

高等學校教學用書

化工機械及器械 計算原理

坎托羅維奇著



機械工業出版社

050.2

高等學校教學用書



化工機械及器械計算原理

吳越、熊大達譯

蘇聯高等教育部審定
爲高等學校教材



機械工業出版社

出版者的話

本書係根據1952年蘇聯國立機器製造書籍出版社(МАШГИЗ)出版的坎托羅維奇教授(З. Б. Канторович)著‘化工機械及器械計算原理’(Основы расчета химических машин и аппаратов)第二版譯出的。原書是著者根據他給莫斯科化工機械學院機械製造專業第四、五學年的學生授課的講義編寫而成,經蘇聯高等教育部審定為高等學校教材。

本書敘述化學機械及器械的最主要機件的強度的計算原理,諸如薄壁容器,厚壁容器,薄板,高速迴轉機件,受振動的機件以及胎環。書中每篇都詳述了原理,計算公式的推導,以及計算例題。

本書又可供從事機械製造與設計的工程師,技術員及科學工作者參考。

NO.0656

1954年12月第一版 1957年2月第一版第三次印刷

787×1092^{1/16} 532千字 24^{5/9}印張 4,701—6,200冊

機械工業出版社(北京東交民巷27號)出版

機械工業出版社印刷廠印刷 新華書店發行

北京市書刊出版業營業許可證出字第008號

定價(10)3.00元

第二版序言

當本書的修訂補充版準備刊行之時，作者的目的還是和在第一版中所提出的一樣：將技術上最精湛的、科學上有根據的許多計算方法介紹給未來的工程師們、機械師們（操作人員及設計人員），並促使這些方法在工廠及設計院的實踐中運用。

本書是根據作者給莫斯科化學機械學院機械製造專業第四五學年的學生授課的講義編寫而成，也可供研究化學機械設備的工程師、設計師以及科學工作者參考。

本書是以讀者具有在高等技術學校中所習的數學及力學知識為前提的，故當爲了詳細研討某些問題而需要用到超出上述課程的數學工具時，作者便只列舉這些計算法的最後結果，同時介紹參考文獻，從中讀者可找到詳盡的資料。

本書經過了很大的修訂及補充，主要是根據最近十年來蘇聯科學的成就。但是，爲了避免過份增大篇幅起見，在第一版裏所敘述的若干次要問題，譬如木質容器的計算、高壓容器的密封等問題，已經刪除了。

修訂補充的，主要是「薄壁容器」篇、「 α 鈹」篇以及「高速迴轉機件」篇，這幾篇的篇幅增大了一倍以上。「受振動的機件」篇及「胎環」篇也幾乎作了完全的修訂及顯著的補充。

計算例題增多了，而且一律作出了數字結果。

作者研究出的若干解法也發表了，根據作者的推斷，這些解法在某些程度上還是首創的。譬如圓筒殼體的邊緣問題的求解，用初等的方法而獲得；一般迴轉殼體的邊緣問題的近似解法，然後應用到球底的計算；決定圓筒體內的熱應力的若干解法；承受拋物線載荷的環鈹的解法；雙曲線形環鈹的解法；盛液體的、軸線水平的迴轉圓筒的計算；彎曲圓筒葉片的計算以及其他。

作者謹向本書的評閱者克留柯夫斯基教授，基色列夫教授和沙拉馬托夫工程師，以及校對者技術科學碩士畢節爾曼對於本書的寶貴批評和指正致以深切的謝忱。

目 次

第二版序言	8
緒 論	9

第一篇 薄壁容器

第一章 殼體的無力矩論原理

1 引論	13
2 迴轉曲面在幾何學上的基本概念	15
3 平衡方程式	16
4 殼體無力矩論的平衡方程式 體素的平衡方程式 區域平衡方程式	20
5 殼體體素的變形	22
6 常壓下的殼體	27
7 流體靜壓作用下的殼體	32
8 自身重量影響下的殼體	56
9 處在離心力作用下的殼體	58

第二章 殼體力矩論概要

1 基本關係。變形	33
2 變形及內力	40
3 殼體力矩論的微分方程式	42
4 圓球形殼體	43
5 以直線為母線的殼體	48
6 圓錐形殼體	48
7 結論。力矩及無力矩論的應用範圍	52

第三章 邊緣問題

1 引論	53
2 圓球形殼體	54
3 圓筒形殼體	62
4 一般情況中迴轉殼體邊緣問題的近似解法	70
5 橢圓形殼體	76
6 圓錐形殼體	77

第四章 容器計算

1 緒言	88
2 沿邊緣固定的殼體	92
3 受氣體壓力作用、帶有橢圓形底的長圓筒	98
4 受氣體壓力作用的、半圓球形底的長圓筒	104
5 受氣體壓力作用的、底成圓球形切片的長圓筒	105
6 受流體靜壓作用的、底成圓球形切片的長圓筒	109
7 筒壁厚度驟然改變的圓筒	111

3 圓筒中的溫度應力	112
9 用一個胎環增強的圓筒形外殼	115
10 用許多胎環增強的圓筒形外殼	118
11 帶有金屬製外覆線的圓筒	123
12 受流體靜壓力作用的容器的基本計算法	125
13 沿母線架起的水平圓筒形受槽	128
14 沿兩端架起的水平圓筒形容器	130
第五章 殼體的穩固性	
1 引論	137
2 圓環的穩固性	138
3 圓筒形殼體的穩固性	143
4 圓球形殼體的穩固性	148
5 橢圓形及圓錐形殼體的穩固性	149
第六章 容器設計	
1 薄壁容器	150
2 帶有橢圓體底的容器的幾何學	152
3 帶有勻調轉角的、圓球形底的容器的幾何學	154
4 帶有勻調轉角的、圓錐形底的容器的幾何學	157
5 容器的重量	157
6 底及筒殼的計算公式和規範	158
7 壓力作用下容器底設計的一般見解	165
8 凸緣結合	167
9 開口的補強	179
10 關於計算底時的若干意見	183
第二篇 厚壁容器	
第一章 單層容器	
1 引論	185
2 厚壁圓球	185
3 厚壁圓筒	189
4 溫度應力	191
5 厚壁容器的強度計算	196
6 許用應力的選擇	199
第二章 組合容器	
1 組合圓筒	205
2 其他類型的多層容器	210
第三章 自動增強的容器	
1 總論	214
2 自動增強管之計算	216
第三篇 薄板	
第一章 圓板	

1 引論.....	220
2 受對稱載荷作用的圓板的一般方程式.....	220
3 沿邊緣自由架起的並沿同心圓均佈載荷作用的實心圓板.....	223
4 不同載荷情況下的自由架起的實心板。疊合或組合法。邊緣條件.....	225
5 沿兩個同心圓架起的板.....	230
6 沿輪廓固定的板.....	232
7 環板.....	235
8 薄板理論應用實例.....	241
9 沿外輪廓架起的環板.....	245
10 厚度變化的板。帶有雙曲線側面的環板.....	246
11 受有沿圓周分佈的力矩作用的板.....	251
12 關於薄板理論近似度的結論.....	252
第二章 矩形及特種型板	
1 矩形板.....	255
2 特種型板.....	258
第四篇 高速迴轉機件	
第一章 高速迴轉輪	
1 基本方程式.....	262
2 等厚輪.....	263
3 分佈於中圓面上的輻射力.....	266
4 雙曲線輪.....	266
5 指數輪.....	274
6 圓錐輪.....	279
7 等強度輪.....	283
8 組合輪或任意形狀的輪.....	284
9 同時受彎曲及拉伸作用的輪.....	285
10 輪的材料。重量.....	288
11 結論.....	289
第二章 高速迴轉容器	
1 沿筒邊銜接或剛接的圓筒.....	291
2 有底的圓筒.....	292
3 盛沉重液體的軸線垂直的迴轉圓筒.....	293
4 盛沉重液體的軸線水平的迴轉圓筒.....	297
5 盛液體的迴轉圓筒內的應力的決定.....	301
6 有圓錐底的圓筒。圓錐筒.....	303
第三章 其他機件	
1 高速迴轉圓錐殼體.....	305
2 彎曲圓筒葉片.....	308
3 橢圓輪.....	310
第五篇 受振動的機件	

第一章 桿的縱振動

1 引論	312
2 自由振動	313
3 衰減自由振動	314
4 強迫振動、脈動、共振	316
5 衰減強迫振動	321
6 力對基礎的傳導。絕振	322
7 示振器	324
8 在恆定刺激力時的熄振	324
9 在變化刺激力時的熄振	328
10 協作彈簧系統	329
11 安置於若干平行彈簧上的剛性梁的振動。慣性篩的機架	332
12 非諧和振動	334

第二章 桿的橫振動

1 受一個集中載荷的桿	335
2 受多個集中載荷的桿	336
3 振動過程的幾個特性	333
4 影響係數。決定梁的振動頻率的例	340
5 兩端承托的梁，受對稱於梁中央的載荷	345
6 受均佈載荷的梁的自振	347
7 連續梁	351
8 載荷尺寸的影響	353
9 載荷重心偏離的影響	354
10 支點彈性的影響	356

第三章 軸的臨界速率

1 軸的臨界速率。撓性軸與剛性軸	358
2 軸的自動對準	362
3 迴轉效應的影響。軸與輪	363
4 非圓對稱的情況。不穩固區域	366
5 離心機、分離機、粉碎機及類似機器的軸	367
6 關於離心機、粉碎機及類似機器的設計的幾點意見	373
7 軸承對於軸的臨界速率的影響	374
8 用彈性軸承的離心機及分離機的軸	377

第四章 決定軸的臨界速率的近似方法

1 導論	381
2 累加法	381
3 雷列能量法	383
4 關於軸的質量	386
5 按能量法決定變截面的軸的第一個頻率的圖解分析	389
6 決定第一個臨界速率的逐步近似法	392

7 譜函數法。定截面的軸的第一個及第二個頻率	394
8 決定第一個及第二個頻率的能量法	398

第六篇 胎環

第一章 胎環及支架的構造

1 引論。胎環的種類。托輪	404
2 胎環的接觸應力	408
3 切線載荷的應力	412
4 法線載荷及切線載荷同時作用的情況	413
5 胎環及托輪的接觸強度的計算	413

第二章 胎環的計算

1 受載荷於若干點的胎環	415
2 沿整個圓周受均佈載荷的胎環	419
3 受對稱輻射力載荷的胎環	422
4 自由座落於鞍座上的胎環	423
5 連續接觸自由座落的胎環	425
6 胎環強度的計算	428

參考文獻	430
------------	-----

中俄文人名對照表	434
----------------	-----

中俄文名詞對照表	435
----------------	-----

高等學校教學用書



化工機械及器械計算原理

吳越、熊大達譯

蘇聯高等教育部審定
爲高等學校教材



機械工業出版社

出版者的話

本書係根據1952年蘇聯國立機器製造書籍出版社(МАШГИЗ)出版的坎托羅維奇教授(З. Б. Канторович)著‘化工機械及器械計算原理’(Основы расчета химических машин и аппаратов)第二版譯出的。原書是著者根據他給莫斯科化工機械學院機械製造專業第四、五學年的學生授課的講義編寫而成,經蘇聯高等教育部審定為高等學校教材。

本書敘述化學機械及器械的最主要機件的強度的計算原理,諸如薄壁容器,厚壁容器,薄板,高速迴轉機件,受振動的機件以及胎環。書中每篇都詳述了原理、計算公式的推導,以及計算例題。

本書又可供從事機械製造與設計的工程師、技術員及科學工作者參考。

NO.0656

1954年12月第一版 1957年2月第一版第三次印刷

787×1092 1/18 532千字 24⁵/9印張 4,701—6,200冊

機械工業出版社(北京東交民巷27號)出版

機械工業出版社印刷廠印刷 新華書店發行

北京市書刊出版業營業許可證出字第008號

定價(10)3.00元

目 次

第二版序言	8
緒論	9

第一篇 薄壁容器

第一章 殼體的無力矩論原理

1 引論	13
2 迴轉曲面在幾何學上的基本概念	15
3 平衡方程式	16
4 殼體無力矩論的平衡方程式 體素的平衡方程式 區域平衡方程式	20
5 殼體體素的變形	22
6 常壓下的殼體	27
7 流體靜壓作用下的殼體	32
8 自身重量影響下的殼體	56
9 處在離心力作用下的殼體	58

第二章 殼體力矩論概要

1 基本關係.變形	38
2 變形及內力	40
3 殼體力矩論的微分方程式	42
4 圓球形殼體	43
5 以直線為母線的殼體	48
6 圓錐形殼體	48
7 結論.力矩及無力矩論的應用範圍	52

第三章 邊緣問題

1 引論	53
2 圓球形殼體	54
3 圓筒形殼體	62
4 一般情況中迴轉殼體邊緣問題的近似解法	70
5 橢圓形殼體	76
6 圓錐形殼體	77

第四章 容器計算

1 緒言	88
2 沿邊緣固定的殼體	92
3 受氣體壓力作用、帶有橢圓形底的長圓筒	98
4 受氣體壓力作用的、半圓球形底的長圓筒	104
5 受氣體壓力作用的、底成圓球形切片的長圓筒	105
6 受流體靜壓作用的、底成圓球形切片的長圓筒	109
7 筒壁厚度驟然改變的圓筒	111

8 圓筒中的溫度應力	112
9 用一個胎環增強的圓筒形外殼	115
10 用許多胎環增強的圓筒形外殼	118
11 帶有金屬製外覆線的圓筒	123
12 受流體靜壓力作用的容器的基本計算法	125
13 沿母線架起的水平圓筒形受槽	128
14 沿兩端架起的水平圓筒形容器	130
第五章 殼體的穩固性	
1 引論	137
2 圓環的穩固性	138
3 圓筒形殼體的穩固性	143
4 圓球形殼體的穩固性	148
5 橢圓形及圓錐形殼體的穩固性	149
第六章 容器設計	
1 薄壁容器	150
2 帶有橢圓體底的容器的幾何學	152
3 帶有勻調轉角的,圓球形底的容器的幾何學	154
4 帶有勻調轉角的,圓錐形底的容器的幾何學	157
5 容器的重量	157
6 底及筒殼的計算公式和規範	158
7 壓力作用下容器底設計的一般見解	165
8 凸緣結合	167
9 開口的補強	179
10 關於計算底時的若干意見	183
第二篇 厚壁容器	
第一章 單層容器	
1 引論	185
2 厚壁圓球	185
3 厚壁圓筒	189
4 溫度應力	191
5 厚壁容器的強度計算	196
6 許用應力的選擇	199
第二章 組合容器	
1 組合圓筒	205
2 其他類型的多層容器	210
第三章 自動增強的容器	
1 總論	214
2 自動增強管之計算	216
第三篇 薄板	
第一章 圓板	

1 引論	220
2 受對稱載荷作用的圓板的一般方程式	220
3 沿邊緣自由架起的並沿同心圓均佈載荷作用的實心圓板	223
4 不同載荷情況下的自由架起的實心板。疊合或組合法。邊緣條件	225
5 沿兩個同心圓架起的板	230
6 沿輪廓固定的板	232
7 環板	235
8 薄板理論應用實例	241
9 沿外輪廓架起的環板	245
10 厚度變化的板。帶有雙曲線側面的環板	246
11 受有沿圓周分佈的力矩作用的板	251
12 關於薄板理論近似度的結論	252
第二章 矩形及特種型板	
1 矩形板	255
2 特種型板	258
第四篇 高速迴轉機件	
第一章 高速迴轉輪	
1 基本方程式	262
2 等厚輪	263
3 分佈於中圓面上的輻射力	266
4 雙曲線輪	266
5 指數輪	274
6 圓錐輪	279
7 等強度輪	283
8 組合輪或任意形狀的輪	284
9 同時受彎曲及拉伸作用的輪	285
10 輪的材料。重量	288
11 結論	289
第二章 高速迴轉容器	
1 沿筒邊銜接或剛接的圓筒	291
2 有底的圓筒	292
3 盛沉重液體的軸線垂直的迴轉圓筒	293
4 盛沉重液體的軸線水平的迴轉圓筒	297
5 盛液體的迴轉圓筒內的應力的決定	301
6 有圓錐底的圓筒。圓錐筒	303
第三章 其他機件	
1 高速迴轉圓錐殼體	305
2 彎曲圓筒葉片	308
3 橢圓輪	310

第一章 桿的縱振動

1 引論	312
2 自由振動	313
3 衰減自由振動	314
4 強迫振動、脈動、共振	316
5 衰減強迫振動	321
6 力對基礎的傳導。絕振	322
7 示振器	324
8 在恆定刺激力時的熄振	324
9 在變化刺激力時的熄振	328
10 協作彈簧系統	329
11 安置於若干平行彈簧上的剛性梁的振動。慣性篩的機架	332
12 非諧和振動	334

第二章 桿的橫振動

1 受一個集中載荷的桿	335
2 受多個集中載荷的桿	336
3 振動過程的幾個特性	333
4 影響係數。決定梁的振動頻率的例	340
5 兩端承托的梁，受對稱於梁中央的載荷	345
6 受均佈載荷的梁的自振	347
7 連續梁	351
8 載荷尺寸的影響	353
9 載荷重心偏離的影響	354
10 支點彈性的影響	356

第三章 軸的臨界速率

1 軸的臨界速率。撓性軸與剛性軸	358
2 軸的自動對準	362
3 迴轉效應的影響。軸與輪	363
4 非圓對稱的情況。不穩固區域	366
5 離心機、分離機、粉碎機及類似機器的軸	367
6 關於離心機、粉碎機及類似機器的設計的幾點意見	373
7 軸承對於軸的臨界速率的影響	374
8 用彈性軸承的離心機及分離機的軸	377

第四章 決定軸的臨界速率的近似方法

1 導論	381
2 累加法	381
3 雷列能量法	383
4 關於軸的質量	386
5 按能量法決定變截面的軸的第一個頻率的圖解分析	389
6 決定第一個臨界速率的逐步近似法	392

7 譜函數法。定截面的軸的第一個及第二個頻率	394
8 決定第一個及第二個頻率的能量法	398

第六篇 胎環

第一章 胎環及支架的構造

1 引論。胎環的種類。托輪	404
2 胎環的接觸應力	408
3 切線載荷的應力	412
4 法線載荷及切線載荷同時作用的情況	413
5 胎環及托輪的接觸強度的計算	413

第二章 胎環的計算

1 受載荷於若干點的胎環	415
2 沿整個圓周受均佈載荷的胎環	419
3 受對稱輻射力載荷的胎環	422
4 自由座落於鞍座上的胎環	423
5 連續接觸自由座落的胎環	425
6 胎環強度的計算	428

參考文獻	430
------------	-----

中俄文人名對照表	434
----------------	-----

中俄文名詞對照表	435
----------------	-----

第二版序言

當本書的修訂補充版準備刊行之時，作者的目的還是和在第一版中所提出的一樣：將技術上最精湛的、科學上有根據的許多計算方法介紹給未來的工程師們、機械師們（操作人員及設計人員），並促使這些方法在工廠及設計院的實踐中運用。

本書是根據作者給莫斯科化學機械學院機械製造專業第四五學年的學生授課的講義編寫而成，也可供研究化學機械設備的工程師、設計師以及科學工作者參考。

本書是以讀者具有在高等技術學校中所習的數學及力學知識為前提的，故當為了詳細研討某些問題而需要用到超出上述課程的數學工具時，作者便只列舉這些計算法的最後結果，同時介紹參考文獻，從中讀者可找到詳盡的資料。

本書經過了很大的修訂及補充，主要是根據最近十年來蘇聯科學的成就。但是，為了避免過份增大篇幅起見，在第一版裏所敘述的若干次要問題，譬如木質容器的計算、高壓容器的密封等問題，已經刪除了。

修訂補充的，主要是「薄壁容器」篇、「 δ 」篇以及「高速迴轉機件」篇，這幾篇的篇幅增大了一倍以上。「受振動的機件」篇及「胎環」篇也幾乎作了完全的修訂及顯著的補充。

計算例題增多了，而且一律作出了數字結果。

作者研究出的若干解法也發表了，根據作者的推斷，這些解法在某些程度上還是首創的。譬如圓筒殼體的邊緣問題的求解，用初等的方法而獲得；一般迴轉殼體的邊緣問題的近似解法，然後應用到球底的計算；決定圓筒體內的熱應力的若干解法；承受拋物線載荷的環 δ 的解法；雙曲線形環 δ 的解法；盛液體的、軸線水平的迴轉圓筒的計算；彎曲圓筒葉片的計算以及其他。

作者謹向本書的評閱者克留柯夫斯基教授，基色列夫教授和沙拉馬托夫工程師，以及校對者技術科學碩士畢節爾曼對於本書的寶貴批評和指正致以深切的謝忱。