADDCAD 软件对该箱涵进行了详细的内力和配筋计算,结构厚度比地方有关设计单位初步拟定的尺寸减小近一半,大大节约了工程造价。郑州机场排水系统包括各类盖板明沟、盖板暗沟,盖板涵、浆砌明沟等,沟渠总长度超过 14.6 km。各类排水的结构物的结构计算和施工图绘制都应用了本软件。此外,利用该软件还完成了西安咸阳国际机场滑行道上一座双孔箱涵的设计。

实际应用表明,该软件使用方便、设计效率高、周期短、方案经济安全、图纸标准美观,得到了使用单位的高度评价。

### 3.2 结论

机场排水结构物辅助设计软件(ADDCAD)具有较大的实用意义,对提高工程设计的质量和效率,缩短设计周期有较大的帮助,其中的绘图部分更是对统一施工图形式,为下一步制定机场排水结构物标准图提供了基础。

#### 参考文献:

- [1] 楼设荣,倪桂明. 计算机辅助机场排水设计[J]. 计算机辅助工程,1995,(4):70-74.
- [2] 楼设荣,李光元,倪桂明. 大型机场优化与CAD技术研究[A]. 第八届全国建筑工程计算机应用学术会议论文集[C]. 1996.
- [3] GJB 2130-1994,军用机场排水工程设计规范[S].
- [4] 管枫年. 涵洞[M]. 北京:水力电力出版社,1983.
- [5] GBJ10-89,混凝土结构设计规范[S].
- [6] 梁雪春. AutoLISP实用教程[M]. 北京:人民邮电出版社,1998.
- [7] David J Kruglinski. Programming Visual C++6.0[M]. 北京:希望电子出版社,1999.

## Computer Aided Design of Airport Drainage Ditch

XU Hao<sup>1</sup>, CEN Guo-ping<sup>1</sup>, HONG Jian-jun<sup>2</sup>, LU Ming<sup>2</sup>

(1. The Engineering Institute of the Air Force Engineering University, Xi'an 710038, China; 2. The Air Force Reconnaissance and Design Institute of Chengdu Military Region. Chengdu 610041, China)

**Abstract:** The paper introduces an aided design software of airport drainage ditch. This software developed with Visual C++ and AutoLISP language offers much help to the design of airport drainage ditch. It can accomplish a series of tasks such as data processing, internal force computing and shop drawing making, make the results more precise and make the drawings direct applied.

**Key words:** drainage ditch; Visual C++6.0; AutoLISP