

館內
閱讀

49458

基本館藏

機械零件計算例題集

上冊

藍允文編著



教師參考室

陳列圖書不得携出室外

中國科學圖書儀器公司

出版

機械零件計算例題集

(上 冊)

藍 允 文 編 著

中 國 科 學 圖 書 儀 器 公 司

出 版

機械零件計算例題集

(下 冊)

藍 允 文 編 著

大 東 書 局 出 版

內 容 提 要

本書係參照蘇聯多布羅窩利斯基(В. А. Добровольский)教授所著“機械零件”編寫而成。全書共分接合機件、軸系機件、傳動機件、制動機件等四編，計兩百餘例題，其特點在各種機件計算上皆能實際應用。每節例題的計算過程，均根據設計條件，考慮機件的強度、剛性、壽命、運動和機構等設計觀點而示明機件的計算方法和步驟。本書可供工業技術學校師生和廠礦中從事機械設計或維護人員之參考。

機 械 零 件 計 算 例 題 集

(上 冊)

編 著 者 藍 允 文

★

中國科學出版社出版

(上海建國西路336弄1號)

上海市書刊出版業營業許可證出○二七號

中國科學公司印刷 新華書店上海發行所總經售

★

編號(書) 11

(原大東版印 4,000 冊)

開本 787×1092 耗 1/25·9 21/25 印張·178,000 字

一九五六年二月第一版

一九五六年二月第一次印刷·印數 1—1,000

定價：一元三角

序

在機床設計上，除經驗地計劃機床機構外，更需要機件的理論計算；在機械設備維護或革新中，通過機件的強度計算，熟習各個機件的載荷分佈以及生成應力，而正確修配機件或改進機床的機構時，也需要機件的理論計算。顯然，機件計算無論在機床設計、維護和革新各方面，皆為學術研究和實際應用所必需。

但是，目前一般已出版的「機械零件」書籍，往往限於片斷敘述，計算例題較少，使讀者對機件計算缺乏系統的理解，以致在應用上發生了困難。

編者根據從事機械零件實際設計之經驗和體會，特別是在機件計算上採取了蘇聯功勳科學技術工作者多布羅窩利斯基(В. А. Добровольский)教授的某些現代的計算方法，編成本書。本書計包括有系統的實用計算例題兩百餘個，並彙集了主要公式，使讀者通過例題，不僅可以明確計算方法和步驟，而且可以根據計算公式能直接應用到實際機件計算問題上去。

本書係中等技術學校師生和廠礦中從事機械設計或維護人員的參考書。書中例題的編寫以及計算的方法和數據的選取，編者雖已盡相當的努力，然學力所限，必有欠妥之處，敬希學術界和技術界同志予以批評和指正。

藍允文識 一九五五年一月

目 錄

主要記號	1
安全係數	2
金屬材料機械性質表	3
計算公式	4

第一編 接合零件

鉚接合	27
§ 1 低壓容器緊密鉚縫	27
§ 2 高壓容器和鍋爐強密鉚縫	33
§ 3 鉚接結構	45
鉚接合	57
§ 4 板材強固鉚縫	57
§ 5 容器強密鉚縫	63
§ 6 鉚接結構	68
鍵、銷、楔接合	74
§ 7 鍵之尺寸理論計算	74
§ 8 鞍形鍵	76
§ 9 嵌入式配槽鍵——有頭鍵	79
§ 10 放入式配槽鍵——臥鍵及半月鍵	82
§ 11 銷及斜銷	86
§ 12 楔	89
軸嵌合	92
§ 13 加熱嵌合——紅裝	92
§ 14 壓力嵌合	94

螺絲接合	97
§ 15 起重吊環	97
§ 16 底座、吊架之固定	100
§ 17 蓋之固定	103
§ 18 連結桿之接合	104
§ 19 壁架、支架之固定	106
§ 20 舉重螺桿	109
§ 21 螺絲旋緊和扭力	123

第二編 軸系機件

栓軸及止推軸頸	125
§ 22 軸栓尺寸與承壓力	125
§ 23 軸栓發熱	130
§ 24 軸栓摩擦損失馬力	135
§ 25 止推軸頸	142
軸	147
§ 26 扭矩作用之軸	147
§ 27 空心軸	149
§ 28 彎矩與扭矩合併作用之軸	152
§ 29 軸之剛性	165
§ 30 軸之臨界轉速	167
§ 31 傳動軸經驗計算	170
軸承	172
§ 32 軸承支架	172
§ 33 徑載滾珠軸承理論上之計算	177
§ 34 徑載滾珠軸承應用上之選擇	185
§ 35 止推滾珠軸承	200
§ 36 滾柱、滾錐軸承	204
聯軸器	211
§ 37 法蘭盤聯結	211
§ 38 撓性法蘭盤聯結	214
§ 39 圓板型摩擦聯軸器	217
§ 40 圓錐型摩擦聯軸器	233
§ 41 嚙合式聯軸器	236

目 錄

計算公式(續).....	239
--------------	-----

第三編 傳動機件

摩擦傳動.....	263
-----------	-----

§ 42 平摩擦輪.....	263
§ 43 槽摩擦輪.....	268
§ 44 錐摩擦輪.....	271

平行軸心齒輪傳動.....	274
---------------	-----

§ 45 鑄齒正齒輪主要尺寸.....	274
§ 46 鑄齒正齒輪之輪齒強度.....	275
§ 47 切削齒正齒輪主要尺寸.....	279
§ 48 切削齒正齒輪之輪齒強度.....	282
§ 49 切削齒正齒輪之輪齒磨損.....	291
§ 50 切削齒正齒輪輪齒載荷之核驗.....	294
§ 51 斜齒輪之主要尺寸.....	299
§ 52 斜齒輪傳達動力及其載荷分佈.....	301
§ 53 人字齒輪.....	305
§ 54 齒輪變速箱.....	311
§ 55 齒輪減速箱.....	314
§ 56 齒輪輪體構造及其強度計算.....	320

交叉軸心齒輪傳動.....	326
---------------	-----

§ 57 傘齒輪主要尺寸.....	326
§ 58 傘齒輪之輪齒強度.....	331
§ 59 傘齒輪輪齒強度與磨損限制傳達動力之核驗.....	334

§ 60	傘齒輪之輪齒載荷分佈	340
§ 61	螺旋傘齒輪主要尺寸	341
§ 62	螺旋傘齒輪之輪齒強度核驗	343
§ 63	螺旋傘齒輪傳動推力	346
§ 64	螺旋齒輪主要尺寸	347
§ 65	螺旋齒輪之輪齒載荷與軸向推力	351
§ 66	螺旋齒輪之嚙合效率及其傳動馬力	356
蝸輪傳動		358
§ 67	蝸輪和蝸桿主要尺寸	358
§ 68	蝸輪輪齒強度、磨損和散熱	360
§ 69	蝸輪傳動效率及其傳達馬力	365
§ 70	蝸輪傳動之輪齒載荷分佈	366
§ 71	蝸桿之設計	370
§ 72	蝸輪之自鎖作用	372
皮帶傳動		374
§ 73	皮帶強度與尺寸	374
§ 74	皮帶傳動與離心力	382
§ 75	皮帶傳動之彈性滑動	385
§ 76	設置張緊輪之皮帶	389
§ 77	三角膠帶型號與傳達動力	395
§ 78	三角膠帶傳動之彈性滑動	401
§ 79	多級變速皮帶	403
§ 80	多軸傳動	407
§ 81	皮帶輪構造與強度	411
索傳動		418
§ 82	麻索	418
§ 83	鋼絲索	424
鏈傳動		426
§ 84	滾子鏈及其鏈輪	426
§ 85	齒鏈及其鏈輪	431

§ 86	鉤鏈及其鏈輪	436
§ 87	鎖鏈及其鏈輪	441
無級變速		444
§ 88	摩擦無級變速	444
§ 89	皮帶無級變速	446

第四編 制動機件

枕塊制動		449
§ 90	單枕塊制動	449
§ 91	雙枕塊制動	453
帶制動		457
§ 92	單動式制動帶	457
§ 93	差動式制動帶	461
板制動		463
§ 94	圓板型制動器	463
§ 95	圓錐型制動器	468
嚙合制動		472
§ 96	棘輪制動	472

主 要 記 號

單 位

kg	公斤
m	公尺
cm	公分
mm	公厘
sec	秒
cm—kg	力矩
kg/cm ²	每平方公分公斤
m/sec	每秒公尺
r.p.m	轉數/分鐘、轉速
%	百分比

力、力矩

M	彎矩
T	扭矩
σ	抗拉(或壓)力
τ	抗剪力
σ_b	抗彎力
σ_w	許用拉(或壓)應力
τ_w	許用剪應力
σ_{bw}	許用彎應力
p	壓力強度

P 力、圓周切線力、徑向載荷

W 力、載荷

Q 軸向載荷

R 抗力

H 馬力

I 轉動慣量

係 數

Z 斷面係數

E 彈性係數

G 剪斷彈性係數

μ 摩擦係數

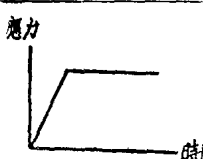
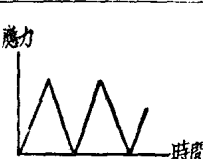
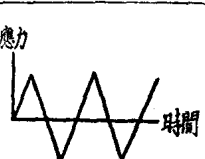
f 安全係數

η 效率

其 他

v	線速度
N	轉速
L, l	長度、距離
A	面積
δ	過盈、撓度
d, D	直徑
n, z	個數

安全係數

種類 圖 示	變 化 應 力			衝 擊
	不 變 應 力	脈 動 應 力		
		對 稱 應 力		
材 料				
鑄 鐵	4	6	10	15
鋼	3	5	8	12
木 材	7	10	15	20

備註：

1. 本表所列安全係數，通用於垂直應力（拉應力、壓應力）和剪斷應力（剪應力），均係概略取值。
2. 不變應力，乃受靜載荷之機件材料生成之應力。
3. 脈動應力，乃受變動載荷之機件材料生成一種性質之應力——僅變化其大小而不變其性質。
4. 對稱應力，乃受變動載荷之機件材料生成兩種性質不同的應力，其大小、性質均變。

金屬材料機械性質表

ГОСТ 380-50 (普通鋼)	鋼 號	含碳量 % (馬丁體鋼)	抗 拉 力 (kg/mm ²)	延伸率 %	降伏點強度 (kg/mm ²)		抗 剪 力 (kg/mm ²)	彈性係數 (kg/mm ²)
					抗 拉 力	抗 壓 力		
低 碳 鋼	CT. 3	0.14~0.22	38~47	25	24	4.5	20	20,000
	CT. 4	0.18~0.27	42~52	24	26	5.6	22	20,000
中 碳 鋼	CT. 5	0.28~0.37	50~62	22	28	—	22	20,000
	CT. 6	0.38~0.50	60~72	17	31	6.3	27	21,000
CT. 7	CT. 7	0.50~0.63	70~80	12	—	—	27	21,000
ГОСТ B-1412-42 (灰 鑄 鐵)	品 號	抗 彎 力 (kg/mm ²)	抗 拉 力 (kg/mm ²)	撓 曲 度 mm	抗 壓 力 (kg/mm ²)	抗 剪 力 (kg/mm ²)	彈 性 係 數 (kg/mm ²)	
普 通 鑄 鐵	CI-12-28	28	12	6	50	11	7,000	
	CI-15-32	32	15	7	60	21	10,000	
高 級 鑄 鐵								
ГОСТ 977-41	品 號	含 碳 量 %	抗 拉 力 (kg/mm ²)		延 伸 率 %			
普 通 鑄 鋼	15-4020	0.10~0.20		40			20	
	25-4518	0.20~0.30		45			18	
	35-5015	0.30~0.40		50			15	
	45-5512	0.40~0.50		55			12	
	55-6010	0.50~0.60		60			10	

說明：1. 本表係本書例題中常用金屬材料機械性質表。

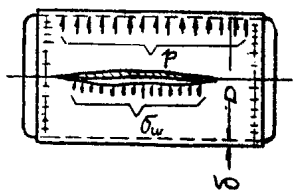
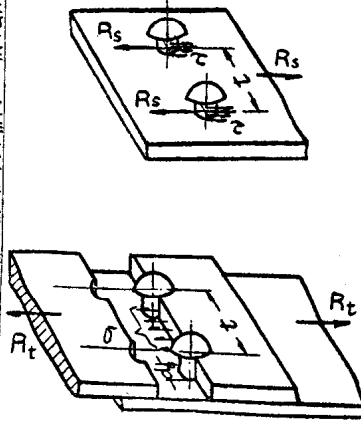
2. 本表所稱抗拉力、抗壓力、抗剪力等，乃指材料結局(破壞)強度。

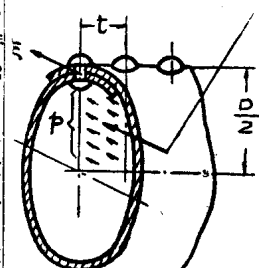
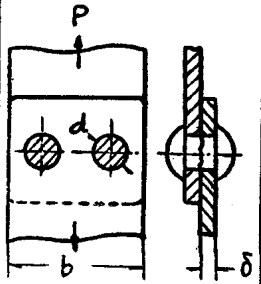
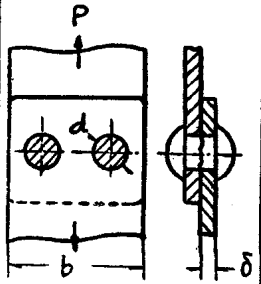
3. 本表所稱延伸率，乃指試料 $L_0=5d$ 者。

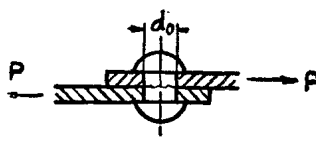
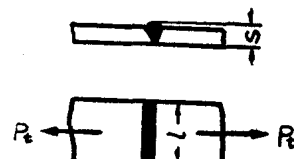
4. 本表所稱低碳鋼、中碳鋼，係根據碳鋼通俗稱呼，以含碳量約0.30%為界而區別之。

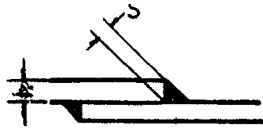
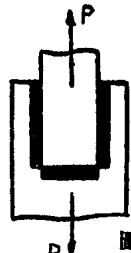
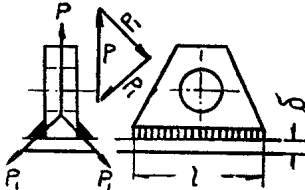
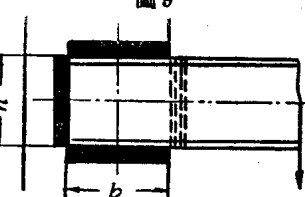
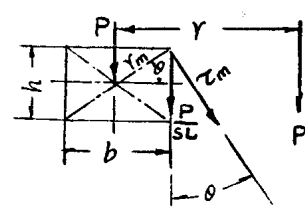
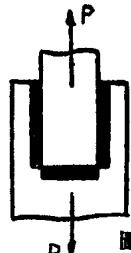
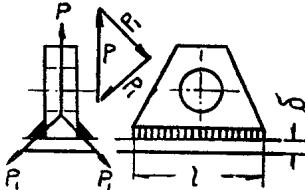
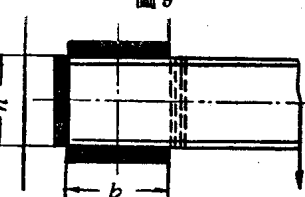
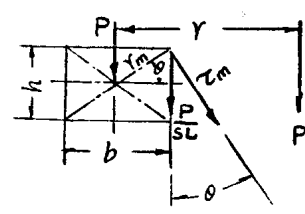
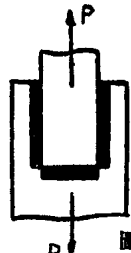
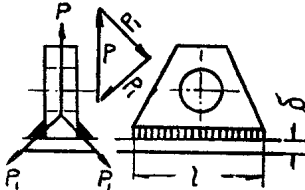
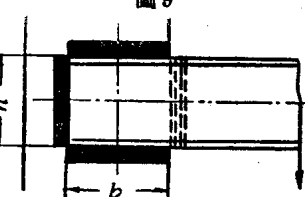
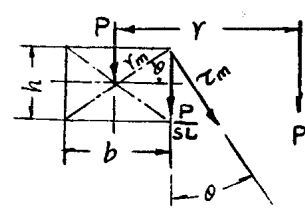
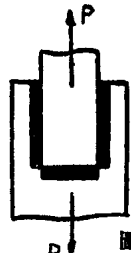
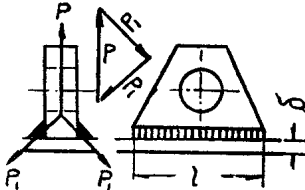
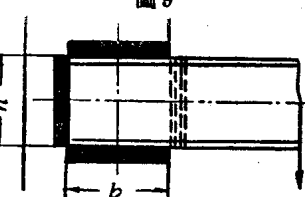
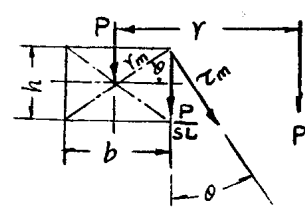
計算公式

天

章	順序	公 式	說 明	圖 形
鋼 接 合	1	$\delta = \frac{Dp}{2\eta_t\sigma_w} + C$ δ: 容器之壁厚 cm D: 容器直徑 cm p: 最大內壓力 kg/cm² η_t: 鋼縫效率—對鋼板拉斷 σ_w: 許用拉壓力 kg/cm² C: 腐蝕附加量 cm	緊密或強密鋼縫之容器壁厚計算，根據其強度薄弱之縱向斷面破壞、縱向鋼縫效率、銹蝕附加量等條件，而算得壁厚——容器鋼縫之計算和設計基本根據。該式之由來參照 §1 例題 1 (圖 1)。	 圖 1
	2	1. $\eta_s = \frac{R_s}{R} = \frac{\pi d_0^2 n \tau}{4 t \delta \sigma}$ 2. $\eta_t = \frac{R_t}{R} = \frac{t - d}{t}$ 3. $\eta_s = \frac{R_s}{R} = \frac{\pi d_0^2 n \alpha \tau}{4 t \delta \sigma}$ 4. $\eta_t = \frac{R_t}{R} = \frac{t - \beta d}{t}$ η_s: 鋼縫效率—對鋼釘剪斷 η_t: 鋼縫效率—對鋼板拉斷 R: 原鋼板拉斷力 kg R_s: 鋼釘剪斷力 kg R_t: 鋼縫處鋼板拉斷力 kg d: 鋼釘孔徑 cm d_0: 鋼釘直徑 cm n: 一段釘距中鋼釘數目 τ: 釘材抗剪力 kg/cm² t: 釘 距 cm δ: 板 厚 cm σ: 板材抗拉力 kg/cm² α: 鋼釘剪斷處數 β: 一段釘距中每排鋼釘數目	容器鋼縫效率分：對鋼釘剪斷和對鋼板拉斷等兩種(圖 2)。鋼縫效率，乃鋼釘剪斷力或鋼板於鋼釘間之拉斷力對原鋼板之拉斷力相較所得之比值。鋼縫效率，因鋼釘排列規則，可在一段釘距中考慮其鋼釘剪斷力 R_s；或鋼縫處鋼板之拉斷力 R_t。在單排或雙排單剪上 $R_s = \frac{\pi}{4} d_0^2 n \tau$ $R_t = (t - d) \delta \sigma$ 在多排雙剪上 $R_s = \frac{\pi}{4} d_0^2 n \alpha \tau$ $R_t = (t - \beta d) \delta \sigma$ 但一段釘距中原鋼板之拉斷力 $R = t \delta \sigma$	 圖 2

章	順序	公 式	說 明	圖 形
鋼 接 合	3	$1. t = d + \frac{\pi d_0^2 n \tau}{4 \delta \sigma_w}$ $2. t = \beta d + \frac{\pi d_0^2 n \alpha \tau_w}{4 \delta \sigma_w}$ t: 釘 距 cm 式中符號同公式 2, 但 $\tau_w \sigma_w$ 為許用應力值。	鉚縫之釘距, 在理論計算上, 根據鉚釘剪斷力與鋼板拉斷力等值設計條件推算而得。但公式 3—1 用於單排或雙排單剪; 公式 3—2 用於多排雙剪。	縱向鉚縫一段釘距中之板幅載荷 $P_t = \frac{Dp}{2} t$ 
	4	$n = \frac{(t - \beta d) \delta \sigma_w}{\frac{\pi}{4} d_0^2 \alpha \tau_w}$ n: 每段釘距中鉚釘數目, 式中符號同公式 2, 但 $\sigma_w \tau_w$ 為許用應力值。	每段釘距中鉚釘數目, 乃核驗鉚縫強度之根據。考慮每段釘距中之鉚釘剪斷力與鋼板拉斷力等值設計而算得具有足夠鉚縫強度, 其每段釘距中應有鉚釘數目。該式由公式 (3—2) 導來。	容器縱向鉚縫單位長度上之載荷 $c = \frac{Dp}{2} \text{ kg/cm}$
	5	$n = \frac{Dp}{2 A \xi} t$ n: 每段釘距中鉚釘數目, D: 容器直徑 cm p: 最大內壓力 kg/cm² A: 鉚釘橫斷面積 cm² ξ: 鉚釘單位面積上滑移阻力 kg/cm² t: 釘 距 cm	每段釘距中鉚釘數目, 乃核驗鉚縫緊密度之根據。將鉚釘桿單位面積上滑移阻力考慮為一段釘距中之內壓力——載荷, 而由其最大之縱向鉚縫板幅載荷算得具有足夠緊密度, 其每段釘距中應有鉚釘數目 (圖 3)。	則一段釘距中之板幅載荷 $P_t = ct = \frac{Dp}{2} t \text{ kg}$ 且 $n A \xi = P_t$ 故 $n A \xi = \frac{Dp}{2} t$ 圖 3 
鋼 接 合	6	$P = (b - \beta d) \delta \sigma_w$ P: 鋼板許容拉力載荷 kg b: 鋼板寬度 cm β: 每排鉚釘數目 d: 孔 徑 cm δ: 鋼板厚度 cm σ_w: 板材許用拉應力 kg/cm²	鉚接結構鋼板許容拉力載荷, 以其最弱處 (即鉚釘處) 斷面為準, 根據鋼板在該處拉斷面積及其板材許用拉應力而決定 (圖 4)。	 圖 4

章	順序	公 式	說 明	圖 形
鉚 接 合	7	$P = \frac{\pi}{4} d_0^2 n \cdot \tau_{ic}$ P : 鉚釘許容剪力載荷 kg d_0 : 釘 徑 cm n : 總釘數 個 τ_{ic} : 釘材許用剪應力 kg/cm ²	鉚接結構鉚釘許容剪力載荷，依鉚釘剪斷面積 $\frac{\pi}{4} d_0^2$ 、總釘數及其釘材許用剪應力而決定(圖5)。	 圖 5
	8	$\tau_{ic} = \frac{\tau}{f}$ τ_{ic} : 許用剪應力 kg/cm ² τ : 材料抗剪力 kg/cm ² f : 安全係數	材料之許用剪應力乃其抗剪力(結局強度)除以安全係數。	
	9	$\sigma_w = \frac{\sigma}{f}$ σ_w : 許用拉應力 kg/cm ² σ : 材料抗拉力 kg/cm ² f : 安全係數	材料之許用拉應力，乃其抗拉力(結局強度)除以安全係數。	
鋼 接 合	10	$P_t = S l \sigma_w'$ P_t : 鉚縫許用拉力 kg S : 鉚縫斷面高度 cm l : 鉚縫長度 cm σ_w' : 鋼材許用拉應力 kg/cm ²	鋼板對接鉚縫，鉚縫許用拉力，依鉚縫斷面高度、鉚縫長度和鋼材許用強度而決定(圖6)。	 圖 6
	11	$1. \eta_t = \frac{S \sigma_w'}{\delta \sigma_w} = \frac{\sigma_w'}{\sigma_w}$ $2. \eta_s = \frac{S \tau_{ic}'}{\delta \tau_{ic}} = \frac{\tau_{ic}'}{\tau_{ic}}$ η_t : 鉚縫效率—對鉚縫拉斷 η_s : 鉚縫效率—對鉚縫剪斷 S : 鉚縫斷面高度 cm δ : 鋼板厚度 cm σ_w : 鋼材許用拉應力 kg/cm ² σ_w' : 鋼材許用拉應力 kg/cm ² τ_{ic} : 鋼材許用剪應力 kg/cm ² τ_{ic}' : 鋼材許用剪應力 kg/cm ²	鋼板對接鉚縫，其鉚縫效率，乃鉚縫抗拉或抗剪強度與鋼板抗拉或抗剪強度之比。因鉚縫斷面高度與鋼板厚度相近似而得鉚縫效率近似式。	

章	順序	公 式	說 明	圖 形
接 合	12	$S = \delta \sin 45^\circ = 0.7 \delta$ S : 危險斷面高度 cm δ : 鋼板厚度 cm	鋼板搭接 銲縫, 銲縫危 險斷面高度與 鋼板厚度之關 係(圖7)。	     
	13	$P = 2 S l \tau_w' = 2 \times 0.7 \delta l \tau_w'$ P : 銲縫許用載荷 kg S : 危險斷面高度 cm l : 每側銲縫長度 cm τ_w' : 銲縫許用剪應力 kg/cm^2 δ : 鋼板厚度 cm	鋼板搭接 雙面前額銲 縫, 其銲縫許 用剪力載荷, 依銲縫危險斷 面高度、每側 銲縫長度及銲 縫許用剪應力 而決定。	    
	14	$P = S L \tau_w' = 0.7 \delta L \tau_w'$ P : 銲縫許用載荷 kg S : 危險斷面高度 cm L : 銲縫總長 cm τ_w' : 銲材許用剪應力 kg/cm^2 δ : 鋼板厚度 cm	鋼板搭接 混合銲縫(兩 側前額銲縫) 銲縫受剪力作 用, 其銲縫許 用剪力載荷依 銲縫危險斷面 高度、銲縫總 長及銲材許用 剪應力而決 定(圖8)。	    
	15	$P = 0.7 \sqrt{2} \delta l \sigma_w'$ P : 銲縫安全載荷 kg δ : 板材厚度 cm l : 每側銲縫長度 cm σ_w' : 銲材許用拉應力 kg/cm^2	鋼板正交 銲縫, 受拉力 作用, 其銲縫 安全載荷, 依 鋼板厚度、銲 縫長度及銲材 許用拉應力而 決定(圖9)。	    
	16	$Pr = \frac{\tau_m}{r_m} S I_0$ P : 偏心載荷 kg r : 載荷偏心距離 cm τ_m : 肉銲最大剪應力 kg/cm^2 r_m : 銲肉最遠距離 cm S : 銲接肉厚——銲縫 斷面高度 cm I_0 : 極轉動慣量 cm^4	鋼材銲接 結構因偏載 荷, 使銲縫受 扭矩作用, 其 扭矩 $P \cdot r$ 與 銲肉最大剪應 力、銲肉最遠 距離、銲接肉 厚及極轉動慣 量之關係(圖 10)。	 