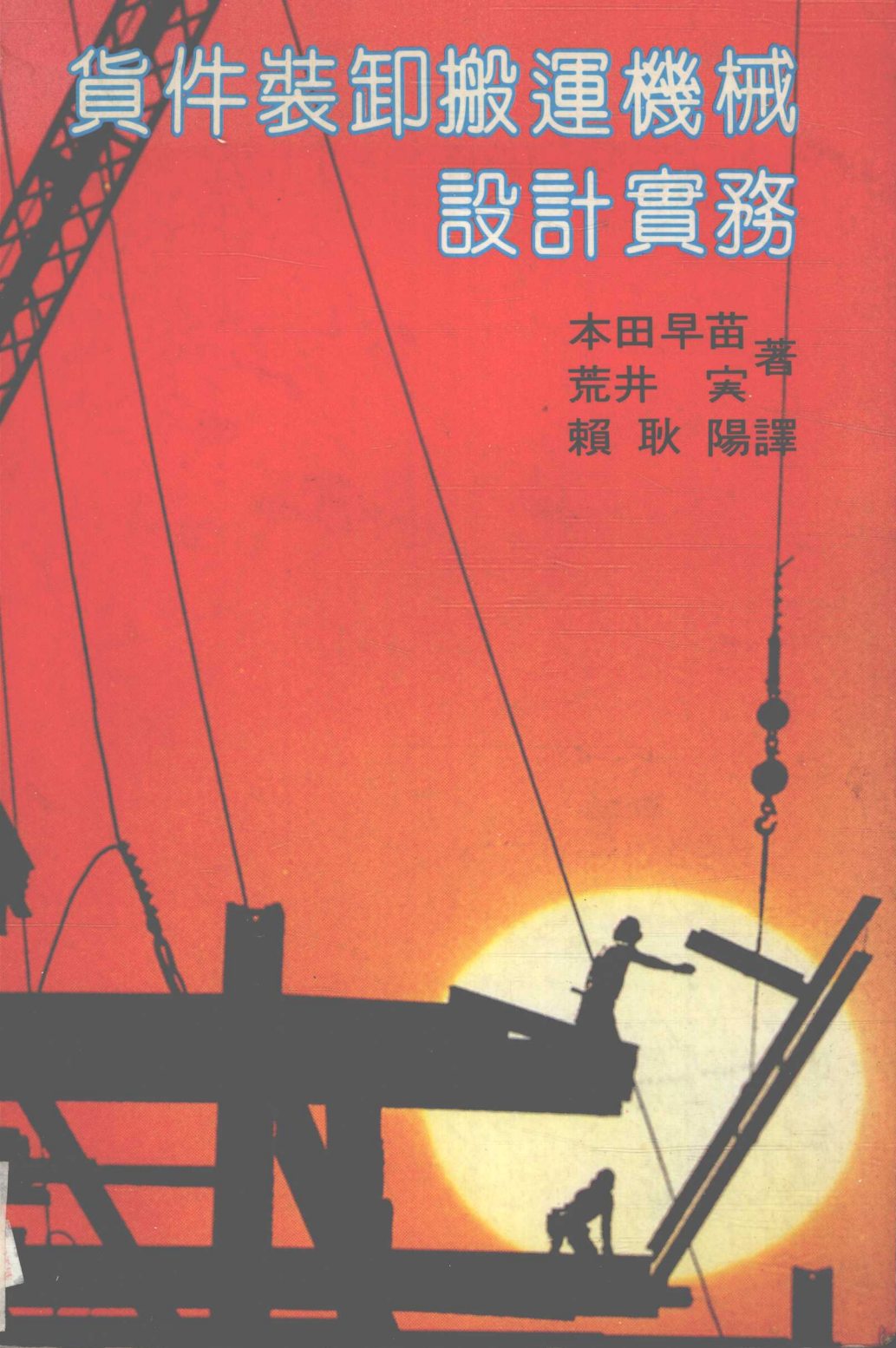


貨件裝卸搬運機械 設計實務

本田早苗 著
荒井 冥
賴 耿 陽 譯



94.11

A0241078-J

機械運搬卸裝件貨 設計實務

本田早苗 著
荒井實陽 譯

江苏工业学院图书馆
藏书章

貨件裝卸搬運機械設計實務

著 者 ☐ 本田早苗 / 荒井実著

譯 者 ☐ 賴耿陽

出版者 ☐ 光輝科技叢書出版社

地 址 ☐ 九龍官塘興業街14號永安工業大廈四樓

印刷者 ☐ 本社印刷部

地 址 ☐ 九龍官塘興業街14號永興工業大廈四樓

定價：港幣肆拾伍元

序

搬運物品的作業與現代的生活有密不可分的關係，隨者文明的進步手段也日漸發達。近代產業突飛猛進，交通普及，大量物資流通，貨件裝卸搬運機械飛躍進展。本書即在討論此方面科學技術。

今天的產業界已結束高度成長期，迎接安定的低成長期，各種企業都致力減低成本，隨著生產機械的省力化，自動化，附屬的搬運機械也盡量程序化，自動化。另一方面，礦石、穀物等的搬運用裝置正有高效率裝卸機械普及，托板、貨櫃等單位貨件也有推高機等裝卸搬運機械承擔，一部份不只自動化，也已程序化。

本書乃依據筆者的前著「貨件裝卸機械之設計」，全面改訂，以起重機及輸送機為主體，從基礎開始，有系統地敘述裝卸搬運機械的設計，適當列入設計基準，零件基準，作為設計者、製作者、裝卸搬運機使用者的參考資料。也可當成相關科系學生的參考書。對輸送機介紹系統化，程序化關連機器，也述及區分裝置、立體自動倉庫，足可使讀者把握必要的概念。

時值本書發行之日，自認難免間有誤謬，期盼諸位先進不吝斥正，以供日後訂正，謝謝。

貨件裝卸搬運機械設計實務

目 次

第1章 貨件裝卸機械的種類及名稱.....	1
1.1 簡單的起重機.....	1
1.2 起重機.....	1
1.3 搬運機械.....	2
第2章 貨件裝卸機械的設備計劃.....	3
2.1 生產性和機械裝卸.....	3
2.2 計劃方法.....	3
2.2.1 計劃時的注意事項.....	3
2.2.2 機械能力的判定.....	4
2.2.3 機械設備費的概算.....	6
2.2.4 機械設備的估算.....	9
2.3 規範的決定.....	10
2.4 使用場與適用的裝卸機械.....	10
第3章 起重機的設計.....	12
3.1 鋼構造部份的設計.....	12
3.1.1 起重機鋼構造部份的計算基準 (JIS B8821 摘要).....	12
3.2 圖解靜力學.....	30
3.2.1 力之平衡.....	30
3.2.2 力之合成及分解.....	31
3.2.3 施力點不同而同平面上二力之合成.....	31
3.2.4 多個平面力的合成.....	32

3.2.5	支點反力	32
3.2.6	結構	33
3.2.7	卡爾曼的切斷方法	34
3.2.8	李特的切斷方法	34
3.2.9	克雷莫納的應力圖	35
3.3	影響線	36
3.3.1	影響線的一般性質	36
3.3.2	往單純梁的應用	37
3.4	機械部份的設計	39
3.4.1	機械部份的強度計算	39
3.4.2	使用材料	40
3.4.3	機械部份的效率	41
3.4.4	移行阻力	41
3.4.5	電動機輸出的計算	42
3.5	機械的零件	47
3.5.1	齒輪 (gear)	47
3.5.2	槽輪 (rope sheave)	53
3.5.3	鼓輪 (drum)	57
3.5.4	鋼絲索 (wire rope)	64
3.5.5	傳動用滾子鏈 (transmission roller chains)	65
3.5.6	軸 (shaft)	68
3.5.7	聯軸節 (coupling)	72
3.5.8	滑動軸承 (plain bearing)	72
3.5.9	滾動軸承 (ball bearing)	74
3.5.10	軸承間隔	74
3.5.11	剎車 (brake)	74
3.5.12	車輪 (wheel)	79
3.5.13	吊鈎 (hook)	80
3.5.14	電動吊斗	82
3.5.15	複索弧斗 (grab bucket)	83
3.5.16	固定裝置	85

3.5.17 移行路	85
3.6 電機配件	95
3.6.1 電動機 (motor)	96
3.6.2 感應電動機之型式	97
3.6.3 起重機用全閉外扇繞組型低壓三相感應電動 (JEM 1202)	97
3.6.4 剎車	98
3.6.5 電阻器	103
3.6.6 控制器	103
3.6.7 限制開關	103
3.6.8 配電盤	104
3.6.9 集電裝置	105
3.6.10 電剎車	106
3.6.11 利用推上機控制速度的方法	106
3.6.12 渦流剎車	108
3.6.13 保安裝置	109
3.6.14 照明	110
3.6.15 暖氣裝置	110
3.6.16 警示裝置	110
3.6.17 電動起重機 (electric hoist)	110

第4章 起重機(Crane) **113**

4.1 架空移動起重機 (overhead travelling crane)	113
4.1.1 架空移動起重機 (JIS B8801)	114
4.1.2 架空移動起重機之計算	128
4.2 橋形起重機 (gantry crane)	140
4.2.1 橋形起重機之計算	143
4.3 伸臂起重機 (jib crane)	171
4.3.1 壁式起重機	173
4.3.2 移行式壁起重機之計算	174
4.3.3 柱形伸臂起重機之計算	178

4.3.4	門形伸臂起重機的計算	185
4.3.5	鎚形伸臂起重機 (hammer-head jib crane)	194
4.3.6	鎚形伸臂起重機的計算	195
4.3.7	塔形伸臂起重機 (tower crane)	206
4.3.8	平動起重機 (level luffing crane)	206
4.4	貨櫃起重機 (container crane)	210
4.5	水上起重機 (floating crane)	212
4.6	裝貨機 (loader)	215
4.7	卸貨機 (unloader)	216

第4章附錄 日本勞働省告示 起重機構造規格摘要 218

第5章 輸送機(Conveyor) 241

5.1	輸送帶 (belt conveyor)	241
5.1.1	輸送帶的特色	241
5.1.2	輸送帶的主要構成部份	241
5.1.3	橡膠皮帶 (rubber belt)	247
5.1.4	橡膠帶輸送機的各部構造	247
5.1.5	輸送帶的驅動	267
5.1.6	可搬式輸送帶 (portable belt conveyor)	274
5.2	鏈條輸送機 (chain conveyor)	275
5.2.1	鏈條輸送機的鏈條張力及所需輸出	275
5.2.2	鏈條的選定	278
5.2.3	滑動輸送機 (slide conveyor)	279
5.2.4	板條輸送機 (slat conveyor)	283
5.2.5	裙板輸送機 (apron conveyor)	285
5.2.6	輸送機用鏈條與鏈輪	286
5.2.7	滾動輸送機 (continuous flow conveyor)	286

5.2.8 吊運車輸送機 (trolley chain conveyor)	291
5.2.9 斜釘輸送機	293
5.3 昇降式輸送機	293
5.3.1 箕式昇降機	294
5.3.2 托盤昇降機 (tray elevator)	300
5.3.3 板條昇降機 (slat elevator)	301
5.4 滾子輸送機 (roller conveyor)	303
5.4.1 自由滾子輸送機 (free roller conveyor)	304
5.4.2 輪式輸送機 (wheel conveyor)	308
5.4.3 驅動滾子輸送機 (live roller conveyor)	309
5.4.4 暫停輸送機 (accumulating conveyor)	318
5.5 螺旋輸送機 (screw Conveyor)	322
5.6 振動輸送機 (vibrating conveyor)	322
5.6.1 振動輸送機的搬運能力	324
5.6.1 振動輸送機所需動力	325
5.7 空氣輸送機	325
5.7.1 吸入式空氣輸送機	326
5.7.2 壓送式空氣輸送機	328
5.7.3 空氣輸送機的空氣速度及消費動力	329
5.8 滑槽 (chute)	329
5.8.1 滑槽的傾斜角	330
5.9 貨件的區分	331
5.9.1 區分裝置的方法	332
5.9.2 區分裝置的實例	332
第6章 裝卸用關連機器	334
6.1 貨台昇降機 (table lift)	334
6.2 位準對合裝置 (dock leveler)	337
6.3 托板裝貨機及托板拆貨機	339
6.4 方向轉換器 (diverter)	340
6.5 橫移位置 (traverser)	340

6.6	轉台 (turn table)	341
6.7	其他的裝卸關連機器	342
第7章	搬運車(Truck).....	343
7.1	手車、手推車	343
7.2	昇降手車 (hand lift truck)	344
7.3	堆高機 (fork lift truck)	344
7.3.1	用汽油及柴油引擎的堆高機	345
7.3.2	蓄電池式堆高機	348
第8章	立體自動倉庫	350
8.1	立體自動倉庫的形式	350
8.2	堆積起重機	353
8.2.1	構造	353
8.2.2	堆積起重機的尺寸、性能	353
8.2.3	堆積起重機的運轉	354
8.3	立體自動倉庫與法規	354

1. 貨件裝卸機械的種類及名稱

貨件裝卸機械 (material handling equipment) 若依概念分類，可依處理貨件的運動方式，大別分為簡單的起重機，起重機，搬運機械，名稱尚未統一，依各種觀點而適當命名，起重機 (crane) 方面可參考 JIS B 0135 起重機用語 (起重機種類) JIS B 0136 (起重機的性能及構造)，JIS B 0140 輸送機用語 (輸送機的種類)。

1.1 簡單的起重機

昇降物品或昇降物品而沿一定軌道移動者，前者有千斤頂 (Jack)，鏈條吊車 (chain block)，絞車 (wiach) 等，後者有吊重器 (hoist)，吊運車 (trolley) 等。

1.2 起重機

這是使貨件在三次元空間移動者，有下列種類：

架空移動起重機

在工廠、倉庫等的天花板裏或高處的移行路上移行的可分為：架空移動起重機，裝入起重機，鐵水包起重機，鋼塊起重機，鍛造起重機，淬火起重機等。

※伸臂起重機 (Jib crane)

由旋迴或俯仰的伸臂吊起貨件而裝卸的起重機 (掛壁起重機，柱形伸臂起重機，人字起重機，低底座伸臂起重機，門形伸臂起重機，釘形起重機，塔形伸臂起重機，伸縮起重機，機車起重機 (locomotive crane)，卡車起重機，爬行起重機，輪行起重機，浮動起重機。

※橋形起重機

主要在屋外地上軌道上移行的橋形梁上安置吊運車，裝卸貨件的起重機 (滑車式橋形起重機，鋼索吊運車式橋形起重機，人吊運車式橋形起重機，旋迴人吊運車式橋形起重機，伸縮起重機式橋形起重機式，伸臂起重機式橋形起重機)

※鋼索起重機

在2組相對的鐵塔間張掛鋼索，吊運車在其上橫行廣範圍搬運貨件的起重機。

※卸貨機 (unloader)

在碼頭將礦石，煤炭等散裝貨件卸下的起重機（橋形起重機式卸貨機，水平伸縮起重機式卸貨機）。

其他類似起重機者有升降機，裝貨機等

1.3 搬運機械

主要在水平方向移動貨件者，可分為輸送機與搬運車輸送機。

沿一定線連續運較輕小或散裝貨物的機械裝置，有輸送帶、鏈條輸送帶、螺旋輸送帶、振動輸送帶、升降式輸送機）。

※搬運車

在倉庫、工廠、木材、鋼材等的貯藏場或停車場內等公路以外的場所搬運貨物的車輛（手推車、手動提升車、托板卡車、推高機、電動車、汽油車、貨車移動機）。

2. 貨件裝卸機械的設備計劃

2.1 生產性和機械裝卸

爲了提高生活水準，非提高勞動生產性不可，因而世界上各工業國家彼此競爭提高生產性。

裝品成本中，搬運作業所占比率極大，在裝鐵、水泥、化學肥料工廠等高達 50 ~ 80 %，這些搬運作業的高效率機械化，自動化利益極大，在機械工業，纖維工業也常達 30 ~ 50 %，碼頭機械化提高裝卸效率可縮短停泊時間。在機械工業中，素材送入倉庫，配發到機械工廠，從機械工場到熱處理工廠的搬運，零件裝配、全體裝配中的搬運，裝品的出廠等都需要很大的搬運經費，所以在機械加工方面採用自移製造機，另一方面爲了盡量減少搬運經費，須採用適切而有效的機械化裝卸。

2.2 計劃方法

2.2.1 計劃時的注意事項

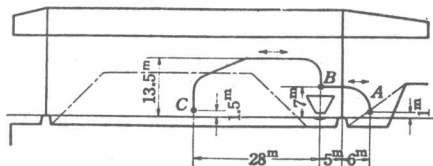
計劃裝卸機械設備時，須詳慮下列事項：

- (a) 將欲機械化的目前作業，進行精密的作業分析，亦即需要時間研究與動作研究。
- (b) 分析後，明列機械可獲利益之處，考慮周圍的條件，決定將該處全面機械化或局部機械化。
- (c) 機械化時，勿拘泥於現有的機械，配合作業分析的結果，引用最有效的機械設備。
- (d) 新設工廠，倉庫時的搬運計劃，要依據模型，線圖等徹底研究搬運路線、裝卸機械配製，連同建築物，製造機械等，總合決定最有效的設備配置 (Plant layout)。
- (e) 人力作業在搬運系統只用於補助作業，不可列入機械作業的流程中。

(f) 機械配置須全體調和，有部份苛刻使用的機械，損傷後修理，更換而使全體流程頻繁停止時，反會招致損害。

2.2.2 機械能力的判定

決定搬運路線，前後的裝卸作業，（貯炭場、倉庫等的）裝卸作業範圍後，依使用機械畫成作業線圖（Performance diagram）。這指示各機械承載貨件、搬運、卸到所定場所的作業時間與速度或距離，設定機械各運動的速度與距離，即可畫成。裝卸搬運機械，起重機及搬運車藉此決定 1 次作業所需時間，1 小時的作業次數乘 1 次搬運重量，



抓取量 5 t

卷上速度 $85\text{m/min} = 1.42\text{m/s}$

橫行速度 $250\text{m/min} = 4.16\text{m/s}$

卷上加速時間 5 秒

卷下加速時間 3 秒

橫行加速時間表 8 秒

同減速時間 1 秒

同減速時間 2 秒

同減速時間 5 秒

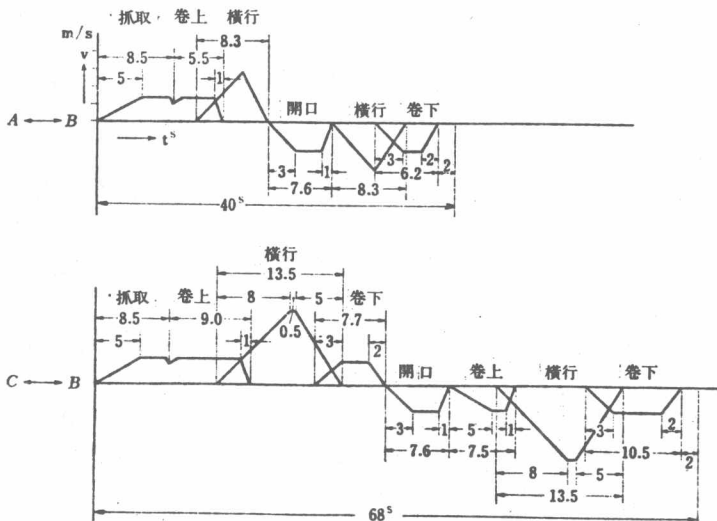


圖 2.1 有抓斗的橋形起重機作業線圖

即可求得 1 小時的作業噸數。

圖 2.1 為有抓斗的橋形起重機之作業線一例，在縱軸取抓斗的卷上速度，吊運車的橫行速度，在橫軸取各動作所需時間。在 A 位置抓取煤炭，在卷上的途中橫行移動，在此途中卷下，在 B 的位置放出，再以相同的路線回到 A 的位置，明確知道所需時間，C - B 也同樣。畫圖時，須知各運動起動、停止之際、電動機加速、減速所需時間，各作業轉移時的重疊時間。前者依據運動部份的慣性效率及電動機的旋轉力而計算，實際上可由過去的記錄，約略正確推定，加速所需時間在大形高速度的人吊運車 (man trolley) 橫行為 7 ~ 10 秒，其他型式較少。卷上是抓取，卷上在大形箕斗為 5 ~ 7 秒，其他需要 4 ~ 5 秒，減速比加速時短，橫行約 4 ~ 7 秒，卷下約 1 ~ 2 秒。重疊時間取決於吊車構造，操作者的熟練程度。計劃須無勉強之處。

以上為抓斗式，吊鉤式也同樣，不過，在貨件施用鋼索或吊具而吊於掛鉤時，須預估相當時間，推高機等也同樣可畫作業線圖。

實際使用時，常比上示作業能力差得多，所以對所需作業量，作業能力須有相當餘裕。起重機 1 天的作業時間約為作業員上班時間的 60 ~ 80%，亦即 1 天上班 8 小時等的話，機械運轉時間只 5 ~ 6 小時，1 年的工作天為 250 日，它們的相乘積即為每年的總作業噸數，可取其 70% 為計劃時的實際工作噸數，表 2.1 為各種機械的平均能力。

表 2.1 裝卸機械能力

機械名	計劃裝卸能力 (t/年)	機械名	計劃裝卸能力 (t/年)
5t 抓斗式橋形起重機	300,000	1t 架空起重機	15,000
3t 抓斗式橋形起重機	180,000	1t 單軌起重機	15,000
2t 抓斗式橋形起重機	120,000	30t 人字起重機	60,000
2t 抓斗式水平伸縮起重機	120,000	1t 升降機	10,000
2t 抓斗式	120,000	1t 粘魯哈	10,000
1.5 抓斗式橋形起重機	90,000	可搬式輸送機	10,000
5t 架空起重機	78,000	裙板輸送機	21,000
3t 機車起重機	45,000	電動車	30,000
3t 伸臂起重機	45,000	小形移動伸臂起重機	7,500
3t 輪行起重機	45,000		

表 2.2 餘裕率

運搬距離 (m)	15	30	75	150
餘裕率	2.5	2.0	1.5	1.2

堆高機等搬運車對作業線圖求出的時間，要加上堆積時的徘徊，交通上的障礙等的時間而進行設備計劃。計算所得的時間與核定時間之比稱為餘裕率 (delay factor)，因機種，作業場的狀態，搬運距離而異，乃計劃時最須慎重決定的值。

2.2.3 機械設備費的概算

由以上決定處理數量，正確預估機械設備費在計劃上很重要。調查現在經濟使用的同種機械設備重量，以現在價格估計的製作費，依此類推，大致不會出錯，若使用下示的重量概算式及圖表，就很方便。

(a) 架空移動起重機重量

$$W = \frac{1}{3} \left(\frac{TM}{20} + T + 2M \right)$$

W = 起重機重量 (t), T = 荷重 (t), M = 跨距 (m)

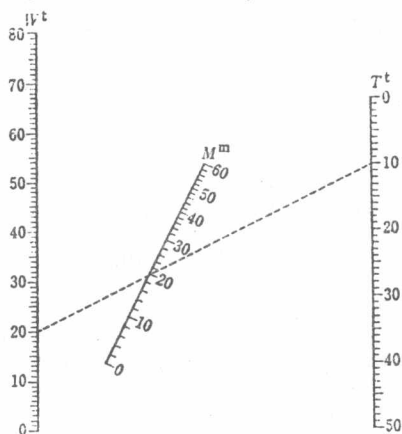


圖2.2 架空起重機重量概算

其中抓斗 (grab) 重量 G (t) 為

$$G = \frac{T}{5} + 2$$

(b) 有算斗的人吊運車式橋形起重機重量 (圖 2.3)

$$W = (0.6 TM + M + 30 T) \sqrt{\frac{T}{5}}$$

W = 起重機重量 (t), T = 抓取量 (t), M = 橋梁全長 (m)

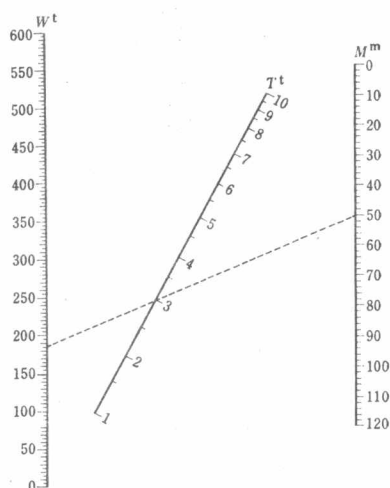


圖2.3 橋形起重機（抓斗人吊運車式）重量計算

同上而俯仰者（圖 2.4） $W = (0.8 TM + M + 30 T) \sqrt{\frac{T}{5}}$

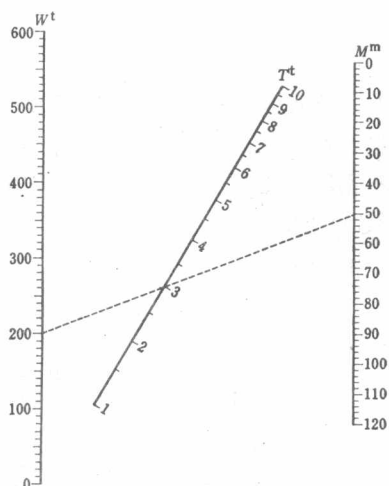


圖2.4 橋形起重機（抓斗人吊運車式）重量計算（有俯仰梁）

(c) 有箕斗的鋼索式橋形起重機重量（圖 2.5）

$$W = (0.4 TM + M + 21 T) \sqrt{\frac{T}{5}}$$