

机械设备维修问答丛书

工业管道 及阀门 维修 问答

中国机械工程学会设备与维修工程分会
“机械设备维修问答丛书”编委会

编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

机械设备维修问答丛书

工业管道及阀门维修问答

中国机械工程学会设备与维修工程分会
“机械设备维修问答丛书”编委会 编



机械工业出版社

本书共分7章。主要介绍国内外工业管道及阀门的现状与发展；工业管道及阀门维修、安装必备的基本知识；管道布置和常用管材、管件及附件；介绍管道和阀门的修理及安装；管道的试压与防腐保温；管道故障及维护。附录还介绍管路系统图形符号和图例。

本书可供管道、阀门机械设备维修人员和广大工程技术人员参考使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

工业管道及阀门维修问答/中国机械工程学会设备与维修工程分会, “机械设备维修问答丛书”编委会编. —北京: 机械工业出版社, 2009. 5

(机械设备维修问答丛书)

ISBN 978-7-111-26243-5

I. 工… II. ①中…②机… III. ①管道-维修-问答②阀门-维修-问答 IV. U173.9-44 TH134.44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 019534 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 沈红 责任编辑: 沈红 周璐婷 版式设计: 霍永明

责任校对: 李秋荣 封面设计: 姚毅 责任印制: 邓博

北京机工印刷厂印刷 (兴文装订厂装订)

2009 年 4 月第 1 版第 1 次印刷

169mm × 239mm · 28.5 印张 · 554 千字

0 001—4 000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-26243-5

定价: 56.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换
销售服务热线电话: (010) 68326294

购书热线电话: (010) 88379639 88379641 88379643

编辑热线电话: (010) 88379778

封面无防伪标均为盗版

序 言

由中国机械工程学会设备与维修工程分会主编，机械工业出版社1964年12月出版发行的《机修手册》（8卷10本），深受设备工程技术人员和广大读者的欢迎，曾于1978年和1993年两次再版和6次印刷，对我国设备管理和维修工作起到了积极的作用。

随着科技发展和知识更新，设备的更新换代，《机修手册》的内容已不能适应时代发展的要求，应该重新编写和修订。但是，由于工程浩大，力不从心。为满足广大设备管理和维修工作者的需要，经机械工业出版社和中国机械工程学会设备与维修工程分会共同商定，从《机修手册》中选出部分常用的、有代表性的机型，充实新技术、新内容，以丛书的形式重新编写。

从2000年开始，中国机械工程学会设备与维修工程分会组织四川省设备维修学会和中国第二重型机械集团公司、中国航天工业总公司第一研究院、兵器工业集团公司、沈阳市机械工程学会、陕西省设备维修学会和陕西鼓风机厂、上海市设备维修专业委员会和上海重型机器厂、天津塘沽设备维修学会和大沽化工厂、大连海事大学、武汉钢铁公司氧气有限责任公司、广东省机械工程学会和广州工业大学、山西省设备维修学会和太原理工大学等单位进行编写。

从2002年开始，到现在已经出版了19种。其中，2002年出版了《液压与气动设备维修问答》、《空调制冷设备维修问答》、《数控机床故障检测与维修问答》、《工业锅炉维修与改造问答》4种；2003年出版了《电焊机维修问答》、《机床电器设备维修问答》、《电梯使用与维修问答》3种；2004年出版了《风机及系统运行与维修问答》、《发生炉煤气生产设备运行与维修问答》、《起重设备维修问答》、《输送设备维修问答》4种；2005年出版了《工厂电气设备维修问答》、《密封使用与维修问答》、《设备润滑维修问答》3种。2006年出版了《工程机械维修问答》、《工业炉维修问答》2种。2007~2008年出版了《泵类设备维修问答》、《锻压设备维修问答》、《铸造设备维修问答》3种。2009年已出版与将出版的有《空分设备维修问答》、《压力容器设备管理与维护问答》、《工业管道及阀门维修问答》。

正在编写的有《矿山机械设备维修问答》、《焦炉机械设备安装与维修问答》。

我们对积极参加组织、编写和关心支持丛书编写工作的同志表示感谢，也热忱欢迎从事设备与维修工程的行家里手积极参加丛书的编写工作，使这套丛书真正成为从事设备维修人员的良师益友。

中国机械工程学会
设备与维修工程分会

编写说明

管道及阀门在国民经济建设和人民生活中是不可缺少的设施。它涉及的领域较为广泛，例如：热能传递，给排水，各种气体、液体和物料输送，均要靠管道的输送来完成。

从20世纪50年代开始，管道的接口采用焊接结构代替螺纹联接。管道的材质从铸铁和碳钢单一品种发展为多品种。仅从钢的品种而言，就有碳钢、合金钢、耐热钢、耐酸钢、不锈钢等。有色金属管材有铝及铝合金、铜及铜合金、铅及铅合金等。非金属管材有硬质聚氯乙烯管、水泥管、石棉水泥管、耐酸陶瓷管等许多品种。焊接工艺技术也随着管材有了新的发展。因此，管道及阀门维修、安装也有了新的要求和国家新的标准检验。为此，中国机械工程学会设备与维修工程分会和机械工业出版社组织编写了《工业管道及阀门维修问答》。

《工业管道及阀门维修问答》是结合我们的实践，对《机修手册》第5卷第6篇工业管道的修理进行了修订，并增加了管道及阀门维修、安装必备的基本知识，以及新检修标准和先进维修方法，对管道及阀门的使用、维护、检修都有一定指导作用。这是管道及阀门的管理、选用、维修、安装人员必备的一本新书。

本书第1、3、7章由王凤喜编写，第2、4章由黄进旗编写，第5章由朱侗编写，第6章由杨晓滨编写，附录由徐游编写，孙先强也参加了部分编写，全书由蒋世忠，曾翰林审稿。本书在编写过程中曾得到中国第二重型机械集团公司总经理石柯，副总经理曾祥东，装备部长郭国英等的热情帮助和支持，在此表示感谢。

目 录

序言

编写说明

第 1 章 国内外工业管道及阀门的现状与发展	1
1-1 管道完整性管理技术的最新发展如何?	1
1-2 十一五期间中国钢管市场有哪些需求?	9
1-3 俄罗斯 $\phi 1420\text{mm}$ 直缝焊管生产线如何?	13
1-4 阀门用金属波纹管的选型与应用如何?	15
1-5 API 标准安全阀的开发与应用如何?	21
第 2 章 工业管道及阀门维修、安装必备的基本知识	28
2-1 管道有哪些分类方法? 管道有什么用途?	28
2-2 管道管理的技术要求有哪些?	47
2-3 管道工程常用文字符号有哪些?	47
2-4 管道代号有哪些?	49
2-5 管道的公称直径是什么?	50
2-6 管道的公称压力、试验压力、工作压力是什么?	51
2-7 管道维修主要内容有哪些?	54
2-8 管道的维修程序有哪些?	54
2-9 管道的大修程序有哪些?	54
2-10 管道新装工程的工作程序有哪些?	54
2-11 管道移装工程的工作程序有哪些?	55
2-12 管道新装及验收有哪些要求?	55
2-13 动力管道修理竣工的验收程序有哪些?	55
2-14 技改、基建工程新装、移装动力管道的验收程序有哪些?	56
2-15 动力管道图的验收归档程序有哪些?	56
2-16 动力管道大修理内容有哪些?	56
2-17 动力管道一般检修内容有哪些?	56
2-18 动力管道的修理周期是多少?	56
2-19 动力管道的大修理复杂系数是多少?	57
2-20 动力管道修理工时定额是多少?	57
2-21 管道使用前检验内容是什么?	58

2-22	管道在线检验内容是什么？	58
2-23	管道的全面检验内容是什么？	58
2-24	工业管道完好标准内容是什么？	58
2-25	蒸汽管路及分汽缸完好标准内容是什么？	59
2-26	压力管道日常检查、保养项目有哪些？	59
2-27	管道法兰密封面泄漏的主要原因与防止措施是什么？	60
2-28	氧气管道试压要求有哪些？	61
2-29	管道的类型、选材及用途有哪些？	62
2-30	螺纹联接件如何装配？	65
2-31	螺纹联接中如何防止松动？	65
2-32	螺纹联接装配时应注意什么？	67
2-33	螺纹联接如何拆卸？	69
2-34	螺纹如何修理？	69
2-35	压力管道无泄漏检验标准的检查方法有哪些？	70
2-36	氧气管站常用管子种类、材质有哪些？	71
2-37	氧气管道常用法兰及选用标准是什么？	71
2-38	氧气管道法兰用垫片选用什么？	71
2-39	管道的涂色与标志有哪些规定？	72
2-40	机械行业动力管道油漆色标有什么要求？	74
2-41	什么是阀？阀门有哪些分类方法？	74
2-42	工业企业常用的阀门有哪些？	77
2-43	阀门型号编制方法和阀门标志发展如何？	77
2-44	阀门型号是如何表示的？	78
2-45	阀门类型代号是什么？	78
2-46	阀门的驱动代号是什么？	78
2-47	阀门的连接形式代号是什么？	78
2-48	阀门的结构形式代号是什么？	79
2-49	阀座密封面或衬里材料代号是什么？	81
2-50	阀体材料代号是什么？	81
2-51	阀门的命名有哪些规定？	82
2-52	什么是闸阀？闸阀的特点是什么？	84
2-53	闸阀如何分类？闸阀型号及参数有哪些？	84
2-54	什么是截止阀？截止阀的特点是什么？	88
2-55	截止阀有哪些应用？截止阀如何安装？	88
2-56	截止阀如何分类？截止阀型号和参数有哪些？	88

2-57	什么是球阀? 球阀的特点是什么?	90
2-58	球阀的应用如何?	90
2-59	球阀如何分类? 球阀型号及参数有哪些?	91
2-60	什么是蝶阀? 蝶阀的特点是什么?	92
2-61	蝶阀如何分类? 蝶阀型号及参数有哪些? 蝶阀的应用如何?	92
2-62	什么是旋塞阀? 特点是什么? 常用在哪里?	93
2-63	什么是止回阀? 特点是什么? 常用在哪里?	94
2-64	什么是减压阀? 结构如何? 特点是什么?	95
2-65	什么是隔膜阀? 结构如何? 型号及参数有哪些?	97
2-66	什么是节流阀? 结构特征是什么? 型号及参数有哪些?	98
2-67	什么是疏水阀? 结构及工作原理如何? 型号及参数有哪些?	100
2-68	什么是安全阀? 安全阀的各种结构功能如何?	101
2-69	安全阀的安装有哪些要求?	103
2-70	安全阀型号及参数有哪些?	103
2-71	柱塞阀的功能及特点是什么?	105
2-72	什么是调节阀?	105
2-73	什么是平衡阀? 常用在哪里?	106
2-74	柱塞阀型号和技术性能及生产厂有哪些?	106
2-75	阀门故障分类方法有哪些?	112
2-76	阀门故障模式有哪些?	112
2-77	安全阀主要故障模式有哪些?	114
2-78	各类减压阀的性能对比如何?	114
2-79	常用阀门如何选用?	115
2-80	什么是浮球阀? 结构特点是什么? 常用在哪里?	116
第3章	管道布置和常用管材、管件及附件	117
3-1	管线的含义是什么?	117
3-2	管线基本单元如何划分?	117
3-3	管线图样管理的要求是什么?	118
3-4	管线图样的绘制有什么规定?	118
3-5	管路系统的图形符号有哪些?	134
3-6	石油化工管道常用图例有哪些?	134
3-7	给排水制图常用图例有哪些?	134
3-8	供热工程常用图例有哪些?	134
3-9	管道布置及敷设注意要点是什么?	134
3-10	热力管道布置及敷设原则是什么?	134

3-11	发生炉煤气、水煤气管道布置及敷设有哪些要求?	135
3-12	压缩空气、氮气管道布置及敷设有哪些要求?	136
3-13	氧气管道布置及敷设有哪些要求?	136
3-14	乙炔管道布置及敷设有哪些要求?	141
3-15	氢气管道布置及敷设有哪些要求?	141
3-16	什么是管道?	141
3-17	什么是工业管道?	141
3-18	常用管材分类有哪些?	141
3-19	常用管件及管道附件分类有哪些?	143
3-20	氧气管道管材及附件如何选用?	145
3-21	常用钢管(材料)有哪些?	146
3-22	常用铜管(材料)有哪些?	147
3-23	常用铝管(材料)有哪些?	152
3-24	常用铅管(材料)有哪些?	156
3-25	钢制弯头的结构形式及规格尺寸有哪些?	157
3-26	钢制90°长半径异径弯头的结构形式及规格尺寸有哪些?	158
3-27	钢制异径接头的结构形式及规格尺寸有哪些?	159
3-28	钢制等径三通和等径四通的结构形式及规格尺寸有哪些?	161
3-29	钢制异径三通和异径四通的结构形式及规格尺寸有哪些?	161
3-30	可锻铸铁管接头的结构形式及规格尺寸有哪些?	164
3-31	可锻铸铁弯头的类型及规格尺寸有哪些?	164
3-32	三通、四通的结构形式及规格尺寸有哪些?	166
3-33	内外接头、管堵、管帽的结构形式及规格尺寸有哪些?	167
3-34	异径弯头的结构形式及规格尺寸有哪些?	168
3-35	异径三通、异径四通的结构形式及规格尺寸有哪些?	170
3-36	钢制法兰管件有哪些?	171
3-37	钢制螺纹管件有哪些?	173
3-38	板式平焊钢制管法兰常用规格尺寸有哪些?	175
3-39	对焊环板式松套钢制管法兰常用规格尺寸有哪些?	180
3-40	带颈平焊和带颈承插焊铸铁管法兰常用规格尺寸有哪些?	185
3-41	管端翻边带颈松套铸铁管法兰常用规格尺寸有哪些?	188
3-42	管路法兰及其附件选用方法是什么?	189
第4章	管道的修理及安装	192
4-1	常用管材如何选用?	192
4-2	燃气的分类有哪些?	193

X

4-3	燃气管道的分类有哪些?	193
4-4	管接头有哪些?	193
4-5	常用管道规格和材料特性数据有哪些?	193
4-6	管子重量如何计算?	194
4-7	常用管材单位管长容积是多少?	195
4-8	管道水力计算的主要任务是什么? 常用介质允许流速如何选择? ...	195
4-9	钢管调直与检查方法有哪些?	197
4-10	钢管如何切断? 对切口有何要求?	198
4-11	钢管焊接连接的方法有哪些? 如何进行焊接?	198
4-12	为什么管道连接采用焊接方法?	203
4-13	影响焊接质量的因素有哪些? 如何进行焊接前后的热处理?	203
4-14	焊接检验方法有哪些?	205
4-15	焊接检验方法标准有哪些?	205
4-16	钢管如何螺纹联接?	206
4-17	什么情况采用法兰连接? 怎样进行法兰连接?	209
4-18	承插连接、卡套连接、卡箍连接适用于哪些管道?	213
4-19	弯头制作要求是什么?	213
4-20	冷弯弯头制作要求是什么?	215
4-21	热弯弯头制作要求是什么?	217
4-22	折皱弯头用在哪里? 如何制作?	221
4-23	焊接弯头什么样? 常用在哪里?	223
4-24	三通如何制作?	227
4-25	异径管如何制作?	230
4-26	铸铁管的切断方法有哪些?	233
4-27	铸铁管的基础处理及防动措施是什么?	234
4-28	承插连接的各种接口的优缺点及适用条件有哪些?	235
4-29	什么是青铅接口?	237
4-30	什么是石棉水泥接口?	237
4-31	什么是自应力水泥接口?	238
4-32	什么是石膏水泥接口?	239
4-33	什么是楔形橡胶圈抗振接口?	239
4-34	铜管在修理或安装前要准备些什么?	239
4-35	铜管如何调直、切断与减弯?	240
4-36	铜管如何连接?	240
4-37	铝管有什么用途? 常用铝和铝合金管力学性能和化学成分有	

哪些?	244
4-38 铝管如何加工?	245
4-39 铝管如何连接?	245
4-40 铅管及铝合金管有什么用途? 常用铅及硬铅的牌号与化学成分 有哪些? 铅的主要力学性能及物理性能如何?	247
4-41 铅管及铝合金管常用规格有哪些?	248
4-42 铅管如何调直与整圆?	249
4-43 铅管如何加工与架设?	249
4-44 铅管如何连接?	250
4-45 常用非金属管道分类有哪些?	252
4-46 陶瓷管如何切断?	253
4-47 自应力及预应力钢筋混凝土管如何连接?	253
4-48 混凝土管及钢筋混凝土管如何连接?	254
4-49 石棉水泥管如何连接?	256
4-50 石棉水泥管安装应注意什么?	257
4-51 陶土管如何连接?	257
4-52 如何进行非金属管道管沟的挖掘及基础处理?	261
4-53 如何考虑非金属管道的埋设深度?	262
4-54 硬聚氯乙烯管有什么用途? 耐腐蚀性能如何?	263
4-55 硬聚氯乙烯管如何加工?	265
4-56 硬聚氯乙烯管如何连接?	266
4-57 塑料管安装要求是什么?	269
4-58 玻璃钢管道有什么用途? 常用玻璃钢管道有哪些?	269
4-59 玻璃钢管道如何加工?	269
4-60 玻璃钢管道如何连接?	270
4-61 玻璃钢管道的粘结技术有哪些?	271
4-62 管道检修全面工作程序如何?	272
第5章 阀门的修理及安装	274
5-1 阀门如何选择?	274
5-2 阀门选择的要点是什么?	275
5-3 常用阀门的型号及基本参数有哪些?	276
5-4 阀门检修的一般程序有哪些?	279
5-5 阀门的常见故障及消除方法有哪些?	280
5-6 阀门如何维护?	282
5-7 阀门由哪些部分组成?	282

5-8	阀门如何安装?	282
5-9	输送氧气用阀门型号规格有哪些?	283
5-10	减压阀种类有哪些?	283
5-11	减压阀的性能参数有哪些?	284
5-12	活塞式减压阀检修内容有哪些?	284
5-13	活塞式减压阀的常见故障及消除方法有哪些?	286
5-14	减压阀如何安装?	286
5-15	各种减压阀的使用条件及性能是什么? 一般车间用什么减压阀?	286
5-16	疏水阀的种类有哪些?	289
5-17	常用疏水阀的性能参数有哪些?	292
5-18	脉冲式疏水阀可能的故障及消除方法有哪些?	292
5-19	热动力(圆盘式)疏水阀的常见故障及消除方法有哪些?	292
5-20	浮桶式疏水阀的常见故障及消除方法有哪些?	293
5-21	旋塞阀如何分类? 旋塞阀型号和技术性能及生产厂有哪些?	294
5-22	止回阀如何分类?	302
5-23	止回阀如何选用?	302
5-24	止回阀型号及参数有哪些?	302
5-25	疏水阀的检修及安装注意事项是什么?	302
5-26	安全阀安装注意事项有哪些?	304
5-27	阀体材料识别涂漆有哪些?	304
5-28	阀门的密封面材料识别涂漆有哪些?	305
5-29	阀门如何进行强度试验和严密性试验?	305
5-30	主要阀件的材料要求是什么?	306
5-31	阀体及阀盖如何修理?	308
5-32	填料室如何修理?	309
5-33	密封圈如何修理?	310
5-34	密封面如何堆焊?	310
5-35	密封面如何研磨?	311
5-36	疏水阀如何选择?	314
第6章	管道的试压与防腐保温	317
6-1	管道试压要求是什么?	317
6-2	地下给水管道水压试验允许渗水量是多少?	317
6-3	制冷系统试验有什么规定?	319
6-4	试验前检查方法及内容有哪些?	320

6-5	灌水试验具体要求是什么?	320
6-6	机械工厂常见工业管道压力试验一般规定是什么?	321
6-7	管道吹扫和清洗的一般规定有哪些?	322
6-8	蒸汽管道如何吹扫?	323
6-9	压缩空气管道如何吹扫?	323
6-10	氧气管道如何吹扫?	323
6-11	乙炔管道如何吹扫?	323
6-12	煤气、天然气管道如何吹扫?	324
6-13	油管道如何吹扫?	324
6-14	管道如何清洗?	324
6-15	防腐材料选择的基本要求是什么?	324
6-16	管道防腐涂料有哪些? 涂料如何分类?	325
6-17	涂料的作用是什么?	327
6-18	涂料如何选用?	328
6-19	设备和管道防腐蚀常用涂料的性能及用途有哪些?	329
6-20	管道防腐绝缘层的施工有哪些要求?	339
6-21	管道如何除锈?	339
6-22	管道如何脱漆?	344
6-23	防腐涂料的一般施工方法如何?	344
6-24	地上设备和管道防腐要求是什么?	345
6-25	涂装作业中产生的缺陷及预防措施有哪些?	345
6-26	埋地设备和管道防腐措施有哪些?	346
6-27	地上设备和管道防腐蚀工程检查与验收有哪些要求?	348
6-28	埋地设备和管道防腐蚀工程检查与验收有哪些要求?	349
6-29	钢管内壁腐蚀程度的检查方法有哪些?	351
6-30	管道绝热的目的是什么?	351
6-31	管道保温的一般要求是什么?	351
6-32	保温材料的主要技术性能有哪些?	352
6-33	保温材料如何选择?	354
6-34	什么是胶泥结构?	355
6-35	什么是预制装配式结构?	355
6-36	什么是包扎结构?	355
6-37	什么是填充结构?	355
6-38	什么是防潮层?	355
6-39	什么是保护层?	356

6-40	石棉水泥保护层什么样?	356
6-41	金属板保护层由什么材料制成? 如何安装?	356
6-42	玻璃丝布保护层如何施工?	356
6-43	管道保温如何维护?	356
6-44	管道保温用料计算方法有哪些?	357
6-45	绝热结构由哪些部分组成?	361
6-46	管道绝热结构的施工方法有哪些?	361
6-47	涂抹式绝热结构如何施工?	361
6-48	包扎式绝热结构如何施工?	362
6-49	预制块式绝热结构如何施工?	362
6-50	缠绕式绝热结构如何施工?	363
6-51	填充式绝热结构如何施工?	363
6-52	粘贴式绝热结构如何施工?	363
6-53	套筒式绝热结构如何施工?	364
6-54	装配式绝热结构如何施工?	364
6-55	发泡绝热结构如何施工?	364
6-56	法兰绝热结构有哪些?	364
6-57	阀门绝热结构有哪些?	366
第7章	管道故障及维护	369
7-1	管道维修常用修理工具有哪些?	369
7-2	管路如何检查诊断?	369
7-3	蒸汽管道的故障及消除方法有哪些?	373
7-4	压缩空气管道的故障及消除方法有哪些?	374
7-5	燃油管道的故障及消除方法有哪些?	375
7-6	燃油管道检修必须在油区明火作业时, 应遵守哪些规定?	376
7-7	热水采暖管道的故障及消除方法有哪些?	376
7-8	给水管道的故障及消除方法有哪些?	377
7-9	给水管道的如何检漏?	378
7-10	给水管道的如何检修?	379
7-11	给水管道的如何防冻?	379
7-12	给水管道的如何清理?	379
7-13	排水管道检查维护时地面作业有哪些?	380
7-14	排水管道检查维护时井下作业有哪些?	381
7-15	排水管道人工如何清理?	382
7-16	排水管道机械如何清理?	382

7-17	排水管道疏通机如何清理?	382
7-18	排水管道水力如何清理?	382
7-19	管道如何疏通?	383
7-20	管道的带压堵漏新技术如何?	384
7-21	管路修复技术有哪些方法?	386
7-22	管道常用绝热保护层施工要求是什么?	391
7-23	弯头绝热结构形式有几种?	393
7-24	管道维修、安装较大的管道时常用起重工具(设备)有哪些? ...	394
附录	395
附录 A	管路系统的图形符号	395
附录 B	石油化工管道常用图例	407
附录 C	给排水制图常用图例	418
附录 D	供热工程常用图例	421
附录 E	压力管道、阀门等安装图符号	425
附录 F	地下管	432
附录 G	全国主要城市室外气象参数	435
参考文献	439

第 1 章 国内外工业管道及阀门的现状与发展

1-1 管道完整性管理技术的最新发展如何？

答：近年来，国外在管道完整性管理方面开展了大量的研究和实践。在 2006 年召开的国际管道会议上，介绍了美国管道完整性管理的最新进展和发展趋势，包括管道完整性管理的进展与实践、直接评价技术、内检测技术进展等方面，并对我国开展管道完整性管理工作提出了建议。

(1) 概述 国际管道会议 (International Pipeline Conference) 是由美国机械工程师学会 (ASME) 主办的全球油气管道工业界的盛会。2006 年 9 月 24 ~ 29 日，国际管道会议在加拿大卡尔加里市举行。管道完整性管理 PIM (Pipeline Integrity Management)，在此会议上依然是国际管道工业关注的热点，论文多达 95 篇，内容涉及管道完整性管理及技术的各个方面，体现了管道完整性管理的最新进展。

根据此会议情况，对美国危险液体管道完整性管理检查工作、直接评价技术和内检测技术的最新进展和发展方向进行了分析，并针对上述方面对我国开展管道完整性管理工作提出建议。

(2) 对危险液体管道完整性管理工作的检查 2002 年 11 月，美国国会通过了专门的 H. R. 3609 号法案——《管道安全增进法》，并于 2002 年 12 月 27 日经总统签署后生效。此法案要求管道运营商在出现安全后果严重地区实施管道完整性管理计划，按照管道长度对管道进行了分类：长度超过 804km (500mile) 的为二类管道，长度小于 804km (500mile) 的为二类管道。要求运营商在 2004 年 9 月 30 日前，完成一类管道 50% 的基线评价；在 2005 年 8 月 16 日前，完成二类管道 50% 的管道基线评价。

为检查管道运营商对法案的执行情况及进一步推进完整性管理，美国管道和危险物质管理局 (PHMSA) 从 2002 年 9 月开始，对危险液体管道完整性管理的实施情况进行了首轮检查。在首轮检查中，PHMSA 完成了所有一类管道及部分二类管道的检查。截止 2005 年 12 月，共完成了 175 个危险液体管道的首轮检查，管道合计 273104km (169841mile)，其中已确定为出现安全后果严重地区的为 121534km (75581mile)。在总结首轮检查经验的基础上，从 2005 年中期开始，PHMSA 及其州属管道安全机构开始对危险液体管道进行第二轮检查，重点在于落实首轮检查中发现的需要改进的地方以及高风险因素。

1) 检查内容: 根据《风险管理示范纲要》、《系统完整性检测指导纲要》, 以及 API1160《危险液体管道完整性管理》标准, 对管道运营商建立完整性管理体系的要求。检查内容包括: ①检查完整性管理方案的程序、执行情况和文档编制; ②检查管道运营商完成的完整性评价; ③检查内检测结果及问题识别; ④检查修复和减缓计划; ⑤确认是否按法规要求的时间进行修复; ⑥检查试压记录是否按联邦法规 49CFR195 执行, 检查运营商对所有试验失效的评估; ⑦确认预防和减缓措施是否得到执行; ⑧检查组进一步对资产、实际修复、直接评价及与完整性管理方案相关的内容进行全面监督。

2) 检查结果: 绝大多数管道运营商已经建立并执行了完整性管理体系, 基本掌握了后果严重地区的管段, 并按照规则要求, 对这些地区进行了完整性评价。截止 2005 年 12 月, 已经完成了 86% 的危险液体管道的基线评价, 只有极少数运营商未在最后时限前完成 50% 管段的完整性评价。在首轮检查中, PHMSA 对 1200 个需要“立即修复”的缺陷处理情况进行了核实。除需要立即修复或 60 天、180 天之内必须修复的情况外, 运营商也修复了大量的其他异常情况。行业数据显示, 2004 年共有 11674 种情况被修复或减缓, 包括影响后果严重地区和非影响区域。

PHMSA 总结首轮检查经验, 就以下方面提出了改进意见: ①数据整合。有效的数据整合是完整性管理的关键, 目前已经开发了一些工具和方法, 对不同类型的数据进行组合分析, 但这方面的工作还处于开始阶段。②对内检测结果的响应。部分运营商没有利用内检测的结果进行分析, 未及时根据内检测结果制定并执行修复或减缓计划, 从而影响了对内检测结果的有效利用。③风险分析。多数运营商已应用风险分析技术, 对进行基线评价的管段进行排序; 但一些运营商所运用的风险模型, 还没有覆盖管道风险的全部范围, 仍然需要改进分析方法以覆盖所有风险, 尤其是要整合所有数据来恰当地评价管道风险。④预防和减缓措施。首轮检查中发现许多运营商缺乏预防和减缓措施的分析, 包括对检漏能力及紧急情况处理能力的评估。在已经开始的第二轮检查中, 还未见到明显的改进。⑤持续的评估和评价。完成基线评价后, 在如何合理确定周期评价的时间间隔方面, 需要进行进一步研究, 应着重于分析运营商进行周期评价的实施效果。⑥完整性管理实施细则。API1160 是完整性管理的通用标准, 运营商还应建立实施细则, 以增强完整性管理的有效性。⑦完整性决策和分析的技术基础。运营商仍然没有充分地利用历史数据, 来决定风险因素和再评价; 另外, 对历史数据不充分情况下的决策分析方法有待改进。PHMSA 希望有更多的技术和方法, 作为完整性决策和分析的基础。⑧完整性程序文件。文件编制的完整性和质量, 是完整性程序的关键要素。许多运营商对评价记录、修复记录、文件的编制过程、技术验证、决策基础缺乏足够的重视。