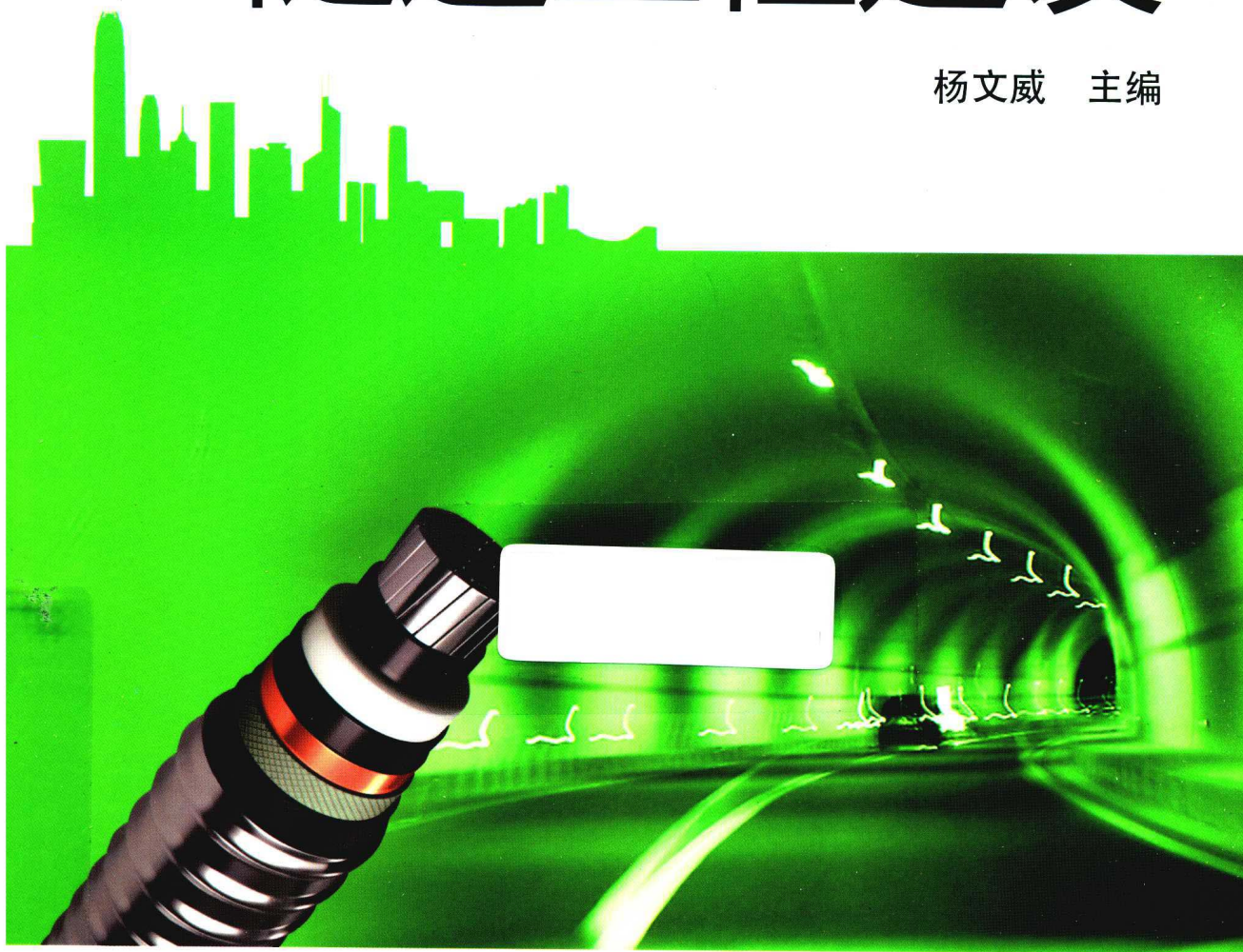


CHENGSHI DIANLI DIANLAN SUIDAO GONGCHENG JIANSHE

城市电力电缆 隧道工程建设

杨文威 主编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

CHENGSHI DIANLI DIANLAN SUIDAO GONGCHENG JIANSHE

城市电力电缆 隧道工程建设

杨文威 主编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

目前国内关于大型城市电力电缆隧道工程建设的研究比较少,本书以上海市电力公司的北京西路—华夏西路 500kV 电力电缆隧道工程为例,立足于我国城市输配电工程的需要,旨在对城市电力电缆隧道建设中需要重点关注的内容进行梳理及介绍。

本书共分 7 章,包括绪论、电力电缆隧道工程的规划与设计、电力电缆隧道专用施工技术研究、电力电缆隧道辅助技术研究、电力电缆隧道施工控制及运营维护、电力电缆隧道施工指南、展望。

本书可供从事地下工程和隧道工程的工程技术人员、管理人员在工作实践中阅读,也可作为城市电力电缆隧道建设的研究人员、相关专业师生的参考资料。

图书在版编目 (CIP) 数据

城市电力电缆隧道工程建设/杨文威主编. —北京:中国电力出版社,2012.11

ISBN 978-7-5123-2835-8

I. ①城… II. ①杨… III. ①城市配电-电缆敷设-隧道工程 IV. ①TM757

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 258971 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

北京市同江印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2013 年 2 月第一版 2013 年 2 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 13.25 印张 279 千字

印数 0001 册—3000 册 定价 59.00 元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签,刮开涂层可查询真伪

本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究

《城市电力电缆隧道工程建设》

编写人员名单

主 编 杨文威

参编人员 赵艳粉 方 浩 龚叶锋 李 峻

杜一鸣 陆小龙 何真珍 孟 毓

丁利红



随着我国国民经济的快速发展、城市化水平的不断提高，大量的城市建筑拔地而起，使得城市建设用地越来越紧张。合理开发利用城市地下空间，将城市部分的输电网向地下空间发展，是解决城市建设用地不足的有效途径，这就对城市电力电缆专用隧道建设提出了更高的要求。

建设电力电缆隧道能大量节约土地资源，也能显著提高电力电缆线路的输送能力。目前国内关于大型城市电力电缆隧道工程建设的研究比较少，特别是对大截面（ 2500mm^2 ）、高电压（ 500kV ）电缆敷设用的电力电缆专用隧道的工程建设研究几乎没有。上海市电力公司在 2010 年上海世博会供电保障工程中，建设了用于敷设二回 500kV 电力电缆和多回 220kV 电力电缆的专用隧道。其中，北京西路—华夏西路 500kV 电力电缆隧道长度约为 15.45km ，直径有 5.5m 和 3.5m ，是目前国内线路长度最长、隧道截面最大、穿越地下环境最复杂的隧道工程。沿线穿越城市大型设施（高架道路、轨道交通）、各种建（构）筑物（高层商务楼、多层住宅、沿街商铺及工厂）和河流（黄浦江），开创了我国电力电缆隧道建设的先河。上海市电力公司博采众长，以技术创新为支撑，采用了诸多先进技术，高标准、高质量、高效率地完成了工程建设任务，填补了我国大型电力电缆隧道工程建设技术的多项空白。

本书以上海市电力公司的北京西路—华夏西路 500kV 电力电缆隧道工程为案例，重点讨论了电力电缆隧道工程的规划研究与工程设计；电力电缆隧道设计与施工技术研究，包括与盾构及顶管施工相关的技术研究；采用数字化技术进行电力电缆隧道施工控制及运营维护，研究实施了电力电缆隧道特殊的辅助设施。

本书视角新颖、内容丰富，在讨论大截面电力电缆隧道工程建设的基础上，还分析了 500kV 电力电缆在施工、运行以及维护等方面的内容，并与实践经验相结合，提出了新的思路及有价值的结论和建议。

希望本书的出版能够引起对我国城市电力电缆工程建设中一些共性问题的关注，指导电力电缆隧道的规划、建设以及运行维护，使城市电力电缆隧道的建设和运行维护能够适应我国经济发展要求，亦可供从事地下工程和隧道工程的工程技术人员在工作实践中参考，也为有志于城市电力电缆隧道建设的研究人员和有关专业师生提供研究、创新的思路。

前言



近年来,随着城市开发建设的加快,使得城市建设用地日趋紧张。城市高压电力电缆隧道建设经验的缺乏、隧道穿越环境的复杂多样,在城市电力电缆隧道建设中成为必然面对、不可避免和需要认真解决的问题。《城市电力电缆隧道工程建设》立足于我国城市输配电工程的需要,旨在对城市电力电缆隧道建设中需要重点关注的内容进行梳理及介绍。

本书介绍的 500kV 电力电缆隧道可以充分利用城市地表 5m 以下的资源,将地下 0.8~2m 的黄金城市管线空间让出来,有利于城市土地资源的充分利用,这也是解决电力建设用地不足的有效途径。

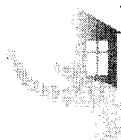
本书以上海市电力公司的北京西路—华夏西路 500kV 电力电缆隧道工程为例,其是国内线路长度最长、接头数量最多的电力电缆隧道工程,沿线多为城市高架、高层商务楼、多层住宅、沿街商铺及工厂,电力电缆隧道全线穿越已建、在建及规划轨道交通 13 次,施工难度之高在我国电力电缆隧道史上还属首例。为保证工程的顺利进行,上海市电力公司博采众长,以技术创新为引领,采用了诸多先进技术,如电力电缆消防关键技术、顶管近距离穿越运营中地铁隧道的施工技术、电力电缆隧道施工控制及运营维护与数字化技术、电力电缆隧道数字化远程监控系统等,为确保该 500kV 电力电缆隧道工程高标准、高质量、高效率地完成施工提供了技术保证。

在本书编写过程中,北京西路—华夏西路 500kV 电力电缆隧道工程参与单位提供了很多参考资料。在此,感谢工程实施中黄效喜、曹春平、倪镭、张伟、高小庆、王怡凤、许建华、王固萍、朱玉林、胡万荣、马骏、蔡钧、周红英等领导对本书提供的支持和帮助。

由于时间和水平所限,书中不妥之处在所难免,恳请广大读者批评指正。

编 者

2012 年 2 月



目 录

序
前言

1	绪论	1
1.1	电力电缆隧道建设的意义	1
1.2	国内外电力电缆隧道实例	2
1.3	研究重点及关键技术问题	4
2	电力电缆隧道工程的规划与设计	6
2.1	工程概况	6
2.2	电力电缆隧道工程的规划	7
2.3	电力电缆隧道工程的设计	8
3	电力电缆隧道专用施工技术研究	14
3.1	与盾构施工相关的技术与研究	14
3.2	与顶管施工相关的技术与研究	28
3.3	与工作井施工相关的技术与研究	48
3.4	电力电缆隧道内部结构施工技术研究	55
4	电力电缆隧道辅助技术研究	63
4.1	电力电缆隧道的长期温度预测	63
4.2	电力电缆隧道的接地技术	69
4.3	电力电缆隧道防火	71
4.4	电力电缆隧道穿越轨道节点的防水	73
5	电力电缆隧道施工控制及运营维护	77
5.1	电力电缆隧道数字化平台	77
5.2	电力电缆隧道施工控制技术	85
5.3	电力电缆隧道下穿越施工实时监测及预警技术	106
5.4	基于数字化的远程监控技术	123

5.5	基于数字化平台的施工控制技术	130
5.6	基于数字化平台的运营维护技术	137
6	电力电缆隧道施工指南	150
6.1	微扰动施工控制技术和数字化安全监控指南	150
6.2	电力电缆隧道大截面电缆金具和支架使用指南	161
6.3	电力电缆隧道辅助系统监控中心设计施工指南	167
7	展望	173
附录 A	电力电缆隧道穿越段控制标准	175
附录 B	电力电缆隧道消防系统设置标准	187
附录 C	电力电缆隧道通风系统设置标准	191
参考文献		199

绪 论

1.1 电力电缆隧道建设的意义

随着我国国民经济的快速发展,以及城市化水平的提高,大量的人口不断涌向城市,城市的发展局势严峻,对电力的需求也逐年上升。由于城市化的高速发展,为了满足电力供应的需要,高电压等级的变电站进入城市中心区,城市中部分输电网将向地下空间发展,这就对电缆数量和输送容量提出了更高的要求。传统的直埋、排管、电缆沟等敷设方式难以满足电力发展的需求,电力电缆隧道必然将高电压、大截面电缆(如500kV电压等级电缆截面积大于等于 2500m^2)作为主要敷设方式。

电力电缆隧道的优越性在于能够显著提高电缆线路的输送能力。电缆输送能力的提高除受制于其结构本身外,关键还在于电缆运行环境的散热条件。电力电缆隧道一般埋设于地下8m,甚至20m(顶覆土),受地表温度变化的影响小;而直埋、排管、电缆沟等一般埋设于地下0.8~2m,受地表温度变化的影响大,尤其在夏季用电高峰时的散热条件极差。隧道内良好的散热条件保证了在同等条件下,隧道内的电缆输送容量比排管、直埋等方式敷设的电缆大20%以上。

电力电缆隧道能大量节约土地资源。现在城市中的土地资源不再局限于地上土地资源,地下土地资源也越来越宝贵。充分利用城市地表5m以下的资源,将0.8~2m的黄金城市管线空间让出来,有利于城市土地资源的充分利用。

电力电缆隧道由于内部空间大,为电缆的运行、检修和维护工作带来巨大的便利,也为将来的发展预留了广阔的空间。

因此,对城市电力电缆隧道工程建设的研究具有非常重要的意义。本书以上海市电力公司的北京西路—华夏西路电力电缆隧道工程为案例,就以下问题展开研究:电力电缆隧道工程的规划与设计;电力电缆隧道专用施工技术研究,包括与盾构施工相关的技

术研究、与顶管施工相关的技术研究、与工作井施工相关的技术研究；电力电缆隧道辅助技术研究；电力电缆隧道施工控制及运营维护，包括电力电缆隧道数字化平台、电力电缆隧道施工控制技术、电力电缆隧道下穿越施工实施监控及预警技术、基于数字化的远程监控技术、基于数字化平台的施工控制技术、基于数字化平台的运营维护技术；电力电缆隧道施工指南与控制标准，包括微扰动施工控制技术和数字化安全监控指南、电力电缆隧道大截面电缆金具和支架使用指南、电力电缆隧道机电设备设计施工指南。有关这些方面问题的研究将为城市电力电缆隧道工程建设提供科学的理论依据和经验借鉴。

1.2 国内外电力电缆隧道实例

电力电缆隧道是用于容纳大量敷设在电缆支架上的电缆的走廊或隧道或构筑物。目前，国际上日本、英国、法国等已有大量沿隧道敷设高压电力电缆的先例；国内北京、上海、广州等城市也都已敷设了高压电力电缆隧道。下面对国内外电力电缆隧道实例进行简单介绍。

1.2.1 国外隧道运行情况

(1) 东京湾横断公路隧道。世界三大海底隧道之一的日本东京湾横断公路隧道是目前世界上最长的海底公路隧道，长 9.4km，由 2 条外径 13.9m 的单向公路隧道组成，已在 1998 年建成通车。在隧道的设计及实施中为东京电力公司预留了 500kV 电缆的敷设通道，目前根据当地负荷现状，先行敷设两回 77kV 交联电缆。

(2) 多佛海峡隧道。英法两国间的多佛海峡隧道全长 48.5km，也是世界三大海底隧道之一，其海底部分长 37.5km，共有 3 条隧道。其中两条为电力机车隧道，外径 $\phi 8.6\text{m}$ ；一条为服务隧道，外径 $\phi 6.6\text{m}$ 。除通行旅客列车（3000 万人/年）及货车（1500 万 t/车）外，尚有输送各类汽车的长 800m 的特殊列车，由 2~3 辆 6000kW 电力机车牵引，平均速度 160km/h，全程时间 35min。该隧道于 1993 年建成，其电力供应由英、法两国电力公司各承担一半。两国各以 3 条 220kV 电缆供电，一条用于电力机车，一条用于辅助设备，第 3 条备用。一方事故时，由另一方供应全隧道电力，至今运行情况良好。

1.2.2 国内隧道运行情况

目前，北京电网拥有国内规模最大的电力电缆隧道网，总长约 400km，隧道内运行有 220、110、10kV 电力电缆和通信光缆。大部分未设防火分区，在部分电缆接头处上方设置了悬挂式 1211 自动灭火器，无其他消防报警及灭火设施。

广州第一条电力电缆隧道珠江新城电力电缆隧道于 2001 年投运。该隧道西起天河变电站，东至潭村变电站，全长 3863m，是目前国内敷设电缆能力较大、长度较长的电力电缆隧道。目前，该隧道已经敷设了 220kV 和 110kV 的输电电缆各一回，还预留有 5 回电缆的位置。在消防系统配置方面，整条隧道分为 42 个防火分区，每个分区都设有紧急出口。一旦隧道内的线路出现事故引发火灾，报警系统马上将险情传递到隧道的消防中心，中心控制分区的防火门关闭，将火源隔断，避免更大的损失；在出现火险的分区的

工作人员也能通过紧急出口快速疏散。此外，隧道内还安装了温控自动通风装置。

1.2.3 上海地区隧道情况

一、上海电网电力电缆隧道

上海城区内还没有已成规模的电力电缆隧道网络，但在历年的单项工程中，为了配合一些工程的需要以及上海电网的发展需求，已建和正在建设一些电力电缆隧道。这些隧道一般都位于市区繁忙地段、变电站出口、穿越黄浦江。截止到 2006 年底，上海电网共有电力电缆隧道 16 条，其中过江电力电缆隧道 4 条，陆地电力电缆隧道 12 条。已建隧道的累计长度为 13.55km。

据初步统计，隧道内安装有 220kV 电缆线路 23 回，110kV 电缆线路 14 回（电缆类型包括自容式充油电缆与交联聚乙烯电缆），同时安装了 39 回 35kV 及以下电缆线路。隧道内最早敷设的 110kV 充油电缆线路是地徐 1179（万体隧道），投运时间为 1989 年；隧道内最早敷设的 220kV 充油电缆线路是新瑞 2226（杨厂隧道），投运时间为 1989 年；隧道内最早敷设的 110kV 交联聚乙烯电缆线路是南瑞 1129（南厂隧道），投运时间为 1992 年；隧道内最早敷设的 220kV 交联聚乙烯电缆线路是源广 2173/2174（广场出线隧道），投运时间为 1993 年。杨厂和龙阳路电力电缆隧道分别如图 1-1 和图 1-2 所示。上海电网的主要电力电缆隧道见表 1-1。

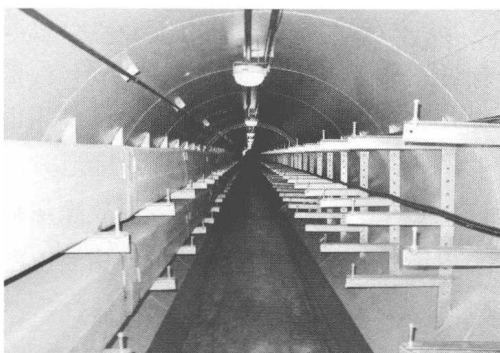


图 1-1 杨厂电力电缆隧道

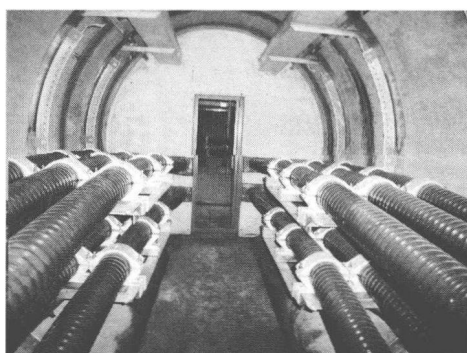


图 1-2 龙阳路电力电缆隧道

表 1-1

上海电网的主要电力电缆隧道

投运时间	隧道	隧道长 (m)	隧道工艺	电缆类型
1994	闸电厂前电力电缆隧道	约 100	大开挖	3 回 220kV 交联电缆 5 回 220kV 充油电缆
1983	万体馆电力电缆隧道	约 100	大开挖	2 回 110kV 充油电缆 10~35kV 电缆若干
1989	杨厂电力电缆隧道	约 1070	顶管	2 回 220kV 充油电缆
1988	华山站站前电力电缆隧道	约 78	顶管	2 回 220kV 充油电缆 35kV 电缆若干
1992	福州路电力电缆隧道	约 550	盾构	2 回 220kV 充油电缆
1990	打浦路电力电缆隧道	约 550	盾构	2 回 220kV 充油电缆

续表

投运时间	隧道	隧道长 (m)	隧道工艺	电缆类型
1992	广场站站前电力电缆隧道	约 100	大开挖	2 回 220kV 充油电缆 2 回 220kV 交联电缆
2003	复兴路电力电缆隧道	约 550	顶管	2 回 220kV 交联电缆
2006	新江湾电力电缆隧道	约 2700	大开挖+顶管	2 回 220kV 交联电缆
2006	龙阳路电力电缆隧道	约 1690	顶管	4 回 220kV 交联电缆
2006	罗山路电力电缆隧道	约 3500	盾构	4 回 220kV 交联电缆

二、用户隧道

(1) 宝钢电力电缆隧道。宝钢有自身的发电厂和变电站,为了更有效、科学、经济地建设其厂区电网,宝钢多年来已分三期建设了总长为 70 多千米的电力电缆隧道。隧道内敷设的电缆的电压等级为 110~35kV;



图 1-3 宝钢电力电缆隧道

同截面最高电缆密度为 8 回路 110kV 电缆。电缆直接由发电厂及变电站引入地下电力电缆隧道,通过分布于厂房、办公楼等建(构)筑物下的电力电缆隧道网通向各受电部(见图 1-3)。

(2) 石化电力电缆隧道。上海石化股份有限公司有电力电缆隧道近 8km,内敷设有大量 35kV 电缆,鉴于其主设备用电需求,35kV 电缆按经消弧线圈接地方式运行,按该方式运行的线路可带故障运行

2h。20 世纪 80 年代末,电力电缆隧道内的 35kV 电缆曾发生单相接地故障,由于电缆带故障运行了一段时间,引起了火灾,造成了较大损失。

1.3 研究重点及关键技术问题

在电力电缆隧道建设过程中,科研的重要性一直体现在工程实施的每一个方面,由此设立了多个科研项目,主要表现在隧道工程技术科研和电力电缆隧道安全性科研两个方面。

隧道工程技术的科研主要解决工程中穿越轨道、隧道线性复杂和埋设深度超深等工程技术难题,特别是长距离三维曲线顶管等施工技术具有突破性的意义。同时针对电力电缆隧道特有的 5.5m 隧道中板施工和长距离水平混凝土泵的科研,有力保障了工程的顺利实施。这些工程技术的革新对工程风险的控制和复杂工况的实施起到了至关重要的作用。

在电力电缆隧道科研过程中,本书首次提出了数字化电力电缆隧道工程概念并对其

关键技术——隧道工程时空信息系统数字化建设、数字化隧道工程可视化与三维造型平台、数字化隧道工程系统建模体系及空间分析等方面进行了较为深入的研究，结合实际施工特点，完成了电力电缆隧道周边环境、设计、施工、监理等数据于一体的数字化系统；建立了一套施工重点保护对象扰动施工要求的控制指标和预警体系，为今后工程设计、施工提供了参考；安全性方面的科研主要解决电缆隧道的消防问题和长期通风散热问题；设备方面提出了大截面金具和金具的使用指南。

电力电缆隧道工程的规划与设计

电力电缆隧道相比于其他敷设方式具有隧道内部环境整洁、通风条件良好、有利于电缆的散热、电缆运行工况好的优点，提高了电缆的使用寿命。同时运行维护方便，有利于巡视人员及早发现并处理问题，以防患于未然。电力电缆隧道还可以根据电力发展需求很容易地增加电缆数量，而且还可避免路面重复开挖现象。本章就结合上海市北京西路—华夏西路电力电缆隧道工程对电力电缆隧道规划与设计研究介绍如下。

2.1 工程概况

随着国民经济高速发展和全民生活水平的不断提高，上海电网的负荷量也逐年攀升。上海电网原来采用的“外围 500kV 变电站（发电厂）+220kV 中心站+220kV 终端站向市中心”供电的方式已经不再适合上海电网飞速发展的用电负荷要求，必须采用“500kV 终端变电站深入市中心”的模式，以适应现代城市电网发展的需要。

上海市电力公司结合上海举办 2010 年世界博览会的特殊要求，为确保 2010 年世界博览会各分片、展馆供电可靠性，决定在市中心建设 500kV 变电站。市中心的 500kV 变电站必须采用大截面 500kV 电缆，为保证其安装、运行、检修，必须建设电力电缆专用隧道来配合 500kV 工程的实施。北京西路—华夏西路电力电缆隧道也就由此而生。

北京西路—华夏西路电力电缆隧道工程起点为北京西路 [500kV 静安（世博）地下变电站]，终点为华夏西路（500kV 三林变电站），全长 15.3km，共设 15 个工作井，沿线经过上海市静安区、卢湾区、黄浦区及浦东新区。其中 0~6 号工作井、8~10 号工作井为盾构法隧道，隧道内径 $\phi 5.5\text{m}$ ，长约 8.89km；6~8 号工作井、10~14 号工作井为顶管法隧道，隧道内径 $\phi 3.5\text{m}$ ，长约 6.21km；明挖隧道约 0.30km，沿线共设 14 座工作井。北京西路—华夏西路电力电缆隧道走向示意图如图 2-1 所示。

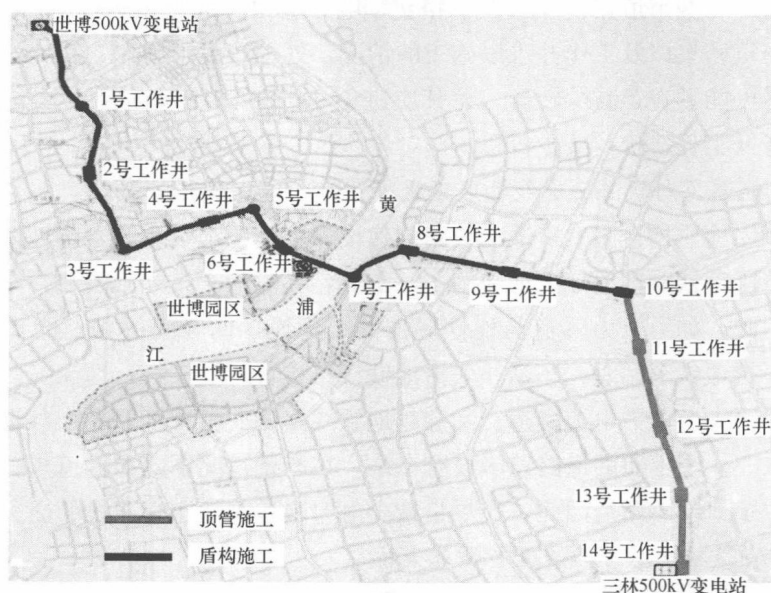


图 2-1 北京西路—华夏西路电力电缆隧道走向示意图

2.2 电力电缆隧道工程的规划

2.2.1 电力电缆隧道的路径规划原则

北京西路—华夏西路电力电缆隧道长达十数千米，其间经过的地质情况十分复杂，地上和地下的构筑物很多。在地上部分，隧道要不影响两侧的房屋，还有高架道路、磁悬浮等大型市政设施的安全和正常使用；在地下部分，要穿越各类市政管线和轨道交通，同时还要穿越黄浦江等河流。因此在路径规划过程中，遵循了以下几项原则，以保证电力隧道的规划选线最经济、最可靠。

一、结合城区规划和范围内的 220kV 变电站布置及综合利用

北京西路—华夏西路电力电缆隧道应以中心城分区规划为依据，同时结合编制好的世博园区总体规划。具体而言，选线应以中心城区道路网规划、世博园区道路规划为依据，选择合理的隧道走向。北京西路—华夏西路电力隧道并不仅仅用作静安地下变电站 500kV 电缆进线的通道，同时也是中心城区内重要的电力输送通道。随着城市的飞速发展，今后市中心城区将主要采用电缆输电方式，电缆敷设路径的选择也日益艰难，北京西路—华夏西路电力隧道建成后将成为连接市中心重要电力枢纽的主要干道。因此隧道路径的选择也应结合周边 220kV 变电站的布置和电力负荷输送的需要。

二、尽可能地缩短隧道长度，以降低工程造价

电力电缆隧道是一项复杂的工程，耗资巨大，每千米造价高达数千万元。缩短电力电缆隧道的长度，是显著降低电力电缆隧道及今后电缆工程造价的最有效的方法。同时受施工技术的限制，电力电缆隧道的曲率半径不可能很小，因此对隧道的线形设计产生

了一定的限制。而城市道路基本为十字相交,电力隧道转向也多为 90° 直角,遇到路幅较窄、路口建筑密集以及工作井难以施工的情况,处理难度则更大。因此,电力电缆隧道的走向应尽可能顺直,减少转弯,尤其应避免 90° 直角转向,做到尽可能缩短电力隧道的长度,降低工程造价,减少投资。

三、尽可能避免与轨道交通线共线设置或穿越,减少实施难度

上海地区因地质构造因素,地铁线路的建设深度一般都较北方岩土地基隧道浅。通常,常规线路段地铁隧道顶部距地面约 $14\sim 15\text{m}$,在靠近车站处则较浅,车站与地面的间距更小。因此,如果电力隧道与地铁隧道共线建设,两者间的相互距离关系较难处理。尤其在穿越地铁车站时,车站一般沿地铁线路布置距离较长,埋深又浅,电力电缆隧道穿越难度更大。电力电缆隧道交叉穿越地铁线路的实施难度要小于与地铁线路共线布置。但地铁在一些主要的道路口多设有车站,在有些情况下电力隧道与轨道交通线相交的位置就位于地铁车站。因此,应尽量减少电力隧道与轨道交通线的交叉穿越。

四、过江点选择应尽可能避开黄浦江大桥

选择合理的过江点也是北京西路—华夏西路电力电缆隧道整个选线工作中至关重要的环节。过江点选择应根据陆上隧道走向,结合黄浦江两岸的道路布局来布置。从电力电缆隧道的总体布局来看,过江点应基本位于卢浦大桥下游至陆家嘴之间,其间最大的市政设施为南浦大桥。南浦大桥在浦江两岸均有结构庞大的引桥,引桥下桩位密布,电力隧道要从中穿越十分困难。因此,过江点应尽可能避开南浦大桥引桥区域。

2.2.2 电力电缆隧道内径的选择

电力电缆隧道的内径选择要兼顾使用功能和施工难度。在上海地区建设电力电缆隧道受到各种施工技术的限制,不能任意选择隧道内部的空间。北京西路—华夏西路电力电缆隧道建设在总结过去经验的同时,大胆引入上海轨道交通建设和大型排水系统建设的成果,将内径从过去的 2m 多扩展到 3.5m 和 5.5m 。其中 3.5m 内径的隧道是目前上海建设的最大顶管法施工的隧道,主要用于 220kV 通道较少的地区,共放置3回路 500kV 电缆,3~4回路 220kV 电缆。

5.5m 内径的隧道完全采用上海地区轨道交通(地铁)的成熟经验,采用盾构法施工,主要用于 220kV 通道较多的地区,共放置3回路 500kV 电缆,9回路 220kV 电缆。

2.3 电力电缆隧道工程的设计

2.3.1 工程地质

北京西路—华夏西路电力电缆隧道的隧道场地横贯浦江两岸,地形一般较为平坦,地面标高为 $2.54\sim 4.76\text{m}$,属滨海平原地貌类型。地基土的分布及性质变化较大,地层分布属第四系全新统至中、上更新统,自上而下主要组成为:①填土;②-1褐黄—灰黄色粉质黏土;③灰色淤泥质粉质黏土夹粉砂;④灰色淤泥质黏土;⑤-11灰色黏土;⑤-12灰色粉质黏土;⑤-2灰色砂质粉土;⑤-31灰色粉质黏土夹粉砂;⑤-32灰色

砂质粉土夹粉质黏土；⑤-4 灰绿色粉质黏土；⑥暗绿—草黄色粉质黏土；⑦-1 草黄色粉质黏土夹粉砂；⑦-2 灰色粉细砂；⑧灰色粉质黏土等土层。

2.3.2 盾构法隧道的结构型式

根据电网规划及电缆布置的工艺要求，综合比较隧道的施工、运行、管理各方面的便利性后，北京西路—华夏西路电力电缆隧道设计中盾构法隧道内径为 5.5m。区间圆形隧道采用单层衬砌，衬砌厚 350mm，环宽 1.2m，衬砌环间采用通缝拼装。管片采用六分块方案，衬砌环全环由小封顶块 F，两块邻接块 L1、L2，两块标准块 B1、B2，一块拱底块 D 构成。

本次设计在 350mm 厚管片环面中部设大凸榫以承受千斤顶顶力，可有效地防止环面压损，控制环间剪动，提高管片外周平整度，减少对盾尾密封装置的磨损。管片外弧侧设置水膨胀薄片槽和弹性密封垫槽，内弧侧设嵌缝槽。

管片环与环间采用 17 个 M30 纵向直螺栓连接，块与块间以 12 个 M30 环向直螺栓连接，环、纵向螺栓采用锌基铬酸盐涂层作防腐蚀处理。盾构法电力电缆隧道断面布置如图 2-2 所示。

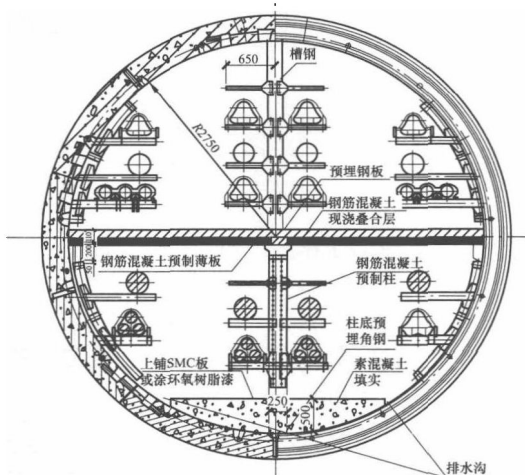


图 2-2 盾构法电力电缆隧道断面布置

2.3.3 顶管法隧道的结构型式

顶管工程根据工艺设计要求和环境条件的限制，分多段施工，采用 D3500 的工厂预制钢筋混凝土管节。混凝土等级为 C50，钢筋采用 HPB235、HRB335 级钢，钢材为 Q235 钢。

北京西路—华夏西路电力电缆隧道工程管道平面线型基本为直线型，采用标准管节长度

2.50m，采用“F”型钢套环的承插式接口，除标准管节外还分别设有中继环、中继环前后节等。为适应管道与井之间不均匀沉降和抗震设防的需要，在两者间设置能适应一定变形的接头。顶管法电力电缆隧道断面布置如图 2-3 所示。

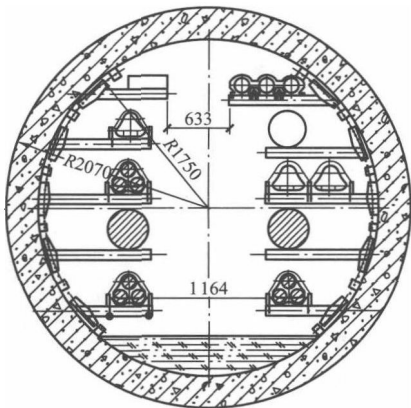


图 2-3 顶管法电力电缆隧道断面布置

2.3.4 工作井结构型式

工作井在满足使用功能的前提下尽量缩小规模，内部设有通风设施和人员进出通道；根据功能和环境条件分别采用圆形和矩形钢筋混凝土结构，采用不同的围护方案，其中包括地下连续墙、钻孔桩、SMW、沉井等围护桩型式施工。