

智慧管廊 建设导则

中国建筑业协会智能建筑分会 组编

中国建筑工业出版社

智慧管廊建设导则

中国建筑业协会智能建筑分会 组编

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

智慧管廊建设导则/中国建筑业协会智能建筑分会组编. —北京: 中国建筑工业出版社, 2018. 2
ISBN 978-7-112-21799-1

I. ①智… II. ①中… III. ①市政工程-地下管道-管道施工 IV. ①TU990.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 018481 号

本书内容共 6 章, 包括综合管廊现状与发展; 智慧管廊内涵和支撑技术; 智慧管廊基础系统; 智慧管廊运营服务平台与监控中心; 智慧管廊前景与挑战; 智慧管廊典型案例。

本书适合从事智能管廊建设的人员参考使用。

责任编辑: 张 磊

责任设计: 王国羽

责任校对: 李美娜

智慧管廊建设导则

中国建筑业协会智能建筑分会 组编

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京海淀三里河路 9 号)

各地新华书店、建筑书店经销

北京科地亚盟排版公司制版

北京建筑工业印刷厂印刷

*

开本: 787×960 毫米 1/16 印张: 7 字数: 134 千字

2018 年 3 月第一版 2018 年 3 月第一次印刷

定价: 26.00 元

ISBN 978-7-112-21799-1

(31639)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

本书编委会

主编单位：

中国建筑业协会智能建筑分会
浙江浙大中控信息技术有限公司

参编单位：

上海延华智能科技（集团）股份有限公司
太极计算机股份有限公司
北京城建设计发展集团股份有限公司
天津市市政工程设计研究院
北京泰豪智能工程有限公司
盛云科技有限公司
天天高科（大连）发展有限公司
北京中科软件有限公司
讯飞智元信息科技有限公司
中冶赛迪电气技术有限公司
同方股份有限公司
中建三局智能技术有限公司
锐捷网络股份有限公司
广州晟能电子科技有限公司

编写人：

杨永耀、王东伟、安卫华、杨 坤、潘 锋、李翠萍、王玉辛、刘元辉、廖宇婷、王 炳、曲春萍、姚 伟、吕世朋、赵艳玲、马 贵、王惠永、武亦农、殷 越、刘广波、莫亚东、王 璟、王会鹏、周 杰、杨 成、姜雪明、彭燕华、佟庆彬、陈 应、黄远新、田富海、张大为、陈宪章

审核专家：

赵哲身、季善标、束 昱、张 野、耿望阳、马 健、余美义、王水强

前 言

时代发展日新月异，随着智慧城市的不断推进和延伸，智慧管廊建设在中国也迎来了日趋繁荣的春天。从 1833 年法国巴黎兴建世界上第一条综合管廊开始，发达国家管廊建设已走过了一个多世纪的历程；中国的综合管廊建设、管廊信息化建设虽然起步较晚，但是发展势头迅猛，近年来每年新开工建设的管廊长度达 1000km，一个市场规模巨大的新兴行业正欣然而至！

作为城市供给的生命线，综合管廊要为 8 大类 20 余种工程管线提供安全的运行环境。综合管廊是建立功能完善、运转高效的市政公用体系和改善城市人居环境的重要载体。近年来政府高度重视地下综合管廊建设，已将其纳入国家顶层设计，并出台大量政策规范和指导意见，在众多重大管廊建设项目上给予大力支持。

综合管廊建设有着巨大的发展机遇的同时也面临众多挑战。如何把握机遇、促进发展，推进综合管廊的智慧化建设运营是所有从业者需要深入思考和积极探索的课题。为了更好地服务于行业，中国建筑业协会智能建筑分会（简称智能建筑分会）义不容辞勇担职责，会同浙江浙大中控信息技术有限公司、上海延华智能科技（集团）股份有限公司、太极计算机股份有限公司、北京城建设计发展集团股份有限公司、天津市市政工程设计研究院等单位组成的《智慧管廊建设导则》编制团队正式成立。导则编制团队先后召开多次会议，经历多轮思想碰撞和热烈讨论，大家凝聚智慧、统一思想，确定了导则编写的意义、定位、内容、分工和编制实施计划等核心内容及编制大纲，为导则编写工作顺利开展奠定了良好的基础。

《智慧管廊建设导则》立足行业高度，在内容上充分参考已有相关国家标准规范，全方位涵盖综合管廊智慧建设、运维与运营。根据编制大纲和导向要求导则章节初稿由各编制组长分头组织实施：第一章“综合管廊现状与发展”介绍综合管廊的基本知识和现存问题与展望，组长安卫华；第二章“智慧管廊内涵和支撑技术”围绕管廊智慧化论述智慧管廊的核心理念、系统组成和智慧实现的主要支撑技术，组长王东伟；第三章“智慧管廊基础系统”聚焦综合管廊智慧底层的感知与监控，解剖环境与设备监控、安全防范、异态报警，通信网络等的系统功能和全局联动，组长杨坤；第四章“智慧管廊运营管理平台与监控中心”讨论智慧管廊的顶层运营管理平台的硬软件构成、监控中心、IT 设施部署和管廊运行感知智慧、协同智慧、管理智慧及决策智慧等内容，组长潘锋；第五章“智慧管

廊发展前景与挑战”展望管廊行业技术演进和所面临挑战，并就人工智能、大数据和机器人等新技术深化应用和行业协同发展提出建议和措施，组长王东伟；第六章“智慧管廊典型案例”以智慧管廊不同侧重面的工程应用案例及应用效果分享结束全文，组长王玉辛。导则试图从智慧管廊建设现状、关键技术、存在问题、未来发展等方面综合分析，力求对我国管廊建设和运营者提供科学指导，对管廊建设技术发展、产品开发、运营管理发挥推进作用，为政府主管部门对行业发展方向、新技术应用和政策性导向提供前瞻性、建设性建议。

面对尚无前人涉足的处女地，编写团队开展了大量调查研究、资料采集、专家访谈和项目现场考察，经过高效紧张工作编写完成《智慧管廊建设导则》。导则内容经广泛征求同行意见和专家评审，反复修改、几经完善、打磨形成定稿。现在呈现在您面前的导则，是编写团队十月怀胎辛勤付出的智慧结晶。《智慧管廊建设导则》的发布将有力促进信息化在城市综合管廊运营中的优势发挥，全面提升管廊管理水平和服务能力，为综合管廊行业更加健康、规范、快速发展保驾护航，意义深远。

智慧管廊行业涉及的内容广泛，正处于飞速发展之中，新的技术和理念不断涌现，由衷希望广大读者不吝指正，积极建言献策，共同参与《智慧管廊建设导则》的持续完善，为智慧管廊产业的健康发展贡献心智力量。最后，特别感谢参与导则编写和审查工作的各位专家和行业精英们在百忙之中抽出宝贵的时间，贡献智慧，倾力付出。正是你们强烈的责任感、使命感以及强大的行动力，使导则得以如期出版。

希望《智慧管廊建设导则》能够成为中国智慧管廊技术和产业发展的最好见证，也期待我们共同努力、一起开拓，来迎接智慧管廊更繁荣美好的明天！

浙江浙大中控信息技术有限公司 杨永耀

2018年1月18日

目 录

第一章 综合管廊现状与发展	1
1.1 综合管廊概述	1
1.1.1 综合管廊定义	1
1.1.2 综合管廊分类	1
1.1.3 综合管廊收纳的城市工程管线	4
1.1.4 综合管廊构成	5
1.2 综合管廊国内外发展现状	6
1.2.1 综合管廊国外发展历史与现状	6
1.2.2 综合管廊国内发展历史与现状	8
1.3 综合管廊建设模式	10
1.4 综合管廊建设问题与展望	11
1.4.1 综合管廊建设存在问题	11
1.4.2 综合管廊建设展望	13
第二章 智慧管廊内涵和支撑技术	15
2.1 智慧管廊概述	15
2.1.1 智慧管廊与智慧城市	15
2.1.2 智慧管廊内涵与特点	15
2.1.3 智慧管廊建设目标	16
2.1.4 智慧管廊的分级管理	17
2.2 智慧管廊构成	18
2.2.1 总体架构	18
2.2.2 设施层	19
2.2.3 通信层	19
2.2.4 支撑层	19
2.2.5 应用层	19
2.3 智慧管廊支撑技术	20
2.3.1 大数据技术	20
2.3.2 云计算技术	20

2.3.3	物联网技术	21
2.3.4	移动通信技术	21
2.3.5	BIM 技术	21
2.3.6	GIS 技术	23
2.3.7	人工智能技术	23
2.3.8	VR、AR、MR 技术	23
2.3.9	卫星定位导航技术	24
2.3.10	遥感技术	24
2.3.11	光纤传感技术	25
第三章	智慧管廊基础系统	26
3.1	智慧管廊系统概述	26
3.2	环境与设备监控系统	27
3.2.1	综合管廊环境特点	27
3.2.2	系统概述	27
3.2.3	系统功能实现	28
3.2.4	系统联动	30
3.3	安全防范系统	30
3.3.1	综合管廊安全风险	30
3.3.2	系统概述	30
3.3.3	入侵报警系统	30
3.3.4	视频安防监控系统	31
3.3.5	出入口控制系	31
3.3.6	电子巡查系统与人员定位系统	31
3.3.7	系统联动功能	32
3.4	火灾自动报警系统	33
3.4.1	综合管廊火灾风险	33
3.4.2	系统概述	33
3.4.3	系统设置及功能	34
3.4.4	防火门监控系统	34
3.4.5	自动灭火系统	35
3.4.6	消防电源监控系统	35
3.4.7	电气火灾监控系统	35
3.4.8	系统联动	35
3.5	可燃气体报警系统	36

3.5.1 系统概述	36
3.5.2 系统联动	36
3.6 语音通信系统	37
3.6.1 固定语音通信系统	37
3.6.2 无线语音通信系统	37
3.7 结构安全监测系统	38
3.8 机器人巡检系统	39
3.9 智慧管廊网络系统	41
3.9.1 系统组网	41
3.9.2 数据中心网络	42
3.9.3 接入环网	44
3.9.4 无线覆盖	46
3.9.5 IT 运维管理	47
第四章 智慧管廊运营服务平台与监控中心	50
4.1 运营服务平台概述	50
4.2 运营服务平台核心组成	51
4.2.1 平台架构	51
4.2.2 综合监控平台	53
4.2.3 基础软件平台	54
4.2.4 BIM+GIS 平台	54
4.2.5 企业级支撑平台	56
4.3 运营服务业务功能模块	57
4.3.1 WEB 监控	58
4.3.2 应急管理	58
4.3.3 运维管理	58
4.3.4 运营管理	59
4.3.5 设备/资产管理	59
4.3.6 知识库管理	59
4.3.7 隐患管理	59
4.3.8 管廊空间管理	60
4.3.9 平台系统管理	60
4.3.10 信息共享和移动应用	60
4.4 运营服务平台信息安全	60
4.4.1 平台机房设备安全	61

4.4.2	管廊网络安全	61
4.4.3	主机及操作系统安全	61
4.4.4	系统及数据存储安全	61
4.5	智慧管廊监控中心	61
4.5.1	监控中心概述	61
4.5.2	监控中心机房建设	63
4.5.3	中心基础软硬件建设	63
4.5.4	大屏与会商系统	64
第五章	智慧管廊前景与挑战	65
5.1	智慧管廊总体发展战略	65
5.2	智慧管廊技术应用发展	65
5.2.1	人工智能应用	65
5.2.2	机器人应用	66
5.2.3	大数据应用	66
5.2.4	生态环保与城市发展共建	67
5.3	面临的挑战和应对措施	67
5.3.1	抓住行业发展机遇	67
5.3.2	直面行业发展挑战	67
5.3.3	协同应对，共同发展	68
第六章	智慧管廊典型案例	70
6.1	珠海横琴智慧管廊监控与报警系统	70
6.1.1	项目简介	70
6.1.2	建设内容	70
6.1.3	项目特色和亮点	70
6.1.4	项目实施特点	71
6.2	郑东新区 CBD 副中心智慧管廊设计与安装工程	72
6.2.1	项目概况	72
6.2.2	管廊智慧化设计方案	72
6.2.3	管廊智慧化实施方案	75
6.2.4	项目特色和亮点	77
6.2.5	实施应用效果	78
6.3	杭州湘湖电力智慧管廊设计案例	79
6.3.1	项目背景	79

6.3.2	智慧管廊方案整体架构	80
6.3.3	智慧管廊特点和亮点	81
6.3.4	智慧管廊实施情况及应用效果	81
6.4	景德镇市地下综合管廊智慧监控系统	83
6.4.1	项目简介	83
6.4.2	智慧管廊方案架构	84
6.4.3	智慧项目特色亮点	85
6.4.4	项目实施情况	86
6.5	长沙市地下智慧管廊设计方案	87
6.5.1	项目概况	87
6.5.2	智慧化监控系统平台架构	87
6.5.3	新技术应用	88
6.5.4	实施效果	90
6.6	西安市地下智慧管廊案例	91
6.6.1	项目简介	91
6.6.2	网络方案	92
6.6.3	项目特色	92
6.6.4	应用效果	93
附录	术语	94
参考文献		98

第一章 综合管廊现状与发展

综合管廊作为城市工程管线的综合体，是适应管线集约化发展，保障城市能源、市政管线正常运行的重要市政基础设施。作为国家重点支持的民生工程，是我国解决管线事故频发、管理落后等城市问题，逐步消除“马路拉链”、“空中蜘蛛网”等的重要举措。作为城市的“生命线”，有利于创新提升城市基础设施水平、保障城市安全、美化城市景观、促进地下空间综合开发利用、完善城市功能。对于城市建设模式转型、城市生态建设、提高城市综合承载力、搭建人性化的服务平台以及提升国际化管理水平等方面都会起到重要作用，是新型城市基础设施建设的发展方向。

因此，了解综合管廊建设的作用与意义、现状与未来的发展方向，掌握综合管廊及收纳城市工程管线的构成与特点，是有的放矢做好智慧管廊工程的基本前提，与智慧管廊的系统建设及运营密不可分。

1.1 综合管廊概述

1.1.1 综合管廊定义

综合管廊（utility tunnel）是指建于城市地下用于容纳两类及以上城市工程管线的构筑物及附属设施^[1]。综合管廊在日本等国家也被称为共同沟。

综合管廊由管廊本体、附属设施以及敷设在其中的城市工程管线共同构成，通常在城市及园区等区域的道路或绿化带下建造^[2]。综合管廊能实现管线“统一规划、统一设计、统一投资、统一建设、统一管理、统一维护”，是保障城市运行的重要市政公用设施。

1.1.2 综合管廊分类

1) 根据其所收容管线的等级和重要性，综合管廊可分为干线综合管廊、支线综合管廊、缆线管廊三类^[1]，如图 1-1^[3]所示。

干线综合管廊：用于容纳城市主干工程管线，采用独立分舱方式建设，负责向支线综合管廊提供配送服务，主要容纳的管线为高压电力电缆、主干信息电缆或光缆、给水主干管道、热力主干管道等，根据需要有时也将排水管线、燃气管线容纳在内，一般敷设在机动车道、道路绿化带下。其特点为结构断面尺寸大，系统稳定性要求高，输送容量大，具有高度的整体安全性，并设置工作通道以及照明、通风、排水、监控、消防等维护及监测设施。

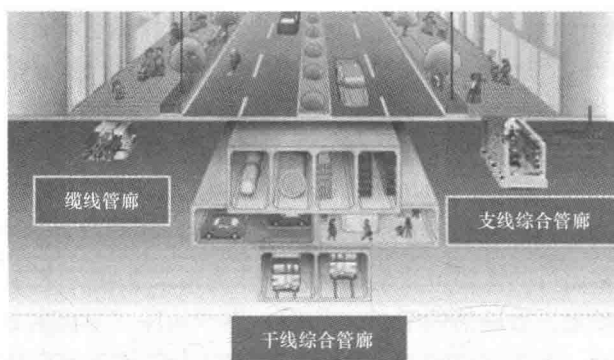


图 1-1 综合管廊分类

支线综合管廊：用于容纳城市配给工程管线，一般采用单舱或双舱方式建设。支线综合管廊是将各种供给从干线综合管廊分配输送至各直接用户的联系通道，可容纳直接服务于沿线地区的各种管线，一般敷设在绿化带、非机动车道、人行道下，其特点为有效断面较小，系统稳定性和安全性较高，并设置工作通道以及照明、通风、排水、监控、消防等维护及监测设施。

缆线管廊：主要用于容纳输送至终端用户的电力、通信、有线电视、道路照明等电缆。一般采用浅埋沟道方式建设，设有可开启盖板或检修手孔，一般敷设在人行道下。其特点为空间断面小，埋深浅，其内部空间不要求人员能正常通行，通常不设置照明、通风、监控、消防等设备，维护管理较简单。

2) 根据断面形式不同，综合管廊分为矩形综合管廊、半圆形综合管廊、圆形综合管廊、拱形综合管廊，如图 1-2~图 1-5 所示。

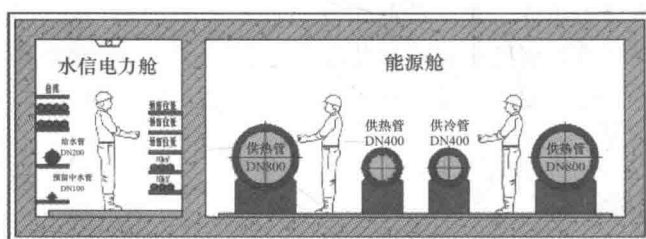


图 1-2 矩形综合管廊

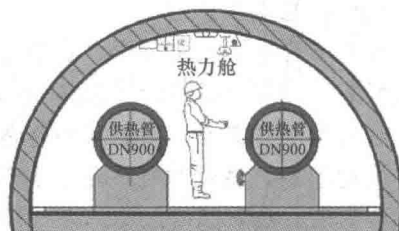


图 1-3 半圆形综合管廊

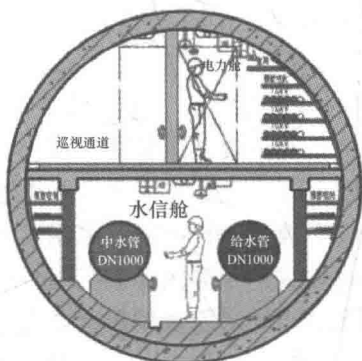


图 1-4 圆形综合管廊

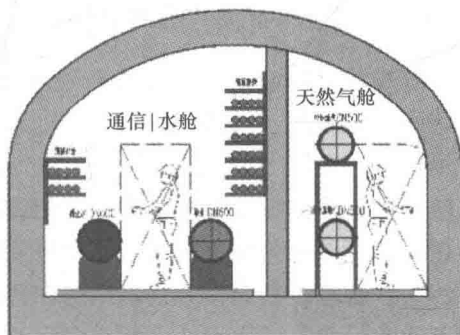


图 1-5 拱形综合管廊

3) 根据舱室数量, 综合管廊可分为单舱综合管廊、双舱综合管廊、多舱综合管廊, 参考图 1-6~图 1-8。

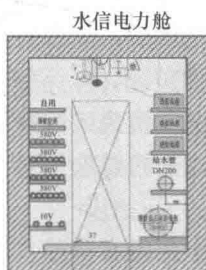


图 1-6 单舱综合管廊

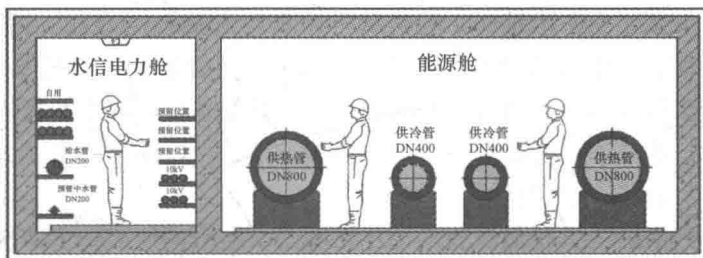


图 1-7 双舱综合管廊

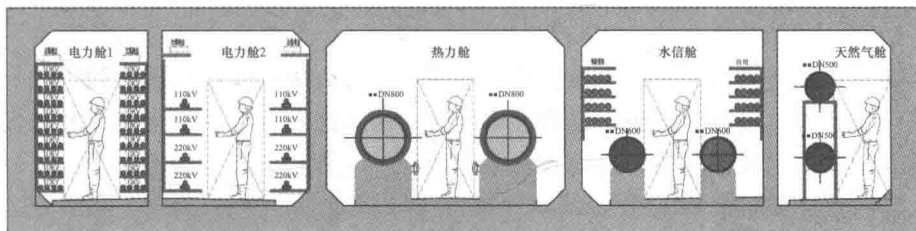


图 1-8 多舱综合管廊

4) 根据结构形式不同, 综合管廊可分为现浇混凝土综合管廊、预制拼装综合管廊, 施工方法分为明挖法和暗挖法 (浅埋暗挖、盾构、顶管)。

5) 根据地下空间综合利用形式的不同, 综合管廊可分为独立设置、与城市地下联系隧道或桥梁共建、与地铁共建、与地下人防工程共建、与地下空间开发共建等多种形式。

1.1.3 综合管廊收纳的城市工程管线

综合管廊收纳的城市工程管线是城市范围内为满足生活、生产需要的给水、雨水、污水、再生水、天然气、热力、电力、通信等市政公用管线，不包含工业工艺性管线。

城市工程管线的敷设方式分为地下敷设和架空敷设两种，一般采用地下敷设方式，包括直埋、保护管、管沟及综合管廊四种方式。相关国家规范^[4]要求城市工程管线应进行综合规划，近远期结合，并结合城市的发展合理布置，充分利用地上地下空间，并与城市用地、城市交通、城市景观、综合防灾和城市地下空间利用等规划相协调，与综合管廊的建设是高度统一的。

1) 给水管线

给水管线目前敷设方式一般为直埋，将给水管线纳入综合管廊，有利于给水管线的检修维护和安全运行，减少供水流失浪费。

2) 雨、污水管线

雨水和污水管线一般情况下为重力流管线，管线按一定坡度埋设，埋深一般较深。采用分流制排水的工程，雨水管线管径较大，基本就近排入水体，因此，雨水管线一般不纳入综合管廊。污水管线在经济技术合理的情况下可进入综合管廊，要求综合管廊需按一定坡度进行敷设，以满足污水重力流输送的要求^[5]。

3) 天然气管线

天然气管线目前通常为直埋敷设。在国内外综合管廊建设中，都有天然气管线纳入综合管廊的工程实例，如北京中关村综合管廊、六盘水地下综合管廊等。天然气管线入廊，需采取科学的措施解决安全运营问题，对管廊的运行管理和日常维护提出了更高要求。

4) 热力管线

热力管线是我国北方寒冷地区重要的城市市政公用管线，目前敷设方式一般为直埋或管沟。热力管线纳入综合管廊内时，需考虑热力管道固定支座和活动支座的受力要求以及伸缩节的空间布置要求。

5) 电力电缆

随着城市经济水平的提升和对城市景观要求越来越高，目前国内许多大中城市都在开展电力电缆架空入地工作，并建有不同规模的电力廊道和电缆沟。110~500kV 高压电缆纳入综合管廊均有大量应用实例，电力电缆从技术和维护角度纳入综合管廊已没有障碍，需解决好通风降温、防火防灾等问题^[5]。

6) 通信线缆

通信线缆目前敷设方式主要为架空或穿管埋地。由于架空敷设方式影响城市景观、安全性能较差，正逐步被埋地敷设方式所替代。近年来城市主干通信线路

基本上实现光纤化，直接纳入综合管廊占用空间小，可与电力电缆同舱敷设。有线电视线缆一般与通信线缆综合规划实施。

1.1.4 综合管廊构成

城市综合管廊构成包含管廊本体（平面、空间、断面、节点）、管线、附属设施、结构、监控中心等要素，工程建设需要以体现综合管廊构成要素的工程规划为依据，并与城市地下空间规划、道路规划、工程管线专项规划及管线综合规划等相衔接，遵循统一规划、设计、施工和维护的原则。

1) 平面

综合管廊平面中心线一般与道路、铁路、轨道交通、公路中心线平行，穿越时一般垂直穿越。

2) 横断面

综合管廊横断面是综合管廊规划设计的核心，直接关系到可容纳的管线数量、工程造价和运行成本。管廊横断面尺寸根据管廊中收纳管线的种类、规格和数量确定，满足管道安装、检修净距要求，同时预留各种市政公用管线发展和扩容的余地。根据现行《城市综合管廊工程技术规范》GB 50838 的要求，天然气管道必须敷设在独立舱室内；热力管道与电力电缆不能同舱敷设，蒸汽介质的热力管道必须敷设在独立舱室内。

3) 纵断面

综合管廊覆土深度遵循“满足需要，经济适用”的原则，最小覆土深度需考虑未入廊管线在综合管廊上方敷设或穿越的竖向规划要求，以及绿化种植、道路设计荷载、冻深等要求。

综合管廊纵断面一般与道路纵断面一致，以减少土方量，同时综合管廊的纵坡变化需满足各类入廊管线、人员通行以及管廊排水的设计要求。

4) 节点

综合管廊节点包括人员出入口、逃生口、吊装口、进风口、排风口、管线分支口等，且每个舱室均应设置。节点设计通过下沉、加宽、增加楼梯等空间型来实现管道（线缆）的衔接（分线）、管道之间的避让、管道自身的弯折、人员的检修通行空间等。综合管廊各种节点的设置除需要满足规范规定之外，还应该充分考虑用户需求、管线进出、安装敷设作业的要求。节点露出地面的构筑物不仅要满足城市的防洪要求，而且应与城市景观协调。

5) 入廊管线

根据住房和城乡建设部（建城〔2016〕174号）《关于提高城市排水防涝能力推进城市地下综合管廊建设的通知》的国家政策的要求，建设综合管廊的路段所有城市工程管线须全部入廊。由于全国各地实际情况差异较大，一般根据经济

社会发展状况和地质、地貌、水文等自然条件,经过技术、经济、安全以及运营管理等因素综合考虑确定入廊管线的种类。所有市政工程管线入廊均需进行专项设计。

6) 附属设施

根据国家现行规范的要求,附属设施主要包括消防系统、排水系统、通风系统、供电系统、照明系统、监控与报警系统、标识系统等。

天然气舱及纳入电力电缆的舱室应设置防火分隔,干线管廊纳入电力电缆的舱室和支线管廊容纳 6 根及以上电力电缆的舱室必须设置自动灭火系统。

综合管廊内低点位置一般设置集水坑及排水泵。为了保证管廊内的空气环境,一般设置平时用通风系统,同时天然气舱和含有污水管道的舱室还设置事故排风系统。

综合管廊内设有供配电系统,提供动力设备及照明用电。除正常照明外一般还设有应急照明,以保证平时以及事故情况下的照明需求。

综合管廊内设置环境与设备监控系统、安全防范系统、通信系统、预警与报警系统等以监测管廊环境安全及设备正常运行,实现高效运维管理。

综合管廊内出入口等节点、管线、设备、通道等需设置相应的管理、警告、疏散等标识。

7) 结构

综合管廊的结构设计使用年限为 100 年,需按乙类建筑物进行抗震设计,结构形式包括现浇混凝土结构和预制拼装结构,现浇混凝土结构在纵向设有变形缝。综合管廊防水标准等级为二级。

8) 监控中心

综合管廊监控中心应结合管理、运维、应急响应、集中指挥等功能需求分级设置。监控中心与管廊之间一般设有专用连接通道,用于检修人员出入及监控网络和市政工程管线的接入。

1.2 综合管廊国内外发展现状

1.2.1 综合管廊国外发展历史与现状

市政综合管廊最早在欧洲起步发展,日本、美国以及新加坡等国家也紧随其后研究和发展起来。法国巴黎于 1833 年着手规划市区下水道系统网络,并在管道中收纳了自来水、电信、压缩空气及交通信号等五种管线,建设了历史上最早的综合管廊。在 19 世纪 60 年代末,在巴黎市副中心建设中规划了完整的综合管廊系统,收纳了自来水、电力、电信、冷热水及集尘配管等城市管线,并把断面修改成了矩形,以适应现代城市管线种类多和敷设要求高等特点。目前巴黎市区