

doi:10.11835/j.issn.1674-4764.2016.S2.025

综合管廊弱电系统设计简析

彭百川

(重庆市市政设计研究院, 重庆 400020)

摘要:为了规范和引导综合管廊弱电系统设计,通过工程实例介绍了综合管廊弱电系统各个子系统的设计要点如通信系统、控制系统、环境和设备监测系统、视频监控系统、入侵检测系统、电子巡查管理系统、火灾检测和报警系统、可燃气体探测和报警系统、防火门监控系统、语音通信系统,可作为类似工程设计参考。

关键词:综合管廊;弱电;火灾自动报警;可燃气体探测

中图分类号:TU994 **文献标志码:**A **文章编号:**1674-4764(2016)S2-0131-06

Preliminary analysis on weak electricity system design of utility tunnel

Peng Baichuan

(Chongqing Municipal Design and Research Institute, Chongqing 400020, P. R. China)

Abstract: In order to standardize and guide the design of the weak electricity system of the utility tunnel, we introduced the design points of each subsystem of the weak electricity system of the utility tunnel, such as: communication system; Control system; Environment and equipment monitoring system; Video monitoring system; intrusion detection system; Electronic patrol management system; Fire detection and alarm system; Combustible gas detection and alarm system; Fire door control system; Voice communication system. As a reference for similar engineering design.

Key words: utility tunnel; weak electricity; automatic fire alarm system; combustible gas detection

近年来,随着中国城市化进程的加快,城市基础设施建设也快速发展。由于传统直埋管线占用地下空间较多,管线的敷设往往不能和道路的建设同步,造成道路频繁反复开挖,一些直埋管线也频繁出现安全事故。目前住房和城乡建设部也大力推广综合管廊的建设以扩大基建,消耗过剩产能。因此,目前中国一些主要的大中城市,均开始大力新建城市地下综合管廊工程。

综合管廊工程建设在中国处于起步阶段,前期的设计没有具体标准,随意性较强,尤其是弱电系统,参差不齐,工程建设质量堪忧。为统一设计建造标准,住房和城乡建设部于 2015 年 6 月 1 日颁布实施了新的国家标准《城市综合管廊工程技术规范》

(GB 50838—2015)。现结合工程设计案例,简要分析综合管廊工程弱电系统设计要点。

1 项目概况

本工程为新建城市地下综合管廊,沿新建城市道路地下敷设,全长为 2.0 km,管廊均设有水仓、综合舱和天然气舱。平面防火分区不大于 200 m,吊装口为 400 m 左右。建成后与其他规划的综合管廊连成一片,组成四通八达的地下综合管廊网络。

2 工程设计内容

由于设计综合管廊为大片区中的一条线路,因此,区域综合管廊监控中心不包含在本工程子项内,

本工程仅需完成综合管廊监控系统的外场设备配套设施的实施,预留接入区域综合管廊监控中心的接口,其工程内容包括:通信系统,通风、水泵、照明控制系统,环境和设备监测系统,视频监控系统,入侵检测系统,电子巡查管理系统,火灾检测和报警系统,可燃气体探测和报警系统,防火门监控系统,语音通信系统^[2]。见图 1。

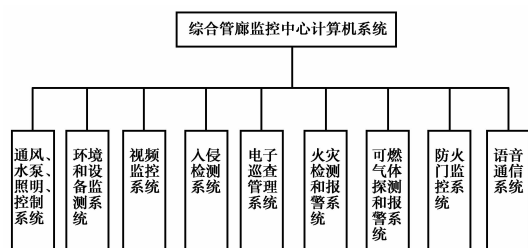


图 1 综合管廊弱电系统组成图

2.1 通信系统

2.1.1 系统功能 实现综合管廊内部各系统设备与监控中心计算机系统之间的通信传输和信息交换。是为各子系统服务的系统。

2.1.2 系统架构 综合管廊通信系统采用环网通信架构(见图 2)。在每个综合井的设备层内设置 1 台监控机箱,内设 1 台 2 光 16 电工业级交换机,接入本防火分区内环境和设备监测系统、视频监控、入侵检测系统、语音通信系统等。在监控中心设置中心节点交换机,管廊内的交换机和中心节点交换机组成千兆数据自愈环,自愈环内数据采用 TCP/IP 通信协议。

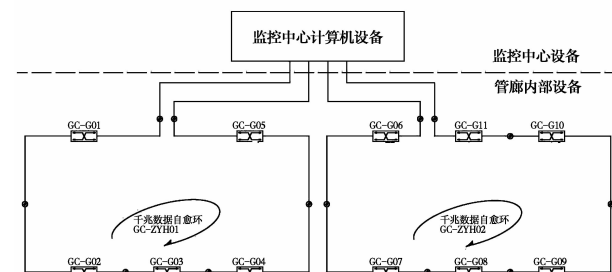


图 2 通信系统架构图

综合管廊内光纤测温主机、火灾报警控制器、可燃气体报警控制器以及防火门监控分机采用独立点对点通信方式与监控中心通信。

综合管廊内挂墙式电话机采用点对点通信方式与监控中心通信,无线 AP 连接至每个防火区间内的工业级交换机。

2.1.3 通信光缆设计 本工程中通信光缆共分为

2 类,即主干通信光缆和消防通信光缆。

在综合管廊沿线敷设 1 根 24 芯主干通信光缆以及 1 根 48 芯消防通信光缆,光缆敷设于防火线槽内。通信光缆接入综合管廊的光交接箱,通信系统与外部通信工程的界面在光交接箱的光纤出线端。

2.2 通风、水泵、照明控制系统

2.2.1 系统功能 风机监测控制功能:对综合管廊内部风机的运行状态进行监测,控制风机启/停,切换就地/远程控制。

照明监测控制功能:对综合管廊内部照明设备进行监测,控制照明开/关,切换就地/远程控制。

积水监测控制功能:接收浮球开关的水位信号,对综合管廊内部水泵设备进行监测,控制水泵启停。

液压井盖监测控制功能:对综合管廊内部液压井盖进行监测、故障反馈、报警反馈。接收上位指令对液压井盖进行开/关远程控制。

电力监控功能:本工程中,电力监控的位置为:变压器室总低压配电柜,UPS 电池柜通讯模块,变压器温控和报警信号,防火区间低压配电箱(包括消防负荷柜非消防负荷柜)。

2.2.2 系统架构 在每个综合井的监控机箱内设置 1 台 PLC 设备,各防火分区内的风机、照明控制箱、水泵、浮球开关、液压井盖、接入本分区的 PLC 设备,由 PLC 设备控制。

2.3 环境监测系统

2.3.1 系统功能 综合管廊内环境监测包含气体监测和温湿度监测,其中气体监测包含有害气体监测、氧气含量监测。

有害气体含量监测功能:环境和设备监测系统需要对综合管廊内部的有害气体含量进行检测,避免对管廊内部工作人员造成伤害。需要检测的有害气体为 H_2S ,当 H_2S 浓度过高(达到 10 ppm)时,视为有害气体含量过高,系统报警。

氧气含量监测功能:环境和设备监测系统需要对综合管廊内部的氧气含量进行监测,当 O_2 含量低于 19%时,视为氧气含量过低,系统报警。

温湿度监测功能:环境和设备监测系统需要对综合管廊内的温湿度进行监测。

数据传输功能:系统能够将实时检测到的有害气体含量数据、氧气含量数据、温湿度数据传输至监控中心,并进行存储记录。

报警功能:当系统检测到有害气体含量超标或者氧气含量过低时,能够在综合管廊本区段内部进

行声光报警,以警告在管廊内的工作人员;同时在监控中心进行声光报警,软件界面弹窗报警,要求能够定位报警分区,以提醒监控中心工作人员采取相关措施。

2.3.2 系统架构 每个防火分区布设气体检测仪和温湿度检测仪,设备均通信汇集至机械/自然通风口的监控机箱。气体、温湿度检测数据以及报警信息通过点对点通信传输至本分区的 PLC 设备中,接入模拟量输入模块,经通信链路上传至监控中心,由监控中心环境和设备监测工作站进行处理。

气体检测仪自带声光报警设备,发送报警信号至声光报警器,当有害、易燃气体含量超标、或者氧气含量过低时,在综合管廊本区段内部进行声光报警。

2.3.3 系统设计 在各舱室每个防火分区的中间各布设 1 个气体检测仪(O_2)。在各出入口、综合井隔层和下层布设对有毒气体进行检测的气体检测设备(H_2S)。

气体检测仪均要求采用电化学型检测器。

温湿度检测仪的布设位置同气体检测仪(O_2)。

2.4 视频监控系統

2.4.1 系统功能 实时视频监控功能:监控中心对管廊内部的重要节点和设备进行实时监控,可在监视器上实时显示,使工作人员清楚了解整个综合管廊的基本情况,并及时获得意外状况的信息。要求视频监控摄像机采用红外监控技术,能够在无光照条件下清楚显示现场画面,清晰反映人员进出状况和设备运行情况。

视频图像显示功能:综合管廊内每台视频监控摄像机的监控画面能够在监控中心的监视器上实时显示,并可人工操作轮询切换查看,要求监控画面清晰、完整。

视频数据传输功能:系统能将综合管廊内视频监控摄像机的视频流实时传输回监控中心,传输延迟不大于 300 ms。视频流分为两类,实时查看视频流和存储视频流,码流大小为 4 MB,要求视频监控摄像机能同时输出该 2 路码流。

录像存储于回看功能:系统能将前端视频监控摄像机传输回监控中心的高清录像进行存储,采用集中存储设备(在监控中心工程中实施),以 H. 264 编码方式进行存储,存储时间 1 个月。操作人员能够随时翻阅过往的录像并回放查看。

2.4.2 系统架构 视频监控系統主要设备为视频

监控摄像机和半球型摄像机,本工程中均采用高清网络摄像机。视频监控摄像机输出的视频流数据均采用以太网通信协议,接入就近监控机箱内的工业级交换机。

2.4.3 系统设计 视频监控摄像机布设在综合管廊内,覆盖管廊内所有重要节点,包括:人员出入口、综合井、通风口、管线分支等。各台摄像机的镜头根据现场实际情况进行选取。在保证视频监控摄像机至监控机箱的传输距离不大于 80 m 的网线传输限制条件下,尽可能增大对管廊内部的覆盖范围。视频监控摄像机利用工业级交换机的 POE 功能供电。

2.5 入侵检测系統

2.5.1 系统功能 入侵检测识别功能:设备能根据外界红外能量的变化,判断探测范围内是否有人体在移动,进而作出人员入侵判断。要求设备能在人体连续步行不到 3 m 的情况下作出入侵判断,并且在目标停止移动后 10 s 内恢复到正常警戒状态,同时需要具备良好的抗小动物干扰能力。

报警功能:当系统检测到人员入侵时,能引起电平变化并产生报警信号,在综合管廊内和监控中心分别进行声光报警,软件界面弹窗报警,要求能够定位报警设备以及报警点,以提醒监控中心工作人员采取相关措施。

数据传输功能:系统能够将入侵报警信号,设备状态等数据传输到监控中心,并进行存储记录。

2.5.2 系统架构 本系统采用被动幕帘式红外入侵探测器,在综合管廊内各个出入口设置控制模块、红外入侵探测器和入侵声光报警器,以点对点通信方式连接到本防火分区监控机箱中,经串口/以太网信号转换,连接至工业级交换机,再经通信线路连接至监控中心的报警主机。

当人员入侵情况时,人体在红外入侵探测器扇形探测范围内移动,引起设备接收到的红外辐射电平变化,产生报警状态。

2.5.3 系统设计 在每个综合井的爬梯处各布设 1 个红外入侵探测器,入侵声光报警器与红外入侵探测器布设于同一位置。

2.6 电子巡查管理系统

2.6.1 系统功能 巡查感应功能:电子巡查感应器能够读取识别巡检感应棒的信息。

数据传输功能:系统能够将巡检信息传输到监控中心,并进行存储记录。

2.6.2 系统架构 本系统在综合管廊内部设置电

子巡查感应器,工作人员持巡检感应棒,电子感应器读取巡检感应棒的信息,将信息通过通信系统发送至监控中心计算机系统。

2.6.3 系统设计 在每个监控机箱处设置 1 个电子巡查感应器,工作人员需要持巡检感应棒在电子巡查感应器处进行信息读取。

2.7 火灾检测和报警系统(感温部分)

2.7.1 系统功能^[1] 火灾检测功能:火灾检测系统能够及时、准确地检测出综合管廊内部火灾发生的地点。

系统实时将火灾检测设备的温度检测信息、设备运行状态参数等数据传输至监控中心。

2.7.2 系统架构 火灾检测和报警系统(感温部分)主要由光纤测温主机、测温光缆、光缆终端盒、光缆接续盒等组成。光纤测温主机为两通道设备,最多可以接入两条测温光缆,测温光缆规格为 62.5/125 μm 双芯多模光缆,每台测温主机对接的测温光缆总长度最长不超过 10 km,单通道最大长度不低于 5 km。

光纤测温主机通过点对点通信方式,经通信链路与监控中心火灾报警控制主机连接,将实时测温数据、设备运行状态数据、火灾报警信号发送至监控中心计算机系统。同时,光纤测温主机需要现场连接各台火灾报警控制器,火灾报警信号现场反馈给火灾报警控制器。

当发生温度异常或火灾时,测温光缆能够精确定位火灾发生的位置,反馈给光纤测温主机,测温主机将实时温度、火灾发生位置、火灾报警信号输出至监控中心,系统再将数据和控制信号发送至火灾报警设备,由火灾报警系统完成相应的消防联动。

2.7.3 系统设计 由综合管廊监控中心的火灾检测和报警工作站实时监测本工程管廊内情况。

综合管廊内部采用分布式光纤测温技术,对综合管廊内部环境和电力电缆桥架温度进行在线监测。在综合管廊内各舱室顶部敷设测温光缆,以及在电力管线上方敷设测温光缆,监测 10 kV 电力管线温度,其中部分测温光缆采用绕回敷设方式。

当发生温度异常或火灾时,测温光缆能够精确定位火灾发生的位置,反馈给光纤测温主机,测温主机再将数据发送至火灾报警设备,由火灾报警设备完成相应的消防联动。

2.8 火灾检测和报警系统(感烟和报警部分)

2.8.1 系统功能^[1] 自动火灾报警功能:火灾报警

系统能够接收联动触发信号,在综合管廊内部进行声光报警,以警示管廊内部的工作人员,火灾声光报警器的报警声压级不应小于 60 dB。系统同时能够在监控中心进行声光报警,软件界面弹窗报警,信息化监控管理平台自动(或手动)将主监视器切换到发生火灾的位置,警告监控中心工作人员采取相关措施。

手动火灾报警功能:当综合管廊内部工作人员按下火灾报警按钮后,能够立刻在监控中心进行声光报警,要求能够定位火灾发生点,警示监控中心工作人员采取相关措施。

数据传输功能:监控中心火灾报警控制主机能够对综合管廊内火灾报警控制器传输火灾报警控制信号。综合管廊内手动报警按钮的报警信号能够传输至监控中心。

消防设备联动控制功能:要求系统具有自动控制 and 手动控制两种状态。在自动控制状态下,当检测到火灾发生,应及时联动消防控制器,启动消防预案。在手动控制状态下,能够经工作人员对火灾进行确认后,启动消防预案,联动相关消防设备;同时工作人员能够通过操作按钮启停相关报警设备和消防设备。

2.8.2 系统架构 火灾报警系统主要由设置在监控中心的火灾报警控制主机,以及设置在综合管廊内的火灾报警控制器、手动火灾报警按钮、火灾声光报警器等设备组成。

本工程在综合管廊内共设置 2 台火灾报警控制器。当监控区域发生火灾时,光纤测温设备将报警信号发送至火灾报警控制器,或者手动火灾报警按钮将报警信号发送至火灾报警控制器,火灾报警控制器中反馈报警信息,提醒监控中心值班管理人员对火灾信息进行确认。

火灾报警系统可以通过自动模式或手动模式联动控制相关设备启停,并接收各种联动设备的反馈信号,监视运行状态。工作人员使用火灾检测和报警工作站进行火灾预警、火警以及消防指挥调度工作。综合管廊内部的火灾报警控制器接入现场所有的火灾报警设备,传输火灾报警信号,并对设备进行联动控制。火灾报警控制器同时需要接入所有防烟防火阀,当发生火灾情况时联动该设备。

火灾报警控制器采用挂壁式安装,通过一根无极性信号二总线连接手动火灾报警按钮和火灾声光报警器。火灾报警控制器配置一对光纤收发器,光

纤收发器发送端与分机连接,接收端与监控中心火灾报警控制主机连接。整体组成星型网络,通过光纤传输实现前端设备与监控中心的通信。

防火门监控器隶属于防火门监控系统,安装于防火门上,通过总线接入防火门监控分机,防火门监控分机在每条综合管廊内部署 1 台。防火门监控分机接收防火门监控器反馈的防火门状态数据,同时可控制防火门开/关,防火门监控器同时可接收火灾报警分机的控制信号,火灾报警分机可控制防火门开/关。

本工程中,火灾检测和报警系统同时需要预留与监控中心组态软件接入的软件接口。

2.8.3 系统设计 在综合管廊内每隔 50 m 布设 1 个手动火灾报警按钮。每隔 50 m 布设 1 个火灾声光报警器,火灾声光报警器的报警声压级不应小于 60 dB。各通风口处的防烟防火阀采用总线制方式连接至火灾报警控制器。对每处防火门安装防火门监控器,对防火的状态进行监控,同时控制防火门开/关。

2.9 可燃气体报警控制器

2.9.1 系统功能 可燃气体含量实时监测功能系统对燃气舱内的 CH_4 气体含量进行实时监测,将监测数据实时传输至监控中心^[4]。

气体含量异常报警功能:当系统探测到可燃气体含量异常(浓度大于其爆炸下限浓度值(体积分数)的 20%)时,系统在综合管廊内以及监控中心即时报警,同时联动风机和防火门等设备采用对应处理措施。

2.9.2 系统架构 在综合管廊内布设气体探测器(CH_4),气体探测器采用总线制连接方式接入可燃气体报警控制器,可燃气体报警控制器采用点对点通信方式与监控中心通信连接。

2.9.3 布点设计 根据《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计规范》(GB 50493—2009)中的要求,在综合管廊内每隔 15 m 布设 1 个气体探测器(CH_4),每台可燃气体报警控制器接入 50~60 个气体探测器(CH_4),共部署 3 台可燃气体报警控制器。

可燃气体报警控制器设置在燃气舱综合井的隔层内,挂壁式安装。

2.10 语音通信系统

2.10.1 系统功能 语音接收功能:当有市话拨打模拟分机、WiFi 分机时,可实现语音来电接收功能。

语音呼出功能:当模拟分机、WiFi 分机拨打电

话时,可实现语音呼出功能。可接入市话通信网络。

2.10.2 系统架构 语音通信系统分为有线通信和无线通信两部分。无线通信则需要借助网络交换机和 AP,完成数据接收和交换。

2.10.3 系统设计 用户终端侧:在综合管廊内每隔 100 m 部署 1 台模拟电话机,每个综合井 2 侧各设置 1 个无线 AP。无线 AP 接入就近的工业级交换机,模拟电话机通过通信电缆接入区域综合管廊监控中心,通信电缆沿综合管廊敷设于防火线槽内。

核心通讯机房:在监控中心部署网络核心交换机、语音通信服务器、无线控制器以及网管系统,以上设备在其他项目中实施。

3 设备安装

综合管廊内空间狭窄,设备众多,电气信息专业设备尤其多,需要与各专业反复协调配置,才能得到一个较优的安装方案,本工程弱电设施安装布置如图 3 所示。

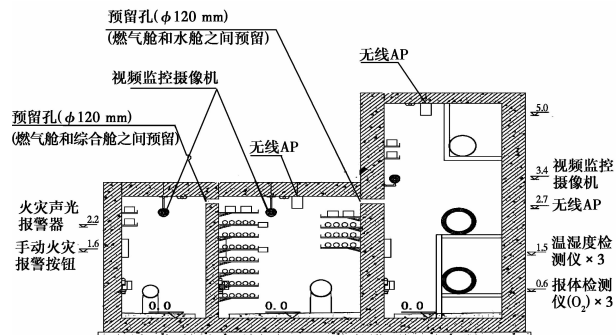


图 3 综合管廊标准断面弱电设施安装布置示意图

4 结论

1)以工程实例详细介绍了综合管廊的弱电系统的各个设计子系统如:通信系统;通风、水泵、照明控制系统;环境和设备监测系统;视频监控系统;入侵检测系统;电子巡查管理系统;火灾检测和报警系统;可燃气体探测和报警系统;防火门监控系统;语音通信系统的设计要点,可作为类似工程设计参考。

2)综合管廊内部设备安装环境恶劣,一般均处于地下空间,这对弱电系统中的火灾自动报警提出了很高的要求。本次设计考虑独立的感温火灾报警系统和感烟、报警、联动火灾报警系统两套系统。

3)综合管廊内燃气舱室为易燃易爆气体,设计考虑设备均应采用防爆型,并按《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计规范》(GB 50493—2009)

中的要求设置了可燃气体报警控制器。

4)完善的弱电系统为综合管廊的监测、控制、运营、安全、消防提供了强有力的保证,是综合管廊设计中不可或缺的重要组成部分。

参考文献:

- [1] 中华人民共和国住房和城乡建设部, 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局. 火灾自动报警系统设计规范: GB 50116—2013 [S]. 北京: 中国计划出版社, 2015.
- [2] 中华人民共和国住房和城乡建设部, 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局. 城市综合管廊工程技术

规范: GB 50838—2015 [S]. 北京: 中国计划出版社, 2015.

- [3] 国家能源局. 电力电缆隧道设计规程: DL/T 5484—2013 [S]. 北京: 中国计划出版社, 2013.
- [4] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计规范: GB 50493—2009 [S]. 北京: 中国计划出版社, 2009.
- [5] 王恒栋, 薛伟辰. 综合管廊工程理论与实践[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2013.

(编辑 罗敏)