|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 分类号： |  | 密 级： |  |
| U D C： |  | 学 号： | **K457** |



硕 士 学 位 论 文

**基于 B/S 模式的 X 企业设备管理信息系统设计与开发**

**Design and Development of Management Information System of X Enterprise Equipment Based on B/S Mode**

学 位 类 别： **全日制工程硕士**

研究生姓名： **俞 效 燚**

学 科、专 业： **工业工程**

研 究 方 向： **设备工程与管理**

指 导 教 师： **黄鹏鹏** **教授**

**沈 澐** **副教授**

**2015 年 12 月 30 日**

学位论文独创性声明

本人声明所呈交的论文是本人在导师指导下进行的研究工作及取得的研究成果。据我所知， 除了文中特别加以标注和致谢的地方外，论文中不包含其他人已经发表或撰写过的研究成果，也不包含已获得江西理工大学或其他教育机构的学位或证书而使用过的材料。与我一同工作的同志对本研究所做的任何贡献均已在论文中做了明确的说明并表示谢意。

申请学位论文与资料若有不实之处，本人承担一切相关责任。

研究生签名： 时间： 年 月 日

学位论文版权使用授权书

本人完全了解江西理工大学关于收集、保存、使用学位论文的规定：即学校有权保存按要求提交的学位论文印刷本和电子版本，学校有权将学位论文的全部或者部分内容编入有关数据库进行检索，并采用影印、缩印或扫描等复制手段保存、汇编以供查阅和借阅；学校有权按有关规定向国家有关部门或者机构送交论文的复印件和电子版。本人允许本学位论文被查阅和借阅，同意学校向国家有关部门或机构送交论文的复印件和电子版，并通过网络向社会公众提供信息服务。

保密的学位论文在解密后适用本授权书

学位论文作者签名（手写）： 导师签名（手写）：

签字日期： 年 月 日 签字日期： 年 月 日

摘 要

随着计算机网络技术的不断发展，信息化技术越来越受企业领导的重视，企业利用信息化技术来提高其生产管理的效率。设备作为企业的重要固定资产，其管理方式的优劣直接影响企业的正常生产。X企业是一家生产滑轨的制造企业，因近年企业的不断发展，新增了大量先进设备，而传统的设备管理方式已经不利于其正常生产管理。通过建立企业设备管理信息化系统，对企业的生产设备进行标准化管理，提高设备运行的稳定性，进而提高企业的生产效率。

本文通过研究调查X企业设备管理的现状，根据企业的实际需求，应用信息化技术设计并开发了一套适合企业需求的设备管理信息系统，以降低X企业设备的生产管理成本。首先，综述了现代企业设备的管理方法，通过对X企业设备管理现状进行分析，阐述了当前设备管理存在的问题和不足，提出将信息技术应用在设备管理中，建立一个基于B/S模式的设备管理信息系统。其次，对X企业设备管理流程进行分析，应用流程管理的改进技术，对企业设备的运行管理进行改进，提高设备的维修效率。再次，根据企业生产设备的重要零部件维修记录确定零部件的预防维修周期，以冲床的重要零部件保险块为例，运用SPC的相关技术对故障记录数据进行统计分析，计算该零部件的预防维修周期，为预防维修计划的制定提供的依据。然后，应用信息化技术及数据库管理技术，以Visual Studio 2008作为开发环境，SQL SERVER 2005作为后台数据库，C#为编程语言，设计了基于B/S模式的设备管理信息系统。该系统主要由设备前期管理、设备维修管理、设备备件管理、设备预防维修管理、设备固定资产管理、图档管理、系统管理这七个模块组成，并详细介绍了这七个模块的功能。最后，展示了系统的部分运行界面，系统在X企业得到良好的应用，提高了企业设备维修效率及降低设备的维修费用。

**关键词：**设备管理；维修管理；信息系统；B /S 模式；维修周期

I

**Abstract**

With the development of computer technology, informatization has been emphasized by more and more enterprises. The management of equipment quality in normal operation is an important fixed asset which is directly related to the quality of production of enterprises. The establishment of the enterprise equipment management information system is to standardize the management of enterprise production and the operation of enterprise equipment. X Company is a manufacturer of rail manufacturing enterprises, which is added abundant new advanced equipment due to its constant development in recent years. The traditional equipment management is not conducive to the equipment of the normal production management. Therefore, to develop informatization construction of enterprise equipment

management improves equipment management efficiency.

In this study, according to the status quo of equipment management in X Company, application of information technology, design and development of a set of equipment management information system for enterprise needs can improve the level of equipment management in X Company. Firstly, based on the existing research, we analyze the present situation of X Company equipment management, and expound the existing problems and shortcomings of the current equipment management. We put forward the application of information technology in the equipment management, and establish a B/S model of equipment management information system. Secondly, equipment management process of the X Company is analyzed. We apply process management of the improvement technology for the improvement in the early period of enterprise equipment and operation management. Thirdly, the key parts of the punch equipment as an example, we make use of SPC technology to analyze the maintenance records, and describe details of the preventive maintenance cycle of the calculation process. Then, the information technology and database management technology is applied which is based on the development environment 'Studio Visual 2008', the background database 'SERVER SQL 2005', the programming language 'C#', the design of the B/S mode of the device management information system. The system includes the equipment archives management, equipment maintenance management, spare parts management, equipment maintenance management, equipment management, equipment management, and system management. The functions of these seven modules are introduced in detail. Finally, through application of display the part of system operation interface, the

II

System has good application in X Company. And to apply the equipment management information system to X Company and through reasonable arrangement of equipment preventive maintenance time, improve the reliability of equipment operation and reduce maintenance costs, increase the market competitiveness of enterprises.

**Key Words:**: equipment management; Maintenance management; Information system; B/S mode; Maintenance cycle

III

目 录

[摘 要](#_Toc686472271) 2

**[Abstract](#_Toc686472272)** 3

[第一章 绪论](#_Toc686472273) 7

[1.1 研究背景及意义](#_Toc686472274) 7

[1.2 国内外研究现状](#_Toc686472275) 7

[1.2.1 国外研究现状](#_Toc686472276) 7

[1.2.2 国内研究现状](#_Toc686472277) 7

[1.3 维修管理研究现状](#_Toc686472278) 8

[1.4 设备信息管理研究现状](#_Toc686472279) 8

[1.5 论文研究的内容](#_Toc686472280) 8

[第二章 设备维修管理相关理论](#_Toc686472281) 9

[2.1 设备维修管理的发展史](#_Toc686472282) 9

[2.2 维修方式的选择](#_Toc686472283) 9

[2.3 设备故障的常用分布](#_Toc686472284) 10

[2.4 本章小结](#_Toc686472285) 15

[第三章 企业设备管理流程改进及维修周期的确定](#_Toc686472286) 15

[3.1 企业现状](#_Toc686472287) 15

[3.2 设备管理流程改进](#_Toc686472288) 15

[3.2.1 前期管理](#_Toc686472289) 15

[3.2.2 运行管理](#_Toc686472290) 15

[3.2.3 维修管理](#_Toc686472291) 16

[3.3 预防维修周期模型](#_Toc686472292) 16

[3.3.1 设备的典型故障规律](#_Toc686472293) 17

[3.3.2 维修经济性的维修周期模型](#_Toc686472294) 17

[3.3.3 运行可靠性的维修周期模型](#_Toc686472295) 19

[3.4 重要零部件维修周期确定](#_Toc686472296) 21

[3.5 所示。](#_Toc686472297) 27

[3.5 本章小结](#_Toc686472298) 28

[第四章 需求分析及系统设计](#_Toc686472299) 29

[4.1 需求分析](#_Toc686472300) 29

[4.1.1 基本功能需求](#_Toc686472301) 29

[4.1.2 非功能需求](#_Toc686472302) 30

[4.2 系统设计原则与目标](#_Toc686472303) 30

[4.2.1 设计原则](#_Toc686472304) 30

[4.2.2 设计目标](#_Toc686472305) 30

[4.3 开发模式的选择](#_Toc686472306) 30

[4.4 数据库设计](#_Toc686472307) 31

[4.5 设备的编码管理](#_Toc686472308) 43

[4.5.1 设备编码原则](#_Toc686472309) 43

[4.5.2 设备编码设计](#_Toc686472310) 43

[4.5.3 备件编码设计](#_Toc686472311) 44

[4.6 本章小结](#_Toc686472312) 44

[第五章 系统模块设计与功能实现](#_Toc686472313) 45

[5.1 功能模块设计](#_Toc686472314) 45

[5.1.1 系统的总体设计](#_Toc686472315) 45

[5.1.2 设备前期管理模块](#_Toc686472316) 45

[5.1.3 设备维修管理模块](#_Toc686472317) 46

[5.1.4 设备预防维修管理模块](#_Toc686472318) 47

[5.1.5 设备备件管理模块](#_Toc686472319) 48

[5.1.6 设备固定资产管理模块](#_Toc686472320) 48

[5.1.7 图档管理模块](#_Toc686472321) 48

[5.1.8 系统管理模块](#_Toc686472322) 48

[5.2 系统开发工具及特点](#_Toc686472323) 49

[5.2.1 系统的开发工具](#_Toc686472324) 49

[5.2.2 系统的特点](#_Toc686472325) 49

[5.3 系统功能实现](#_Toc686472326) 49

[5.4 本章小结](#_Toc686472327) 52

[第六章 总结与展望](#_Toc686472328) 53

[6.1 总结](#_Toc686472329) 53

[6.2 展望](#_Toc686472330) 53

[参考文献](#_Toc686472331) 53

[攻读学位期间的研究成果](#_Toc686472332) 55

VI

# 第一章 绪论

## 1.1 研究背景及意义

设备，指企业在生产过程中所使用的机械、装置或设施，是企业生产的主要物质基础之一，同时也是企业生产水平与竞争力的主要标志[1]。设备的重要性有：第一，通过对设备进行相应的操作，将企业的原材料、资源、能源等转变成企业所需的成品或半成品，为企业创造物质财富。第二，设备的价值占企业固定资产的比值最大，一般在

60%~70%左右，设备的折旧与报废对企业资产变动有较大的影响。第三，设备的生产运行影响到企业所有的经营活动，产品质量、产量、交货期等都与设备运行状态有着密不可分的联系，设备运行状态的良好与否，将影响企业的正常生产运作。随着科学与锻造技术的不断发展，设备朝着大型化、复杂化、集成化、智能化、自动化、精密化等方向发展[2]。设备管理的理论跟着设备技术发展的脚步不断更新，为企业的发展提供更好的管理方案，提高企业设备的管理水平[3]。

进入21世纪以来，随着计算机技术的快速更新进步，信息技术已经影响到每个人的生活、工作等方面，人类社会进入到了信息时代。信息技术在世界上已经得到了广泛的应用，现代企业应用信息技术加强对企业的管理，领导层也越来越重视企业管理信息化的建设。通过加强建设企业管理信息化水平，大大提高企业的管理效率，使企业在市场竞争中得到良好的发展。在电子商务高度发达的今天，信息化无处不在，几乎所有的行业都需要用到信息技术，企业的经营管理也越来越离不开信息技术[4]。

随着市场原材料成本、员工成本的不断上涨，使企业生产成本一直居高不下，且市场竞争不断增加，大大压缩了企业获得利润的空间。通过科学的管理方法严格控制生产的各个环节，通过减少生产过程中不必要的损耗来降低企业的生产成本。设备是企业生产的物质基础，其性能的优劣直接影响着企业产品的质量、产量、生产率以及交货期等。通过对设备进行日常维护管理及预防维修，提高企业重要生产设备的运行稳定性，降低因非计划停机所造成的经济损失，增加设备的生产效率[5]。设备管理是企业管理的组成部分之一，通过建设企业设备的信息化管理，管理人员可快速了解设备运行状况，并根据设备运行现状合理安排生产计划。X企业主要是生产钢珠滑轨、缓冲滑轨和隐藏式滑轨等不同规格产品，其拥有多种不同种类、型号、规格的生产设备，而企业设备的管理流程混乱、管理的难度大，设备的故障率一直居高不下。因此，通过设计并开发一款适合X企业设备管理特点的信息系统，使企业生产设备的管理更加规范。构建设备管理信息系统有以下几方面意义：

1

1.规范企业设备的管理。

操作员工按照设备作业指导书，按规定作业流程操纵设备，在设备运行一定的工作时间，对设备进行定期的维护工作。技术人员按照设备管理的流程对设备的运行状态进行监测并记录相关数据，经过对数据的统计分析，确定设备的运行情况，根据分析所得的结果，通过系统制定设备的预防维修计划，并按计划对设备进行维修，使设备能持续稳定地生产。

2.提高设备运行稳定性。

企业重要的设备需要长时间的连续工作，一旦设备发生故障，将影响产品持续生产、交货时间等，增加了企业的生产成本。通过对设备运行状态的监测，提前制定并实施相应的预防维修计划，维修或替换已磨损严重的零部件，降低设备因零部件故障而造成设备的停机，保证设备运行的稳定性。

3.降低设备维修费用。

设备经过一段时间的生产运行，因设备零部件在使用过程中的磨损等消耗，故障的发生不可避免。定期对企业的重要生产设备进行预防维修，在生产过程中合理安排设备的维修时间，降低设备的故障率，进而减少设备因故障造成的紧急停机损失。将企业的备件管理与维修管理相结合，当备件的库存量低于其安全库存时，系统将会提醒备件管理人员需要采购相关备件，在保证备件数量的同时降低设备的维修时间及维修费用。

随着计算机网络技术的快速发展，设备朝着现代化发展，设备的管理方式也需要及时进行调整。对企业重要生产、运输制定相应的预防维修计划，提前维修或更换设备的重要零部件，减少非计划停机造成的损失。运用设备管理信息化的相关理论，建立一款适于企业的设备管理信息系统，提高企业信息的交流速度，对企业的生产管理具有重大的使用意义[6]。

## 1.2 国内外研究现状

### 1.2.1 国外研究现状

国外企业十分重视设备管理的信息技术，花费了大量资金建立相应信息系统软件，现已经进入了先进的发展阶段，形成了包含辅助决策的综合设备管理信息系统，为企业的生产经营和设备的管理提供相应的技术及信息支持。设备综合管理信息系统的结构体系[7][8]如图1.1所示。

2



人工点

检系统

在线监测

诊断网络

计算机终端

故障诊断

专家系统

主计算机

设备维修

管理系统

输出信息，维修策略

设 备 群

图1.1 设备综合管理信息系统结构体系

利用先进的监测及诊断技术，对在线运行的重要设备进行监测和故障诊断，提前发现设备存在的缺陷，并及时进行相应的记录或维修。当设备运行发生异常时，根据系统中设备的常规故障记录，提示设备可能发生的故障，并指导相关人员对设备进行相应检查、维修。设备的点检管理辅佐人工对设备进行点检，采集、储存并分析设备点检过程中的相关信息，为设备的维修提供依据。设备维修管理系统综合了维修计划、备件管理、工程管理、分析评价和预算管理等功能，通过分析各个功能模块的信息，为设备制定相应的设备维修计划。

著名的管理信息系统专家诺兰[9](R·L・Nolan)通过对不同类型企业使用信息系统的经验总结，提出诺兰模型。国外拥有多个设备管理信息系统，其中典型的设备维修管理系统有MAXIMO系统以及SENERGY系统[10]。MAXIMO系统美国IBM公司的产品，以企业的固定资产和设备的台账为基础，以产品的生产流程为主线，为设备制定相应的预防性维修计划，提高了设备的维修效率，降低生产的总成本，将企业备件的采购、库存，设备的维修计划等数据集中在一个系统中，各部门充分利用系统中的共享信息[11]。在SENERGY系统中，将系统主要分成六大模块，对企业设备及生产进行管理，六个模块分别是：设备管理、维护管理、备件库存管理、供应商管理、设备采购管理及设备预防维修管理。该系统能与财务、销售等信息系统进行数据的交换及共享，制定设备的维修计划，保证设备长时间处于安全正常的运行状态，减少设备故障停机次数；该系统能够控制设备的维修预算，降低设备的维修成本及备件的使用等，在合理的时间对设备进行相应的维护与维修，减少设备故障停工损失；提高设备与备件采购效率，采购部门通过该系统可以很快的了解需要采购的设备及备件的信息，并采购符合条件的产品。

3

当然在国外还有许多发展成熟的系统，如AMS (Asset Management Solution)设备管理系统[ 12 ]；EAM(Enterprise Asset Management)企业资产管理系统；ERP(Enterprise Resource Planning)企业资源计划等系统软件。国外还拥有许多适用于不同工作条件的设备管理信息系统，并已经得到实际应用[13]。

### 1.2.2 国内研究现状

我国对设备管理的研究起步较晚，早期基本上是学习、引用、吸收及消化国外先进的设备管理技术，其发展历程大致可分为三个阶段[14]：

经济管理阶段，国家正处于百废待新的时期，基本上沿用以前的设备维修管理方法，对设备主要是采用的是被动的事后维修；

科学管理阶段，通过学习、引用、吸收了前苏联的计划预修制，并开始建立设备管理部门对设备进行专门的管理，大大减少了事后维修对生产的影响；

现代设备管理阶段，国家对设备管理有了更多的探讨和研究，吸收了国内外先进的设备管理思想，逐渐形成适合我国国情的设备管理，有利于企业的快速发展。

随着我国经济实力的不断增强，信息网络技术得到了快速的发展，管理信息化越来越得到管理者的重视。由于我国企业管理信息化发展起步较晚，虽然这几年得到快速发展，但是设备管理模式与西方发达国家还存在很大的差距。随着制造业市场竞争越加激烈，生产成本的增加，通过提高企业设备管理水平，充分利用已有的生产设备及资源，为企业增加市场的竞争力。

## 1.3 维修管理研究现状

随着生产力的不断进步，设备的技术发展十分迅速，现代化设备更加复杂、精密，一旦发生故障，将会产生巨大的经济损失甚至引起事故的发生。设备在运行一段时间后，由于设备零部件在运行过程中不可避免的磨损、腐蚀、老化等因素，设备工作一段时间后存在一定的故障缺陷。通过对设备的故障规律的分析，根据零部件的重要性，对设备重要零部件进行预防维修，降低设备故障的发生。

周涛[15]以河北某电力公司为研究对象，通过对电网设备寿命周期内的成本结构进行分析，建立了基于设备寿命周期内的成本管理综合评价指标体系，为企业生产设备的成本管理提供决策依据。

Deshpande[16]对RCM理论进行分析并将其应用于滚筒式轧钢机的维修管理，在基于可靠性的基础上，应用逻辑决断图确定设备的预防维修模型。

李翔，李伟峰[17]在研究了企业设备日常维修管理的基础上，将RCM与风险评估相结合，并通过对设备不同故障模式制定不同的风险级别，针对不同级别的设备故障模式

4

制定相应的维修决策。

翟锡杰[18]根据对企业实际生产过程中故障规律进行分析，发现设备的可靠性随着设备使用时间的不断推移在持续下降。提出改进的时变可靠度的维修模型，引入役龄回退因子，在时变可靠度模型的基础上对定期维修决策及视情维修决策确定维修成本与维修次数的关系，最终确定设备的维修周期。

## 1.4 设备信息管理研究现状

企业设备管理涉及内容广泛，数据量大，在传统的管理方式中，信息的采集与反馈速度慢且数据容易失真，不利于企业决策的制定。在计算机技术快速发展的时代，利用计算机技术将设备的管理与信息相结合，动态监测设备的运行状态并根据所收集的信息制定相应的生产、维修计划，降低企业设备故障的发生。我国的企业、高校、科研机构也相继开始研究企业设备的信息化管理。在国内，越来越多的软件公司为企业提供设备管理相关的软件。

朔黄铁路有限公司根据铁路运输的连续生产的特点[19]，通过建立企业资产管理系统，提高企业设备运行的可靠性。在设备在全寿命周期内，利用企业信息化管理技术，合理制定并安排维修计划，降低企业设备的停机损失。

赵富强[20]针对我国某煤炭企业目前落后的管理方式，结合现有网络技术的快速发展，根据企业的实际需求，采用目前市场流行三层B/S结构，开发了一款适用于该企业的设备管理信息系统。通过该系统，可以对设备台账、维修、事故等信息的录入、查询、修改及删除等，提高了企业设备信息的交流速度。

俞明华[21]根据宁波职业技术学院规模的扩大及设备的快速增长，旧的设备管理方式逐渐不能满足学院发展的进程，建立了一套适用于该学院的设备仪器管理信息系统，提高该学院设备管理的信息化。

目前，随着制造技术与锻造技术的不断发展，设备管理日益受到企业领导的重视，通过提高企业设备信息化管理水平，降低企业的生产、维修成本。不断完善的润滑管理体系和资产管理体系，以及其他正在飞速发展的设备管理体系，结合信息技术将实现更快的跨越。同时，我国设备管理重视创新和国际间的交流合作，这些都促使我国管理的不断发展[22]。

## 1.5 论文研究的内容

本文从X企业设备管理现状出发，分析了设备现场管理存在的问题与不足，提出建立设备信息系统的解决方案，提高企业设备信息的交流速度及准确性。本文的主要研究

5

内容如下：

1.简述本文的研究背景及意义，对设备管理的国内外研究现状进行整理，介绍了设备维修管理的发展历程，根据设备重要性的不同选择不同的维修方式。

2.针对企业设备管理流程存在的问题及不足进行分析，应用相应的改进方法对现有设备的管理流程进行改进，规范企业设备的管理流程。

3.根据设备的故障规律，提出预防维修周期的模型，综合考虑设备维修的可靠性及经济性原则，确定预防维修的周期。以企业重要设备冲床的关键零部件保险块为例，收集并整理故障维修记录，应用Minitab等软件对故障数据的进行分析，确定保险块的故障率和可靠度函数，并以此计算设备的预防维修周期。

4.通过分析系统开发的功能需求，确定系统的设计目标，并介绍系统的开发模式的选择及数据库的设计。根据编码规则设计了一套适用于该企业的设备编码方案，通过详细介绍系统的功能模块，并展示系统的部分运用实例，最后对本文的主要工作进行总结与展望。

6

# 第二章 设备维修管理相关理论

## 2.1 设备维修管理的发展史

随着设备科学技术的快速发展，设备管理及维修技术也在不断发展，在每个不同的生产时期形成了不同的管理模式。随着生产力的不断发展，设备管理也经过不同的发展阶段，按时间的先后顺序大致可分为四个阶段[23][24]。

1.事后维修阶段

事后维修（Breakdown Maintenance, BM）主要应用在20世纪50年代前，由于当时设备的结构、功能简单且易于维修，且设备发生故障停机对企业整体生产影响不大，损失并不严重。设备的操作人员只需对设备进行简单的维护、润滑、清扫等日常工作，不需要进行系统的维修和大范围的修理活动。事后维修阶段主要依靠操作人员在运行设备过程中所积累的经验和技能，在设备发生故障后进行修理或替换。事后维修是设备发生故障后才对该设备进行相应的维修，使其恢复生产能力，在设备没有发生故障前不对设备进行预防维修，这种生产方式不利于设备长时间的生产，对生产进度有较大的影响。

2.预防维修阶段

预防维修（Preventive Maintenance, PM）主要应用在20世纪50到60年代，在这一时期设备的维修方式主要是采用预防维修方式。由于设备的故障已经严重影响到了企业的持续生产，为减少设备故障的发生，前苏联的计划预修制以及美国的预防维修体制都大大减少了设备故障的发生。计划预修制是设备在运行一定的工作时间后，按照提前制定好的维修计划对设备进行定期检查、维护和修理等活动。预防维修是在设备正常运行的时候，利用先进的检查和诊断技术加强对设备进行检查，将故障发生前消灭各种隐患。通过提前制定好相应检修计划，对生产计划影响小，可以减少设备故障的突然发生和造成的停工损失，延长了设备的使用寿命，有利于保证产品的质量和产量。

3.生产维修阶段

生产维修（Productive Maintenance）在20世纪60年代后期，随着科学技术的发展，人们开始关注企业的生产成本，例如美国首先提出设备的全寿命周期费用的概念，将考虑设备从设计到报废全过程的所有费用；日本的家用企业在这一时期十分重视设备的可靠性和可维修性，在设备的设计阶段就考虑到设备以后使用的可靠性和维修性，提高设备的使用寿命，降低故障率。生产维修阶段十分注重设备的可靠性和可维修性设计，在设备的设计阶段就考虑其运行的可靠性和维修性。根据企业设备的重要程度来选择选择不同的维修手段，如设备故障对生产影响不大设备可以使用事后维修方式，对生产影响大的设备使用预防维修方式，降低设备的故障率。

7

4.设备综合管理阶段

从1970年至今，不同的管理思想、方法不断涌现并推广开来。有设备综合工程学、全员生产维修制、设备综合管理、适应性维修、可靠性维修等。

（l）综合工程学。1971由英国丹尼斯▪巴克思首先提出设备综合工程学概念[25][26]，考虑设备生命周期内的费用，对设备进行综合管理，尽可能的降低其使用、维修费用。

（2）全员生产维修制。20世纪70年代初期，日本在生产维修体制的基础之上，融入一些先进的设备管理理念，并以此提出了全员生产维修制。该方法主要以设备综合效率为目标，考虑设备全生命周期内的预防维修，企业所有部门及员工都参与管理的一种维修方式。

（3）设备综合管理。在19世纪80年代，中国在计划预修体制的基础上，吸收了当时世界先进的设备管理理念，提出的一种设备管理思想。主要是从企业自身出发，根据现有设备的特点，制定符合企业要求的一种管理模式。

（4）适应性维修。该维修模式以降低设备综合管理费用为目标，平衡维修费用和生产损失。通过不断计算事后维修及状态维修之间成本关系，选择设备维修的最佳时间，来降低设备综合管理费用，以费用的高低来判断企业设备维修的时间[27]。

（5）可靠性维修。可靠性维修在设备运行可靠性的基础上，通过对设备进行预防性维修，保证设备运行的可靠性，减少了设备的故障维修。积极主动地对设备进行维修活动，降低设备故障发生的次数，减少设备因故障停机而造成的损失[28]。

设备管理发展至今，产生了许多先进的管理理论，通过提高设备的使用率及使用寿命，降低企业非计划停机时间，降低企业的生产成本。随着计算机网络技术快速发展，结合先进的管理技术，利用计算机技术对设备运行的信息进行管理，避免人为操作带来的不确定性，合理的维修计划可延长设备的使用寿命，减少维修费用，提高企业市场竞争力。

## 2.2 维修方式的选择

设备在使用过程中，由于零部件之间相互摩擦，不可避免地会使一些零部件发生劣化，长久下去会造成零部件的损坏，影响设备的性能、精度、效率乃至寿命，严重者甚至引起事故的发生。在设备故障未发生前，利用相应的检测技术及诊断工具对设备进行监测，提前发现存在的安全隐患，并制定相应的维修计划。通过对设备进行维修或更换备件，恢复设备生产精度及使用寿命，降低设备故障的发生，减少停机损失。

1.事后维修。当设备发生故障后才进行维修工作，主要是以恢复设备功能为主要目标，是工业领域最早的维修方式[29]。事后维修在企业是必不可少的，企业具有大量的设

8

备，某些生产设备或辅助设备，其发生故障不影响企业的正常生产，不必对其进行预防维修，因此采用事后维修。由于设备的故障具有随机性，不可能对所有故障进行准确预测，设备故障发生不可避免，故障出现后只能采用事后维修。

2.定期维修。设备在运行一段时间后，对设备进行预防性维修，替换设备的易损零部件，保证设备能正常地运行。这种维修方式主要针对有规律可循的故障，故障发生需要经过一段时期才能才会发生，并且零部件有明显的劣化趋势，如设备的磨损、腐蚀、老化等因素引起的故障。定期维修时间间隔的确定十分重要，维修时间间隔过大会加剧设备零部件的磨损，可能引起严重的事故；维修时间间隔过短，造成多次维修过早更换正常运行的零部件，使企业浪费严重。科学地确定定期维修时间间隔，合理安排设备的预防维修计划及生产计划，降低设备的维修成本。

3.状态维修。技术人员通过先进的监测设备及诊断技术对设备进行监测，监测出运行设备的状态信息。维修人员根据设备的这些信息来判断设备的劣化程度并预知设备的故障，确定是否需要维修或何种程度的维修。通过分析监测的数据，在设备故障发生前进行相应的维修保养，可以通过增加中修、小修及保养，延长设备的大修周期，提高设备的维修效率[30]。理论上状态维修可以最大幅度节省维修成本，减少故障的发生，但是状态维修先进的监测技术及设备对设备进行监测并产生大量的数据，很多需要监测的数据因时间成本过高而无法在线监测。

4.预知维修。按规定时间对设备关键部位的运行状态进行监测，识别零部件的不良趋势，并对受损严重的零部件进行维修或更换。由于设备的劣化程度不容易识别，可能增加维修的工作量或未能及时进行维修。预知维修同样需要专业的监测设备及诊断技术，准确判断设备的劣化程度，制定有针对性的维修计划，从而降低故障停机损失。四种不同维修方式的优缺点对比如表2.1所示。

表2.1 维修方式优缺点对比

| 维修方式 | 优点 | 缺点 |
| --- | --- | --- |
| 事后维修 | 适用于不影响企业正常生产的设备，能  够通过快速维修使设备恢复相应功能，维修成本较低的设备。 | 设备故障无法预知，故障维修  需一定时间，故障停机损失巨大且需储存大量的备件，增加企业生产  成本。 |
| 定期维修 | 有利于保证设备正常运行，提前安排生  产计划及维修计划，降低事后维修引起的成本，从而减少维修成本。 | 如果预防维修间隔时间不合理，将导致维修过多或维修不足。 |
| 状态维修 | 通过对设备运行状态的监测，判断设备零部件的劣化趋势，通过增加小修、中修次数，延长设备大修时间。 | 需要一些的检测设备，信息的分析需专业人员，人员培养费用高。 |

9

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |
|  | 预知维修 | 通过对设备运行状态的监测，提前判断  设备故障发生，有利于增加设备运行寿命。 | 需要采用先进的监测技术及设  备，信息的分析需专业人员，人员培养费用高。 |  |

在设备管理过程中，无论采用何种预防性维修方式，设备故障及事后维修是不可能完全避免。但是采用了预防性维修（事后维修、状态维修、预知维修），可以显著减少设备故障发生的次数，从而降低设备运行成本。

## 2.3 设备故障的常用分布

设备在运行一段时间时，由于运行过程中存在的磨损、疲劳、腐蚀等原因，设备不可能一直处于规定的功能或进行正常生产活动。设备的故障主要取决于其内部结构、维修保养、工作环境及受力情况等因素。通过大量实践经验确定某些产品的故障分布规律如表2.2所示[31]。

|  |  |
| --- | --- |
| 分布类型 | 应用范围 |
| 指数分布 | 具有恒定失效率的部件，如常用的电子元件、系统软件等。 |
| 正态分布 | 在非寿命情况下，80%以上问题属于正态分布，如产品的质量分布。  一些磨损型的零部件的故障，如汽车轮胎、轴承等。 |
| 对数正态分布 | 事件集中发生在端部不对称的情况，且观测值的离散程度很大，如  直升机旋翼叶片、飞机结构、金属疲劳等。 |
| 威布尔分布 | 适用于有薄弱环节的模型，如某些电子管、电动机、电缆、继电器、  开关等。 |

表2.2 产品故障分布规律

1.指数分布

指数分布在可靠性工程领域应用十分广泛，适用于偶发失效与时间无关的情况。当随机变量T为服从单参数**的指数分布，记T~e()，指数分布的概率密度函数*f*（*t*）和分布函数*F*（*t*）分别为：

*e**t*

*T* 0

*F* (*t*) 

 0

 *t*

*T* 0

*t*

（2.1）

*F* (*t*) *dt**e*-*t dt*1*e**t*

*T* 0

F(*t*)

0

*T* 0

（2.2）

其中，参数**为指数分布的失效率。指数分布的概率密度如图2.1。

10

f(t)

2.正态分布

t

图2.1 指数分布概率密度

正态分布是统计分析常用的概率分布之一。正态分布适用范围很广，可用于分析由于磨损、老化、腐蚀而引起的产品失效，也可以用于产品质量控制。当随机变量T服从正态分布时，记T~N（u, **2），正态分布的概率密度函数*f*（*t*）和分布函数*F*（*t*）分别为：

1 2

*F* (*t*) 

*t*

(*T**u*) 2

*e* 2**

2**

1 *t*

2**

-∞<t <+∞ (2.3)

(*T**u*) 2

U—均值；

**—标准差。

F(*t*) *f* (*t*) *dt* 



*E* 2**2 *dt*



-∞<t <+∞ (2.4)

正态分布的概率密度如图2.2所示。

f(t)

3.对数正态分布

t

图2.2 正态分布概率密度

对数正态分布在某些机械零件的疲劳寿命可用对数正态分布来分析。当随机变量T服从参数为u、**的对数正态分布，记为T~LN(u, **2)，对数正态分布的概率密度函数*f*（*t*）和分布函数*F*（*t*）分别为：

11

*F* (*t*) 

(Ln *t**u*) 2

*e* 2**

2*t*

1 2

 1(

*t*

Ln *t* *u*

** )

t>0 （2.5）

U—均值；

**—标准差。

*t*

*F* (*t*) 

0

(Ln *t**u*) 2

*e* 2**

2*t*

1 2

*dt*(

Ln *t* *u*

**)

（2.6）

对数正态分布的概率密度如图2.3所示。

f(t)

4.威布尔分布

t

图2.3 对数正态分布概率密度

威布尔分布是用瑞典物理学家威布尔（W. Weibull）的名字命名的，主要是根据薄弱

环节思想发展出来的，在工程中有广泛的应用[32]。当随机变量T服从参数为m、**、**的威布尔分布，记为T~W(m, , )，威布尔分布的概率密度函数*f*（*t*）和分布函数*F*（*t*）分别为：

*F* (*t*) 

*M t* **

**( **

) *m*1 *e*

( *t* ) *m*

**

T **

, *m*,**  0

（2.7）

m—形状参数；

**—尺度参数；

**—位置参数。

*F* (*t*)1 *e*

( *t*) *m*

**

（2.8）

威布尔分布的概率密度如图2.4所示。

12



**

图2.4 威布尔分布概率密度

形状参数m的大小决定曲线的形状，如上图所示，当m取不同的值时，威布尔分布可以转为不同分布形式：当m=1时为指数分布，m=2时为瑞利分布，m=3时近似为正态分布。

当位置参数**=0时，威布尔分布为两参数威布尔分布，记为T~W(m, )，两参数的威布尔分布的概率密度函数*f*（*t*）和分布函数*F*（*t*）分别为。

*F* (*t*) 

*M* ( *t*

) *m*1 *e*

( *t*) *m*

**

（2.9）

* *

*t m*

( )

*F* (*t*)1*e *

（2.10）

威布尔分布是近年来在设备故障分析中使用最广泛的模型之一[33][34]，它能整体描述出整个零部件的失效过程。在机械设备的可靠性问题当中，常用两参数的威布尔分布于计算设备运行的可靠性。

## 2.4 本章小结

本章通过叙述设备维修管理的发展历程，根据设备的重要性选择合适的维修方式，并对常用几种故障分布进行了简单概述，为后面设备维修周期的确定提供理论基础。

13

# 第三章 企业设备管理流程改进及维修周期的确定

## 3.1 企业现状

X企业成立于1994年，坐落于广东省佛ft市顺德区，注册资本6500万元，是一家主要生产五金产品的企业。X企业主要生产的产品是滑轨，其产品能满足载重10KG 到

1000KG，宽度在17mm到76mm之间不同要求的滑轨，拥有15个大系列，如隐藏式系列、重型系列、喷粉系列、三节30系列、餐台滑轨系列等，是东芝、伊莱克斯、史丹利、海尔、美的、西门子、全友等国内外知名品牌企业的供应商。随着X企业不断发展，对设备的功能需求越来越高，先后采购了行业领先的生产设备，如高精度滑轨滚压成型冲孔一体化自动生产线、全自动滑轨组装生产线等生产设备，设备的不断更新增加了管理上的难度。随着市场的激烈竞争，企业生产成本的不断增加，设备管理是影响生产成本的重要因素之一，提高企业的设备管理水平有利于降低企业生产成本。

X企业作为一家生产五金产品的企业，主要生产设备有：分条机、拉轨机、冲压机、空压机、干燥机、储气罐、装珠机、全自动滑轨组装机、运输设备、质检设备、称重设备等。随着市场对产品需求的不断变化，为适应市场的需求，企业研发了不同系列的产品，同时购买了大量的生产设备，生产工艺也由原来的简单向复杂转变。该企业的管理层也根据企业的实际情况对设备管理工作进行几次较大的改进，于2004 年通过了

ISO9001国际质量管理体系认证，2007年推行现场6S管理，2010年实施ERP和PLM项目打造信息化平台。随着企业领导对设备管理的重视，指导并监督员工对设备的维护保养工作，企业设备的使用效率有所提高、设备故障率也有所降低，但是企业设备管理与同行先进企业还存在着一定的差距，企业的设备管理还存在提升空间。通过对X企业设备管理的实地考察，设备管理存在以下问题：

1.企业拥有多种不同类型的设备，每种类型的设备有多个不同的规格型号，同一型号也有多台设备，而企业设备的编码是使用早期流水号自动生成的方法，通过设备编号不能快速确定设备类型、规格。

2.企业目前使用的是EXCEL表对企业设备信息进行记录，信息的查询利用困难且不能及时传递设备的相关信息。

3.企业设备维修方式主要还是使用事后维修方式，即设备发生故障后再进行维修，经常性地停机维修增加了设备生产成本。

4.企业设备缺乏设备定期维修，设备维修周期是由维修人员根据经验决定设备定期维修周期，缺乏科学性。

当然，企业设备在生产过程中还存在其他的许多问题，在本文中不做详细考虑。企

14

业需要一种先进的设备管理方法，规划设备的业务流程，提高设备的使用率并降低设备故障停机的损失。通过与同类行业设备管理方法进行比较，结合计算机技术的发展，开发一款适合X企业设备管理现状的信息系统。

## 3.2 设备管理流程改进

### 3.2.1 前期管理

企业对设备的前期工作主要包括设备的购置申请、选型、招标、签订合同、验收、安装调试、试运行、入固定资产等几个阶段。设备前期管理工作的好坏影响投入运行后的经济效益及维修成本，选择适当的设备可减少运行过程中的维修难度[35]。因此，设备在购置时，应考虑企业自身的技术能否满足设备维修保养的需求，如未考虑到这些因素而采购新设备，将会大大浪费企业的开支，给后期的维修保养带来不便，增加设备维修费用。企业进口台湾的全自动滑轨装配机，因企业没有相应的维修技术，该设备的许多故障需要专业人员才能维修且某些零部件需要从原厂订购，发生故障后严重增加了设备的维修时间和维修成本，该设备经常处于故障停机中，给企业带来大量的资金浪费。由此可见，设备的前期管理对企业十分重要，X企业设备的购置流程如图3.1所示。



设备购置申请

设备型号调查及初步分析初步设备配置型号方案集

供应商信息收集

供应商资格审查选择供应商

验收

安装调试

是否接收

是

否

方案评价

入固定资产台帐

签订采购合同

验收

图3.1 设备的购置流程图

15

根据X企业的年度生产计划，结合本部门现有设备情况，确定是否需要购置相关设备。由使用部门提交“设备购置计划书”，详细说明所需购置设备的名称、规格型号、主要技术参数等信息，并生成几种购置方案，通过组织开会讨论确定设备的规格型号，搜集设备供应商的信息，并对各供应商的资格进行审查，选择合格的供应商并签订采购合同。设备采购回企业后由设备部协助采购部门对设备进行验收，对设备的外观、使用说明书、合格证等进行确定。将设备安装在制定位置，由使用部门进行最少一个月的调试，确认设备的生产效率、质量、性能、精度等指标是否达到要求。若合格，由设备负责人填写“设备购置验收单”并录入设备固定资产台账，并在设备醒目位置钉上“设备固定资产”铭牌，移交到使用部门。

### 3.2.2 运行管理

设备的运行管理是设备整个生命周期中的最重要的环节，同时也是为企业产生效益的阶段，通过运行设备将原材料转变为企业所需的产品，在设备运行过程中故障是不可避免的，良好的设备管理方法可降低设备的故障率。在设备安装调试合格后，进入投产阶段，技术人员根据设备的使用说明书制定相应的操作规程及保养规程，操作员按照设备的操作规程和保养规程对设备进行操作和保养。在设备的运行过程中，通过日常的设备维护保养工作，及时替换或维修受损的零部件，使设备能稳定持续的生产。在设备需要调拨或报废时，由相关人员记录设备的具体情况。设备的运行管理包括制定设备点检计划、设备事后维修、设备预防维修、设备调拨、设备报废等环节，企业对设备在寿命周期内的管理流程如图3.2所示。

16



使用部门领用

设备分类

操作指导书

编制设备操作规程

保养指导书

设备履历表

编制设备履历表

否

是否需要点检

否

否

是否需要维修

是否定期维修

否

否

是否报废

是

是

设备维修申请表

是

定期维修计划

是

设备报废申请书

是否调拨

是设备调拨申请

故障分析

否

相关部门审核

设备点检

维修是否到期

相关部门审核

否

记录设备点检信息

是

设备检查

审核是否通过

否

否

设备点检

记录表

是否维修成功

否

审核是否通过

是设备调拨处理

是否需要维修

是

设备报废处理

是

设备维修记录

是

设备维修

报废台账记录

设备维修报告

设备运行

编制设备保养规程

设备运行

设备维修

编制设备点检记录表

图3.2 设备的运行管理流程图

企业虽然有一套设备管理流程，但是在实际的应用过程中员工没有按照规定的流程来完成设备的使用维护工作。企业设备发生故障维修主要由员工手工填写设备维修申请单，再提交到设备管理部门，维修人员根据设备维修申请单去现场对设备进行故障进行分析，判断企业现有技术是否能维修。在这过程中，维修申请单的传递过程中浪费大量的时间，延长了设备停机时间，增加生产成本。设备的维修记录在维修结束后，按维修时间段储存至设备维修记录的EXCEL表中，设备维修记录没有重新利用。企业重要设备的定期维修时间周期还是靠维修人员的经验决定，维修时间间隔的确定缺乏科学性，没有好好利用设备维修记录中的信息。

### 3.2.3 维修管理

设备在运行过程中，维修管理是设备在运行管理过程中的重要环节，由于设备零部件的相互磨损，设备故障发生不可避免，通过维修使设备恢复原有的生产能力。设备能否快速恢复正常运行，直接影响到订单完成的交货期与产品质量。但是X企业的维修申请单是手工填写的，操作员通过纸质维修申请单转到设备管理部门，由设备管理部门通知维修人员对故障设备进行维修，从设备故障发生到维修花费大量时间，增加设备的停

17



预防维修计划到期

点检发现缺陷

机损失，不利于快速恢复设备的生产力。根据构建系统的要求，对设备维修管理流程进行改进，规范设备的维修管理，提高设备信息传递的速度与效率。改进后的设备维修管理流程如图3.3所示。

审核是否

通过

否

是

设备发生故障

正常运行

提出并制定维修计划

紧急维修

提交维修申请

查询申请相应

备品备件

是否维

修成功

是

否

维修

信息反馈

联系厂家维修

图3.3 改进的设备维修管理流程图

维修分析报告

设备维修记录

通过改进企业原有的设备维修管理流程，大大提高了企业设备维修管理的效率。改进后的维修管理流程有以下优点：

1.设备的维修管理流程符合设备管理信息系统建设，规范了企业设备的管理流程。车间在设备发生故障后通过系统提交设备维修申请单，设备部受理系统中的设备维修申请单并快速安排维修人员对故障设备进行维修。

2.维修人员通过对设备故障进行分析，确定有无能力对故障设备进行维修，若无能力对故障进行维修则将联系厂家，让厂家派专员指导完成设备的维修。

3.通过对设备维修记录进行分析，特别是设备重要零部件的故障记录，采用科学的计算方法确定设备的维修周期，为设备预防维修计划的制定提供数据支持。

18

4.将设备维修及备件管理相结合，维修人员可快速查询并申请维修所需的备品备件，使设备能快速得到维修。

## 3.3 预防维修周期模型

企业设备故障的发生存在各种原因，确定设备维修周期需要考虑多方面的因素，涉及到设备运行的可靠性及维修的总费用（包括预防维修、事后维修及故障所造成的损失等）最低[36]。如果设备可靠度低，将会严重影响设备运行过程中的安全性，增加了设备的故障率甚至引起重大事故的发生，进而增加企业的生产成本。维修周期过短虽然能保证设备的可靠性，但是提前更换还有使用价值的零部件会增加企业的生产成本。维修周期过长，会降低设备的可靠性，使设备运行存在安全隐患。因此，科学的制定设备维修周期，对设备运行的安全性及维修的经济性具有重大意义。

### 3.3.1 设备的典型故障规律

设备故障是设备在使用过程中，由于设备各零部件的受力、磨损、疲劳、腐蚀、老化等原因，不能达到或丧失规定的功能。设备在使用寿命内的不同使用时期，其故障率也是不同的，设备的故障率是随着时间变化的函数。经过大量的现场使用和实验结果表明，设备在整个寿命周期内的故障率基本符合典型故障率曲线即“浴盆曲线”，如图3.4。典型故障率曲线将设备故障按运行时间分为三个阶段：早期故障阶段，偶发故障阶段和耗损故障阶段[2]。

1.早期故障期。早期故障期是由于设备在设计、制造、验收测试上的失误，使设备零部件存在缺陷而引起的。该故障的主要特点故障率较高，随着设备运行时间延长及进行不断地维修，故障率随之快速降低。可以通过加强设备零部件的出厂检验和设备整机调试等工作，避免由于设备因早期故障而产生设备停机或事故的发生，并缩短早期故障期的时间。



早期故

障期

耗损故

障期

偶发故障期

λ(t)

t

图3.4 典型故障率曲线

19

2.偶发故障期。偶发故障期是设备在运行过程中由于误操作、维护不良、环境影响等因素引起的随机故障，这段时期的故障率低而且稳定与运行时间的关系不大。可以通过日常状态监测、精心修理、预防维护等措施，延长有效寿命故障期，并将故障率维持在最低限度。

3.耗损故障期。由于设备或零部件在运行过程中不可避免的耗损（如磨损、腐蚀、疲劳、老化等）。这个时期设备的故障随着运行时间的增长而迅速上升，维修费用也在不断增加，工作效率及精度持续下降。如果能预知故障发生的起始时间，提前进行相应的维修或及时更换受损的零部件，可降低设备故障或事故的突然发生。

威布尔分布的故障率函数图如图3.5所示，当形状参数m<1时，函数的故障率为递减形式比较符合早期故障期的情况；m=1时，函数的故障率稳定比较符合偶发故障期；

m>1时，函数的故障率为递增形式比较符合耗损故障期[37]。威布尔分布故障率函数**（*t*）和可靠度函数*R*(*t*)分别为：

**(*t*) *m*

* m*

(*t**r*) *m*1

[ (*t*) ] *m*

（3.1）

*R*(*t*)*e*

（3.2）



λ(t)

t

图3.5 威布尔分布的故障率函数图

### 3.3.2 维修经济性的维修周期模型

设备的维修周期在预防维修过程中非常重要的一个指标。如果维修周期过长，会使设备故障次数的增加而影响企业正常的生产，给企业造成不必要的经济损失；如果维修

20

周期过短，增加了设备的维修次数及维修费用[38]。

在设备运行过程中，其故障的发生会受到很多随机因素的影响。为了确保设备能够处于工作的状况下，适当的定期维修以及故障发生后的维修费用都是必须要花费的。并且设备发生故障后，在进行维修这段时间内，设备无法正常运行，会对企业的生产造成一定的损失。这个损失也必须要考虑。所以，应该对设备进行综合分析，找出设备各个部件维修中最佳的维修间隔期，使设备维修费用最小。

设备维修周期与维修费用之间的关系如图3.6所示[39]。



图3.6 维修周期与维修费用的关系图

图3.5中，*C f*为设备发生故障后，停机及事后维修所造成的损失；*C p*设备定期维修所造成的费用；无论在什么情况下都有*C f* > *C p*；C为设备费用总和。在运行一段时间后，设备的维修总费用C表示为：

*N f* -事后维修的次数；*N p* -预防维修的次数。设备总维修次数N为：

*C**N f C f**N pCp*

（3.3）

由可靠性理论求得：

*N**N f*

*N p*

（3.4）

*N p* *R*(*t*) \* *N* *T*

*R*(*t*)

（3.5）

R（t）为零部件的可靠度。

*R*(*t*) *dt*

0

*N* [1*R*(*t*)]\* *N*1*R*(*t*)

*T*

*f*

 *R*(*t*) *dt*

0

（3.6）

所以单位时间内设备总维修费用为：

21

*C*(*T*)  1 *R*(*t*) *C*

*T*

*f*

*R*(*t*)

*T* *p*



*C*

（3.7）

*R*(*t*) *dt*

0

*R*(*t*) *dt*

0

为计算出费用最小时的最佳预防维修周期T，通过对上式两边的t求导，即*dC*(*t*)0 ，

*t*

得：

式中：

*t*

*p f*  *f*

[*R*' (*t*) *C* *R*' (*t*) *C*] *R*(*t*) *dt**R*(*t*) {[1*R*(*t*)]*C*

0

*R*(*t*) *Cp* }

（3.8）

*R*'(*t*)*dR*(*t*)*f* (*t*)

整理得：

****



**(*t*) 





*Dt f* (*t*)

*R*(*t*)

（3.9）

*C p*

*C f* *C p*

*T*

**(*T*) \**R*(*t*) *dt*[1*R*(*T*)]

0

（3.10）

满足上式的T值，即可使设备维修总费用C最小。

### 3.3.3 运行可靠性的维修周期模型

设备通过预防维修可以减少故障的发生，但不管经过任何维修都不能完全排除故障风险，在设备维修周期内其可靠度不低于某个可靠度标准（根据经验确定），保证设备运行的安全性及可靠性。

假设设备通过定期维修且每次维修如新，用P（t）表示t时刻前不发生故障的概率。

当t<T时，

当T <t<2T时，

P(*t*)  *R*(*t*)

P1 (*t*)  *R*(*T* )  *R*(*t* *T* )



当 iT<t<(i+1)T 时， P (*t*)  *R*(*T* )i  *R*(*t*  i*T* )

i

（3.11）

在实际的应用当中，对于可维修的系统，一般用平均故障间隔时间(MTBF)来表示系统的可靠性，即把MTBF作为建立模型的目标函数来讨论确定最优的维修间隔期。

令

 (*i*1) *T*

*Tn* *MTBF**Pi* (*t*) *dt* *Pi* (*t*) *dt*

(3.12)

0

则

 (*i*1) *T*

*i*0 T

令t-iT=x，则dx=dt

*Tn*  

*i*0

 [*R*(*T*)]*i*

T

*R*(*t**iT*) *dt*

(3.13)

22

*T*  



*x*

[*R*(*T*)]*i R*(*x*) *dx*[*R*(*t*)]*i*



*R*(*x*) *dx* 

*T*

*T*



0 *R*(*x*) *dx*

(3.14)

*n*

*I*0 0

*i*0 0

1*R*(*T* )

对公式（3.12）求导

*R*(*T* )[1*R*(*T* )]*i*

*T*

*dTn* 

*dT*

即

*R* (*T* )0 *R*(*x*) *dx*0 [1*R*(*T* )]2

(3.15)

*T*

  *i*  

*R*(*T* )[1 *R*(*T* )] *R* (*T* ) *R*(*x*) *dx* 0

0

(3.16)

通过采用数值法即可求出最佳预防维修周期T。由于企业设备的某些重要零部件的可靠性很高，在设备的生命周期内发生故障的次数很少，不适合采用上述方法，以零部件的平均故障时间作为设备预防维修时间的参考值。

## 3.4 重要零部件维修周期确定

通过对X企业近几年设备维修记录的整理、统计、筛选，根据某型冲床的故障维修记录，并对设备故障记录进行分析发现该型设备存在多种故障，不同类型的故障对设备正常运行影响也不一致。其中，保险块故障发生次数较多且是该型冲床正常运行有重要作用，其主要作用是保证当超载时起缓冲作用保证冲床不会损坏。对冲床的维修记录整理分析，筛选出关于保险块的预防维修和故障维修记录，对故障维修记录统计分析得出

故障维修费用*C f* =1000元，对预防维修记录统计分析得出预防维修费用*C p* =500元，计算保险快的故障时间间隔ti，如表3.1所示。根据保险快的维修时间间隔计算相应的中位秩，中位秩的计算公式为[40]。

F(*t* )  *i*  0.3

（3.17）

*i* *n*0.4

表3.1 保险块故障时间间隔（天）

| 序号 | 故障时间间隔ti（天） | 中位秩F(ti) | 序号 | 故障时间间隔ti（天） | 中位秩F(ti) |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 57 | 0.038043 | 10 | 148 | 0.527174 |
| 2 | 78 | 0.092391 | 11 | 155 | 0.581522 |
| 3 | 92 | 0.146739 | 12 | 160 | 0.63587 |
| 4 | 102 | 0.201087 | 13 | 166 | 0.690217 |
| 5 | 118 | 0.255435 | 14 | 173 | 0.744565 |
| 6 | 124 | 0.309783 | 15 | 185 | 0.798913 |
| 7 | 130 | 0.36413 | 16 | 202 | 0.853261 |
| 8 | 139 | 0.418478 | 17 | 224 | 0.907609 |
| 9 | 145 | 0.472826 | 18 | 258 | 0.961957 |

23

利用Minitab软件来判断保险块的故障时间服从的分布，在Minitab中通过Anderson-Darling调整拟合优度（AD）和Pearson相关系数（R）进行分布识别。根据Anderson-Darling调整拟合优度的大小来分析数据的拟合优度，拟合优度的值越小则说明该分布最优。相关系数Pearson是用来确定两个连续变量是否线性相关，该值越大则拟合越好[41]。



图3.7 四种分布的拟合图

表3.2 Anderson-Darling调整拟合优度及Pearson相关系数表

| 分布类型 | Anderson-Darling 调整拟合优度 | Pearson 相关系数 |
| --- | --- | --- |
| 威布尔分布 | 0.827 | 0.996 |
| 正态分布 | 0.902 | 0.985 |
| 对数正态分布 | 0.981 | 0.916 |
| 指数分布 | 7.085 | \* |

根据图3.7及表3.2可知，在威布尔分布时，其Anderson-Darling调整拟合优度为

0.827是所有拟合模型中值最小的，其Pearson相关系数为0.996是所有拟合模型中值最大的，因此保险块的故障分布更符合威布尔分布。

常用模型参数的估算方法有多种，如矩估法、最小二乘法，极大似然法等，最小二乘法是工程上比较常用的方法之一[42]。本文采用最小二乘法计算威布尔分布的形状参数

m和尺度参数**，根据这两参数确定保险块的故障率函数及可靠度函数，根据表3.2 中

24

的数据计算xi，yi的值。其中，xi，yi的计算公式如下所示。

*Xi* ln *ti*





*y*

 *i*

 ln[ln

1 ]

1*F* (*ti* )

（3.18）

根据公式3.23，计算结果如表3.3所示。

表3.3 保险块故障威布尔分布参数

| 序号 | 故障时间间隔  ti（天） | 中位秩  F(ti ) | Xi  ln ti | Y  ln[ln 1 ]  I 1 F (t )  i |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 57 | 0.038 | 4.0431 | -3.2497 |
| 2 | 78 | 0.092 | 4.3567 | -2.3336 |
| 3 | 92 | 0.147 | 4.5218 | -1.8408 |
| 4 | 102 | 0.201 | 4.6250 | -1.4939 |
| 5 | 118 | 0.255 | 4.7707 | -1.2209 |
| 6 | 124 | 0.310 | 4.8203 | -0.9922 |
| 7 | 130 | 0.364 | 4.8675 | -0.7924 |
| 8 | 139 | 0.418 | 4.9345 | -0.6123 |
| 9 | 145 | 0.473 | 4.9767 | -0.4459 |
| 10 | 148 | 0.527 | 4.9972 | -0.2890 |
| 11 | 155 | 0.582 | 5.0434 | -0.1380 |
| 12 | 160 | 0.636 | 5.0752 | 0.0102 |
| 13 | 166 | 0.690 | 5.1120 | 0.1586 |
| 14 | 173 | 0.745 | 5.1533 | 0.3110 |
| 15 | 185 | 0.799 | 5.2204 | 0.4725 |
| 16 | 202 | 0.853 | 5.3083 | 0.6519 |
| 17 | 224 | 0.908 | 5.4116 | 0.8678 |
| 18 | 258 | 0.962 | 5.5530 | 1.1845 |

采用最小二乘估计法对参数进行估计[43]，计算形状参数m=3.094 和尺度参数

η=164.02，根据计算结果确定保险块的可靠度函数及故障率函数。故障率函数为：

可靠度函数为：

**(*T*) 

*M t m*1 

* m*

3.094

164.023.094

*T* 3.0941

(- t *m*

 *t* 3.094

(

)

）

*R*(*t*)*e* 

*E* 164.02

1.考虑可靠性的维修周期

25

根据可靠性预防维修周期的计算模型，计算保险块的定期维修周期T，得到不同维修周期所对应情况下的设备可靠性和风险性，如表3.4所示。

表3.4 维修周期与可靠性的关系

| 维修周期 T | 110 | 120 | 130 | 140 | 150 | 160 | 170 | 180 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 可靠度 R(T) | 0.748 | 0.684 | 0.6144 | 0.542 | 0.468 | 0.396 | 0.327 | 0.264 |

企业可根据对设备可靠度要求的高低确定该设备的维修周期，如保险块的可靠度要求在60%以上，则维修周期T≤132（天）。

2.考虑经济性的维修周期

根据经济型预防维修周期的计算模型，计算保险块维修的最小费用，计算结果如表

## 3.5 所示。

表3.5 保险块维修费用计算数据表

| 时间（天）  t | T   R(t)dt  0 | R(t)Cp | [1 R(t)]C f | C |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 110 | 102 | 374 | 252 | 6.863 |  |
| 120 | 110 | 342 | 316 | 6.600 |  |
| 130 | 116 | 307 | 385 | 6.491 |  |
| 140 | 122 | 271 | 458 | 6.418 |  |
| 150 | 127 | 234 | 532 | 6.394 |  |
| 160 | 131 | 198 | 604 | 6.420 |  |
| 170 | 135 | 163 | 673 | 6.437 |  |
| 180 | 138 | 132 | 736 | 6.478 |  |

可以看出，当t=150天时，C=6.394取得最小值，达到维修最经济的效果，由此可确定预防维修周期T=150天。

同理，可根据上述方法，判断其他设备重要零部件的故障模式，并根据设备故障维修记录，计算出设备预防维修周期。对于某些故障发生次数少的重要零部件，根据维修人员的经验值确定维修周期。

设备管理人员根据设备关键零部件的影响程度，制定预防维修计划时选用合理的维修周期模型，保证设备运行的可靠性及经济性的前提下，对设备进行预防维修提高设备生产过程中的稳定性。

## 3.5 本章小结

本章主要分为两个部分，即对X企业设备管理流程进行改善及设备的定期维修周期的确定。

26

1.通过对X企业设备前期及运行管理现状进行分析，针对设备运行管理中维修方面存在的问题，对设备维修管理流程进行改善，提高设备的维修效率，为设备管理信息系统的构建提供支持。

2.通过对某型冲床的保险块故障数据进行分析，确定保险块故障服从威布尔分布的模型，采用SPC相关技术对数据进行处理从而得到保险块的可靠度及故障率函数，根据这两个函数得到设备的预防维修周期，为设备预防维修计划的制定提供数据支撑。

27

# 第四章 需求分析及系统设计

## 4.1 需求分析

需求分析是管理信息系统设计过程中的重要阶段，开发者通过对用户的实际需求进行调查，和用户达成共识并分析和表达这些需求[44]。通过对X企业设备管理进行调查，了解设备运行管理各部门的组成、职责及业务活动情况，确定设备管理信息系统应实现的功能。

### 4.1.1 基本功能需求

通过对X企业设备管理的调查研究，结合目前市场现有设备管理系统的特点，根据企业对系统功能的实际需求，系统开发包含以下的基本功能：

1.设备前期管理。管理设备在生产前的所有工作，从计划采购、方案选择、选择供应商一直到设备安装调试之间的管理。记录设备类别、编号、名称、规格型号、生产厂家、投产日期、生产日期、固定资产等基本信息。

2.设备故障维修管理。对设备在使用过程中所有维修信息的管理，车间人员可通过系统申请设备的维修，设备管理人员通过系统快速受理维修申请并安排维修人员对设备进行维修工作。储存企业所有设备在运行过程中的信息，包括维修记录、调拨记录、点检记录、及报废记录。

3.设备预防维修管理。从设备预防维修计划的制定开始，查询、修改预防维修计划，记录所制定的预防维修计划实施情况。根据设备生产订单、点检记录、维修记录、预防维修周期等信息制定设备的预防维修计划，确定维修的时间、费用以及需要更换的备件等信息。

4.设备备件管理。主要完成备件库存查询、采购申请、入库、出库的管理。采用科学的管理方法，降低备件库存及备件成本。

5.设备图纸管理。包括设备及部件图纸的导入、浏览、下载及更新。通过对图纸编号进行查询、可以快速查询到相应的图纸，提高图纸查询的效率。

6.信息共享。提高企业部门之间信息交流速度及准确性。

### 4.1.2 非功能需求

1.开发成本低，易维护与升级。

2.系统运行稳定，能快速传递各种信息。

3.界面友好，简便易用。

28

4.系统有良好的扩展性。

## 4.2 系统设计原则与目标

### 4.2.1 设计原则

X企业设备管理信息系统的开发是一个系统的工程，系统开发的好坏关系到企业设备运行维护效率，影响到企业生产管理工作的正常运行。因此，本系统的开发服从以下原则：

1.系统的易用性。软件设计的功能明确、结构清晰、语言准确以及逻辑简单，操作者能容易理解、学习并操作系统。

2.系统的稳定性。系统需要能稳定运行，当多个用户同时使用该系统，系统能稳定的运行，并具有较强的抗干扰能力。

3.系统的可扩展性。要求系统不仅能满足目前的需求，还要考虑企业未来发展的新需求留出足够的空间。要求系统在保持原有的结构框架，还可以增添新的业务逻辑，实现新的功能需求。

4.系统的安全性。由于系统大量储存着企业的信息，一些核心信息一旦泄露，将对企业造成无法弥补的损失。系统通过对用户的权限进行设置，不同权限的用户只能在授权的模块进行操作，保证数据的保密性。

### 4.2.2 设计目标

通过建立设备管理信息系统，统一规范管理X企业的所有设备，并加强企业各部门之间的联系，使信息能够得到快速流通。本系统具有以下目标：

1.提高X企业设备管理的规范化，规范设备维修的业务流程，提高设备的维修效率。

2.对企业重要设备重点管理，通过对重要设备的重要零部件的维修记录进行统计分析，计算设备的维修周期，为设备预防维修计划的制定提供依据，减少设备的故障停机。

3.通过对设备备件库存的动态监测，实时了解备件的库存信息。在备件库存低于安全库存时自动提醒仓管人员备件的缺货信息，及时采购相应的备件，充分利用备件的储存空间。

4.为设备的投资和技术改造提供相应的参数依据，提高设备投资及管理水平。

## 4.3 开发模式的选择

随着软件技术的不断发展，软件的结构体系也在不断发展，目前世界的主要有两种结构体系，即B/S模式和C/S模式。C/S模式将一个应用分为两部分，即客户端与服务

29

器端，客户端作为程序的一部分安装在用户所指定的计算机上，服务器端的主要任务是接受客户端的请求，完成相应操作并将结果反馈给客户端[45]。B/S模式是随着Internet技术的发展普及而来，现已得到了十分广泛的应用。用户通过浏览器向服务器发出相应的操作命令，经应用程序的操作并将操作结果返回至用户的浏览器中[46]。C/S与B/S有各自的特点，两种模式的优缺点如表4.1所示。

表4.1 C/S与B/S特点

|  | C/S 模式 | B/S 模式 |
| --- | --- | --- |
| 优点： | 1.将业务处理放置在客户机端，减轻了  服务器端的工作压力；  2.响应速度快；  3.能实现复杂的业务流程；  4.操作界面形式多样，能满足客户个性化需求。 | 1.系统开发简单；  2.信息采集的灵活性高；  3.使用 HTML 数据格式，共享性较强；  4.系统的维护和升级方便。 |
| 缺点： | 1.系统开发成本高且困难；  2.系统升级不方便；  3.兼容性差。 | 1.无法满足个性化需求；  2.无法满足快速操作的需求；  3.响应速度慢。 |



客户层

...

浏览器n

浏览器1

浏览器2

设备前期管理

设备维修管理

设备预防维修管理

设备备件管理

图档管理

设备固定资产管理

系统管理

应用层

数据层

档案

数据库

维修

数据库

备件

数据库

系统

数据库

随着X企业的快速发展，企业管理层越发重视企业设备的信息化管理，通过建立设备管理信息系统，规范企业设备的管理，提高设备生产效率。企业在选择所开发的软件时，不仅考虑软件的技术性、可行性，还要考虑软件的经济性。综合比较两种不同模式的优缺点，根据企业的实际需求，本系统选择开发、维护、升级成本较低的B/S模式作为系统的开发模式。企业设备管理信息系统的总体结构体系图如图4.1所示。

图4.1 系统的结构体系图

30

## 4.4 数据库设计

数据库是信息系统的核心组成部分，储存系统的所有信息，数据库设计是系统设计中非常重要的地位，成功的数据库设计有利于提高系统的开发效率。在系统设计的初级阶段，收集系统开发所需的数据，建立数据库的概念模型及数据模型，所建立的数据库能有效地储存、修改、更新相关数据，满足用户的需求。

数据库设计过程分为需求分析、概念模型设计、数据模型设计、数据库的实施与维护这四个步骤[47]：

1.需求分析

在需求分析过程，主要是确定数据库建立的目的和需要收集的数据。分析用户工作的业务流程，通过与用户沟通确定用户功能需求。通过调查、分析，确定需要收集的数据，并根据目的收集相关数据。

2.概念模型设计

在完成数据库的需求分析后，根据用户的需求对数据库的概念模型进行设计。根据需求分析中收集到用户需求的各种实体，确定各实体之间存在的关系。E-R图能很好的描述实体、属性和实体之间的联系。先对各个实体建立E-R图，根据实体之间的联系，对实体之间的关系进行优化处理，消除数据存在的矛盾。在概念模型设计阶段中只需设计如何才能正确表达出用户的需求，而不用实体间考虑如何得到实现。实体与实体之间的关系称为联系，常见的实体之间的联系有1: 1, 1：n，m: n三种，部分实体关系图，如图4.2所示。

31



员工数量

密码

权限

部门编号

姓名

部门名称

职位

用户账号

1

属于

n

预修部位

预修时间

1

故障原因

预修内容

拥有

故障时间

n

检修人员

n

包含

m

m

修复时间

包含

n

预修费用

所属部门

更换备件

设备编号

消耗零部

件

投产日期

维修费用

设备名称

当前位置

规格型号

制造商

部门

用户

预修计划

设备

维修记录

3.数据模型设计

图4.2 模型设计的部分E-R 图

在完成概念模型设计之后，将会得到了多个概念模型，接着将数据库的概念模型转化为SQL SERVER 2005所支持的实际模型。由于实体与实体之间存在着关联，在数据库设计过程中利用主键实现数据表之间的联系。

系统拥有多个数据表，表与表之间通过关键字紧密的联系在一起，通过修改某个表中的数据，同时相应其他表中的信息也会跟着更新。本系统的主要数据表有：设备综合信息汇总表、设备检修计划表、设备维修记录表、设备预防维修记录表、备件信息表、设备重要零部件表、重要零部件的维修周期表等。

（1）设备重要零部件表

表4.1 设备重要零部件表

| 序号 | 列名 | 数据类型 | 长度 | 是否为空 | 备注 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 零部件 ID | Varchar | 20 | N | 主键 |
| 2 | 零部件名称 | Varchar | 30 | N |  |
| 3 | 设备名称 | Varchar | 30 | N |  |
| 4 | 所在位置 | Varchar | 50 | Y | 外键 |
| 5 | 生产厂家 | Varchar | 50 | Y |  |
| 6 | 重要性 | Varchar | 10 | N |  |
| 7 | 功能 | Varchar | 200 | Y |  |
| 8 | 数量 | Int | 4 | N |  |

（2）重要零部件维修周期表

32

表4.2 重要零部件维修周期表

| 序号 | 字段名 | 数据类型 | 长度 | 是否为空 | 备注 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 零部件 ID | Varchar | 20 | N | 主键 |
| 2 | 零部件名称 | Varchar | 30 | N |  |
| 3 | 设备名称 | Varchar | 30 | N |  |
| 4 | 可靠性维修周期 | Int | 4 | Y |  |
| 5 | 经济性维修周期 | Int | 4 | Y |  |
| 6 | 经验判断值 | Int | 4 | Y |  |

（3）设备检修计划表

表4.3 设备检修计划表

| 序号 | 字段名 | 数据类型 | 长度 | 是否为空 | 备注 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 检修计划 ID | Varchar | 20 | N | 主键 |
| 2 | 设备 ID | Varchar | 20 | N |  |
| 3 | 设备名称 | Varchar | 30 | N |  |
| 4 | 规格型号 | Varchar | 30 | N |  |
| 5 | 使用部门 | Varchar | 30 | N |  |
| 6 | 检修时间 | Datetime | 8 | N |  |
| 7 | 维修内容 | Varchar | 200 | Y |  |
| 8 | 故障类别 | Varchar | 30 | N |  |

（4）设备综合信息汇总表

表4.4 设备综合信息汇总表

| 序号 | 字段名 | 数据类型 | 长度 | 是否为空 | 备注 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 设备 ID | Varchar | 20 | N | 主键 |
| 2 | 设备类别 | Varchar | 30 | N |  |
| 3 | 设备名称 | Varchar | 30 | N |  |
| 4 | 规格型号 | Varchar | 30 | N |  |
| 5 | 财务编码 | Varchar | 20 | N |  |
| 6 | 制造厂家 | Varchar | 50 | Y |  |
| 7 | 部门代码 | Varchar | 20 | Y |  |
| 8 | 部门名称 | Varchar | 30 | Y |  |
| 9 | 生产日期 | Datetime | 8 | N |  |
| 10 | 投产日期 | Datetime | 8 | N |  |
| 11 | 投产日期 | Datetime | 8 | N |  |
| 12 | 部门 ID | Varchar | 20 | N | 外键 |
| 13 | 使用年限 | Int | 4 | Y |  |
| 14 | 预计残值 | Varchar | 30 | Y |  |
| 15 | 主要技术数据 | Varchar | 200 | Y |  |

33

（5）设备维修记录表

表4.5 设备维修记录表

| 序号 | 字段名 | 数据类型 | 长度 | 是否为空 | 备注 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 维修记录 ID | Varchar | 20 | N | 主键 |
| 2 | 设备 ID | Varchar | 20 | N | 外键 |
| 3 | 设备名称 | Varchar | 30 | N |  |
| 4 | 故障代码 | Varchar | 30 | N |  |
| 5 | 故障开始时间 | Datemtime | 8 | N |  |
| 6 | 故障原因 | Varchar | 200 | N |  |
| 7 | 修复时间 | Datetime | 8 | N |  |
| 8 | 停机台时 | Int | 4 | N |  |
| 9 | 维修负责人 | Varchar | 20 | N |  |
| 10 | 维修内容 | Varchar | 200 | Y |  |
| 11 | 更换部件 | Varchar | 50 | N |  |
| 12 | 维修费用 | Int | 4 | Y |  |
| 13 | 备件材料费 | Int | 4 | Y |  |
| 14 | 备件 ID | Varchar | 20 | Y | 外键 |
| 15 | 备件数量 | Varchar | 8 | Y |  |

（6）设备预防维修计划表

表4.6 设备预防维修记录表

| 序号 | 字段名 | 数据类型 | 长度 | 是否为空 | 备注 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 预防维修计划 ID | Varchar | 20 | N | 主键 |
| 2 | 设备 ID | Varchar | 20 | N | 外键 |
| 3 | 预计开始时间 | Datetime | 8 | N |  |
| 4 | 预计结束时间 | Datetime | 8 | N |  |
| 5 | 维修负责人 | Varchar | 30 | N |  |
| 6 | 预技总费用 | Int | 4 | Y |  |
| 7 | 备件材料费 | Int | 4 | Y |  |
| 8 | 主要缺陷 | Varchar | 200 | Y |  |

（7）备件信息表

表4.7 备件信息表

| 序号 | 字段名 | 数据类型 | 长度 | 是否为空 | 备注 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 设备类别 | Varchar | 30 | N |  |
| 2 | 设备名称 | Varchar | 30 | N |  |
| 3 | 规格型号 | Varchar | 30 | N |  |
| 4 | 备件 ID | Varchar | 20 | N | 主键 |
| 5 | 备件名称 | Varchar | 30 | N |  |
| 6 | 备件来源 | Varchar | 50 | N |  |
| 7 | 计量单位 | Varchar | 8 | N |  |
| 8 | 图纸 ID | Varchar | 20 | N | 外键 |

本系统还有许多数据库表，本文就不一一列举出来。

34

4.实施与维护数据库

在完成了数据库的数据模型设计后，接着是数据库的实施与维护阶段。对数据表中的字段进行、确定类型及长度，按照数据库创建的标准建立数据库。在完成数据库实施设计后，数据管理的重心就是维修库的维护，在系统使用过程中对数据库的备份、数据库数据的添加、删除、修改、更新等工作。

## 4.5 设备的编码管理

设备自编码在设备资产管理中有着至关重要的作用，是设备管理信息系统的重要基础工作之一[48]。编码技术可为企业设备提供一套标识方法，是提高企业设备管理信息技术的首要工作，利用设备编码技术对企业所有设备进行编码，即可通过该设备的编码确定设备的类型、名称、规格等信息。

### 4.5.1 设备编码原则

1．唯一性。系统的编码就像人的身份证一样，每台设备都有自己独一无二的编号，即一台设备只对应的一个编码，同样一个编码只能对应一台设备[49]。

2．可扩展性。设计设备编码方案时要考虑到扩展余度，以满足设备的种类或数量的增加，可以继续使用这套编码方案。

3．简明性。编码在满足需求条件下，编码应尽可能的短，以便于记忆。

4．稳定性。编码规则一旦确定，应一直使用这套编码方案，不能随意对其规则进行修改。

5．适应性。在设计设备编码规则时，即要能满足企业设备管理的要求，又能满足企业生产管理的要求。

6．标准性。编码规则要在一定范围得到认可，并能应用到其他信息系统中，以提高企业信息的准确性[50]。

### 4.5.2 设备编码设计

X企业设备目前所使用的编码方案是设备进入固定资产的时间顺序编号，该方法简单明了，只能表示设备的进厂顺序而不能通过编码表示设备的种类、名称、规格等信息，不利于企业设备的信息化管理。根据国家标准GB/T15375对设备的分类方法，本文设计了一套适合企业设备管理的设备编码方案，如图4.3所示。

35

\*\*. \*\*. \*~~\*~~. \*\*\*\*

流水号

设备规格

设备名称

设备类别

图4.3 设备编码方案

第一部分设04备类别由两位阿拉伯数字组成，由“70”开始，将设备分为生产设备（71）、运输设备（72）、动力设备（73）、检测设备（74）等大类。第二部门设备名称管理，由两位阿拉伯数字表示设备的名称，从“01”开始，以生产设备为例，拉轨机

（01）、冲床（02）、电焊机（03）等。第三部分表示设备的不同规格，如冲床有25T（01）、30T（02）、45T（03）、63T（04）等。第四部分表示设备的顺序，用三位从“0001”开始的阿拉伯数字表示，按设备进厂的顺序使用流水号形式。

### 4.5.3 备件编码设计

企业还有许多可以通用的备件，如螺栓、螺帽、开关按钮、导线等备件，这类备件也是设备维修中不可缺少的部分，这类备件需求量大且价值不高，可以大量储存，延长订货备件的订货周期。备件编码规则如图4.4所示。

\* \* \*\*\* \*\*\*\*

流水号

备件子类

备件大类备件通用

图4.4 备件的编码规则

第一位阿拉伯数字为1表示设备的备件，第二部分是一位备大写字母用来表示设备的大类，如A(气动类)、B(轴承类)、C（电气类），第三部分是三位阿拉伯数字用来表示备件的子类，如电气类可化为开关、电灯、导线、继电器等，第四部分是4位数的流水号，表示不同规格的备件。

## 4.6 本章小结

本章主要完成系统开发的前期工作，首先，根据设备管理的需求分析了系统所需的

36

功能模块；其次，阐述了B/S与C/S这两种模式的优缺点，选择B/S开发模式；再次，介绍了本数据库的设计过程并展示系统的部分数据表；最后，根据设备的编码规则及X企业设备的类别，设计了一套适合企业的设备编码方案及备件编码方案。

37

# 第五章 系统模块设计与功能实现

## 5.1 功能模块设计

根据X企业设备管理的实际需求，详细设计各模块的功能，对设备管理的流程进行改善，企业员工可应用该系统对企业设备运行的信息进行管理。系统根据不同的使用功能，采用模块化设计，每个模块所对应不同的功能需求及使用者。各子模块之间既独立又相互联系，用户可以通过导航菜单选择对应的模块，并对系统各模块的信息进行添加、查询、修改、删除等操作。

### 5.1.1 系统的总体设计

本系统采用模块化设计，根据功能结构的不同总共分为7大模块，分别为设备前期管理、设备维修管理、设备预防维修管理、设备固定资产管理、设备备件管理、图档管理及系统管理，每个模块拥有多个小模块对企业设备的信息进行管理，设备管理信息系统的总体结构图如图5.1所示。



设备管理信息系统

设备前期管理

设备维修管理

设备预防维修管理

设备备件管理

设备固定资产管理

图档管理

系统管理

设备购置申请

设备采购计划管理

类别管理

名称管理

规格管理

设备台账

点检记录

维修申报

报废记录

维修记录

调拨记录

事故记录

备件入库

备件库存查询

备件采购计划

备件出库登记

备件消耗月报表

固定资产查询

固定资产报废

固定资产调拨

固定资产折旧

图纸入库

图纸查询

图纸更新

图纸下载

修改密码

菜单管理

部门管理

人员管理

数据库备份

预防维修计划制定

预防维修

预防维修

预防维修计划汇总表

计划查询及修

改

计划查询及执

行

图5.1 系统的总体框架图

38

### 5.1.2 设备前期管理模块

新设备的购置是企业发展的重要环节，替换原有生产效率低下的老旧设备，采购合适的设备有利于减轻设备后期运行管理的维修难度，提高企业的生产能力。设备的前期管理模块是针对设备从申请、采购、安装调试到验收过程中的所有过程环节的管理。将验收成功的设备按照企业设备的分类标准进行分类及编码，并将新设备的相关资料导入企业设备台账，提高企业设备前期管理工作的规范性。设备的购置管理工作流程如图5.2所示。



填写设备购置申请

确定费用区间

部门经

理审核

N

Y

总经理审核

N

Y

采购部采购

设备分类

录入设备台账

图5.2 设备的购置管理工作流程

设备前期管理的功能如下：

1.设备购置申请。相关部门根据本部门新设备的需求，填写设备购置申请书，明确所需购置设备的名称、规格、型号及预计采购费用等信息，提交该申请书至设备管理部门。设备部经理对采购申请进行审核确定是否需要采购，最终由总经理批准采购，生成订单并转至采购部门。

2.设备采购计划管理。经总经理批准后的设备采购订单，采购部门根据订单的信息选择设备生厂商并按规定的流程采购设备。部门重要设备的采购，采购部门可要求设备部协助采购，将采购的设备运输至企业并进行安装调试。

3.设备类别管理。根据企业设备功能的不同，将企业的备划分为7大类，分别为生产设备、运输设备、动力设备、电子设备、办公设备、检测设备、工具及其他。管理员可以通过该模块，对设备的类别进行添加、删除、修改。

4.设备名称管理。设备名称管理是在设备类别管理的基础上，对设备进一步细分，根据每台设备使用功能的不同，将所有设备对应七大类别里，设备的名称管理如表5.1

39

所示。

表5.1 设备名称管理表

| 设备种类 | 设备名称 |
| --- | --- |
| 生产设备 | 拉轨机、冲床、电焊机、包装机、铆钉机、装珠机、套轨机、  分条机、翻料机、车床、铣床、线切割机、钻床等。 |
| 运输设备 | 叉车、手动叉车、拖车、行吊、汽车等。 |
| 动力设备 | 空压机、干燥机等。 |
| 电子设备 | 电子称、电子磅、电灯、电风扇等。 |
| 办公设备 | 电脑、打印机、空调、投影、电话、饮水机等。 |
| 检测设备 | 滑轨寿命检测机、盐雾测试机等。 |
| 工具及其他 | 储气罐、切割机等。 |

5.规格管理。企业设备规格众多，拥有多种不同类型不同规格的设备，如冲床有液压式和机械式，机械式冲床有25T、30T、45T、63T、80T等型号，液压式冲床有45T、

80T、200T等型号。

6.设备台账。新设备在企业安装、调试合格后，设备部将该设备按照进行分类并填写设备名称、生产日期、投产日期等基本信息导入至设备台账中。同时将设备的合同、使用说明书、相关图纸以附件保存至设备台账。

### 5.1.3 设备维修管理模块

维修管理是设备运行管理的重要组成部分，设备的事后维修是不可避免的。在设备运行一段时间发生故障后，设备不能继续生产产品，通过维修使其恢复原有的生产能力。设备维修工作流程图如图5.3所示。

提交维修申请单受理

设备发生故障

点检发现缺陷

图5.3 维修工作流程图

维修

填写设备维修记录

维修分析报告

反馈

派发

40

1.设备点检记录。由设备的操作人员每天对设备的易损件进行日常检查，并记录设备运行的相关情况，关注运行的异常情况。维修人员通过对点检记录的查询，根据设备运行的异常现象，预测设备故障发生的时间及部位，并对受损零部件进行维修或更换，避免故障的发生。

2.设备维修申报。当设备出现故障后，使用部门通过系统申请设备维修，填写设备维修申请单，设备管理人员根据维修申请单安排维修工对故障设备进行维修。

3.设备维修记录。记录设备维修的信息，设备每次进过维修后，维修人员根据维修的实际维修情况记录设备故障发生时间、维修的时间、费用、消耗的备件、故障原因等信息，为周期的确定提供数据支撑。

4.设备调拨记录。记录设备调拨的情况，迁入部门通过系统申请设备调拨，经相关部门审核批准后，移动设备至新的位置进行生产。

5.设备事故记录。当设备发生事故后，维修人员对设备进行维修后，记录设备事故发生的时间、原因等信息，并依据损失费用的大小确定事故的等级。

6.设备报废记录。当设备已经超过或达到其使用寿命时，继续使用会降低设备的安全性及产品的质量，技术人员判断是否拥有改造的潜力，如无则对设备进行报废处理，记录报废的原因及能回收的残值。

### 5.1.4 设备预防维修管理模块

通过预防维修，对设备的重要零部件进行维修或更换，恢复设备原有生产能力及精度，提高设备运行的稳定性。利用检测工具对设备重要部件进行检测，确定设备零部件是否存在缺陷，确定是否需要通过预防维修解决这些故障问题，根据企业生产订单的安排对制定好的预防维修计划进行相应的修改。在制定设备预防维修计划后，通过查询所需备件库存的情况，如库存不足则提前申请采购相关零部件。如企业无能力维修故障设备，则需通过设备管理部门联系生产厂家进行维修。设备预防维修的工作流程图如图5.4所示。

41



制定设备预防维修

计划

不通过

审核

通过

按条件查询、修改

计划确定及执行

填写设备维修记录

汇总、打印报表

设备故障维修记录

设备点检记录

计划预防维修到期

图5.4 设备预防维修工作流程图

1.预防维修计划制定。在制定预防维修计划时，需要考虑设备在生产运行过程中的健康情况还要考虑维修期间生产订单的安排，选择合理的维修时间，既能保证生产又能提高设备运行的稳定性。进入系统的预防维修模块，显示所有需要预防维修的设备，选择需要制定预防维修计划的设备。根据设备的编码查询企业设备重要零部件表，查找出该设备所有的重要零部件。根据设备零部件的编码，提取该零部件的维修周期以及上次维修时间，该零部件的预计维修时间等于上次维修时间加维修周期。得到该设备所有重要零部件的预防维修时间，选择最近时间段内需要维修的零部件，编制该设备的预防维修计划。设备预防维修制定的信息流程图如图5.5所示：

42



开始

N

i>n?

Y

结束

显示所有设备

选取设备

查找设备所有重要零部件， 即数量=n

维修日期=上次维修时间+Ti

i=i+1

输出所有部件维修日期

i=1

获取该备件维修周期Ti

获取该备件上次维修时间

图5.5 设备预防维修制定的信息流程图

2.预防维修计划查询及修改。制定预防维修计划后，设备在运行过程中得到良好的保养，部分零部件还能继续工作较长时间，则对设备的预防维修计划进行修改；在计划维修的时间里，产品的订单突然增加，通过与生产部门协调该设备的预防维修时间。

3.预防维修计划查询与执行。设备在即将到达预防维修时间时，自动报警提醒设备管理人员需要进行预防维修，并查看设备预防维修执行的情况。

4.预防维修计划汇总表。汇总并按时间顺序排列所有的设备预防维修记录，可查看设备预防维修的详细信息。

### 5.1.5 设备备件管理模块

备件管理是设备维修管理中重要的组成部分，设备在运行过程中故障的出现有时不

43

可预测，需要储备一定量的备品备件，在设备发生故障后快速进行维修，使设备恢复生产。对备件的库存进行信息化管理，有利于合理使用备件的仓库，在备件低于一定的安全库存及申请采购备件，仓管人员对缺货备件进行采购申请，由采购部人员对备件进行采购，对采购回的备件进行入库登记，通知维修人员领取相关备件。设备备件管理工作流程图如图5.6所示。



备件采购、入库

查询

工作人员

备件库存信息表

库存是

否足够

否

是

出库单

备件采购申请

申请备件出库

按条件查询、打印备件消耗表单

紧急采购

计划采购

图5.6 备件管理工作流程图

1．备件库存查询。维修人员可以通过系统查询设备备件的库存情况，根据备件库存的数量确定是否需要申请采购相关备件。

2．备件采购计划。企业每半个月采购一批备件，根据备件的库存数量及预防维修所需的备件，统一采购相关备件。如果设备发生故障，需要紧急采购某些备件时，通过选择备件的紧急程度为高，提醒采购人员快速采购该备件。

3．备件入库管理。采购部门根据备件采购计划单通过供应商进行采购，采购回来的备件经过设备部对其质量进行检验，检验合格后，由仓库管理人员填写备件入库单。

4．备件出库登记。备件的出库，领用人登记所领用的备件，并注明所领备件的名

44

称、用途、以及数量、领用的时间等，并执行仓库规定的审批程序。

5．出库单查询。通过该模块，可以快速了解备件的流动去向，仓管人员可以通过查询出库单，并对备件的库存信息进行更新。

6．备件消耗月报表。备件仓库管理员记录所有备件的出库记录，统计每个月备件的使用种类及数量，为制定科学的备件库存量提供依据。

### 5.1.6 设备固定资产管理模块

设备固定资产是企业固定资产的一部分，主要对设备从移交使用开始始到设备报废的设备全生命周期内，对固定资产的调拨、折旧、报废等资产变动进行管理。设备固定资产管理工作流程图如图5.7所示。



新增设备暂存库

设备固定资产报

废库

设备固定资产库

按条件查询、汇总、修改

结束输出、打印报表

增加设备固定资产

设备固定资产变动

封存设备固定资产

报废设备固定资产

按条件查询设备固定资产

设备固定资产动态

按条件修改设备固定资产信息

图5.7 设备固定资产管理工作流程图

1.固定资产查询。拥有权限的用户可以在该模块查询按条件查询设备固定资产变动的信息。

2.固定资产报废。可以查询设备在设备报废后的具体情况。

3.固定资产折旧。查询设备运行一段时间后的折旧值。

4.固定资产调拨。主要查询设备调拨过程后的资产变动值。

### 5.1.7 图档管理模块

一台设备及零部件拥有许多各种不同类型的图纸，有纸质、CAD图纸、JPG等，但

45

企业设备的图纸没有得到很好的管理，图纸的查询、修改困难，因此有必要对设备图纸进行统一的管理。

1.图纸入库。图纸管理人员通过对设备及备件的扫描件、设计人员所设计的图纸进行审核，通过审核后，图纸入库必须与其相关设备名称建立相互的联系，并对图纸进行编号，储存进图纸库中，对重要设备的图纸设置下载权限。

2.图纸查询。用户可以通过图纸的名称或编号查询相应的图纸，也可以根据图纸所对应的设备类别、名称进行筛选，提高图纸查询的速度。

3.图纸下载。在该模块中，设计人员可以下载其授权范围内的图纸，未经授权的图纸可以在系统中浏览但不能下载。

4.图纸更新。如果需要修改某些图纸，设计人员可以下载原始设计图。经过设计人员的修改后上传，系统将新旧两张图纸均保存在图纸库中，方便以后的查询、浏览、下载等。

### 5.1.8 系统管理模块

系统管理模块主要是由系统管理员操作，在这个模块中，系统管理员可以设置用户能使用的功能模块，添加或删除系统的用户，定期备份数据库中的数据。

1.修改密码。所用用户可以修改自己的密码，初始密码是由系统管理员设定。

2.菜单管理。只有系统管理员才能进入并操作该模块，系统管理员对不同等级的用户开放相应的管理模块，用户只能进入授权的模块。通过设置用户的使用权限，保证系统信息的安全性。

3.部门管理。这个模块只针对系统管理员开放，管理员根据实际的情况可以在系统中添加部门或者在某部门下建立子机构。

4.人员管理。该模块只针对系统管理员开放，系统管理员根据用户申请，添加新用户，确定新用户所在部门、使用权限并设置初始密码。

5.数据库备份。该模块只对系统管理员开放，系统管理员每个月对系统数据库中的数据进行备份，防止发生意外事件，造成数据的丢失。

## 5.2 系统开发工具及特点

本系统开发采用B/S模式，以Visual Studio 2008为开发平台，C#开发语言，以SQL Server 2005为后台数据库，利用ADO. NET对数据进行访问及操纵。

### 5.2.1 系统的开发工具

1．Visual Studio 2008

46

Visual Studio是Microsoft公司推出的基于Windows的程序开发平台，是目前最具影响力且应用广泛的系统开发平台之一。该开发平台工作简洁且功能强大，具有可视化设计工具、编程语言，能提高系统的开发效率。Visual Studio 2008是对Visual Studio 2005的一次全面的升级，整合了对象、关系型数据、XML的访问方式，提供了一整套的开发工具，提高开发者高效地构建应用程序[46]。

2．C#语言

C#是由微软开发的一种完全面向对象的编程语言，是专门为适应. NET框架而设计的，完全支持. NET框架提供的所有功能。C#是从C和C++语言继承和发展而来，融入其他语言如Delphi、Java、Visual Basic等多种语言有点[51]。C#语言特点如下[52]：

1.定义完整的基本类型集；

2.可以自动生成XML文档说明的内置支持；

3.自动清理动态分配的内存；

4.用户可以自己定义的一些特性来标记类；

5. C#支持类和面向对象编程。

3．SQL SERVER 2005

SQL Server 2005是微软SQL Server家族中较为先进的成员，能良好的支持Windows

2007. 数据库引擎的质量是SQL Server 2005在处现海量数据时稳定可靠的关键，SQL Server 2005提供了一组集成的工具来帮助设计、管理和优化用户的业务系统数据库以及数据库操作和编程[53]。

4. ADO. NET

ADO. NET ( Active Data Objects, ADO)是活动数据对象的改进版本，它主要提供对数据库访问。ADO. NET拥有3种数据访问格式：连接的数据访问、断开的数据访问以及

XML访问[54]。ADO．NET访问数据库下面几个优点[55]：

1.能并行处理多个用户提出的修改数据请求。

2.能保证用户的数据表示为最新。

3.用户表示数据的格式多种多样。

4.可以通过图形化操作数据库，不需任何代码也能完成数据库的读写操作。

### 5.2.2 系统的特点

本系统设计具有以下特点：

1．本系统采用B/S模式，用户只需登入Windows所自带IE浏览器中即可访问本系统。系统的应用服务器以及数据库都存放在服务器端上，系统功能模块的添加、删除只需要在服务器上进行更改，客户端上不需要进行改变，可以减少系统的开发维护成本。

47

2．友好的用户界面，用户可以通过系统的导航菜单，快速进入相应的模块并进行操作，通过简单的培训就能使用该系统。

3．提供智能查询，如要查询某台设备零件的设计图纸，但忘记了具体的图纸编号，可以通过查询图纸所对应设备的相关信息进行查询，筛选出所有符合条件设备信息记录，可以快速找到所需的图纸等资料，提高管理人员的工作效率。

4．编码的一致性。该系统通过设备的编码将各个模块联系在一起，更改其中一个模块的信息，其他相关数据表中的数据同时更新，而不需要多次重复输入，减少了数据输入的工作量和输入数据时出错的机会，确保系统信息的准确性及协调性。

5．数据的共享。设备管理信息系统即是一个独立的系统，又是企业信息管理系统的一个组成部分，通过该系统可以获得其他系统的数据。如可以从财务管理的固定资产中设备固定资产的相关数据，通过修改本系统的设备固定资产的信息，财务部门中的固定资产信息得到相应的更新，提高了企业不同部门之间的数据共享。

6．管理员通过系统可以对不同部门、级别的用户使用权限进行设置，普通用户只能在授权范围内浏览、添加、删除、修改、下载相关资料，而不能进入未经授权的管理模块，确保信息的保密性及安全性。

## 5.3 系统功能实现

1.系统登入

用户通过IE浏览器，输入相应的地址即可进入系统的登入界面，在登入界面输入用户的用户名及密码。点击登录按钮，系统检索用户输入的用户名及密码，调用系统用户信息表，对所输入的用户名及密码进行检索，如果用户名或密码输入不正确，则弹出提示“用户名或密码错误”对话框；如果用户名及密码均正确，根据用户所在的部门及职位，提供在授权范围内的可操作功能模块，以下是以管理员身份进入系统主界面，如图5.8所示。

48



图5.8 系统主界面

2.设备前期管理

在申请采购新设备时，由申请部门设备管理人员在设备前期管理模块中，在导航菜单中选择设备购置申请并填写设备购置申请单，如图5.9所示，设备购置的所有内容填写完后单击提交按钮。设备购置流程进入设备部经理审核环节，设备部经理根据购置申请单的内容组织相关人员进行讨论是否需要购置改型设备，审核签字通过并由总经理进行最终的审核。设备购置申请通过后，设备部门协作采购部门对设备进行招标和采购，所采购的设备经过运输、安装、调试合格后，由设备部门对该设备按照企业设备的分类标准对设备进行分类并将设备的相关信息导入设备台账，设备的相关材料以附件的形式添加进设备台账中，设备信息的录入如图5.10所示。



图5.9 设备购置申请单

49



3.设备维修管理

图5.10 设备台账录入

在设备发生故障后，设备只有通过维修才能恢复生产能力。设备操作员工进入系统，通过维修管理模块中的维修申报，选择设备所在的部门并确定需要维修的设备，单击维修申报进入维修申请单，如图5.11所示，填写并保存设备维修申请单。填写好的维修申请自动转到设备管理部，设备部受理维修申请单并安排维修人员对故障设备进行维修，维修结束后在设备故障维修记录中保存设备维修的时间、故障模式、消耗的备品备件等。

50



3.设备预防维修管理

图5.11 设备维修申请单

设备部的管理人员进入菜单“设备预防维修管理-预防维修计划制定”，通过选择设备所在的部门，快速查询到该部门的所有设备信息目录。在每台设备信息的后面，都有制定预防维修计划的链接。按照设备的使用部门快速查找出该部门的所有设备，确定需要制定预防维修计划的设备，单击蓝色链接“制定”，弹出设备预防维修计划制定的界面，如图5.12所示。输入相应的计划编号、计划时间、结束时间、预算费用、预更换备件等信息，单击保存按钮，完成设备预防维修计划的制定。在设备预防维修日期即将到来的时候，维修人员可根据该设备零部件的磨损情况及生产订单对已制定好的预防维修计划进行相应的修改。

51



4.设备备件管理

图5.12 设备预防维修计划的制定

维修人员可以通过备件管理模块查询备件库存的数量，可以通过备件编号或备件名称快速查找了解该备件的库存数量，若备件数量不足，则及时相关备件的采购；若备件数量充足，则申请相关备件的出库，备件库存查询如图5.13所示。



5．系统管理

图5.13 备件库存查询

系统管理包含修改密码、人员管理、部门管理、菜单管理以及数据库备份。普通用

52

户只能在修改密码模块中对自己的密码进行修改，其他的都是管理员操作的。管理员可以通过人员管理模块对用户进行添加及删除，如图5.14所示。



图5.14 人员管理

## 5.4 本章小结

本系统分为七个模块，分别为设备前期管理、设备维修管理、设备备件管理、设备预防维修管理、设备固定资产管理、设备图档管理、系统管理。详细介绍了这七个模块的功能，并对设备管理信息系统进行部分演示。

53

# 第六章 总结与展望

## 6.1 总结

本文以X企业设备管理为研究对象，对设备运行管理中的维修管理流程进行改进。通过对设备维修记录的统计分析，运用SPC相关技术确定零部件的故障模式，计算并确定设备零部件预防维修周期，为设备预防维修计划的制定提供依据。本文以SQL SERVER 2005作为后台数据库，C#为系统开发语言，Visual Studio 2008为开发平台，设计并开发了基于B/S模式的企业设备管理信息系统。

具体工作如下所示：

1.阐述了国内外设备管理的发展历史及研究现状，通过对设备故障规律的分析为确定设备故障分布提供依据。

2.通过对X企业设备管理现状研究，分析了设备前期管理流程及运行管理流程存在的不足，并提出改进方案。

3.以冲床的关键零部件保险块为例，运用SPC相关技术对其维修时间间隔进行分析，科学的计算其预防维修周期，为企业制定设备预防维修计划提供依据。

4.通过对设备管理的需求进行分析，确定系统的功能需求，设计系统的数据库并编制了适合企业设备管理的设备及备件编码方案。系统采用SQL SERVER 2005为后台数据库，ADO. NET为数据库访问技术，C#为编程语言，开发了基于B/S模式的设备管理信息系统。

5.详细介绍了设备管理信息系统各模块的功能，并将所设计的系统应用到X企业的设备管理中，使X企业设备管理得到有效提高。

## 6.2 展望

本文虽然完成了设备管理信息化系统的开发并成功运行在X企业，由于时间及经验的不足，系统在实际运行过程中还存在很大的改进空间。为提高系统在实际应用中发挥更大的作用，可以在以下几方面进行研究：

1.由于企业监测技术不高，设备管理的相关信息还是由人工记录，信息的记录存在一定的失真。通过使用先进的监测设备及诊断技术，对设备的关键零部件的运行进行实时监测，根据监测的信息制定预防维修计划，提高设备的运行效率。

2.企业拥有多个不同的信息管理系统，设备管理是企业管理的重要组成部分，可以通过加强设备管理信息系统与其他系统之间的数据共享，加快信息在企业内部的流通速度，为企业快速制定生产计划提供支持。

54

参考文献

[1] 李强. 面向集成的流程企业设备管理系统研究与开发[D]. 青岛: 青岛科技大学, 2007

[2] 李葆文. 设备管理新思维新模式[M]. 北京: 机械工业出版社, 2009

[3] 巫世晶. 设备管理工程[M]. 北京: 中国电力出版社, 2005

[4] 应吉康, 朱敏, 郑骏等. J2EE企业级应用构建: INTERSTAGE平台的理论与实践[M]. 上海: 上海科学技术文献出版社, 2003

[5] Mei-yu LI, Ke-qi HAN, Xiao-yong ZHANG, Xiao-lin LI, Yong-jun ZHAI, Wei-hu YU. Amanagement information system for mine railway transportation equipment. Journal of China Universitu of Mining and Yechnology, 2008, 18(3): 373-376

[6] 曾众. ERP与设备管理信息系统的管理要素[M]. 中国设备工程. 2003, (4): 14

[7] 刘书姣. 企业设备信息化管理系统的研发[D]. ft东: ft东大学, 2012

[8] Fischer, H. D. (Siemens A G): H ofinann, H: Rot-Seefrid, H. Advanced functions and systems for operator support and plant management. Reliability Engineering &System Safety, 1991, v33(n3): 341-363.

[9] 王晓敏, 邝孔武. 信息系统分析与设计(第4版)[M]. 北京: 清华大学出版社, 2013

[10] 李壮阔. 矿ft信息系统体系结构研究与矿ft数据集成与分析基础平台开发[D]. 云南: 昆明理工大学, 2004

[11] Staeh, Winfried. Computerized plant management system for the Ertan Hydro Power Plant. Proceedings of the IEEE Power Engineering Society Transmission and Distribution Conferenee, v2, n WINTERMEETING, 2001, 584-586

[12] Yang S M, Qiu J, liu G J, Yang P. Optimization of Dynamic Sequential Test Strategy for Equipment Health Management[J]. Journal of Systems Engineering and Electronics, 2012, 23(1): 71-77

[13] 江莉, 刘小梅. 高校实验室仪器管理的现状及改进措施[J]. 广东化工, 2010, 6: 175-176

[14] 杨耀双, 刘碧云. 设备管理[M]. 北京: 机械工业出版社, 2008

[15] 周涛. 基于全寿命周期的电网主设备成本分析与应用研究[D]. 北京: 华北电力大学, 2012

[16] Deshpande VS, Modak J P. Maintenance strategy for tilting table of rolling mill based on reliability considerations. Reliability Engineering and System Safety. 2003, 80 (1): 1-18

[17] 李翔, 李伟峰, 路笃辉等. RCM 与风险分析技术的研究与应用[J]. 工业工程与管理, 2014, 10: 94-98

[18] 翟锡杰. 基于RCM理论的时变可靠度维修决策模型的研究[D]. 辽宁: 东北大学, 2013

[19] 宋欣. 朔黄铁路资产管理系统设计研究[D]. 北京: 北京交通大学, 2008

[20] 赵富强, 许聪. 基于B/S模式的煤矿机电设备管理信息系统设计[J]. 现代矿业, 2014, 7: 166- 167

[21] 俞明华. 宁波职业技术学院仪器设备管理信息系统的分析与设计[D]. 云南: 云南大学, 2013

[22] Li M Y, Han K Q, Zhang X Y, Li X L, Zhai Y J, Yu W H. A management information system for mine railway transportation equipment. Journal of China University of Mining & Technology, 2007, 18: 373-376

[23] 蔡蕊. 钢铁企业设备日常管理信息化研究[D]. 武汉: 武汉理工大学, 2011

[24] Adam Mazurkiewicz, Jerzy Smolik, Jan Walkowiez. The Effieacy of the application of Highly Specialized Surface Engineering Methods in the Economy. Case Study. Proceedingsofl4 Congress55

Of International Federation for Heat Treatment and Surface Engineering[J]. 2004

[25] 徐杨光. 设备综合工程学概论[M]. 北京: 国际工业出版社, 1988

[26] P. Y. L. Tu, R. Yam, P. Tse, An Integrated Maintenance Management System for an Advanced Manufacturing Company[J]. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology. 2001, 9

[27] 苏波, 翟臣. 浅谈石油化工维修车略[J]. 化学工程与装备, 2010, 3: 34-35

[28] 吕来利. 以可靠性为中心的变电设备维修决策应用研究[D]. 北京: 华北电力大学, 2010

[29] John Moubray. Reliability-centered maintenance. [M]. Second Edition ed. New York: Industrial Press, 2001

[30] 谢红侠. 变压器维修决策的研究[D]. 江苏: 中国矿业大学, 2012

[31] 赵宇, 杨军, 马小兵. 可靠性数据分析教程[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2009

[32] 贾希胜. 以可靠性为中心的维修决策模型[M]. 北京: 国防工业出版社, 2007

[33] J. F. L, 茆诗松, 刘忠. 命数据中统计模型与方法[M]. 北京: 中国统计出版社, 1998

[34] 伍建军, 游雄雄, 吴事浪等. 典型矿冶废旧零部件剩余寿命预测模型与可再制造性评估决策方法[J]. 机械科学与技术, 2014, 33(12): 1859-1864

[35] 姚宏. K公司设备维修管理研究[D]. 浙江: 苏州大学, 2014

[36] 张强. 货车转向架零部件的故障规律分析及预测[D]. 北京: 北京交通大学, 2006

[37] 姜武杰. 履带式挖掘机液压系统维修周期研究[D]. ft东: ft东大学, 2008

[38] 郭乃文. 货车转向关键零部件维修周期模型的研究[J]. 装备制造技术, 2009, 6: 116-118

[39] 吴晓蕊. 基于RCM的煤矿设备维修管理系统的研究[D]. 西安: 西安科技大学, 2014

[40] 徐慧. 动态不确定环境下流程制造企业设备维修计划研究[D]. 上海: 上海交通大学, 2009

[41] 谷东伟. 基于故障相关的刀架系统维修策略研究[D]. 长春: 吉林大学, 2013

[42] 于晓红, 张来斌, 王朝晖等. 基于新的威布尔分布参数估计法的设备寿命可靠性分析[J]. 机械强度, 2007, 29(6): 932-936

[43] 祖宇樑. 基于RCM输气站场离心压缩机系统维修策略研究[D]. 四川: 西南石油大学, 2014

[44] 轩庆明. 煤矿设备维修管理系统的设计与实现[D]. ft东: ft东大学, 2009

[45] 张晓燕. 基于B/S模式的高校多媒体教室管理系统的研究[D]. 扬州: 扬州大学, 2009

[46] 丁志宇. 基于C/S和B/S模式相结合的Web考试系统[J]. 软件导刊. 2010, 10: 87-88

[47] 王婧. 中小型企业设备管理信息系统的研究与设计[D]. 上海交通大学. 2012

[48] 王红梅. 设备资产系统中的设备编码规则[J]. 设备管理&维修技术, 2009, 07: 74-75

[49] 谭文界, 汪永超, 刘勇. 制造企业设备管理信息化系统研发[J]. 计算机应用技术, 2008, 11: 39-42

[50] 刘善勇. 沈阳地铁自动售检票系统设备编码规则分析[J]. 中国信息界, 2012, 03: 63-64

[51] 李蓉. Visual C# 2008开发技术详解[M]. 北京: 电子工业出版社, 2008

[52] 周存杰. visual C#. NET网络核心编程[M]. 北京: 清华人学出版社, 2002

[53] 周涛, 吕伟臣, 夏永和. SQL Server 2005数据库基础应用[M]. 北京: 清华大学出版社, 2007

[54] 唐金文. ADO. NET 访问WEB数据库方法研究[J]. 曲靖师范学院学报. 2004, 6: 54-57

[55] 华国栋, 刘文宇. 基于ADO. NET的数据库访问及其性能优化[J]. 计算机应用研究, 2004, 6: 215-218

56

致**谢**

时光飞逝，眨眼间研究生生活马上就要结束了。在学校的这三年的学习生活中，我收获到良多，十分感谢机电学院工业工程教研室各位老师的帮助及指导，陪伴我一起学习的同学及师兄师弟们。

我要要特别感谢导师黄鹏鹏教授和沈澐副教授，在老师们的精心指导下，完成了本论文的选题、调研、系统设计及论文的撰写。该系统的设计过程中，在沈老师无私的指导帮助下，学会了许多编程的理论及设计知识。在论文选题到论文完成的这段时间里，在老师的帮助下，学到了如何在实践中挖掘问题、分析问题以及解决问题的思路和方法。

感谢和我同一宿舍的吴事浪、张晓雷、徐海龙三位同学在生活上给予的帮助，提供了一个和谐的宿舍环境，陪伴我度过研究生的三年时间。感谢在同一实验室的同学及师弟们，在论文写作过程中提出宝贵的意见和建议，陪伴我一直学习。深深的感谢我的父母、姐姐、哥哥，正是家人对我的始终如一、理解、支持和鼓励，让我顺利的完成了学业。

最后感谢参与论文评阅的专家，谢谢你们对本论文提出宝贵的意见！

57

# 攻读学位期间的研究成果

**已发表论文：**

沈澐, 俞效燚. 制造企业设备维修管理信息系统的设计与开发[J].机械设计与制造, 2015,4: 253-255

58