

工業管理叢書

機器製造工廠中的 流水作業組織

阿隆諾維奇著 潘承烈譯



機械工業出版社

0112

工業管理叢書

機器製造工廠中的流水作業組織

阿隆諾維奇著

潘承烈譯



機械工業出版社

1953

出版者的話

在機器製造工廠中實行流水作業可以提高勞動生產率，使工人和機器設備專業化，這種生產方式在蘇聯的機器製造業中已得到普遍的推廣。

在我國目前的經濟建設中，機器製造工業佔首要的地位，因此在機器製造工廠中實施流水作業以提高生產率是非常必要的。

本書說明在機器製造業生產中如何採用流水作業法的問題，提供了最簡單的計算方法，並列出流水式機器製造業中的勞動組織與各種生產形式。

在流水作業中，車間工長的作用非常重要。本書主要是供機器製造企業的機械車間及裝配車間的工長們作參考。對於技術學校學生也有參考價值。

本書根據蘇聯 М. А. Аронович 著 'Организация Потока на Машиностроительном Заводе' (Машгиз 1950 年第一版) 一書譯出

* * *

著者：阿隆諾維奇 譯者：潘承烈

文字編輯：高曉楓 責任校對：于忠文

1953 年 7 月發排 1953 年 11 月初版 00,001—11,000 冊

書號 0336-6-16 31×43¹/₂₅ 91 千字 53 印刷頁 定價 5,800 元(乙)

機械工業出版社(北京盛甲廠 17 號)出版

機械工業出版社印刷廠(北京泡子河甲 1 號)印刷

中國圖書發行公司發行

原 序

列寧斯大林黨在社會主義工業面前提出了偉大的經濟任務，在這任務的決策中，機器製造業佔着極重要的地位。要順利地發展機器製造工業就需要利用最先進的工藝方法和生產組織，其中頭等重要的就是流水式生產方法。

還在戰前的年代，技術的發展、工人和技術幹部的增加，以及由於他們掌握了新技術，就已促使蘇聯機器製造業在實際上廣泛地施行了流水作業法。爲列寧斯大林黨所教育和領導的先進的蘇聯人民，斯達哈諾夫工作者，生產的革新者們保證了蘇聯流水式大量生產的機器製造業能有巨大的發展。在戰前的斯大林五年計劃年間，流水作業法就曾在汽車和拖拉機工業、運輸機器製造業、電機、儀表等生產部門中普遍實施。

機器製造業中的流水作業法在偉大衛國戰爭期間被大大地推廣了。正是在戰爭時期蘇聯人民在實踐中證明了流水生產的方式不僅在大量生產一種產品的條件下有採用的可能，而且在成批生產的企業中也一樣可以採用。

流水作業法的施行到了戰後規模更大。1946～1950年恢復與發展國民經濟的五年計劃的法令需要‘廣泛地在機器製造業中利用先進的生產方法，尤其是流水式大量生產的方法……’。^①

由於勝利的完成了戰後第一個五年計劃，流水式生產法在所有機器製造工業部門中，無論是大量生產和大批生產以及小批生產，都獲得大大的推廣。流水作業法的發展就引起了新的問題：如流水作業中工地的組織和服務、勞動工資的組織、作業計劃的計算和審核、流水生產各工段的經濟核算的組織等。

實施了流水作業法後對於生產工段的領導者——工長就有了新

① ‘1946～1950年蘇聯恢復與發展國民經濟的五年計劃法令’國家政治書籍出版局，1946年版，24頁。

的，更高的要求。整個車間的工作做得好不好是依靠每一工段上的勞動組織與社會主義競賽所達到的程度而定的，因此工長對工段上生產與勞動組織的經濟情況與基本特性是否有深刻的了解，這對於車間能否勝利完成國家計劃任務就有着決定性的意義。

本書是為機器製造工廠機械車間和裝配車間的工長們寫的。根據以上這些，作者希望用通俗的形式把流水生產的基本問題作出簡短的敘述，因為這些問題在生產工段的領導者——工長的工作中是會每天遇到的。

郵內
資意見
總見
付表

寄
月
日

機械工業出版社
收

北京崇文門內登甲廠17號

目 次

原序

第一章 流水式生產的要點和意義	1
1. 流水式生產的要點	1
2. 連續流水式生產的基本特徵	2
3. 流水作業的同期性	5
4. 流水式生產的效能	8
5. 資本主義企業與社會主義企業中的流水作業	10
第二章 流水作業主要類型的特性	14
1. 流水綫的主要分類和特點	14
2. 連續流水綫與間斷流水綫	15
3. 不變的、可變的和物品的流水工段	17
4. 流水作業的自由節奏和規定節奏	20
5. 移動物品的流水作業和固定的流水作業	21
6. 車間之間的流水作業和車間內部的流水作業	23
7. 流水綫的主要類別	25
第三章 流水式生產的計算	27
1. 流水式生產物品的結構與製造工藝	27
2. 流水作業節拍的計算	28
3. 流水裝配工段的計算	29
4. 裝配傳送帶的計算	33
5. 機械車間不變流水工段的計算	37
6. 機械車間可變流水工段的計算	41
7. 機械車間物品流水工段的計算	46
第四章 流水作業中的運輸工具	48
1. 流水作業中運輸的意義，運輸工具的主要類別	48
2. 間斷動作的運輸工具	50
3. 連續動作的運輸工具	52
4. 製品在傳送帶上的發送	59
第五章 流水作業中的勞動組織	61

1. 勞動分工與勞動力的配置·····	61
2. 流水作業中工作位置的供應與服務·····	62
3. 流水作業中工作位置的組織·····	64
4. 多機床管理與兼職·····	67
5. 流水作業中的工資組織·····	69
6. 流水作業中的勞動制度·····	71
7. 社會主義競賽的組織·····	72
第六章 流水作業中生產組織與生產計劃的特點·····	74
1. 生產作業日曆計劃·····	74
2. 後備力與保險用儲備品·····	76
3. 生產進程的統計與監督·····	79
4. 流水式生產工段上的經濟核算制·····	81
5. 流水作業中的技術檢驗組織·····	83
6. 對組織流水式生產的輔助性事宜的要求·····	86
7. 如何改組為流水式工作·····	88
8. 流水作業中工長的工作·····	91
第七章 生產的自動作業綫·····	93
參考文獻	
中俄名詞對照表	

第一章 流水式生產的要點和意義

1 流水式生產的要點

機器的生產過程往往是極分散的，它要經過機器製造廠中的一系列車間，如準備車間、加工車間、裝配車間。在每一車間裏的各個工段上要經過許多道工序來加工，並在不同的工地上來完成。從材料投入生產的那一刻起，經過了一段時間之後，加工過程在一定的工段上完成了，這時半成品（或零件）就照着工藝過程所規定的次序送到下一工段去，直到完備的成品生產出來為止。材料投入生產以至製品的完成，這一段時間的長短是由生產週期的長短來決定的。

流水式生產法的任務就是要按照具體情況使加工物品（毛坯、半成品、零件和合件）從一個工作位置到另一工作位置，從一個工段到另一工段能不停止地運行，以保證生產週期最短、充分利用工地，以及工作沒有間斷或停頓。

加工物品在生產過程中這樣不停的流水式的運行，在一些簡單製品和工藝過程不複雜的工業部門中早就實行了。這樣的流水作業在磨粉工廠這類地方可以看到，那裏加工的物品——穀粒通過幾道比較簡單的作業之後，出來的就已經是成品——麵粉了。這種連續流水式生產還特別用在鋸木、造紙和相類似的生產中。

要在機器製造業的生產條件下創立流水作業，這個任務是很艱巨的，因為該業的製品——機器——包括着成百以至成千的零件。每種零件在許多工地上加工，需要不同長短的時間來完成各道操作。流水作業法能用在機器製造企業中，還只是新近的事，這是由於規模大的企業採用了新的技術和先進的生產組織方法。

流水式機器生產的要點早為馬克思所指出，馬克思寫道：‘聯合的工作機，現在成了一個體系，而由各種一個一個的或一組一組的工作機

所組成了。總過程越是成為連續的，原料由最初一階段至最後一階段的推移越是不致中斷，換言之，其推移越是不憑人手，而憑機器自身，聯合的工作機便越是近於完全。^①

根據這一點，流水作業可以稱之為這樣的生產，即其中製造的物品是遵照嚴格規定的程序，當一道操作結束後便立即不停地送到下一道操作，製品在連續操作之間的運送盡量用運輸機構來做。

流水作業法最完整的形式是連續流水式生產，它有許多標誌和特徵，現在把其中重要的敘述於下。

2 連續流水式生產的基本特徵

1. 連續流水式生產的第一個特徵是：被劃分的生產過程中的各道工序用規定的幾個工作位置把它固定下來，並充分利用這些工作位置。這樣把操作固定下來，同時充分利用工作位置就保證了能不斷地重複完成這些操作，並使該工作位置上的機器設備和工人能明確地專業化。而工人和機器設備專業化了便能促使勞動生產率增長。不斷重複地做着這些工作就等於工作時間被充分利用，因而也就表示生產的高度經濟性。

很清楚，要使工作位置明確專業化和使工作沒有間斷，只有在比較大規模地生產一定的製品時才能達到。

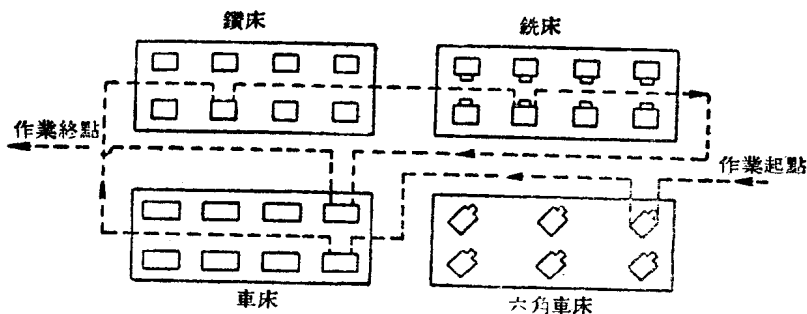


圖1 機器設備成組排列和零件移動的線路草圖(以虛線表示)

① 馬克思‘資本論’卷1，1937年版，第36頁。郭大力，王亞南合譯本第305頁。

2. 流水式生產的第二個重要條件和特徵是工作位置的鏈狀排列，就是按照工藝過程的進程來排列(佈置)工作位置。在不是流水式生產的車間中，工作位置和機器設備的排列常常是按相同的類型來分組的，如按車床、鑽床、銑床和其他機床來分組(圖 1)。這時所有的零件常是成批地加工，依照製造過程從一類機組沿不同途徑轉移到另一類機組去，至於這種途徑則是根據加工的工藝過程而定的。

工作位置和機器設備成組排列的缺點是：零件沿着不同方向的很長的路綫移動，在每個車間裏‘兜圈子’這樣就無法使零件在工作位置之間一件件地運輸，而往往只能以運輸批的方式從一個工作位置送到另一工作位置去，這就必定要使工作位置上的零件停留着等待那一運輸批積聚了起來才能送到下一工作位置去。

圖 2 就是這種成批工作的一例。根據工藝過程，零件依次共經過三道工序：第一道是銑，每一零件的時間定額是 20 分，第二道是車，時間定額是 40 分，第三道是鑽，時間定額是 10 分。這批零件一共有 20 件。

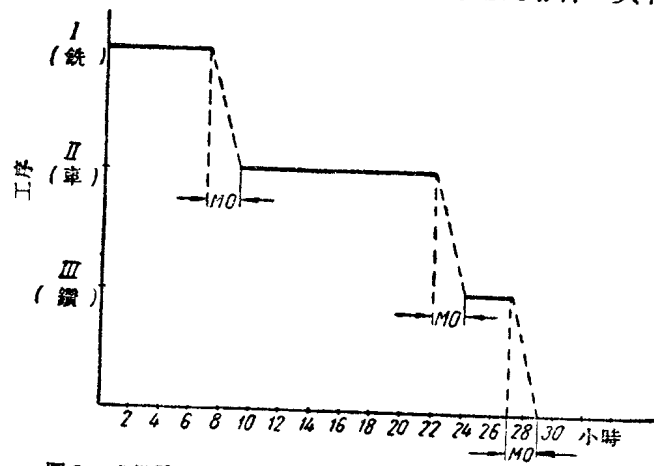


圖 2 成批零件依次加工的圖表(MO 是工序間相隔的時間)

這樣，如圖 2 所示，這批零件的第一道工序要化 $20 \times 20 = 6$ 時 40 分，第二道工序要化 $20 \times 40 = 13$ 時 20 分，第三道工序要化 $20 \times 10 = 3$ 時 20 分。一個生產循環的全部時間，把工序之間相隔的時間也計算進去，共計 29 時 20 分(兩工序之間的相隔時間 MO 是用在檢驗、運輸

等上面的, 本例中每一工地為 2 時)。

因此, 這批零件送去裝配時約需經過每班八小時的四個工作班, 然而每個零件直接化在加工上所需的時間總共才用 $20+40+10=70$ 分。

所以在非流水式車間中的時間損失是驚人的, 常常比直接加工的時間要超過好多倍。工作位置成組排列的結果大大地拖長了加工週期, 增加了未完成品的數量, 也就是增加了車間流動資金的‘凍結’量。

在工作位置鏈狀排列的情形下(圖 3) [1], 則如馬克思所說: ‘不同的階段過程, 在時間為縱列的, 在空間為橫列的’^①, 加工物品就依最短的路綫來運輸。

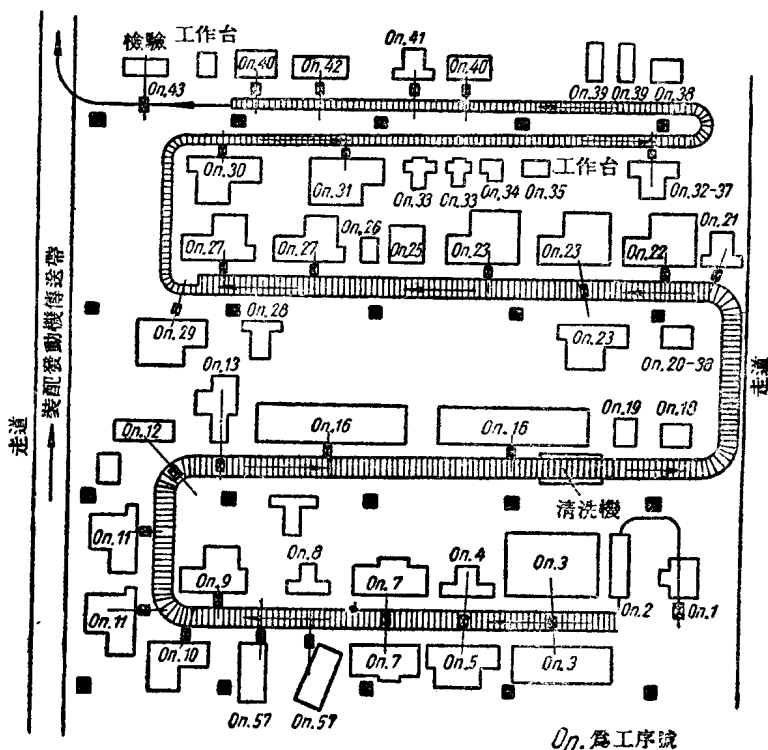


圖 3 發動機曲軸加工時的機器設備鏈狀排列圖

鏈狀排列最大的優點是可以使製品在各工序之間的運輸機械化。

① 馬克思‘資本論’卷 1, 1937 年版, 第 327 頁。郭大力, 王亞南合譯本第 275 頁。

成組排列的機器設備彼此間相隔很遠，在這樣的工作位置間要想用機械化的方法來連續運送零件本來就很困難，而要是每個零件都有各自運輸路線的話，那自然就會更加麻煩了。

鏈狀佈置是把工作位置直接地彼此互相靠近地排列起來，這樣就能把每一零件靠各種機械運輸工具的幫助從一道工序送到另一道去。

用了鏈狀排列，每一零件經過一道工序後就可以立即送到旁邊的工作位置（即下一工序），沒有任何停留，這樣原來一批一批地運送的零件就可代之以一件一件地運送。此處所有零件都是互相平行地移動的，

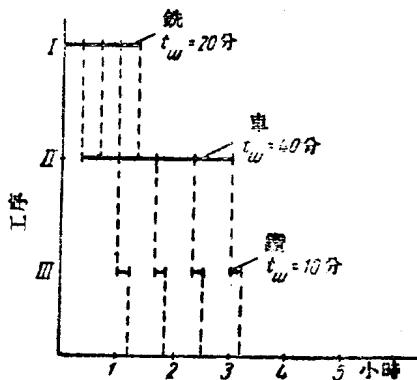


圖4 無同期性的零件平行加工圖表

它們在不同的工作位置上同時加工。從圖表（圖4）中可清楚地看出，用這樣的運送法每一零件的製造週期一共是70分。從一道工序到另一道工序，直到送去裝配都能够不停地運送，因之就消除了零件放下來停頓的現象，這使未完成的產品量大為縮減，並降低了必要的流動資金數。

不過從圖4中又可看出，在這種情況下的工作，還是存在着一些缺點的。如第二道車床加工的時間（40分）比第一道銑床加工時間（20分）長，由於這緣故，在第二道工序之前就必然會有零件積聚起來等待加工，也就是運送的連續性被破壞了。到了第三道鑽床加工時，時間是10分，這樣又必然出現有規律的30分的停頓，以便等待零件從前一道車削工序送來，因為前者的加工時間是40分。

假如各道工序所化的時間能够相等，或叫做同期的話，那麼在一定的作業綫上不停的流水式運送就不致發生停頓或中斷。

3 流水作業的同期性

要使流水綫工作位置上的工作不致停頓和中斷，使工作物從一道

工序到另一道工序能連續地運送，是可以做到的，只要使兩個接連進行流水生產的物品①生產時在各道工序上的時間長短都相等；這種相等的時間長短叫流水作業的節拍。流水綫上各工序同期性的意思是指把作業的次序先確定，按照次序流水作業第一道工序應該從毛坯開始，到最後一道工序時應該有流水加工或流水裝配的成品出來，而在時間的長短上要與節拍相等。

節拍的長短對於流水式工作來說是有很大意義的；它決定着這種生產方式的許多特點以及其中最重要的特點。節拍的長短 r 是根據任務所規定的產量 N 而定的，可按下列公式計算：

$$r = \frac{T}{N} \text{時間單位}$$

式中 T ——實際工作時間，即等於把許可中斷的時間減去後的公稱時間；

N ——工段上規定的產量。

舉例來說，如八小時工作制中一般規定用在休息上的中斷時間為 30 分，流水綫上要裝配 90 個製品，則時間節拍 r 為：

$$r = \frac{480 - 30}{90} = 5 \text{ 分}$$

從公式中可清楚地看到節拍的長短是只與規定產量有關。在流水綫上裝配電話用具、自行車、縫紉機等大量出產的製品，節拍的長短是以分計算的。相反地，當生產數量較少的大型製品，如機車、飛機、大發動機等時，節拍量則以小時甚至以工作班來計算。例如，年產 600 台發動機（306 工作日，二班制），必要的中斷佔總時間 2%，流水綫的節拍為：

$$r = \frac{306 \times 2 \times 0.98}{600} = 1 \text{ 工作班}$$

爲了達到流水作業的連續性，就必須像上面所說的，使各工序有同

① 流水式生產的物品可以是鑄工車間的毛坯，可以是流水作業機器加工或熱處理的零件，也可以是流水式組織裝配過程中的零件或機器。在以後敘述中，流水作業的物品規定都叫做製品。

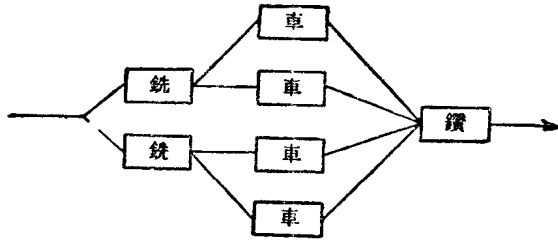


圖5 機器設備的平行綫佈置圖

期性，也就是保證每道工序的長短在時間上或是等於節拍，或是節拍的倍數。例如，仍以上面的例子來說明，零件加工共經過三道工序，時間各為 20、40、和 10 分，規定節拍為 10 分，使各工序都為節拍的倍數，則銑工的作業便需要用兩台同時運轉的銑床，因為銑床加工的時間為每件 20 分，而車床加工的時間定額為每件 40 分，因此須用四台同時運轉的車床（圖 5 和圖 6）。這結果便保證符合於規定的節奏，並且每道工序都在 10 分鐘內做出零件。

因此，同期化的結果，就確定了工作必要的節奏性，就是說，流水式加工或裝配中各道工序的時間長短，應該和同一個嚴格規定的時間，在節拍上相等，或是成為節拍的倍數。

在流水式生產的條件下，節奏性成了一種規則，凡是破壞了規定的節奏，就必然會引起相互關聯的工作位置上發生停滯，而且有可能使這種停滯現象擴大到全綫。

因此，正確地設計和組織流水綫上的工作，就要採用最先進的生產組織方法，就是使機器設備和勞動力明確地專業化，使所有工作位置上的工作連續不停，使各道工序有同期性，並使生產有節奏性，採用零件的平行運送法，以及採用各種機械化的運輸工具等。

雖然，保證流水式生產的條件是如此複雜，可是這種複雜性已由於流水作業中傳送帶的出現而簡單化了，加工物或裝配物靠連續移動的運輸傳送帶來作機械的運送，起主要的作用。機械化運輸在流水式生產中的地位絕對不是主要的。有不少有效的現行流水作業，特別是製造或

裝配小的和輕的物品時，完全不用運輸器。流水式生產首先要綜合地採用上面所說的流水作業所特有的組織方法和各道工序的裝備以及整個過程的方法，因為只有這樣才能顯得出流水式生產的效能來。

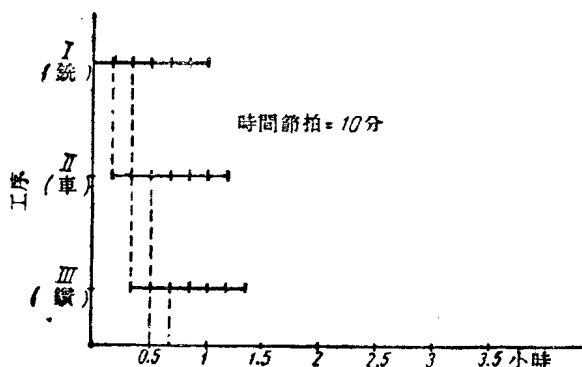


圖 6 同期性的零件平行加工圖表

4 流水式生產的效能

採用流水式工作方法的效能，首先表現在勞動生產率的大大提高。

勞動生產率在流水作業中之所以能够提高，是由於工人在他自己的工作位置上連續地完成着同一簡單的作業，這樣他在工作中便會熟練了，同時也由於工作自動化，工人在單位時間內產量的增加是因為生產轉變為流水作業，使原來手工操作也機械化了。

其次流水作業法所以能提高勞動生產率還因為它需要遵守節奏，經常地完成規定的定額，不允許工作日中有任意的中斷，這樣每班的產量就可以提高。

要縮短工作時間，並增加產量，就須改善工作位置的服務和供應，這是流水式生產所具有的特點。

‘紅色無產者’工廠改為流水作業後，勞動生產率提高了 92 %；機器製造工廠改為流水作業後，每一工人在三個月中的產量達到 213%，工具工廠中有幾道最繁重的作業改為流水作業後，勞動生產率提高到 6～7 倍以至 20 倍。^①

① Сборник 'Поток', 1943 (第6, 28, 35頁)。

流水式生產提供了在生產中廣泛地利用不熟練勞動力的可能性，因為流水作業中的工作是一些比較不複雜的作業。在戰爭時期中，許多工廠的工作經驗說明，在最短時間中訓練幹部在傳送帶上工作是可能的。

採用流水式生產後，工作位置和工段的生產增加了，企業的各輔助車間和服務於生產的車間的工作也有了改善，這結果是使整個工廠產品生產量提高。在偉大衛國戰爭期間，社會主義工業的工作充滿了這樣的例子，各個企業改行流水作業後產品產量增加了好幾倍。‘卡里伯’工廠千分尺車間改為流水作業後，沒有擴充生產面積，也不會增添勞動力，結果却使生產量（1946～1949年）增加到18倍。

施行流水式工作方法還降低了製品成本，這不僅因為降低了直接工資，並且對某些間接費用也相對地降低了。這對經常的間接費用來說更是如此，它的總數在產量增加時是保持不變的。這類費用有：設備和建築的折舊，照明及取暖費，行政技術人員的維持費等。工廠改成流水式生產後提高了產品產量，因而單位製品成本中這些經常費用顯著地降低了。

莫斯科機床工廠改用了流水作業後，一些機床的成本降低到52～66%（材料價值不計在內^①）。

必須注意，改成流水作業後，如上所述，未完成的生產是減少了。儲備品^②數量的減低就可使必要的倉庫面積縮小，並使這些倉庫的維持費也隨之降低。

隨着改為流水作業而來的是生產週期的縮短，因此保證了週轉率大為加速，並且也減少了企業必需的流動資金。

莫斯科工業企業把加速流動資金的週轉作為自己的職責，他們之所以能勝利完成這個任務，是與改為流水式生產有密切關係的。以‘卡里伯’工廠的經驗為例，該廠八年來（1940～1948年）施行流水作業法

① А. Омаровский, 蘇聯機床製造及其在國家工業化中的作用，社會科學院，1948。

② Задел尚無通用譯名，意思是製品超過正常定額和下一車間一天所需要量的積聚，今暫譯‘儲備品’，下同。——譯註