

地下有限空间 监护作业

安全理论知识

北京市安全生产技术服务中心 编



团结出版社

北京市特种作业人员安全技术培训教材

地下有限空间监护作业 安全理论知识

北京市安全生产技术服务中心 编

团结出版社

图书在版编目(CIP)数据

地下有限空间监护作业安全理论知识 / 北京市安全生产技术服务中心编. — 北京: 团结出版社, 2015.4
北京市特种作业人员安全技术培训教材
ISBN 978-7-5126-2561-7

I. ①地… II. ①北… III. ①地下工程—工程施工—安全管理—技术培训—教材 IV. ①TU94

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 079282 号

出 版: 团结出版社

(北京市东城区东皇城根南街 84 号 邮编: 100006)

电 话: (010) 65228880 65244790 (出版社)

发行电话: (010) 87952246 87952248

网 址: www.tjpress.com

E-mail: 65244790@163.com

经 销: 全国新华书店

印 刷: 北京嘉实印刷有限公司

开 本: 787×1092 1/16

字 数: 415 千字

版 次: 2015 年 5 月第 1 版

印 次: 2015 年 5 月第 1 次印刷

书 号: 978-7-5126-2561-7

定 价: 43.00 元

(版权所有, 盗版必究)

北京市安全生产培训教材编委会

主 编：张树森

执行主编：贾太保

副 主 编：陈 清 阎 军 续 栋 唐明明

李东洲 谢清顺 钱 山 高士虎

委 员：(以姓氏笔画为序)

丁大鹏 马存金 王中堂 王树琦

田志斌 孙 雷 刘 丽 吴 强

季学伟 张志永 张震国 李 刚

李玉祥 李振龙 何多云 杨庆三

孟庆武 段辉建 高云飞 贾兴华

贾克成 贾秋霞 曹柏成 路 韬

靳玉光 潘洪季 魏丽萍

本书编写人员：(以姓氏笔画为序)

马 虹	汪 彤	申永文	李莉莉
刘 艳	刘伟宏	张 飘	陈 娅
胡 玢	赵 岩	赵 鑫	赵守超
贾娜莉	郭宇飞	秦 妍	董 艳
薛映宾			

前言

PREFACE

有限空间作业量大面广，安全生产形势十分严峻。2010至2013年，我国工贸行业共发生有限空间作业较大以上事故67起、死亡269人，分别占工贸行业较大以上事故的41.1%和39.9%。随着城市化进程的加快，水、电、气、热等城市基础设施地下管线大量敷设，市政有限空间作业频次和从业人员数量也急剧增加，随之而来的安全问题也越来越突出。据统计，2006至2014年，北京市共发生有限空间事故46起，死亡91人。其中，较大事故8起，死亡33人。特别是2009年，北京市仅有限空间事故就死亡19人，死亡人数占到北京市当年生产安全事故死亡总数的15.8%。通过对有限空间事故分析发现，作业人员基本安全知识缺乏、自我防范意识和自救互救能力欠缺，是导致有限空间事故发生的最主要原因。

为遏制有限空间事故高发态势，提高有限空间作业人员的安全意识和操作技能，北京市将地下有限空间作业现场监护人员纳入特种作业人员管理。为配合做好特种作业培训工作，我们组织编写了《地下有限空间监护作业安全理论知识》一书。本书不仅介绍了有限空间基本知识、主要危险有害因素辨识、作业环境分级、作业现场安全知识、作业安全防护设备、作业安全管理和典型事故案例分析，还对有限空间作业的操作流程、事故应急救援等进行了详细的讲解。

本书紧密结合实际，通俗易懂，便于理解和掌握，不仅可用于有限空间特种作业培训教材，也可作为有限空间作业安全管理人员和作业人员的学习参考资料。

在编写和出版过程中，得到了中安华邦（北京）安全生产技术研究院的大力支持，在此表示感谢。由于时间仓促，编者水平有限，书中不足之处在所难免，敬请批评指正。

编者

2015年3月



目录 CONTENT

第一章 北京市有限空间作业安全生产形势及典型事故案例分析

第一节 北京市有限空间作业安全生产形势	1
一、北京市有限空间事故情况	1
二、事故原因分析	4
三、监管举措	5
第二节 有限空间典型事故案例分析	7
一、急性硫化氢中毒典型案例	7
二、一氧化碳中毒典型案例	12
三、缺氧窒息典型案例	14
四、爆炸事故典型案例	19

第二章 安全生产相关法律法规

第一节 安全生产相关法律法规内容摘要	21
一、《安全生产法》的有关规定	21
二、《劳动法》的有关规定	23
三、《职业病防治法》的有关规定	23
四、《北京市安全生产条例》的有关规定	24
五、《特种作业人员安全技术培训考核管理规定》的有关规定	26
六、《北京市安全生产监督管理局关于地下有限空间作业现场监护人员必须持证上岗的通告》	28
七、《北京市安全生产监督管理局关于扩大地下有限空间作业现场监护人员特种作业范围的通知》	28
第二节 系列标准中强制条款的说明	28
一、《地下有限空间作业安全技术规范第 1 部分：通则》(DB 11/852.1-2012)	28



二、《地下有限空间作业安全技术规范第 2 部分：气体检测与通风》 (DB 11/852.2-2013)	32
三、《地下有限空间作业安全技术规范第 3 部分：防护设备设施配置》 (DB 11/852.3-2014)	33
第三节 从业人员安全生产方面的权利和义务	34
一、从业人员安全生产方面的权利	35
二、从业人员安全生产方面的义务	35

第三章 有限空间基本知识

第一节 有限空间的定义、特点和分类	37
一、有限空间定义	37
二、有限空间特点	37
三、有限空间分类	39
第二节 有限空间作业的定义和特点	41
一、有限空间作业定义	41
二、有限空间作业危害特点	42
第三节 其他相关基本概念	42

第四章 有限空间主要危险有害因素辨识

第一节 主要危险有害因素种类、主要来源及影响	47
一、缺氧窒息	47
二、中毒	52
三、燃爆	59
四、其他危害因素	60
第二节 有限空间主要危险有害因素辨识与评估	62
一、辨识程序	63
二、辨识方法	63
三、评估	65



第五章 有限空间作业环境分级

第一节 有限空间作业环境分级标准	67
第二节 “差别化”作业程序及防护设备设施配置	68
一、“差别化”的作业防护	68
二、“差别化”的安全防护设备设施配置方案	70

第六章 有限空间作业现场安全知识

第一节 有限空间作业操作程序	75
一、作业准备	75
二、作业审批	76
三、封闭作业区域及安全警示	78
四、安全交底	79
五、设备安全检查	79
六、开启出入口	79
七、安全隔离	79
八、清除置换	80
九、检测分析	81
十、通风换气	86
十一、个体防护	88
十二、安全作业	88
十三、安全监护	89
十四、作业后清理	90
第二节 不同有限空间作业安全注意事项	91
一、污水井、化粪池	91
二、其他地下有限空间	95
第三节 有限空间内实施的危险作业	97
一、涂装作业	97
二、动火作业	98
三、带电作业	99
四、焊接作业	99



第七章 有限空间作业安全防护设备

第一节 气体检测设备	101
一、气体检测报警仪	101
二、气体检测管装置	110
第二节 呼吸防护用品	114
一、呼吸防护用品的分类	114
二、呼吸防护用品的主要类型	115
三、呼吸防护用品的选择	116
四、呼吸防护用品的使用	119
五、呼吸防护用品的维护	121
六、有限空间作业常用的呼吸防护用品	122
第三节 防坠落用具	136
一、防坠落用具简介	136
二、防坠落用具的选择、使用与维护	140
第四节 其他防护用品	144
一、安全帽	144
二、防护服	145
三、防护手套	147
四、防护鞋	148
五、防护眼镜	148
第五节 安全器具	148
一、通风设备	148
二、小型移动发电设备	149
三、照明设备	150
四、通讯设备	150
五、安全梯	151

第八章 有限空间作业安全管理

第一节 有限空间作业安全生产管理措施	153
--------------------------	-----



一、安全管理机构的设立	153
二、安全生产责任制的建立	153
三、安全生产规章制度的建立	154
四、安全生产教育培训	154
五、有限空间作业安全防护设备设施管理	155
六、有限空间事故应急管理	155
第二节 有限空间作业单位与管理单位的安全职责	157
一、有限空间管理单位安全职责	157
二、有限空间作业单位安全职责	157
三、有限空间管理单位与作业单位安全职责的区别	158
第三节 有限空间作业相关人员的安全职责	158
一、作业负责人安全职责	158
二、监护者安全职责	159
三、作业者安全职责	159
第四节 有限空间作业发包安全管理要求	159
一、安全生产条件的审查	159
二、签订安全协议	161

第九章 事故应急救援

第一节 应急救援基本事项	163
一、应急救援的原则	163
二、应急救援的方式	164
第二节 紧急救护基础知识	165
一、心肺复苏术	165
二、复原（侧卧）位	168
三、创伤救护	169

第十章 实际操作

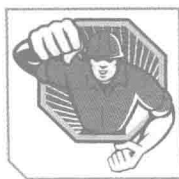
训练一 作业前准备	179
技术要求	179
训练内容	179



训练二 气体检测	180
技术要求	180
训练内容	180
训练三 安全器具的选择及使用	182
技术要求	182
训练内容	182
训练四 防护用品的选择及佩戴	183
技术要求	183
训练内容	183
训练五 不同作业环境级别下进入作业	185
技术要求	185
训练内容	186
训练六 作业期间安全监护	186
技术要求	186
训练内容	186
训练七 作业后现场清理与恢复	187
安全技术要求	187
训练内容	187
训练八 防护设备设施配置	187
技术要求	187
训练内容	187
训练九 应急救援	189
技术要求	189
训练内容	189

附录

附录 1 相关法规及标准	193
附录 2 常见易燃易爆气体 / 蒸气爆炸极限	250
附录 3 工作场所有害因素职业接触限值	253
参考文献	268



第一章

北京市有限空间作业安全生产形势及典型事故案例分析

随着社会经济快速蓬勃发展,城市规模不断扩大,不仅工矿商贸企业中存在相当数量的井、池、管沟、管道、釜、塔、罐等有限空间,水、电、气、热、环卫、通信、广电等设施的地下有限空间数量也在急剧增加。有统计数据表明,北京市现有井池等地下有限空间数量达到 200 余万个,地下管线总长 13 万余公里,且还在以每年 5-10% 左右的速度增长,有限空间作业频次和从业人员数量急剧增加,随之而来的有限空间作业安全生产问题也越来越突出。

第一节 北京市有限空间作业安全生产形势

一、北京市有限空间事故情况

据统计,2006~2014 年,北京市共发生有限空间事故 46 起,死亡 91 人,受伤 57 人。其中,较大事故 8 起,占事故起数的 17.4%;死亡 33 人,占死亡人数的 36.3%;受伤 13 人,占受伤人数的 22.8%。

特别是 2009 年,北京市仅有限空间事故就发生 7 起,死亡 19 人,事故起数占当年全市生产安全事故起数的 7.1%,死亡人数占当年全市生产安全事故死亡人数的 15.8%。

1. 各年度基本情况

(1) 2006 年度:发生事故 6 起,死亡 8 人,受伤 3 人。其中,污水井、化粪池事故 4 起,死亡 5 人,受伤 3 人。

(2) 2007 年度:发生事故 7 起,死亡 12 人,受伤 6 人。其中,较大事故 1 起,死亡 3 人。污水井、化粪池事故 3 起,死亡 6 人,受伤 2 人。

(3) 2008 年度:发生事故 5 起,死亡 12 人,受伤 17 人。其中,较大事故 2 起,死亡 7 人,受伤 9 人。污水井、化粪池事故 3 起,死亡 8 人,受伤 5 人。

(4) 2009 年度:发生事故 7 起,死亡 19 人,受伤 9 人。其中,较大事故 2 起,死亡 10 人,受伤 4 人。污水井、化粪池事故 7 起,死亡 19 人,受伤 9 人。

(5) 2010 年度:发生事故 6 起,死亡 11 人,受伤 7 人。其中,较大事故 1 起,死亡 3 人。污水井、化粪池事故 2 起,死亡 5 人,受伤 1 人。



(6) 2011 年度: 发生事故 3 起, 死亡 9 人, 受伤 1 人。其中, 较大事故 1 起, 死亡 5 人。污水井、化粪池事故 1 起, 死亡 5 人。

(7) 2012 年度: 发生事故 3 起, 死亡 5 人, 受伤 1 人。无较大以上事故。污水井、化粪池事故 2 起, 死亡 3 人, 受伤 1 人。

(8) 2013 年度: 发生事故 5 起, 死亡 5 人, 受伤 4 人。无较大以上事故。污水井、化粪池事故 2 起, 死亡 2 人, 受伤 1 人。

(9) 2014 年度: 发生事故 4 起, 死亡 10 人, 受伤 9 人。其中, 较大以上事故 1 起, 死亡 5 人。污水井、化粪池事故 2 起, 死亡 3 人。

2006~2014 年北京市有限空间事故统计情况汇总见图 1-1。

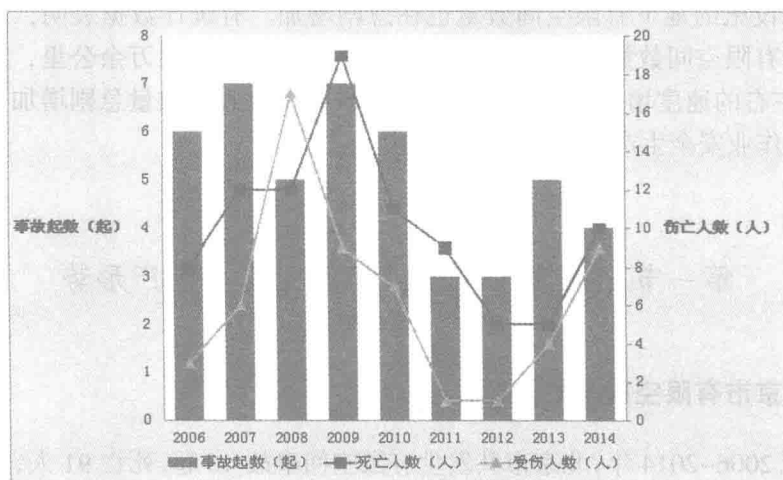


图 1-1 2006~2014 年北京市有限空间事故统计情况汇总

从统计结果看, 2006 年至 2009 年, 北京市共发生了 25 起有限空间事故, 其中包括 5 起较大的有限空间事故, 造成了严重的人员伤亡和财产损失。为遏制事故高发态势, 自 2009 年起, 北京市相继出台了一系列规范性文件, 并将从事化粪池 (井)、排水管道、电力电缆井、燃气井、热力井、自来水井、有线电视及通信井等运行、保养、维修、清理等地下有限空间作业的现场监护人员纳入特种作业人员管理。自 2010 年以来, 事故起数、死亡人数及受伤人数呈明显下降趋势, 北京市有限空间事故多发的态势得到有效遏制。

2. 事故特点分析

(1) 较大事故频发。9 年来北京市共发生有限空间较大事故 8 起, 占事故总起数的 17.4%; 死亡 33 人, 占死亡总人数的 36.3%; 受伤 13 人, 占受伤总人数的 22.8%。特别是 2009 年的通州“7·3”事故, 共造成 7 人死亡, 4 人受伤。

(2) 污水井、化粪池事故突出。9 年来北京市共发生污水井、化粪池事故 26 起, 占事故总起数的 56.5%; 死亡 56 人, 占死亡总人数的 61.5%; 受伤 22 人, 占受伤总人数的 38.6%。对 2006 年至 2014 年的事故类型进行统计, 污水井、化粪池事故占比



情况见图 1-2。

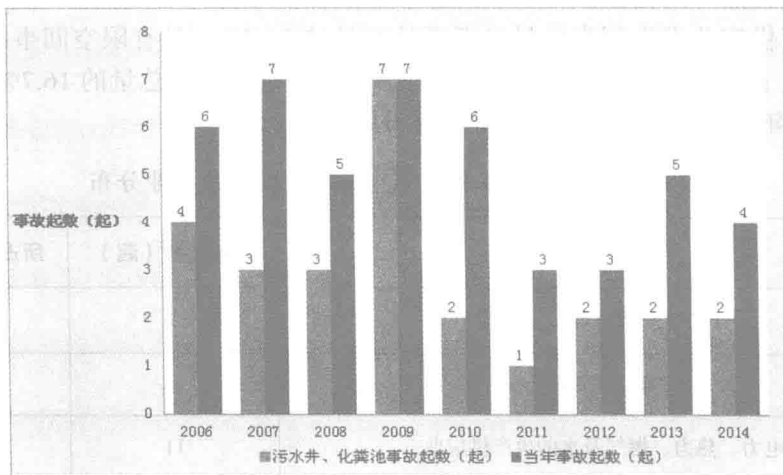


图 1-2 2006~2014 年污水井、化粪池事故占比情况

(3) 盲目施救造成事故进一步扩大尤为严重。9 年来,北京市因盲目施救造成事故进一步扩大的有限空间事故 20 起,占事故总起数的 47.8%;死亡 48 人,占死亡总人数的 54.9%;受伤 31 人,占受伤总人数的 54.4%。9 年来发生的 8 起较大事故中,有 6 起事故涉及盲目施救。

(4) 事故发生时间有较明显的特征。通过数据统计分析发现,每年 3 月至 11 月为事故易发期,其中 6~8 月是事故高发月份,事故起数与死亡人数最为突出,占事故数的 64.3%,仅 6 月发生的事故就占全部事故的 26.2%。分析其原因:①与气候条件有关。北京市 6~8 月正值夏季,高温、高湿、多雨的季节特点使有限空间内的各种危害因素更易积聚,增大了作业风险。②与有限空间作业量有关。北京市市政有限空间作业相对集中,每年春末至初秋的作业量占全年工作量近 7 成,而 6~8 月是作业量最为集中的月份。

(5) 有限空间作业属于高风险作业,事故致死率较高。有限空间因其具有作业环境相对狭小、自然通风不良等特点,易造成氧含量不足或有毒有害、易燃易爆气体积聚,不论是对正常作业还是事故状态下的应急救援都有很大的潜在危险。一旦出现违规作业或施救不当,极易造成人员伤亡。2006 年至 2014 年北京市有限空间事故数据显示,平均每起有限空间事故会造成 2 人死亡。

3. 事故发生行业分布

统计北京市 2006 年至 2014 年的有限空间事故行业分布情况,可以发现,北京市有限空间事故的行业分布较为集中,主要是在公共设施管理业、电力热力燃气及水的生产供应业、服务业、制造业等 8 大行业。其中公共设施管理业和电力热力燃气及水的生产供应业主要涉及的是为市政各类管线或企事业单位自有管线提供维护、检维修工作的企业,服务业主要是提供污水管道疏通、化粪池清掏等服务的企业,



制造业主要是使用水泥窑炉、电解槽等有限空间及储罐、反应塔（釜）、压力容器等密闭设备进行生产的企业。从事故发生情况来看，公共设施管理业和电力热力燃气及水的生产供应业发生的事故量接近事故总量的 54.7%，是有限空间事故发生最为严重的行业；其次是服务业和制造业，其事故量分别占事故总量的 16.7% 和 14.2%。2006-2014 年北京市有限空间事故行业分布见表 1-1。

表 1-1 2006~2014 年北京市有限空间事故行业分布

行业	事故起数（起）	所占比例（%）
服务业	7	15.2
公共设施管理业	16	34.8
电力、热力、燃气及水的生产供应业	11	23.9
制造业	6	13.0
建筑业	2	4.3
电信、广播电视和卫星传输服务业	2	4.3
道路运输业	1	2.2
住宿和餐饮业	1	2.2

由于有限空间地点类型多样化，从有限空间事故发生地点来看，主要发生在污水井、化粪池、地下管道、反应釜的施工、维修和清理作业，以及在建工程管道施工、人工挖扩孔桩及建筑防水作业过程。

二、事故原因分析

北京市从事有限空间作业的企业类型众多，情况复杂，底数不清，有行业直属的专业队伍，有企事业单位内部自管的作业队伍，有随着城市的蓬勃发展，为满足市政工程建设、地下管道施工维修等有限空间作业需要应运而生的社会作业队伍。从事有限空间作业的企业规模大小不一，管理水平和人员素质参差不齐。从以往发生的有限空间事故来看，导致事故发生的主要原因包括以下几个方面：

1. 安全管理不到位

从事有限空间作业的企业，特别是无上级主管单位的民营、个体企业，对作业场所可能造成缺氧或产生有毒有害气体的危险性认识不足，对作业安全重视不够，缺乏相应的管理能力。企业安全生产管理制度和操作规程不健全，各项管理措施不到位。



2. 安全投入不足

部分企业安全投入不足,缺少有限空间作业必需的检测、通风、照明、通讯等安全防护设备以及呼吸器、安全带、安全绳等个人防护用品。

3. 安全培训不到位

企业安全培训不到位,从业人员没有进行岗位安全培训及应急救援培训,不能在作业和救援过程中正确防护和救援。

4. 承发包管理不规范

部分企业把有限空间作业发包给其他单位和个人实施,但对发包过程疏于管理。发包方把工程发包给不具备安全生产条件的单位和个人、承发包双方未签订安全生产管理协议等违规情况较为突出。

5. 应急救援能力差

一些企业未制定有限空间事故应急救援预案、未组织应急救援演练,作业人员不了解有限空间危害特点,不掌握有限空间事故发生时正确的救援流程,事故发生时,不能正确应对,导致盲目施救致使事故伤亡进一步扩大。

6. 安全意识缺乏

从业人员缺乏安全意识和自我保护意识,作业过程中麻痹大意、违章操作,造成事故发生。

三、监管举措

为遏制有限空间事故的高发态势,规范有限空间作业的安全管理,2009年2月17日,北京市安全生产委员会下发《关于加强北京市有限空间作业安全管理的意见》,明确了市发展改革委、住房城乡建设委、市政市容委、水务局、通信管理局、广电局等重点部门的有限空间安全监管责任;颁布并实施了《北京市有限空间作业安全生产规范(试行)》,对有限空间作业提出了具体的安全管理和技术要求。并从2009年起,加大了有限空间作业的监管力度,先后推出了一系列规范性文件、通知和标准等,并系统构建了具有大城市特色的“一证三标两促进”的有限空间作业安全生产综合监管体系。

(一) 一证

指以“有限空间作业监护人员特种作业许可证”为核心,构建有限空间从业人员培训教育体系。

为加强有限空间安全监管,提高有限空间作业人员的安全意识和操作技能,2010年北京市安全生产监督管理局(以下简称“北京市安全监管局”)向社会发布了《关于地下有限空间作业现场监护人员必须持证上岗的通告》《关于发布有限空间特种作