

高等学校教学用书

公差及技术测量

上册

A. Ф. 李索衡 著

高等教育出版社

高等学校教学用书



公差及技術測量

上册

A. Ф. 李索衡著

蘇聯工業部工業教育司譯校

馬貞生修訂

江苏工业学院图书馆
藏书章

高等教育出版社

本書系根据苏联国立机器制造和船舶制造書籍出版社(Государственное научно-техническое издательство машиностроительной и судостроительной литературы) 出版的李索衡(А. Ф. Лесохин) 著“公差及技术測量”(Допуски и технические измерения) 1951年第二版譯出,并按1954年第三版修訂。原書第二版审定为机器制造中等技术学校用教学参考書,而第三版經苏联文化部前高等教育署审定为非机器制造高等学校用教学参考書。

本書包括机器制造业中公差和技术測量的知識。

第一篇包括:互换性、尺寸鏈的合理計算、有利地应利选择装配的方法、表面光潔度及光潔度級的选择、以及現代机器制造业在精度方面提出的其他問題。

第二篇介紹:应用到測量技术上的或然率的理論基础、保持國內規尺統一的組織和遵守工厂內度量衡紀律的条件、現代測量器具及長度 and 角度的測量技术。

本書除供非机器制造高等学校用作教学参考書外、并可供机器制造中等技术学校使用。

原書第二版系由前重工业部工业教育司胡敌、沈明文、祝中一、叶建林和聶国珊五同志譯出。

按原書第三版修訂的是聶国珊(第一篇)和馬員生(第二篇)。

公差及技术測量

上册

А. Ф. 李索衡著

前重工业部工业教育司譯校

聶国珊 馬員生修訂

高等教育出版社出版 北京宣武門內承恩寺7号

(北京市書刊出版业營業許可証出字第054号)

京华印書局印裝 新华書店發行

統一書号 15010·112 开本 850×1168^{1/32} 印張10^{11/16}

字數 249,000 印數 48,301—50,300 定价(7) 1.40

1954年8月第1版

1958年8月第2版 1959年7月北京第11次印刷

第三版序

鑒于党第十九次代表大会对机器制造业所提出的任务以及关于普遍提高工程技术人员及高等工业学校和中等技术学校学生的文化水平的指示，著者认为应当在这本数学参考书中补充关于生产统计检验的初步知识，介绍以数学统计为基础的预防废品的最简单方法，并特别注意测量技术在生产工艺和自动控制中日益增长的积极作用。

由于标准化机关对于许多标准作了更改，著者认为有必要修改和补充本书的某些章节，特别是表面光洁度和多槽接合各章。

著者

第二版序

随着苏联国民經济的技术水平的普遍提高，苏联机器制造业和仪器制造业获得了巨大的成就，因而有必要繼續提高对中等技术学校的学生和教师的知識要求。

从这一点出發，著者認為必須修改 1946 年版的拙作“公差及技术測量”，并应补充許多新的章节。

在本書第一篇中，增加了新的兩章来討論小尺寸(小于一毫米)和大尺寸(大于 500 毫米到 10000 毫米)的 OCT 公差制，叙述了不平行环节尺寸鏈的計算方法，引入了多槽配合的新材料，叙述了蜗杆傳动的新标准，改写了选择精度級和配合那一章。

在本書第二篇中，比較詳細地叙述了多次測量結果的处理原則，指出了工厂實驗室中常有的少次測量的計算方法，叙述了按仪器指示数精度来实际选择仪器的方法，补充介紹了許多苏联出产的仪器，同时有很多內容都作了修改，并补充了仪器的机动示意圖。

因此著者認為，这一修訂版已包括了研究本課程所必需的一切知識，这些知識对于工厂的設計師、工艺师、技术檢查人員和實驗室人員也是有用的。

著 者

上册目录

第三版序

第二版序

緒論 1

第一篇 公差和配合

第一章 互换性·国家标准 (OCT 和 ГОСТ) 1

第二章 公差 8

配合尺寸和自由尺寸·公称尺寸和实际尺寸·标准直径(8) 公差·极限偏差·公差范围(10) 相配面的种类(13) 极限量规和标准量规(15) 影响尺寸精度的因素(18) 尺寸的分布(19) 测量的温度规范(21) 测量压力(22) 公差单位·精度级(23)

第三章 配合 27

基本概念(27) 配合的总分类(28) 基本规律(29) 热间隙和热过盈(32) 公差和配合的图解(33) 基孔制和基轴制(33) 对称制和不对称制(34) OCT公差和配合制的一般特征(35) 图样上配合和精度级的标注(35)

第四章 零件表面的形状精度 38

几何形状的粗度(38) 形状精度的检验(40) 形状误差与尺寸公差的相互关系(41)

第五章 表面光洁度 44

基本概念(44) 表面光洁度与加工方式(52) 表面光洁度的意义(54) 表面光洁度的选择(56) 表面光洁度在图样上的标注(56)

第六章 OCT全苏公差制 59

公差和配合的分类(59) 精度级与加工工艺(65) 孔的加工(67) 轴的加工(68)

第七章 OCT制的应用 71

基孔制和基轴制的选择(71) 精度级的选择(72) 配合的特征和选择(74)

压配合类(78) 压配合的计算(85) 过渡配合类(97) 活动配合类(102)
不同级精度零件的组配合(OCT 1020 和 1030) (105)

第八章 極限量規112

基本概念(112) 極限量規的分类(113) 用極限量規檢驗的条件(114)
量規的形狀(116) 量規的測量尺寸(117) 量規的構造(119) 測量肩、
深度和高度用的極限量規(123) 極限量規的公差制度(127) 量規的代
号(135) 量規和校对量規的全苏标准(136)

第九章 国际公差和配合制 ISA143

— 国际公差制的作用(143) 国际公差制的制定原则(143) 基本特征(144)
零件的形狀誤差(152) ISA 制和 OCT 制配合的比較(154)

第十章 大于 500 毫米到 10000 毫米的尺寸的公差和配合159

公差(159) 配合(160) 檢驗 500—10000 毫米尺寸用的量規(163)

第十一章 从 0.1 毫米到 1 毫米的小尺寸的公差和配合164

小尺寸的应用范围(164) 公差单位(164) 精度级(165) 基孔制和基轴
制(166) 配合(167)

第十二章 滚动轴承·公差173

配合的特征和条件(173) 轴承装配面的公差(174) 轴承的精度级(175)
精度级的特征(176) 滚动轴承的精度级和配合的选择(182) 滚动轴承精
度的檢驗(187)

第十三章 直綫尺寸的公差190

長度公差(190) 尺寸鏈的公差(192) 尺寸鏈中公差的計算方法(194)
驗孔量規(216)

第十四章 选择装配219

选择装配的用途和优缺点(219) 分組方法(220) 分組装配(221) 單个
装配(226) 补偿件(228)

第十五章 圓錐配合230

基本概念(230) 对圓錐配合的要求(232) 圓錐各部分間的关系(235)
圓錐配合(237) 圓錐量規(240)

第十六章 螺紋公差243

螺紋的型式(243) 螺紋的各部分(245) 基本要求·公差(250) 螺距誤
差和輪廓角誤差与中徑偏差間的关系(252) 緊固螺紋的精度级(255) 緊
固螺紋公差的全苏标准(261) 直徑为 0.3—0.9 毫米的米制螺紋(264)
緊配螺紋·公差(265) 梯形螺紋·公差(271) 圓柱管螺紋的公差(ГОСТ

6357-52) (277) 圓錐管螺紋的公差(278) 英制圓錐螺紋的公差 (ГОСТ
6111-52) (282)

第十七章 螺紋量規·公差284

圓柱螺紋的螺紋量規 (284) 螺紋量規的公差 (288) 螺紋量規的構造
(294) 圓錐螺紋的螺紋量規(ОСТ 20009—38 和 20011—38)(296)

第十八章 齒輪的公差298

齒條的原始齒形和工作齒形(298) 基本概念(300) 圓柱齒輪傳動的公差
(ГОСТ 1643-46) (303) 圓錐齒輪傳動的公差 (ГОСТ 1753-42)(311) 圓
錐齒輪的精度級(313) 蝸杆傳動的公差(ГОСТ 3675-47)(315)

第十九章 單鍵連接和多槽連接318

單鍵連接·公差(318) 多槽連接·公差(320) 漸伸綫形槽·公差(330)

緒 論

每一台機器或每一具儀器基本上都是由幾個機構^①裝配成的，每個機構本身則由部件組成，而部件又是由各個零件組成的。

例如，汽油發動機的某一機構——曲柄活塞機構——是由曲軸、連杆和活塞等部件組成的。而活塞部分又由活塞、活塞環和活塞銷等零件所組成。甚至連零件也可能是複雜的，譬如活塞銷的兩端便各有一個銷蓋。

部件、機構和機器的裝配過程，就在於適當地結合或配合幾何形狀相同而且互相鄰接的成對表面。這種鄰接按範圍來說是各不相同的。它可能是整個表面的，譬如軸與裝於其上滾珠軸承內座圈的配合（圖 1, a）就是如此。這種配合屬於表面配合。在其他情況下，配合也可能發生於長的窄條上，這個窄條實際上當作一條綫，譬如在互相嚙合的齒輪的齒側面上，或者在滾動軸承的滾柱與其滾道之間（圖 1, б）。這種配合叫做直綫配合。最後，還有沿極小表面的配合，這個表面就當作一個點，譬如在滾珠軸承的滾珠與滾道之間（圖 1, a）。

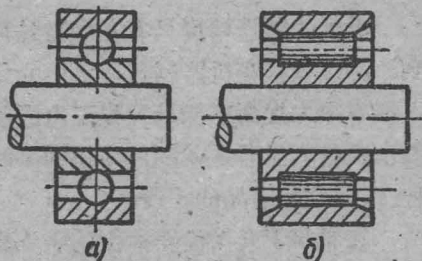


圖 1. 滾動軸承：

a—滾珠軸承；б—滾柱軸承。

配合的性質是各不相同的，依配合的用途而定。在一種情況下，配合應當牢固地連接相配零件，以使它們作為一個單一的物體

^① агрегат, 或譯“組件”——編者注。

来工作,例如軸与压合于其上的飞輪;在另一种情况下,相配零件則应当能自由地相对移动。这种配合常見于例如軸—滑动軸承这个部件中,或者絲杠与沿之移动的螺母这个部件中。

所需的配合强度或自由程度也是各不相同的,而决定于部件和整个机器的操作特性。根据这一点,建立了配合的專門分类,这将在本書中詳細叙述。

配合性質的差別系用成对相配表面各个部分上尺寸的極小差別造成,因此为了保証正常裝配,相配表面应当以較大的精度来制造。

精度又在很大程度上影响到經濟和生产工艺,它預定着設備的性質,加工制件时工序的数目和順序以及生产速度。因此,零件的制造精度应当十分慎重地規定。根据这种情况,对于零件的制造精度确定了合适的分类,这种分类能保証有組織地积累和研究生产經驗和操作經驗。

关于配合精度的知識,乃是“公差及技术測量”課程的基本部分。

零件的制造精度只有在測量过程布置得适当时才能經濟地达到。測量过程在机器制造技术中的作用,近年来在数量上和質量上都有很大提高。測量过程正由檢驗成品和半成品預定精度的手段、进行廢品鑒定或制件分組的手段,轉变为控制生产工序的过程、保証預防廢品的手段。

在党第十九次代表大会关于苏联發展国民經濟的第五个五年計劃的指示中,已經指出要在五年之内把控制和檢驗的仪器、自动控制和遙程控的仪器的产量增加几倍,这就說明了測量技术在現阶段生产中的作用。

在本版中著者認為有必要稍为詳細地叙述以或然率理論和数学統計学为依据的先进測量檢驗的原理和在生产中預防廢品的一般原則。

第一篇 公差和配合

第一章 互换性·国家标准 (OCT^① 和 ГОСТ^②)

現代機器製造業由於採用了流水式大量生產法來製造機器和工具，已經達到了巨大的生產規模和生產速度。這些方法的基础是生產過程的新的組織方法，而生產過程則以下列幾項措施为基础：

- а) 把整個生產周期劃分為許多基本過程；
- б) 詳細地計劃整個生產過程；
- в) 用機器代替手工勞動而使之機械化；
- г) 使各基本工序和輔助工序(包括測量工序)自動化；
- д) 規定材料和半成品在加工和裝配過程中的最短行程、避免曲折繞道；
- е) 在加工和裝配的所有各階段中都實行互換性；
- ж) 在加工過程中保持設備、夾具和工具的最穩定狀況；
- з) 系統地監督車間和工廠實驗室中測量業務的適當狀況；
- и) 按工序先後系統地檢驗所有最重要的生產階段；
- к) 用統計檢驗法預防廢品；
- л) 進行對生產過程起積極作用的自動檢驗。

① OCT 為全蘇標準 (Общесоюзный стандарт) 之縮寫，系 1941 年以前規定的。

——譯者注。

② ГОСТ 為全蘇國家標準 (Государственный общесоюзный стандарт) 之縮寫，系 1941 年以後蘇聯部長會議全蘇標準委員會規定的。——譯者注。

在这些条件下,从倉庫或車廂来的材料,有計劃地、無阻地順一定方向前进,停留在工作位置上加工一段按計劃規定的一定時間,直至最后制成另件,并把它裝配到部件中,再与部件一起裝配到機構或机器中为止。

因此,保證机器制造过程的正常进行和机器工作質量的重要先决条件之一,就是毛坯、半成品、机器中的零件和部件的互换性。

毛坯、半成品和制成零件的互换性,就是指这样一种性質:它們不經任何修配工序和附加手工加工(如銼、磨合、清理和加楔等)而能在加工过程中裝到机床上和夾具上及部件裝配时适当安放,并起它自己应有的效用。

部件和機構的互换性亦具有同样的性質,不过是指的部件和機構而已。由此可見,互换性总共指兩個性質,即:1)可配合性,它只关系到相連接的表面及其形狀和尺寸(在各別情況下还关系到外廓尺寸);2)效用上的充分价值性,或者簡明些說,在預定条件下应有的工作能力。

因此互换性并不要求各个零件、部件或整个機構都完全一样,尤其不要求它們有完全的等价性。

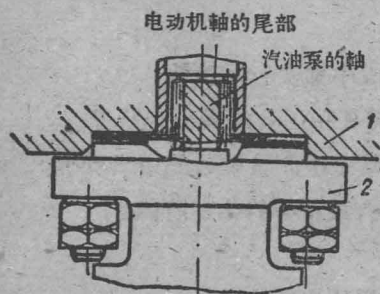


圖2. 汽油泵的固定示意圖:

1—固定位置;2—泵的法蘭盤。

圖2为在發動机上固定汽油泵的示意圖。

ГОСТ 1901—44 規定了汽油泵和內燃机的連接尺寸(有孔的法蘭盤和多槽配合),使任一泵都能不經任何修配就連接到任一發動机上。

由于在使用上有必要使修理方便,也就是要很快且容易地用备件来更換破坏和磨損了的另件,而不必再經過鉗工加工,这样一

来，互换性的需要就增长了。于是，互换性的原则就逐渐转移到制造新机器时部件和机构的工厂装配工艺中去，并在这一原则上建立了流水式装配。另外，互换性已经逐渐深入到零件的车间制造过程，而对半成品、毛坯和原料提出了一定的要求。足够相同的原料（生铁、焦炭、型砂、粘土）、同样的生产设备（造型机、型箱等等）和稳定的生产过程，就能造成足够相同的铸件，因而能使清理铸件和砍除浇口冒口的过程，以及准备基准的预备工序都机械化起来。准备基准是为了能把相同的毛坯不经过特殊修配就迅速装到机床的夹具中去。有了准备好的基准，以后的加工过程还可以简便一些。制件可沿传送器从一个调度好的机床进入下一个并列的机床，而不需繁重的手工工序，直到成为最后加工好的形式而到达部件装配地点或者成品零件的仓库去。

所以互换性是流水式生产的基础，这种生产的优越性在伟大的卫国战争时期里，已特别鲜明地显示出来。工厂的专业及各工厂的合作的简化就是它的优越性。比如有些工厂专门做汽化器、磁石发电机或滚动轴承。这些部件都能够互换，也就是不经手工修配工序就能够装配。

互换性的范围可以是不同的。例如连杆或十字头的互换性只是对一定型式和尺寸的机器说的。其他机构、部件和零件，如曲柄、活塞、气缸衬筒、甚至活塞环也是这种情况。但也有一些零件和部件，它们的互换性受构造型式限制的程度并不这样大。例如紧固件（螺栓、螺母、铆钉）、异形管配件、滚珠轴承、滚柱轴承和联轴节就是这样，它们的互换性在各种不同构造中都可保证。这些零件和部件的连接表面的形状和尺寸都有规定。为了满足机器制造业和工业中其他方面的各种要求，对这些零件和部件规定了各种尺寸，有时还规定了各种形状；此种不可避免的多样性或种类被缩减到能满足工业实际需要的最小限度。这种缩减种类的结果，

就扩大了尺寸和形状相同的成批零件和部件的生产规模，因而可以为它们计划已经专业化了的企業——流水式生产的專業車間甚至工厂。这些結果是由于制訂一般零件和部件的基本型式尺寸的国家规格和标准而达到的。

例如，ГОСТ 规定了軸直径为 10—200 毫米的單排輻射式止推滾珠軸承的种类。在此范围内总共规定了 70 种型式尺寸。紧固件（螺栓、螺母、垫圈、铆钉）的种类同样也有型式尺寸的限制。ГОСТ НКТП^① 32 把直径为 6—68 毫米的螺栓和螺母的米制基本螺紋限制为 26 种型式尺寸，其中 9 种仅在特殊情况下才用。

这种零件和部件叫标准件。它们对于使用、生产和設計都很有利，所以設計师必須詳細地研究在一定的設計中可能用到的标准件的型式和种类，仅在实际情况必要时才不用它們，而用其他專用零件来代替它們。

在标准件的其他优点中，下一情况具有很大意义：它們应用極广，并且它們的構造的所有部分，都經過全面的分析和經驗的檢驗。因此它們比个别設計师設計的个别特殊構造可靠，并且采用标准件和部件的效果对生产極為重要。

标准件和部件照例能滿足完全互换性的条件，因为同一个零件能在極不相同的構造中使用。也有不同于这种情况的，即是零件由于制造精度不够，必須加以适当选择才能裝配到部件或机构中去。这种互换性应当叫做不完全互换性。

另外，零件的制造工艺还可能建立在借钳工加工就地修配零件的裝配原則上。这时“互换性”这一术语自然就不恰当了。

把互换性原則运用到零件的裝配工艺上的最早的資料，属于俄国自 1761 年开始的槍械生产。当时俄国政府向土拉兵工厂提

^① НКТП 为重工業人民委員部 (Народный комиссариат тяжелой промышленности) 之縮写。——譯者注。

出了一定的要求:讓武器的各部分一样,以便不經附加的手工修配工序就能很容易地裝成全套武器。为此目的曾發給土拉兵工厂相当于現时“标准量規”的“样板”,使制成的武器零件必須与样板吻合。

在国外——法国和美国——提出这种生产的初次企圖的資料是在十八世紀末叶,比俄国晚了几十年。

在十九世紀,互换性原則已由軍事工業逐漸轉向一般机器制造业中。

扩大互换性的必要性,在很大程度上决定于流水式生产的發展,这种生产的基础,我們已經知道,就是广义的互换性。

第二章 公差

配合尺寸和自由尺寸·公称尺寸和 实际尺寸·标准直径

机器和器械的零件的尺寸,可分为:与其他成对尺寸相配的配合尺寸(即连接尺寸),和自由尺寸。第一类例子为活塞裙的外径和与之成对的气缸衬筒的内径,曲轴轴颈的外径和与之相配的连杆轴承的内径。自由尺寸的例子如:发动机曲轴颈板的宽度,气缸衬筒的长度,法兰盘的外径,铆钉头的直径。

不论配合尺寸或是自由尺寸都决定于任务条件、构造情况、强度的理论计算和试验数据,这些尺寸的数值取整毫米数,如有可能,末位数字取5或0。这些尺寸叫“公称尺寸”。“公称尺寸”是与“实际尺寸”相对的。

公称尺寸(即“名称上”的尺寸)与零件上的实际尺寸并不相同,原因是:1)很多尺寸在构造中并不需要特别大的精度,所以它们实际上照例不做得正好,只要不降低零件质量即可;2)正好按公称值制成的配合尺寸只能给出一种性质的配合,而实际上对配合的要求却是多样的。

例如轴承与在轴承中转动的轴颈的配合,如果两相配面的直径都正好按公称值(公称值对于两相配面是相同的)制成,则将不能工作,因为配合中必须有容纳润滑油的空隙;而如果同一配合中两相配尺寸的公称值不同,那末此两公称值的最小差数为一毫米,在一般条件下是过大的。

表征配合的两成对相配面的公称尺寸照例是相同的,同时也是配合的公称尺寸;而两个零件的实际配合尺寸则照例是不同

的。这一尺寸差就造成了机器正常工作所需的配合性质。

把公称尺寸取为整毫米数对工厂业务有很大的经济价值。这样能减少一定范围内可能的公称尺寸的总数，因而限制尺寸的多样性。

尺寸的种类愈多，工厂为制造和检查生产所需的模型、冲模、专用的刀具和量具（钻头、扩孔钻头、铰刀、样板）便愈多，所以适当地缩减种类或“统一”公称尺寸是十分重要的措施。为此目的制定了全苏标准 OCT 6270，它在 0.5 到 500 毫米的范围内规定了一些直径作为公称尺寸（120 种），以供设计师在此范围内应用；其他公称直径应当尽量避免。

指定用于一般用途的标准直径列于表 1 数列 A 中。

表 1. 一般用途的标准直径(数列 A)

直径的范围, 毫米	建议采用的数值, 毫米	举 例
0.5—2.8	— — 0.5, 0.8 1.0, 1.2, 1.5, 1.8 2.0, 2.2, 2.5, 2.8	
3—4.5	3—3.5 4—4.5	
5—26	所有整数	5, 6, 7 等等到 26 毫米
28—48	所有整偶数和末位数字是 5 的数	28, 30, 32, 34, 35, 36 等等到 48 毫米
50—100	末位数字是 2, 5, 8 和 0 的数	50, 52, 55, 58, 60, 62, 65, 68 等等到 100 毫米
105—200	每隔 5 毫米	105, 110, 115 等等到 200 毫米
210—500	每隔 10 毫米	210, 220, 230 等等到 500 毫米