

第一机械工业部机械制造与工艺科学研究院

研究成果

零級精密絲杠試制總結

內部資料 注意保存



1 9 5 9 北 京

PDG

NO. 內 021

1959 年 6 月第一版 1959 年 6 月第一版第一次印刷

787×1092 $1/16$ 字数 44 千字 印张 $1\frac{3}{4}$ 0,001—5,000 册

編輯出版 第一机械工业部机械制造与工艺科学研究院

(北京西直門外后二里沟)

机械工业出版社印刷厂印刷

定 价 0.35 元

这个报告里面介绍的是1958年沈阳第一机床厂试制零级丝杠的经验。

试制的是一种未淬硬的零级丝杠，是用精车方法达到精度的，系供检查时作标准器使用。

这次试制主要是学习了苏联在这方面的先进经验；但也创造发展了一些新的经验，特别是在测量方法及制造校正尺方面。

这次试制工作解决了这种零级丝杠的主要精度问题，在国内可以说是第一次成功的经验，可供有关单位及个人参考。

机械制造与工艺科学研究院技术会议

一九五九年六月

目 录

序言	3
一、所试制零结赫杠的结构, 材料, 及技术要求	4
二、采用的制造工艺	5
三、精車螺紋用机床的准备	8
四、试制赫杠达到的精度	11
五、采用的测量方法	12
六、結論	18
七、参考資料	18
八、附件	19

零級精密絲杠試制總結

研究單位：沈阳第一机床厂、

本院第五处齒輪組

完成日期：一九五八年十月

序 言

在1958年的大跃进中，沈阳第一机床厂学习苏联的先进經驗，并在我院配合之下，結合本厂当时的現有条件，較正規地試制成功了一种零級絲杠。經仔細檢查，确定基本上符合于苏联“絲杠及其螺母技术条件TV1122-2”标准中关于零級絲杠的規定。

零級絲杠的用途，大約可分为二方面。一是作测量的标准器用，将零級絲杠与需要测量的一級或二級絲杠并联或串联起来，籍比較量仪之助，可以測得該一級或二級絲杠的螺距精度数字。如将零級絲杠放在精密絲杠車床或螺絲磨床的頂尖中間，籍比較量仪之助，可以檢查該机床整个切螺紋系統螺旋运动的精度。再加上特殊划綫夹具，就可以用来自动刻制該种机床的精密絲杠的校正尺。这样进行連續测量和連續划綫乃是已知的生产率最高而又成本低廉的方法。另一方面是作为螺絲磨床，座标搪床，分度机及一些精密仪器的主要零件。沈阳第一机床厂所制成的零級絲杠，主要系用于前一方面，即作测量的标准器用。

零級絲杠按其材料及硬度的不同，加工方法可分二类：第一类是硬度較低，未經淬火，系用較低的切削规范精車而成的。这一类在使用时不受強力摩擦，力的負荷低。第二类是經淬火，硬度高，系精磨而成的。这一类能經受較强摩擦而不易磨損。沈阳第一机床厂所制成的零級絲杠系屬於第一类。

由此可見：沈阳第一机床厂这次制成零級絲杠，解决了一部分零級絲杠的制造問題。据我們所知，这在國內还是历史上第一次制出零級絲杠，这标志着我国精密机器和量具的自已制造取得了进一步的發展，意义很重大。

我們很高兴地指出，这里大部分是學習苏联經驗而得来的結果，苏联科学技术的先进性在此也获得了一次光輝的証实。

但这里也并未生搬硬套的照抄苏联經驗。而其中有不少是同志們自己創造性劳动的成果。例如，測量螺距精度的分段串測法和測量及制造校正尺的方法就是同志們結合本厂現有条件創造的。对于条件不太充分的工厂說来，这一方法是很可供參考的。

这次試制中，也还有美中不足之处，即对中徑的橢圓度，及中徑的振摆缺乏足够的实验数据，而全部注意力都集中到主要参数，螺距誤差的試驗研究方面去了。这对正規的試驗研究說来，尚嫌不足。

总的說来，这次試制的結果，对于想用精車的方法制造高精度絲杠的工厂、学校、研究机构、

工程技术人员和工人说来,是很有参考价值的。

由于试制零级精度的精密丝杠是第一次,很感经验不足,诚挚希望各方面给予批评指导。

一、所试制零级丝杠的结构材料,及技术要求:

1958年沈阳第一机床厂在试制C868 A型精密丝杠车床中,由于测量该种车床车螺纹系统螺旋运动精度的需要和制造该机床校正尺寸的需要,而设计并试制了一种零级丝杠,其结构如图1所示。它是本报告所介绍的试制研究对象。

技术条件: 1. 螺距误差: 内螺距2公微, 单个螺距 ± 2 公微, 累积误差到25公厘为2公微, 到100公厘为3公微, 到300公厘为5公微, 在全长550公厘上7公微。

2. $D_{\text{外}}$ 圆度 0.005 公厘。
3. $\phi 60C_1$ 对中心孔振摆 0.01 公厘。
4. 加工过程中不许校直。

材料: 4104

重量: 14公斤

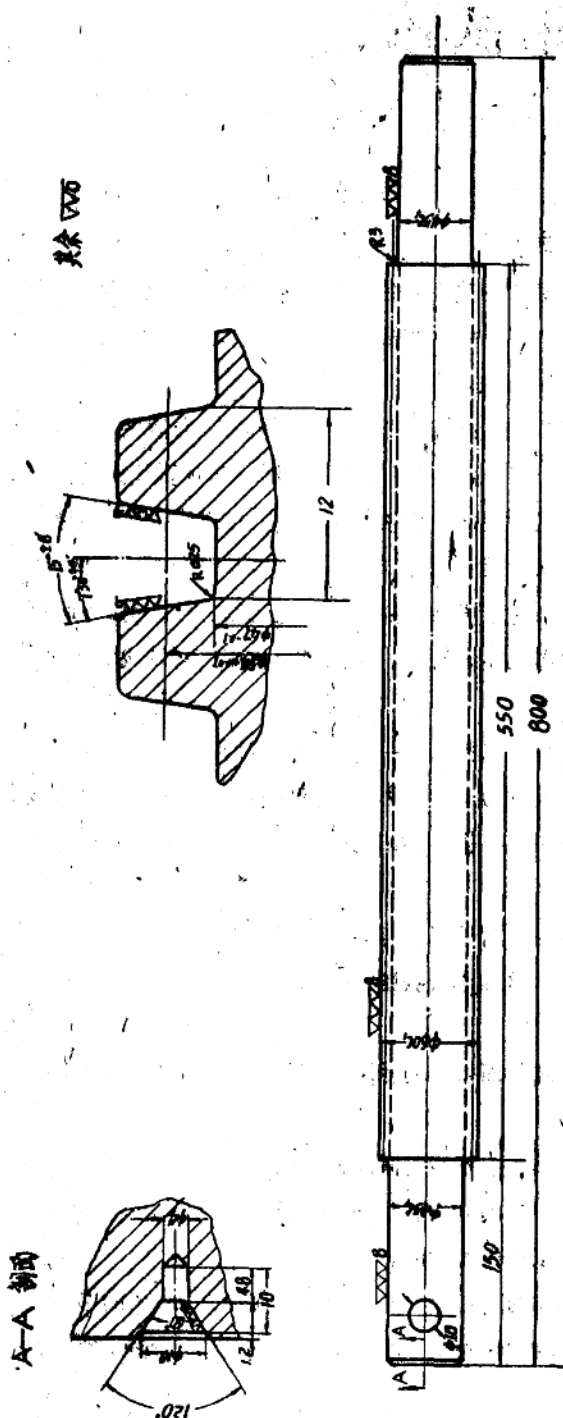
关于丝杠结构的几点说明:

1. 大体结构是为了便于作测量标准器使用, 又便于精车加工 (因厂内无精密丝杠磨床, 故螺纹采用车制)。

2. 齿形采用15°截形角, 即采用小角度是为了减少外径振摆对螺距精度的影响。

3. 螺距采用12公厘, 是因为精加工此丝杠用的1622精密丝杠车床的丝杠螺距是12公厘。二者螺距相同, 则挂轮比可用1:1。这样可使齿轮的周节误差, 及径向振摆等不致影响被加工丝杠的单个螺距误差及累积螺距误差。而将此影响变为内螺距误差。

关于技术条件的几点说明:



1. 圖上技術條件系參照蘇聯TVЛ-22-2標準的規定。

2. 單個螺距誤差是指螺距實際尺寸相對於其公稱尺寸之偏差。這種誤差主要是由於傳動齒輪的周節誤差，徑向振盪，和加工機床本身的絲杠螺距誤差所影響。

3. 螺距累積誤差是指在絲杠任一長度範圍內，螺距實際尺寸相對於其公稱尺寸的偏差，它和加工機床的精度有關，和自身零件系統的剛性有關，如象受扭力和拉力的影響等。

4. 此外尚有所謂內螺距誤差，即在一螺距範圍內分螺距（如1/4螺距，3/8螺距）之實際尺寸相對於其公稱尺寸的偏差，根據蘇聯資料介紹，同一絲杠每一螺距範圍內的誤差曲綫形狀，大体相似。但由於螺紋切削工作中的一般誤差，而使它在一定範圍內有所變化。

于材料選擇的說明：

根據蘇聯經驗，一般不淬硬的精密絲杠系採用 $\text{A}104$ 鋼，我們學習此經驗，也用了 $\text{A}104$ 鋼。

這種鋼的化学成分是 $0.95\sim 1.09\% \text{C}$ ， $0.15\sim 0.25\% \text{Mn}$ ， $0.3\% \text{Si}$ ， $0.2\% \text{Cr}$ ， $0.25\% \text{Ni}$ ， $0.03\% \text{S}$ 和 P 。

這種鋼的優點是：

1. 加工性能好。
2. 耐磨性高。
3. 在一定的熱處理條件下，沒有殘余變形。

這些優點正符合我們的要求。

注：根據蘇聯經驗，須淬硬的精密絲杠採用 $\text{C}18$ ， $\text{A}C$ ， 65L 或 $\text{A} \times \text{L}$ 鋼製造。

二、採用的製造工藝：

由前節可見，零級絲杠的精度要求很高，將其與一般機床上用的三級絲杠相比較，精度高許多倍。例如：同一尺寸的三級絲杠其單個螺距誤差為12公微。而零級為2公微。在任意100公厘長度上，三級絲杠的螺距累積誤差為25公微，而零級為3公微。

除了達到如此高的精度外，還要求長久保持這一精度而不變形。為滿足這些條件，可以由兩方面來保證。

一方面要求精車螺紋的機床車螺紋精度達到零級（對此在下章詳細敘述）。一方面是由製造工藝來保證。下面介紹製造的工藝過程。

“零級絲杠加工工藝過程”

工 序 內 容	加 工 車 間 及 設 備
I. 備料：尺寸為 $\phi 67 \times 900$ 的棒料二根從長棒料中選擇最小振盪的一段後切斷。 II. 金相檢查： 檢查金相組織和硬度 III. 球化處理： 形成球狀珠光體的組織，不許有網狀碳化鐵的存在。石墨的析出超過三級。硬度為 H_{B200} 。	工藝試驗室 化驗室 熱處理車間

工 序 內 容	加 工 車 間 及 設 備
IV. 机械加工:	
1. 車: 切去毛坯两端不平部分, 保持長度806公厘。	工艺試驗室 1A 62車床
2. 定中心孔: 打暂时中心孔二个	工艺試驗室 1A 62車床
3. 粗車: 按最大中間振摆找正, 粗車外徑 $\phi 60C_1$ 至 $\phi 65$ 公厘, $\phi 40C_1$ 至 $\phi 55$ 公厘, 保持尺寸525公厘。	工艺試驗室 1A 62車床
4. 鑽: 鑽懸挂用孔 $\phi 10$ 公厘	工艺試驗室 2A 125立鑽
5. 人工时效: 以75°C/小时, 的速度加热到 $t = 550^\circ\text{C}$, 保持溫度7小时, 然后以75°C/小时的速度随爐冷却。	熱处理車間
6. 檢查振摆: 檢查出弯曲度0.25公厘	工艺試驗室
7. 定中心孔: 切去暂时中心孔, 重定中心孔, 保持長度770公厘。	工艺試驗室 1A 62車床
8. 粗車: 粗車外圓 $\phi 40C_1$ 至 $\phi 42C_1$ 公厘, $\phi 60C_1$ 至 $\phi 62C_1$ 公厘, 保持尺寸520公厘。	工艺試驗室 1A 62車床
9. 粗切螺紋: 粗切方形螺紋 $S = 12$ 公厘, $B = 4.4$ 公厘, $t = 7.5 - 0.1$ 公厘。	工艺試驗室 1A 62車床
10. 工人时效: 以75°C/小时的速度加热至 $t = 550^\circ\text{C}$ 保持溫度7小时, 然后以75°C/小时的速度随爐冷却。	熱处理車間
11. 檢查振摆: 檢查出弯曲度为0.6公厘	工艺試驗室
12. 精車: 精車外圓 $\phi 40C_1$ 至 $\phi 40.5C_1$ 公厘, 保持尺寸150公厘和250公厘, $\phi 60C_1$ 至 $\phi 60.5C_1$ 公厘, 保持尺寸516公厘。	工艺試驗室 1A 62車床
13. 粗車螺紋: 車螺紋截形为15°, 中徑留余量1公厘, 截形半角須对称。	工艺試驗室 1A 62車床
14. 修中心孔: 用中心孔鑽修。	工艺試驗室 1A 62車床
15. 中心孔淬火: 用乙炔氣火焰噴射淬火, 加热到780°C, 然后在水中冷却。	工艺試驗室
16. 人工时效: 加热至 $160^\circ \pm 10^\circ$, 保持溫度36小时, 后緩慢冷却。	熱处理車間
17. 研磨中心孔: 用特地車制的材料为軟鋼的頂針塗金剛砂和氧化鉻粉进行研磨中心孔。	工艺試驗室 1A 62車床
18. 修正螺紋: 在机床上根据研好的中心孔車螺紋。	工艺試驗室 1A 62車床
19. 半精磨外圓: 磨 $\phi 60C_1$ 至 $\phi 60C$ 公厘, $\phi 40C_1$ 至 $\phi 40C$ 公厘。	液压車間 3164 A 外磨
20. 半精車螺紋: 車15°梯形螺紋, 中徑留量0.3公厘。倒棱0.1公厘	工艺試驗室 1A 62車床
21. 研磨中心孔: 用頂針以氧化鉻粉及金剛砂研磨。	工艺試驗室 1A 62車床
22. 精磨外圓:	液压車間

工 序 內 容	加 工 車 間 及 設 備
精磨$\phi 60C_1$至尺寸, 及$\phi 40C_1$至尺寸, 振擺0.01公厘。 23. 自然时效: 懸挂絲杠15~20天。 24. 最后精車螺紋: 在鑲修過四塊校正尺, 已提高精度達零級的精密絲杠車床上進行最后精車螺紋。零件用死頂尖裝夾。 切削規範如下: $V=1.2$公尺/分, $f=0.02\sim 0.04$公厘。 25. 檢查: 用仿形法進行中間檢查, 即在螺紋精車完后不卸零件, 立刻在刀架中裝卡上比較儀, 將觸頭納入絲杠螺紋中徑的一邊, 位置與原刀具位置同, 開動機床, 以與機床絲杠相比較的仿形法檢查, 比較儀指針的擺動, 以不超過± 0.5公微為合格。 若超過, 就說明車螺紋有問題, 找出原因, 解決后, 再車螺紋, 至檢查合格為止。 26. 終結檢查: 終結檢查絲杠螺距誤差及外徑振擺, 在1622機床上, 用測長儀(帶玻璃刻度尺)觸頭, 水平儀等檢查。 每段至少測量三次, 然后取平均值, 經校正后作出誤差曲綫表。 檢查必須在恒溫$+20^{\circ}\text{C}$狀態下進行, 若條件限制, 在$+22^{\circ}\text{C}$或$+18^{\circ}\text{C}$狀態亦行, 但溫度要求恒定。 27. 研磨螺紋: 根據需要, 在檢查后若螺距精度不合格, 有螺距超差, 就進行研磨螺紋。若合格就取消本工序。 28. 檢查: 在研磨后, 用前終結檢查法檢查絲杠。	3164 A 外磨 工藝試驗室 計量室 1622精密絲杠車床 計量室 1622精密絲杠車床 計量室 1622精密絲杠車床 計量室 1622精密絲杠車床 計量室 1622精密絲杠車床

由上述工艺过程可总结出下列工艺特点:

(一) 对工件毛坯的要求:

1. 备料后的毛坯, 要求正确的几何形状, 和最小的偏差。毛坯的振摆, 应小于其加工余量, (约为加工余量的一半或更小)。
2. 毛坯材料在加工前应进行球化热处理。以形成球状珠光体的組織, 其顆粒度要求在4~5級之間, 不許有網狀碳化鉄的存在, 对石墨碳的析出, 不应超过3級。

球化后硬度为 $H_R 200$

(二) 为达到絲杠的高精度, 和長久保持零級精度而不變形, 則要求:

1. 絲杠在所有的机械加工工序中禁止校直, 这样就避免材料因校直后發生残余变形。
2. 絲杠的所有弯曲, 用按最小振摆, 重新定中心来消除。
3. 在加工过程中, 要經過三次人工时效。即第一次是在粗車毛坯后, 第二次是在粗切螺紋后, 第三次是在半精切螺紋和精車外圓之后进行。时效規範見前工艺过程, 时效必須在悬挂状态下进行。
4. 在最后精車螺紋前进行自然时效。
5. 在精車螺紋前要重新修正中心孔, 并将中心孔淬火研磨, 以使后面的工序有相同的, 准确的安装工艺基面。

6. 切螺紋槽至尺寸, 和精加工絲底的工作, 应在开始精加工螺紋截形前完成, 因为重切螺紋槽会导致內应力重新分布, 和失去絲杠螺紋精度的稳定性。

7. 在精車螺紋时, 采用几种較低的切削规范, 如切削速度为 1.2 公尺/分, 切削深度不大于 0.06 公厘。

(三) 最后精車螺紋时, 要注意下述問題:

1. 零件的装卡: 床鞍的跟刀架中, 支承絲杠的鑄铁套, 应与絲杠外圓紧密配合, 其縫隙不超过 0.005 公厘。前、后套应严格同心, 絲杠在两固定支点間該段的振摆应不超过 3~4 公微。

2. 刀具的几何形状和寿命: 刀具应要求在絲杠全長上, 經数次行程后沒有磨損的痕迹。

刀刃要求准确的研磨, 光度为 $\nabla\nabla\nabla\nabla 11 \sim \nabla\nabla\nabla\nabla 12$, 刃口要直綫性好。我們在絲杠的加工中, 遵守了上列条件。

采用精車螺紋的刀具的角度为: 前角 = 0° , 后角 = 6° 或 8° 。

刀具材料为高速鋼 P18。

刀具硬度记录不詳 (約为 $R_c 64.5^\circ \sim 65^\circ$)。

3. 精車时采用的切削规范: $V = 1.2$ 公尺/分, $t = 0.02 \sim 0.04$ 公厘。冷却液为豆油加火油。

4. 用仿形法在机床上进行加工零件的車間檢查:

即当螺紋精車好后, 不卸零件, 而在刀架上卸下車刀, 在車刀位置装卡上千分比較仪, 或“ITAK”自动记录仪 (如图 2), 使仪器触头与絲杠中徑的一边接触, 开动机床, 这样讓量具重复走切削工具的道路, 来完成被加工零件与机床絲杠的精度比較檢查。

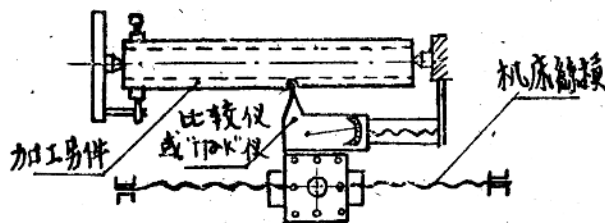


圖 2 在机床上——用仿形法檢查絲杠。

这种重复檢查車螺紋机床运动精度的近似值, 即檢查車螺紋工人的工作質量, 是加工好精密絲杠后必須进行的一項工作。

在檢查中, 若比較仪的指針摆动不超过 ± 0.5 公微, 就算合格, 可以卸下零件, 若指針的摆动量超过 0.5 公微, 就說明精車螺紋工序中还有問題 (如違反工艺規程等)。就需馬上檢查設備和仪器, 將問題找出后, 再进行精車螺紋, 这样繼續下去, 直至檢查合格为止。

附注: 制造这根絲杠时, 在精車完, 并終結檢查时, 發現有三处螺距超差 1 公微, 因超差处不多, 就試驗用小鑄铁平板, 放最細的金剛粉和洗油, 在絲杠局部超差处研磨, 方法是用手沿上升螺旋綫反复研磨, 这种不用螺絲母研磨, 而用鑄铁片研磨局部的办法, 是新的嘗試。經数小时研磨后, 螺距檢查合格。我們覺得在不得已的情况下可以試用这一方法, 但似不宜依賴这一方法。

三、精車螺紋用机床的准备

(一) 机床的选定:

絲杠的螺距精度, 主要靠最后精車螺紋来保証, 故对精車螺紋的机床, 要求其車螺紋精度能

达到零级。它可用两种方法来达到，一种是改装旧机床，提高其车螺纹精度至零级。一种是设计制造新的专门加工零级丝杠的机床。

我们加工的零级丝杠，是采用前一种方法，即选定工厂恒温室内的1622精密丝杠车床，进行重新刻制校正板，提高精度，来最后精车螺纹的。

(二) 机床结构简单介绍:

1622精密丝杠车床带有特殊的丝杠校正装置，它的结构原理如图3。

图中④是机床丝杠，它通过螺母⑤，与校正杠杆⑦相连，校正杠杆上装滚子⑧与校正板⑥接触。

当丝杠旋转时，滚子沿校正板移动，因为校正板上有预先刻好的，与丝杠螺距误差相适应的高低不平的曲线，就使校正杠杆升起或下降，同时，就造成了螺母的附加转动，当螺母与丝杠同向转动时，则移动距离（螺距）减小，当与丝杠系反向转动时，则螺距增大。这样，就抵消了丝杠的螺距误差。

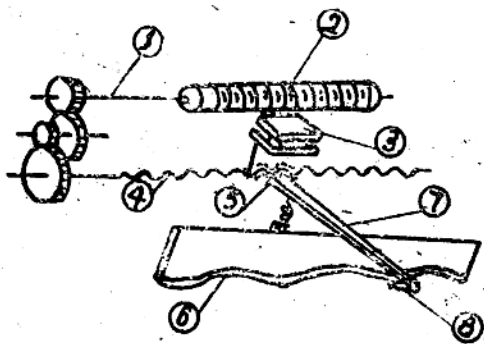


图3 带校正尺的丝杠车床:

①主轴；②被加工的零件；③刀架；④丝杠；⑤螺母；
⑥校正尺；⑦校正丝杠；⑧校正滚子。

这台1622精密丝杠车床，规定是加工一级丝杠用的，又因使用数年，经检查后达不到零级，就决定根据机床丝杠现有的误差，重新刻制校正板，以提高其精度至零级来最后车出零级丝杠。

(三) 重新刻制校正板的工作过程:

1. 首先进行靠床头部分800公厘长度内的丝杠精度的检查（因所加工的零件只有800公厘长）。

注：检查方法详见附件一红旗牌C868A一级精度丝杠车床校正尺的制造工艺总结。在此不予多述。

2. 卸下机床原有靠床头处的校正板四块（每块长200公厘）。换上没有曲线的平校正板（不起校正作用），然后，检查丝杠精度，检查出的数值，用刻度尺的修正表修正后，就是机床丝杠真实的误差。

根据测量出的误差曲线，在新作的校正板上划线，并磨制校正板，加工好后，再装上机床。

3. 最后测量机床丝杠的重新校正后的精度，测量结果，达到了零级。

测量数据和刻制校正板的曲线见图4：

图4中第一根曲线是卸下机床原有校正板后，用平校正板上，测量出的丝杠实际误差曲线。

第二根是将第一根曲线简化后，作为磨制校正板的根据的曲线，我们发现，按照简化后的曲线磨制校正板，并不影响校正精度，并且，有便于制造的优点（但简化曲线与原曲线相差不得超过1.5公微）。

(四) 刻制校正尺工作中遇到的问题:

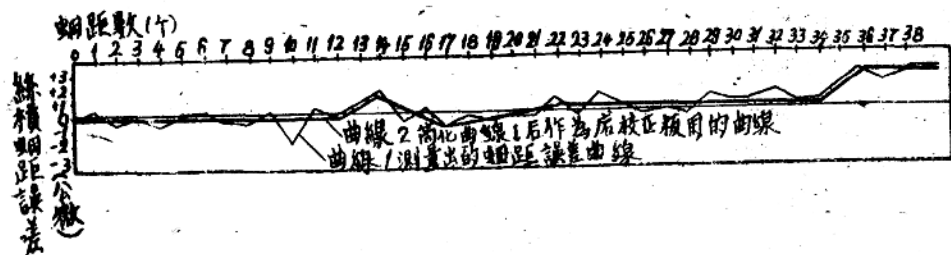


圖4 重新磨制校正板前的机床絲杠螺距誤差曲線。

在測量中，曾返工兩次，在裝上平校正板后，檢查絲杠測出的數值非常不穩，在同一段上，數次測出的曲線，相差很大，不重合處有差達3公微者，而根據過去的試驗，在同一段上，數次測出的曲線，應互相重合或平行，誤差不超過1公微。

並且，在剛開始測量時，在10號校正板處測出的數條曲線，變成了兩組，其曲率也不相同，分析原因，是溫度和螺母的影響，因為机床已使用數年，在工作中，切螺紋時是用豆油作冷卻液，机床絲杠無防護罩，豆油就被加工零件流到絲杠上，由絲杠轉動帶入螺母中，堆積幾年，厚達2~3公厘，呈橡皮狀，油泥中還有鐵屑。我們發現后，就拆卸机床的床鞍和螺母，將它進行清洗。洗完裝上后，再進行絲杠的測量。測出結果就穩定了。但在192公厘上，螺距累積誤差達30公微，當時，就按此曲線做一校正板。裝上机床后，檢查絲杠。却得出19公微的反方向誤差。說明上次曲線不准，校正過分了。分析原因，是剛洗完螺母裝上后，沒有經過運轉就測量，其與絲杠配合情況，同新制造的零件一樣接觸不良。所以就進行運轉一段時間，再測量，測出的結果，累積誤差為17公微。又根據此曲線新磨校正板，裝上机床再檢查。測出結果，還有累積誤差為6公微。說明運動還不夠，就再根據此曲線，新磨校正板裝上再測。最后，得出平穩的絲杠誤差曲線，誤差不超過2公微，校正合格。

這樣兩次的反工，得到一些教訓，如溫度必須在恒溫狀態才能進行測量，儀器必須裝置得牢固和正確才能工作等。

附注：在此附帶介紹一種專用零級絲杠車床。

前面所述是採用提高旧机床精度來加工零級絲杠之法，繼上述工作之后，我們廠又試制成功一台零級絲杠車床。

它是為加工零級絲杠和測量一級絲杠用的。机床的結構有下述特點：即結構是串聯式的，見圖5

它省去了床頭箱和送刀箱等機構，沒有主軸，而在主軸的位置是一根高精度的傳動絲杠，絲杠帶校正尺。被加工或被測量的絲杠，直接與傳動絲杠相連，在同一軸心線上，互為延續部分。這種串聯的優點，是簡化傳動鏈，完全消除了若用齒輪傳動時，因齒輪周節誤差和徑向振擺等對工件螺距的影響。

用這種机床，也車出了零級絲杠，但需說明，本總結所述絲杠不是用這種机床加工的，而是用改裝后的旧机床加工的。

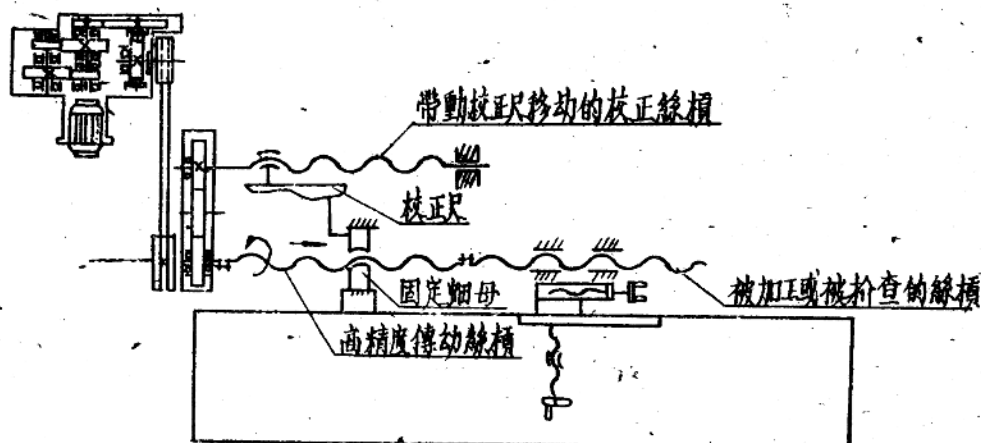


圖5 零級絲杠車床傳動系統圖(串聯式)。

四、試制絲杠達到的精度

絲杠在用前述工藝加工完后，經最後檢查，得出螺距精度如下：

每一個螺距誤差	± 1.6 公微
螺距累積誤差：	
在25公厘長度上	2 公微
在 100 公厘長度上	3 公微
在 300 公厘長度上	3 公微
在絲杠全長 550 公厘長度上	3 公微

將上述精度與蘇聯TV1122-2標準規定的零級絲杠精度相比較。蘇聯標準規定如下：

每一個螺距誤差：	± 2 公微
螺距累積誤差：	
在25公厘長度上	2 公微
在 100 公厘長度上	3 公微
在 300 公厘長度上	5 公微
長度每增加 300 公厘應增加	2 公微
在絲杠全長上不超过	10 公微

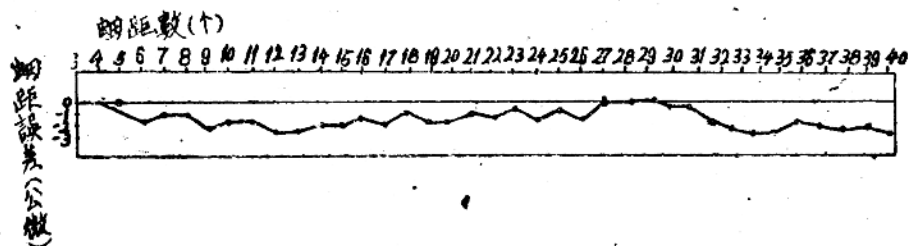


圖6 零級絲杠螺距誤差曲綫圖。

从上面就可以看出，制造的絲杠达到了零級精度。

絲杠的螺距誤差曲綫如圖 6

五、采用的測量方法

在零級絲杠制造中，較主要和較困难的工作，是如何測量它的螺距精度。

謹將这次試制工作在測量方面的一点經驗介紹如下。

(一) 螺距誤差測量方法的确定：

一般測量螺距誤差，有下面三类方法。

第一类：通过在絲杠同一軸心断面上的整数螺距来測量，見圖 7，用移动式螺距仪測量的屬这类。这类仪器的精度仅能檢查 1 級以下的絲杠。

第二类：通过絲杠一定部分的轉数来測量，見圖 8，用長度測量仪來測量的屬这类。

第三类：沿絲杠上升螺旋綫进行連續測量見圖 9，圖 10 用串联或并联連續螺距測量仪測量的屬这类。

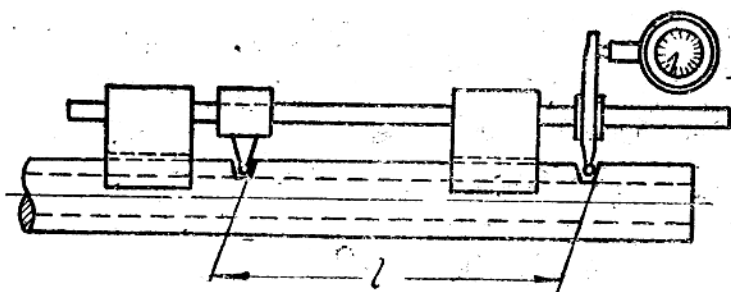


圖 7 移动螺距仪測量螺距誤差。

这类由苏联資料得知系檢查 1 級或 2 級絲杠用，它的原理，是根据与标准（零級）絲杠相比較来測量的。

根据厂內現有的設備条件，我們決定采用第二类方法进行測量。并且，在原有基础上作許多改进。首先，采用了一种串測法，即被測量的絲杠比仪器可測范围長数倍，就用螞蟻啃骨头的办

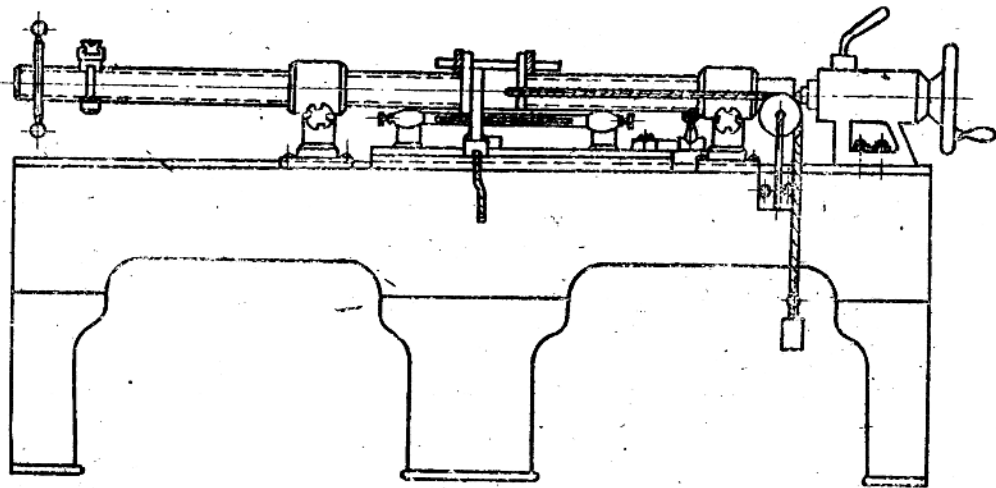


圖 8 右旋螺母位移測量圖。

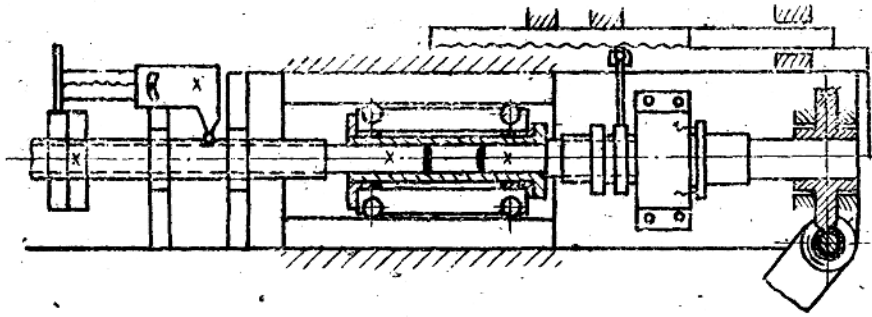


圖9 用与标准絲杠串联的絲杠螺距連續測量圖。

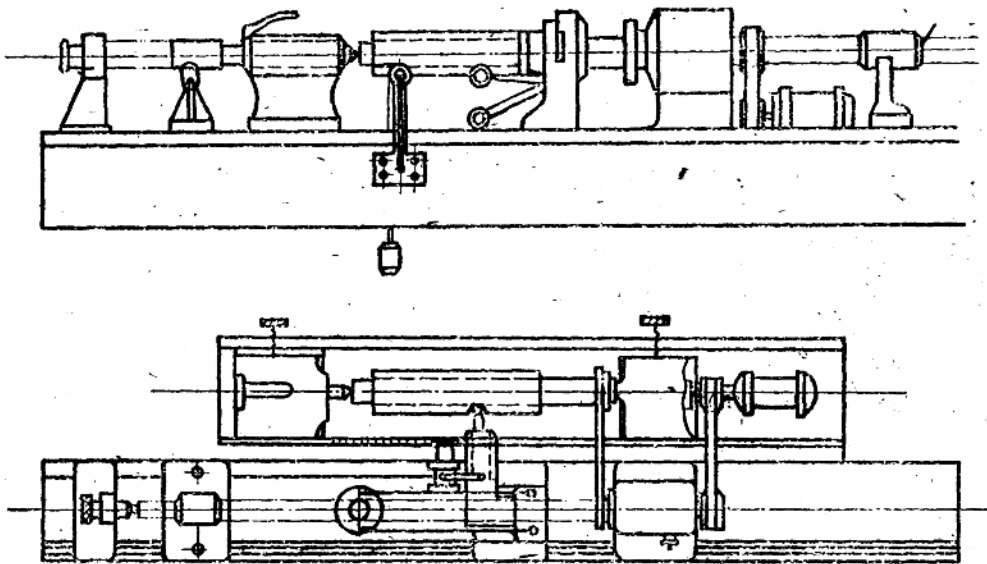


圖10 用与标准絲杠有联的絲杠螺距連續測量圖。

法，分段測量。先測量完一段后，再將儀器向前移動相當於一段的距離，儀器顯微鏡對准前一段測量的最末一個螺距，再開始進行第二段的測量。如此類推，直至檢完為止。

每段測量出的數值，用儀器修正表修正后，依次聯結起來，就是絲杠全長的螺距誤差。

并且，我們又改用以觸頭代替如第二類測量方法上所用的螺母，這樣，可以避免螺母本身的誤差對測量精度的影響。

(二) 測量時採用的儀器和附屬工具：

1. H3A-2 型長度測量儀一台（圖 11），儀器工作台上嵌有“520-108”號玻璃刻度尺，說明書內有精確到 0.1 公微的刻線誤差修正表。儀器有圓形導軌和沿導軌滑動的工作台板。

2. 儀器上帶的 OMC-6 型讀數顯微鏡，刻度值 1 公微，可讀出 0.1 公微（圖 11）。

3. 精度為 $\frac{0.02}{1000}$ 的小水平儀：水平儀每格相當於角位移 $4''$ ，在螺距 $S = 12$ 公厘的情況下，相應的分度誤差，即水平儀氣泡動一格時，表現在螺距上為

$$\Delta S = \frac{12 \times 4 \times 1000}{360^\circ \times 60 \times 60} = 0.037 \text{ 公微}$$

而在細心操作下，
可以控制到半格。故采
用此水平儀以控制絲杠
旋轉一周，其精度完全
合乎要求。

4. 附屬工具一套：

A. 儀器底座（圖
12）：下部有與機床導
軌符合的導軌，以便能
在床身上移動。

B. 緊固於絲杠一
端，為安裝水平儀用的
水平儀架（圖13）。

C. 固定在儀器工作臺板上的觸頭，（圖14）。

D. 千分表架座：下部有與機床導軌符合的導軌。

E. 重量250克的重錘（圖15）。

F. 滑輪和鋼絲繩（圖15）。

（三）測量方法及過程介紹：

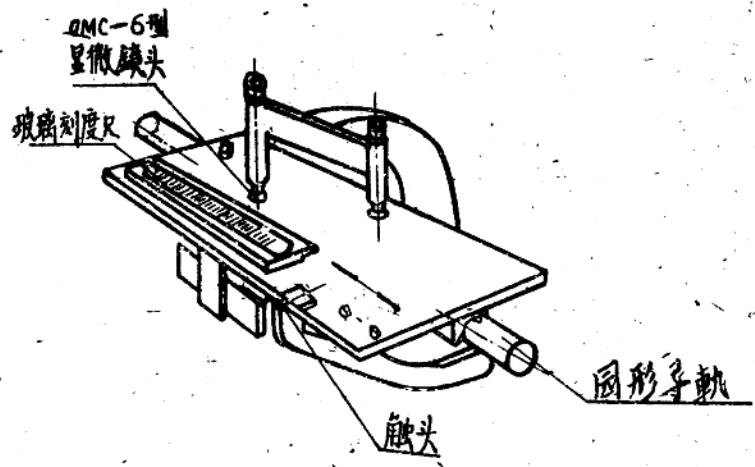


圖11 W3A-2型長度測量儀。

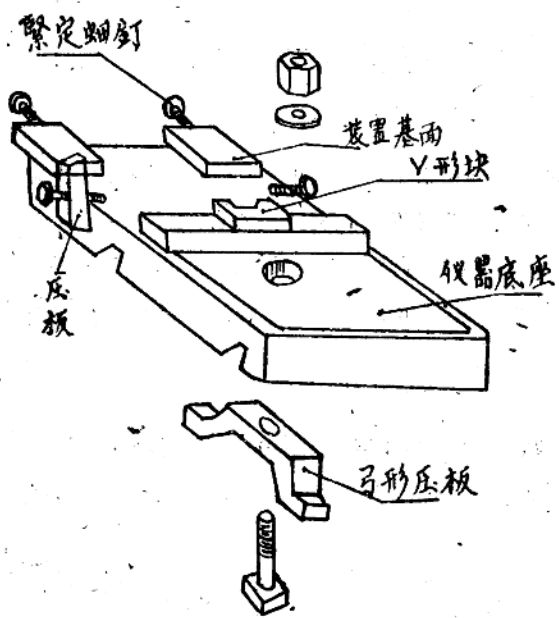


圖12 儀器底座。

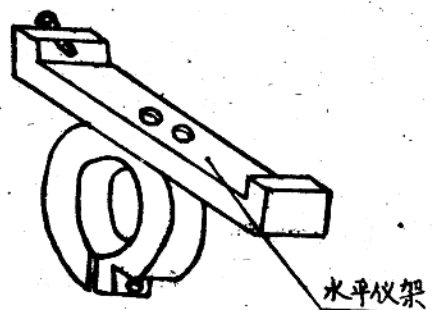


圖13 套在絲杠上的水平儀架。



圖14 觸頭。

見圖15。

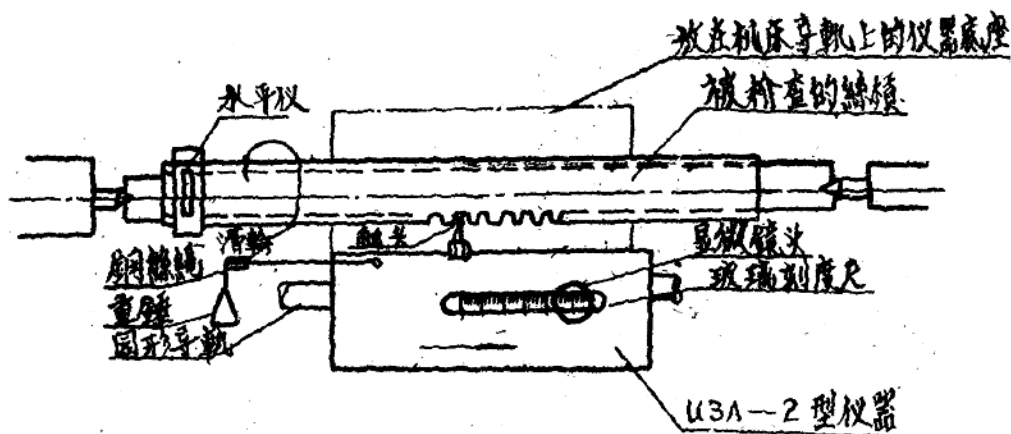


圖15 測量絲杠螺距誤差示意圖。

將儀器底座放 1G22 机床導軌上，用弓形壓板固定，底座上有三塊裝置基面，用以支承儀器，並有垂直的 V 形塊，作為導向和支承（見圖12），儀器工作台面高度比机床中心高 10 公厘。儀器放底座上後，用千分表按其圓形導軌找正，找正分兩個方向進行，在與机床導軌平行的垂直面內，用普通千分表和表架找正，誤差不超過 $\frac{0.01}{500}$ 公厘。在與机床導軌平行的水平面內，用帶導軌的千分表底座和千分表找正，誤差不超過 $\frac{0.01}{500}$ 公厘。

這樣，先找正垂直方向，後找正水平方向，再校驗垂直方向。

找正後就擰緊螺絲壓板，將儀器固定。

然後，在机床頂針間放上被測量的絲杠，不用卡箍，卡盤。這樣消除了絲杠轉動時主軸軸向振擺對螺距誤差的影響。絲杠的一端，裝上水平儀架和水平儀。

絲杠裝上後，在儀器工作台上裝置觸頭，納入絲杠螺紋中徑處，再于儀器工作台上擰入一帶孔螺釘，在孔中穿止直徑為 $\phi 0.2$ 公厘的鋼絲（用琴弦代）一頭懸以 250 克的重錘，鋼絲繞過固定支架上的滑輪，使觸頭始終以一定的壓力與被測絲杠的螺紋面接觸。

將水平儀對准零位，調整顯微鏡至一定的數值，記下讀數，開始測量。用手將絲杠旋轉一周（或 $\frac{\pi}{2}$ ），使水平儀對准零位，從讀數顯微鏡中讀出新的數值。這樣轉動絲杠，逐扣往下檢查，到 192 公厘時，已到刻度尺的末端，就松开儀器底座的壓板，將底座同儀器向前移動 192 公厘，並且向前移動滑輪，其餘零件不動，水平儀還是原來的零位。再緊上螺釘壓板，繼續進行測量，直至檢完為止。

這樣測出的讀數，用儀器修正表上的修正值修正後，就得出被測絲杠的螺距累積錯差。

測量記錄和計算方法如下表 1

（四）總結上述測量，可得出下列原則：

1. 測量精度至少高於被測量零件精度的一倍。

我們採用帶修正值的，精度為 0.1 公微的長度測量儀，儀器顯微鏡阿基米德螺旋綫精度為