

摘 要

施工质量动态管理方法是一种实时的过程控制方法,通过对施工过程中的各种数据进行统计分析获得一系列代表这一生产过程的概率统计特征值,然后将这些统计分析结果随施工进度而变化的情况以图表的形式显示出来,从而达到实时监测施工过程的目的,是真正的过程控制方法。

沥青混合料的生产质量直接影响着路面施工质量,是整个沥青混凝土路面施工技术与质量控制研究的重要方面。论文在深入研究了沥青混合料生产设备的结构和工作原理的基础上,以施工质量动态管理方法为理论基点,发展了沥青混合料生产的质量控制理论;系统阐述了施工质量动态管理方法的实用性与可行性,以及适用于该方法的常用图表处理方式;深入研究了施工质量动态管理中的计算机应用技术,开发了沥青混合料生产过程的数据处理软件,并将其成功地应用到了实际施工现场,对混合料生产的质量提高有很好的指导作用。

论文还介绍了 Excel 的高级应用技术以及 VB 编程技术,对提高 Excel 的应用水平也有一定的参考价值。

关键词: 施工质量 沥青混合料拌和设备 动态质量管理 Excel VBA

Abstract

The dynamic management for construction quality is one real-time process control method, through analyzing each kind of data of construction process to obtain a series of probability and statistics eigenvalues which can represent this production process, then demonstrates these statistical analysis results along with the construction progress by graph, thus achieves the goal to monitor construction process, is the true process control method.

The production quality of asphalt mixture is affecting the quality of asphalt pavement construction directly, is the important aspect of technology and the research of quality control of the entire asphalt pavement construction. The paper has been thoroughly studying the structure and the principle of work of asphalt mixing plant, take the dynamic management for construction quality as the basic theory, has developed quality control theory of the asphalt mixture production; has elaborated the usability and the feasibility of dynamic management method for construction quality, as well as the commonly used graphs are suitable for this method; has thoroughly studied the computer application technology of the dynamic management for construction quality, has developed the asphalt mixture production data processing software, and successfully made it apply to the actual construction location and instructed the enhancement of construction quality very well.

The paper also introduced the Excel senior application technology as well as the VB programming technology, have the certain reference value to enhance the Excel and VB application level.

Key words: Construction Quality, Asphalt Mixing Plant, Dynamic Management for Quality, Excel, VBA

论文独创性声明

本人声明：本人所呈交的学位论文是在导师的指导下，独立进行研究工作所取得的成果。除论文中已经注明引用的内容外，对论文的研究做出重要贡献的个人和集体，均已在文中以明确方式标明。本论文中不包含任何未加明确注明的其他个人或集体已经公开发表的成果。

本声明的法律责任由本人承担。

论文作者签名：高英

2006年6月2日

论文知识产权权属声明

本人在导师指导下所完成的论文及相关的职务作品，知识产权归属学校。学校享有以任何方式发表、复制、公开阅览、借阅以及申请专利等权利。本人离校后发表或使用学位论文或与该论文直接相关的学术论文或成果时，署名单位仍然为长安大学。

（保密的论文在解密后应遵守此规定）

论文作者签名：高英

2006年6月2日

导师签名：杨人印

2006年6月2日

第一章 绪 论

§ 1.1 行业国内外现状和课题的提出

随着国民经济的不断发展,公路交通流量与载荷不断提高,对高速公路的路面使用性能提出了愈来愈高的要求。如何提高路面的寿命、高温抗车辙和低温抗裂缝的能力以及行车的舒适性和安全性等成为了高速公路建设的研究重点^[1]。

在此前提下,各国不断提出新的提高施工质量的方法和建议,而其中尤其对施工质量的“过程控制”及“动态质量管理”十分重视,它是在连续的生产线上及时发现不合格的工序和单元,防止它流入下一个工序和单元,这样可以保证最后的产品是合格品。“过程控制”首先是工艺控制,即所采用的施工工艺不致产生出不合格的产品。同时需要提供一种可靠的施工过程中的检测方法,以降低承包商生产的混合料和铺筑的路面产品不合格的风险^[2]。而热沥青混合料的生产及其质量控制的研究又是整个沥青混凝土路面施工技术 with 质量控制研究的重要方面。因此,对热拌沥青混合料的生产及成品料的质量控制进行深入研究具有十分重要的意义。据此,2005 年 1 月起实施的新的公路沥青施工技术规范明确提出了对混合料生产过程实行过程控制和总量控制的要求^[3]。

作者的导师杨人凤教授在指导多条高速公路施工过程中,发现大量国外进口的拌和设备在正确、恰当使用上存在着一定的问题,却没有一个直观的、实时的再现施工过程的手段。拌和设备的输出数据是反映拌和楼是否正常工作的有力证据,然而,这一部分数据一直以来没有得到足够的重视。高等级公路尚且如此,更不用说低等级的公路了。究其原因,一方面由于施工人员的质量意识普遍有待提高,另一方面,市场上缺乏这样的分析软件也是主要的原因之一。为了配合新规范对于混合料生产过程的控制要求,于是就产生了要开发这样一个数据处理系统的想法,从而达到用好设备、使其生产出高质量混合料的目的。

作者开发的这一系统,可以完成拌和楼数据的实时分析,并与实验室筛分数据相结合,通过程序中控制面板的导航按钮,即可完成多种统计、绘图和分析的功能,使用户或业主易于发现存在的问题,从而解决问题,提高路面施工的整体

质量。该程序反映各类信息全面、丰富，操作简单，易于掌握，因而具有很好的工程使用价值。

§ 1.2 系统实现思路与关键技术

选择什么样的开发方式，选择什么样的平台和语言，对于软件开发而言是至关重要的。随着编程技术的不断进步，每一种语言都有其优势和劣势，关键的是要考虑软件所要完成的功能，尽可能的使开发过程简单，易于维护。这样才能节约成本，提高软件的普及率。

在开发的方式上，无疑软件的二次开发是一个不错的选择。所谓二次开发，就是在现有软件的基础上，借助于软件本身提供的编程语言，进行更加具有实用性的开发。许多的软件都提供了二次开发的功能，比如 AutoCAD，利用它提供的编程语言，可以定制自己的 CAD 程序。二次开发的好处在于可以利用已有程序的功能，缩短开发时间，降低开发难度，但也正因为这一点，使程序的功能受到了限制。

在开发平台的选择上，考虑到该软件要处理大量的数据，要完成复杂的绘图功能，那么首先考虑的是该平台要具有强大的数据处理能力和绘图能力，其次，在编程方面也要相对简单明了。考虑到这些因素，Excel 数据处理软件就成了最实用最简单的开发平台了。

Microsoft Excel 是 Office 系列软件中创建和维护电子表格的应用软件，是分析和描述信息的强大工具，是世界上第一个带有图形界面开发语言——Visual Basic for Application（简称 VBA）的表处理软件^[17]。它为用户提供了丰富的表制作工具和菜单程序命令，强大的函数功能和数据分析处理功能，以及漂亮美观的图表制作功能。特别是 EXCEL 可用 VBA 语言进行宏编程的特色，使它一经问世就被公认为功能最强、技术最先进、使用最方便的软件之一，并被广泛应用于办公管理、审计财务、统计分析、科学计算等很多领域^{[15][17]}。

VBA 语言是在 Visual Basic 语言的基础上发展起来的。它具有完整的程序语言基本结构，不仅能提高 Excel 的工作效率，拓展 Excel 的功能，还能对 Office 下的各种软件(比如 PROJECT, ACCESS, WORD, POWERPOINT 等)实行综合

控制。VBA 具有面向对象设计特性, 并采用模块化程序设计方式, 使各模块间相互独立, 而且各模块子程序也相互独立。这样可根据需要编制和修改代码对象, 便于分析复杂多变的实际问题, 易于软件的维护和功能的增减, 还可以重复使用、移植使用、继续使用, 以加快程序的开发。Excel 与 VBA 的自动结合, 曾被称为自动 OLE(对象链接嵌入自动识别), 是一种强大的自适应应用软件^[19]。

国内的相当一部分人使用 Office 都属于初级水平, 没有深入的发掘其潜在的功能。而在国外, Office 早已成为必不可少的办公软件。并且一些软件公司在其上进行二次开发, 生产应用软件。例如, Palisade 公司在 Excel 环境中开发出进行风险决策分析的@Risk 和 PrecisionTree 等软件。@Risk 是世界上广泛使用的风险分析工具。对于应用程序开发者、最终用户、公司客户和软件经销商来说, VBA 已经逐渐成为一种越来越重要的语言。但 VBA 不仅仅是一种软件语言, 它也是一种独特的创建专业的、面向商务的解决方案的方法^[17]。

作者正是利用了 Excel 强大的数据处理与绘图功能, 和 VB 面向对象的灵活编程风格, 以及 Windows API 编程强大的接口处理能力, 开发了拌和设备的数据处理系统。一方面弥补了现存处理系统的不足, 将以往没有被施工单位重视的拌和数据作了相应的可视化的处理, 从而成为施工企业控制混合料生产质量的一个重要的依据, 也成为监理单位监测沥青混合料生产质量的一个有力工具; 另一方面, 在程序不断完善的基础上, 也可以继续开发, 使软件集成化, 甚至可以作为拌和设备反馈控制系统的一部分, 从而更加完善拌和设备的控制系统。

§ 1.3 完成论文所做的工作和论文内容

通过作者在多条高速公路的实习调研, 明确了课题的意义, 对各种数据的处理方法进行了统计规划。实习过程中, 作者全面了解了路面施工的全过程, 掌握了大量的实验方法, 对拌和设备的结构、各部分工作原理以及存在的问题有了更加清晰的理解, 对施工质量的控制技术有了较为完整的掌握, 从而为完成论文打下了坚实的基础。

论文主要论述了拌和楼数据处理系统的开发。首先论证了路面施工的过程控制方法, 对完成论文打下了坚实的理论基础; 论述了拌和设备的分类, 结构和控

制系统，进一步说明本数据处理系统在工程施工中的作用和意义；然后对开发平台作了简单的介绍，对 Excel 和 VBA 的组合在进行二次开发过程中的实用价值作了全面的评价；最后，论述了系统开发的主要编程思想和关键技术，通过实例说明了使用方法，同时，将本数据处理系统由书面的资料提升到了工程实际应用中。并且指出了本系统的缺陷和不足，提出了今后的改进方案。

第二章 沥青混合料搅拌设备

§ 2.1 功用与分类

沥青混合料搅拌设备用于公路、城市道路、机场、码头、停车场、货场等工程中，是将不同粒径的骨料和填料按规定的比例掺和在一起，用沥青作结合料，在规定的温度下拌和成均匀混合料的专用机械^[9]。沥青混合料搅拌设备是沥青路面施工的关键设备之一，其性能直接影响沥青路面的质量。

沥青混合料搅拌设备可按生产能力、搬运方式、工艺流程等方法进行分类：按生产能力沥青混合料拌和设备可分为小型（生产率在 40t/h 以下）、中型（生产率为 40t/h~400t/h）和大型（生产率在 400t/h 以上）；按搬运方式，沥青混合料拌和设备可分为移动式（将设备装置在拖车上，可随施工地点转移，多用于公路工程）、半固定式（将设备装置在几个拖车上，在施工地点拼装，多用于公路施工）和固定式（设备作业地点固定，又称为沥青混合料加工工厂，适用于工程集中，城市道路施工）；按工艺流程，沥青混合料拌和设备可分为间歇式和连续式^{[6][7]}。间歇式搅拌设备是一种按照分批（Batch）称量、分批搅拌的方式进行生产的设备，所以也称为分批搅拌设备（Batch Mix Plant）。连续式搅拌设备是按连续计量、连续搅拌的工艺进行生产的设备，由于烘干和搅拌在一个滚筒内所以也称为滚筒式搅拌设备（Drum Mix Plant）^[1]。

§ 2.2 沥青拌和设备的工艺流程

不同机型的沥青混合料搅拌设备，其工艺流程也不尽相同。目前，国内外最常用的是间歇式强制搅拌和连续滚筒式沥青混合料搅拌设备。下面分别介绍这两种形式的搅拌设备。

§ 2.2.1 间歇强制式沥青混凝土搅拌设备

间歇强制式沥青混凝土搅拌设备总体结构如图 2-1 所示^[6]，这种搅拌设备的工艺流程如图 2-2 所示。

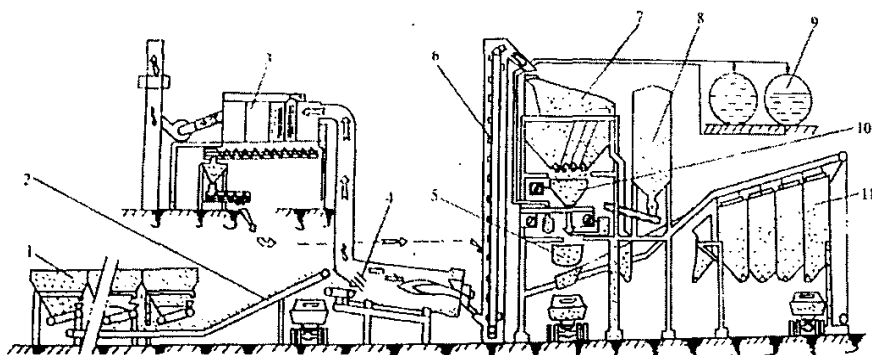


图 2-1 间歇式沥青混合料搅拌设备总体结构

- 1—冷骨料贮仓及给料器 2—带式输送机 3—除尘装置 4—冷骨料烘干筒 5—搅拌器
6—热骨料提升机 7—热骨料筛分及贮仓 8—石粉供给及计量装置 9—沥青供给系统
10—热骨料计量装置 11—成品料贮仓

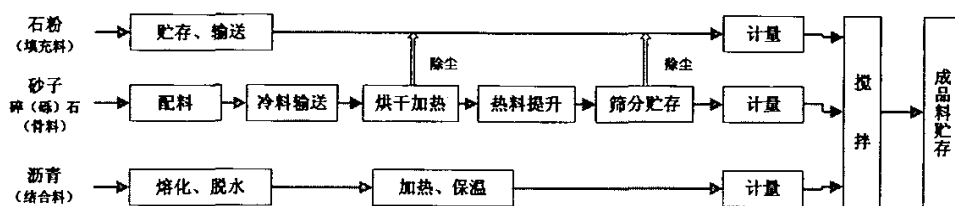


图 2-2 间歇式沥青混合料搅拌设备的工艺流程

间歇强制式搅拌设备采用二次计量，能保证矿料的级配、矿料与沥青的比例达到相当精确的程度，烘干筒采用逆流式，热效率高，所拌制出的沥青混合料质量好，可满足各种施工要求。因此，这种设备在国内外使用较为普遍。其缺点是工艺流程长、设备庞杂、建设投资大、耗能高、搬迁困难，存在等料时间，生产效率低，尤其是为使除尘效果符合环保要求，对除尘设施的要求较高。

§ 2.2.2 连续滚筒式沥青混凝土搅拌设备

连续式沥青混凝土搅拌设备总体结构如图 2-3 所示^[6]。这种搅拌设备的工艺流程如图 2-4 所示。

早期的连续式拌和设备的工艺流程中，冷骨料输送机转速、沥青的流量可通过控制系统自动调节，以使油石比精确。沥青混凝土混合料的制备在干燥筒内进行，即动态计量级配的冷骨料和石粉连续从干燥滚筒的前部进入，采用顺流加热方式烘干加热，然后在干燥搅拌筒的后段与动态计量连续喷洒的热态沥青，采取

跌落搅拌方式连续搅拌出沥青混凝土混合料。

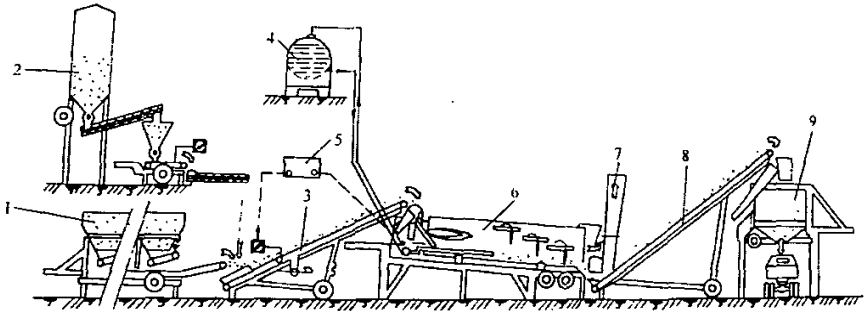


图 2-3 连续式沥青混合料搅拌设备总体结构

1—冷骨料贮仓及给料器 2—粉料供给装置 3—带式输送机 4—沥青供给装置 5—油石比控制仪
6—搅拌滚筒 7—除尘装置 8—成品料输送机 9—成品料贮仓

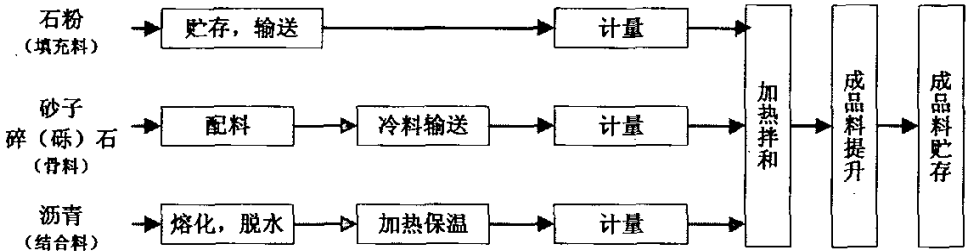


图 2-4 连续式沥青混合料搅拌设备的工艺流程

与间歇强制式搅拌设备相比，连续滚筒式搅拌设备的优点是：工艺较简单，设备的组成部分较简单，投资省，维修费用低，能耗少，且由于湿冷骨料在干燥搅拌筒内烘干，加热后即被沥青裹覆，使粉尘难以逸出，对空气污染少。其缺点是：级配不准确，骨料的加热采用热气顺着料流的方向进行，故热利用率低，拌制好的沥青混凝土混合料的含水量较大，且温度也较低（ $110\sim 140^{\circ}\text{C}$ ）^{[6][9]}。

早期的连续式拌和设备缺点明显，所以，国内的高等级公路施工中是禁止使用连续式拌和设备的。然而，经过多年的技术发展，连续式拌和设备技术已经今非昔比了。七十年代，连续式搅拌设备经历了一个在技术上做出重大改进的发展阶段。在这一阶段中不论在设备性能上还是在结构上都取得了一系列重要的技术进步。主要有以下几个方面：

（1）结构上的重大改进。结构上的第一重大改进是加长滚筒以增大加热空间。早期研制的滚筒其长度与直径之比约为 4:1，由于骨料的加热空间受到限制，排出废气的温度过高，降低了热量的有效利用。到了 70 年代中期，滚筒长度大体上

增长了 20%—25%，它与直径之比约为 4.5—5.1。这一措施不仅延长了骨料在干燥筒内逗留的时间而且还有助于增加拌和的时间，从而改善了拌和的均匀性；

结构上的第二个改进措施是搅拌叶片结构的改进，加密了叶片的布置，加深了叶片的宽度以及在侧面加上挡板等等，所有这些都是为了形成均匀而多层撒布的料帘。由于料帘的存在一方面使骨料与燃气获得了更多时间和空间的接触，从而改善了骨料与燃气之间的热交换，另一方面又阻止了火焰直接喷向沥青，改善了沥青的老化和蓝烟问题；

改进结构的第三个重大措施是将沥青喷管从燃烧器端伸入的早期结构改为从滚筒的后部伸入，并采用多孔喷射。这些措施一方面使沥青的喷射处于较低的温度区而有利于防止沥青的老化，同时也可使沥青的喷洒更为均匀而有助于改善混合料的拌和质量。图 2-5 是 70 年代中期烘干—拌和滚筒的典型结构。

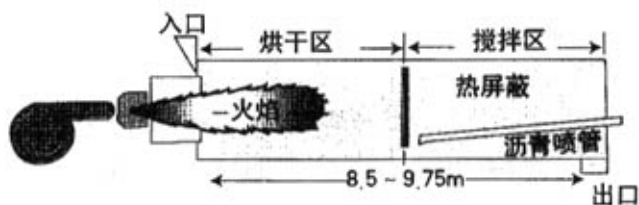


图 2-5 70 年代中期滚筒的典型结构

(2) 燃烧技术的改进。燃烧技术的改进首先表现在火焰形状的改变上。早期烘干筒使用的燃烧器着眼于火焰的直接传热，同时也为了避免滚筒外壳过热，所以火焰形状趋于瘦而长，火焰穿过料帘直接加热骨料。但是这种方式沿用至顺流式的滚筒搅拌设备上就会产生一些缺点：第一，当火焰穿过料帘时最先接触到的将是冷而湿的骨料，这会导致较低火焰的温度、减缓燃油的气化，引起燃烧不良，使油滴凝结在骨料上而造成排气冒黑烟；其次，火焰较长还会直接接触到沥青，从而引起沥青老化、蓝烟和废气过高等缺点。滚筒式搅拌设备在燃烧技术上的一个重要改进就是从传热学的观点上改变了依靠火焰直接传热的方式而改为主要依靠火焰的辐射传热和燃气与骨料间对流传热的方式。从这一观点出发，火焰就应该是短而粗的，以便燃料能得到充分气化和燃烧而产生强大的热量，并通过辐射和对流传热的方式来加温骨料。图 2-6 是两种火焰形状的比较。

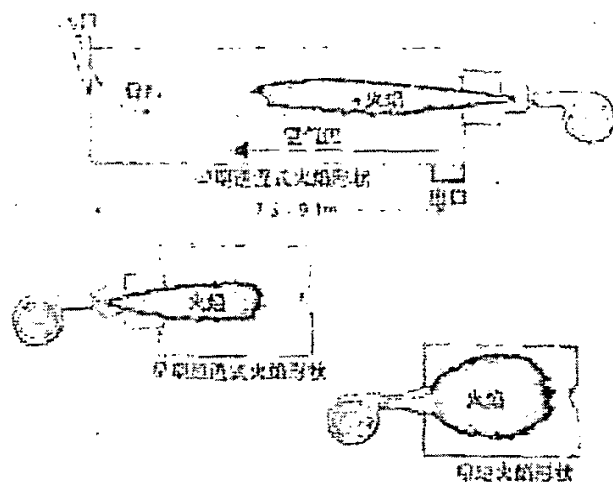


图 2-6 长而窄和短而粗的火焰形状

燃烧技术的另一改进是加大了二次风的风量和风压,这一措施改善了油气的燃烧条件,加强了燃气与料帘之间的对流传热。

燃烧技术的第三个重要改进是引入了喷油量和二次风的自动控制系统,这种控制系统能根据料温自动调节喷油量和为保证充分燃烧必需的空气量,这一措施不仅对节约燃油消耗有重要意义,而且将保证混合料的拌和温度保持在规定的误差范围内。

(3) 骨料与沥青计量—控制系统的改进

早期的滚筒是搅拌设备采用的是独立控制方式,骨料的流量与沥青的流量之间没有反馈联系,两者的流量是各自调节设定的。此种并列式系统虽然可以保证骨料和沥青供给系统的稳定运转,却难以反映砂石料流量随机性的变化,无法随时控制沥青的喷射量,因而很难获得高质量的混合料。

70 年代滚筒式搅拌设备技术进步的一项重要标志是引入了计算机自动控制系统。这种系统不仅可根据砂石料的供给量对沥青喷洒量进行比例控制,还可以对由于冷骨料含水量不同和沥青密度不同而引起的误差进行修正。此外通过延时处理还可以使沥青的瞬时喷洒量与滚筒内搅拌区砂石料的瞬时流量相匹配,从而保证更为准确的油石比控制^{[10][12][13][14]}。

90 年代,连续式搅拌设备又有新的飞跃,美国和欧洲的许多企业推出了带有革命性飞跃的新型沥青混合料搅拌设备,在众多方案中最有代表性的是:燃烧器伸入滚筒的方案和内外套筒式的双滚筒方案,如图 2-7 和 2-8 所示^{[11][12][13][14]}。

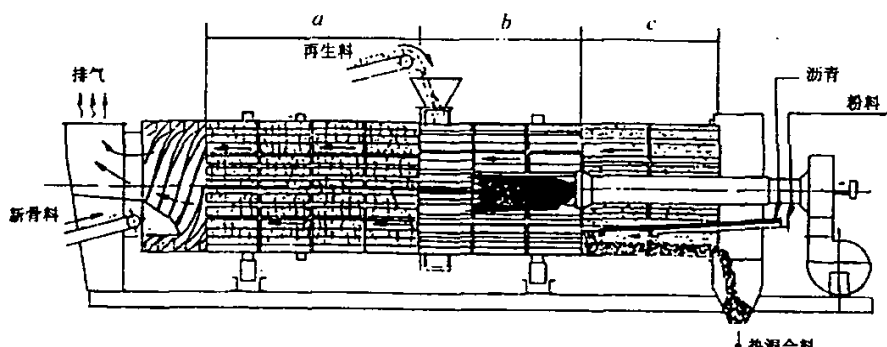


图 2-7 MARINI 公司逆流式滚筒搅拌设备

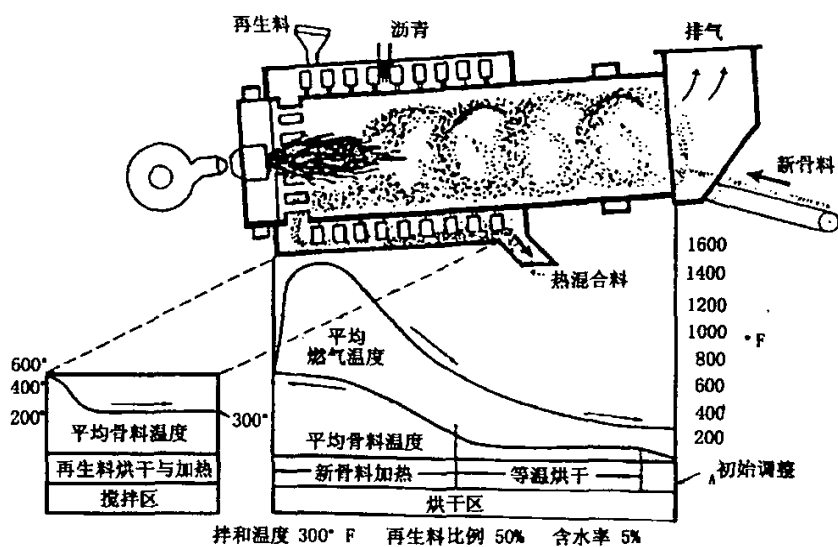


图 2-8 ASTEC 公司的双滚筒沥青搅拌设备

通过以上改进，连续式搅拌设备已经完全能够满足高等级公路施工的要求，由于连续式搅拌设备生产能力高，能耗少，所以在美国以及欧洲，连续式搅拌设备的使用率都达到了五成以上，美国更是高达 90%。因此，随着连续式搅拌设备的进一步发展，其在国内使用的比例会越来越大。

§ 2.3 沥青混凝土搅拌设备控制系统

控制系统是沥青混凝土搅拌设备的重要组成部分，用来控制整个搅拌设备的生产过程，并保证所生产的沥青混凝土混合料的质量符合规范要求^[9]。早期应用

于沥青混合料搅拌设备上的手动控制和仪表控制，随着对沥青混合料质量要求的提高已经不再适用。而伴随着电子技术、传感技术、信息处理技术的进步，以计算机为核心的自动控制系统成为沥青混合料搅拌设备的重要组成部分，它不仅减轻了操作人员的劳动强度、改善工作条件，更重要的是为提高沥青混合料搅拌设备的性能（如油石比精度，生产率等）提供了可靠保证。

计算机控制系统在沥青混合料搅拌设备中的功能包括：喷燃器点火、喷油量、加热温度控制及故障自动诊断；骨料、粉料及沥青的自动称量、搅拌、成品料提升的自动控制；油石比、生产率、总批次数、设定时间等参数的按需调整；搅拌设备各部分工作状态的屏幕显示；每锅成品料各种参数的存储、打印及管理等等。

§ 2.3.1 计算机控制系统的组成及功用

沥青混合料搅拌设备用计算机控制系统的一般组成，如图 3-5 所示^[9]。

1) 传感器。传感器的作用是，将被测的非电量参数换算成与之成比例的电量参数，如电流、电压等。沥青混合料搅拌设备上所用的传感器有称重传感器、温度传感器及火焰传感器等。

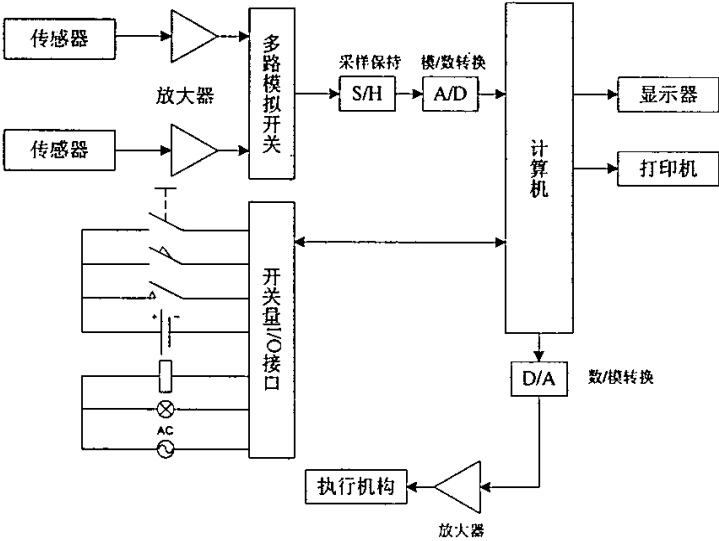


图 2-9 计算机控制系统组成

2) 放大器。各种传感器输出的信号一般较弱，通常为毫伏级，不能满足后续电路对信号幅度的要求。因此，必须由放大器将信号进行适当放大。信号被放大之前，一般要进行滤波处理，以去除有用信号中的干扰信号。

3) 多路模拟开关。在有多路模拟输入信号的情况下，为了共用一个采

样保持器和 A/D 转换器,需分时将多路模拟信号接通,即每次只接通一路信号进行数据采集。用来完成这一切换功能的器件称为多路模拟开关,它由 CPU 控制进行通道的切换。

4) 数/模和模/数转换。计算机所能加工处理的信息只能是数字量(Digit),而各种传感器输出的通常是连续变化的模拟量(Analog),因此,首先需要把模拟量转换成计算机能够接受的数字量,即进行 A/D 转换,才能控制诸如伺服电机等执行机构。

5) 采样保持器。由于 A/D 转换需要一定的时间,为了保持精度,在转换过程中必须使 A/D 转换器的输入电压,即瞬时采集的电压保持不变,因此需要采样保持器。

6) 开关量输入/输出(I/O)接口。来自选择开关、行程开关、接触器和各种继电器触点的输入信号,以及用以驱动接触器、电磁阀、指示灯等的输出信号都是开关量信号,其特点是只有通、断两个状态。CPU 通过 I/O 接口电路与外部的输入输出装置相联系,以便获取输入装置的状态及控制执行机构的动作。I/O 接口电路除了在 CPU 与外部输入输出装置间传递信号外,还具有电量转换、噪声隔离及信号驱动放大等作用。

§ 2.3.2 沥青混合料搅拌设备用计算机

目前,沥青混合料搅拌设备用计算机主要有三种类型,即单片机、可编程控制器和个人计算机^{[7][9]}。

1) 单片机。单片机(Single-Chip Microcomputer)是在一块芯片上集成了 CPU、RAM、ROM(或外接 EPROM)、计数器/定时器和多种输入/输出(I/O)电路。单片机体积小、价格便宜、功能强、使用灵活,是控制应用范围中较理想的微型计算机。

2) 可编程控制器。可编程控制器通常简称 PC(Programmable Controller)。为了与个人计算机相区别,有时也称为可编程序逻辑控制器,它是一种以微处理器或单片机为核心的新型工业控制装置。

PC 的硬件结构与一般微机控制系统相似,甚至与之无异。但与一般的微型计算机相比,具有编程方法简单、可靠性高、抗干扰能力强、通用性和适应性好等特点。

PC 的系列化和模块化, 硬件配置相当灵活, 可以组成能满足各种控制要求的控制系统。PC 不仅能实现对开关量的逻辑, 还具有数字运算、数据处理、运动控制、模拟量闭环控制以及联网通信等功能。因此 PC 被广泛应用于在沥青搅拌设备的控制系统中。

3) 个人计算机。个人计算机即俗称的 PC 机 (Personal Computer)。它是将 CPU、存储器及 I/O 电路等焊接在多块印制电路板上, 通过插座互相连接。个人计算机用于过程控制时, 需要附加专用的 I/O 接口电路。

§ 2.4 搅拌设备各系统对搅拌设备性能的影响

在影响路面施工质量的各种因素中, 混合料的质量是至关重要的, 往往由于混合料质量方面的原因造成以下路面病害:

- 1) 由于沥青含量的均匀性差或材料严重离析, 造成局部孔隙率过高;
- 2) 沥青含量偏低引起疲劳裂缝, 降低路面抗疲劳性能及松散、坑洞等病害。

以上这些问题严重影响了路面的使用性能。我们必须从原材料的管理、搅拌设备的正确使用、混合料的装卸运输和成品料的质量检验等诸多方面对沥青混合料生产的各个环节进行科学的管理和严格控制。限于篇幅, 本文仅考虑搅拌设备各系统的性能对混合料生产质量的影响。

§ 2.4.1 评价热沥青混合料搅拌设备性能的技术经济指标

沥青混合料搅拌设备是一种除了生产效率外对于它的作业质量有着特殊要求, 而在它的生产过程中又要消耗大量的能源、污染周围环境的路面机械, 根据这些特点它的性能可以从以下四个方面进行评价:

搅拌设备的生产能力指标;

成品料的生产质量指标;

能力消耗指标;

环保质量指标^[1]。

§ 2.4.1.1 间歇式沥青搅拌设备的标定生产能力

由于搅拌设备的生产能力可能随多因素的影响而变化, 为了客观地评价一台

沥青搅拌设备地生产能力就必须给出一个具有可比性地生产能力指标,同时说明它的工作条件。这一指标称为设备的标定生产能力,与之相应的工作条件称为设备的标定条件。对于一台已确定了的搅拌设备来说,标定条件实际上包括了材料、工况以及对混合料的质量要求等三方面的约束条件。规定标定条件的原则,一是要具有典型性,二是要能生产出合格的成品料。它通常是按能保证成品料基本质量要求和中等水平的工况与材料条件来规定的^[1]。归纳如下:

工况条件:

大气温度或供给集料温度	15℃或 20℃
供给集料平均含水率	5%
热集料出料温度	160℃
热集料残余含水率	0.1%

材料条件:

集料最大粒径	≤20mm
集料容重	1600kg/m ³
细料比例	≤40%
矿粉含量	4~8%
沥青含量	5~7%

§ 2.4.1.2 成品料的生产质量要求

在标定生产能力的条件下成品料的生产质量通常应符合以下指标:

沥青含量偏差	≤±0.3%
矿粉含量偏差	≤±1%

集料级配偏差:

0.075mm<粒径≤2.36mm	≤±6%
粒径≥4.75mm	≤±7%
混合料温度	150~160℃±5℃
混合料残余含水率	≤0.1%

§ 2.4.1.3 热沥青混合料搅拌设备的燃油消耗指标

沥青搅拌设备的燃油消耗指标主要是指干燥烘干和加热骨料所消耗的燃油,现代沥青搅拌设备在标定条件下采用热值为 10330kcal/kg 的柴油^[1],每吨成品

料的油耗指标为：

燃油消耗率	7~8.5L/t
-------	----------

§ 2.4.1.4 热沥青混合料生产过程的环保指标

自 20 世纪 70 年代以来发达国家的粉尘和烟度排放标准日益提高，现代沥青搅拌设备的环保指标通常为：

烟度排放	林格曼 I 级
粉尘排放	$\leq 20\text{mg}/\text{Nm}^3$
控制室噪音	$\leq 70\text{dB}$

§ 2.4.2 搅拌设备各系统对搅拌设备性能的影响

热沥青混合料搅拌设备是由多台设备共同组成的联合机组，整个机组的性能一方面取决于每台组成设备的性能，另一方面也取决于它们之间协同工作的结果。搅拌设备各系统对搅拌设备上述四方面技术经济指标的影响程度是不同的。应该说对于设备的生产能力与燃油消耗影响最大的是设备的干燥筒和搅拌器的性能以及它们之间的匹配关系。对于环保指标影响最大的是设备的除尘系统。就对成品料生产质量的影响而言，对成品料烘干质量影响最大的是干燥筒和温度控制系统的性能，对成品料贮存质量影响最大则是成品料仓和成品料输送系统的性能。对于混合料的组成及其均匀性质量的影响主要取决于以下四个方面的因素：

- 1) 各冷料仓的给料系统能否保持一稳定不变的流量；
- 2) 热料筛分系统能否将热集料按规定的粒径段正确地分离出来；
- 3) 集料、矿粉、沥青的计量控制系统能否按要求的配比将规定重量的原材料送入搅拌缸；
- 4) 搅拌器能否将每批原材料充分拌和形成均匀的混合料^{[1][3]}。

因此，对影响成品料配合比正确性和均匀性原因的分析也主要涉及搅拌设备的冷料供给、热料筛分、计量控制、搅拌等四个系统。

§ 2.4.2.1 冷集料供给系统

冷骨料供给系统由带有闸门的砂石料斗、给料器和输送机等组成。一般可根据需要设置 3—7 个料斗；料斗并列装在同一框架上，框架可装在固定立柱上；具有一定容积的料斗用来储存砂石料，物料由闸门卸出。给料器是用来对冷骨料进行计量并按工程要求进行级配；输送机是用来将级配后的冷骨料输送至干燥滚

筒。

给料器可根据结构形式和工作原理分为往复滑板式、电磁震动式、皮带式和圆盘式等几种。

① 往复滑板式给料器

往复滑板式给料器由料斗、滑板、导架和曲柄连杆机构等组成。

料斗中的骨料通过可调的扇形闸门卸到滑板上，振动电机的激振力有利于骨料的卸出并避免产生料阻现象。扇形闸门由电动机通过伺服机构来调整开启的大小，开启量可由标盘上的指针显示。滑板支承在数个滚轮上，通过电动机和减速器、曲柄连杆机构带动导杆，导杆驱使滑板做往复运动。利用调整扇形闸门的开启量、滑板往复运动行程的大小和往复次数，即可调整骨料的供给量，如图 2-10 [6]。

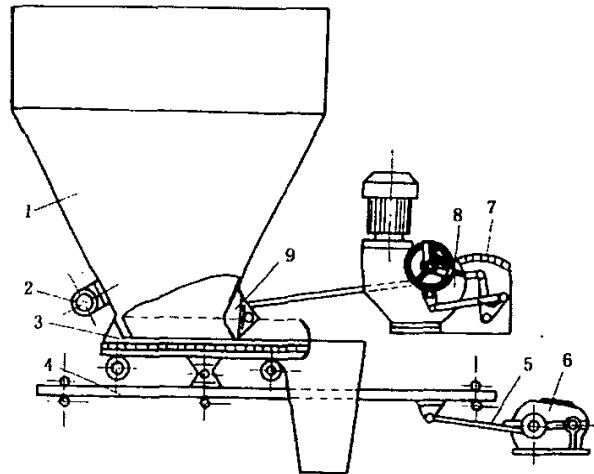


图 2-10 往复滑板式给料器

1- 料斗；2-振动电机；3-滑板；4-导杆；5-曲柄连杆机构；
6-减速器；7-标盘；8-伺服机构；9-扇形闸门

② 电磁振动式给料器

电磁振动式给料器由卸料槽、电磁振动器等组成。在料斗下部弹性地悬挂着有一定倾斜角度的卸料槽，在卸料槽上装置有电磁振动器，利用电磁振动器高频振动中所产生的激振力使卸料槽左右运动，将骨料均匀卸出。给料量的大小，可通过改变电磁振动器的振幅及料斗闸门的开度来调整 [6]，如图 2-11。

③ 带式给料器

带式给料器依靠位于料斗下部的带式输送机运转将骨料送出。其送出料量的

大小，可通过改变带式输送机的电机转速或料斗闸门的开度调整，如图 2-12。

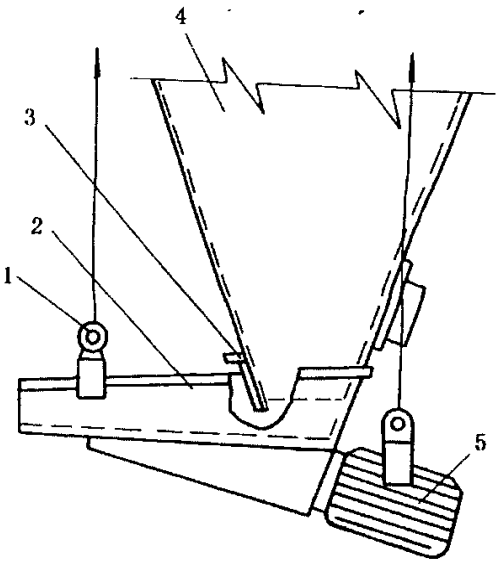


图 2-11 电磁振动式给料器

1- 吊环；2-卸料槽；3-料斗闸门；4-料斗；5-电磁振动器

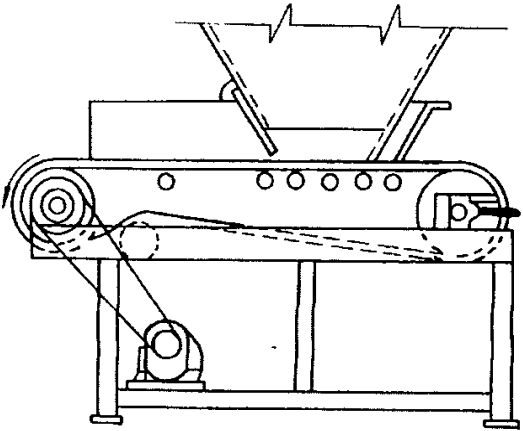


图 2-12 带式给料器简图

④ 板式给料器

板式给料器的工作原理与带式给料器相同，只是把皮带换成装在链条上的链板，把滚筒换成链轮。工作中靠链轮的运动将骨料送出。板式给料器工作稳定，不存在带式给料器因皮带打滑而影响给料量的情况，只要各种骨料的粒径和含水量符合规定要求，通过板式给料器进行骨料级配计量可以达到高的级配精度。故板式给料器多用在连续滚筒式搅拌设备中^[6]。

冷骨料输送机由集料皮带机和倾斜皮带输送机（或多斗提升机）组成。各给料器送出的骨料由集料皮带机送出，再由皮带输送机或多斗提升机将冷骨料送入干燥筒内。

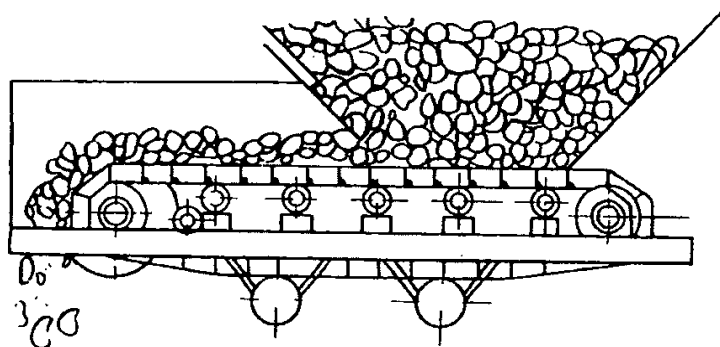


图 2-13 板式给料器简图

为了保证冷骨料的级配精度及骨料和沥青的油石比精度，一般带式或板式给料器由直流调速电机驱动，通过直流电机调速控制系统的控制，以保证所要求的级配比^[6]。

冷集料流量的稳定性主要取决于：

- 1) 给料皮带调速电机和速度控制系统的性能；
- 2) 冷料仓下料流畅、防止起拱的性能^[1]。

§ 2.4.2.2 热料筛分系统

热料筛分系统的功用是将热骨料提升机输送来的骨料按粒径大小进行分级，以便在搅拌之前进行精确的计量与级配。

筛分装置主要有滚筒筛和振动筛两种形式。由于滚筒筛的筛分效率和生产效率低，故在搅拌设备中已很少使用。振动筛按其结构和作用原理可分为单轴振动筛、双轴振动筛和共振筛几种形式。

振动筛内有几个不同规格的筛网，筛网有编织、整体冲孔和条状等型式。第一道筛网为粗筛网，将超规格的集料弃除掉，其他筛网孔孔径由上至下逐层减小，最底层为砂筛网，如图 2-14 所示^{[8][9]}。

热料筛分过程中导致集料级配变化的主要原因是：

- 1) 由于筛分效率过低、筛网堵塞、筛网破损等原因而导致在某一规格段的热料仓中混有其他非该粒径段的热集料（混仓）；

2) 由于筛分过程中,总是粒径小于筛孔尺寸较多的集料先通过筛孔,从而导致热料仓中的材料离析。

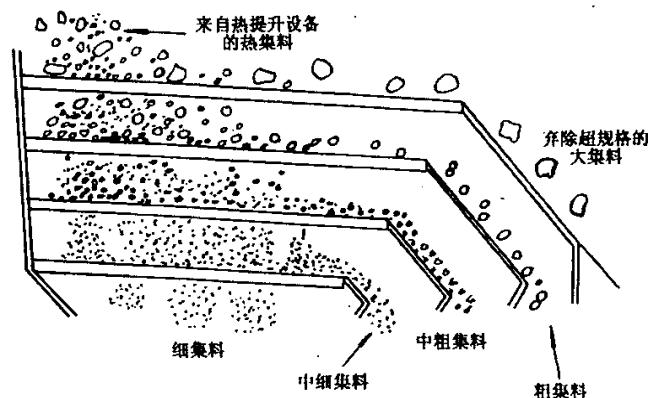


图 2-14 筛分过程示意图

§ 2.4.2.3 计量控制系统

导致计量控制系统产生误差的原因主要有以下两方面：

- 1) 秤的计量误差；
- 2) 计量控制系统的控制误差。

现代热沥青混合料搅拌设备的称量装置大都采用的是二级精度的电子秤,在正确标定的条件下,秤的计量误差是很小的。控制误差则是在动态计量控制过程中产生的,它的数值要比秤的计量误差大得多(一般要大一个数量级)是造成成品料组成比例不正确和不均匀的主要原因之一^{[1][3]}。

在间歇式搅拌设备中集料的计量是依靠集料秤的称量信号通过关闭热料仓斗门的方式来控制进入计量斗的集料数量,那么就会产生以下误差:

- 1) 秤的读数受到集料下落冲击的影响,其中不仅有集料的静重,而且还有一部分是集料下落动能转化而来的;
- 2) 当控制系统发出关闭进入计量斗的斗门时还有一部分悬在空中的飞料没有进入计量斗^[1]。

对于前一种误差的解决办法是延迟读数法,也就是要确认计算机采集的信号是计量秤的读数已经稳定后的信号;对于后一种误差,飞料的质量靠估计来给出一补偿值,并依靠不断修正这一补偿来使控制值与设定值的误差保持在一可接受的范围内,这种补偿飞料的方法被称为落差补偿。

§ 2.4.2.4 搅拌系统

对于一个给定的搅拌器来说影响拌和均匀性的主要有两方面的因素，一是每批加入搅拌缸的混合料数量，二是搅拌时间。这两者是有关联的，显然加入材料的数量越多，要达到搅拌均匀所需的拌和时间就越多。间歇式搅拌设备材料体积在搅拌器内所占活动区的百分比不同，应具有不同的拌和时间。活动区是指搅拌器的搅拌区域减去搅拌轴、桨叶和桨臂后的体积，如图 2-15 所示。如果材料堆积过满，最上面的材料得不到充分拌和；如果材料太少，搅拌器效率太低。搅拌器中材料的多少用充盈率来表示。充盈率按下式计算：

$$\eta = \frac{m}{\rho V} \times 100\%$$

式中： η ——充盈率，%； m ——热集料质量，t；
 ρ ——材料平均密度，一般 1.6t/m^3 ；
 V ——活动区净体积， m^3 。

然而，不管是过大的充盈率还是过小的充盈率对拌和的均匀性都是不利的，因为只有很少的一部分材料在参与拌和过程，如图 2-15 所示^{[1][3]}。正常情况下充盈率应在 45~65% 的范围内。

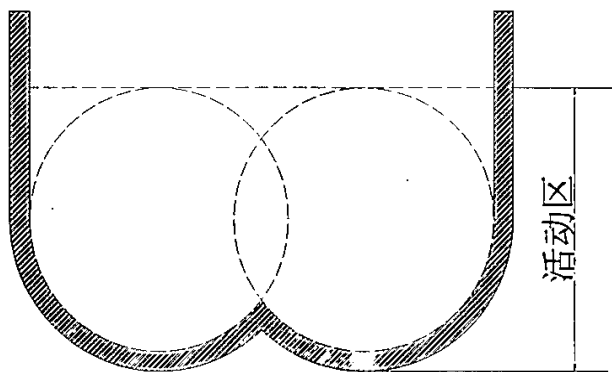


图 2-15 搅拌器活动区示意图

搅拌时间直接决定了材料在搅拌缸内受各种搅拌作用的持续时间，是影响搅拌质量和生产率的决定性因素。缩短搅拌时间会增加搅拌缸的产量，但会恶化混合料的拌和均匀性，同时，过短的搅拌时间也不利于沥青膜与矿料表面的吸附作用；增长搅拌时间可改善拌和的均匀性，但会降低生产率，而过长的搅拌时间将导致沥青的老化，并增加集料二次破碎的机率^{[1][3]}。因此选择搅拌时间的原则应

该是在保证混合料拌和均匀的前提下以最短的搅拌时间来完成搅拌作业。图 2-16 显示了沥青针入度随拌和时间的增加而降低的情况，图 2-17 显示了在相同充盈率下搅拌时间对拌和均匀性的影响^[3]。由于充盈率与搅拌时间对拌和均匀性的影响是有关联性的，所以搅拌时间应根据不同设备所规定的不同充盈率来确定。图 3-9 显示了不同充盈率和不同搅拌时间对拌和均匀性的影响，从图中可见，当搅拌时间只有 25s 但充盈率为 45%时，它的拌和均匀性比搅拌时间为 41s 而充盈率为 62%的场合甚至还稍好一些。

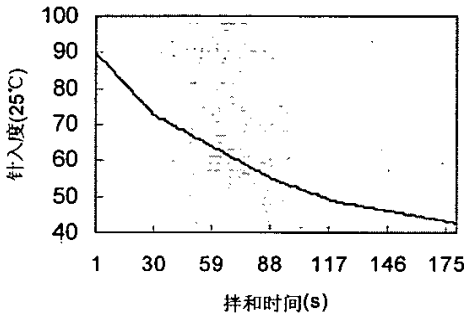


图 2-16 拌和时间对沥青针入度的影响

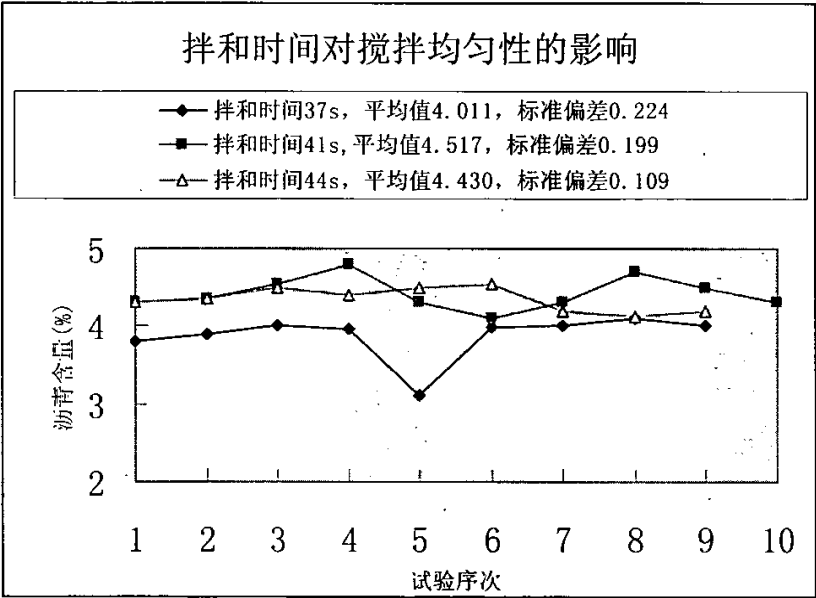


图 2-17 拌和时间对搅拌均匀性的影响

§ 2.4.3 热沥青混合料生产质量的过程控制

现代热沥青混合料搅拌设备是一种自动化程度很高的生产设备，其生产过程

的许多重要参数都配备在线监测的传感装置和信号采集系统，整个设备的生产过程都是由计算机来控制，这就为实现热沥青混合料生产过程的实时控制提供了可能^{[1][2]}。2005 年 1 月起实施的新的公路沥青施工技术规范明确提出了对热沥青混合料生产过程实行过程控制和总量控制的要求，实行动态质量管理。所谓过程

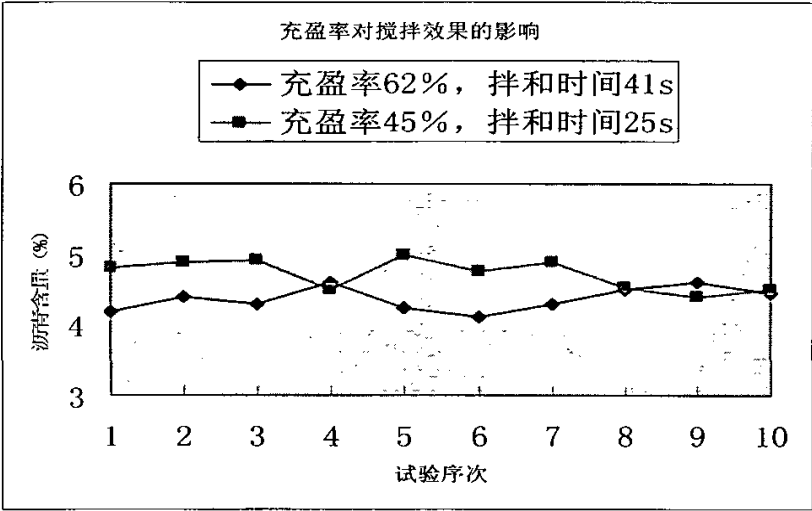


图 2-9 充盈率对搅拌效果的影响

控制，首先是工艺控制，即所采用的施工工艺不至于产生不合格工程。在过程控制实施方面，可采用连续不间断的材料检验，沥青拌和厂的计算机管理和总量控制，施工过程中的自动压实度和无破损检测等。集中到沥青混合料拌和质量的检查要求，新规范规定的基本内容包括：

- (1) 逐锅记录各热料仓的集料、矿料、沥青以及混合料总量的称量数据；
- (2) 根据这些数据和各热料仓采样分析的筛分曲线，逐锅计算矿料的级配、矿粉的含量和沥青的含量（或油石比），并与设定的控制值进行比较，实时评定其是否超差；
- (3) 实时监测和采集烘干筒出料口的热集料、热料仓（细料仓）中的热集料以及成品料的温度，并与设定的温度控制值进行比较是否符合要求；
- (4) 按一个工作日（或台班）作为一个计算周期，但该段时间内的样本总体进行统计分析（总量检验），计算上述各项指标的平均值、标准差和变异系数^[1]
^[2]。

由于过程控制所依据的各项数据是由搅拌设备的计量—控制系统提供的，因此实施混合料生产质量的过程控制前，必须严格地标定计量—控制系统，以便确

信各计量秤的精度是否符合二级称重装置精度要求, 以及控制系统采集的各称量值是否是在称量信号已经足够稳定后采集的。

第三章 施工质量动态管理方法

§ 3.1 施工过程动态管理的必要性

纵观我国的工程质量管理体制、方法，包括监理制度在内，除了目测凭经验判断及注意施工工艺外，材料可以在选料、生产进场之前或开工时对其质量进行试验，将不合格的材料拒之门外，绝大部分都是对产品进行事后“质量检查”，还不能说是过程中进行“质量控制”。施工一开始，由于材料的变异性，连材料质量也不能做到在线控制了。每天抽检的项目都是在事后得到结果，即使知道不合格，也已经用到工程上了，有时连用在什么部位都搞不清楚，想返工都不可能。在拌和厂，沥青混合料的质量采用取样抽提、筛分或者马歇尔试验，现场铺筑的路面已经向前推进了一大截。也就是说，这些试验结果仅仅起到一个记录和事后反省的作用^[2]。要改变现状，就必须提供一种可以实时在线检测工程质量的手段。

沥青路面施工过程中的动态质量管理，国外工业发达国家早在 20 多年前就相当普及，实践证明，为施工质量管理起到了很好的作用。它主要通过对施工过程中的各种数据进行统计分析获得一系列代表这一生产过程的概率统计特征值，然后将这些统计分析结果随施工进度而变化的情况以图表的形式显示出来。通过这些概率统计特征值的变化可以帮助技术人员判断沥青路面的整个生产过程是否正常，如出现异常情况可帮助人们分析问题的原因及如何改正，提供改正的思路，还可以通过这些统计分析数据的变化趋势预测施工过程是否有偏离正常工艺过程的倾向，以便及时纠正^[2]。

§ 3.2 施工过程动态管理的可行性

施工过程动态质量管理方法通过数理统计方法计算样本均值、标准差、变异系数等，过程中要处理大量的数据，并且需要绘制大量的图表来直观地说明问题。这会带来两方面的问题。一是数据的采集，如何连续的采集数据，以便得到各种统计数值；而是计算的复杂性，如果全部都用人工计算，显然是不可能的。然而，

随着施工技术的进步，现阶段的许多施工机械都已经配备了数据连续采集系统，尤其是混合料生产过程中，拌和楼的数据都要求连续地采集和打印，这就为施工过程中动态管理方法提供了大量的数据来源；而且随着计算机技术日新月异的发展，处理大量的数据已经不再是一个问题，这也为动态管理方法提供了技术上的手段。

沥青路面施工过程中的动态质量管理方法监测的数据就现阶段而言主要集中在沥青混合料的生产过程中，主要监测的参数可以是沥青、粉料的含量、某筛孔的通过率、成品料的温度、搅拌设备生产过程总量控制的数据等等影响混合料生产质量的参数^[2]。当然，动态质量管理方法也可以用于摊铺和碾压的过程控制，例如摊铺层的厚度、高程、碾压后的现场密实度、空隙率的监控等等。

§ 3.3 施工动态管理方法常用图表处理

动态质量管理方法最常用的图表处理方法有以下几种：

个值控制图

平均值和标准差控制图

移位平均、极差控制图

频数分布直方图

§ 3.3.1 个值控制图

个值控制图是将一组试样的每个试验数据（原始数据），单个地标在横坐标为试验序次的图表上，在控制图上一一般标有控制目标值、控制的上限和下限以及这一组试样的平均值。对于每一个考察的试验总体（例如以一天生产为一个考察总体）可以绘制一张控制图，也可以按每组试样为一个单元（例如一天的数据）连续地绘制下去。

个值控制图主要用来直观的判断生产过程是否正常，如果有异常是属于个别点超出来控制范围，抑或整个生产过程偏离了正常的工艺，是由于系统性的因素还是随机性的因素的失控导致的异常等等。个值控制图虽然简单，但十分明了有用^[1]。例如对沥青混合料或沥青路面来说，离析是产生局部破坏的重要原因。如何发现离析，采取措施提高混合料的均匀性是防止沥青路面早期损害的重要手段

之一。通过个值控制图可以帮助我们寻找产生离析的原因。举例来说，沥青混合料进行抽提筛分会发现每天的油石比有波动，但是什么原因造成的呢？我们可以从矿料级配中影响油石比的关键性筛孔（一般是 2.36mm）与油石比变化的关系

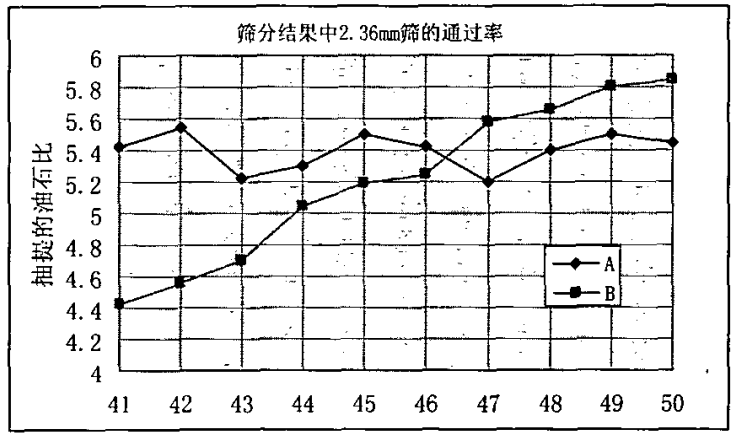


图 3-1 关键性筛孔 2.36mm 筛的通过率

得出判断。以抽提筛分的 2.36mm 通过率作为横坐标，以油石比作为纵坐标。将一个时期的试验结果绘成图 3-1，该混合料设计油石比为 5.4%，图中 A 的油石比波动在 5.2%~5.6% 范围内，似乎每天油石比控制得很好，误差远小于 $\pm 0.3\%$ ，但它与细集料含量关系不明显，尽管细集料通过率从 42% 波动到 50%，而油石比变化不大，充分说明油石比的波动发生在沥青混合料的拌和以前，它可能是原材料的规格和自身的级配变化、装载车取样不均、冷料仓的供料等原因造成。每拌和一盘沥青数量变化不大，而集料级配变化大，就成为这样的结果。这样的混合料铺筑在路上将会使细集料少的部位显得油多，相反细集料多的部位沥青偏少，造成局部泛油或者松散和渗水严重。而图中折线 B 则可能是拌和以后造成的离析，因为在混合料中，细集料的表面积大，细集料含量高的混合料油石比肯定会大，说明图的情况是符合规律的。如果这种情况是在拌和机或运料车取样的抽提试验结果，这中波动很可能是取样缺乏代表性；如果这些数据是在摊铺现场不同位置取样的试验结果，那就说明混合料的拌和、运输、摊铺造成不均匀的结果，也是典型的离析^[2]。

§ 3.3.2 平均值和方差控制图

个值控制图的一个缺陷是对个别数据的超差往往难于判断是否是工艺过程出现了问题，还是只是偶然的、个别的、暂时的因素引起的。此时用统计特征值作的控制图就更能说明问题，平均值和标准差控制图就是最常用的一种。平均值

标准差是将从每一个试验总体中抽取的样本经统计处理后得到的对总体平均值和标准差的估计值绘制的图表。

§ 3. 3. 3 移位平均、极差控制图

移位平均控制图是根据对若干个试验总体的样本的平均值进行移位平均计算后得出的移位平均值绘制的图表。移位平均控制图主要是用来监控和预测混合料生产过程的长期稳定性的^[1]。所谓移位极差，就是将一系列的试验数据按顺序分成若干相邻试验数据组成的数据组，取每个数据组的最大值与最小值之差作为极差，然后每次移动一步再求极差，这样就可获得一系列的移位极差数据，最常用的是相邻两个数值的移动。以某工程 1 个月的油石比抽提数据为例，试验结果如表 3-1 所示，以前 3 天检测结果的平均值及前 3 天检测结果的极差绘制移位平均控制图和极差控制图^[5]。

表 3-1 油石比逐日试验结果记录

检测次数（日 期）	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
当天检测结 果（3 次抽提 的平均值）	6.30	5.80	5.73	6.00	6.20	5.80	5.75	6.00	6.20	5.90	6.10	5.90	6.20	5.70	5.80
前 3 天的平均 值			5.94	5.84	5.98	6.00	5.92	5.85	5.98	6.03	6.07	5.97	6.07	5.93	5.90
前 3 天平均值 的极差			0.57	0.27	0.47	0.40	0.45	0.25	0.45	0.30	0.30	0.20	0.30	0.50	0.50
检测次数（日 期）	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
当天检测结 果（3 次抽提 的平均值）	6.26	6.00	5.75	6.20	6.00	6.20	5.80	5.90	6.10	5.90	6.15	6.18	6.00	5.75	6.10
前 3 天的平均 值	5.75	5.80	6.00	5.98	5.98	6.13	6.00	5.97	5.93	5.97	6.05	6.08	6.11	5.98	5.95
前 3 天平均值 的极差	0.10	0.00	0.51	0.45	0.45	0.20	0.40	0.40	0.30	0.20	0.25	0.28	0.18	0.43	0.35

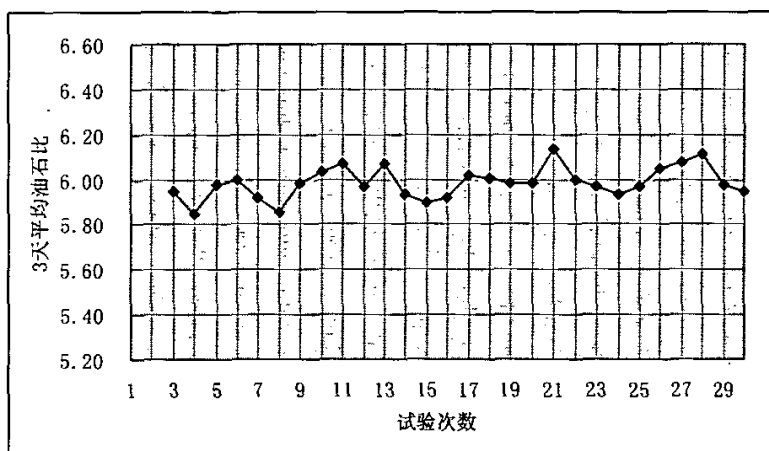


图 3-2 移位平均控制图

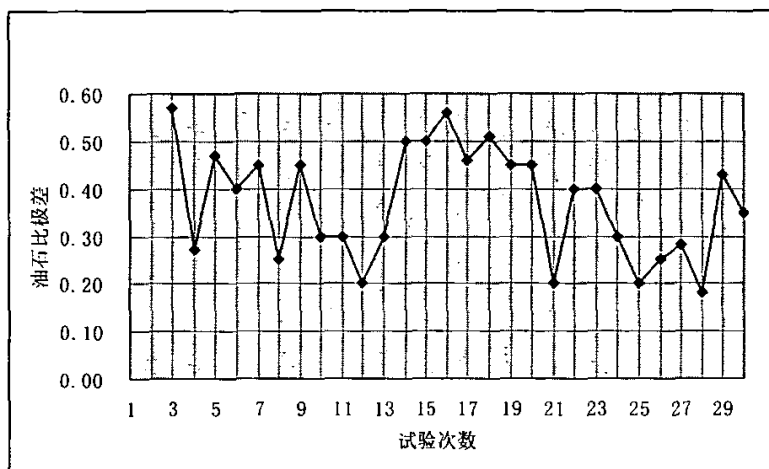


图 3-3 移位极差控制图

§ 3.3.4 频数分布直方图^[5]

频数分布直方图是整理计量值数据、找出数据分布中心和散布规律的一个十分有效的方法。直方图的做法：

- (1) 搜集数据。一般取 100 个左右，找出其最大值 $X_{\max}$ 和 $X_{\min}$ ；
- (2) 计算极差 R 。极差值是全体数据中的最大值与最小值之差，即： $R=X_{\max}-X_{\min}$ ；
- (3) 确定组距和分组数。组距大小应根据测量数据的要求精度而定，组数应根据搜集数据总数的多少而定。当搜集的数据总数为 50~100 个时，可分成 10~20 组，一般取 10 组为宜；当搜集的数据总数为 20~50 时，可分成 5~10 组。组数用字母 k 表示，组距用 h 表示。通常是先定组数，后定组距，计算公式为：

h=R/k

(4) 决定分组区间值。将全体数据分组后，每个分组区间的数值都应该是连续的，不能有间断现象，即上一级的终点值，必须是下一组的起点值，组与组之间的数值不能间断。为避免数据刚好落在组界上，组界值的数据要比原数据精度高一级，第一组的上下界可按下式计算：

第一区间下界值=X_{min}-h/2

第一区间上界值=X_{min}+h/2

(5) 制表并统计频数。分组区间确定之后，就可以绘制频数分布统计表；

(6) 画频数分布直方图。频数分布直方图是一张坐标图，横坐标表示分组区间的划分，纵坐标表示各分组区间的发生频数。

如表 3-2 所示为某工程公司混凝土强度实测数据，其中 X_{max}=49MPa，X_{min}=34MPa，极差 R=49-34=15MPa，组距定为 7，组数 h=15/7=2.1，第一区间下界值=X_{min}-h/2=34-2.1/2=32.95，第一区间上界值=X_{min}+h/2=34+2.1/2=35.05，分组区间值确定之后，就可以绘制频数分布统计表，如表 3-3 所示。

表 3-2 某工程公司混凝土强度实测数据表

顺序	抗压强度数据 (Mp)					X _{max}	X _{min}
1	41.2	41.5	35.5	37.5	37.2	41.5	35.5
2	40	40.9	39.6	40.6	41.7	41.7	39.6
3	40.7	47.1	42.8	42.1	38.7	47.1	38.7
4	41.4	47.3	49	43.5	41.7	49	41.4
5	39.5	47.5	43.8	44.1	36.1	47.5	36.1
6	40.7	38	34	43.9	44.5	44.5	34
7	35.2	45.9	41	38.9	41.5	45.9	35.2

表 3-3 分组区间统计频数

序号	分组区间界限值		频数	频率
1	32.95	35.05	1	0.029
2	35.05	37.15	3	0.086
3	37.15	39.25	5	0.143
4	39.25	41.35	9	0.256
5	41.35	43.45	7	0.2
6	43.45	45.55	5	0.143
7	45.55	47.65	4	0.114
8	47.65	49.75	1	0.029
	合计		35	1

从频数分布统计表上已经可以看出全体数据的分布情况,但为进一步了解产品质量情况,还要画出频数分布直方图。如图 3-4 所示。

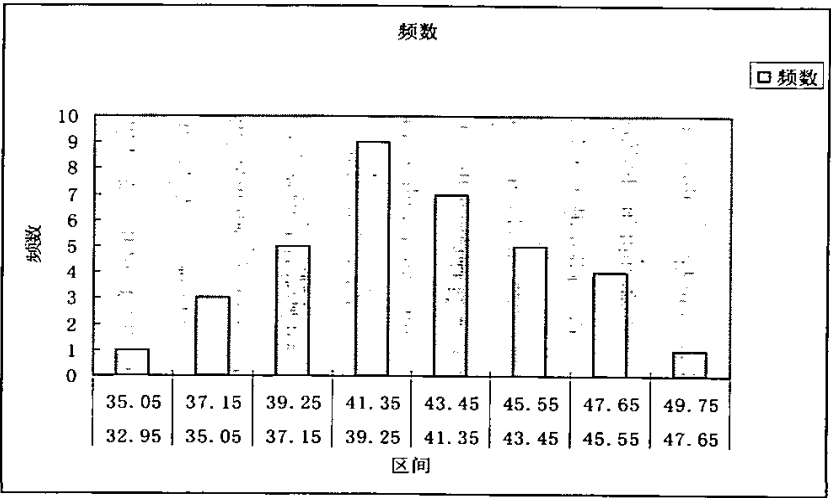


图 3-4 混凝土强度频数直方图

频数直方图在质量管理中主要有以下几个方面的用途:

1. 利用频数分布直方图可以计算出两个统计特征数,即平均值和子样标准偏差。

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}, S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

2. 判断质量分布状态

利用频数分布直方图可以分析判断施工过程中工程质量的实际分布状态。当作完频数分布直方图,首先要认真观察一下频数分布状态,看看分布状态是否正常。工程质量凡属于正常分布时,表现出来的柱状分布图形应基本呈现正态分布,也就是一个近似左右对称的山峰形。当出现非正态分布图形时,质量管理人员一定要作进一步分析和判断,找出非正态分布的原因,采取相应措施加以迅速纠正。

在质量控制指标中,有几种不同性质的指标,一种是有一个目标值,如设计孔隙率、油石比等,同时有一个被允许波动的范围;有一种是单边规定只要符合最大值或最小值要求,如压实度、稳定度等;还有一种是只有一个范围,并没有目标值,如马歇尔流值。这些不同的情况在绘制管理图时都会有所不同。

第四章 Excel VBA 和应用程序编程接口

§ 4.1 Excel 和 VBA

§ 4.1.1 关于 Excel 和 VBA

Microsoft Excel 不仅仅是一个被广泛应用的电子表格软件, Excel 除了具有一般电子表格软件的数据处理、统计分析、图表功能外, 其最大的特点是集成了 VBA 环境^[17]。从 Office 97 开始, 微软为所有的 Office 组件引入了统一的应用程序自动化语言——Visual Basic For Application(VBA), 并提供了 VBA 的 IDE 环境。作为非常流行的应用程序开发语言 Visual Basic 的子集, VBA 具有 VB 语言的大多数特征和易用性, 它最大特点就是 Excel 作为开发平台来开发应用程序^[18], 可以应用 Excel 的所有现有功能, 例如其数据处理、图表绘制、数据库连接、内置函数等等。

VBA 作为 Visual Basic 的应用程序的版本, 与 Visual Basic 的区别包括如下几个方面:

1) Visual Basic 用于创建 Windows 应用程序, 其代码最终被编译为可执行程序; 而 VBA 是用于使已有的应用程序自动化, 始终为解释执行;

2) Visual Basic 具有自己的开发环境, 而 VBA 必须“寄生于”已有的应用程序, 例如 Office, 或者其他应用程序;

3) Visual Basic 开发出的应用程序编译后可脱离 VB 环境执行, 但执行 VBA 应用程序要求用户访问相应的被“寄生的”应用程序, 例如 Excel 下开发的 VBA 程序, 不仅要安装 Excel, 而且安装时必须安装 VBA 环境才可以执行;

4) 使用 VBA 开发, 可以使用相应“寄生”应用程序的已有功能, 大大简化开发, 但同时, 对于已有应用程序不擅长的任务, 则较难实现。尽管存在这些不同, Visual Basic 和 VBA 在结构上仍然非常相似。如果你已经了解了 Visual Basic, 会发现学习 VBA 非常快; 相应的掌握了 VBA 会给 Visual Basic 的学习打下坚实的基础。当学会在 Excel 中用 VBA 创建解决方案后, 你就已经具备了在其他 Office 应用程序, 例如 Word、Access 等中用 VBA 创建解决方案的基本知识。另外, VBA 不仅仅是应用在微软自己的应用程序中, 从 VBA 5.0

起，微软开始为其他软件开发商提供 VBA 的许可证，允许在其他应用程序中集成 VBA，例如 CorelDraw、AutoCAD、ArcGIS 等软件目前都集成了 VBA^{[17][19]}。

§ 4.1.2 Excel 作为开发工具

应用 Excel 作为开发工具，在目前主要有两方面的用途。第一是作为一种日常事务和工作处理的脚本语言，主要应用于类似办公自动化等领域。例如办公室人员的重复性事务处理，科研人员的数据处理或模拟，公司或企业的简单的数据处理汇总等等，在这种情况下，这也是过去很多年来 Excel 的主要应用方面，在此方面，可以应用 Excel 实现以下功能：

- 1) 使重复性的任务自动化；
- 2) 自定义 Excel 中工具栏、菜单和窗体的界面；
- 3) 简化模板的使用；
- 4) 为 Excel 环境添加额外的功能；
- 5) 对数据执行复杂的操作和分析；
- 6) 自动绘制各类图表并进行自定义。

第二是作为企业应用的一个组件来使用，主要应用于企业应用程序的前端（表现层）或领域层。在表现层，其实就是应用 Excel 开发用户界面，通过 COM 组件、Web Service、ADO 或其他方式连接后端应用。另一种应用方式是通过其他程序，应用 COM 自动化技术来调用 Excel，完成一些在 Excel 中很容易完成，但在其他程序设计语言或环境下比较困难的任务，例如很多公司使用 Excel 作为报表工具。随着 Office 2003 的发布，微软对智能客户端技术的推广，Office 和 VBA 在企业应用，智能客户端方面的应用会越来越多，针对 VBA 本身的不足，微软推出的 VSTO (Visual Studio Tools for Office)，使得开发人员可以应用 .net 开发 Office 应用。不管是应用 Excel 开发一般的数据处理程序还是应用 Excel 开发企业应用的前端，其技术和思路都是类似的，如何正确使用 Excel 的对象模型，如何正确设计自己的程序是解决所有实际问题的基础^[17]。

§ 4.1.3 VBA 简介

VBA 与 VB 的开发环境相似。它们都来源于同一种编程语言，即 BASIC。两种语言包含的对象级相同。换句话说，对于 VB 所支持对象的多数属性和方法，VBA 也支持。然而，在事件或属性的特定名字方面，会有些许的差别。VBA 和

VB 之间的不同之处是不能在一个环境中独立运行 VBA, 也不能使用它创建独立的应用程序。然而, 可以使用 VB 创建工具, 用它们创建独立的组件, 例如可执行的程序和 COM 组件。当从头开始建立应用程序时, VB 尤其有用。VBA 是完整的编程语言, 它可以与那些与之集成的应用程序一起使用。换句话说, VBA 需要宿主应用程序支持它的功能特性。宿主应用程序是诸如 Word、Excel 或 Access 这样的应用程序, 它能够为 VBA 编程提供集成开发环境。宿主应用程序包含很多对象, VBA 可以使用这些对象定制它。例如, word 包含自己的一组 VBA 对象, Excel 也包含自己的一组 VBA 对象。只有打开宿主应用程序才能运行 VBA。因此, 使用 VBA 不能建立独立的应用程序, 但是, 通过隐藏宿主应用程序, 可以显示 Office 应用程序中创建的用户窗体。这就产生了独立应用程序的假象。因此, VBA 最适用于定制已有的应用程序^[23]。

在 Excel 中, 处于最高级别的对象是 Application 对象, 也就是 Excel 应用程序本身, 工作簿(Workbook)对象是直接位于 Application 下层的对象, 而工作表(worksheet)对象则是直接位于工作簿对象下层的对象。每个 Application 对象可以包含多个工作簿对象, 这些工作簿对象的集合被定义为 Application 对象的 Workbooks 对象, 同样, 每个工作簿对象也可以包含多个工作表对象。工作表对象中又包含 Range(单元格工作区域), Cell(单元格)等对象^{[15][22]}。

常用操作 Excel 代码:

Workbooks.add(Template)	创建新工作簿
Workbooks.open(Parameters)	打开工作簿
Workbooks(Index).active	激活工作簿
Worksheets.add(Before,After,Count,Type)	创建新工作表
Worksheets.move(Parameters)	移动工作表
Expression.range(cell1,cell2)	引用单元格区域
Range(cell1,cell2).merge	合并单元格

§ 4.2 Windows 应用编程接口

Visual Basic 出现之前, 编写 Windows 程序时必须使用 Windows API。程序员通过调用 Windows API 函数来访问 Windows 内部的数据结构、信息和系统功能。随着 Visual Basic 的推出, 使用 Windows API 已经不再是必须的了。很多情况下, 我们可以绕开问题的限制。但是, 如果我们在任务中遇到了无法回避的困难, 使用 Windows API 函数往往是唯一的解决方案。

§ 4.2.1 什么是 Windows API

应用程序编程接口 (Application Programming Interface, API) 是程序调用动态链接库 (Dynamic Link Libraries, DLL) 的接口。正如所知, Windows 包含了几百个 DLL, 而且基于这些 DLL 又有几千个函数和过程。Windows 使用许多这样的例程, 这些例程又被其他应用程序重新使用。你的 VB 程序也可以使用这些例程。

当研究 Windows 操作系统时, 会发现它要执行许多不同的任务, 通过使用 API, Windows 管理内存、处理图形、播放音乐、处理鼠标事件、接收键盘输入以及做其他事情。使用 API, 可以使程序短小、高效, 复用 Windows 中已有的函数。

Windows 这个多作业系统除了协调应用程式的执行、分配内存、管理系统资源之外, 它同时也是一个很大的服务中心, 调用这个服务中心的各种服务 (每一种服务就是一个函数), 可以帮应用程式达到开启视窗、描绘图形、使用周边设备等目的, 由于这些函数服务的对象是应用程式 (Application), 所以便称之为 Application Programming Interface, 简称 API 函数。WIN32 API 也就是 Microsoft Windows 32 位平台的应用程序编程接口。

凡是在 Windows 工作环境底下执行的应用程式, 都可以调用 Windows API。

当 Windows 操作系统开始占据主导地位的时候, 开发 Windows 平台下的应用程序成为人们的需要。而在 Windows 程序设计领域处于发展的初期, Windows 程序员所能使用的编程工具唯有 API 函数, 这些函数是 Windows 提供给应用程序与操作系统的接口, 他们犹如“积木块”一样, 可以搭建出各种界面丰富, 功能灵活的应用程序。所以可以认为 API 函数是构筑整个 Windows 框架的基石, 在它的

下面是 Windows 的操作系统核心，而它的上面则是所有的华丽的 Windows 应用程序。

但是，没有合适的 Windows 编程平台，程序员想编写具有 Windows 风格的软件，必须借助 API，API 也因此被赋予至高无上的地位。那时的 Windows 程序开发还是比较复杂的工作，程序员必须熟记一大堆常用的 API 函数，而且还得对 Windows 操作系统有深入的了解。然而随着软件技术的不断发展，在 Windows 平台上出现了很多优秀的可视化编程环境，程序员可以采用“所见即所得”的编程方式来开发具有精美用户界面和功能强大的应用程序。

这些优秀可视化编程环境操作简单、界面友好（诸如 VB、VC++、DELPHI 等），在这些工具中提供了大量的类库和各种控件，它们替代了 API 的神秘功能，事实上这些类库和控件都是构架在 WIN32 API 函数基础之上的，是封装了的 API 函数的集合。它们把常用的 API 函数的组合在一起成为一个控件或类库，并赋予其方便的使用方法，所以极大的加速了 Windows 应用程序开发的过程。有了这些控件和类库，程序员便可以把主要精力放在程序整体功能的设计上，而不必过于关注技术细节。

实际上如果我们要开发出更灵活、更实用、更具效率的应用程序，必然要涉及到直接使用 API 函数，虽然类库和控件使应用程序的开发简单的多，但它们只提供 Windows 的一般功能，对于比较复杂和特殊的功能来说，使用类库和控件是非常难以实现的，这时就需要采用 API 函数来实现^[23]。

§ 4.2.2 如何调用 API 函数

Windows API 调用包含在程序外部的 DLL 中。使用之前，我们必须首先声明 API 调用以及包含它的 DLL，这一工作在模块、类、窗体、属性页或用户控件的声明段内完成。Windows API 包含在诸如 Kernel32.dll, gdi32.dll 和 user32.dll 等 Windows 系统文件中。Kernel32.dll 负责处理操作系统的功能，包括内存管理、设备 I/O 以及大多数 Windows 环境功能。相应的 API 有 GlobalAlloc, GlobalUnlock 和 GlobalFree, 它们允许应用程序分配、锁定内存。其他的 API, 如 GetWindowsDirectory 和 GetSystemInfo 则可以获取操作系统环境信息。GDI32.DLL 处理大量基本图形功能。GDI 是图形设备接口 (Graphics Device Interface) 的缩写，GDI.DLL 处理显示器和打印机等图形设备。一些

GDI.DLL 中常用的 API, 如 BitBlt 可以迅速拷贝大量图形数据, RealizePalette 将调色板信息装入当前设备场景中, GetBkColor 则从指定的设备场景中获取当前背景颜色。User32.DLL 负责 GUI 和窗口管理。例如, User32.DLL 提供 MessageBox 及 MessageBoxEx API, 这些 API 显示消息框, 它类似于利用 Visual Basic 的 MsgBox 命令创建的消息框。CreateWindow, GetForegroundWindows 和 GetFocus 等 API 给出基本的窗口管理功能。User32.DLL 不仅局限在屏幕接口功能, 而且还提供从输入设备获取信息的功能。例如, GetKeyboardState API 获取键盘上的按键信息。这些文件是 Windows 的组成部分。实际上, Windows 本身同样使用着这些函数。大多数 API 调用执行迅速、编写精良, 运行实现了优化。但是, 这并不意味着使用 Windows API 总能够使程序运行得更快, 有时候情况恰好相反。更为确切的说法应当是: API 功能很强, 而且运行相当稳定。

要在 Visual Basic 程序内成功地完成 Windows API 调用, 必须遵循良好的工作规程。请按下列步骤进行:

(1) 对任务做出规划。明确要完成的任务和达成的目标。

(2) 搜集 Windows API。完成一项工作通常要用到多个 Windows API 调用。Windows API 的命名和分组方式与我们想象的并非完全一致。例如, 用来定义 Windows 中用户登录名的 API 被归在系统信息类(这可能与读者猜想的位置不同)。因此, 我们要用到一些良好的参考资料, 如 SDK(Win32 Software Development, Win32 软件开发工具)、MSDN 或其他与 API 有关的参考文献。

(3) 测试 API 函数。要制定一份良好的计划, 首先必须定义好位于程序外部的 Windows API。通常, 编写一个类, 用于封装 API 函数功能是最佳的解决方案, 这样就可以利用该类来开发和测试 API。

(4) 验证结果。在将 Windows 调用封装到一个类中并经过测试之后, 应当确保其能够完成我们需要的功能。但是, Windows API 调用经常会产生意想不到的负面影响, 或者给出的结果要求进行进一步的处理。最常见的情况是: 在调用 API 之前, 必须声明一个字符串, 而在 API 的返回结果中, 必须将字符串末尾的空字符 Chr\$(0) 去除。

(5) 编写和测试代码。一切就绪之后, 编写代码实现这一合法的 API 类, 并对代码进行测试^[24]。

以下代码实现取得磁盘序列号、卷标和文件系统类型的功能：

声明：

```
Public Declare Function GetVolumeInformation Lib "kernel32" Alias "GetVolumeInformationA"  
(ByVal lpRootPathName As String, ByVal lpVolumeNameBuffer As String, ByVal  
nVolumeNameSize As Long, lpVolumeSerialNumber As Long, lpMaximumComponentLength As  
Long, lpFileSystemFlags As Long, ByVal lpFileSystemNameBuffer As String, ByVal  
nFileSystemNameSize As Long) As Long
```

代码：

```
Function GetSerialNumber(sRoot As String) As Long  
Dim lSerialNum As Long  
Dim R As Long  
Dim sTemp1 As String, sTemp2 As String  
strLabel = String$(255, Chr$(0)) ' 磁盘卷标  
strType = String$(255, Chr$(0)) ' 文件系统类型 一般为 FAT  
R = GetVolumeInformation(sRoot, strLabel, Len(strLabel), lSerialNum, 0, 0, strType,  
_Len(strType))  
GetSerialNumber = lSerialNum ' 在 strLabel 中为 磁盘卷标  
' 在 strType 中为 文件系统类型  
End Function
```

应用：

当驱动器不存在时，函数返回 0。如果是个非根目录，也将返回 0：

```
lSerial= GetSerialNumber("c:/")
```


第五章 程序设计思想及关键技术

§ 5.1 程序流程图

§ 5.1.1 程序控制流程图

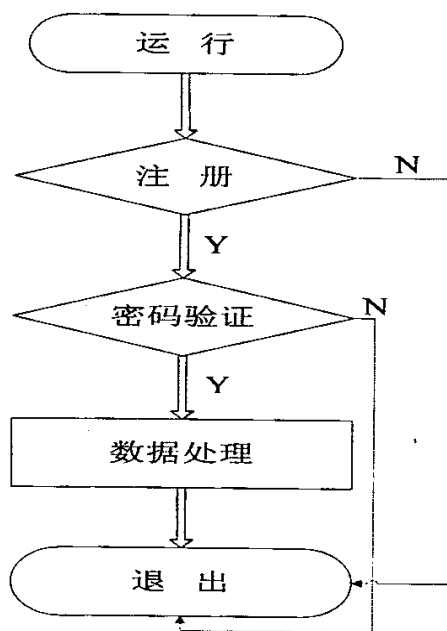


图 5-1 程序控制流程图

该流程图介绍程序运行的总体控制过程，首先，打开该程序，提示注册；合法的用户用合法的用户名以及注册码进行注册，否则直接退出程序；注册之后，进入程序，为了保护程序只能在合法用户的控制之下，程序要求输入密码保护；初始密码为“123”，用户可以修改密码，如果忘记密码，合法用户可以选择找回丢失的密码。此时，正式进入程序。数据处理完毕，退出程序。如图 5-1 所示。

§ 5.1.2 数据处理流程图

该流程图说明数据处理过程。进入程序之后，首先选择导入数据，导入外部存储的拌和楼数据；经过处理，得出各料仓所占比例，统计出均值，偏差以及超差率；选择绘图，得出各料仓的个值控制图，在此过程中，处理数据及绘图结果都将保存在外部磁盘上，以便日后分析和打印；最后退出程序，程序自身将不保

存任何数据，仅仅作为一个平台。如图 5-2 所示。

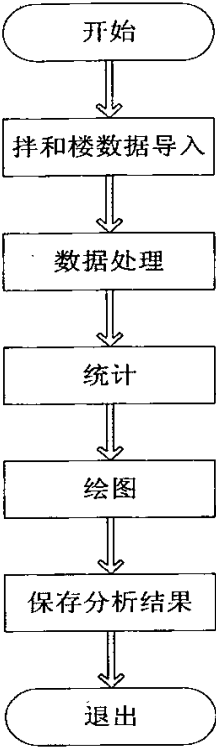


图 5-2 数据处理流程图

§ 5.2 关键技术

§ 5.2.1 算法举例

个值控制图是将一组试样的每个试验数据，单个地标在横坐标为试验序次的图表上，在控制图上一般标有控制目标值、控制的上限和下限。个值控制图主要用来直观地判断生产过程是否正常，如果有异常是属于个别点超出了控制范围，抑或整个生产过程偏离了正常的工艺，是由于系统性的因素还是随机性的因素的失控导致的异常等等。

在青银高速公路河北段的施工过程中，引用了美国 ASTM D955 《Standard Specification for Mixing Plants for Hot-Mixed, Hot-Laid Bituminous Paving Mixtures》中对间歇式热沥青混合料搅拌设备计量控制系统规定的公差标准，本数据处理系统亦采用了以上标准^[1]。

程序设计阶段，首先计算矿料质量（集料+粉料），并将结果存在新的工作表中，以下代码实现：

```
Sheets( "sheetname" ).select  
Cells( cell11, cell12 ).FormulaR1C1 = "=SUM(sheetname!RC:RC[5])"
```

以上代码仅仅实现单个数据的计算，在实际编程中，通过循环控制，一次计算出所有批次的矿料质量。然后计算出各料仓所占总量的比例，最后，根据给出的允许偏差，计算出各料仓的上下限。

§ 5.2.2 功能模块设计

§ 5.2.2.1 控制面板设计 ^{【15】【16】【29】}

控制面板的功能是控制程序的流向。在 Excel 中，可以自定义工具栏和菜单栏，然后指定特定代码，从而实现使用者的意图。这样，在不破坏 Excel 界面的同时，也实现了 Excel 一些附加的功能，提高了自动化程度。然而，这样做往往是使程序的移植性变差。举例来说，我们在 Excel 工具栏中增加一个“my tools”选项，并为其编写代码如下：

```
Sub addnew()  
Sheets.add after:=sheets( "sheet3" )  
ActiveSheet.name=" testsheet"  
End sub
```

该代码在打开的工作簿中，新建一张工作表，新工作表位于现有工作表“sheet3”的后面，并且将其命名为“testsheet”。当我们点击“mytools”按钮时，就会产生一张新的工作表，效果如图 5-3 所示。将工作簿保存于 C 盘根目录下。现在，如果我们将该工作簿复制到桌面，打开后，再点击“mytools”按钮，就会产生错误，如图 5-4 所示。这时就要重新为按钮指定代码。因为在编写代码时，工作簿位于 C 盘根目录，指定代码的路径和工作簿路径一样。如果将工作簿移植到其他位置，代码位置就会发生改变，而代码路径并不同时改变，就会产生找不到代码错误。这就大大影响了程序的移植性。而且，增加菜单后，会在所有打开的 excel 中看到该菜单，而该菜单对于大部分的 excel 表格来说是没有用的。

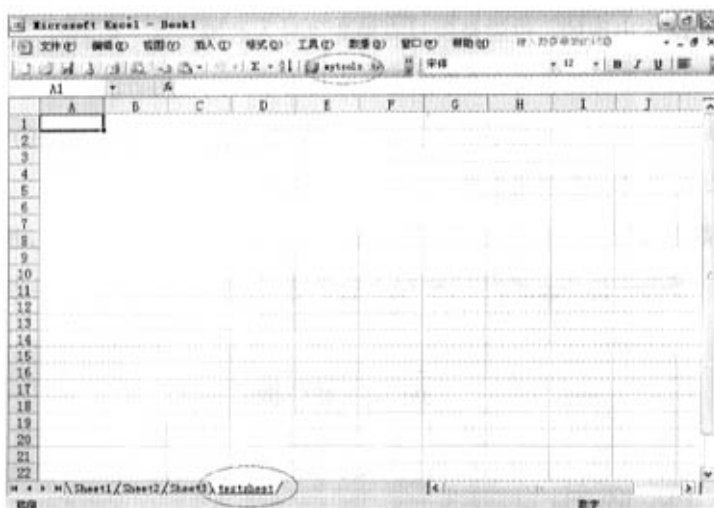


图 5-3 新建工作表示意图

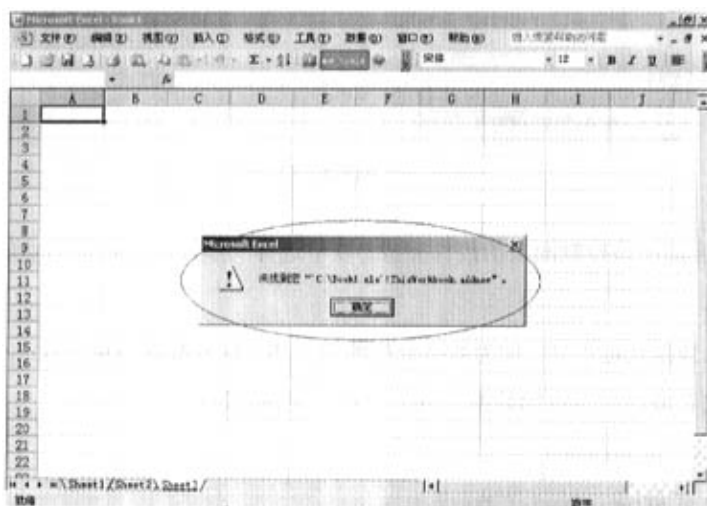


图 5-4 发生找不到代码错误

鉴于这种情况，在实际开发过程中，作者采用了扩展控件的方法。在工作簿的“sheet1”工作表中，增加“命令”控件，并分别为其编写代码，完成特定的功能。这样就解决了移植性不好的缺陷，保证了程序的正确使用。而且，这些控件只有在该程序中才存在，不会影响到其余打开的工作簿。最后效果如图 5-5 所示。

读者看到的效果是在设计模式下的，而在正式使用的时候，控制面板上的功

能按钮是渐次出现的，也就是说只有做完“导入数据”这一步骤时，才会出现诸如“数据处理”功能选项。这样做的目的是为了防止使用者的误操作，因为如果没有完成前一步骤，而直接选择它的下一选项，将会产生不可预知的错误。

§ 5. 2. 2. 2 基本控制功能模块

该数据处理系统最终用户界面只有如图 5-5 所示的一张数据表，所有的基本



图 5-5 控制面板最终效果

控制功能都由该控制面板的控件完成。以下选择一些比较有特色的功能代码，简要说明。

1) 导入数据功能设计。作为数据分析的第一步，导入数据模块生成一张工作表，用来存放用户的原始数据。以下代码实现该功能：

```
Public Sub inputdata()  
    Sheets.Add after:=Sheets("欢迎界面")  
    ActiveSheet.Name = "导入数据" '产生工作表，并将其命名为“导入数据”  
    ActiveSheet.Select '选择激活的工作表  
    Dim i As Integer  
    For i = 2 To 1001  
        Cells(i, 1) = i - 1 '将数据行编号，从第二行开始至第 1000 行  
    Next  
    Cells(1, 2) = "1#料仓"  
    Cells(1, 3) = "2#料仓"
```

```
Cells(1, 4) = "3#料仓"  
Cells(1, 5) = "4#料仓"  
Cells(1, 6) = "5#料仓"  
Cells(1, 7) = "粉料"  
Cells(1, 8) = "沥青" '命名各料仓  
  
Dim j As Integer  
For j = 2 To 8  
With Cells(1, j).Font  
    .Name = "宋体"  
    .FontStyle = "加粗"  
    .Size = "14"  
End With '循环设置各料仓命名的文字属性  
Next  
  
End Sub
```

最终效果如图 5-6 所示。



图 5-6 导入数据效果图

2) 数据统计

个值控制图的一个缺陷是对个别数据的超差往往难于判断是否是工艺过程出现了问题，还是只是偶然的、个别的、暂时的因素引起的。此时用统计特征值

就更能说明问题。数据统计弥补个值控制图的缺陷，二者结合更能及时发现问题的症结。

数据统计模块计算平均值、超差率和标准偏差。平均值统计各料仓的平均值；超差率计算各料仓超出其上下限的数据个数所占全部数据的百分比，如果次数值比较大，则可以大概断定工艺过程出现问题，而不是偶然因素；标准偏差体现数据的分布情况，说明拌和设备的工作稳定情况。

实现过程则采用了调用函数的方法，分别编写计算平均值、超差率和标准偏差的函数，最后通过主程序直接调用^[28]。大概代码如下：

```
Public Sub Stat()  
Sheets.Add after:=Sheets("数据处理")  
ActiveSheet.Name = "数据统计"  
ActiveSheet.Cells(3, 2) = "1#料仓"  
ActiveSheet.Cells(3, 3) = "2#料仓"  
ActiveSheet.Cells(3, 4) = "3#料仓"  
ActiveSheet.Cells(3, 5) = "4#料仓"  
ActiveSheet.Cells(3, 6) = "5#料仓"  
ActiveSheet.Cells(3, 7) = "沥青"  
ActiveSheet.Cells(3, 8) = "粉料"  
ActiveSheet.Cells(4, 1) = "设定值"  
ActiveSheet.Cells(5, 1) = "平均值"  
ActiveSheet.Cells(6, 1) = "超差率"  
ActiveSheet.Cells(7, 1) = "标准偏差"  
ActiveSheet.Cells(4, 2) = Sheets("数据处理").Cells(2, 4)  
ActiveSheet.Cells(4, 3) = Sheets("数据处理").Cells(2, 5)  
ActiveSheet.Cells(4, 4) = Sheets("数据处理").Cells(2, 6)  
ActiveSheet.Cells(4, 5) = Sheets("数据处理").Cells(2, 7)  
ActiveSheet.Cells(4, 6) = Sheets("数据处理").Cells(2, 8)  
ActiveSheet.Cells(4, 7) = Sheets("数据处理").Cells(2, 9)  
ActiveSheet.Cells(4, 8) = Sheets("数据处理").Cells(2, 10) '产生数据表，并将相  
关内容写进表格
```

```

Dim o, p As Integer
For o = 4 To 7
For p = 2 To 8
ActiveSheet.Cells(o, p).Select
Selection.NumberFormatLocal = "0.00%" ' 将数据区域的显示格式变为百分比

Next

Next

Sheets("数据统计").Select
Dim i, j As Integer
For i = 2 To 8
Sheets("数据统计").Cells(3, i).Select
With Selection.Interior
    .ColorIndex = 43
    .Pattern = xlSolid
    .PatternColorIndex = xlAutomatic
End With
Next
For j = 4 To 7
Sheets("数据统计").Cells(j, 1).Select
With Selection.Interior
    .ColorIndex = 44
    .Pattern = xlSolid
    .PatternColorIndex = xlAutomatic ' 数据区域的格式设置
End With
Next
Call Aver ' 均值函数
Call OverLimit ' 超差函数
Call Standiv ' 标准差函数 ' 调用函数
End Sub

```


3) 保存、刷新、退出功能

由于本系统是在 Excel 平台上开发的, 因此它的大部分功能要受限于 Excel 平台, 这样就带来了很多不太方便的地方, 其中最为明显的一点是每次在退出系统时, 都要提示用户是否保存。如果保存, 下次再打开该系统, 就会显示上次处理完的数据, 给新一轮的数据处理带来很多麻烦; 而如果不保存, 刚刚处理完的数据就无法再使用, 这显然也是不合理的。而通过保存、刷新、退出功能, 则可以很好的解决这个问题, 从而保证打开一次系统可以处理很多批数据, 并且可以在不破坏系统的情况下保存数据, 以作后续的打印分析之用。

保存功能保存当前处理完的数据以及数据图, 保存格式可以有很多种, 本系统采用了 html 格式, 也就是网页格式。当天产生的数据图将被保存在以当天的日期命名的文件夹下^{【28】}^{【29】}。代码如下:

```
Dim f, fs As Object

    Dim fname As String

    fname = "c:/\" & Date & Hour(Time) & Minute(Time)

    Set f = CreateObject("Scripting.FileSystemObject")

    Set fs = f.createfolder(fname)

    Set fs = Nothing                                '创建文件夹, 并以当前日期时间(小时+分钟)命名

    Sheets("欢迎界面").SaveAs Filename:=fname & "/数据处理图", _
    FileFormat:=xlHtml                                '保存数据在文件夹下

End Sub
```

之所以要加上小时分钟, 是为了防止一天内处理多批数据, 则会导致文件夹命名重复。加上小时分钟, 则重复的机率要小得多。保存好的文件效果如图 5-7 所示。

刷新功能重新加载原始数据至处理平台, 为新一批次的数据处理做好准备。它的主要功能是删除已经生成的工作表(除处理平台本身所包含的工作表)和图表, 复位控制面板的按钮。

	矿料总量	总量	1#料仓	2#料仓	3#料仓	4#料仓	5#料仓	粉料/骨	沥青含量
1	4049	4150	36.01%	36.59%	10.07%	10.92%	20.00%	6.00%	3.60%
2	4023	4156.4	36.37%	37.60%	10.07%	11.14%	19.84%	5.59%	3.32%
3	4025	4157.6	36.35%	37.87%	10.04%	11.38%	19.80%	5.37%	3.29%
4	4028	4163.2	36.17%	37.30%	9.81%	11.07%	20.06%	5.59%	3.30%
5	4018	4151.2	36.04%	37.30%	10.30%	10.80%	20.26%	5.50%	3.32%
6	4019	4152.6	36.13%	37.37%	10.10%	10.95%	20.10%	5.50%	3.32%
7	4035	4167.2	36.26%	37.10%	10.01%	11.03%	19.99%	5.65%	3.38%
8	4033	4166	36.28%	37.03%	10.04%	11.18%	19.91%	5.58%	3.30%
9	3991	4123.4	36.41%	37.16%	9.90%	10.90%	20.12%	5.51%	3.32%
10	4025	4150	36.10%	37.94%	10.04%	11.32%	20.05%	5.44%	3.20%
11	4026	4158.4	36.29%	37.19%	10.26%	10.76%	20.07%	5.44%	3.29%
12	4016	4148.8	36.35%	36.98%	10.03%	11.06%	20.09%	5.58%	3.31%
13	4046	4178.8	36.04%	37.35%	10.03%	11.22%	20.07%	5.29%	3.28%
14	4004	4136.4	36.29%	36.86%	10.28%	10.81%	20.35%	5.42%	3.31%
15	4046	4179.4	36.38%	36.96%	10.18%	11.12%	19.95%	5.44%	3.30%
16	4023	4155.8	36.42%	37.38%	9.97%	10.94%	19.99%	5.32%	3.30%
17	4011	4143.6	36.42%	37.15%	9.92%	11.12%	20.17%	5.21%	3.31%
18	3988	4120.2	36.38%	37.18%	10.09%	11.36%	20.06%	4.94%	3.31%
19	4026	4151.6	35.84%	37.15%	10.16%	11.15%	20.07%	5.59%	3.12%
20	4014	4141	35.68%	37.09%	10.11%	11.19%	20.15%	5.78%	3.16%
21	4110	4246.6	35.82%	36.63%	9.88%	10.90%	20.80%	5.91%	3.32%
22	4053	4166.4	36.09%	36.84%	9.94%	11.01%	20.10%	6.09%	3.34%

图 5-7 保存后的数据表

Excel 平台本身具有退出按钮，也就是我们已经习惯的窗口右上角的“×”按钮。在每次处理完数据之后，可以用 Excel 平台的关闭功能来关闭本平台，但每次会询问是否要保存更改。如果更改，就会改变处理系统的设置。基于这一事实，本系统设计时，禁用了“关闭”按钮，并且增加了退出功能。退出功能改进了 Excel 平台的关闭按钮，不再提示用户保存，而是默认用户不保存，并且恢复数据处理系统的原始设置^{[28][29]}。代码如下：

禁用“关闭”按钮：

```
Private Declare Function GetSystemMenu Lib "user32" (ByVal hwnd As Long, ByVal
bRevert As Long) As Long
Private Declare Function GetMenuItemCount Lib "user32" (ByVal hMenu As Long) As Long
Private Declare Function RemoveMenu Lib "user32" (ByVal hMenu As Long, ByVal
nPosition As Long, ByVal wFlags As Long) As Long
Private Declare Function DrawMenuBar Lib "user32" (ByVal hwnd As Long) As Long
Private Const MF_BYPOSITION = &H400&
Private Const MF_REMOVE = &H1000& 'Windows API 声明
Private Sub DisableX()
Dim hMenu As Long
Dim nCount As Long
hMenu = GetSystemMenu(Application.hwnd, 0)
nCount = GetMenuItemCount(hMenu)
Call RemoveMenu(hMenu, nCount - 1, MF_REMOVE Or MF_BYPOSITION)
Call RemoveMenu(hMenu, nCount - 2, MF_REMOVE Or MF_BYPOSITION)
DrawMenuBar Application.hwnd
End Sub
```

退出功能:

```
Sub exitW()
```

```
ThisWorkbook.Saved = True
```

‘默认不保存

```
ThisWorkbook.Close
```

‘退出工作平台

```
End Sub
```

§ 5.2.3 安全机制和错误处理

(1) 加密算法

所有的加密技术都是用来增加破解者的难度的，而不是阻止他们破解。软件的加密不同于数据的加密，它只能是“隐藏”。不管你愿意不愿意让他（合法用户，或破解者）看见这些数据（软件的明文），软件最终总要在机器上运行，对机器，它就必须是明文。既然机器可以“看见”这些明文，那么破解者通过一些技术，也可以看到这些明文^[25]。

于是，从理论上，任何软件加密技术都可以破解。只是破解的难度不同而已。有的要让最高明的 cracker 忙上几个月，有的可能不费吹灰之力，就被破解了。

所以，反盗版的任务（技术上的反盗版，而非行政上的反盗版）就是增加破解者的破解难度。

当前流行的加密方法有：

①序列号保护

数学算法一向都是密码加密的核心，但在一般的软件加密中，它似乎并不太为人们关心，因为大多数时候软件加密本身实现的都是一种编程的技巧。但近几年来随着序列号加密程序的普及，数学算法在软件加密中的比重似乎是越来越大了。

看看在网络上大行其道的序列号加密的工作原理。当用户从网络上下载某个 shareware——共享软件后，一般都有使用时间上的限制，当过了共享软件的试用期后，你必须到这个软件的公司去注册后方能继续使用。注册过程一般是用户把自己的私人信息（一般主要指名字）连同信用卡号码告诉给软件公司，软件公司会根据用户的信息计算出一个序列码，在用户得到这个序列码后，按照注册需要的步骤在软件中输入注册信息和注册码，其注册信息的合法性由软件验证通过后，软件就会取消掉本身的各种限制，这种加密实现起来比较简单，不需要额外的成本，用户购买也非常方便，在互联网上的软件 80%都是以这种方式来保护的。

软件验证序列号的合法性过程，其实就是验证用户名和序列号之间的换算关

系是否正确。其验证最基本的有两种，一种是按用户输入的姓名来生成注册码，再同用户输入的注册码比较，公式表示如下：

$$\text{序列号} = f(\text{用户名})$$

但这种方法等于在用户软件中再现了软件公司生成注册码的过程，实际上是非常不安全的，不论其换算过程多么复杂，解密者只需把你的换算过程从程序中提取出来就可以编制一个通用的注册程序。

另外一种是通过注册码来验证用户名的正确性，公式表示如下：

$$\text{用户名称} = f^{-1}(\text{序列号}) \quad (\text{如 AcdSee})$$

这其实是软件公司注册码计算过程的反算法，如果正向算法与反向算法不是对称算法的话，对于解密者来说，的确有些困难，但这种算法相当不好设计。

于是有人考虑到以下的算法：

$$f_1(\text{用户名称}) = f_2(\text{序列号})$$

f_1 、 f_2 是两种完全不同的算法，但用户名通过 f_1 算法计算出的特征字等于序列号通过 f_2 算法计算出的特征字，这种算法在设计上比较简单，保密性相对以上两种算法也要好的多。如果能够把 f_1 、 f_2 算法设计成不可逆算法的话，保密性相当的好；可一旦解密者找到其中之一的反算法的话，这种算法就不安全了。一元算法的设计看来再如何努力也很难有太大的突破，那么二元呢？

$$\text{特定值} = f(\text{用户名}, \text{序列号})$$

这个算法看上去相当不错，用户名称与序列号之间的关系不再那么清晰了，但同时也失去了用户名于序列号的一一对应关系，软件开发必须自己维护用户名称与序列号之间的唯一性，但这似乎不是难以办到的事，建个数据库就可以了。当然也可以把用户名称和序列号分为几个部分来构造多元的算法。

$$\text{特定值} = f(\text{用户名}_1, \text{用户名}_2, \dots, \text{序列号}_1, \text{序列号}_2, \dots)$$

现有的序列号加密算法大多是软件开发自行设计的，大部分相当简单。而且有些算法作者虽然下了很大的功夫，效果却往往得不到它所希望的结果。

② 时间限制

有些程序的试用版每次运行都有时间限制，例如运行 10 分钟或 20 分钟就停止工作，必须重新运行该程序才能正常工作。这些程序里面自然有个定时器来统计程序运行的时间。

③ key file 保护

key file（注册文件）是一种利用文件来注册软件的保护方式。key file 一般是一个小文件，可以是纯文本文件，也可以是包含不可显示字符的二进制文件，其内容是一些加密过或未加密的数据，其中可能有用户名、注册码等信息。文件格式则由软件作者自己定义。试用版软件没有注册文件，当用户向作者付费注册之后，会收到作者寄来的注册文件，其中可能包含用户的个人信息。用户只要将该文件放入指定的目录，就可以让软件成为正式版。该文件一般是放在软件的安装目录中或系统目录下。软件每次启动时，从该文件中读取数据，然后利用某种算法进行处理，根据处理的结果判断是否为正确的注册文件，如果正确则以注册版模式来运行。

④ CD-Check

即光盘保护技术。程序在启动时判断光驱中的光盘上是否存在特定的文件，如果不存在则认为用户没有正版光盘，拒绝运行。在程序运行的过程当中一般不再检查光盘的存在与否。windows 下的具体实现一般是这样的：先用 `getlogicaldrivestrings()` 或 `getlogicaldrives()` 得到系统中安装的所有驱动器的列表，然后再用 `getdrivetype()` 检查每一个驱动器，如果是光驱则用 `createfilea()` 或 `findfirstfilea()` 等函数检查特定的文件存在与否，并可能进一步地检查文件的属性、大小、内容等。

⑤ 软件狗

软件狗是一种智能型加密工具。它是一个安装在并口、串口等接口上的硬件电路，同时有一套使用于各种语言的接口软件和工具软件。当被狗保护的软件运行时，程序向插在计算机上的软件狗发出查询命令，软件狗迅速计算查询并给出响应，正确的响应保证软件继续运行。如果没有软件狗，程序将不能运行，复杂的软硬件技术结合在一起防止软件盗版。真正有商业价值的软件一般都用软件狗来保护^[26]。

平时常见的狗主要有“洋狗”（国外狗）和“土狗”（国产狗）。这里“洋狗”主要指美国的彩虹和以色列的 hasp，“土狗”主要有金天地（现在与美国彩虹合资，叫“彩虹天地”）、深思、尖石。总的说来，“洋狗”在软件接口、加壳、反跟踪等“软”方面没有“土狗”好，但在硬件上绝对无法破解（应当说破解难度

非常大);而“土狗”在软的方面做的很好,但在硬件上不如“洋狗”,稍有单片机功力的人,都可以复制。

⑥ 软盘加密

通过在软盘上格式化一些非标准磁道,在这些磁道上写入一些数据,如软件的解密密钥等等。这种软盘成为“钥匙盘”。软件运行时用户将软盘插入,软件读取这些磁道中的数据,判断是否合法的“钥匙盘”。

⑦ 将软件与机器硬件信息结合

用户得到(买到或从网上下载)软件后,安装时软件从用户的机器上取得该机器的一些硬件信息(如硬盘序列号、bios 序列号等等),然后把这些信息和用户的序列号、用户名等进行计算,从而在一定程度上将软件和硬件部分绑定。

本处理系统结合了以上多种加密方法,既有时间上的限制,并且也防止了非法拷贝。注册程序产生序列号,应用了 Window API 编程,将计算机硬件信息和软件结合,并且用加密算法对数据信息进行了加密,再应用 KEY-FILE 文件保护,增加了破解的难度。注册程序和软件分开,在使用期限已满的时候,强制删除该软件。注册程序如图 5-8 所示。总体来说,该系统的加密算法较为严密,破解有

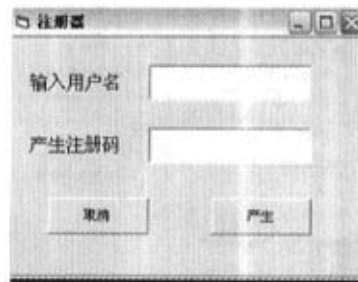


图 5-8 注册程序

一定难度。如前所述,软件的加密技术只能增加破解难度,更安全的软件环境,还需要人们思想意识的提高。

(2) 登录设置

由于该软件大量地使用在施工现场和实验室,人员往来比较频繁,必须严格限制使用者的身份。所以,软件增加了用户识别的功能。用户必须使用用户名和密码才能进入系统。

(3) 错误处理程序

大家知道,即使程序员抱有最好的愿望,而且计划工作做得非常周密,也无

法避免代码出现错误。实际上可能出现的程序错误是很多的，但是它们基本上可以分为两种类型：一种是编译错误；另一种是运行期错误。编译错误是指使得 Visual Basic（下面简称 VB）的编译器无法对代码进行编译的错误。如果一个过程中包含了编译错误，VB 将不执行该过程，并且我们也不能向用户提供带有编译错误的运行期版本应用程序，大多数编译错误是句法错误造成的^[27]。

① 编译错误

VB 有两个设置项会在很大程度上影响我们创建非常坚实的代码的能力。一个设置项是 Compile On Demand（按需要进行编译），另一个设置项是 Background Compile（后台编译）。可以打开 Options 对话框，选定 General 选项卡，然后对这两个设置项进行设置，如下图 5-9 所示。当选定 Compile On Demand 时，如果单击工具栏上的 Run 按钮，或者按 F5 键，VB 并不全面编译我们的项目。相反，只在引用过程时，才对这些过程进行编译。使用 Compile On Demand，通常可使比较大的项目或者速度较慢的计算机上的项目能够更快地启动运行，但是它也会产生某些不被注意的编译错误。

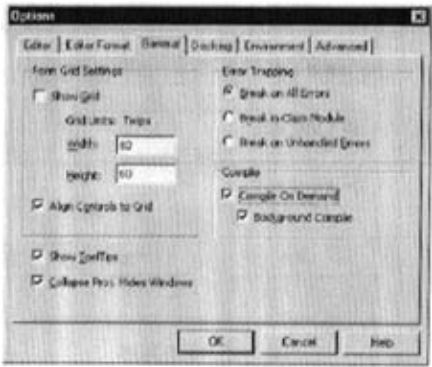


图 5-9 General 选项卡

在发现和纠正所有编译错误之前，不能将项目编译成 .exe 或 .dll 之类的可发布文件，因此，选定 Compile On Demand 并不能够发布带有编译错误的代码。但是，选定 Compile On Demand 后，会导致编译错误随着时间的推移而不断增加，从而在最后试图进行全面编译时，迫使我们代码进行大量的纠错。如果在 IDE 中调试项目，VB 常常必须停止（不只是暂停）运行，以便进行纠错操作。这使得调试正在运行的项目时对大量编译错误的纠正操作变得非常麻烦。如果能够在

合理的时间内全面编译项目，那么可以考虑关闭 Compile On Demand。也可以使用 Compile On Demand 保持选定状态，但是要定期按 Ctrl+F5 键，以便重新运行我们的项目【29】。这使我们在编程时能够定期纠正编译错误，而不必一次性纠正大量的编译错误。

② 运行期错误

将一个项目当作已经编译的程序运行时，未捕获的错误会造成致命的后果，它们会导致程序终止运行。必须尽一切努力防止发生这种情况。若要防止代码中的错误中断代码的运行（并终止已编译程序的运行），我们可以创建错误处理程序以捕获代码中的错误。当捕获一个错误后，VB 并不显示出错消息，也不终止代码的运行。相反，我们编写的专门用来处理错误的代码则开始运行。每个过程都应该拥有错误处理程序，而不管它包含多大的代码量。最好在代码中放入一个 On Error 语句，作为代码的第一行，放在紧靠过程标题的后面和变量说明的前面。如果一个过程的错误能够以这种方式出现，就应该在过程的开头用突出的注释来明确说明这一行为特性。

若要捕获错误，基本上可以使用下面两种方法：

当出现错误时，使用 On Error GoTo，转移到别的代码上去执行。流程图如图 5-10 所示。

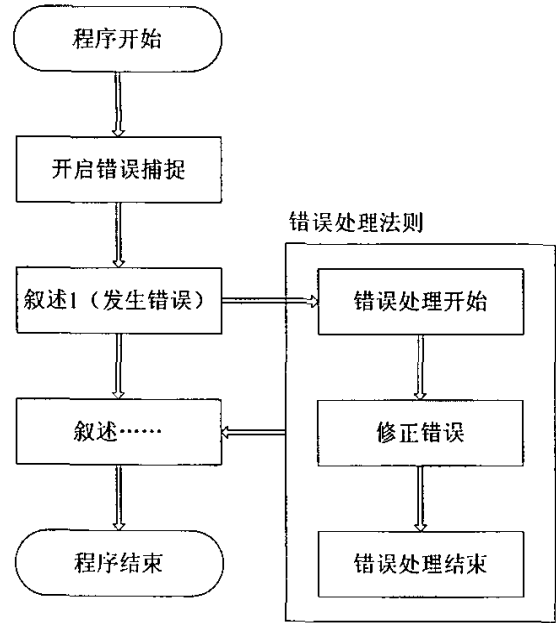


图 5-10 错误处理程序流程

使用 On Error Resume Next 语句，不中断代码的执行，也不转移到别的代码上去执行，而是忽略该错误。

可以在一个过程中创建多个错误处理程序，但每次只能激活一个错误处理程序。VB 将最新的 On Error 语句中指明的处理程序视为已经激活的错误处理程序。切换一个过程中的不同位置上的错误处理程序，往往是很有好处的，理解各个错误处理程序如何运行，是利用这一功能的关键。

1、使用 On Error Resume Next 以忽略错误

对错误进行处理的最简单（和最危险）的方法是使用 On Error Resume Next 语句。On Error Resume Next 语句规定，代码中的错误将完全被忽略，存在错误的代码行被跳过，然后继续执行下一个语句。例如，下面这个过程存在一个运行期错误（即一个被 0 除的错误），它由 On Error Resume Next 错误处理程序来处理：

```
Private Sub cmdGenerateError_Click()  
    ' * Purpose: Test On Error Resume Next  
    On Error Resume Next  
    Debug.Print 10 / 0  
End Sub
```

Debug.print 语句产生了一个被 0 除的错误。但是，由于存在一个已经激活的错误处理程序（由 On Error Resume Next 指定），因此该错误被忽略，并在下一个语句（即 End Sub 语句）上恢复执行。错误被忽略并不意味着我们无法知道错误已经发生。当一个语句产生了一个错误之后，尽管没有显示出错消息，Err 对象仍然包含关于该错误的信息。

2、使用 On Error GoTo 转移执行的代码流

除非我们捕获了一个意料之外的错误，比如上面代码中的那种错误，否则忽略代码中的错误是非常危险的，并且是一种不得已时采用的办法。当一个过程中出现了意料之外的错误时，该过程就会产生许多问题。如果忽略该错误，就会对用户产生严重的影响，比如数据没有保存，或者保存不正确。许多情况下，当出现代码错误时，必须执行某些操作，将代码的执行转移到 On Error GoTo 语句中指定的错误处理程序。该语句的句法如下：

On Error GoTo line

请注意，line 必须是指与 On Error GoTo 语句相同的过程中的一个语句。

在这个句法中，line 有两个意思。首先它是指出现错误时要转移到的这个代码行号。不过这个行号并不是过程中的代码行的物理位置。请看下面这个代码例子：

```
Private Sub TestErrorHandler()  
    '* Purpose : Test the On Error GoTo statement by deliberately  
    '* generating a run-timeerror.  
    On Error GoTo 4  
    Debug.Print "Line 2"  
    Debug.Print 10 / 0  
    Debug.Print "Line 4"  
    Debug.Print "Line 5"  
End Sub
```

我们可能认为，被 0 除的错误会导致代码在输出文本 line 4 这个语句上继续执行，因为这是代码的第四个语句（不是计数注释）。不仅这种情况不会发生，而且该代码实际上会导致产生一个编译错误，并且代码根本不会执行。

综合实际的编程过程，本程序可能发生运行期错误的有以下几个地方。一是在登录过程中，如果没有注册文件，则会导致 VBA 代码无效。二是在刷新过程中，代码功能默认是删除所有数据处理完毕后所产生的数据表和图表，如果在这之前点击刷新，则会产生找不到工作表和图表的错误。对于第一类错误，没有注册文件，则被视为不合法用户，那么就调用 on error goto 语句，跳转到错误处理程序，此时的错误处理程序就是退出系统，阻止不合法用户的使用。对于第二类错误，找不到工作表和图表可删除，就调用 on error resume 语句，忽略错误，程序接着往下运行，删除已经存在的工作表。

当然，程序设计的错误之处，始终都是无法避免的，唯有在使用过程中，不断发现，不断解决。

§ 5.3 算例说明

本章通过具体的数据分析，简要说明系统的使用方法，分析数据图所反映的问题，从而验证本系统在实际施工中所起的作用。

§ 5.3.1 使用方法说明

§ 5.3.1.1 导入数据

对于之前的注册过程，这里不再赘述。打开系统之后，要求输入密码，本系统设定了原始密码“123”，使用者可以选择“重设密码”来设定自己的密码，修改成功后回到登录界面，输入刚刚修改过的密码登录系统。如果选择退出，则退出系统。如图 5-11 所示。



图 5-11 系统登录界面

进入系统，只有一张工作表，也就是第四章中提到的控制面板选单。如图 5-12 所示，可以看到，此时只有四个选项。点击“导入数据”按钮，生成“导入数据”工作表，并且将外部数据复制到“导入数据”工作表中（外部数据已经通过特殊软件处理成满足特定要求的 Excel 表格）。如图 5-13 所示。此时，第一步工作完成。

§ 5.3.1.2 数据处理

完成第一步骤后，在控制面板中就会多出一个选项“数据处理”。数据处理

计算矿料总量和各料仓所占比例，以及粉料和沥青的比例，并生成“数据处理”工作表。如图 5-14 所示，第二步骤完成。此时，“混合料参数”选项被激活，如图 5-15 所示。

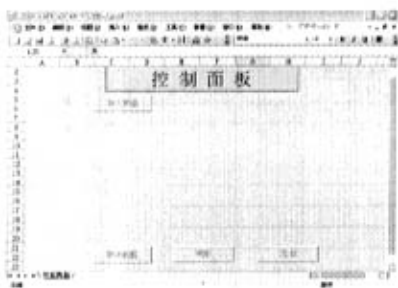


图 5-12 控制面板选单



图 5-13 导入数据结果



图 5-14 数据处理结果

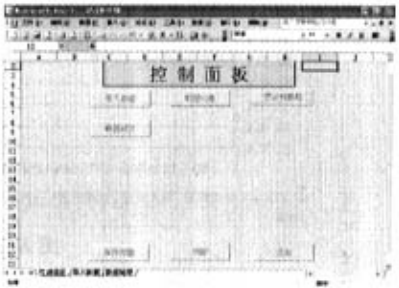


图 5-15 选项被激活

§ 5.3.1.3 混合料设定参数输入

混合料参数输入，主要是指输入混合料的生产配合比和允许的上下限，所依据的规范不同，此处的数值会稍有不同。

输入参数后，得出各料仓的设定值、上下限等参数，并将数据填入到“数据处理”工作表中，如图 5-16 所示，做好作图准备。此时，控制面板中所有选项都将激活，如图 5-17 所示。

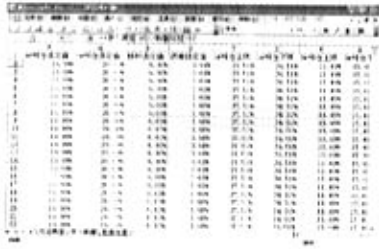


图 5-16 参数输入后的数据处理表



图 5-17 所有功能都被激活

§ 5.3.1.4 绘图

完成以上步骤，则可以选择需要的料仓进行绘图。控制面板上分别标示清楚，比如作一号料仓的个值分析图，选择“一号料仓分析图”，则结果如图 5-18 所示。

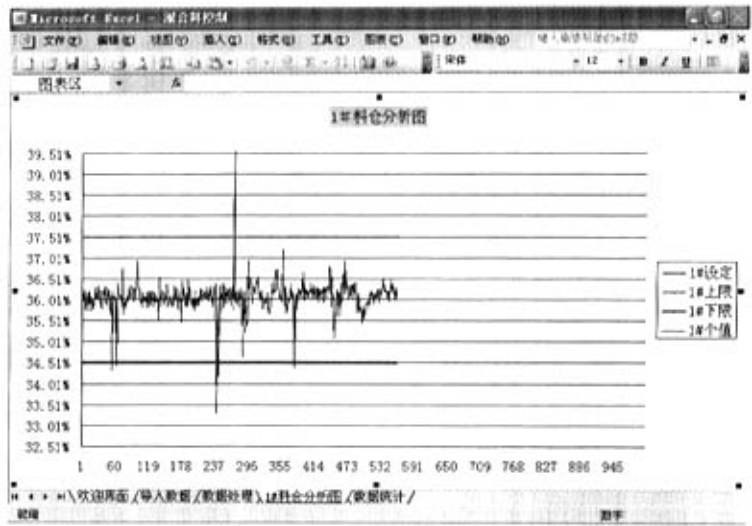


图 5-18 个值分析图结果

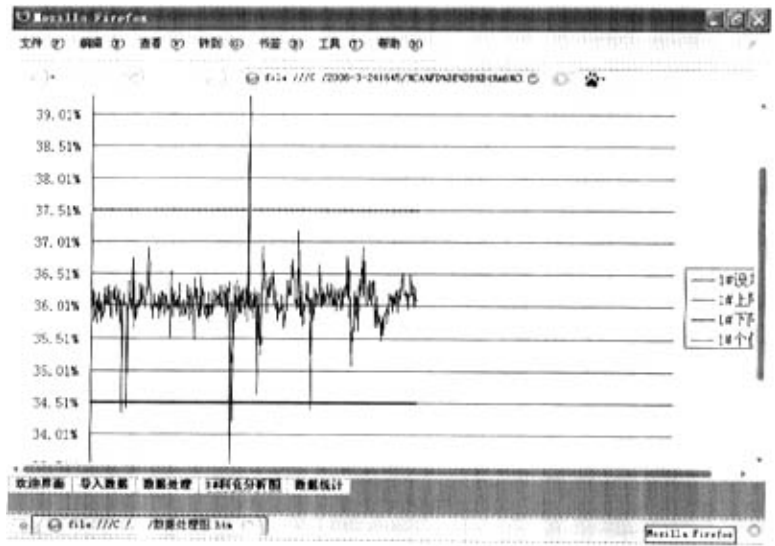


图 5-19 保存好的数据格式图

§ 5.3.1.5 保存、退出

如前所述,保存选项另存处理完的数据表数据图,系统默认以html格式保存。在控制面板选择“保存”按钮,系统生成以当前日期时间命名的文件夹,如“2006-3-241645”,并且按程序设定路径保存数据。数据内容包括所有的数据和图形。可以用任意的网页浏览器打开数据文件(比如 Internet Explorer, Netscape),如图 5-19。当所有工作做完后,如果还要处理下一批数据,选择“刷新”。如果要退出,则选择“退出”选项。

至此,整个数据处理过程就结束了。相对来说,本系统的操作简洁明了,易于掌握,可以满足施工环境的要求。

§ 5.3.2 数据图分析

以下列举典型的数据图,考察本系统在施工质量控制中的作用。数据均来自某高速公路实际施工现场。

§ 5.3.2.1 个值分析图说明

图 5-20 至图 5-22 显示了 3 组沥青含量的个值控制图,从这五张图上可以明显地看到由于不同的情况导致的不同类型的偏离。图 5-20 是正常控制下的沥青含量个值图,从图中可以看到,所有的实际值都在控制限之内,均值 3.67%,接近设定值,标准偏差 0.034%,都在正常范围之内;

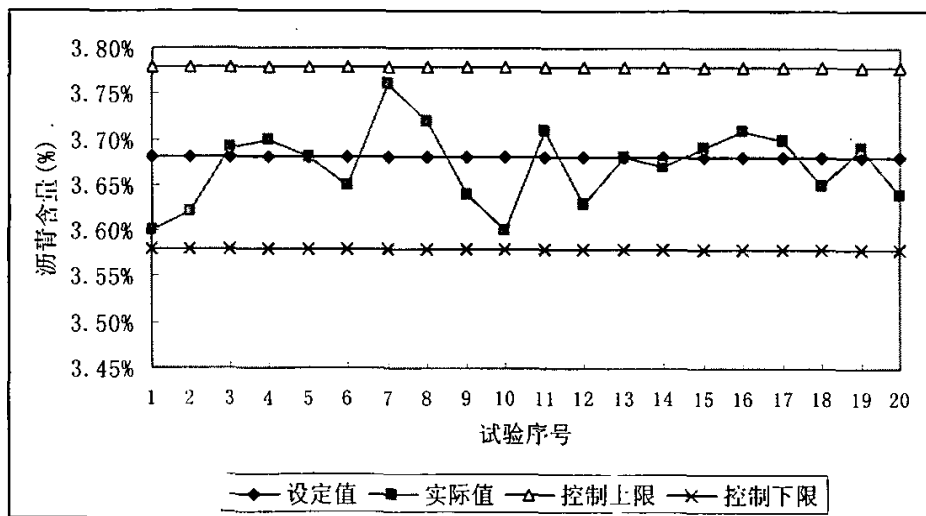


图 5-20 生产过程处于正常控制下的个值控制图
(均值: 3.67% 标准偏差: 0.034%)

图 5-21 的实际值都在控制下限以下，均值 3.32%，远远偏离设定值 3.68%，标准偏差 0.02%。由此可以推断，这可能是搅拌设备存在着较大地系统偏差或是施工单位人为调低沥青设定值；图 5-22 所示实际值全面失控，标准偏差 0.106%，可以推断是搅拌设备的控制精度太差。而此时，生产过程全面失调。

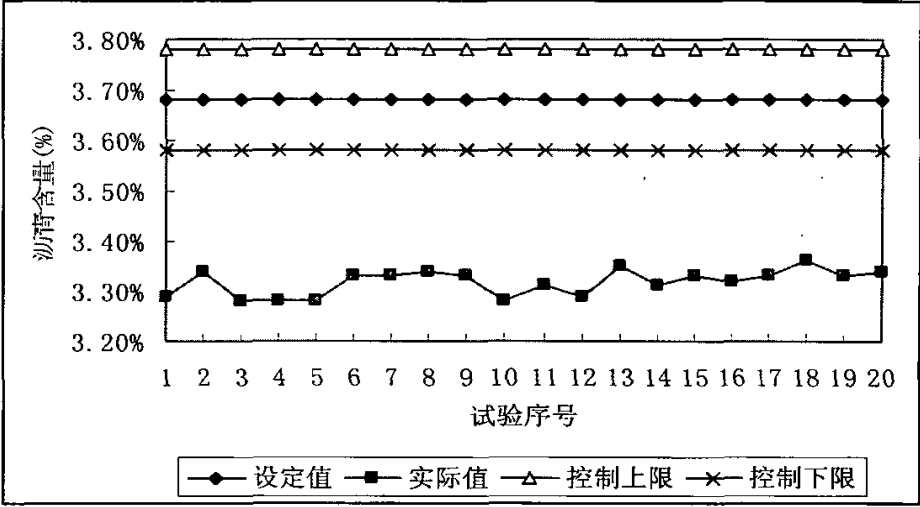


图 5-21 系统偏差或人为因素引起误差的个值控制图
(均值: 3.32% 标准偏差: 0.02%)

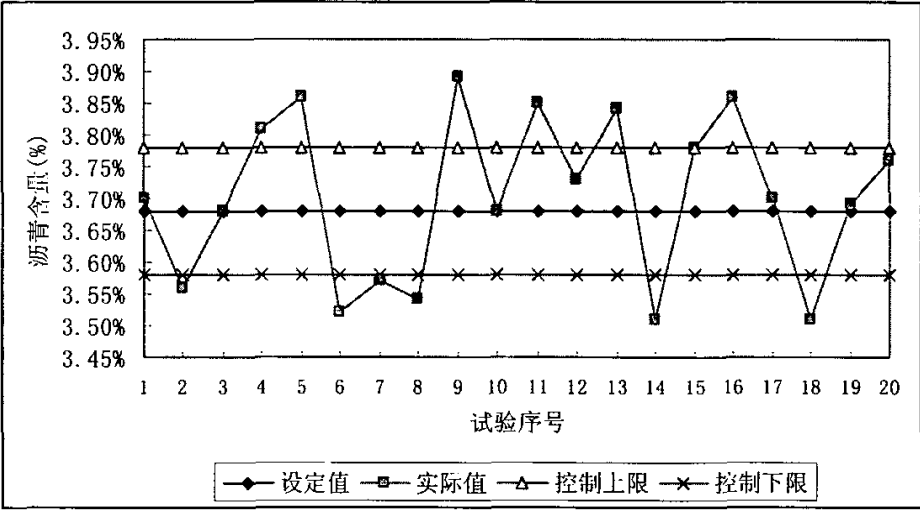


图 5-22 控制精度较差的个值控制图
(均值: 3.70% 标准偏差: 0.106%)

通过以上分析，可以看到个值控制图可以直观地判断生产过程是否正常，结

合数据统计系统，能够很好的指导混合料生产过程。

§ 5.3.2.2 矿料筛分图说明

沥青混合料矿料组成的分析由于取样和分析过程受许多随机因素的影响而带有很大的随机性，因此用 1~2 个试样的结果来代表成品料生产质量的总体是没有意义的。因此，在取样的数量和取样的代表性上要严格要求。图 5-23 是正常情况下的矿料级配曲线，筛分实际数据基本上都处于上下限的中值；图 5-24 所示粒径 4.75 以下的矿料明显靠近上限，因此沥青混合料就会偏细。

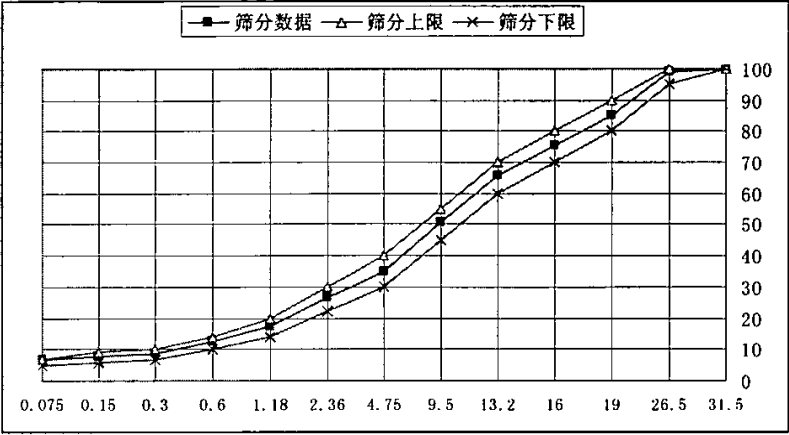


图 5-23 正常情况下的混合料筛分图

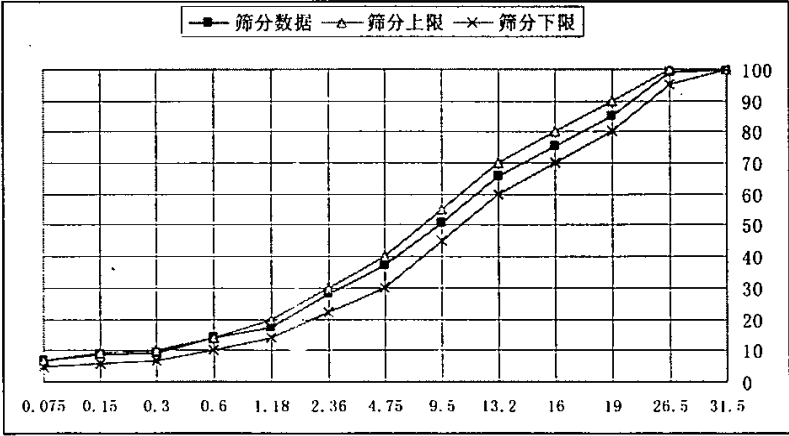


图 5-24 混合料偏细的矿料筛分图

沥青混合料的生产与质量管理涉及多方面的因素，要真正提高混合料生产的质量，就要从多个环节着手，从原材料的质量和管理、搅拌设备的性能和沥青混合料生产过程等方面进行有效的管理。作为一个分析系统，它真正能做的是找到

问题的症结所在，要解决问题，还必须多方面的配合，最重要的是提高施工人员质量管理的意识。

§ 5.4 本章小结

本章内容较多，介绍了程序设计的主要过程。第一节介绍了程序的流程图，这是程序的框架；第二节介绍程序中使用的算法及关键技术。在本节中，算法介绍依据的是新的路面施工规范，对程序中使用到的算法一一做了详细说明，这也是路面施工中大量使用的算法；在功能模块设计中详细介绍了程序的控制流程，主要功能开发，并挑选典型的代码进行了分析；在安全机制和错误处理小节中，则主要介绍了系统的安全性和错误处理机制。系统的安全性限于软件的保密性质，并未作详细的代码分析，只介绍使用到的加密方法，而错误处理则举例介绍；分析了系统可能出现的运行期错误，并且对处理方法做了说明；最后进行了算例说明，验证了系统的可用性。

程序的调试是一件需要长期进行的工作，大如微软的操作系统，小如普通的应用程序，都要长期的改进和修改。本处理系统尚有很多功能不够完善，许多问题也还没有发现，对于它的改进，也将一直进行。

第六章 总结及展望

§ 6.1 总 结

本文以施工质量动态管理方法为基础,深入探讨了沥青混合料生产质量的控制技术,并且以 Excel 和 VB 为平台,开发了沥青混合料生产数据分析系统,对沥青混合料的生产质量管理起到了指导性的作用。论文完成的主要研究工作如下:

阐述了行业国内外现状及课题提出的背景意义。在国民经济进一步发展的情况下,公路交通事业也蓬勃发展,如何提高路面施工的质量已成为迫切需要解决的问题。作为公路施工的一个重要环节,沥青混合料生产的质量直接影响着路面施工的质量。开发沥青混合料数据处理系统,对于提高沥青混合料生产的质量,都有着重要的意义;

论述了施工质量动态管理方法。作为一种新兴的质量管理方法,动态管理提供了施工质量的实时过程控制,提供了及时发现影响质量因素的手段,从而提高施工质量的稳定性,减小变异系数。同时,也为开发本系统提供了理论基础;

研究了拌和设备的组成结构,控制系统以及影响混合料生产质量的因素。作者先后多次到施工现场实地考察,对于拌和设备的组成分类,工作特点以及控制系统有了很具体的了解,从而保证了论文的顺利完成;

介绍了程序开发平台和设计语言。Excel 是大家熟悉的应用软件,对于表格数据的处理能力一直以来得到大家的认同。自从加入了 VBA 以后,更是如虎添翼。论文主要介绍了 VBA 语言,它可以说是 VB 的一个分支,是专门用来操作 OFFICE 办公软件的一种语言,功能强大,基本上可以满足开发的需要。在此基础上,介绍了 Windows API 编程,它可以应用到任何一种 Windows 系统编程语言中,如 C, C++等,当然也可以应用到 VB 中,它能够完成许多在 VB 里无法完成的任务,如任意的注册表操作能力。因此,引入 Windows API 编程,可以增强开发系统的功能;

描述了该数据处理系统的开发流程并分析了一些关键代码。其中重点介绍了开发的过程和每一个模块的实现,从而给读者一个比较直观的映像。通过各种技

术，作者实现了软件既要是开放的，又要是保密的特点，实现了既定的目标；说明了系统的使用方法和数据处理结果。一方面通过使用说明，使读者掌握该数据处理系统的使用方法，另一方面通过数据处理分析，进一步阐述了该系统在控制沥青混合料生产过程中的重要意义。

综上所述，完成这一课题，主要得出以下结论：

- 一、 施工质量动态管理是对公路施工质量进行过程监控的有效方法之一，它能准确、实时地反映施工过程的真实问题；
- 二、 论文所研究开发的动态控制软件，经多条高速公路试用，直观明了，操作简单，效果良好。软件分析处理的结果不仅对实际高速公路施工质量的监控起到了保障作用，而且对后续高速公路施工质量的提高起到了非常重要的指导作用；
- 三、 用数理统计方法计算的样本均值、标准差、变异系数等参数确实反映了大样本函数潜在的变化规律，这些规律对描述施工过程的特性和指导今后进行恰当的施工奠定了理论基础；
- 四、 Excel 作为开发平台来开发应用程序，可以应用 Excel 的所有现有功能，如数据处理、图表处理、数据库连接等，简化了开发过程，节约了开发成本，是软件二次开发的典型应用案例。

通过完成这一课题，作者对于施工质量控制理论有了更加深刻的认知，尤其对施工质量动态管理方法作了较为深入的研究。另外对 Excel 的应用技术以及 VB 编程思想有了更进一步的掌握。

§ 6.2 展望

由于现有实时连续测试技术和时间等多方面的原因，该数据处理系统仅完成了施工质量动态管理中混合料生产过程动态管理的部分内容，功能尚显单一，仍然有可继续开发的空间。

- 一、 数据导入过程的改进。现阶段的数据导入依然采用了复制粘贴的办法，虽然可行，但使用不是很方便。在进一步的改进中，可以考虑采用通过编程增加控件的方式；

- 二、 在完成既定功能的基础上，利用 GDI（图形设备接口）编程，优化操作界面，使程序进一步完善，达到既美观又实用；
- 三、 扩展数据处理系统的功能，将公路施工各个环节的数据处理集中到一起，形成完整的公路施工动态管理软件包。

公路施工质量控制不仅是一个繁琐的过程控制，而且也是一个复杂的系统工程，既要有正确的科学研究的方法，又要适应当前的施工工艺，做到切实可行。此外，还需要在共同提高质量控制意识的基础上，各方协同合作与配合。公路施工质量的提高对于我国国民经济的发展有着巨大的直接经济效益和间接经济效益，让我们通过不断的探索研究，使我国公路施工质量精益求精，更上一层楼。

主要参考书目和文献

- 【1】 杨人凤等. 沥青路面工程施工技术控制手册[Z]. 内部资料, 2003.
- 【2】 JTG F40-2004. 公路沥青路面施工技术规范[S].
- 【3】 邵明建. 沥青路面机械化施工技术与管理[M]. 北京: 人民交通出版社, 2000. 6.
- 【4】 中国公路学会筑路机械学会. 沥青路面施工机械与机械化施工[M]. 北京: 人民交通出版社, 1999.
- 【5】 宋金华等. 高等级道路施工技术与施工[M]. 北京: 中国建材工业出版社, 2005. 8.
- 【6】 何挺继, 展朝勇. 现代公路施工机械[M]. 北京: 人民交通出版社, 1999.
- 【7】 王健. 工程机械构造[M]. 北京: 中国铁道出版社, 1995
- 【8】 王修正, 徐圣文, 周继祖. 工程机械手册[M]. 北京: 中国铁道出版社, 1986.
- 【9】 郑训等. 路基与路面机械[M]. 北京: 机械工业出版社, 2001. 9.
- 【10】 孙祖望. 连续式沥青混合料搅拌工艺的发展与新型的双滚筒搅拌设备(一)[J]. 建筑机械, 1999 (8): 11~15.
- 【11】 孙祖望. 连续式沥青混合料搅拌工艺的发展与新型的双滚筒搅拌设备[J]. 建筑机械, 1999 (11): 24~29.
- 【12】 Caterpillar Tractor Co. The History and Development of the Caterpillar VENTURI-MIXER Asphalt Plants.
- 【13】 J. Don Brock. Dryer Drum Mixer. Technical Paper T-119, ASTEC.
- 【14】 F. L. Roberts, P. S. Kandhal, E. R. Brown, Dah-Yinn Lee, T. W. Kennedy. Hot Mix Asphalt Materials, Mixture Design, and Construction. Lanham, Maryland: NAPA Education Foundation, 1996.
- 【15】 布宁. Excel Visual Basic for Application 用户使用指南[M]. 北京: 科学出版社, 1996. 10.
- 【16】 世诒资讯, 王成春, 萧雅云. Excel VBA 2003 程序设计实例导航[M]. 北京: 中国铁道出版社, 2005. 4.
- 【17】 邱晶. 利用 VBA 在 Excel 中建立决策分析系统[D]. 西安: 西安石油大学,

2004.

- 【18】王鸿儒. Excel 在统计学中的应用[M]. 北京: 中国铁道出版社, 2004.
- 【19】王鸿儒. Excel VBA 程序设计[M]. 北京: 中国铁道出版社, 2005.
- 【20】Peter Norton. Excel 2002 ::a tutorial to accompany Peter Norton's introduction to computers[M]. New York : Glencoe/McGraw-Hill, c2003.
- 【21】郭瑞, 吴钦春. 中文版 Excel 2003 函数与图表分析应用案例[M]. 上海: 上海科学普及出版, 2005.
- 【22】曾志民 张秀茂等. Visual Basic for Windows 程序员 Windows API 参考手册[DB/OL]. <http://www.ssreader.com>, 1995. 8.
- 【23】Yesky. 什么是 Windows API [DB/OL]. <http://www.yesky.com>, 2001. 10. 26.
- 【24】Yesky. VB 调用 Windows API 的注意事项[DB/OL]. <http://www.yesky.com>, 2001. 10. 26.
- 【25】许主洪. 加密与解码: 密码技术剖析与实战应用[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2003.
- 【26】王全国, 任晨光. 软件狗加密技术透视[M]. 北京: 清华大学出版社, 1996. 6.
- 【27】(美) 吉尔. Visual Basic 6 高级编程策略与范例—错误处理编码与分层技术[M]. 北京: 电子工业出版社, 2000.
- 【28】(美) Rob Thayer. Visual Basic 6 揭密—全面的解决方案[M]. 北京: 电子工业出版社, 1999.
- 【29】周民光等. Visual Basic for Windows 语言参考详解[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 1995. 12.

致 谢

本文是在杨人凤教授精心指导下完成的。导师治学严谨、才思敏捷、虚怀若谷、诲人不倦，从论文的选题到具体设计，无不倾注着导师的心血与汗水，正是得益于导师的精心指点，学生才能如期完成硕士论文。导师不但以她渊博的学识、严谨的作风和忘我的工作热情在工作学习上影响着我，并且以她虚怀若谷的处世风范和平易近人的生活作风在生活上给了我无微不至的关怀。值此论文完成之际，特向导师致以崇高的敬意和衷心的感谢！

特别感谢在攻读硕士学位期间协助作者的师弟师妹，还有本专业的许多研究生同学，没有他们的支持作者是无法顺利完成论文的。

最后感谢父母和亲人始终如一的关心和支持，你们是我最大的动力！