

Construction
Technology
and
Innovation
of Urban
Utility
Tunnel

城市地下管廊 结构施工技术与创新

北京城建集团有限责任公司 编著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS



扫一扫，
详细施工组供下载

Construction
Technology
and
Innovation
of Urban
Utility
Tunnel

城市地下管廊 结构施工技术与创新

北京城建集团有限责任公司 编著



CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书共分十一章，第一章介绍了城市地下管廊的概述，第二至十一章结合工程实际介绍了地下管廊工程开挖常用的十种施工工法，并附带二十余个真实案例的施工过程总结，具有极强的借鉴意义。

本书可供城市地下管廊领域从事管理、设计、施工、监理、维护、使用等单位相关管理、技术人员以及高等院校相关专业师生参考使用。

图书在版编目（CIP）数据

城市地下管廊结构施工技术与创新 / 北京城建集团有限责任公司编著. —北京：中国电力出版社，2017.7
ISBN 978-7-5198-0906-5

I. ①城… II. ①北… III. ①市政工程—地下管道—工程施工—研究 IV. ①TU990.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2017）第 155929 号

出版发行：中国电力出版社
地 址：北京市东城区北京站西街 19 号（邮政编码 100005）
网 址：<http://www.cepp.sgcc.com.cn>
责任编辑：梁 瑶 未翠霞（010-63412605）
责任校对：王开云
装帧设计：王红柳
责任印制：单 玲

印 刷：汇鑫印务有限公司
版 次：2017 年 7 月第一版
印 次：2017 年 7 月北京第一次印刷
开 本：889 毫米×1194 毫米 16 开本
印 张：12.75
字 数：364 千字
定 价：68.00 元

版 权 专 有 侵 权 必 究

本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换

《城市地下管廊结构施工技术与创新》

编写委员会

总 策 划 陈代华 郭延红

策 划 李卫红 徐荣明 储昭武 郭威力 王丽萍 史育斌
彭成均 张晋勋 李 莉 吴继华 王志文 姜维纲
刘月明 何万立 张锁全 刘光宁

主 编 张晋勋

常务副主编 金 奕

副 主 编 毛 杰 王念念 董佳节 李红专 李成义 李洪毅
段劲松 许占启 李鸿飞

审 核 专 家 李久林 王 甦 邱德隆 蔡亚宁 肖 燃 周志亮

参 编 (按姓氏笔画排序)

马军英	仇 伟	王 莹	王水彬	王 可	刘奎生
刘震国	刘 磊	刘文清	田永进	孙 菁	吕卓伦
安 星	安彦飞	李笑男	李 健	李明奎	李劲男
李文峰	汪令宏	肖 勇	辛玉升	张志艳	张永辉
张 鹏	张建华	张 洁	张远强	杨庆德	杨 郡
杨树春	杨国良	杨 波	陆文娟	单镠新	单宏慧
罗华丽	范仟和	陈彩银	陈于江	宫 萍	费 恺
段惠玲	荀学思	梁 帅	袁云峰	郭利佳	徐 勇
陶桂东	黄 肖	黄克湖	韩天平	程建业	程宝庆
赖庆顺	窦 一	解晓忱	熊军辉	魏健鹏	魏 铮
瞿 红					

前 言

城市地下综合管廊是城市化发展的必然趋势，是大中型城市的重要基础设施。随着我国城镇化建设的加快，地下综合管廊已成为重要的建设内容。

北京城建集团有限责任公司近年来参加了众多城市地下综合管廊建设，组织建设了热力、电力、燃气、给排水、城市轨道交通等多种市政管线，并参与建设了包括北京中关村、北京未来科技城、北京通州行政中心区等多项城市地下综合体。集团在完善常规施工方法的同时，组织实施了盾构、顶管、暗挖等城市地下管廊施工新技术的研究及实践，在工程实践中积累了一定的经验。

为推动我国城市地下管廊工程的发展，我们组织力量编写了本书，通过相关工程案例，全面系统地总结城市地下管廊的工程实践。由于城市地下管廊工程的分散性、地域性及时间跨度的不同，很多内容总结得不够全面、完善，有待在以后的工程实践中不断提高。

本书可供城市地下管廊领域从事管理、设计、施工、监理、养护、使用等单位相关管理、技术人员以及高等院校相关专业师生参考使用。

北京城建集团有限责任公司

目 录

前言

第一章 城市地下管廊概述	1
第一节 地下管廊的定义与意义	1
第二节 地下管廊建设国际现状	5
第三节 地下管廊工程施工规范要求	8
第二章 明挖法地下管廊施工	15
第一节 明挖法地下管廊施工概述	15
第二节 某环隧工程第一标段施工实践	18
第三节 某综合管沟施工实践	25
第四节 某市政综合管廊施工实践	30
第三章 预制拼装法地下管廊施工	41
第一节 预制拼装法地下管廊施工概述	41
第二节 某市政综合管廊施工实践	42
第四章 标准断面暗挖法地下管廊施工	48
第一节 标准断面暗挖法地下管廊施工概述	48
第二节 某热力隧道施工实践	52
第三节 某热电再生水输水隧道	62
第四节 某轨道交通施工实践	74
第五章 大断面暗挖法地下管廊施工	80
第一节 大断面暗挖法地下管廊施工概述	80
第二节 某地铁下穿高速公路施工实践	88
第三节 某地铁下穿公路平顶直墙施工实践	94
第四节 某轨道交通施工实践	99
第五节 某桥区治理工程大桥项目施工实践	105
第六节 某桥区积水治理泵站施工实践	110
第六章 洞桩法地下管廊施工	122
第一节 洞桩法地下管廊施工概述	122
第二节 某轨道交通施工实践	128
第三节 某地铁站施工实践	133
第七章 铺盖法地下管廊施工	138
第一节 铺盖法地下管廊施工概述	138
第二节 某轨道交通施工实践	139
第八章 大直径顶管地下管廊施工	148
第一节 大直径顶管地下管廊施工概述	148
第二节 某桥区积水治理工程施工实践	149

第九章 箱涵顶进地下管廊施工 156

 第一节 箱涵顶进地下管廊施工概述 156

 第二节 某万吨箱涵全断面顶进施工实践 158

第十章 大直径盾构地下管廊施工 167

 第一节 大直径盾构地下管廊施工概述 167

 第二节 某电力隧道施工实践 169

 第三节 某配水管线干渠施工实践 176

第十一章 小直径盾构地下管廊施工 184

 第一节 小直径盾构地下管廊施工概述 184

 第二节 某水厂配水管线施工实践 185

第一章 城市地下管廊概述

第一节 地下管廊的定义与意义

一、定义

1. 管廊 (pipe gallery)

管廊一词出现较早,指支撑架空设置的管道系统中除管道外的全部结构的总称,是由成排的落地立柱和连续的管廊架(梁)以及各种拉撑组成的大型构架,其基本结构断面呈“Π”形,如图 1-1 所示。

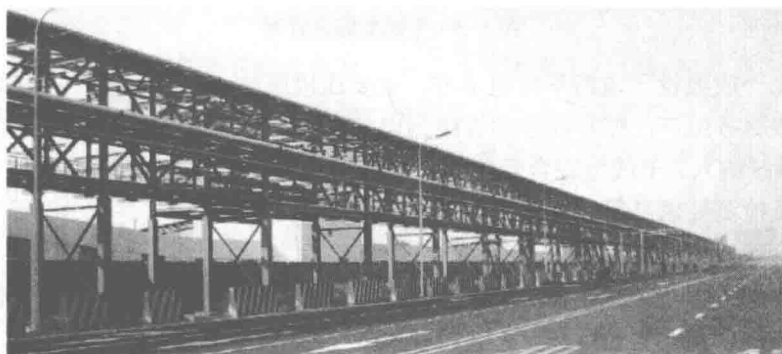
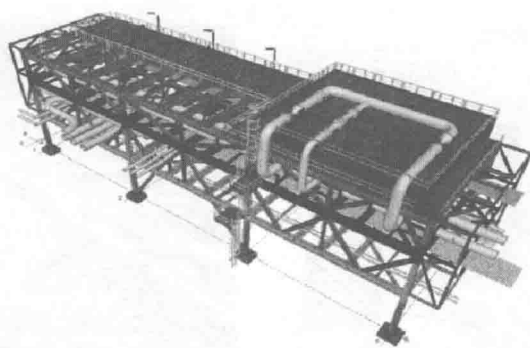


图 1-1 (地上)管廊

2. 综合管廊 (utility tunnel)

综合管廊全称为地下综合管廊,指建于城市地下,用于集中敷设多种市政管线(电力、通信、给水、排水、热力、燃气等管线)的公共隧道。

综合管廊的早期其他名称有共同沟、共同管道、综合管沟、地下综合管沟、市政综合管廊、城市综合管廊、公用隧道等。对应的英文名称有:中国译为 utility tunnel,美国与加拿大称之为 pipe gallery 或 public utility conduit,英国称之为 mixed services subways,法国称之为 technical galley,德国称之为 collecting channels,日本译为 public utility services。

地下综合管廊分为干线型、支线型和缆线型三种形式,如图 1-2 所示。不同形式的地下综合管廊,

其断面形式、容纳管线种类、造价、维修及管理均有所不同。

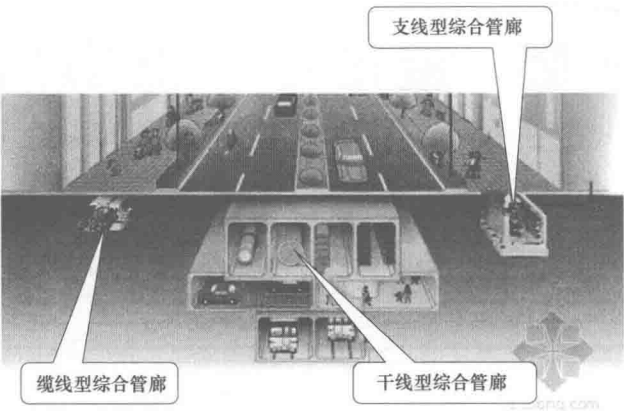


图 1-2 不同类型的地下综合管廊

(1) 干线型综合管廊 (trunk utility tunnel)。

干线型综合管廊是指用于容纳城市主干工程管线，采用独立分舱方式建设的综合管廊，如图 1-3 所示。

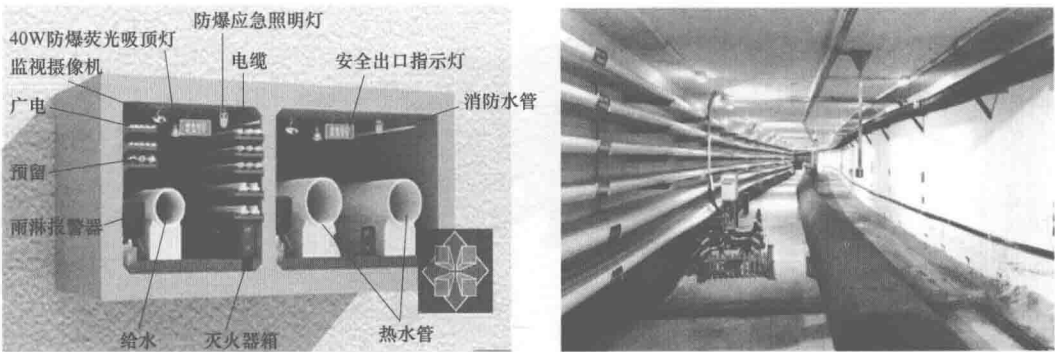


图 1-3 干线型综合管廊

干线型综合管廊一般敷设于道路车行道下方，主要连接原站（如自来水厂、发电厂等）与支线型综合管廊，一般不直接服务用户，经常收容的管线为电信、电力、燃气、给水、热力等，部分干线型综合管廊将雨水、污水系统纳入。干线型综合管廊的特点是结构断面尺寸大、覆土深、系统稳定且输送量大、安全性高、对维修及检测要求高等。

(2) 支线型综合管廊 (branch utility tunnel)。

支线型综合管廊是指用于容纳城市配给工程管线，采用单舱或双舱方式建设的综合管廊，如图 1-4 所示。

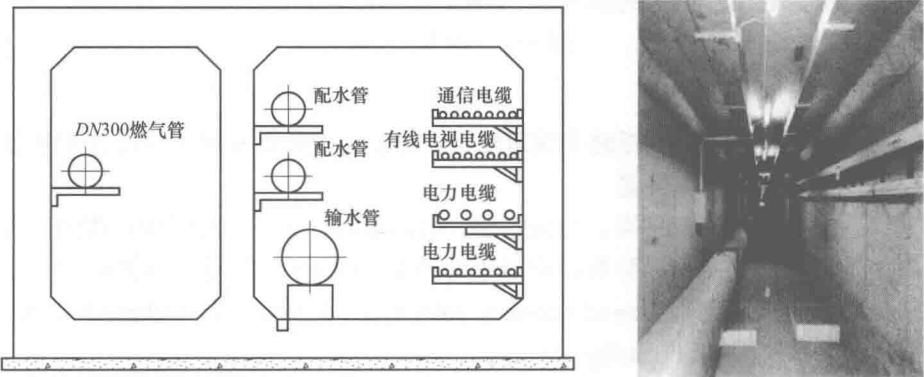


图 1-4 支线型综合管廊

支线型综合管廊的主要作用是在干线型综合管廊和终端用户之间建立连接通道，一般敷设于道路两旁的人行道下，主要收容的管线为电信、电力、燃气、给水等管线，管廊断面以矩形居多。

(3) 缆线型综合管廊 (cable trench)。

缆线型综合管廊是指采用浅埋沟道方式施工，设有可开启盖板，内部空间不能满足人员正常通行要求，用于容纳电力电缆和通信线缆的管廊，如图 1-5 所示。

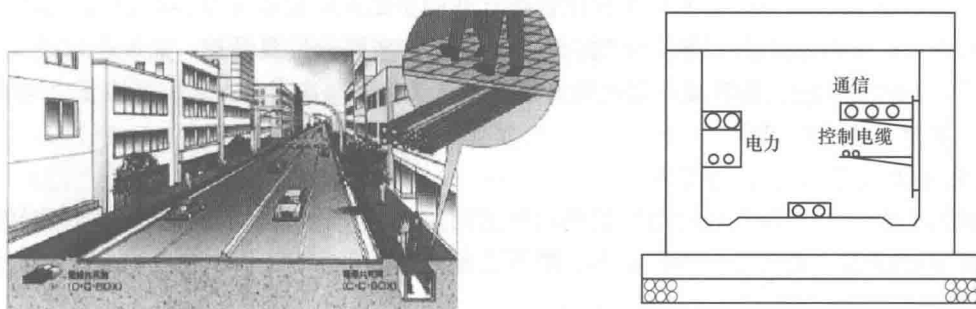


图 1-5 缆线型综合管廊

缆线型综合管廊一般敷设在人行道下，管线直接连接终端用户。其管廊特点为：断面小，埋深浅，内部构造简单，造价较低，不要求人可通行，不设通风和监控等设备，后期的维护及管理简单。

二、意义

综合管廊容纳管线的方式与传统管线的直埋式相比，其意义包括：

1. 安全可靠，抗震防灾能力强

(1) 安全性：综合管廊采用钢筋混凝土结构，可有效防止外力荷载对管线的破坏。同时，管廊内的管线不与地下水和土壤直接接触，管线的安全性更高。

(2) 可靠性：管廊内各专业管线间的布局与安全距离均依据国家相关规范要求确定，并根据防火、防爆、管线使用、维护保养等方面的要求，沿管廊走向进行了区段分隔，监测系统先进，管廊内管线的可靠性高。

(3) 可维护性：管廊为封闭的地下安定环境，不受外界因素干扰且内部可通行，便于检查与维修。

(4) 抗灾性：综合管廊坚固的结构具有抵御一定程度的冲击荷载的作用，在防灾、抗灾、备战方面具有较好的保障能力，能保证水、电、气、通信等城市重要命脉的安全，可抵御地震、台风、冰冻、侵蚀等多种自然灾害及次生灾害。

(5) 及时性：市政管廊内外设置监测系统，能确保对市政管廊内部进行全方位的监测，及时发现安全隐患，并及时维护处理，避免重大事故的发生。

2. 节约与优化地上、地下空间资源

节约地上空间：由于原有道路上的附属设施被集中到综合管廊内，节省了大量宝贵的城市地面空间，为城市地面公共区域规划提供了宝贵的空间资源。

节省地下空间：管廊内管线布置紧凑，有效利用了道路下的地下空间，克服了以前各种管线随意占用市政道路地下空间的局面，为重大建筑物、构筑物的建设腾出了更多可用空间，保障了城市的可持续发展。据测算，相比管线直埋方式，市政管廊建设方式可以减少道路地下 60% 左右的垂直投影面积。

3. 改善城市环境

避免了路面反复开挖，使交通更通畅：直埋的市政管线检修不便、状态不明、事故频发，路面反复被挖开，造成交通拥堵和环境污染。管线纳入管廊后，地面交通不再受管线状态的影响，保证了地面交通和市民生活不受干扰。

井盖数量大幅减少：建设地下综合管廊后，地面井盖大幅减少，对汽车轮胎的冲击和道路的冲击大大减少，减少交通事故和车辆轮胎磨损，降低交通噪声扰民。

美化城市：地下综合管廊的建设，使空中蜘蛛网式的电力及通信线缆移入地下，拔除了影响市容的电线杆，大大缩减了地面上的检查井、室，使城市环境整洁、有序，保证了城市景观更加和谐。

4. 理顺管理体系

城市地下综合管廊的统一规划为打破传统管线行业的垄断地位提供了难得的机遇。长期以来，各行业部门因利益所致，导致地下空间条块分割、互不协商，造成路面反复开挖。而现在建设综合管廊的行政管理级别较高，由国务院下辖各城市最高领导组成，便于从大局出发，协调统领地下空间的重新布局，革除过去几十年解决不了的顽疾。

5. 满足城市发展不断增长的需求

地下管廊内不但预留了各专业管道发展的增容空间，而且管廊内管道的更换和扩容也较为容易，满足了城市发展中排水、通信、电力、给水、燃气不断增长的需求。

6. 经济性好

(1) 管廊的年均建设费用并不高：虽然管廊的一次性投资较大，但管廊的使用寿命相当长，我国规定的设计寿命为 100 年，国外则有在用 200 年管沟的实例。分摊到每一年的建设成本并不高。而且采用管廊的管线布设时，避免了传统直埋方式下各专业管线交叉处理的麻烦，简化了施工工艺。

(2) 减少管道事故损失：管廊的环境安全，监测手段高，管网不易发生事故，相对于直埋管网的高事故率与高漏损率，因事故减少而带来的经济效益可观。考虑到将直埋方式改为管廊后的间接收益，如避免的交通拥堵费、环境污染治理费、对市民生活的干扰、楼房地铁等公用设施的沉降等，地下管廊的社会效益和间接收益更高。中国自来水的漏损率平均为 16%，北方城市经常都是 30% 以上，直接经济损失巨大。就直埋管线施工造成的事故而言，根据中国工程院钱七虎院士的研究，国内城市中每年因施工产生的地下管线事故所造成的直接经济损失约 50 亿元，间接经济损失约 400 亿元，并由此产生极为严重的扰民现象，而管廊在节约城市资源方面的综合效益是极为明显的。以中国台湾省信义市 6.5km 管廊为例，虽然比单项建设多投资 5 亿元台币，但建成 75 年间产生的效益却有 2337 亿元台币（包括堵车、肇事等社会成本的降低、道路及管线维修成本的减少等）。

(3) 管道增寿经济：综合管廊内的管线因为不直接与土、地下水、道路结构层的酸碱物质接触，可减少腐蚀，延长管线使用寿命，从而节省管道长期维护与修建的费用。

(4) 降低路面修复费用：地下管廊建成后，不再需要地面开挖，这大大降低了路面的返修费用和工程管线维修费用，增加了路面的完整性和工程管线的耐久性。根据 20 世纪 90 年代国内外城市统计，平均每年挖掘的道路面积占道路总面积的 $1/35 \sim 1/25$ ，这不仅浪费资金，还为城市生活带来不便。

(5) 投资拉动经济：综合管廊建设将拉动经济增长，包括直接施工的基础建设费用和间接拉动的投资，如钢材、水泥、机械设备等方面的投资。

总之，修建综合管廊所带来的经济效益及社会效益，将远远超出综合管廊所增加的一次性投入。建设地下管廊的意义可总结为：① 能避免因埋设、维修管线而导致道路反复开挖，确保道路畅通；② 能有效集约化地利用道路下的空间资源，为城市发展预留宝贵空间；③ 能去掉城市道路上的架空线网、电线杆、检查井室等，使城市更美观；④ 能根据远期规划容量设计与建设地下综合管廊，从而能满足管线远期发展的需要；⑤ 管线增设、扩容较方便，管线可分阶段敷设，管线建设资金可分期投资；⑥ 管线寿命更长久、维护费用更低廉；⑦ 先进的监视系统使管网运行更安全、更可靠；⑧ 有利于打破地下管网侵占地下空间的局面，形成地下资源统一协调的机构与机制，使城市地下空间的开发迈上新台阶。

三、可行性

当前，无论是政策、环境，还是民愿、经济，中国的大中城市都具备了大规模建设地下管廊的基础。

1. 时机成熟

从城市发展阶段来看,我国已经度过了城市化起步阶段,现正处于城市化的加速阶段。城市对公用设施的需求随人口增长和城市规模扩大而与日俱增,当供需之间出现矛盾、城市安全受到威胁的时候,城市将开始增建新的公用设施系统。综合管廊作为当下最先进的公用设施系统,已在我国大规模发展起来,不仅能为城市规模的拓展解决管线、供需平衡问题,也提高了城市安全性。

2. 政府重视

自 2013 年起,党中央、国务院对地下管廊的规划与建设高度重视。习近平总书记、李克强总理多次提出明确要求,国务院、住房和城乡建设部及相关部门连续印发了各种配套政策与文件,地方政府也积极配合,制订地方激励政策,为地下管廊的规划与建设创造了良好的环境和氛围。

3. 企业积极

地下管廊的市场是确定的,回报也是明确的。在 2015 年城市地下综合管廊规划建设培训班座谈会上,住建部部长陈政高就估算,如果每年建 8000km 综合管廊,按照每 1.2 亿/km 的投资计算,将拉动 1 万亿投资。地下管廊建设拉动了钢筋、混凝土、设备制造和施工的整个产业链,企业积极性高。投资采用 PPP 模式,金融机构的热情和支持力度也很高。

4. 民众支持

地下管廊的建设可以从根本上解决以前反复扰民的困境,使城市得以休养生息,民众安居乐业,城市市容美化,广大市民非常支持。

5. 经济实力有支撑

发达国家的发展史表明:当人均 GDP 达到 3000 美元时,城市发展对地下空间开发利用的需求就会明显加大,首先表现为地铁、市政管廊、地下停车场、地下道路等交通、市政基础设施的需求。2010 年末,我国人均收入 29 678 元(约 4200 美元),上海、广州、深圳市等地,人均 GDP 在 4600~6500 美元之间,个别省份更高,如江苏省生产总值达 52 000 元(约 7500 美元),中国已具备了大规模开发地下空间的经济实力。

6. 技术成熟

地下管廊施工所需的技术由明挖法、顶管法、盾构法、矿山法演变而来,而在这些工程领域,我国已经积累了丰富的经验。地下管廊的施工技术没有实质性的难题,已经具备建设地下管廊的配套技术与施工队伍。经过这几年一些城市的试点工程,地下管廊开发的配套技术日臻完善,相应的质量控制的技术标准也已逐渐形成。

第二节 地下管廊建设国际现状

综合管廊应用最早的是法国,之后,英国、德国、西班牙、俄罗斯、匈牙利、美国及日本等国家都相继建设综合管廊。但早期的综合管廊通风设施都比较落后。自 20 世纪开始,随着城市的高度集中,城市公共空间用地矛盾的日趋尖锐,日本、美国和加拿大等国家开始大规模建设综合管廊系统。

国外一些经济发达国家的综合管廊实现了将地下供水、排水管网发展为地下大型供水系统、能源供应系统、污水排水及污水处理系统,并与地下交通设施进行共建,实现了地下空间综合利用的最终目标。截至 2008 年底,全世界建成的综合管廊长度已超过 3000km。

近年来,巴塞罗那、赫尔辛基、伦敦、里昂、马德里、奥斯陆、巴黎、瓦伦西亚等许多城市都研究并规划了各自的地下综合管廊网络。北欧的经验是,由于机械化施工程度不断提高,在许多情况下,城市基础设施建在地下比建在地上还要便宜。地下综合管廊如同建设核防空洞那样,既可用于防御也保护了环境。

1. 美国

1960年,美国开始研究综合管廊。研究结果认为,从技术、管理、城市发展及社会成本上看,建设综合管廊都是可行且必要的。

1970年,美国在 WhitePlains 市中心建设了综合管廊,其他地方,如大学校园内、军事基地等处,以及为特别目的也建设了一些地下综合管廊,但均不成系统网络,除了煤气管外,几乎所有管线均收容在综合管廊内。

美国具代表性的综合管廊是纽约市下穿束河,连接 Astoria 和 Hell Gate Generatio Plants 的隧道,该隧道长约 1554m,收容了 345kV 输配电力电缆、电信电缆、污水管和自来水干线。另外,较典型的还有阿拉斯加的 Fairbanks 和 Nome 建设的综合管廊系统,这些管廊是为防止自来水和污水受冰冻而兴建的。

2. 法国

1832年,法国发生了霍乱,当时研究发现城市的公共卫生系统建设对于抑制流行病的发生与传播至关重要。

1833年,法国巴黎建设了世界上第一条综合管廊,全长 600m。管道中收容了自来水、电信电缆、压缩空气管及交通信号电缆等 5 种管线,这是人类历史上最早规划建设综合管廊。迄今为止,这条管廊已运行了近 200 年,目前仍在运行中并逐渐演变成地下管线公共管网,全长达 2400m。

1870年,奥斯曼帝国进行巴黎改建时,综合管廊建设得到了全面发展。

此后,巴黎逐步推动综合管廊规划建设,19 世纪 60 年代末,为配合巴黎市副中心的开发,规划了完整的综合管廊系统,收容了自来水、电力、电信、冷热水管及集尘配管等,为适应现代城市管线种类多、敷设要求高等特点,将综合管廊的断面修改成了矩形。

截至 2013 年,巴黎市区及郊区的综合管廊已达到 2100km,堪称世界城市综合管廊之首。

3. 英国

英国于 1861 年在伦敦市区兴建综合管廊,采用宽 12m、高 7.6m 的半圆形断面,容纳煤气、自来水、污水等管线,以及电信电缆等。在新建道路的同时,在两侧人行道下修筑干线共同沟,并用支线共同沟与路旁两侧建筑物用户连接起来。

迄今为止,伦敦市区已经建有 22 条公共管廊。伦敦市公共管廊的建设费用由政府筹措,建成以后的所有权归政府所有,政府采用出租管道空间给管线单位的形式来进行管廊的经营。

4. 德国

1893 年,在汉堡市的 Kaiser-Wilheim 街两侧人行道下方兴建了 450m 长的综合管廊,收纳了暖气管、自来水管、煤气管、电力、电信电缆,但不含下水道。

1945 年,在耶拿修建了第一条综合管廊,内置蒸汽管道和电缆。

1959 年,在布白鲁他市修建了长度约 300m 的综合管廊,收容了煤气管线和自来水管线。

1964 年,在苏尔市(Suhl)及哈利市(Halle)开始兴建综合管廊。至 1970 年,共建成 15km 以上的综合管廊,同时也开始推广综合管廊。管廊中收容的管线包括雨水管、污水管、饮用水管、热水管、工业用水干管、电力电缆、通信电缆、路灯用电缆及瓦斯管等。

5. 日本

日本的国土面积仅有 37.78 万 km^2 ,城市用地极为紧张且地震多发。出于抗灾和充分利用地下空间资源的考虑,日本很早就开始关注地下管廊的建设工作。

日本盾构技术的发展最早始于 1920 年,距今已有 100 余年。日本地下空间的发展与盾构技术的发展有重要的相关性。

日本的综合管廊建设起步于 1923 年的关东大地震后的国家复兴时期。

1926 年,日本在关东大地震后,日本政府针对管线大面积破坏开始在九段阪、滨町金座街、东京后

火车站至昭和街三个试点建设了公共管廊，完成了九段阪和八重洲两处共长 1.8km 的共同沟。由于地震后经济萧条，公共管廊的建设停滞了相当一段时间。

1955 年后，随着经济发展，日本又开始规划和建设公共管廊。

1962 年，日本政府宣布禁止开挖道路。

1963 年，日本颁布了《共同沟特别措施法》，解决了一些综合管廊建设中的资金分摊、建设技术等关键问题，综合管廊随之在日本得到了规模化的建设和发展。

1981 年末，日本的综合管廊总长约 156.6km。

1990 年，日本发明了双圆盾构。

1991 年，日本成立了相应的专业管理部门，推动共同沟的建设工作。

1992 年，日本全国共同沟总长达 310km。

1993~1997 年为日本综合管廊的建设高峰期，至 1997 年已完成干管 446km，较著名的有东京银座、青山、麻布、幕张副都心、横滨 M21、多摩新市镇（设置垃圾输送管）等地下综合管廊。其他各大城市，如大阪、京都、名古屋、冈山市等均大规模地投入综合管廊的建设。

1995 年，日本颁布了《电力共同沟法》，将电线及光缆收集于步道之下的共同沟内，确保在台风、地震等灾害时紧急输送道路保持通畅。

2001 年，日本已兴建了超过 600km 的综合管廊。

2005 年，日本建成了日比谷综合管廊，工程总长 1.424km，由东京虎之门至日比谷。

目前，日本是世界上综合管廊法规最完善、技术最先进的国家。日本东京、大阪、名古屋、横滨、福岡等近 80 个城市已经修建了总长度超过 2057km 的地下综合管廊。

6. 俄罗斯

1933 年以来，苏联在莫斯科、列宁格勒、基辅等地开始了综合管廊建设。

目前，莫斯科地下已有 130km 长的综合管廊，除煤气管线外，其他各种管线均布置在综合管廊内。

7. 西班牙

1953 年，马德里市首先开始进行综合管廊的规划与建设。1970 年底，马德里市政府修建的综合管廊已达 51km。另外，有一家私人自来水公司拥有 41km 长的综合管廊。马德里的综合管廊内所敷设的电力电缆原被限制在 15kV 以内，主要是为预防火灾或爆炸，但随着电缆材料的不断改进，目前已允许电压增至 138kV，至今没有发生过任何事故。

西班牙目前有 92km 长的地下管廊，除煤气管外，所有公用设施管线均进入廊道，并制订了进一步的规划，准备在马德里主要街道下面继续扩建。

8. 新加坡

2006 年，新加坡滨海湾项目中开始引入地下管廊，与地铁联合设计，管廊中纳入了中水管道、制冷系统和垃圾收集系统。设计长度为 15km，舱室断面形状为长方形。

目前，新加坡在“MarinaBay”地区建成了 20km 长的综合管廊。

9. 加拿大

加拿大虽然国土辽阔，但因城市高度集中，城市公共空间用地矛盾依然十分尖锐，在 20 世纪逐步建成了较为完善的地下综合管廊系统。加拿大的多伦多市和蒙特利尔市，也有很发达的地下综合管廊系统。加拿大建造地下综合管廊的费用，一部分由使用者负担，另一部分由道路管理者负担。其中，使用者负担的费用大约占全部工程费用的 60%~70%。

10. 瑞典

瑞典的斯德哥尔摩市有地下综合管廊 30km，建在岩石中，直径 8m。这些管廊原为民防目的而建，二战后用作地下市政管廊，管廊内收容了自来水管、雨水管、污水管、暖气管及电力、电信等服务性管线，后来又陆续建造了 25~30km 长的地下管廊。

11. 芬兰

芬兰将共同沟深埋于地下 20m 的岩层中，而不直接建于街道下，其优点是可节省 30%的管线长度。

第三节 地下管廊工程施工规范要求

一、一般规定

施工单位应建立安全管理体系和安全生产责任制，确保施工安全。

施工项目质量控制应符合国家现行有关施工标准的规定，并应建立质量管理体系、检验制度，满足质量控制要求。

施工前应熟悉和审查施工图纸，并应掌握设计意图与要求。应实行自审、会审（交底）和签证制度；对施工图有疑问或发现差错时，应及时提出意见和建议。当需变更设计时，应按相应程序报审，并应经相关单位签证认定后实施。

施工前应根据工程需要进行下列调查：① 现场地形、地貌、地下管线、地下构筑物、其他设施和障碍物情况；② 工程用地、交通运输、施工便道及其他环境条件；③ 施工给水、雨水、污水、动力及其他条件；④ 工程材料、施工机械、主要设备和特种物资情况；⑤ 地表水水文资料，在寒冷地区施工时还应掌握地表水的冻结资料和土层冰冻资料；⑥ 与施工有关的其他情况和资料。

综合管廊防水工程的施工及验收应按《地下防水工程质量验收规范》GB 50208 的相关规定执行。综合管廊工程应经过竣工验收合格后，方可投入使用。

二、基础工程

综合管廊工程基坑（槽）开挖前，应根据围护结构的类型、工程水文地质条件、施工工艺和地面荷载等因素制订施工方案。

土石方爆破必须按照国家有关部门规定，由专业单位进行施工。

基坑回填应在综合管廊结构及防水工程验收合格后进行。回填材料应符合设计要求及国家现行标准的有关规定。

综合管廊两侧回填应对称、分层、均匀。管廊顶板上部 1000mm 范围内回填材料应采用人工分层夯实，大型碾压机不得直接在管廊顶板上部施工。

综合管廊回填土压实度应符合设计要求。当设计无要求时，应符合表 1-1 的规定。

表 1-1 综合管廊回填土压实度

序号	检 查 项 目	压实度 (%)	检查范围	检查组数	检查方法
1	绿化带下	≥90	管廊两侧回填土按 50 延米/层	1（三点）	环刀法
2	人行道、机动车道下	≥95			

综合管廊基础施工及质量验收除符合本节规定外，尚应符合《建筑地基基础工程施工质量验收规范》GB 50202 的有关规定。

三、现浇钢筋混凝土结构

综合管廊模板施工前，应根据结构形式、施工工艺、设备和材料供应条件进行模板及支架设计。模板及其支撑的强度、刚度及稳定性应满足受力要求。

混凝土的浇筑应在模板和支架检验合格后进行。入模时应防止离析。连续浇筑时，每层浇筑高度应满足振捣密实的要求。预留孔、预埋管、预埋件及止水带等周边混凝土浇筑时，应辅助人工插捣。

混凝土底板和顶板应连续浇筑，不得留置施工缝。设计有变形缝时，应按变形缝分仓浇筑。

混凝土施工质量验收应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的有关规定。

浇筑成形工艺的优点是成形工艺简单、小批量生产灵活、产品外观光滑、漂亮、产品精度高，可生产大规格和多孔的箱涵产品；缺点是规模生产时模具投入大、产能小、工人劳动强度大，相对立即脱模工艺方式，其原辅材料、人工及其他生产成本低。异形箱涵一般采用浇筑成形。浇筑成形工艺按模具放置方向分为横向卧式和竖向立式成形。横向成形的二侧承插口随模具成形，上部平面做抹平处理，相比更容易保证箱涵的承插口精度，但由于底板注入混凝土不如竖向成形通畅，对混凝土的工作性能（主要是混凝土的和易性、流动度、引气等）要求较高。

现场明挖、浇筑施工时可根据现场实际情况进行调整，可操作性强，但施工周期长，对周围的交通、居住环境影响大。

四、预制拼装钢筋混凝土结构

预制拼装钢筋混凝土构件的模板，应采用精加工的钢模板。构件堆放的场地应平整夯实，并应具有良好的排水措施。构件的标识应朝向外侧。构件运输及吊装时，混凝土强度应符合设计要求。当设计无要求时，不应低于设计强度的 75%。

预制构件安装前，应复验合格。当构件上有裂缝且宽度超过 0.2mm 时，应进行鉴定。预制构件和现浇结构之间、预制构件之间的连接应按设计要求进行施工。预制构件制作单位应具备相应的生产工艺设施，并应有完善的质量管理体系和必要的试验检测手段。预制构件安装前应对其外观、裂缝等情况进行检验，并按设计要求及《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的有关规定进行结构性能检验。

预制构件采用螺栓连接时，螺栓的材质、规格、拧紧力矩应符合设计要求及《钢结构设计规范》GB 50017 和《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 的有关规定。

预制装配化涵管建设管廊的优点有：① 既可采用开槽施工，也可采用顶管施工；② 更能保证管廊质量，抗渗及工程耐久性均有提高；③ 在有水的条件下也能施工，不需降水；④ 施工工期与现浇混凝土整体式综合管廊相比缩短 45% 左右，社会效益显著；⑤ 工程成本与现浇整体式综合管廊相比不增加，一般可低于现浇结构成本；⑥ 预制装配化混凝土涵管用于地下综合管廊，可明显减少钢材和混凝土用量；⑦ 预制混凝土综合管廊施工作业噪声低、现场文明、有序而整洁，具有良好的节能、环保等优势。

如图 1-6 所示，沈阳市浑南新城地下综合管廊施工时，施工方采用预制与现浇结合的施工方案，在厂站进行预制生产混凝土箱涵，在混凝土垫层施工完成后进行拼装。以 30m 一段为例，成形仅需 1d，比

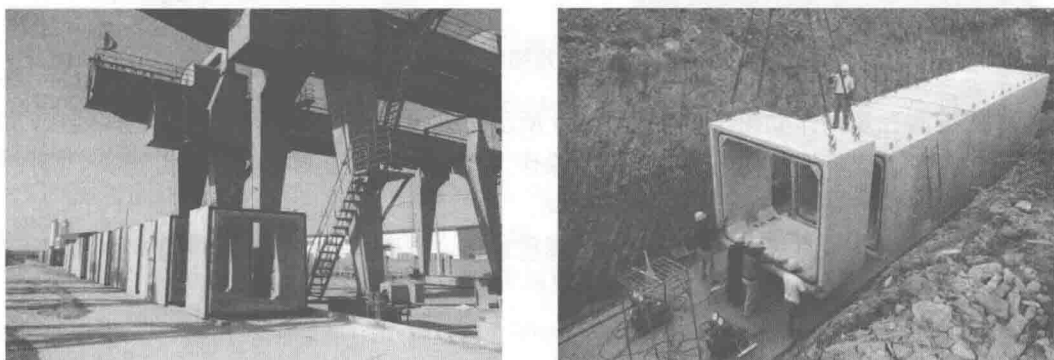


图 1-6 沈阳市浑南新城地下综合管廊项目

现浇施工提前工期 14d，效率极高，受到当地政府、施工方、设计院的高度认可，充分体现了工厂预制生产混凝土箱涵的优越性。

如图 1-7 所示，在广州地铁 6m×4.3m 矩形顶管工程中，采用广州市基盛水泥制品有限公司的预制管涵进行广州地铁六号线东湖站出入口施工，此通道长度 64.5m，采用断面尺寸为宽 6m、高 4.3m 的矩形预制混凝土箱涵。仅用 4 个月时间就完成了整个通道的施工，比普通现场暗挖施工的 16 个月工期，提前了近一年时间，综合造价降低近 500 万元。另外，还有用工少、环保、无噪声等优势。

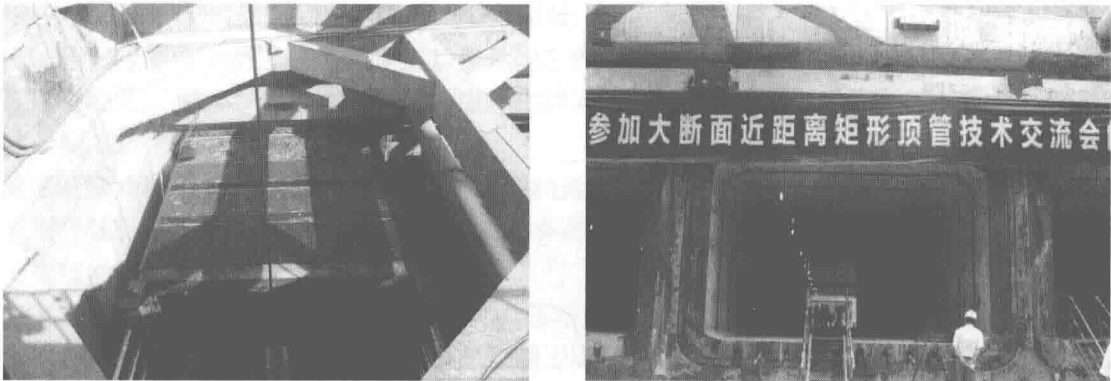


图 1-7 广州地铁 6m×4.3m 矩形顶管工程

当前，国内有不少于 80 家制管企业和装备企业开发了预制混凝土箱涵产品和装备。预制装配式管涵的连接形式主要有两种，构件间纵向有锁紧装置（纵向串接接口）的连接和构件间无约束锁紧装置的连接。

1. 纵向有锁紧装置的连接

这种方法在涵管中预留穿筋孔道，管节安装时穿入高强度钢筋螺杆或钢绞线，经张拉锁紧，管节就被串联成有一定刚度的整体管道，用以抵御基础不均匀沉降。因各节涵管间纵向具有压力，故此类管道常用涵管端面压缩胶圈形式形成接口密封，如图 1-8 所示。接口密封材料需用遇水膨胀胶圈。

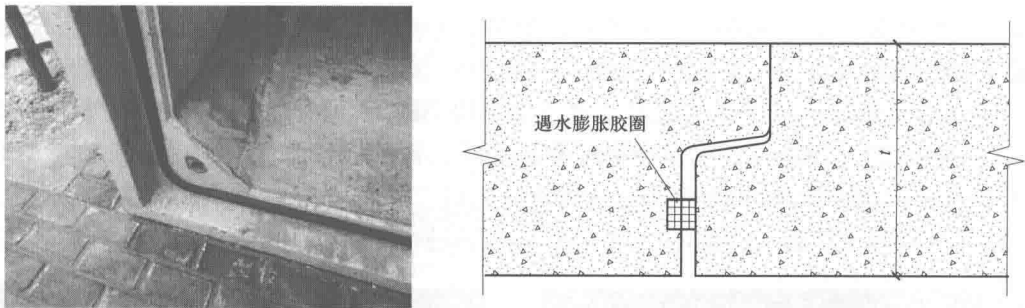


图 1-8 端面压缩胶圈密封形式

管节连接的锚固孔及操作如图 1-9 和图 1-10 所示。纵向串接可以在两个管节之间连接，也可在施工条件允许下，在多个管节间实施连接，以减少操作工序，加快施工工程进度。实施多个构件预应力张拉连接时，沟槽需在管节端部预留足够的操作空间。

纵向串接还有另外几种方式，即搭板连接、螺栓连接、嵌槽螺栓连接。这些方式主要用于接口有抗渗防漏要求的小型箱涵。

（1）搭板连接型：两节箱涵间以钢板连接。如图 1-11 所示，采用钢板搭接，可防止箱涵管节间相对位移，保证接口的抗渗性能。