



高等职业教育交通安全与智能控制专业规划教材

交通运输职业教育教学指导委员会

交通运输管理类专业指导委员会

组织编写

交通电子控制基础

梁伯栋 主 编

宋 展 副主编

龚兆岗 [上海海事大学] 主 审



人民交通出版社股份有限公司
China Communications Press Co., Ltd.

高等职业教育交通安全与智能控制专业规划教材

交通运输职业教育教学指导委员会
交通运输管理类专业指导委员会

组织编写

Jiaotong Dianzi Kongzhi Jichu
交通电子控制基础

梁伯栋 主 编

宋 展 副主编

龚兆岗[上海海事大学] 主 审



人民交通出版社股份有限公司
China Communications Press Co., Ltd.

内 容 提 要

本书系统地介绍了交通电子控制的基本概念、原理、方法及应用。全书共八章,分别介绍了交通电子及其控制技术相关的基本概念、微控制器基础知识、汇编程序设计、KEIL C51 程序设计、微控制器的中断系统、微控制器的定时和计数系统、微控制器的串行通信接口以及交通电子产品开发基础。本书从实用角度出发,使学生在理论学习知识的同时加深对真实事物和实际操作训练的认知,可提高学生的综合分析能力和动手能力。

本书既可作为高等职业院校交通运输类专业的专业基础教材,也可作为道路交通相关专业技术人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

交通电子控制基础 / 梁伯栋主编. —北京:人民交通出版社股份有限公司, 2015.3

高等职业教育交通安全与智能控制专业规划教材
ISBN 978-7-114-11920-0

I. ①交… II. ①梁… III. ①交通控制—电子控制—
高等职业教育—教材 IV. ①U491.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 002511 号

高等职业教育交通安全与智能控制专业规划教材

书 名: 交通电子控制基础

著 作 者: 梁伯栋

责任编辑: 司昌静 任雪莲

出版发行: 人民交通出版社股份有限公司

地 址: (100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号

网 址: <http://www.ccpres.com.cn>

销售电话: (010)59757973

总 经 销: 人民交通出版社股份有限公司发行部

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京市密东印刷有限公司

开 本: 787×1092 1/16

印 张: 18

字 数: 448 千

版 次: 2015 年 3 月 第 1 版

印 次: 2015 年 3 月 第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-114-11920-0

印 数: 0001—2000 册

定 价: 49.00 元

(有印刷、装订质量问题的图书由本公司负责调换)

交通安全与智能控制专业规划教材

编 委 会

编委会主任:鲍贤俊

编委会副主任:楼伯良 向怀坤

委 员:(按姓氏笔画排序)

刘国峰 纪玉国 严石林 严 玮

吴兆明 张春雨 李长霞 李吟龙

李 锐 陈 斌 周庚信 施建年

曹成涛 阎子刚 黄君麟 谭任绩

前言

近年来,智能交通行业及其产业在我国得到了前所未有的快速发展,在保障交通安全、提高运输效率、缓解交通拥堵、降低环境污染、提升公众出行服务水平等各个方面发挥着日益重要的作用。特别是进入互联网时代以来,智能交通已经成为物联网、智慧城市建设的首要着陆点和代表性行业,迎来了蓬勃发展的历史机遇。

目前,智能交通作为一个独立产业而迅速崛起,各级政府和企业都把发展智能交通作为提高竞争能力和企业核心竞争力的重要手段。国家《道路交通安全“十二五”规划》、《道路交通过科技展“十二五”规划》以及《交通运输行业智能交通发展战略(2012—2020年)》等多部文件中,都对我国智能交通行业及产业的发展给予了明确的支持。

行业要发展,首当是人才,智能交通正强烈呼唤着大批优秀人才破茧而出,向更新更高的技术和管理领域集聚。为实现人才培养目标,适应我国智能交通行业的发展需求,培养面向生产、建设、服务和管理第一线需要的智能交通行业的高技能人才,推动高职课程建设与改革,加强教材建设,交通运输管理类专业指导委员会在全国交通运输职业教育教学指导委员会的指导下,根据2013年教育部颁布的《交通安全与智能控制专业教学标准与课程标准》(适用于高等职业教育),精心组织全国从事高职教学第一线的优秀教师和企业专家,合作编写了交通安全与智能控制专业系列教材,供高职高专院校交通安全与智能控制专业教学使用。

本书的编写特点有:

1. 注重“科学性”和“实用性”。本书编写在注重科学系统地介绍相关知识点的同时,也关注各知识点的实际应用。在精心选择与交通控制相关的参考应用实例的基础上,各参考实例的电路原理图以当前流行的EDA工具软件Proteus绘制,而各实例的参考源程序则多用汇编语言和KEIL C51语言同时编写。

2. 注重“理实结合”。本书特意在每章介绍理论知识点之后都列出了一些有针对性的技能训练与思考练习,目的不仅在于使学生能够巩固所学知识、提高分析问题和解决问题的实践能力,还可以较好地适应“教师为主导、学生为主体”的教学活动安排。

3. 体现“校企合作”与“专兼结合”。本书主编为高职教育教学一线专任教师,副主编为行业企业一线技术骨干,参编为同类各高职院校教育教学一线专任

教师。这种教材编写团队可以充分利用学校与行业企业的优势,有利于编写更适合工作岗位职业能力需求的教学用书。

本书由深圳职业技术学院梁伯栋担任主编并负责统稿,中国科学院深圳先进技术研究院宋展担任副主编,上海海事大学龚兆岗担任主审。

本书的编写分工如下:北京交通运输职业学院居永梅编写第一章,河南交通职业技术学院何红丽编写第二章和第三章(其中项目三由居永梅编写)、江苏省交通技师学院饶培康编写第四章、附录 A、附录 B、附录 C、附录 D 和附录 E,上海交通职业技术学院徐俊杰编写第五章(其中项目一由梁伯栋编写),深圳职业技术学院袁媛编写第六章(其中项目二由梁伯栋编写),深圳职业技术学院梁松峰编写第七章(其中项目二由梁伯栋编写)和附录 F,中国科学院深圳先进技术研究院宋展编写第八章(其中项目二由梁伯栋编写、项目三由袁媛编写)。深圳职业技术学院李武钢、许镇辉参与部分 Proteus 原理图的绘制,在此一并致谢。

本书在编写过程中参阅和引用了国内外相关的论著和资料,无论在参考文献中是否列出,在此,对这些文献的作者和译者表示由衷的感谢和诚挚的谢意。

由于作者水平有限,书中不妥之处在所难免,恳请专家和读者给予批评和指正。

编 者

2015 年 1 月

目 录

第一章 交通电子及其控制技术概论	1
第一节 交通电子控制基础知识	1
第二节 交通电子控制的发展与应用	5
思考练习	19
第二章 微控制器基础知识	20
第一节 微控制器概述	20
第二节 MCS-51 单片机基本结构	23
技能训练	34
思考练习	39
第三章 汇编程序设计	40
第一节 MCS-51 单片机的指令系统	40
第二节 MCS-51 单片机汇编程序设计	61
技能训练	65
思考练习	85
第四章 KEIL C51 程序设计	89
第一节 C51 编程基础	89
第二节 C51 编程语言	95
技能训练	113
思考练习	125
第五章 微控制器的中断系统	127
技能训练	134
思考练习	141
第六章 微控制器的定时和计数系统	142
第一节 微控制器的定时与计数功能	142
第二节 定时器/计数器及中断综合应用举例	150
技能训练	155
思考练习	165
第七章 微控制器的串行通信接口	166
第一节 串行通信的基本知识	166
第二节 MCS-51 串行接口的控制寄存器	170
第三节 MCS-51 串行接口的工作方式	172
技能训练	181
思考练习	200

第八章 交通电子产品开发基础	202
第一节 产品的定义	202
第二节 产品的开发	204
第三节 产品的交付	204
技能训练	205
思考练习	233
附录 A 计算机的数制和编码	234
附录 B ASCII 码字符表	240
附录 C MCS-51 微控制器指令表	241
附录 D 集成开发环境(IDE)软件 KEIL μ Vision 简介	246
附录 E 电子设计自动化(EDA)工具软件 Proteus 简介	258
附录 F GPS-NMEA 协议解析	266
思考练习参考答案	269
参考文献	277

第一章 交通电子及其控制技术概论

本章以现代交通电子控制系统为出发点,以控制理论为基础,以信息系统和专家系统理论为指导,结合电子计算机应用技术来说明现代交通管理与控制技术的最新发展和成果;跟踪世界最新科学研究方向,尽可能反映新知识、新成果、新体系、新方法;介绍在当前指导和实施现代化的交通管理与控制中常用的技术手段、技术装备、工程理论。

第一节 交通电子控制基础知识

一 交通电子控制的基本概念

现代交通电子控制技术是现代电子计算机技术在交通管理与控制上的应用,是涉及交通工程、计算机技术、自动控制、交通心理学和机械电子技术的关于人、车、路与环境一体化的一门边缘学科。它属于自动控制的一个新的分支,同时也是现代电子技术在交通领域的应用。现代交通电子控制技术旨在研究如何应用最现代的科学技术来保证交通的安全畅通,以促进国民经济的发展和社会文明的进步。

与计算机控制系统类似,本书讲述的交通电子控制系统一般由传感器、控制器和执行器三大部分组成,其技术领域包括现代交通控制中的一切机械电子技术和应用于自动控制、智能交通运输、全球卫星定位和地理信息等系统中的先进的、现代的、前沿的科学技术。现代生活中常见的交通信号灯、交通倒计时灯、交通信号控制器、电子控制可变信息板、电子控制可变限速标志、电子警察、电子测速单元、车流量检测、车牌识别系统、气象检测系统、行车记录仪、车载终端等绝大多数交通电子设备,都要用到交通电子控制技术。

二 自动控制的基本概念

自动控制是指在没有人直接参与的情况下,利用外加的设备或装置(统称控制装置或控制器),使机器、设备或生产过程(统称被控对象)的某个工作状态或参数(即被控量)自动地按照预定的规律运行。把人们对被控量的要求称为给定值,则自动控制的任務可以概括为:使被测对象的被控量等于给定值。

现代交通自动控制系统是在不需要人、车直接参与的条件通过交通自动控制系统,采用适当的交通控制策略(例如入口调节、主线限速、交通引导等)使道路某一段或全线,甚至整个路网的交通流运行在人们所期望的状态,达到安全、高效的目的。

1. 自动控制的理论

自动控制理论是研究自动控制共同规律的技术科学。它既是一门古老的、已日臻成熟的学科,又是一门正在发展的、具有强大生命力的新兴学科。自动控制理论的发展可分为四个主要阶段。

第一阶段:发展初期,是以反馈理论为基础的自动调节原理,主要用于工业控制。第二次世界大战之后,形成了以传递函数为基础的经典控制理论体系,主要研究单输入—单输出、线性定常系统的分析和设计问题,主要采用频率法和根轨迹法。

第二阶段:随着现代应用数学新成果的推出和电子计算机技术的应用,自动控制理论跨入现代控制理论阶段。它主要研究具有高性能、高精度的多变量变参数系统的最优控制问题,主要采用的方法是以状态为基础的状态空间法。

第三阶段:随着控制理论应用范围的扩大,从个别小系统的控制,发展到若干个相互关联的子系统组成的大系统进行整体控制。大系统理论是过程控制与信息处理相结合的系统工程理论,具有规模庞大、结构复杂、功能综合、目标多样、因素众多等特点。它是一个多输入、多输出、多干扰、多变量的系统。主要采用的方法有现代频域方法、自适应控制理论和鲁棒控制方法。

第四阶段:智能控制成为近年来新发展起来的自动控制理论,智能控制的概念和原理主要是针对被控对象、环境、控制目标或任务的复杂性提出来的,它的指导思想是依据人的思维方式和处理问题的技巧,解决那些目前需要人的智能才能解决的复杂的控制问题。被控对象的复杂性体现为:模型的不确定性、高度非线性、分布式的传感器和执行器、动态突变、多时间标度、复杂的信息模式、庞大的数据量,以及严格的特性指标等。智能控制是驱动智能机器自主地实现其目标的过程。智能控制是人工智能的应用,其方法包括学习控制、模糊控制、神经网络控制和专家控制等方法。

2. 自动控制系统

为了实现各种复杂的控制任务,首先要将被控对象和控制装置按照一定的方式连接起来,组成一个有机整体,这就是自动控制系统。图 1-1 是一个典型的自动控制系统。

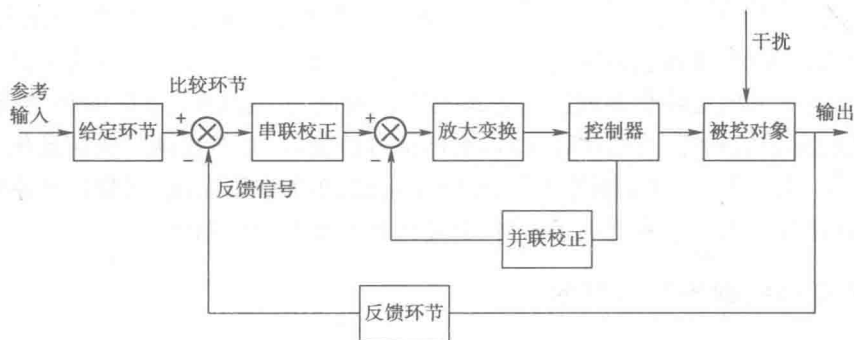


图 1-1 典型的自动控制系统

1) 系统组成

- (1)被控对象:是控制系统所控制和操纵的对象。它接受控制量,产生并输出被控制量。
- (2)控制器:用于将接收变换和放大后的偏差信号,转换为对被控对象进行操作的控制信号。
- (3)放大变换环节:将偏差信号变换为适合控制器执行的信号。它根据控制的形式、幅

值及功率来放大变换。

(4)校正装置:为改善系统动态和静态特性而设置的附加装置。如果校正装置串联在系统的前向通道中,称为串联校正装置;如果校正装置接成反馈形式,称为并联校正装置,又称局部反馈校正。

(5)反馈环节:它用来测量被控量的实际值,并经过信号处理,转换为与被控制量有一定函数关系,且与输入信号同一物理量的信号。反馈环节一般也称为测量变送环节。

(6)给定环节:产生输入控制信号的装置。

2)常用名词术语

(1)输入信号:泛指对系统的输出量有直接影响的外界输入信号,既包括控制信号又包括扰动信号。其中控制信号又可称为控制量、参考输入或给定值。

(2)输出信号:是指反馈控制系统中被控制的物理量,它与输入信号之间有一定的函数关系。

(3)反馈信号:用于将系统(或环节)的输出信号经变换、处理送到系统(或环节)的输入端的信号,称为反馈信号。若此信号是从系统输出端取出送入系统输入端,这种反馈信号称为主反馈信号。而其他称为局部反馈信号。

(4)偏差信号:用于控制输入信号与主反馈信号之差。

(5)误差信号:是指系统输出量的实际值与希望值之差。系统希望值是理想化系统的输出,实际上并不存在,它只能用与控制输入信号具有一定比例关系的信号来表示。在单位反馈情况下,希望值就是系统的输入信号,误差信号等于偏差信号。

(6)扰动信号:是指除控制信号以外,对系统的输出有影响的信号。

3. 自动控制的分类

由于自动控制技术发展很快,应用很广,因此自动控制系统的分类方法也很多。这里仅介绍常见的四种分类方法。

1)按结构特点分类

(1)闭环控制

闭环控制是自动控制系统最基本的控制方式,也是应用最广泛的一种控制方式。自动控制理论主要的研究对象就是用这种控制方式组成的系统。通常,我们把取出输出量送回到输入端,并与输入信号相比较产生偏差信号的过程,称为反馈。若反馈的信号是与输入信号相减,使产生的偏差越来越小,则称为负反馈;反之,则称为正反馈。反馈控制就是采用负反馈并利用偏差进行控制的过程。而且,由于引入了被控量的反馈信息,整个控制过程成为闭合过程,如图 1-2 所示,因此反馈控制也称闭环控制。

其实,人的一切活动都体现出反馈控制的原理,人本身就是一个具有高度复杂控制能力的反馈控制系统。下面通过解剖手从桌上取书的动作,分析一下它所包含的反馈控制机理。手朝着书的位置运动的相关指令信息,一般称为输入信号。取书时,首先人要用眼睛连续目测手相对于书的位置,并将这个信息送入大脑(称为位置反馈信息);然后由大脑判断手与书之间的距离,产生偏差信号,并根据其大小发出控制手臂移动的命令(称为控制作用或操纵量),逐渐使手与书之间的距离(即偏差)减小。显然,只要这个偏差存在,上述过程就要反复进行,直到偏差减小为零,手便取到了书。可以看出,大脑控制手取书的过程,是一个利用偏差(手与书之间距离)产生控制作用,并不断使偏差减小直至消除的运动过程;同时,为了取得偏差信号,必须要有手位置的反馈,以便将两者信息结合起来,这就构成了反馈控制。

显然,反馈控制实质上是一个按偏差进行控制的过程。因此,它也称为按偏差的控制。反馈控制原理就是按偏差控制的原理。图 1-3 所示的系统方块图是拟人化地展示反馈控制系统的基本组成及工作原理图。

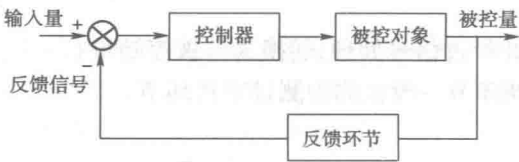


图 1-2 反馈控制系统的组成

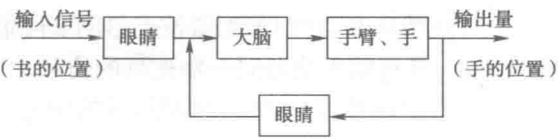


图 1-3 人用手取书的反馈控制系统图

闭环控制方式是按偏差进行控制的,其特点是不论什么原因被控量偏离期望值而出现偏差时,必定会产生一个相应的控制作用去减小或消除这个偏差,使被控量与期望值趋于一致。可以说,按反馈控制方式组成的反馈控制系统,具有抑制任何内、外扰动对被控量产生影响的能力,有较高的控制精度。但这种系统使用的元件多,结构复杂,特别是系统的性能分析和设计也较麻烦。尽管如此,它仍是一种重要的并被广泛应用的控制方式,自动控制理论主要的研究对象就是用这种控制方式组成的系统。

(2)开环控制

按给定输入量进行控制的开环控制系统,其控制作用直接由系统的输入量产生,给定一个输入量,就有一个输出量与之相对应,其特点是系统的输出量不会对系统的控制作用产生影响,控制精度完全取决于所用的元件及校准的精度,如图 1-4 所示。采用开环控制的系统称为开环控制系统。因此,这种开环控制方式没有自动修正偏差的能力,抗扰动性较差,控制精度低。但是其结构简单、调整方便、成本低,在精度要求不高或扰动影响较小的情况下,这种控制方式还有一定的实用价值。用于生产、生活各方面的一些自动化装置,如自动售货机、自动洗衣机、产品自动生产线、数控车床以及指挥交通的红绿灯的转换等,一般都是开环控制系统。



图 1-4 开环控制系统的组成

(3)复合控制方式

复合控制方式是在闭环控制回路的基础上,附加一个输入信号或扰动信号的顺馈通路,这样一种把偏差控制与抗扰动控制结合起来的控制方式是比较合理的,对于主要扰动采用适当的补偿装置实现抗扰动控制。同时,再组成反馈控制系统实现抗偏差控制,以消除其余扰动产生的偏差,用来提高系统的控制精度。它的优点是具有很高的控制精度,可以抑制几乎所有的可测量扰动;缺点是补偿器的参数要有较高的稳定性。

2)按参考输入形式分类

(1)恒值控制系统

恒值控制系统是指参考输入量保持常值的系统。其作用是消除或减少扰动信号对系统输出的影响,使被控制量(即系统的输出量)保持在给定或希望的数值上。

(2)程序控制系统

程序控制系统是指系统的输入量是已知的时间函数(不是常数)。热处理炉温度控制系统的升温、保温、降温过程都是按照预先设定的规律进行控制的,这个系统属于程序控制系统。

(3)随动系统

随动系统是指参考输入量随时间任意变化的系统,又称伺服系统。其作用是要求输出

量以一定的精度和速度跟踪参考输入量,如雷达天线跟踪系统、地空导弹瞄准系统。跟踪的速度和精度是随动系统的两项主要性能指标。

3) 按所使用的数学方法分类

(1) 线性系统和非线性系统

线性系统是指构成系统的所有元件都是线性元件的系统。其动态性能可用线性微分方程描述,系统满足叠加原理。

非线性系统是指构成系统的元件中含有非线性元件的系统。其只能用非线性微分方程描述,不满足叠加原理。同时把可以进行线性化处理的系统或元件特性称为非本质非线性特性。反之,称为本质非线性,它只能用非线性理论分析研究。

(2) 连续系统和离散系统

连续系统是指系统内各处的信号都是以连续的模拟量传递的系统。连续系统的运动规律可用微分方程描述。

离散系统是指系统内某一处或数处信号是以脉冲序列或数码形式传递的系统。

(3) 定常系统和时变系统

定常系统是指系统中的参数不随时间变化的系统。在实践中遇到的系统,大多数属于这一类。

如果系统中的参数是时间 t 的函数,则称该类系统为时变系统。

三 交通控制系统按输入信号的分类

当自动控制系统应用于交通领域,如果按照参考输入量形式上的不同,可以将交通自动控制系统分为以下两大类。

1) 稳态控制

稳态控制是指参考输入量保持常值的系统,其作用是消除或减少扰动信号对系统输出的影响,使被控制量(即系统的输出量)保持在给定或希望的数值上。其控制量(比如交通信号灯信号、限速标志等)是在统计规律的基础上按不同时段预先设定的,实时交通状态可以不反馈到控制器,或者不必进行监测,前提是假设在一定时段内每个路段的交通状态变化不大。此类系统多选用开环控制。其优点是系统结构与算法都比较简单,容易实现;缺点则表现为精度低,难以保持在期望的最佳状态,无法应对突发事件。

2) 动态控制

当参考输入量是现场实时多变的交通状态(如车道占有率、平均速度、交通流量、排队车辆数等参数),需要对其不断进行检测并反馈到控制器,以便选择适当的控制策略,目的是保持各路段始终处于期望的最佳交通状态。此时的系统则多为闭环控制系统,其优点是适时调节,应对多变的交通状态;缺点是系统结构与算法都比较复杂,难于实现。

第二节 交通电子控制的发展与应用

一 现代交通运输系统的管理与控制

交通运输活动就是使用各种载运工具(如汽车、列车、船舶、飞机和管道等)使运输对象(旅客或货物)实现空间上的转移。按照运输方式划分,现代交通运输系统包括道路交通运

输、轨道交通运输、水路交通运输、航空交通运输和管道交通运输五大组成部分。

道路交通运输是能够实现“门到门”陆路运输的方式,适用于短距离旅客运输和中短距离的货物运输。轨道交通运输是具有行驶线路和路权的陆路运输方式,运输对象只能在固定场站进出,不仅适用于城市内的大运量客运及城际间的中短距离客运,也适用于长距离的货运。水路交通运输通常是最为经济的运输方式。航空交通运输是一种空中运输方式,适合承担中长距离的旅客运输和时间价值高的小宗货物运输。管道运输适用于长距离连续输送液体(石油)或气体(天然气)物质。当前,五大运输方式并存,相互协调、竞争和制衡,形成了综合交通运输系统。

为保证载运工具在道路、轨道、水上和空中的运行安全和效率,需对交通进行管理与控制,使其按照一定的运行规则 and 规定,形成有序的交通流,既有利于提高交通流的速度和流量,也能提高载运工具和交通运输设施的利用率。交通管理是执行交通法规的“执法管理”,是应用交通工程技术措施保障交通高质量、高效率运行的“交通治理”的通称,又称为静态交通管理。而交通控制则是指依托标志、标线,以及交通信号灯等交通电子控制设备,针对动态的交通活动,对交通参与者的指挥,又称为动态交通管理。在实际中,交通管理和交通控制往往交叉应用。

交通系统管理和控制的对象是交通运输设施及其使用者,包括载运工具、驾驶员、交通参与者、交通运输设施(线路和场站)及其周围的陆路、空域和水域。交通控制系统是运用标志、标线、信号、灯光等设备,对载运工具的运行进行指示、警告、限制、引导或者提供信息,将各种设备按一定方式组成的协调控制系统。基于运输方式不同,交通系统管理与控制可分别通过下列方式实现。

1. 道路交通的管理和控制

城市道路交通控制技术与汽车工业并行发展的,其最初的目的是为了保障交通安全,随着时代的发展,交通中的各种矛盾不断出现,人们对交通的要求越来越高,促使研究人员把最新的科技成果应用到城市交通控制系统中来,从而促进城市交通控制技术的发展。在实际应用中主要采用标志、标线、隔离设施和交通信号,对车辆、驾驶员、行人进行限制、指示和引导。信号控制是道路交通控制的常用方式。

2. 轨道交通的管理和控制

轨道交通的管理和控制主要采用信号设备、连锁设备、闭塞设备、集中调度设备和自动化控制系统,指示、调度和控制列车的运行和调车作业,从而保障列车进出站、在车站(车场)范围内以及区间内的运行安全,提高运行的速度、效率和通行能力。信号设备用于向行人和调车人员发布指示和命令;联锁设备用于确保站内行车和调车人员的安全,提高车站的通行能力;闭塞设备用于保证列车在区间内的运行安全和提高通行能力。

城市轨道交通信号控制系统多采用列车自动控制系统(Automatic Train Control, ATC),包括列车自动防护系统(Automatic Train Protection, ATP)、列车自动运行系统(Automatic Train Operation, ATO)和列车自动监控系统(Automatic Train Supervision, ATS)。

3. 水路交通的管理和控制

水路交通的管理和控制重点在于助航标志和船舶交通管理系统(Vessel Traffic Services, VTS)。助航标志是指设置在通航水域及其附近的各种人工标志,以辅助船舶定位、引导船舶航行、指示障碍物和表示警告等。船舶交通管理系统是在一定水域内用以保证航行船舶安全和效率的管理控制系统,主要包括 VHF 甚高频通信子系统、雷达子系统、综合雷达数据

处理子系统、岸基船舶自动识别系统(Automatic Identification System, AIS)、信息传输子系统、管理信息子系统、多媒体记录设备、水文气象子系统、VHF 测向子系统、闭路电视 CCTV 监视子系统。其目的是保障船舶在水域内的航行安全,提高航道的使用效率和船舶航行效率。

4. 空中交通的管理和控制

空中交通管理包括空中交通服务、空域管理和空中交通流量管理三部分。空中交通服务是指对航空器的空中活动进行管理和控制的业务,作为空中交通管理的主要内容,又包括空中交通管制服务、飞行信息服务和告警服务。空域管理的主要内容是空域划分与空域规划。空中交通流量管理的任务是在空中交通流量接近或达到空中交通管制可用能力时,适时地进行调整,保证空中交通量最佳的流入或通过相应区域,尽可能提高机场、空域可用容量的利用率。

空中交通管制系统(Air Traffic Control, ATC)主要由航路、助航设施和交通管制机构三者组成。保障飞机在航线区域、航站区空域和飞行区内的飞行安全,提高空域和机场飞行区的使用效率和通过能力。

二 交通电子控制系统的发展历程

道路交通控制始于 19 世纪。交通信号灯的问世和应用标志着道路电子控制技术的开始。道路交通控制经历了从手动控制到自动控制、无感应控制到感应式控制、单点控制(点控)到干道控制(线控)再到区域控制(面控)的历程。1918 年年初,纽约街头出现了最早的由人工操纵的红黄绿三色信号灯。1926 年,英国人首次在伍尔弗汉普顿采用自动化的交通信号控制器以“固定配时”来控制交通信号灯的周期变化,这是城市交通自动控制的起点。随着城市车辆保有量的迅速增长,城市交通情况日趋复杂,采用单一模式的“固定配时”信号控制机已不能满足客观要求。1928 年,美国研制出世界上第一台感应式交通信号控制机,这种信号控制机能够适应交通需求的变化,动态调整信号时间。由于交通流具有连续运动的特点,孤立的单交叉口控制方式难免造成频繁停车,控制效果不佳。为解决这个问题,线控、面控应运而生。随着近年来智能交通以及智慧交通的发展,交通电子控制技术已经被广泛应用于信号控制(比如交通灯、倒计时灯、交通信号控制器、可变信息板、可变限速标志)之外的电子警察、测速、车流量检测、车牌识别、气象检测、行车记录仪、车载终端等交通电子设备。

轨道交通控制是轨道交通运输发展的关键技术之一。最先出现在英国的轨道交通控制,经历了从机械信号、电气信号,逐渐向现代化的电子信号控制发展的历程。最早的列车是由铁路员工骑马在前引导运行的,后来英国人发明的臂板式信号机被沿用至今。不过臂板的个数、形状、颜色、显示方法、操控方式等都得到改进。1872 年,美国人罗宾逊发明的轨道电路,第一次实现了列车自动控制信号的显示。轨道交通信号控制技术的发展大体可以分成五个时期:

- (1) 铁路信号萌芽时期;
- (2) 机械信号发展时期;
- (3) 机械信号向电气信号过渡时期;
- (4) 继电器式电气信号发展时期;
- (5) 当前集计算机、现代通信和自动控制技术于一体的现代电子信号控制时期。

船舶交通管理系统的发展历程可分为三个阶段。第一阶段,主要利用简单的光、声、电,

机械信号系统及无线电报电话,应用于港口、江河狭窄水道,以提高船舶航行效率。第二阶段,技术上主要采用雷达加 VHF 无线电话,应用于港口至外海或覆盖整个河川水道至入海口,以提高航行效率并增加船舶航行安全。第三阶段,主要利用计算机为中心的综合信息采集与处理技术,应用于港口、河川直至沿海,不仅提高航行效率并增进船舶航行安全,同时也加强对船舶的监控,以减少对水域环境的损害。第四阶段,将人造卫星应用于水路交通管理系统,将卫星通信、卫星导航、星载高分辨率合成孔径雷达、卫星转发图像等技术综合成一体。

1935 年 12 月,首个航路管制中心成立,标志着第一代自动化空中交通管制系统的诞生。自动化空中交通管制系统是把计算机、雷达、显示和通信等先进技术综合利用到空中交通管制中,其发展历程大致分为四个阶段。第一阶段,20 世纪 40 年代末至 60 年代初,主要集中于飞机位置定位,显示空中飞行目标状态数据和通信,50 年代一次雷达开始应用于航行管制。第二阶段,20 世纪 60 年代中至 70 年代初,地面二次雷达开始应用于航行管制,不但能确定飞机位置,还能鉴别飞机和确定高度。第三阶段,20 世纪 70 年代初至 80 年代初,计算机开始普遍应用于空中交通管制,西方发达国家的空中交通管制中心大量装备以计算机为核心,包括雷达、显示和通信的自动化航行管制系统。第四阶段,20 世纪 80 年代至今,随着空中交通管制业务量的急剧攀升,西方国家将快速发展的微电子技术、微型计算机、光纤通信和新的显示技术应用到自动变化空中交通管制系统中,研制了第四代的自动化空中交通管制系统。

三 交通电子控制技术在道路交通控制中的一些主要应用

交通电子控制系统一般由传感器、控制器和执行器三大部分组成。其中传感器用于采集检测交通信息,控制器用于分析处理传感器采集的交通信息,而执行器则用于根据控制器的分析结果进行相应的调整控制。

近年来,城市化进程的加速和汽车保有量的急剧增长给城市交通带来前所未有的压力,从而引发了一系列城市道路交通问题,城市的道路交通控制系统应运而生。交通控制的任務是对道路上的交通流进行合理的引导和控制,以缓和或防止交通拥挤的发生、减少尾气排放和噪声污染以及能源消耗,并及时为交通参与者提供实时的路况交通信息,以便提高交通安全,尽量避免交通拥挤并防止其扩散。

下面就列举一些当前被广泛用于道路交通信息的采集检测、分析处理和调整控制的交通电子控制系统。

(一) 城市道路的车辆检测

车辆检测器(又称车辆交通信息采集系统)是现代交通控制系统中的基础设施,是交通电子控制系统的传感器。车辆检测器以机动车辆为检测目标,检测车辆的通过或存在状况,其主要的检测对象包括检测车辆的行驶速度、交通量、车道占有率、车间距等信息,为智能交通控制系统提供足够的信息,以便进行控制和决策。

车辆检测技术水平的高低,直接影响到道路智能交通监控系统的整体运行和管理水平。随着车辆的增多和交通的飞速发展,道路交通控制中,除了交通流信息外,对表征车辆特征的车标、车牌、车辆形状等信息也需要利用电子手段进行采集。

车辆检测器根据其工作原理可分类如下。

1. 感应线圈检测方式

感应线圈检测的原理是当车辆通过预先埋在道路路面下的一般由环形电线组成的感应线圈时,会引起感应线圈中的电感发生变化,进而引起电路参数的变化,利用测量仪表检测这些变化就可达到车辆检测的目的。图 1-5 为感应线圈检测车辆的原理示意图。

2. 微波检测方式

微波检测的原理是通过发射低能量的连续频率调制微波信号并接收处理回波信号,可以检测出多个车道的车流量、道路占有率、平均车速、长车流量等交通流参数。

3. 磁映像检测方式

磁映像检测的原理是利用车辆通过时对地磁场的影响,检测地磁磁力线的变形从而获取车辆交通参数。

4. 气压管检测方式

气压管检测的原理是选用橡胶气压管作为传感元件,当车辆经过气压管检测器时,气压管就会产生一个信号,传到路旁单元上,形成一个车轴电信号,从而来检测交通流数据。

5. 光信标检测方式

光信标检测的原理是通过设置在道路上的投射光、接收光装置与行驶的车辆进行双向通信,向车辆提供信息和收集车辆信息。

6. 超声波检测方式

超声波检测与微波检测类似,可利用多普勒效应反射原理,通过接收由超声波发生器发射的并经过车辆反射的超声回波检测车辆。

7. RFID 检测方式

RFID 检测是通过射频的手段检测和识别车辆的身份、特性等信息,如图 1-6 所示。通过 RFID 检测可记录车辆有关信息和行驶路线,提供精确的交通流数据,为交通规划提供准确依据,保障道路有序畅通。

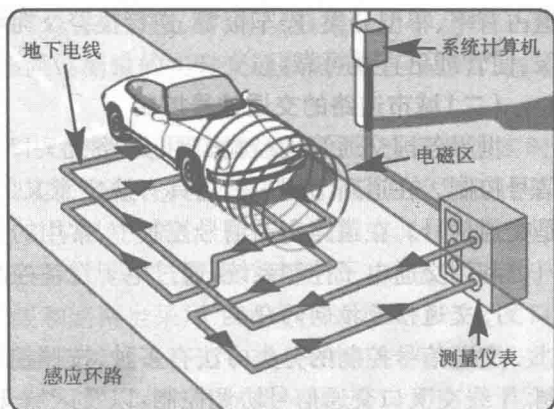


图 1-5 感应线圈检测车辆示意图

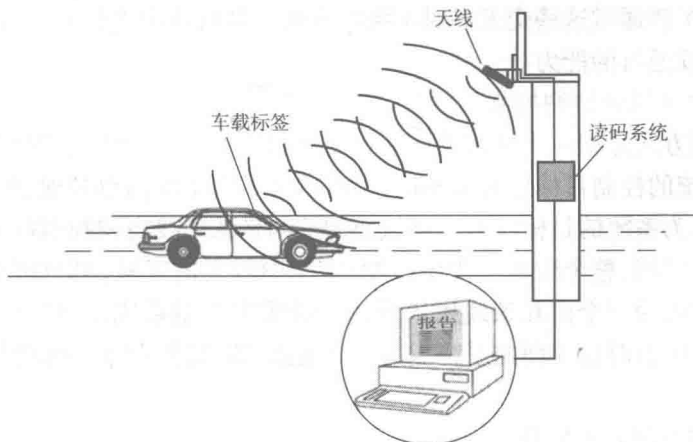


图 1-6 RFID 检测车辆示意图