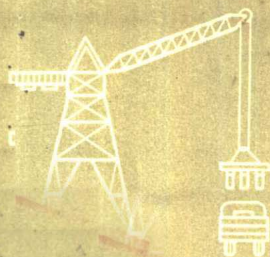
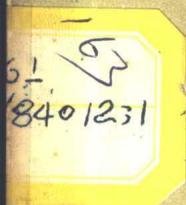


179204



# 建筑起重机的生产率

全苏施工组织与机械化科学研究所编



高等教育出版社

# 建筑起重机的生产率

苏联部长会议国家建筑事业委员会

全苏施工组织与机械化科学研究所编

赵志縉 張 譽 胡国华译

高等教育出版社

本書系根据苏联国立建筑書籍出版社(Государственное издательство литературы по строительству и архитектуре)出版、苏联部县會議国家建筑事業委员会全苏施工組織与机械化科学研究所(Всесоюзный научно-исследовательский институт организации и механизации строительства Государственного комитета совета министров СССР по делам строительства)編著“建筑起重机的生产率”(Производительность строительных кранов)一書1964年版譯出。

本書指示了住宅与民用建筑施工中起重运输工作、安装工作与装卸工作所用起重机的生产率的計算方法,列出了这些起重机的技术生产率与使用生产率的指标,并指出了提高塔式起重机生产率的方法。

本書可供建筑施工、設計与科学研究机构的工程技术人员参考,也可供高等学校有关專業的学生进行畢業設計时参考。

中譯本內序、第一章的第1节、第二章和第三章,由赵志縉翻譯。第一章的第4——11节由張譽翻譯。第一章的第2,3节和附录I,II,III,由胡国华翻譯。全書的校訂工作由赵志縉担任。

## 建筑起重机的生产率

全苏施工組織与机械化科学研究所編

赵志縉 張 譽 胡国华譯

高等教育出版社出版 北京宣武門內承恩寺7号

(北京市書刊出版業營業許可証出字第051号)

京华印書局印刷 新华書店發行

統一書号15010·700 開本850×1168<sup>1</sup>/<sub>32</sub> 印張21<sup>2</sup>/<sub>16</sub> 字數59,000 印數0001—1,500  
1958年8月第1版 1958年8月北京第1次印刷 定價(10)¥0.11

## 序

目前在技术書籍、手册和教学用書中，桅杆式起重机和塔式起重机的生产率，照例都是以構造生产率的形式来表示的。这种生产率有别于技术生产率和使用生产率，不能用于实际，也不能够直接用来計算起重机的需要量和拟定在施工中更好地利用起重机的方法。

塔式起重机的使用生产率主要应在下列两种情况下加以确定：(甲)当編制施工組織設計时，这时就必须选择一定型式与数量的起重机来满足規定的施工速度，(乙)当編制已安裝在工地上的塔式起重机的作業計劃时。在第一种情况下，假若想很准确地考虑到所有影响起重机生产率的因素，那就会使得計算非常繁杂，而且未必会得到滿意的結果。因而必須有一种計算方法，用来在拟訂施工組織設計的各个阶段时，能迅速而足够准确地确定起重机使用生产率的平均值。

在第二种情况下，当起重机是按照施工組織設計而設置时，必須制訂一晝夜中每班的作業計劃，并考虑工地的实际情况。在这些条件下，有必要更准确地来考虑影响起重机晝夜和班生产率的施工因素。

此書中所列出的生产率指标都是先进的生产率指标。

假若起重机的具体工作条件与本書叙述的截然不同时，則手动操作的延續時間和起重机的時間利用系数的大小，应当以測时观察的方法来确定。

在这項工作中所引用的方法指示和生产率指标，曾得到由建筑工程部建筑施工科学研究所、石油工業部全苏石油建筑施工科

学研究所、交通部中央建筑施工科学研究所、电站部热电站設計院、莫斯科市苏維埃居住建筑管理局和汽車运输与公路部全苏道路科学研究所的代表所組成的委员会的討論和通过。

此書是由全苏施工組織与机械化科学研究所建筑施工机械化实驗室的科学工作人員写成的，第一章——佐托夫(В. П. Зотов)、卡扎里諾夫(В. М. Казаринов)和波里雅柯夫(В. И. Поляков)(負責人)，第二、四、五章——佐托夫和波里雅柯夫，第三章——阿勃洛金(М. А. Аблогин)、佐托夫、波里雅柯夫和斯莫尔斯卡婭(А. З. Смольская)。

工程师阿列克謝也娃(Р. П. Алексеева)参加了拟定СБК-1塔式起重机建造磚砌房屋使用生产率的計算例題。

# 目 录

|         |   |
|---------|---|
| 序 ..... | v |
|---------|---|

|                     |   |
|---------------------|---|
| 第一章 起重机生产率的确定 ..... | 1 |
|---------------------|---|

|                                           |    |
|-------------------------------------------|----|
| 1. 生产率的种类 .....                           | 1  |
| 2. 确定起重机每个工作循环的延續時間 .....                 | 4  |
| 3. 确定起重机每个工作循环的机械時間 .....                 | 4  |
| 4. 确定起重机用在完成手工作業的工作循环時間 .....             | 12 |
| 5. 确定起重机起重量的利用系数 .....                    | 13 |
| 6. 确定起重机的時間利用系数 .....                     | 14 |
| 7. 用在裝卸工作上的桅杆式起重机的使用生产率 .....             | 15 |
| 8. CBK-1M 塔式起重机在提升建筑載荷时每班使用生产率計算实例 .....  | 19 |
| 9. 在建造装配式楼板的磚石房屋时塔式起重机的使用生产率 .....        | 21 |
| 10. 在建造磚石房屋时 CBK-1 塔式起重机的使用生产率的計算实例 ..... | 24 |
| 11. 在建造大型板的装配式房屋时塔式起重机的使用生产率 .....        | 30 |

|                     |    |
|---------------------|----|
| 第二章 起重机的生产率指标 ..... | 32 |
|---------------------|----|

|                                      |    |
|--------------------------------------|----|
| 1. 絳纜式桅杆起重机的生产率 .....                | 32 |
| 2. 剛性支撐式桅杆起重机的生产率 .....              | 33 |
| 3. 杆式起重机的生产率 .....                   | 34 |
| 4. 爬行式塔式起重机的生产率 .....                | 34 |
| 5. 纜式起重机的生产率 .....                   | 37 |
| 6. 鉄路式起重机一班的生产率(立方公尺) .....          | 37 |
| 7. 汽車式起重机、輪胎式起重机和履帶式挖土 起重机的生产率 ..... | 38 |
| 8. 地上塔式起重机的生产率 .....                 | 39 |
| 9. 門架式起重机的生产率 .....                  | 42 |

|                          |    |
|--------------------------|----|
| 第三章 建筑用塔式起重机生产率的提高 ..... | 42 |
|--------------------------|----|

|                                        |    |
|----------------------------------------|----|
| 附录 I 每个循环机械時間的变化圖表 .....               | 54 |
| 附录 II 确定起重机生产率用的原始資料 .....             | 62 |
| 附录 III 在計算生产率和編制施工組織設計时所需的起重机的参数 ..... | 71 |

# 第一章 起重機生產率的確定

## 1. 生產率的種類

在單位時間內，起重機所能吊起、轉運、或安裝的載荷（建築材料和建築結構）數量，就是起重機的生產率。

起重機的生產率，決定於一系列不變的和可變的因素。

不變因素是起重機的結構特性——工作尺寸、速度、起重量、改變起重杆外伸長度的方法等等。

可變因素是：а)重物的形狀（散狀的、成捆的、長形的、大塊的）；б)服務於起重機的起重工和裝卸工的技术熟練程度；в)起重機的工作條件（所完成作業的性質——升運、裝卸、安裝、所建造建築物的型式、工作前綫、施工對象倉庫的組織）；г)建築工程的組織（起重機的工作與鄰近機械工作的配合、所完成作業的順序性、作業的內容）。

在具体的工作條件中，這些因素的組合就決定了起重機的工作狀況，也就是決定了起重機在功率和時間方面的利用程度。起重機在功率方面的工作狀況，決定於結構參數（速度和起重量）的充分利用程度。起重機在一班內時間方面的工作狀況，決定於起重機完成主要和輔助作業的時間和工作間斷時間的比例，也同樣決定於每天工作班的延續時間。

起重機工作時的間斷，按其引起間斷原因的性質，可分為工藝上的間斷和組織上的間斷。

工藝上間斷的延續時間，決定於建築工程的施工技术和起重機的結構特性。屬於工藝上間斷的是更換攪物裝置、用更換起重

杆的方法改变其外伸長度、把桅杆式起重机設置在外伸的支座上和把其由一个工作地点移至另一个工作地点等等。

在起重机的使用过程中与看管起重机有关的組織上的間断是指：要求起重机停止工作的临时維修、供应起重机燃料和水、在工作班开始和終了时的移交和接收、工人休息时的間断等等。除此之外，在起重机使用时，由于不均匀的供給材料、沒有足够的工作前綫、和缺少电能等等，亦会产生工作偶然間断的情况。当正确的組織施工时，这些組織上的間断是不应该有的。因此在用計算的方法确定起重机的使用生产率时，这些因素都不考虑在內。

根据所考虑的那些影响起重机生产率的因素，可把生产率分为兩类：技术生产率和使用生产率。

### 技术生产率

在具体的工作条件下，掌握了使用起重机的先进方法，正确的組織施工，在工作中只有技术上間断的情况下，充分地利用起重机后所得到的生产率，称为起重机的技术生产率。

技术生产率系起重机在功率和時間方面假定获得最大可能利用时工作一小时的生产率。

根据先进的起重工、裝卸工和安裝工对施工技术的熟練程度和起重机的結構以及輔助設備和裝置的改善，技术生产率應該不断的提高。

起重机的技术生产率可以根据現有的公式，通过計算而求得。計算生产率所用的原始資料是起重机的技术性能(參閱附录 III 的表 14-22)和一些計及生产条件影响的系数，而生产率就是按照这些資料来計算的。

工作一小时的技术生产率可按下式求得：

$$\Pi_m = Gk_2k_{c_1}n \text{ 吨/小时} \quad (1)$$

式中:  $G$ ——在起重杆一定的外伸長度下,起重機的起重重量(噸);  
 $k_z$ ——當起吊一個一定的載荷時,起重機的起重重量(按載荷的有效重量計算)利用係數。當起吊不同種類的載荷時,應採用一小時工作中的平均值  $k_z$ ;  
 $k_{s_1}$ ——考慮了起重機工作中的工藝上的間斷後,起重機每班的平均時間利用係數;  
 $n$ ——一小時工作中的循環次數;  
 $n = \frac{60}{T_u}$ , 式中  $T_u$ ——每一循環的延續時間(分)。

### 使用生產率

使用生產率與技術生產率不同的地方是在正常的施工組織情況下,於具體的工作條件中,考慮起重機在一班內時間的利用情況。

根據上面所說的,在決定一班內起重機工作的有效時間(或者是相應的時間利用係數)時,只考慮由於組織上的原因而引起的間斷。

每班的使用生產率,在一般的情況下可按下列式求得:

$$\Pi_s = 8 \Pi_m k_{s_1} = \frac{480}{T_u} G k_z k_{s_1} k_{s_2} \text{ 噸/班。} \quad (2)$$

式中:  $k_{s_2}$ ——考慮了起重機工作中組織上的間斷後,起重機每班的時間利用係數。

按下列的順序用計算的方法來決定使用生產率:

- 1) 根據所採用的施工條件,確定起重機工作每個循環的延續時間和起重機的起重重量利用係數  $k_z$ , 時間利用係數  $k_{s_1}$ ;
- 2) 確定起重機的技術生產率;
- 3) 確定起重機每班的時間利用係數  $k_{s_2}$ ;
- 4) 確定使用生產率。

建筑安装起重机(地上的和爬行式塔式起重机)的生产率, 决定于可变因素的数目比进行装卸工作的桅杆式起重机的生产率来得更多一些。除此以外, 建筑安装起重机工作动作的数量(特别是在垂直方向升降吊钩)大大的超过桅杆式起重机工作动作的相应数量。安装起重机的工作条件, 其中特别是工作动作的同时进行, 在脚手架和结构物上多次提升吊钩, 为施工对象仓库服务, 与桅杆式装卸起重机的工作条件相比是更加复杂, 而且具有一定的特点。因此, 在这一章内只说明建筑安装起重机生产率确定的方法, 而桅杆式装卸起重机的生产率则在第一章第七节中讨论。

## 2. 确定起重机每个工作循环延续时间

起重机每个工作循环的延续时间是由机械时间  $T_{\text{маш}}$  和手工操作的时间  $T_p$  相加而成的:

$$T_u = T_{\text{маш}} + T_p.$$

手工操作的时间  $T_p$  包括挂上载荷的时间  $T_{np}$ , 载荷安置 (安装) 的时间  $T_{ycm}$  和卸下吊具 (载荷) 的时间  $T_{omc}$ 。

机械时间  $T_{\text{маш}}$  包括垂直和水平移动吊钩的时间。

## 3. 确定起重机每个工作循环的机械时间

起重机每个工作循环的机械时间决定于: 由挂上载荷到安置载荷于工作地点和卸下载荷以后装卸工接到空吊钩时吊钩所经过的路线长度; 起重机工作的速度和在该条件下起重机几个工作动作同时进行的可能性和司机同时进行这几个动作的能力。

吊钩的路线由垂直移动的长度和水平移动的长度所组成。吊钩垂直移动路线的长度, 首先决定于脚手架工作水平面位置由地

面算起的高度。而水平移动的长度决定于：起重杆迴轉的角度；起重机沿着軌道移动的距离；起重小車在起重杆上移动的大小（起重杆上升或下降时載荷的水平移动）。

当信号工或裝卸工發出信号的时间是載荷上升的开始；当上面的工作小組的裝卸工接受了載荷或構件和开始把它們导向要安裝的位置时，上升即終止。吊鈎的下降开始于攬一物裝置或吊鈎脱离重物后和延續到下面的裝卸工接受吊索和吊鈎时为止。

### 确定吊鈎垂直移动的时间

吊鈎在垂直方向的路綫不但决定于脚手架工作水平面的高度，而且也决定于系索方法，載荷的輪廓尺寸和載荷或空吊鈎升高到脚手架或結構以上的高度。

載荷在脚手架上空移动的过程中，应当經常高出脚手架工作水平面 2—3 公尺，这样保証了載荷在工人和建筑構件（窗框、升降机、垃圾排泄管等）伸出部分的上空安全地移动。当砌筑第三層牆时，載荷高出脚手架的高度可以采用 2 公尺。当材料儲备在和司机室同一水平的脚手架或工作地点时，吊鈎高出結構（脚手架）的高度，可以采用 1.5 公尺。当載荷多層吊挂时，吊鈎在卸下最后一个重物后所处的位置比安置第一个載荷时低  $B$  公尺（圖 1）。当帶有吊索的吊鈎空載行进时，应当高出脚手架  $B+2—3$  公尺。当依次吊挂重物时，因为上層載荷最先挂上，所以吊鈎位置应低于全部載荷起吊点  $B$  公尺。实际上， $B$  的平均数值可以采用 2—2.5 公尺。当安置載荷于工作位置时，載荷在脚手架上空的上升、轉移和下降的时间不包括在每个循环的机械工作時間之內。当多層吊挂或安裝構件时，上述时间通常計算在“安裝”作業中。

这样，对用于居住建筑物的起重机來說，在提升載荷时，吊鈎在垂直方向路綫的长度用下式表示：

$$L=2(H+2h+B), \quad (3)$$

式中:  $H$ ——脚手架的标高(公尺);

$h$ ——2—3 公尺——提升载荷高出脚手架的高度;

$B$ ——吊挂的上層载荷和下層载荷之間的距离(公尺)。

所吊挂载荷总的高度(圖 1)

$$A=L_c+h_z;$$

式中:  $L_c$ ——吊索的長度;

$h_z$ ——载荷的高度。

对柱子  $A=L_c+h_z-h,$

式中:  $h$ ——柱头的高度。

假如在單層工業建築物中,利用外脚手砌牆时,吊鉤在垂直方向路綫的長度可按下式决定:

当提升一个磚籠时;

$$L_1=2(H+h'_1+B+h) \quad (4)$$

当提升两个或更多的磚籠时;

$$L_2=2(H+B)+2(h'_1+h)(n+1) \quad (5)$$

式中:  $n$ ——在一个循环中,提升的磚籠数量;

$h$ ——1 公尺;

$h'_1$ ——3.5 公尺(全苏施工組織与机械化科学研究所,高洛符企諾夫——Головчинов——脚手架), 2 公尺(柯茲洛夫——Козлов——脚手架)。

在这种情况下,操作的特点是在脚手架上卸下每一个磚籠之后,其余的磚籠必須提升得比脚手架柱头高  $h'_1$  公尺后,再重新放在脚手架上。

在垂直位置安裝長大的構件(柱、垃圾管、框架)和將其向下移动到低于工作水平面  $h_2$  公尺时,吊鉤在垂直方向的路綫長度可用下式表示:

$$L_3 = 2(H + 2h + h_1 + h_2), \quad (6)$$

式中:  $H$ ——工作水平面的标高;

$h_1$ ——装配式构件的高度;

$h_2$ ——下降构件时,构件低于工作水平面的距离。

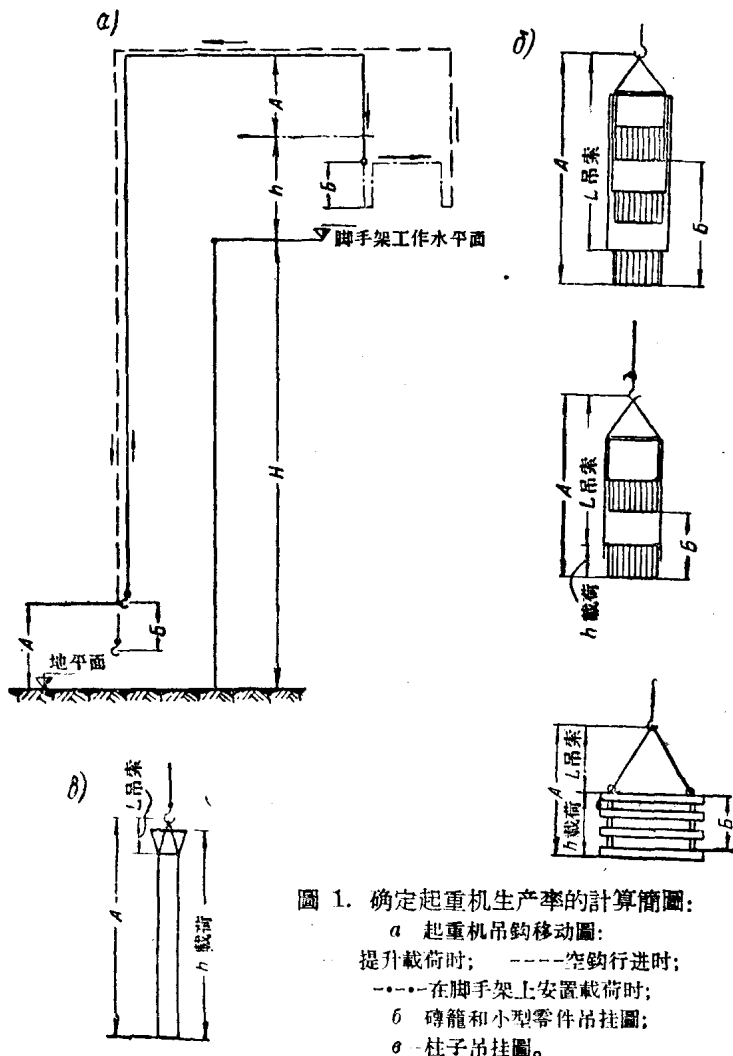


圖 1. 确定起重机生产率的計算簡圖:

a 起重机吊钩移动圖:

提升载荷时; ----空钩行进时;

-·-·-在脚手架上安置载荷时;

b 磚籠和小型零件吊挂圖;

c 柱子吊挂圖。

在一个循环内,吊钩垂直移动的时间可由下式来确定:

当吊钩的上升或下降具有同一速度的起重机:

$$T_I^I = \frac{L}{v} = \frac{2(H+2h+B)}{v} \quad (7)$$

或 
$$T_{II}^I = \frac{L_3}{v} = \frac{2(H+2h+h_1+h_2)}{v} \text{ 分}; \quad (8)$$

当吊钩的上升或下降具有不同速度的起重机:

$$T_{III}^I = \frac{(H+2h)}{v_1} + \frac{(H+2h+2B)}{v_2} \quad (9)$$

或 
$$T_{IV}^I = \frac{(H+2h+h_1+h_2)}{v_1} + \frac{(H+2h+h_1+h_2)}{v_2}, \quad (10)$$

式中:  $v_1$ ——载荷上升的速度(公尺/分);

$v_2$ ——空钩下降(上升)的速度(公尺/分)。

### 确定起重杆迴轉时间

从倉庫中吊升载荷到建筑物上去时,起重杆的迴轉角度决定于:起重机的类型(地上的或爬行式的<sup>①</sup>),起重杆的構造(具有起重小車的起重杆;在工作时能改变外伸长度的起重杆;須经过安裝作業才能改变其外伸长度的起重杆),建筑物的外形和起重机安置地点,在施工对象倉庫中载荷的布置等等。

两类起重机起重杆迴轉角度的平均值列在附录 II 的表 1 中。表 1 中迴轉角度适合于可以迴轉 360° 的起重机。在牆高妨碍起重杆作整周的迴轉时,則迴轉角应减小,此时可采用附录 II 表 2 所列数值。

具有起重小車的起重机,在起重杆上升和小車固定时,起重杆迴轉的角度应当采取同在不工作时改变起重杆外伸长度的起重机一样。

① 此处譯者認為只指爬行塔式起重机而言——譯者注。

假使起重机的工作条件和一般情况不同时（拥挤的地位、在此情况下迴轉角度受到限制、載荷只能由固定地点送至某一点等等），起重机起重杆迴轉角度的平均值必須視每个具体情况而加以确定。

起重杆迴轉的时间按下式确定：

$$T_2 = \frac{2\alpha}{360n} \text{ 分}, \quad (11)$$

式中： $\alpha$ ——起重杆在單向的迴轉角(度)；

$n$ ——在一分鐘內起重杆的迴轉次数。

确定起重机和起重小車(用起重杆的上升或下降来移动載荷)移动的时间

起重机移动的距离决定于：起重机所工作地段的大小，倉庫中材料的布置，操作的性質(提升——运输、卸下)，起重机的構造(具有固定外伸長度的起重杆的，具有起重小車的)。

对于具有固定外伸長度或無載时可改变起重杆外伸長度的塔式起重机，每一个循环的平均移动距离可以 15 公尺計算，对于工作时可改变起重杆外伸長度的起重机，可以 2—3 公尺計算。

起重小車移动的距离决定于起重杆的長度，在 6—12 公尺之間，可參閱附录 II 表 1。

起重机和小車(用起重杆的上升或下降来移动載荷)移动的时间：

$$T_3 = \frac{s}{v_3} \text{ 分}; \quad T_4 = \frac{s_1}{v_4} \text{ 分}, \quad (12)$$

式中： $s$  和  $s_1$ ——起重机和小車移动的距离(公尺)；

$v_3$  和  $v_4$ ——起重机和小車动作的速度(公尺/分)。

### 确定起重机每个工作循环的机械时间

当动作不同时进行时, 起重机每个工作循环的机械时间是由吊钩在垂直方向移动的时间, 起重杆迴转的时间和起重机的起重小车(用起重杆的上升和下降来移动载荷)移动的时间所组成。对無載时可改变起重杆外伸长度的地上起重机来说, 在吊升建筑载荷时:

$$T_{\text{max}} = \frac{(H+2h)}{v_1} + \frac{(H+2h+2B)}{v_2} + \frac{2\alpha}{360n} + \frac{s}{v_3} \text{ 分。} \quad (13)$$

同样, 在垂直位置安装長尺寸構件时:

$$T_{\text{max}} = \frac{(H+2h+h_1+h_2)}{v_1} + \frac{(H+2h+h_1+h_2)}{v_2} + \frac{2\alpha}{360n} + \frac{s}{v_3} \text{ 分。} \quad (14)$$

同样, 对在工作时的改变起重杆外伸长度的起重机:

$$T_{\text{max}} = \frac{(H+2h)}{v_1} + \frac{(H+2h+2B)}{v_2} + \frac{2\alpha}{360n} + \frac{s}{v_3} + \frac{s_1}{v_4} \text{ 分。} \quad (15)$$

$$T_{\text{max}} = \frac{(H+2h+h_1+h_2)}{v_1} + \frac{(H+2h+h_1+h_2)}{v_2} + \frac{2\alpha}{360n} + \frac{s}{v_3} + \frac{s_1}{v_4} \text{ 分。} \quad (16)$$

对爬行起重机:

$$T_{\text{max}} = \frac{(H+2h)}{v_1} + \frac{(H+2h+2B)}{v_2} + \frac{2\alpha}{360n} + \frac{s_1}{v_4} \text{ 分。} \quad (17)$$

$$T_{\text{max}} = \frac{(H+2h+h_1+h_2)}{v_1} + \frac{(H+2h+h_1+h_2)}{v_2} + \frac{2\alpha}{360n} + \frac{s_1}{v_4} \text{ 分。} \quad (18)$$

为了确定每个循环总的机械工作时间, 必須在每个循环的机械时间中附加由于操縱起重机时在各个动作間的間断时间。这种

間断時間，对有三个和四个动作的起重机可以約略地以 12 秒計算，由此可知，在每一个动作中附加的消耗時間平均为 4 秒。

### 确定起重机工作循环的机械時間

(考虑到几个动作同时进行)

在通常的情况下，起重机的工作可以同时进行任何两种工序。在提升載荷至頗大的高度时，与提升吊鈎的同时可以进行下列任一种动作：迴轉起重杆，移动起重机和移动起重小車(用起重杆的提高和下放来使載荷移动)对地上的塔式起重机來說，可以同时进行三种工作动作。工序完全同时进行，而动作不間断的可能性受一系列条件所限制，而且依据起重机的型式、建筑物的外形、起重机工作的速度和吊鈎在垂直和水平移动的路綫等等而变化。起重杆的迴轉与提升載荷或落下空鈎完全同时进行，仅在建造第一第二樓層时才有可能；在以后各層上工作时，是不可能完全同时进行上述动作的。因为在起重杆迴轉到  $60^{\circ}$ — $90^{\circ}$  角度的時間內，載荷不会提高过于牆緣。

对爬行式起重机來說，动作同时进行的可能性比地上的起重机要少，因为如果載荷是在房屋外部，并低于牆緣时，这种起重机起重杆迴轉的角度就受到限制，而且随着起重小車靠近起重杆底部而减小。

动作的同时进行仅在起重工能看到載荷的条件下才有可能。按照信号进行工作时，动作的同时进行甚受限制或者根本不可能。地上的和爬行式的塔式起重机工作循环的机械時間由于动作同时进行而减少的数值，可以采用平均值。这种数值列于附录 II 表 3 中。

爬行式起重机在提升裝配式構件(柱、橫梁、板)相当高度而且接近于所安裝的結構时，实际的机械時間由于需要使構件的移动延緩，因而要比計算的为大。因此計算的机械時間应加上修正系