

大學叢書

機械原理

上 冊

劉仙洲 著

商務印書館發行

大學叢書
機械原理
上冊

劉仙洲著

國立編譯館

商務印書館發行

序

西洋工程學術之輸入吾國，可略分爲三期。第一期在明末萬曆天啓年間。第二期在前清同治及光緒初年。第三期則自前清光緒二十一年以後，北洋南洋京師山西等各大學之相繼設立工科以迄於今。

在第一期，除少數具有遠識之士，一般人實不知加以重視。故彼時用中文譯著工程書籍者，除王徵之遠西奇器圖說，李之藻之測量法義，熊三拔之泰西水法，及焦勗之火攻挈要外，實不多睹。

在第二期，適當太平天國之後，時外患日急，有識之士，多懷於西人之船堅礮利，而倡爲中學爲體西學爲用之論。故對於工程學術，急謀輸入。並由江南製造局鋅版印行，以廣流傳。當時所譯各書中，計關於蒸汽機者，有徐壽之汽機發軔，徐建寅之汽機必以，華備銓之兵船汽機等。關於工作法者，有徐壽之車工圖說，華備銓之製機理法等。關於機械學與機械畫者，有徐壽之機動圖說及器象顯真等。關於採礦冶金者，有王德均之開煤要法，趙元益之井礦工程，徐家寶之煉鋼要言，及徐壽之寶藏興焉等。由公家從事提倡而爲有計畫之譯書事業，蓋以此時爲最盛。惜其後未能繼續耳。

在第三期，設工科於大學之中，不可謂不重視工程學術，惟創辦之初，因人才缺乏，爲教授者，多延聘西人，故課本亦遂採用原文本。近年以來，雖大多數已由本國人擔任，然積習相

沿未易驟改政府對此，又迄無一定之計畫。故吾國自興辦學校採用新式教育以來，雖已有四十年之歷史，而用中文編譯之工程書籍，反遠不及第二期爲多，本國人教授本國人以實用學術，恆用外文課本，且有時更用外國語講解焉。長此不易，則吾國工程學術，恐永無獨立之期，其間接影響於工程學術之普及者，尤爲重大也。

鄙人服務於工程教育界，已十有六年，居恆以此爲念。授課之餘，每從事編譯，雖成就甚微，然各種工科課程應各有相當之中文課本，以漸達於能用本國文字教授工程學術之主張，則始終未變。

民國二十年二月，曾將在東北大學試教之中文機械學講義，與商務印書館訂立契約，按租賃版權法印行。正在製圖排版期間，竟遭一二八之變，全稿焚燬。去年冬間，始又得該館來函，囑重加整理，俾編入大學叢書中出版。茲幸又告竣事。然一稿之微，因國難之故，竟使出版之期遲緩三年之久，亦至堪紀念矣。

又查商務印書館此次大學叢書之計畫，係認定缺乏本國文之相當圖書爲吾國專門學術不能長足進步之主要原因。故計畫於五年之內，出大學各科用書三百種，所有工科主要課程，亦大體列入。倘此項計畫能按期實現，使吾國工程學術逐漸達於獨立之地步，是尤吾國工程教育前途之深幸也。

劉仙洲 二十三年三月三日，國立清華大學工學院。

例 言

1. 是書程度,可供大學工科中機械,電機,土木,採冶,紡織等系機械學課本。

2. 全書約二十萬言。插圖五百三十。習題一百六十三。如每週教授三小時或四小時,至少可供一學年之用。

3. 如機械,電機,紡織機械各系採用,可以全授。如其他工科各系採用,則可由負責教授者,視其教授之目的,酌量略去數章及其餘各章中關係較少之若干節。

4. 此次之稿,全部爲張永哲君代爲繕清,圖則全部爲曹君國惠代繪,謹附此誌感。

5. 書中內容,多取自下列數書。又取之前列二書者,占全部十之八九。

(一) Elements of Mechanism.

P. Schwamb.

A. L. Merrill.

W. H. James.

(二) Mechanism.

R. M. Keown.

(三) Mechanism.

S. Dunkerley.

(四) Theory of Machines.

R. F. Mckay.

(五) Theory of Machines.

R. W. Angus.

(六) American Machinist Gear Book.

C. H. Logue.

R. Trautschold.

(七) Applied Mechanics.

D. A. Low.

(八) Machine Design.

A. W. Smith.

O. H. Marx.

(九) The Elements of Machine Design.

S. J. Berard.

E. O. Waters

機 械 原 理

目 錄

第一章 緒論	1
1. 機械之定義	1
2. 機械之計畫	3
3. 運動與靜止	4
4. 動路	5
5. 動向	5
✓ 6. 平面運動	6
✓ 7. 螺旋運動	6
✓ 8. 球面運動	7
✓ 9. 連續運動	7
✓ 10. 往復運動	7
✓ 11. 間歇運動	7
✓ 12. 擺動	7
✓ 13. 運動之循環	7
✓ 14. 運動之週期	8

15. 迴轉物體	8
16. 速率	8
17. 加速率	9
18. 角速率	10
19. 迴轉物體上一點之線速率	12
20. 距迴轉軸距離不同之兩點線速率之比	12
21. 原動部與從動部	13
22. 機架	13
23. 傳動方式	13
24. 桿與帶	14
25. 機械部分	14
26. 面接觸與線接觸	15
27. 機械之運動副	17
28. 合副或低副	17
29. 高副	18
30. 運動鍊	18
31. 不完全之運動副	19
32. 運動鍊中所含之運動副數與件數之關係	20

習 題

第二章 工作之定理與其例證	24
33. 作力與抵力	24
34. 力比	21

35. 速比	24
36. 工作之定理	25
37. 機械效率	25
38. 槓桿	26
39. 起重滑車	27
40. 起重滑車之組合	28
41. Weston 較差滑車	29
42. Morrie 起重機	31
43. 捲揚機	32

習 題

第三章 螺旋 37

44. 斜面	37
45. 螺旋線	39
46. 螺旋線之種類	40
47. 單線與複線	46
48. 螺旋之導程與螺節	47
49. 每吋之線數	47
50. 右螺旋與左螺旋	48
51. 螺旋或螺旋母之速率對於迴轉柄上一點之速 率之關係	49
52. 複式螺旋或較差螺旋	51

習 題

第四章 皮帶與皮帶輪	56
53. 皮帶	56
54. 皮帶輪迴轉之速比	59
55. 皮帶輪迴轉之方向	60
56. 皮帶之厚對於速比之關係	60
57. 滑動對於速比之關係	61
58. 上皮帶與退皮帶	61
59. 皮帶輪之緣	62
60. 定輪與遊輪	63
61. 兩個交叉軸之皮帶	64
62. 不平行不交叉之兩軸之皮帶	64
63. 皮帶之長度	65
64. 塔輪或階級輪	68
65. 用同一長度之皮帶之塔輪	68
66. 開口皮帶全長之近似公式	72
67. 相等塔輪	77
68. 變速圓錐	78
69. 惰輪	79
70. 皮帶上之牽力	81
71. 皮帶所傳達之馬力	82
72. 皮帶之應力	86
73. T_1 與 T_2 之比	87

74. μ 之數值	89
75. 接觸角 θ 之求法	89
76. 皮帶所生之離心力	93
77. 一定皮帶所傳達之最大工率	95
78. 鋼帶	97

習 題

第五章 繩與繩輪	101
79. 繩	101
80. 繩在繩輪上纏繞之方法	101
81. 繩輪周緣之形狀	103
82. 繩之直徑與輪之直徑	105
83. 繩輪輪槽對於 $\frac{T_1}{T_2}$ 之影響	106
84. 纖維繩之應力	109
85. 纖維繩之速率及其傳達之馬力	109
86. 繩之下垂	113
87. 起重用之纖維繩	114
88. 鋼絲繩之應用	115
89. 鋼絲繩之製法	116
90. 鋼絲繩輪之直徑	116

習 題

第六章 鍊與鍊輪	119
91. 鍊輪	119

92. 鍊之分類	120
93. 起重鍊	120
94. 運搬鍊	123
95. 傳達動力鍊	123
96. 轉子鍊輪齒之外形	130
97. 鍊條之長度	131
98. 塊狀鍊鍊輪直徑之算法	132
99. 轉子鍊鍊輪直徑之算法	133
100. 鍊輪之齒數	133
101. 鍊節之長與鍊輪之速	133

習 題

第七章 凸輪	136
102. 凸輪	136
103. 凸輪之分類	137
104. 凸輪與其從動部接觸之情形	140
105. 凸輪之理論節線與工作節線	141
106. 凸輪各部之名稱	141
107. 凸輪周緣之形狀對於側面壓力與傳達速率之 關係	142
108. 凸輪之基圓	143
109. 基圓之半徑對於壓力角之關係	143
110. 凸輪與其從動部之相對運動圖	145

111. 高速運動凸輪與其從動部之相對運動圖	146
112. 平板形凸輪	150
113. 等速運動,從動部運動之中心線經過凸輪之中 心者.....	150
114. 用轉子之結果	152
115. 等速運動,從動部運動之中心線經過凸輪之中 心,有轉子.....	153
116. 單弦運動,從動部運動之中心線經過凸輪之中 心,有轉子.....	155
117. 等加速率運動,從動部運動之中心線經過凸輪 之中心	156
118. 從動部之運動係等減速率運動	157
119. 從動部運動之中心線不經過凸輪之中心者	158
120. 從動部之底部係一平板者.....	161
121. 漸開線凸輪	162
122. 從動部係一擺動桿者	165
123. 從動部與凸輪之間仍有其他機件者.....	168
124. 確定運動凸輪	171
125. 定徑凸輪	172
126. 主凸輪與回凸輪.....	173
127. 定寬凸輪	174
128. 平面滑動凸輪,從動部發生往復運動者	176

129. 平面滑動凸輪,從動部發生擺動者	177
130. 圓柱形凸輪	178
131. 圓柱形凸輪理論節線之求法,不展開圓柱之皮面積	179
132. 圓柱形凸輪理論節線之求法,展開圓柱之皮面積	181
133. 圓柱形凸輪其從動部係一擺動之桿者	182
134. 反凸輪	183
135. 凸輪應用舉例	186

習 題

第八章 磨擦輪	196
136. 純粹滾動接觸	196
137. 磨擦輪與其特點	196
138. 磨擦輪需要之壓力	197
139. 兩圓柱形磨擦輪外面接觸	199
140. 關於外面接觸兩圓柱形磨擦輪之問題之解法	200
141. 兩圓柱形磨擦輪,內面接觸	203
142. 關於內面接觸兩圓柱形磨擦輪之問題之解法	204
143. 兩圓錐形磨擦輪,外面接觸	206
144. 關於外面接觸兩圓錐形磨擦輪之問題之解法	207
145. 兩圓錐形磨擦輪,內面接觸	211
146. 關於內面接觸兩圓錐形磨擦輪之問題之解法	212

147. 圓柱與球面之滾動接觸	214
148. 平盤與轉子	215
149. 磨擦輪之變速裝置	216
150. 凹槽磨擦輪	219
151. 兩個非圓形面之滾動	219
152. 已知一輪之形狀求相對之別一輪之形狀	222
153. Harfield's 轉舵輪	223
154. 發生急回運動之非圓輪	225
155. 橢圓輪	226
156. 兩個等斜度對數螺旋線之滾動接觸	227
157. 給予一定之斜度,畫對數螺旋線之方法	228
158. 用對數螺旋線且能發生完全迴轉之輪	229

習 題

第九章 瞬時中心與機械上各點之相對

速率	234
159. 瞬時運動瞬時中軸與瞬時中心	234
160. 瞬心線與瞬軸面	235
161. 一運動物體瞬時中心之地位	235
162. 瞬時半徑	236
163. 瞬時速率	236
164. Kennedy 定理或三心定律	237
165. 一運動鍊上所有瞬時中心之數目	238

166. 一簡單運動鍊上所有瞬時中心之位置	239
167. 一複式運動鍊上所有瞬時中心之位置	241
168. 用瞬時中心法求相對線速率	243
169. 共同點之線速率	243
170. 開口四桿機構上各點之相對速率	244
(a) 相鄰兩桿上各點之速率	244
(b) 對面兩桿上各點之速率	246
171. 交叉四桿機構上各點之相對速率	246
(a) 相鄰兩桿上各點之速率	246
(b) 對面兩桿上各點之速率	247
172. 滑動曲柄機構上各點之相對速率	248
(a) 相鄰兩桿上各點之速率	248
(b) 對面兩桿上各點之速率	249
173. 用遷移法求相對線速率	250
174. 用速率分合法求相對線速率	251
175. 用速率分合法之例題	254
176. 用桿傳動角速率之比	264
177. 用帶傳動角速率之比	266
178. 直接接觸傳動角速率之比	267

習 題

第十章 齒輪	273
179. 齒輪之應用	273

180. 齒輪各部之名稱	274
181. 周節	275
✓ 182. 徑節與節數, 模數	275
✓ 183. 周節與模數之關係, 周節與徑節之關係	276
184. 一對齒輪之速比	277
✓ 185. 作用角與作用弧	278
✓ 186. 接觸線	279
✓ 187. 傾斜角或壓力角	279
✓ 188. 齒輪之基本定律	280
✓ 189. 漸開線制	284
✓ 190. 漸開線齒合於齒輪基本定律之證明	285
✓ 191. 法節	286
✓ 192. 法節與周節之關係	286
✓ 193. 接觸線之長度與接觸弧之長度之關係	287
✓ 194. 漸開線正齒輪	289
✓ 195. 最小齒輪其齒數之最低限度與其傾斜角之關係	290
✓ 196. 漸開線齒桿與小齒輪	292
✓ 197. 漸開線之環狀齒輪與小齒輪	293
✓ 198. 兩漸開線輪分離之可能性	294
✓ 199. 互換漸開線輪	297
✓ 200. 齒輪各部之標準	298