

219515

高等学校教学用书

机床制造工艺学

上册

巴拉克辛著



机械工业出版社

7754

高等学校教学用书



机床制造工艺学

上册

巴拉克辛著

第一机械工业部第二机器工业管理局译



机械工业出版社

中央人民政府高等教育部推薦
高等學校教材試用本



機床製造工藝學

下 冊

· 巴 拉 克 辛 著

中央第一機械工業部第二機器工業管理局譯



機械工業出版社

1954

出版者的話

本書系作者巴拉克辛按照苏联高等教育部頒布的教学大綱写成，并經苏联高等教育部审定，作为机床制造高級工业学校的教科書。

書中分析了机床制造工艺学的基本原理及其在零件机械加工与机床装配中的应用。内容包括：机床制造概要、尺寸鏈理論的基本原則、選擇与設計工艺基面与測量基面的問題、編制机床制造工艺規程的方法与程序、装配、有关零件机械加工的問題及其解决方法，以及机床最重要零件的制造等。

本書不仅可作我国的大学用書，对于从事机床制造的工程技術人員，也有極大的参考价值。

为了适应需要，本書分上下两册出版，上册是原書的第一章至第六章。

此次再版曾承刘任需同志校訂。

本書根据苏联 В. С. Балакинин 著 'Технология станкостроения' (Машиизд 1949 年第二版) 一書譯出

* * *

NO. 0462

1954 年 3 月第一版

1959 年 8 月第一版第五次印刷

787×1092 $\frac{1}{18}$ 字数 312 千字 印張 13 $\frac{7}{9}$ 15,851—17,700 册

机械工業出版社(北京阜成門外百万庄)出版

机械工業出版社印刷厂印刷 新华書店發行

北京市書刊出版營業許可証出字第 008 号

定价(10) 1.65 元

出版者的話

本書係作者巴拉克辛按照蘇聯高等教育部頒佈的教學大綱寫成，並經蘇聯高等教育部審定，作為機床製造高級工業學校的教科書。

書中分析了機床製造工藝學的基本原理及該原理在零件機械加工與機床裝配中的應用。內容包括：機床製造概要、尺寸鏈理論的基本原則、選擇與設計工藝基面與測量基面的問題、編製機床製造工藝規程的方法與程序、機床的裝配、有關零件機械加工的問題及其解決方法以及機床重要零件的製造等。

本書不僅可作我國的大學用書，對於從事機床製造的工程技術人員，也有極大的參考價值。

為了適應需要 本書分上下兩冊出版：上冊業已出書；此書為下冊，是原書的第七章至第十三章。

蘇聯 В. С. Балакшин 著 'Технология станкостроения' Машгиз
1949 年第二版)

* * *

書號 0612

1954 年 8 月第一版第一次印刷 0,001—5,500 冊

787×1092 $\frac{1}{18}$ 297 千字 13 $\frac{4}{9}$ 印張

機械工業出版社(北京盛甲廠 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 17,400 元(乙)

原 序

“在苏联国民经济的各部门中，保证技术进一步的改进是有力地发展生产与提高劳动生产率的条件，为此必须在最短期限内，不仅要赶上，而且要超过国外的科学成就”。

1946~1950 年苏联恢复和发展国民经济五年计划
法规——1946年国立政治书籍出版社出版，第8页。

在机器制造业各部门中推广最新、最经济及有高度生产效率的工艺过程和設計能保证应用这些工艺过程的机器乃是提前完成 1946~1950 年五年计划的基本条件。机床制造业以制造最新式的具有高度生产率的机床、建立自动机床作业线及完整的自动工厂的方法，使新的工艺过程能在机器制造业中推行；因此机床制造业负有机器制造业总技师的特殊重要与光荣的使命。

要胜利地完成这一任务，就必须在最短时期内，設計并制造出不同数量的各种机床。

对于近代机床，除了要求其工作自动化与有高度生产率以外，并要求用其加工的机器零件的精度也要不断地提高。

用机床加工工件时，工件的精度由机床在工作过程中是否能保持其零件的（像生产工具一样的确定机床一定用途的零件）各表面所需的位置来决定。

机床制造的经验証明，在各种不同的生产规模下，经济地达到并保持机床的最初精度，乃是近代机床制造业中最艰巨与最困难的任务之一。

本書試圖將机床制造业中所积累的经验系統化，并在此基础上作出一些有关机床制造与用其加工零件的理論基础。

因此在本書中叙述了：根据专门用途，設計机床与零件結構形狀的概要；尺寸鏈理論的基本原則；选择与設計工艺基面与測量基面的問題；編制机床制造工艺規程的方法与程序；装配工艺；有关零件机械加工的問題及其解决方法；以及机床最重要零件的制造等。

本書的基本中心內容是作者曾于 1933 年^①所提出的尺寸鏈理論。尺寸鏈理論的概念在于把机床的全部零件不是看成与机床失却联系的孤立因素，而是將其看成在机床上相互有关联的环节，这是由于机床上的任一零件，均用以完成一定的任务，由此而产生出各种不同联系（傳动联系、尺寸联系、相关位置的联系等）的緣故。

利用尺寸鏈理論的基本原則，工程师就能在設計机床和用机床加工工件时，發現并批判地分析机床零件各表面間存在的和重新發生的全部联系。在解决与达到机床精度和工件精度有关的实际問題中，为了求得最经济的办法，工程师也可以創造性地

① ‘机器制造中尺寸鏈及补偿件的作用’，‘机器制造者杂志’ 1933 年 №10。

利用上述尺寸鏈理論的基本原則。

機床製造工藝學還是一門最新的課程，因此本書所提供的材料沒有強求完滿，並且也沒有貪圖把有關機床製造的所有問題都作全面的闡述。

儘管有此缺陷，如果本書對初學機床製造者稍有幫助，並且能在許多蘇聯學者和工程師（其中首先是 К. В. Вотинов, С. С. Данилов, В. И. Дементьев, М. Е. Егоров, А. А. Зыков, И. И. Ивашкевич, А. И. Каширин, В. М. Кован, М. С. Красильников, Э. А. Сатель, А. П. Соколовский, Б. А. Щукарев, А. Б. Яхин 等）所進行的建立機器製造工藝學理論基礎的偉大創造性工作中有微末貢獻，則作者即認為多年工作之目的已達。

無容置疑，對本書的批評將幫助作者今後改正書中的現有缺點。

本書準備二版時，許多同志及團體曾送來很多批評與意見，這些寶貴的資料對作者來說起了很大的作用；作者特向這些同志及團體致以衷心的謝意。

功勛科學技術工作者、科學技術博士薩捷耳（Э. А. Сатель）教授與科學技術博士阿切爾康（Н. С. Ачеркан）教授曾為審閱手稿並提出許多有價值的意見與指示，阿切爾康教授並為仔細校訂本書，作者特此致謝。

——作者——

中央人民政府高等教育部推薦

高等學校教材試用本的說明

充分學習蘇聯的先進經驗，根據國家建設需要設置專業，培養幹部，是全國高等學校院系調整後的一項重大工作。在我國高等學校裏，按照所設置的專業試用蘇聯教材，而不再使用以英美資產階級教育內容為基礎的教材，是進一步改革教學內容和提高教學質量的正確方向。

一九五二年九月廿四日人民日報已經指出：“蘇聯各種專業的教學計劃和教材，基本上對我們是適用的。它是真正科學的和密切聯繫實際的。至於與中國實際結合的問題，則可在今後教學實踐中逐漸求得解決”。我們現在就是本着這種認識來組織人力，依照需要的緩急，有計劃的大量翻譯蘇聯高等學校的各科教材，並將陸續向全國推薦，作為現階段我國高等學校教材的試用本。

我們希望：使用這一試用本及今後由我們繼續推薦的每一種試用本的教師和同學們，特別是各有關教研組的同志們，在教學過程中，對譯本的內容和譯文廣泛地認真地提出修正意見，作為該書再版時的參考。我們並希望各有關教研組在此基礎上逐步加以改進，使能結合中國實際，最後能編出完全適合我國需要的新教材來。

中央人民政府高等教育部

上 冊 目 次

原 序

一 機床製造概要.....	1
1 零件結構形狀的設計概要.....	1
2 確定零件位置所需的表面數量.....	3
3 保證零件配合面間接觸的強力壓合.....	6
4 零件表面的四種形式.....	11
5 結構上定形的基面及隱蔽基面.....	14
6 將零件連接成裝配單位.....	15
7 製造機床時零件的配合概要.....	19
二 尺寸鏈理論的基本原則.....	21
1 基本概念.....	21
2 零件各個尺寸的誤差.....	26
3 決定性因素的作用對分佈曲線特性的影響.....	32
4 尺寸鏈終結環的精度.....	34
5 尺寸鏈的各種解法.....	36
1) 絕對互換法——2) 不完全(部份)互換法——3) 挑選法或分選裝配法——4) 修配法——5) 調整法——6) 應用固定補償件時, 調整法的特點——7) 解包括不平行環尺寸鏈的特點——8) 表面和中心垂直度公差計算特點	
三 工藝基面與測量基面.....	72
1 基本定義.....	72
2 零件的精度.....	73
3 加工和測量後零件各尺寸的誤差.....	73
4 達到及檢驗精度的三種方法.....	75
1) 鏈環法——2) 座標法——3) 混合法	
5 第一道工序的作用與意義.....	79
6 作工藝基面用的表面尺寸.....	81
7 工藝基面的選擇.....	81
1) 選擇第一類零件的工藝基面——2) 選擇第二類零件的工藝基面——3) 選擇工藝基面的要領	
8 選擇測量基面.....	89
四 編製機床製造工藝規程的方法與程序.....	93
1 原始資料.....	93
1) 機床、機床裝配單位及零件的批數和生產規模——2) 精度標準和技術條件——3) 機床的結構特點與工作圖紙——4) 工廠的技術裝備及其改造的遠景——5) 幹部情況	
2 編製工藝規程的程序.....	107

3 各種工藝規程的技術經濟評定	108
4 製造週期	113
5 提高生產率	113
6 工藝規程之自動化	114
7 減輕勞動	115
五 裝配工藝	116
1 基本定義	116
2 編製機床裝配工藝規程的程序	116
3 裝配的工藝形式與組織形式	117
4 查明機床的尺寸鏈並確定其相互關係	123
5 選擇解機床尺寸鏈的方法	138
1) 車床尺寸鏈解法的選擇 — 2) 六角車床尺寸鏈解法的選擇 — 3) 萬能銑床尺寸鏈解法的選擇	
6 編製機床的裝配程序	149
1) 車床總裝配程序 — 2) 六角車床總裝配程序 — 3) 萬能銑床總裝配程序	
7 機床裝配簡明圖表	163
8 裝配裝配單位	166
1) 安裝主軸有關各問題的解法 — 2) 多軸自動機床與半自動機床主軸體裝配的特點 — 3) 齒輪傳動系的裝配 — 4) 軸和軸套的裝配 — 5) 軸及槓桿的裝配 — 6) 刀架座及刀架的裝配	
9 裝配單位的試驗、調整與試運轉	187
10 裝配週期	191
11 編製裝配工藝規程的文件	198
六 零件機械加工的問題及其解決方法	202
1 基本任務	202
2 提高工件精度的方法	202
1) 減少裝置誤差 — 2) 降低尺寸鏈靜調整誤差 — 3) 減少尺寸鏈的動調整誤差 — 4) 三種機械加工的形式	
3 提高零件機械加工經濟性的工藝基礎	219
1) 縮短主要的工藝時間以提高生產率 — 2) 縮短輔助時間提高生產率 — 3) 縮短管理機床的時間 — 4) 由縮短準備終結時間提高生產率 — 5) 聯合使用上述方法提高生產率 — 6) 多機床管理與工種的合併	
4 機械加工工藝過程的各種組織形式	239
5 機械加工工藝規程的編製程序	247

下 冊 目 次

七 床身的製造	243
1 床身的功用	243
2 床身的分類	251
3 床身的基面	252
4 床身機械加工的準備工作	253
5 床身的機械加工	254
1)加工平行於導向面的表面 2)加工導向面和與其相平行的輔助基面 —— 3)加工垂直於導向面的表面 4)加工軸和主軸支承孔 —— 5)精加工床身導向面	
6 檢查床身	281
1)檢查導軌 2)檢查導向面的相互位置	
7 鑲有淬硬導軌的床身加工特點	290
八 機體和機箱的製造	292
1 機體和機箱的功用	292
2 技術條件和精度標準	293
3 加工途徑和工藝基面	296
1)加工平行於主要基面的表面 2)加工主要基面 —— 3)加工端面 —— 4)加工孔面 —— 5)孔加工夾具的結構特點 —— 6)精加工孔面	
4 機體零件的檢查	328
5 加工多軸自動機床和半自動機床的主軸筒	333
九 主軸的製造	341
1 主軸的功用	341
2 對主軸的要求	342
3 製造主軸的材料	343
4 主軸的加工	344
1)粗加工外表面 —— 2)粗加工中心孔表面 —— 3)細加工中心孔面和外表面 —— 4)熱處理 5)主軸的表面熱處理 6)切削和主軸軸心同心的螺紋 —— 7)精加工外表面 8)精加工中心孔和主軸前端的定徑面 9)平衡主軸	
5 主軸的檢查	371
十 絲槓的製造	373
1 對絲槓的要求	373
2 基面	379
3 製造高級精度絲槓的工藝途徑	379
4 標準的和精度較低的絲槓加工	388
5 絲槓的檢查	390
6 製造長絲槓的特點	397
十一 花鍵軸和軸套的製造	398
1 對花鍵軸及軸套的要求	398

2 花鍵軸的加工	397
3 花鍵軸套的加工	403
4 圓錐形花鍵軸和軸套的加工特點	407
5 花鍵軸和軸套的檢查	409
十二 齒輪的製造	411
1 齒輪在機床中的功用	411
2 齒輪的基面	413
3 製造齒輪用的毛坯	414
4 齒輪加工工藝	416
1) 切齒前的毛坯加工 2) 齒輪的切削 3) 齒輪倒圓 4) 未淬硬齒輪最後精 整加工的方法 5) 齒輪的熱處理 6) 最後精整加工熱處理後的齒輪	
5 齒輪的檢查	445
1) 檢驗總誤差 2) 檢驗齒輪的各部位	
十三 蝸桿和蝸輪的製造	450
1 對蝸桿和蝸輪的要求	450
2 蝸桿的製造	453
1) 用車刀切削蝸桿 2) 用圓盤銑刀切削蝸桿——3) 用滾刀切削蝸桿——4) 用插 刀切削蝸桿 5) 蝸桿的精加工	
3 蝸桿的檢查	460
4 蝸輪的製造	463
1) 用徑向進給法切削蝸輪——2) 用正切進給法切削蝸輪——3) 切削蝸輪的聯合方 法 4) 重磨刀具後產生的蝸輪齒形偏差——5) 修正重負荷傳動的蝸輪	
5 蝸輪的檢查	472
參考文獻	474
中俄名詞對照表	475

一 机床制造概要

1 零件結構形狀的設計概要

每一机床都承担一定的任务——即加工各种各样的日用品,和机器的各种零件。根据机床所承担的任务,依数学形式表示的傳动关系,最初需作出机床的傳动系統圖。

傳动圖內要表明为实現在机床上加工的工件与刀具是相对运动所必需的整个机床機構。

机床各零件間的相互的位置与联系,都由此傳动系統圖来确定。为明显起見,在傳动系統圖上应繪出机床的輪廓。

車床的傳动系統圖(圖1)可以作为例子:很明显,在車床上是必須同时具有工件的旋轉运动及刀具的送进运动的。此兩種运动要以不同的速度进行,速度以工件的材料、尺寸、所需的表面光潔度、刀具的質量及其他因素而定。

由于普通車床專門用途所規定的这些要求,其傳动系統就必須包括变速箱、走刀箱、溜板箱,絲杠及絲母等相互联系的機構。

由机床的傳动系統圖設計裝配圖是机床設計过程的第二阶段。

为此需确定切削力,并根据切削力确定作用于各機構环节上的諸力。知道了所設計机床內各零件的專門用途、工作条件、所受負荷及其他許多因素后,即可選擇适当的材料,計算出每一零件的公称尺寸。

根据得出的数据,即可着手設計零件的結構形狀。

开始时,一般先設計構成各機構环节的零件(軸、齒輪等),然后再設計連接这些零件的零件。每个零件的結構形狀,主要和各表面要求的相对位置与所選擇的材料的不同有关。

設計零件表面的任一形狀、它們的接合和其相对位置都是根据零件在机床工作中所起的不同作用而选定。例如,起心軸作用,并在其上帶动另外几个零件旋轉的阶梯軸,其結構形狀即由适当几何尺寸的圓柱面及平面集合而成,各表面均在严格規定的相关位置上。为使軸完成其專門用途,必須使全部圓柱面同心,并使全部平面对圓柱面的中心綫垂直(圖2)。

齒輪(圖3)專用来將旋轉运动及扭轉力矩由机床機構的一軸傳至另一軸。由此,其結構形狀是由一定几何尺寸的一系列圓柱面、平面及漸开面構成。几何尺寸是根据傳遞扭轉力矩的大小、兩嚙合齒輪的相对速度和絕對速度与其他許多使用上的因素来决定。为了使齒輪在机床中正确地工作,必須使其全部的圓柱面同心,使平面垂直于

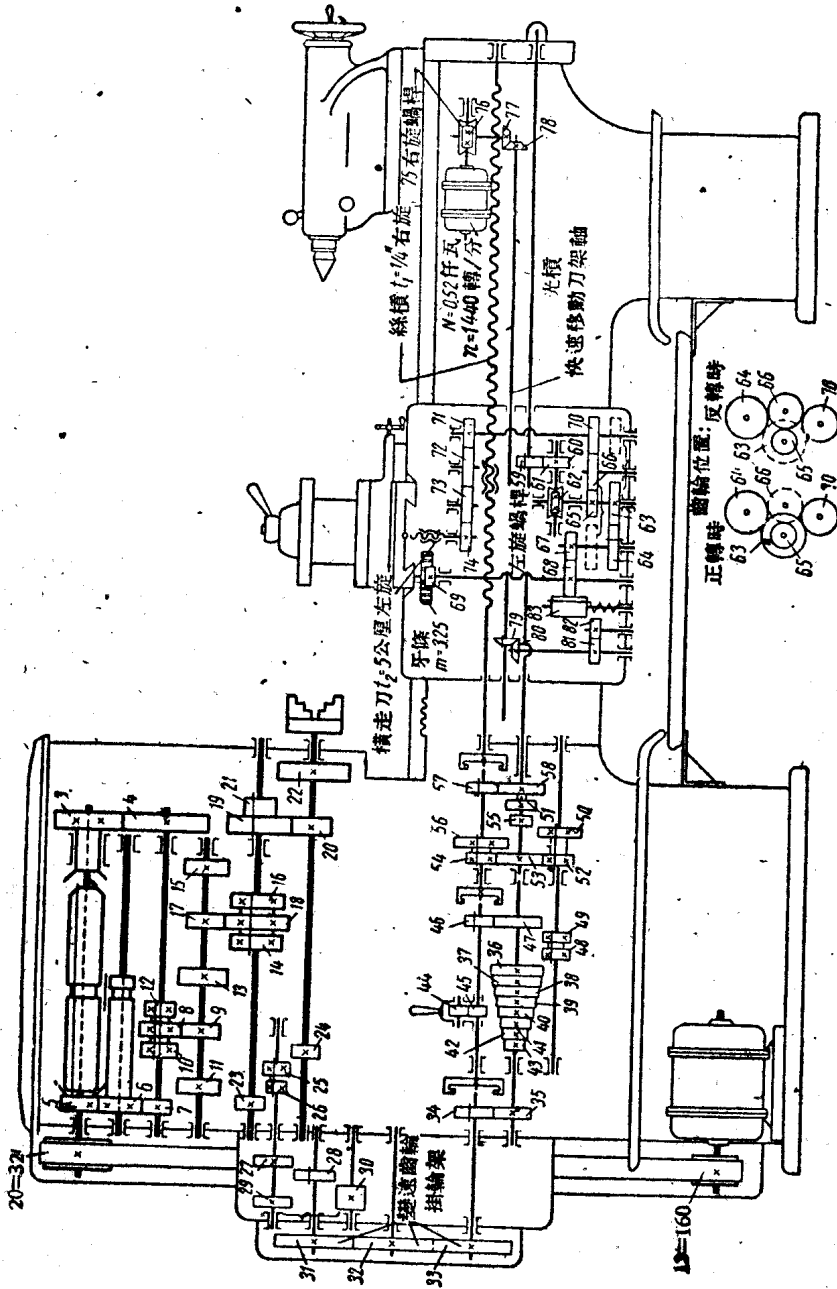


圖 1 28型車床傳動系統圖

圆柱面的中心线;使渐开面(由同心于齿轮中心孔的一个基圆形成)彼此排列在相同的、严格规定的距离上,并平行于中心孔的中心线。

车床变速箱体(图4)专门用来连接

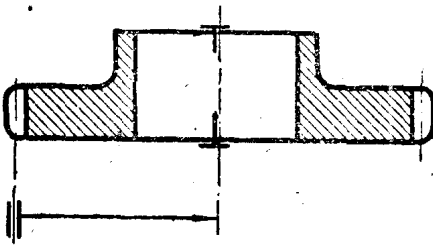


图3 构成齿轮各表面的相互关系

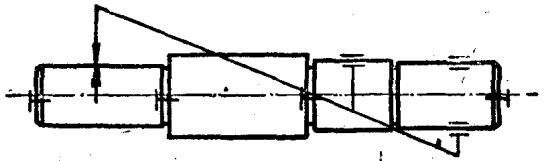


图2 构成塔轴各表面的相互关系

一系列的零件,并保证其相关位置及对机床其他零件(如对床身导轨、横刀架等)位置的正确性。

因此变速箱体的结构形状是由许多简单的面组合而成。例如,侧壁、筋及箱底等由平面构成;轴套、主轴及轴承上的孔,光滑的圆角及两面的接合部分是由圆柱面构成。

由上述例子可以看出,随着零件在机床中作用的复杂,其结构形状也趋复杂。

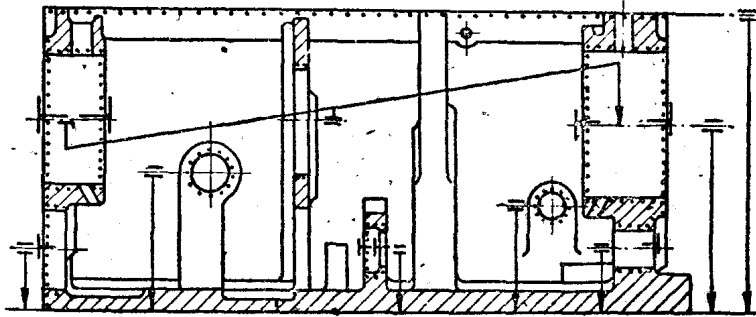


图4 构成变速箱体各表面的相互关系

机床各机构的零件,必须占有严格确定的相关位置,并在工作时保持不变。

为使各种零件占有对其他零件一定的需要位置,零件必须以其适当数量的面与另一零件相连接(动连接或静连接)。

2 确定零件位置所必需的表面数量

由力学上可以知道,任何一个自由刚体都具有六个自由度(直线运动和对三个相互垂直中心线的旋转运动),这样,刚体的位置就可以由六个独立的量来完全确定。例如,由对着三个相互垂直平面的六个座标确定。

每一个座标限制刚体的一个自由度。任何一个零件都可看成为刚体,其对三个座标面的位置,可照上述的方法确定。

例如,在 XOZ 平面上,确定棱体零件上(图5)三点位置的三个座标的作用,就是等于限制了零件在 Y 轴方向内移动和绕 X 、 Z 轴转动的可能。换句话说,三个座标的作用是限制了零件的三个自由度。

在 YOZ 平面上,确定零件位置的两个座标,限制了零件在 X 轴方向内移动及绕

Y 軸旋轉的可能，即又限制了零件的兩個自由度。最后，第六个座标限制了零件最后留下的一个自由度，在 XOY 平面上，單獨的确定了零件的位置。

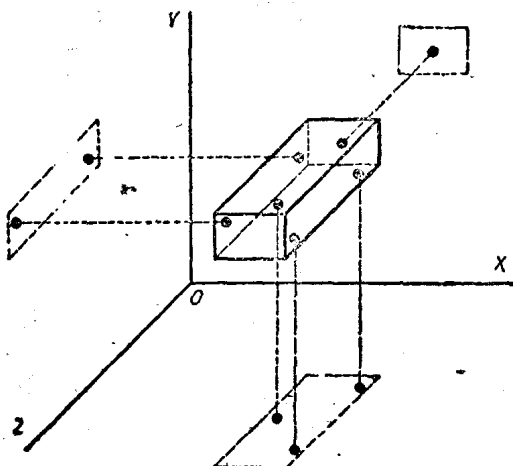


圖5 确定棱体零件对三座标平面位置圖

上面說過，零件的连接是使其表面互相接触。如果把座标面看成是接合件(连接零件)的表面，并根据上述原則使其为相当的接合零件面(此处为棱体零件)，則确定此零件位置的六个座标將变为六个支点。所以，在确定零件位置时，必須有六个支点。

六个支点配置时，要求在零件上至少占有三个面。每一面上支点数量的分布，理論上有很多种，但实际上决定于零件每一表面的形状与尺寸。

若零件由許多相交的平面構成，如多面形或在实际中經常遇到的，比較复杂的棱体与六面体的总合时，則六个支点中的三个支点分布于零件的一个面上，两个支点分布于零件的第二个面上，一个支点分布于零件的第三个面上。

限制零件三自由度的表面或其組合表面，称为裝置面^①。这是由于通常用它来裝置零件而得名。

从力学中知道，由于零件本身重量的作用，若固定剛体的三支点彼此相距很远，則其稳定性愈大，因之也愈能保持其相关位置的精度。

根据这种原理，常用面积尺寸最大的表面选作裝置面。

限制零件兩自由度的表面称为导向面。导向面的来由是因为在其上排列有兩支点，经过此兩支点可作一直綫，以确定相对方向。

一个平面对另一平面或一直綫对另一平面的方向，通常由其夾角的大小来确定，更常以此角的正切来确定，以三角形兩垂边之比表示。由 $\tan \alpha = \frac{a}{b}$ 可以看出，如 α 之長度誤差一定，为了提高方向的精度，必須增大兩支点間的距离 b 。

因此，常用長度最大而宽度最小的面(或其組合表面)选作导向面。

最后，限制零件一自由度的面，因为仅有一支点，所以叫做支承面。

放置一个支点，显然不需要很大的地方。所以通常是選擇尺寸最小或較小的表面作为支承面。

由旋轉表面(通常为圓柱面或圓錐面)構成的零件，其支点在三个面上的分布稍有不同。

① 和本章所述零件的其他表面一样，这个表面不一定是連續面；根据‘机器制造工艺学’中的許多原因，此面在实际可由同一面的或不同面的独立部分組合而成。此处所用名詞也应如此理解。

例如,确定圆柱形轴(圖6)的位置时,六个支点是按下列方式分布的:在圆柱面上分布有四个支点,限制轴在两个平面内移动和繞 X 、 Y 軸旋轉^①。分布于端面上的一支点限制轴不能沿 Z 軸方向移动,最后若第六支点定于鍵槽面上,則軸的最后—自由度——繞其本身軸心(平行于 Z 軸)旋轉的可能也被限制。

如果应用上述确定棱体零件位置的表面之定义和名称,則此处圆柱面应叫做双重导向面,軸的端面和鍵槽側面,因各具有一支点,应叫做支承面。

实际上,确定零件位置时,这些名称正好表示这些表面的作用。

例如“双重导向面”正是指它在两个平面内确定軸的位置,而不是在一个平面内。因此用双重导向面檢查軸的位置时,就必須在两个相互垂直的平面内进行。

在圖6中,圆柱面长度对直径的比大于1,不难看出,若此比值小于1时,支点在表面上的分布就得改变,以保証更好地确定其位置,如圖7所示。就是分布于表面尺寸最大的端面上的三个支点,彼此可以排列得最远。这里两个支点是排列于圆柱面上,并限制其兩自由度。最后,第六个支点定于鍵槽的一面。

按照各面限制的自由度数,各面应具有以下的名称:平面为裝置面,圆柱面为双重支承面,鍵槽平面为支承面。在日常实际工作中,限制零件兩自由度的圆柱面称为定心面。

因此,可以說任何形狀的零件位置的固定,都要有三个表面(或三个組合表面),在其上定有六个支点。

根据零件在机床上工作时,或設計这些零件时,所起的作用,零件上可能留有一个或几个自由度,这样确定这些零件所要求的表面数量,也就相应地减少。

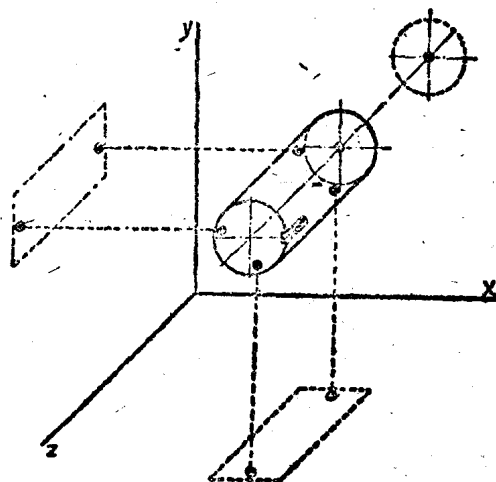


圖6 确定圆柱体零件对三座标平面位置圖

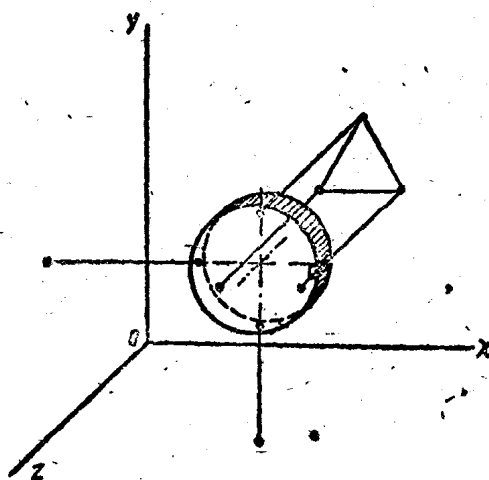


圖7 确定圆盘零件对三座标平面位置圖

① 圖6中連接支点和座标面的虛綫表示一种关系位置,力学中称为保持关系(剛面关系),圖5中也是一样。