

分类号.....  
UDC .....

密级.....  
编号.....

中南大学  
CENTRAL SOUTH UNIVERSITY

# 硕士学位论文

论文题目 ..... 氧化铝生产企业铁路运输  
..... 管理信息系统分析与设计

学科、专业 ..... 软件工程

研究生姓名 ..... 王致华

导师姓名及  
专业技术职务 ..... 桂卫华 教授

## 摘要

铁路运输是有色冶炼企业生产链上的重要环节。但是，长期以来铁路运输管理沿袭着落后的作业方式，手工作业为主，信息滞后。随着企业生产规模的不断扩大，铁路运能与运量的矛盾愈加突出，铁路运输日益成为制约企业发展的“瓶颈”。

本文主要研究在大型企业铁路运输管理中，利用计算机来解决管理中存在的管理层次多，信息传递慢，效率不高的局面，以满足现代化企业对铁路运输管理的要求。

论文介绍了基于管理信息系统(MIS)的企业铁路运输管理信息系统分析与设计。在系统需求分析的基础上，对系统的功能模块、拓扑结构、数据库设计等进行了较详细的论述。针对企业自备铁路的特点，确定了自备铁路运输管理信息系统的开发模型和技术方案。并对安全设计、系统性能等在系统中的具体实现进行了详细的阐述。论文以铁路调度指挥管理信息系统(DMIS)建设项目为背景，深入研究DMIS开发中的关键技术，包括双机热备、系统可靠性、容错技术和数据库简介等，阐述了DMIS部分子系统的具体实施，并对DMIS的实际运行效果进行了分析。

最后在分析和总结氧化铝生产企业中铝河南分公司铁路运输特点的基础上，重点介绍了如何针对河南分公司运输部的特点，研究了如何将目前成熟的信息技术应用于生产管理，建立一套切实可行的信息管理系统。实际应用取得的良好效果验证了系统分析与设计方法的有效性和实用性。

**关键词：** 企业铁路运输，信息管理系统，实用性

## ABSTRACT

Railway transport is an important link in nonferrous metals smelting industry. However, for a long time, rail transport management is mainly practiced manually which is a backward operation and leads to delayed information. With the constant expansion of the production scale of enterprises, there is an increasingly prominent contradiction between railway transport energy and transport volume. Railway transport increasingly becomes the "bottleneck" of the development of enterprises.

In the paper, how to use computer to solve the problems such as more management levels, slow information transmission and low efficiency of railway transport management in large enterprises is mainly studied.

The analysis and design of MIS-based information management system of railway transport enterprises is introduced. Based on the system requirement analysis, the system function modules, topological structure and database design are discussed extensively. According to characteristics of railway-owned enterprises, the development model and technological program of management information system using in railway-owned enterprises are determined. In addition, the detailed implementation including safety design and system performance is represented fully. On the background of DMIS system, the key technologies including double hot standby, system reliability, fault-tolerant technology and database etc in the DMIS system development are deeply studied. The specific implementation of several subsystems of DMIS is expounded and the actual operating results of DMIS are analyzed in the paper.

At last, basing on the characteristic analysis of rail transport in an alumina production enterprise (i.e. Alumina Corporation of China, Henan branch), according to the features of transport of Henan branch, how to apply the mature information technology to production management to build a viable management information system is highlighted in the paper. Achieved better results in practical application illustrated the effectiveness and practicability of proposed system analysis and design.

**Keywords:** nonferrous metals smelting industry, railway transport, information management system, practicability

# 目 录

第一章 概述 .....	1
1.1 课题背景 .....	1
1.2 国内外铁路运输信息管理系统研究和建设现状 .....	2
1.3 课题研究意义 .....	2
1.4 研究结构 .....	3
第二章 企业自备铁路运输管理系统设计 .....	5
2.1 氧化铝生产企业铁路运输概况 .....	5
2.1.1 氧化铝生产企业铁路专用线概况 .....	5
2.1.2 氧化铝生产企业铁路货物运输概况 .....	7
2.1.3 氧化铝生产企业铁路运输调度与作业流程 .....	7
2.1.4 氧化铝生产企业铁路运输与调度特点总结 .....	9
2.2 企业自备铁路运输系统结构及功能分析 .....	10
2.2.1 铁路运输系统结构设置 .....	10
2.2.2 车列运行信息表示 .....	14
2.2.3 车列运行描述 .....	15
2.2.4 调车作业图表及小运转列车运行图的管理 .....	16
2.2.5 关键运行数据统计报告 .....	16
2.2.6 系统自诊断 .....	16
2.2.7 远程访问 .....	16
2.3 企业自备铁路运输系统的模块划分及其描述 .....	17
2.3.1 信息预报处理模块 .....	17
2.3.2 车号追踪模块 .....	17
2.3.3 物流运输管理模块 .....	22
2.3.4 计划管理模块 .....	24
2.3.5 统计分析综合模块 .....	28
2.3.6 工业监控模块 .....	28
2.3.7 应用服务器处理模块 .....	28
2.3.8 通信服务器处理模块 .....	29
2.3.9 系统维护处理模块 .....	30
2.3.10 网络管理处理模块 .....	31
2.4 小结 .....	31
第三章 信息管理系统软硬件选择及安全性分析 .....	32
3.1 软件体系结构及工具选择 .....	32
3.1.1 软件体系结构 .....	32
3.1.2 开发语言及平台 .....	35
3.2 系统总体性能分析 .....	36
3.2.1 系统硬件体系性能分析 .....	36

3.2.2 系统软件体系性能分析.....	37
3.3 系统安全性分析及设计.....	37
3.3.1 铁路运输系统安全性分析与设计.....	37
3.3.2 应用系统安全性.....	38
3.3.3 网络安全性.....	38
3.3.4 数据安全性.....	40
3.3.5 系统层安全性.....	41
3.3.6 数据存储.....	41
3.4 小结.....	41
第四章 氧化铝生产企业信息管理系统关键技术研究 .....	43
4.1 双机热备技术.....	43
4.1.1 系统的双机热备问题.....	43
4.1.2 双机热备的解决方案.....	43
4.1.3 双机热备方案的具体实施.....	44
4.2 可靠性与容错技术设计.....	45
4.2.1 静态冗余.....	46
4.2.2 动态冗余.....	47
4.3 数据库设计.....	47
4.3.1 直接编程方式.....	47
4.3.2 编程完成数据库同步方式.....	48
4.3.3 WEB 数据库方式.....	48
4.3.4 商用分布式数据库.....	48
4.4 小结.....	49
第五章 系统实现及效果分析 .....	50
5.1 系统实现.....	50
5.1.1 软件总界面.....	50
5.1.2 货运管理.....	50
5.2 应用效果分析.....	62
5.3 小结.....	63
结 论 .....	64
参考文献 .....	65
致 谢 .....	68
攻读学位期间主要的研究成果 .....	69

# 第一章 概述

## 1.1 课题背景

信息系统和信息处理从人类文明产生开始就已存在，直到电子计算机问世、信息技术实现飞跃以及现代社会对信息需求日益增长，才迅速发展起来。从第一台电子计算机于 1946 年问世，50 多年来，信息系统经历了由单机到网络，由低级到高级，由电子数据处理到管理信息系统、再到决策支持系统。20 世纪 70 年代初随着数据技术、网络技术和科学管理方法的发展，计算机在管理上的应用日益广泛，管理信息系统(MIS)逐渐成熟起来。管理信息系统最大的特点是高度集中，能将组织中的信息集中起来，进行快速处理，统一使用。有一个中心数据库和计算机网络系统是 MIS<sup>[1]</sup>的重要标志。MIS 的处理方式是在数据库和网络基础上的分布式处理。随着计算机网络和通讯技术的发展，不仅能把组织内部的各级管理联结起来，而且能够克服地理界限，把分散在不同地区的计算机网互联，形成跨地区的各种业务信息系统和管理信息系统。

管理信息系统是 80 年代才逐渐形成的一门新学科，其概念至今尚无统一的定义。但从国外学者给 MIS 所下的定义来看，MIS 的定义也在逐渐发展和成熟。管理信息系统是信息系统在管理领域的具体应用，具有信息系统的一般属性。从管理信息系统的建立、功能等方面来分析，管理信息系统可以定义为：管理信息系统是用系统思想建立起来的，以电子计算机为基本信息处理手段，以现代通讯设备为基本传输工具，且能为管理决策提供信息服务的人机系统。即管理信息系统是一个由人和计算机等组成的，能进行管理信息的收集、传输、存储、加工、维护和使用的系统。

铁路运输是氧化铝生产企业的大动脉，肩负着原燃材料和产成品运送重任。铁路运输总量一般可占到全厂运量的 70%~80%，每年有上千万吨的生产原辅料、燃料、半成品和成品源源不断地通过铁路专用线运进工厂车间或发往全国<sup>[1]</sup>。

目前，氧化铝生产企业铁路货运站火车调度室担负着铁路运输一线的运输组织和调度指挥工作，它的工作好坏将直接关系到铁路运输的安全和效率。但该部门所采用的调度手段还沿袭着人工统计和电话联系的原始作业方式，对调度员的记忆力和经验依赖程度高，随着企业运输任务的不断增加，经常出现调度计划制定不及时，计划质量不稳定、修改困难等诸多问题，轻者造成线路堵塞延误货物运输，重者影响生产甚至造成安全事故，因此迫切需要引入先进技术改变这种落后状况。

## 1.2 国内外铁路运输信息管理系统研究和建设现状

在铁路运输技术发达的欧美和日本等国，铁路运输的信息化管理已成熟，对铁路运输智能调度系统都进行了深入研究，在实际应用方面也走在世界前列。比较成功的案例有德国计算机辅助综合铁路系统和日本的新干线行车指挥自动化系统。两者工作原理和工作过程相似，都先制定管理计划，根据管理计划制定列车运行时间表，并且进行冲突检测，当在实际计划运行受到干扰时，就对时间表进行修改。在列车实际状态发生变化时，也要再进行冲突检测，如果发现冲突，智能调度系统基于知识、经验和技术操作规则，自动制定多个解决方案提供给调度员决策，在方案确定后便进行模拟试验，发现问题继续调整，直至冲突消除为止。最后由列车运行时间表进行自动路径设置。

目前，在我国还没有正式的全国范围的铁路智能调度系统规划和设计，近年来仅在信息化管理方面加大了力度，铁路运输在自动化、信息化建设步伐明显加快。部分厂矿企业根据自身的特点建立了不同的信息化管理系统，收到了良好的生产和经济效果。

## 1.3 课题研究意义

MIS 是集计算机技术、网络通信技术为一体的信息系统工程。采用先进、适用、有效的企业管理体制，运用于企业管理的各个环节和层次，可以改善企业的经营环境、降低经营生产成本，提高企业的竞争力；在企业内部改善商流、物流、资金流、信息流的通畅程度，使得企业的运行数据更加准确、及时、全面、详实，同时对各种信息地进一步加工，使企业领导层的生产、经营决策依据充分，更具科学性，更好地把握商机，创造更多的发展机会；有利于企业科学化、合理化、制度化、规范化的管理，使企业的管理水平跨上新台阶，为企业持续、健康、稳定的发展打下基础。

本文主要研究在大型企业铁路运输管理中，怎样利用现代化管理手段——计算机来解决管理中存在的管理层次多，信息传递慢，效率不高的局面，怎样满足现代化企业对铁路运输管理的要求。关键在于如何把铁路运输管理模式与信息技术有机地结合起来。运输管理模式可从以下四个方面进行分析：

- (1) 运输管理的计划编制、运送、装卸等实现集中一贯到底的全过程管理。
- (2) 各级管理指标要体现先进性、高效率。
- (3) 信息及时畅通，用现代化管理手段管理运输，以适应生产不断发展的需要。

(4) 优化服务，确保供应。

本文研究的主要内容包括：

(1) 大型企业运输管理现代化的国内外研究进展情况，相关的学科，包括计算机管理信息系统，系统工程，生产存储控制，管理流程重组，以及网络数据库技术与运输管理有效结合的情况综述。

(2) 大型企业运输管理的计算机信息系统的软硬件结构和开发实现方法，及其与整个企业的信息管理系统的集成方法。

(3) 运输管理现代化带来的经济效益的分析。

适用性与先进性的结合是系统建设的原则

采用先进的网络技术，通过智能化的网络设备及软件，实现对计算机应用系统的有效控制和管理；采用先进的、在九十年代受到广泛重视的客户机/服务器体系结构<sup>[2, 3]</sup>，有效减少网络的流通负担以提高整个系统的运行性能；除了采用先进的计算机及相关技术手段外，更为重要的是软件设计所采用的管理模式，应体现企业管理体系的科学性和先进性。系统不仅应充分体现目前先进的计算机软硬件及相关技术、现代企业管理理论和技术的发展方向，同时应该满足当前企业各个层次、各个环节的管理、核算需求。

满足用户需求的技术是最好的技术。单纯追求先进性而不把技术建立在自己的实际需求之上的技术没有任何实际意义，系统成败的主要因素并不取决于是否采用了最新的计算机硬件、软件技术及通信技术。采用了先进的设备，但在系统设计时未能提供完善的用户需求，系统不能很好运行，甚至系统不仅不能解决应用的实际问题而成为企业弃之可惜，用之不能的沉重包袱，这样的例子并不罕见。

对信息的充分利用是信息系统发挥作用的条件

过去企业的综合性统计数据，需要在月底、年底、季末计算后才能得到，计算机系统的应用使得管理人员随时可得到公司一年内任何时间、任何种类的经营信息，同时计算机网络为业务人员提供了更加快捷方便的交流方式。信息的公开化使得传统管理层的作用与地位受到很大影响：传统垂直管理中负责上传下达信息的中间层将由信息的公开化而失去作用；管理人员从过去被统计、报表占用大量时间的业务中解脱出来而由计算机代替，要求其将主要力量放在信息的利用、再加工上。如财会人员和财务部门由传统意义上的记帐、核算向进行财务分析过渡等。

## 1.4 研究结构

本文就大型企业铁路运输管理的管理职能及其存在的问题进行了分析，探讨

了物流管理的发展潮流，以及信息化的优良的管理促进作用。为建立一套适应公司生产发展的管理系统提出构思，运用物流理论和现代化信息管理模式拟定课题研究的技术路线及其实现方法。

全文共分五章，其主要内容和章节安排如下：

第一章，概述。介绍了课题的研究背景和意义，对国内外铁路运输信息管理系统研究和建设现状做了简要的概述，最后就本文的研究内容作了介绍。

第二章，企业自备铁路运输管理系统设计。主要分析了氧化铝生产企业铁路运输的基本情况，在此基础上分析了信息管理系统的结构设置，重点分析信息预报处理、车号追踪、物流运输管理、计划管理、统计分析、工业监控、应用服务器处理、通信服务器、系统维护、网络管理等模块划分和相应的功能描述。

第三章，信息管理系统软硬件选择及安全性分析。主要研究了信息化管理实现的设计和技术手段，包括铁路运输系统结构及功能分析、铁路运输系统的模块划分及其描述、软件体系结构和工具的选择、系统总体性能分析及设计、系统安全性分析及设计。

第四章，氧化铝生产企业信息管理系统关键技术研究。分析了氧化铝生产企业信息管理系统设计及实现中的一些关键技术，主要包括系统的可靠性技术及数据库设计技术。在可靠性方面采用双机热备及动态冗余容错技术，给出了数据库系统的选择方法。

第五章，系统实现及效果分析。以货运管理模块的界面实现为主介绍了铁路运输信息管理系统实现，分析了系统的应用效果。系统投入运行两年多来，产生了相当可观的经济效益和一定的社会效益。同时也充分体现了本系统分析与设计方法的合理性及有效性。

## 第二章 企业自备铁路运输管理系统设计

### 2.1 氧化铝生产企业铁路运输概况

氧化铝生产企业一般都是特大型企业，拥有自己的铁路运输专用线，一头连接着干线车站，一头由企业的铁路货运站延伸至各个仓库、车间。与其他大型企业以及国家铁路运输相比，在行车组织、运输目标、运输内容、运输流程、铁路布局等方面都有所差别。认真分析这些特点，是建立铁路运输信息管理系统模型的基础。

#### 2.1.1 氧化铝生产企业铁路专用线概况

铁路货运站是氧化铝生产企业铁路专用线的主体，是办理铁路运输业务的主要场所，本小节将主要介绍某氧化铝企业铁路货运站的布局、规模和机车设备等情况。

该企业是一家以生产氧化铝、电解铝为主的国有大型企业，年产量达到 240 万吨，是我国乃至亚洲最大的生产基地。该企业的铁路货运站在同类型的铁路货运站中具有很好的代表性。

##### 1、组织结构

企业总调度室主管运输装卸的调度，是全公司运输组织考核，物质装卸、货位统一安排及公司内物资分流及转运的总协调指挥者。生产科是日常运输组织工作的指挥中心，是工作命令和指示的发布者，并负责运输业务的指导。火车调度室负责日常铁路运输的具体组织和指挥。分布在各处的技术作业班组受火车调度室指挥，承担装卸货、检斤、取样等技术作业任务。

##### 2、轨道线路

轨道线路按用途可分为正线、走行线、交接线、存车线、检斤线、装卸线、调车解编线、库区站修线八种，总长度为 80.4 千米。分为工业站、原料站、沙固站（负责接发车、编组、对货位、存车），还有物资库、氧化铝、电解铝、碳素、热力等生产单位的，同时还有 30 公里上矿山的正线一条。其中铝氧区线路情况如表 2-1 所示。

##### 3、机车与车辆

拥有内燃机车 11 台，运用 6 台，与钢铁企业不同，不实行分区作业。有微机连锁设备，实行集中管理。拥有自备车辆 830 台，其中矿石自翻车 383 台、氧化铝罐车 447 台，另有不过轨车辆 80 台。因生产的需要，准备购置 76 台自翻车、

170 台罐车。

表 2-1 工业站线路

编号	用途	全长 (米)	有效长 (米)	起止点	容车数		最大坡 度‰	最小 半径 (m)
					按1.2	按1.3		
1	到发线	617	315	X1—D61	23	22	2.25	/
2	到发线	795	353	X2—D59	26	24	2.5	/
3	到发线	827	484	X3—D51	36	33	2.35	/
4	到发线	846	616	X4—D35	46	43	2.48	/
5	编组线	1026	578	D26—D47	43	40	2.55	/
6	编组线	603	493	D36—D53	37	34	2.50	/
7	编组线	693	486	D34—D55	36	33	2.50	200
8	编组线	755	646	D24—D41	49	45	2.00	200
9	编组线	740	596	D58—D49	45	41	2.00	200
10	轨道衡线	743	413	D28—D36	31	28	2.70	200
11	轨道衡线	574	335	D40—D65	25	23	2.50	200
12	存车线	779	391	D38—D73	29	27	2.72	200
13	存车线	645	484	D54—D75	36	33	2.50	200
14	存车线	531	401	D60—D77	30	28	2.11	200
15	存车线		381	D62—D79	28	26	2.49	200
16	存车线	971	662	D46—D81	50	46	3.3	180
17	装卸线	684	611	D64—D83	46	42	3.3	200
材料线	装卸线	331	282	D21—车挡	20	19	2.00	180
牵出线1	调车	283	239	D44—车挡	18	16	1.93	/
牵出线2	调车	463	433	D6—车挡	32	30	1.93	/
无岔区段1		214	84	D13—D17	6	5		
无岔区段2	联络线		198	D9—D43	15	13		
无岔区段3			117	D48—D56	8	8		
S—D8			190	S—D8	14	13		
安全线		98	48	65—车挡	2	2		
上煤线	机车上煤		149		11	10		
上水线	机车上水		143		10	10		
水10#	装卸线	291	226	D1—车挡	17	15		

### 2.1.2 氧化铝生产企业铁路货物运输概况

该铁路货运站建于 1958 年，年设计运能 60 万吨/年，虽经几次扩建，但基础线路里程没有大的变化，目前实际年需要运量为 1000 万吨，一天需要处理重车 450 节以上。氧化铝生产企业铁路货运站办理运输的货物种类繁多，每类货物由专用仓库储存。详情如表 2-2 所示。

### 2.1.3 氧化铝生产企业铁路运输调度与作业流程

火车调度室负责日常铁路运输的具体组织和调度指挥，并设运转值班调度、货运值班调度两个岗位。具体来说，运转值班调度负责制定站内调车计划，收集机车运行、轨道占用、列车接发数等实时信息以及装卸货进度，办理扳道和闭塞手续；货运值班调度负责到、发列车车号、所载货物等信息的统计，处理与装卸货相关事宜，居中协调。

氧化铝企业铁路运输调度的主要任务是编制和监督执行铁路运输的班计划。由于列车在技术作业各环节间的运转是通过调车机车摘、挂钩作业实现的，因此班计划的重点是调度员根据上级下达的运输任务，结合站场实际情况和上一班次作业进度，为进站列车、中转列车和出站列车制定总体调车计划(《调车计划单》式样见表 2-3)，而其他技术作业班组的作业计划则依据调车计划而制定。为配合铁路货运站 24 小时不间断作业，调车计划也不间断编排，根据送车规律每天集中更新计划 2~4 次(每次间隔 4~12 小时)，计划执行期间视具体情况对计划做一定的调整。

为了加快货物运输提高运量，站内各部门各班组在火车调度室的统一调度指挥下，精密协作，24 小时两班连续作业，一个班次内的作业流程如下。

- (1)公司生产运行部下达运输生产任务；
- (2)调度室制定运输任务；
- (3)运输任务分别下达到火车调度室、轨道衡和质检；
- (4)火车调度室制定调车计划；
- (5)火车调度室制定检斤计划；
- (6)火车调度室制定质检计划；
- (7)火车调度室制定装卸货计划；
- (8)检斤计划下达至轨道衡，并通知质检部取样班；
- (9)装卸货计划下达至货运调度；
- (10)调车计划下达至机车调度；
- (11)轨道衡按计划检斤和取样；
- (12)轨道衡将计划执行情况反馈给火车调度室；

表 2-2 铝氧区的货位情况

编号	用途	全长 (米)	有效长 (米)	起止点	容车数		最大坡 度%	最小半 径(米)	备注
					按 1.2	按 1.3			
1 I	走行线	271	198	D104—D219	15	13	3.3	180	
1 II	走行线	639	523	D223—213	39	36	2	180	
1 III	卸矿石、焦炭	500	490	213—车挡	37	34	2.5	/	
0	卸煤线	638	526	D221— 213	39	36	2.5	180	
2 I	走行线	214	150	D203—D213	11	10	7.4	200	
2 II	卸沥青、煤、 焦炭	607/66 9	468/632	D215—碱仓 东道口西侧	35	32	2.5	180	
3 I	卸煤	609	420	D217—215	31	29	2.5	200	
3 II	卸碱粉	201	142	215—车挡	10	9	2.5	/	碱库长120米
4	存车线	207/201	174/142	215警冲标— 车挡	10	9	2.5	/	
6	卸大同煤、焦 作煤	474	458	碱仓东道口 西侧—车挡	45	42	2.5	200	东头库房内26 米
7	走行线	253	166	D205—223	12	11	2.9	200	
8	卸硫酸	258	198	223—车挡	15	13	1.8	/	
9	装卸线	270	218	207—车挡	15	13	2.9	180	
10	卸油焦	185	132	225—车挡	10	9	1.8	200	
11	装阳极糊	248/28 1	188.8/193	D209—车挡	14	13	0	200	
12 I	走行线	590/19 3.7	246/154.4	D211—D253	18	17	5.5	180	
12 II	走行线	159	109	D227—D233	8	7	5.5	180	
12 III	装氧化铝粉	593	285	D249—D239	21	19	2.5	200	
12 IV	卸铝粉、装铝 锭	199	189	239 —车挡	15	13	1.8	/	
13	装氧化铝、氢 氧化铝	478	356	D247 — 239	26	24	1.4	200	
14	装氧化铝	266	230	D241—车挡	17	16	0	180	铝氧大仓
15	装卸线	283	262	D237—车挡	19	18	2.5	140	限速10km/ h
16	卸液碱	150	107/120	D229—车档	9	8	0	400	改
18	卸重油	275	213.64/2 37	D231—车挡	17	16	0	250	人
21	装氧化铝 (罐车)	511	362	D239 — 车 挡	27	25	0	150	铝氧大仓

(13)货运调度按计划组织装卸队进行装卸作业;

(14)装卸队向货运调度报告装卸进度;

(15)货运调度将班计划完成情况告知火车调度室;

(16)机车调度按计划指挥机车司机完成调车作业;

(17)机车调度员将调车计划完成情况向火车调度室报告。

#### 2.1.4 氧化铝生产企业铁路运输与调度特点总结

与干线和其他大型企业的铁路技术站和货运站相比,除了一些铁路运输的共性外,氧化铝企业铁路的运输还具有以下特点:

(1)任务:除了办理路厂车辆交接,接发货物外,还要担负矿山专用线运输和厂内中转运输任务,最根本的调度目标是保障生产;

(2)站场规模:铁路货运站规模较小,线路复杂不规范;

(3)作业:几乎涵盖了各种类型技术站和货运站的所有技术作业内容;

(4)调度指挥机构:其他车站一般采用运输部一站一区三级或铁道部一铁路局一站三级调度,而氧化铝企业采用总调度室一火车调度室两级调度;

(5)办理的车辆既有铁路普通车辆(P、C、N、G等),还有自备车;

(6)干线车站服务于整个路网,运输的货物千差万别,没有规律;而氧化铝企业货运站主要服务于企业,运输货物的品种基本固定,且专库专用。

(7)到、发列车时间有一定规律,车流和货物信息可以预报。

调度目标、方式和内容上的较大差别,使得原来针对干线和其他大型企业铁路运输进行研究所取得的成果变得不那么适用。作为一个50年代建厂的老企业,尤其是近10年氧化铝国内需求旺盛,经过了多次生产主体的改扩新建,生产能力有很大提高,该企业由60万产量扩大到240万吨,但是铁路运输作为辅助生产单位投资不大,生产规模往往停留在建厂之初的设计能力上,产生瓶颈,跟不上生产发展的需要。主要影响分析如下:

(1)作为辅助生产部门,运输服务于生产,因此运输调度应以保障生产为首要任务,提高工作效率,克服瓶颈,提高运量显得尤为重要;

(2)拥有830台自备车辆和段修资格,检修、列检、过轨等与国铁业务交叉较多,还需要大量路局车补充运能,其他大型企业能自己修车的很少,应充分考虑车辆管理;

(3)站内场地小,对调车作业的约束就多,机车调度空间就会受到相应制约;

(4)技术作业种类多,流程繁杂,环环相扣,制定计划时需要综合考虑;

(5)调度信息化程度低,而管理的货物、车辆、仓库种类繁多,各类信息相互调用,容易出错,效率低;

(6)专库专用限定了列车的目的地,调度的灵活性随之降低,而且货场普遍规模小,存储能力差,装卸时间长,停时费居高不下;

(7)由于主要的列车到发信息可以预确报,因此在调车班计划确定后,在该

班次作业时段内，列车到达各技术作业环节的时间和次序就基本确定了，这为调度计划的自动编制和优化带来了很大方便。

## 2.2 企业自备铁路运输系统结构及功能分析

系统采用通用的互联网体系结构，通过现有的光纤信道与网络设备，组建成较大的网络结构，建议使用 SDH 的连接方式。系统在组网方式、设备以及通信协议上均与快速发展的 Internet/Intranet 互联网保持一致，因而使系统具有良好的通用性，可以利用当前最新的互联网技术，同时使系统在技术上保持与当前计算机技术发展水平保持同步。

车站系统通过专用数字通道连接构成环路，接入运输部的铁路运输管理系统（ERMMIS）<sup>[6, 7]</sup>局域网，用于传输车站的基础信息。设置在运输部的 ERMMIS 局域网完成车站的基础信息处理，以及与其他系统的信息交换。

### 2.2.1 铁路运输系统结构设置

铁路运输系统（HOLLIAS-ERMMIS）主要由运输部调度中心子系统、基层网络（车站系统）子系统和网络通信子系统三个子系统构成。

#### 2.2.1.1 运输部调度中心子系统

运输部调度中心子系统由中心机房设备、调度所设备组成。中心机房设备主要包括应用服务器、通信服务器、系统维护工作站、网络设备和电源设备等，而调度所设备主要包括行货调工作站、物流工作站、运输计划统计分析管理工作站工业电视监控工作站等各种工作站。

##### 1、应用服务器

系统能够实现同通信服务器及各工作站的数据交换、数据处理、数据转换、数据存储等功能，并可实现查询、打印等功能。包括通信处理模块、数据调用处理模块、数据（控件）转换模块（保证数据同中间数据库调度程序实时连接）、XML 组件模块、数据存储模块。

##### 2、通信服务器

两台服务器通过交换机实现与调度所其它设备双网互联，完成同运输部 ERMMIS 系统应用服务器及各车站的工作站通信功能。

##### 3、系统维护工作站

包括系统维护处理模块、网络管理处理模块。网络管理处理模块以图形结构方式监视整个网络的工作状态，当一个或多个设备故障时产生声音或文字报警。系统维护处理模块能够显示运输部所有服务器和工作站的工作状态、显示所有车

站各工作站的工作状态、显示所有车站数据采集工作状态，维护人员可以在此工作站上进行系统维护和更新系统基础数据。

#### 4、网络设备

两台网络交换机（CISCO 系列，100M 以太网）<sup>[8-9]</sup>作为运输部局域网网络的主干，组成了一个双网结构的交换以太网，支持 TCP/IP 通信协议。运输部所有设备都连接在这两个交换机上。

#### 5、电源设备

运输部采用集中式供电，电源设备为运输部的所有设备供电。

电源设备由双 UPS 组成。两个 3KVA 的 UPS 热备工作，与子系统网络连接。在 UPS 关机前，向子系统发送通知信息，这样，子系统中所有计算机设备可以及时保存数据并退出，防止数据丢失和设备损坏。

#### 6、行货调工作站

包括小运转列车作业处理模块、调车作业处理模块、交接班现场作业记录表接收处理模块。通过工作站，调度员可以监视所管辖区段中所有车站的信号设备状态和车列运行位置。

行货调工作站可以生成、调整和发送车列运行计划、维护小运转列车运行图和调度作业图表、向相关车站发送调度命令。

#### 7、物流工作站

包括物流运输管理模块、车号追踪模块。物流运输管理模块分为过磅处理模块、验配处理模块、取样处理模块、列检处理模块、装卸处理模块、返出处理模块、运输品名记录表生成模块。过磅处理模块能够实现将进、出厂车辆过磅信息录入，并与车号唯一匹配、自动有区别的显示车辆是否过磅成功、卸车作业前信息提示功能；验配处理模块能够在验配所录入货票信息（如货物品名、卸车地点）、在识别系统故障时可手工录入信息、显示车辆的货位状况提示；取样处理模块能够显示质检信息并自动提示质检完成；列检处理模块能够录入列检作业完成时间信息并提示列检作业完成；装卸处理模块能够实现车辆进入线路到达货位时间由系统自动确定，装/卸车收货方人工录入车辆信息（装/卸车开始时间、完成时间、装/卸车确认信息），装/卸车完成后录入确认信息；返出处理模块显示车辆空、重过磅记录信息、取票信息并人工录入车辆交接时间；物流运输管理模块能够录入和显示铁路设备（包括线路封锁、解封、施工信息，机车、车辆信息，生产事故信息）、装卸设备（包括装卸设备运行状况信息、装卸设备检修信息、装卸设备数量信息）、货场货位（包括货场容量、货场库存、货场货位数目）信息。

车号追踪模块将各站的车次追踪信息综合收集，并将站场的数据进行解析，

实时跟踪显示车列状况，通过对车列车号的细节查询，可以显示车列方向、车辆数、车辆顺序、车辆电子标签号、所对应车辆的载物品名、各类作业流程如过磅、验配、取样、列检、装卸情况等。

#### 8、运输计划统计分析管理工作站

包括信息预报处理模块、计划管理模块、统计分析综合模块。信息预报处理模块实现在途物流信息（包括系统提供在途的物料品名、数量、预计到达时间）、东站待送车信息（包括系统提供东站待送的车辆数、物料品名）、取票情况（包括是否已取票、取票时间、完成取票提示方式）、各个仓库（容器）的最大存储能力，现存数量，消耗能力的预报和查询。计划管理模块实现上级计划部门的计划接收、向各车站计划的发送及计划变更。统计分析综合模块实现信息的统计和查询。统计模块包括运量、停时、机车作业率、机车台日产量数据；查询模块包括总体信息（包括计量信息，车辆时空地点信息，待处理车、老牌车信息，装卸设备信息，施工、撤除铁路等信息，运输生产事故、故障信息，机车、车辆、铁路、信号设备信息，各装卸车单位装卸车月、季度、年统计信息，运输各项经济指标信息，库存信息：原料、燃料、成品等，装卸线路货位数信息，人工装卸车信息，取样质检信息）、路局到达、卸车（包括在途情况信息，预计到达时间信息，东站待送车信息）、路局装车信息（包括装车计划与预装车信息）、厂内普通车（包括装卸货物库存信息，装车计划信息）、特种车（包括调车作业计划信息）信息。

#### 9、工业电视监控工作站

通过工作站，调用各站现场工业电视监控工作站数据进行集中显示，建议工业电视监控系统网络设置单独的信道进行传输，确保数据传输通道畅通。工业电视监控总体框架图如图 2-1 所示。

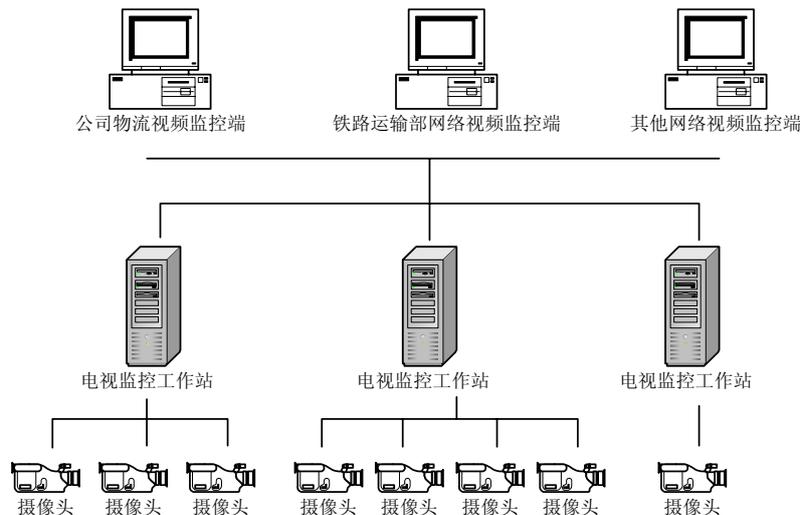


图 2-1 工业电视监控总体框架图

### 2.2.1.2 基层网络（车站系统）子系统

ERMMIS 系统中的基层网子系统由车站控制系统、车站数据传输控制系统、车站网络系统、行货调台、物流工作站、计划统计分析综合站、电源系统（包括 UPS）和车站基础设施组成。数据传输通路使用 SDH 方式来保证系统的高可靠性。车站控制系统由车站计算机联锁系统、调度监督系统<sup>[31]</sup>、微机监测系统构成<sup>[10]</sup>。车站数据传输控制系统包括有线数据传输和无线数据传输，无线数据传输中包含了无线调车作业单传输。车站基础设施包括车号自动识别系统和工业监控系统。

#### 1、车站局域网

在 ERMMIS 车站信号机械室内，设置 2 台 16 口 100 Base T 网络集线器，组建一通用开放 100MBPS 带宽、支持 TCP/IP 协议的以太局域网，通过 SDH 方式实现与运输部互联，完成车站终端设备各节点间的网络互联。

#### 2、行货调台

包括运转列车作业处理模块、调车作业处理模块、交接班现场作业记录表生成模块、无线调车作业单处理模块。行货调台接收运输部调度所传来的命令、作业运行计划并显示出来，车站值班员可以显示、查询和签收调度命令并发送回执。通过行货调台的串口通信，可以通过无线列调设备接口发送作业区调度命令和获得回执。

#### 3、车站控制系统

ERMMIS 车站控制系统安装在车站信号机械室，完成行车信息和现场主要信号设备状态信息的采集。在 6502 继电联锁车站，采用安全数字信息采集板（ICM）直接得到设备联锁信息；在计算机联锁车站，则通过信息采集终端的串口与计算机联锁系统（VSI）通信，由 VSI 向信息采集终端发送车站信息。

#### 4、物流工作站

包括车站物流运输管理模块、车号追踪模块。物流运输管理模块实现车站对应的作业流程环节（如装卸作业等）的实现。在调车作业中，实现线路代码化（车辆顺序、货物品名、卸车地点等）、显示调配车辆的状况提示信息、显示待处理车、老牌车信息。

车号属性内容包括机车号、车列方向、车辆数、车辆顺序、车辆电子标签号、所对应车辆的载物品名、各类作业流程如过磅、验配、取样、列检、装卸情况等。车号追踪模块是将车号属性内容随车列的移动而一起移动，以机车定位为龙头，结合计划和进厂车辆为一体进行运算，包括车次追踪模块、车号分解释义模块、车辆号自动识别模块、重点车列车跟踪模块、车号传输模块。车次追踪模块是通过信息采集终端（计算机联锁信息）来实现的，车列在走行的时候能够动态实时追踪，确保车号不丢失。车号分解释义模块是在车列解体（如调车作业）时，

自动分解并生成新的车号，从新的车号上能判断出该车列是第几次解体、有无机车、有无重点车辆（局车和机车）等。车辆号自动识别模块是通过电子标签系统来实现的。重点车列车辆跟踪模块将需要关注的车辆（局车和机车）进行侧重点描述，在车号上有明显显示。车号传输模块实现站与站之间的信息传输，保证小运转列车车号不丢失。通过车号追踪模块，车站值班员只要用鼠标右键点击该车号，则会显示出车号属性，将该车列情况一览无余。

#### 5、计划统计分析综合站

包括信息预报处理模块、车站计划管理模块、车站统计分析综合模块。信息预报处理模块能够查询并显示与本站相关的预报信息。车站计划管理模块接收运输部发送来的计划并执行，即传输到行货调台。车站统计分析综合模块实现与本站相关的统计和查询。

#### 6、车站基础设备

车站基础设备包括车号自动识别系统和工业监控系统。车号自动识别系统采用铁道部通用的 hmis 系统。工业监控系统包括视频服务器兼硬盘录像机、摄像头等设备，视频数据可通过刻录机刻录成光盘，达到长期保存的效果。现场安装的摄像头，可根据现场监视的情况进行转动，达到扩大监视范围的效果。上级部门可直接通过网络访问视频服务器中的数据，达到实时显示的目的。

#### 7、电源设备

车站设有 2 台 1KVA UPS 电源，确保系统可靠工作。当外电断电时，UPS 可维持 10 分钟，使计算机设备保存重要数据后退出应用程序并关机，当外电恢复后，UPS 可自动开机，给计算机设备供电，系统自行启动工作程序，车站系统恢复正常。

### 2.2.1.3 网络通信子系统

ERMMIS 系统网络的组成遵循闭环结构、采用 TCP/IP 技术。使用 SDH 数据传输技术。运输部和所管辖的车站或场形成双环形网络。

## 2.2.2 车列运行信息表示

单显示器内全景显示对站场平面进行简化显示，可隐含显示信号机名称、道岔号、轨道名称，画面使调度员感觉简洁、清晰、舒适。而细景显示画面形象、清晰，内容丰富，并具有良好的人机界面。

### 1、全景显示

运输部调度所设有全景显示设备，帮助调度员了解所辖调度区段及相邻车站的行车情况，包括各车站名称、各车站及区间铁路线路的平面布置、车列信号机的位置、道岔位置、进路排列，车站及区间信号机状态，车列占用情况，车列位

置、车列车号信息、车列运行方向等。行车信息全景显示可使调度员一目了然地了解整个调度区段的行车情况。

## 2、细景显示

采用高分辨率的彩色显示器以任意窗口画面显示出详细的站场网络、区间、信号、道岔、轨道区段等。调度人员可根据需要方便地选择窗口画面，查看车站内车列信息的详细情况。显示内容主要包括车站布置图、信号机位置、设备名称、信号机状态、车列进路状态、车列方向、道岔开向、轨道电路状态、设备状态及车号和重点车辆（局车和机车）的标签号等。

### 2.2.3 车列运行描述

#### 1、车号自动跟踪

在调度中心，车列运行的实际情况可通过表示车列占用的红色光带以及相关信号设备的状态模拟显示出来，ERMMIS 系统可对车列车号实时追踪，并在表示车列占用的红色光带上方将车号实时显示。

自动完成车列追踪功能，车列车次追踪采用软件追踪和运行计划校核相结合的方法，当二者不一致时，由调度员或值班员进行人工确认。

#### 2、车号生成

当车列进入本 ERMMIS 系统监视范围时，首次车列车号由车站值班员输入。车列车号可由 ERMMIS 系统从车列运行计划中查询给定。

通过车站物流工作站界面，车站值班员可随时输入、修改、删除、增加和预置车号。

当车列无车号时，系统提供一个假车号并在屏幕上给出适当的提示和报警。当车号非计划车号时，系统也给出适当的提示和报警。

#### 3、车号显示

车列车号以 8 位英文字母或阿拉伯数字的形式显示在屏幕上，车号随车列的实际运行自动追踪，实时显示在表示车列占用的光带上方。调度员可通过车列车号在调度台上查询车列的其它信息如：车辆数、运载品名等；在 CRT 上，小运转列车早晚点状态显示在车次后面（后增加 3 位），对于晚点车列，用红底色上显示晚点时间表示。对于早点车列，用黄颜色显示早点时间表示。对于正点车列，用绿颜色显示。

当车列在区间运行时，车号的显示是随车列运行不断移动，而不是显示于某个固定的车次窗中，因此发生车列追踪运行的时候不会产生因车次窗设置数目不足导致车次丢失显示的问题。

#### 4、车号自动传递

车号在本系统以及相邻车站间自动传递。

对于未能及时输入车号的车列，当其驶离调度控制区域时，或因故障造成车号丢失时，系统自动产生特定的车号并进行自动跟踪，同时发出相应的报警信息，直至将其修改为正确的车号为止。

车号的传递通过系统间的通信或内部软件接口来完成。

#### 5、车号信息报警

当车列没有实际车号显示时，系统在显示屏上为该车列显示一假车号，并且在显示屏上给出适当的提示和报警。

当车列车次为非计划内车列时，系统也在显示屏上给出适当的提示和报警。

#### 6、重点车列车辆（局车和机车）跟踪

对从交接口进出的局车需加强控制和管理，可采用电子标签系统对重点车辆进行实时监控和跟踪，可在物流工作台上直接显示和管理。重点车列车辆的标签号放至车号的属性中，归属车号统一管理，达到知晓重点车辆处于多少车次中。

### 2.2.4 调车作业图表及小运转列车运行图的管理

系统能根据计划管理模块，自动生成调度作业图表，同时能根据计划管理模块的到达与出发时间，自动生成小运转列车的运行图。

### 2.2.5 关键运行数据统计报告

系统具有把所辖调度范围内车列运行信息形成统计报表的功能，系统可对这些统计信息进行存储，并在需要时打印出来。运行统计报告内容包括小运转列车到达/出发时间与计划时间差异比较、机车在站停留时间、局车在站停留时间和厂车在站停留时间等。

### 2.2.6 系统自诊断

系统启动后将进行自诊断，保证系统处于正常的工作状态。系统能提供文字报警信息，对系统内重要部分故障提供音响报警。

### 2.2.7 远程访问

ERMMIS 系统提供通过电话拨号实现的远程诊断功能以便进行系统远程诊断，从而系统设计者可以对 ERMMIS 系统进行远程测试。远程访问的任务包括故障诊断、维护和支持和技术信息查询三部分。

远程诊断<sup>[11~12]</sup>采用严格的技术防护和认证手段，对进入系统的访问和磁盘操作进行严格的控制，防止“病毒”侵入及其它非法访问的入侵。在系统中每台计算机上安装有“病毒”扫描和监控软件，一旦发现有病毒侵入系统，便报警并阻

止其访问。在系统中的网络入口处装有强大的防火墙，防止“病毒”侵入及其它非法访问的入侵。

## 2.3 企业自备铁路运输系统的模块划分及其描述

根据冶金企业物流运输管理项目招标书中铁路运输系统需求说明书及结合本公司企业铁路物流运输管理信息系统（HOLLIAS-ERMMIS），铁路物流运输管理系统共有十个模块。

### 2.3.1 信息预报处理模块

信息预报处理模块主要包括运输部信息预报模块和各站信息预报模块两个子模块，其主要功能是实现对在途物流信息、东站待送车信息、取票情况、仓库信息的管理和维护，用户通过查询得到信息预报。

### 2.3.2 车号追踪模块

车号追踪模块包括铁路运输部和铁路各车站的车次追踪、车号分解释义、车辆号自动识别、重点车列车辆跟踪和车号传输等子模块模块。

#### 1、铁路运输部车次追踪模块

铁路运输部车次跟踪模块是整个系统车次跟踪实现的主体。它负责维护所有的车次信息，同时，它也负责实现车次信息的有序流动。本模块在收到最新的车次信息后，根据情况或增加（以前没有此车次的车次信息时），或更新（以前存在此车次的车次信息时）对应车次的车次信息记录。同时，本模块还要根据作业计划，组织车次信息的流动，将最新的车次信息传递给该车次的前方作业点，其工作流程如图 2-2 所示。

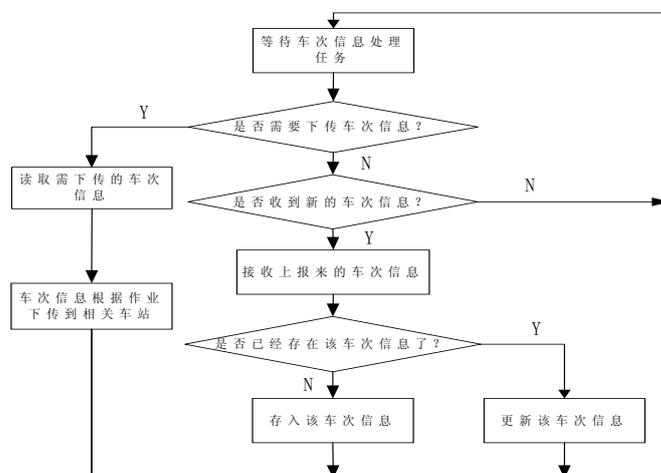


图 2-2 铁路运输部车次追踪模块

### 2、铁路运输部车号分解释义模块

车组进厂后，需要根据作业安排，进行必要的编组作业。编组后形成新的车组。如果能够按照一定规则，使车次信息中反映出车组进厂后的所有编组操作，在业务管理和信息管理上都是很有必要的。本模块就是实现根据不同的编组情况，自动（或由工作人员参与）生成缺省的车号以及新车次的车次信息，并将该车次信息上传等功能，其工作流程如图 2-3 所示。

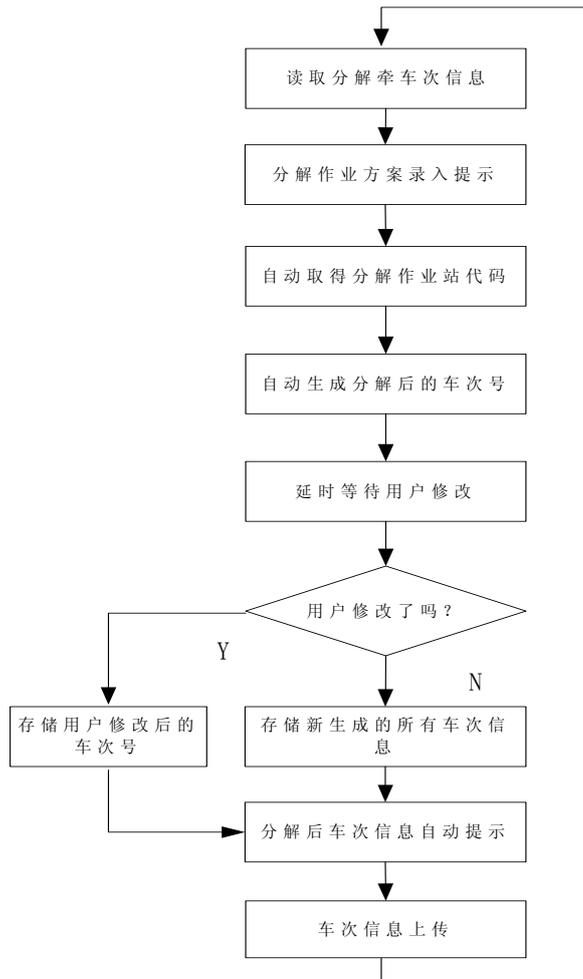


图 2-3 铁路运输部车号分解释义模块

### 3、铁路运输部车辆号自动识别模块

车辆号是车辆的唯一标识。本模块实现对出入厂车辆号的自动识别、存储。当有车辆通过车号识别点时，本模块将自动将识别的车号及其通过时间保存起来。同时，考虑到现场实际情况，模块还会提示工作人员录入车辆进、出厂交接时间。

### 4、铁路运输部重点车列车辆跟踪模块

系统如果能够对厂内的重点车列车辆进行跟踪、标识，不但可以使重点车列车辆的运用情况进行更深入的统计和分析，而且，还可以引起管理者、占用者的

高度注意，从而达到节省支出，提高资源利用率的目的。本模块将判断车组中所有车辆，一旦存在重点车辆时，将标识出该重点车辆（包括声光方式、在车次记录中设置标志字段等多种方式），同时，将标识后的车次信息上传，以供系统其他使用者使用，其工作流程如图 2-4 所示。

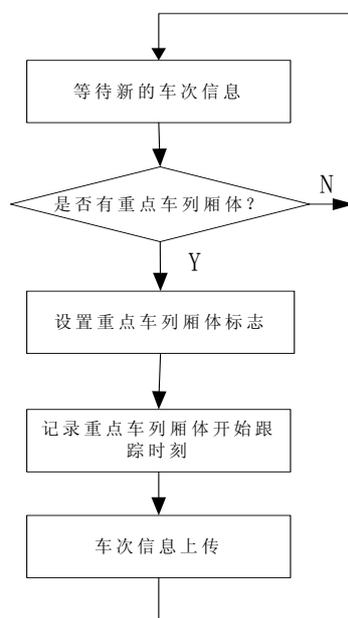


图 2-4 铁路运输部重点车列车跟踪模块

#### 5、铁路运输部车号传输模块

系统中，车次信息在一定程度上起着信息载体的作用，它承载着车辆、物流、作业、管理、监督等多种信息。因此车次信息的传输成为系统的关键。本模块就是实现对车次信息传输功能的。它包括车次信息接收和车次信息发送两部分功能。通过在不同终端（工作站或服务器）上运行该模块，进行收发配合，可以实现车次信息的正确传输。一次标准的正常的收发步骤包括：发送方申请、接收方确认、发送方发送、接收方接收、发送方等待确认、接收方接收完毕确认。其中，增加了通信异常的处理，其工作流程如图 2-5 所示。

#### 6、铁路各车站车次追踪模块

通过车次追踪，不但可以帮助使用人员清楚地了解车流情况，还可以使车次信息成为物流、作业等信息的载体。车次追踪模块分为两部分，一部分功能是接收传输来的车次信息，做出正确接收应答后，将收到的车次信息存储起来以供本地使用；另一部分功能是根据最新识别的车组信息，自动生成该车组的车号，形成车次的初始信息，该信息将上传，并作为后续作业和管理的基本信息单元，其工作流程如图 2-6 所示。

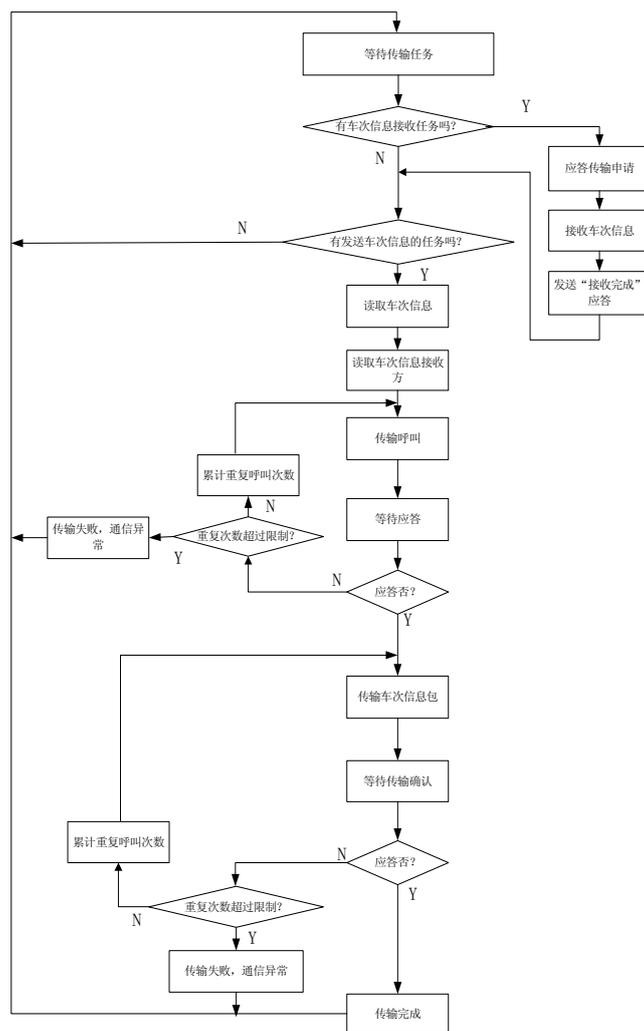


图 2-5 铁路运输部车号传输模块

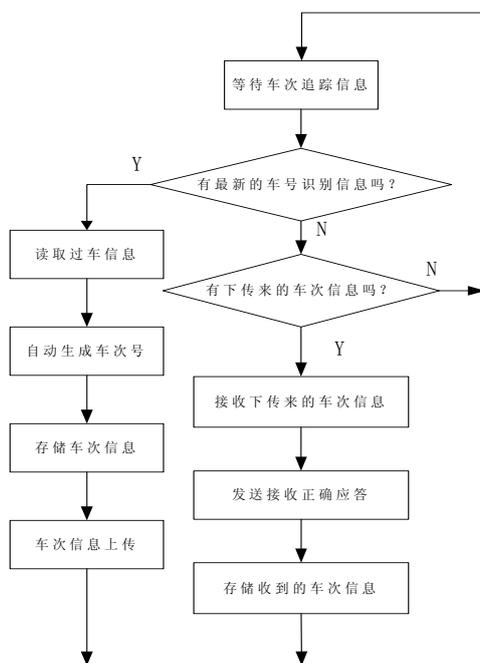


图 2-6 车站车次追踪模块

### 7、铁路各车站车号分解释义模块

车组进厂后，需要根据作业安排，进行必要的编组作业。编组后形成新的车组。如果能够按照一定规则，使车次信息中反映出车组进厂后的所有编组操作，在业务管理和信息管理上都是很有必要的。本模块就是实现根据不同的编组情况，自动（或由工作人员参与）生成缺省的车号以及新车次的车次信息，并将该车次信息上传等功能。

### 8、铁路各车站车辆号自动识别模块

车辆号是车辆的唯一标识。本模块实现对出入厂车辆号的自动识别、存储。当有车辆通过车号识别点时，本模块将自动将识别的车号及其通过时间保存起来。同时，考虑到现场实际情况，模块还会提示工作人员录入车辆进、出厂交接时间。

### 9、铁路各车站重点车列车辆跟踪模块

系统如果能够对厂内的重点车列车辆进行跟踪、标识，不但可以使重点车列车辆的运用情况进行更深入的统计和分析，而且，还可以引起管理者、占用者的高度注意，从而达到节省支出，提高资源利用率的目的。本模块将判断车组中所有车辆，一旦存在重点车辆时，将标识出该重点车辆（包括声光方式、在车次记录中设置标志字段等多种方式），同时，将标识后的车次信息上传，以供系统其他使用者使用，其工作流程如图 2-7 所示。

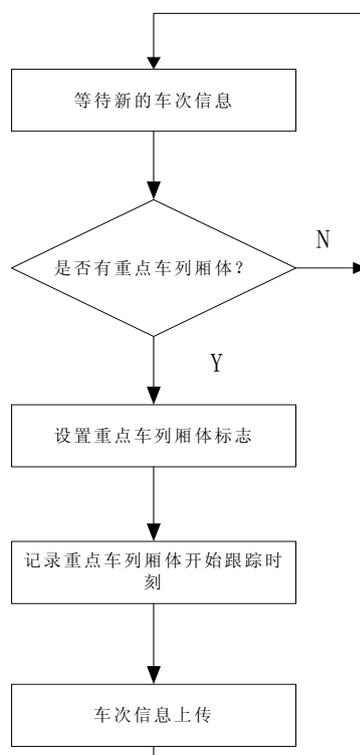


图 2-7 车站重点车列车辆跟踪模块

### 10、铁路各车站车号传输模块

系统中，车次信息在一定程度上起着信息载体的作用，它承载着车辆、物流、作业、管理、监督等多种信息。因此车次信息的传输成为系统的关键。本模块就是实现对车次信息传输功能的。它包括车次信息接收和车次信息发送两部分功能。通过在不同终端（工作站或服务器）上运行该模块，进行收发配合，可以实现车次信息的正确传输。一次标准的正常的收发步骤包括：发送方申请、接收方确认、发送方发送、接收方接收、发送方等待确认、接收方接收完毕确认。其中，增加了通信异常的处理。

### 2.3.3 物流运输管理模块

物流运输管理模块可分为过磅处理模块、验配处理模块、取样处理模块、列检处理模块、装卸处理模块、返出处理模块、运输品名记录表生成模块。

#### 1、过磅处理模块

本模块是铁路运输系统物流运输管理模块中的一个子模块。本模块主要实现以下功能：在车辆出、入厂时，要求并接收过磅信息，并与车号唯一匹配；过磅是否成功，通过本模块，将自动区别记录并给出提示，以便能区别显示。过磅成功与否信息上传，以防止运输部调度指挥出错，或者没有过磅就进行卸车预报、卸车等。其工作流程如图 2-8 所示。

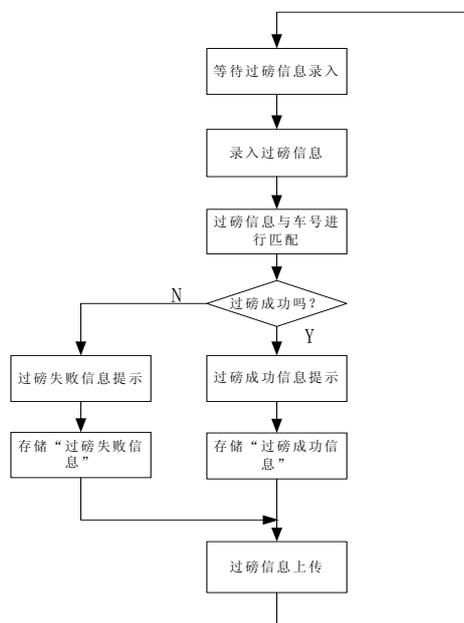


图 2-8 过磅处理模块（车站）

#### 2、验配处理模块

本模块是铁路运输系统物流运输管理模块中的一个子模块。它主要实现以下功能：供人工录入货票信息；识别系统故障时，供手工录入信息；给出车辆的货位状况提示：待、解配信息，返厂车（整装、倒装、错车）。其工作流程如图 2-9

所示。

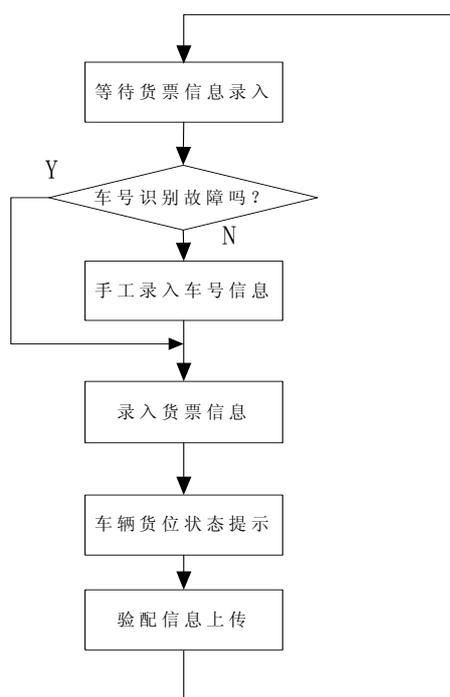


图 2-9 验配处理模块（车站）

### 3、取样处理模块

本模块是铁路运输系统物流运输管理模块中的一个子模块。本模块主要实现信息提示功能：提示工作人员待取样、已取样等信息；供取样人员录入取样开始时间和取样结束时间；质检完成信息自动提示，并将信息上传，供系统其他工作单位使用。

### 4、列检处理模块

本模块是铁路运输系统物流运输管理模块中的一个子模块。本模块主要实现在车辆出、入厂时，提示进行列检；接收并存储录入的列检完成时间；列检作业完成信息提示和上传。

### 5、装卸处理模块

本模块是铁路运输系统物流运输管理模块中的一个子模块。本模块主要实现以下功能：车辆进入到达货位时间的要求工作人员确认；接收并存储工作人员录入的装卸车开始时间、接收时间，并要求工作人员确认装卸完成；装卸车信息上传功能。其流程图如图 2-10 所示。

### 6、返出处理模块

本模块是铁路运输系统物流运输管理模块中的一个子模块。本模块主要实现提示车辆有空、重过磅记录信息、取票信息；接收并存储工作人员录入的车辆交接时间；返出信息上传功能。

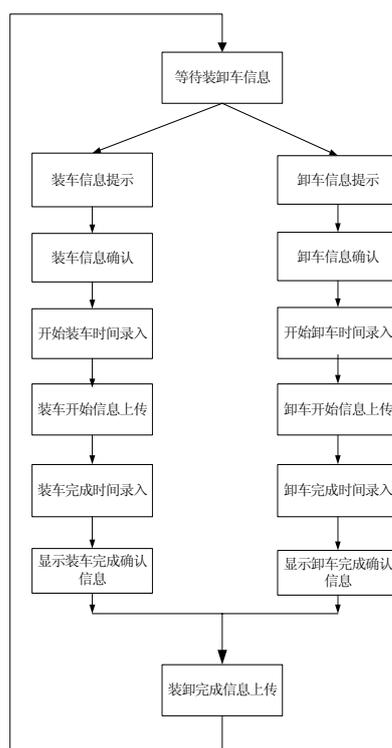


图 2-10 装卸处理模块（车站）

### 7、运输品名记录表生成模块

本模块是铁路运输系统物流运输管理模块中的一个子模块。本模块主要是根据货票信息生成运输品名记录。运输品名记录表将作为本物流管理系统的一个基础数据表，它是很多功能模块的基本数据源，它将被频繁使用。

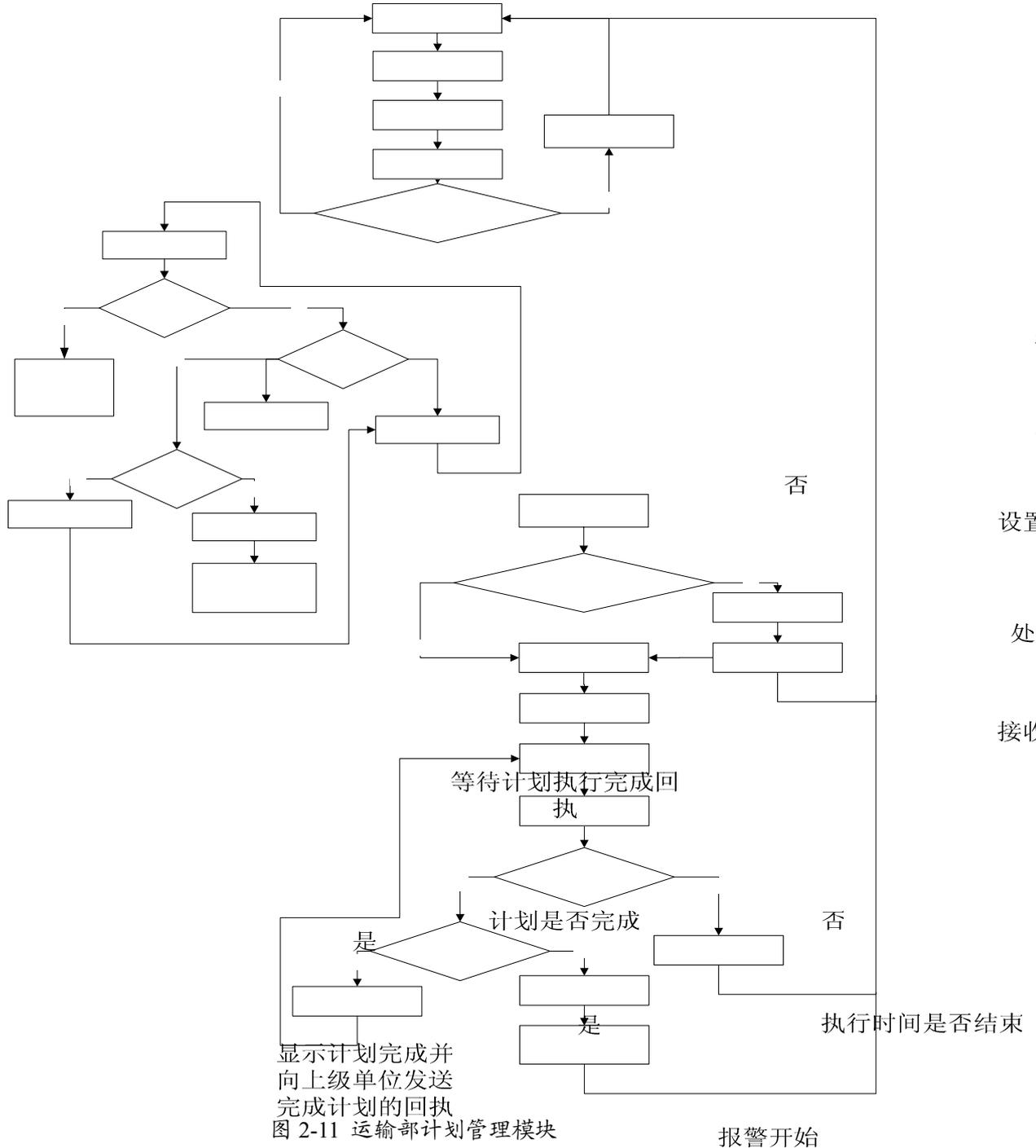
#### 2.3.4 计划管理模块

计划管理模块包括运输部计划管理模块、车站计划管理模块和车站无线传输计划管理模块三个子模块。

##### 1、运输部计划管理模块

运输部计划管理模块主要实现了运输部与计划下达单位（采购部、销售部和生产部）、运输部与各个车站之间的数据网上传输功能。运输部接收到计划下达单位（采购部、销售部和生产部）发送的计划后，运输部调度工作人员根据实际情况判断接收到的计划是否需要修改。若需要，则将调整后的计划发送回相应部门，同时将计划下发到执行车站；若不需要修改，则直接将计划下发到执行车站。若在最大允许传输次数  $N$  内，运输部调度接收到执行车站发送的“接收回执”，则计划发送成功；若没有收到回执，则计划发送失败，并上报相关部门。计划下发后，则等待车站上报来的“计划完成回执”。若在规定时间内未收到“计划完成回执”，则开始报警，同时要求工作人员根据计划内容及实际情况判断是否需要

调整计划。工作人员或要求立即结束执行该计划，或要求延长该计划执行时间，计划调整后，需将调整后的计划下发执行车站，同时上报相关部门（采购部、销售部，或生产部）。其 workflow 图如图 2-11 所示。



### 2、车站计划管理模块

车站计划管理模块主要实现了各车站与运输部数据网上传输功能。若车站在最大允许传输次数 N 内接收到计划，<sup>否</sup>则显示接收的计划，<sup>是否结束计划</sup>并发送回执<sup>是</sup>。若在最大允许传输次数 N 内没有接收到计划，<sup>执行时间</sup>则发送“计划传输失败”的回执。若在规定的<sup>人工强行结束计划</sup>时间内，

的作业时间内完成计划，则车站向运输部调度发送“完成计划回执”；若在规定时间内未能完成计划，则该模块发出报警，并同时向运输部调度请示。在未接到运输部调度发出的中止执行计划的命令前，继续执行计划。其流程图如图 2-12 所示。

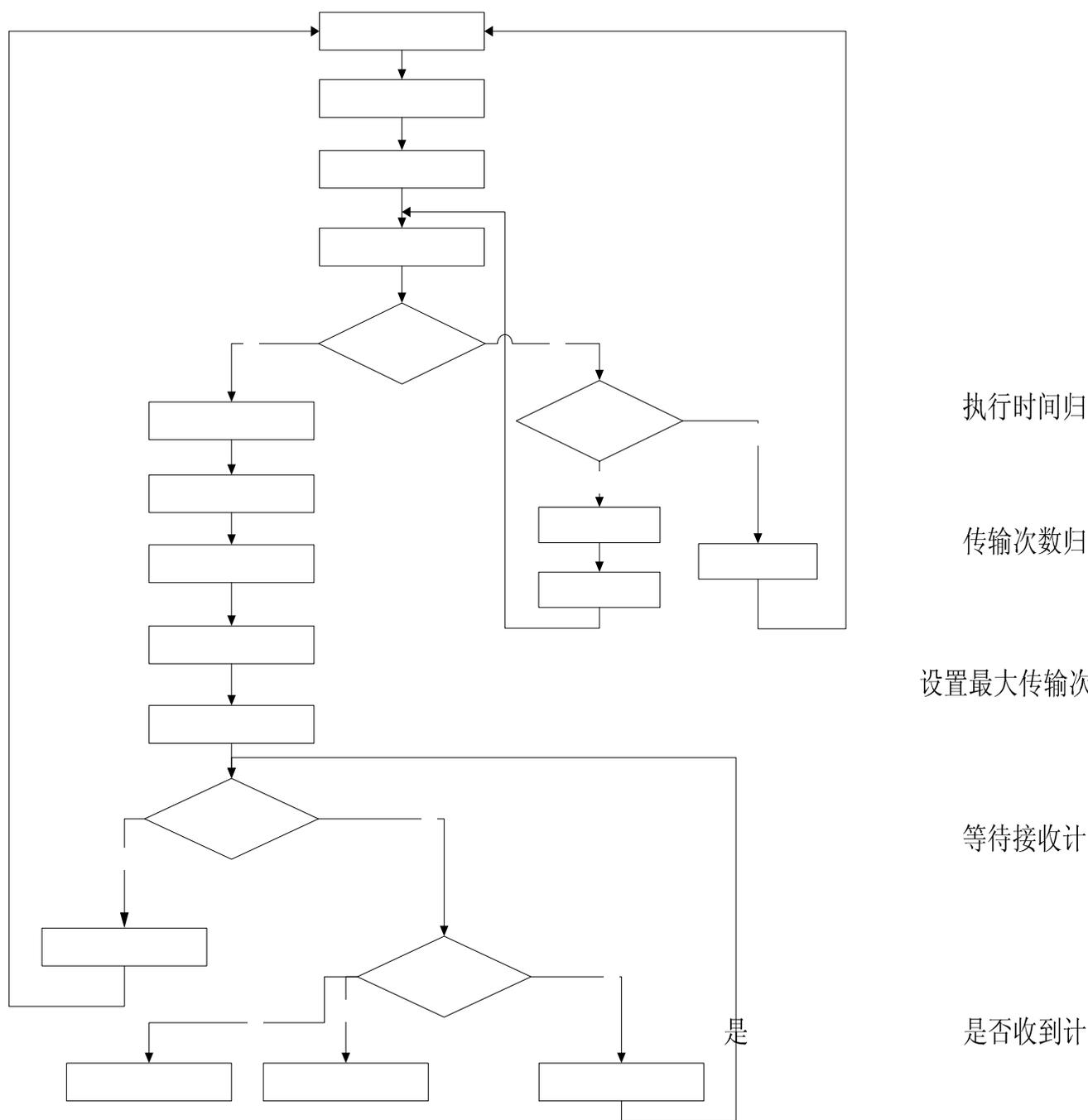


图 2-12 车站计划管理模块

### 3、车站无线传输计划管理模块

车站无线传输计划管理模块实现了车站与司机、调车员之间的无线传输功能。在选择无线传输调车作业单后，系统自动生成无线调车作业单，并将其分

别传送给进行作业的司机和调车员，在最大允许传输次数  $N$  内，作业司机和调车员接收到调车计划，则显示发送成功；若在最大允许传输次数  $N$  内，车站没有接收方发出的“接收回执”，则表示无线传输失败，此时，应选择人工打印模式传输调车作业单，以保证作业的正常进行。其流程图如图 2-13 所示。

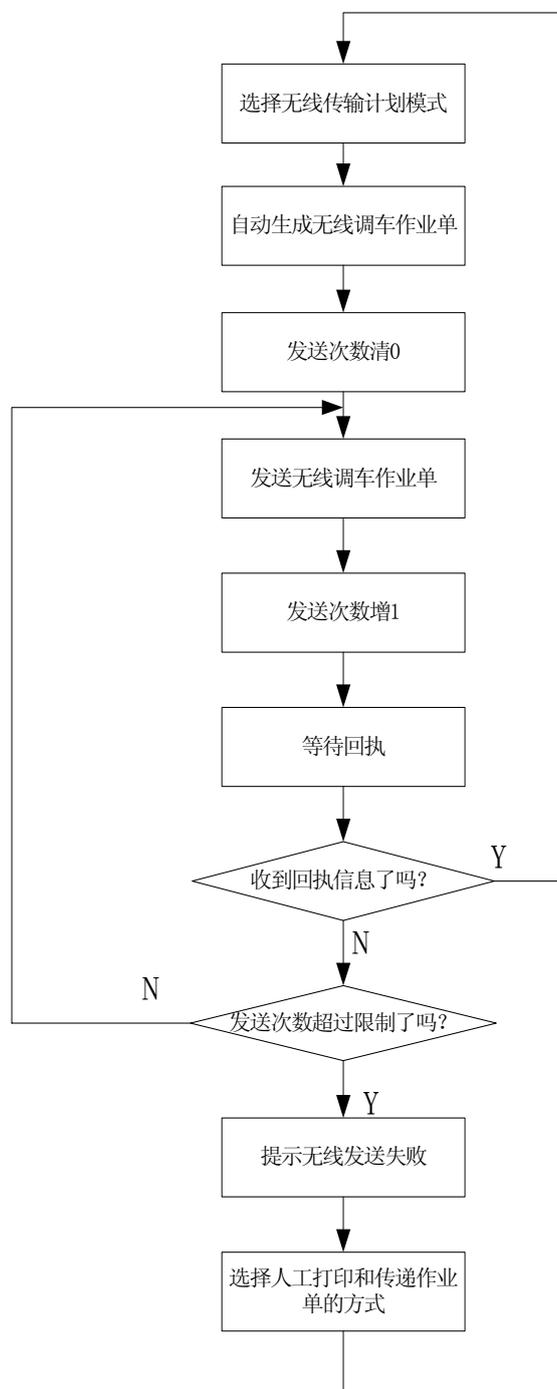


图 2-13 车站无线传输计划管理模块

### 2.3.5 统计分析综合模块

该模块主要实现铁路运输系统/车站的统计与查询功能。其中，统计功能包括系统能够自动实现对下列数据的统计：运量、停时、机车作业率、机车台日产量等的实时统计，同时系统还能够提供一些特殊需要的统计；查询功能：提供全方位的查询功能。其流程图如图 2-14 所示。

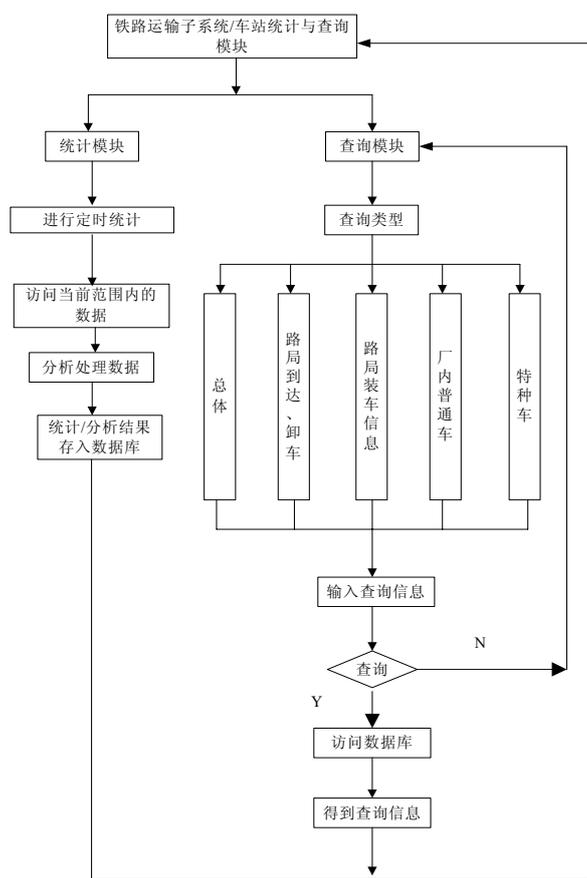


图 2-14 统计分析综合模块

### 2.3.6 工业监控模块

运输部包含显示模块及数据客户端，车站包含视频服务器（硬盘录像机）及显示模块。

### 2.3.7 应用服务器处理模块

本模块主要实现系统数据定时保存、历史数据清除、群集系统管理等功能。系统运行过程中，一方面会产生大量关键的、重要的数据，采取多种途径和方式对这部分数据进行备份和保存，是十分必要的；另一方面，系统也会产生大量过期的、或者已经备份保存过的数据，这部分数据留在系统中，既没有必要，也会

耗费大量的系统资源，需要定期将它们清除掉。应用服务器处理模块，将定时地启动数据备份/保存操作，实现对关键、重要数据的维护；同时，它也将适时地（定时或者定量地）删除过期的历史数据。本模块还结合群集管理器一起对系统进行管理。其流程图如图 2-15 所示。

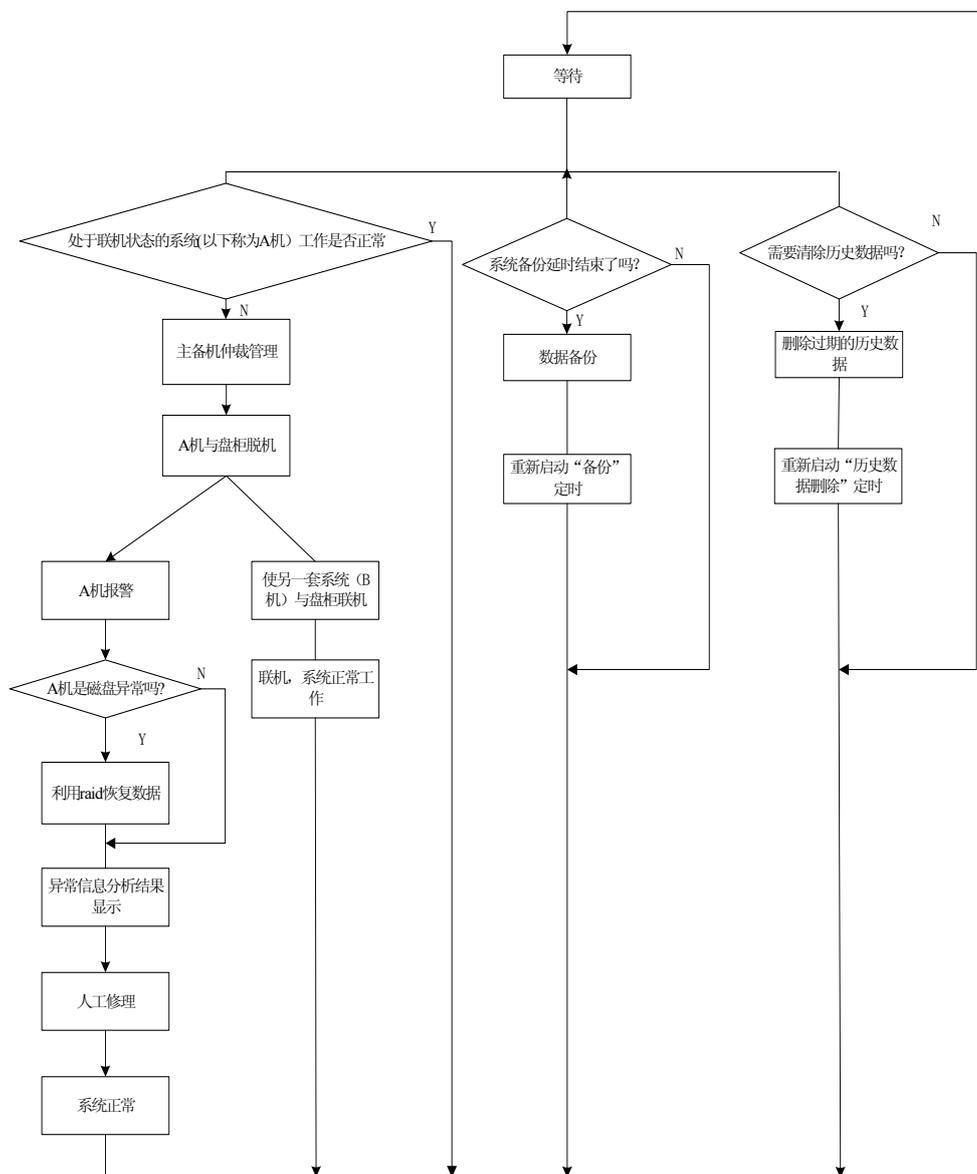


图 2-15 应用服务器处理模块

### 2.3.8 通信服务器处理模块

只有保证通信接口、通信链路<sup>[13]</sup>持续可靠地工作，才能实现业务系统可靠、高效、稳定的运行。也就是说，没有可靠的通信，系统将陷入濒临瘫痪的地步。通信服务器处理模块就是对通信质量进行实时监控，一旦发现通信异常，本模块将立即报警，通知系统维护人员；报警的同时它还将提供故障定位和维修建议，

供系统维护人员参考，辅助其尽早地排除故障，将影响降低到最小。其流程图如 2-16 所示。

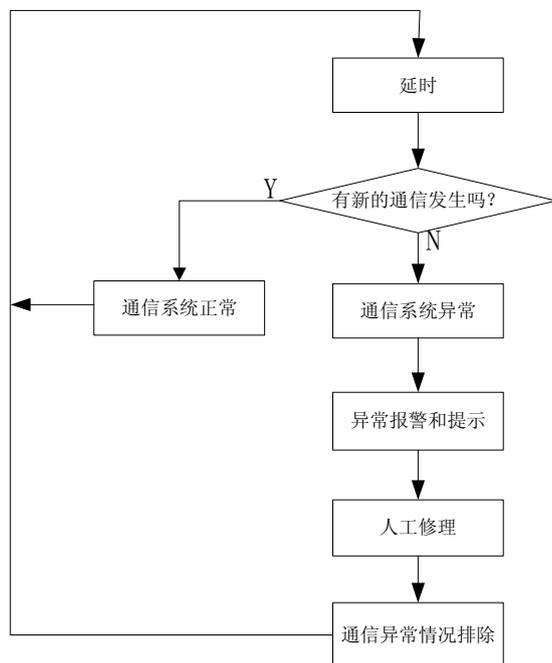


图 2-16 通信服务器处理模块

### 2.3.9 系统维护处理模块

系统功能的实现，需要各个模块的相互配合，尤其是关键模块的正常运行。本模块将对系统中关键模块的运行情况进行实时监测，一旦发现受监测的模块运行异常，将马上进行报警和提示，以便系统维护人员及时排除故障。当维护人员排除故障后，本模块能监测出系统又重新正常工作了。其流程图如 2-17 所示。

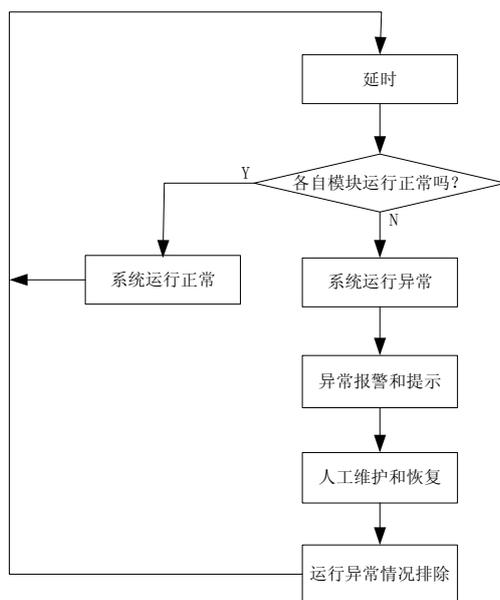


图 2-17 系统维护处理模块

### 2.3.10 网络管理处理模块

本模块实现对网络用户的管理，包括用户创建、用户权限/资料修改、用户删除等功能。用户资料将保存在系统中。通过本模块，系统管理人员可以实现对系统用户的管理、设置和权限分配，从而保证系统被合理、合法地正确使用。其流程图如 2-18 所示：

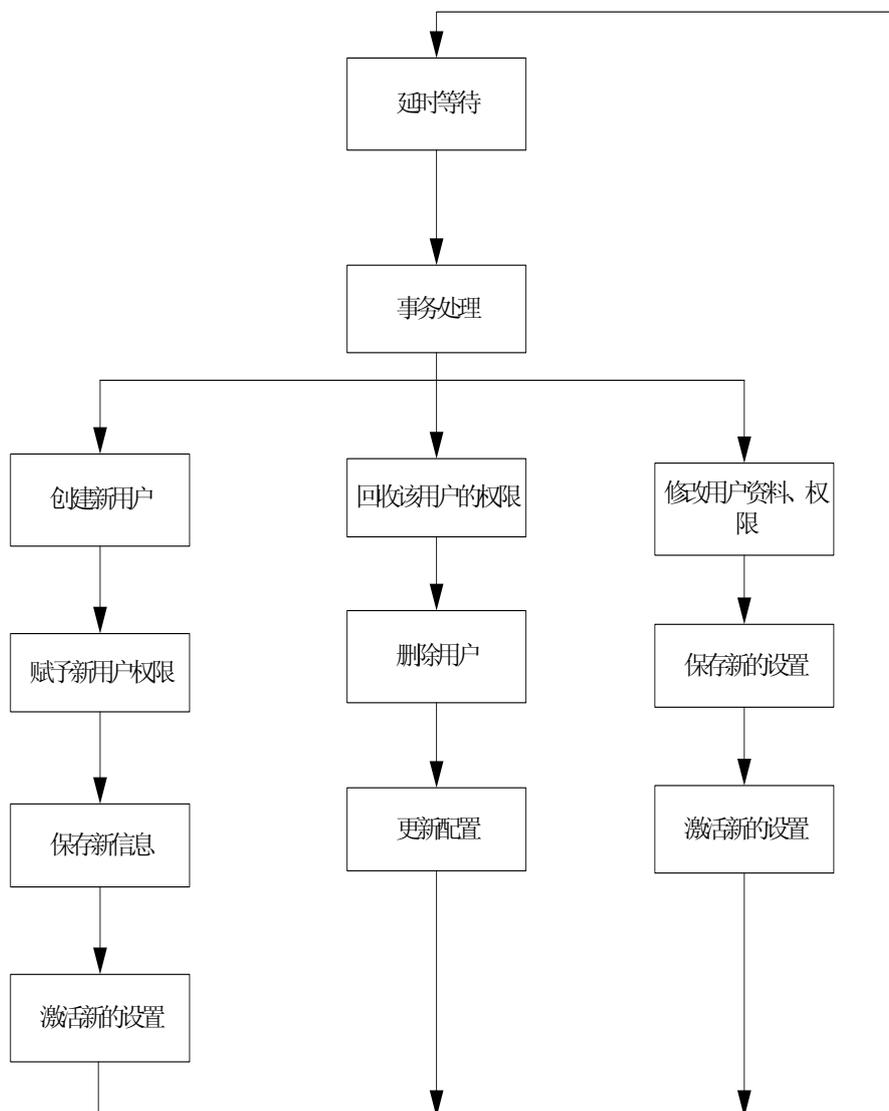


图 2-18 网络管理处理模块

## 2.4 小结

本章主要分析了氧化铝生产企业铁路运输的基本情况，在此基础上分析了信息管理系统的结构设置，重点分析信息预报处理、车号追踪、物流运输管理、计划管理、统计分析、工业监控、应用服务器处理、通信服务器、系统维护、网络管理等模块划分和相应的功能描述。

## 第三章 信息管理系统软硬件选择及安全性分析

### 3.1 软件体系结构及工具选择

#### 3.1.1 软件体系结构

##### 3.1.1.1 设计原则

计算机技术的不断发展，要求应用系统具有较强的适应力和生命力。因此在系统设计过程中，应严格地遵循现代软件工程理论，以保证系统具有良好的性能。

针对系统的设计和实现，整体解决方案的实现思路<sup>[25]</sup>是：快速适应系统的需求，采用先进并符合实际的标准通信技术，应用先进的软件设计思想，同时充分考虑系统长期发展的前瞻性要求，通过使用基于主流式系统技术，实现系统的灵活性，实现系统与其它系统的接口，并且使系统具有良好的可管理性。

为保证系统具有良好的性能，在设计过程中必须遵循系统的一些设计原则。

**灵活性及可扩充性：**系统的设计应考虑今后随着客户端数量的增加而要求对系统的容量、处理能力和功能进行扩充，这就需要系统能适应不断变化的测试业务需求，适应规模不断扩大的变化。

**可靠性：**系统可靠性和稳定性直接影响着正常业务的开展。由于数据存储的集中，必须考虑灾难备份和恢复，以保证整个系统的高可靠性。

**先进性：**系统设计上要求技术领先，同时通过对最新技术的不断跟踪，以及产品的不断创新，使得系统保持业务及技术先进性。

**可复用性：**系统设计应采用面向对象的软件系统设计思想和方法，提供用户应用中可继承的类资源，便于资源复用。

**标准化与通用性：**在业务、软件产品、通信技术等各方面都采用国内及国际相关标准和规范，要求该系统数据存储格式统一。

**安全性：**系统安全性是设计与开发应用系统的首要考虑因素，应用系统在设计时应制定一整套有效的安全措施以保证整个系统的安全性，能够充分满足业务对安全管理的需求，能够防止来自内、外部的安全性威胁。

**可管理性和可维护性：**系统的可管理性和可维护性至关重要，是衡量系统优劣的主要因素之一。此外，必须做到规范统一、控制统一、管理统一。可方便、灵活地进行系统维护、用户管理以及用户角色管理等。

##### 3.1.1.2 设计思想

组态软件（Configuration software）就是应用软件中提供的工具、方法、完成

工程中某一具体任务的过程。与硬件生产相对照，组态与组装类似。如要组装一台电脑，事先提供各种型号的主板、机箱、电源、CPU、显示器、硬盘、光驱等，我们的工作就是用这些部件拼凑成自己需要的电脑。当然软件中的组态要比硬件的组装要有更大的发挥空间，因为他比一般的硬件的“部件”要多，而且每个“部件”都很灵活，因为软部件都有内部属性，通过改变其属性可以改变其规格。组态软件的延续性和可扩充性强、封装性好、通用性强及易学易用的特点使得组态软件的应用日益广泛。从目前流行的软件趋势和已有资源利用考虑，本系统将采用基于和利时 HOLLIAS 产品家族智能平台组态软件的方式构建。

### 3.1.1.3 系统构架

首先对系统的总体框架进行逻辑上的设计，描述系统的总体逻辑模型，系统的应用框架设计，然后对系统功能框架进行了总体的设计，即子系统的划分、功能描述及子系统之间的相互关系，最后给出实现系统逻辑模型的系统物理架构，并从高性能、高稳定性、高安全性、高可管理性、高易用性的“五高”的角度概要描述实现系统技术需求的关键技术。

#### 1、总体逻辑结构

系统在逻辑层次上设计为应用层、应用平台及中间件层、数据处理层、基础设施层，总体逻辑层次结构如图 3-1 所示。在系统逻辑层次设计中，各层之间存在相互的制约与合作关系。

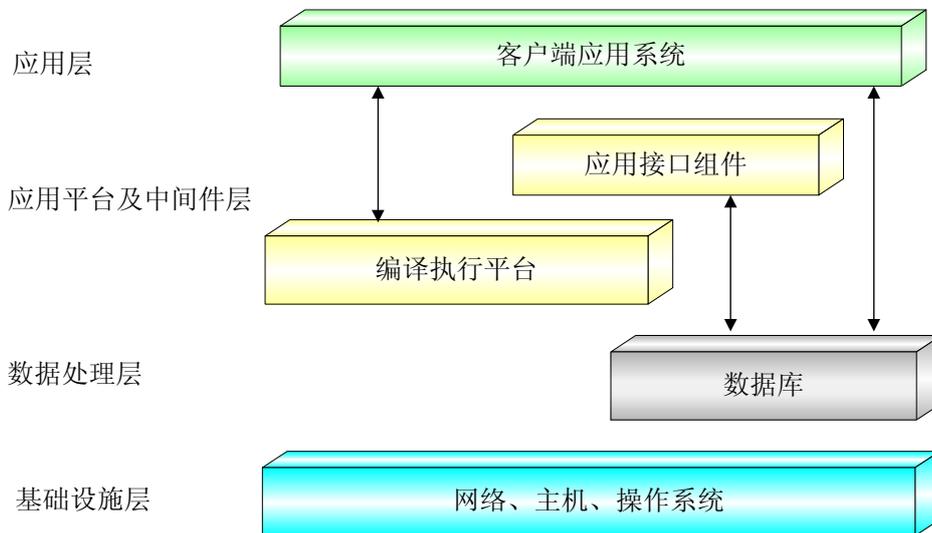


图 3-1 应用系统总体逻辑层次结构

**基础设施层：**构成了系统的 IT 基础架构，包括网络、主机和操作系统。操作系统采用 Windows 或 UNIX，描述了系统的所有子系统的运行环境，包括了对硬件、操作系统、网络通讯协议的规定。基础设施层支撑着地面测控系统的正常运行，为系统提供必不可少的底层环境。

数据处理层为应用层提供数据存储和处理服务。

应用平台及中间件层：本层主要包含了应用系统的数据结构描述，系统与用户的接口工具包，面向对象数据结构的组件化结果（类结构与类实例化）以及系统的编译运行工具与环境。

应用层：应用层是整个系统逻辑结构的核心，包括系统各应用部分的构成，完成系统功能的协调运作。应用层是系统的用户与系统的交互层，通过人机交互组件与用户操作界面，完成了用户与系统之间的指令传递与指令执行结果返回的过程定义。

## 2、系统应用架构

根据冶金企业的实际需求，在程序架构的设计上应充分考虑到长远发展的需要。它既要满足目前的业务需求，又要考虑未来的业务扩展。铁路运输系统整体采用基于 TCP/IP 协议的 C/S 结构，通过应用服务器中的 COM 组件的转换功能实现与 Web Logic Server 的数据通信，具体应用架构如图 3-2 所示。

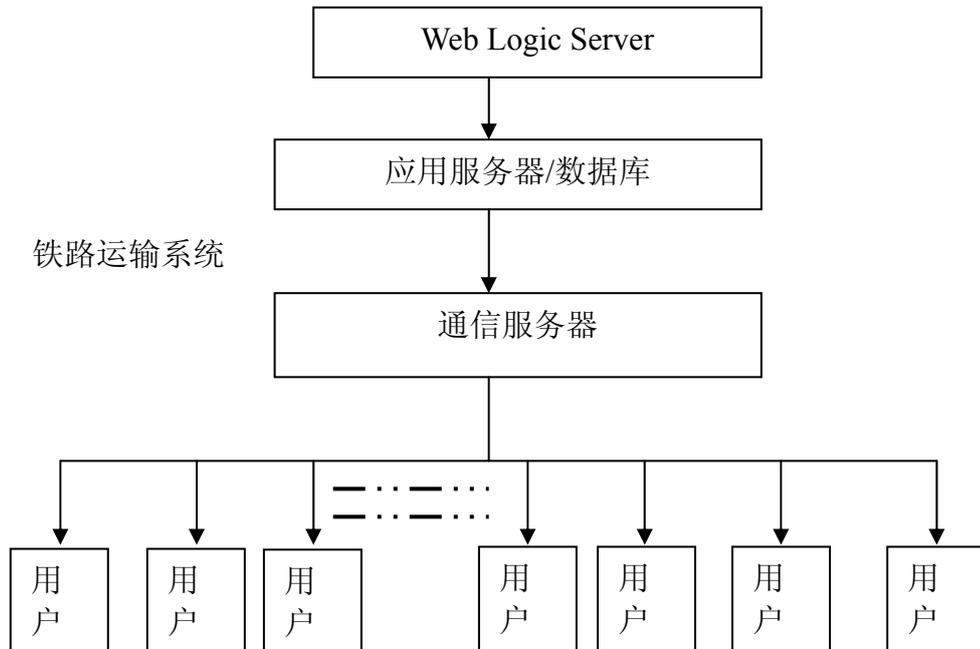


图 3-2 铁路运输系统应用架构图

铁路运输系统将运行在内部广域网上，主要采用基于 C/S 的三层软件体系结构，即应用服务器、通信服务器、客户端三层。应用服务器、客户端、通信服务器三层的主要完成的功能如下。

应用服务器：与通信服务器进行数据交换，存储和管理数据，实现与其他应用系统接口，XML 组件模块等功能。

通信服务器：实现数据打包与应用服务器进行通信，XML 组件模块，实现与各个客户端的相互通信，实现对客户端的实时监控与管理，实现客户端用户的认证等功能。

客户端：用户与系统之间的交互接口，实现用户操作与系统的响应的交互机制，实现与通信服务器之间的数据和指令传输（以 XML 形式）等功能。

采取这种方式在软件系统功能配置的分布上比较灵活，同时可以提高系统的可扩展性，在以后的设计工作中还能提高代码重用性。今后的项目中，采用应用服务器方式可以缩短开发周期，提高系统软件兼容性，保持系统的良好的开放性。为在以后的逐步完善的过程中，提供二次开发，用户定制和程序开发接口打下良好的基础；采用通信服务器方式可以减轻应用服务器的系统负担，有利于将来的客户端的增加，有利于实现对客户端的实时监控，同时也有利于实现对客户端的管理。这种的三层设计结构对于软件工程的集体协作开发以及功能的增加和更新也是有利的。

### 3、系统功能框架

铁路运输系统从功能上主要分为 10 个模块，它们分别是信息预处理模块、车次追踪模块、物流运输管理模块、计划管理模块、统计分析综合模块、工业监视模块、应用服务器处理模块、通信服务器处理模块、系统维护处理模块、网络管理处理模块，以插件方式搭建系统框架。

信息预处理模块：运输部信息预报模块、各站信息预报模块；

车次追踪模块：车次追踪模块、车次分解释义模块、车辆号自动识别模块、重点车列车跟踪模块、车号传输模块。分为各站车次追踪模块和运输部车次追踪模块；

物流运输管理模块：分为过磅处理模块、验配处理模块、取样处理模块、列检处理模块、装卸处理模块、返出处理模块、运输品名记录表生成模块。分为各站物流运输管理模块和运输部物流运输管理模块；

计划管理模块：计划接受显示模块、计划变更处理模块；

统计分析综合模块：数据统计和查询。分为运输部统计分析综合模块和各站统计分析综合模块；

工业监控模块：各车站显示模块、运输部显示模块（大屏幕显示或分屏显示模块）；

应用服务器处理模块：数据调用处理模块、控件转换模块、XML 组件模块；

通信服务器处理模块：通信处理模块、数据传输模块；

系统维护处理模块：用户管理模块，数据库维护模块，基础数据维护模块；

网络管理处理模块：网络配置模块，网络测试模块。

#### 3.1.2 开发语言及平台

铁路运输系统采用 OOD 的方式进行设计，以 C++ 为主体开发语言，实现用

户界面开发、数据通信开发、XML 格式的解析与生成等系统功能。

铁路运输系统开发将基于和利时公司的 HOLLIAS<sup>[15-16]</sup>的集成框架，以组态方式构建。HOLLIAS 是和利时公司结合十年的系统开发经验和国际主流 DCS 的系统功能的一套工业控制系统，同时也可以用一个开放的系统软件平台，集合各种控制系统与管理功能，构成的一个集成开放的系统平台。根据安排任务的轻重缓急，可得到的必需备件和人力资源情况部署工作，以及分析设备故障以便实施必要的预维护。

工作流程是 HOLLIAS 基于事件通知技术和产品的一部分，通常被称为“推”技术。HOLLIAS 工作流程提供的功能集中于提供给最终用户基于事件的信息，而无需在 HOLLIAS 中查询或启动进程。

HOLLIAS 工作流程的功能主要是由一系列组件特别是设计程序和 workflow 引擎组件完成的。设计程序组件是一个图形化的工具，用于开发 workflow 过程。HOLLIAS 工作流程将使用这个模板来剪裁所有的模板以便满足客户的特定需求。在 workflow 过程设计好之后，利用 workflow 引擎组件管理所有必要的路径和通知以保证工作向前推进。

HOLLIAS 通过开放的数据库接口和网络接口，在经营管理层次上可以与其他平台相连；通过 OPC, ODBC 等功能在生产管理层次上实现与其他系统的连接；通过相关协议在现场控制层次上与其它控制器和现场智能设备相连。

## 3.2 系统总体性能分析

### 3.2.1 系统硬件体系性能分析

(1) 系统主要设备，如应用服务器、通信服务器、运输部主干网、数据传输设备均采用热备冗余方式，数据传输信道采用光纤链路，使系统具有极高可靠性。

(2) 系统硬件设备选用通用产品，使硬件的维护方便快捷。

(3) 运输部与各车站间通过光纤信道相联，网间传输速率为 2Mbps 以上，完全满足整个铁路物流运输管理信息系统实时性要求。

(4) 运输部设备、各车站设备间均以计算机局域网相联接，传输速率为 10Mbps 或 100Mbps，完全满足系统实时性要求。

(5) 运输部设备结构基于开放式计算机系统，采用分布控制方式，各子系统之间相互独立。

(6) 整个系统具有良好容错能力，具有良好的可用性。

(7) 系统硬件设备可满足长时间运行的要求。

### 3.2.2 系统软件体系性能分析

(1) 系统软件<sup>[29]</sup>包括三个部分：平台支持软件、应用软件和数据库。

(2) 操作系统采用 UNIX 或 Windows，框架结构采用组态方式进行实现，确保系统结构的稳定性，嵌入的功能模块采用面向对象的 C++程序设计语言。

系统软件按功能分为物流管理软件和运输调度管理软件。由于系统的构成符合 C/S 或 B/S 形式，所以各自又分为服务器处理软件和客户机处理软件及网络通信软件。

(3) 系统选用当前流行和通用的支持软件，应用软件的开发在技术上处于领先水平。

(4) 系统软件采用模块化结构，各模块任务明确，模块间相互以消息传递信息，接口标准统一、简单清楚。

(5) 系统软件各模块间工作相对独立，各自完成一个特定功能，个别软件模块修改不引起其它软件模块的较大变动。

(6) 系统软件具有冗余性和容错性。

(7) 应用软件的功能满足冶金铁路运输的规则和要求，与实际应用相符合。

(8) 系统具备完善的自诊断和硬件检测功能。如网络混线、断线、网络终端设备及接口的工作状态等。

(9) 系统软件在设计过程中，充分考虑了信息的离散性、增加了许多容错功能并提供动态防护软件。

(10) 采用分布式数据库结构存储设备所需信息，各站建立自己的独立数据库系统，并通过网络支持异地查寻和备份。

## 3.3 系统安全性分析及设计

### 3.3.1 铁路运输系统安全性分析与设计

铁路运输系统采用 C/S 体系结构<sup>[27~28]</sup>。虽然 B/S 有一些优于 C/S 的特性，但是先进、性能、潮流等都不是问题的实质，真实答案来自对客户现在、未来和潜在需求的研究。是以用户的现有资源的延续利用与新增投入，及开发的成本和难度为出发点，同时 C/S 的特点是安全、快捷、准确，一般面向固定的用户群，对信息安全的控制能力很强，通过各方面的分析论证决定采用 C/S 结构是比较适中、现实的选择。

本系统采用三层的体系结构，但是不同于传统的三层体系结构（即客户、应用服务器和数据库服务器），而是在原有的两层体系结构（客户、服务器）的中间加一层通信服务器，通信服务器专门处理客户机与应用服务器之间的通信问

题，这样可以减轻应用服务器的负担，为铁路运输系统提供更好的安全性和更高的效率。

由于信息系统中的信息具有共享和易于扩散等特性，它在处理、存储、传输和使用上有着严重的脆弱性，很容易被干扰、滥用、溢漏和丢失，甚至被泄露、窃取、篡改、冒充和破坏，还有可能受到计算机病毒的感染。为了保证工业生产的正常进行，不得不依赖于本系统的安全、可靠运行。

本系统的安全性可以通过应用系统、网络系统、操作系统、数据库系统、数据存储五个方面的设计来保障，其核心都是保障数据安全。保障数据安全的目的是保障数据的完整性和可靠性。而本系统未与外部网络（互联网）互连，保障数据的可靠性就显得最为重要。

### 3.3.2 应用系统安全性

铁路运输系统有错误处理机制以及错误日志，确保发现错误，容错以及今后的查询错误。还有身份认证技术、密码技术、客户机接入认证、系统运行监控技术、操作日志、审计技术来确保软件本身的安全问题。具体描述如下：

身份认证技术，本系统采用多级用户管理体系，用户按角色进行分级；

密码技术，本系统在网络传输和通信上，采用密码进行加密；

客户机接入认证，服务器对客户机进行预先登记注册，未注册机器不予登陆；

系统运行监控技术，服务器对登陆用户进行监控，监视用户的操作；

操作日志，记录用户的登陆、操作和数据库的访问等事件，作为系统安全性分析资料。

### 3.3.3 网络安全性

在铁路运输系统的实现过程中网络的作用非常重要，整个系统的通信都需要安全可靠的网络做后盾，必须保证网络的安全可靠运行。系统的实现涉及到有线网络和无线网络，有线网络采用光纤接入的局域网，无线网络采用调度计划无线传输系统技术。

#### 1、无线传输

无线传输的安全技术正在日益完善，多手段多层次的安全防范措施使得无线传输越加坚固。当然，光有先进的技术是不完全的，如何利用现有资源结合当前环境来设计出一个安全实用的无线网络是重要的一个环节。在本系统中使用调度计划无线传输系统，该系统以《铁道部调度命令无线传送系统技术条件（V.3）》为依据来实现调车作业单无线传输的功能。

为了保证无线传输的可靠性和安全性，铁路运输系统中采用网络接入认证技

术、AES 加密算法技术、差错控制采用前向纠错与 CRC 校验结合的方式。

#### (1) 网络接入认证技术

铁路运输系统在无线网络接入中加入了网络接入认证技术。利用该技术能够使无线网络免受非法用户、非法操作的侵扰。只有合法的无线用户发出的指令才能被系统接受。

#### (2) AES 加密算法技术

铁路运输系统采用 AES 加密算法技术。AES 算法支持任意分组的大小，密钥的大小为 128、192、256 的可以任意组合。它初始时间快，其固有的并行性可以有效地利用处理器资源，有很好的软件性能。在加密和解密分别进行的时候，很适合有限距离的环境，当加密和解密同时进行的时候，对 ROM 要求有所上升，但仍适合距离有限的环境。利用此算法加密，无线局域网的安全性会获得大幅度提高，从而能够有效地防御外界攻击。

#### (3) 差错控制采用前向纠错与 CRC 校验结合的方式

铁路运输系统根据无线传输协议的特点，差错控制采用前向纠错与 CRC 校验结合的方式来实现。

### 2、有线网络

铁路运输系统的有线网络实现以下的功能：建成目标网络完整的安全体系结构、安全管理规范；整体病毒防护体系，实现对重要数据库系统的数据和重要的主机系统的冗余备份和灾难恢复；实现对目标网络安全访问控制，防止非法用户的非法访问与破坏。

目前的有线网存在着各种各样的安全漏洞和威胁，网络安全体系主要涉及物理安全、网络安全、安全管理等方面，铁路运输系统不能单凭一些集成了安全技术的安全产品来解决，而必须综合考虑各方面的因素，全方位的解决安全问题，建立网络安全保障体系。

#### (1) 物理层安全

保证各种设备的物理安全是保障整个网络系统安全的前提。物理安全是保护计算机网络设备、设施以及其它媒体免遭地震、水灾、火灾等环境事故以及人为操作失误或错误及各种计算机犯罪行为导致的破坏过程。因此本系统采用如下的解决方案：

机房环境的场地建设应严格遵照国家相关通信机房标准，从承重到空调、供电等各方面保证系统的稳定可靠运行；

制定严格的机房管理制度；

在某些重要节点应考虑使用防电磁辐射、抗电磁干扰等高强度物理安全设施。

## (2) 网络层安全设计

为保证铁路运输系统网络的可靠性,在数据交换平台对网络中重要的互联通道进行适当的备份,通过备份线路及设备的备份,保证任何时刻、任何节点之间都有可达的路由。

网络采用动态路由协议等机制,保证在故障出现的时候,网络数据自动迂回切换到连通的线路上,保证通信的正常进行。对于流量超过备份线路带宽承载能力时,可采用 QOS 等措施保证业务网关注的关键业务得到优先传送,或者升级带宽。

在主用网络/线路恢复正常后,数据又自动切换回主用网络进行通信。为提高网络的利用率,对于专线备份线路,使用中可进行负荷分担运行。

根据现有光纤的设计及网络路由能力的计算,建议汇聚层与核心层形成双归属连接,这种拓扑结构可以简单有效地提高网络的可靠性,这种交叉和直结合的双归属连接优点是每个节点都有两条路径到达其它节点,因此组网可靠性高。

## (3) 传输层安全

为了保证铁路运输系统的安全性,从光缆资源、SDH 传输资源保证通信的畅通。采用 SDH 技术以环形拓扑组网,用于承载数据交换平台上的数据流,当 SDH 环网的传输线路发生信号中断故障时,网络能在 50ms 内从故障中自动恢复所携带的业务信息,不会造成业务的中断。

## (4) 设备可靠性设计

为保证本系统网络的可靠性,将所有交换、传输设备的电源板、交换引擎等均采取冗余配置。

每个节点机房均设置 UPS,确保交流电的供应。

要保证本系统的可靠性,选用具备电信级可靠性的网络设备进行组网,才能使网络具有自动恢复能力、降低人工维护工作,达到系统的可靠运行。

总之,在防范技术的处理上,应尽可能采用多种防范技术,建立相应的控制风险的机制,并建立一套保障网络系统正常运行的安全体系,最大限度地提高本系统的可用性。

### 3.3.4 数据安全性

使用计算机系统处理日常业务在提高效率的同时,有一个问题越来越不容忽视,即数据失效问题。一旦发生数据失效,企业就会陷入困境:客户资料、技术文件、财务账目等数据可能被破坏得面目全非,如果系统无法顺利恢复,最终结局将不堪设想。所以企业信息化程度越高,备份和灾难恢复措施就越重要。因此为了保证数据库的可靠性我们系统采用高性能的数据库 Oracle。

铁路运输系统在数据安全性<sup>[26]</sup>方面做到了数据传输时的完整性、数据库的安全性、数据的容错性：

(1) 数据的完整性：数据在传输时要保证数据不丢失、数据不被窃取，因此要采取有效的数据校验方式，对传输的数据进行验证；

(2) 数据库的安全性：数据存储数据库中，定期进行备份，能够保证数据的物理安全；本系统具有完善的安全机制和权限控制；数据库加密，防止未授权用户操作数据库；

(3) 数据的容错性：主要是在数据传输时需验证数据的正确性。

### 3.3.5 系统层安全性

系统层安全主要指主机设备的安全问题，铁路运输系统采用了如下解决方案：

(1) 应用服务器、网络服务器、数据库服务器等各类计算机的操作系统应选择安全级别高、可控的操作系统，我们选用 UNIX 或 WINDOWS 操作系统；

(2) 本系统对各类计算机要进行认证配置，关闭网上业务系统中没有用处的端口；

(3) 本系统开发统一的身份认证系统、统一授权与访问控制系统、统一安全审计与日志管理系统；

(4) 在应用服务器处设置 IDS 引擎，及时发现“黑客”对主机的入侵行为；

(5) 设置功能强大的网络版的反病毒系统，实时检杀病毒。

### 3.3.6 数据存储

根据铁路运输系统所从事的业务情况，本系统的实时性要求比较高，要求故障恢复的时间短，因此我们采用双机共享磁盘阵列系统。

数据备份和采用磁盘阵列都是一种常规的数据可靠性方案，数据备份无法恢复备份之后变化了的数据，磁盘阵列技术又只能在单主机上进行，主机的其它部件如电源、CPU、主板的损坏都会导致系统无法正常工作，因此这两种方案都不适用于实时性要求高的系统。对于实时性要求较高的关键业务系统，应采用双机容错系统，这种系统的特点是围绕关键数据的可靠性，对操作系统、电源、CPU 和主机主板容错。

## 3.4 小结

本章主要研究了信息化管理实现的设计和技术手段，包括铁路运输系统结构

及功能分析、铁路运输系统的模块划分及其描述、软件体系结构和工具的选择、系统总体性能分析及设计、系统安全性分析及设计。

## 第四章 氧化铝生产企业信息管理系统关键技术研究

### 4.1 双机热备技术

#### 4.1.1 系统的双机热备问题

为提高系统的可靠性和可用性，在一些关键部分采用了双机热备<sup>[17]</sup>的设计。

双机热备系统的要求为：一台设备发生故障后，另一台设备马上能够接替工作，而且对相关的设备没有影响。要达到以上的要求，在设计时必须进行严密的考虑，并在开发工作量和双机热备的完善性上进行均衡和选择。

#### 4.1.2 双机热备的解决方案

系统双机热备连接如图 4-1 所示。

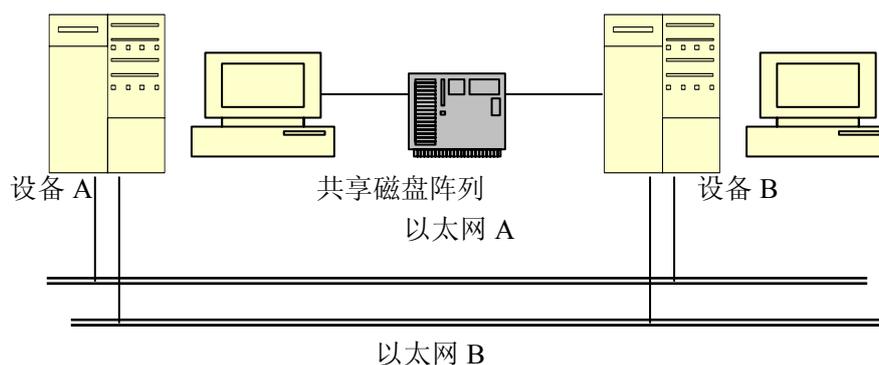


图 4-1 系统双机热备连接图

在图 4-1 中，设备 A 为主机，设备 B 为备机。它们通过双以太网进行通讯。对于双机热备方案具有以下几个解决方案。

##### 1、采用商用双机热备软件

系统可以采用 IBM 的 HACMP Compaq 的 Decsafe 或 TruCluster 等<sup>[18]</sup>商用软件，由系统软件完成系统的双机热备。但经过长时间的探索后，可以发现商用双机热备软件具有较多的实用问题。首先，商用双机热备软件在一些情况的考虑中具有一定的问题，如 HACMP 可以解决设备 A 或设备 B 的硬件故障问题。如设备 A 掉电，但不能解决程序退出的问题；其次，商用的双机热备方案具有切换时间长，尤其是数据库的转换时间较长，不能做到无缝切换，可能会造成数据丢失；另外，商用双机热备软件耗费巨大，又不能完全符合双机热备的要求。同时，商用双机热备软件必须借助共享盘，硬件花费较大。

## 2、采用一台工作，一台设备冷备的方式

在该工作方式下，一台设备工作处理数据，另一台设备接受从主机来的信息，处于等待状态。这样，保证一台设备故障时，另一台设备可以接替工作，系统能够继续运行。该方法存在的问题为：设备间的切换必须有一定的时间，可能造成很短时间的服务停止，如服务器切换时，作为人机界面的工作站会有闪烁过程，主备机间很难保证在任何时刻保持同步，转换过程中会有一些的数据丢失，必须用重新初始化和局部重新初始化的方式进行弥补，该方式实际上是冷备的方式。

## 3、采用双机同时工作，实时同步的方式

在此种方式下，主机 A 和备机 B 同时接收数据并进行处理，并且由主机 A 对备机 B 的重要数据或备机不能产生数据进行同步。这种工作方式可以保证主机 A 和备机 B 的数据实时同步，备机一旦接替主机投入运行，可以迅速进行无痕倒换。问题是这种方式在软件系统有问题时，会发生主机 A 和备机 B 同时死机的情况，系统完全停止工作。

考虑到具体的要求和成本，双机热备方案如下：基本采用双机同时工作实时同步的方案，并采用关键进程同步工作加部分初始化恢复的方式。

通过以上对几个双机热备方案的比较可以看出，双机同时工作实时同步的方式具有较大的优越性。但是，要真正做到进程的完全同步有着较大的困难，要做到进程的同步必须保证输入的同步，如何保证各种输入，有些进程的运算工作量非常大，运算的中间变量也非常多，备机同时工作运算量很大且基本无法进行主备机的比较和同步，运行异常如写数据库失败后恢复，使一些数据的同步基本成为不可能。鉴于以上情况，关键进程可采用同时工作的方式，对一些进程可采用倒机后重新初始化的方式进行恢复。

### 4.1.3 双机热备方案的具体实施

下面对系统中牵涉的双机热备的具体方案进行讨论，系统服务器和通讯前置机的双机热备方案，系统双机热备连接如图 4-2 所示。

由于列车计划<sup>[19]</sup>的调整非常复杂且难以同步，系统可采用主备机同时工作和备机切换后恢复相结合的方式进行。当备机切换为主机后，备机的三小时计划进程立即开始执行，接替主机的工作。

通讯前置机主要完成列车占用信息和车次号信息的采集和处理，可采用主备机同时工作的方式，主备机发生切换后，备机可立即接替工作，对用户几乎没有影响。

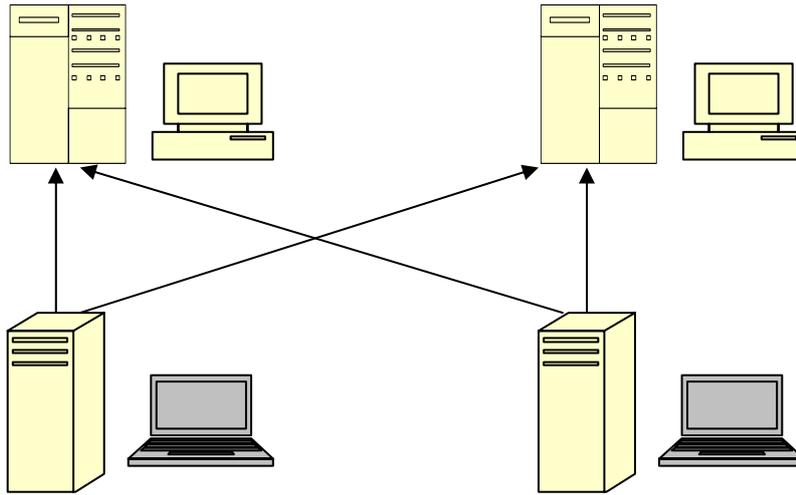


图 4-2 系统双机热备连接图

当服务器和通讯前置机的双机热备时，情况会变得更为复杂。假设服务器和通讯前置机都是 A 为主机，B 为备机，服务器和站段通讯前置机间的连接有(a)通讯前置机主机 A 到服务器主机 A、(b)通讯前置机主机 A 到服务器备机 B、(c)通讯前置机备机 B 到服务器主机 A、(d)通讯前置机备机 B 到服务器备机 B 四种。

对服务器主机 A 来说，以信息流(a)为主进行处理(b)为备用信息流；对服务器备机 B 来说，以信息流(a)为主进行处理(b)为备用信息流。为了保证通讯前置机发生切换时不发生数据丢失，应考虑信息流(a)和信息流(b)的同步和比较，以便于切换后服务器知道从何处继续执行。信息流(a)和信息流(b)的同步实际上是由通讯前置机 A 和通讯前置机 B 的同步来保证的。这样通讯前置机 A 和 B 必须有相同的数据输入并且保证数据处理的一致性。

由于车站分机和车站 PC 的功能较为简单，将采用主备机同时运行并实时同步的方式。

车站分机功能为信息码位的采集，主备机同时工作，并由主机和备机同时向通讯前置机 A、B 机发送码位信息。当车站分机发生切换时，通讯前置机比较由车站分机备机送来的信息同原主机信息的差异，迅速对差异码位进行处理，以实现车站分机的无痕切换<sup>[20]</sup>。

车站 PC 主备机同时工作，并进行所有操作的同步，系统切换时可以做到无痕切换。

## 4.2 可靠性与容错技术设计

一般来说，远动系统<sup>[21]</sup>（遥控、遥信、遥测的总称）对可靠性的要求比一般的控制系统对可靠性的要求高。如铁路信号系统，它不仅要求系统要有高的实时

性和具有连续不间断工作的特点，而且，对系统的可靠性要求也很高。以为无论是信息传输错误还是设备故障都将直接影响整个系统的正常工作。因此，提高系统的可靠性是进行设计时必须考虑的、重要的问题。

目前，有两类技术可以提高可靠性，一类是避错技术，它的基本着眼点是通过质量控制、减载使用、环境保护等措施防止故障的发生，从而延长系统的使用寿命。但避错技术有其局限性，例如采用高可靠器件，费用将急剧上升，而且，即使采用了避错技术，也不一定能满足系统的可靠性要求。因此，在现代高可靠性系统中，广泛采用第二类技术，即容错技术。本文针对具体情况，主要研究硬件的物理重复形势：静态冗余和动态冗余。

#### 4.2.1 静态冗余

静态硬件冗余是指冗余结构并不随故障情况变化的冗余形式。静态冗余应用了故障掩蔽的概念，将发生的故障隐蔽起来，防止故障造成差错。静态冗余的基本机理是通过多数表决掩蔽发生的故障，最常用形式是三模冗余（TMR），如图 4-3 所示。

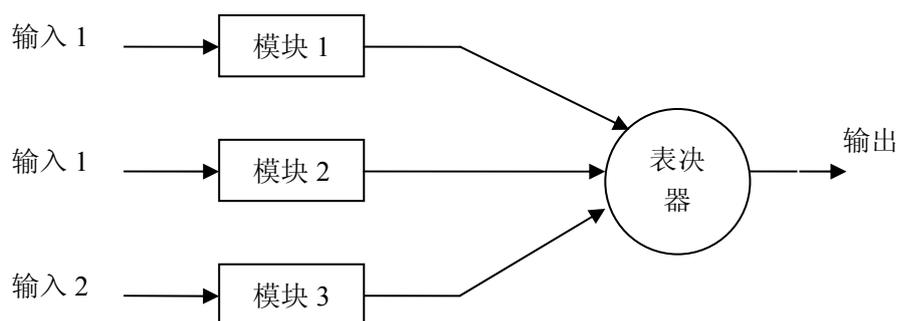


图 4-3 三模冗余（TMR）

三模冗余是采用三个相同的模块接收三个相同的输入，产生的三个结果送至多数表决器。表决器的输出取决于它三个输出的多数。若有一个模块出故障，则另两个正常的输出可将故障模块的输出掩蔽，从而不会在表决器输出产生差错。

图 4-3 中的表决器可用硬件实现，也可用软件实现。在实际应用中，表决过程的定时是十分关键的。若参加表决的信号到达时间不一致，就可能产生暂时的不正确结果。而对许多应用来说，短时间的不正确结果也是不允许的。同步表决器中采用了双相时钟主从触发器，保证了表决的正确。

采用软件实现表决时，共有三个传感器及三个双口存储器。三个处理机中的每一个均可读三个双口存储器，并将读得的三个值经软件进行表决，表决程序可顺利地进行三次比较，并将至少与另两个值中的一个值一致的一个值作为表决输出。然后处理机可进行必要的计算，并将结果存入下一个双口存储器中，供下一

级处理机使用。

硬件表决的优点是速度快，缺点是所需附加硬件多，从而造成功耗、重量及体积增大。软件表决比较灵活，通过修改表决程序可以很方便地修改表决。

#### 4.2.2 动态冗余

动态硬件冗余是通过故障检测、故障定位及系统恢复来达到容错的一种技术。由于系统恢复采用某种重组技术，因此系统的冗余结构将随故障情况发生变化。这种技术不能防止故障的发生，但这类系统在实际应用中允许发生暂时的错误结果。只要系统能在规定时间内进行重组并恢复正常运行。一般采用双机比较系统或监督定时器的方法实现系统的动态冗余。

简单的双机比较系统只提供故障检测能力，但不提供容错能力。但若配之以故障定位技术及切换技术，可以做到容错。例如，当比较器给出不一致信号时，可以对两个模块分别进行故障测试（或分别运行诊断程序），以确定有故障的模块，然后将故障模块切除，将正常模块输出作为系统输出，系统成为单机系统继续运行。

一个需要以一定周期重复复位的定时器，用它可以监测系统故障。其基本思想是：当一个系统无故障时，它应能按一定的周期重复的将监督定时器复位。如果监督定时器未能被按时复位，则超过一定时间，它将发出信号，指出系统中存在故障。

### 4.3 数据库设计

数据库使用 ORACLE<sup>[23~24]</sup>，其特点为可发展性强，这意味着铁路运输系统将来的扩充能力将非常强大，且 ORACLE 厂商实力雄厚，对产品后期支撑力度大；稳定性好，对于数据库平台，ORACLE 的稳定性可与素以稳定性著称的 DB2 并驾齐驱，而 DB2 目前已有高达数十亿条记录的数据库实例；速度快，ORACLE 的速度一直是无可争议的，远高于其它同类数据库产品。

对于大型系统，其数据库一般采用分布式数据库系统。在分布式数据库系统中，处理数据库一般有直接编程、编程完成数据库同步、分布式数据库、WEB 数据库、分布式数据查询中间件等方法。

#### 4.3.1 直接编程方式

直接编程方式同具体的应用结合最为紧密，应用一有改变程序必须修改，适用性很差。

### 4.3.2 编程完成数据库同步方式

通过编程和实时通讯的方式实现数据库同步的方法较为原始,同时编程有很大的工作量,且在数据格式和内容变化时,数据库两端都要重新编写程序,花费较大。将下级数据库信息复制到上级数据库,系统和通讯的开销非常大,使系统的接入能力和可以复制的信息量非常有限,系统的功能和能力受到了很大的约束。

由于上级数据库只用到下级数据库某些数据表的统计信息和个别的详细信息,采用编程完成数据复制的方式上传的数据不仅利用率不高,而且加重了数据库的负担,使数据库的性能受到了影响。由于独立数据库的弊端以及通讯速度和连接方式的限制,系统无法进一步扩展。

### 4.3.3 WEB 数据库方式

若采用 WEB 数据库的方式,由于客户端必须对 WEB 数据库传来的数据进行解析速度较慢,同时又不能解决在同一点对不同数据库的混合访问,故不考虑采用。

### 4.3.4 商用分布式数据库

根据以上对 MIS 系统中分布式数据管理的要求,大家必然会想到可以采用分布式数据库,以改善系统的性能,且 MIS 系统若采用分布式数据库,将具有很多的优点:

1) 数据共享。建立分布式数据库的优点是提供一个环境,使得一个节点上的用户可以访问存放在其他节点上的数据。

2) 自治性。通过数据分布的方法来共享数据,每个节点可以对局部存贮的数据保持一定程度的控制。

3) 可用性。在分布式数据库中,如果一个节点发生故障,其他节点还能继续运行。

确实,对于同构数据库,如连接的数据库两端都为 Oracle 数据库,分布式数据库的功能通过制定全局数据库名,数据的水平分片存放数据库的复制和链接可以完全实现。但对于异构数据库(如连接的数据库两端一个为 Oracle 数据库,另一个为 DB2 数据库)却无能为力。现有的分布式数据库技术尚不能解决异构数据库和系统的许多问题,虽然已有很多数据库研究单位在进行异构 DBMS 集成问题的探讨,并且已有一些系统在一定程度上实现了异构系统的互操作,但是异构分布式数据库技术还远未成熟,有待进一步研究。

在异构分布式数据库系统中,由于商用异构分布式数据库远没有成熟,采用

直接编程或数据库编程同步的方式适用性很差,应用一有改变程序修改工作量很大。目前来说,基于 JDBC 接口的数据库中间件是较为理想的方法。若采用 WEB 数据库的方式,由于客户端必须对 WEB 数据库传来的数据进行解析,速度较慢,同时又不能解决在同一点对不同数据库的混合访问,故不考虑采用。JDBC 定义了 JAVA 和数据库的接口规范,使 JAVA 语言编写的类和接口可利用不同的驱动程序连接不同的数据库。为实现异构数据库的访问提供了基础 借助于 JAVA 的平台无关性和各数据库厂商和操作系统厂商对 JDBC 接口的支持。JDBC 具有跨平台的特性和较大的通用性,较 ODBC 有较大的优势。用 JDBC 实现对异构分布式数据库的访问具有较为广阔的前景,利用现有的 JDBC 接口还不能实现分布式数据库的透明性。要解决这个问题,必须在 JDBC 解决对不同数据库访问的基础上,增加数据库访问中间件。

在 MIS 系统中应用分布式数据查询中间件能充分实现数据的共享,并且各节点具有相对的自治性,同时可以对查询进行充分的优化,传送信息较少,速度较快。

从理论上分析,采用分布式数据库是最为优化的方案。分布式数据查询中间件主要用于解决目前分布式数据库尚无法解决的异构数据库问题。由于分布式查询中间件支持的查询方式同分布式数据库的方式相同,非常容易实现向完全分布式数据库的过渡。

随着网络应用的不断普及,基于网络的异构分布式数据库管理信息系统正在迅速发展基于 JDBC 接口的全透明异构分布式数据库访问方式<sup>[30]</sup>将是将来的一个发展方向。

#### 4.4 小结

本章分析了氧化铝生产企业信息管理系统设计及实现中的一些关键技术,主要包括系统的可靠性技术及数据库设计技术。在可靠性方面采用双机热备及动态冗余容错技术,同时给出了数据库系统的选择方法。

## 第五章 系统实现及效果分析

在对氧化铝生产企业铁路运输信息管理系统分析与设计的基础上，采用 OOD 的方式，以 C++ 为主体开放语言，实现了用户界面开发、数据通信开发以及系统的各个功能模块。所开发的系统投入运行，取得了良好的应用效果。

### 5.1 系统实现

这里以系统的运行界面和货运管理为主，简单介绍所实现的系统。

#### 5.1.1 软件总界面

系统主界面如图 5-1 所示，由菜单条、工具条、显示栏、状态条组成。

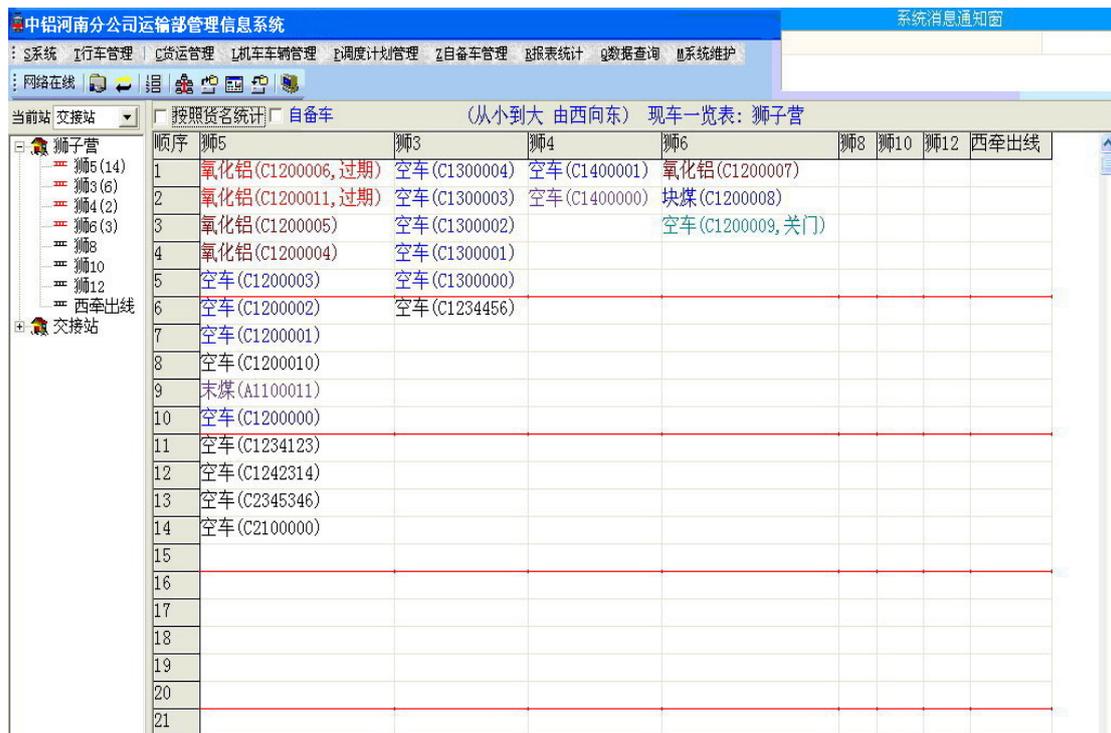


图 5-1 系统主界面

菜单条分为：系统、行车管理、货运管理、机车车辆管理、计划管理、自备车管理、系统统计、数据查询、系统维护九个部分。

每个用户由于其拥有的权限不同，只能看到与其权限对应的菜单项。

#### 5.1.2 货运管理

货运管理主要实现新车进厂信息录入、路局到达车登记等 13 项功能，货运

管理菜单如图 5-2 所示。

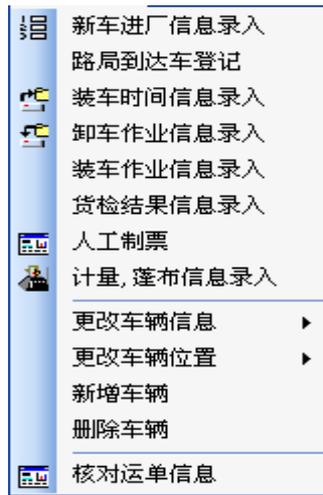


图 5-2 货运管理菜单

### 1、进厂列车信息录入

主要完成对进厂的车辆逐车录入到具体的场别、股道上的功能。用户点击“进厂列车信息录入”子菜单，弹出如图 5-3 所示的界面。

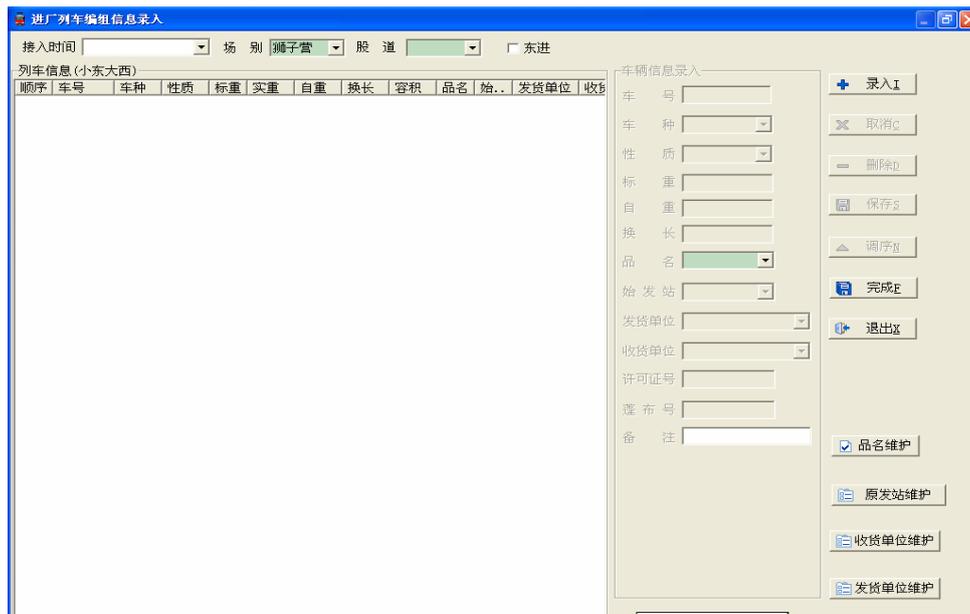


图 5-3 进厂列车信息录入界面

具体的操作步骤如下：

- 1) 车次为手工录入，可填可不填。
- 2) 选择具体的场别、股道。

3) 点击“录入”按钮：在右边的车辆信息录入框中输入车号，车型，性质，标重。标重默认为 60，可以更改。单击“保存”按钮即可。若添加的此车在“路局到达车登记”中录入过，则“路局到达车登记”中此车信息就会消失，相应品名等信息就会显示在右边的框格中，点击右边框格中某条记录，此记录的相应信

息就显示在左边的文本框中，这时还可对品名等信息进行修改。如果要取消此添加命令，点击“取消”按钮。

4) 点击“取消”按钮：如果多按了一次或几次录入，可以按取消，取消上次操作。

5) 点击“删除”按钮：选择表格中某一行，即单击某一行，点击“删除”按钮。

6) 点击“调序”按钮：如果录入顺序错误，选择表格中某一行，即单击某一行点击“调序”按钮，弹出如图 5-4 所示的对话框，输入新的顺序号，按确定即可。可以更改指定车辆的顺序。例如将车辆的顺序号从 3 变到 1。



图 5-4 调整车辆顺序对话框

7) 点击“完成”按钮，车辆信息保存到现车一览表相应得股道中。

8) 点击“退出”按钮，退出该界面。

## 2、路局到达车登记

用户点击“路局到达车登记”弹出如图 5-5 所示的界面。

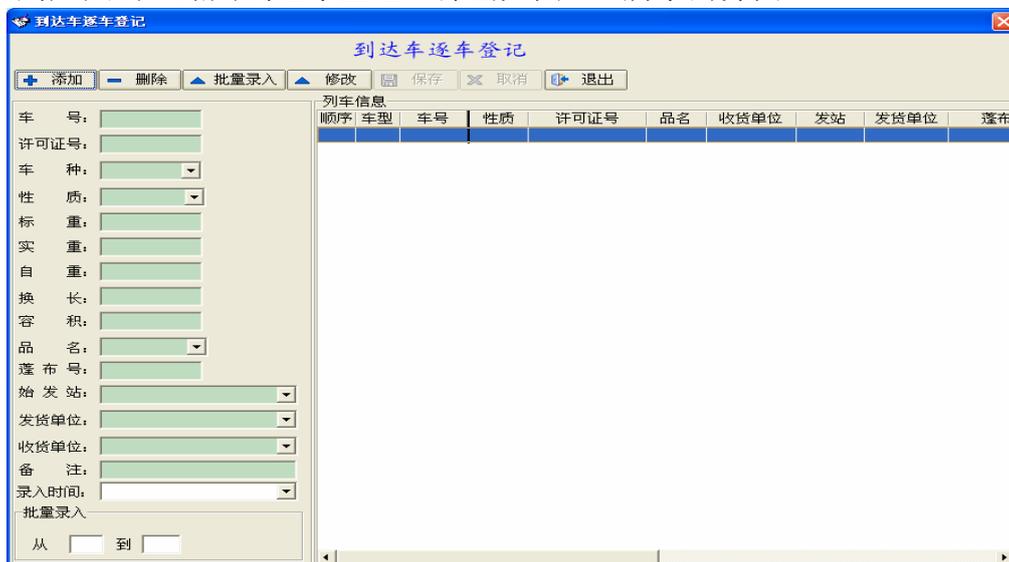


图 5-5 路局到达车登记界面

具体的操作步骤如下：

1) 点击“添加”按钮，在车号文本框中填写车号，许可证号是自动获取的，车型、性质有默认值，若不正确可进行重新选择，填写篷布号，此时可以录入品名、发站、发货单位、收货单位等信息，也可不录，在批量录入中统一录入。

2) 点击“删除”按钮：选择表格中某一行，即单击某一行，点击“删除”按钮。

3) 点击“批量录入”按钮，然后在右边表格中选择要批量录入的首条记录和尾条记录，这时在左下方的批量录入文本框中会显示要录入的序号号，这时选择品名、发站、发货单位、收货单位，可进行统一录入。

4) 点击“修改”按钮，然后在右边表格中点击要修改的某一行记录，该记录的相应信息就会显示在左边，可对其进行修改，然后点击“保存”按钮。

5) 点击“取消”按钮，取消上次操作。点击“退出”按钮，则退出该界面。

### 3、装车时间信息录入

用户点击“装车时间信息录入”，弹出如图 5-6 所示的界面，其具体的操作步骤如下。

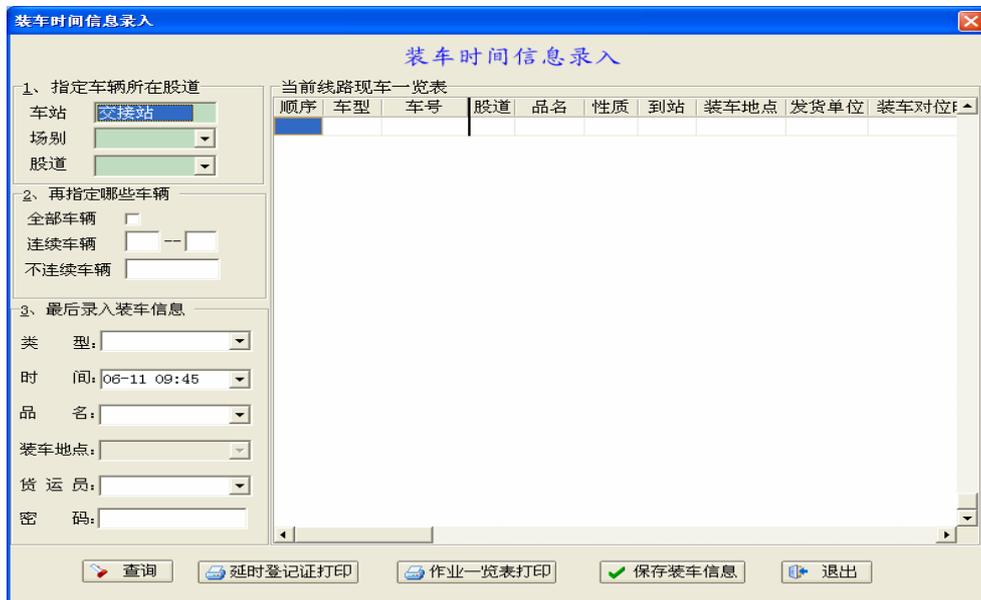


图 5-6 装车时间信息录入界面

1) 车站栏中自动显示机器所在的车站名，用户可选择本车站的场别。

2) 选择股道，这时本股道所有的现车就会显示在右边的框格内。

3) 选择车辆，有选择全部车辆、选择不是全部车辆的连续车辆和选择的车辆不时连续车辆等三种方法进行选择。

4) 选择装车地点，点击“保存装车信息”按钮，保存相应车辆的装车地点。

5) 选择装车时间类型，有七种装车时间类型，分别是装车对位、对位完成、开始装车、装车完成、挂出装线，超亏吨处理开始，超亏吨处理完毕。选择具体时间，点“保存装车信息”按钮，可把相应的时间信息保存到所选择的车辆中。

6) 点“作业一览表打印”按钮，可打印所选车辆的装车作业一览表。

7) 点“延时登记证打印”按钮，可打印所选车辆的装车车辆延时登记证。

8) 查询功能：若车已走，而工作人员因时间问题不能回来操作，想事后再

进行填写，点击“查询”按钮，可按装车地点对所有的现车进行查询。

9) 点“退出”按钮，退出该功能。

#### 4、卸车作业信息录入

点击“卸车作业信息录入”菜单，弹出图 5-7 所示的界面，具体的操作步骤如下。

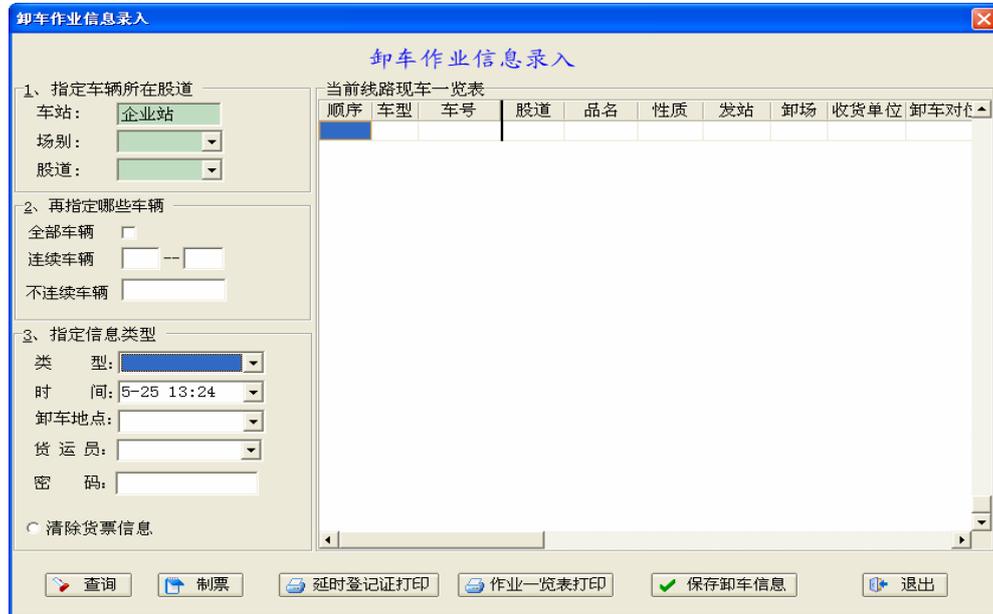


图 5-7 卸车信息录入界面

1) 选择场别股道和车辆。

2) 当时间类型中是“开始卸车”时才能选择“卸车地点”，点击“保存装车信息”按钮，保存相应车辆的卸车地点。

3) 选择装车时间类型，操作与“装车时间信息录入”模块的相同。

4) 点击“制票”按钮，将弹出人工制票界面，操作同人工制票。

5) 点击清除货票信息，清除货票信息前的空白按钮变成有黑点，再单击“保存卸车信息”按钮，所选择的车辆的品名将变成空，车辆将变成空车。

6) 点击“延时登记证打印”按钮，在清除货票信息之前可对选择的车辆进行打印卸车车辆延时登记证。

7) 点击“作业一览表打印”按钮，可对选择车辆的作业一览过程进行打印。

8) 查询功能：若车已走，而工作人员因时间问题不能回来操作，想事后再进行填写，点击“查询”按钮，可按装车地点对所有的现车进行查询。

9) 点击“退出”按钮，退出该界面。

#### 5、装车作业信息录入

点击“装车作业信息录入”弹出图 5-8 所示的界面，具体的操作步骤如下。

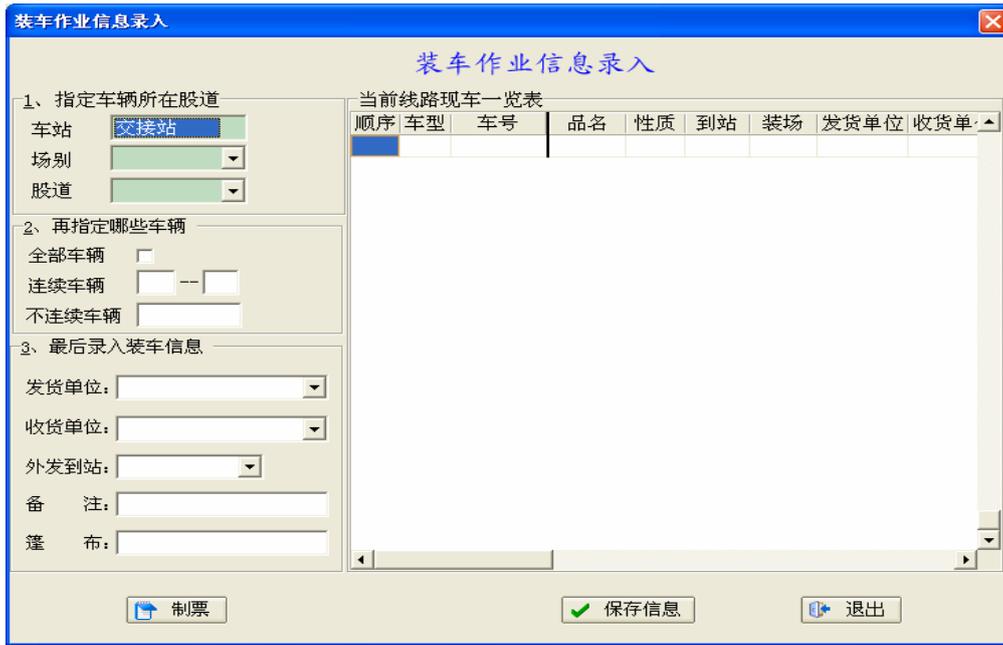


图 5-8 装车信息录入界面

- 1) 选择场别股道和车辆。
- 2) 选择发货单位、收货单位、外发到站、输入备注，点击“保存装车信息”按钮，保存装车信息。
- 3) 如果需要制票的车辆进行制票，点击“制票”操作，进行制票，操作同如下的”人工制票”的操作步骤。

4) 点击“退出”按钮，退出该界面。

#### 6、车辆装检信息录入

点击“车辆装检信息录入”，弹出图 5-9 所示的界面，具体的操作步骤如下。

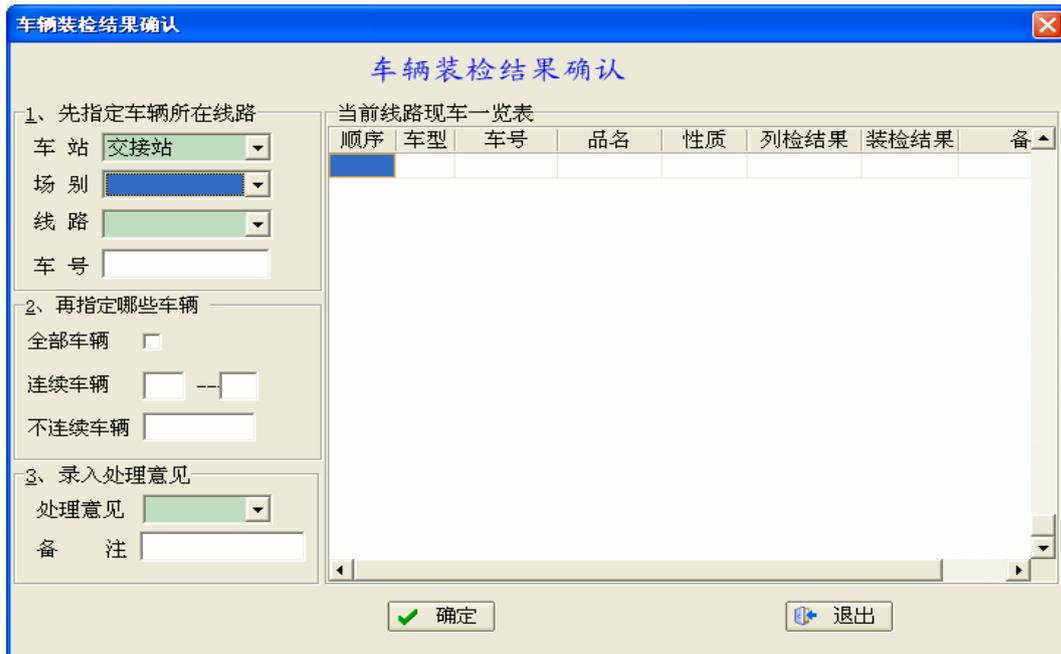


图 5-9 车辆装检信息录入界面

- 1) 选择场别股道和车辆。
- 2) 选择处理意见。
- 3) 点击“确定”按钮，列检结果显示右边的框格内。
- 4) 点击“退出”按钮，退出该界面。

#### 7、人工制票信息录入

点击“人工制票”菜单，弹出如图 5-10 的界面，具体的操作步骤如下。

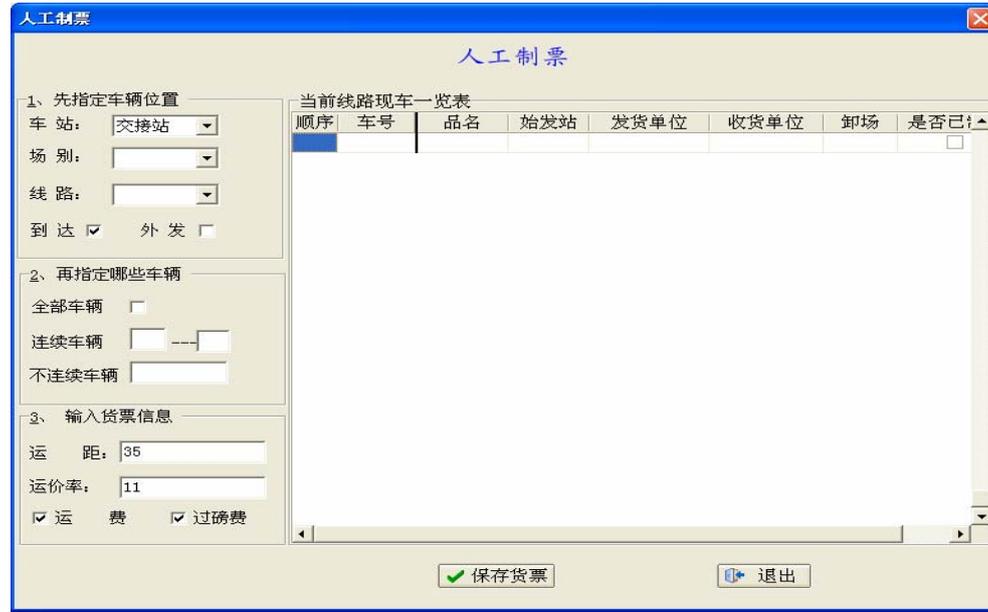


图 5-10 人工制票信息录入界面

1) 选择要制票的现车的连续位置，若要制票的车辆为不连续的，可分多次制票。

2) 所选车辆的货票信息会自动显示在右边的文本框内，若不正确可进行重新选择。

3) 这时可选择运费或过磅费，也可同时选择，默认为都选择，当选择运费时，运距和运价率是必须要录入的，当选择过磅费时，过磅费的文本框是必须要录入的，运距、运价率、过磅费都有默认值，可进行修改。

4) 点击“保存货票”按钮，进行制票，若制票成功，是否已制票栏中会打有对号标志。

5) 点击“退出”按钮，退出该界面。

#### 8、计量，篷布信息录入

点击“计量信息录入”菜单，弹出图 5-11 所示界面，具体的操作步骤如下。

- 1) 选择计量类型，默认为实际重量。
- 2) 计量时间自动获取电脑系统时间，若不正确，进行修改。
- 3) 指定车辆位置，有两种方法可进行指定车辆。

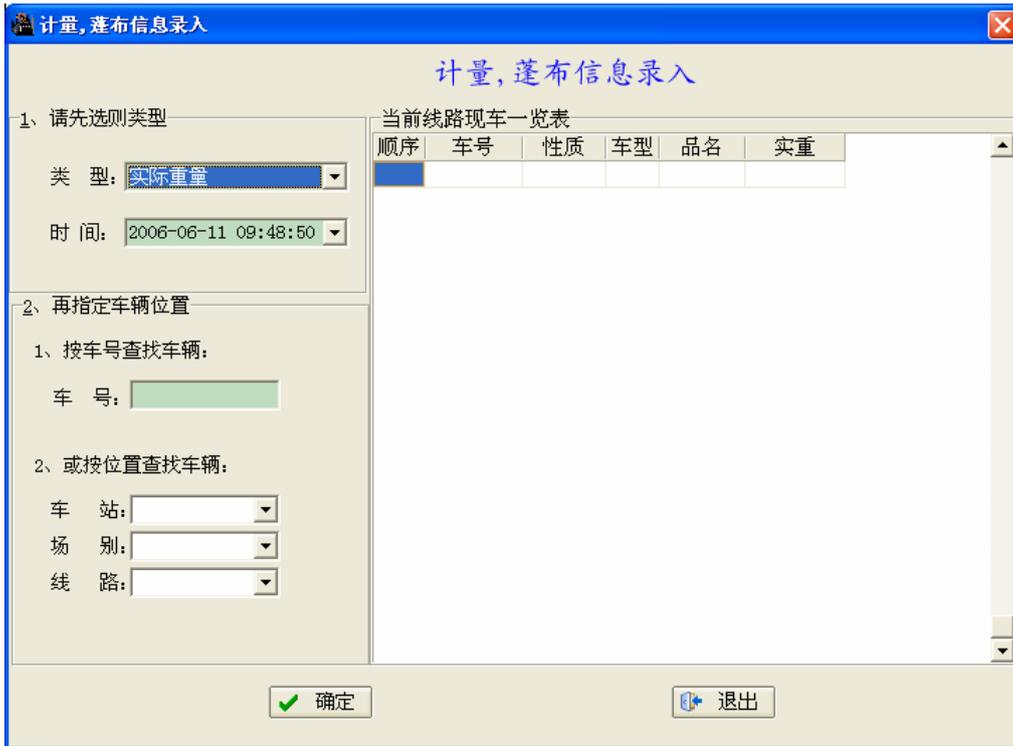


图 5-11 蓬布信息录入界面

第一种：输入车号，敲击键盘回车键，若无该车号，则给出无该车号的提示。若有该车，车辆信息会自动显示在右边的文本框中；

第二种：选择车站，然后选择场别和股道，该股道的所有现车信息显示在右边的表格中，若计量类型是实际重量，表格中只显示实际重量，回皮重量不显示，若计量类型是回皮重量，同理，然后在右边表格中直接填入实际重量或者回皮重量。

4) 点击“确定”按钮，进行重量的录入。

5) 点击“退出”按钮，退出该界面。

## 9、更改车辆信息

更改车辆信息包括更改批量信息和更改单车信息两类。

### A、更改批量信息

单击“更改批量信息”菜单，弹出所示图 5-12 的界面，具体操作步骤如下。

1) 指定位置：分别选择车站、场别、股道，则当前线路现车一览表显示当前线路所有车辆。

2) 指定需要修改的车辆：是全部或连续或不连续。

3) 在车辆信息中：需要更改某一项就选择更改某项，不需要更改的项就不要操作。

4) 点击“确定”保存更改后的信息。在股道上的现车信息就会改变了。

5) 点击“退出”则退出界面。

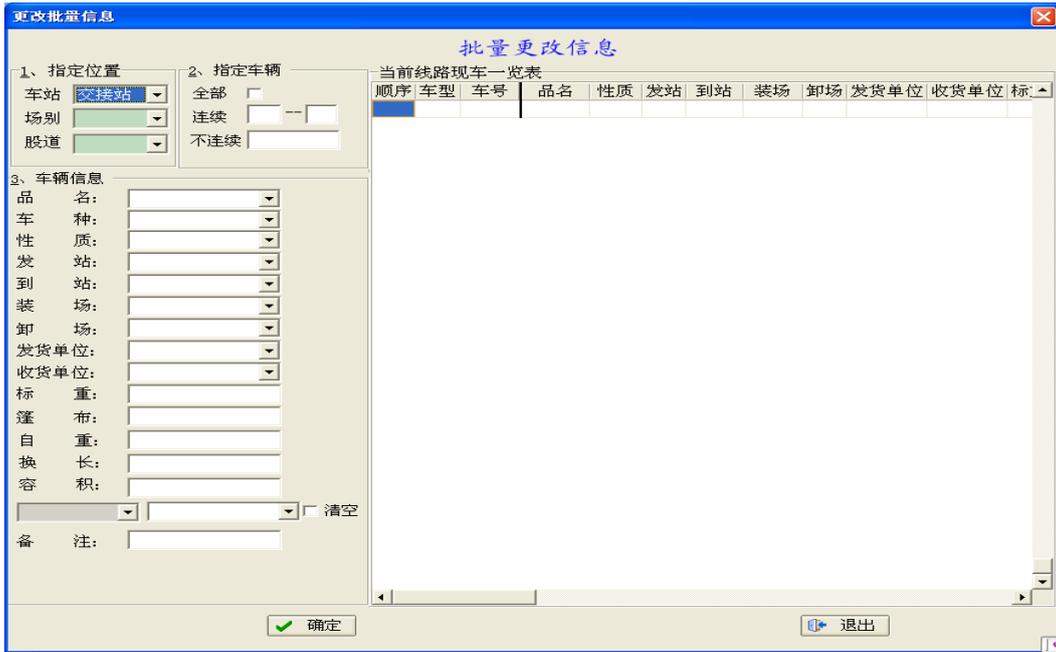


图 5-12 更改批量信息界面

### B、更改单车信息

单击“更改单车信息”菜单，弹出所示图 5-13 的界面，具体操作步骤如下。

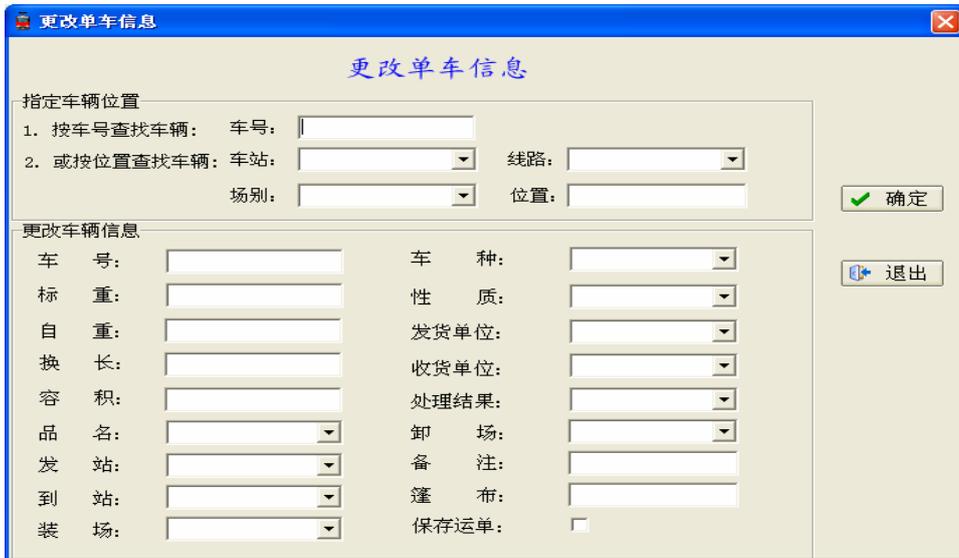


图 5-13 更改单车信息界面

1) 指定车辆位置，指定车辆位置有如下两种方法：

其一，按车号查找。在“按车号查找位置”输入车辆车号。

其二，按车辆位置查找。分别选择车站、场别、线路，最后确定车辆在线路上的位置。

2) 在下侧“更改车辆信息”框中按下右键，如果有这辆车，则此车相关信息在“更改车辆信息”框中显示。其中如果车辆的货票信息制错了，可以进行更改是否已经制票。然后填入该车辆的新的信息，点击“确定”按钮，则保存更改

后的车辆新信息。

3) 点击“退出”按钮，关闭窗口。

## 10、更改车辆位置

### A、单车更改

单击“单车更改”菜单，弹出如图 5-14 所示的对话框。

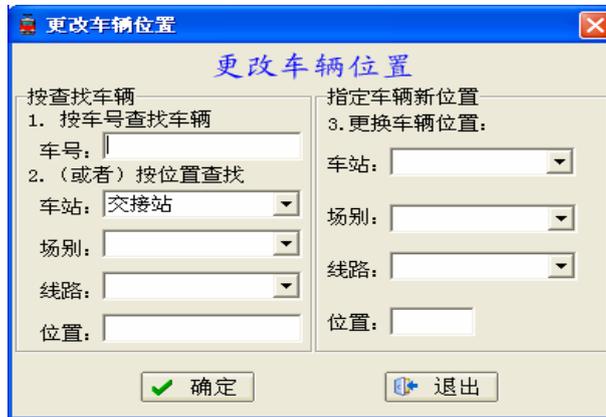


图 5-14 更改车辆位置对话框

更改一辆车辆的位置信息的具体步骤如下。

1) 指定车辆位置。指定指定车辆位置有“按车号查找”和“按车辆位置查找”两种方法。

2) 在右侧“指定车辆新位置”框中按下右键，如果有这辆车，则此车相关信息在“更换车辆位置”框中显示。然后填入该车新位置，点击“确定”按钮，则此车位置更改。

### B、批量更改

单击“批量更改”菜单，弹出如图 5-15 所示的对话框。更改许多车辆的位置信息或是否进行反序操作，进行更改车辆的位置信息。操作与“单车更改”的相同。



图 5-15 批量更改车辆位置对话框

## 3、丢失车辆位置更改

单击“丢失车辆位置更改”菜单，弹出如图 5-16 所示的对话框。

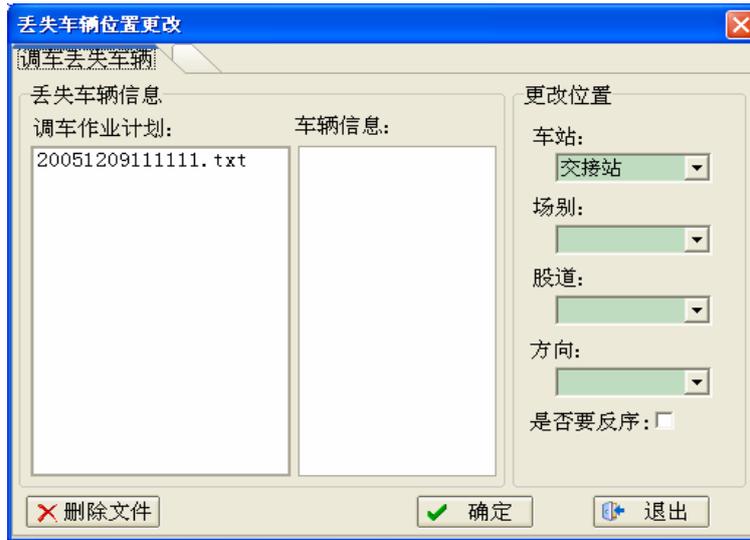


图 5-16 丢失车辆位置更改界面

具体操作步骤如下。

1) 如果在执行调车作业计划时由于操作的失误使车辆丢失，则打开此界面后会在“调车作业计划框”中显示一个“文件”，点击该“文件”后，在“车辆信息”框中会出现丢失的车号；然后全部选中“车号”。

2) 在“更改位置”项中选择正确的股道，然后按“确定”。

3) 点击“退出”，则退出该界面。

#### 11、新增车辆

点击“新增车辆”菜单，弹出如图 5-17 所示的界面，具体操作步骤如下。



图 5-17 新增车辆界面

1) 输入车号、性质、车型等车辆信息。

2) 指定“车辆位置”，点击“确定”按钮，则在指定的线路、位置上增加了一辆车，此车信息由左侧车辆信息框确定。

#### 12、删除车辆

点击“删除车辆”菜单，弹出如图 5-18 所示的界面，具体操作步骤如下。



图 5-18 删除车辆界面

首先按车号查找车辆：输入车号，如果数据库中有这辆车，点击“删除”，则此车从数据库中删除。如果数据库中没有此车，则弹出提示消息“输入车号不对，没有找到该车辆”。

1) 查找车辆位置。

2) 在现车一栏表中出现线路上存在的车辆，选中车辆，点击“删除”，则此车从数据库中删除。

### 13、检查核对货票信息

点击“检查核对货票”菜单，弹出如图 5-19 所示的界面。如果货票信息正确，不进行操作，单击“退出”按钮，即退出此界面。核对货票信息的操作如下。

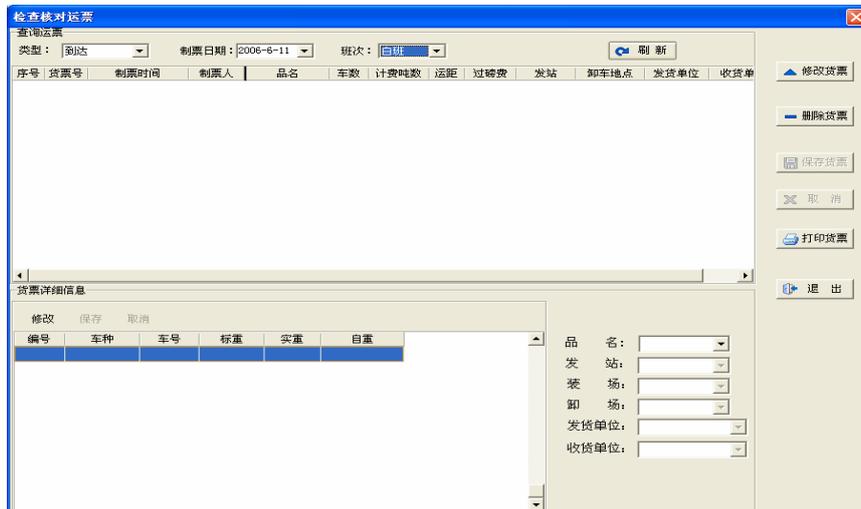


图 5-19 检查核对货票界面

1) 查询货票框中：选择货物类型，制票日期，班次后点击“刷新”按钮自动显示货票信息，点击货票信息中的某一条记录，该货票的详细信息就会显示在货票详细信息框格中。

2) 点击“修改货票”按钮，在表格中点击需要修改的项，进行输入修改数

据。然后单击“保存货票”按钮即可，如果要取消此添加命令，单击“取消”按钮。

3) 单击“删除货票”按钮，选择表中某一行，即单击某一行，单击“删除货票”按钮，在弹出对话框，单击“确定”按钮，此货票被删除；单击“取消”，即取消此操作。

4) 单击“打印货票”按钮，则打印出显示的货票信息，若是外发品名，则打印发出车运单，如是到达品名，则打印到达车运单。

5) 单击“退出”按钮，即退出此界面。

同样在货票详细信息中显示的货票信息可以进行“添加”，“删除”，“保存”，“取消”操作。

## 5.2 应用效果分析

铁路运输信息管理 2004 年正式投入运行。系统的运行，理顺和改进重构了业务流程，管理实现了优化，促进了功能标准化、规范化；利用建立的运输管理数据库，信息实现共享，避免了大量重复转抄工作，减少了差错，减轻业务人员的工作量；特别是铁路运输管理信息系统与公司生产调度管理系统、ERP 系统结合，为进一步进行库存分析、统计、科学管理、经营决策提供了可靠的数据依据。同时受用单独也收到了显著的经济效益。

1、工作效率、设备运转率、运输能力大幅提高，罐车月运转率由 2003 年的 1.66 次/月提高到 2.98 次/月，自翻车由一天发运两列提高到两天发运 7 列，年运量由 2005 年的 640 万吨提高到了 2006 年的 840 万吨，2007 年有望进一步提高。

2、运用信息化的管理手段使运输部的原有生产设备的运输能力得到了超设计的发挥，基本上在 50%到一倍多以上，满足了公司生产快速发展的需要。

3、运行成本显著下降。2003 年单位成本为 0.342 元/吨公里，2005 年下降到 0.23 元/吨公里，2006 年下降到了 0.185 元/吨公里，同比总成本下降 2826 万元。

4、经济技术指标提高。路车停时由 24 小时下降到 13.5 小时，年节省费用 237 万元。

5、安全生产得到有效保证。实施快捷的运输信息管理系统使运输调度指挥能第一时间得到第一手资料，便于指挥得当，出错率极低，三年来运输部人身设备安全重大事故为 0、死亡事故为 0。

6、与公司其它管理系统联结，实现信息共享，对构建公司大的信息管理网络起到重要的基础保证作用。

### 5.3 小结

本章以货运管理模块的界面实现为主介绍了铁路运输信息管理系统实现，分析了系统的应用效果。系统投入运行两年多来，产生了相当可观的经济效益和一定的社会效益。同时也充分体现了本系统分析与设计方法的合理性及有效性。

## 结 论

铁路运输是氧化铝生产企业生产链上的重要环节。但是，长期以来铁路运输管理沿袭着落后的作业方式，以手工作业为主，信息滞后。随着企业生产规模的不断扩大，铁路运能与运量的矛盾愈加突出，铁路运输日益成为制约企业发展的“瓶颈”。本论文主要就氧化铝生产企业铁路运输信息管理的分析与设计进行了研究，得出一些结论，为其它企业的铁路运输信息管理系统分析与设计提供一定的参考。

1、管理信息系统，首先是一种管理系统，它是管理体制、管理模式、管理制度的体现。因此管理信息系统的建立，不单单是购置计算机，开发应用软件，也不仅仅是计算机人员、操作人员的事，它渗透在管理过程中的各个环节，管理信息系统的建立与运行，离不开各类管理人员，离不开公司多年积累的各项管理制度和管理模式，利用信息化的手段来提升原有管理模式的质量，达到飞跃。

2、满足用户需求的技术是最好的技术。单纯追求先进性而不把技术建立在自己的实际需求之上的技术没有任何实际意义，系统成败的主要因素并不取决于是否采用了最新的计算机硬件、软件技术及通信技术。采用了先进的设备，但在系统设计时未能提供完善的用户需求，系统不能很好运行，甚至系统不仅不能解决应用的实际问题而成为企业弃之可惜，用之不能的沉重包袱。

3、优化管理是面向生产实际的很有效、实用的方法研究。采用信息化的方法是优化管理一条非常有效的手段。

在分析和总结有色冶炼企业中铝河南分公司铁路运输特点的基础上，研究将目前成熟的信息技术应用于生产管理的方法，建立了一套切实可行的信息管理系统，并在中国铝业河南分公司运输部投入运行，取得了良好的应用效果。

## 参考文献

- [1] 中华人民共和国铁道部. 铁路主要技术政策. 北京:中国铁道出版社, 2004
- [2] 张聚礼,余冬梅,张秋余. 基于 C/S 的软件体系结构研究. 计算机工程与应用, 2003, 8: 105~107
- [3] 孙开盛, 韩建民, 王丽侠. 基于 C/S 模式的分布式数据库管理系统的研究与实现. 微计算机应用, 1998, 19(5): 286~288
- [4] 中国铁路通信信号总公司研究设计院. 铁路通信设计规范. 北京: 中国铁道出版社, 1999
- [5] 纪晏宁, 李平. 铁路运输调度指挥系统(DMIS). 中国铁路, 1998, 4: 10~13
- [6] 全路信息建设工作会议 DMIS 资料. 铁路运输调度指挥管理信息系统 DMIS, 1998
- [7] DMIS 总体组. 铁路分局调度指挥管理信息系统用户需求说明书. 1999
- [8] 赵慧玲, 胡琳, 张国宏, 梁勇. 宽带 Internet 网络技术. 北京: 电子工业出版社, 1999
- [9] Deitel H M.C# for Experienced Programmers. 北京: 清华大学出版社, 2003
- [10]Sun H, Wen F L. Information management system for dynamic product development in distributed manufacturing enterprises. IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics, 2003, 1: 622~629
- [11]Fu, Xin-Sha. Management information system of urban bridges based on the B/S mode. Huanan Ligong Daxue Xuebao/Journal of South China University of Technology (Natural Science), 2004, 32(10): 62~66
- [12]Diggins B, Miller RG, Gallagher B J. Road information management system. Road Rehabilitation Asphalt & Surfacing, 1994, 17(3): 283~297
- [13]Lee E J, Ryu, K H. Design of vehicle information management system for effective retrieving of vehicle location. International Conference Computational Science and Its Applications, 2005: 998~1007
- [14]Moriyama K, Journal T. A train-information management system. Mitsubishi Electric Advance, 1988, 43(6): 8~9
- [15]中华人民共和国铁道部. 铁路主要技术政策. 北京: 中国铁道出版社, 2004
- [16]史元春, 徐光佑. 可扩展和自适应的多媒体交互与建档系统. 清华大学计算机科学与技术系, 2001

- [17]顾君忠. 计算机支持的协同工作导论. 北京: 清华大学出版社, 2002
- [18]孙友伟. 现代通信新技术新业务. 北京: 北京邮电大学出版社, 2004
- [19]王光亮. 网络信息安全新技术与标准规范实用手册. 北京: 电子信息技术出版社, 2003
- [20]Earl Carten. (周兴国, 张宜春, 孙兆欣). Cisco 安全入侵检测系统. 北京: 人民邮电出版社, 2000
- [21]Xu Jie. Design and development of common information platform for railway intelligent transportation system. China Railway Science, 2006, 27(3): 89~95
- [22]Luo XiuYun. Transportation safety monitor information system for Gulmud-Lasa line in Qinghai-Tibet railway. Journal of Southwest Jiaotong University, 2005, 40(5): 680~683
- [23]Dai Hai Bin. Massive spatial data structure and distributed resolution to railway geographic information system. China Railway Science, 2004, 25(5): 118~120
- [24]Zhong Yan. Modernization of railway transport operational management with information technology. Proceedings of the Conference on Traffic and Transportation Studies, ICTTS, 1998: 880~888
- [25]Lei, Ding You. Computer inspecting and managing system of railway dangerous goods transportation. Journal of Traffic and Transportation Engineering, 2004, 4(2): 123~126
- [26]Atul Kahate. 密码学与网络安全(影印版). 原出版社: McGraw-Hill. 北京: 清华大学出版社, 1999
- [27]姜坚华. 铁路 DMIS 系统体系结构和系统实现关键技术的研究. [硕士学位论文]. 上海: 上海交通大学
- [28]Eric Maiwald, 李庆荣、黄开枝译. 网络安全实用教程(第二版). 北京: 清华大学出版社, 2003
- [29]郑时德. 铁路行车组织规则. 北京: 中国铁道出版社, 2001
- [30]徐正权. 软件复用方法与技术. 武汉: 华中理工大学出版社, 1998
- [31]刘晓娟. 远程控制系统: 原理·技术·应用. 成都: 西南交通大学出版社, 2001
- [32]长沙铁道学院, 北方交通大学. 铁路站场及枢纽. 北京: 中国铁道出版社, 1984
- [33]罗军, 陈静. 关于 C/S 客户/服务器技术的综述. 自动化技术与应用, 2000, 19(2): 52~54
- [34]曹维远, 叶文川. C/S 模式和 B/S 模式交叉并用的 MIS 系统平台. 微计算机应用, 1999, 20(2): 65~68

- [35] Andrew S. Tanenbaum. (熊桂喜.王小虎译). 计算机网络 (第三版). 北京: 清华大学出版社, 2003
- [36] 巩建国, 裴红, 韩素贞, 许大盛. 数据库服务器的安全性. 山东建筑建筑工程学院学报, 2004, 19(2): 80~83
- [37] 董晓军, 宋建新, 李洪亮. 铁路货运调度指挥决策支持系统设计. 铁路运输与经济, 2004, 26(11): 50~51
- [38] 李平, 张莉艳, 杨峰雁等. 国外铁路智能运输系统研究现状及分析. 中国铁道科学, 2003, 24(4): 12~18
- [39] 高四维, 张殿业. 提高调车作业指挥模型系统适应性的研究. 交通运输系统工程与信息, 2003, 3(1): 84~88
- [40] 林志斌. 数据库安全性若干问题的探讨. 微型机与应用, 1998, 3: 8~9
- [41] 刘金虎. 铁路专用通信. 北京: 中国铁道出版社, 2005

## 致 谢

在本项目课题的研究、设计、论文撰写过程中，我得到了导师桂卫华教授的悉心指导和亲切关怀。导师无私地用自己的渊博知识和孜孜不倦的严谨态度教导和感动我。每当我遇到科研工作中的困惑时，桂老师总能给予我深刻的启发，使我迸发出许多思想上的火花。他敏锐的科学洞察力和丰富的实践经验往往引导我得出解决问题的方法。导师在生活中对我的关心和帮助，也让我永生难忘。在此，谨向桂老师表达我最真挚的感激之情。

同时，在这三年学习、工作和生活过程中，还得到了师兄、师姐及同学们的宝贵支持和帮助，我向你们表示最诚挚的感谢。

最后，衷心感谢我的父母、家人在我漫长的求学生涯中所给予的物质及精神上的爱护、支持和鼓励，他们的爱将是我不断前进的最大动力。

王致华

2007.3

## 攻读学位期间主要的研究成果

### 参与的项目：

- [1] 1998 一水硬铝石管道化溶出攻关 负责管理、协调以及工艺、电气工作
- [2] 2002 运输部标准化管理工作 负责体系文件的编写以及体系的贯彻推进工作
- [3] 2003 建立运输部 ISO9000 体系 主持体系的建立与贯彻推进工作
- [4] 2005 主管清洁生产审核方法研究获河南省科学技术成果
- [5] 2005 主管以节能降耗减污增效为目标实施清洁生产获 2005 年度中国有色金属工业企业管理现代化成果三等奖
- [6] 2005 主管强化过程管理提升运输部管理平台获 2005 年度中国有色金属工业企业管理现代化成果三等奖

### 公开发表论文：

- [1] 王致华，孙文祥。浅谈如何发挥秘书的参谋助手作用。秘书理论与实践（续五） 72~76 页，河南人民出版社，2000。ISBN7-215-03953-6/D.713
- [2] 王致华，杨忠。浅谈我国氧化铝工业面临的问题和发展方向。有色金属工业 2000 年第 7 期，27~29 页，国内刊号：CN11-2782/TG
- [3] 王致华，略论设备维修计算机管理系统在设备管理中的应有，有色金属工业 2001 年第 4 期，26~28 页，国内刊号：CN11-2782/TG
- [4] 王致华，杨忠。应用目标管理法 强化设备管理，有色设备 2001 年第 6 期，37~38 页，国内刊号：CN11-2919/TG
- [5] 王致华，魏自帅。浅议“效益型”设备管理新模式，世界有色金属 2001 年第 8 期，49~50 页，国内刊号：ISSN1002-5065 CN11-2472/TF
- [6] 王致华，桂卫华。xpc 技术在集矿机行走控制器设计中的应用，计算技术与自动化 2005 年第 4 期，131~134 页，湖南大学期刊社，国内刊号：ISSN1003-6199 CN43-1138/TP