

综合管廊工程 理论与实践

王恒栋 薛伟辰 著

中国建筑工业出版社

综合管廊工程理论与实践

王恒栋 薛伟辰 著

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

综合管廊工程理论与实践/王恒栋,薛伟辰著. —北京:
中国建筑工业出版社, 2012. 11
ISBN 978-7-112-14771-7

I. ①综… II. ①王… ②薛… III. ①市政工程—管道工
程—工程施工 IV. ①TU990.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 244466 号

责任编辑: 韦 然 邓 卫

责任设计: 张 虹

责任校对: 张 颖 赵 颖

综合管廊工程理论与实践

王恒栋 薛伟辰 著

*

中国建筑工业出版社出版、发行(北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

文道思发展有限责任公司制版

北京世知印务有限公司印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 8³/₄ 字数: 217 千字

2013 年 1 月第一版 2013 年 1 月第一次印刷

定价: 28.00 元

ISBN 978-7-112-14771-7
(22843)

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)

序

综合管廊是一种可以容纳给排水、电力、通信、燃气等多种地下管线于一体的市政基础设施，最早应用于法国。1832—1833年，法国巴黎因污水排涝不畅导致霍乱流行，为应对城市公共卫生问题，巴黎市政府决定在城市道路下进行大规模的下水管网规划建设。由于下水管道横截面较大，法国工程师创造性地将其他各种公用管线也纳入其中，形成了世界上最早的地下综合管廊。在此后的100多年间，综合管廊在欧美、日本等发达国家和我国台湾地区得到了广泛应用。目前，综合管廊的建设规模已成为城市基础设施建设现代化水平的重要标志之一。

进入21世纪，我国的城市化进程加速推进，城市环境改善和各类公共资源短缺的压力与日俱增，城市地下空间的综合开发与高效利用成为解决当前我国城市发展困境的关键。近一段时期以来，为扩展城市基础设施容量，满足日益增长的居民需求，全国各地都在大量兴建各类大型地下设施，诸如地下铁道、地下商业综合体、地下停车库和地下储库等等，不一而足。地下综合管廊作为城市市政管线的综合载体，可以实现各类市政管线的集约化、统一化、标准化的建设与管理，改变目前城市地下管线纵横交错、杂乱无章、维修频繁的现状，对提高城市地下空间的利用效率和地下市政管线的安全水平具有十分重要的现实意义。

早期的综合管廊建设受到诸多因素的制约，例如：巨大的初期投入如何筹措；建设规模如何与城市中长期发展规划相协调；长期建设对城市交通和周边环境的影响如何完善；容纳的各类市政管线如何统一布局；运营期间主体结构及其纳入的管线如何维护；相关主管部门如何相互配合、协调一致等。近年来，随着这方面实践探索的不断深入，配套的政策法规正在逐步完善，多元化的投融资渠道也已初步建立，工程设计理论和施工工艺渐趋成熟。这些都为综合管廊在我国的推广应用提供了良好的支撑与保障。此外，随着高性能混凝土、防腐纤维塑料（FRP）筋材、高效防水橡胶材料和预制拼装施工技术等在综合管廊工程中越来越多的应用，综合管廊的建设周期和工程质量也得到了明显的改善。

本书的作者，上海市政工程设计研究总院王恒栋博士、副总工，长期从事综合管廊的工程设计与技术创新工作，自2002年起主持和参加了我国不少城市综合管廊工程的设计研究工作；本书的另一位作者，同济大学土木工程学院薛伟辰教授，长期从事现代预应力结构、预制混凝土结构以及FRP的工程应用研究工作。两位作者在综合管廊的设计理论、前沿技术及工程实践方面均取得了丰硕的成果。

本书是两位作者依托所承担的国家“十一·五”科技支撑计划重点课题（编号：2006BAJ16B07）和上海市重大科技攻关项目（编号：04dz12013）以及有关重大工程科研项目的研究成果，并结合大量工程实践经验，总结撰著而成的佳作。全书结合我国综合管廊重大工程实例，全面阐述了综合管廊在规划、设计、施工、管理、新技术应用等方面的国内外最新研究成果，是我国首部有关综合管廊建设的技术专著。

本书的付梓问世，将为我国今后综合管廊的大规模建设提供参考和借鉴，同时，对从事综合管廊设计、施工、管理的工程技术人员以及从事该领域研究与开发的科研人员均有所助益。

我乐意写述了以上一点文字，是为序。

孙 钧

壬辰龙年仲秋佳日
于同济园

* 孙钧先生，同济大学资深荣誉教授，中国科学院院士，国内外地下工程知名学者、专家。

前 言

综合管廊是指在城市地下建造一个隧道空间，将电力、通信、给排水等市政管线集于一体，并设有专门的投料口、管线分支口和完善的安全监测系统，实施统一规划、统一建设和统一管理。综合管廊与传统的市政管线直埋敷设方式相比，能够避免管线维修导致的道路重复开挖。此外，由于管线设置于综合管廊结构内部，不直接与土壤和地下水接触，避免了腐蚀，从而延长了管线的使用寿命。

综合管廊在发达国家具有较长的建设历史，法国巴黎 1832 年就开始建设世界上第一条综合管廊工程，随后英国、德国、俄罗斯、美国、日本等国家亦开始建设综合管廊工程。

自 20 世纪 90 年代以来，我国的经济社会水平不断提高，城市基础设施的供应压力日益增大，为了保证城市生命线的正常运行，道路重复开挖的现行非常严重，造成了许多城市频繁出现“拉链路”现象。城市地下管线的建设如何经济、有效并适度超前地适应城市高速发展，开展城市基础设施的更新、升级与建设，是摆在我国城市建设者面前的一大难题。为此，借鉴发达国家综合管廊建设的先进经验，结合我国城市市政管线建设的实际情况，上海市政工程设计研究总院（集团）有限公司、同济大学等单位率先开展了综合管廊工程的研究工作，并在上海市政府的大力支持下，完成了综合管廊示范工程的建设。

为适应国家发展战略转型的要求，我国在城市建设领域开展了大规模的产业升级，着力提高其在节能减排和环境保护等方面的综合效益。在综合管廊工程建设当中，同样不断进行技术创新工作，进行预制拼装综合管廊工程建设的技术攻关。预制拼装综合管廊可大幅减少现场作业工作量；节省模板、支撑等现场施工耗材；缩短工期；减小对周围环境的影响；提高工程建设质量。结合上海世博会预制拼装综合管廊示范工程的建设，上海市政工程设计研究总院（集团）有限公司、同济大学等单位进行了大量的研究工作，取得了一系列研究成果。

本书从综合管廊的发展历史入手，系统地介绍了综合管廊的发展现状与技术趋势、综合管廊建设的意义、综合管廊规划原则、综合管廊主体工程及附属配套工程、预制拼装综合管廊结构体系，分析了综合管廊的投融资机制及其特点，探讨了综合管廊工程的建设管理原则，并以 2010 年上海世博会综合管廊工程为例，对综合管廊工程建设过程中的主要环节及其实施方案做了较为详细的说明。

本书的主要研究工作得到了国家“十一·五”科技支撑计划重点课题“城市市政工程综合管廊技术研究和开发”（2006BAJ16B07）和上海市重大科技攻关项目“地下交通规划及综合管沟研究”（04dz12013）的资助，在此表示衷心的感谢。

在本书的撰写过程中，上海市政工程设计研究总院（集团）有限公司、同济大学给予了大力的支持，在此表示衷心的感谢。

上海市政工程设计研究总院（集团）有限公司刘澄波、朱雪明、王建、孙磊等同志亦

给予了很多指导工作。同济大学胡翔参与了本书第 10 章的撰写。上海交通大学乔信起教授、上海理工大学杨涛教授、上海防灾救灾研究所韩新研究员给予了指导，在此一并致谢。

特别感谢中国建筑工业出版社邓卫、韦然、张虹、张颖等同志的辛勤工作，使得本书能够顺利出版。

由上海市政工程设计研究总院（集团）有限公司、同济大学主编的国家标准《城市综合管廊工程技术规范》于 2012 年 12 月 1 日正式颁布执行，借此机会感谢住房和城乡建设部标准定额司的领导以及规范参编人员和规范审查专家。

限于作者的学识、时间与精力，本书中难免会有诸多不妥甚至错误之处，敬请广大读者批评、指正。

上海市政工程设计研究总院（集团）有限公司 王恒栋

同济大学 薛伟辰

2012 年 12 月

目 录

1 绪论	1
1.1 综合管廊的类型	1
1.2 综合管廊发展概况	3
2 综合管廊建设的意义	13
2.1 综合管廊建设的必要性	13
2.2 综合管廊的优缺点	15
3 综合管廊系统规划	16
3.1 国内对综合管廊设置的规定	16
3.2 俄罗斯对综合管廊设置的规定	16
3.3 日本对综合管廊设置的规定	16
3.4 综合管廊纳入的管线	17
3.5 综合管廊系统规划	18
4 综合管廊主体工程	21
4.1 综合管廊标准断面	21
4.2 综合管廊分支口	26
4.3 综合管廊投料口	28
4.4 综合管廊通风口	29
4.5 综合管廊人员出入口	31
5 综合管廊消防工程	32
5.1 综合管廊的火灾特点	32
5.2 基于性能化的细水雾灭火技术	35
5.3 综合管廊电缆火灾的模拟分析	40
6 综合管廊通风系统	47
6.1 综合管廊通风的原则	47
6.2 综合管廊的通风模拟分析	49
6.3 机械通风状态下的模拟分析	54
6.4 综合管廊的通风技术标准	56
7 综合管廊排水工程	59
7.1 综合管廊排水分析	59
7.2 综合管廊排水设置	59
8 综合管廊监控系统	61
8.1 综合管廊的监控中心	61
8.2 综合管廊信息检测与控制	62
8.3 火灾报警及联动控制系统	63

8.4	安保系统	64
8.5	配套检测仪表	65
8.6	电话系统	65
9	综合管廊配电系统	66
9.1	负荷等级及电源	66
9.2	配套设备	67
9.3	动力设备的配电和控制	67
9.4	照明系统	68
9.5	综合管廊的接地	68
10	预制拼装综合管廊	69
10.1	预制拼装综合管廊接头防水	69
10.2	预制拼装综合管廊接头力学性能	77
10.3	预制拼装综合管廊整体结构力学性能试验	89
10.4	预制拼装综合管廊整体结构计算模型	96
10.5	基于土—结共同工作的预制拼装综合管廊受力性能分析	98
11	综合管廊建设与管理	103
11.1	直埋管线和综合管廊建设投资比较	103
11.2	综合管廊的投融资机制分析和探索	105
11.3	综合管廊的建设资金	106
11.4	综合管廊建设管理	108
12	上海世博会综合管廊示范工程	115
12.1	概述	115
12.2	世博园区地下空间开发建设的必要性	116
12.3	世博园区地下空间开发建设总体指导思想	117
12.4	世博园区地下空间开发建设的功能	117
12.5	综合管廊工程前期规划	119
12.6	综合管廊实施工程方案	124
	参考文献	130

1 绪 论

综合管廊是指在城市道路、厂区等地下建造的一个隧道空间，将电力、通信、燃气、给水、热力、排水等市政公用管线集中敷设在同一个构筑物内，并通过设置专门的投料口、通风口、检修口和监测系统保证其正常运营，实施市政公用管线的“统一规划、统一建设、统一管理”，以做到城市道路地下空间的综合开发利用和市政公用管线的集约化建设和管理，避免城市道路产生“拉链路”。

综合管廊在日本被称为“共同沟”，在我国台湾省被称为“共同管道”，在我国大陆地区多被称为“共同沟、共同管道、综合管沟、综合管廊”。

1.1 综合管廊的类型

综合管廊根据其所收容的管线不同，其性质及结构亦有所不同，大致可分为干线综合管廊、支线综合管廊、缆线综合管廊（电缆沟）等三种^[1]，如图 1.1 所示。

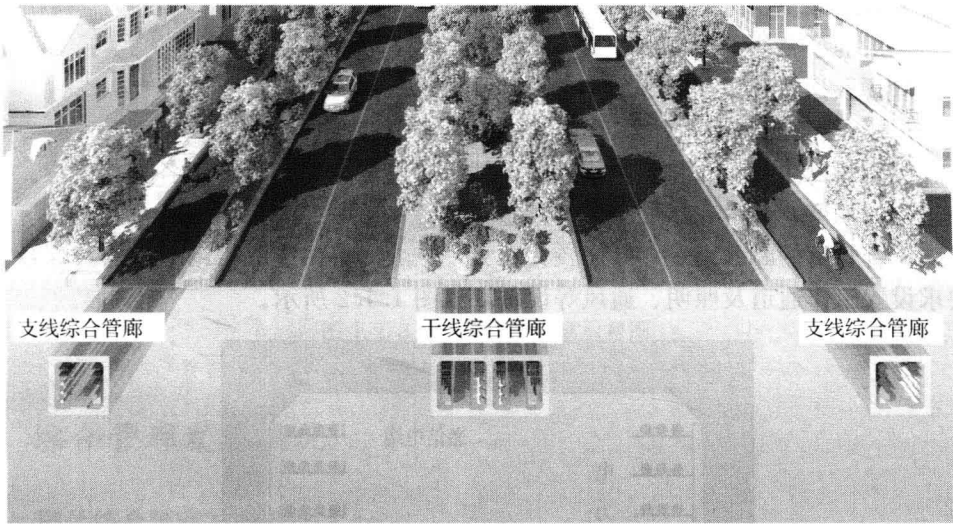


图 1.1 综合管廊类型示意图

1.1.1 干线综合管廊

干线综合管廊主要收容的管线为电力、通信、给水、燃气、热力等管线，有时根据需要也将排水管线收容在内。在干线综合管廊内，电力从超高压变电站输送至一、二次变电站，通信主要为转接局之间的信号传输，燃气主要为燃气厂至高压调压站之间的输送，如图 1.1.1 所示。

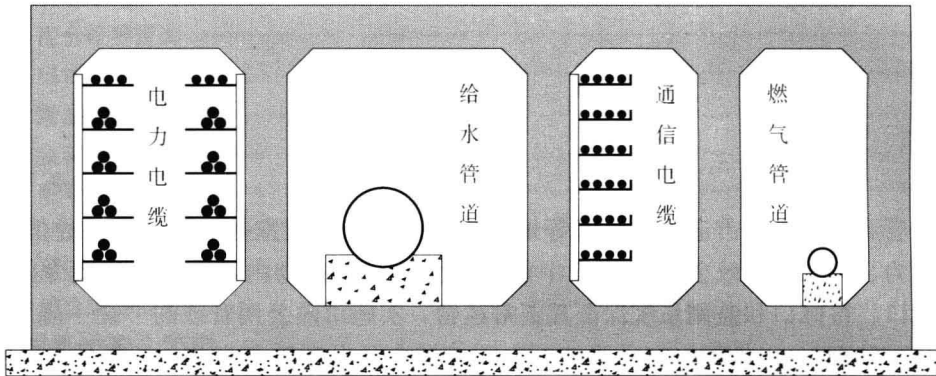


图 1.1.1 干线综合管廊示意图

干线综合管廊的断面通常为圆形或多格箱形，综合管廊内一般要求设置工作通道及照明、通风等设备。

干线综合管廊的特点主要为：

- (1) 稳定、大流量的运输；
- (2) 高度的安全性；
- (3) 内部结构紧凑；
- (4) 兼顾直接供给到稳定使用的大型用户；
- (5) 一般需要专用的设备；
- (6) 管理及运营比较简单。

1.1.2 支线综合管廊

支线综合管廊主要负责将各种供给从干线综合管廊分配、输送至各直接用户。其一般设置在道路的两旁，收容直接服务的各种管线。

支线综合管廊的断面以矩形断面较为常见，一般为单格或双格箱形结构。综合管廊内一般要求设置工作通道及照明、通风等设备，如图 1.1.2 所示。

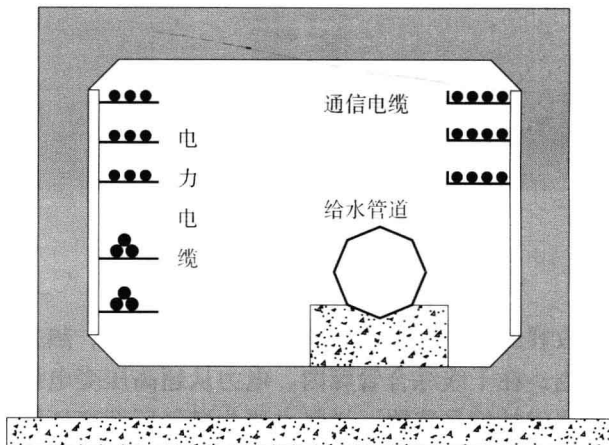


图 1.1.2 支线综合管廊示意图

支线综合管廊的特点主要为：

- (1) 有效（内部空间）断面较小；
- (2) 结构简单、施工方便；
- (3) 设备多为常用定型设备；
- (4) 一般不直接服务大型用户。

1.1.3 缆线综合管廊

缆线综合管廊主要负责将市区架空的电力、通信、有线电视、道路照明等电缆收容至埋地的管道。缆线综合管廊一般设置在道路的人行道下面，其埋深较浅，一般在 1.5m 左右。

缆线综合管廊的断面以矩形断面较为常见，一般不要求设置工作通道及照明、通风等设备，仅增设供维修时用的工作手孔即可，如图 1.1.3 所示。

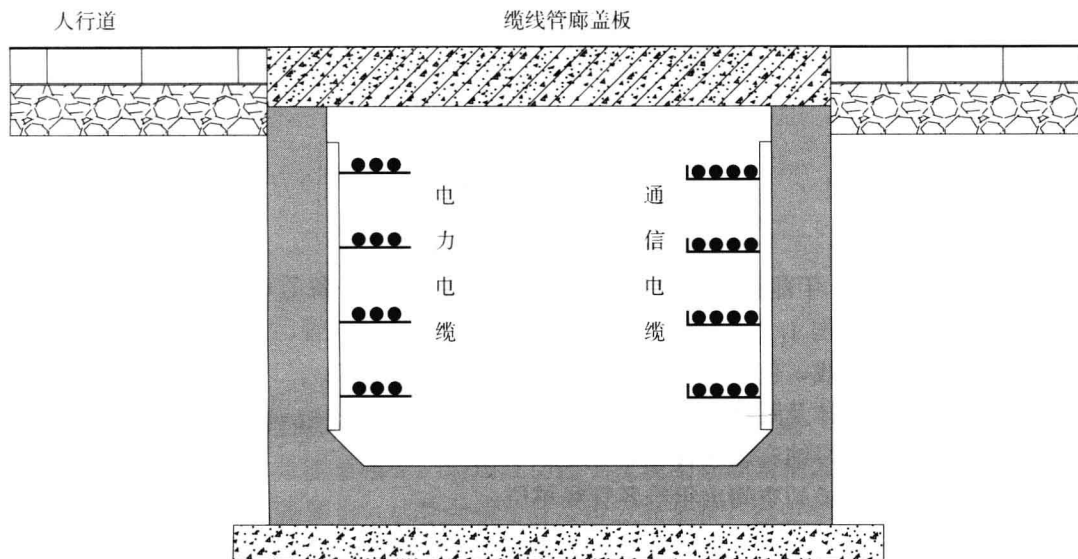


图 1.1.3 缆线综合管廊示意图

1.2 综合管廊发展概况

1.2.1 国外综合管廊发展概况

综合管廊于 19 世纪发源于欧洲，最早是在圆形排水管道内装设自来水、通信等管道。早期的综合管廊由于多种管线共处一室，且缺乏安全检测设备，容易发生意外，因此综合管廊的发展受到很大的限制^[1]。

法国巴黎于 1832 年霍乱大流行后，隔年市区内兴建庞大的下水道系统，同时兴建综合管廊系统，综合管廊的标准断面如图 1.2.1-1 所示。综合管廊内设有自来水管、通信管道、压缩空气管道、交通信号电缆等。

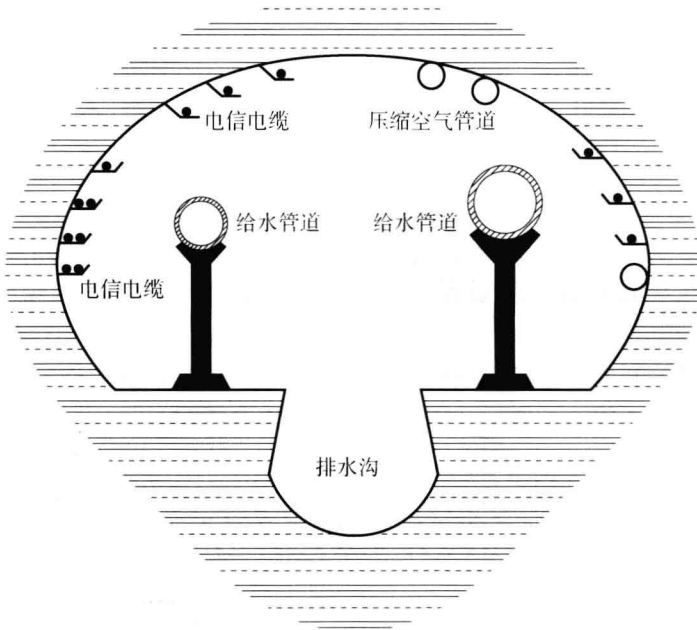


图 1.2.1-1 巴黎综合管廊示意图

英国伦敦于 1861 年即开始修建宽 12 英尺（约 3.66m）、高 7.6 英尺（约 2.32m）的半圆形综合管廊，如图 1.2.1-2 所示。其容纳的管线除燃气管、自来水管及污水管外，尚设有通往用户的管线，包括电力及通信电缆。其特点主要有：

- (1) 综合管廊主体及附属设施均为市政府所有；
- (2) 综合管廊内容纳有燃气管；
- (3) 综合管廊管道的空间出租给各管线单位。

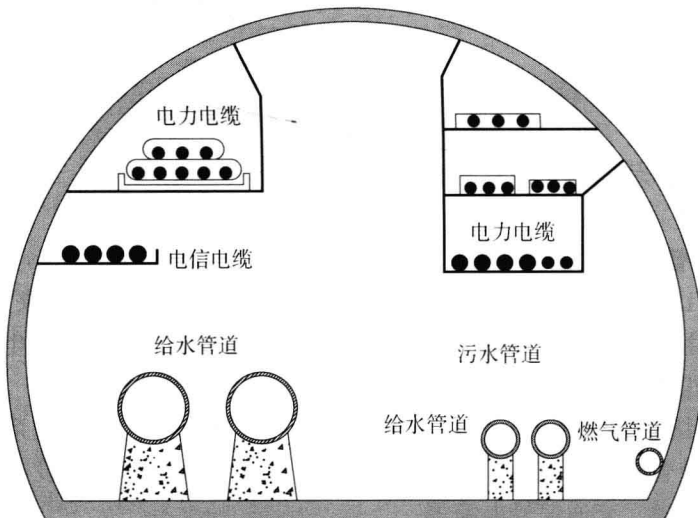


图 1.2.1-2 伦敦综合管廊示意图

德国早在 1890 年即开始兴建综合管廊。在汉堡的一条街道建造综合管廊的同时，在道路两侧人行道的地下与路旁建筑物用户直接相连。该综合管廊长度约 455m，在当时获得了很高的评价，如图 1.2.1-3 所示。

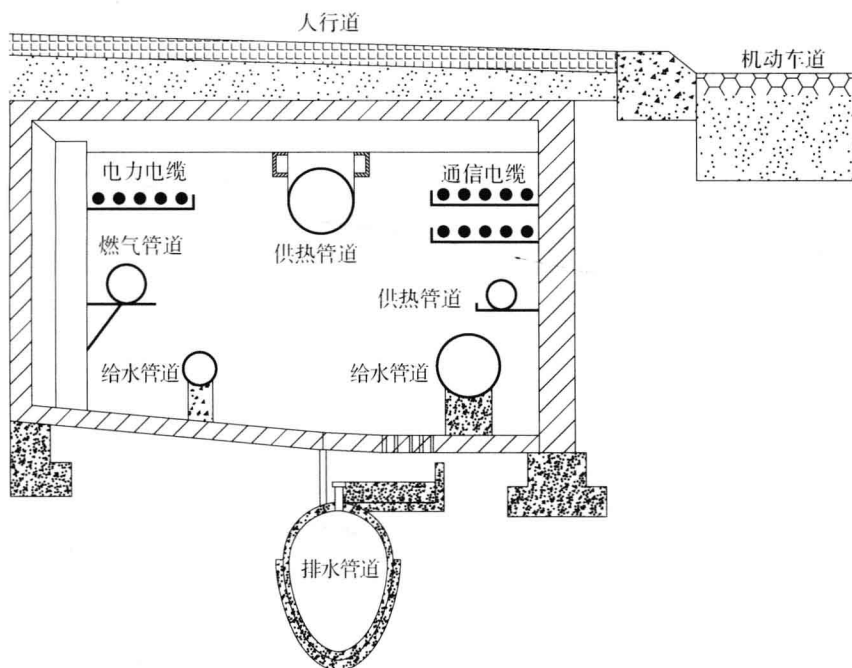


图 1.2.1-3 汉堡综合管廊示意图

自 1953 年以来，西班牙首都马德里市兴建了大量的综合管廊，综合管廊的建造使城市道路路面被挖掘的次数明显减少，坍塌及交通干扰现象基本被消除，同时有综合管廊的道路使用寿命比一般道路要长，从综合技术及经济方面来看，效益明显。

俄罗斯的地下综合管廊也相当发达，莫斯科地下有 130km 的综合管廊，除煤气管外，各种管线均有。其特点是大部分的综合管廊为预制拼装结构，分为单仓与双仓两种，如图 1.2.1-4、图 1.2.1-5 所示。

日本国土狭小，城市用地紧张，因而也更加注重地下空间的综合利用，综合管廊在日本开始兴建于 1926 年的千代田，1958 年日本东京开始兴建综合管廊，到 1981 年末，日本全国综合管廊总长约 156.6km，按照规划，到 21 世纪初，将达到 526km。

较为典型的项目有东京临海副都心地下综合管廊，该综合管廊总长度 16km，工程建设历时 7 年，耗资 3500 亿日元，是目前世界上规模最大、最充分利用地下空间将各种基础设施融为一体的建设项目。该项目为一条距地下 10m、宽 19.2m、高 5.2m 的地下管道井，把上水管、中水管、下水管、煤气管、电力电缆、通信电缆、通信光缆、空调冷热管、垃圾收集管等 9 种城市基础设施管道科学、合理地分布其中，有效利用了地下空间，美化了城市环境，避免了乱拉线、乱挖路现象，方便了管道检修，使城市功能更加完善。该综合管廊内中水管是将污水处理后再进行回用，有效节约了水资源；空调冷热管分别提供 7~15℃ 和 50~80℃ 的水，使制冷、制热实现了区域化；垃圾收集管采取吸尘式，以每

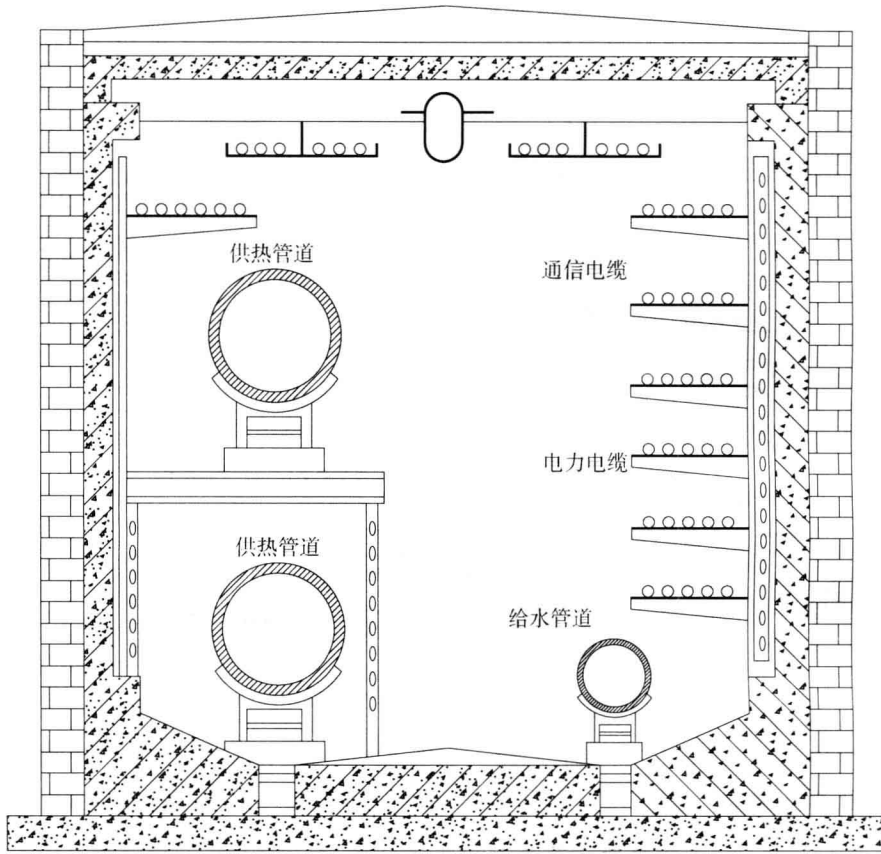


图 1.2.1-4 莫斯科单仓综合管廊示意图

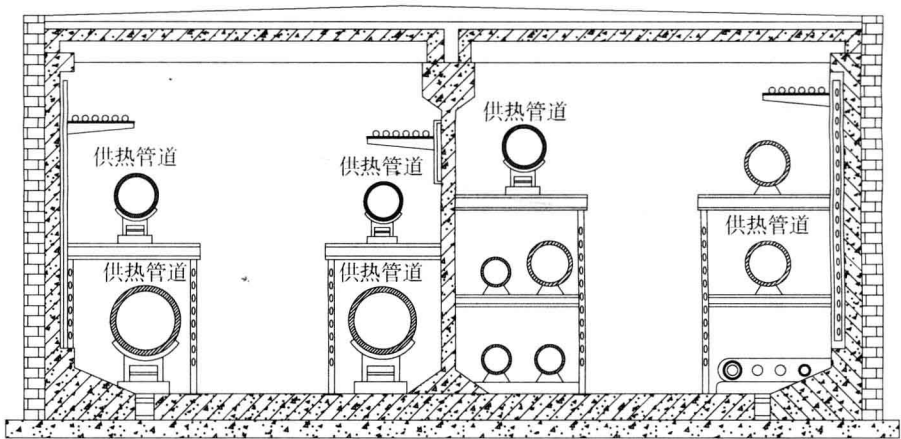


图 1.2.1-5 莫斯科双仓综合管廊示意图

小时 90~100km 的速度将各种垃圾通过管道送到垃圾处理厂。为了防止地震对综合管廊的破坏，采用了先进的管道变型调节技术和橡胶防震系统。对新的城市规划区域来说，该综合管廊已成为现代都市基础设施建设的理想模式^[2]，如图 1.2.1-6 所示。

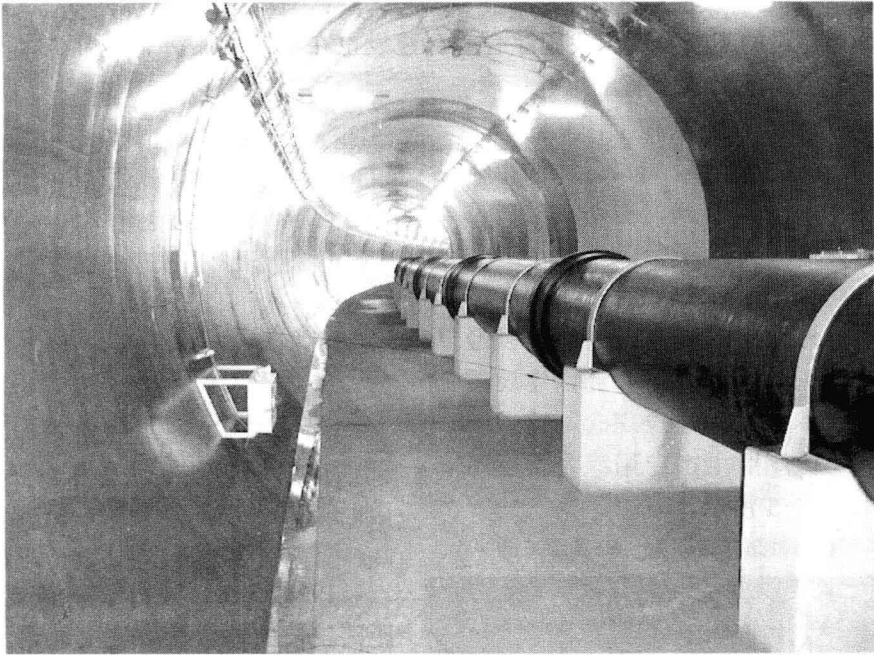


图 1.2.1-6 东京综合管廊

美国和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仍十分尖锐。美国纽约市的大型供水系统，完全布置在地下岩层的综合管廊中，如图 1.2.1-7 所示。加拿大多伦多市和蒙特利尔市，也有十分发达的地下综合管廊系统。

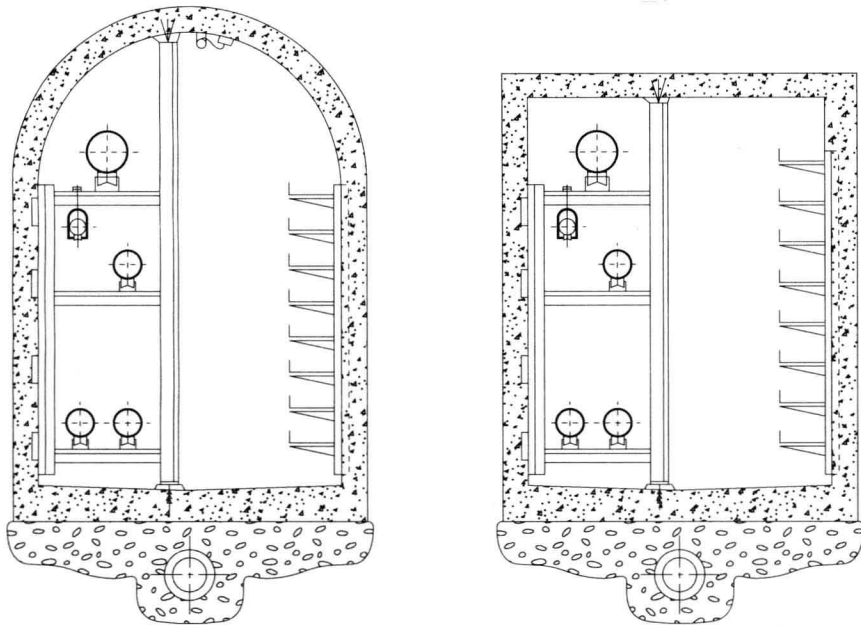


图 1.2.1-7 纽约综合管廊示意图

1.2.2 国内综合管廊发展概况

随着城市建设的不断发展,我国综合管廊建设也在不断发展。1958年,北京市在天安门广场敷设了一条1076m长的综合管廊。1977年配合毛主席纪念堂施工,又敷设了一条长500m的综合管廊。此外,大同市自1979年开始,在9个新建的道路交叉口都敷设了综合管廊。^[3]

进入20世纪70年代,随着我国经济建设的要求,开始借鉴国外先进的建设经验,引入综合管廊。在上海市宝钢建设过程中,采用日本先进的建设理念,建造了长达数十公里的工业生产专用综合管廊系统,如图1.2.2-1所示。

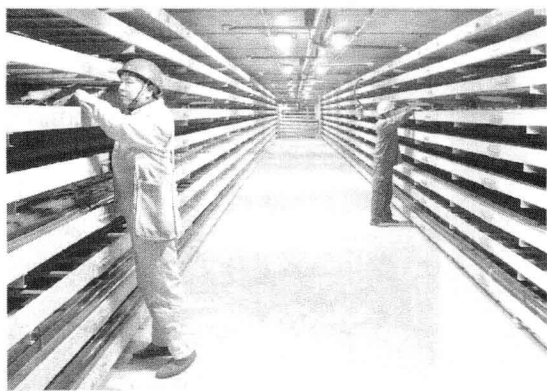


图 1.2.2-1 宝钢综合管廊

资料来源:宝钢日报

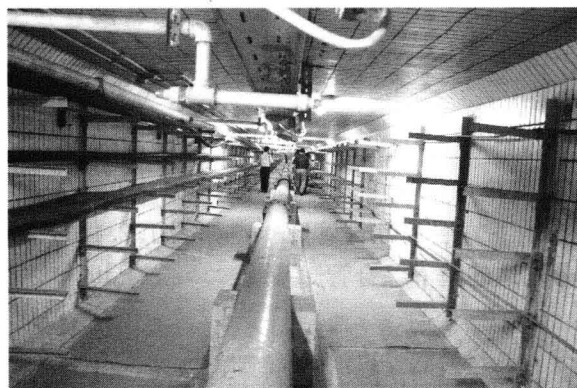


图 1.2.2-2 上海市张杨路综合管廊

1994年底,国内第一条规模较大、距离较长的综合管廊在上海市浦东新区张杨路初步建成^[3]。该综合管廊全长约11.125km,埋设在道路两侧的人行道下,综合管廊为钢筋混凝土结构,其断面形状为矩形,由燃气室和电力室两部分组成,如图1.2.2-2、图1.2.2-3所示。该综合管廊还配置了相当齐全的安全配套设施,建成了中央计算机数据采集与显示系统。

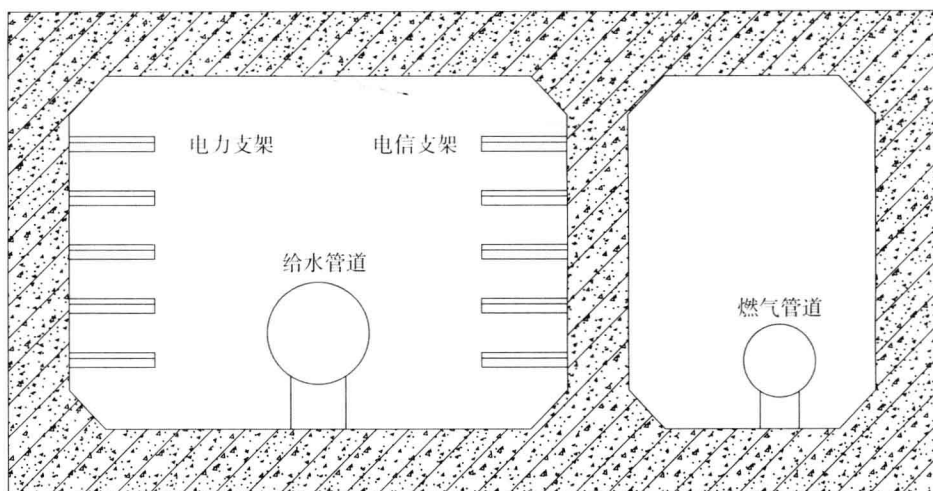


图 1.2.2-3 上海市张杨路综合管廊示意图