

6

工作研究

工作研究，係以研究工作方法為中心，實為現代以科學方法，提高生產效率之最重要途徑。其名稱不一，在美國多稱為「動作時間研究」(Motion and Time Study)「工作簡化」(Work Simplification)「方法工程」(Methods Engineering)，在歐洲多採用「工作研究」(Work Study)一詞，事實上，以上所述，均為同類語。

工作研究，初分為動作研究(Motion Study)與時間研究(Time Study)兩項，其後始合併為今名。時間研究為科學管理鼻祖泰勒(Taylor)所發軔，動作研究則為吉爾伯斯氏(Gilbreth)所首創。

6-1 工 作 標 準

工作研究的主要目的在尋求最經濟有效的工作方法，使操作方法標準化，並建立工作時間標準，亦即是訂定工作標準。因此，所謂工作標準應涵蓋操作方法標準化及工作時間標準二者在內。

動作研究或稱方法研究，乃是有系統的記錄、分析及嚴格考查現有及擬議之工作方法，與更容易及更有效的方法之發展與應用，其目的在使操作方法標準化。

建立工作時間標準，包括確立單位零件或成品之標準工作時間，以及確立操作人或機器之一日工作量。時間研究或工作衡量的目的即在於訂立工作時間標準。

工作標準除上述操作方法標準化及工作時間標準之外，還應考慮材料標準化、設備標準化以及工作環境標準化等，由此可見訂定工作標準並不是一件容易的事。現在一般工廠有所謂標準作業程序（SOP），便是作業時作為依據的工作標準。但「標準」一詞，很難下定義，如果材料改良了，機器設備進步了，工作方法變了，現在的標準作業程序便不是工作標準了，所以SOP實在是現行作業程序（Standing Operation Procedure）。

誠如上面所述，工作標準的建立，要藉動作研究來決定操作方法的標準化，藉時間研究來決定其標準時間。當年泰、吉二氏最初在此方面研究之實際情形，可以作為參考。

1898年泰氏入伯斯列恒（Bethlehem）鋼鐵廠工作時，曾發現該廠有工人四百至六百名，從事以鐵鏟運鐵砂及煤屑等工作，但優良熟練之鏟工，均用自備之鐵鏟，而不願用工廠給予之鐵鏟。泰氏既認為此現象有加以研究之必要，乃知鏟工鏟煤屑時，每鏟重 $3\frac{1}{2}$ 磅，鏟鐵砂時，則每鏟重38磅。因此，泰氏感覺每鏟究竟應若干為最佳，實有研究之必要。於是指派計時員二人，用馬錶記錄二鏟工用各種大小不同及重量不同的鐵鏟，在同一時間內，所鏟運鐵砂及煤屑之重量。最後，得一結論，即每次鏟 $21\frac{1}{2}$ 磅之原料時，則可得最大之工作效率。於是，將工人所用鐵鏟加以改良，使鏟鐵砂時每鏟合為 $21\frac{1}{2}$ 磅，如鏟煤屑時，則另加一附件，使每鏟亦適為 $21\frac{1}{2}$ 磅，並指導工人如何使用鐵鏟之適當方法。同時，採用獎金制，以激勵工人工作情緒，使原用四百至六百人之工作，減至一百四十人即可作同樣工作，使鏟運原料成本，由每噸7~8分減至3~4分美金。該廠因此項工作之改良，每年節省達78,000美金，而工人工資反為增加，工作亦較前舒適省力。

1885年吉氏受僱於一建築公司。有一砌磚工作，吉氏對此工作頗感興趣，遂加以分析檢討，從前，磚塊隨便堆於枱架上，磚匠用磚時，先彎腰自架上取磚並在手上旋轉，尋找其最好一面，放置於牆之表面，待磚砌入後，又須用錘敲擊數下，使之到位。其後，吉氏着手改良此項手續時，僱用工資較廉之工人，當磚塊由貨車卸下時，先予以整理檢驗，並放入三呎長之木框中，每框盛磚九十塊，其

最好一面及一端，在指定方面排列，再將木框掛上台架，與灰泥作適當之位置，而使磚匠易於取磚，並可同時用其他一手取灰泥，各不妨礙。前此磚匠用手俯身取地面之磚塊時，其他一手無事可做，不合乎動作經濟原理。

其次，吉氏將灰泥保持適度的濃度，使磚匠可用手推置磚塊到位，而免除用錘敲擊之動作。砌磚工作經過改良後，每日每人之工作量為之大增，每砌一磚之動作，過去原為18次後減至4½次，磚匠如事先施以新法訓練，每磚匠之平均工作量，可由每小時砌磚120塊，增至每小時砌磚350塊。

6-2 動作研究

I. 概述

吉爾伯斯夫婦倡導研究人體動作，將人體動作細分為基本動作，謂之動素(Therblig)，並訂定動作經濟原理，於是操作人在工作站做工時之各項動作中，何者為無效運動，應予以刪除或減少，何者為有效運動，應予以改善或加強，始易於着手分析，以謀求工作簡化而改善操作方法。

據英國一般習慣，「方法研究」一詞，因應用日廣，有取代「動作研究」一詞之勢，不過動作研究原倡導人吉爾伯斯氏之本意，其所包括之範圍，與方法研究初無二致。美國機械工程師學會所出版之工業工程術語(Industrial Engineering Terminology)一書，對「方法研究」及「動作研究」則分別各予以定義，後者限於工作位置及眼之動作。大多數美國教科書所用之「動作研究」與「方法研究」有同樣之意義。

動作研究之目的為：

- i) 操作及程序之改進。
- ii) 工廠、工場及工作位置佈置之改進及設備設計之改進。
- iii) 人的動作之經濟及不必要疲勞之減少。
- iv) 材料、機器及人力應用之改進。
- v) 較佳工作環境之發展。

動作研究之技術，為數頗多，其解決大小問題之範圍，自全廠之佈置以至工人在反復工作上最細微之動作，均可應用。

II. 動作研究之實施步驟

- i) 選擇一具有經濟利益而能加以研究之工作。

- ii) 紀錄—以直接觀察方法，紀錄現有方法之全部有關事實。
- iii) 考查—應用最適當之技術，嚴格而有次序的考查已紀錄之事實。
- iv) 發展—研究所有現行情況以後，發展最實用且經濟而有效之方法。
- v) 建立—建立該方法，作為標準方法。
- vi) 保持—以正規而經常之檢查，保持該標準方法。

動作研究其內容可分為三項來加以說明，亦即A. 程序分析 B. 動作分析 C. 動作經濟原理。

II. 程序分析 (Process Analysis)

意義：係就一項整個製造程序之大處着眼，而予以分析之技術，亦即以程序圖為分析之工具。

程序圖：為一種圖示方法，表示工作研究或程序中所發生各項事實之次序，並依事實之性質，以符號加以分類。此圖為供了解程序以達改進目的之用。

使用符號說明：

○：操作 (Operation)

為程序中主要之動作。凡物體被改變任何物理的或化學的性質，或裝上另一物體或從另一物體拆下，或為另一操作，運輸，檢驗及儲存而作安排或準備，均謂之操作。接收與付給資料以及計劃或計算等情形發生時，亦稱操作。

□：檢驗 (Inspection)

為程序中主要之動作。為鑑定物體而加以考驗，或查驗其數量及任何品質，謂之檢驗。

⇒：運送 (Transport)

物體由一處運至另一處，謂之運送。但此種運送，若為操作之一部分，或當操作或檢驗時為操作人員在工作站所發生者應除外。

D：等待 (亦稱暫存) (Delay or Temporary Storage)

物件因情況 (有意改變物體之物理的或化學的性質之情況不在此例) 不容許或不立即需要次步動作之實施時，則發生等待。

∇：儲存 (Storage)

物件被保持並不使有不合法之移動時，則發生儲存。「儲存」與「暫

存」之區別爲：儲存之解除，一般需要正式授權之申請，而暫存之解除，則無此必要。

☐：連合動作 (Combined Activities)

如需要表示各項動作在同一時間實施，或爲同一操作人員在同一工作站實施時，可將表示各該動作之符號加以連合，如正方形內畫一圓，即代表操作與檢驗之連合。

i) 操作程序圖 (Operation Process Chart)

製造種類： 電話枱
機件號：28344321 藍圖號：SK28344121
製造者：D.W.N. 日期：4-22-1979

60架(4件)藍圖號2834421-3 木材(4件)圖號2834421-2 枱面藍圖號3834421-1

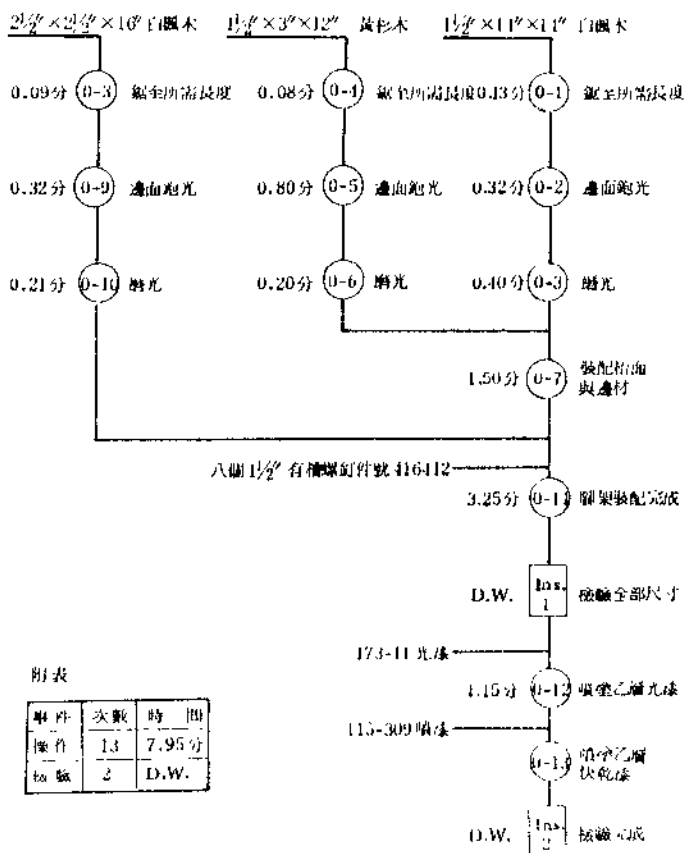


圖 6-1 操作程序圖

[illegible]

图 6-2 流程程序

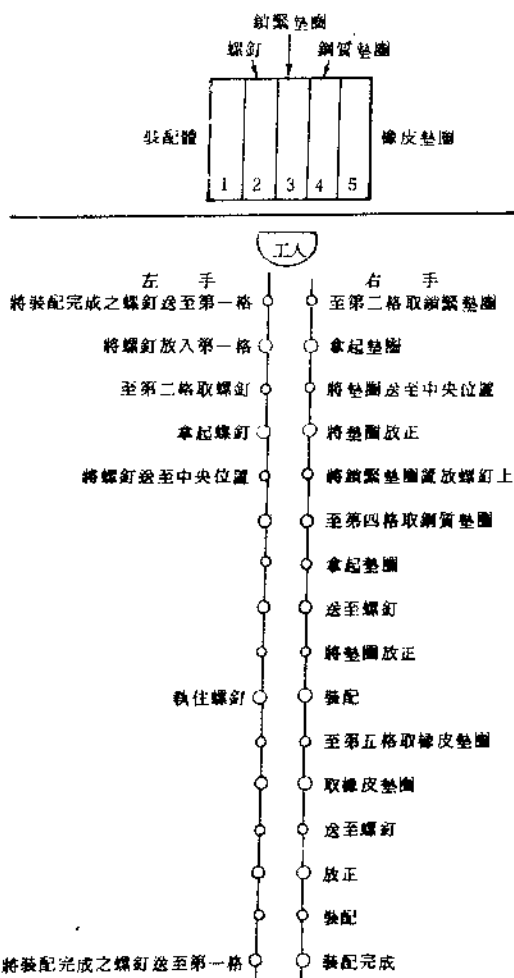
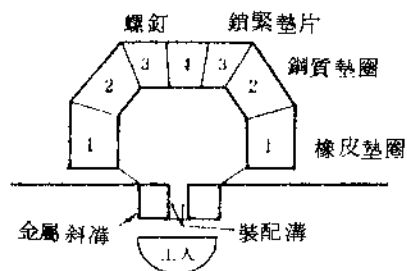


圖 6-3 操作人程序圖



- | 左手 | 右手 |
|-------|------------|
| | 至第一格取墊圈 |
| | 自第一格取到橡皮墊圈 |
| | 將橡皮墊圈放入裝配溝 |
| 同右手動作 | 放正 |
| | 至第二格取鋼質墊圈 |
| | 自第二格取得鋼質墊圈 |
| | 將鋼質墊圈放入裝配溝 |
| | 放正 |
| | 至第三格取鎖緊墊圈 |
| | 自第三格取到鎖緊墊圈 |
| | 將鎖緊墊圈放入裝配溝 |
| | 放正 |
| | 至第四格取螺釘 |
| | 自第四格取到螺釘 |
| | 送至墊圈放置處 |
| | 插入墊圈中 |
| | 裝配 |
| | 將裝配完成之物取出移 |
| | 至左邊之斜溝後放下 |

圖 6-4 改良後之操作人程序圖

操作程序圖爲一種圖表方法，表示程序中所有操作及檢驗之順序。其中材料、機件或次裝配件進入主裝配件之進入點，以及各操作所需之時間，均予以指明，但不包括材料輸送之情形。如〔圖 6-1〕。

ii) 流程程序圖 (Flow Process Chart)

流程程序圖爲一種圖表，用適當的符號紀錄全部事項，以列出製品或製品之某部分在工廠中或其某部門中之工作程序。其中包括有分析所需之資料，如各種事項所需之時間及移動距離，其所著重者爲有關工作物之處理，檢驗及輸送。

設有某項零件的材料儲存在工廠的材料倉庫，領出時由搬運工搬運到距離 80 m 的成型工場。在成型工場經切斷及成型後搬運到距離 30m 的鉗孔工場鉗孔。然後搬運到距離 10 m 的零件保管處暫時存放，在此存放時間平均爲 25 分鐘，經過檢驗後，將零件搬運到距離 20 m 的電鍍工場作表面處理。由此完成全部的加工程序，而送到距離 60 m 的成品倉庫保管，如〔圖 6-2〕所示。

iii) 操作人程序圖

操作人程序圖爲紀錄工作程序中一個或多個操作人動作之圖。

其將操作人在工作站上實際工作時，左、右手之動作，依其發生之先後順序予以紀錄，圖解，故又稱爲左右手程序圖，此圖適用於分析高度重複性之手操作。

實例說明：①裝配墊圈於螺絲釘上之現行方法，如〔圖 6-3〕所示。

②裝配墊圈於螺絲釘上之改善方法，如〔圖 6-4〕所示。

Ⅲ. 動作分析

意義：乃在縝密分析工作中的各細微身體動作，刪除其無效之動作，促進其有效之動作。

目的：①簡化操作方法，發現人員在動作方面之無效或浪費，減少工人疲勞，進而訂定標準操作方法。

②發現閒餘時間，刪除不必要之動作，進而預定動作時間標準。

i) 動作分析的方法

動作分析，係由 Gilbreth 夫婦所首創，最初爲手動作之研究，而導致「動作經濟原理」之發明；緊接着又合創動作影片，爲「細微動作

研究」之骨幹。

動作分析，因精確程度之不同，有下列三種方法：

A. 目視動作分析

即以目視觀測方法，而尋求改進，例如細分觀測操作單元，使用操作人程序圖，及動作經濟原理，以爲分析改善之工具。

B. 動素分析

細分動作之構成要素，得 17 種動素，將工作中所用之各種動素逐項分析，謀求改進。例如一般用在較具重複性且週程較短之手操作之研究中。

C. 影片分析

以攝影機對各操作拍攝成影片，由影片之放映而加以分析。由於影片分析之成本太高，此方法往往限於產品壽命長，週程極短，且具有高度重複性的手操作之研究。

ii) 動素 (Therblig)

從操作者手動作之研究，吉爾伯斯夫婦發現所有操作，係由一連貫的基本動作所組成，經研究結果，綜計人體動作之基本要素可細分爲 17 種動素 (Therblig 係英文字 Gilbreth 字之倒裝字)，動素名稱表如〔圖 6-5〕所示。

iii) 細微動作研究 (Micro-Motion Study)

在某種型式之操作中，特別如週期甚短，反復次數甚多者（如糖果裝箱，或食物罐頭裝入紙盒），實應深入研究，以決定何處可以節省動作與精力，並發展可能最佳之動作型式，藉使操作人可以最少之精力反復從事其操作。爲達此一目的所用之技術，爲動作研究中之部份，特稱之爲細微動作研究。

細微動作研究，係由吉爾伯斯夫婦所創始，並於 1912 年發表。其研究內容係以攝影機對於研究之工作，拍攝影片，再利用放映機加以放映。放映機放映時之速度，可快可慢，亦可倒轉，以便詳細觀察。因之，待研析工作之操作情形，自較目測爲詳盡而正確，如〔圖 6-6〕所示。

Gilbreth			A. S. M. E.		
操	作	簡 碼	操	作	簡 碼
運空 (Transport empty)		T.E.	體力的基本單元		
運實 (Transport loaded)		T.L.	伸手 (Reach)		R
握取 (Grasp)		G	移物 (Move)		M
持住 (Hold)		H	改向 (Change direction)		CD
放手 (Release load)		RL	握取 (Grasp)		G
預對 (Preposition)		PP	持住 (Hold)		H
裝配 (Assemble)		A	放手 (Release load)		RL
拆卸 (Disassemble)		DA	預對 (Preposition)		PP
對準 (Position)		P	拆卸 (Disassemble)		D
尋找 (Search)		Sh	半精神基本單元		
選擇 (Select)		St	對準 (Position)		P
計劃 (Plan)		Pn	尋找 (Search)		S
檢驗 (Inspect)		I	選擇 (Select)		SE
應用 (Use)		U	精神的基本單元		
故延 (Avoidable)		AD	計劃 (Plan)		PL
遲延 (Unavoidable delay)		UD	檢查 (Examine)		E
休息 (Rest for overcoming fatigue)		R	目的 (Objective) 基本單元		
			做 (Do)		DO
			延遲基本單元		
			故延 (Avoidable delay)		AD
			遲延 (Unavoidable delay)		UD
			平衡 (Balancing delay)		BD
			休息 (Rest for overcoming fatigue)		F

*凡此均為無效動作單元；此等單元發生時，應儘可能予以完全避免。

圖 6-5 動素

A. 目的：

- 協助尋求最有效之工作方法。
- 為協助訓練，使受此項訓練之人員，瞭解動作研究之真義，並使其精通「動作經濟原理」。

B. 實施步驟：

- 選擇適當之操作人員。

- (b) 拍攝待研究動作之影片。
- (c) 將攝製妥善之影片，予以詳細分析。
- (d) 運用動作經濟原理，研討改善工作方法。
- (e) 實施新方法，並拍攝訓練影片。

細微動作時間分析單							
零件名稱：螺絲及墊圈組件鐵箱				品別：AY16		零件號碼：B21	
操作：裝上墊圈於螺絲上						操作號碼：B32	
工廠名：M. Smith				日期：4-26-79		分析者：M.E.R. 本單共：14，第：11	
時小 計 指數	減時 得間	動符 素號	左手動作說明	時小 計 指數	減時 得間	動符 素號	右手動作說明
595	7	TL	携裝成品至鐵盒	595	26	TE	移手至組裝墊圈
602	2	RL	放下裝成品	621	6	St+G	選取墊圈
604	4	TE	移手至螺釘	627	7	TL	携墊圈至螺釘
608	2	St+G	選取螺釘	634	6	P	放好墊圈
610	17	TL	携螺釘至工作位置	640	12	A+RL	裝墊圈至螺釘上並放好
627	5	P	放好螺釘	652	8	TE	移手至組裝墊圈
632	104	H	持住螺釘	660	8	St+G	選取墊圈
736	7	TL	携裝成品至鐵盒	668	9	TL	携墊圈至螺釘
743	2	RL	放下裝成品	677	3	P	放好墊圈
715				680	10	A+RL	裝墊圈至螺釘上並放好
				690	6	TE	移手至組裝墊圈
				696	10	St+G	選取樣皮墊圈
				706	9	TL	携墊圈至螺釘
				715	3	P	放好墊圈
				720	16	A+RL	裝墊圈至螺釘上並放好
				736			

圖 6-6

V. 動作經濟原理 (Principles of Motion Economy)

動作經濟原理，亦為吉爾伯斯所創始，其目的在使操作人之動作，能在最經濟有效之條件下實施，以期增加工作效率。

吉氏列舉若干有關使操作人操作時應遵守之要則後，經後續學者之予以研究改進，增加刪除甚多，其內容分述如下：

i) 關於人體應用之動作經濟原理

- A. 雙手應同時開始並同時完成其動作。
- B. 雙臂應作同時，對稱及反向之運動。
- C. 除規定休息時間外，雙手不應同時空閒。
- D. 手之動作在可能範圍內應採用最低級之分類為妥：
 - (a) 手指之動作。
 - (b) 手指及手腕之動作。
 - (c) 手指、手腕及前臂之動作。
 - (d) 手指、手腕、前臂及後臂之動作。
 - (e) 手指、手腕、前臂及後臂肩膀之動作（整個身體隨之變更姿勢）。
- E. 物體之運動量應儘可能利用之，但需用肌力制止時，則應將其減至最小度。
- F. 連續之曲線運動，優於含有方向突變之直線運動。
- G. 彈道式之運動，較受限制或受控制之運動，輕快確實。
- H. 動作應儘可能使有輕鬆自然之節奏，因有節奏之工作可使動作流利與自發。

ii) 關於工作場所之動作經濟原理

- A. 工具及原料應置放於固定處所。
- B. 工具、原料及裝置應佈置於工作者之前面近處。
- C. 製成之「成品」或「成件」，應利用其本身重量自動落入盛器。
- D. 工具及原料應依照最佳之工作順序而排列。
- E. 工作場所應有適當之照明設備使視覺滿意舒適。
- F. 工作枱及坐椅之高度應使工作者坐立適宜。
- G. 工作坐椅，形式及高度，應使每一工人保持良好姿勢。

iii) 關於工具設備設計之動作經濟原理

- A. 儘量減少手之工作而以足或身體其他部分代替之。
- B. 兩件以上之工具應儘可能合併之。
- C. 工具及原料應儘可能預爲放置。
- D. 凡用手指操作之機械時，其各個手指之負荷，應按照其本能，予以分配。
- E. 工具手柄之形狀，應儘可能使與手之接觸面積增加。
- F. 機器上槓桿，十字桿及手輪之位置，應便於操作。

6-3 時 間 研 究

I. 概 述

時間研究爲一種工作衡量的技術，用以紀錄在特定狀況下，實施一特定工作之動作單元所需之時間及速度，並可用以分析資料，俾能獲得完成一特定工作至一既定標準時間。

目的：

- i) 用於尋求最佳工作方法，在此方面，包括動作研究與工作狀況之標準化。
- ii) 可作工資率及獎金制度之根據。藉時間研究決定標準工時，適用於工人獎金、紅利或計件給資方法上。

此外，時間研究釐定之標準，還可用作單價之計算及成本報告，估計完工之交貨時間，協助廠方工作計劃及工作安排等生產控制方面之若干工作。

時間研究之時間測定方法有二：

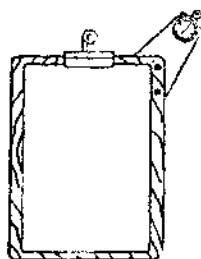
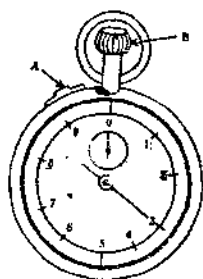
- i) 時間直接測定法。
- ii) 時間數據測定法。（即預定時間標準法）

II. 時間直接測定法

i) 時間研究所需之設備

馬錶測時爲時間研究之最基本方式，時間研究至少具備下列三種設備：

- A. 馬錶（Stop Watch）。
- B. 時間觀測板（Time Study Board）。
- C. 時間研究表格（Time Study form）。



A = 滑頭，供開停馬錶之用

B = 緊簧鈕，壓下此鈕，針即回至零

時 間 研 究 表

部別：					研究號碼：				
操作： 工場／機器： 工具及樣板：					張號：				
					開始時間：				
					停止時間： 經過時間：				
產品／另件：					操 作 人：				
圖號：					研 究 人：				
材料：					日 期：				
					審 核 人：				
注意：以另紙繪工作位置／裝置／另件圖附入									
單 元 說 明	R.	W. R.	O. T.	N. T.	單 元 說 明	R.	W. R.	O. T.	N. T.

註：R = 評比 (Rating) W. R. = 錶示數 (Watch Reading)

O. T. = 觀察時期 (Observed Time) N. T. = 正常時間 (Normal Time)

紀錄時間之設備，除馬錶外，還有精密之記時機和攝影放映器材。測時工作最主要者在於時間研究分析人員之能力及性格上，設備反成次要。作時間研究並非一定是很花費金錢人力的工作，除去極精密之操作或確切之需要外，攝影放映器材及記時機等，並非每一種時間研究所必需，往往最基本之馬錶測時，已能獲得良好適用之成績。

ii) 時間研究之實施

待測定之工作，擬定或申請之研究工作，一經受理以後，即應從事此項工作，實施時應採取步驟視待研究之操作項目之特性與種類而定。然一般言之，可包括下列九個重要程序：

A. 選擇操作人並予以接近

- (a) 選擇之操作人員應具有平均能力或較平均能力稍高之技術工人，較之具有優異技巧或低能者，可獲得更為滿意之結果。
- (b) 所選之操作人除應對研究操作項目之施工程序與方法充分了解外，尚須有樂於從事此項工作之興趣，並須有圓滿達成此項任務之企圖。
- (c) 時間分析人員應在領班陪同下，以友善態度儘量與其工人接近。
- (d) 觀測人員站立之位置，以在操作人後側數呎，以看清其操作為宜。

B. 蒐集及記載各項有關資料

蒐集記載之資料可劃分為若干類計：

- (a) 使研究項目能於需要時迅速查得資料，包括研究工作項目、案件號碼、記錄頁碼、觀測人員姓名、研究日期、審核者姓名等。
- (b) 使研究項目即施工之產品或零件，能予以辨別之資料，包括產品或零件之名稱，圖樣或規範號碼等。
- (c) 使研究項目之操作方法，使用機器與材料等可予以準確辨別之資料，包括此項操作之部門地點，操作或動作說明，使用之機器與工具及工作站佈置情況圖等。
- (d) 研究項目實施之開始與完成時間及操作人姓名等。

C. 分析操作程序與劃分操作單元

- (a) 將操作程序劃分為若干單元，以便於觀察與分析。
- (b) 劃分操作單元除注意時間長短外，尚應使單元有一定起點與終點。

- (c) 單元應力求統一。

D. 紀錄觀測時間

實施時間研究時，以馬錶測記每一單元之時間，計有三個主要方法：

- (a) 連續測時法 (continuous Timing)

此法係於某一動作開始時，按動馬錶，並連續紀錄直至全部動作完畢為止，然後再將所紀錄之時間——前後相減，即可求得每一動素所需之時間。

- (b) 彈回測時法 (Snap-back Timing) 或稱反覆測時法 (Repetitive Timing)

此法係每一動素開始時，按動馬錶，至動素完畢時停止馬錶，迅速紀錄其所經時間，然後再撥回錶針至零位，以測定另一動素時間，利用此法，二數無須相減，即可直接讀出動素所需時間，但此法易於發生誤差，是其缺點。

- (c) 兩錶連接紀錄法 (connected Two Watch Method)

此法係指將兩個馬錶輪流使用，而直接測定每一動素所需時間而言。使用時可設置一連桿將兩錶加以連接，第一錶開動時，即第二錶自動停止，第二錶開動時，第一錶亦自動停止，待將錶上時間紀錄後，即將其指針撥回零位，以便讀取「後續動素」之時間，又因讀取時間時，錶針係停止不動，故較易獲得正確之結果。

E. 確定觀測次數

- (a) N' 為欲求觀測值在 95 % 之信賴界限與 $\pm 5\%$ 精確度之條件下所採用之次數：

$$N' = \frac{40 \sqrt{N \Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}}{\Sigma X}$$

式中 N 為試行觀測次數， X 為每次觀測之單元操作時間， ΣX 為各觀測值之總和。

- (b) 如採用 95 % 信賴界限與 $\pm 10\%$ 精確度則

$$N' = \frac{20 \sqrt{N \Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}}{\Sigma X}$$