

瑞士、西德、比利时机械工业概况

中國工業技術參觀團

赴瑞士、西德、比利时考察报告之二

(内部資料 注意保密)

中華人民共和國國家技術委員會編

1958.10.

目 錄

一、概况	(1)
二、机床厂的特点	(2)
三、各类新穎机床	(4)
1. 車床	(4)
2. 鏜、鉗床	(5)
3. 磨床	(6)
4. 齒輪机床	(8)
5. 銑床	(8)
6. 刨床	(9)
7. 特殊机床	(9)
8. 仪表机床	(10)
9. 鍛压机床	(10)
10. 机床附件	(10)
四、几个設計問題	(11)
五、工藝特点及精密尺与絲槓制造工藝	(14)
六、几点体会	(19)
* * *	
一、机械制造厂及展覽会參觀报告	(22)
1. 概述	(22)
2. 技術發展趋势	(23)
3. 工藝、工厂布置及生產管理	(29)
4. 体会与建議	(32)

瑞士、西德、比利时机械工业概况

陈 善 扬

这次我們参观了在瑞士、西德、比利时举行的三个博览会，并参观了27个机床厂（其中瑞士9个，西德16个，比利时2个），及10个仪表制厂和其他机械厂，费时60天，现将机床工业情况汇报如下：

一、概 况

1. 瑞士：全国人口約五百多万人，机械工业占国民經济18—20%，而机床工业有工人13000人，年產量为24000噸。由于瑞士國內資源缺乏，材料靠進口，因此精密机床、仪器和仪表等費工多而費料少的制造工业發达，聞名于世。

2. 西德：全国人口約五千万人。机床工业占机械工业的总数：以重量計为8.1%；以价值計为10%。机床業共有491工厂，86000工人，1956年統計，年產机床159408噸，鍛压机973240噸，共达1,632,490噸。各类机床所占比例如下表：

	1955年		1956年	
	按重量計	按价值計	按重量計	按价值計
鋸，拉，鉤	4.5	3.7	4.2	3.6
車床	15.9	16.7	16.2	16.7
六角車床，自动車床	4	7.8	4.3	8.4
鑽，鏜	5.9	7.9	7.0	8.5
銑	9.6	10.4	9.7	10.4
鋸，鏜	1.7	1.8	1.9	1.7

磨, 研磨	7.2	9.9	7.7	10.3
齒輪機	2.2	3.8	2.1	3.6
标准动力头	0.8	1.4	1.0	1.8
附件, 备件	8.0	6.6	8.0	6.7
小 計	59.8	70.0	62.1	71.7
鍛压、冲、冷作	40.2	30.0	37.9	28.3
总 計	100%	100%	100%	100%

西德以重型机床著名, 56年出口占42.8%。

3. 比利时: 机床業很小, 只有十二家厂商, 包括 4 千人, 300 个工程师, 年產值約 2 千万美元。

二、机床厂的特点

1, 工厂規模較小, 沒有鑄鍛車間, 也沒有独立的工具机修車間, 协作范围广:

从参观 27 个厂看, 平均人数每厂 840 人, 西德 Schiess 厂最大也只有 2200 人, 一些聞名的厂人数也不多, 如 SIP 厂 1300 人, Hauser 厂 600 人, Lindner 只有 300 人。27 个厂中除 V.D.F; Fritz-werner 等厂外都沒有鑄鍛車間, 連 Schiess, Eumoco, Fritz-werner 等重型机床, 鍛压机床厂也沒有鑄鍛車間。工厂的协作很广, 不但一般标准件自己不做, 甚至連精密机床的一些重要部件、另件也是外面做的, 如 Hanser 厂座标搪床上的絲槓, 齒輪箱; Schiess 厂的精密滾齒机的絲槓, 也由 Lindner 厂制造, Studer 的万能磨床上的內磨头也外購。一般刀具, 工具都是外購, 專用工具有些也是向專業工厂訂做, 工卡具系数小, 一般工厂只有独立的集中磨刃工段。

2, 經營業务較广:

(1) 机床厂兼做与該厂工藝相近, 而熟悉的另件, 如 Maag 齒輪机床厂兼做齒輪, 齒輪箱。Reishauer, Lindner 厂都做絲

鏟、千分尺絲槓、机床絲槓等。

(2) 精密机床厂兼做精密仪器。

如SIP兼做測長儀，量具，Hauser做投影儀光學測量儀器。

(3) 齒輪机床厂成套供應有關設備。

如Maag做机床，及齒輪測量儀器，Klingelnberg. 也做與螺旋傘齒輪有關的研磨機，噪音機，淬火機等。該厂同時做滾刀，也生產滾刀型面磨床，滾刀刀刃磨床以及測量齒輪，滾刀的儀器。

一般磨床厂自己供應砂輪，Reishauer Hanser 的砂輪是自己編号的；Lindner, Naxos-Union 厂有自己的砂輪厂。

(4) 有些工厂兼做工厂設計。

工厂設計多由設備供應厂進行，如Fritz-Werner 厂以生產銑床為主，同時作工厂設計，把專用机床包下來。該厂代用戶進行工厂設計，建築，訓練工長，保證進行試生產。

Hurth是齒輪机床厂，現在也代土耳其設計齒輪箱制造厂，（只做到技術設計階段）。

(5) 机床厂也為用戶的另件進行調整設計并供應附件、刀具、特种材料等。一般六角車床，單軸及多軸自动机床厂都承擔這種業務。

3，工厂歷史久，工人工齡長。一些聞名的厂都有60年以上的厂史，SIP 有90多年，Reishauer Schiess 都有60年以上。SIP 全厂1300人，其中有280人有20年以上的工齡，全厂工人平均年齡38~42歲，Schanblin 平均工齡15年，Maag 12年，一般設計人員占8~10%，管理人員少。

4，生產的文明程度高。瑞士工厂醫院化，環境綠化得很好，不但種樹，也注意种草，工厂看不到泥土地。

各厂机床保養好，裝配車床注意防塵措施，如Hauser 導軌刮好後隨即蓋好，（鋁制蓋子）或用塑料膠布封好，以防止灰塵，全厂有占全厂人數10%的清潔工。Schanblin 也用鋁蓋，塑料布蓋好。

刃量具保养很好，鉸刀、絲錐、塞規都用氯化乙稀的套子套好。卡尺、千分尺有白布墊。

另件、成品保护好，安放有秩序，齒輪用臘封住。

西德的工厂生產的文明程度就比瑞士差些。

5，設備較好（不是什么特殊，只是保养好）貴重設備在車間的生產中使用。

在瑞士9个厂平均每厂在車間作生產用的座标搪床为4.5台，比利时电机厂用落地鏜床精度达到0.02m.m.（座标尺寸）貴重設備下，車間对精密机床厂更是突出：

SIP有8台座标搪床，Hauser也有8台，Maag有4台。使用螺絲磨，齒輪磨也很多。

一般工厂磨床也多，Schanblin 工厂有机床127台，其中磨床（包括刃磨）占25.2%，座标搪床占4%，車床只占30%，而車床中，六角及半自动占71%。

6，一班工作制，每週五天，45小时。这与資本主义經濟危机，及工人合法斗争有关。資本家說是找不到親信，夜班質量不能保証。

三、各类新穎机床

1. 車 床

在普通車床上加液压仿型刀架及垂直導軌的液压仿型車床非常盛行，在液压刀架上附有轉动定位塊，用一塊样板可連續進行粗精加工。

液压仿型車床多設有預选程序控制裝置，在机床上原設計有多种刀具运动的方案，在工作前加以選擇。通过凸塊→行程开关→电磁吸鉄→液压系統操縱閥，得到程序控制，如GF及MM、苏联的MP 107、捷克的SP31皆屬此类。

这类液压仿形車床在博覽会上展出很多，在工厂中特别是汽車

厂使用也多，据说每批加工 5 ~ 10 件就已经合算。

车床主轴转速的无级变速，多不用直流电机组，而多采用皮带无级变速器，如 Dubid Orlikon 等。主轴转速没有多大提高，车床最高切速约为 200 ~ 250 公尺/分。目前尚未发现更新的刀具材料。V.D.F 厂 $H=500$ 以上的车床广泛采用“电轴”来代替丝杠。

立车：Schiess 生产 $\phi 1 \sim 25$ 公尺的立车，采用了六角刀架。 $\phi 1$ 公尺立车转速只有 310 转/分，也采用一些自动化方案，用凹块电器来控制。大型立车用 $\Gamma-\Delta$ 系统变速的，小尺寸立车多用滚珠轴承。

六角车床多生产水平轴的，认为它的精度高，最大做到 $\phi 105$ (最大加工棒材直径)。目前多发展以六角头换位作为命令机构的预选变速。分为电磁离合器及电磁铁 $\rightarrow$ 液压油阀 $\rightarrow$ 撥叉 $\rightarrow$ 多片离合器两类。

单轴自动车床：向精密调整发展，Petermann 纵切自动车床的刀架调整刻度为 1μ 。

多轴自动车床：目前只注意在扩大工艺可能性方面。

车轮车床不用多刀横向切入，而采用液压仿形刀架。

2. 鑽、鏗 床

台鑽有些采用变频电动机调速 $\phi 20 \sim \phi 30$ 立鑽。瑞士多装有可横移动，带有刻度尺的工作台。

搖臂鑽 (Rabomar) 用液压撥叉移动齒輪的方案得到速度预选。立柱夾緊改用軸向夾緊，可以克服因主柱夾緊而改变鑽头位置的缺点；此結構是利用一个錐形漲圈，夾緊时用凸輪將此漲圈軸向推动，因帶有錐度即可得到徑向平均受力的夾緊，(詳見 RABOMA 样本) 該厂最大做到鑽鋼料 $\phi 80$ 公厘的孔，4500 公厘臂長。

Orlikon 搖臂鑽加支柱及光学刻度后改成座标搪的形式。

鏗床、臥式搪床展出少，Dixi 將臥式搪床加上光学刻度也成为座标搪床了。

Schiess 厂生產落地鏜床最大达 $\phi 360$ (捷克展出 $\phi 250$)導軌長度22公尺(指立柱可移动距离)这类落地鏜用Г-Д組变速、变進給,帶有光学刻度,刻度值为 5μ ,为增加可能性,可裝上立銑头、平銑头,有支撐架可支撐伸出很長的鏜桿。

座标搪床形式有:立柱式——苏联, Lindner; 龍門式——SIP厂的7P、8P,后者已加臥搪头(如龍門銑的臥銑头)苏联也展出ЛР-87; 臥搪式——Dixi; 搖臂鑽式——Orlikon,其特点是采用光学刻度系統,用光屏反射,这样看起來很方便。光学刻度系統,都有一根鏡面尺, Lindner用鏡面軸(均为鋼制,表面鍍有鉑鈦合金,上有刻綫,前者多1公厘一格,后者刻成螺紋綫,節距为2)。鏡面尺固定于台面或主軸箱一起移动。刻度值都是 1μ ,保証工件座标尺寸 $2\sim 3\mu$ 。以SIP厂出品最好。

为了防止在光屏上投影、工作者視差对尺寸精確的影响, Lindner采用光电放大系統來修正偏差,当鏡尺上刻綫投影不是恰好落在鏡上鉗口刻度时,电表上指針擺动,不对在零位,工作者必須調整,至指针对准零位为止。

目前有些座标搪床还加上粗尺寸预选移位的机构,苏联2A430用凸塊調整, Lindner 用电子管控制,可以在加工第一个孔时,预选第二个孔的位置,第一孔加工完成后,自动移位至第二个孔的位置,但这只能是粗調位,精密尺寸尚須工人調整。

Hauser生產座标磨床,供精加工冲压等模具之用,磨头采用变频电机,油霧潤滑,最高速为80,000轉/分,磨头自轉,主軸筒作公轉,可磨 $\phi 0.8$ 的小孔。

3. 磨 床

瑞士、西德磨床穩定性好,磨削光潔度和精度高。

內磨 Jung 也只有38,000轉/分,一般只达60,000~80,000轉/分, Jung 也只在試驗60,000轉/分的油馬达,苏联在ЭНМС試48,000轉/分,用“空气軸承”的內磨头。Jung內因磨有独立的砂

輪架，可放下磨端面，Naxos-Union 外圓磨的打砂輪器裝在尾架上，可依样板作仿型修正砂輪，以作切入式磨削。各廠磨床轉速并未提高，Noxos-Union認為砂輪速度28公尺/每秒可以磨出工作光潔度最好，（雖然該廠已生產綫速可達80~100公尺/秒的多孔砂輪）

Studer外圓磨，以磨削光潔度高聞名，Lindner螺絲磨主軸，就在其上研出，據該廠表演，用800粒度細砂輪研磨時（Lop-grinding）工件光潔度 $H_{cp} = 0.02 \sim 0.04 \mu$ ，相當於 $\nabla \nabla \nabla \nabla_{13 \sim 14}$ 。

在展覽會上，展出了裝有氣動量規，電動量規來控制磨床自動停車，無火花切削，停止退出等動作，但在一般工廠未見使用，只在一日產1800輛小臥車工廠的曲軸磨床上看到這種裝置正在使用。

齒輪磨有兩種形式，Reishauer 用蝸桿式砂輪，Maag 用單片砂輪，不少機床廠用蝸桿砂輪磨削齒輪，認為效率高，精度已够。

Maag 磨床目前已作三項改進：（1）通過凸輪、液壓、槓桿機構使砂輪和台面作附加運動，可作齒輪齒形鼓形修正，及修正漸開綫齒型。（2）砂輪（兩片）可獨立調正角度，在切斜齒時，可減少空程時間。（3）有電子管控制箱，可預選打砂輪的齒數及次數。

Maag 齒輪磨，直徑于 $\phi 900$ 以下用臥式，以上用立式，目前生產最大的是 $\phi 3600$ ，（捷克展出 $\phi 1600$ ）螺絲磨床，沒有什麼新穎特點，Lindner 生產絲槓螺絲磨床，（一般機床廠并未見使用）GL 2000及GL 4000，該機床有兩列多片可調整的修正板，前後兩列供修正齒廓的兩面，此修正板通過齒條，蝸輪，蝸桿機構，使工件按修正板外形作附加運動，工件精度可達每300長積累螺距誤差 5μ 。此機床所用的精密絲槓為中空結構，用冷卻液打入，冷卻液另用空氣冷卻器冷卻。

光學曲綫磨床為Hommel廠的產品。特點是：（1）可無級變化投影倍數，1~100倍，（改變光學鏡頭的焦點距離）。（2）用液壓缸驅動工作台，單手柄操縱（改變縱橫運動兩缸的進油量）工人疲勞程度可以減輕。

Schiess 厂有一台內孔花鍵磨床，傳動方式特殊，用冷卻驅動連結與砂輪上的小輪，進行磨削。

研磨机，Peter-wotter 生產的有上下研磨盤，不偏心，軸上有齒，磨盤外周有內齒，隔離圈也有鍵齒，調整內軸速度與方向，即可使工件作擺綫運動，進行研磨，可以省去老的研磨机需要工件換位的動作。

匈牙利展出了一種台上用磨床，放在平板上，以壓縮空氣抵消重量，可用手移動，供在平台上磨大件搭子平面用。

刀具磨床，多用金剛鑽粉壓在銅輪上的砂輪來研磨，磨出光潔度達▽▽▽▽_{12~13}。

4. 齒輪机床

螺旋傘齒輪銑齒机，除西德 Klingelnberg 採用錐形滾刀滾銑外，其他都用 Gleason 方法，錐形滾刀的製造與圓柱滾刀完全相同。

蘇聯展出螺旋傘齒輪磨床 5827，可磨齒輪的最大模數為 M15，直徑 $\phi 480$ ，單齒面磨削，有液壓自動修正砂輪的機構，每磨一齒或多齒即自動退出修正。

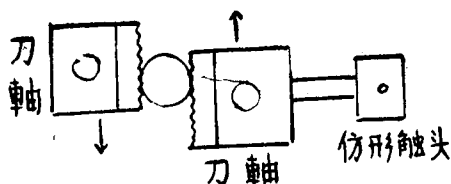
5. 銑床

升降台式床的主傳動仍多採用移動齒輪變速，他們認為預選有必要，但主軸轉速取決於刀具，而刀具更換需要時間較長，扳動變速手柄費時無幾，故多用移動齒輪。進給機構多數採用自動化，一般用電磁離合器，小型工具銑床用液壓或動氣。

LöeM 銑床，有液壓機構減少絲槓磨損後所產生的間隙，此機構在快速回程時自動松开。

仿形銑床展出很多是升降台用液壓缸上下，或者是主軸套筒液壓上下。Orlikon 立體仿形銑有兩個刀具軸，採用齒輪、齒條機構，使兩個刀具作方向相反的運動，（如圖所示）因此可以在一個機床上

用一个靠模銑出一付形狀相同的上下模。Rigid 展出直接按銀粉綫条仿形加工的銑床，工作原理是：將不同截面的曲綫放大繪在毛玻璃上，工作时有一个会旋轉的 pickup，“檢送器”即自动地在兩個綫条上运动，此运动經過电气儀器的放大，牽动銑床工作台作平面运动（用鋼帶牽动。）進行切銑。



龍門銑开始采用预选程序控制的方式，事先研究好龍門銑的工作，預行选择。直綫重复銑切，框形銑切，对角綫銑切，斜銑切，可通过凸塊，行程开关，选定的电气綫路，电磁离合器操縱机床。

6. 刨 床

牛头刨在工厂加工車間已很少使用，Klopp 厂生產牛头刨最大行程1200公厘液压。也生產移动式牛头刨，導軌长达8公尺。

匈牙利展出工作台液压升降的仿形牛头刨。苏联 ЭИИМС 在試驗刀架液压升降的仿形龍門刨。

7. 特 殊 机 床

苏联展出超声波加工机床4772因工具材料受交变磁場感应后的伸縮用金剛砂來打击工件表面，頻率 25,000~40,000 周/秒。工件光潔度可达▽▽▽。

捷克展出光电仿型的电切割机，特点是直接利用裝在工作台上的圖紙反射出光綫的强弱，經光电管变成电流，电流放大后操縱液

压工作作仿形运动。

苏联展出轉子自动平衡及切削机，机床上有两个工位，轉子先在第一工位上旋轉用磁感应方法，測得不平衡質量的位置及其大小，此数量一面用电表示出，一面自动地調整在第二工位上的鑽軸位置和电触針長度（后者控制切削深度的）。轉子自动送到第二工位，（运输中不作轉动），便自动地切去不平衡質量，此机床已在苏联工厂中用于加工电动軸裝轉子的自动綫上，精度可达不平衡量的10%。

8. 仪 表 机 床

鐘表零件大致可按工藝分析如下：

（1）螺釘、軸、軸齒等，多用縱切自动机，橫切自动机將棒料，卷料切成，最小零件中 $\phi 0.12$ 公厘。当光潔度要求高时，可用金鋼鑽刀具切削。不銹鋼零件也用金鋼鑽刀具切削。軸尖用研磨机，拋光机作光整加工。

（2）齒輪大約用 Essa 精密冲床冲出后，在滾齒机上切削加工，苏联 5 A 301，瑞士 Lambert 等。小的齒輪及齒軸經自动機車成毛胚后，用自动分度銑齒机，粗精切削，（这类机床品种極多）最后用桃木輪拋光。

（3）板及主体，多用帶料冲出再用自动定位銑床，銑出各部份凹槽，定位（用凸輪）用多头鑽。鑽孔、攻絲，板的厚度控制用 SV15HB 刮床，刮的方法保証达到 2μ 精度。

（4）表壳，用自动車床，半自动車床銖出，用專用排鑽鑽出。平衡擒縱輪的平衡机，

在光学仪器厂用各种凸鏡球面磨床。及液压自动定中心磨边机。

9. 鍛 压 机 床

（1）平錘机加气动自动裝料台，自动送料，多次鍛打；

(2) 落下錘擴大万能性，可緩速運動；

(3) 水压机用光电防护，有电子管预选，控制。

10. 机 床 附 件

电动、液压的三个卡盘已大量采用，成为标准附件。此外自动送料装置多用电磁振动式及液压机械手的方案，对小另件（钟表）也有以液体为搅拌器的送料装置。

从博览会和工厂参观中可以看出，机床发展的趋势；一是提高自动化程度，特别是液压仿形。液压及电磁离合器组合的预选程序控制，已被广泛采用，在工厂中使用很多，认为使用可靠，调整方便，生产率高。另一是精密机床提高精密度多采用光学系统的方法；磨床多采用刚性较好的铜轴承结构，（利用产生油楔的原理），来保证磨轴工件的稳定性。

目前看来，各类机床在切削速度上没有提高，普遍采用硬质合金刀具；对于硬质合金刀具的研磨非常注意，以保持刀具寿命，控制工件尺寸。

四、几个设计问题

1. 电子管程序控制的问题

在这些国家从未看到在工厂中使用电子管程序控制的机床，在西德多见到用预选方式，插销或是凸块→电磁离合器；或是电磁铁、液压阀的程序控制。

在各國展覽会上看到的苏联 IK62 普通車床用穿孔帶（光电管机构的非接触式）的电子管脉冲程序控制，262 A 臥擲上用穿孔卡的，（用銅刷直接接觸式），6 НВПБ 立銑用磁帶的，其每一脈冲量为 0.05。ЭНИМС 正在試驗研究在座标搪床上用液压方法放大的程序控制苏联的电子管程序控制机床，因采用半導體管故体積大大縮小，只有 $500 \times 300 \times 1200$ 公厘。（苏联至今还未生产供工厂

用，也未在工厂中制造目前尚集中在 ЭНИМС 电气試驗室研究制造，准备今年制造一些供工厂使用的程序控制机床。）

比利时展出了 progress industry 的車床 MC4，采用穿孔卡电子管程序控制（但电器箱龐大約为苏联的 3 倍，在机床上裝一电视接受器，工人可在别处电视机上操縱。

法國有一套磁帶式程序控制車床模型，（馬賽研究所設計的）。

美國展出一台插銷式預选程序控制平銑床（CINCINNATI）。

西德慕尼黑工学院工具机教授 Eisle 認為电子管程序控制机床，太貴又不可靠。故在西德实用中仍多采用液压式电磁离合器的預选机床。苏联在布魯塞爾國際博覽會展覽館机床科科长巴拉克斯教授却認為西德这种提法是眼光短淺，資本主义國家經濟分散，也確无法研究，推动这类新鮮事物。他認為：程序控制机床是自动化的好办法，目前不可靠是經驗不足，太貴是因为电器尚未标准化，但發展是很有前途的，特別是鑽、鏜、銑等有座标工作台的机床，已有成功的使用經驗了，因此应培养設計人員及干部。磁帶不如穿孔帶可靠，它易受周圍磁帶影响，一般約一个月就消失了，同时容易着火，并受工人手上油污影响。ЭНИМС 副总設計師楚岡諾夫也有同样看法，認為特別是新厂和試生產的單位，另件复杂时用程序控制机床就更值得。（老厂如已有模型則可用液压仿形的方法。）

因此，我認為：为了实现机床自动化，提高生產率，而又要調整方便，適合小批生產，程序控制的机床是一項成功的經驗，它比較容易地提高万能机床的自动化。由于电子管程序控制是比較复杂的，一下不易掌握，和推广應用，目前，在我國一面進行电子管程序控制的研究工作，一面可以大力推广液压或电磁离合器的預选程序控制。这样，既不放棄对新技術的研究，又容易收效。

2. 机床導軌寿命問題

从參觀中，看到的机床大多数都不經過淬硬，只有少数普通車床如 V、D、F 厂的鑄鐵導軌淬硬至 $H_B = 300 \sim 400$ ，極少数采

用鑲鋼。大型机床用塑料導軌（塑料可粘在導軌上）或銅片。

西德的教授主張机床導軌不淬硬，認為淬硬后不好修理，鑲鋼的使結構复杂。他反对用塑料作導軌，認為塑料反而会嵌入鉄屑細粒，成研磨劑。同時認為提高導軌寿命的根本办法是防护潤滑。苏联專家也同意防护，潤滑对于導軌寿命的重要，但根据試驗証明塑料導軌不会嵌入鉄屑成研磨劑，而且試驗証明塑料導軌还可以解决“爬行”問題。導軌淬硬效果也很好，修理，也不是十分困难，一般工厂用龍門銑裝磨头解决。

因此大型机床采用塑料導軌，小型机床采用鑄鉄導軌淬硬（这种方法很簡單，用火焰淬火即可）。这是提高導軌寿命的發展趨勢，我們應該很快采用推广。

3. 机床的剛性試驗

西德，瑞士，皆无机床的剛度檢查标准。各大学都在研究。Schiess 厂生產重型机床，設計結構的剛度，对其影响極大，故其采用模型試驗，來指導設計。在設計結構时，以鋼板制成1:10的模型放在平板上，用 Philips 低頻振动發生器在模型上各点產生振动，并將此振动所產生的影响用示波器接收。这样，即可在設計前比較各类結構。这种設計前的振动試驗研究工作，对重型机床有特別重大的意义。（苏联 ЭИИМС 目前也在進行这类試驗。）

这种方法改变了以往利用机床（已制成）切削受力情况來進行剛性試驗，而是預先在設計时進行試驗。

4. 几种結構，元件

（1）磨床銅軸承：瑞士，西德各厂磨床多以磨出工件光潔度高著名，其設計上采用剛性很好的前軸承，特点是孔徑粗，長、結实有油楔，可磨工件最大直徑 $\phi 200 \sim \phi 250$ 的磨床，前軸承孔徑 $\phi 70$ 長 120~150。厚度約 20~25。有用双合金、有用全銅。

（2）三角形的軸孔連結：

在瑞士，西德已有工厂如 SIP, Pittler 采用三角形的軸孔配合，代替花鍵連結，优点是軸及孔都可以淬硬磨削，加工工藝并不复杂，（用普通磨床改裝，使磨头作仿形运动）定中心好，滑动配合好。兩厂都已用于预选操縱的主軸变速箱，效果很好。

（3）各种标准的无級变速器：用梯形截面的皮帶、鏈条、鋼环及可調整距离的錐形輪組成。功率可达 6~10 馬力，速比可达 1:81。已成标准部件投入生產，如 P.I.V. 各机床多采用作車床，銑床、磨、鑽床的主傳動及進給傳動之用。

无級变速器不但可以得到从动件的无級速度，重要的是变速方便，可以在工作时進行，这对机床自动化大有好处。

（4）采用开槽的圓銷，錐肖代替原用 A/Γ, A/○ 配合的錐肖、圓肖，可以減少裝配时配鉸的工序。

五、工藝特点及精密尺与絲槓制造工藝

（一）工 藝 特 点

1. 瑞士，西德及比利时的工厂規模較小，机床多按机群式排列，一般只有大的全厂生產綫，如鑄件，材料進口，加工，裝配出厂。沒有按另件工藝的机床流水綫。这与他們生產批量，品种都有关系。

2. 主要的工藝办法是靠精密设备，工人經驗，沒用或少用工夾具，沒有采用新工藝。

一般机床鑽、鏜、銑等多有标尺或光学刻度，用千分表，塊規來工作，在鑽床上用样板比用鑽模多，尤其是大件几乎沒有用鑽模的。另件公差一般較嚴的用精密机床加工，Schanblin 1# 大小的万能銑，立銑头回轉基面，就在 SIP 座标搪床上加工，Haus-er 的槓桿孔距 ± 0.005 ，Gildemeister, Pittler 的多軸自动机主軸鼓，孔的位置誤差 ± 0.003 等，都在座标搪床上直接用工作台縱橫座标尺定位，而不用分度轉盤。在裝配車間多用裝配車床。

刮研工作仔細，如 SIP 厂的 6 A 座标搪床每台刮研工作1000小时，每平方吋 60 点（即每平方公分 8 ~10点，点子成方块約 2.5 × 3。）

刮研用的刮刀成弯形，以肩部支持，刮刀材料系鋒鋼，或高炭鋼。

圓轉工作台的分度蝸輪，是用單刀飛銑，然后用蝸輪剃齒刀剃出，在裝配时还配对刮研。

标准齒輪是用 Maag 磨齒机磨出。

3. 重型机床加工不是靠大設備，而是靠“螞蟻啃骨头。”

重型机床厂并没有大設備，如 Schiess, Eumoco Fritz-müller 等厂都以落地鏜床組成的“鉄板工段”为主要加工設備，Schiess 厂生產25米立車，只有 7 米立車 ϕ 160 落地鏜，Eumoco 厂做 3 千多噸平鍛机，只有 3 米立車。

在 Schiess 厂加工大件除了在落地鏜上加立銑、平銑、牛头鉋外，还靠一些所謂“帮忙机床”來解决。如加工大立車工作台上的 T 字槽等，就在立車工作台（工件）上夾住一个工字樑作導軌，其上裝上一个立銑头，立銑头用独立电机拖动，一面切削一面在導軌上移动，切出 T 字槽。加工大型水輪發电机定子內圓柱面，Schiess 厂設計了一台立式旋臂搪床可切削直徑 ϕ 3.6M，高 16M。該厂不但自己采用“帮忙机床，”还替用戶設計和制造“帮忙机床。”

Weserhuetten 挖土机厂，也用“帮助机床”加工大件。如下图。

Schiess 長絲槓也是用分段制成后（每段1500公厘）再連在一起，該厂也只有 ϕ 800 × 2000 的磨床。

4. 各厂裝配后机床試車時間長，一般約为一週，最高轉速运转 4 ~ 8 小时。有的厂在試車后还每台拆卸檢查更換另件。这样使机床各部份提前早期磨損，容易保証出厂后的精度穩定性。

5. 各厂对鑄件天然时效很注意，一般于粗加工后，天然时效 6 个