高速公路隧道机电智慧管控系统

在高速公路运营过程中，公路基础设施是保障人们行车安全的重要手段。尤其是高速公路隧道工程，为实现隧道内的正常通车，需要在隧道内部布置完善的机电系统，包括隧道的供配电系统、照明系统、通风消防系统等。在目前隧道机电系统中，各个系统相互独立，既不利于公路运营人员的养护及管理，也容易导致隧道内的安全隐患。因此，为解决此类问题，应充分结合信息化技术的发展，研究设计一套隧道机电智慧管控系统，将机电系统各个独立部分连接成整体，通过网络对机电系统实施监控，以保证高速公路的安全运营。

1工程概况

某高速公路工程路线全长62.5m，途径多处山区地带，为节省施工成本并保护当地的自然环境，需要采用隧道的方式穿越山体。工程路线中共计隧道工程5处，总长度约为8.7km，在隧道建设中由于本身的空间密闭，视野范围较小，需要安装机电系统实现隧道内的照明与监控。因此为确保工程隧道的安全行车，同时实现机电系统的有效管控，经研究决定对隧道内的机电设施研发一种智慧管控系统，以提升隧道内机电系统的实时管控本文对该工程隧道机电系统智慧管控系统的应用进行分析。

2公路隧道机电智慧管控系统的应用

2.1机电智慧系统分析与设计

2.1.1系统架构分析

本工程隧道内的机电智慧系统通过一体化监管平台可以实现在隧道内全面布局感知系统、资源整合以及信息共享，从而全面提高隧道机电系统的综合管控和风险管控能力，保障人们的出行安全，提升隧道的服务水平。同时，一体化监管平台可在隧道内充分利用高精度地图、三维建模、智慧融合感知等技术，实现隧道内交通状况的可视化，根据隧道的运行数据进行事件预警等，*终有效地将隧道机电系统的各个子系统集成于一个平台之上，完成对隧道机电系统的智慧管控。

2.1.2机电系统设计

在隧道机电智慧管控系统设计中，主要包括系统平台的数据库建立以及系统的功能设计，结合工程隧道的实际情况，主要的隧道机电结构包括供配电系统、照明系统、监控系统、通风系统和消防系统等。在隧道智慧管控平台数据库设计时应整合多元业务数据，以加强外部设施的数据收集能力。完善系统的数据采集交换服务和共享能力数据的能力，将系统的数据分为两大类，分别为机电设备运行状态和道路车辆运行信息，通过对数据的数字化分析绘制隧道的可视图；针对隧道机电系统所需的功能，一体化监管平台应设计相应的综合监控、设备管理、智慧巡检、视频管理、信息发布以及应急事件的处理功能，从而保证机电系统的正常运作，确保隧道的运营安全。

2.2机电系统构成

2.2.1供配电系统

（1）隧道内的基本照明、消防水泵、通风设施、监控设施及其他设施等设施均需要通电才能实现运营，因此隧道内需要具备完善的供配电系统。根据采用的各类机电设施的用电要求，本工程隧道内的供配电系统的用电负荷主要为一级负荷和三级负荷，其中上述的设施采用一级负荷，其他设施均采用三级负荷，根据此情况供电系统可采用双电源供电形式设计，在供配电系统中利用10kV的电缆沿着隧道两侧进行布设，铺设时所有的电缆放入设计的电缆沟中，避免暴露于隧道之内。

（2）电缆沿着隧道两侧布设完成后，工程隧道内部设置有变配电设施，布设的电缆会与变配电相互连接。当电流进入变配电设施之后，通过变配电设施的配置及变压器的作用，会将电流分为一级负荷与三级负荷，通过设置的两路电源分别向机电设施供电，保障机电系统的用电安全及正常运营。此外，本工程供配电系统接地处理采用TN-S形式，供配电系统所有变压器的中性点均直接接地，接地电阻控制在1Ω,每一个变压器中性点之后分别设置零线与保护线，两种线路的设置不得出现相互连接问题，避免引发用电事故。

2.2.2通风系统

由于隧道是穿越山体进行修建，隧道内部其环相对封闭，为保证隧道内空气的正常流通，需要在隧道内部设置通风系统来改善环境。本工程隧道的通风系统设置，主要由3大部分组成，分别为环境监测、风机控制及区域控制网络。其中通风系统的环境监测功能是对隧道内的一氧化碳进行监测，避免隧道中有害物质浓度超标；风机控制是为了保证隧道内空气的流通，本隧道采用射流风机，该类型风机完全满足隧的通风需求；区域控制网络可利用信息化实现对通风系统的管控，有利于机电智慧管控系统的应用。

2.2.3消防系统

（1）消防系统是高速公路隧道机电系统结构中不可缺少的设施，在隧道消防系统设置中，主要功能包括火灾检测、灭火设备、隧道排烟及报警系统等。针对工程长度较大的隧道工程，在隧道内应设置横向的紧急出口，当隧道运营过程中发生火灾问题，隧道内的行驶人员可以及时逃出隧道，其次隧道内的火灾监测装置，设置后保证其有效性，当遭遇火灾问题可以及时反映至管理人员；灭火设备应贯穿整个隧道工程，每间隔一段位置设置一处消防设施并配备消防水管及灭火器；排烟及报警设施要实现对隧道排烟量的监控，如排烟量过大则可以实现自动报警操作。

（2）在隧道的消防系统设置中，为避免火灾过大造成人员伤亡问题，在隧道横向的紧急出口中，应安装防火卷帘门，并将卷帘门设置为手动开启和电动开启2种形式，正常情况下保持卷帘门的开启状态，在突发火灾的紧急情况下，可将卷帘门关闭，避免火势蔓延至紧急出口，同时针对行人的紧急出口，在设置时每一侧均要安装防火门，正常情况下保持防火门的关闭状态，当隧道内的消防系统全部布设完成后，由上级消防主管部门进行验收，保证消防设施的使用性能，以确保隧道的运营安全。

2.2.4照明系统

（1）对高速公路隧道来说，机电系统中必不可少的就是照明系统，其能够保证隧道内的光线满足行车要求，从而保证隧道内的运营安全，因此照明系统也是隧道机电系统的*重要组成部分。本工程隧道内照明系统主要采用UPS电源供电，且供电设施的备用时间保持在30min以上，以保证运营期间不出现断电的问题。在供电系统照明灯设置时，主要采用隧道拱顶单光带的形式，在隧道内部设置双排单光带进行照明，局部较暗的区域可利用加强照明灯。

（2）依据不同的照明灯形式，隧道内的照明系统共分为加强照明灯、应急照明灯和基本照明灯3种，在安装照明系统时这3种照明灯均布置于隧道两侧，应急照明灯与基本照明交错安装，各照明灯的距离控制在10m，应急照明灯的数量以基本照明灯数量保持一致。正常情况下基本照明灯按照要求开启，当照明过程中遭遇紧急情况，则可立即启动应急照明灯，保证隧道内的照明条件，在此过程中运营单位可及时排除故障恢复照明条件

2.2.5监控系统

（1）为保证隧道内的行车安全，或者遭遇紧急情况可以第一时间获得相关信息，在本工程隧道内设置监控系统，以在隧道内部安装摄像机对行驶的车辆进行实时监控，这不仅可以监控隧道内是否存在安全事故，还能记录车辆是否存在违章行为，如超速形式、违规变道等，从而有利于保证隧道内的行车安全。基于此，本次隧道内的监控系统设置时，主要采用定焦高清网络摄像机和车行横洞红外球型高清网络摄像机，安装于隧道的弧线位置。

（2）在摄像机安装过程中，施工单位应根据设计要求确定安装位置和高度，保持预埋螺栓的中心距离与摄像机底座法兰孔的距离一致。安装中为减小垂直立柱的偏差，施工人员用经纬仪测量垂直柱的垂直度，如果偏差较大，则可用垫片调节垂直柱的垂直度安装后需要检测其安装效果，摄像机是否工作正常，是否能与机电智慧管控系统相连接，经检测调试正常后，组织对机电监控系统的验收工作。

2.3机电智慧系统功能研究

2.3.1综合监控

结合上述隧道机电智慧管控系统的功能，在一体化平台上可实现隧道内的综合监控，即对隧道内全路段机电设施的监控功能。在平台的监控软件中，管控人员可以在平台中监管所有的机电设施，并结合GIS技术将隧道机电设施所得到的交通流数据、气象数据、施工信息、事故信息和实时监控视频等，综合地在计算机界面中呈现出来，同时能够通过对应机电设施图标颜色的变化，判断该机电设备的运行状态是否存在故障，以及设备当前工作的状态和内容，以便实现隧道机电设施的综合监控。

2.3.2设备管理

隧道机电系统中采用的设备种类繁多且设备的数量较大，如采取普通的管理方式对设备维修、养护、更换等信息进行记录管理，会大幅增加运营人员的工作量。本工程隧道机电智慧管控系统中具有设备管理功能，通过一体化监管平台，运营人员可以采用直观的图形操作界面，实现对设备的管理工作，这不仅包括设备的运行状态，是否存在故障等问题，还包括设备的维修、保养台账，设备的更换、采购、报废记录以及设备厂商的基本信息等，有利于运营单位节省养护成本，保障机电设备的正常运行。

2.3.3智慧巡检

上述设备管理功能主要采用直观的图形操作界面，使管控人员能够在一体化平台上完成对设备状态及工作性能的监督，而智慧巡检功能则可以完成对隧道机电设施的检查工作，减少隧道养护人员的工作量。该系统是利用虚拟巡逻车的方式代替人工，通过一体化管控平台对虚拟巡逻车的巡检路线及要求进行设置，然后启动巡逻车辆代替人工进入隧道对机电设备进行检查，管控人员可在一体化平台上获得巡检结果，如机电设备存在故障，则巡检车可通过声光报警的方式通知给管控人员，并将巡检结果在一体化平台进行展示，管控人员根据需求将巡检结果导出或打印。

2.3.4视频管理

在隧道机电系统中配置监控设施，为有效地利用监控设施所拍摄的画面，在机电智慧管控系统中具备视频管理功能，该功能可以实现两个功能，分别是实时监控和视频回放。其中实时监控是将机电系统监控设施的画面转播至一体化管控平台，在管控平台中可以对监控画面、监控方式等进行远程控制；视频回放是指将机电监控设施所拍摄记录的画面保存，需要时可以随时从管控平台调取，方便管控人员对隧道内事故发生原因、设备损坏原因等进行调查，确保机电系统的正常运营。

2.3.5信息发布

对隧道机电智慧管控系统而言，该系统可提供统一的服务接口，以方便管控人员利用一体化管控平台发布相关信息，包括隧道的交通诱导信息、查询服务信息、隧道内事故信息等。比如在隧道运营过程中存在火灾安全隐患问题时，此时管控人员可通过智慧管控系统通过车辆检测器、闭路电视系统、环境监测系统等发布预警信息，若已经发生火灾问题，则管控人员还可通过信息发布功能指挥和调度交通，从而避免造成重大损失。

2.3.6事件联动与管理

在上述情境中，如隧道内发生火灾问题，则可以利用机电智慧管控系统的事件联动及管理功能报警理，该功能可以实现对系统各模块的统一管理、分级处理，各个模块根据工程实际情况设置阈值或状态变化。当隧道运营过程中遭遇安全事故且事故危害等级超过设置的阈值，此时机电智慧管控系统可立即启动预案，按照预先设置的要求报进行处理，如超过报警的阈值标准，就能自动触发报警操作，从而保障隧道的运营安全。

3.高速公路供配电监控系统

3.1概述

近年来，我国的高速公路发展非常迅速，已形成遍布全国的高速公路网，它在对国家经济发展作出突出贡献的同时，也对高速公路管理及运营的自动化、智能化提出了严峻的考验。高速公路自动化管理系统一般由通信、收费、监控和供配电4个子系统组成，而通信、收费和监控系统稳定运行的基础是供配电系统的稳定运行。

高速公路供配电监控系统对高速公路沿线的变电站内的高低压配电设备、发电机、变压器、UPS、EPS、外场照明、隧道内的理地式变压器与照明、通风及排水等机电设备进行实时分布式监控和集中管理,实现无人值守,确保高速公路安全畅通,提高自动化管理水平,降低机电设备的运行维护成本。

高速公路供配电监控系统包括隧道变电所、服务区变电所、收费站变电所、沿线箱式变电站、互通枢纽、路灯电源、风机控制箱等区域的电力综合监控。

图1高速公路监控对象

3.2.项目需求

高速公路供配电系统传统维护的缺点有以下几点：

1、巡检工作量大：由于变电所分布在几十至几百公里的高速公路上，需要沿高速路逐一巡查；

2、设备发生故障后上报不及时、维修效率低；

3、维护、维修状态无法实时监控，维护、维修进度无法及时督查跟踪；

4、缺乏信息化手段进行设备管理维护，导致隐患无法及时发现；

5、由于缺乏统一的监管平台，机电设施运行状况无法及时、全面、准确掌握。

6、无法实现综合查询分析，提供辅助决策支持；

7、无法即时排查电气隐患、隐蔽工程隐患检查难；

针对高速公路传统维护的缺点，为了保障高速公路供配电系统的稳定运行并减少维护人员的工作量，设计了一套高速公路供配电监控系统，该系统的主要功能如下：

1、对配电房内的变压器、开关柜电气参数进行监控；

2、对配电房内的UPS、EPS电气参数进行监视，当监测到UPS和EPS的电池电压过低时，及时进行维护，避免停电后无法操作断路器；

3、对配电房内的发电机进行监控，并对发电机油箱的油位进行实时监控，避免油位过低影响发电机正常运行，以及柴油被盗后能及时发现并报警；

4、对配电房内馈线回路的漏电电流、线缆温度进行监测和异常报警；

5、对隧道的照明回路进行远程控制，对隧道的引道照明回路和加强照明回路进行手动和自动控制；

6、隧道内消防疏散通道、出口有明显的指示灯具，并可以通过不同应急预案进行紧急控制；

8、根据隧道配电房内可燃气体浓度及烟雾启停排风风机；

9、监测隧道配电房内部环境温湿度，烟雾、甲烷等可燃气体监测、报警及联动控制；

10、监控软件采用B/S架构，全面接入以上监测数据，通过浏览器、手机APP或短信等方式提供数据监测和异常报警，并可通过系统发布维保、巡检及抢修派工任务。

3.3.参照标准

本方案遵循的国家标准有：

GB/T14285-2006《继电保护和安全自动装置技术规程》

GBT14598.300-2008《微机变压器保护装置通用技术要求》

GB/T2887-2011《计算机场地通用规范》

GB50052-2009《供配电系统设计规范》

GB/T20965-2013《控制网络HBES技术规范住宅和楼宇控制系统》

GB50116-2013《火灾自动报警系统设计规范》

GB14287-2014《电气火灾监控系统》

GB25506-2010《消防控制室通用技术要求》

GB50116-2013《火灾自动报警系统设计规范》

GB28184-2011《消防设备电源监控系统》

GB29364-2012《防火门监控器》

GB51309-2018《消防应急照明和疏散指示系统技术标准》

JB/T10736-2007 《低压电动机保护器》

GB/T15576-2008 《低压成套无功功率补偿装置》

3.4.方案设计

根据高速公路供配电监控系统要求，方案配置综合监控系统和子系统解决方案。

变电所电力监控子系统

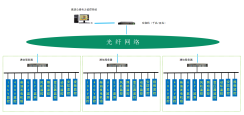
电气火灾监控子系统

消防设备电源监控子系统

消防应急照明和疏散子系统

高速公路供配电运维管理云平台

方案建立基于云平台的“监、控、维”一体化的综合监控系统，从数据采集、通信网络、系统架构、联动控制和综合数据服务等方面的设计，解决了高速公路监控系统中存在内部干扰性强、使用单位多及协调复杂的根本问题，大大提高了系统运行的可靠性和可管理性，提升了高速公路基础设施、环境和设备的使用和恢复效率。



高速公路供配电监控监控

3.5电力监控子系统

电力监控系统主要针对隧道变电所、箱式变电站、收费站和服务区变电所，对变电所高压回路配置微机保护装置及多功能仪表、UPS、EPS和发电机进行保护和监控，主要是服务对象为高速公路供配电系统的维护人员，对实时性要求较高。

原文地址：http://www.china-nengyuan.com/news/204849.html