

公路机电系统维护技术指南

上海市公路管理处 主编

人民交通出版社

China Communications Press

Technical Guidelines for Surveillance and Control,
Communication, Toll Collection, Electric Power Supply
and Lighting System Maintenance for Highway

公路机电系统维护技术指南

上海市公路管理处 主编

人民交通出版社

2006·北京

关于公布《公路机电系统维护技术指南》的函

交公便字[2005]330号

各有关单位:

为进一步提高公路养护技术水平,及时指导公路机电系统维护工作,保持公路机电系统良好的运营状态,我司组织编写了《公路机电系统维护技术指南》,予以公布。

《公路机电系统维护技术指南》仅作为参考性的技术资料,为相关工程技术人员提供技术参考。各地参考使用时,要本着对质量负责的原则,结合当地实际情况,灵活掌握,并注意积累资料、总结经验,以供修订时参考。

本指南由上海市公路管理处编制并负责解释。如有疑问,请与上海市公路管理处联系(地址:上海市武宁路915弄1号,邮政编码:200063,电话:021-62169700)。

特此函告。

交通部公路司

二〇〇五年十二月二十八日

前 言

公路机电(监控、通信、收费、照明和供电)系统作为公路现代化管理的一个手段,在公路管理中发挥了重要作用。为了保证机电系统的正常运行,需对机电系统提供统一的维护和管理的规定和方法,为此交通部下达了编制《公路机电系统维护技术指南》的任务。

《公路机电系统维护技术指南》的编制主要依据近年来部分省市公路机电系统的管理、维护工作经验和发展应用情况,以及国内相关行业的技术标准,集中了各地公路管理部门和专家的经验 and 意见,并参考了国外一些产品的有关资料。

《公路机电系统维护技术指南》分为9章37节,并附有5个附录。其内容主要为:维护管理,监控系统、收费系统、通信系统、计算机与网络系统、供配电与照明系统的维护,防雷与接地等。

公路机电系统的维护涉及电子、电器、计算机与通信等多个专业,是一项较为复杂的工作,且发展又很快。各地在应用《指南》时,请注意积累资料、总结经验,并将意见和发现的问题函告上海市公路管理处(地址:上海市武宁路915弄1号,邮编:200063),以便修订时参考。

主 编 单 位:上海市公路管理处

参 编 单 位:河北省交通通信管理局、广东省高速公路有限公司、吉林省高速公路管理局、同济大学、新疆维吾尔自治区交通建设管理局、上海电器科学研究所(集团)有限公司

主要起草人:吴青峰、王一如、黄承明、罗锦兴、严晓颀、左海波、虞 鸿、曹雷明、曲金华、李哲梁

目次

1 总则	1
2 术语	2
3 维护管理	5
3.1 一般规定	5
3.2 管理内容	5
3.3 维护分类	7
4 监控系统的维护	11
4.1 一般规定	11
4.2 监控中心信息显示屏(地图屏、投影显示屏)	12
4.3 外场控制设备(区域控制器、匝道控制器)	14
4.4 车辆检测器	16
4.5 外场信息显示设备(可变信息标志)	18
4.6 气象检测仪	19
4.7 闭路电视	22
4.8 隧道监控设备	26
4.9 特大桥梁监控设备	28
5 收费系统的维护	31
5.1 一般规定	31
5.2 收费车道亭内设备	31
5.3 收费车道亭外设备	35
6 通信系统的维护	38
6.1 一般规定	38
6.2 数字传输系统	38
6.3 传输线路	40
6.4 数字程控交换机	42
6.5 紧急电话系统	44
6.6 IP网络设备	46
6.7 无线通信系统	47
7 计算机与网络系统的维护	50
7.1 一般规定	50

7.2	硬件维护	50
7.3	软件维护	52
7.4	机房设施维护	54
7.5	安全管理	56
8	供配电与照明系统的维护	60
8.1	一般规定	60
8.2	高压配电设备	60
8.3	电力变压器	64
8.4	低压配电设备	66
8.5	供电线路	69
8.6	照明设备	71
8.7	电源	72
9	防雷与接地	80
9.1	一般规定	80
9.2	接地装置的维护	80
9.3	防雷装置的维护	81
附录 A	常用维护设备的配备	82
附录 B	主要设备和部件的使用年限	83
附录 C	常用测试方法	84
附录 D	机电系统维护记录表	87
附录 E	本《指南》用词说明	89
条文说明		91

1 总则

1.0.1 为提高公路机电系统维护和管理的技术水平,保证公路机电设施完好和系统运行处于良好状态,充分发挥其功能,特制定《公路机电系统维护技术指南》(以下简称《指南》)。

1.0.2 本《指南》适用于二级及二级以上公路的监控、通信、收费、供配电和照明等设施的维护和管理,其他等级公路可参照执行。

1.0.3 公路机电系统应遵循下列基本要求:

1 对公路机电系统应进行预防性、经常性和周期性维护。应根据机电系统的实际运行情况制订常规保养和维护计划,做好进度安排,确保维护工作的正常实施。对于使用时间较长、接近或已到使用年限的设施的维护,应根据实际使用状况,及时安排大、中修和改建工程。

2 应加强技术管理,做好相关竣工资料和工程技术档案工作,为公路机电系统的维护提供可靠的技术依据。

3 公路机电系统的维护和管理应依靠科技进步,积极应用新设备、新技术、新材料和新工艺,保障公路机电系统的正常运行。

4 公路机电系统的维护必须贯彻安全生产的方针,制订安全技术措施、加强安全教育和技术培训,安全操作、文明施工,确保维护安全和系统安全。

1.0.4 公路机电系统的维护,除按本《指南》的规定执行外,尚应符合国家和行业现行的有关标准、规范的规定。

2 术语

2.0.1 监控系统 surveillance and control system

通过采集、监视和处理设备,收集公路(高速公路、特大桥、隧道)的交通及气象等情况,进行分析、判断与处理,以诱导和控制交通的系统。

2.0.2 地图屏 map display

在大尺寸屏幕上,按照比例标出公路设施的位置,以及动态显示相关数据的模拟图形的装置。

2.0.3 大屏幕投影显示屏 projection display screen

利用光学系统将输入的公路模拟或数字信号(包括文字和图像)以一定光亮投射到大型屏幕上的电子装置。

2.0.4 环形线圈车辆检测器 loop vehicle detector

以环形线圈为传感器,埋设在车道下面,采集交通量、平均车速、车道占有率、车辆类型等信息的装置。

2.0.5 区域控制器 zone controller

能集中接收区域外场监控设备和监控中心的信息、及时进行上传或下发,可对接收到的信息进行分析 and 处理,实施对该区域外场监控设备控制的设备。

2.0.6 可变信息标志 changeable message sign

根据公路交通、天气等情况及时显示信息,以诱导车辆行驶的装置,包括门架式可变信息标志、悬挂式可变信息标志和可变限速标志等。

2.0.7 匝道控制器 ramp controller

对车辆从匝道驶入高速公路的时间间隔进行控制和调节的设施。

2.0.8 紧急电话 emergency telephone

专用于紧急呼救时使用的电话,通常设置在高速公路、特大桥或隧道两侧,一般有无线紧急电话和有线紧急电话两种。

2.0.9 气象检测仪 meteorologic station

设置气象设施,自动收集周边的温度、湿度、风向、风力、雨、雪、冰、雾等影响行车安全的气象参数的检测设备。

2.0.10 能见度检测器 visibility detector

通过测量红外线在大气层中的散射来评价气象视程的装置。

2.0.11 人工收费(MTC) manual toll collection

完全依靠人工进行收费操作和收费数据统计管理的收费方式。

2.0.12 半自动收费 semi-automatic toll collection

由人工进行收费操作,计算机系统对车道设备进行控制,并对收费数据进行自动统计管理的收费方式。

2.0.13 电子收费(ETC) electronic toll collection

在无人值守的收费车道,应用无线电射频识别及计算机等技术自动完成对通过车辆的识别、收费操作、车道设备控制和收费数据处理的收费方式称为全自动电子收费方式,又称不停车收费方式。从应用方式上又可分为单车道电子收费方式和自由流电子收费方式两种类型。

2.0.14 通信系统 communication system

公路(包括高速公路、特大桥、隧道等)专用的通信网络,一般由传输网络、程控交换机、紧急电话和无线移动通信等组成。

2.0.15 误码率(BER) bit error ratio

用于衡量数字传输质量的一个指标。即在一定的时间内,接收到的错误比特数与发送的总比特数之比。

2.0.16 光时域反射测量仪(OTDR) optical time domain reflectometer

测试光纤长度、接头损耗、断裂点所在位置的仪器。

2.0.17 因特网协议(IP) internet protocol

一种网络层数据通信协议,提供跨越多个网络的数据包传送服务。

2.0.18 假设参考数字段(HRDS) hypothetical reference digital section

两个相邻数字配线架(DDF)之间用来传送一种规定速率的数字信号的全部装置构成一个数字段。假设参考数字段即为具有一定长度和指标规范的数字段,可用作指标分配的参考模型。对于 SDH 数字段,有 420km、280km 和 50km 三种长度。

2.0.19 同步数字系列(SDH) synchronous digital hierarchy

同步光纤网的国际标准形式。它不仅适合于光纤,也适合于微波和卫星传输、复用和交叉连接的通用技术体制。其基本速率为 155.520Mbit/s (STM-1),高次群速率分别为 622.08Mbit/s(STM-4)、2488.32Mbit/s(STM-16)、9953.28Mbit/s(STM-64)。

2.0.20 准同步数字系列(PDH) plesiochronous digital hierarchy

光纤数字传输信道中对比特率偏差约束的一种体系。即在将低速信道复接成高速信道的过程中,各主时钟之间允许有一个偏离标称值的范围。

2.0.21 漏泄同轴电缆(LCC) leaky coaxial cable

沿外导体上纵向周期性地设置具有电波漏泄作用的一定形式的槽孔(一般为八字型),可使电缆内部传输的电磁能的一部分作为电磁波均匀向外辐射的同轴电缆。

2.0.22 外部防雷装置 external lightning protection system

由接闪器(针、网、带、线)、引下线和接地装置组成,主要用以防直击雷的防护装置。

2.0.23 浪涌保护器(SPD) surge protective device

至少包含一个非线性电压限制元件,用于限制暂态过电压和分流浪涌电流的装置。

3 维护管理

3.1 一般规定

3.1.1 公路机电系统的维护应保证监控设施运行正常、收费系统工作可靠、通信系统信息畅通、供电和照明系统状况完好。

3.1.2 在日常维护工作中,应加强对机电系统的检查和测试,及时掌握机电设施的运行情况,发现异常现象应及时报告,尽快修复。

3.1.3 对机电设施较大的故障和缺陷,应根据设备损坏的程度和对系统的影响范围,及时安排大、中修或抢修工程,对损坏严重或已不能正常运行的系统,应根据实际需求进行改建。

3.1.4 应加强通信系统的维护管理,并应重视网络安全和数据库安全,建立完善的公路机电系统维护和管理制度,为公路机电系统的正常运行提供可靠平台。

3.2 管理内容

3.2.1 公路机电系统的管理应包括如下主要内容:

1 维护管理

对机电系统的小修保养、中修、大修、改建工程、专项工程等工作的管理。

2 故障管理

对机电系统的不正常运行状况和环境条件的检测、隔离和调整,在故障状况下的维护管理。故障管理宜采用故障自动诊断系统。

3 性能管理

对机电系统的设备运行性能状况的检测、控制,以及对设备的运行指标的统计、分析,进行性能调整所进行的管理。

4 配置管理

根据机电系统的运行需求,对系统进行升级、扩容的管理。

5 安全管理

1)应加强公路机电系统维护作业的安全管理,应对维护人员进行安全操作和安全用

电的培训和考核；

2)应加强公路机电系统计算机和网络的安全管理,应配备经过专门培训的技术人员进行网络和数据库的管理,应采用符合安全要求的计算机软件、终端和网络架构。

6 综合管理

对人机界面、报表、软件、账目,以及运行状况统计等工作的管理。

7 技术档案的管理

公路机电系统维护管理部门应加强技术档案的管理,保证技术档案完整、准确,并应有专人负责管理。宜采用机电系统计算机辅助管理系统,安排维护计划,建立系统日常运行和维护日志、记录和统计报表。

机电系统的工程验收,必须同时对竣工图纸、技术资料、软件文档等技术档案进行检查,并整理归档。

机电系统的竣工档案宜采用数字化档案。

每年宜对公路机电系统的下列技术档案核对一次:

1)工程竣工图和技术资料

2)系统运行维护资料

所有软件、硬件均应具有相应的技术文档,包括系统运行手册、操作手册和维护手册等。

3)系统运行记录

(1)系统和设备台账,包括备品备件、易损易耗品等台账;

(2)系统和设备运行状态记录,包括测试、日常维护与维修、运行日志记录等。

3.2.2 设备完好率是衡量公路机电系统正常运行和维护工作的一项重要指标,机电系统的设备年完好率应不低于表 3.2.2 的规定。

表 3.2.2 机电系统设备年完好率

系 统	系统主要组成部分	完 好 率 (%)
收费系统	车道设备	95
	收费站、收费中心设备	96
	结算中心设备	99
监控系统	交通数据采集设备	96
	交通诱导设备	96
	闭路电视子系统(外场部分)	98
	外场其他控制设备	98
	监控中心、分中心设备	99
通信系统	通信光、电缆	99
	数字传输设备	99
	数字程控交换机	99
	紧急电话总机、分机	98

表 3.2.2(续)

系 统	系统主要组成部分	完 好 率 (%)
照明系统	路灯(包括高杆灯)	95
	配电和控制设备	98
供配电系统	供电设备	99
	配电设备	99
	供电电缆	99

1 设备完好率由下式计算:

$$\text{设备完好率} = \left(1 - \frac{\text{故障设备台数} \times \text{故障时间(d)}}{\text{设备总台数} \times \text{日历天数}}\right) \times 100\% \quad (3.2.2)$$

1)式(3.2.2)中故障设备指失去全部或部分功能,性能和技术指标达不到原技术要求,或已不能持续稳定工作的在线运行设备。

2)不包括由于公路维修所造成的机电设备停止运行的时间。

2 各级管理部门对公路机电系统中的各系统可按设备分类及其在系统中的作用和对系统运行的影响建立各设备的完好率指标。

3 隧道机电设施的设备完好率应按《公路隧道养护技术规范》(JTG H12)的规定执行。

3.3 维护分类

3.3.1 公路机电系统的维护工作分为小修保养、中修工程、大修工程、改建工程、专项工程等,应包括如下主要内容:

1 小修保养

小修保养分为常规保养、常规检查与测试、软件与数据维护、小修等内容。

1)常规保养的主要工作内容

(1)检查或巡视各系统、设备的工作状态、显示参数以及记录其工作环境参数;

(2)室内、外设备的保洁;

(3)金属构件的除锈、防腐以及连接件的紧固;

(4)人井、手井积水的排除;

(5)蓄电池的定期放电和保养;

(6)设备和系统的日常数据设置;

(7)各系统的数据备份和报表;

(8)计算机和计算机网络系统的安全维护;

(9)机电系统中机械设备、部件的保养;

(10)机房及机房设备和设施的保养;

(11)其他与环境变化密切相关的特殊维护;

(12)定期对敷设在人井、手井、槽道、桥架、机箱、机柜等处的外场和室内线缆进行整理,配齐和更换缺损的吊牌标记,调整线缆的松紧与排列;

(13)常用设施和备品备件的常规保养;

(14)系统其他必要的常规保养。

2)常规检查与测试的主要工作内容

(1)机房环境测试和调整;

(2)计算机系统和计算机网络参数与性能的测试和调整;

(3)数字传输设备和系统的测试和调整;

(4)通信线路的测试和调整;

(5)供电和接地设备的测试和调整;

(6)视频图像质量的评判和调整;

(7)公路交通检测设备的性能测试和校正;

(8)交通诱导显示设备的性能测试和调整;

(9)无线通信设备的测试和调整;

(10)各种计算机外设的测试和调整;

(11)监控系统外场设备、收费系统车道设备的测试和调整;

(12)系统其他必要的检查和测试。

3)软件与数据维护的主要工作内容

(1)系统软件维护:及时安装系统软件补丁程序或进行软件升级;

(2)用户数据维护:对各种数据和其他媒体记录进行维护和备份;

(3)对应用软件在运行中存在的缺陷、与实际运行要求不相适应的情况,以及不合理的部分进行详尽的记录,提出应用软件的修改要求,完善系统。

应用软件的维护主要有应用软件的修改、适应性维护、软件的优化等内容。

4)小修的主要工作内容有

(1)系统或设备的各种易耗品、易耗部件的定期或按需更换;

(2)已损部件的修理或更换;

(3)设备经测试达不到技术要求时的维护或更换;

(4)已损结构件、预埋件以及机柜机箱的修复;

(5)系统其他必要的维修。

小修应以系统正常运行为原则,小修过程不应中断系统的正常运行。对设备和系统的小修可采用定期轮修和发生故障重点检修的方法。

2 中修工程

中修工程主要包括对已损坏系统设备(部件)的更换和修复、应用软件的局部升级、系统局部扩容等工作内容。实施中修工程时,不应影响系统的正常运行和各项业务的正常开展。

1)已损坏的系统设备(部件)的更换

影响系统正常运行的关键系统设备(部件)的更换和修复,可列入故障抢修。

2)已达到使用年限的设备(或部件),结合其性能、实际使用频度或时间进行修复或更换。

3)应用软件局部升级

在监控、收费等系统运行管理中,提出局部的新的(或改变现有)的功能和管理要求时,

需要对应用软件进行升级。列入中修工程的应用软件的升级应不改变现有应用软件的系统结构和原有的应用软件整体功能。

3 大修工程

大修工程主要包括系统设备更换、子系统重建和系统局部扩容等工作内容。

1) 系统设备更换

在不改变原有系统结构和接口技术标准的情况下,更换部分设备、部件和软件(系统软件和应用软件)。

2) 子系统重建

应按相关技术标准和设计要求进行。

3) 系统局部扩容

通过系统局部扩容,增加现有系统的处理能力、通信能力和负荷能力,主要有:

- (1)增加计算机系统的终端、存储设备等外设;
- (2)增加收费系统的车道设备;
- (3)增加监控系统的外场设备;
- (4)局部增加通信线缆、设备;
- (5)在负荷能力之内,增加供电系统的配电回路;
- (6)在负荷能力之内,增加照明系统的灯杆、灯具。

在大修工程中,应对工程涉及的内容进行详细设计,设计应充分考虑现有系统情况,充分利用现有系统的设备、软件和数据。系统设计应完整,与相互系统的关联应良好。

4 改建工程

改建工程的工作内容主要包括:

- 1)机电设备的全面扩容;
- 2)通信系统的改造;
- 3)应用系统软件的全面升级;
- 4)供电与照明系统的改造。

在改建工程中,应对工程涉及的内容进行详细设计,设计应充分考虑现有系统情况,充分利用现有系统的设备、软件和数据。系统设计应完整,与相互系统的关联应良好。

5 专项工程

专项工程是指在自然灾害时,或其他特殊原因需要对机电系统进行修复或整修,使公路机电系统恢复和处于良好的技术状态。

1)为保证机电系统的正常运行,各级管理和运行部门应制定各种情况下具体的系统和设备的故障抢修与排除的预案,并加强对工作人员有关故障抢修知识的培训,加强抢修器材的管理,以使在系统(关键设备)故障能及时得以抢修和排除。

2)机电系统中多个设施同时发生故障时,应根据设施在系统中的作用和对系统运行的影响大小,有序进行故障抢修。

3)必要时,应进行详细设计。设计应充分考虑现有系统情况,充分利用现有系统的设备、软件和数据。系统设计应完整,与相互系统的关联应良好。

3.3.2 应加强机电系统中各种设备小修保养中的常规保养、常规检查与测试工作。其维护的主要项目和周期应符合如下规定：

1 常规保养的主要项目和周期见表 3.3.2-1。

表 3.3.2-1 常规保养的主要项目和周期

序 号	项 目	周 期	备 注
1	设备保洁与数据的备份	日	室内设备,包括收费车道亭内设备
2	收费亭外设备	周	保洁周期
3	监控系统外场设备	季	保洁周期
4	光电缆管道、支架,无线塔架	年	试通维修,人手井清扫、排水为半年
5	外场设备箱体、门架与灯架	年	除锈、油漆
6	低压电器装置(包括不间断电源)	年	可结合维修进行

2 常规检查的主要项目和周期见表 3.3.2-2。

表 3.3.2-2 常规检查的主要项目和周期

序 号	项 目	周 期	备 注
1	设备的参数、功能与工作状态	日	检查或巡视
2	通信设备总机自检	周	工作状态与自检
3	闭路电视设备	周	观察、检查,具体见单项检查
4	通信线路与通信质量	月	试验
5	应用软件功能及收费、监控外场设备	月	检查
6	变压器与低压开关柜装置	月	观察
7	发电机、灯具、电力电容器和防雷装置	月	观察
8	备品、备件	月	检查
9	供配电线路	季	检查

3 常规测试的主要项目和周期见表 3.3.2-3。

表 3.3.2-3 常规测试的主要项目和周期

序 号	项 目	周 期	备 注
1	系统目录和文件的维护	月	整理
2	通信设备工作电压与维护终端	月	测试
3	调制解调器发送电平和接收灵敏度	季	检测
4	无线通讯设备发射功率、接收灵敏度	季	检测
5	备品、备件	季	按规定进行必要的检测
6	传输设备通路特性与误码率	年	检测
7	光缆接头、全程衰耗,电缆绝缘电阻	年	检测
8	光端机发送功率、接收灵敏度、误码率	年	检测
9	车辆检测线圈电感量、绝缘电阻	年	检测
10	接地电阻	年	检测

4 监控系统的维护

4.1 一般规定

4.1.1 监控系统的设备一般包括监控中心设备、外场设备,以及隧道与特大桥梁的专用设备。

4.1.2 应定期对监控系统的地图屏、投影显示屏、监视器、区域控制器、匝道控制器、车辆检测器、可变信息标志、闭路电视、气象检测仪等设备的工作环境、状态和性能进行检查和测试。

1 监控设备应符合如下要求:

- 1)设备外壳均应可靠接地,接地电阻应符合本《指南》第9章9.2.2节有关规定;
- 2)强电端与外壳的绝缘电阻应不小于50M Ω ;
- 3)机房应采用防静电活动地板,地板结构要坚固,接地应可靠;
- 4)设备的电源线和信号线的浪涌保护器安装与性能应可靠;
- 5)光收发器、调制解调器等数据传输设备的传输性能应满足传输的要求;
- 6)外场设备安装应牢固,并具有防尘、防水、防震、防雷、防盗等性能;
- 7)线缆连接应良好,无松脱、老化,接头无锈蚀,接插件可靠;
- 8)设备工作温度:
 - (1)室内设备:5~35℃;
 - (2)外场设备工作温度的上限应在设备所在区域气候类型的气温绝对极值数上再增加5~15℃,下限应满足设备所在区域气候类型的气温绝对极值最严酷的工作情况。
- 9)相对湿度:

外场设备:不小于95%RH;

室内设备:20%~80%RH。

2 监控系统的测试工作应包括下列内容:

- 1)系统功能的测试;
- 2)设备性能的测试;
- 3)计算机软件的维护和测试;
- 4)设备接地设施和接地电阻值的测试;
- 5)电源和信号线路的浪涌保护器性能的测试等。

4.1.3 应定期对监控系统的设施进行除尘、防锈和保洁等工作。室内设备应整洁、无