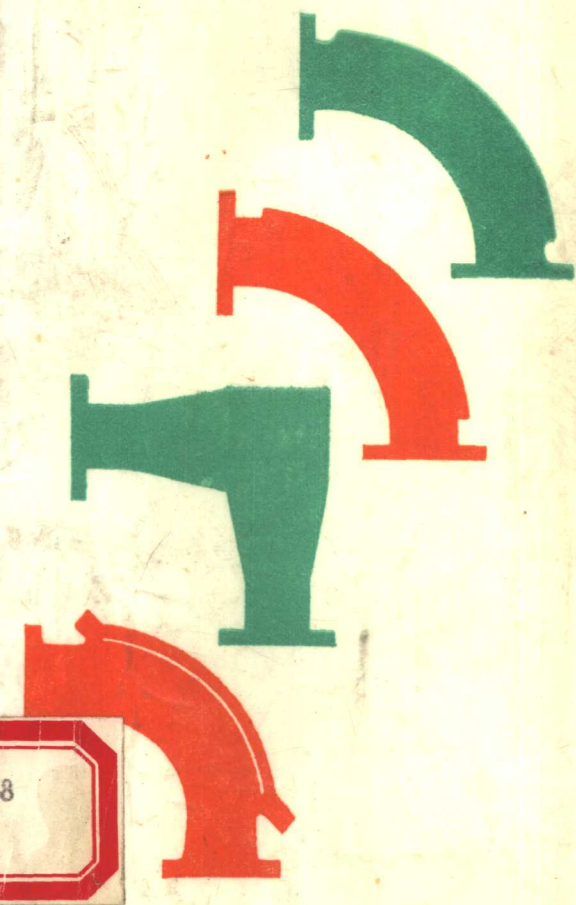


上海宝钢五冶分指挥部
机电公司技术丛书

〔日〕玉置明善 玉置正和 编 艾长庚 译 徐 一 校

化工管道的设计与施工



冶金工业出版社

上海宝钢五冶分指挥部机电公司技术丛书

化工管道的设计 与 施 工

〔日〕玉置明善 玉置正和 编
艾长庚 译 徐 一 校

冶金工业出版社

(京) 新登字 036 号

内 容 提 要

本书译自日本丸善株式会社 1983 年出版的, 玉置明善、玉置正和编写的《化学プラント建設便覧》(改訂 2 版) 第 16 篇“配管の設計と施工”。全书共分 12 章, 即配管设计的基本原则与一般程序、配管材料、配管的基本设计、配管管径的确定方法、配管的配置、配管系统的应力、配管图、配管施工计划、配管的制作、配管的安装、配管支架、试验和检查。书中含有大量图表, 使用起来非常方便、实用。

本书可供化工、焦化行业中从事管道设计与施工的工程技术人员和科研设计人员, 以及广大职工参考。

上海宝钢五冶分指挥部机电公司技术丛书

化工管道的设计与施工

〔日〕玉置明善 玉置正和 编

艾长庚 译 徐 一 校

玉置明善 玉置正和 編

化学プラント建設便覧 (改訂 2 版)

丸善株式会社, 1983

*

冶金工业出版社出版

(北京北河沿大街嵩祝院北巷 39 号)

新华书店总店科技发行所发行

冶金工业出版社印刷厂印刷

787×1092 1/32 159 千字

1994 年 6 月第 1 版 1994 年 6 月第 1 次印刷

印数 00,001~1700 册

ISBN 7 5024 1438 X

TU·103 定价 8.00 元

序 言

《化学プラント建設便覧》的“配管の設計と施工”篇是日
本指导化工管道设计和施工的权威性著作。我公司在 70 年代
参加从日本引进 13 套化肥生产装置之一的四川化工厂建设，
工程内容的重要一项是工艺管道。80 年代在上海宝山钢铁总
厂一期工程中我公司承担焦化厂工程，其中煤气精制区与化
工产品区有近 20 余个生产装置的 46 万 m 化工管道安装。在
这些工程中我们所接触到的由日本专家提供的各种技术资料
基本上都来源于这本著作。该书结合美国技术和日本国情对
化工管道的设计原则、应用理论、计算公式等均作了简明扼要
的阐述，并作了必要的规定。同时，本书对使用管材与管件的
合理选材与选型，作到标准化、系列化作了说明，并介绍了制
作、安装、焊接、吹刷、检验、试验及水运转等。本书内容值得我
们借鉴，也有利于推进和发展我国的管道技术。

在上海宝山钢铁总厂一期工程结束时，公司委托总工程
师艾长庚高级工程师对管道篇进行翻译，作为公司内部技术
人员学习的教材和工作参考资料，效果很好，十分有利于对
引进技术的消化吸收，从而提高我们管道安装的技术水平。为
了满足广大的管道专业技术人员的需要，借原书第 2 版问世
之际，正式翻译出版此书，供同行业同志们参考。

上海宝钢五冶分指挥部机电公司经理

曾祥麟

1992 年 12 月

译 者 的 话

本书译自《化学プラント建設便覧》的第16篇“配管の設計と施工”。原书共32篇，其内容包括化工成套设备工厂建设所需要的工程技术、经营管理、生产工艺等各方面的理论知识和实际经验。原书近半篇幅为专业技术，其中有：设备的设计与安装（如压力容器、各类塔、热交换器、加热炉等）；泵与压缩机的选定；配管、贮槽、电气设备、保温保冷、计器与控制系统的设计与安装；防锈、防腐蚀；环境保护；耐振处理等。

原书是由日本125位当代著名专家执笔撰写的。出版10多年来一直对化工成套设备工厂的建设起着指导作用，堪称权威著作。译者在翻译过程中体会到本书有以下几个特点：

(1) 图表化有利于工程应用。如管道选用垫圈，无论任何介质的不同压力和温度所应使用的垫圈都包括在4幅图中。再如，对各类钢管的焊接条件，以一张表即可了解到应用标准、选用的焊条、预热和加热温度及最高的硬度值等。本书共约170幅图和表，全面而准确地展示出所需要的内容，给读者在工程应用时带来很大的方便。

(2) 对管道技术作了完整而系统的阐述。如对某一类管道工程，从设计应用的理论、所选择的计算公式，到选用管材、管件，进行加工制作与安装，以及最后的试运转和维护保养，都作了很好的系统阐述。每项内容的表述程序分明、条理清晰，既有简明的理论叙述，又有实际有效的经验介绍，并穿插有关标准、规范，内容丰富、文笔流畅。其完整性与系

统性又表现在包括了金属与非金属、钢管与非钢管等各类材质的管道，且凡与管道密切相关的一些专业，如计器、自控系统均作了必要的阐述或提示。

从管道安装工程的角度译者感觉到本书给予我们的经验是：

(1) 日本管道材料和管件是标准化、系统化的，对不同的工艺需要，有不同材质、规格的管材。如碳钢管就有耐热、低温、不同强度等区别。我国目前管材的材质、规格种类太少，存在着以优代劣的浪费和以劣代优的短寿命问题。另外，管件如三通、弯头等不能普遍定型生产。这些都是限制我国管道技术水平迅速提高的重要原因。

(2) 本书在设计图纸方面着重介绍了轴侧图，这对安装是十分必要的。密集的管道只靠平、立、断面图不易表示清楚，如宝钢化工产品区的一个生产装置的工艺管道，在几立方米的空間中有几十米甚至多达百米的管线敷设，轴侧图为这种高度密集管线的正确安装、作好管理提供了条件。

(3) 管道安装强调了管道工厂化预制，这给地面组装、整管段安装从减少固定焊口、确保焊接质量、提高工效创造了条件。另外，管线安装顺序、管线吹刷、水循环冲洗等不少有效方法值得我们借鉴。

上海宝钢五冶机电公司对本书的出版给予了很大的支持，本译文承蒙蔡旭升工程师协助校对，在此一并表示感谢。

译 者

1992年12月

目 录

1 配管设计的基本原则与一般程序	(1)
1.1 配管设计的基本原则	(1)
1.2 配管设计的一般程序	(1)
2 配管材料	(1)
2.1 钢管	(4)
2.2 非铁管	(7)
2.3 非金属管	(9)
2.4 管接头	(10)
2.5 阀	(16)
2.6 垫圈	(21)
2.7 特殊零件	(32)
3 配管的基本设计	(35)
3.1 配管设计必要的基本资料	(35)
3.2 配管设计标准	(38)
3.3 配管规格说明书	(40)
4 配管管径的确定方法	(49)
4.1 配管系统的压力损失算法	(49)
4.2 经济的配管管径	(52)
4.3 配管中的最佳流速	(53)
5 配管的配置	(55)
5.1 管廊架上的配管	(55)
5.2 塔槽周围配管	(59)
5.3 热交换器周围配管	(67)
5.4 加热炉周围配管	(69)
5.5 运转机械周围配管	(71)

5.6	公用设施及外部配管	(77)
5.7	埋设配管	(88)
5.8	特殊配管	(94)
5.9	加热配管	(99)
5.10	计器周围配管	(104)
6	配管系统的应力	(108)
6.1	作用于配管系统的载荷和应力	(108)
6.2	容许应力和安全度的判定	(112)
6.3	配管材料的各种物理性质	(123)
6.4	配管的强度设计	(123)
6.5	配管系统的热应力	(127)
6.6	伸缩接头	(129)
6.7	配管的支撑装置和约束装置	(132)
6.8	往复式压缩机周围配管系统的振动	(137)
6.9	配管系统的水锤对策	(147)
7	配管图	(154)
7.1	配管图的制作	(154)
7.2	轴侧图	(167)
7.3	配管支架图	(171)
7.4	标准图	(174)
7.5	编制材料表	(174)
7.6	模型的应用	(174)
8	配管施工计划	(177)
8.1	临时设施设备	(177)
8.2	配管的工厂预制	(180)
8.3	配管施工必要的技术人员	(181)
9	配管的制作	(182)
9.1	制作程序	(182)
9.2	切断及坡口加工	(182)

9.3	弯曲加工	(183)
9.4	螺纹加工	(184)
9.5	焊接	(184)
9.6	热处理	(201)
9.7	配管制作后的处理	(208)
10	配管的安装	(211)
10.1	配管的安装	(211)
10.2	阀门的安装	(213)
10.3	计器类的安装	(214)
10.4	法兰接头	(215)
10.5	丝扣接头	(216)
11	配管支架	(218)
11.1	配管支架的设置	(218)
11.2	支架、稳定器、支撑	(218)
12	试验和检查	(219)
	参考文献	(222)

1 配管设计的基本原则 与一般程序

1.1 配管设计的基本原则

在一般化工厂设计中，配管设计工时约占全部设计工时的 30~40%。配管设计进行得好坏，不仅对设计工时，而且对建设工程，对化工厂的生产操作也有很大影响，所以，配管设计技术人员在进行配管设计时要收集和生产工艺有关的工厂设计方面的全部资料汇集归纳起来，其目的是要使配管设计技术人员充分理解化工厂生产工艺及设计方面的要点，充分把握基本设计的内容，同时还要充分了解其他专业的设计及其有关联系，而慎重地进行设计工作。

配管设计中必须考虑的基本原则是经济性、操作及运转性、安全性（包括对公害的对策）、维护检修、施工性（包括有关工程）等，另外也需要充分考虑造型的美观。

1.2 配管设计的一般程序

工厂的配管设计，是对用管道在机器设备间运送特定物质而构成的工厂，以化工工艺设计、工厂的布置规划、基本的设计标准等资料为基础，并把配管技术和工厂的建设、生产运行、维护检修等一起研究的同时，决定管道的配备和布置的作业。图 1 是表示一般工厂配管设计作业程序的示意图。

作为工厂设计作业总体系中的一个环节，配管设计同样要进行各种技术计算，制作各种图纸，进行物资材料的统计。

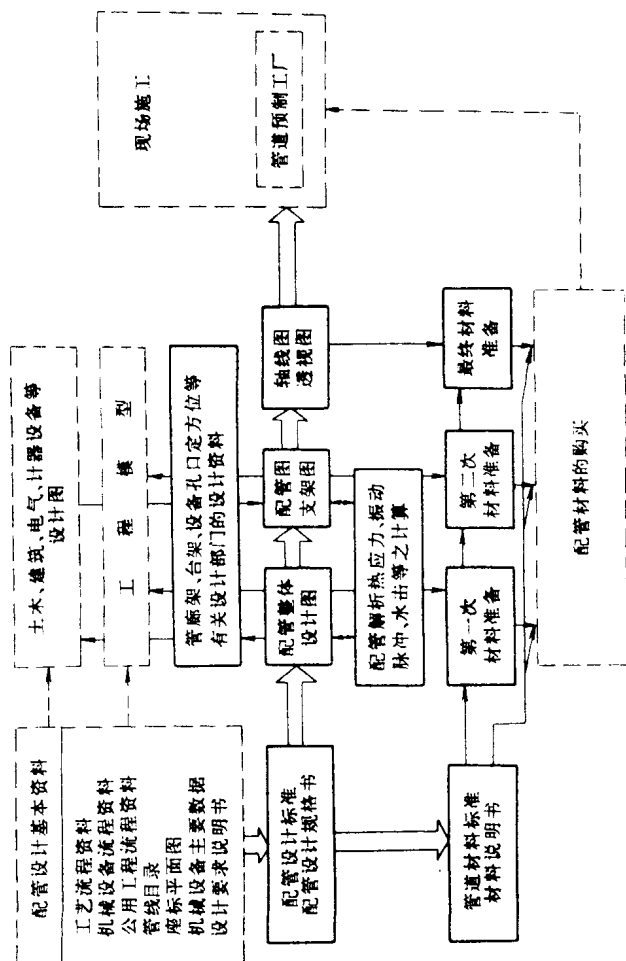


图 1 配管设计的一般程序

订购、调配管理等工作。这些工作可以运用电子计算机、图形处理装置等来完成。

2 配管材料

配管材料包括管子、管件、阀门、垫圈及筛网过滤器等部件，它们是由金属材料（钢铁、有色金属），或者是非金属材料（塑料、石棉、水泥、陶瓷、玻璃、橡胶等）组成的。

2.1 钢 管

2.1.1 钢管的种类

现在日本生产的钢管是按日本 JIS（日本工业标准）和美国 ASTM（美国材料试验标准）两类标准体系分类的。按用途钢管大致可分为配管用、传热用、结构用钢管。表 1 表示了 JIS 规定的主要配管用钢管规格的种类和用途。按制造方法分类钢管有：无缝钢管和焊接钢管，其中按加工方法分类有热轧无缝钢管、冷轧无缝钢管、电阻焊接钢管、电弧焊接钢管和锻接钢管等。

2.1.2 钢管的壁厚

钢管壁厚有下述系列：

- （1）JIS G 3452 规定了 SGP 钢管的壁厚。
- （2）规范钢管（schedule）方式：为全部钢管系列，是按一定外径把使用压力与材料容许应力之比规定为一定等级，并将这个数值规范化编号并系列化，但是，不锈钢的薄壁钢管和碳素钢管不同，详细可参见钢管规格的解释。
- （3）加重值（weight）方式：是以钢管单位长度的重量来大致规定壁厚系列。规定为：标准 STD（standard）、超强 XS（extra strong）、特超强 XXS（double extra strong）3 类。

表 1 配管用钢管规格和用途

材质分类	规格名称	制造法	用途
碳素钢	G3452 配管用碳素钢管(煤气管)	E、B	煤气、水、蒸气、石油、空气等一般配管
	G3454 压力配管用碳素钢管	S、E	船舶、石油工业等配管
	G3455 高压配管用碳素钢管	S	合成氨用配管、燃料喷射管
	G3456 高温配管用碳素钢管	S、E	管束、锅炉给水管、蒸气管
	G3457 配管用电弧焊接碳素钢管	A	水道、煤气用的配管
合金钢	G3458 配管用合金钢管	S	化学工业用、合成氨用、火力发电电厂用主蒸汽管、再热器管
不锈钢管	G3448 一般配管用不锈钢管	A、E	给水、热水、排水、冷温水配管
	G3459 配管用不锈钢管	S、A、E	化学工业用、食品工业用、原子能用配管
	G3468 配管用大口径电弧焊接不锈钢管	A	化学工业用、食品工业用、原子能用配管
其他	G3460 低温配管用钢管	S、E	液化石油气油轮、石油化学低温配管
	G3442 水道用镀锌钢管	S、E、B	水道管

注：S：无缝钢管；E：电阻焊接钢管；B：锻接钢管；G：电弧焊接钢管。

(4) 毫米 (millimeter) 方式：对特殊的超高压管壁和大口径管壁，上述各体系是不适用的，因而要每回进行壁厚计算，以选择最经济的管壁厚度，其表示方法就是壁厚的实际尺寸，不能体系化。

2.1.3 特殊加工品

对钢管内壁进行加工使其成为耐腐蚀的材料，其中有聚氯乙烯衬里钢管、橡胶衬里钢管、灰浆衬里钢管、玻璃衬里钢管、涂覆钢管等。在一般情况下，这些钢管的耐腐蚀性良好，

但不耐冲击，并由于衬里后不能再焊接来连接，而存在必须用法兰连接的问题。表 2 表示其特点和主要用途。

表 2 特殊加工钢管的特点和用途

管的种类	特 点		用 途
	优 点	缺 点	
聚氯乙烯衬里钢管	(1) 对各种药品的耐蚀性、耐药性强； (2) 因里面光滑，摩擦阻力小	(1) 能被苯类、酮类、酯类侵蚀； (2) 耐热性不好； (3) 对加工时的切面及急剧变化的断面非常灵敏	(1) 海水、工业用水、饮用水的输送管道； (2) 化学工业、制药工业的各种药液输送管； (3) 矿山坑内排水管； (4) 各种工场废液输送管
橡胶衬里钢管	(1) 有耐药性； (2) 耐冲击性	耐热性不好（比塑料好）	腐蚀性液体及气体输送管
灰浆衬里钢管	(1) 对清水、海水有耐腐蚀性； (2) 在建设现场可以修整衬里	(1) 能被无机酸、醋酸、硫酸、盐酸等腐蚀； (2) 使用要注意冲击荷载； (3) 耐热性不好	水道、工业用水管、海水管、导水管、天然气管
玻璃衬里钢管	(1) 除氟酸外，对所有无机酸、有机酸的耐腐性强； (2) 由于液体摩擦小，洗渣与杀菌容易	(1) 对氟酸、碱没有耐蚀性； (2) 注意使用时不要给予冲击； (3) 热冲击性不好	一般化学工业、医药品工业、化学纤维业
聚乙烯衬里钢管	(1) 耐腐蚀性好； (2) 耐摩擦性好； (3) 耐冲击性好	(1) 能被四氯化碳、氯、三氯乙烯腐蚀； (2) 耐热性不好	(1) 海水、工业用水、饮用水的输送管道； (2) 一般化学工业、医药工业用配管

2.2 非铁管

2.2.1 铜和铜合金管

铜和铜合金管的特性及用途如表 3 所示。

表 3 配管用铜合金管的特性和用途

合金	特 性	用 途
铜	对工厂、市街及海洋空气耐腐蚀性好，对燃料油、亮漆也耐腐蚀，但对氨、氨化合物及氟化物不耐蚀，对弱酸、弱碱耐蚀性较好	给水管、给油管、压力计管、水压管、给气管、海水导管、温冷水管、化学工业配管
红铜	大致和铜有同样的耐腐蚀性，强度比铜稍强	给水管、船舶用配管、泵配管、排水管
黄铜	有强度和韧性，对弱酸、弱碱有一定强度，对硫化物有耐蚀性，但对酸强碱则不耐蚀，含锌多的黄铜有脱锌腐蚀及应力腐蚀的倾向	一般配管
铝黄铜	对石油制品及海水耐腐蚀性好，特别是对冲击腐蚀和脱锌腐蚀有耐蚀性	海水导管、石油工业配管、热交换器管
蒙乃尔铜镍合金	对海水、酸及碱耐蚀，高温强度也大，和铝黄铜一样耐冲击腐蚀，没有应力腐蚀的顾虑，含镍多对硫化物弱	海水导管、石油工业配管、热交换器管
硅青铜	对海水及酸类耐腐蚀性好，强度也大	化学工业配管、海水导管

2.2.2 铝及铝合金管

纯铝及其合金由于其表面产生氧化薄膜而增加耐腐蚀性，重量也轻，主要用于洒水配管、粘性液体及粉状固体输送配管、极低温配管等，详细可参见 JIS H 4080。

2.2.3 镍及镍合金管

镍的耐腐蚀性和热传导性良好，比其他金属的力学性能也好。

2.2.4 钛 管

钛重量轻，机械强度高，具有耐热性，耐腐蚀性也好，无

论对均匀腐蚀、孔蚀，还是对酸蚀、应力腐蚀，钛管都具有优越的耐蚀性，详细参照 JIS H 4630。

表 4 塑料管的特点和用途

名称	性 能	主要用途	规 格
硬聚氯乙烯管	耐药性最好，强度中等，连接最简单，低温脆性稍显著	除高温高压外万能	JIS K6741、 6762
聚乙烯管	有硬质和软质，耐寒性好，强度是聚氯乙烯的 1/2，担心应力断裂和耐风化性	向寒冷地方的水道 临时安装配管	JIS K6761、 6762
聚丙烯管	有和聚乙烯同样性能，但是相反有 100℃ 左右耐热性的特点，没有应力断裂	温泉管、工厂配管	
石棉压层 聚酯管	聚酯的应力断裂由石棉加固，耐热强度良好，热硬化性树脂可以丝扣连接	温泉管、套筒管	
酚醛树脂 压层管	热硬化性，加入低等材料有压层聚氯乙烯管程度的强度	电气用	JIS K6914
氯树脂管	耐热性最好，法兰连接	水平管，注入管耐 热部位	JIS K6890、 6897
聚丙烯 树脂管	透明性最高，有聚氯乙烯管程度的强度	需要透明的配管	
聚酰胺管 (尼龙管)	和聚氯乙烯管相同程度，也有软质	软质计器用	
ABS 共 聚合树 脂管	和聚氯乙烯管相同程度，但耐冲击性良好，由粘接剂而引起事故多		
聚碳酸 酯管	冲击性最好，容易出裂纹		
聚碳酸 酯管 (FRP)	对酸、碱氯的耐腐蚀最好，强度高，成型及接合也简便	除高温高压以外是 万能的，化学配管、医 药工业配管、海水配 管	