

機械製造技術檢查叢書

弗 林 金 著

**機器的裝配質量
檢 查 和 試 驗**



機械工業出版社

機械製造技術檢查叢書

機器的裝配質量檢查和試驗

弗林金著

張直明譯



機械工業出版社

出版者的話

本書敘述機器裝配檢查和試驗的原則，特別着重裝在滾動軸承上的機構的裝配檢查、零件和部件的靜平衡和動平衡以及機器中振動和噪音的測定。此外，還敘述機器裝配和試驗時所發現各種毛病的研究原則。

本書適合工廠內技術檢查人員閱讀。

蘇聯 М. С. Френкин 著 'Контроль качества сборки и испытание машин' (Машгиз 1951 年第一版)

* * *

書號 0592

1954 年 10 月第一版 1955 年 6 月第一版第二次印刷

787×1092¹/₃₂ 字數 56 千字 印張 2¹¹/₁₆ 5,001—6,000 冊

機械工業出版社(北京歷甲廠 17 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證出字第 008 號 定價(8) 0.42 元

序

這套叢書是第一機械工業部蘇聯專家謝傑爾尼可夫同志介紹的，是全蘇機器製造科學工程技術協會莫斯科分會在 1949~1953 年間為技術检查工作函授教學用而出版的。它系統地介紹機械製造廠技術檢查工作的組織制度、職責權限、工藝準備的基本原則以及各車間技術檢查工作的具體做法。內容詳細具體、通俗易懂，是目前我們可以得到的最完整、最系統的有關技術檢查方面的蘇聯資料。

全書一共有 25 分冊，內容包括：技術檢查的工藝準備、法律基礎、組織機構、基本方法、分析、統計、檢查過程自動化的原理，以及鑄、鍛、鉗、鉚、熱處理、機械加工、裝配各工種檢查工作的基本原則和具體方法等。

我們工廠的技術检查工作，雖然從學習蘇聯先進的企業組織管理方法以來即隨着其他方面的管理制度逐步地建立起來了，但到目前為止，工廠技術检查工作還存在許多缺點，組織不完整，職責不明確，制度標準和方法都不健全，人員數量少，業務水平低，技術檢查科真能從積極方面做到預防廢品、保證質量的還不多見。機械工業產品質量不好，一方面造成國家巨大損失、延誤基本建設工程，另一方面打亂工廠的作業計劃，加重生產中的混亂。產品質量不好的原因雖然很多，但是技術检查工作這一環節不够健全，不能起督促、檢查、保證質量的作用，尤其是技術检查工作在目前配合不上生產和技術發展的要求，已形成日益嚴重的問題。

這套叢書的出版對如何進一步做好技術检查工作，提供了有利的條件。

本叢書因原版本印數不多取得不易，到目前為止尚缺若干冊，現先將已有各冊陸續翻譯出版。

第一機械工業部技術司 1954 年 4 月

目 次

序.....	3
緒論.....	5
一 裝配工藝過程的基本概念.....	6
裝配的方式(7)——裝配作業的組織形式(10)——裝配中連接的特性(10)機器中零件的基準(11)	
二 裝在滾珠軸承和滾柱軸承上機構裝配的檢查.....	11
軸承的結構及分類(12)——軸承的配合座(13)——滾動軸承中的間隙、預緊及其調節(14)——軸承裝配和調節的檢查(16)——滑動軸承(23)	
三 機器裝配和試驗的檢查.....	25
總則(25)——裝配工作和連接的檢查(27)——連接中氣密性的檢查(35)——齒輪、蝸桿傳動和減速器的裝配檢查(36)——部件的裝配檢查(42)——機器最後的裝配和試驗的檢查(46)	
四 機器中轉動零件和部件的平衡.....	52
靜不平衡和動不平衡(52)——同時校正兩種不平衡的方法(54)——動平衡機床概要(57)——靜平衡機床概要(60)	
五 機器中振動的測定和檢查.....	62
六 機器機構中噪音的測定和分析.....	64
聲音和噪音的一般知識(64)——用來測定和分析噪音的方法和儀器(70)	
七 在機器裝配和試驗時所發現缺陷的分析.....	74
部件和機器在裝配時所發現的缺陷(74)——部件和機器在試用和試驗時所發現的缺陷(76)——研究缺陷原因的方法(77)	
八 裝配-試驗車間中檢查組織的主要問題.....	80
複習題.....	83
參考文獻.....	85
中俄名詞對照表.....	86

緒 論

黨和政府要求我國工業生產的都是質量優良的產品。社會主義經濟和人民對於各種質量優良機器日益增長的要求；就使全體機器製造工作者，首先是技術檢查工作者，負起重大責任。

機器的裝配和試驗是機器生產中的完成階段，因此在保證生產質量優良產品這點上說來，執行這些方面的質量檢查是最重要的。有缺陷的半成品，如果在檢查時偶而疏漏，可以在機械加工時被發現和加以剔除；製造得不正確的零件，可以在裝配時被淘汰掉。這些現象在生產上都引起不良影響：引起非生產支出，增加成本，有時可能打亂機器裝配和生產的進度，不過它們的影響在出廠前就表現出來，並且易於在廠內就加以消除。

關於在機器裝配和試驗時發生漏檢的缺陷，情形就不同了。這種缺陷僅在運用時才會顯露出來，可能使機器停工，因而打亂企業的正常工，並使國民經濟遭受巨大損失。

在製造工廠說來，這樣不僅要負擔擔保消除缺陷的費用，而且使每個蘇維埃機器製造工作者所珍重的本廠牌號的聲望，也要遭受損失。

從這裏就可以知道機器裝配技術檢查和機器試驗的特殊意義了。

裝配工作是機器生產中的重要組成部分，它的作用具體表現在以產品的優等質量為目標的社會主義競賽新形式之一：優等質量工作隊的集體競賽。這種競賽形式就是首先在裝配工作中出現的工作隊。在競賽中把加工和半成品供應工作隊也組織

起來，就能使競賽在整個生產循環中，從毛坯工段一直到裝配工段，廣泛地發動起來。

ЗИС-150 汽車前軸的裝配技師阿列克賽·邱伐曉夫(Алексей Чувазов)，在莫斯科斯大林汽車廠中發起了這種競賽。他把衝壓前軸樑和旋轉凸輪的鍛造工、加工這些零件的機器工、和裝配汽車前軸部件的裝配工，全都帶進了優等質量工作隊的集體競賽中。

這本小冊子中簡短敘述了機器裝配檢查和試驗的原則，其中特別着重裝在滾珠軸承和滾柱軸承上的機構的裝配檢查、零件和部件的平衡、以及機器中振動和噪音的測定。

在小冊子中也敘述了如何對機器裝配和試驗時所發現缺陷進行研究的一些原則。

一 裝配工藝過程的基本概念

裝配的工藝過程，是依次把零件連接成為部件，再把部件和零件連接成為機器這兩道工序的總和，它應當保證滿足我們對部件和整個機器所有的技術要求。

裝配工藝過程擬定得是否仔細，技術上把握性如何，以及是否執行得恰到好處，決定了裝配質量的必要水平，而機器質量是決定於裝配質量的。

裝配工作的缺點，不論是最起碼的或是較複雜的，都會降低機器的技術品質，而使零件過早磨損，個別部件損壞，以至整個機器停工。在裝配滑動連接時，如果不遵照零件光潔度及所需潤滑的基本要求，就會使配對零件擦傷或咬死。例如，原動機曲軸的油槽中沒有把鑽孔時遺留的鑽屑，和磨軸頸時漏在槽中的磨

屑清除乾淨，可能使軸頸的潤滑不良，或使磨屑落到軸頸上，結果在原動機工作時使軸承受到擦傷或燒燬。

在選擇裝配中如果零件選配不當，例如原動機的活塞銷和活塞，公差過鬆，活塞銷會發生敲擊，活塞銷和活塞會過早磨損；配合間隙太小，活塞銷會咬死在活塞中，活塞會在氣缸中擦傷或咬住。

在採用補償件的裝配中，如果各零件和各部件的相互軸向位置不正確，例如錐形滾柱軸承的軸向間隙調節（用調節螺母來調節）不正確時，就會過早磨損或損壞，部件中其他零件也會磨損和受傷。

傘齒輪可以作為零件相互位置調節的另一個例子，不過這裏情形比較複雜，因為這裏的零件是在兩個互相垂直方向上作調動的。在這種情況下，齒輪的相互位置（用墊片來調節）不正確，會使齒輪上的牙齒嚙接不正確，會使它們磨損過早，傳動時噪音增加。

機器的質量首先依賴於裝配操作的質量和檢查的熟練程度。檢查的任務就是要考查裝配工藝過程是否正確執行，檢查裝成的部件和機器是否符合規定的技術條件。

裝成的機器和某些具有單獨用途的部件，也按照它的使用條件，用試驗的方法來檢驗。

一個製品中各裝配原件的相互關係，可以用簡圖來表明，如圖 1。

裝配的方式

按照生產類型、生產對象、和其他因素的不同，機械製造中採取下列三種主要裝配方式：1) 根據單配原則的，2) 根據完全互

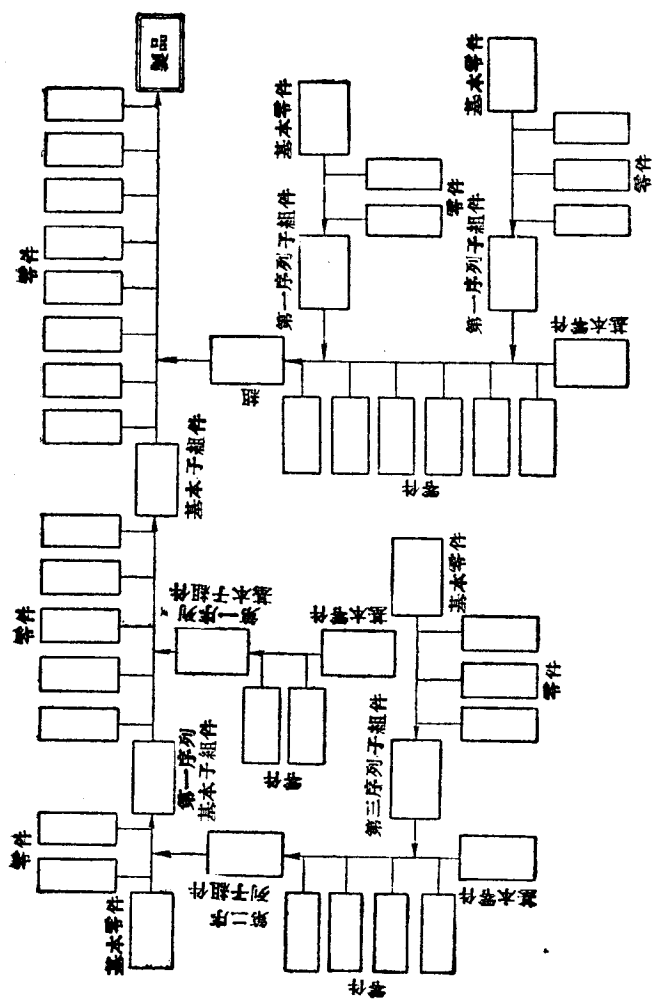


圖 1 製品的裝配序列圖。

換原則的, 3) 根據有限互換原則的。

根據單配原則的裝配方式, 用於單個生產和小批生產。一般的配合方法是刮表面、研磨、用手絞刀絞孔、鑽和絞被連接的零件等等。

根據完全互換原則的裝配方式, 用於大批生產和大量流水生產。這種裝配方式, 是把任何一批零件中的任何零件連接起來, 無須配合、挑選、或其他額外的工作, 同時又保證裝成的部件和製品能滿足應有的技術要求。

根據有限互換原則的裝配方式, 用於大批生產和大量流水生產。

在這種裝配方式中, 各連接部分的均一性並不是靠着減小公差的昂貴方法來達到, 而是通過下列方法達到的:

1) 在裝配過程中, 把組成連接的零件之一進行額外的加工, 就是採用補償零件;

2) 採用結構性的(可調節的)補償件, 常用的調節螺栓、螺母、墊圈、和墊片都屬於這一類;

3) 選擇裝配。

選擇裝配是把兩個零件各用挑選的方法連接起來, 以保證獲得需要的配合。

直接挑選的方法就是: 在全部待裝配的零件中, 裝配工根據感觸或試探選出一些能配成需要的配合的零件。例如, 原動機的閥門塞桿要選得使塞桿用油潤滑時, 能由於自身重量的作用而落入導孔中, 並能在導孔中均勻轉動。

零件預先選分成數個等級的方法, 是預先把配對零件的公差範圍劃分成數個相等的部分, 再把零件選分成同數的等級。進行選分時, 在每個等級中, 要選入那些偏差限度在各相當的局部

公差範圍以內的包容零件和被包容零件。在根據此法裝配時，每一連接必須由同等級的零件來組成。

有時零件分級，並不僅用一個配合尺寸作為根據，而是用兩個甚至三個參數作為根據的。例如，汽車引擎的活塞可以根據以下來分級：

- a) 根據活塞緣的直徑分級，以便挑選氣缸的適當等級；
- b) 根據活塞銷孔的直徑分級，以便挑選適當等級的活塞銷；
- б) 根據重量分級，因為每部引擎的各個活塞，重量上的差別不應超出規定。

裝配作業的組織形式

固定裝配是在一個裝配地點上進行的，一切必要的零件和部件都供應給這個裝配地點。

在做移動裝配時，被連接物件要從一個裝配地點移到另一個裝配地點；每個裝配地點的工人都完成一定的而又重複的操作。零件和部件都供應給備有必要器具和工具的裝配地點的工地上。

裝配中連接的特性

裝配所達到的連接的特性，是由連接中各原件的效用和結構來決定的。

各種形式的連接，可歸納成下列四類：1) 固定連接，2) 可動連接，3) 不可拆卸的連接，和 4) 可拆卸的連接。

固定連接保證裝好的零件和部件相互位置不變。

可動連接保證配對零件之間能有一定的動作。

在使用過程中不必拆卸的連接，同時是難以拆卸的連接，或

在拆卸時很費力，或者使配對零件、夾持零件、或結合物質遭到損壞的都屬於不可拆卸的連接。

可拆卸的連接是無特殊困難就能拆開的連接，並且在拆卸時它的配對零件或緊固零件也不會遭到損壞。

機器中零件的基準

在裝配成的機器中，各零件所以能保證設計上規定的相互位置，是因為各零件都是按一些基準面連接起來的。

機構中決定零件位置的每個表面，都稱為基準面，或簡稱基面。

為保證機器中各零件維持正確的相互位置，零件的基準面必須做得準確。這些表面應當有正確的形狀（平面上沒有起伏，圓柱面沒有傾斜或扁形度，圓錐角度正確，等等），並有正確的相互位置（互相垂直、互相平行、和間距等），這些都在圖樣中用尺寸和技術條件加以規定。

在大量生產和成批生產中，圖紙中這些要求都要在製造零件時實現並加以檢查。

在單個生產和某些成批生產中的裝配可以採用單配方法（在配合處進行單配），例如，錐形軸和錐形孔的單配（用顏色進行校驗）以及兩平面平行度或垂直度的單配等等（用直尺、指示器、四方儀等萬能工具進行校驗）。

二 裝在滾珠軸承和滾柱軸承上 機構裝配的檢查

軸承的結構及分類

現代化的機器，爲了儘量減少摩擦力、延長使用期限、和保證工作的高度精確，廣泛採用着下列各種滾動軸承：

滾珠軸承——滾動體成球形的；滾柱軸承——滾動體成輓形的。

由於滾動體形狀有所不同，滾珠軸承在接觸點上傳遞載荷，而滾柱軸承則在接觸線上傳遞載荷。

因此，滾珠軸承的轉動阻力比較小，主要用於載荷較小，每分鐘轉數較高的場合；而滾柱軸承的比壓比較小，主要用於載荷較大和轉數較少的場合。

爲保證滾珠軸承和滾柱軸承的互換性，並爲規定質量，各種基本類型的軸承和實用尺寸都定有標準。

根據軸承載荷所作用的方向，可以把軸承分成下列幾類：1) 徑向軸承；2) 徑向止推軸承；3) 止推徑向軸承；4) 止推軸承。

根據軸承中主要結構特徵之一，滾珠軸承和滾柱軸承又可分成：

- a) 非自位軸承；
- 6) 自位軸承(球面軸承)。

自位的(球面的)滾珠軸承和滾柱軸承都具有兩排旋轉體，在外圈上並具有這兩排旋轉體的公共球面滾動道。這個球面的中心和軸承的中心互相重合。在內圈上具有兩條平行的滾動道，側形跟滾動體的側形互相符合。在這類軸承的結構中，內圈能在垂直於軸承軸心線的平面內，在內外兩圈的公共中心線上略作偏動，這樣就保證了軸承的自位性。在難以保證軸的中心線和外殼的中心線準確重合時，或在軸因載荷而彎曲時，這個性能是極

其重要的。

爲適應大小不同載荷軸承的要求，在標準 ГОСТ 3478-46 中規定了許多種尺寸的軸承。

根據尺寸的精度和轉動的精度 ГОСТ 520-45 將滾動軸承劃分成八級精度。

各級精度的代表字母符號，排在軸承系列和公稱尺寸代號的前面。

根據精度等級對各種尺寸和類型的軸承，規定出容許數值：

- 1) 內徑和外徑(裝配直徑)上的偏差；
- 2) 寬度或安裝高度上的偏差；
- 3) 端面間的不平行度；
- 4) 內圈和外圈的徑向偏擺量；
- 5) 內圈和外圈的橫向偏擺量；
- 6) 內圈和外圈在滾動道上的橫向偏擺量；
- 7) 同一軸承中各滾動體尺寸間的偏差。

上述各項及軸承其他參數的檢查方法和軸承的驗收規則，也都有規定(ГОСТ 520-45)。

軸承的配合座

軸承內圈或外圈的配合座，可用靜配合座或動配合座，並須根據軸承上載荷的大小，及相對於載荷方向作轉動的是軸還是外殼而定。

在軸轉動的情況下，內圈通常用靜配合座裝在軸上，而外圈就用動配合座裝在外殼中。

在外殼轉動的情況下，外圈須以靜配合座裝在殼中，內圈則以動配合座裝在軸上。

如果因配合座的尺寸做得不準確，或其他情況，而違反了這個規則，就會使軸承過早磨損和損壞。

軸承裝好後，它的間隙（對不可調節的軸承而言）會因內圈上滾動直徑的增大，或因外圈上滾動直徑的減小而略為減小。內圈和外圈上滾動直徑的增大量或縮小量根據內圈和外圈過盈的大小而定。同時，爲了要軸承能正常地工作，必須使軸承在裝好後仍具有足夠大的間隙，要保證這一點，可按ГОСТ 3325-46指定軸承的配合座；在這個標準（ГОСТ 3325-46）中的配合座系統，已將在安裝時間隙可能有的改變考慮在內。

必須指出，軸承圈在工作中實有的過盈大小，與許多因素有關，設計者對這些因素在指定配合座時都須考慮到。屬於這些因素的有：裝配處的加工質量、外壳的材料、載荷的大小、溫度條件、和轉數等。

滾動軸承中的間隙、預緊及其調節

影響滾動軸承工作的，除加工精度、軸承零件的裝配和安裝質量外，還有軸承中的間隙大小。

軸承中的間隙要加以規定的目的是：

- 1) 使工作載荷在軸承中各滾動體間作最優良的分佈，來保證軸承的最大荷載量和耐久性，並防止滾動體被楔住；
- 2) 消除軸承在工作時過分的振動；
- 3) 把軸和壳的徑向位置及軸向位置固定在軸承既定的間隙限度以內；
- 4) 減少軸承在工作中的噪音。

對於不可調節的軸承來說，在工作條件下應有的間隙大小，可以由正確的軸承配合座來保證；對於可調節的軸承，可以由軸

承組合的結構來保證，在這種結構中，可在裝配和使用時來調節間隙的大小。

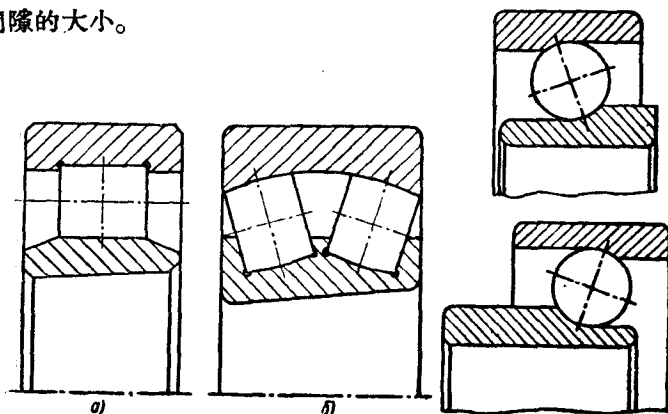


圖 2

a—內圈上有錐形孔的徑向滾柱軸承；b—有錐形孔的雙排球面自位滾柱軸承。

圖 3

徑向止推滾珠軸承。

在內圈上有錐形孔的徑向軸承中，可以調節徑向的間隙（圖 2, a, b），在徑向止推滾珠軸承和錐形滾柱軸承中，徑向和軸向的間隙都可以調節（圖 3 和圖 4, a, b）。在調節間隙時，是使軸承的內圈和外圈作相互的位移。

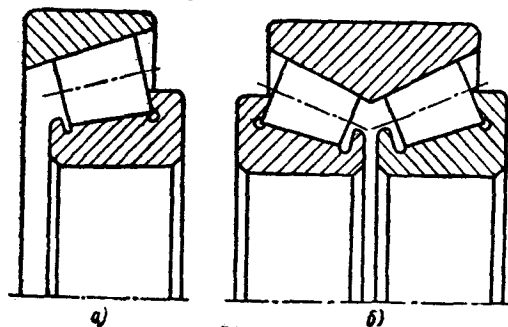


圖 4

a—徑向止推錐形單排滾柱軸承；b—徑向止推錐形雙排滾柱軸承。

在某些部件中，當特別需要消除一切由於極大的軸向力、軸承中的間隙、和軸承的彈性變形而產生的徑向和軸向移動時，可以採取預緊；實質上預緊就是在軸承的一個圈上先加一些載荷，使它相對於另一個圈作軸向的位移。

軸承裝配和調節的檢查

裝配的技術檢查，規定要檢驗軸承安裝和軸承部件裝配上的下列基本要求是否都已滿足：

- 1) 裝配時是否保持清潔；
- 2) 軸承配合座是否正確，和它的安裝方法是否適當；
- 3) 軸承的間隙或預緊調節得是否正確；
- 4) 軸承的潤滑怎樣；
- 5) 裝成的軸承部件在轉動時是否靈活、平滑、和無聲。

裝配軸承部件時保持清潔，是軸承能完滿工作的必要條件。甚至於在滾動體和跑道間漏進了極微細的金屬顆粒、磨料的粒屑、灰塵、和泥土時候，就會使軸承磨損、和降低它的耐久性。

軸承受到潮氣的時候，滾動表面上會發生腐蝕，這也會使軸承過早磨損。為了防止掉入外來粒屑和泥沙，並保存工廠所塗預防潮氣的防銹油起見，軸承的包封不可在它安裝以前拆開。軸承在包封以前所浸潤的油，具有良好的潤滑性能，因此，通常在安裝軸承以前可不必把它清除掉。但在某些場合下，當這種滑油對於小尺寸的高速軸承顯得太厚時，在安裝以前須把軸承在苯中或在無水的火油中洗清。洗液不得殘留在軸承裏面，而應該用濾清的壓縮空氣完全吹清。

在技術檢查的時候，不但要察看裝成的部件，也要察看部件中待裝配的軸承和零件，以保證軸部件合裝配的清潔。為了要經