

高等學校教學用書

拖拉機·汽車 及農業機器修理學

上 冊

В. И. КАЗАРЦЕВ 著

劉修驥, 王元長, 李敏, 梁其忠譯

高等教育出版社

高等學校教學用書



拖拉機·汽車及農業機器修理學

上 冊

B. И. 喀查爾切夫著
劉修驥, 王元長, 李敏, 梁其忠譯
蔣潮, 萬鶴羣, 陳斯潔校

高等教育出版社

本書係根據蘇聯國家農業書籍出版社 (Государственное издательство сельскохозяйственной литературы) 1949 年出版的 В. И. 喀查爾切夫教授 (Проф. В. И. Казарцев) 著 “拖拉機·汽車及農業機器修理學” (Ремонт машин, тракторов, автомобилей и сельскохозяйственных машин) 增訂第二版譯出。原書經蘇聯高等教育部審定為農業機械化學院及農業機械系教學參考書。

全書共三篇八章, 分為上中下三冊出版。上冊由北京工業學院劉修驥、王元長、李敏、梁其忠翻譯, 北京工業學院蔣潮, 北京農業機械化學院萬鶴羣、陳斯潔校閱。

拖拉機·汽車及農業機器修理學

上 冊

書號189(課134)

喀 查 爾 切 夫 著

劉 修 驥 等 譯

高 等 教 育 出 版 社 出 版

北 京 琉 璃 廠 二 七 〇 號

〔北京市書刊出版業營業許可證出字第〇五四號〕

新 華 書 店 總 經 售

上 海 市 印 刷 二 廠 印 刷

上 海 七 浦 路 四 七 一 號

開本787×1092 1/25 印張8 5/12.5 字數 166,000

一九五四年十一月上海第一版 印數 1—3,000

一九五四年十一月上海第一次印刷 定價 羊 12,000

1058/17序

“拖拉機、汽車及農業機器修理學”這門課程在高等技術學校中是一門新開的課程，這門課程是在社會主義農業大量機械化的基礎上產生出來的。

這門課程的主要任務是教會保持機器-拖拉機站和國營農場的全部機器於能夠工作的狀態。

根據所指出的任務，這本機器修理學教程包括以下的主要幾篇：(1)機器技術維護的理論基礎，(2)機器修理工藝學，(3)機器修理的生產組織和修理企業的設計。

在第一篇內敘述關於機器的技術保養、小修和大修方面的技術上和組織上各種最重要問題的理論根據。同時，主要的注意力放在確定組合的極限容許磨損的各種問題上、已磨損的組合的修復方法上、以及製訂各種計劃性先期修理制度的方法上，也就是說，把主要注意力放在作為課程基礎的幾個問題上。

在第二篇內闡明由修理的實踐所總結出的修復拖拉機、汽車及農業機器上已磨損的組合和機件的各種方法。這樣一個繁重篇幅的敘述法是沒有統一規定的。作者在這裏所採取的敘述次序是教學大綱中所指出的次序，並認為這樣的敘述是最經濟和完滿的。經驗表明，用任何一種其他的次序來敘述這一篇時（但不是按機器的部件，而是，例如，按修復程序的種類）都會使得修理的具體對象（機件、部件）被忽略掉，這是和課程的專門任務相矛盾的。

第三篇包括機器-拖拉機站和國營農場的機器的技術保養、小修和大修的組織問題，以及修理工場和修理工廠的設計。同時這一篇中最後一章（第八章）的材料以這樣的次序來敘述為合適：首先研究設計問題，然後組織問題。如經驗所表明，這樣的研究次序可以免去其他情形

中所難以避免的重覆(例如,車間生產能力的檢查和車間的計算,確定企業的綱領等)。

在許多相類似的機器修理學教程中祇研究大修。它們認為技術維護和小修應該在其他的教程內研究(例如,技術保養在敘述性的教程中研究,小修在機器使用教程中研究)。這種方針不能認為是正確的,首先,由於機器的所有各種技術維護方式都包括各種相應的工藝方法;其次,由於分別地研究技術保養、小修和大修會失去關於這些維護方式的完整概念,因為保持機器工作能力的各種計劃性的措施就好像是同一根鏈條的各個環節一樣。同時,在按榮膺列寧勳章的阿若夫機器-拖拉機站(Азовская ордена Ленина МТС)的方法所製訂的現代先進機器技術維護制度中,技術保養、小修和大修之間的界限幾乎都已經消失了。

對於本教程所說明的機器修理的全部問題,作者在敘述時力求能符合於黨和政府的決定中所作的各項指示,特別是這樣一些綱領性的決定,如關於1946—1950年恢復與發展蘇聯國民經濟的五年計劃的法令和全蘇共產黨(布)中央委員會1947年二月全體會議“關於在戰後時期提高農業經濟的措施”的決議。

作者同時也竭力設法採用農業先進工作者的豐富經驗,首先是著名的拖拉機機耕隊長安格林娜(П. Н. Ангелина, 斯大林省),鮑爾塔可夫斯基(И. И. Бортакровский, 遼查斯克省),傑塔洛夫(А. В. Гиталов, 基洛夫格勒省)等人的經驗。

作者將竭誠歡迎地接受所有為繼續改善本書而提出的一切指示和要求。

В. И. 喀查爾切夫教授
(Проф. В. И. Казарцев)

於列寧格勒, 1949年。

上 册 目 錄

序

緒論	1
----------	---

第一篇 機器的技術維護的理論基礎

第一章 機器、組合和機件的故障	6
故障的概念	6
自然磨損和事故磨損以及損壞	7
機構和機件自然磨損的種類	12
機械磨損	13
化學蝕損	19
金屬的疲勞	25
事故磨損和損壞	28
機件和機構的自然磨損的表現形式	30
確定組合中的極限容許間隙	33
柱塞一套筒型組合的間隙極限值的理論根據	34
軸—軸承型組合的間隙極限值的理論根據	43
確定機件幾何形狀的極限容許改變	55
作旋轉運動的軸—軸承的組合	57
作擺動運動的軸—軸承的組合	63
第二章 消除和防止故障的方法	69
磨損的機件和組合的修復方法	69
修復配合的方法	69
按恢復的配合來修復所損失的尺寸的方法	78
機件的報廢	82
計劃性先期修理制度的製訂法	84
機器工作過程中損壞的查明	95
機器技術維護的基本類型	100
機器修理的組織方法	102
機器結構的特點對其修理組織工作的影響	108

第二篇 機器修理工藝

第三章 機器修理的一般工藝問題	115
氧炔銲	115
電鍍	141
金屬噴鍍法	158
機械加工	168
修復磨損機件的各種方法之應用	184
機件電加工的新方法及其應用和前途	191

拖拉機、汽車及農業機器修理學

緒 論

要將拖拉機、汽車和農業機器的修理作為整套的技術措施來講，那祇是在這些機器有了大規模的普及以後才有可能。農業大規模機械化的開始應該認為是在 1925 年，當全蘇共產黨（布）第十四次代表大會作出了將蘇聯由農業國轉變成工業國的決定的時候。從那時起，拖拉機、汽車和農業機器的技術維護工作已經通過了一系列的有組織的階段。

第一個階段相當於約在 1929 年以前的時期，那時蘇聯的農業在實際上祇使用一種型式的拖拉機，這是“紅色普吉洛甫人（Красный путиловец）”工廠（現名基洛夫工廠 Кировский завод）的 ФП 牌拖拉機和進口的“福爾特件（Фордзон）”牌拖拉機。在使用這些機器的過程中，蘇聯的幹部們積累了在農業中使用拖拉機的經驗和它們的技術維護方面的經驗。這種在開始階段祇使用一種型式的拖拉機的情況下，雖然並沒有任何經驗，但修理技術都是令人滿意地擔負起了維護這種拖拉機的工作。這個問題之所以能夠解決，是因為保證了修理工場能有各種僅適用於修理這種型式拖拉機的、比較簡單的專門設備。在工作中的拖拉機的所有一切技術維護當時在蘇聯由兩種組織來擔任：農業合作社和國家農業倉庫。在這一時期的最後，機器在田野工作時由已經相當熟練的流動指導人員來維護（所謂“技術幫助”），而在田野工作結束後，則將機器安置到專門組織成的修理工場中去。

第二個階段相當於 1929—1934 年這個時期，這時期的特點是機器—拖拉機站和在最新的先進技術的基礎上建立起來的機械化國營農場

的建設工作有了廣泛的開展。在這些年代裏，有許多汽車、拖拉機製造及農業機器製造的巨型工廠開工生產了。蘇聯的農業已經獲得了巨額的、數以十萬計的大量機器。必須合理地使用這些機器並以適當的保養和修理來維護它們。須要有大量的受過訓練的駕駛員、機師、鉗工和其他的拖拉機、汽車及農業機器的維護專家；對檢修機器用的備件和設備的要求是迅速地增長了。這個相當於熟習農業大規模機械化的時期是最困難的階段。黨和政府始終不懈地領導着農業機械化的工作，使機器-拖拉機站和國營農場的工作人員們有可能依靠社會主義工業來克服這些困難。

在機器技術維護方面的一個巨大成就，應該認為是這一時期內所擬訂的、逐漸地過渡到用保養和修理的方法來有計劃地維護機器的方針。如果說在今天以前對於機器的保養是臨時地進行而不是一個有計劃的制度，並且整個修理在本質上都集中到了大修時，那麼在今天，機器的使用者們就已經明白，這種維護機器的制度是不能適應於社會主義的計劃經濟的。

產生了一種所謂機器的計劃性先期修理制度，這種制度包括一系列的技術保養、小修、中修和大修。所有這些計劃性的措施都是計劃好並且就其完成的定期性及計劃好的修理工作的容量而言作為必須執行的標準而運用到實踐中去的。這種維護的佈置在建立和鞏固機器保養及修理的技術規程的工作中起了巨大的積極作用。推廣機器維護的計劃性先期修理制度須要克服本身上不小的困難。就像曾經見到的那樣，雖然拖拉機幾乎每年在作大修，但它們在夏季的工作質量却終還不能認為是很高的。這種情形的原因被斯大林同志揭穿了。1934年斯大林同志在給全蘇共產黨（布）第十七次代表大會所作的總結報告中分析了農業機關的工作並指出了拖拉機和機器的保管不能令人滿意之後，他指出：“修理工作也是不能令人滿意的，因為直到現在為止有許多人還不願意懂得修理工作的基礎是小修和中修、而並不是大修”。

最後一個階段是從 1934 年起到現在，這個時期的標誌是斯達哈諾夫運動的產生和它的繼續發展。這個先進工作者的運動也給機器維護技術帶來了根本的改變。過去所實施的使用期限壽命的定額、兩次修理之間的行駛距離定額、機器的利用率定額已為現實所摒棄。機器的計劃性先期修理制度按以前的內容也已經不能滿足時代的要求。如上面所指出的，上一階段中在計劃修理的定期性和容量方面的規則曾經造成過它良好的結果組織和紀律化的開始。但是繼續應用這種內容的計劃制度却變成了斯達哈諾夫運動發展中的障礙，因為通過一定期限並按一定容量來進行修理的指令式規則限制了司機延長兩次修理之間的壽命的自由。現代的計劃性先期修理制度的內容祇規定必須作檢驗工序，而修理工序則應該根據機器的情況來進行。

機器維護工作的繼續發展、首先是修理工作的繼續發展表現為修理企業網的不斷擴大和機器的保養技術及其修理技術的改善。法西斯德國強迫蘇聯進行的戰爭使農業修理網遭到了巨大的損失。但就在戰後的最初幾年裏，與整個國民經濟的迅速恢復和繼續發展的同時，修理技術也取得了相應的恢復和發展。在關於 1946—1950 年蘇聯國民經濟恢復與發展的五年計劃的法令中寫道：

“在五年內要修建起 950 所新的機器-拖拉機站並以小修工場和業務用建築供給每一所機器-拖拉機站；保證機器-拖拉機站修理基地的建設並將發動機修理工廠及機械工廠的數量增加到 210 所和將機器-拖拉機的大修工場的數量增加到 510 所；以幹部加強機器-拖拉機站”。

全蘇共產黨（布）中央委員會 1947 年二月全體會議“關於戰後期間提高農業經濟的措施”的決議要保證全部機器-拖拉機的維護及修理工作得到繼續的發展。

必須指出，外國的實踐，其中包括美國的實踐並不對機器修理問題賦予在蘇聯所給予的意義。這原因要歸根到資本主義國家的經濟政策，它們在這個問題上的政策是用降低各個部件的工作可靠性並同時

提高備件的價格以減低機器的最初價格。如所週知，在許多資本主義國家內，構成一輛汽車的備件的價格要超過一輛裝配成的汽車的價格1.5—2倍^①。

資本主義公司的設計師和工藝師們按照他們主人的命令行事，把自己的全部能力都用來解決一個問題——使機器容易銷售。公司的所有者不僅對他的機器有較長使用期限這件事不感興趣，而相反，他關心的是怎樣使機器經過一個不長的所謂保用期以後根本就不能再工作，不能修復而那時消費者就不得不去購買價值昂貴的備用總成和部件。

因此，私人佔有制和競爭也把本身的醜惡在初看似乎是純粹技術性的事情上打上了烙印。

蘇聯在這同一問題上的目的當然是不同的。蘇聯的機器的最初價格應該儘可能地低，同時它也應當有相當長的壽命，在使用時可靠而經濟。若是對於受磨損的機器的修理工作沒有嚴格的佈置，要解決這最後一個問題是不可能的。

同時必須指出，機器的技術維護的理論及實踐幾乎完全以蘇聯學者和工程師們所提出的科學原理和發明為基礎。機器的維護的理論以摩擦理論、潤滑和磨損理論的原理為基礎。在後幾種理論的研究中，俄國學者所起的作用是非常偉大的。

遠在1752年，天才的俄國學者米·伐·洛蒙諾索夫(М. В. Ломоносов)在他給科學院會議的報告中提出“利用在方條上摩擦的方法來研究物體微粒之間的附着力…”並特別強調必須“用長時間的摩擦來研究各種物體，特別是金屬”。米·伐·洛蒙諾索夫第一個為這目的而設計了一架磨石式的機器，並進行了他所提出的材料試驗。在這一方面，還必須提

① 邱達可夫院士 (Академик Е. А. Чудаков) 著“汽車設計方面的科學研究工作的基本方向”(Основные направления научно-исследовательской работы в области конструирования автомобиля)。“汽車工業”(Автомобильная промышленность)，1946年第二期。

到這些光榮的蘇聯科學活動家們的名字，如彼得洛夫教授(проф. Н. П. Петров)——流體動力學的摩擦和潤滑理論的奠基者，茹可夫斯基教授(проф. Н. Е. Жуковский)，恰帕雷金院士(Акад. С. А. Чаплыгин)，米爾查洛夫教授(проф. Н. И. Мерцалов)等人。

機器修理工藝學幾乎完全建立在蘇聯學者們和工程師們的勞動上，這些人中特別是：斯拉文諾夫工程師和平納爾道斯工程師(инженеры Н. Г. Славянов и Н. Н. Бенардос)——電弧銲的創始者，雅各別院士(акад. Б. С. Якоби)，是他首先確定了金屬電鍍的技術可能性和實用意義，李尼克工程師和卡茨工程師(инженеры Е. М. Линник и Н. В. Катц)——電力金屬噴鍍器(электрометаллизационный аппарат)的發明者，斯大林獎金獲得者伐洛克琴(В. П. Вологдин)，拉若稜柯(Б. Р. Лазаренко)和古雪夫(В. Н. Гусев)——零件電加工的新方法的創造者，這些方法現在已經推廣到了機器零件的修復技術中。

第一篇 機器的技術維護的理論基礎

第一章 機器、組合和機件的故障

故障的概念

關於機器的工作能力通常是以機器的工作性能來判斷的。這種工作性能，例如對發動機而言是：依轉數為轉移的功率變動——即 $N_e = f(n)$ ，單位燃料消耗量和單位潤滑油消耗量，沒有敲擊和不正常的噪聲。對傳動機構而言，機械效率是基本的性能，關於機械效率的降低在工作時通常是以傳動中的噪聲增高的現象來判斷的。對農業機器和農具而言，所完成的工作質量是主要的指標，例如耕地、收穫的質量（收割的淨潔度、無損失）等等。所指各種工作性能的脫離正常情況的任何偏差都表明機器中有某種故障的存在。

由於未將機器調整到適應於當前的工作種類，或由於在機器中發生了某些普通調整所不能消除的變動都會引起這些故障的發生。

關於調整及安裝機器和農具的問題在敘述這種機器的構造的課程中已經說明，因此在本書中將不再討論。我們的研究對象將祇是由於磨損或其他原因在機器中發生而不能用普通的調整消除的故障。

任何機器都由個別的組合（собрание）所組成，因此，很顯然地，由於機器中的組合的變動，機器也將發生工作性能的變動。

關於組合正常的工作也以組合的工作指標來判斷。在這種情況下，這指標就是已知的形成組合的聯合機件構造性能，也就是配合。因此，就組合而言，故障表現在配合的破壞，也就是在運動的組合中所設的間隙的破壞以及在靜止的組合中所設的公盈的破壞，這樣，例如發動機功率的下降就可能是活塞組機件間隙增大的結果。

配合的任何破壞都決定於機件的尺寸和形狀的改變。由此可以作

出結論，所研究的任何一個機器、機構和組合的故障是在機件工作性能中發生了變動的結果。這些變動表現在機件構造尺寸的變動、它們的表面質量的變動、以及材料的改變（化學成份、結構、機械性質）。如實踐證明，因機械尺寸的變動而發生的故障具有最大的實際意義。因為在最簡單的機器原件上比較容易地注意和研究這些變動對於整個機器工作能力的影響，而這些機器原件乃是機件副（Пары Деталей）的組合，所以研究機器的故障應該以研究個別的典型組合的故障為基礎。

自然磨損和事故磨損以及損壞

祇有在機器的各個機構建立起了這一機器的構造特性所要求的各種工作條件的情況下，才可以由使用的機器得到應有的生產率。這種條件的破壞（摩擦表面的潤滑，組合中所要求的間隙，負荷及其他一系列的破壞）立刻就影響到整個機器的行動並使機構的磨損加強和損壞，其結果使農場必須以很高的代價停工和修理機器。因此，使用這種機器的技術人員不但應該知道個別機構的結構和工作原理，而且也應該知道設計者所定的基本的重要機件的工作技術條件。由於這些原因，工廠有責任對所生產的機器附以說明書，在這說明書中應該詳細地反映出維護這種類型的機器的所有的要求，並着重指出因機器的構造特點而產生的這種維護的特殊性。

仔細遵守工廠說明書的指示是正常使用機器的最重要的條件。但是，無論怎樣仔細地按照維護機器的要求來實行，在機器的結構中和在摩擦的機件中久而久之就將發生磨損。在正確設計的機器中並且在規定的維護機器的情況下，這種磨損的增長的逐漸地、在長久的時間過程中發生。但在維護不良的情況下，磨損的增長可以是很強烈的，並且往往成為事故磨損。引用潤滑油層可將引起摩擦表面磨損的摩擦力的作用減到最小，但是，既然摩擦的作用不可能完全消除，所以應該將磨損的逐漸增長看作是不可避免的。在這種情形下，我們的任務是遵守對

機器工作所要求的條件來防止這種磨損的不正常的發展。

實際中所觀察到的機器的磨損和損壞，無論按照它的發生原因或發展的性質，都是非常多式多樣的，以致澈底地研究每一個遭遇到的損壞，即使是在同一種牌號的機器的範圍內，都是巨大的、也許異常困難的工作。在這種情況下，科學的管理就採取現象分類法，這種現象分類法允許以現象類型的研究來代替分別地研究每一個現象，這些現象是由它們發生和發展的規律的一定共同性所結合的。

為此目的，在任何機器的工作機構中所有遭遇到的磨損和損壞可以分為兩種基本類型：

1. 通常漸漸地增長的磨損和損壞是在正常的使用條件下——即當遵守了對這種機構所要求的一切維護規則——磨擦力的長期作用的後果，高溫和其他各種因素作用的後果。因為這些磨損屬於機器本身構造所決定的正常現象，所以它們被稱為自然磨損。

2. 迅速增長的、有時甚至是在機構經過短期工作以後就可看到的磨損和損壞。它們主要是對這種機構維護不當的結果，並且在比較稀少的情形下是生產上的缺陷的結果。這種損壞類型典型的、強烈的增長帶有事故的性質，因此，這些磨損和損壞可以被稱為事故磨損。

所有見到的損壞的這種分類法之所以合理，是因為它幫助解決了防止故障的基本問題：將所使用的機器保持在這樣的狀態下，使它們僅遭受到自然磨損。事故磨損和損壞是不應該發生的。

因為機器個別機構的自然磨損的增長速度與這種機構的設計上的完善性有關，所以顯然地，研究這種類型的磨損首先對機器製造廠有重大的意義。根據機器在工作過程中的性能的使用資料，工廠就有可能及時地來消除機器在設計或製造上的某些缺點並因而可以系統地改進自己的機器。

同樣重要地，要使使用這種機器的農場知道機器的自然磨損。機構的自然磨損是隨着這些機構的工作時間的增加而一起增長的。但

是，這種逐漸的數量上的磨損增長僅在一定的範圍才不致引起在機構工作質量上的改變，並且，很明顯地，祇是在這個範圍的磨損可以算作自然的、正常的磨損。超過了所指出的範圍，磨損就會引起機構的工作質量上的改變，並造成使它的工作急劇地惡化的改變。換言之，從自然磨損增長而轉變為事故磨損。

防止故障的問題的全部複雜性就在於：及時地掌握住每一個機構達到本身極限磨損的瞬間，並用修理工作來預防事故磨損，及時地修復已磨損的組合，因而可不需大筆的經費來使機器恢復原有的工作能力。

圖 1 表示工作的機件副磨損的增長曲線，圖中沿橫坐標軸表示機件副的工作時間（以小時計），而沿縱坐標軸表示磨損的程度——在所設情形中為間隙。

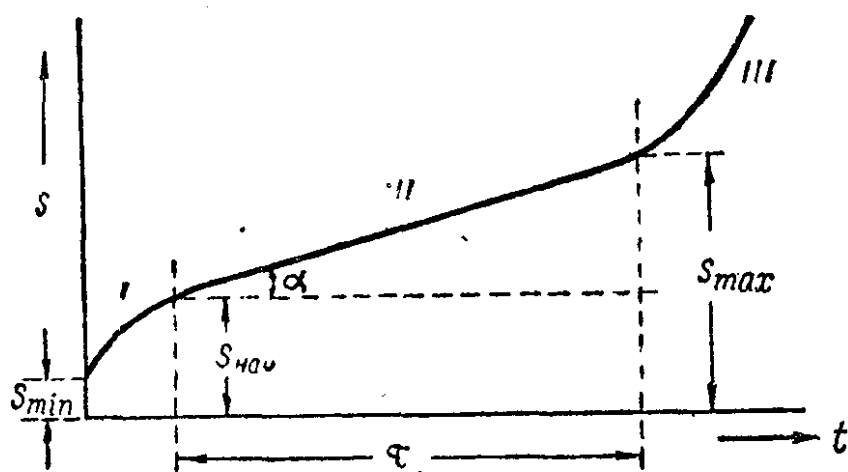


圖 1. 組合磨損曲線。

所表明的曲線對所有良好設計成的、在規定的狀況下工作的運動組合是正確的。這曲線具有三個明顯地表示的區段：最初是表徵新的組合試轉過程的曲線區段 I；最後是曲線區段 III——相當於組合因它的磨損超過容許極限（事故磨損）而破壞的時期，以及中間的長度最大的直線區段 II（自然磨損）它相當於組合正常工作時期。在估計組合的修理之間使用期限時，應該除去第一和第三區段，因為試轉終止的時刻就應該算為組合正常工作的開始，而組合正常工作的終止即達到

極限容許磨損。

在這種情形下，任何一種良好設計成的、在穩定情形下工作的組合的修理之間使用期限可以用下列關係來表示：

$$\tau = \frac{S_{\max} - S_{\text{нач}}}{\text{tg}\alpha}, \quad (1)$$

式中： τ —組合的修理之間使用期限（以工時計，有條件的耕地以公頃計，行駛距離以公里計）；

$S_{\max}$ —在磨損的情況下，配合的極限容許寬鬆度（極限容許磨損）；

$S_{\text{нач}}$ —表示試轉過的組合最初配合自由的數值（初間隙）；

$\text{tg}\alpha$ —表示組合的磨損急劇程度的數值（在 1 公頃耕地上、行駛距離 1 公里的每小時的間隙增長）。

因而，根據關係式（1）所設的組合的修理之間使用期限可以用將分子和分母的數值保持在所需範圍內的方法來保證。

以保持一定的分母數值為目的的措施，也就是，以保持磨損的急劇程度為一定而不超過正常值的措施，應該屬於技術使用的範圍；而以保持一定的，不低於正常的分子值為目的的措施，也就是配合的擴大範圍，應該屬於機器修理的範圍。

實際上，如果取配合的擴大範圍（分子）為不變的數值，那末保持曲線中的直線區段的傾角是保證已知的修理之間使用期限的唯一途徑。這裏的主要措施是：將機構作應有的潤滑和整個以優質的使用材料的供給，正確地調整，遵守起動和操縱的規則，保證適當的保管條件等等，也就是屬於技術使用範圍的措施。修理實踐可以影響並且祇在這種情形下對分母的數值起作用，即當在修理時進行組合的改製（Реконструкция）（例如，裝入附加的修理零件）或改變零件加工的施工法（例如，換入耐磨的覆面）。但是，在這種情形，修理的實踐改變了正常（自然）磨損的所設急劇程度的數值，並且又仍然用技術使用範圍內的措施來保證在使用條件下將這一新的數值保持在應有的、但已經是不同的