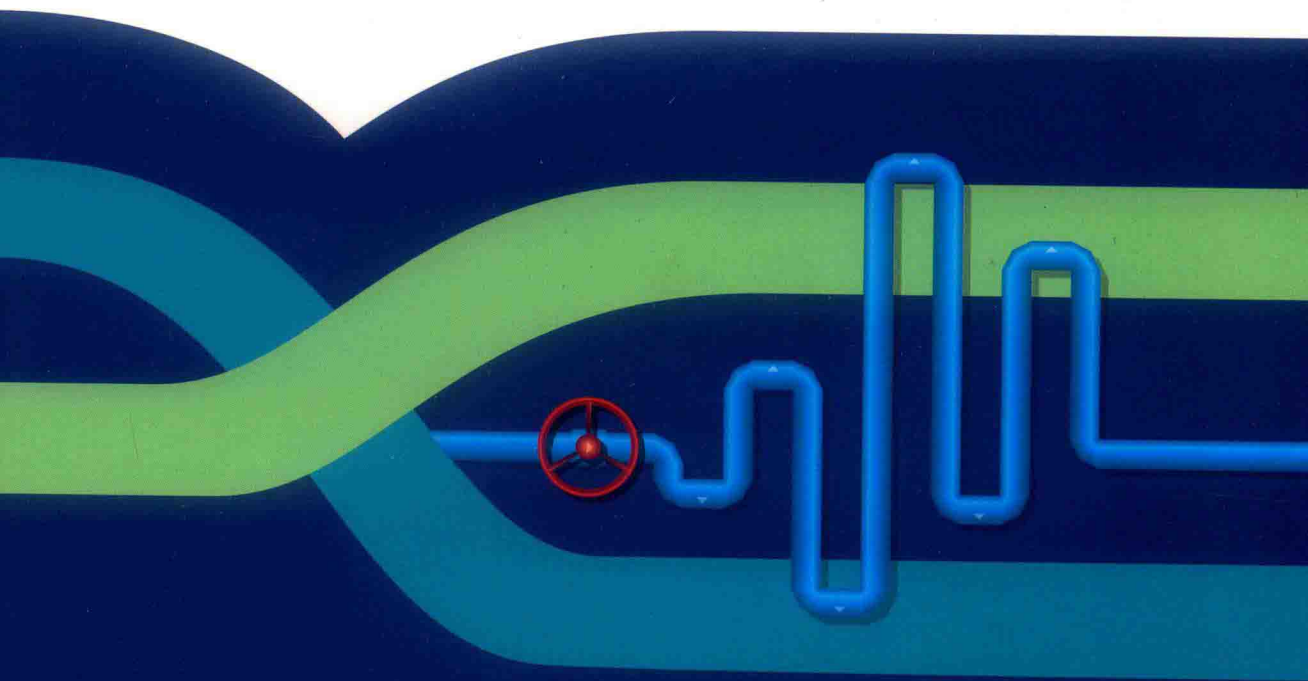


YALI GUANDAO SHEJI

压力管道设计

李志安 张福东 魏耀东 主编



中国石化出版社

[HTTP://WWW.SINOPEC-PRESS.COM](http://www.sinopec-press.com)

压力管道设计

李志安 张福东 魏耀东 主 编
陈东初 张春梅 王文涛 副主编



中国石化出版社

内 容 提 要

本书系统阐述了压力管道设计的三大任务：压力管道布置设计、压力管道材料设计和压力管道机械设计。主要内容包括：压力管道设计任务与设计规定；不同管道类别的压力管道布置设计；压力管道的材料基础、力学基础和设计准则；压力管道材料设计；压力管道强度设计、应力分析和支吊架设计；压力管道检验与试验；压力管道防腐与绝热等。本书具有概念清楚、层次分明、有理论讨论、有实例计算、遵法规、靠规范等特点。

本书是压力管道设计的指南，可作为压力管道设计人员的培训和学习教材，也可作为高等院校相关专业参考书，还可供压力管道设计理论和技术研究参考。

编 主 张福东 魏耀东 李志安
编 主 编 李文王 魏春波 陈永烈

图书在版编目 (CIP) 数据

压力管道设计/李志安, 张福东, 魏耀东主编. —
北京: 中国石化出版社, 2019. 5
ISBN 978-7-5114-5322-8

I. ①压… II. ①李… ②张… ③魏… III. ①压力管
道-设计 IV. ①U173.9

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2019) 第 085921 号

未经本社书面授权，本书任何部分不得被复制、抄袭，或者以任何形式或任何方式传播。版权所有，侵权必究。

中国石化出版社出版发行
地址: 北京市朝阳区吉市口路 9 号
邮编: 100020 电话: (010) 59964500
发行部电话: (010) 59964526
<http://www.sinopec-press.com>
E-mail: press@sinopec.com
北京柏力行彩印有限公司印刷
全国各地新华书店经销

*

787×1092 毫米 16 开本 24.5 印张 619 千字
2019 年 5 月第 1 版 2019 年 5 月第 1 次印刷
定价: 98.00 元

前 言

管道是由管道组成件装配而成，用以输送、分配、混合、分离、排放、计量或截止流体流动的管状设备。为实现输送流体的目的，就必须借助于一定的压力，当压力达到一定数值，超过管道组成件的承受能力时，就有可能因超压而引起管道的破坏。另外，管道内输送的流体介质，常常具有可燃、易爆、有毒、腐蚀等特性，一旦泄漏就有可能发生火灾爆炸、人身伤亡事故或污染环境。因此，世界各国对压力管道的设计、制造、安装、检验、运行和修理改造等方面都进行严格的管理。

正确地进行压力管道的设计，是保证压力管道系统安全性最重要也是最基础的环节。一本完整地、系统地阐述压力管道设计的手册式参考书，是保证压力管道正确设计的重要指南。目前，国内尚无包含压力管道布置设计、管道材料设计和管道机械设计全部内容的压力管道设计书籍。为填补这一空白，适应压力管道监督管理的需要，适应压力管道设计行业的需要，适应压力管道设计理论与技术研究的需要，我们总结 10 多年来压力管道设计培训学习的教学实践、参考现有压力管道相关专著和现行国内外压力管道相关标准，编写了《压力管道设计》一书。

本书全面系统地介绍压力管道设计的三大内容，即压力管道布置设计、压力管道材料设计和压力管道机械设计。全书共 14 章，第 1 章压力管道设计概论，阐述了压力管道设计内容和设计规定，介绍压力管道的介质特性、压力管道设计法规和标准情况等；第 2 章介绍工艺管道布置设计；第 3 章为动力管道布置设计；第 4 章为制冷管道布置设计；第 5 章为长输管道布置设计；第 6 章为公用管道布置设计；第 7 章为压力管道材料基础；第 8 章为压力管道材料设计；第 9 章为压力管道力学基础，介绍杆件和壳体的应力分析理论及压力管道机械设计准则等；第 10 章压力管道强度设计，结合国内外现行标准给出设计计算公式，并对公式的来历进行研究讨论等；第 11 章为压力管道应力分析设计，介绍管道应力分析准则、应力分析方法、应力分析软件及其应用等；第 12 章管道支吊架设计，介绍管道支吊架类型及其选择、支吊架位置确定原则等；第 13 章压

力管道检验与试验；第14章压力管道防腐与绝热设计。

本书具有概念清楚、层次分明、有理论介绍与讨论、有应用计算举例、遵法规、靠规范等特点，可以作为压力管道设计的指南，也可以作为压力管道设计人员的培训和学习教材，还可以作为高等院校相关专业教学参考书。本书对于压力管道设计的理论与技术研究具有一定的学术价值。

本书由沈阳化工大学李志安教授、辽宁省轻工设计院有限公司张福东高级工程师、中国石油大学（北京）魏耀东教授主编，沈阳栖合安全技术服务有限公司陈东初高级工程师、沈阳化工大学张春梅副教授、沈阳东方钛业股份有限公司王文涛高级工程师副主编。第1章由李志安、张福东编写；第2章由张福东、魏耀东编写；第3章和第4章由张福东、陈东初、李志安编写；第5章和第6章由张福东、魏耀东、陈东初编写；第7章由魏耀东、王文涛、李志安编写；第8章由李志安、张春梅编写；第9章由魏耀东、中国石油大学（北京）宋健斐、李志安编写；第10章由李志安、张春梅、王文涛编写；第11章由李志安、王文涛、张春梅、辽宁省轻工设计院有限公司耿玥娟编写；第12章由李志安、王文涛、张春梅编写；第13章和第14章由李志安、张福东、陈东初编写。全书由李志安统稿。

在本书编写过程中，沈阳科技学院李贺老师承担了本书英文资料的翻译和部分文字、表格处理工作，在此表示感谢。另外，本书的编写参阅了近些年出版的压力管道相关专著以及大量的标准，主要参考文献列于书后，在此对有关作者一并表示感谢。

由于编者水平有限，书中难免有错误和不足之处，恳请相关行业的专家和读者批评指正。

编者

目 录

第 1 章 压力管道设计概论	1
1.1 压力管道特点与设计基本要求	1
1.2 压力管道设计内容与设计规定	2
1.3 压力管道输送介质的特性	12
1.4 压力管道法规和标准简介	22
思考题	29
第 2 章 工艺管道布置设计	30
2.1 设备布置设计的基本要求	31
2.2 常用设备布置设计	36
2.3 管廊布置设计	41
2.4 平台、梯子和通道布置设计	42
2.5 工艺管道布置设计原则与结构要求	43
2.6 常见设备管道布置设计	48
2.7 各种工艺管道布置设计	52
2.8 管道组件件的布置设计	57
思考题	60
第 3 章 动力管道布置设计	61
3.1 大中型火力发电厂设备布置设计	61
3.2 小型火力发电厂设备布置设计	66
3.3 管道布置设计	68
思考题	74

第4章 制冷管道布置设计	75
4.1 冷库设计总体要求	75
4.2 冷库(涉氨)及其设备布置设计	77
4.3 制冷管道布置设计	80
4.4 制冷管道设计的特别要求	81
思考题	82
第5章 长输管道布置设计	83
5.1 管道线路选择与管道敷设计	83
5.2 管道穿越与跨越工程设计	90
5.3 长输管道场站设计	98
思考题	103
第6章 公用管道布置设计	104
6.1 城镇燃气管道布置设计基本规定	104
6.2 城镇室外燃气管道布置设计	108
6.3 城镇燃气门站与调压装置设计	113
6.4 城镇热力管道布置与敷设计	118
6.5 中继泵站与热力站布置设计	123
思考题	126
第7章 压力管道材料基础	127
7.1 压力管道常用材料	127
7.2 材料的基本性能	137
7.3 环境对压力管道用材料性能的影响	144
7.4 化学元素对金属材料性能的影响	149
思考题	150
第8章 压力管道材料设计	151
8.1 管道材料的选用原则	151
8.2 管道组成件应用标准体系	154
8.3 管子的选用	158
8.4 管件的选用	166

8.5	管法兰及紧固件的选用	169
8.6	压力管道常用阀门及其选择	176
8.7	其他管道组成件及其选用	180
	思考题	186
第 9 章	压力管道力学基础	187
9.1	杆件应力分析与强度设计	187
9.2	承受压力载荷的旋转壳体应力分析	205
9.3	压力管道强度与应力分析设计准则	218
	思考题	225
第 10 章	压力管道强度设计	227
10.1	承受内压的直管强度设计	227
10.2	承受外压管道的稳定性分析设计	243
10.3	弯管 (或弯头) 强度设计计算	251
10.4	管法兰和法兰盖的强度设计方法	254
10.5	焊制三通的强度设计	254
10.6	盲板与其他管道组成件的强度设计	256
10.7	支管连接的补强设计	257
10.8	压力管道强度设计应用举例	267
	思考题	275
第 11 章	压力管道应力分析	276
11.1	压力管道应力分析概述	276
11.2	压力管道承受载荷与应力范围计算	283
11.3	管道柔性分析设计	291
11.4	管道动力分析设计	293
11.5	特殊管道的应力分析设计	300
11.6	压力管道应力分析方法及其应用	310
11.7	压力管道应力分析应用举例	320
	思考题	332
第 12 章	管道支吊架设计	334
12.1	管道支吊架设计基本要求	334

12.2	管道支吊架型式选用和位置确定	337
12.3	管道跨距的确定	340
12.4	管道支吊架承受载荷计算	342
12.5	管道支吊架结构与强度设计	347
	思考题	354
第 13 章 压力管道检验与试验		355
13.1	工艺管道检验与试验	355
13.2	动力管道检验与试验	361
13.3	制冷管道检验与试验	363
13.4	长输管道检验与试验	364
13.5	公用管道检验与试验	368
	思考题	372
第 14 章 压力管道防腐与绝热设计		373
14.1	管道防腐设计	373
14.2	管道绝热设计	379
14.3	管道表面涂漆颜色一般规定	382
	思考题	383
参考文献		384
附录 A 压力管道材料基础		
A.1	压力管道常用材料	
A.2	材料的基本性能	
A.3	环境对压力管道材料性能的影响	
A.4	化学元素对金属材料性能的影响	
附录 B 压力管道材料设计		
B.1	管道材料性能指标	
B.2	管道材料性能指标选择	
B.3	管道材料性能指标	
B.4	管道材料性能指标	

第1章 压力管道设计概论

过程工业是加工流程性材料产品的现代国民经济的支柱产业之一，成套过程装备则是组成过程工业的工作母机群，它通常是由一系列的过程机器和过程设备，按一定的流程方式用管道、阀门等连接起来的一个独立的密闭连续系统，再配以必要的控制仪表和设备。可见，管道是过程装备的重要组成部分。

管道是由管道组成件装配而成，用以输送、分配、混合、分离、排放、计量或截止流体流动的管状设备。为实现输送流体的目的，就必须借助于一定的压力，当压力达到一定数值，超过管道组成件的承受能力时，就有可能因超压而引起管道的破坏。另外，管道内输送的流体介质，一般都具有可燃、易爆、有毒、腐蚀等特性，一旦泄漏就有可能发生火灾爆炸、人身伤亡事故或污染环境。因此，世界各国对压力管道的设计、制造、安装、检验、运行和修理改造等方面加强管理，为了保证压力管道的安全运行，防止各种事故发生，保护人民生命和财产的安全，都制定了相应的法规和标准。

在压力管道的设计、制造、安装、检验、运行和修理改造等环节中，设计是最基本也是最重要的环节。因此，要求压力管道设计人员不仅要具有相应的理论知识、相关的专业水平和实践经验，还要掌握国家相关法规和标准，以保证压力管道的设计质量和设计水平。

1.1 压力管道特点与设计基本要求

1.1.1 压力管道的特点

压力管道与压力容器等其他特种设备相比较，主要具有以下特点：

①应用广泛，种类繁多，数量巨大；设计、制造、安装、使用、检验和维护管理环节多。压力管道的设计、制造、安装使用等环节越多，出现问题的几率就越高；环节越多，影响因素就越多，从而造成压力管道安全管理的多元性和复杂性。

②长细比大，跨越空间大，边界条件复杂。压力管道的强度计算除利用公式计算外，还应考虑与它相连的机械设备对它的要求、中间支承条件的影响、自身热胀冷缩和振动的要求等。因此，在管道布置设计时除应满足工艺流程要求外，还应综合考虑各相关设备、支承条件、地理条件（对长输管道）、城市整体规划（对城市公用管道）等因素的影响。

③现场安装工作量大，工作条件较差。压力容器基本上是在工厂制造的，其制造环境条

件和制造设备保证均较好。而压力管道现场安装工作量大,环境条件较差,因此保障安装质量相对较难,从而要求投入更多的管理精力。

④管道组成件种类及材料繁多,各有各的特点和技术要求,选用复杂。压力容器用的较多的是板材和锻材,而且也比较成熟。压力管道除用到板材和锻材之外,还经常配套用到管材和铸件。对一些操作工况下要想配齐这些材料是比较困难的,也就是说,对于某一介质环境而选定的合适材料,板材和锻材有时容易获得,而铸件就不见得容易获得,反之亦然。另外,因为设备长细比较小,它可以采用复合板材或堆焊层来解决防腐问题,而管道则不易做到。有时,同一根管道可能同时连接两个或两个以上的不同操作条件的设备,因此管道选材要考虑对各设备的材料都能适应。

⑤管道上的可能泄漏点多,管道在布置、安装和检验方面要求复杂。

⑥压力管道及其组成件的标准多,各相关标准中有重复的内容,也有不同的内容和要求。设计选用时要注意其区别。

⑦在多数情况下管道设计必须由多人合作,共同完成;且涉及专业面广,如工艺专业、材料专业、机械专业、仪表及自动控制专业等。

1.1.2 压力管道设计基本要求

压力管道设计的基本要求是保证安全性和经济性。首先要保证其安全性,即要保证管道操作运行的风险小、安全系数大、不至于因失效而产生重大事故;保证平稳运转,避免跑、冒、滴、漏现象,不至于因其故障而造成整个装置的不正常停车。其次要考虑经济性,经济性是指压力管道的一次性投资费用和操作维护费用的综合指数低。对于一个设计良好的压力管道还应满足一些其他要求,如:必须满足工艺要求;应进行标准化、系列化设计;布局美观、合理,便于操作和维护;便于制造、安装施工等。

1.2 压力管道设计内容与设计规定

压力管道设计主要包括管道布置设计、管道材料设计、管道机械设计三大基本任务。管道材料设计是基础,管道布置是目的,管道机械设计是保障,这三部分即相互独立又相互联系。

1.2.1 压力管道设计基本内容

(1) 压力管道布置设计

压力管道布置设计包括装置布置设计和管道布置设计两部分内容。

装置布置设计是指将一个过程生产装置中所用的机械、设备、建筑物、构筑物等按一定的规则进行定位的设计过程。它涉及到工艺流程要求、生产操作和检修要求、与四邻关系的要求;所在地形、地貌和面积大小的要求;自然环境和生活环境的要求;等等。装置布置的好坏直接影响到装置的操作、检修、安全、美观和经济性,它对管道总体设计起到一个宏观控制作用。

管道布置实际是通过图纸来表示出管道位置、走向、支承等状况,并能满足工艺流程的

要求；满足管道强度、刚度的要求；满足操作、维护、消防的要求；等等。最后给出管道及其元件的用量。

(2) 压力管道材料设计

管道材料是整个管道设计过程中的基础部分，它直接影响到压力管道的可靠性和经济性。压力管道选用的材料应根据所输送流体的设计温度和压力确定，并满足装置生产全过程配管的各种操作工况的要求，确保安全连续生产，安全可靠无事故。

管道材料设计的内容包括：管道组成件材料的选用；管道组成件标准（体系）的选用；管道组成件规格尺寸的确定等。

(3) 压力管道机械设计

管道机械设计的核心是管道的机械强度和刚度问题，它包括管道及其元件的强度、刚度是否满足要求，管道对相连机械设备的附加载荷是否满足要求等。通过对管系应力、管道机械振动等内容的力学分析，适当改变管道的走向和管道的支承条件，以达到满足管道机械强度和刚度要求的目的。可以说，管道机械设计进行的好坏，直接影响到管系的安全可靠性。

管道机械设计包括三部分内容：管道元件的强度设计；管道系统的应力分析和柔性设计；管道支吊架的设计。管道元件的强度设计，主要是依据管道承受的压力载荷确定管道元件的壁厚等级、公称压力等级；管道应力分析，是对整个管道系统在压力载荷和其他外加载荷作用下的应力校核分析设计和柔性分析设计；管道支吊架设计，包括支吊架位置的确定、支吊架结构形式的选择、支吊架强度设计等内容。

1.2.2 压力管道设计过程

压力管道设计过程大致可分为三个环节：即管道初步设计、管道详细设计、设计文件编制及归档。

1.2.2.1 初步设计

初步设计首先要了解设计条件和用户要求，然后确定设计应用标准，确定管道材料等级，最后进行管道走向、支承、操作平台等方面的综合规划和布置，并对管道进行强度设计、对有关的、认为有必要的管道进行应力分析。

(1) 设计条件

设计条件应包括装置建设的环境条件（如温度、湿度、风力、风向、雨雪、地震、地质、周边环境等）、工艺条件（如水、电、汽、风等公用工程条件、装置规模、介质性质、介质温度、介质压力、开停工时间、操作工况等）、建设周期（如设计计划表、采购计划表、施工计划表和开工时间等）等。用户有时也常提出一些要求，如操作要求、安全消防要求、环保要求、器材标准要求、设计文件编制内容要求等。设计条件和用户要求都是设计的基础条件。合理的设计在于把这些条件中提出的要求赋以运用，既要十分重视这些要求，又要对某些要求进行适当的平衡，最终做到在技术、经济、安全等方面的合理与最佳。

(2) 管道材料设计

进行管道材料设计，确定管道元件材料，选择管道元件标准体系及应用标准，初步确定管道元件压力等级等。

(3) 管道走向设计

管道的走向设计就是确定管道以怎样的一个空间、路径和形状把相关的设备连起来。良

好的管道走向应该规则整齐,建设费用最低,运行起来安全可靠。具体设计过程中应考虑下面一些原则:管道的走向应满足工艺要求,距离最短,不妨碍操作和检查,不妨碍设备的检修,能够排凝排气,支架容易设置,热胀补偿容易进行等;多根管道在一起时应排列整齐,交错层次分明,并尽可能共用支承。并排的法兰和阀门应相互错开以便于操作,并减少间距以节省占用空间。操作点应集中设置,多路管道的布置应对称布置,不能使各路介质相互干扰,或发生偏流等。

(4) 管道机械设计

管道元件强度设计,确定管道元件的厚度及相关尺寸;管道系统的应力分析和柔性分析设计;管道吊架设计;管道振动分析(如果需要)等。

1.2.2.2 详细设计

管道详细设计是在初步设计方案获得各方认可的基础上所做的设计。从时间上来讲它分为委托资料阶段和施工图完成阶段。从内容上来讲它包括管道定位、阀门定位、操作平台设置、放空排凝设置、绝热设计、防腐设计、支承设计、仪表元件定位、采样设计、图例标识及图幅安排等内容,并根据不同的进展阶段向相关专业提交有关资料。

(1) 管道定位

管道的定位就是在管道走向确定的情况下详细计算并确定管道的定位尺寸。在确定管道的定位尺寸时应充分考虑绝热及防腐等施工的影响,热胀位移的影响,法兰及阀门操作检修的影响,仪表元件对管道结构尺寸的要求,管道及其元件的安装空间要求,支承生根位置的要求等。

(2) 阀门定位

阀门的定位首先应满足工艺的要求,其次尚应满足操作、维护的要求,同时还应考虑防冻、防凝要求,大阀门的支承要求,管道振动、热胀等对阀门强度可靠性的影响等。

(3) 操作平台设置

操作平台的设置除满足管道的操作要求之外,尚应考虑设备上仪表、人孔、手孔、看窗等方面的操作维护要求,同时还应考虑设备部件、管件元件的检修要求,巡回检查要求,消防要求,照明要求等。

(4) 放空排凝设计

放空排凝设计要满足管道开停工时的高点排气、低点排凝的要求。管道在低点存气时会造成管道的气阻、相连泵的抽空或停工时因燃气的积存而产生火灾危险等,而管道在低点存液时会造成介质的凝冻或停工时因燃油的积存而产生火灾危险等。因此,对于管道的高点和低点应设置相应的排气或排凝设施。在进行管道的高点排气或低点排凝设计时,尚应考虑对环境污染的问题。

(5) 绝热设计

管道绝热的目的是为了减少管道在运行中的热量或冷量损失,以节约能源;避免、限制或延迟管道内介质的凝固、冻结,以维持正常生产;减少生产过程中介质的“温升”或“温降”,以提高相应设备的生产能力;防止管道表面的结露;降低和维持工作环境温度,改善劳动条件,防止因热表面导致的火灾和防止操作人员烫伤。管道的绝热设计就是通过选取适当的绝热材料和绝热厚度以满足上述的要求。

(6) 防腐设计

防腐设计是通过选取适当的防腐涂料和防腐结构,以达到管道及其元件免遭环境腐蚀的目的。在选择防腐涂料时,应考虑它与被涂物的使用条件相适应,与被涂物表面的材质相适应。防腐涂料的底漆与面漆应正确配套,并且要求所选涂料应经济合理,并具备施工条件。

(7) 支承设计

支承设计应满足管道强度和刚度的需要,同时尚应能有效地降低管道对机械设备产生较大的附加载荷,防止管道的振动等。管道的支承设计包括支承型式的选用、支承件材料的选用、支承件强度的计算、生根点的载荷委托等方面的内容。

(8) 仪表元件定位

仪表元件的定位应满足仪表元件的操作、观察、维护等方面的要求,同时尚要考虑仪表元件对管道结构尺寸的要求(如孔板前后的直管段要求)、仪表附属元件对操作空间的要求(如浮球液位计对空间的要求、仪表箱开启对空间的要求等)等。

(9) 采样设计

采样设计应满足操作方便的要求,同时尚应考虑采样时的危险性、采样介质的新鲜性、对环境的污染以及防冻防凝的要求等。不同的介质,其采样位置、接头方式和采样设施有所不同。

(10) 图例标识、图幅安排及施工图绘制

图例的标识及图幅的安排应符合绘图规范的要求,并便于识别。图面应清晰整洁,线条分明,表达完整,与相关设计文件的连接表达清楚等。

(11) 委托资料

在管道详细设计的各阶段,应陆续向相关专业提交有关的委托资料。这些资料大致包括设备开口位置、建构筑物的型式及结构尺寸、设备附加管道重量及偏心情况(有时是与有关专业一道向土建专业提供设备基础荷重资料)、管架上的管子重量及可预见的管子推力、平台梯子资料、建(构)筑物开孔埋件资料、照明资料、给排水点资料、排污点资料、仪表元件位置资料、工程实物量(给技术经济专业)等。

1.2.2.3 设计文件的编制及归档

在完成管道的详细设计之后,应编制相应的文件资料,使它与管道设计图纸一起组成一个完整的管道设计文件。编制完成的设计文件要及时归档保存。

对于大型工程项目的管道设计过程一般是按照上面三个步骤进行;对于规模较小的项目,一般是将初步设计和详细设计合为一个步骤进行。由于行业不同,各行业或大型设计院、工程公司还有些内部规定,所以上面的设计程序仅供管道设计参考。

1.2.3 设计文件内容及编制

设计文件的编制是压力管道设计中的一项重要内容,是对整个设计的描述、汇总、整理和总结。设计文件代表一个项目的设计水平和设计质量,设计者应该认真编制压力管道设计文件。

压力管道设计文件资料应包括资料图纸目录、管道设计说明书、管道表、管道等级表、管段材料表、管道材料表、管道设备规格表、管道设备规格书、管道支吊架汇总表、PID图、设备布置图、管道布置图、管道轴测图、非标管道设备图、非标支吊架图、压力管道强

度计算书、压力管道应力分析报告等。

(1) 图纸目录

资料图纸目录分区域目录和装置目录两种。如果该装置不分区,可只编装置目录。资料图纸目录应包括该装置(项目)中的所有工程图纸、表格等文件资料、复用(图)设计文件资料、设计说明书等资料的目录,并按照文字资料、图纸、复用文件的先后顺序编排。

(2) 设计说明书

管道设计说明书应包括管道的设计依据、设计原则、设计思路、执行规范、典型配管研究、典型的管道柔性设计数据、与仪表专业的分工、识图方法(图例)、施工要求、采购要求、其他要说明的问题等。

① 设计依据

设计依据是说明施工图设计的任务来源和设计要求。包括施工图设计的委托书、合同、技术协议等有关文件;初步设计的审批文件和修改文件;设计所依据的法规、标准和技术规范等相关设计依据的文件。

② 工艺及系统说明

施工图设计中初步设计作的修改和调整部分的工艺及系统说明;与工艺有关的施工说明和装置开、停车的原则性说明。

③ 设计范围

负责设计的范围,如:合作设计或出口项目的设计范围应加以说明;装置设计的组成及单元或工程名称及代号。

④ 设备布置设计说明

a) 分区或图号规定;

b) 设备施工安装依据的施工安装及验收规范;

c) 设备安装的注意事项。

大型设备吊装需说明的问题;设备进入厂房或框架的特殊安装要求,如可拆梁、墙上留洞等;设备附件说明;设备支架说明,哪些设备位号有支架,有何安装技术要求;等等。

⑤ 管道布置设计说明

a) 说明管道介质名称、最高工作压力与温度、设计压力与设计温度;说明压力管道的类别和级别。

b) 管道元件供应情况说明。如引进装置,应说明买卖双方管道元件与材料供应的范围;国内采购的划分;管道元件的技术条件、执行的技术标准等。

c) 管道预制及安装要求

管道施工规范的标准号、管道等级与分类;管道焊接的附加要求,如预热、焊后热处理等;管道安装的特殊要求,如冷紧、螺纹封焊、临时用垫片等有关注意事项;伴热系统的安装;特殊件的安装要求,如膨胀节、临时过滤器等;管道检验与试验要求;埋地管线要求;等。

d) 管道支吊架说明。采用的管道支吊架标准;工厂预制件;小管道支吊架安装注意事项。

⑥ 静电接地说明

管道静电接地范围;静电接地连接方式;静电接地连接要求。

⑦管道脱脂、吹扫、清洗说明

管道脱脂、吹扫、清洗的范围；管道脱脂、吹扫、清洗介质的组成及温度压力参数等。

⑧绝热、隔声设计说明

a) 选用的绝热材料。主绝热材料名称及相关要求；外保护层材料名称、材质、厚度；隔声材料。

b) 工程中遇到的绝热等级，如隔热、防烫、保冷等具体要求。

c) 采用的绝热、隔声结构及标准。

d) 施工要求。施工时注意防雨要求；保冷层是否现场发泡；阀门绝热的要求；等。

⑨防腐设计说明

a) 涂漆的范围：是指设备及管道外部涂漆。

b) 采用的涂料名称（包括底漆和面漆）。

c) 施工要求：底漆和面漆应配套；涂漆前的表面清理；涂漆的层数；等。

d) 涂漆的颜色。

e) 埋地管道的外防腐。

⑩采用的国家或地方标准

列出标准名称及标准号，说明哪些标准应由管道安装施工单位自备。

(3) 首页图

将设计中所采用的部分规定以图表形式绘制成首页图。首页图包括如下内容：

①管道及仪表流程图中所采用的图例、符号、物料代号和管道编号、管道等级等。

②自控专业在工艺过程中所采用的检测和控制系统的图例、符号、代号等。

③其他有关需说明的事项。

首页图图幅大小可根据内容而定，一般为 A1，特殊情况可采用 A0 图幅。

(4) 管道数据表等表格

①管道数据表

管道数据表的内容应包括管道类别、级别、介质名称、工作参数（表压和温度）、设计参数（表压、温度）、试验参数（试验介质、试验压力、试验温度）、管道规格、管道长度、管道材料、各种元件（如阀门、法兰）、保温材料、管道起止点以及执行标准（材料标准、元件的标准和设计标准）等内容。

②管道材料等级表

管道材料等级表是针对一系列介质条件而编制的管道器材应用明细表。它包括管道设计条件（设计压力、设计温度和介质）、管道公称压力等级、管道壁厚等级、管道元件材料、管道元件型式、管道元件应用标准和材料标准等内容。

③管段材料表

管段材料表是对应于管道平面图的一个设计文件资料。当该装置采用“平面图+管段图”的出图方式时，该文件直接出现在管段图上而不需要另出文件资料；当该装置采用“平面图+详图”的出图方式时，则对应于每一张平面图应有一组管段材料表。平面图上的每一个具有独立管号的管段，它所需要的所有管道器材元件（包括管子、管件、阀门、隔热材料、防腐材料等）的数量及其属性都应在管段材料表上一一给出。管段材料表是管道施工的重要文件之一。

④管道支吊架汇总表

管道支吊架汇总表是将装置中采用的支吊架进行分类汇总的一个设计文件，它为支吊架的采购和工厂预制提供方便。

⑤管道综合材料表

管道综合材料表是管道材料表的分类汇总，是采购和备料的重要设计文件。主要包括了管子、弯头、三通、大小头、管帽、加强管嘴、加强管接头、异径短节、螺纹短节、管箍、仪表管嘴、漏斗、快速接头、法兰、垫片、螺栓/螺母、限流孔板、盲板、法兰盖等管道元件的分类汇总。还包括了阀门、过滤器、疏水器、视镜、弹簧支吊架等管道器材元件的分类汇总。

完整的描述应包括管道元件名称、结构型式、规格、数量、压力等级（或壁厚等级）、连接方式、材料、材料规范、应用标准及其他需要说明的属性等内容。

⑥特殊阀门和管道附件数据表

特殊阀门包括：安全阀、疏水阀、减压阀、呼吸阀及其他一些特殊阀门。特殊管道附件包括：管道过滤器、爆破片、消声器、金属波纹管或软管、阻火器等一些特殊管道组成件。

(5) 非标管道设备图和非标支吊架图

非标管道设备图和非标支吊架图是针对标准之外的管道设备和支吊架而绘制的制造详图。这一类图纸不宜太多，换句话说，应鼓励选用标准的管道设备和支吊架，这样做有利于降低工程投资，加快设计、制造、施工等各阶段的进度。

(6) 强度设计计算书

强度设计计算书的格式并没有标准要求，一般应包括下列内容。

①强度计算书组成

强度计算书由封面页、目录页、正文页、封底页组成，均为 A4 幅面。

封面页：文件名填写压力管道强度计算书。封面列有设计、校核、审核、审定人员（签字）。

正文页：以受压元件为单元页。

②计算书正文内容

强度计算书正文至少应包括设计条件所用标准、材料腐蚀裕度、计算厚度、名义厚度、计算应力等，具体应包括：所计算受压元件名称、计算条件、计算公式、计算公式中符号的意义及采取的数值、计算的结果数值、最后采用的数值等，必要的说明及其他。采用计算机计算时，应将输入数据和打印结果作为计算文件，并应说明计算程序所遵循的标准及程序编制发行单位等。

(7) 压力管道应力分析报告

管道应力分析要用计算机程序软件进行分析计算，应力分析报告内容一般应包括：主要输入数据；管道一次应力的校核结果；管道二次应力的校核结果；管道端点和各约束点、与机器设备的连接点、固定点、支吊点、限位点和导向点以及位移给定点处的安装状态和操作状态的受力；各节点处安装状态和操作状态的位移和转角；转动机器（离心式压缩机、离心泵、汽轮机）的受力校核结果；往复式压缩机、往复泵管系的固有频率；经分析计算最终得到的管道三维轴测图，包括支吊架的位置及型式、膨胀节位置等信息。