

机床设计分析

(第一集)

机械工业部北京机床研究所

出 版 说 明

1983年11月，我局举办了第二期机床设计研究班。在研究班上，许多工厂介绍了近几年与国外合作生产和合作设计的机床。事后，我局邀请大连工学院、哈尔滨工业大学和北京机床研究所，在各单位所提供资料的基础上，进一步搜集资料和调研、分析、整理，编写了本书。这些机床的技术性能，虽然不能完全代表目前国际上机床技术的先进水平，有些设计也不尽合理，但是，通过阅读这些资料，可以使我們更好地了解国外机床工业的设计和工艺水平，加强对引进技术的消化。通过分析对比，对提高我国机床工业的设计和工艺水平将有所帮助。

机械工业部机床工具工业局

一九八五年九月

编写说明

本书系遵照机械工业部机床工具工业局的指示，由大连工学院、哈尔滨工业大学和北京机床研究所分别编写初稿，最后由大连工学院戴曙教授统一编写而成，并经北京机床研究所汪星桥、遇立基审阅。

书中对各台机床有所评论，这些评论只是编者个人的意见，书中的计算大部分也是编者所作，并非各厂的原设计计算资料。这些评论和计算如有不妥乃至错误之处，概由编者负责。

在编写本书的过程中，曾到各有关制造厂调查研究和搜集资料，得到了他们的大力支持，特在此表示深切的感谢。

限于编者水平，错误及不当之处，敬希读者指正。

第二期机床设计研究班资料的编者和本书各部分初稿的编者如下：

机床名称	第二期机床设计 研究班资料编者	本书初稿编者
DB 420 型工作台不升降铣镗床	上海第四机床厂 顾竹善	大连工学院 戴 曙
K 系列升降台铣床	北京铣床研究所 欧阳文周	大连工学院 李桂荣
V 1000 型车床	上海重型机床厂 戎惠汉	大连工学院 戴 曙
Cholet 550 型车床	天水星火机床厂 王德武	哈尔滨工业大学 康仲魁、凌士昌
MAZAK 车床	济南第一机床厂 刘福华	大连工学院 李桂荣
DKE 系列单柱立式车床	武汉重型机床研究所 钱培初	北京机床研究所 吕伯诚、遇立基
TND 360 型数控车床	南京机床厂 田世业	大连工学院 戴 曙
CK 7815 型数控车床	长城机床厂 宁子文	哈尔滨工业大学 康仲魁、凌士昌
J 系列数控铣床		陈易新审校 哈尔滨工业大学 康仲魁、凌士昌
JCS-018 型立式加工中心	北京机床研究所 钱 咏	陈易新审校 北京机床研究所 钱咏、遇立基

第三轮“国外机械工业基本情况”

《金属切削机床基础技术总论》分册

即将出版

“国外机械工业基本情况”是一部系统、全面地介绍国外机械工业的行业、企业、产品、生产技术、基础理论和科学研究等方面的综合情报资料，包括百余个专业，共约一百分册。大约每五年左右出版一轮，即将出版的是第三轮。由机械工业部北京机床研究所组织编写的《金属切削机床基础技术总论》分册，将在1986年内由机械工业出版社出版。

《金属切削机床基础技术总论》围绕机床基础技术的各主要方面，着重介绍国外七十年代末和八十年代初的技术水平和发展趋向，为读者提供基础性和分析研究性的综合情报资料。本书共分八章：第一章机床基础理论（内容包括切削加工、磨削加工、机床动态性能、切削颤振、有限元法、机床热变形、机床噪声、机床设计中的摩擦学、机床基础元件、超精密加工及微细加工技术、时间序列分析方法的应用等）；第二章机床数控技术；第三章机床电气驱动技术（内容包括机床电气伺服驱动系统、伺服电动机、主轴驱动电动机、伺服系统中的检测元件）；第四章机床检测技术（内容包括计量光栅、激光测量技术、磁尺、加工过程中自动测量和精度控制）；第五章柔性自动化制造技术；第六章机床用材料及热处理；第七章机床制造技术；第八章机床模块化设计。

本书读者对象为机械工业各级领导干部、广大工程技术人员和高等院校师生。需要者请注意新华书店的“科技新书目”、机械工业出版社的“机械工业书讯”和《机床》杂志的新书预告，及时到当地新华书店预订和购买。未能预订者，可向北京机床研究所手册组联系预订，地址：北京安内方家胡同19号。

1986

《机床》月刊是中国机械工程学会机械加工会与机械部北京机床研究所主办的，是普及与提高相结合、以解决机械加工生产实际问题为主的技术刊物。随着现代技术的发展，机床与加工技术又获得新的内容，《机床》杂志从1986年起将着重介绍机床行业为机械加工业技术改造服务的内容。

《机床》读者对象：机械加工会会员，机械加工业的技术领导、技术人员、技师及高级技工，机床制造业技术领导、技术人员及经营销售人员，刊大学员，高等院校师生等。

《机床》的任务：宣传党和国家有关机床及机械加工技术的方针政策；交流国内外机床及机械加工新技术、新理论、新工艺方法等科研成果，以提高我国机械加工技术水平；及时反映机械加工业对机床行业的新要求，向用户推荐新研制的机床结构特点和使用技术，在装备部门与用户之间起到桥梁作用；交流机床改装、改造及维修保养经验，以提高机械加工质量及效率；及时反映国内外机床的技术经济信息与市场动态，为促进产、供、销和制订规划服务；为加强机床及机械加工业同国际有关团体之间的学术交流和友好往来服务。

《机床》栏目：专题评述；设计与研究；工艺与装备；标准与检测；改装与维修；市场与经营；机床与加工科技信息；学会论文题录摘要；刊大辅导材料及学员习作园地等。

《机床》杂志欢迎从事机床及机械加工行业的技术领导与技术人员撰写解决现场生产技术关键的稿件，来稿短小精悍、实用为主，本刊编辑部有“1986年报导要点”备案，欢迎从事机床制造业的经营销售人员，利用本刊，向机械加工业推荐你厂的产品特点与使用技术。本刊也承接国内机电产品广告业务，有“产品广告刊例”备案。

《机床》将扩大订户，欢迎订阅，请向当地邮局订阅《机床》。月刊每期0.60元，一年7.20元。为优待“刊大”学员及在校学生，每期只收0.53元，“刊大”学员凭学生证号、在校学生凭院校证明信，均可向北京方家胡同19号《机床》编辑部邮汇订阅（邮局不受理这种订阅）。本刊国内代号：2-636。国外代号：M 397。

《国外机械加工技术》

一九八六年征订启事

《国外机械加工技术》原名《机床译丛》，系国家科委批准公开发行的译报类综合性科技期刊。本刊致力于介绍世界各主要工业国家有关机械加工专业的主要论著，选题新颖，注重应用，辟有“工艺”、“设计”、“综述”、“市场”、“简讯”、“技术讲座”等多种栏目，阅读本刊可开阔眼界，启迪思路；洞察时代，扬长避短；更新知识，提高素养。

订阅方法：

本刊为双月刊，每期64页，每册定价0.85元，全年出刊六期，共价5.1元。

本刊不经邮局发行，订款可邮汇：北京市安内方家胡同十九号本刊编辑部发行组。汇款时请务必书写清楚订户单位、详细收件地址、姓名，并注明订阅《国外机械加工技术》期刊。订款收据将随本刊夹发。

XH 754 型卧式加工中心

青海第一机床厂

哈尔滨工业大学

许祥泰

凌士昌、康仲魁

陈易新审校

大连工学院在编写初稿时，王胜利、李桂荣和阎国瑞参加了插图工作。

参加本书编辑和插图工作的有：北京机床研究所遇立基、吕伯诚、刘淑兰、崔友捷和汪桂琴。

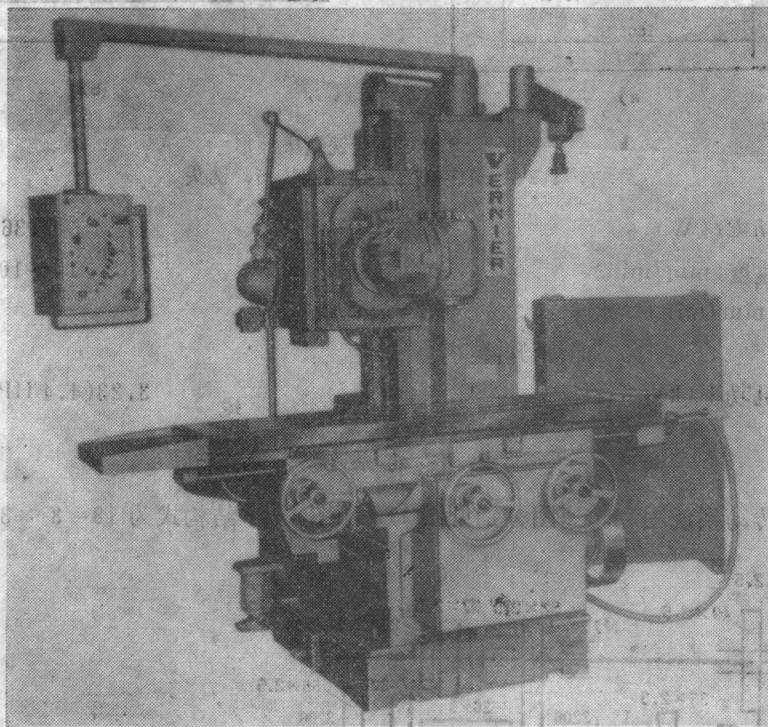
目 录

一、铣床.....	1
(一) DB 420 型工作台不升降铣镗床.....	1
(二) K 系列升降台铣床	12
二、卧式车床.....	22
(一) V1000 型车床	22
(二) Cholet 550 型车床	38
(三) MAZAK 车床	48
三、立式车床.....	60
DKE 系列单柱立式车床	60
四、数控机床.....	70
(一) TND 360 型数控车床	70
(二) CK 7815 型数控车床	70
(三) J 系列数控铣床	90
五、加工中心.....	99
(一) JCS-018 型立式加工中心	99
(二) XH 754 型卧式加工中心	121

一、铣床

(一) DB 420 型工作台不升降铣镗床

上海第四机床厂与法国 Vernier 公司合作生产的 DB 420 型工作台不升降铣镗床，是法国 Vernier 公司于 1976 年设计的。从整个机床技术水平来看，属于国际上同类型机床的中、上水平。



DB 420 型铣镗床

该机床是按模块化原则设计的。机床外形见图 1-1。可以加装立铣头或万能铣头 5。立柱顶部有迴转臂吊架 4，用来吊装铣头，这就可以在没有吊车的车间内使用。机床有两套操作机构：铣削时操作位置在机床正面，用正面的操作机构 1；镗削时操作位置在机床的左侧面，用侧面的操作机构 2 和 3。这种办法称为复式操纵。

1. 主要参数

工作台宽×长(mm)	400×1600
工作台纵向×横向行程(mm)	1120×420
主轴箱升降行程(mm)	620 或 920
主轴转速(r/min)	32~1600, 18 级, $\phi=1.25$

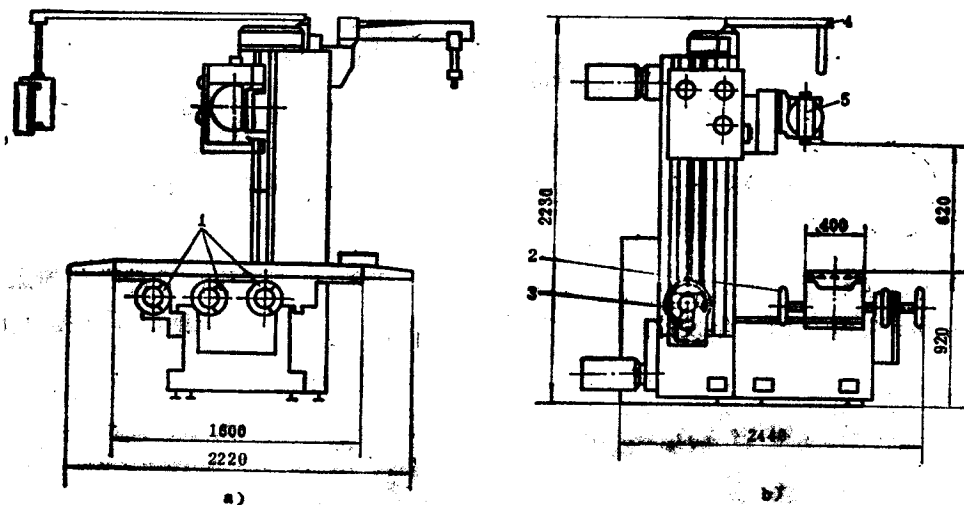


图1-1 DB 420 型铣床外形
1、2、3 操作机构 4. 吊架 5. 铣头

主电动机功率(kW)	7.36(10 HP)
工作进给速度(mm/min)	10~1000, 无级
快移速度(mm/min)	水平 3000
主轴箱升降	1500
进给电动机功率(kW)	3.23(4.4 HP), 直流

2. 传动系统

主轴箱的传动系统图和转速图分别是图 1-2 和图 1-3。结构式为 $18 = 3_3 \times 3_1 \times 2_9$ ，公比

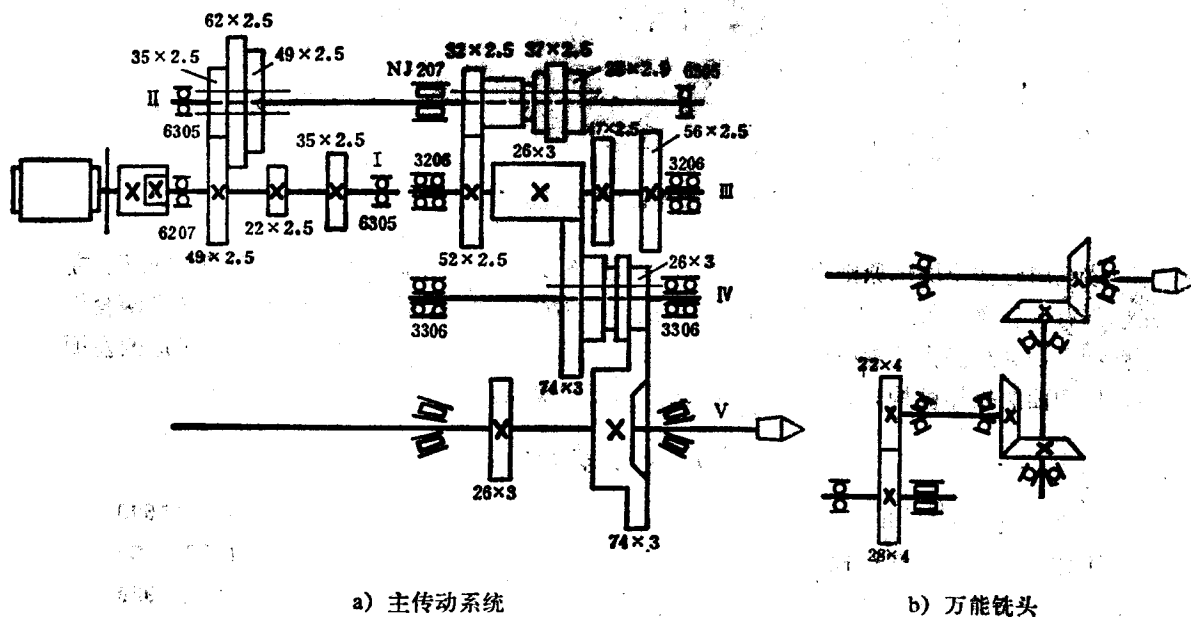


图 1-2 主轴箱传动系统图

$\phi=1.26$ 。这样的传动系统是有缺点的：基本组与第一扩大组颠倒，IV-V轴间升速传动比过大。从结构来看，这样的转速图似无特别的需要。

主电动机为法兰式，靠齿轮联轴节与I轴相联，每一滑动齿轮组有一手柄，分散操纵。

齿轮精度相当于我国的5级。材料皆为40CrNi(法国钢号为35NC8)，热处理HRC50(法国标注强度，为1600~1700 N/mm²)。轴I的齿轮22×2.5与轴II的齿轮62×2.5进行高度变位，变位系数分别为+0.115和-0.115。其余齿轮皆不变位。键联接均为紧配合，键部淬火。花键皆为内径定心。

轴承除主轴轴承为Timken公司产品(英制)外，其余皆按SKF公司编号。其中6200和6300系列相当于我国的200和300系列，NJ207相当于我国的42207，3200和8300系列是双列向心推力球轴承(不是球面轴承)，见图1-4，我国无此系列。

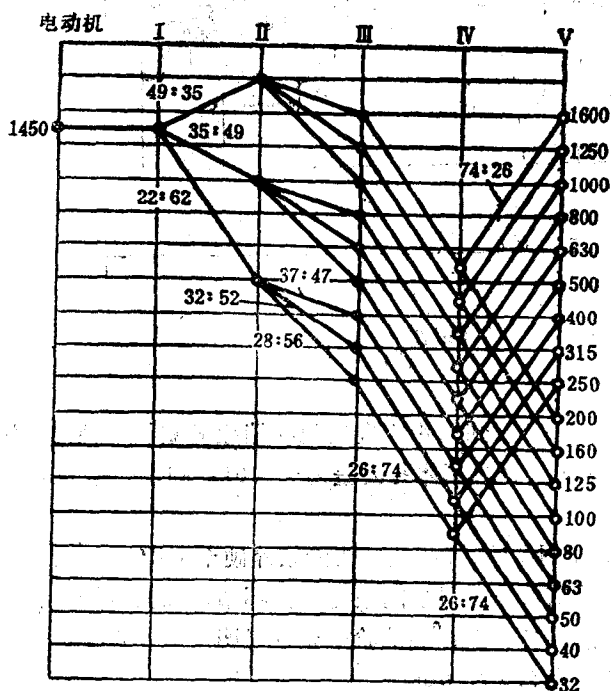


图 1-3 主轴箱转速图

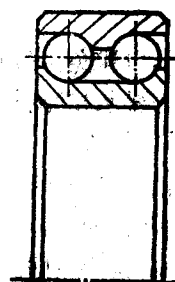


图 1-4 SKF 3200 和 3300 系列轴承

箱体材料法国牌号为Ft 25r，相当于我国的HT 20-40。孔距公差皆为±0.02 mm。

进给系统用直流电动机，调压调速范围为1:100(10~1000 r/min)，调磁最高转速为3000r/min，用于快移。进给电动机经多楔带(18槽，长955 mm)减速后，通过三个电磁离合器把运动分配到工作台纵向、床鞍横向和主轴箱升降丝杠。丝杠导程皆为5 mm。用电动机变速及换向。

3. 主轴组件

主轴支承在两个Timken“O”级轴承上(Timken“O”级相当于我国的C级)见图1-5。前轴承为Timken 580 572 B，孔径 $3\frac{1}{4}$ 英寸(82.55 mm)，外圈有法兰；后轴承为Timken 3780 3720，孔径为2英寸(50.8 mm)。两轴承都用锂基脂润滑，故前轴承的后端和后轴承的

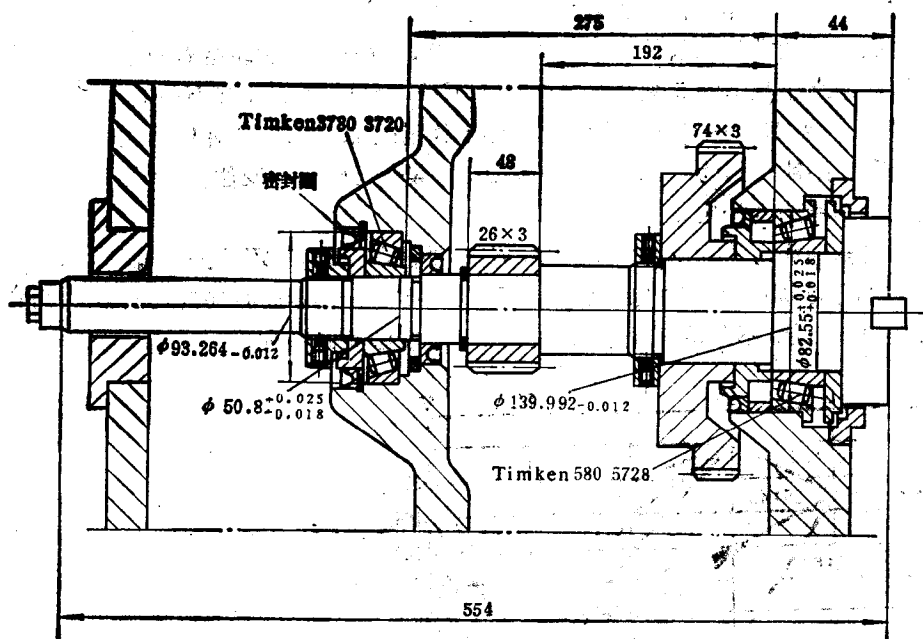


图 1-5 主轴组件

两端都有油封,以避免主轴箱的润滑油进入。装配时,用定向装配法消除或减少主轴锥孔轴线的径向跳动。与轴承相配合的主轴颈公差为 ± 0.018 ;箱体孔公差为 -0.012 。圆度公差为 0.005 ,两孔同轴度为 0.005 。

主轴材料为 12 CrNi 2 A(法国钢号 15 NC 6)。锥孔及轴头渗碳淬硬至 HRC 60,深 1 mm。

主轴组件这样的设计是有缺陷的,后轴承与螺母之间没有弹性环节,预紧量较难控制,工作发热后轴承将产生间隙,主轴将向前伸长。在性能试验中充分说明了这一点。

经计算,主轴组件在主轴端部的刚度为 $260 \text{ N}/\mu\text{m}$ 。

4. 立 柱

立柱截面见图 1-6。截面形状接近于正方形。铣床立柱受的载荷为扭转和两个方向的弯曲,因此,取正方形截面是正确的。立柱中有主轴箱的平衡重块,中间应留出足够尺寸的空腔。为了抵抗截形的畸变,有环形筋。为了提高抗弯刚度,有 7 条竖筋。筋高 50 mm,厚 15 mm(顶部)至 20 mm(根部),平均约为壁板厚度(20 mm)的 85%,符合一般比例关系。

立柱用矩形导轨,前导轨(图 1-6 下方)受载比后导轨大,因而前导轨的截面尺寸($90 \times 50 \text{ mm}$)比后导轨($75 \times 40 \text{ mm}$)大。这就可使两导轨所受的压强接近,使得磨损较均匀,以利于提高精度保持性。导轨间的跨距较大,有利于提高主轴箱的运动精度。立柱材料与主轴箱相同。导轨经中频淬火,硬度为 HRC 45~50,用砂轮周边磨削,直线性要求为 $0.005/1000 \text{ mm}$ 。

镶条见图 1-7。材料为铝铁青铜。用修磨垫的办法来调整镶条的间隙。这个办法虽然麻烦些,但主轴箱移动时镶条不会松动,可保持间隙恒定。

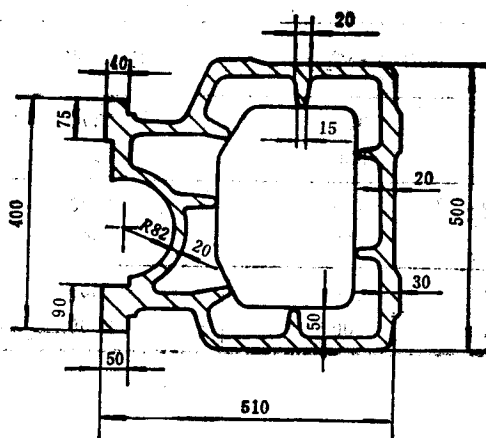


图 1-6 立柱截面

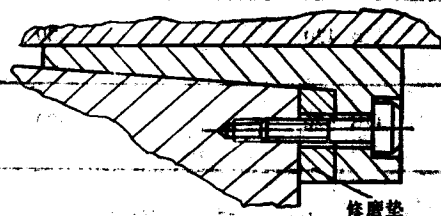


图 1-7 导轨镶条

5. 工作台和底座

工作台材料法国牌号为 Ft 30(相当于我国的 HT 30-54), 加合金元素 Cr 1.5~2.1%, Ni 0.9~1.2%。工作台面也用中频淬硬至 HRC 45~50。我国铣床工作台面一般是不淬硬的, 使用中难免发生工件或夹具与工作台面磕碰, 容易碰坏。各条 T 形槽两侧都有公差要求, 都经磨削, 而不是象我国铣床仅中间一条 T 形槽有公差要求。这虽然加大了加工量, 但可以便利使用者。

工作台导轨也淬硬至 HRC 45~50。磨削方式和直线性要求与立柱导轨同。与之配合的滑鞍导轨则配刮, 要求 15 点/25×25 mm²。比我国一般要求的(8~10)点要高。这样, 可以提高接触精度, 对于提高耐磨性, 提高接触刚度都是有利的。

底座在导轨下面有高 150 mm 的筋, 以提高其抗弯和局部刚度。此外, 布置有 9 个支承点支承在基础上。中间还有一个可调支承点。底座的长宽约为 1400×1000 mm, 整机重量约为 4300 kg。多布置一些支承有利于提高底座的抗弯刚度和整机摇晃的固有频率。

6. 模块化设计

DB 型机床是一个系列, 由主轴箱、底座、立柱、滑鞍、工作台等大部件共 17 种规格的大件进行组合, 以横向行程为主参数, 可得到横向行程为 340、420、520 mm 三种规格的机床。其型号分别为 DB 340、DB 420 和 DB 520。每种规格又可有端面, 立式(装立铣头), 万能(装万能铣头), 卧式(装悬梁和支架)等各种型式, 以端面式为基型。立柱高度有两种: 行程分别为 600 和 900 mm。此外, 还有许多以实现一定功能的模块单元可供选择。例如主轴箱中, 有刀具的手动夹紧装置或液压夹紧装置; 导轨面也有手动夹紧装置或液压夹紧装置等。再配以不同的控制形式和技术参数。还可发展为数控型、仿形型、高速型等等, 可以适应各种用户对功能和参数的要求。这就在一定范围内可以做到用户要什么就造什么, 而不是传统的我造什么你买什么; 是制造者适应使用者, 而不是要使用者来适应制造者。

分述如下:

(1) 工作台和滑鞍 共 6 种规格

(mm)

型 号	横向行程	工作台宽度	工作台长度
DB 340	340	320	1200
		320	1600
DB 420	420	400	1600
		500	2000
DB 520	520	500	1600
		500	2000

导轨夹紧：手动或液压。

复式操纵(图 1-1 的 2)：有或无。

(2) 进给机构 各型通用。

(3) 主轴箱

转速范围 分级(50 Hz)：32~1600r/min，40~2000r/min

直流电动机传动，无级：30~2000r/min

主轴头部 SA 40：轴头直径 88.88mm。

SA 50：轴头直径 128.57 mm。

主轴其余尺寸 SA 40 与 SA 50 都相同。

电动机功率 DB 340：7.5HP(5.52kW)，10 HP(7.36 kW)；

DB 420：10 HP(7.36 kW)，12.5 HP(9.2 kW)；

DB 520：7.5 HP(5.52 kW)，10HP(7.36 kW)，12.5HP(9.2kW)。

液压刀具夹紧：有或无。

(4) 立铣头 有或无。主轴头部尺寸和液压刀具夹紧方案与主轴箱同。

(5) 万能铣头 同上

(6) 立柱 行程：600 或 900 mm，配相应的升降丝杠和主轴箱平衡重的链条。

升降螺母消除间隙装置：有或无。

复式操纵(图 1-1 的 3)：有或无。

(7) 悬梁(用作卧铣)及支架 有或无。

横向行程：320、400、500 mm，根据型号而定。

支架液压夹紧：有或无。

(8) 铣头吊架的迴转臂：标准长或加长(加长部分最大吊重 100 kg)

以上第一个数据是基本的，后面是扩大的。例如 DB 420 型，工作台 400×1600 mm 是基本的，500×2000mm 是扩大的。主轴箱，分级变速，32~1600r/min 是基本的，电动机功率 7.36 kW 是基本的(但 DB 520 以 7.36 kW 为基本)，立柱行程 600 mm 是基本的等等。

为了便于组织管理，DB 系列机床是按下列原则进行编号的：

(1) 系列编号：40

(2) 部件和功能单元设计编号：40·××，例如：40·00——工作台，40·01——滑鞍，40·05——底座，40·07——立柱，40·08——主轴箱，40·04——万能铣头，40·09——立铣头，40·11——导轨手动夹紧装置，40·12——导轨液压夹紧装置，等等

(3) 按设计编号编制零件汇总目录, 例如

DB	滑 鞍 零 件 汇 总 表		40·01
	名 称		页 次
	本 单 元 公 用 件		1 ~ 8
部件组成选择	横向行程	DB 340	9
		DB 420	10
		DB 420/2000	14
	复式操纵	有	13
	:	:	:

据此,就可很方便地查到该部件的零件目录。例如要查下述机床滑鞍的零件图: DB 420 型、400×1600、有复式操纵、……, 则该部件所需的零件图在 1~8、10、13、……页。

(4) 零件目录 例如滑鞍(设计编号 40·01)的第 1 页零件表(本单元公用件), 按专用、标准、外购件划分。

件 号	数 量	名 称	材 料	规 格
40·01·001	1	上轴承座	Ft 25	
标 准 件	2	圆柱头内六角螺钉		M 6 × 20
外 购 件	2	单列圆锥滚子轴承		2007108

7. 性能试验^[1]

上海第四机床厂委托上海市机床研究所对 DB 420 型机床(样机)进行了全面的性能试验,结果如下。

(1) 几何精度和热变形检验(见表 1-1)

表中实测指冷态测量值,热检指中速升温达到热平衡后的测量值。从实测值可以看出,实际制造误差远低于精度标准的公差,留了相当大的精度储备量。

(2) 温升

当主轴转速为 800r/min 时, 3 小时达到热平衡; 1600r/min 时, 2 小时达到热平衡。热平衡时, 主轴前后轴承的温升及室内温度见表 1-2。

表 1-1 几何精度

项 目	公 差	实 测	热 检
主轴箱升降对工作台面的垂直度	a:0.025/300 $\alpha \leq 90^\circ$ b:0.025/300	0.01/300 0.018/300	
工作台移动对工作台面的平行度	纵 0.025/300 全长 0.05 横 0.025/300	0.006/300 0.01/300	
主轴锥孔的径向跳动	近端 0.01 300 处 0.02	0.001 0.006	0.002 0.006
主轴轴线对工作台面的平行度	0.025/300 只许向下	0.008/300 向上	0.0095/300 向上
主轴轴线对工作台横向移动的平行度	上母线 0.025/300 只许 向下 侧母线 0.025/300	0.002/300 向下 0.006/300	0.004/300 向下 0.017/300
工作台纵横移动的垂直度	0.02/300	0.008/300	

表 1-2 主轴轴承温升

主 轴 转 速	室内温度	前轴承温升	后轴承温升
800 r/min	27°C	16°C	17°C
1600 r/min	22°C	34°C	30.5°C

JB2278-78规定当主轴以最高转速运转达到热平衡时,主轴滚动轴承温度不得超过 70°C,温升不得超过 40°C。该机床分别只有 56°C和 34°C。

(3) 主轴组件的热变形

当主轴以 800 r/min运转达到热平衡时,位移值见表 1-3,方向及测点见图 1-8。图中 A 点为测量棒近主轴端处, B 点为测量棒端部。

表 1-3 主轴组件热变形

方向及测点	Z 向 A 点	Z 向 B 点	Y 向 A 点	Y 向 B 点	X 向
线位移(μm)	3.5	1.5	7.5	9.5	93
角位移($\mu\text{m}/315\text{ mm}$)	— 2		3		—

从以上数据可以看出, Z 和 Y 向的变形及轴线的偏斜是不大的,但主轴的轴向(X)伸长达 93 μm ,相当可观。这反映了主轴组件设计的缺陷。参看图 1-5,支承跨距为 290 mm,前、后轴承的平均温升为 16.5°C,则主轴在两支承之间那一段的热膨胀量为 53 μm 。现在实测为 93 μm 。这个值还包括了主轴悬伸段的热膨胀,也包括了圆锥滚子轴承内圈热膨胀大于外圈,因而产生的轴向位移。同时也说明升温后,主轴轴承将出现间隙。

(4) 主传动效率试验

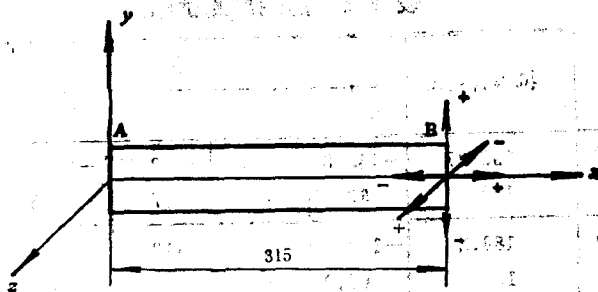


图 1-8 线位移和角位移的方向及测点位置

把轴 I 与轴 II 间的齿轮脱开, 仅主电动机与轴 I 一起运转, 测得电机空载功率为 2 kW。这样大的空载功率说明电动机(法国产)质量不高。致使主轴箱总传动效率在 60% 以下(实测值)。

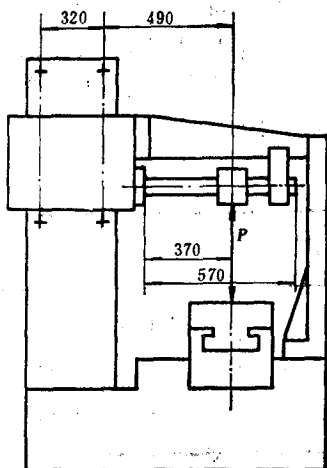


图 1-9 静刚度试验加载方式
+——测点

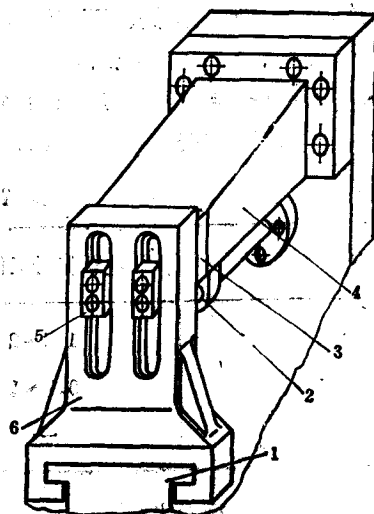


图 1-10 试验时主轴模拟刀杆的安装

1. 底座 2. 挂脚 3. 衬垫 4. 悬梁 5. 压块 6. 支架

(5) 噪声试验

最高声压级为 74.1dB(A)。这时主轴转速为 1600r/min, 测点在主电动机后 1m 处, 高 1.5m。无异常冲击声。

(6) 静刚度试验

试验方式: 主轴箱上装悬梁, 悬梁另一端通过支架与床身相联, 以卧铣的方式试验。见图 1-9。按 $P_x: P_y: P_z = 4300: 4300: 7500$ N 的关系三向加载于工作台和主轴刀杆之间。测得数据见表 1-4。

其中, 图 1-9 箭头方向所示为正。

可以算出, Y 向整机综合刚度为 $K_y = \frac{4300}{192.37} = 22.35 \text{ N}/\mu\text{m}$, 比资料[2]下册表 5.15-

3 所示的参考值 $2.5 \sim 5 \text{ kgf}/\mu\text{m}$ 略低一些。

表 1-4 静刚度测试结果

		整机综合变形	主 轴 系 统				工作台系统		
			综合	立柱	主轴箱	主轴	综合	滑鞍	工作台
Y 向	位移(μm)	192.37	-159.6	7.4	-72.13	-94.77	32.77	12	20.77
	%	100	82.96	4	37.5	49.3	17.04	6.2	10.84
Z 向	位移(μm)	180.2	-118.8	0	-112	6.8	61.4	18.6	42.8
	%	100	65.9	0	62	3.8	34	10.3	23.7

从试验数据中可以看出, 立柱的刚度是比较高的。主轴箱位移较大的原因是主轴箱在立柱上未锁紧, 工作台 Z 向位移较大也因未锁紧。主轴部份位移较大的原因是试棒(模拟刀杆)左端无锥部(怕弄坏主轴锥孔), 仅以四个螺钉与主轴相联, 右端则经挂脚、悬梁、衬垫、压块、支架与底座相联(见图 1-10)。中间环节太多, 因而试验结果位移偏大, 刚度偏低。

(7) 空运转振动试验

主轴前端不加立铣头、万能铣头或悬梁, 在各级转速正、反转下测主轴箱、工作台、立柱、滑鞍的 X、Y、Z 向绝对振幅以及主轴对工作台的相对振幅。结果见表 1-5。试验说明振幅很小, 相对振幅与外圆磨床相当, 绝对振幅与座标镗床相当。这个结果和噪声试验的结果说明, 按照国外要求, 提高零部件加工精度并仔细装配, 是必要的。

表 1-5 空运转振幅 (μm)

方 向	主轴相对工作台	主、轴 箱	工 作 台
X	1.5~2	0.7~1.4	0.39~0.8
Y	0.7~1	0.38~0.63	0.23~0.25
Z	—	0.33~1.3	0.32~0.42

(8) 空运转频谱分析

机床由 10 个垫铁自由支承在平板上。空运转振动峰值频率如表 1-6。分析表中数据, 可知主要振源一为电动机, $1450 \text{ r/min} \approx 24 \text{ Hz}$ 及其倍频 48 Hz ; 另一为主轴: $630 \text{ r/min} \approx 11 \text{ Hz}$; $800 \text{ r/min} \approx 14 \text{ Hz}$; $1000 \text{ r/min} \approx 17 \text{ Hz}$; $1600 \text{ r/min} \approx 27 \text{ Hz}$ 。

表 1-6 空运转振幅峰值频率(Hz)

主轴转速 (r/min)		80	200	630	800	1000	1600
相对振动	X 向			11, 22.7, 46, 110	15, 26, 50	7, 17.7, 33, 49, 110	
	Y 向			11, 23, 75.7	14.2, 28.3, 75, 244.8	18, 34.6, 75.6	
主 轴 箱 绝对振动	X 向					19, 24.5	
	Z 向	24	25, 35.6				27.5, 35, 55

(9) 切削抗振性试验

试验条件为: 试件——45 钢; 刀具—— $\phi 125$ 硬质合金镶片铣刀, 装有不重磨刀片 6 片;