

建筑施工流水作業法

В. И. 斯卡綏列夫 著

田 遂 周祥源 譯

重工業出版社

建筑施工流水作業法

В. И. 斯卡綏列夫 著

田 遂 周祥源 譯

重工業出版社

本書闡明流水作業組織的基本設計原理，及其運用於建築施工中的必要前提；同時，說明工業房屋、住宅以及綫形建築工程等底流水作業的分析計算法和圖解計算法，並列舉了計算和規劃流水作業的例子，而且根據建築施工中運用流水作業法的經驗，作出了適當的結論。

本書可供建築工程技術人員、設計工作人員以及計劃工作人員參考。

В. И. Скосырев

ПОТОЧНЫЙ МЕТОД В СТРОИТЕЛЬСТВЕ
ГОС.ИЗД.ПО СТР. И АРХ. (Москва 1953)

* * *

建筑施工流水作業法

田 遂 周祥源 譯

重工業出版社（北京市灯市口甲45号）出版
北京市書刊出版業營業許可証出字第〇一五号

* * *

重工業出版社印刷廠印

一九五六年五月第一版

一九五六年五月北京第一次印刷（1—8,040）

850×1168 • 1/32 • 118,000 字 • 4 $\frac{20}{32}$ 印張 • 6 插頁 • 定價（10）0.95 元

書号 0438

* * *

發行者 新華書店

目 錄

序.....	4
第一章 流水作業的基本原理.....	7
第二章 同型工程流水作業底計算法（分析法）.....	23
第三章 同型工程流水作業底計算法（圖解法）.....	58
第四章 非同型工程的流水作業法.....	89
第五章 綫形作程的流水作業.....	123
第六章 結論.....	138

序

蘇共第十九次黨代表大會在蘇聯發展第五個五年計劃底有歷史意義的決議中，規定 1951~1955 年國家基本建設總額要比前一個五年計劃增大約 90 %。

為了保證國民經濟進一步的高漲，以及保證人民文化水平和物質福利的增長，在第五個五年計劃中規定基本建設底巨大規模是非常必要的。

在第五個五年計劃中對建築工業提出了新的重大的任務。

廣泛運用工業化施工方法將保證把建築工業提到新的、更高的階段。在第五個五年計劃中應完成主要建築工程的機械化，以及保證從個別工序的機械化過渡到整個施工的全面機械化。建築工業的生產基地以及工廠製造的裝配式結構和零件的產量均在極大的擴充。

在零件及結構的高度工業化生產的基礎上，施工機械化的不斷增長，施工中運用裝配方法的不斷發展，必然同時要求改善施工組織及施工操作技術。

第十九次黨代表大會關於 1951~1955 年蘇聯發展第五個五年計劃的指令中指出，為了完成第五個五年計劃的任務，必須降低建築工程的成本至少 20 %，縮短施工期限，並保證提高建築工程的質量。

建築工程及安裝工程的流水作業法是加速施工速度、以及更好的利用全部生產資源的先進施工組織形式之一。

流水作業法在蘇聯工業中已得到廣泛的應用。在機器製造業、汽車工業、拖拉機工業、飛機工業以及其他重工業、輕工業和食品工業的許多部門中，都已有效地實行流水生產。在流水生產的條件下，從原料或半製品加工開始一直到成品製成為止，保證全部生產過程均衡而連續地完成。

生產過程的劃分為各個工段、階段，勞動的精細分工，生產

工具的專門化，各个工作地點固定一定的作業，按工藝过程的行程佈置工作地點及机器設備，以及流水生產的所有環節中嚴格的按指示圖表有節奏地進行工作等是工業中流水作業法的基礎。

流水作業法能够促進最充分而均勻的使用工作幹部和运用生產設備，提高勞動生產率，大大加速生產过程的速度，以及降低產品的成本。

在建築業中，向工業化生產方法的过渡以及技術的進步，對於有效运用流水作業賦予了極大的可能。祇有在以有計劃的、按比例發展的法則為基礎而發展的社会主义經濟条件下，才有可能在建築工程中廣泛而徹底的运用流水生產的原理。

在科學地製定流水作業法及其運用於實踐的工作中，苏联佔着優先的地位。多年以來，苏联先進的建築機構成功地运用了這些施工方法，並做到了加快施工速度，降低施工中的勞動耗費。

然而，流水作業法還沒有充分地在現場上得到廣泛傳播。

在建築業中运用流水作業法會產生一定的困難，這些困難與施工的技術經濟特點是相聯系的（例如，建築對象的不可移動性，在一個建築面積上所完成的工作底不固定性及多樣性等）。

在很好的周密考慮流水施工組織 正確的製訂施工指示圖表、經常有系統的監督以全部必要物資來保證施工的条件下，這些困難是可以克服的。

按照流水作業的方法，有效地組織施工底必備前提如下：

- 1) 標準化和規格化——在各構件、結構、配件及材料規格化的条件下，根據標準設計圖建造房屋及構築物；
- 2) 在施工中廣泛採用工廠製造的構件、結構及配件等；
- 3) 從個別工序的機械化过渡到整個施工的全面機械化；
- 4) 根據技術操作規範及技術操作卡施工。在上述文件中規定着施工的操作程序和組織。在製訂房屋及建築物的標準設計的同時，還應編製標準的技術操作規範及技術操作卡。
- 5) 每個工程對象上各種不同的工種根據協作進度表，進行

工作。

6) 明確地規劃施工進度以及嚴格按指示圖表保證工程所需的全部人力和材料技術資源。

工程技術人員掌握流水作業組織的原理與指標以及運用流水作業法所必需的計算方法，是在建築業中推行流水作業法的重要條件。

本書的任務也就在於闡明這些問題。在本書中除了敘述建築工程中流水作業法的原理之外，同時還舉出在各種不同條件下，運用流水施工組織的例子。

第一章 流水作業的基本原理

工業企業中，生產的流水組織應用於汽車， 拖拉机， 電動機， 電話器材等等同型大量產品的生產上。建築工業中，如果大量建築的工程全部或絕大部分是按一種標準設計或有限數量的標準設計來建築、並有一樣的結構方案及模數，則對於這些大量建築的工程，也可廣泛地應用流水作業。

在施行流水作業法時，每個標準工程對象上的全部工種工程（土方工程、混凝土工程、磚石工程等等）均以相等的工程量及相同的工藝程序，遵循一定的條件重複地施工，使全部同種的作業能在各個工程對象上，均以嚴格的順序、同樣的期限、並在時間上不間斷地來完成。任一工種工程（例如土方工程）在一個工程對象上完工後，就應立刻在下一個工程對象（在工程總進度表中标明）上開始這同一工種工程。這就必須使固定成員的工作隊，在一個工程對象上完工後，隨帶適當的機械設備與工具，遵照規定的施工期限，立刻轉到圖表所指明的另一工程對象上去。

茲舉例以說明之。

例如在一些標準工程對象中都要進行挖土這一作業。在一個工程對象上土方作業的延續時間決定於工程量、挖土機的能力、挖土機產量計劃及挖土機數目。假設一個工程對象上的挖土工作延續時間為 r 天。又假設挖土工程在所有工程對象上同時施工（圖 1, a），那就不是流水作業施工。如這樣去組織挖土工程，即，工作隊與挖土機在一個工程對象完工後隨即轉往第二工程對象，第二工程對象上的土方工程完工後，隨又轉往第三工程對象，依次而下，直到全部工程對象的土方工程完工，那末，這種挖土工程的指示圖表就是流水作業指示圖表（圖 1, b），而全部工程對象上的挖土工程完工期限 $R = rN$ ， N 為工程對象數目。

如要縮短全部工程對象的挖土工程時間，那末很明顯，只一個工作隊和同樣的機械設備是不能夠在縮短了的期限內完成同樣

的工程量的，而是需要幾個工作隊。規定的期限愈短，則工作隊需要愈多。这在圖 1, ϵ , z , ∂ 中可以看出。圖 1, ϵ 表示兩個工作隊施工及其按工程對象轉移的流水順序，圖 1, z 表示三個工作隊施工，而圖 1, ∂ 表示四個工作隊施工。从这些插圖中可以看出，兩個工作隊施工時，工作隊 1 在第一工程對象上完工後，已不能流往第二工程對象，因为一个工程對象上的施工期限为兩相隣工程對象開工的時間間隔底兩倍。

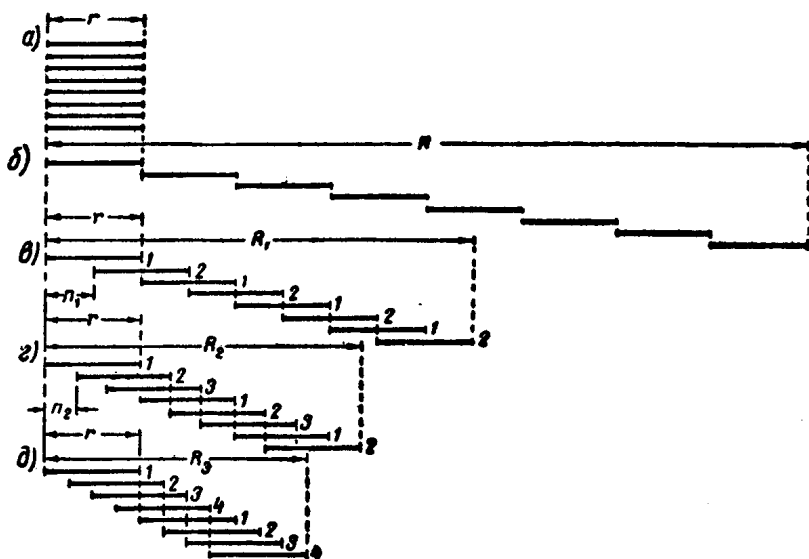


圖 1 依据流水步距底大小而决定的施工延續時間

如全部挖土期限更要短，那就需要三個工作隊，每個工作隊在一个工程對象上完工後，必須越过兩個工程對象，即从第一工程對象轉往第四工程對象，再開始工作。

如在全部分工程對象上的挖土期限要更進一步縮短，那就需要四個工作隊，依此類推。繼續縮短挖土的總期限，我們可以在全部分工程對象上同時平行地進行挖土工作（圖 1, a ）。

这样，就得到了施工的兩種極端的情況。一种是全部分工程對象上的工作在最短的期限內完成，这期限等於施工圖上所規定的一个工程對象上的施工延續時間。第二种是全部分工程對象上的工

作在最長的期限內完成（在連續施工的条件下），这期限等於一个工程对象上完成工作的時間与全部工程对象數目之積。在第一种情况下施工，有多少个工程对象，就要有多少个工作隊和多少套机械；在第二种情况下，只需一个工作隊和一套机械。第一种施工法叫平行作業法，第二种施工法叫連續作業法，圖1, θ , π 及 δ 所示的折衷方式，表明了如何根据所提供的条件來改变全部工程量所需的施工延續時間及勞動力与机械設備的需要量。後三圖中所提出的流水作業是工作隊均衡地，有節奏地轉移的例子。

两个連續的相同工程对象（或工程对象上的工段）上的同一工种工程開工的時間間隔 n 称为該工种的流水步距。

如任意規定流水步距，就可能產生这种情况，即工作隊在一个工程对象上完工後，將不能轉到第二个工程对象上去（圖2, a ），

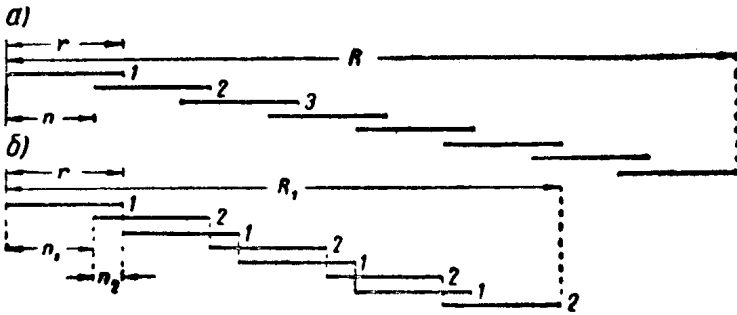


圖 2 当流水步距 $n > \frac{r}{2}$ 時，流水作業的形成

因为那兒當時有另一工作隊在工作；而要轉到第三工程对象上去，則不免產生時間上的間斷，即工作隊要停工。为了避免这种情况，必須按 r 为 n 的倍數來選擇流水步距 n 的大小。但是，即使 r 不是 n 的倍數，也可以組織兩個工作隊的每一隊工作的流水作業（圖2, b ）。這時，整個建築的流水作業不是均衡地有節奏的。这种情况下，兩相隣工程对象（或工程对象上的工段）開始施工時的時間間隔，即流水步距 n ，是交替更換的。實質上這等於把兩個独立的流水作業，相互重疊在一起。

假如在許多工程對象上必須進行由許多工序所組成的工種工程，例如，土方工程（或任何其它工程），或在一個工程對象上，由於工程對象很長，必須在其每一個工段上順序地進行許多工序，那末這種施工指示圖表就較以前所介紹的複雜了。例如（圖3），工程對象的Ⅰ工段上是進行伐木和除根，當這個工序在Ⅰ工段完工後，挖土工作隨即在那兒開始了，而這時伐木和除根工作在Ⅱ工段繼續進行。Ⅱ工段上的剷除樹木的工作期限是與Ⅰ工段一樣的，在那兒工作的工作隊完成該項工作後，即轉往Ⅲ工段，而已在Ⅰ工段做完工作的挖土機轉到Ⅱ工段，這時Ⅰ工段開始了挖方的最後清理工作，如此依次往下的進行。這樣的工作稱為一個工程對象上的流水作業（對於其中任何一種工種工程而言）。

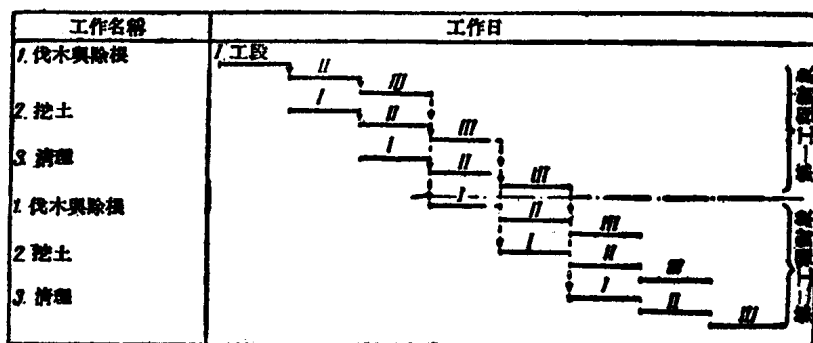


圖 3 幾個工程對象上不同工段間的流水作業

從圖表上可以看出，第一工程對象的Ⅲ工段（最後工段）的伐木除根完工後，工作隊就隨帶全部機械裝備轉到第二工程對象的Ⅰ工段，而在第一工程對象上還有挖土作業（在Ⅲ工段）及清理作業（在Ⅱ與Ⅲ工段）繼續進行着。挖土工作在第一工程對象的Ⅲ工段上完工後，挖土機也就一樣準確地轉往第二工程對象的Ⅰ工段。而在Ⅰ工段伐木除根的工作隊轉往第二工程對象的Ⅱ工段，依此類推。這樣的作業將稱為在許多

工程对象上的土方工程流水作業。

为了使任何工种的全部施工过程無間断地流过工程对象，必須使这一过程每一个工序的流水步距大小一样。假如这一过程的每一个工序是連續地流过工程对象，並無時間間断，但这一过程的各个工序延續時間不一样，那末，如圖 4 所示，工程对象的Ⅱ工段或Ⅲ工段上的工序 1 完工与同工段上的工序 2 開工之間有了時間間断 a_1 与 a_2 ，这是因为工序 2 的流水步距 (n_2) 比工序 1 的流水步距 (n_1) 大些。工序 3 在Ⅱ工段与Ⅲ工段上是与工序 2 同時進行的，因为工序 3 的流水步距較小，而要比前一个工序先完工，又是工藝上所不可能的。

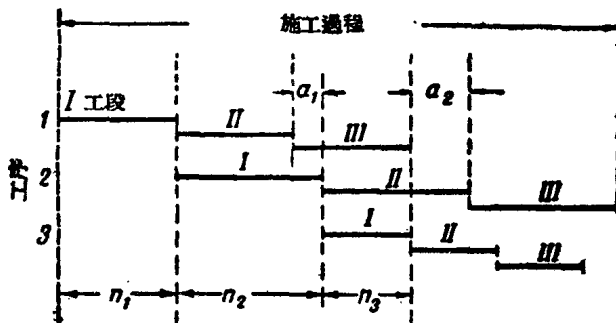


圖 4 一个过程內各工序延續時間不同时，正確工藝關係的破坏狀況

由此可見，組成一个複雜过程的各簡單工序的勞動量不同时，必須使每一个組成環節（遵照生產量定額）在工程对象的每一工段上的工作延續時間，等於完成同过程的其它工序的其它環節的工作延續時間。

現在我們來研究更複雜的过程——抹灰工程。

斯大林獎金獲得者 И. Е. 古琴科夫曾採用分工流水作業法，來提高勞動生產率及改善抹灰工作的質量。抹灰工程的複雜过程，按这个方法分为五个独立的工序，而在工作隊中組織五个小組，按一定的工藝順序及精確規定的期限，來完成这些工序。

为了做到後一个条件，每个小組都要按人數和熟練程度來配备，並根据其所做的工程底複雜性与勞動量，供給必要的机械設備。

各个組要完成下列工序：

第一組——二人——平面掛綫和設置标条；

第二組——三人——机器噴漿及在牆面与天花板上抹兩層底子，並將其抹平，清理标条及收集廢物；

第三組——四人——安裝裝配式天棚綫脚或設置綫脚模型，安裝花飾，刻花裝飾及通風格柵；

第四組——四人——修整天棚綫脚稜角，修整門口斜坡、稜角和縫隙；

第五組——六人——天棚和牆面抹白以及各室的最後修飾。

这样組織的工作隊有十九个人，其中有四个Ⅷ—Ⅵ級的抹灰工，五个Ⅴ級抹灰工及十个Ⅲ級和Ⅳ級的不熟練抹灰工，即四个工長及十五个青年工人。抹灰工作通常採用的方法是每一組固定在一所房屋裡工作，完成全部抹灰过程。而分工流水作業法是每一組根据流水指示圖表由一室轉到另一室，都做固定的同样一个工序。各組依次地一个緊跟一个地納入流水作業，而每一个工序是精確地在規定期限內完成的。即使一組違反了期限，也必不可免要打乱整个流水作業。在抹灰面積各为1000平方公尺的幾個工段上，用分工流水作業法來完成抹灰工程的複雜工序；做單独的簡單工序的各組工人按工段轉移，並且轉移到工程量相同的鄰近工段去；所有这些都在圖表（圖5）中說明了。

这样，五个抹灰組，共十九人，連續地、沒有間隔地在房屋底一个工段的範圍內工作（由一个工段繼續轉移到一個工段），並於規定期限（30天）內完成規定的工作（1000平方公尺）。从圖表中看出，每組的工作是以一个節奏進行的，每个工序的流水步距为2天。

由於分工流水作業法及全面机械化的採用，使勞動生產率提高了一倍到兩倍，使勞動量在基本抹灰工程方面縮減約30%，在整个工程中縮減約50%；由於各工序的机械化（達85%）使

輔助工作（調製灰漿及運輸材料）的勞動耗費也減少了。

採用全面機械化的分工流水作業法是先進的方法，可以介紹來大量採用。

查波洛什建築安裝托拉斯在一九五二年出版了“三層至五層的標準多層住宅建築的必守技術操作規則”，其中規定，用分工流水作業法來做抹灰工程，在每一工作區工作十天（表 1）。

表 1

工 序 名 稱	順 序 日									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
牆面和天棚的噴漿牆腳打底並抹平.....					三人					
搭腳手架.....						三人				
牆頂及天棚上打底並抹平.....							三人			
天棚線腳及角隅裝模板修整門窗斜角.....								六人		
牆頂及天棚面層抹灰並修整天棚線腳周圍.....			四人							
小室牆面與天棚面層抹灰.....				三人						
拆腳手架.....					三人					
牆脚面層抹灰與修整.....						五人				

按這個圖表，每組在一個工作區上工作三天，然後轉到第二個工作區去，再轉到第三個工作區，依此類推。

在多層房屋的抹灰工程中，假如以一個單元內的一層樓作為一個工作區，那末，在有四個單元和四層的房屋裡，每組必須都要在十六個工作區上工作，而流水步距將等於三天。

如除去輔助的木工，並將圖 5 所示的圖表稍加簡化，那就可提供出如圖 6 所示的有三個工段（假定的）的工程對象的圖表。從圖表中可以看出，工程對象各工段上的每個同種工序，要經過

順 序	工 序 名 稱	組 號	組 小 組 內 工 人 數	工 作 日																													
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	在牆面上掛線及安裝標条...	1	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	在牆脚噴漿及打底.....	2	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	搭腳手架.....			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4	在天棚上掛線及安裝標条...	1	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5	在牆頂及天棚噴漿及打底...	2	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6	安裝裝配式天棚線脚及花飾	3	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7	牆角，斜口，稜角和縫隙的修整.....	4	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8	天棚和牆頂面層抹灰.....	5	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9	拆腳手架.....			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10	牆脚面層抹灰.....	5	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

圖 5 用分水流水作業法的抹灰工程施工指示圖表

一定的停歇時間 n_1 ，（在此情況下為四天）才開始； n_1 為工序的步距。如把這種一個工程對象上有三個工段（假設的）的圖表，用之於幾個工程對象，則需把圖表形式稍許改變一下（圖 7），這就可以確定、在相鄰工程對象上的每個施工過程的開始，將根據標準工程對象上的工段數目而定。在兩個連續建造的工程對象上的同一過程開始的時間間隔 n_2 ，稱為該工種的流水步距，它與工程對象上的工段數目成比例（在該情況下為 3）。

如果由於工程量及規定期限的限制，某個工程中各工程對象上只有一種工種的一個工作隊在施工（在上述情況下是抹灰工），則上述 n_2 的數值才是正確的。在幾個同樣工種的工作隊工作時，流水步距可根據規定的施工期限來選擇。因此，要完成比一個工作隊所能做的更緊張的工作時，就要由幾個工作隊來做。這種對於某些工種工程（如土方工程、抹灰工程）說來是正確的做法，對於其它工種顯然也將是正確的。

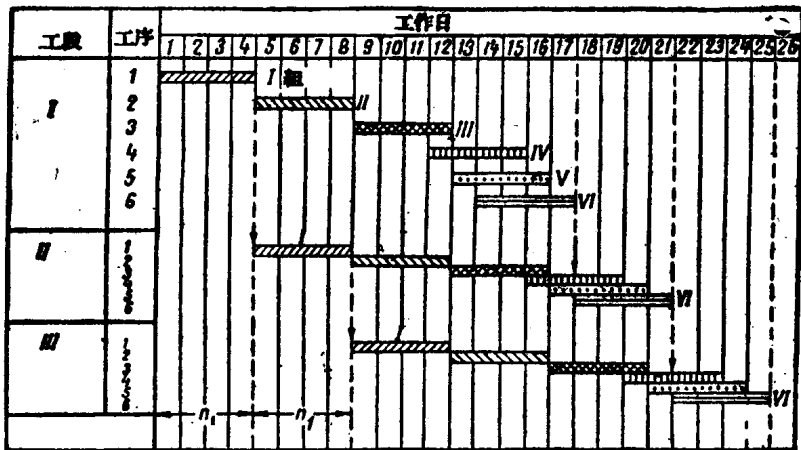


圖 6 在有三個工段的工程對象上的抹灰工程指示圖表

由上述可得出結論：任何複雜的建築過程，都可以把它劃分為單獨的簡單工序來實現流水作業，這種單獨工序由包括在一個工作隊裡的不同的工人小組，依據必要的工藝次序，一個接一個地工作。

在一个工程对象上或許多工程对象上（同類型的）幾种工种流水施工時，上述組織一个工种的流水作業的所有前提，还是一样適用。例如，必須完成土方工程及混凝土基礎工程時，那就可以根据所述，編製这些工程的流水指示圖表（圖 8）。为使圖表清楚起見，各过程中的各工序已有条件地加以簡化。从圖表中看出，在第一工程对象的第一工作區上做完挖土工作，需時四天，而在那裡手工清理土壤使符合設計要求的外形，也要四天。第一工程对象第一工作區的清理土壤工作完工後，在那裡就開始搭脚手架和紮鋼筋（四天），这些作業完工後，即以同样期限完成混凝土澆灌工作。虽然每一工种是独立進行的，但總起來是互相結合的，形成一个總的流水。当在第一工程对象的第一工段上澆灌混凝土時，該工程对象的第二工段上則在搭脚手架及紮鋼筋。同時，第二工程对象的第一工段上則在清理土壤，而第二工段上在進行挖土工作，依此類推。

現在來研究一下四層三个單元的住宅流水作業的例子。

每一棟住宅的建築都是幾個工种工程的複雜綜合体（圖 9）。一棟住宅的施工指示圖表係由二十八个項目組成。每个工种工程都是連續進行的（按層）。

由圖 8 与 9 可以看出，只有全部工种（磚石工程、混凝土工程、抹灰工程等等），在建築对象的各工作區及各工段上，需要按技術操作規則所精確規定的順序進行施工，各專業工作隊的工作不得有時間上的脫節，並且各工种要相互联系，只有在这些条件下，工程对象施工的流水作業才能進行。

一个工种工程或其最後工序在工程对象的一部分工作區、層上的終了应与第二工种工程的開始相銜接（如根据工藝条件規定，他們不需穿插作業，或在他們之間不需要有制約的間断）。

指示圖表（圖 9）可以簡化，並歸結为把許多工程統一在一个期限內的幾個項目。按照这个共有八个項目（圖表 10, a）的指示圖表，可以作出幾個工程对象的施工指示圖表（表 10, b），而用以計劃与組織該類型住宅建築的流水作業。