

机械加工 工艺学

米哈依洛夫著



机械工业出版社

机 械 加 工 工 艺 学

米 哈 依 洛 夫 著

陈 思 英 译

林 汉 藩 校



机 械 工 業 出 版 社

1 9 5 7

出版者的話

本書分三篇敘述：第一篇為公差、配合與技術測量的基本知識，第二篇為加工工藝過程的選定問題，第三篇為加工用夾具的一般結構及正確的使用方法。書內着重闡明了提高勞動生產率，減少廢品及按技術-經濟指標選定工藝規程和設備問題。

本書的特点是敘述淺顯易懂，適合於機器製造廠的初級技術人員閱讀。

蘇聯 Н. И. Михайлов 著 'Технология механической обработки' (Машгиз 1955 年第一版)

*

*

*

NO. 1424

1957 年 8 月第一版 1957 年 8 月第一版第一次印刷

850×1168^{1/32} 字數 208 千字 印張 8^{1/8} 0,001—4,000 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

第一篇 公差, 配合与技术测量	5
第一章 基本定义	5
1 互换性(5)——2 定义与概念(6)——3 公差图解(8)	
第二章 配合	11
4 配合件(11)——5 間隙与过盈(12)——6 最大和最小的間隙及过盈(12)——7 配合的图解(13)	
第三章 全苏公差与配合制度	16
8 編制原則(16)——9 基孔制与基軸制(17)——10 精度等級(19)——11 配合(21)——12 圖紙上配合的代号(26)——13 尺寸鏈(28)——14 表面光潔度(30)——15 公差与配合的表格(34)	
第四章 技术测量与量具	36
16 測量标准与測量条件(36)——17 万能量具(39)——18 剛性量規(45)——19 螺紋联接檢驗(50)——20 角度值檢驗(52)——21 車間用測量仪器(54)	
第五章 檢查工艺及檢查方法	60
22 檢查方式(60)——23 檢查工艺的制訂問題(63)——24 統計檢查法(64)	
第二篇 机床上加工的工艺規程	73
第一章 基本定义、工艺文件、原始資料	73
25 工艺規程的結構(73)——26 工艺卡片和工作細則卡片(74)——27 工艺紀律(76)——28 制訂工艺規程的原始資料(76)——29 生产类型和机械車間的組織形式(78)——30 工艺規程設計中的主要計算(83)——31 選擇工艺規程的决定因素(87)	
第二章 毛坯及机械加工留量	90
32 毛坯的种类(90)——33 加工留量(91)——34 毛坯的清理与預先加工(94)	
第三章 基面与总的加工計劃	98
35 基面的种类(98)——36 加工精度跟机床上安裝零件的关系(99)——37 工序順序的選擇(104)	
第四章 提高劳动生产率的方法	108
38 生产定额与單件時間(108)——39 减少單件時間組成部分的方法(109)——40 多机床管理(116)	
第五章 按技术-经济指标选择加工方法和設備	118
41 基本的指标(118)——42 成本(120)——43 按成本选择加工方法(121)——44 开支与節約的比較(126)	
第六章 車床与銑床上的加工工艺	127
45 通用車床上的加工(127)——46 迴輪車床上的加工(131)——47 多刀半自动車床上的加工(136)——48 自动車床上的加工(143)——49	

鑽床上的加工(149)——50 在車床類機床上加工成形表面(150)	
第七章 鑽床上的加工工藝.....	152
51 加工的种类(152)——52 提高生产率的方法(155)——53 鑽床的調整(156)	
第八章 銑床上的加工工藝.....	158
54 銑削形式(158)——55 提高生产率的方法(160)——56 銑床的調整(161)	
第九章 刨床、插床及拉床上的加工工藝.....	162
57 刨床和插床上的加工性質(162)——58 提高生产率的方法(164)——59 拉削加工(165)——60 拉削中的零件定位(167)	
第十章 螺紋加工工藝.....	168
61 螺紋联接的分类(168)——62 外螺紋加工(169)——63 內螺紋加工(173)	
第十一章 齒輪加工機床上的加工.....	175
64 齒輪傳動及齒輪加工方法(175)——65 用仿形法加工圓柱形齒輪(176)——66 用滾齒銑刀应用滾切法加工圓柱形齒輪(178)——67 插齒機上的加工(179)——68 用剃齒法加工齒輪(181)——69 熱處理前的齒輪加工典型工藝(182)——70 切齒工序中的零件的基面和安裝(184)——71 熱處理後的齒加工(185)——72 圓錐形齒輪的加工(187)	
第十二章 磨床和精加工機床上的加工.....	189
73 磨削加工(189)——74 磨削工藝的自動化(193)——75 綫鏢與綫車(198)——76 用精研法研磨(199)——77 用拋光法研磨(201)——78 用磨條細研磨(超級研磨)(201)——79 用磨條細研磨(珩磨过程)(202)	
第十三章 組合機床和自動作業綫上的加工.....	207
80 組合機床上加工(207)——81 自動作業綫上加工(208)	
第三篇 機械加工用的夾具.....	212
第一章 對夾具的基本要求.....	212
82 工藝裝備(212)——83 夾具元件的分类(214)	
第二章 定位元件與定位機構.....	216
84 對定位元件总的要求(216)——85 零件以外圓柱表面定位(217)——86 零件以內圓柱表面定位(221)——87 零件以兩個圓柱孔定位(223)——88 矩形零件的定位(225)	
第三章 夾具的夾緊元件.....	227
89 基本要求與工作原理(227)——90 螺桿式夾緊裝置(229)——91 曲綫凸輪和偏心輪的夾緊裝置(234)——92 楔塊夾緊裝置(238)——93 刺刀式夾緊裝置(239)——94 气压与液压的夾緊裝置(240)——95 彈簧夾緊裝置(245)——96 電力夾緊裝置(247)	
第四章 導向和檢查切削刀具位置用的元件.....	249
97 鑽模套筒(249)——98 對刀塊(251)	
第五章 輔助元件與夾具體.....	251
99 活動支承(251)——100 平衡支承(253)——101 活動部分的定位機構(254)——102 卸料器和松料器(256)——103 夾具體(257)	

第一篇 公差、配合与技术测量

第一章 基本定义

1 互换性

按照圖紙和加工技术条件的要求制造出来的零件，不需要另外鑲配和加工就能装配应用，这种性質，在机器制造业中称为互换性。

遵守互换性原則是达到三个主要目的所必需的：

1. 机构的使用方便和修理便宜。在沒有互换性的情况下，其中一个零件在使用过程中受到损坏或磨损，就要求新装配上的零件按照与它配合的零件进行另外的加工和鑲配。这多半需要在工場、修理站或其他具有适当設備的企业里进行修理，要將损坏了的机器，或至少是机器的一部分送到上述的地方去。这常常会浪费時間，使机器停頓很久，并且修理費用很高。

假如遵守互换性原則来制造机器或机器的部件，則修理机器时（在極大多數的情况下），只要將磨损了的或损坏了的零件卸下，并且在它的位置上裝上新的零件即可。这一过程不需要零件[就地]进行任何另外的加工和鑲配。

2. 在近代机器制造厂的工作条件中，零件的互换性乃是正常进行生产的十分必要的条件。零件的互换性可使組合件或机器直接装配，不需要另外鑲配工作和修整工作，因此就縮短了装配周期和减少了装配車間的面积。

3. 各工厂有可能进行协作，就是可能將机器的单独零件或組合件在各个不同企业里生产。只有在严格遵守互换性原則下，机器零件和組合件的制造，才允許协作化。当装配現代复杂的机器

时，例如汽車，很多零件或部件（发动机的活塞、电气装备、駕駛室的玻璃、气化器、配件、橡膠制件等等）都是从生产各种各样成品的不同工厂运来的。只有在严格遵守互换性的情况下，所有制造出来的这些零件和部件在装配中不需要任何另外的鑲配，才可能使装配整个机器的工厂的工作不致間断，而有节奏。

互换性有两种形式——完全的和不完全的。假如零件是按照圖紙上的技术条件制成的，則在完全互换性的情况下，一个零件可以和一批零件中任意一个配合而不需要另外的鑲配。在不完全互换性的情况下，即使零件也是按照技术条件和圖紙制成的，但是在装配互相配合的零件时还需要一些选择。

在社会主义计划經济制度下，保証互换性普遍地推广是特別重要的。

以苏联科学家所創立的公差与配合这門科学为基础的互换性制度，已經普遍应用于苏联工業的一切部門。很多理論計算的結果，經過实际工作資料校驗以后已被采用在全苏公差与配合的制度中。这种制度已确定作为苏联国家标准。

在現代的机器制造工厂里，互换性的原則不仅仅在零件的机械加工以及將零件装配成部件和組合件时被严格的遵守，这一原則現正被应用于生产的各个阶段中。例如：模鍛用的金屬，無論是在直徑或長度方面，都必須滿足一定的技术要求。从鍛工場、鑄造車間及其他車間送到机械車間来加工的零件毛坯，幸而有毛坯本身的一致性，很容易正确地裝在金屬切削机床的加工專用夾具上去，机床适当地調整以及机床的精度就保証得到一致的可互换的产品——零件，这样的零件能使装配时不需要任何鑲配及整理的工序。

2 定义与概念

茲介紹一下公差配合这門科学中的一些基本定义和概念。

公称尺寸 这是零件某一表面的基本計算尺寸，湊成整数公

厘。設計師在設計機器的任一零件時，都要按照必需強度的條件或按照由使用資料所決定的其他參數進行零件的尺寸計算。

但是，設計師不能採用計算出來的任何數字作為零件的公稱尺寸，他應該湊成 OCT ● 6270 表中最接近的數字；OCT 6270 的表規定了在 0.5 至 500 公厘中間作為公稱尺寸用的一定數量(120)的數字。設計師應尽可能避免採用表中不指定為公稱尺寸的數字。這個規則對於個別工廠和整個工業的經濟來說具有重大的意義。問題是這樣的，在生產上遇到加工零件的不同尺寸愈多，則為了保證生產而必須製造的或購買的刀具（鑽頭、鉋鑽、鉸刀、拉刀等）的典型尺寸的數目亦愈大。對於量具（塞規、卡規、樣板等）亦是一樣。

僅僅應用 ГОСТ ● 表上所規定的公稱尺寸，就可大大縮小生產上所必需的刀具和量具的典型尺寸的數目，這对整个工業有着巨大的經濟意義。

實際尺寸 這是零件在加工後用直接測量的方法所量得的尺寸。任一表面的實際尺寸大多不等於用計算法決定的公稱尺寸。這是由於尺寸做得過於正確（在測量精度允許的範圍內）是不經濟的。

其實對於極大多數的零件來說，為要保證它們在部件或機構中能正常的工作，只要將尺寸做成或大或小的接近於公稱尺寸就已經足夠了。

極限尺寸 對零件任一表面的加工都規定了兩個極限尺寸，即最大的和最小的，零件的實際尺寸不應超出這個界限以外。

例如圖 1 所示的軸的尺寸（I、II、III、IV）都位於最大極限尺寸與最小極限尺寸所限定的界限以內。

公差 最大與最小極限尺寸之差稱為尺寸公差（ΔB 範圍，圖 1）。公差的數值決定了加工的精度。公差愈小，零件表面的加工

● OCT 系蘇聯通用標準（Общесоюзный стандарт）的縮寫。——譯者

● ГОСТ 系蘇聯國家標準（Государственный Общесоюзный стандарт）的縮寫。——譯者

愈精。为了降低机器的成本，設計師應該在零件的用途或它們的配合所允許的範圍內力求將公差的数值規定得最大。

尺寸偏差 仅在少有的情况下，零件的实际尺寸会与公称尺寸相同。多半它們是不相同的。实际尺寸与公称尺寸之間的差称为尺寸偏差。

極限尺寸的偏差称为極限偏差。

下極限偏差 最小極限尺寸与公称尺寸之間的差称为下極限偏差（又常称下限差）。

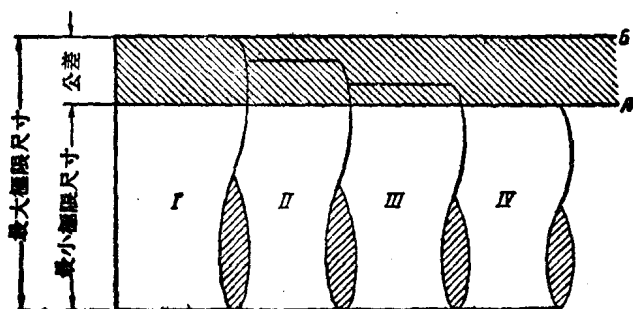


圖1 在公差範圍內的制件。

上極限偏差 最大極限尺寸与公称尺寸之間的差称为上極限偏差（又常称上限差）。

实际偏差 是实际尺寸与公称尺寸之間的差。

3 公差圖解

公差和公称尺寸的相对分布情形以及上下偏差采用圖中的形式表示。圖2是相同的更詳細的圖解，圖2， a 表示軸的，圖2， b 表示孔的。

圖3是同样部分和数值的更形簡化的表示圖，圖3， a 表示孔的，圖3， b 表示軸的。这些圖与前面的圖不同的地方是：在圖中只有公称尺寸綫和画有斜綫的四角形，四角形的上边是最大極限尺寸，四角形的下边是最小極限尺寸。四角形在垂直方向上画有斜綫的区域是制造公差的数值，并命名为公差範圍。

用数字的实例和圖（完全的和簡化的）来分析与决定軸的一切主要参数，已知軸的公称尺寸（基本計算尺寸）等于 40 公厘，制造时允許这一尺寸的偏差在 40.2 至 39.8 公厘的范围以内（此圖中軸的尺寸标注为 $\varnothing 40 \pm 0.2$ ）。

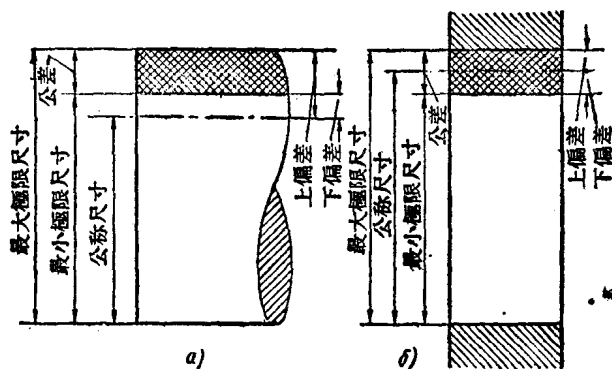


圖 2 公差的圖解：

a —表示軸的； b —表示孔的。

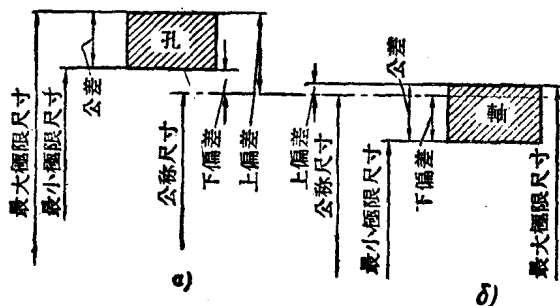


圖 3 公差的簡化圖解：

a —表示孔的； b —表示軸的。

我們来决定軸的一切主要参数并画出公差范围分布圖（圖4）。
軸的公称尺寸为 40 公厘。表示軸最大直徑的最大極限尺寸等于 40.2 公厘（圖 4， b ）。表示軸最小直徑的最小極限尺寸等于 39.8 公厘（圖 4， a ）。軸的制造公差是最大与最小極限尺寸之間的差，等于 0.4 公厘。

上極限偏差是最大極限尺寸与公称尺寸之間的差，等于 0.2

公厘。下極限偏差是最小極限尺寸与公称尺寸之間的差,等于0.2公厘。

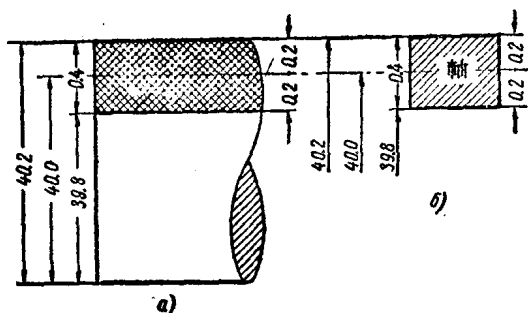


圖 4 軸的公差範圍。

最大与最小的極限尺寸,以及由此决定的零件的公差範圍,和零件的公称尺寸相对的可占有不同的位置:两个尺寸可能都高于或低于公称尺寸(零綫);最大極限尺寸比公称尺寸高,而最小極限尺寸却比它低;最后,其中一个極限尺寸可能与公称尺寸重合,而另一尺寸或高于它或低于它。表示孔的公差範圍分布的例子如圖 5 所示。

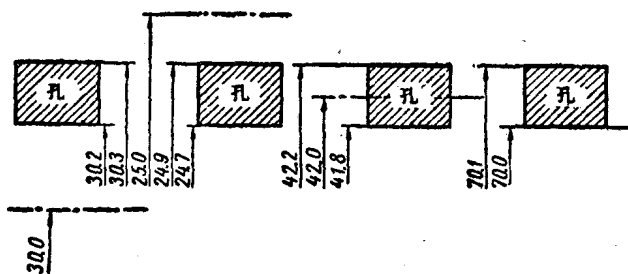


圖 5 公差範圍相对于公称尺寸的分布。

表示極限偏差的办法如下:在公称尺寸的后边用小号数目字写上所决定的上偏差,并帶有适当的符号(±),在它的下面也用小号数目字再写上所决定的下偏差,也帶有适当的符号,例如:
 $30^{+0.3}_{+0.2}$ 。

如果上下偏差相等,仅符号不同,則在公称尺寸的数字后边,

只需要写上一个偏差的数值，可是要注上两个符号，例如： 42 ± 0.2 。如果两个极限偏差中的一个（上偏差或下偏差）等于零（在这种情况下其中一个极限尺寸，即最大的或最小的极限尺寸等于公称尺寸），则零就不必表示出来，而仅表示出不等于零的偏差，例如： $70^{+0.1}$ 。

为了使公差数值的计算简单，可不必通过最大和最小极限尺寸来求，但必须记住下面的简单规则。用图纸上公称尺寸后边的极限偏差值来求公差数值。

1. 如果上下极限偏差的符号不同，则公差的数值等于偏差的算术和。例如，当表示为 15 ± 0.3 时，公差等于 $0.1 + 0.3 = 0.4$ 公厘。

2. 如果在公称尺寸后边只给出一个极限偏差（假如第二个等于零），公差的数值就等于这一偏差值。例如，当表示为 $18^{-0.2}$ 时，公差的数值等于 0.2 公厘。

3. 如果上下极限偏差的符号相同，公差等于大小偏差的算术差。例如，当表示为 42 ± 0.3 时，公差等于 $0.4 - 0.3 = 0.1$ 公厘。

第二章 配合

4 配合件

公差配合这门科学在分析和决定机构或机器工作的过程中互相配合的（即互相联接的）两个或两个以上的零件的尺寸的时候具有最大的意义。

圆轴与圆孔套表面的配合是同类中最典型的配合。

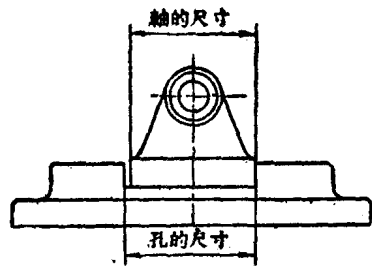


图6 轴与孔的条件概念。

在这些配合表面当中，其一（轴的表面）是被包容表面，其二

(孔的表面)是包容表面。为了簡略起見，一切被包容表面⁷称为軸，而包容表面称为孔。例如，支架的基面（圖6）有条件称为〔軸〕，而支架放入的槽面称为〔孔〕。

5 間隙与过盈

随結合零件在部件或机构中工作性質的不同分为以下几种主要联接的情况。

1. 結合零件在它們工作时能互相移动的情况，这种情况要求包容尺寸（孔）比被包容尺寸（軸）大，以便得到适当的間隙，保証它們互相移动的自由。

2. 要求結合零件在工作过程中沒有附加紧固件就能保持相互不移动的联接的情况。在这种情况下，包容表面（孔）的尺寸在联接装配前要比被包容表面（軸）的尺寸小，以便得到适当的过盈，保証联接不松动。

6 最大和最小的間隙及过盈

当分析两个零件在任何动联接时，可以看出：孔的尺寸与軸的尺寸的差，在它們中間造成了某种空隙。

孔和軸尺寸間的正（+）差称为間隙，它保証孔与軸能自由相对移动。

間隙的数值随配合的軸和孔的实际尺寸而变，从某一最大的数值（即当軸做成最小極限尺寸，而孔做成最大極限尺寸的場合下）变到某一最小的数值（即当軸做成最大極限尺寸，而孔做成最小極限尺寸的場合下）。

該联接可能有的間隙的最大数值称为最大間隙，这一最大間隙乃是孔的最大極限尺寸与軸的最小極限尺寸之間的正（+）差。

該联接可能有的間隙的最小数值称为最小間隙，这一最小間隙乃是孔的最小極限尺寸与軸的最大極限尺寸之間的正（+）差。

應該注意的是，無論是決定最大間隙或最小間隙，孔徑与軸

徑之間的差永远是正的，即在所有情況下孔的尺寸总是比軸的尺寸大。

当零件在靜联接的情況下，由于孔的尺寸在裝配前必須做得比軸的尺寸小，故在零件間必定会造成过盈。

孔的尺寸与軸的尺寸之間的負（-）差称为过盈。

也和动联接的情况相同，过盈的数值随結合零件的实际尺寸而变，从最大的数值（即当軸做成最大的極限尺寸，而孔做成最小極限尺寸的場合下）变到某一最小的数值（即当軸做成最小極限尺寸，而孔做成最大極限尺寸的場合下）。

該联接可能有的过盈的最大数值称为最大过盈，这一最大过盈乃是孔的最小極限尺寸与軸的最大極限尺寸之間的負（-）差。

孔的最大極限尺寸与軸的最小極限尺寸之間的負（-）差称为最小过盈。

應該注意的是，当决定最大和最小过盈时經常指的是孔的尺寸与軸的尺寸之間的負（-）差，即在所有情況下孔的尺寸永远要比与它配合的軸的尺寸小（裝配前）。

从上述可見，动联接中的間隙以及靜联接中的过盈都可能从某一最大值变到某一最小值。因而，間隙或过盈的数值被限定于軸的公差以及与軸配合的孔的公差所决定的極限以內。間隙或过盈的数值仅能在結合零件（軸与孔）的公差和的範圍內变化。

因此，結合件（軸及孔）公差的和，就是間隙或过盈的公差，它們本是最大与最小間隙或过盈之差。

7 配合的圖解

我們来看看計算間隙和过盈的例子，以及它們在联接件軸和孔的公差範圍相对分布圖上的表示法。

圖7是动联接的公差範圍相对分布圖，决定联接性質的尺寸如下（公厘）：

联接的公称尺寸 (联接件軸和孔的公称尺寸),

对于軸和孔永远是一样的) 41.1

孔:

最大極限尺寸 41.3

最小極限尺寸 41.2

公差 0.1

軸:

最大極限尺寸 41.1

最小極限尺寸 41.0

公差 0.1

最大間隙是孔的
最大極限尺寸 (41.3)
与軸的最小極限尺寸
(41.0) 之間的正 (+)

差:

$$41.3 - 41.0 = 0.3$$

公厘。

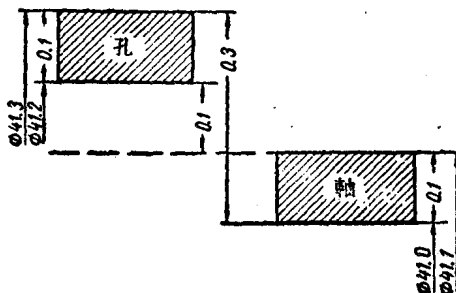


圖 7 間隙联接的圖解。

最小間隙是孔的最
小極限尺寸 (41.2) 与軸的最大極限尺寸 (41.1) 之間的正 (+)
差:

$$41.2 - 41.1 = 0.1 \text{ 公厘。}$$

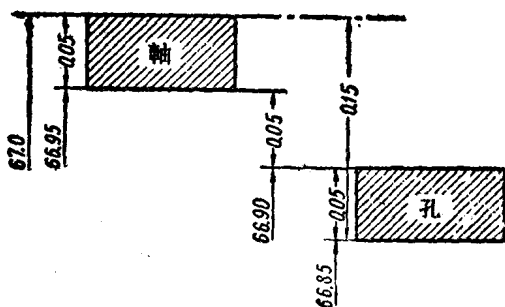


圖 8 过盈联接的圖解。

可見, 由一对联接零件的实际尺寸所决定的間隙数值可在 0.1 至 0.3 公厘的范围内变动。

間隙的公差, 即最大和最小間隙之間的差, 或者是联接在一起的孔与軸的公差

和, 等于

$$0.3 - 0.1 = 0.2 \text{ 或 } 0.1 + 0.1 = 0.2 \text{ 公厘。}$$

圖 8 表示压配合时軸与孔的公差范围彼此分布的例子(公厘):

联接的公称尺寸.....67.00

孔:

最大極限尺寸.....66.90

最小極限尺寸.....66.85

公差..... 0.05

軸:

最大極限尺寸.....67.00

最小極限尺寸.....66.95

公差..... 0.05

最大过盈是孔的最小極限尺寸(66.85)与軸的最大極限尺寸(67.00)之間的負差, 等于

$$66.85 - 67.00 = -0.15 \text{ 公厘。}$$

最小过盈是孔的最大極限尺寸(66.90)与軸的最小極限尺寸(66.95)之間的負差, 等于

$$66.90 - 66.95 = -0.05 \text{ 公厘。}$$

过盈的公差按軸与孔公差之間的差計算之●

$$(-0.15) - (-0.05) = -0.1 \text{ 公厘。}$$

除了上面指出的活动配合与压配合以外, 还有第三种配合, 即过渡配合。这种配合的性質随結合零件的实际尺寸而定, 得到的联接可能是帶間隙的, 也可能是帶过盈的。

圖 9 是这类配合的例子。当孔的尺寸做成 $A = 78.10$ 公厘, 而軸的尺寸做成 $B = 77.95$ 公厘时, 間隙等于 0.15 公厘。当孔的实际尺寸 $B = 78.07$ 公厘, 而軸的实际尺寸 $\Gamma = 77.98$ 公厘时, 間隙等于 0.09 公厘。当軸和孔的实际尺寸都做成 $\Delta = 78.00$ 公厘时,

● 此处原文可能錯誤, 应为最大过盈和最小过盈之差或孔和軸公差之和。

間隙或者过盈等于零。如果孔的尺寸做成 $D=78.00$ 公厘，而軸的尺寸做成 $E=78.03$ 公厘，那末联接就从动的区域过渡到静的区域，并且出现了过盈 0.03 公厘。最后，如果孔的尺寸做成 $D=78.00$ 公厘，而軸的尺寸做成 $E=78.05$ 公厘，过盈将等于 0.05 公厘。

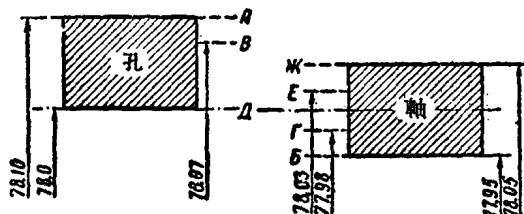


圖9 过渡联接的圖解。

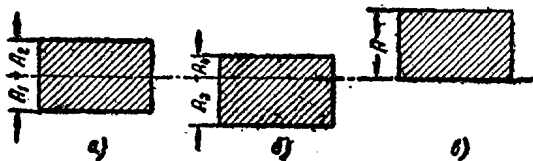


圖10 公差范围相对于零綫的分布：

a —对称分布； b —不对称分布； c —極限不对称分布。

因此，对于已分析过的例子来说，联接的性质是由配合的軸与孔的实际尺寸决定的，間隙可从 0.15 公厘减小到零，并过渡到过盈，最大的过盈值可达到 0.05 公厘。

公差范围对于零綫的分布可能有各种性质。公差范围对于零綫的分布有三种主要形式（圖10）： a —对称分布，零綫平均分割公差范围（数值 $A_1=A_2$ ）； b —不对称分布（数值 A_3 与 A_4 互不相等）； c —極限不对称分布，即在这种情况下公差范围的一边与零綫重合，整个公差（数值 A ）分布于零綫的一方。

第三章 全苏公差与配合制度

8 編制原則

全苏公差与配合制度已归并于苏联国家标准的很多表