

浅析盾构法地下综合管廊电气设计

随着地下综合管廊成为城市基础设施建设的重要一环，完善的电气系统可以为地下综合管廊的可靠运行提供保障。阐述盾构施工工法地下综合管廊的相关电气系统设计。

张高洁/北京城建设计发展集团股份有限公司

0 引言

综合管廊是21世纪新型城市市政基础设施建设现代化的重要标志之一，它避免了由于埋设或维修管线而导致道路重复开挖的麻烦。由于管线不接触土壤和地下水，因此避免了土壤对管线的腐蚀，延长了管线的使用寿命，它还城市发展预留了宝贵的地下空间。

综合管廊主体结构根据施工工法不同，分为明挖法施工、矿山法施工及盾构法施工。沈阳市地下综合管廊上方主要为公园绿地、运河河道及城市道路，从保护城市环境，减少对城市道路和市政管线影响等因素考虑，沈阳市地下综合管廊（南运河段）工程最终确定采用盾构法施工形式。沈阳市地下综合管廊主体结构由于是第一个盾构法施工的综合管廊，在设计、实施过程中都遇到了全新的挑战。

综合管廊电气工程是管廊工程中最主要的附属工程，为管廊内照明系统、监控与报警系统、消防系统、通风系统及给排水系统提供电力保障。

笔者总结盾构法施工的综合管廊工程设计经验，探索解决电气工程在10/0.4 kV变配电系统、低压配电系统、照明系统和接地安全等方面的问题。为完善综合管廊电气工程设计给出建议，具有一定

的工程指导意义。

1 案例分析

1.1 工程概况

沈阳市地下综合管廊（南运河段）工程西起南京南街，东至善邻路。管廊沿砂阳路、文艺路、东滨河路、小河沿路和长安路敷设，途经南湖公园、鲁迅儿童公园、青年公园、万柳塘公园和万泉公园，干线管廊全长约12.8 km，共设置29个节点井。本项目综合管廊在老城区，采用盾构施工工法，在两个结构内直径 $D=5.4$ m的圆内，设置电力舱、热力舱、水信舱和天然气舱。管廊总平面图如图1所示。管廊剖面图如图2所示。节点井示意图如图3所示。

1.2 10/0.4 kV变配电系统

本工程供电电压采用10/0.4 kV，沈阳市市内10 kV电源供电半径要求为2.5~3 km之内。由于综合管廊横跨3个行政区域（分别为和平区、沈河区和大东区），因此本工程设置3处主变电所，分别负责各区域管廊的供电电源。各区域又分别设置多座分变电所，保证0.4 kV供电距离在600 m左右。本工程总计13座变电所。动力设备电压降控制在 $\pm 5\%$ ，照明设备电压降控制在 $+5\%$ 、 -10% 。

本工程所有变电所均采用与节点井合建于地下的形式，并且均采用无人值班形式。所有采集的信号均上传至与综合管廊同期建设的综合管廊管理中心。变电所布置图如图4所示。变电所平面图及剖面图如图5所示。



张高洁/工程师

关键词/Keywords

10/0.4 kV变配电系统·
低压配电系统·
照明系统·
接地·



图1 管廊总平面图

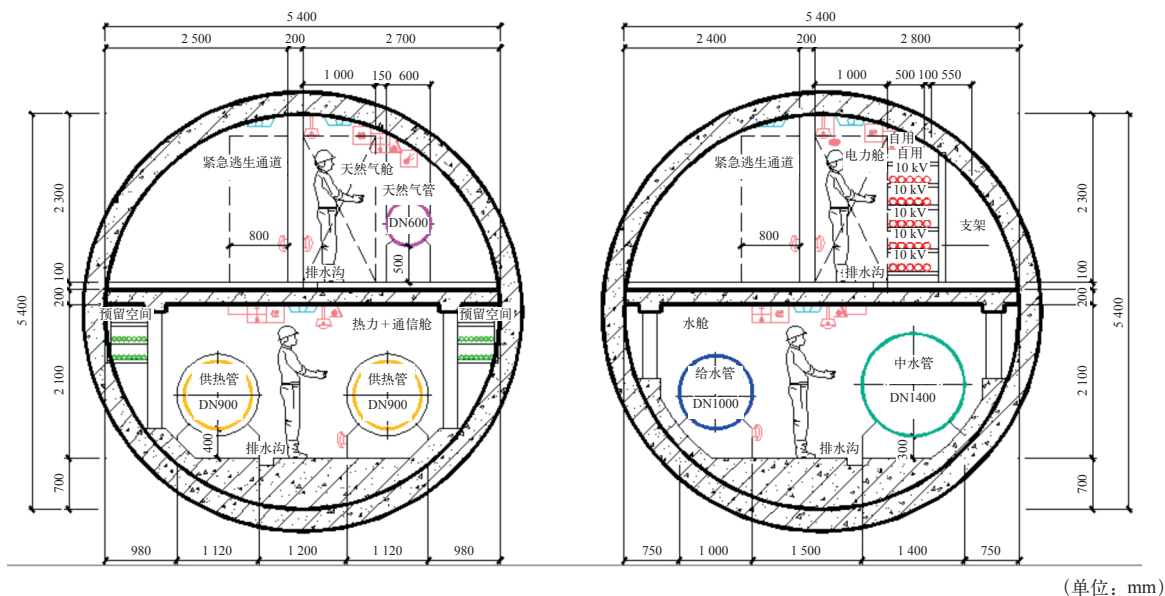


图2 管廊剖面图

以往管廊工程多以箱式变电站或地面变电所形式,在本工程中变电所均采用了与节点井合建于地下的形式,这样即节省了地上城市空间,也避免了扰动对供电设施的影响。

1.3 低压配电系统

综合管廊内的低压配电系统采用交流220/380 V

系统,系统接地型式应为TN-S制,并使三相负荷平衡。以节点井之间的区间段作为配电单元,在节点井内设置两面配电总柜,配电单元内照明、动力用电均引自这两面配电柜。每个节点井的配电柜电源引自管廊内变电所的不同母线段。对于单台容量较大的负荷或重要负荷采用放射式配

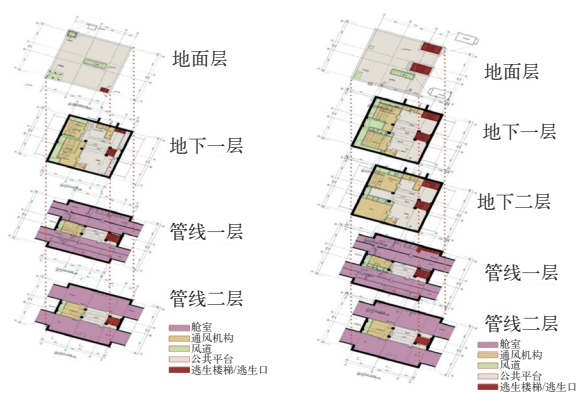


图3 节点井示意图

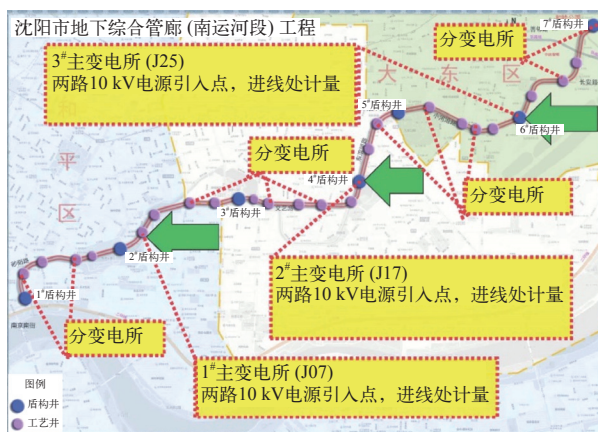


图4 变电所布置图

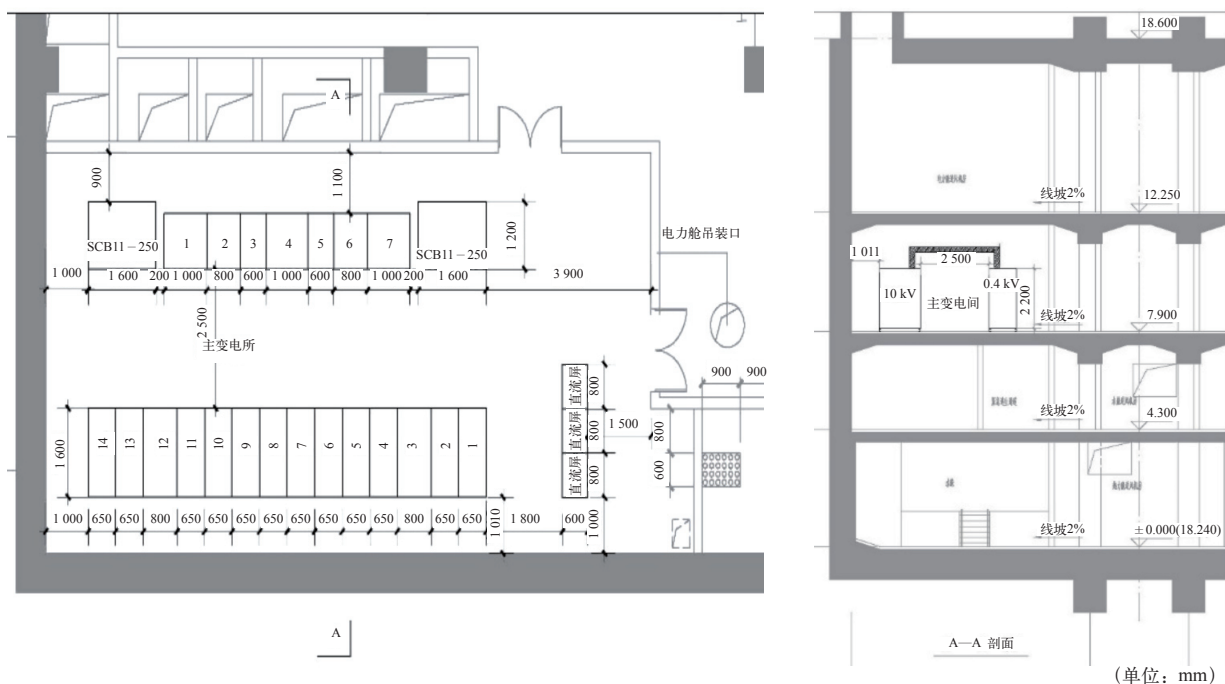


图5 变电所平面图及剖面图

电；对一般设备采用放射式与树干式相结合的混合方式配电。消防设备用电、变电所用电和监控与报警系统用电采用双电源供电，并于供电末端进行自动切换。水泵采用单电源供电。非消防电源的切除通过各级断路器的分励脱扣器实现。管廊内设置交流220/380 V带剩余电流动作保护装置的检修插座箱，检修插座箱沿线间距不大于60 m。

盾构法施工的管廊由于两个节点井间距过长, 最长可达600 m, 因此在节点井处增加一级配电。这样设置有效避免了由于距离过远, 造成单相接地故障时保护开关不动作的问题。并且配

电柜在节点井处便于检修人员对配电设备的集中管理。

1.4 照明系统

管廊内的照明优先采用节能型光源，一般场所为荧光灯，采用电子镇流器。照度标准按照管廊规范中的规定，综合管廊人行道照明为15 lx，最低照度不小于5 lx。各设备用房选用36 W单管荧光灯，管廊内水信舱、热力舱、天然气舱、电力舱及逃生通道选用18 W防潮单管荧光灯。灯具防护等级不宜低于IP54。天然气舱灯具开关等电气设备均为防爆型。水信舱及热力舱灯具每隔6 m设置

一盏，天然气舱、电力舱及逃生通道灯具每隔8 m设置一盏。

照明控制：变电所、设备房间照明采用就地控制，管廊内各舱、逃生通道及节点井公共区采用智能照明控制。管廊控制模式分为应急、检修、巡检和无人等不同模式，同时可由管廊管理中心远程控制。在管廊防火分区进出口处设置智能照明控制按钮。

本工程的照明控制采用了就地控制与智能照明控制相结合的形式，智能照明控制系统可以设置多种场景模式，可以分区域，定时控制，便于检修人员入廊时的各种照度需求。

1.5 接地及电气安全系统

综合管廊低压接地系统采用TN-S系统。管廊内的变压器中性点接地、电气设备的保护接地、监控系统接地和防雷接地等共用统一接地装置。接地电阻不大于 $1\ \Omega$ 。

在节点井变电所内或配电总柜处设置总等电位连接箱MEB，在设备机房、各舱设置局部等电位连接箱LEB。LEB与MEB通过 40×5 热镀锌扁钢可靠连接，各MEB、LEB与主筋有两处可

靠焊接。

(1) 节点井处接地做法

本工程利用结构柱内两根 $\phi 16$ 主钢筋焊接连通作为自然接地体，并在结构底板下敷设人工接地网。

人工接地网由水平接地体、垂直接地体、接地引出线及止水板等部分组成。

人工接地网与建筑结构底板平行布置，敷设深度为建筑结构底板垫层下约0.6 m。若底板标高有变化，人工接地网与底板间的垫层仍保持约0.6 m的相对关系。若钢筋混凝土结构底板下有素混凝土及碎石垫层，则应在垫层下0.6 m。

接地引出线及水平接地体采用 50×5 紫铜排，垂直接地体采用 $\phi 50$ 紫铜管，长度为2.5 m。止水板采用 $300\times 350\times 5$ 铜板。

接地引上线在底板钢筋网孔中心穿过，引上线铜排引出结构底板地面至MEB处。

接地引上线穿越结构底板时，在结构底板中间位置加装止水板，止水板与引出线之间满焊，止水板周围（尤其是止水板下部）填满防水混凝土。人工接地网示意图如图6所示。

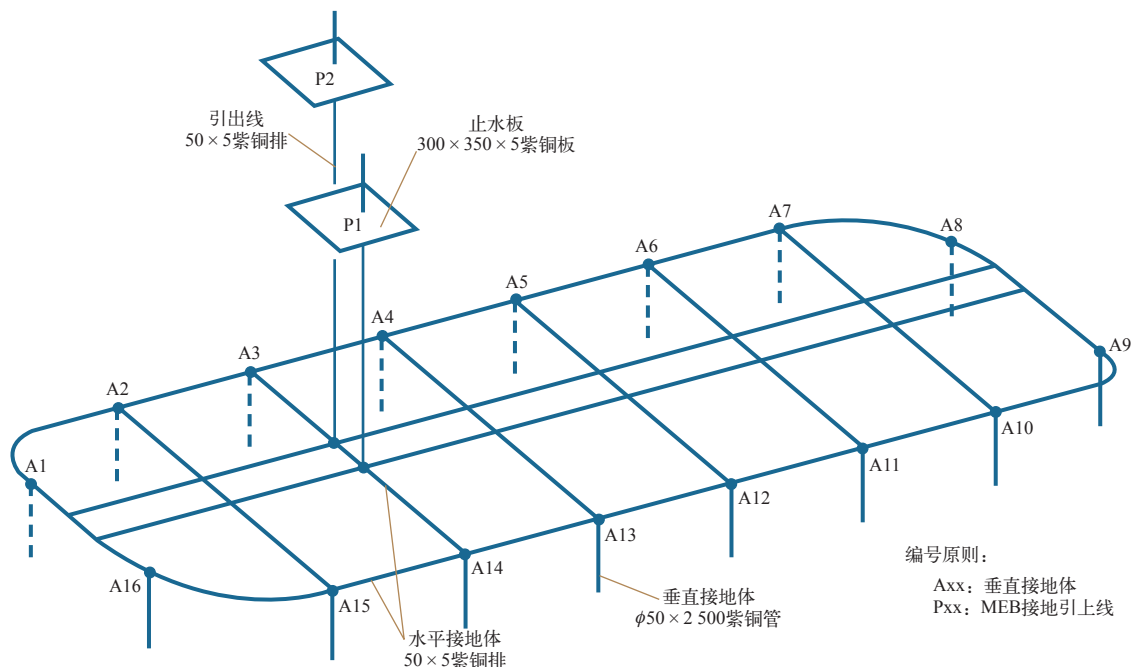


图6 人工接地网示意图

(2) 管廊处接地做法

在电力舱、天然气舱、热力舱和水信舱全线采用 40×5 热镀锌扁钢作为接地网。

综合管廊内金属构件、电缆支架、电缆金属套和金属管道等所有正常不带电金属导体和电气设备金属外壳均与此 40×5 热镀锌扁钢可靠接地。

管廊内可靠的接地系统可以保证人员和各电气设备的安全,减少各种经济损失。由于采用盾构法施工,管廊主体是由管片组成,造成不能在管片上预埋接地线钢板。因此,在管廊内各个舱室通长设置热镀锌扁钢做为接地用。由于节点井处均做防水层,为了保证接地电阻值符合要求,在各节点井处设置了人工接地装置。

2 结束语

完善的地下综合管廊工程可以为城市的发展提供可靠的平台。在未来的地下综合管廊建设中,与节点井合建于地下形式的变电所既节省了地上城市空间,也避免了扰动对供电设施的影响。为了保证人身安全及设备安全,在盾构法实施的管廊中,在各舱室敷设热镀锌扁钢作为接地线是很有必要的,同时在各节点井下敷设人工接地网可以有效保证接地电阻满足要求。当两个节点井距离很长时,合理地设置一级总配电箱可以保证供电的可靠性,管理的便利性。

(收稿日期:2018-03-12) **EA**

(上接第26页)

以太网作为主系统,主干网采用星形形式,将照明控制系统完全融入了网络系统,并进行了无缝整合。

5) 先进性。先进的照明管理服务器,将流媒体和图像场景作为灯光表演和设计的组成部分。控制器可对每个灯具的每一组LED芯片单独控制,每组单色芯片可256级(0%~100%)平滑调光。能实现所有LED灯具的同步运行,同步延时小于25 ms,画面刷新率达75帧;能够以最佳的方式控制LED灯具,应对任何灯光控制的需要。

6) 扩展性。此系统单机可独立控制25万套三通道灯具,也可以经网络相互联机。在该项目中共使用两台分两部分进行控制,可独立使用,也可联机操作。可扩展的网络功能包含多用户使用,联机备份,通道扩展和无线遥控。所有精彩的效果都能通过VSM软件编辑,并模拟播放反映出来。该系统允许用户采用直接的方式使

用,同时也可以适合高级用户以更为灵活的方式来进行操作。

4 结束语

泛光照明是一种既节能又能很好地体现建筑物立体感和塑造形象的重要手段。由于需要不同的灯光效果,控制系统对灯光的色调、色彩、色温、亮度、投射范围和序列程序的编辑等多方面的内容都是千变万化的,控制系统模块化的合理运用,是灯光效果必不可少的保障。

参考文献

- [1] GBJ 133—1990 民用建筑照明设计标准[S].
- [2] 张华. 城市照明设计与施工[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2012.
- [3] 张译方. LED灯在室外景观照明中的应用[J]. 技术与市场, 2015(10): 84.

(收稿日期:2018-02-17) **EA**