

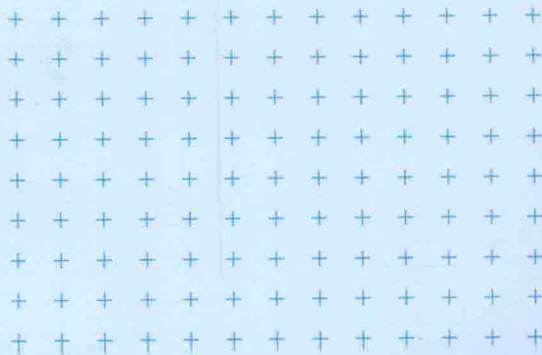
陈 庆 王海波 张天阳 等编著 <<<

YALI RONGQI JISHU WENDA

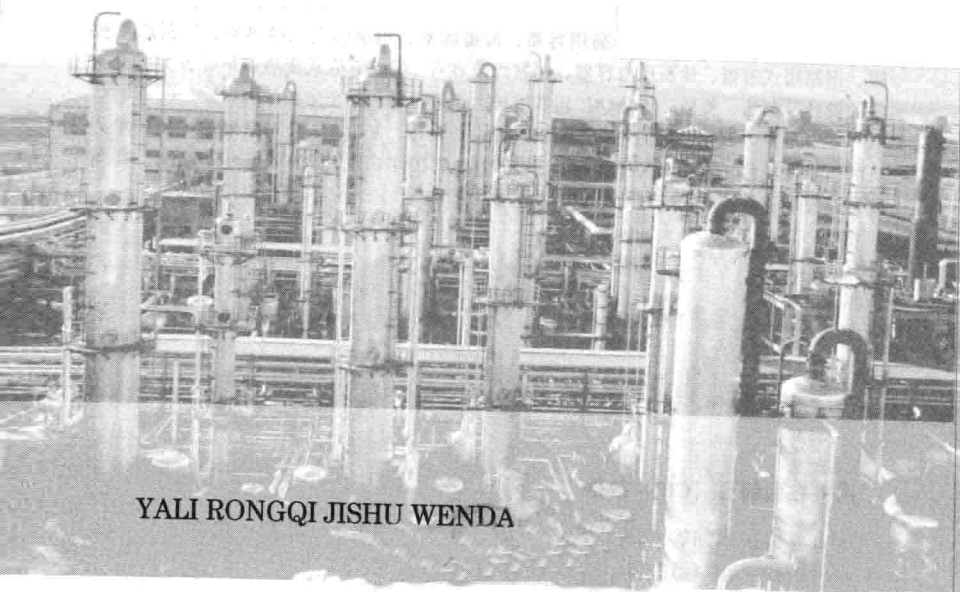
压力容器 技术问答



化学工业出版社



陈庆王



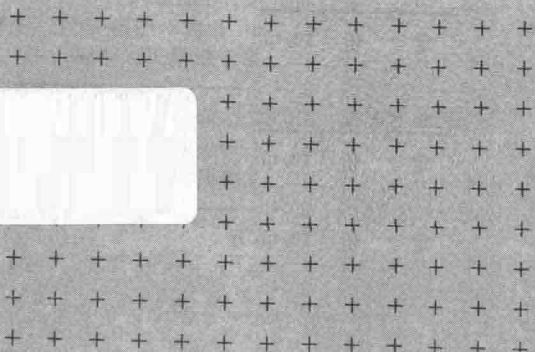
YALI RONGQI JISHU WENDA

压力容器 技术问答



化学工业出版社

· 北京 ·



本书以问答的形式对压力容器的知识和技术做了系统介绍。前三章介绍了压力容器常用的条例和规程、压力容器基本理论知识和设备设计知识以及压力容器的材料知识。在此基础上介绍了一般容器、高压容器、低温容器、钢制管壳式换热器、钢制球形储罐、钢制塔式容器、钛制压力容器、铝制焊接容器、钢制管壳式废热锅炉等各类压力容器的设计、制造、检验、安装、使用和维护、设计管理和安全防护等内容。

本书可作为石化、化工等行业从事过程设备设计、制造、安装和管理的工程技术人员的指导性资料,也可作为压力容器设计校核人员的培训教材,亦可作为中高职、高等院校过程装备与控制工程专业师生的教学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

压力容器技术问答/陈庆,王海波,张天阳等编著. —北京:化学工业出版社,2014.12

ISBN 978-7-122-21857-5

I. ①压… II. ①陈…②王…③张… III. ①压力容器-问题解答
IV. ①TH49-44

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第215643号

责任编辑:傅聪智 路金辉

文字编辑:向东

责任校对:王素芹

装帧设计:刘丽华

出版发行:化学工业出版社

(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印 装:北京云浩印刷有限责任公司

850mm×1168mm 1/32 印张10¼ 字数262千字

2015年1月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:39.00元

版权所有 违者必究

前言

压力容器是石油、化工、冶金、发电、轻工、纺织、食品、医药、航空航天、核能等部门广泛应用的承压设备，大多设备都属于特种设备。其中盛装的介质和使用工况常具有高温、低温、高压、真空、易燃易爆、强腐蚀、有毒有害等特点。很多压力容器是在极其苛刻的条件下运行的，潜藏着一些不安全因素。如果方案不可行、设计不科学、监督检验不到位、制造质量差、管理不善、使用不当以及缺陷扩展、违章操作，均有产生事故的危险。一旦发生事故，将会造成严重后果，甚至灾难性后果，危及人民的生命和财产安全，影响生产的正常进行。

为提高压力容器设计、制造、检验等水平和质量，加强管理，规范操作，准确地理解和贯彻执行法律、法规、规章、规范和标准，确保设备的安全可靠、经济地运行，保障人民生命财产的安全，特编写本书。本书由吉林化工学院陈庆教授统领，组织一些长期从事过程设备课程教学、科学研究和工程设计的人员参与编著。本书主要以近些年最新研究成果和最新制定的法律法规及标准等为依据，力求新颖。内容包含压力容器设计常用的法律法规、规章规范、标准和管理制度以及压力容器基础理论知识、设备基本设计知识，过程设备设计、制造、检验与验收、安装和使用、安全技术管理等方面的知识。本书可作为石油、化工等行业从事压力容器设计、制造、安装和管理等工程技术人员的指导性资料，也可作为压力容器设计校核人员的培训教材，亦可供中高职、高等院校师生教学过程设备的应用和参考。

本书以一一对应问答的方式，就相关内容从理论到实践，分别做了比较详细的阐述和准确的解答。本书共分十三章，包括有关条

例、规程和标准；基本理论知识；材料；压力容器（一般容器、高压容器、低温容器）；钢制设备（钢制管壳式换热器，钢制球形容器，钢制塔式容器）；钛制压力容器；铝制焊接容器；钢制压力容器制造、检验与验收；钢制管壳式废热锅炉，设计管理及安全防护等共计 648 个具体问题。其中，第一章、第二章、第四章由吉林化工学院陈庆教授编写；第三章、第五章～第八章（1～31 题）由吉林化工学院王海波教授编写；第八章（32～90 题）、第九章由吉林化工学院张天阳博士编写；第十章、第十一章由吉林市特种设备检测中心车帅编写；第十二章、十三章由中国石油集团东北炼化工程有限公司吉林设计院庞法拥工程师编写。全书由刘勃安组织编写，王海波教授统稿，陈庆教授审定。

鉴于编著者的水平有限和经验不足，书中不当、疏漏之处在所难免，敬请专家、读者批评指正，多提宝贵意见，谢谢！

编著者

2014 年 6 月

目录

第一章 条例和规程

1

1. 《特种设备安全监察条例》(以下简称《条例》)的适用范围是什么? 1
2. 我国特种设备安全监察机构是如何设置的? 1
3. 特种设备安全监督管理部门主要职权是什么? 1
4. 监察员有哪些权限? 2
5. 压力容器法规标准体系由几个层次构成? 2
6. 编制《固定式压力容器安全技术监察规程》(以下简称《固容规》)的目的和依据是什么? 2
7. 《固容规》对压力容器的哪七个环节进行监督? 2
8. 《固容规》适用于具备哪些条件的压力容器? 2
9. 《固容规》不适用于哪些压力容器? 3
10. 压力容器的容积含义是什么? 3
11. 压力容器按设计压力分为哪四个压力等级? 怎样具体划分? 3
12. 压力容器的介质分为哪两组? 3
13. 适用于《固容规》范围内的压力容器分为哪三类? 4
14. 《固容规》将压力容器分类、分品种、分压力等级的目的是什么? 4
15. 按压力容器在生产工艺过程中的作用原理容器分哪几种? 代号是什么? 4
16. 什么是反应压力容器? 举例说明。 5
17. 什么是换热压力容器? 举例说明。 5

18. 什么是分离压力容器? 举例说明。·····	5
19. 什么是储存压力容器? 举例说明。·····	6
20. 《固容规》对压力容器用铸铁材料有哪些要求? ·····	6
21. 铸铁制压力容器的强度设计许用应力如何确定? ·····	6
22. 《固容规》指出的压力容器本体中的主要受压元件有 哪些? ·····	6
23. 压力容器出厂时的通用要求有哪些? ·····	6
24. 《固容规》对铸铁制压力容器有哪些要求? ·····	7
25. 《固容规》对无损检测人员有什么要求? ·····	7
26. 压力容器投入使用前应办理什么手续? ·····	7
27. 在压力容器定期检验中, 使用单位、检验机构和技术监督 部门各自的责任是什么? ·····	7
28. 压力容器定期检验周期如何? ·····	8
29. 压力容器定期检验的内容有哪些? ·····	8
30. 压力容器定期检验有几种情况? ·····	8
31. 压力容器定期检验的项目包括哪些? ·····	8
32. 定期检验在什么情况下应当进行耐压试验? ·····	9

第二章 基本理论知识

10

1. 什么是压力容器的失效? 其表现形式有哪几种? ·····	10
2. 什么是压力容器的常规设计法和分析设计法? ·····	10
3. 什么是极限分析法? ·····	11
4. 什么是安定性? ·····	11
5. 什么是一次应力、二次应力和峰值应力? 其特征各如何? ·····	12
6. 应力分类设计方法中对各类应力是如何限制的? ·····	13
7. 什么是金属的蠕变? 其影响因素有哪些? ·····	14
8. 压力容器在什么情况下需考虑蠕变问题? 如何进行蠕变 设计? ·····	14
9. 金属构件高温下应力松弛与蠕变有何异同? ·····	14
10. 什么是有限单元法? 在压力容器设计中有何意义? ·····	14
11. 薄壁容器和厚壁容器如何划分? 其强度设计的理论基础是	

什么?有何区别?	15
12. 为什么圆筒中径公式可以适用到径比 $K \leq 1.5$?	15
13. 什么是无力矩理论?其适用范围有何限制?	16
14. 在仅受气压时,圆锥壳与圆筒壳中的薄膜应力有何异同?为什么半顶角不宜大于 60° ?	16
15. 圆筒壳、圆锥壳和球壳在仅受液压时或仅受气压时的薄膜应力分布及大小有何区别?	17
16. 在均布内压作用下,碟形壳、椭圆壳和球壳中的薄膜应力各有何特点?	17
17. 什么是薄壳的“不连续效应”或“边缘效应”?解决边缘问题的理论基础是什么?	18
18. 边缘应力有何特点?GB 150 中如何对待?	19
19. 降低局部应力的措施有哪些?	19
20. 椭圆封头和碟形封头的结构尺寸有何限制规定?	20
21. 在什么情况下两种壳的连接边缘会产生横推力?有何危害?如何控制或防止?	21
22. 在 GB 150 中,为什么规定当半顶角 $\alpha \leq 30^\circ$ 时,锥形封头大端可用无折边结构?而 $\alpha > 30^\circ$ 时要采用带过渡段的折边结构?	22
23. 设计内压无折边锥形封头时,大端和小端主要控制应力的性质及其强度限制条件有何区别?对大端的连接结构有何要求?	23
24. 内压无折边球面封头与半球形封头的结构和应力有何区别?	23
25. 椭圆和碟形等封头,为什么均带有直边?	23
26. 高压容器是否一定是厚壁容器?	24
27. 厚壁筒体的应力状况与薄壁筒体有何不同?其沿壁厚方向的应力分布有什么特征?	24
28. 关于厚壁容器有哪几种失效观点?基于这些失效准则的强度设计有何异同?	26
29. 什么是米赛斯 (Mises) 屈服准则?	26
30. 对于内压内加热的圆筒体,为什么要求校核其外壁的组合	

应力? 而内压外加热时, 则要求校核其内壁的组合应力? ...	26
31. 超高压容器是否可以采用弹性失效准则确定壁厚?	26
32. 什么是厚壁筒体的“自增强”?	27
33. 热套式筒体的“最佳过盈量”是根据什么原则取定的?	27
34. 承受均布载荷薄圆平板的应力分布有什么特点? 为什么平板盖比相同条件下的凸形封头的厚度要大得多?	28
35. 对于厚平板盖为什么要校核其危险环断面的组合应力?	28
36. 受均载矩形平板的应力是如何分布的?	28
37. 什么是外压容器的稳定性和临界压力? 内压容器是否存在稳定性问题?	29
38. 容器失稳有哪些类型? 各有何特点?	29
39. 什么是弹性失稳和非弹性失稳? 用高强度钢代替低强度钢可否提高容器的弹性稳定性?	29
40. 外压长圆筒和外压短圆筒有何区别? 在设计外压圆筒时, 为什么广泛采用加强圈结构?	30
41. 外压圆筒设计为什么要用图算法? 说明 GB 150 外压算图中 A 和 B 的意义及算图的由来和应用范围。	30
42. GB 150 中, 为什么在外压圆筒设计计算时将 $D_o/\delta_e \geq 20$ 与 $D_o/\delta_e < 20$ 两种情况区别对待?	31
43. GB 150 中, 对于 $D_o/\delta_e < 20$ 的圆筒, 为什么对其中 $D_o/\delta_e < 4.0$ 者又区别对待?	31
44. 仅受轴向压缩或弯曲的圆筒与仅受径向外压的圆筒和复合载荷同时作用的圆筒壳, 其稳定性有何区别? 设计时有何要求?	31
45. 为什么外压凸形封头均规定按外压球壳进行稳定性设计? ...	32
46. GB 150 中, 对外压圆筒和球壳等进行稳定性设计时, 为什么要取不同的安全系数?	32
47. 容器开孔后, 为什么需要补强?	32
48. 容器开孔接管处的应力集中系数有哪些影响因素?	33
49. 容器开孔接管处的应力集中有何特点? 对补强有什么要求?	33
50. 容器大开孔与小开孔有何异同?	34

51. 为什么各国规范对容器上不作另行补强的最大孔径均有 限制?	34
52. 在 GB 150 的等面积补强法中, 为什么外压容器和平板的 开孔补强面积公式中均需乘以 0.5 系数, 而将补强面积 减半?	34
53. 法兰的设计分析方法所依据的理论基础有几类? GB 150 中的法兰设计方法采用哪一类?	35
54. 根据 Waters 法说明高颈法兰中作用的应力及其许用应力的 差异。	35
55. 设计整体法兰时, 若强度不能满足要求, 应如何调整?	36
56. 垫片性能参数 y 和 m 是如何定义的? 其物理意义是 什么?	36
57. 什么是垫片的有效密封宽度和基本密封宽度?	37
58. 双锥环的密封压紧力由哪两部分组成?	37
59. 在双锥密封设计中, 其端盖的支承圆柱面与双锥环内圆柱面 之间为什么要控制一定的径向间隙? 此间隙大小的控制依据 是什么?	37
60. 高压筒体端部受到哪些力的作用? 为什么要校核其直径断面 的弯曲应力?	38
61. 法兰连接用双头螺栓的中部光杆为什么往往取略小于螺纹根 径的细光杆?	38
62. 法兰螺栓许用应力的安全系数为什么取得比容器的大?	39

第三章 材料

40

1. 压力容器用钢的基本要求有哪些? 选择钢材应遵循哪些 原则?	40
2. 压力容器用材的质量、规格、质量证明书及标记有什么 规定?	40
3. 《固容规》对钢板超声检测的要求是如何规定的?	41
4. 《固容规》对压力容器主要受压元件材料的复验有哪些 要求?	41

5. 碳素钢和碳锰钢在高于 425℃ 温度下长期使用时, 或奥氏体钢的使用温度高于 525℃ 时, 应注意什么问题?	41
6. 用境外材料制压力容器有什么要求?	42
7. GB 150—2011 附录 A 对已列入第 2 章, 但尚未列入材料标准的哪些钢材提出了补充要求?	42
8. 铸铁制造压力容器有什么要求和限制? 目前用于压力容器的铸铁牌号主要有哪些?	43
9. 对压力容器用有色金属有什么要求?	43
10. 压力容器用中温用钢一般指哪些钢号? 作为抗氢钢使用时, 应如何选取?	44
11. 高合金钢主要有哪几类? 各有什么特点?	45
12. 低温压力容器用材料主要有哪些?	45
13. 什么是低碳、超低碳奥氏体不锈钢?	46
14. 现行的冲击试验国家标准有哪几种?	46
15. 什么是冲击功? 什么是冲击韧性?	46
16. 碳素结构钢的钢号是怎样表示的?	47
17. 碳素结构钢板 Q235B 和 Q235C 用于压力容器有哪些规定或限制?	47
18. GB 150—2011 对压力容器用碳钢和低合金钢钢板的使用状态有什么要求? 为什么?	47
19. GB 3531 和 GB 713 对 16MnDR 和 Q345R 在化学成分、低温冲击试验和超声波探伤方面的要求有什么差别?	48
20. GB 150—2011 对高合金钢板用于压力容器, 规定按哪些标准选用? 并注意什么问题?	48
21. 不锈钢-钢复合钢板的使用温度范围是什么?	48
22. 钢板低温冲击试验的试样为什么要取横向?	48
23. 对用于制造压力容器圆筒体的无缝钢管有什么要求?	49
24. GB 150—2011 规定哪些情况下压力容器用钢锻件选用Ⅲ级或Ⅳ级?	49
25. 对于压力容器用大型锻件的质量主要应注意什么问题?	49
26. NB/T 47008—2010 中, Ⅲ级以上锻件的检验与Ⅰ、Ⅱ级锻件有什么不同?	50

27. NB/T 47008—2010 中, 锻件交货时质量证明书的内容有什么规定?	50
28. JB/T 4730.3—2005 对奥氏体不锈钢锻件的超声波检测有哪些要求?	50
29. 锻件的热处理状态主要取决于什么?	50
30. HG/T 20581—2011 对铸钢件的冲击试验、水压试验、射线探伤及铸造质量系数有什么要求?	51
31. 螺栓、螺母选用时, 从组合上应考虑什么要求?	52
32. HG/T 20581—2011 对高压容器主螺栓的无损检测提出什么要求?	52
33. HG/T 20581—2011 对受压零部件用商品紧固件的机械性能等级、相应的使用压力范围和配用螺母的机械性能等级是怎样规定的?	52
34. 《固容规》对压力容器用焊接材料有什么要求?	52
35. HG/T 20581—2011 对奥氏体钢之间的焊接材料选用提出了什么要求?	53
36. 金属的机械性能有哪些主要指标?	53
37. 铁碳合金状态图有什么用途? 铁碳合金有哪三种主要的晶体相?	54
38. 什么是沸腾钢? 什么是镇静钢?	54
39. 钢的热处理方法主要有哪几种? 正火与退火有什么不同? ...	55
40. 钢材有哪些常见缺陷?	56
41. 钢中的气体夹杂有什么坏处?	56
42. 影响钢材韧性主要有哪几种情况?	56
43. 碳对钢的焊接性能有什么影响? 某些合金元素对低合金钢的焊接性能有什么影响?	57
44. 什么是金属的腐蚀? 它如何分类?	58
45. 不锈钢晶间腐蚀试验方法主要有哪几种? 怎样选择?	59
46. 固溶处理对奥氏体不锈钢的性能有什么作用? 什么是稳定化处理?	59
47. 什么是应力腐蚀破裂? 哪些介质可引起金属的应力腐蚀破裂?	59

1. 《压力容器》GB 150—2011 的适用范围是什么? 61
2. 《压力容器》GB 150—2011 的管辖范围是什么? 61
3. 《压力容器》GB 150—2011 不适用于哪些容器? 61
4. 《压力容器》GB 150—2011 还允许采用哪些方法设计? 62
5. 压力、最大工作压力、设计压力是怎样定义和确定的? 62
6. 容器的金属温度、设计温度、试验温度是怎样定义和确定的? 63
7. 设计时应考虑哪些载荷? 63
8. 计算厚度、设计厚度、名义厚度、有效厚度是怎样定义和确定的? 64
9. 厚度附加量指什么? 如何选取? 64
10. 为什么要规定最小厚度? 在设计中是如何确定的? 64
11. 不锈复合钢板的许用应力如何确定? 65
12. 圆筒和管子的许用轴向压缩应力如何确定? 65
13. 焊缝系数如何选取? 66
14. 压力试验时圆筒应力校核如何进行? 有哪些特殊要求? 66
15. 确定容器直径时需考虑哪些因素? 66
16. GB 150—2011《压力容器》标准中, 内压圆筒强度计算的基本公式及理论基础和适用范围是什么? 67
17. 试述外压圆筒的计算步骤。 67
18. 容器的封头有哪几种形式? 各有何优缺点? 67
19. 试述球壳厚度的计算公式及适用范围。 68
20. 试述内压(凹面受压)椭圆形封头厚度的计算公式及设计要求。 69
21. 试述内压(凹面受压)碟形封头的计算公式及设计要求。 ... 69
22. GB 150—2011《压力容器》对锥形封头的设计范围有何限制? 对其几何形状有何要求? 70
23. 锥壳大小端与圆筒连接处表面应力状况如何? 应力强度限制值是多少? 70

24. 无折边球面封头设计时应注意些什么？	71
25. 碟形封头与法兰连接时应注意些什么？	71
26. 试述圆形平盖厚度的计算公式和理论依据。	71
27. 容器法兰和接管法兰有哪几种形式？各有何特点？	72
28. 容器法兰密封面有哪几种形式？各有何特点？各适用哪些 场合？	72
29. 选择容器法兰的压力等级时应考虑哪些因素？	73
30. 试述垫片的种类和形式？选择垫片的材料和类型时应考虑哪 些因素？	73
31. 什么情况下不允许采用石棉垫或石棉橡胶垫？	73
32. 选择接管法兰压力等级时应考虑哪些因素？	74
33. 螺栓法兰连接设计包括哪些内容？	74
34. 用于制造整体带颈法兰的材料有哪些要求？	74
35. 法兰的应力校核计算包括哪些方面的内容？其控制要求是 什么？	75
36. 压力容器开孔有些什么规定？	75
37. GB 150—2011 对不需另行补强的最大开孔直径有何规定？ ...	76
38. GB 150—2011 对容器开孔的范围有何规定？	76
39. 压力容器开孔补强有哪几种设计方法？各有何特点？ GB 150—2011 采用什么设计方法？	76
40. 压力容器大开孔采用压力面积法进行补强设计时应注意哪些 问题？	77
41. 什么情况下应采用整体补强结构？	77
42. 整体补强结构有哪几种形式？	78
43. HG/T 20582—2011 对非径向接管的开孔补强适用范围有哪些 规定？	78
44. HG/T 20582—2011 对非径向接管的接管颈部的厚度有哪些 规定？	78
45. 采用补强圈补强时有些什么规定？	79
46. 开孔补强形式有哪几种？试比较其优缺点。	79
47. 试述补强圈搭焊结构的优缺点？	79

48. 在应用等面积补强中,为什么要限制 d/D 之比和长圆形孔的长短轴之比?	80
49. 《固容规》对检查孔有何要求?	81
50. 《固容规》对不设置检查孔的压力容器有什么要求?	81
51. 试述化工容器的人孔、手孔、检查孔的设置原则。	81
52. 化工容器的人孔、手孔、检查孔设置的位置有什么要求? ...	81
53. 选用人(手)孔结构时应考虑哪些因素?	81
54. 人孔、手孔和检查孔的尺寸如何决定?	82
55. 选择接管法兰压力等级时应考虑哪些因素?	82
56. 对容器接管材料有什么规定?	83
57. 确定接管的伸出长度时应考虑哪些因素?	83
58. 接管与容器壁的连接形式有哪些? 各使用在何种场合?	84
59. 确定接管的壁厚时应考虑哪些因素?	84
60. 在立式设备的设计中如何确定支座的形式和数量?	84
61. 如何选用标准型悬挂式支座?	84
62. 支座与筒体连接什么情况下应设置垫板? 对设置的垫板有何要求?	85
63. 设计支承式支脚时应注意些什么?	85
64. 在什么情况下选用带刚性环的耳式支座?	85
65. 卧式容器的支座设计时应注意些什么?	86
66. 试述双支座与多支座的优缺点。	86
67. 卧式容器采用三支座设计时应注意些什么?	87
68. 在双支座卧式容器设计中,为什么要取 $A \leq 0.2L$, 并尽可能满足 $A \leq 0.5R_i$?	87
69. 卧式容器设计时应考虑哪些载荷? GB 150—2011 中考虑了哪些载荷?	88
70. 试述 GB 150—2011 卧式容器设计计算的理论依据和适用范围。	88
71. 试画出双鞍座支承卧式容器的载荷、支座反力、剪力及弯矩图。	89
72. 双鞍座卧式容器有哪些应力需要校核? 其危险断面各位于	

何处?	90
73. 鞍座处筒体周向压应力不满足校核条件要求时, 应如何进行 结构参数调整?	90
74. 什么情况下容器进口接管处须设缓冲板?	91
75. 什么情况下容器出口接管应设防涡流挡板?	91
76. 怎样选择液面计?	91
77. 设计(选用)视镜时应注意些什么?	92
78. 我国《固容规》规定什么范围内的容器属于高压容器?	92
79. 多层高压容器受内压筒体壁厚的计算公式是什么? 该公式 有何限制?	92
80. 为什么高压容器顶部法兰内径与筒体的内径不一样? 二者 厚度差采用什么斜度过渡?	93
81. 为什么我国中小型氨合成塔底部支座不设地脚螺栓?	93
82. 为什么多层高压容器的支座不设置在层板上而设置在底部碗 形锻件上或厚板封头上?	94
83. 高压容器使用的密封垫有几种? 各种密封垫属于什么性质的 密封?	94
84. 套合容器对套合面的间隙有什么要求?	94
85. 多层高压容器层板筒节上为何要开 $\phi 6$ 的孔?	94
86. 卡扎里密封有几种形式?	95
87. 多层高压容器环缝为何不进行焊后热处理?	95
88. 我国碳素钢和低合金钢低温压力容器的温度界限是多少? 是 根据什么确定的?	96
89. 低温压力容器的设计温度指的是什么温度?	96
90. 受环境低温影响的压力容器, 当其设计温度受环境温度控 制时, 设计温度如何确定?	96
91. 什么是低温降应力工况? 什么是低温低应力工况? 在这两种 工况下, 压力容器的设计有什么规定?	97
92. 低温压力容器的许用应力应如何选取?	97
93. 什么是脆性转变温度?	98
94. 金属材料产生脆性断裂的条件有哪些?	98

95. 试简述合金元素在低温钢中的作用。·····	100
96. 什么是冲击功? A_k 与 a_k 有什么不同? ·····	101
97. 低温压力容器受压元件用钢有什么要求? ·····	101
98. 与低温压力容器受压元件直接焊接的非受压元件的材料有什么要求? ·····	102
99. 低温压力容器用焊接材料有什么要求? ·····	102
100. 使用温度高于或等于 -196°C 的奥氏体型钢制造的压力容器的材料有什么要求? ·····	103
101. 低温压力容器及其部件的结构设计有什么要求? ·····	103
102. 低温压力容器的接管开孔和接管有什么要求? ·····	104
103. 低温压力容器用法兰有什么要求? ·····	104
104. 低温压力容器用紧固件有什么要求? ·····	105
105. 低温压力容器用密封垫片有什么要求? ·····	105
106. 低温压力容器的焊接有什么要求? ·····	106
107. 为什么规定低温压力容器焊接接头在满足一定条件下需要进行焊后热处理? ·····	107
108. 在什么情况下低温压力容器的对接焊缝应进行 100% 射线或超声波探伤检查? ·····	107
109. 低温压力容器的封接焊缝允许局部探伤时, 其检查长度应是多少? ·····	108
110. 低温压力容器的哪些部位应进行表面磁粉或渗透探伤? ···	108

第五章 热交换器

109

1. 《管壳式换热器》(GB 151—1999) 管壳式换热器的适用范围有哪些? ·····	109
2. GB 151—1999 中管束是如何分级的? ·····	109
3. GB 151—1999 标准中壳体内径的上限是怎样决定的? ·····	110
4. 换热器主要元件腐蚀裕量的考虑原则是什么? ·····	110
5. 换热器管板强度计算的理论基础是什么? ·····	110
6. 影响管板强度的主要因素有哪些? ·····	111
7. 管板主要受到哪些力的作用? 管束对管板的支承反力与哪几	