

机 器 設 計 的 經 济 分 析

康 遜 著



机 械 工 業 出 版 社

机器設計的经济分析

康 遜 著



机械工业出版社

1958

出版者的話

本書介紹了機器設計經濟分析的基本理論與方法。對機器使用質量與機器結構工藝性的經濟分析問題、所設計的機器的成本及其生產周期長度的計算方法加以詳盡說明，並闡明了適合於基本類型機器的經濟分析的某些特點。同時也對在國民經濟中採用新技術的經濟效果作了一些分析。

本書可供機器制造廠、設計院和科學研究所的設計師、工藝師和計劃經濟科的工作人員參考之用。也可以作為高等學校機械制造系師生的輔助讀物。

參加本書翻譯的同志有：王恩平、姚德民、崔雲鶴、李錫純四位同志，參加校訂的有李楨祥、趙安寧、丁庠生、錢頌迪四位同志，由王恩平同志作總校訂。最後，並由我社送請任文治同志作最後總校訂。

苏联 А. С. Консон 著 “Экономический анализ при проектировании машин” (МАШГИЗ 1955年第一版)

* * *

No. 1652

1958年1月第一版 1958年1月第一版第一次印刷

850×1168 $\frac{1}{3}$ 字數 220 千字 印張 8 $\frac{1}{16}$ 0,001—1,100 冊

機械工業出版社(北京東交民巷27號)出版

機械工業出版社印刷廠印刷 新華書店發行

北京市書刊出版業營業許可証出字第 008 號

定價(10) 1.50 元

目 次

中譯本序言.....	5
原序.....	6
第一章 社会主义經濟中採用新机器的經濟效果.....	9
1. 技术与經濟的关系.....	9
技术、機器和機器發展总体的概念(9)——技术与經濟的相互关系(10)	
——在機器技术发展社会主义經濟制度比資本主义經濟制度的优越性	
(12)	
2. 在社会主义經濟中機器結構設計經濟分析的任务.....	15
社会主义經濟对機器的要求(15)——对所設計的機器結構进行全面分析的	
必要性(20)——機器結構經濟分析的任务(28)	
3. 在社会主义經濟中採用新机器的經濟效果的計算.....	30
採用新机器的經濟效果的指标体系(30)——採用新機器所得經濟效果的分	
析(32)——採用機器所耗費用的分析(33)——有关新技术的科学研究的工	
作的經濟效果分析問題(34)——關於衡量技术进步速度的問題(36)	
第二章 機器使用質量的經濟分析.....	40
4. 工作机可比結構生产率的計算与比較.....	40
劳动生产率及其計算(40)——提高工作机生产率的經濟意义(44)——機器	
小时生产率的計算(45)——機器年度工作時間总数的計算(48)——工艺綫	
各个組成环节——機器生产率的协调(49)——提高所設計的機器生产率的	
潛力(51)	
5. 在機器利用方面減輕劳动和改善劳动条件的各项因素的分析.....	55
減輕劳动与提高劳动生产率的关系(55)——關於減輕劳动的指标(58)——	
生产机械化和自动化在減輕和改变工人劳动性質中的作用(60)	
6. 評定機器使用可靠性和寿命的指标及其分析.....	62
機器磨損的种类和指标(62)——提高機器使用可靠性和寿命的經濟意义	
(66)——機器使用可靠性指标(69)——機器修理費用和修理周期(71)——	
機器零件最适宜的使用期限的計算(78)——使用機器期限的計算(82)——	
确定以新機器更換旧機器的經濟效果的問題(88)——提高機器使用可靠性	
和寿命的潛力(92)	
7. 經濟上最适宜的發動机效率 $\eta_{\text{и.л.}}$ 數值的計算.....	98

經濟上最适宜的机器效率 (R. II. Л.) 数值選擇的問題 (98)——經濟上最适宜的机器效率 R. II. Л. 数值的計算 (100)

第三章 机器結構工艺性的經濟分析..... 104

8. 机器結構的材料量分析..... 104

節約材料的國民經濟意义 (104)——机器結構中材料量構成的分析 (105)
——選擇材料种类的經濟依据 (107)——採用新的有經濟性的材料和等效代用品的意义 (114)——降低机器重量的經濟意义 (120)——机器相对重量的指标 (123)——減輕机器重量的潛力 (128)——材料利用系数 (141)——提高材料利用系数的途徑 (142)

9. 机器結構劳动量的分析..... 148

設計工作在減少制造机器的劳动量方面的作用 (148)——机器結構劳动量的分析 (152)——从零件結構方面來減少加工劳动量的潛在力量 (155)——从机器結構方面來減少其裝配劳动量的潛在力量 (171)

第四章 机器制造費用和生产週期長度的計算..... 179

10. 机器成本与价格的計算及分析..... 179

机器成本的計算 (179)——机器成本的分析 (187)——功率增長的机器电动机系列的制造費用变动的趨勢 (190)——机器批發价格的計算 (191)

11. 机器产品成本的計算..... 192

机器产品的成本計算的特点 (192)——机器折旧費和修理費的計算 (194)
——同时生产不同产品时的成本計算 (199)

12. 机器制造生产週期長度的計算..... 203

縮短新型机器設計和試制時間的途徑及其國民經濟意义 (203)——制造机器的生产週期圖表的編制 (207)

13. 制造机器时在制品所佔用的流动資金的計算..... 212

加速流动資金週轉的國民經濟意义 (212)——制造机器时, 費用遞增系数和在制品佔用的流动資金的計算 (215)

第五章 採用所設計的机器經濟效果的論証..... 221

14. 仪表和机器設計的經濟論証..... 221

工作机設計的經濟論証 (221)——运输机器設計的經濟論証 (228)——动力机器設計的經濟論証 (236)——仪表設計的經濟論証 (241)

15. 机器尺寸数列的經濟論証..... 247

确定机器經濟上最适宜的尺寸数列的國民經濟意义 (247)——机器尺寸数列可比方案的費用分析 (249)——原动机尺寸数列功率标度的經濟分析 (255)

中譯本序言

在共产党的领导下，偉大的中国人民正在为了把自己的祖国由农业国变为能依靠自己力量生产必要设备的工业国顽强地工作着。苏联为了帮助兄弟的中国人民建立起自己的强大的工业，正在做着它所应做的全部工作。中国重工业的心脏——机器制造业以飞快的速度发展着。

中华人民共和国本国机器制造业的建立和发展引起了国家对机器制造经济问题极大的注意。机器制造工业经济的研究对中国来说是一个完全年轻的科学领域，同时它是在不久以前才开始的。在中国的高等工业学校中在 1955/56 学年才开始了机器制造工业经济这门课程的讲授。

在机器制造工业经济问题中，新技术的经济分析问题占着极其重要的地位。苏联共产党第二十次代表大会曾对技术进步问题十分注意。经济分析有助于设计出能以最少的社会劳动消耗而可达到最大经济效果的机器结构。

作者在过去的 1955/56 年度，在中国看到了中国人民对研究苏联各个知识领域经验方面的极大兴趣。作者希望推荐给读者们的这本书，将引起中国机器制造工作者们对机器设计经济问题的重视，并将对机器制造业的技术进步有所帮助。

阿·康遜 1956 年 5 月於哈爾濱

原 序

社会主义經濟中机器技术的发展是与它的經濟有机地联系着的。因此在苏联，研究机器技术发展問題的不仅有工程师，而且也有經濟师。对所設計的机器結構的經濟分析就是这类問題当中的一个。

机器設計的經濟分析能帮助設計出最先进的机器結構，找出改进所設計的机器的基本方向和确定它的經濟指标。

在設計机器的經濟分析过程中随时产生着新的問題。有一些問題要求从数量上进行研究，另一些問題則随着技术的发展將引出一些新的課題。

近几年来，机器設計的經濟分析就显得十分重要。可是，在这个时期關於这方面的文献还是不多的，主要只有杂志上的几篇文章。本書想对这个問題作一些补充。它是作者以前出版过的著作的續本[●]。那本書中提出的許多問題，在这里作了进一步的闡述。

作者的任務是，談一談設計机器时經濟分析的經驗，把我国先进設計工作者在这方面的优点介紹給大家，揭露缺点，並指出在实际解决这些問題时会遇到的一些困难。

本書同时也闡述机器設計經濟分析的原理，並提出需待解决的最重要的問題。由於這個問題涉及的范围很广，因而作者主要地只能談一談对各种机器共同的問題。

在第一章，尽量簡單地敘述了这个問題的基本原理。它是本書其他部分的引言。在第二、三、四章，談到了所設計結構的使用質量和工艺性的經濟分析，以及制造机器所需費用和生产週期的計算。在最后一章中，敘述了各方面分析的联系和对主要几种机器的經濟分析的某些特点。

在写这本书的过程中，作者曾力求研究和解决某些問題。就是：

● “机器設計的經濟問題”，苏联国立机器制造書籍出版社1950年版（該書中譯本我社已在排印中，1958年年初可以出版。——編者）

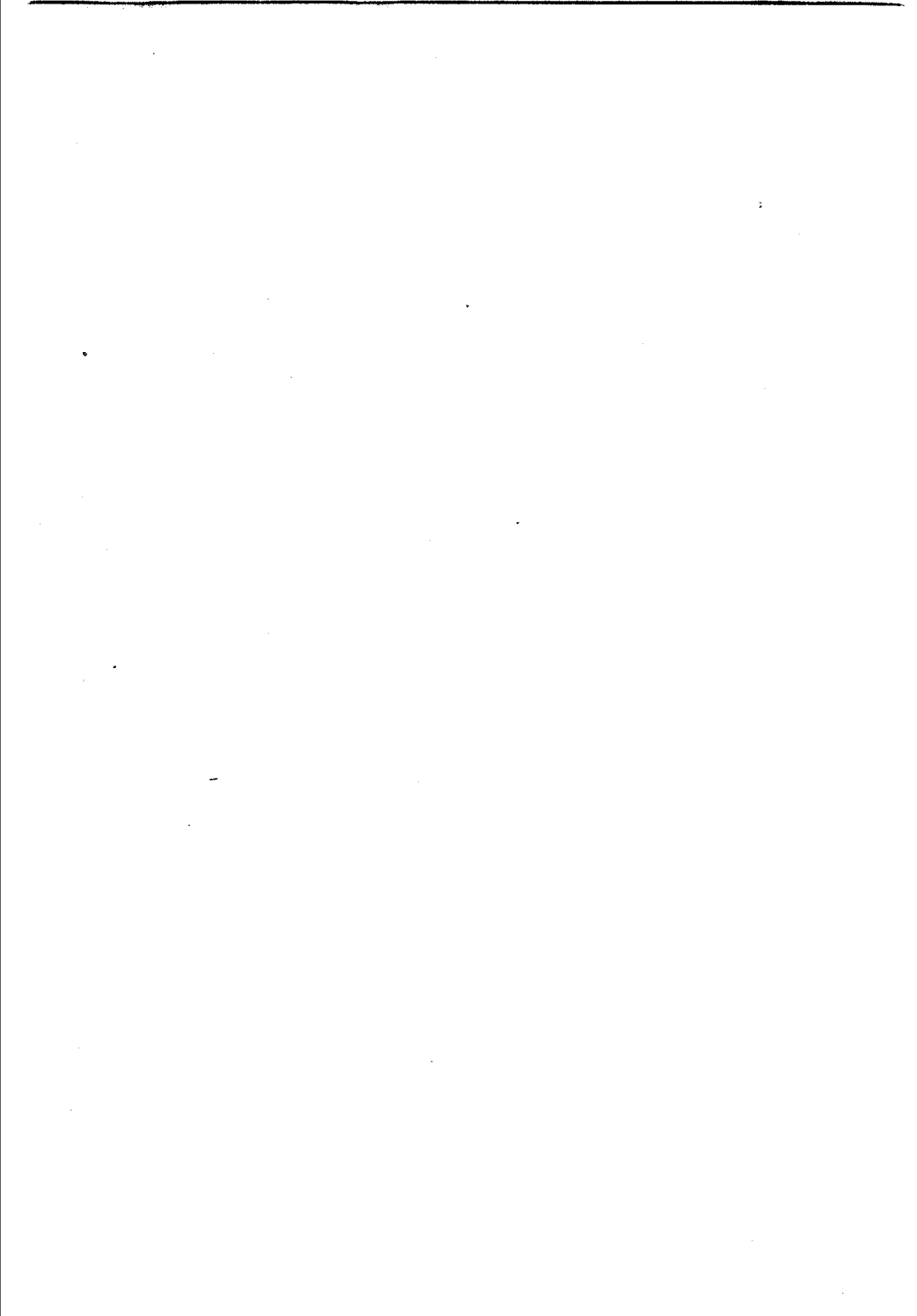
机器磨损的规律性、机器使用期限计算的图解分析法、机器修理费用及其折旧率的算法、用新机器更换旧机器的经济效果的计算、机器几何尺寸数列及其部件与零件统一化的经济论证和其他问题。

本书运用了我国主要设计工作者、生产革新者、科学研究所和高等工业学校教研室的成就。阅读本书时应当注意的是：这里所引用的资料不能作为实际设计的参考数据，而只可作为说明计算方法的引证。

作者谨向下列几位评阅人致以谢意：卡·伊·克利緬科（苏联科学院经济研究所）、米·葛·潘凱維奇（列宁格勒斯大林机器制造厂）和編輯卡·米·溫里卡諾夫。在手稿付印的准备中他们提出了宝贵的意见。

作者将以感激的心情接受读者的所有意见与希望，并请函寄列宁格勒捷尔仁斯基路十号。

作 者



第 一 章

社会主义經濟中採用新机器的經濟效果

1. 技术与經濟的关系

技术、机器和机器發展总合体的概念 生产分为物質技术和經濟两个方面。

技术是社会生产力最重要的因素之一。技术是社会生产体系中發展着的劳动資料的总和。人們在劳动过程中用以作用於劳动对象的劳动工具構成了社会生产技术的基础。但是劳动工具沒有包括全部技术。技术不仅包括劳动工具,还包括一切所謂劳动的物質条件,缺少这些条件,便不能实现生产过程(譬如通風和照明系統等)。同时,技术不包括劳动对象,所以不能把技术与生产資料等同起来看。

人們認識了自然規律之后,依靠技术来运用这些規律,以获取自然物和滿足自己的各种需要。正如卡·馬克思所指出的,經濟时代不是以生产什么来划分,而是以怎样生产,用什么劳动資料和借助於什么技术进行生产来划分的。生产的改变是从技术的發展、劳动工具的發展和改变开始。

構成現代技术基础的是机器。机器是生产工具、是劳动的机械工具。卡·馬克思把机器的总和称作一定时代社会生产的筋骨体系。

在現代国内的技术文献中,通常說机器就是为改变动力或生产而实现一定适宜运动的机械或机械的結合体。从技术方面来看,机器是一种机构,即具有一定几何結構的运动系統,也是一种設備,即一个具有足够强度能承受作用力的物体系統,並且也是能量的改变器,即变一种能量为另一种便於使用的能量的系統。

卡·馬克思指出,一切發展了的机器,都由三个在本質上不同的部分構成:發动机、傳動机构及工具机(即工作机)。这个定义也适用

於現代的由一个或若干个工作机组成並且由發动机通过傳动机構来帶动的机器联动机。

在卡·馬克思的时代，天軸傳动机構(傳动机構)得到了广泛的發展。当时發动机的能量就是靠这种机構傳到工作机上去或分配給各个工作机的。随着机器联动机的不断改进，天軸傳动机構就开始与工作机結合在一起。發动机也越来越靠近机器的工作机構。因此，'机器联动机的結構在运动系統的簡單化和各結構要素的相互合理配置方面發生了很大的变化。由於單獨电动机不仅在工作机上而且在各个机構上採用，因此在許多情況下已經不必再使用特殊的天軸机構(圖 1)。自动化的發展，要求採用和改进各种自动檢查、自动操縱和自动調整生产过程的机構、仪器和裝置。

虽然机器本身不屬於經濟范疇，但是当研究机器时不仅要从技术观点出發，而且也要从經濟观点出發，即要同經濟联系起来。

技术与經濟的相互关系 作为生产力要素的技术不可分割地包括在生产方式中，后者則包括生产关系或經濟关系。

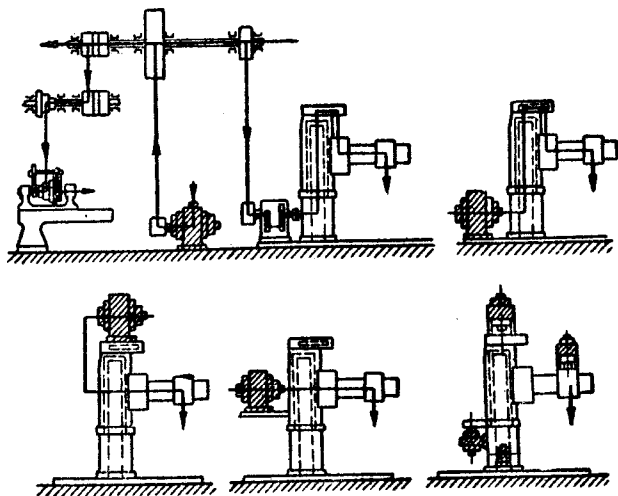


圖 1 立式提臂鑽床的电气傳动發展圖。

生产关系或經濟关系就是人們彼此在物資財富的生产过程中發生

的关系。生产关系或經濟关系不仅包括人們彼此在生产过程中發生的直接关系，而且也包括由其所决定的物質財富的分配和交換的关系。生产关系或經濟关系表示社会成員之間如何分配生产資料，因而也就表示如何分配人們所生产的物質財富。

技术的發展是处在与社会經濟关系發展的直接相互作用之中。

技术与經濟的关系是兩方面的。一方面，經濟影响着技术的發展並向它提出一定的任务。这里有重要意义的是由該社会制度基本經濟規律作用所决定的要求。每一技术上新的創造，只有当經濟上需要它的时候，当具备採用它的相应条件的时候，才能够在生产中得到广泛的应用。为了說明最卓越的技术發明如果没有为它的广泛採用創造物質前提和社会前提就不能实际应用这一点，可以举出很多的例子。譬如，大家知道，在农奴制的俄国，伊·伊·波立查諾夫創造了第一台連續運轉的蒸汽机，比瓦特創造蒸汽机就要早 20 年；阿·克·納尔托夫制造了第一台帶有走刀箱的車床，比格·蒙特斯林制造走刀箱要早 68 年。但是，在农奴制劳动的条件下，这种机器就得不到採用，而在十八世紀英国的条件下，同样用途的机器却大大促进了產業革命。

卡·馬克思写道：“人类总是在自己面前提出仅仅它所能夠解決的問題，因为在較詳細的考查时，总是發現問題本身，只有去解決它的物質条件已經具备，或最低限度也是在形成过程中才發生。”●

大家知道，社会主义經濟制度剷除了資本主义經濟限制現代技术發展的界限和障碍。

經濟对技术發展的影响还不能全部說明技术与經濟的关系。应当指出，技术發展对經濟也有影响。特别是，技术进步在改变自然資源使用的經濟性方面起着很大的作用。

仅仅在 90~100 年以前，石油曾是被拋棄的物品。起初石油只是用来提煉照明用的煤油。汽油和重油則是生产的廢物。重油被白白地倒掉，因为人們还不会点燃它。只是在發明了噴油咀以后，重油才成为一种巨大的动力源泉。它作为一种燃料，在質量上远远地超过了高

級煤炭。

汽油也有過相同的情況，在內燃機和汽車出現之前，從來不知道如何使用汽油。作為醫藥商品的需要也是微不足道的。汽化器式發動機從實際上決定了石油現代化的加工方法及其利用的方向。近30年來，在化學和石油加工工藝方面的一切工作和研究，都是在不斷改進的汽化器式發動機的直接影響下進行的。

在蘇聯，新的高效率的技術的運用，向社會主義經濟提出了一定的任務。

大家知道，在蘇聯由於生產的機械化，許多繁重勞動的工種很早就被消除了。例如，由於用現代化技術裝備了煤礦，於是那裡完全消滅如下繁重的工種：雪橇夫、馬車夫、手工挖煤工、推車工等等。同時也就出現了新的工種如：康拜因司機、截煤機司機、裝載機司機、電車司機、運輸機作業員、電車運輸調度員。使用斧頭、手鋸的伐木工被電鋸摩托手所代替；裝卸工的工作被熟練的吊車工所代替。這種工人職業組成的改變是同他們的熟練程度和一般文化技術水平的提高分不開的。從令人疲倦的強力勞動下解放出來的社會主義工業的勞動者，開始成為高效率自動機器的熟練指揮員，他們手中集中了很大能力和大量的物質財富。

蘇聯的農業集體化為在農業經濟中使用機器創造了非常良好的條件。在技術裝備程度提高到一定階段以後，就必須進一步擴大，並使生產資料的集中程度和集體勞動的程度更加提高。集體農莊的合併，為更有效地使用新機器和先進的農業科學成就，為谷物業和集體農業生產的其他部門中全部勞動過程的全面機械化創造了前提。

在機器技術發展中社會主義經濟制度比資本主義經濟制度的優越性 在技術發展中社會主義經濟比資本主義經濟有着決定性的優越性。

在資本主義社會中，機器是資本家的，並且是剝削工人階級的工具有。與轉化為工資的那部分勞動產品相比較，採用機器使資本家能夠增加作為剩餘價值的那部分勞動產品。

例如使用蒸汽机，資本家只支付煤炭这一商品的費用，而对水改变自己物理状态而成为蒸汽的这种能力並不給予报酬。他壟断了自然力和靠自然力来的劳动生产率的提高。

与整个生产一样，資本主义技术的发展决定於追求最大限度的利潤。只有当新技术能使資本家获得最大利潤的时候，資本家才採用新技术，相反地，当新技术不能給他們帶來这种利潤时，他們就不採用新的机器技术，而採用手工劳动。

壟断組織使各个資本家集团能有意識地阻碍技术进步，阻止各种发明的使用，並使他們可以增加利潤。

与机器的資本主义应用相联系的是对工人剝削的加强，劳动条件的惡化，羣众失業貧困的增加。机器的資本主义应用使工人变成机器的附屬品，並使他們丧失技能。

只有在社会主义社会里才能充分地發揮机器的作用；机器能大大提高劳动生产率，並標誌着人类对自然力的胜利，能減輕劳动，縮短劳动時間和增加丰富的产品。

社会主义生产方式的目的不是利潤，而是为了人和他的需要，为了滿足和提高人們的物質文化需要。在社会主义經濟中，机器是最强有力的提高工人劳动生产率和減輕劳动的手段；它为提高劳动人民的福利事業服务。

在資本主义国家里，在發生經濟危机的同时，技术发展就有周期性的間断；与此不同，在苏联，生产在高度技术和先进科学成就的基础上不断地完善着。

工業和農業中新技术的装备程度，即新技术設備在全国机器总数中所占的比重，是標誌技术水平的極重要指标。大家知道，社会主义工業、農業、运输業和邮电業正在不断地以最新的技术装备起来。

从社会主义向共产主义的过渡，要求技术发展达到更高的阶段。

在發展我国机器制造業及其各个部門时，党和政府是以馬克思的再生产基本原理为依据的。大家知道，这些基本原理之一，就是在扩大再生产中，生产資料生产必須优先增長。同时，在生产資料中起决

定作用的是生产工具，即机器。机器制造业则是重工业的心脏。

表1 战后苏联机器制造业的产量与生产资料生产和
工业总产量增长速度的比例

指 标	增 长 系 数		
	第四个五年计划期间 (1950 年对 1940 年)	1954 年对 1940 年	在第五个五年计划期 間(1955 年对 1950 年)
机器制造业的产量	2.3	4	2
生产资料的生产	無資料	3.4	1.8
工业总产量	1.73	2.8	1.7

表1所示的是战后苏联机器制造业的产量、生产资料生产和工业总产量增长速度的比例。

在社会主义扩大再生产中，增长速度最快的是生产生产资料的生产资料的生产，其次是生产消费资料的生产资料的生产，而后是消费资料的生产。这是社会主义经济中劳动过程高度机械化和自动化的原因之一。

由于社会主义经济制度具有这种重大的优越性，苏联机器制造业在以资本主义国家所不能达到的速度发展着。1950年，苏联机器制造业产量比1940年增加了1.3倍，并且超过了1913年的水平114倍。1953年，机器设备的产量比1940年增加了2.8倍。机器制造业的产量在我国工业总产量中的比重增加了许多倍(表2)。

由于重工业及其心脏——机器制造业的蓬勃发展，社会主义国家的实力和我国的国防力量在日益加强，国民经济一切部门在不断发展，苏联人民的物质福利在不断提高。

只有在社会主义条件下，每个技术革新者的创造性思想才能得到充分的支持。劳动人民群众以自己的积极活动促进技术提高，并且不断地在自己的队伍中间产生着改进技术的先进人物。

在苏联，科学工作者与生产者的创造性合作得到了巨大的发展。在我国，科学在解决生产问题和技术的發展中起着重要作用。

从我国的科学充分为人民服务的時候起，科学的計划工作以及技术进步的計划工作，就显得十分必要了。

任何發明，任何發現，和任何科学著作一样都是社会的劳动，因为它的一部分是与同代人进行合作所得的，另一部分則是运用前輩人的劳动成

果。發展技术的工作越来越成为綜合性的工作了。而在苏联，綜合性的工作就必然成为集体性的工作。不同科学技术部門的專家有計划的合作，加速了迫切問題的解决。

資本主义把科学限制在狹隘的實驗主义范围之內，这是因为資本家對於不能取得利潤的一切事物都不感兴趣。在社会主义經濟中，科学研究計划，把技术上应用已有成就的科学工作同进一步發展技术的科学工作密切地結合起来。

大家知道，在苏联，原子能在工業中已得到了实际应用。

除了运用社会主义經濟优越性，並考虑到它的日益增長的要求以及批判地研究国外的技术发展以外，科学技术工作者的使命是保証社会主义社会在技术方面的优先地位，並牢固地巩固苏联在世界技术进步中的領導地位。

2. 在社会主义經濟中机器結構設計經濟分析的任务

社会主义經濟对机器的要求 社会主义經濟向机器提出了一系列的要求，这些要求在机器設計工作中是必須考虑的。

机器的經濟意义首先在於它应当促进社会劳动生产率的增長，並使社会劳动能在單位产品上花得最少。机器不仅要促使節約操作机器的工人的活劳动，而且也应当促使節約單位产品的材料、燃料、电力和其他过去(物化)劳动。

表 2 机器制造业产量在苏联工業总产量中的比重动态

年 度	机器制造业产量比重 (%)
1913(革命前的俄国)	6.0
1932	19.6
1937	28.9
1940	30.0
1950	39.0

改善机器結構本身的工艺性与这些要求有着密切的联系。

在苏联，通过推广新的机器技术来解决节约劳动的任务，是与減輕劳动紧密地联系着的。將劳动变成人的第一生活需要是与繼續減輕劳动紧密地相关联着的。这是在社会主义經濟中向任何机器提出的最重要要求。新型机器应当把工人从大量的体力消耗中解放出来，从直接的不断的作用於劳动对象的必要性中解放出来。新型机器不仅应当使工人从直接加工产品的繁重操作中解放出来，而且也要从完成同一种不断重复的令人疲倦的輔助操作中解放出来。絕對不能使得利用新設計的机器去制造产品时，虽然获得节约但是不能減輕工人劳动或者不能保証操作应有的安全，这就是社会主义經濟中設計工作的重要原則。

在电气化基础上实行劳动机械化和自动化的任务是，不仅要使劳动更加有效和熟練，而且也要使劳动成为更有内容和創造性的劳动。

与資本主义經濟不同，在社会主义条件下制造的机器不是一些孤立的机器，而是整体的具有高度效率而且使用上又經濟的机器体系，从而也就能更全面地解决劳动过程的全盤机械化和自动化的任务。在社会主义經濟中，每一种机器都是相应机器体系中的一个环节。每一机器体系都应当保証制造某种产品时各連續工序机械化的綜合性和完整性。

机器体系中应当包括为完成每个生产过程及其全部工序的所有机器；而这些机器在生产率上、在所执行的生产过程的质量上和其他技术經濟指标和結構指标上都应当是相互協調的。所有工序和机器的工作应当联合成为一个統一的能决定工作过程次序的工艺系統。同时，每前一台机器应当为所有后面的机器，即为該生产过程中的全部机器創造最好的工作条件。在全盤机械化的条件下，应当建立一个連續的生产过程，这个过程中的一切工作則由能力上和生产率上严格協調的机器来完成。新机器的設計任务应当在为各个生产部門实行全盤机械化和自动化所拟定的机器体系的基础上提出来。

劳动生产率的提高在很大程度上決定於輔助过程的机械化狀況，