历史文化街区地下管线最小水平净距研究

李 浩 李 艺 宋文波 关春雨

(北京市市政工程设计研究总院, 北京 100082)

摘要 在分析管线敷设、维修所需空间和管线之间相互作用的基础上, 结合北京南池子历史文化街区试点片和山西平遥古城地下管线综合设计与建设实例, 证明在采取一定安全技术措施的条件下, 地下管线之间水平净距可以小于《城市工程管线综合规划规范》的一般规定。推荐了适用于历史文化街区地下管线之间水平净距的最小值, 为历史文化街区内市政基础设施的设计与建设提供参考。

关键词 历史文化街区 管线 综合设计 水平净距 规范

Setting of minimum net level distance between underground pipelines in historical and cultural block

Li Hao, Li Yi, Song Wenbo, Guan Chunyu

(Beijing General Municipal Engineering Design & Research Institute, Beijing 100082, China)

Abstract: Based on the pipeline analysis, needed room for maintenance, the interaction of pipelines, and the case studies of the Beijing Nanchizi historical and cultural block experimental district and the Shanxi Pingyao ancient city underground pipeline comprehensive design and construction, this paper proved that on the precondition of employment of safety technical measures, the net level distance between underground pipelines could be less than the requirements of "*Code for comprehensive planning of urban engineering pipeline*". The minimal net level distance between underground pipelines in historical and cultural blocks was proposed to offer the reference to the municipal infrastructure design and construction in historical and cultural block.

Keywords: Historical and cultural block; Pipeline; Comprehensive design; Net level distance; Code

历史文化街区是指经省、自治区、直辖市人民政府核定公布的保存文物特别丰富、历史建筑集中成片、能够较完整和真实地体现传统格局和历史风貌, 并具有一定规模的区域[1]。历史文化街区内以传统民居和历史保护建筑为主, 建筑密度大、容积率小、街道宽度小, 市政基础设施相对落后, 对其进行合理改造既是改善居民居住环境的要求, 也是维护历史文化街区历史延续性的保证。目前城市街区地下管线的规划设计主要遵循《城市工程管线综合规划规范》(GB 50289—98, 简称"规范"), 若将现有各类地下管线布置于一条街道之下, 所需最小路宽为 12~ 15 m, 历史文化街区内路宽多为 3~ 7 m, 因此地下管线布置需求与有限的地下空间之间存在矛盾。为解决此问题, 一方面应结合街道宽度与使用需求次序确定实施管线的种类, 另一方面应在有限的地下空间内对地下管线合理布局。本文通过理论分析和工程实例的研究, 推荐了历史文化街区地下管线之间最小水平净距。

国家科技支撑计划(2006BAJ16B01-03) 资助项目。

1 管线间最小水平净距的决定因素

"规范"指出[2], 工程管线间最小水平净距因受街道宽度以及现状工程管线位置等因素限制, 难以达到"规范"的一般要求时, 可根据实际情况采取安

© 1994-2011 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

全措施后减小管线间最小水平净距。

国内外的研究成果和长期运行实践表明，管线间水平净距需满足以下两方面要求：①保证管线敷设、维修所需空间；②保证管线间的相互作用不影响其运行安全。

1.1　管线敷设、维修所需空间

管线的敷设和维修一般需挖掘沟槽，若沟槽边壁与其他现状管线间水平净距过小可能导致沟槽坍塌。坍塌主要是土体产生剪切破坏的结果，因此可通过分析土体抗剪强度确定沟槽边壁与现状管线的临界水平净距。

沟槽边壁的临界平衡状态可根据朗肯(Rankine)土压力理论计算。在朗肯土压力理论中，粘性土的主动土压力是由土的自重引起的侧压力和由粘聚力引起的负侧向压力相叠加的结果，两压力相抵消之处的沟槽深度 Z 称为临界深度。临界深度由土壤密度、粘聚力以及摩擦角确定，可通过式(1)计算[3]。

$$Z=\frac{2c}{\gamma\tan\left(45^\circ-\frac{\varphi}{2}\right)} \tag{1}$$

式中 Z ——临界深度，m；

γ ——土壤密度，kg/m^3；

φ ——抗剪切强度线与水平线的夹角，称摩擦角，°；

c ——抗剪切强度线在纵轴上的截距，称粘聚力，Pa。

结合朗肯土压力理论与事故分析，美国犹他州州立大学的研究人员建立了平行埋设管线间水平净距的临界关系式[4]，示意见图1。

$$\frac{X}{D}=3\frac{H}{Z} \tag{2}$$

式中 X ——沟槽边壁与现状管线外壁最小水平净距，m；

D ——现状管线直径，m；

H ——现状管线覆土厚度，m。

由式(2)可见，沟槽边壁与现状管线外壁的最小水平净距取决于现状管线的直径、埋深以及临界深度。历史文化街区内由于空间有限导致沟槽无法满足与现状管线间最小水平净距要求时，由于管线的设计功能已经确定，其直径与埋深不易调整，因此可通过增加沟槽边壁强度、采取支护措施等方式增加临界深度，保证地下管线敷设或维修时沟槽挖掘工作的安全。

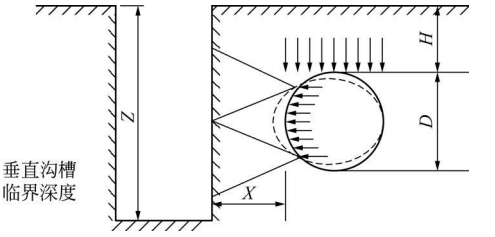

图1　与现状管道平行挖掘沟槽的坍塌机理

此外，沟槽边壁与管线外壁间还应留有工作面、边壁支撑物(有支撑要求时)、模板(现浇混凝土管渠时)等所需空间。根据《给水排水管道工程施工及验收规范》(GB 50268—2008)[5]，历史文化街区内常用的外径不大于500 mm的金属、化学材质管道或者采用柔性接口的混凝土类管道，管道一侧工作面最小宽度为0.3 m。

1.2　管线间相互作用的影响

管线运行过程中可能产生的相互影响也对平行敷设的地下管线之间的水平净距提出了要求。

(1) 充足的间隔可在邻近管线泄漏或出现故障时充当最后的保护屏障。如污水管道的破损可能使污染物进入邻近的给水管道，当污水管道与给水管道间水平净距较大时，即使污水管道出现了泄漏，污染物也不易与给水管道接触，避免发生饮用水污染事故；又如给水管道、热力管道等有压管道漏水时对土壤的冲刷力较大，可能对附近其他管线的基础产生影响，较大的水平净距可降低此类危险发生的概率。

(2) 充足的间隔可将管线运行时的相互不利影响控制在合理范围内。如电缆导体工作时，电缆载流量随导体温度的升高而降低；当热力管线与电力电缆较近时可导致电缆附近环境温度上升，从而降低电缆的输电能力。如最高工作温度为70 ℃的电缆导体，当环境土壤温度由25 ℃(基准环境温度)升高到35 ℃时，电缆的载流量可下降12%[6]。因此《城市热力网设计规范》(CJJ 34—2002)及《电力工程电缆设计规范》(GB 50217—2007)均规定了热力管道与电力电缆平行敷设时二者的最小水平净距。

© 1994-2011 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

2 管线间最小水平净距的推荐值

由以上分析可知，只要管线敷设和维修空间得到满足、管线间相互影响得到合理控制时，地下管线之间水平净距即可作适当压缩。下面以北京南池子历史文化街区试点片和山西平遥古城管线综合规划设计中的成功经验为依据，研究历史文化街区地下管线之间可采用的最小水平净距。

2.1 两个研究案例的概况

研究中选取的两处区域具有较好的代表性。北京南池子历史文化街区位于故宫东侧，是北京市第一批确定的历史文化街区之一。在2003年街区改造之前，南池子地区市政基础设施不足，建筑物中基本配套设施齐全的只有20%左右，居民抗灾能力和生活环境质量均较差。燃气、给水、污水、电信、有线电视及电力管线在街区改造后分别引入院落或住宅，提高了居民生活环境质量。街区改造后居民普遍反映，本地区在保持了历史文化气息的同时又让人享受到各类市政基础设施带来的便利。平遥古城是中国目前保存最为完整的四座古城之一，于1997年以整座古城申报世界文化遗产获得成功。由于古城区市政基础设施建设滞后，无法满足居民生活需求和提供优良的旅游环境，因此自2004年起对古城内中小街巷和主要街道的市政基础设施陆续进行改造，此举有效地改善了居民生活环境，还原了古城街区风貌。

2.2 南池子历史文化街区案例研究

如表1所示，南池子历史文化街区的地下管线建设中，在采取安全技术措施的条件下，部分管线之间的水平净距小于“规范”的一般要求，目前管线已安全运行多年。例如在南池子普渡寺后巷管线综合设计中，雨水管道无法满足“规范”中与建(构)筑物间水平净距2.5 m及与电力管线间水平净距0.5 m的要求，考虑到管道埋深小于建(构)筑物基础深度时不影响基础承载力，因此雨水管道选用浅埋技术施工并选用密封性较好的HDPE材质，使雨水管道与建(构)筑物间水平净距减小至0.2 m，雨水管道与电力管线间水平净距减小至0.4 m；南池子普渡寺后巷污水管道无法满足“规范”要求的与给水管道间水平净距1.0 m的要求，设计时污水管道选用密封性较好的HDPE材质，使污水管道与给水管道间水平净距减小至0.55 m；南池子普渡寺西巷燃气管道无法满足“规范”中与电信管线间水平净距1.0 m的要求，设计时燃气管道选用PE或钢(提高防腐等级)材质，通过增加壁厚、减少接口数量、局部加套管或隔墙以及加强质量检验等措施将燃气管道与电信管线间水平净距减小至0.5 m。

2.3 平遥古城案例研究

如表2所示，平遥古城的街道宽度较小，给水管道与设置在街道中央的雨、污水排水管渠间水平净距在很多情况下无法满足“规范”中1.0~1.5 m的要求，因此给水管道选用PVC—U管材并全线砌筑沟槽进行保护；燃气管道部分情况下无法满足“规范”中与其他管线间水平净距0.5~1.0 m的要求，为提高安全性，燃气经古城外围的调压设备调低压力后入城，燃气管线全部敷设于填砂密封的沟槽内，沟外做沥青防腐。

表1 北京南池子历史文化街区试点片地下管线水平净距(单位：m)

项目	建(构)筑物	给水		雨、污水	燃气		电力	电信
		$d\leqslant$ 200 mm	$d>$ 200 mm	$d\leqslant$ 1 000 mm	低压	中压 $d\leqslant$ 200 mm	$\leqslant$10 kV	
建(构)筑物		>0.5	>1.5	>0.6	>0.6	≥1.0	≥0.3	>0.4
给水($d\leqslant$200 mm)	>0.5			≥0.5	≥0.4	≥0.6	>0.7	—
给水($d>$ 200 mm)	>1.5			>0.7	—	—	—	—
雨、污水($d\leqslant$1 000 mm)	>0.6	≥0.5	>0.7		0.8	—	≥0.4	≥0.5
燃气(低压)	>0.6	≥0.4	—	0.8			≥0.45	≥0.5
燃气(中压 $d\leqslant$200 mm)	≥1.0	≥0.6	—	—			—	—
电力($\leqslant$10 kV)	≥0.3	>0.7	—	≥0.4	≥0.45	—		≥0.4
电信	>0.4	—	—	≥0.5	≥0.5	—	≥0.4	

注：“—”表示案例中未发生此情况。

© 1994-2011 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

表 2　山西平遥古城地下管线最小水平净距(单位: m)

项目	给水		雨、污水	燃气(低压)	电力	电信
	*DN*125	*DN*250				
给水(*DN*125)			0.5	0.6	0.6	2.1
给水(*DN*250)			0.8	0.3	0.3	2.5
雨、污水	0.5	0.8		0.5	0.0	0.2
燃气(低压)	0.6	0.3	0.5		3.6	0.4
电力	0.6	0.3	0.0	3.6		0.3
电信	2.1	2.5	0.2	0.4	0.3	

注: 设定中央雨、污排水渠宽 1.0 m, 路边雨水渠宽 0.8 m, 电信多孔管宽度 0.2 m, 燃气管道尺寸 *DN*200, 电力排管外径 0.2m。

2.4　小结

由以上工程实例可见, 在采取合理的安全技术措施的前提下, 适当减小地下管线之间水平净距可以满足管线安全运营的要求, 因此在总结地下管线改造应用经验的基础上, 结合各专业管线公司的意见和维护管理要求, 参考各专业管线设计规范, 对历史文化街区地下管线之间最小水平净距推荐如表 3。

3　管线安全运营的保证措施

在采用表 3 推荐值设置地下管线之间最小水平净距时, 必须辅以一定的安全技术措施。

(1) 采用新材料和新技术可有效提高管线运营的安全性。工程设计中地面荷载、临近建(构)筑物及地下设施均是影响管道材质选择和壁厚确定的因素, 当地下管线之间水平净距无法满足"规范"要求时, 应选择稳定性好的管材, 适当增加管道壁厚, 保证运行安全。如高分子聚合物管材耐腐蚀、摩阻系数低、接口可靠, 可广泛应用于雨水、污水、燃气等介质的输送, 也可用作电信、有线电视等信息管道的套管[7~9]。

(2) 地下管线之间水平净距不足时应设置套管或砌筑隔离墙。高分子聚合物管道虽然柔韧性较好, 但是机械强度较钢管低, 遇到坚石、金属或与其他管线接触时易引起破坏, 需做特殊防护。在地下管线较短时可设置套管, 一般选用无缝钢管或球墨铸铁管, 且在两端用防水材料密封; 地下管线较长时则可砌筑隔离墙或采用管道满包混凝土加固等措施[10, 11]。

(3) 可通过路面径流排除雨水、雨污水管线共用路由、信息管线共用路由、设置小型附属构筑物、设置综合管沟等方式压缩管线占地。如将历史文化街区的雨水排除方案与道路设计相结合, 通过地面径流、雨水口串联等形式节约用地, 此种方式在南池子历史文化街区试点片改造中得到成功应用[8, 12]; 统一安排弱电专业的通信、有线电视、网络等管线, 采用多孔格栅管、嵌入式设备箱等共用一个路由[7, 8, 13]; 探索采用钢筋混凝土或其他材质的预制检查井, 电缆井室可使用玻璃钢等材料, 通信管道可采用新型手孔井及嵌入式通信设备箱等。

(4) 灵活设置市政站点。供水设备中的用户水表井等应安置在院落中; 化粪池应安排在易于车辆清掏的地方, 如放置在院落内; 壁挂炉及燃气设施应安装在有直接对外门窗、通风良好、便于燃气管道引入的厨房; 能够采用集中供暖的区域在建筑改造方案设计时预留供暖管线走廊; 在院落出入口通道的墙上留出电表、通信的组线箱和放大箱等设施的位置, 燃气调压箱无法满足"规范"距离要求时可设置防爆墙等[12, 13]。

表 3　历史文化街区地下管线最小水平净距推荐值(单位: m)

项目	建(构)筑物	给水		雨、污水	燃气		直埋热力	电力 ≤10 kV	电信
		d ≤ 200 mm	*d* > 200 mm	*d* ≤ 1 000 mm	低压	中压 *d* ≤ 200 mm			
建(构)筑物		1.0	2.0	1.0	0.7	1.0	1.0	0.4	0.5
给水(*d* ≤200 mm)	1.0			0.5	0.3	0.5	0.5	0.5	0.5
给水(*d* > 200 mm)	2.0			1.0	0.5	0.5	1.0	0.5	0.5
雨、污水(*d* ≤1 000 mm)	1.0	0.5	1.0		0.5	1.0	1.0	0.5	0.5
燃气(低压)	0.7	0.3	0.5	0.5			1.0	0.5	0.5
燃气(中压 *d* ≤200 mm)	1.0	0.5	0.5	1.0			1.0	0.5	0.5
直埋热力	1.0	0.5	1.0	1.0	1.0	1.0		1.0	1.0
电力(≤10 kV)	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	1.0		0.5
电信	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	1.0	0.5	

注: ①表中距离仅为狭窄街道管线综合规划的一般要求, 特殊情况应以具体保护要求为准; ②燃气管如采用塑料管材, 和热力管间水平净距需按相关规范要求适当加大。

© 1994-2011 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

亚的斯亚贝巴市环城道路雨水检查井的设计

王　开　春

(厦门市城市规划设计研究院市政所, 厦门　361012)

摘要　通过对埃塞俄比亚首都亚的斯亚贝巴市环城道路排水系统雨水检查井的设计, 介绍了英国 BS(British Standard)规范与国内现行的《室外排水设计规范》(GB 50014—2006)在道路雨水排水系统雨水检查井设计上的差异。介绍了该工程中管级的选取、检查井工作室高度设计等。分别从检查井的设计适用范围、所用材料、形状、工作室高度、布置间距和跌水方式等方面, 分析对比了该工程与国内规范要求的异同。

关键词　城市道路雨水排水系统　雨水检查井　设计　埃塞俄比亚

1　工程背景与概况

1.1　工程简介

埃塞亚环路工程是埃塞俄比亚首都亚的斯亚贝巴市环城公路工程的简称。亚的斯亚贝巴市有 300 余万人口, 是非洲统一组织总部所在地, 是通往东非、西北非各国的重要交通枢纽。环城公路是埃塞俄比亚政府的国家重点工程, 全长 33.36 km(K8+813~ K42+ 173), 项目中标价为 4.59 亿比尔(合 6 725万美元), 其中包括中国政府提供的 1.08 亿元人民币援助资金, 其余由当地政府自筹。工期 3 年, 合同开工日期为 1998 年 3 月 26 日, 业主是亚的斯亚贝巴市公路局, 监理单位是英国 Parkman 公司。按照合同规定, 承包商须依据招标图纸完成施工图设计。

埃塞亚环路工程有自成体系的复杂地下排水系

4　结论

历史文化街区市政基础设施的改造和建设, 是提高居民生活质量和维护街区历史文化延续性的需要。本文通过理论分析并以具有较好代表性的两处区域——北京南池子历史文化街区试点片和山西平遥古城的管线综合规划设计中的成功经验为依据, 对历史文化街区地下管线之间最小水平净距的设置进行了研究。管线敷设、维修所需空间和管线间相互作用的影响是决定地下管线之间最小水平净距的两个主要因素, 通过因地制宜地采用新技术和新材料、设置管线加固隔离措施、压缩管线占地、灵活设置市政站点等安全技术措施, 可以在"规范"规定的基础上适当压缩地下管线之间水平净距, 将市政基础设施引入历史文化街区。

参考文献

1　国务院法制办公室. 历史文化名城名镇名村保护条例
2　GB 50289—98 城市工程管线综合规划规范
3　席永慧. 土力学与基础工程. 上海: 同济大学出版社, 2006
4　Washington state water reuse workgroup, washington State department of ecology water quality program, washington state department of health, office of environmental health and safety. Pipeline separation design and installation reference guide (Version 9)
5　GB 50268—2008　给水排水管道工程施工及验收规范
6　GB 50217—2007　电力工程电缆设计规范
7　陈蓬勃, 陈景丽, 苏云龙. 敞亮敞亮——北京旧城历史文化保护区市政基础设施建设. 北京规划建设, 2005, (4): 87~ 90
8　穆祥纯. 北京前门地区道路交通、市政建设与历史街区保护的实践及思考. 城市道桥与防洪, 2009, (9): 1~ 5
9　蒲红波. PE 给水管施工常见故障及解决办法. 给水排水, 2008, 34 (12): 99~ 101
10　于洋. 城市燃气管道设计若干问题的探讨. 煤气与热力, 2007, 27 (11): 25~ 27
11　王贤萍. 市政管线的综合规划与管理. 中国给水排水, 2002, 18 (6): 54~ 56
12　张玉庭, 冯运玲, 穆祥纯, 等. 论北京南池子历史文化保护区市政工程设计. 中国勘察设计, 2006, (1): 10~ 13
13　张晓昕. 历史文化保护区市政设施改善新思维. 北京规划建设, 2004, (5): 121~ 123

¤　电话: (010) 82216931
E-mail: guanchunyu@bmedi.cn
修回日期: 2010-04-21

© 1994-2011 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net