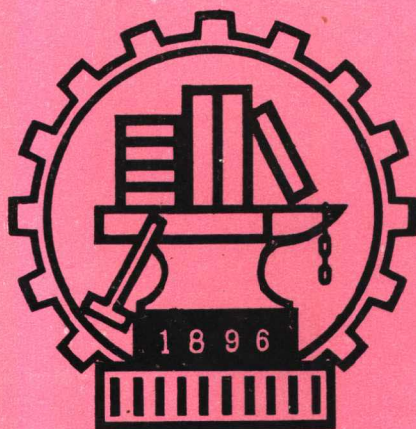


上海交通大學

八十七周年校庆学术报告会 论文摘要

机械工程专业辑



1896—1983

上海交通大学
八十七周年学术报告会论文摘要
机械工程专辑

编辑出版：上海交通大学科技交流室

印刷：上海崇明晨光印刷厂

一九八三年四月出版

编号：82646

机械工程专辑

目 录

微型轴承滚道磨削与超精加工残余应力的试验研究·····	庄其昌 (1)
X 射线法测定磨削残余应力中的问题及其分析研究·····	曹永上 (4)
组合机床多轴箱计算机辅助设计·····	曾宪章 曾 英等 (8)
光笔图形显示在组合机床计算机辅助设计中的应用·····	曾宪章 徐永利 (12)
机床构件的有限元法分析计算·····	王良申 (14)
齿轮的齿形及其应力分析研究·····	李云壁 (18)
用误差分离技术测量—处理分度链的分度误差·····	李锦西 刘国良 (20)
误差分离法在机床直线运动误差测试与分析中的应用·····	洪迈生 付卫泽 王介心 (23)
车床溜板箱操作力试验分析·····	潘德豫 林益耀 (26)
在目前机床数控中值得推广应用 CMOS 电路·····	包伟第 吴祖育 (29)
不同放电状态下的射频辐射特征·····	奚绍申 施黎明 (31)
液压阻尼器研制中的试验·····	陆元章 施佐原 谢文华 (33)
电磁换向阀的换向可靠性分析·····	陆元章 陈正航等 (36)
测量等级的验证与分析·····	陆元章 段长宝 (39)
采煤机牵引部功率保护系统的动态分析·····	陆元章 王显正 (42)
MD-150 采煤机牵引部液压系统综合弹性模数 β_e 的测定·····	陆元章 王钧功 (46)
曲柄连杆式液压马达滑履油膜厚度的测试及分析·····	严金申 王亚宁 (49)
四肢液压压贯式体外反搏装置及动物实验·····	裔享华 姚香根 蔡大卫等 (54)
全空腹式桥架的计算·····	关银发 (58)
门座起重机刚性拉杆在平稳风速下的风致振动·····	卢耀祖 范祖尧 (59)
起重机桁架结构受扭分析·····	郁永熙 (60)
多目标优化问题权系数的确定方法·····	宋振宁 陆国贤 (61)
简支矩形板后屈曲平衡路径·····	张建武 (64)
弹性稳定一般理论综述·····	张建武 (66)
盘状铣刀的侵入切削·····	周 麒 (68)
计算机自动绘制立方晶系极图标准投影·····	陆莲芬 (72)
交错直线间的连线·····	徐世萍 (74)
交错管道的双环连接探微·····	莫善祥 (78)
光滑曲面设计中的“升维法”“关键法”的推广·····	程祖衍 (81)
同心辅助球面法求交贯线的极限半径·····	陆鑫隆 (84)
关于《工程图样中子图形程序设计》的几点看法·····	陶关源 (87)
轴测图非坐标面上椭圆简化画法的研究·····	冯泽华 (89)
浅谈画法几何试题与学生的智力发展·····	李名纪 (92)

培养兴趣、想象力、创造力的一种尝试——让学生设计木模·····	徐 迅 (93)
画法几何综合题多解法剖析·····	黄 忠 (95)
西德摩擦学研究近况·····	张永清 (98)
固体颗粒冲蚀磨损试验研究·····	陈强业 张永清 (101)
含水量对磨料磨损影响的研究·····	张永清 陈强业 (105)
圆柱螺旋弹簧曲度系数的分析和简化·····	李公宜 (108)
用电子计算机求取圆柱直齿斜齿齿轮的齿廓及过渡曲线 (FTPOT)·····	王 统 张尧弼等 (112)
薄壁轴瓦自由弹张量对轴瓦应力的影响·····	李柱国 王栋青 (114)
动负荷轴瓦快速磨损试验台·····	王世佐 李柱国 朱安仁 (119)
硬矮齿型双元弧齿轮光弹试验·····	蔺联芳 (120)
硬齿面齿轮齿根弯曲工作应力与残余应力的研究·····	王 统等 (125)
双级圆柱齿轮减速器总传动比分配的最佳方案·····	马家瑞 (127)
高速离心机转鼓系统的振动分析·····	董师予 (130)
轴承座刚度对挠性转子不平衡响应影响的试验研究·····	徐锡林 (133)
具有外伸重挠性转轴的振动分析和平衡探讨·····	黄文伟 樊启泰 (136)
GC1-2 工业平缝机的动力分析	
——介绍一种运用计算机的通用的机构动力分析·····	沈乃勋 曹志奎 (140)
GC1-2 工业平缝机的运动分析	
——介绍一种通用的机构计算机辅助设计方法·····	曹志奎 沈乃勋 (145)
具有特殊几何学的 6R 工业机械手极距的运算·····	周明溥 曹志奎 (149)
EMP-MIC-85 键盘控制专用微型计算机·····	樊兆勋 (153)
快速数/模转换器(D/A 转换)·····	樊兆勋 (156)
摩擦行星传动的分析与计算·····	邓建一 刘宝生 (159)
缝纫机送布机构最佳参数的选择·····	赵锡芳 张宗明 (162)
实用化大握力肌电控制假手·····	刘宝生 邓建一 林良明 (166)
微计算机控制的五单位菊花轮电传打字机的印字机部件·····	陈建平 王介贞 (169)
不锈钢超薄板焊接电气控制装置·····	樊兆勋 陈建平 王介贞 (172)
如何实现按自然意志的三自由度前臂肌电假手·····	叶立英 (175)
缝纫机四连杆挑线机构运动分析及优化设计·····	张宗明 赵锡芳 (178)

微型轴承滚道磨削与超精加工残余应力的试验研究

机械工程系 庄其昌

一、前言

磨削与超精加工是重要零件加工时的最终工序之一,经磨削或超精加工的表面质量,特别是表面层残余应力对零件使用性能(耐磨性、疲劳强度和耐腐蚀性)有很大的影响。一般认为,磨削工艺对表面层残余应力有很大影响,而超精加工工艺是属于光整加工,金属去除量极小,切削力也较小,切削温度很低,因此,超精加工对金属表面层残余应力不可能有较大的影响。但是,以上观点缺乏试验研究的证实,对超精加工引起残余应力的机理更缺乏研究。本文通过试验研究,初步揭示了磨削与超精加工对微型轴承滚道表面层残余应力的影响,并初步阐明了形成磨削残余应力与超精加工残余应力的机理。

二、试验研究条件及结论

本试验是以微型轴承环作为研究对象,测定方法参见参考资料。试验分二大部分:即磨削残余应力的试验和超精加工残余应力的试验。磨削轴承环滚道时的工艺参数分三组,详见表一。超精加工时的工艺参数共分七组,详见表二。

表一 磨削滚道时的工艺参数

磨削条件	A 组	B 组	C 组
砂轮转速	6000~9000rpm	6000rpm	6000rpm
砂轮直径	17.4mm	14.6mm	13.6mm
砂轮线速度	54m/s	45m/s	42m/s
砂轮	立方碳化硅280 [°] Z ₁	立方碳化硅240 [°] ZR ₁	立方碳化硅180ZR ₃
工件转速	525rpm	1300rpm	1700rpm
冷却液	无	5号机油	5号机油
冷却条件	干	15~20升/分	25升/分
主轴电机电流	3.1A	2.4~2.8A	2.4A

表二 超精加工时的工艺参数

超精加工条件	D组	E组	F组	G组	H组	K组	L组
油石块摇摆频率	400次/分	335次/分	225次/分	400次/分	400次/分	225次/分	225次/分
工件转速	110rpm	110rpm	110rpm	80rpm	75rpm	110rpm	110rpm
油石材料	立方碳化硅	立方碳化硅	立方碳化硅	立方碳化硅	立方碳化硅	金刚石	金刚石
加工时间	9S	9S	9S	9S	9S	30S	120S

油石压力为 0.8KG/mm^2 ，冷却液为煤油。

为了便于分析研究，将所测定的残余应力分布曲线图画在一起，其测试结果参见图1~图4。

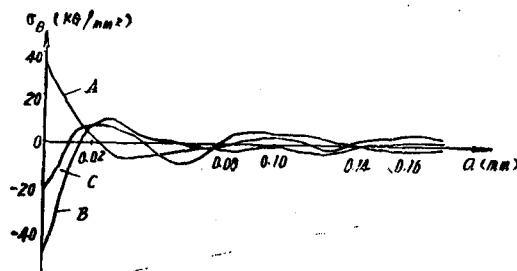


图1 轴承滚道在重磨削、中等磨削和轻磨削后的残余应力比较图
A——重磨削残余应力；B——中等磨削残余应力；
C——轻磨削残余应力。

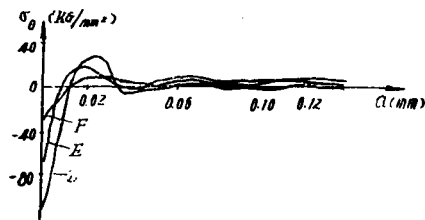


图2 轴承滚道超精加工残余应力比较图
D——油石块摇摆频率为400次/分；
E——油石块摇摆频率为335次/分；
F——油石块摇摆频率为225次/分。

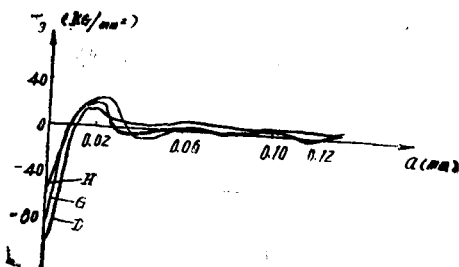


图3 轴承滚道超精加工残余应力比较图
D——工件转速为110rpm；
G——工件转速为80rpm；
H——工件转速为75rpm。

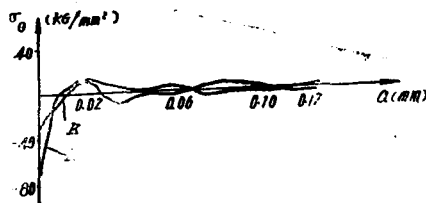


图4 轴承滚道超精加工残余应力比较图
K——超精加工时间为30秒；
L——超精加工时间为120秒。

磨削加工时，磨粒与工件之间发生三种不同的过程：切削、耕耘和摩擦，切削过程即通常磨削，形成连续切屑，材料去除率较高，磨削力较大，磨削温度较高，因此，工件表面形成较大的残余拉应力。本试验中的重磨削(A组)就是以切削过程为主的加工，由于温度影响是主要因素，则表面形成残余拉应力。耕耘过程时大多数磨粒使金属材料在滑动方向上产生塑性流动，小部分材料被破碎而成切屑，磨削力较小，磨削温度较低。本试验中的中等磨削(B组)与轻磨削(C组)是以切削过程为主兼有耕耘过程，由于冷却充分，温度较低，温度影响不是主要因素，故表面将形成残余压应力。摩擦过程是大多数磨粒在金属表面上摩擦，使金属材料发生弹性及塑性变形，金属去除率极小，磨削温度很低，这时形成残余应力的主要因素是由摩擦引起的塑性变形，所以超精加工时表面形成残余压应力。

三、结 论

1) 磨削过程中，重磨削工艺将使表面形成残余拉应力，中等磨削和轻磨削形成表面残余压应力，应力层厚度约为 0.08mm ，所以磨削时应尽量采用有润滑冷却液的磨削工艺。

2) 超精加工过程中, 在试验参数范围内, 加工表面都将形成残余压应力, 应力层厚度较小, 一般约为 $0.01 \sim 0.02 \text{ mm}$, 油石块摇摆频率愈高, 表面残余压应力愈大, 参见图 2; 工件转速愈快, 表面残余压应力愈大, 参见图 3; 加工时间愈长, 形成的残余压应力也愈大, 参见图 4。因此, 为了既能提高加工生产率, 又能得到残余压应力, 应尽量采用工件转速快, 油石块摇摆频率高, 加工时间短的超精加工工艺。

3) 从形成残余应力的机理证明, 超精加工残余压应力主要是由摩擦抛光引起表面层塑性变形而形成的; 磨削残余应力的形成主要取决于磨削温度的高低与冷却条件是否充分, 重磨削时(A组)磨削温度高, 冷却条件差, 因此形成磨削残余拉应力; 冷却条件优良的中等磨削(B组)和轻磨削(C组)形成残余压应力。

X 射线法测定磨削残余应力中的问题及其分析研究

机械工程系 曹永上

本文对测量残余应力的经典 X 射线法进行了分析和标定试验；对磨削表面三维残余应力测量作了初步实践，得到了磨削表面层三维残余应力沿层深的分布；提出了 X 射线应力测定仪用三维应力测量装置的设计设想和 X 射线应力仪测定三维应力的基本方法；并对三维残余应力现有测量方法中存在的问题作了初步分析和研究。

一、经典 X 射线法测定残余应力及其标定

经典 X 射线法基于两维应力状态的假设导出了残余应力和应变公式。在采用聚焦法的 X 射线衍射仪上常用 $\sin^2\psi$ 法测量残余应力。而在采用平行光束法的 X 射线应力仪上则用固定 ψ_0 法。对于某些衍射峰比较低的难测材料可以采用负角度入射法。对于零件转折部份的残余应力以及高角度无衍射线的材料可采用侧倾法。通过对被测工件材质晶面弹性常数(S_1 和 $S_2/2$)的测定(也称标定试验)，可以校验(或标定)X 射线测出的应力值，从而提高测量精度。因此经典 X 射线法对于两维应力状态的残余应力测量不仅理论分析比较完善，而且测量技术方面的研究也比较充分。本文通过对 45# 钢等应力梁进行的标定试验以及对 35# 钢等应力梁进行的正角度和负角度入射法的比较证实了上述分析。

二、磨削表面的三维残余应力及其沿层深分布

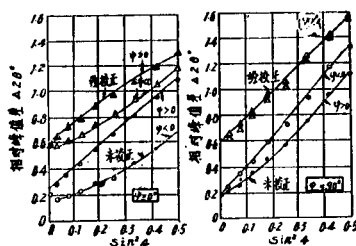


图 1 轴承钢磨削后 $\Delta 2\theta \sim \sin^2\psi$ 关系以及校正的影响

磨削表面在极薄层(约 0.01~0.02mm)内有很大的应力梯度变化，因此用经典法测量得到的 $\epsilon_{\psi\psi} - \sin^2\psi$ ($\Delta 2\theta \sim \sin^2\psi$) 关系不再呈线性。对 $\pm\psi$ ，曲线出现分裂如图 1 所示。这时磨削顺向和逆向测得的应力值不相等。因为经典法是在两维应力状态假设下得到 $\epsilon_{\psi\psi} - \sin^2\psi$ 呈线性关系的。分裂说明磨削表面存在三维应力状态。从弹性力学可知，一点在任意方向的应力应变方程

$$\varepsilon_{\varphi\psi} = \frac{1+\gamma}{E} [\sigma_{11}\cos^2\varphi + \tau_{12}\sin 2\varphi + \sigma_{22}\sin^2\varphi] \sin^2\psi + \frac{1+\gamma}{E} \sigma_{33}\cos^2\psi - \frac{\gamma}{E} (\sigma_{11} + \sigma_{22} + \sigma_{33}) + \frac{1+\gamma}{E} (\tau_{23}\sin\varphi + \tau_{31}\cos\varphi) \sin 2\psi \quad (6)$$

从理论上证实了这种分裂。

X射线法测定三维应力的一般做法:

$$(1) \text{ 令 } a_1 = \frac{1}{2} (\varepsilon_{\varphi\psi+} + \varepsilon_{\varphi\psi-}) = \frac{d_{\varphi\psi+} + d_{\varphi\psi-}}{2d_0} - 1 = \frac{1}{2} S_2 (\sigma_{11}\cos^2\varphi + \tau_{12}\sin 2\varphi + \sigma_{22}\sin^2\varphi) \sin^2\psi + \frac{1}{2} S_2 \sigma_{33}\cos^2\psi + S_1 (\sigma_{11} + \sigma_{22} + \sigma_{33}) \quad (9)$$

$$a_2 = \frac{1}{2} (\varepsilon_{\varphi\psi+} - \varepsilon_{\varphi\psi-}) = \frac{d_{\varphi\psi+} - d_{\varphi\psi-}}{2d_0} = \frac{1}{2} S_2 (\tau_{23}\sin\varphi + \tau_{31}\cos\varphi) \sin 2\psi \quad (10)$$

式中: $S_1 = -\frac{\gamma}{E}$, $S_2 = \frac{2(1+\gamma)}{E}$ 为晶面的弹性常数; d_0 为无应力时的晶面间距, 可由金属学的有关公式或手册确定;

(2) 选择不同的 φ 、 ψ 组合进行测量求得相应的 $a_1|_{\varphi}^{\psi}$ 和 $a_2|_{\varphi}^{\psi}$ 值, 可建立六个独立方程, 然后从中解出六个应力分量。

$$\left. \begin{aligned} \sigma_{33} &= \frac{a_1|_0^0 - \frac{4S_1}{S_2} (a_1|_{45}^{45} + a_1|_{90}^{45} - 2a_1|_0^0)}{3S_1 + \frac{1}{2}S_2} \\ \sigma_{11} &= (a_1|_0^{45} - a_1|_0^0) \frac{4}{S_2} + \sigma_{33} \\ \sigma_{22} &= (a_1|_{90}^{45} - a_1|_0^0) \frac{4}{S_2} + \sigma_{33} \\ \tau_{12} &= \frac{4}{S_2} \left\{ a_1|_{45}^{45} - \left[\left(S_1 + \frac{S_2}{8} \right) (\sigma_{11} + \sigma_{22}) + \left(S_1 + \frac{S_2}{4} \right) \sigma_{33} \right] \right\} \\ \tau_{23} &= \left[a_2|_{90}^{45} \cdot \frac{4}{S_2} \right] / 2 \\ \tau_{31} &= \left[a_2|_0^{45} \cdot \frac{4}{S_2} \right] / 2 \end{aligned} \right\} \quad (11)$$

在 D-C6X 射线衍射仪上利用侧倾装置对 45# 钢磨削试样进行了三维应力沿层深分布的测定和磨削用量变化的粗略试验。结果见表 1 和表 2。

结果表明, 磨削表面存在着较大的应力梯度。表面在重磨后残余应力方向转向拉应力。但测出的拉应力值不大, 其原因之一很可能是产生微裂纹造成应力释放所致。经退火处理过的磨削表面残余应力较未经退火处理过的为小。将沿磨削方向的应力 (σ_{11}) 用经典法处理的结果与三维处理的结果比较(见图 2 和表 1), 不仅图形相似, 而且相对变化量的大小也比较接近。但二者在数值上差距较大, 而实际应力是定值, 这就要通过标定来鉴别。因此需要尽快解决三维应力的标定。

三、三维应力现有测定方法存在的问题

1. d_0 的影响

通过简单的分析知道 d_0 的误差对测量结果的影响之大达到 10^4 数量级。现有三维应力测量时常需要对预定的 d_0 值作一定的改动, 以使计算结果适当。这说明了研究三维应

表 1 45#钢磨削试样三维应力沿层深分布测定结果

应力分量 层 次	σ_{11}	σ_{22}	σ_{33}	τ_{12}	τ_{23}	τ_{31}
0	-49.11	-61.22	-42.54	-2.62	-0.42	-3.89
1	-68.50	-73.52	-52.71	0.22	-0.15	4.32
2	-58.36	-62.92	-47.09	0.08	-0.08	2.66
3	-57.57	-61.81	-50.27	1.06	0.08	-2.05
4	-46.23	-49.46	-47.15	0.40	0.17	0.68
5	-45.35	-45.58	-47.17	-0.49	-0.87	-0.53
6	-41.62	-41.62	-46.47	0.15	0.00	0.15

应力沿层深分布图

表 2 45#钢试样不同磨削条件下的表面三维应力(kg/mm²)

磨削条件	σ_{11}	σ_{22}	σ_{33}	τ_{12}	τ_{13}	τ_{23}
轻磨5 μ m+冷却	-49.11	-61.22	-42.54	-2.62	-3.89	-0.42
淬火轻磨5 μ m+冷却	-38.22	-64.11	-25.65	+4.31	+2.86	+0.46
淬火轻磨后退火再轻磨5 μ m无冷却	-25.77	-56.09	-22.91	-2.58	-3.06	+0.76
淬火重磨20 μ m, 无冷却	+8.79	-11.07	-15.69	-7.84	+3.11	+0.35

力的标定和新的测量方法的必要性。

2. 测倾装置上测点位置的定位误差

从三维应力测量时测点位置的定位误差提出了侧倾装置必须保证的要求。

四、X射线应力仪上实现三维应力测定的设想

1. 固定 ψ_0 时三维应力测量原理的探讨

分析了在X射线应力仪上测量三维应力的负 η 倾角侧倾法和无 η 倾角侧倾法。

2. X射线应力仪用三维应力测量装置

按侧倾装置要求设计了如图3的应力仪用三维应力侧倾装置。

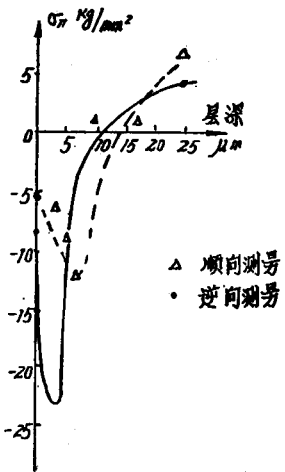


图 2 二维 σ_{11} 沿层深分布

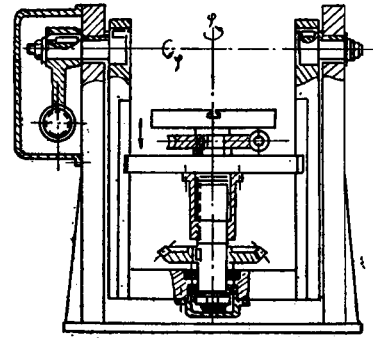


图 3 三维应力测量装置

组合机床多轴箱计算机辅助设计

机械工程系 曾宪章 曾 英 韩业兴等

一、概 述

在整台组合机床设计过程中,多轴箱须按所加工工件和工艺要求进行专门设计,是组合机床设计中最关键的一个环节。整个设计过程,繁琐费时,易出差错。故研究利用电子计算机对组合机床进行辅助设计,对改革设计工作具有重要意义。

多轴箱 CAD 系统,按其组成和功能特点,可分为下列五个子系统:即传动系统设计子系统、光笔图形显示技术子系统、传动件校核子系统、数据库技术子系统和自动绘图技术子系统,其相互关系如图 1。

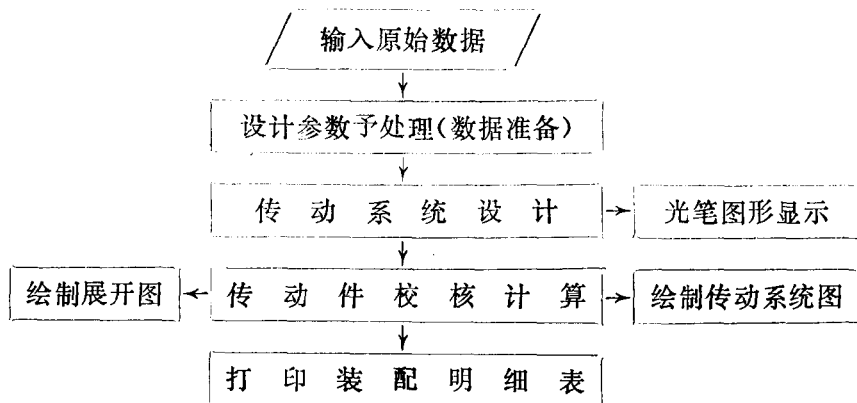


图 1 系统的组成

二、系统的设计

(一) 传动系统设计

1. 优化目标和主要约束条件

所设计的传动系统,可能存在多种设计方案,在进行分析比较各个方案时,按以下优化目标进行评价:

- (1) 中间传动轴数尽可能少;
- (2) 齿轮个数尽可能少。

在传动系统的每一步设计工作中,须遵循一定的约束限制。主要的约束条件有:

- (1) 齿轮、轴、轴承、箱体壁间互不干涉;
- (2) 最小齿数限制;
- (3) 单级速比限制;
- (4) 主轴转速允差限制;

(5) 保证齿轮啮合传动关系和距离关系；

(6) 保证传动轴的强度和刚度；

(7) 保证齿轮轮齿的弯曲强度和接触强度。

此外，还须保证主轴转向一致和主轴一般不带动主轴以及一些结构上的约束和限制。

2. 基本设计方法：

传动系统的基本的设计方法是将一个多轴、多齿轮、多排次的复杂齿轮传动机构分解成若干组二个已知轴间的连接，并最后将其连成一个整体。

3. 传动系统设计过程

根据主轴的分布特性，在一定的距离范围内，可以将它们分解为若干单元的传动组合，规则的如圆周分布或等腰梯形分布，不规则的则是几个近轴的“任意”分布，然后设置一个中间轴作为公用轴通过若干对齿轮，将它们带动起来，就形成一个“轴集”。这是传动系统设计行之有效的重要方法，它充分体现出“一带多”的设计优化目标。

轴集设计完成后，再逐步将“轴集”与“轴集”连接，形成“传动小链”，而传动小链间的不断连接，将最终完成传动系统的设计。

(二) 光笔图形显示技术的应用

光笔图形显示装置是一种人一机交互型计算机输入输出的外部设备。光笔显示技术，是 CAD 技术中很重要的一个组成部分。

在传动系统设计中，通过光笔图形显示装置，设计者所设计的中间结果和最终结果，将以字符和图形的形式，在萤光屏上显现出来。利用光笔和键盘等人机对话设备，对所显示的图象实时地进行增删修改。这种直观地图形和字符显示，可使设计者的思考能力与计算机高速运算有机地结合起来。为指示传动系统设计方向、寻找最佳设计方案、提高设计质量和缩短设计周期起着重要作用。

在“人一机”交互对话的情况下，本系统还可对多轴箱油泵轴和手柄轴的设计。

(三) 传动件校核计算

校核计算的内容包括齿轮的强度、轴的强度和刚度、轴键的剪切应力和轴承的寿命。

传动件的校核计算适用于下列情况：

(1) 标准直齿轮(分圆压力角为 20° ，齿高系数为 1，径向间隙为 $0.25M$)，齿轮材料为 45 钢，齿轮寿命为 10000 小时。

(2) 标准直径的轴 ($d = 15, 20, 25, 30, 35, 40, 50, 60\text{mm}$)；轴的应力 $\leq 8\text{kg/mm}^2$ ，最大挠距比 ≤ 0.00002 ，轴承处转角 $\leq 0.0016 \sim 0.005$ 弧度，轴扭转角 ≤ 0.5 度/米，安装齿轮处转角 ≤ 0.001 弧度，键的剪切应力 $\leq 6.5\text{kg/mm}^2$ 。

(3) 轴承工作寿命为 10000 小时。

传动件通过上述校核计算，如发现某些参数不合格时，可通过电子计算机自动修正。如发现齿轮的原设计模数不合格时，将自动改变齿轮材料来修正设计。当发现轴的强度或刚度不足时，将自动增加轴的直径进行修正。当发现轴承寿命低于规定要求时，将自动改变轴承的类型或尺寸来提高其寿命。

此外，系统还逐一检查各传动件在空间位置上是否干涉。并应用有限元法对箱体进行变形计算分析，以了解对传动质量的影响。

(四) 专用数据库的研究

本系统采用分层数据模型(即层次结构或树状结构)。数据库的层次序列以文件名(或通道号)和相应的功能子程序段来描述和标识,即根据不同的文件名和相应的子程序段把数据检索引向不同的深度(层次)。存贮结构和存取方法是采用分层顺序存取和分层索引顺序存取方法,并提供数据库的简单维护功能。

数据定义语言(DDL),是采用程序包(这些子程序除了对模式—逻辑结构、物理结构、记录、组项、数据项进行分析、判断、解释、处理外,还兼有其他功能),利用通用语言 FORTRAN 来完成的。

(五) 自动绘图技术的应用

组合机床多轴箱传动系统装配图是采用多层次结构的积木块法,每一积木块基本上表示一个子图形或零件以及它们的复合图形。因此对图形的各相应积木块,分别编制出子程序,通过输入数据,以文件形式记入磁鼓中。在联调时调用鼓中数据自动绘制出主视图及展开图。

此项应用对检索型 CAD 实现系列产品自动绘图取得了较好成果。目前所建立的程序包能检索十四种箱体零件及其配套零件、一百根轴以下任何方案的传动系统图、十二种主轴部件及六十种中间轴部件,并打印出箱体各零件明细表。

三、结 语

本项目历经三年时间,由上海交大、机械工业部自动化所,大连组研所负责,有上海机电设计院,清华大学、机械工业部第三设计院、大连机床厂等单位参加,目前已能对一般多轴箱及传动系统进行设计。通过对一些典型设计实例进行计算机辅助设计,证明设计思想是正确的,所设计的方案是较佳的,能够输出各种规定的表格和绘制传动系统图及展开图。这样一个包括光笔显示、自动绘图和数据库的较完整的计算机辅助设计系统,在国内还未有先例。国外虽有报导,但很少实际内容,可资借鉴的资料也极少。故本系统的研制成功,填补了国内空白,为 CAD 技术在机械工业中的应用作出了有益的贡献。

从经济效果方面来看,所研制的程序,对于提高设计质量、缩短设计周期效果较为显著。所设计的产品结构较之人工设计一般均减少了中间轴数和齿轮个数,初步实现了优化目标。通过传动件校核计算,保证了设计计算的正确性和合理性。数据库系统提供了轴结构装配表等。从在国产 DJS-6 机和国产 X-Y 绘图机和光笔图形显示装置,其设计效率从所设计的十多个实例来看,较之人工平均可提高效率十倍以上。

附传动系统设计实例如图 2 及图 3

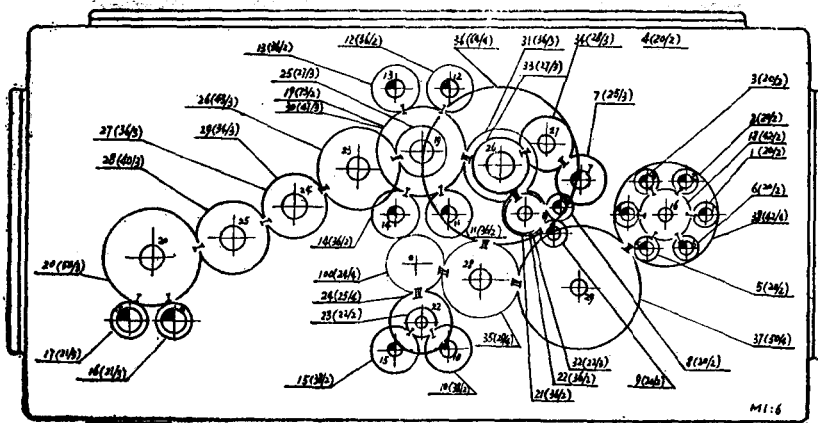


图 2 传动系统设计实例之一

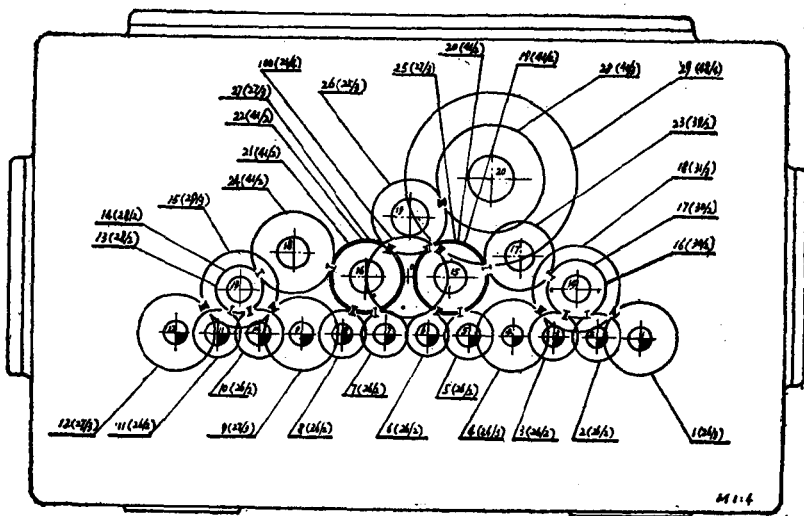


图 3 传动系统设计实例之二

光笔图形显示在组合机床计算机辅助设计中的应用

机械工程系 曾宪章 徐永利

一、引言

光笔图形显示装置是一种“人—机”对话型的计算机外部设备，是计算机辅助设计的有力工具。为了提高多轴箱设计工效，改善多轴箱设计质量，我们已研制成功一个组合机床多轴箱计算机辅助设计系统。本文所介绍的则是该设计系统中利用光笔图形显示装置，进行传动系统设计的有关问题。

在多轴箱传动系统计算机辅助设计中，采用“人—机”结合的办法，让人的智慧和思考能力与计算机的高速运算功能结合起来，用人工干预的方法，在人的设计思想指导下，利用光笔图形显示装置，通过人—机交互设计方法，就可能得到传动系统设计的合理解或较优解。

实践证明，在组合机床计算机辅助设计中，利用光笔图形显示装置，“人—机”对话地进行设计，可以指示设计方向、找寻合理设计方案、提高设计质量和缩短设计时间，而且程序研制工作也大为简化。

二、多轴箱传动系统设计中的图形显示

多轴箱传动系统设计中图形显示的基本原理是：将所显示的图形按光笔图形显示装置构造图形的基本原素予以分解，再利用光笔系统提供的图形显示软件组合和拼接，选定适当的比例和坐标，在屏上相应的位置上予以显示。

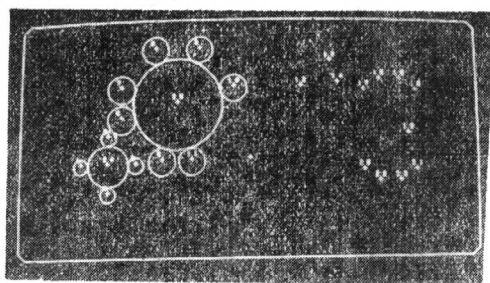
多轴箱传动系统设计各阶段图形显示主要过程如图 1。

三、交互式设计的应用

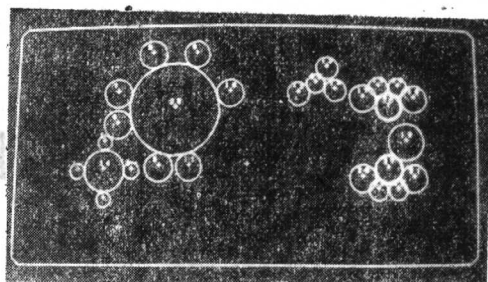
光笔图形显示装置有一个显著的特点，就是可以利用它把所要执行的应用程序的各个子程序与光钮或程序键一一对应起来，再通过点光钮操作或键盘操作来调用这些子程序，就能按人为意图安排应用程序的执行过程。充分利用光笔图形显示装置具有的显示和修改图形的功能以及实时输入和输出的功能，就可以在“人—机”交互对话的情况下进行多轴箱油泵轴和手柄轴的设计。

油泵轴的设计主要过程如图 2。

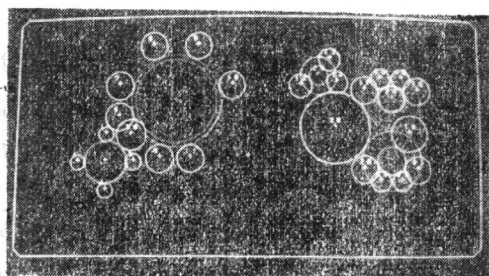
完成油泵轴设计后，可按以下步骤设计手柄轴。首先，点光钮使计算机执行显示子程序，把多轴箱传动系统完整地显示出来。然后再点光钮，使计算机执行手柄轴设计子程序。此时，屏上出现信息，提示设计者选择一个合适位置的中间轴作为手柄轴。设计者通过键盘输入选定的中间轴轴号后，计算机就检查该轴的轴径和转速。如符合要求，就显示



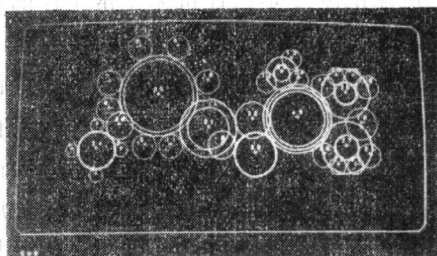
(1) 完成圆周分布主轴轴集设计



(2) 完成其它主轴轴集设计

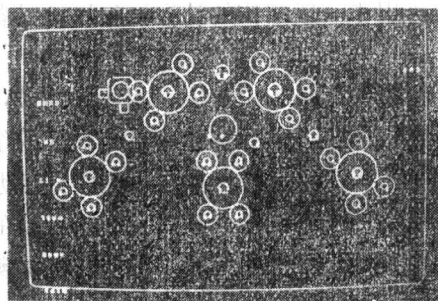


(3) 传动轴轴集设计全部完成

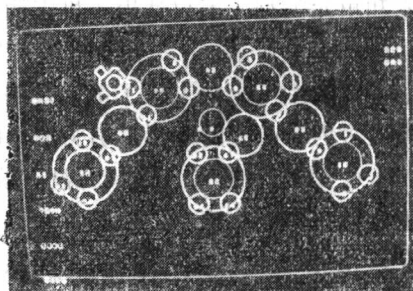


(4) 与驱动轴连接完成, 设计成功

图 1 多轴箱传动系统设计图形显示主要过程



(1) 在屏上显示油泵轴



(2) 改变油泵方位, 设计成功

图 2 油泵轴的设计

出成功信息, 否则要重新设计。

四、结 语

根据以上所述原理, 我们已用北京 738 厂编制的 DJS-6 机的 FORTRAN 语言和西安交大研制的 751 型光笔图形显示装置软件, 编制了有关应用程序, 解决了组合机床多轴箱传动系统设计中的图形显示, 实现了多轴箱油泵轴和手柄轴交互作用的设计, 取得了较为满意的结果。

尽管这方面的研究还是初步的, 但已足以说明, 组合机床计算机辅助设计中研究利用光笔图形显示装置“人—机”对话进行设计, 是一项有现实意义的工作, 并且该项技术不限于组合机床计算机辅助设计中应用, 在机械工业的其它产品计算机辅助设计中都具有广泛的实际意义。

(全文在上海加工学会讨论会上宣读 1982 年)