

列车调度指挥系统和 调度集中系统维护

陈红霞 / 主 编

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

列车调度指挥系统和 调度集中系统维护

主 编 陈红霞

副主编 张亚昕

中国铁道出版社

2017年·北京

内 容 简 介

本书全面系统地介绍了铁路列车调度指挥系统(TDCS)和调度集中(CTC)系统。主要内容有远动系统的基本概念、列车调度指挥系统(TDCS)和调度集中(CTC)系统的系统结构、工作原理、网络安全防护、系统操作、设备维护及故障处理方法等,为配合教学,在每个项目后附有复习思考题。

本书主要作为职业技术学院铁道通信信号专业的教材,也可作为高等院校、成人教育以及现场信号维护人员的培训教材或参考书。

图书在版编目(CIP)数据

列车调度指挥系统和调度集中系统维护/陈红霞主编. —北京:
中国铁道出版社,2017.8

ISBN 978-7-113-23120-0

I. ①列… II. ①陈… III. ①铁路行车—运输调度—
管理信息系统—维修—职业教育—教材 IV. ①U284.59

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 111671 号

书 名:列车调度指挥系统和调度集中系统维护
作 者:陈红霞 主 编

策 划:徐 清
责任编辑:徐 清
封面设计:崔 欣
责任校对:苗 丹
责任印制:高春晓

编辑部电话:010-51873147 电子信箱:dianwu@vip.sina.com

出版发行:中国铁道出版社(100054,北京市西城区右安门西街8号)

网 址:<http://www.tdpress.com>

印 刷:北京海淀五色花印刷厂

版 次:2017年8月第1版 2017年8月第1次印刷

开 本:787 mm×1 092 mm 1/16 印张:14.5 字数:360千

书 号:ISBN 978-7-113-23120-0

定 价:38.00元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版图书,如有印制质量问题,请与本社读者服务部联系调换。电话:(010)51873174(发行部)
打击盗版举报电话:市电(010)51873659,路电(021)73659,传真(010)63549480

前 言

列车调度指挥系统(TDCS)完全解决了行车指挥自动化的问题,使行车指挥脱离传统的人工模式,实现阶段运行计划的自动生成和辅助自动调整,为调度集中实现自动控制解决最大障碍,是全面实现调度集中系统的重要基础。调度集中(CTC)系统在保证安全生产、提高运输效率和提高铁路竞争力上有着显著优势,在世界各国得到了广泛应用,是我国高速铁路信号系统必不可少的重要技术,也是信号工作人员、现场维护人员要掌握的信号新技术之一。

本书内容的编排和组织是以企业需求、学生认知规律为依据确定的,体现任务引领、实践导向课程的设计思想,立足于实践能力培养,打破以知识传授为主要特征的传统学科模式,转变为以工作任务为中心组织教材内容。教材内容设计为三个项目,项目设计以工作任务为线索来进行,项目一主要介绍相关基础知识,包括远动系统的基本概念、原理及远动技术在列车调度指挥系统和调度集中系统的应用;项目二陈述列车调度指挥系统(TDCS)的维护,主要包括TDCS结构、功能实现原理、系统维护方法及故障处理方法等;项目三陈述调度集中(CTC)系统的维护,主要包括CTC结构、功能、网络安全防护、系统操作方法、维护方法及故障处理方法等。

本书由南京铁道职业技术学院陈红霞主编,负责教材的整体设计。西安铁路职业技术学院张亚昕副主编。参加编写的还有南京铁道职业技术学院张菊、邓丽敏。其中陈红霞编写项目三的任务二至任务七,张亚昕编写项目二及项目三的任务一,张菊编写项目一的任务一、任务四、任务五,邓丽敏编写项目一的任务二、任务三。

教材编写过程中参考了大量相关资料文献,在此对参考文献中所列专著、教材和论文等的作者们表示诚挚的感谢。

因铁路信号设备技术发展很快,另外编者水平有限,资料收集不全,书中疏漏、欠妥之处在所难免,恳请读者多提宝贵意见,以不断改革教学方式及教材质量。

编 者

2017年4月

目 录

项目一 远动系统认知	1
任务 1 远动系统基本概念	2
任务 2 远动系统网络结构与信息传输方法	6
任务 3 远动系统的安全保障技术	10
任务 4 远动系统在铁路信号控制系统中的应用	13
任务 5 铁路运输调度指挥系统概述	15
复习思考题	19
项目二 列车调度指挥系统(TDCS)维护	20
任务 1 TDCS 系统结构及工作原理认知	21
任务 2 铁路总公司调度指挥中心 TDCS	29
任务 3 铁路局调度指挥中心 TDCS	46
任务 4 车站 TDCS	67
任务 5 TDCS 设备维护与故障处理	91
复习思考题	112
项目三 调度集中(CTC)系统维护	113
任务 1 CTC 系统认知	114
任务 2 CTC 系统结构	119
任务 3 CTC 调度中心子系统维护	123
任务 4 CTC 系统功能和原理实现	172
任务 5 CTC 车站子系统维护	184
任务 6 CTC 与其他系统接口	207
任务 7 CTC 网络安全防护	217
复习思考题	223
参考文献	224

项目一 运动系统认知



学习目标

知识目标

1. 熟悉运动技术的概念；
2. 了解运动系统的分类；
3. 熟悉运动系统的系统组成及工作原理；
4. 了解运动系统的性能指标；
5. 了解运动系统的网络结构；
6. 熟悉运动系统的信息传输方式；
7. 熟悉运动系统的安全性措施；
8. 熟悉运动系统在铁路信号控制系统中的应用。

技能目标

1. 能描述运动系统的构成及工作原理；
2. 会对运动系统的性能进行评价；
3. 能够对运动系统的网络结构进行分析；
4. 能够分析运动系统的可靠性；
5. 能分析铁路信号控制系统中应用的运动技术。

任务1 远动系统基本概念



任务书

1. 描述远动技术的概念。
2. 描述远动系统的分类及作用。
3. 描述远动系统工作原理。
4. 讨论衡量远动系统性能的指标。



理论知识

远动技术是人们为了监视和控制分散状态的生产过程,综合利用自动控制理论、现代通信技术以及计算机技术而形成的一门独立的学科,起源于20世纪30年代。近几十年来,随着科学技术的发展,特别是计算机技术、现代通信技术、自动控制技术、检测技术等迅猛发展,远动技术得到飞速发展,应用领域和所涉及的技术范围更为广泛、功能也不断提高,在控制距离、控制功能、容量和自动化程度上都有了飞跃性的发展。远动技术在许多领域都得到了深入应用,如现代电力工业、石油工业、采矿工业、城市交通、卫星通信、火箭导弹、宇航工业、医疗卫生等。随着人工智能、模糊控制等新技术的不断涌现,远动技术必将得到更进一步的发展和

应用。

一、远动系统的分类及作用

远动技术是指控制端(或称总机、主机、调度端)与被控制端(或称执行端、分机、从机、结点、终端)之间实现遥控、遥信和遥测技术的总称。综合应用了自动控制理论、现代通信技术以及计算机技术。用于实现远距离的在人(或机器)和机器之间交换信息的功能。以远程控制为基础构成的系统称为远动系统。

远动系统从不同的角度,有多种分类方法:

(一)按功能分类

按功能来区分,分为遥控、遥信和遥测系统。

1. 遥控系统:对被控对象进行远距离控制的系统。
2. 遥信系统:对被控对象的工作极限状态进行远距离测定的系统。
3. 遥测系统:对被控对象中的某些参数进行远距离测量的系统。

(二)按信号产生和发送的方式分类

按信号产生和发送的方式来区分,分为非周期型远动系统和周期型远动系统。

1. 非周期型远动系统:系统中信号的产生和发送是随机的,平时系统不动作,控制端要发送命令或执行端被控对象状态发生变化时,即有信息产生时整个系统才动作。

2. 周期型远动系统:系统中不管信号是否有变化,或者说信息是否产生,整个系统都是处于循环不停的周期性工作状态中。

(三)按工作方式分类

按工作方式来区分,分为1:1方式、1:n方式和m:n方式。

1. 1:1方式:是指一个控制端和一个执行端组成的系统;
2. 1:n方式:是指一个控制端对应n个执行端组成的系统;
3. m:n方式:是指m个控制端和n个执行端组成的系统。

(四)按网络结构分类

按网络结构来区分,分为总线型、环形、星形、树形等。

(五)按远动系统采用的信道分类

按远动系统所采用的信道来区分,分为有线和无线远动系统。

(六)按被控对象所用元件分类

按被控对象所用元件不同来区分,分为有接点和无接点远动系统。

(七)按远动系统功能实现方式分类

根据远动系统是用硬件还是软件实现来区分,可分为布线逻辑式远动系统和软件化远动系统。

二、远动系统的工作原理

(一)遥控系统

遥控就是对被控对象进行远距离控制,使被控对象按所传递的命令去完成特定的功能。远距离控制的“远”是相对的说法,可以是几米远,也可以是几十到几百公里,还可以是几十万公里外。遥控系统由控制端、执行端和信道三部分组成,其系统组成如图1-1所示。

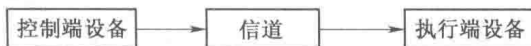


图 1-1 遥控系统组成

控制端:发出控制命令的设备。

执行端:执行控制端命令的设备。

信道:连接控制端和执行端的通道,信号的运载工具。

控制端发出的控制命令是控制人员或计算机对被控对象发出的控制意图,控制端将非电量的控制意图变换成电信号,并进行编码,然后经过合适的变换,通过信道传递到执行端,执行端通过译码后,控制具体的被控对象。遥控系统工作原理框图如图1-2所示。

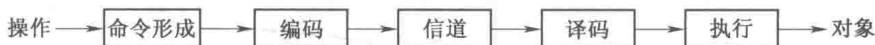


图 1-2 遥控系统工作原理框图

命令形成:将操作人员的控制意图通过控制端设备变为控制命令。

编码:将控制命令按照双方约定转变为适合在信道中传输的信号,并具有一定的抗干扰能力。

信道:信号的运载工具。

译码:将从信道上接收的信号恢复成与原始命令相对应的执行命令,通过执行环节去操纵相应的被控对象。

执行:将接收到的控制命令变为被控对象能接收的动作。

对象:根据具体需求可以有1~n个被控对象。

(二) 遥信系统

遥信是对远距离被控对象的工作极限状态(如:工作电压的超限与正常、信号机的开放与关闭、道岔的定位与反位、股道的占用与空闲等状态)进行远距离的测定,通常利用表示灯或表示设备监视被控对象的极限状态。遥信系统要反映被控对象的状态,所以它的信息源是在执行端,而接收信息的场所是在控制端,信息的传输方向是由执行端到控制端。遥信系统工作原理框图如图 1-3 所示。

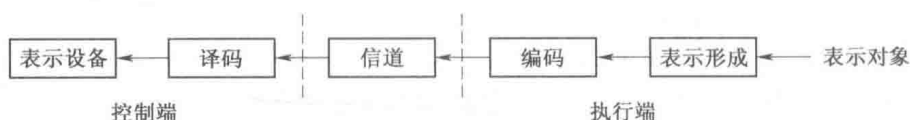


图 1-3 遥信系统工作原理框图

表示形成:对被控对象的极限工作状态信息进行采集,并形成相应的表示信息。

表示设备:系统用表示灯或计算机显示终端将被控对象的极限工作状态显示出来。

其他环节同遥控系统。

(三) 遥测系统

遥测是对被控对象中的某些参数进行远距离测量。相对的远“距离”,可以近到几米,如高速旋转体内相关参数的遥测,也可以远离到几十万公里,如卫星和深空探测中的遥测。与遥信系统的区别是测量对象的参数是模拟量而不是数字量,如继电器的动作电压、轨道电路送受端电压、信号机的点灯电压等。遥测系统工作原理框图如图 1-4 所示。

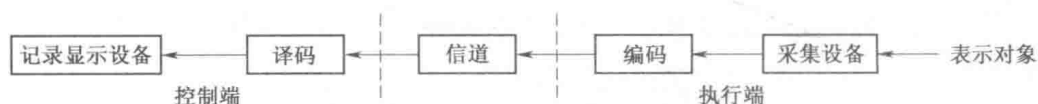


图 1-4 遥测系统工作原理框图

采集设备:对要测量对象的参数,通过采集设备不断地进行采集。

记录显示设备:系统通过计算机对采集的参数进行记录、处理,并在显示终端进行显示。

其他环节同遥控系统。

远动系统能进行远程控制、远程状态监视和远程参数测量,一个完整的远动系统的结构如图 1-5 所示。遥控、遥信及遥测可在同一信道上传送不同的信息,两个不同方向的信息可以同时传送,也可根据需要分时传送。信道一般分为有线信道和无线信道,有线信道如对称电缆、同轴电缆、光纤等;无线信道是利用空间的各个通信频段进行信息传播。

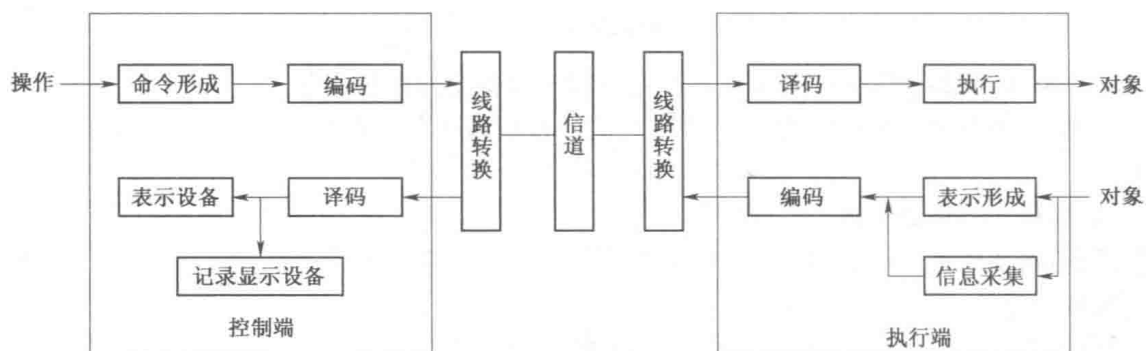


图 1-5 远动系统组成

远动系统的主要任务,一是集中监视,提高安全经济运行水平,正常状态下实时监视系统工作状态,为系统最优运行方式提供依据;事故时,提供全面、系统的事故分析数据及状态,及时了解事故的发生和范围,加快事故处理进程。二是集中控制,提高劳动生产率,借助远程控制设备,实现无人化或少人化,改善劳动人员工作条件。

三、远动系统的性能指标

(一) 系统设备可靠性

要保证远动系统设备的工作稳定性,就必须做到其硬件设备在技术要求所规定的工作条件下,能够保证实现其技术指标的能力。远动系统的工作稳定性直接与装置本身的可靠性有关,装置设备的一次误动或是失效都有可能引起严重的后果,造成生命和财产的损失。

系统设备的可靠性是指一般用平均故障间隔时间,即两次偶然故障的平均间隔时间来表示,要提高远动系统运行的系统可靠性,就要注意保证做到如下几点:

(1) 针对系统应用的不同领域,制定合理的设计方案。应尽可能简化设备硬件,模块电路力求简单,并充分利用好软件的功能,提高系统运行的综合性能。

(2) 远动装置由许许多多的组件所构成,包括:通信设备、计算机设备、检测电路模块等等,只有选用高质量的硬件产品,提高产品的加工技术水平,才能保证远动装置设备自身的产品质量。

(3) 远动装置的工程安装与调试质量也影响到设备运行工作的可靠性,要注重加强对远动系统设备安装施工过程的质量管理与控制,提高工程质量。

(4) 远动系统设备工作运行的温度、湿度和卫生环境条件必须得到满足,并为其提供可靠的工作电源。

(5) 要定期对系统设备进行巡视、维护与检修,保证预防设备故障的出现。目前,我国自行设计生产的远动装置一般平均故障间隔时间要求控制端达到 5 000 h 以上,被控端达到 8 000 h 以上。

(二) 信息传输差错率

远动系统在信息传输过程中,会因为受到设备自身或外界干扰源的干扰而出现信息传输错误。信息传输过程中的这种不可靠性通常用信息的差错率来表示:

$$\text{差错率} = \frac{\text{信息出现差错的数量}}{\text{传输信息的总数量}} \times 100\%$$

信息传输中的差错率包括误比特率、误码率和误字节率,且常用误码率表示。在通常情况下,差错率要求在信噪比大于 15 dB 时,误码率小于 10^{-5} 。

(三) 系统容量

远动装置的容量是指遥控、遥测及遥信功能所实现的对象数量。远动装置在设计初期就必须了解实际用户对系统容量的要求。同时,应考虑到遥控、遥测及遥信功能的可扩展性。随着计算机及网络技术的发展,远动装置还要根据社会生产的需求完成生产过程中的事件记录、数据处理、信息转发、安全监视等功能。

(四) 实时性

远动系统信息的“实时性”是提高生产效率,加速事故处理,及时了解被控对象运行工作状态等情况的关键,这也是对系统显而易见的要求。“实时性”常用信息“响应时间”来衡量,它是指从信息发送端事件信息发出到信息接收端正确地收到该事件信息的这一段时间间隔。

(五) 抗干扰能力

远动装置在运行过程中所受到的干扰主要指电磁干扰,受到外界或自身设备干扰的因素很多,如:雷电干扰、无线电波干扰、静电干扰、设备操作过程中的电磁干扰等。远动系统中最易受到干扰的部位是信道,而信道所受到的干扰主要是外界干扰源的干扰和在多路传输时信道间的路际干扰。

远动系统的抗干扰能力是指在有电磁干扰的情况下,远动系统仍能保证技术指标的能力。增加抗扰度的方法大致有两种:其一是在信道输入端适当变换信号的形式,使其不易受干扰的影响;其二是在接收端变换环节的结构上加以改善,使其具有消除干扰的滤波和补偿能力。

(六) 兼容性及维修性

远动系统应具备较好的兼容性,选型设计时要考虑设备的规范化、系列化,要注重采用模块化结构,以便于硬件维护与检修。远动系统的主要性能指标对同一系统往往并非同时能够满足,其中存在着矛盾,因此需要权衡利弊,予以选择。

任务2 远动系统网络结构与信息传输方法



任务书

1. 描述远动系统的网络结构。
2. 掌握各种网络结构的优缺点。
3. 讨论远动系统信息传输过程。
4. 掌握信息传输涉及设备的作用。



理论知识

远动系统的网络结构是远动系统正常工作的重要因素,在现代远动控制系统中,控制端设备与执行端设备都是计算机,因此远动系统的网络结构实际就是计算机网络的拓扑结构。

一、网络的拓扑结构

计算机网络的拓扑结构主要有:星形拓扑、总线拓扑、环形拓扑、树形拓扑和网形拓扑。

(一) 星形(Star)拓扑

在星形拓扑结构中,网络中的各节点通过点到点的方式连接到一个中央节点(又称中央转接站,一般是集线器或交换机)上,由该中央节点向目的节点传送信息。

1. 结构特点

星形拓扑结构的网络属于集中控制型网络,整个网络由中心节点执行集中式通行控制管理,各节点间的通信都要通过中心节点。每一个要发送数据的节点都将数据发送到中心节点,再由中心节点负责将数据送到目的地节点。因此,中心节点相当复杂,而各个节点的通信处理负担都很小,只需要满足链路的简单通信要求。

星形网中任何两个节点要进行通信都必须经过中央节点控制。因此,中央节点的主要功

能有三项:当要求通信的节点发出通信请求后,控制器要检查中央转接站是否有空闲的通路,被叫设备是否空闲,从而决定是否建立双方的物理连接;在两台设备通信过程中要维持这一通路;当通信完成或者不成功要求拆线时,中央转接站应能拆除上述通道。

由于中央节点要与多机连接,线路较多,为便于集中连线,采用集线器(Hub)或交换设备的硬件作为中央节点。一般网络环境都被设计成星形拓扑结构。星形网是广泛而又首选使用的网络拓扑设计之一。

2. 优缺点

(1) 优点

星形拓扑控制简单,节点之间通过中央节点建立连接,建网容易,结构简单;故障诊断和隔离容易,一个节点的故障只影响本站,不会影响整个网络,同时便于节点的扩展和移动;网络延迟时间短,误码率低。

(2) 缺点

星形拓扑的中央节点负担重,形成“瓶颈”,一旦发生故障,则全网受影响;通信线路利用率不高,网络共享能力较差;需要耗费大量的电缆,安装、维护的工作量也骤增。

总的来说星形拓扑结构相对简单,便于管理,建网容易,是局域网普遍采用的一种拓扑结构。采用星形拓扑结构的局域网,一般使用双绞线或光纤作为传输介质,符合综合布线标准,能够满足多种宽带需求。

(二) 总线(Bus)拓扑

总线拓扑是采用单根传输作为共用的传输介质,将网络中所有的计算机通过相应的硬件接口和电缆直接连接到这根共享的总线上。使用总线型拓扑结构需解决的是确保端用户使用媒体发送数据时不能出现冲突。

1. 结构特点

总线拓扑结构的数据传输是广播式传输结构,数据发送给网络上的所有的计算机,只有计算机地址与信号中的目的地址相匹配的计算机才能接收到。采取分布式访问控制策略来协调网络上计算机数据的发送。

2. 优缺点

(1) 优点

总线拓扑的网络结构简单,节点的插入、删除比较方便,易于网络扩展;设备少、成本低,安装和使用方便;具有较高的可靠性。因为单个节点的故障不会涉及整个网络。

(2) 缺点

总线传输距离有限,通信范围受到限制;故障诊断和隔离比较困难。故障隔离困难。当节点发生故障,隔离比较方便,一旦传输介质出现故障时,就需要将整个总线切断;传输过程中易于发生数据碰撞,线路争用现象比较严重。分布式协议不能保证信息的及时传送,不具有实时功能,节点必须有介质访问控制功能,从而增加了节点的硬件和软件开销。

总线拓扑结构适用于计算机数目相对较少的局域网络,通常这种局域网络的传输速率在100 Mbit/s,网络连接选用同轴电缆,典型的总线型局域网有以太网。

(三) 环形(Ring)拓扑

1. 结构特点

环形拓扑是节点和连接节点的点一点链路组成的一个闭合环,每个节点从一条链路上接收数据,然后以相同的速率串行地在另一条链路上发送出去。链路大多是单向的,发送端发出

的数据沿环绕行一周后,回到发送端,由发送端将其删除。因而任何一个站发出的数据,其他站都能接收到。

2. 优缺点

(1) 优点

环形拓扑所用电缆长度短,成本低;节点的增加和减少容易,操作简单;传输链路都是单向性,可采用光纤作为传输介质,提高自身的容量和抗干扰能力。

(2) 缺点

环形拓扑在传输过程中存在数据传输冲突问题;节点的故障会引起全网故障;故障的检测需要在每个节点进行,诊断困难。

环形拓扑在应用过程中,应采用双环结构,提高容错性。

(四) 树形(Tree)拓扑

树形拓扑是从星形拓扑演变而来。树根称为头端,树根下有多个分支,每个分支还可以有子分支,树叶是节点。当节点发送数据时,由根接收信号,然后重新发送到全网。

树形拓扑的故障隔离比较容易,只需将有故障的分支与整个系统隔离开来即可,其通信线路距离短,成本低,寻找路径方便。树形结构对于根的依赖性较大,根的可靠性要求非常高。树形拓扑具有良好的扩展性和可靠性,利于分布式控制。

(五) 网形(Mesh)拓扑

网形拓扑是由节点和连接节点的点一点链路组成,每个节点都有一条或几条链路同其他节点相连。

网形拓扑每两个节点之间有专用链路负责数据传输,不存在共享链路中的交通量问题。一条线路的故障不会影响到其他线路的通信,网络的鲁棒性(Robust)较好。所有的消息都是专用线路传送的,只有预期的接收者才能接收到信息,同时由于节点之间存在多条路径,在传输数据时就可以选择较为空闲的路由,提高了工作效率。

网形拓扑结构需要的电缆和设备的接口数量较多,硬件成本高,安装和重新配置十分困难,网络协议复杂,主要用于广域网中。

以上简要介绍了几种典型的网络拓扑结构,在实际使用中,根据对象的分布情况和系统的组成情况,采用的网络结构将是各种基本结构综合而来,最终形成的网络为混合拓扑结构。

二、远动系统的信息传输

远动系统的最大特点就是信息的远距离传输,在传输过程中需要解决远距离通信中存在的信息损耗、干扰和传输的经济性及可靠性的问题。目前远动系统的信息传输主要采用数据传输技术,数据传输技术相对于传统的模拟传输系统,在传输过程中传输信号形式简单,便于计算机联用;取值只有两个,在有干扰的情况下易于检测;远距离传输时可由中继站进行整形加工;可进行抗干扰编码和实现加密;设备便于生产和集成化。

数据传输主要的信息交换技术有:线路交换和报文交换。

(一) 线路交换

线路交换也叫电路交换,是在信息的发送端和接收端之间直接建立一条通道,供通信双方专用,直到通信完毕才能拆除。线路交换需要经过三个阶段:

1. 线路建立阶段,通过呼叫完成逐个节点的接续过程,建立一条端到端的直通线路。

2. 数据传输阶段,在端到端的直通线路上建立数据链路连接并传输数据。
3. 线路拆除阶段,数据传输完成后,拆除线路连接,释放节点和信道资源。

(二) 报文交换

报文交换过程中,信源将欲传输的信息组成一个数据包存储在交换机的存储器中,当所需输出电路空闲时,再将报文发向接收机或者用户终端。经过多次的存储和转发,直到信宿,完成一次数据传输。

在报文交换方式中,用户发送的数据不管长度如何,都作为一个逻辑单元,为了正确发送报文,在发送的数据上加上目的地址、源地址、控制信息,按一定的格式打包组成一个报文,格式如下:

报文号	目的地址	源地址	数据	校验
-----	------	-----	----	----

报文交换的工作原理是通信控制器查询各输入用户线路,如果某线路有用户输入,则向中央处理机发出中断请求,并逐字将报文发送到存储器中,收到报文结束标志后,中央处理器对报文进行处理,将报文转移到外部大容量存储器,等待一条空闲线路,空闲线路出现后,将报文从外存储器调入内存储器,经过通信控制器向线路发送出去,完成一次信息传输。

目前,远动系统的数据传输都是通过计算机网络完成,在传输过程中,需要专门的传输介质和连接设备。其中传输介质是信息传输的载体,主要有电缆、光纤和微波等。

(三) 网络连接设备

1. 网卡

网卡是网络传输必不可少的设备,每台联网的计算机都必须有一块网卡,将计算机内部的信号格式与网络上传输的信号相互转换。网卡将计算机与网络从物理和逻辑上连接起来。

2. 调制解调器

调制解调器用于计算机与公共电话交换网连接所必须的设备,能够将计算机上的数字信号转化成适合电话网传输的模拟信号发送出去,在接收端又将模拟信号转化为计算机使用的数字信号。

3. 中继器

中继器能够放大电信号,提供电流以驱动长距离电缆,增加信号的传输距离。不具备检错和纠错的功能,错误的信息会复制到另一网段。

4. 集线器

集线器是局域网中使用的连接设备,具有多个端口,可连接多台计算机。在局域网中常以集线器为中心,将所有分散的工作站与服务器连接在一起,形成星形结构的局域网系统。

5. 交换机

交换机是一种用于电信号转发的网络设备。它可以为接入交换机的任意两个网络节点提供独享的电信号通路。最常见的交换机是以太网交换机。

6. 路由器

路由器能够在不同的网络之间进行地址翻译,局域网之间连接可以使用交换机,而局域网与广域网连接,以及不同广域网之间的连接则采用路由器。

7. 协议转换器

协议转换器能够进行地址格式翻译完成数据传输,同时能够完成不同协议之间的变换。

任务3 远动系统的安全保障技术



任务书

1. 描述远动系统的可靠性和可靠性指标。
2. 描述容错技术的主要方式。
3. 掌握硬件冗余的三种方式。
4. 网络安全的主要手段。



理论知识

远动系统的安全性主要涉及可靠性、避错与容错的能力。其中可靠性是远动系统正常工作的保障,主要包括信息传输可靠性和设备的可靠性,而避错与容错技术则保证了远动系统的可靠性。

一、可靠性

(一) 硬件可靠性

1. 可靠性

可靠性在广义上是指系统或设备在规定的时间内和规定的条件下完成规定功能的能力。狭义上是指系统或设备在规定的时间内和规定的条件下完成规定功能的概率。

2. 可靠性指标

设备的可靠性一般用平均故障间隔时间(MTBF, Mean Time Between Failure),即两次偶然故障的平均间隔时间来表示。整个系统的可靠性通常采用可用率表示。

$$\text{系统可用率} = \frac{\text{运行时间}}{\text{运行时间} + \text{停用时间}}$$

其中,停用时间包括故障时间和维修时间。影响可用率的因素有:设备的质量、维护检修情况、环境条件、电源供电可靠性及设备的备用程度等。

3. 系统可靠性分配

在规定的系统可靠性指标下,要对可靠性指标进行合理的分配,才能保证整个系统的稳定工作。可靠性分配中,对于系统关键部位、工作环境差的系统及改进潜力大的单元,可靠性指标要高些;对于便于维修的单元和分系统,可靠性指标可以低些。但是对于具体的系统而言,在分配时要根据具体情况进行分析。

4. 可用性及其可维修性

可用性指产品或者系统在规定的条件下,在任意时刻能正常工作的概率。常用 A 表示。

$$A = \frac{\text{MTBF}}{\text{MTBF} + \text{MTTR}}$$

其中 MTTR(Mean Time To Restoration)是平均修复时间,是从出现故障到恢复中间的这段时间。MTTR 越短表示易恢复性越好。

可维修性一般从维修度、易修性及可保持性三个角度来衡量。其中维修度是指发生故障的系统在规定的有效时间内能恢复到工作状态的概率；易修性指系统在故障后能维修的难易程度；可保持性指系统可以正常运行的概率。

(二) 软件可靠性

随着科技的发展,现代科技技术越来越多的融入远动系统中,也就意味着软件的应用在远动系统中越来越普遍,软件的可靠性直接影响到系统的可靠性。目前一般提高软件可靠性的主要方式有:软件避错技术、软件容错技术和软件测试技术。

二、避错与容错技术

目前提高可靠性的技术主要有避错技术和容错技术,其中避错技术是防止和减少故障发生的技术,通过质量控制、减载使用、环境保护等措施防止故障的发生,从而延长系统的寿命;容错技术则主要是恢复技术,即当系统运行过程中检测到错误时,把系统恢复到一个规定状态并继续运行。

在实际应用中,避错技术具有一定的局限性,利用采用高可靠性器件,成本则会提高,而避错技术仅是为了减少故障发生的概率,不一定能满足系统的可靠性,因此目前容错技术使用更广泛。容错技术建立在资源冗余的基础上,主要有:硬件冗余、信息冗余、软件冗余和时间冗余。

1. 硬件冗余

硬件冗余的基本冗余形式有:静态冗余和动态冗余。

静态冗余是指冗余结构并不随故障情况变化的冗余形式。静态冗余通过多数表决的机制将故障隐蔽起来,防止故障造成差错。

动态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。动态冗余主要的方法包括双机比较、备用替换及成对替换。

(1) 双机比较

双机比较中,两个相同模块并行执行相同的计算,其结果由比较器进行比较。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,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,系统则成为单机系统继续运行。双机比较系统只具有故障检测能力,但不提供容错能力。

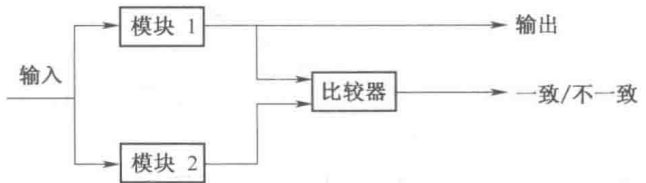


图 1-6 双机比较方案

(2) 备用替换

备用替换中一个模块为主用模块,用以产生系统输出,其余模块作为备用。若主用模块发生故障,则进行重组,使一个正常的备用模块成为主用,从而使系统正常运行。在进行重组过程中系统正常运行发生暂时中断。备用替换中的备件可分为热备和冷备。采用热备时,备件与主件同步工作,随时准备替换主件工作。采用冷备时,备件平时不通电,直至需要它接替主件工作时才加电并初始化。热备的优点是中断正常运行的时间短,冷备的优点是备件平时不消耗功率。

(3) 成对备用

将备用替换和双机比较结合起来就是成对备用,成对备用中,至少有两个主机进行比较并

产生输出,一旦比较不一致就重组,切除该模块,并将另外两个模块组成主件对,继续进行工作。

2. 信息冗余

信息冗余是通过在数据中附加冗余的信息达到故障检测和容错的目的。信息冗余的方式有检错码及纠错码。常用的检、纠错码有奇偶校验码、循环码等。

奇偶校验码是一种增加二进制传输系统最小距离的简单和广泛采用的方法。是一种通过增加冗余位使得码字中“1”的个数恒为奇数或偶数的编码方法,它是一种检错码。一个二进制码字,如果它的码元有奇数个1,就称为具有奇性。例如,码字“10110101”有五个1,因此,这个码字具有奇性。同样,偶性码字具有偶数个1。

循环码是一种线性分组码,其编码和解码设备比较简单,具有较强的纠错能力。循环码具有循环性,码中任一码组循环一位后,仍为该码中的一个码组。

3. 软件冗余

现代远动系统中,故障检测及容错技术主要通过软件手段来实现,以减少硬件冗余。软件冗余主要有两类,第一类是用冗余的软件来检测硬件故障,第二类是用冗余的软件来检测软件故障。其中第一类应用更广泛。

第一类应用主要包括一致性校验和能力校验,其中一致性校验是用事先知道的信息特征来校验信息的正确性,例如某些系统中,预先设定一个数字信号作为阈值,当某一信号超过该值,就进行纠错;能力校验则是用来证实系统具有预期的能力,系统的能力包括系统存储器的存储能力,逻辑计算部件的计算能力及多机处理时的通信能力。

4. 时间冗余

时间冗余是利用时间的冗余减少硬件的冗余,通过重复计算来检测故障。时间冗余适用于硬件资源有限而时间资源充分的情况,当系统工作过程中对运算时间要求较高时,则不宜采用。时间冗余的基本思想是重复进行计算以检测故障。

三、网络安全性

国际标准化组织将计算机安全定义为:为数据处理系统建立和采取的技术及管理的安全保护,保护计算机硬件、软件数据不因偶然和恶意的原因而遭到破坏、更改和泄露。因此网络安全就是指基于网络的互联互通和运作而涉及的物理线路和连接的安全、网络系统的安全、操作系统的安全、应用服务的安全和人员管理的安全等。

(一) 网络安全的特征

网络安全的主要特征有保密性、完整性、可用性和可控性。

(1) 保密性是指信息不泄露给非授权的用户、实体或过程,或供其利用的特征。

(2) 完整性指数据未经授权不能改变的特性,信息在存储或传输过程中保持不被修改、不被破坏或丢失的特性。

(3) 可用性指可被授权实体访问并按需求使用的特性,网络环境下拒绝服务、破坏网络和有关系统的正常运行都属于对可用性的攻击。

(4) 可控性指对信息的传播及内容有控制能力。

迄今为止,还没有一种技术可以完全消除网络安全的漏洞,网络的安全实际是安全策略和实际执行之间的一个平衡。从广义角度来看,网络安全不仅是一种技术问题,还是一个管理问题,包括机构管理、技术管理和人员管理等。