

高职高专国家示范性院校课改规划教材·交通类



公路监控技术 及应用

董敏娥 陈 戈 编著
何 鹏 主审

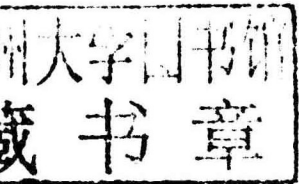


西安电子科技大学出版社
<http://www.xduph.com>

高职高专国家示范性院校课改规划教材·交通类

公路监控技术及应用

董敏娥 陈 戈 主编
何 鹏 主审



西安电子科技大学出版社

内 容 简 介

本书详细介绍了公路监控的相关技术和应用,主要内容有:认识监控系统、监控收费、监控道路、采集与发布交通信息、维护保养监控系统设备、处理监控系统设备常见故障、安装与调试监控系统设备、设计公路监控站监控系统与公路监控站监控机电系统招投标等内容。

本书可作为交通安全与智能控制及相关专业的专业课程和公共选修课程的教材,也可作为从事高等级公路监控技术研究、管理、应用等工作的工程技术人员的重要参考书。

图书在版编目(CIP)数据

公路监控技术及应用/董敏娥,陈戈主编. —西安:西安电子科技大学出版社,2013.9
高职高专国家示范性院校课改规划教材

ISBN 978-7-5606-3186-8

I. ① 公… II. ① 董… ② 陈… III. ① 交通监控系统—高等职业教育—教材
IV. ① U491.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 209168 号

策 划 李惠萍

责任编辑 李惠萍 郑 娜

出版发行 西安电子科技大学出版社(西安市太白南路2号)

电 话 (029)88242885 88201467 邮 编 710071

网 址 www.xduph.com 电子邮箱 xdupfb001@163.com

经 销 新华书店

印刷单位 陕西天意印务有限责任公司

版 次 2013年9月第1版 2013年9月第1次印刷

开 本 787毫米×1092毫米 1/16 印张 13.5

字 数 315千字

印 数 1~3000册

定 价 21.00元

ISBN 978-7-5606-3186-8 / U

XDUP 3478001-1

*** 如有印装问题可调换 ***

前 言

公路监控系统是公路建设中的重要配套项目和基础设施,它为公路各级部门的运营、管理以及沿线设立的收费、监控系统提供话音、数据和图像的传输,其主要目标是适应动态交通状况的变化,充分利用采集到的收费站、交通路段和重要场所的信息,获得最优化的交通控制解决方案,把高速公路监控系统的建设落实到位,以便合理地调配警力,更好地解决交通管理以及安全管理方面的难题,是实现高速公路快速、安全、高效运行的重要保障。本书作者总结了公路监控系统研究、设计、管理和应用方面所取得的成果和经验,借鉴了大量的著作和文献,结合高职教育的特点,力图为交通安全与智能控制及相关专业的高职院校学生提供一本实用性强的教材,也为从事高等级公路监控技术研究、管理、应用等工作的工程技术人员提供一本较好的参考书。

本书的内容选取从职业岗位分析入手,按照所面向的实际工作岗位的需要和操作规程,将国家标准、行业标准、企业标准、职业标准融于课程内容之中,结合行业岗位需求对技术知识、技能的要求组织教材内容。本书通过实际收费监控操作、道路监控操作、交通信息采集与发布、监控设备维护、监控设备安装与调试等项目,引入必需的理论知识,增加实践操作内容,强调理论在实践过程中的应用,同时注重学生职业素质的培养。本书图文并茂,既提高了学生的学习兴趣,又加深了学生对监控系统技术与应用的认识和理解。

本书由陕西交通职业技术学院交通安全与智能控制专业建设团队集体编写完成。项目一至项目六由董敏娥编写;项目七至项目九由陈戈编写。本书由何鹏主审。在编写过程中作者参阅了大量的文献资料,这里谨向各位文献资料的作者表示感谢!

由于作者水平有限,书中不足之处在所难免,敬请读者批评指正。

作 者

2013年6月

目 录

项目一 认识监控系统.....1	任务三 操作收费监控软件.....41
任务一 初识交通监控系统.....2	一、收费监控软件.....41
一、交通监控系统组成.....2	二、操作软件.....42
二、监控系统的组织结构.....4	任务四 处置特殊情况.....46
三、交通监控的手段.....6	任务五 填写监控记录.....47
四、监控系统涉及的技术.....11	职业能力训练.....48
任务二 认识隧道监控系统.....12	项目三 监控道路.....50
一、隧道监控系统.....12	任务一 使用交通事件检测设备.....51
二、隧道照明子系统.....13	一、了解交通事件.....51
三、隧道通风子系统.....14	二、掌握交通事件检测技术.....54
四、隧道火灾探测报警子系统.....16	三、使用交通事件检测设备.....56
五、隧道消防灭火子系统.....18	四、使用道路环境检测装置.....65
六、隧道交通诱导与控制子系统.....20	任务二 使用视频监控系统设备.....70
任务三 交通监控与管理基本理论.....20	一、视频监控系统的组成.....70
一、公路特征.....20	二、使用视频监控子系统设备.....70
二、交通流基本知识.....22	任务三 接听和记录救援电话.....76
职业能力训练.....27	一、受理电话.....76
项目二 监控收费.....29	二、接听和记录救援电话注意事项.....77
任务一 公路监控人员职责与管理	三、受理客户投诉.....77
规章制度.....30	任务四 处置特殊情况.....77
一、公路监控人员职责.....30	一、处置道路监控系统告警.....77
二、监控员上、下班.....31	二、处置隧道监控系统告警.....78
三、督促收费员的行为规范.....31	职业能力训练.....88
四、督促收费员收费业务.....32	项目四 采集与发布交通信息.....90
五、收费广场监控.....32	任务一 采集交通信息.....91
任务二 操作收费监控设备.....33	一、采集正常道路的养护信息.....91
一、收费站监控系统.....33	二、采集正常隧道的养护信息.....92
二、收费监控设备.....34	任务二 编辑与发布交通信息.....92
三、操作设备.....37	一、交通信息的组成与内容.....92

二、信息公告编写规范.....	95	二、处理气象检测器故障.....	137
三、版面设计与制作.....	100	三、处理外场摄像机、云台故障.....	138
四、发布交通信息.....	101	四、处理可变信息标志故障.....	139
职业能力训练.....	104	任务四 处理其他故障.....	140
项目五 维护保养监控系统设备	106	一、处理网络故障.....	140
任务一 掌握监控系统维护保养内容.....	107	二、处理通信设备接口故障.....	140
一、日维护内容.....	107	三、处理不间断电源故障.....	141
二、月维护内容.....	107	职业能力训练.....	142
三、年维护内容.....	107	项目七 安装与调试监控系统设备	144
任务二 维护保养监控中心设备.....	108	任务一 安装与调试监控中心设备.....	145
一、维护保养监控计算机系统.....	108	一、实施建议.....	145
二、维护保养视频监控系统.....	110	二、安装机柜、操作台及其他大型支架.....	146
三、维护保养不间断电源系统.....	113	三、安装与调试服务器、工作站等 计算机网络设备.....	146
任务三 维护保养监控外场设备.....	115	四、安装与调试矩阵、光端机及其他 视频设备.....	149
一、维护保养车辆检测器.....	115	五、安装与调试 DLP 大屏幕系统.....	149
二、维护保养气象检测器.....	115	任务二 安装与调试监控外场设备.....	151
三、维护保养外场摄像机.....	116	一、实施建议.....	152
四、维护保养可变信息标志.....	117	二、安装与调试车辆检测器.....	152
五、维护保养紧急电话.....	117	三、安装与调试外场摄像机.....	153
任务四 维护监控系统软件.....	118	四、安装与调试可变信息标志.....	154
一、软件维护的定义与类型.....	118	五、安装与调试气象检测器(含能见度 检测仪).....	155
二、软件维护.....	119	任务三 安装与测试监控系统软件.....	155
三、软件维护的困难.....	121	一、安装交通监控软件.....	155
职业能力训练.....	121	二、测试监控软件.....	156
项目六 处理监控系统设备常见故障	123	职业能力训练.....	158
任务一 掌握监控系统设备常见故障类型.....	124	项目八 设计公路监控站监控系统	159
一、暂时性故障.....	124	任务一 编制监控系统项目可行性报告.....	160
二、固定性故障.....	124	一、概述.....	160
三、系统性故障.....	125	二、可行性报告的内容.....	161
任务二 处理监控中心设备故障.....	125	三、可行性报告的研究方法.....	162
一、处理监控计算机设备故障.....	125	四、编制要点.....	163
二、处理视频监控设备故障.....	127	五、基本构架.....	163
三、处理视频传输和显示故障.....	132		
任务三 处理监控外场设备故障.....	135		
一、处理车辆检测器故障.....	135		

六、可行性报告编写技巧.....	171	一、编制投标文件.....	191
任务二 编制项目任务书.....	172	二、投标文件编制的步骤.....	193
一、任务书的定义.....	172	三、制作标底.....	193
二、任务书的内容.....	172	四、合同条款.....	196
三、任务书的注意事项.....	174	五、投标文件的格式及附表.....	196
任务三 设计监控站监控系统.....	174	六、资格审查申请书.....	198
一、系统功能和特点.....	174	七、投标须知的编制及注意事项.....	198
二、方案设计.....	177	八、中标后合同条款.....	201
职业能力训练.....	182	任务三 实战招投标项目.....	201
项目九 公路监控站监控机电系统		一、招标准备阶段.....	202
招投标	183	二、招标阶段.....	202
任务一 某高速公路招投标文件的学习.....	184	三、决标成交阶段.....	203
一、招标投标的起源背景.....	184	四、投标报价技巧.....	204
二、招投标的范围及方式.....	186	职业能力训练.....	205
三、招标文件的学习.....	186	参考文献	207
任务二 编制某高速公路招投标书.....	191		

项目一 认识监控系统

【项目描述】

能力目标

- ◆ 能理解交通监控系统，理解隧道特殊的监控系统组成及原理，理解交通监控与管理基本理论。

相关支撑知识

- ◆ 交通监控系统及相关知识。
- ◆ 隧道监控子系统及设备知识。
- ◆ 交通监控与管理基本理论。

训练方式

- ◆ 现场观摩实习，写实习报告，绘制并说明系统的结构图。

考核标准

- ◆ 要求实习报告完整详细，结构图准确。

任务一 初识交通监控系统

交通监控是对高速公路交通流运行状态及其交通设施、交通环境的监测(视),以及对交通流行为的控制。监控系统由现场监控站和各级监控中心组成,它是实现高速公路运行管理的主要手段。交通监控系统(简称监控系统)的目的是保证行车“安全”和道路“畅通”,在此基础上再实现高效、环境保护等其他目标。

一、交通监控系统组成

高速公路的理想特征是“安全、快速、高效、舒适、方便”。然而,不断增长的交通需求以及交通拥挤、交通事故与污染的发生,迫使人们在标准的设计准则之外去寻求特别的解决办法——交通监控,即监视和控制。

所谓监视,就是指利用路面、路旁的数据采集、检测设备和人工观察,对道路交通、路面、天气状况和设备工作状况等参数进行实时观察和测量,并通过通信系统送至监控中心。

所谓控制,就是依据监视所得到的各种数据,按照一定的模式进行分析、判断和决策,并将最终的决策结果和下达的控制命令通过通信系统传送到信息发布设备(可变情报板和可变限速标志)、收费口控制设备或匝道控制设备,以促进行车安全,提高行车效率;对于引起延误的事件,能够迅速响应,提供紧急服务,快速排除事件,把事件引起的延误控制到最小值,从而达到调节和控制道路交通状况的目的。

高速公路交通监控系统一般可分为收费监控系统和道路监控系统两部分。

1. 收费监控系统

收费监控系统主要对收费站的车道、收费广场、收费亭的收费情况,对收费车道通过的车辆类型、收费员的操作过程以及收费过程中的突发事件和特殊事件进行观察和记录,实施有效的监督。

高速收费监控系统是由数据监控、图像监控和声音监控三部分组成的一个有机整体。其主要功能是以收费站为基础,采集数据、视频、音频等信息,并将其传送到监控室或监控分中心进行处理和分析,以完成整个收费过程。

数据监控是指利用由车辆检测器、车型自动分类器、键盘、读卡机等外部设备所采集到的数据信息,对收费过程进行控制,并对收费数据进行合理性判断、记录和统计工作。数字监控可以发现各种异常情况,并进行相关的处理工作,是最有效、使用最广的一种收费监控方式。

图像监控是指在收费广场、收费车道和收费亭等处设置摄像头,采集视频信息,监控员在监控室对收费车道的车辆及收费人员的操作过程进行监视。图像监控可对通行券(卡)的发放、回收以及收费找零情况等有效的监督,并能人工或自动启动录像设备记录冲卡车辆和其他异常情况。

声音监控是指采用有线(或无线)对讲系统采集音频信息,对收费人员在收费过程中使

用文明用语等情况进行监督,并监听车道内的突发和异常情况。

2. 道路监控系统

道路监控系统主要对高速公路干线、互通立交、隧道等高速公路重点路段进行监视,掌握高速公路交通状况,以及时发现交通阻塞路段、违章车辆,并及时给予引导,保证高速公路的安全通畅。

监控系统必须具备三个最基本的功能:采集交通流数据,判断交通状态;根据交通状态,实施控制策略,决定控制参数;执行控制策略,将控制参数作用于交通流。

根据监控系统的功能要求和设备特点,监控系统可分为如下功能子系统。

1) 信息采集系统

信息采集系统应采集以下信息,供信息决策系统分析、决策使用:

(1) 交通流信息。应设置车辆检测器,采集交通量、车速、车重、车辆构成等信息。

(2) 气象信息。应设置气象检测器,采集能见度、温度、冰冻、雾区、降雪、风力、风向等信息。

(3) 环境信息。应设置环境检测器,采集路基、路面、桥梁、隧道的温度、湿度、可见度状况以及有害气体浓度、噪声等信息。

(4) 异常信息。应设置紧急电话、巡逻车、闭路电视等,采集交通事故、车辆抛锚、车辆违章、公路养护维修等异常事件信息。

2) 交通状态检测子系统

根据采集到的交通信息原始数据,可以计算出各地段的交通状态参数,这些参数反映了各地段的交通状态。交通状态检测子系统的功能包括:接收交通参数原始数据、计算交通参数、处理气象条件数据。

管理人员所关心的是交通系统的状况如何,首先需要定性的描述,然后才关心具体的数值分布范围。因此,采用带模糊算法的控制系统,通过隶属度函数计算当前值对各模糊集的隶属度,还要判断交通状态及交通气象条件隶属于哪一个模糊子集(定性的状态值),以便模糊控制系统进行模糊推理。

3) 交通控制子系统(信息决策系统)

根据各地段的交通状态和气象条件,选择或配置交通控制方案。交通控制子系统涉及的目标包括:交通控制目标、交通控制方法、交通控制参数。控制参数以一定的控制形式作用于交通流。

根据控制形式的不同,控制方法可以分为匝道控制和主线控制两大类,而匝道控制又可以分为入口匝道定时调节控制、入口匝道整体定时控制、入口匝道交通感应控制、入口匝道汇合控制。在控制算法上,有基于稳态交通模型和动态交通模型的准确推导方法、基于模糊理论的算法、基于神经网络原理的算法等,这些算法在实践和交流中不断得到发展和完善,为交通控制奠定了良好的理论基础。

4) 交通诱导子系统

交通状态检测子系统检测交通事件,交通控制系统由此获得交通控制方案,并计算出交通控制参数,最终这些参数依靠交通诱导子系统作用于交通流,为车辆提供诱导信息。

交通诱导子系统包括：可变限速诱导系统，它依靠埋设在道路两侧或中间的可变限速标志，进行整条道路的车速优化处理，使车辆以均匀的密度分布在高速公路上；可变情报板系统，用于提供更为具体的诱导信息，即向车辆提供准确的交通状态和警告、指挥信息。

5) 信息提供系统

信息提供系统应向驾驶员、管理部门、救助部门和公安部门提供以下信息：

(1) 向驾驶员提供的信息。应设置可变情报板、可变限速标志、路侧广播等，向驾驶员提供最佳行驶路线、最佳行车速度、交通阻塞、事故、气象和维修等信息。视频数据可在计算机或电视墙上显示，其他交通量数据和紧急救援信号数据一般通过电子地图板或大屏幕投影的方式显示。

(2) 向管理、救助部门提供的信息。当发生交通事故、车辆抛锚以及公路意外损坏时，应能及时、准确地向管理、救助和公安等部门提供相关信息和对策建议。

(3) 向社会提供的信息。应能通过交通广播向高速公路以外的用户提供服务信息。

6) 计算机网络子系统

计算机网络子系统将其他子系统连接为一个整体，使之真正成为一个功能强大的有机系统。计算机网络子系统包括：计算机设备、网络连接设备、计算机操作系统、数据库系统、计算机网络管理、监控系统应用程序。

对于上述功能，公路监控系统在具体实施时往往会根据系统设备配置、安装的特点，进行重新划分。但公路监控系统的基本构成不会有太大变化(如图 1-1 所示)。

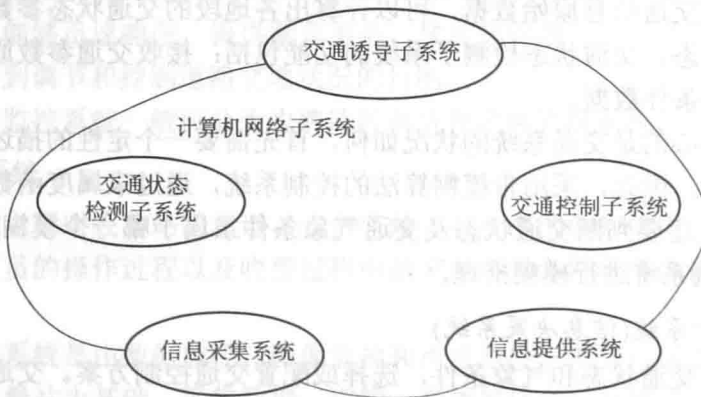


图 1-1 监控系统的基本构成

二、监控系统的组织结构

监控系统的组织结构与高速公路的管理方式有密切的关系，根据行政管理范围的划分，监控系统采用由下至上、逐层逐级数据向上传递的方式。

1. 外场数据的采集

高速公路沿线外场设备分布示意图如图 1-2 所示。外场设备分布在高速公路沿线，将道路的状态信息传送到监控站，为整个监控系统提供数据源。

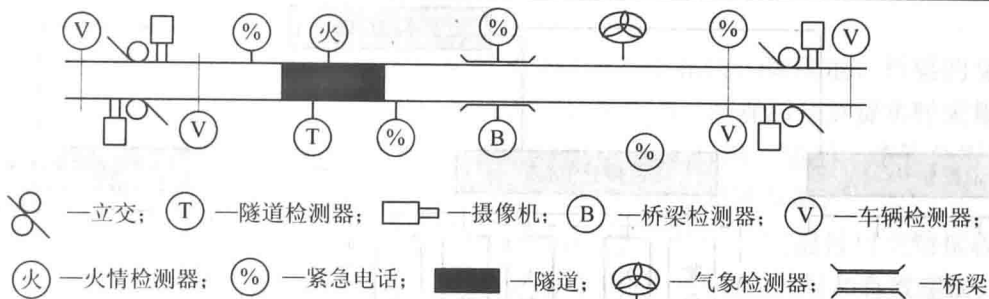


图 1-2 高速公路沿线外场设备分布示意图

外场设备接入结构图如图 1-3 所示。外场设备的监控数据先送入监控站，再由监控站将各种数据通过设备经主干通信线路发送到监控中心或分中心。

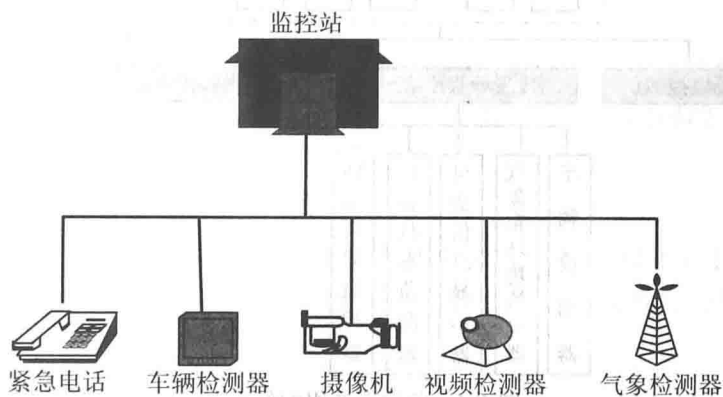


图 1-3 外场设备接入结构图

2. 基本组织结构

根据各条道路具体情况的不同，高速公路管理部门可以采取不同的监控系统组织结构。对于道路比较短、监控点比较少的道路，可以采取集中监控方式，将监控数据传送到监控站，再通过通信系统将数据传送到监控中心。

对于比较长的高速公路，集中监控已不能满足实际管理的需要，往往采取层级式管理，即将相邻的几个(一般是 3~5 个)路段组成一个管理区，成立监控分中心。各监控点的数据传送到监控站，通过高速公路通信系统先传送到监控分中心，监控分中心可以看到下辖监控室的监控数据，同时将这些数据通过通信系统传送到监控总中心。

监控系统组织结构图如图 1-4 所示。

3. 现场监控站的功能

每一路段的匝道连接点附近安装有车辆检测器、气象和环境检测器、可变信息显示器和摄像机等设备，这些设备紧靠基本路段一侧的路肩外，其检测、处理、控制和通信单元分别安装在机箱内，与变/配电站等单元组成现场监控站。

现场监控站是底层的监控单元，负责完成监控分中心或监控总中心现场设备之间的信息转接任务，即将现场设备的各种数据汇集起来，进行初步处理后，通过通信单元将数据送到监控分中心或监控总中心，将监控分中心或监控总中心的控制信号发送给现场终端设备。现场监控站发挥着信息“上传”和“下达”的作用。

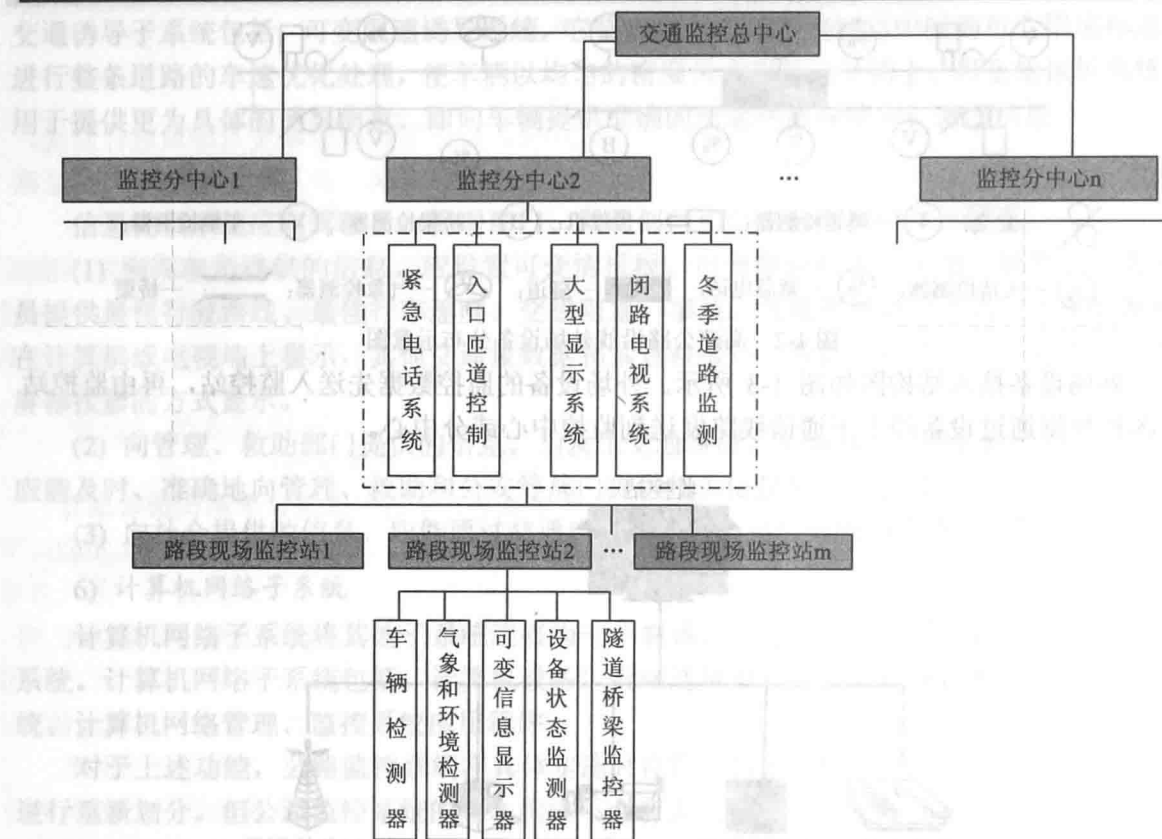


图 1-4 监控系统组织结构图

4. 监控分中心的功能

监控分中心配置由闭路电视系统、大型显示系统、入口匝道控制及紧急电话系统等组成的中央控制系统，负责所属路段的实时管理，包括信息处理、控制决策和下达控制指令。监控分中心有一间大监控室，配置综合控制台和大型显示屏幕，便于管理人员分头操作、管理各个监控子系统。这些子系统是：闭路电视、紧急电话、数据采集处理、控制决策和执行、可变信息编辑和显示、图形编辑显示、通信控制等。同时，分中心还要和同一个管区的收费分中心进行联系，以便获取必需的车辆信息，及时下达入口控制命令。各个现场监控站及所有子系统都是由微处理器或计算机控制管理的。监控室还应配备外部电话、内部电话，用来完成监控系统的工作调度，方便管理人员之间的工作协调，外部电话主要用于和交警、路政、救援、消防等单位联系。在监控系统各子系统之间的信息联系则依靠计算机网络，所以，分中心监控室的主要工作平台是一个交通监控计算机网络系统。

5. 监控中心的功能

在设有监控中心的系统中，监控中心负责对全局的宏观管理，任务量比较小。在没有监控分中心的管理系统中，监控中心完成与多级管理系统中监控分中心相同的功能。

三、交通监控的手段

监控系统是保证行车“安全”和道路“畅通”，实现高速公路运行管理的重要手段。交通监控系统对交通流和交通环境(道路设施和气象)两大对象进行监控，它具有监视(监测)

和控制两大功能。

监视部分对主干道的匝道连接点、互通立交以及重要路段,如隧道、桥梁的交通状况进行 24 小时的连续监视,并实时显示采集到的图像和信息。监视部分负责实时采集交通流动态数据和交通环境的有关信息(如气象、路面状况),进行传输、显示、统计分析和存储,对隧道的照明亮度和大气状况进行检测,对隧道火灾进行不间断监测。

控制部分根据监视获取的交通信息,作出有效的控制决策。它通过可变情报板、可变限速标志、路侧广播等信息发布装置,向驾驶员提供实时道路交通信息和有效建议;对入口匝道或主道等的可控设施发出控制指令,实施交通控制;响应紧急电话呼叫,对交通事故进行处理;对隧道照明的亮度进行自动控制;当隧道发生火灾时,及时作出火灾消防紧急处理。

1. 道路监视的手段

1) 闭路电视监视系统(CCTV)

设置在道路上的闭路电视监控系统的摄像头通过专用线路,将道路的实时运营图像传输到监控中心的监视器上。交通监控员对图像进行监视,一旦发现问题,就制定应对方案并通知相关部门进行处理。

2) 车辆检测器

车辆检测器主要用于测量高速公路道路主线上和收费站出口车道行驶车辆的交通参数,如交通量、平均车速、车道占有率、车头时距等,作为交通监控指挥中心采集、分析判断,提出交通管制方案的重要依据。

3) 气象和环境检测器

气象和环境检测器主要对高速公路沿线的能见度、风向、风速、气温、湿度、雨量、路面状况等数据进行自动监测,并将监测信息及时传送到交通监控指挥中心,供高速公路交通安全管理系统参考;在恶劣或极端气象条件下能及时发出告警信息,以多种方式告知管理人员和驾驶员,以提高高速公路的安全行车水平。

4) SOS 紧急求助电话

作为 CCTV 的补充,SOS 紧急电话是设置在高速公路两侧,为求救者提供应急呼救的专用通信设备。行驶在高速公路上的车辆出现故障或发生交通事故时,可以及时通过紧急电话向高速公路经营管理单位寻求救援。监控员在接报后可通过专用计算机系统查询求助者的具体位置,并及时通知相关部门前往施救。

5) 人工巡查系统

高速公路交巡警、路政、清障、养护等单位一般都建立了各自的日常巡查制度。巡查中发现特情应及时上报道路监控部门,并由监控部门统一调度人员、设备前往处理。

6) 其他信息提供方式

包括高速公路客服中心、收费员向驶离高速的驾驶员的口头询问、地方公安 110 的通报、交通广播电台等媒体的通报等,都是监视手段的必要补充。

2. 道路控制的手段

1) 匝道控制

匝道控制即入口匝道控制,是指在匝道入口限制进入高速公路的车辆数量和流入高速

公路的节奏,通过计算匝道上游交通需求与下游道路容量差额来寻求最佳的入口匝道流量。

(1) 目标。

- ① 减少高速公路主线上所有车辆的行程时间。
- ② 减少通道内全部车辆的形成时间。
- ③ 消除和减少车辆汇合中的冲突和事故。
- ④ 减少车辆运行的不舒适感和对环境的干扰。

(2) 实施条件。

- ① 可供使用的额外容量(即替换的路线、时段或运输方式)。
- ② 匝道入口应有足够的停车空间。
- ③ 适合的交通模式。
- ④ 下游出口须有可利用的容量。

(3) 控制方法。

- ① 入口匝道关闭。当交通需求远大于通行能力时,需要关闭通行能力。

入口匝道关闭的原因是:异常天气(常见);上游交通需求已达到下游道路容量且有额外容量;入口没有足够的停车空间。

入口匝道关闭的特点是:需采集交通流量及气象数据,以经验数据为参考,综合判断匝道关闭的时机。

② 入口匝道定时调节。入口匝道定时调节是指在匝道上使用交通信号灯对进入车辆实行计量控制(单位时间内允许进入的车辆数称为匝道调节率)。交通信号灯一般采用红绿或红黄绿两种方式。

定时调节的匝道调节率是预先给定的,在某一段时间内是固定不变的。

入口匝道定时调节所需的主要设备有信号灯、匝道控制标志、路面标记、控制器及检测器。

信号灯:两色(绿红)或三色(绿黄红)。信号灯一般安装在匝道左侧或两侧,至汇合处应有足够的距离(60~150 m),至匝道入口之间也必须有足够的停车排队空间(60~70 m)。信号灯的安装高度为 1.3~1.8 m。在坡道、转弯及排队车辆遮挡视线之处,用高架或悬臂把信号灯适当增高。

匝道控制标志:在匝道起点附近设立提前警告标志,告诫驾驶员前方匝道处于控制中。可采用告示“闪光时匝道调节”板前装置闪光灯的方式,一般安装在距信号灯前至少 60 m 以上;还可在灯柱上设置行动标志,如“在此等候绿灯”、“红灯时在此等待”等。

路面标记:用于向车辆指明“登记”检测器的位置,便于单车驶入检测区。一般包括停车线和引导车辆到指定位置的标线(采用反光型)。停车线与灯保持 3~4.5 m。

控制器:把预先确定的不同时段的调节率存入控制器,控制器以设定的控制方案操作信号灯,以固定的周期轮流开启信号灯,实现匝道调节。

检测器:用来检测车辆的到来,车辆到来时绿灯开启。应留有足够的长度,便于测出停在停车线前的车辆。通常检测器设置在停车线前方 2.4 m 处,感应车辆通过,车辆通过后绿灯结束。

信号灯间隔的配时取决于所使用的调节形式,即取决于单车调节还是车队调节。

单车调节:每一次绿灯时间只允许一辆车进入的方式。一个周期绿灯加黄灯(3 s)只允

许一辆车通过,其余时间为红灯时间。这种方式的最大调节率为 900 辆/h。

车队调节:当调节率大于 900 辆/h 时,采用每周期允许两辆或两辆以上的车辆进入高速公路的方式。车队调节又分为串行调节和并行调节。串行调节:车辆一辆接一辆放行,绿灯加黄灯时间要足够长;并行调节:两辆车并列开过去,车道要足够宽。

入口匝道定时调节方式适应性较差。在交通流一段时间内波动不大时,可采用多匝道口协调控制,该方式运行安全可靠,设备少。

③ 入口匝道交通感应(动态)控制。入口匝道交通感应(动态)控制以道路本身容量为依据,控制进入匝道的交通流量,保持主线交通流始终处于畅通。通过反馈回路检测器检测到的交通流参数(占有率、流量、排队长度等),可得到误差值,再通过入口匝道控制器可计算出新的匝道调节率,作用到城市快速路交通系统中,从而改善快速路下游的交通流状态。

④ 汇合控制。汇合控制是指根据高速公路外侧车道车流间隙的长度来决定是否放行匝道车辆。只有当检测器检测到上述车流间隙长度不小于可插车间隙时,才通过驶入的车辆最佳地利用高速公路间隙来改善高速公路交通流的分布及运行。汇合控制可分为可插间隙汇合控制和移动汇合控制。

a. 可插间隙汇合控制。当设置为主线外侧车道上的间隙/速度检测器检测到有一个足够大的间隙,并检测该间隙的移动速度时,匝道控制器计算出可插间隙到达汇合区的时间,并在适当时间控制匝道调节信号灯由红变绿,等待在匝道停车线上的车辆立即启动,开始汇合。只要保持平均的速度和加速度,车辆就能够在被测出可插间隙到达汇合点的同时也到达该点,顺利汇入车流。

b. 移动汇合控制。利用匝道左侧面带有绿色光带的显示器,可向匝道车辆提示高速公路外侧车道的可插间隙移动情况。车辆跟随光带的移动,有助于掌握加速度和速度,有利于顺利汇合。

⑤ 入口匝道整体定时控制。入口匝道整体定时控制是指把单个入口匝道定时调节应用于对匝道运行的相互依赖性给予考虑的一系列入口匝道。调节率根据整个系统的交通需求-容量差额来计算。

工作原理:由于交通量每日变化大体一致,因而如果把每天划分为若干个时段,则在一个时段内交通流近似于均匀,进而根据实际情况把高速公路分成若干个段,每段内交通流近似于均匀。这样可建立一个描述交通流状态只随道路空间变化的稳态模型,然后根据主线和各入口匝道的交通需求和每个入口匝道下游的容量,按照某种性能指标,即在每时段确定一组最佳调节率,使各路段交通状况总体最优。

2) 主线控制

主线控制的对象是高速公路本身,即路段上的交通流。它通过对高速公路主线的交通进行调节、诱导和警告,达到优化交通流状态的目的。

(1) 涉及的概念。涉及的概念有以下几个:

a. 车道使用控制:通过对车辆在使用车道的时间和空间上的限制来达到对交通流进行控制的目的,包括车道关闭、交通调节等。

b. 警告和诱导:通过给出交通运行变量限制值的方法来控制交通流称为警告;诱导的

目的是为驾驶员提供交通信息以便驾驶员选择合理的运行状态和行车路线,包括对行车速度、车辆间距、旅行时间和行驶路线等方面的警告、诱导。

c. 优先控制:对一定类型的车辆在使用交通设施上分配优先通行权或特别使用权,如救护车、公共汽车的优先控制。

(2) 控制方法。控制方法有可变速度控制、车道关闭、主线调节控制、可逆车道控制、公共汽车/合用车优先控制及驾驶员信息系统。

① 可变速度控制。在高速公路主线上设置可变限速标志来限制行车速度,从而使主线上的交通流速度能随车流密度的改变而变化,以保证交通流均匀、稳定,同时提高道路通行能力。

a. 可变速度控制的速度目标值。依据道路、交通、气候等条件对高速公路主线交通流安全、高效运行的限制要求和路段交通流的流量、速度、密度的关系,确定在能够允许的最大交通量下的最佳速度和最佳密度,并据此采用可变限速标志等方法对高速公路主线交通流进行速度控制。

速度目标值的确定方法有两种:

经验统计法:根据使用可变速度控制的高速公路上交通流状态的历史统计数据来确定。

数学模型法:交通流状态控制变量的函数关系,加上道路、交通、气象等条件对交通流运行安全和效率的约束条件,建立交通流速度控制数学模型来获得不同交通环境条件下的最佳速度控制目标值。

b. 可变速度控制的控制策略和方法。通过对主线上交通流的速度在空间上或时间上的分布进行控制,以保证交通流的稳定、均匀或实现将交通流从不稳定状态、拥挤状态调整到稳定状态。

可变速度控制的方法是:在主线上建立由可变限速标志组成的系统,即在主沿线每隔一定距离设置一个可变限速标志。城市地区为1~2 km,乡村为2~3 km。

每个可变限速标志都与中央控制室相连。中央控制室将交通状况(拥挤、低速、正常)、路面条件(车道数变化、坡度、弯道、结冰、积雪)及气象条件(雾、雨、雪)的各种组合所确定的最佳速度目标值与实际检测出的主线上车流速度值进行比较,判定当前车流运行状态是否符合控制目标,若不符合则将目标速度值通过可变限速标志告诉驾驶员,从而实现对手线的可变速度控制(还可利用可变信息标志、驾驶员信息系统、电子道路交通诱导和控制系系统、路旁无线广播来实现)。

② 可逆车道控制。可逆车道控制又称变向车道控制。其目的在于改变高速公路主线不同方向上的通行能力以适应高峰时某一方向的交通需求。

a. 实施条件。实施条件包括交通需求在方向上具有明显的差异性,交通需求主流与次流在方向上必须经常定期或不定期地相互转换,上述两个不平衡在未来若干年内会继续存在,无其他更有效的平衡交通需求的方法。

b. 基本运行方式。基本运行方式有以下两种方式:

可逆性单向通行方式:又称潮汐式单向通行,它是将一条道路上所有车道在一段时间内只准朝一个方向通行,在另一段时间内只准朝相反的方向通行。

可变向车道运行方式:在不同时间内将道路的部分车道供不同方向的车流通行。