

中等专业学校教学用书

公差、配合 与技术测量

何鏡民、盛庆椿合編

机械工业出版社

中等專業學校教學用書



公差、配合与技术測量

何鏡民、盛庆椿合編

机械工業出版社

1978

NO. 1658

1958年5月第一版 1958年7月第一版第二次印刷
850×1168¹/₃₂ 字数263千字 印张10⁴/₁₆ 5,001—25,050册
机械工业出版社(北京东交民巷27号)出版
机械工业出版社印刷厂印刷 新华书店发行

北京市书刊出版业营业许可证出字第008号 定价(10)1.50元

目 次

緒言	5
----------	---

第一編 公差和配合

第一章 互換性基础	7
第二章 公差制度	12
第三章 表面精度	29
第四章 公差制度的应用	47
第五章 国际公差制度	62
第六章 光滑量規	71
第七章 尺寸鏈	88
第八章 滚动軸承	94
第九章 圓錐連接	107
第十章 花鏈連接	113
第十一章 齒輪傳动	124
第十二章 螺紋連接	135
第十三章 螺紋量規	144

第二編 技术測量

第十四章 技术測量的基础	160
第十五章 平面平行長度端面規	167
第十六章 長度測量用的量具和儀器	175
第十七章 檢驗角度和錐度用的量具和儀器	213
第十八章 檢驗直綫度和平面度用的量具和儀器	222
第十九章 檢驗螺紋用的量具和儀器	227
第二十章 檢驗齒輪用的量具和儀器	240
第二十一章 表面光潔度的檢驗	255
第二十二章 高效率的和自动化的檢驗方法	263
第二十三章 工厂中的計量檢定組織	268

中等專業學校教學用書



公差、配合与技术測量

何鏡民、盛庆椿合編

机械工業出版社

1978

NO. 1658

1958年5月第一版 1958年7月第一版第二次印刷

850×1168^{1/32} 字数 263 千字 印张 10^{4/16} 5,001—25,050 册

机械工业出版社(北京东交民巷 27 号)出版

机械工业出版社印刷厂印刷 新华书店发行

北京市书刊出版业营业许可证出字第 008 号 定价(10) 1.50 元

編 者 的 話

這本書是按中等專業學校工具制造專業“公差、配合与技術測量”的教學大綱編的，對於其他專業，如金屬切削加工，機床制造等冷加工專業，也能適用，只是對某些章節的內容，可以稍作精簡，各專業可根據自己專業的教學大綱來取舍。

在公差制度方面，我國第一機械工業部已頒布了圓柱形結合的“公差与配合”和“螺紋公差”，不久即將陸續頒布“光滑量規”和“螺紋量規公差”的標準。在未正式頒布前，本書暫時仍按 OCT 与 FOCT 標準來敘述。

在蘇聯，對於大尺寸和小尺寸的公差与配合制度都有了新的標準 FOCT 2689-54 和 FOCT 3047-54，矩形花鍵也有了新的 FOCT 1139-55 標準齒輪也擬訂了新的 FOCT 1643-56 標準。

我國自從哈爾濱量具刀具廠正式生產以來，已經制造了許多種精密測量儀器，本書對哈量產品都盡量地作了介紹。

對於光學儀器方面，本書中按着對中等專業學校本專業的需介紹了民主德國与蘇聯的最新成就。其中臥式光學儀一項仍舊是介紹舊型式的，因考慮到我國目前在各工廠應用的仍很多。民主德國最新生產的工作台型的臥式光學儀在國內目前尚少，其工作台与萬能測長儀的工作台相同，故本書中即予以省略未講。

本書的編寫順序是為了盡量使得理論系統完整和照顧全面，在講授時，為了講授方便可以按教學大綱所規定的順序來適當變更。

本門科學是一門年輕的，正在發展着的科學，其系統与內容有很多部分都尚未定型，編者僅就個人體會加以編輯敘述，錯誤和缺點必定不少，希望大家惠予指正。

5900017

目 次

緒言	5
----------	---

第一編 公差和配合

第一章 互換性基础	7
第二章 公差制度	12
第三章 表面精度	29
第四章 公差制度的应用	47
第五章 国际公差制度	62
第六章 光滑量規	71
第七章 尺寸鏈	88
第八章 滚动軸承	94
第九章 圓錐連接	107
第十章 花鍵連接	113
第十一章 齒輪傳动	124
第十二章 螺紋連接	135
第十三章 螺紋量規	144

第二編 技术測量

第十四章 技术測量的基础	160
第十五章 平面平行長度端面規	167
第十六章 長度測量用的量具和儀器	175
第十七章 檢驗角度和錐度用的量具和儀器	213
第十八章 檢驗直綫度和平面度用的量具和儀器	222
第十九章 檢驗螺紋用的量具和儀器	227
第二十章 檢驗齒輪用的量具和儀器	240
第二十一章 表面光潔度的檢驗	255
第二十二章 高效率的和自动化的檢驗方法	263
第二十三章 工厂中的計量檢定組織	268

緒 言

在 1952 年国民經济恢复阶段終結的时候，党提出了国家在过渡时期的总任务，大約在三个五年計劃的时间完成国家的工業化。第一个五年計劃規定，工業总产值在五年內增長 90.3%，这个規定已超額完成。完成第一个五年計劃以后，就將紧接着执行第二个五年計劃。1956 年党的第八次代表大会決議，在第二个五年計劃內，繼續貫徹优先發展重工業的政策，其中要特別注意机械工業和冶金工業的建設，而机械工業的發展要特別着重重型机器、精密机床和仪表制造的發展，以供应国民經济各部門的需要。在第二个五年計劃內，1962 年比 1957 年工業总产值將增長一倍左右。

社会主义的优越性，不但要表現在經济成就的数量和进度上面，还必须表現在它的質量上面。

在設計和制造新的机器或仪器时，其質量的好坏，与机器或仪器內部的各个零件相互連接的情况有很大的关系，例如要設計一台机器，其中有些傳动軸旋轉的速度很高，假若在軸和軸承間的間隙不足，就会在旋轉时生热而使机器損坏。相反的情况，若其間隙过大，就会在裝配后产生松动現象，因而机器也不能正常地運轉，所以軸和軸承間的配合質量会影响到整个机器的質量。同样地，在一台机器中，其他零件間的配合質量也都会影响到这台机器的質量，因此我們要生产質量好的机器或仪器时，就应当正确地控制各个零件相互間的配合。

各个零件間是否能保證良好的配合，又与这些零件本身制造的精度有关，例如軸或軸承的本身直徑尺寸，在制造时不能很准确地达到一定的大小，也就無法保證其相互間达到一定的間隙数值，因而也就不能保證其配合質量。但是若过高地提高了各零件的精度，就会使制造的时间不必要地加長，因此也会降低了机器制造时

的生产率,增加了产品成本。所以要很經濟地生产質量好的机器,就要正确地确定各个零件的制造精度。

由此可見,正确地确定机器零件的精度及其相互間的配合質量,是关系到机器制造業的發展的。本課程的第一部分“公差和配合”就是要研究机器零件的精度及其相互間配合的問題。

要在制造过程中經濟地达到并保証其制造精度,就必須具备适当的測量工具和仪器,并具有一定的測量技术,来控制其制造的精度。

在第一个五年計劃当中,由于哈尔滨量具刀具厂的成立,可以部分地供应了机器制造中控制产品制造精度所需要的一些測量工具和仪器。但是由于現在机器制造業高速度地發展,質量不断地提高,以及量具制造的發展,因而进一步需要用更高精度的机械式的,以至于光学式的仪器或其他型式的精密仪器来进行測量。光学仪器与精密仪器制造,过去在我国是缺門,今后将要适当地發展,逐步走上自給自足的道路。

研究測量工具和仪器的構造,并能正确地利用測量工具和仪器,掌握一定的測量技术,这便是学习本課程第二部分“技术測量”的目的。

本門課程从 1927 年才开始在苏联的学校中講授,并正式地形成了一門科学,有許多工程师和学者致力于这方面的工作,并貢獻了很多的成就,使其不断地發展;学习本門課程以前需要具备机械制圖,工程力学,机械零件,金屬工艺学等基础知識,在学习本課程以后,即可以給一些机器或仪器的設計工作打下了基础,同时又为以后学习“机器制造工艺学”时,要根据零件和加工的精度合理地安排工艺过程,决定測量方法,和設計量具,打下了必不可少的基础。

第一編 公差和配合

第一章 互換性基础

1 互換性的概念

一台机器包括有几个部件，每个部件又是由許多不同的零件裝配而成的。因此制造机器的过程，是先由零件制造，而后部件，最后才能裝配成机器。在生产量很大时，零件是成批的制造或連續不断地生产的，如果制造一批零件，經過机器加工后，在裝配时，可以不經任何手工修整，取其中的任意的一件，都能裝配到机器上去，而且能达到相同的質量，那么，这批零件就叫做具有互換性的零件。假如一台机器上的大部分零件都具有互換性，那么这些零件裝配时就非常簡單而且迅速，同时这些零件还可以分別組織專業生产，因而也就可以提高了生产效率和產品質量。具有互換性的零件不但在制造和裝配方面显示出它的优点，而且同样地在維護或修理方面也大大減輕了劳动量。例如，滚动軸承是具有互換性的零件，因此滚动軸承就可以在專業工厂里大量的制造，而且还可以达到極高的精度，在机床上若有一个滚动軸承磨損坏了以后，就立刻可以用同样型号的另一個新的滚动軸承替換上去，仍旧可以保証原来机器的質量。

2 互換性的發展

最早采用互換性生产的是軍事工業生产。因为最早采用大量生产方式的也是軍火生产，例如槍枝、炮彈等等，而且在兵器当中互換性的优越性也是特別显著的。远在俄国“伊凡四世”时期制造炮彈时，对于互換性即已經有了認識，在 1761 年，在俄国“土拉”工厂正式地采用盖有厂戳的銅制样板来制造大炮的零件，这是世界

上正式采用互换性生产的开始,一些资本主义国家以 1798 年美国“惠特奈”公司制造互换性的枪枝,作为互换性生产的开始,实际上比俄国已经迟了 37 年。在 19 世纪中,互换性生产逐渐推广到一般的机器制造中去。苏联在十月社会主义革命后,互换性生产得到了广泛地高度地发展。

我国近代较大规模的机械制造工业,系开始于 1865 年的江南制造局。根据记载:当时度量单位已开始采用“丝”即 $\frac{1}{1000}$ 吋,并用测微计度量;又说有“量炮机器”二十四种;可见当时对制造准确度的问题,已经很重视。

约在 1910 年以后成立的巩县兵工厂,据传在制造枪械时已采用量规。其后如沈阳兵工厂在 1931 年以前和金陵兵工厂在 1937 年以前,所制枪械,据传已能全部或部分互换。

但旧中国的工业基础终究十分薄弱,机械工业基本上只是一个殖民地、半殖民地的修配性质的工业。解放以后在党的领导下,从根本上改变了旧中国机械工业的面貌,逐步地使机械工业向完整体系和自行设计的方向发展,为进行互换性生产创造条件,使机械产品达到多、快、好、省的指标。

3 完全互换性和不完全互换性

一批同类的零件,不经任何挑选或当场修配就都能装配,并达到同样的配合性质的,就叫做具有完全互换性。

使用互换性生产也是有一些条件的限制的,例如在机器上有一些同类的零件,但是其形状与尺寸的要求,并不能完全相同,或者当采用某些形状和尺寸均相同的零件时,而对其精度的要求,并不见得一样,因而都不可能达到零件之间的互换。另外,零件若按照互换性的要求来加工时,则最后不必采用手工的修整,但是这些零件在机械加工时,就必需达到较高的精度,在有些情况下,按照现有的机械加工方式尚不可能达到这样高的精度,有时即使是达到了这样的要求,但是所需的加工成本可能很高,并不经济,因而

也就难以完全按照互换性的要求来进行生产。为了便于制造和降低加工成本,可以将相配零件制造时的精度降低,然后在装配前经过挑选,按照其尺寸大小将相配件分成几组,这样仍旧是可以不经任何手工修整就可以装配,并且仍旧能达到很高的装配精度。但是其互换性的范围却只限制在一组当中,而不是全部的,因此这种互换性就称为不完全互换性。

4 标准化和规格化

我国机械工业向完整体系和自行设计的方向发展,推行生产标准化是一个重要条件。机械产品的种类很多,每种产品和所使用的材料也就更多。问题是既要多种多样以满足需要,又要简化设计和制造以利生产。解决的办法是推行产品的系列化和标准化,就是把多种多样的产品、零件、原材料等分门别类地编排成为系列,再按照它们的不同类型、尺寸等,适当地定出统一的标准,以及规定出统一的制造方法和质量标准,这样就既能大大简化设计,简化制造工作,又能根据需要按系列发展多种多样的品种。而且使组织产品和零件的生产专业化与协作有了条件。

标准化的工作,是由国家统一制订的。标准化的零件或部件就叫做标准件,标准件都是按一定规格制造的,所以都具有互换性。

在资本主义国家内,由于各公司互相竞争,追求利润,在生产上造成无政府状态,对于机器的型号和尺寸极端混乱,因此不可能在全国范围内发展统一的标准工作。

在一个部门或企业的内部制订某种零件的标准,这种工作称为规格化。例如可以将国家标准的一部分作为工厂的规格,以简化本厂产品中所采用零件的型号和尺寸,使其尽量达到统一化。工厂规格也可以是根据产品的特点而独有的规格,可以成为将来制订这部分零件的国家标准的基础。

在社会主义国家内,标准化和规格化是促使技术进步的强大动力。在苏联制定有国家标准(ГОСТ ОСТ),在各部门均有各部门

的規格，在我国已开始有第一机械工業部的“部頒标准”，各个工厂也初步地建立了一些工厂規格。在發展国民經济的第一个五年計劃中还規定：“为着提高和保証工業产品的質量，应该逐步地制定国家統一的先进的技术标准”。在其中还規定要“設立国家管理技术标准の机关”，并要“中央各有关部門应该在它們的業務範圍內規定产品的标准，并逐步地过渡到国家标准”。在第八次党代表大会的決議中又指出：一切企業，都要定出合理的产品标准和工艺規程，以保証产品的質量。

5 公差和配合制度

为了使零件具有互换性，就必需严格地按照一定的精度来加工，同时要使所有的尺寸精度都在一定的規範之內，以簡化設計与制造的过程，因此就必需制定公差和配合制度。所以制定公差和配合制度是在机器制造中保証零件互换性的基础，同时也是标准化工作的一部分。

在苏联是采用 OCT 公差和配合制度的。在我国过去各工厂所采用的制度很不一致，有使用国际公差制度 ISA 的，也有使用其他各国的公差制度的，在中华人民共和国成立以后，机器制造业普遍地得到發展，大多数的工厂都先后采用了 OCT 公差和配合制度。在 1956 年第一机械工業部頒發了部頒标准“公差和配合”制度，这个制度是以 OCT 公差和配合制度为藍本的，这是我国第一个公差和配合制度，也是我国机器制造业中的一个新的成就，它将要改变我国过去公差制度混乱的狀況，并作为机器制造业中組織互换性生产的基础。

6 計量檢定事業的組織

統一全国的尺寸單位是开展标准化工作与实施公差和配合制度时的最根本的問題。如果各个工厂間的尺寸單位的实际大小不一致，則即使是一些标准化零件，并按照一定的公差和配合制度的

要求来制造的,但是仍旧不能互换。因此在目前計量檢定事業組織的建立成为开展互换性生产的先决条件。在第一个五年計劃中規定要統一全国度量衡,建立量具和計器定期校正制度和統一的产品檢驗制度。在1955年4月国家計量局正式成立,其中的一部分工作就是要統一全国的尺寸單位。第一机械工業部为此也曾發过关于計量檢定工作的指示,在1954年就已經成立了計量檢定所(該所于1956年改为工具科学研究院[●]),并在1955年內,在全国大部分机器制造厂內建立了計量室,控制全厂的尺寸單位,同时在車間內均設有檢定站,随时校驗生产中所使用的量具,因此就有可能使全国各工厂每个工人所使用的量具通过車間檢定站、工厂計量室、区域計量室、工具科学研究院及国家計量局等組織的控制,統一到标准尺度上去。

● 工具科学研究院現在已經撤消,計量業務并入国家計量局。

第二章 公差制度

1 概 述

在制造机器时,工人是根据圖紙来加工的。机器的結構形狀、尺寸及精度的要求都要在圖紙上表示出来,因此如何利用圖紙正确地表达出机器的要求,就首先要規定出圖紙上最基本的名詞和术语。使机器上最基本的要求,例如尺寸加工的精度,零件間相互配合的性質等等,能够很正确地表示出来。

在部頒标准公差和配合中的“机2-25”“机3-55”“机4-55”中所規定的公差和配合制度的基本概念,即为在圖紙上的基本术语和定义。

2 公差和偏差

1. 公称尺寸 在設計一台机器时,其各个結構尺寸的大小,是由其結構上或工作上的要求,然后再根据材料强度計算或是根据試驗的数据来决定的。由此而决定的尺寸数值多为整数,此种計算出来的尺寸即是基本的計算尺寸,或称为公称尺寸。

各个零件所計算出之尺寸不同,为了簡化公称尺寸的数目,以减少工具和材料的規格,在部頒标准的“机 1-55”中規定了从 0.5 mm到500mm範圍內的标准直徑共 120 个。其数字多为整数,在設計时,若公称直徑沒有特殊要求时,都应该从标准直徑中选取。

2. 实际尺寸 当制造机器时,加工后所直接量出的尺寸称为实际尺寸,此尺寸与公称尺寸的大小有些出入。在加工时不可能很准确地达到公称尺寸数值。在两个零件配合时,其公称尺寸是相同的,但是其实际尺寸不同,应该由相互間的配合情况来决定,例如軸在軸承中轉动时,則軸直徑的实际尺寸应小于軸承直徑的实际

尺寸。

3. 極限尺寸 在設計時, 根據配合的要求, 希望將零件尺寸制成一定的大小, 但是在加工時不可能很準確地達到, 為了控制實際尺寸使其不過大或過小, 而在一定的範圍內變動, 因此規定有極限尺寸, 當制成之實際尺寸不超過此極限時, 便認為合格。極限尺寸必需有兩個, 即最大極限尺寸與最小極限尺寸, 而零件的實際尺寸也就必需在最大與最小極限尺寸之間。最大與最小極限尺寸相差愈大, 則其實際尺寸可以變動的範圍愈大, 也就愈容易加工, 相反的, 若相差過小, 則加工時就要困難。

4. 公差 最大與最小極限尺寸之差稱為公差。用公式來表示則為

$$\delta d = d_{\max} - d_{\min},$$

式中 δd ——直徑 d 的公差;

$d_{\max}$ ——直徑的最大極限尺寸;

$d_{\min}$ ——直徑的最小極限尺寸。

因此對於一個直徑尺寸所規定的公差大, 加工時就容易, 公差小加工就困難。所以設計者應在不降低質量的條件下採用最大的公差。

若用圖來表示則如圖 2-1 所示, 以軸的一個邊界為基準, 即將其下邊界放在同一水平面上, 則其最大與最小軸的上邊界之間的距離即稱公差範圍, 而所有合格的軸的上邊界均在此公差範圍之內。

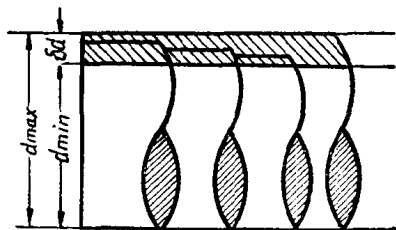


圖 2-1

5. 偏差 零件制造出來的尺寸既然與公稱尺寸不同, 則與公稱尺寸之間的差別稱為偏差。用公式表示即為

$$\Delta d = d - d_H,$$

式中 Δd ——直徑 d 的偏差; d_H ——直徑 d 的公稱尺寸。