

电视摄像机变焦距镜头的 计算机辅助设计

任庆华 杨 牧 赵 虹 王延凤

摘要: 本文详细论述了用CAD技术完成电视摄像机变焦距镜头辅助设计的技术途径和具体过程。设计中用CAD的概念设计技术生成了全部零件的实体模型、生成了带有零件体积、密度、重量、重心、惯性矩、惯性积等属性的文件。用FORTRAN语言和AI (Application Interface) 编写了计算整个系统质心及在变焦距时, 质心偏摆的计算程序, 计算了质心偏摆曲线, 找出了应有的平衡位置。对设计所提出的各种材料的设计方案进行了重心计算、并提供了可靠的修改依据。

最后用计算机和绘图仪绘制了全部(光学件、机械件、总装图)图纸。

由于采用了CAD技术, 对设计的零件均可多次优化确保设计一次成功。可消除由于难以算准质心及偏摆大小而导致的设计——加工——修改——再设计——再加工的反复, 是我所CAD技术第一次成功地用于工程辅助设计的很好实例。

一、前 言

我所于1988年7月经美国MISC公司引进了美国Auto-Trol公司的CAD系统^{[1][2]}, 设备安装后即着手了概念设计、有限元分析、接口软件开发、PCB设计、制鞋CAD等项研究工作。

1989年5月着手进行电视摄像机变焦距镜头的计算机辅助设计, 它是在我所把ACD技术用于工程实际中的第一次尝试。

实际设计过程证明CAD技术确实可解决过去靠人工计算或微机所不易解决的问题。如果不是CAD就不能生成零件的实体模型, 也就无法算重量、质心……更无法准确计算系统的质心偏摆曲线也无法保证在各设计阶段进行优化以促使设计一次成功。

CAD技术本身的潜力还很大, 本应用还仅只是开始, 它必将随着各项工程的高技术要求而逐步展现其强大的技术力量。

二、问题的提出

由于工程项目要求, 该电视摄像机需装在陀螺平台上, 因而对设计提出了苛刻的要求。

1. 整个摄像机的重量不得超过3 kg。
2. 系统质心位置要与安装面重合, 总偏离 $<100\text{g}\cdot\text{cm}$ 。
3. 变焦距过程中, 由部件运动所产生的质心偏摆小于 $\pm 50\text{g}\cdot\text{cm}$ 。
4. 完成各种设计方案(硬铝、殷钢)的计算分析, 能对设计修改提出指导意见。
5. 用计算机完成全部图纸。

按上述要求该项设计必须做到

1. 在设计阶段即能计算每个零件的重量及质心位置（相对于该件的局部座标）
2. 进行零件位置的座标转换计算各种设计方案下的系统质心位置
3. 计算运动部件运动所引起的质心偏摆、画出偏摆曲线
4. 按偏摆曲线找出平衡位置进行总体平衡。

用一般的设计和计算方法根本无法在短时间内一次完成合乎要求的设计。恰当的运用 CAD 技术可减少零件设计——加工的多次反复。

三、TV 摄像机变焦距镜头的 CAD 设计

（一）生成实体模型

要想完成上述大量繁复的重量及质心计算，只有借助于计算机，既使用计算机如果是用排公式的方式计算，也很麻烦，并易出错，这里零件的实体模型是用 CAD 工作站的软件生成的。

我所引进的美国 Auto-Trol 公司的 S7k 软件中有生成实体模型 (Solid-modeling) 的功能。正确运用该软件，可根据各零件的设计草图、生成该零件的实体模型、该技术属于 CAD 的概念设计技术^{[3][4][5]}，其基本方法是运用软件提供的各种体素 (Primitive) 球、柱、立方体、锥、楔形块、环等经布尔逻辑运算 (Booiling Operation) 形成合乎零件形状尺寸的实体模型，其实质是用计算机模拟零件的具体加工过程，比如一根轴，可先选定一根棒料（即生成一基本圆柱）由布尔减 (Subtract)，加 (add) 或交 (Intersect) 完成两端径的切削、键槽的铣削、钻中心孔、倒角等最后得到如图 1 的轴的实体模型。

运用这种方法首先生成

1. 光学件的实体模型

光学件的设计草图是根据光学计算结果得到的，一般情况应主要依据光学设计要求来修改、本设计中由于有质心偏摆的设计要求就必须兼顾二者。

变倍与补偿两个镜组是变焦距摄像过程中要动的主要部件，前者向后动，后者向前动。



图 1 实体模型生成的基本模式

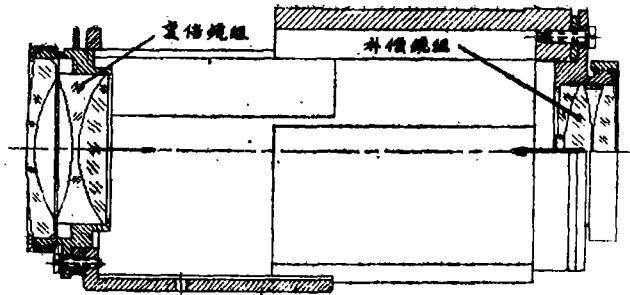


图 2 变倍与补偿镜组的移动

变倍与补偿镜组也是影响变焦距过程中质心偏摆的敏感部件，它们设计的好坏直接决定能否满足质心偏摆 $< 100g \cdot cm$ 的技术指标，因而在设计初期：

- (1) 所有移动的机械零件要在保证不变形等基本要求的条件下尽量轻。

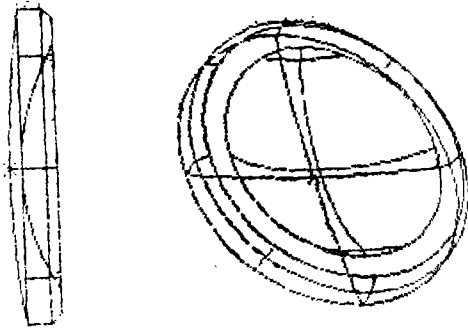


图3 光学件的实体模型线框图

(2) 光学件尽量薄、轻。

(3) 使变倍与补偿组二者之重量比靠近1:3。机械件经过几次反复修改计算最终使设计满足了要求全部移动件总重为124.2804g。在每次反复中均由计算机生成新零件的实体模型，如每次加工了一个新零件一样，两个镜组的设计一次趋向完成、不必多次加工真实的零件来计算修改。图3为光学件(GO-4)的实体模型线框图。

2. 一般机械件的实体模型

一般机械零件是按图纸尺寸及形状要求先分解成各个基本几何形状，用软件中提供的体素，按反复变换的局部坐标位置在应该生成的位置上生成该几何形状、再经恰当的布尔运算即可得到零件的实体模型。图4为连接架的实体模型线框图

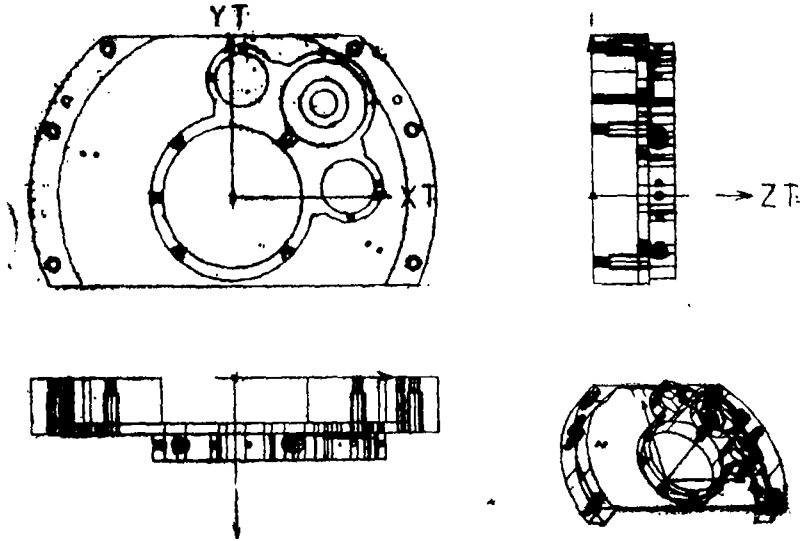


图4 连接架的实体模型线框图

3. 变焦距凸轮的实体模型

凸轮的实体模型不能用一般机械件实体模型的生成方法生成，因为凸轮上有两条特殊曲线，该曲线是按光学设计，在变焦距时，变倍镜组与补偿镜组各自应移动的位移而计算的是一种特殊的指数曲线。

为了生成真实的凸轮实体模型，这里所采用的办法与零件的真实加工过程相似，即先生成凸轮圆柱的基本形状，其后按光学设计给定的数据使之每次转一特定角度，再向应移动方向移动一相应距离，在此位置处用布尔减去掉一铣刀直径，如此反复，如每次转 2.5° 经近70个循环，即可打通一条曲线，两条曲线就需140次操作。在实际生成时，为省时间，不是转的零件，而是转坐标，移坐标，进而又对坐标转角度，和坐标原点移距离的操作编制了，KSL (Key Strike Log in) 程序，它是一种菜单追踪记录文件。利用KSL程序可把旋转和移动局部坐标的十几步操作在1—2秒钟内完成可节省时间几十倍。图5为凸轮曲线生成图。

如果操作不出错误大约在 2 小时内即可完成凸轮的实体模型。旋转的角度越小（例如 0.5° ），生成的凸轮曲线越光滑，也可用有一定重合度的小长方体来切凸轮曲线，图 6 为凸轮实体模型着色图的照片。

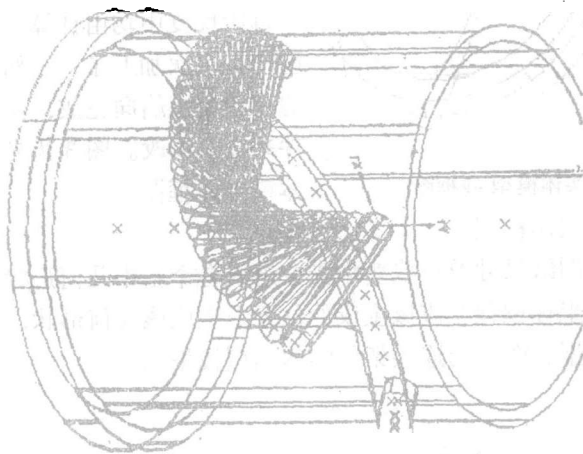


图 5 凸轮曲线生成图



图 6 凸轮实体模型着色图

（二）重量及质心计算

1. 零件的重量及质心计算

当零件的实体模型生成后，S7k 软件本身有能力直接计算出零件的重量及质心，并给出一系列与质量有关的物理量，比如，体积、惯性矩、惯性积、质心的局部坐标及绝对坐标等，根据要求可生成各零件含有上述信息的带 .t 的文件。图 7 为凸轮（Par13）的 Par13.t 文件。

如果不是用 CAD 技术仅只计算像连接架这样的—一个零件的重量及质心位置，人工用计算机算大约需 1 小时，用微机编程序算要几分钟，而用 CAD 软件算则只需几秒钟。而对于像凸轮这样的零件，不用 CAD 几乎是很难算，这一点是 CAD 技术在本课题设计中最节省时间意义最大的一部分。

```

ID CNT      = 5
PART NAM    = node_1305f:::(ren/tvc)par13a.gl
USER ID     = ren
DATE       = 12/06/89
TIME       = 17:00:57
PROB ID    = h-57000F/12-34-f20
0.0000000, 0.0000000, 1.0000000
0.0000000, 1.0000000, 0.0000000
-1.0000000, 0.0000000, 0.0000000
-2.0000000, 132.2020000, -72.9086200
0.0000000, 0.0000000, 1.0000000
0.0000000, 1.0000000, 0.0000000
-1.0000000, 0.0000000, 0.0000000
0.0000000, 0.0000000, 0.0000000
██████████
3-D PROPERTIES
SURFACE AREA                = 0.0000
VOLUME                      = 23979.7800
WEIGHT                      = ██████████
XT CENTER OF GRAVITY        = ██████████
YT CENTER OF GRAVITY        = ██████████
ZT CENTER OF GRAVITY        = ██████████
XT MOMENT OF INERTIA        = 60272610.0000
YT MOMENT OF INERTIA        = 57654190.0000
ZT MOMENT OF INERTIA        = 21446400.0000
XYT PRODUCT OF INERTIA     = -2159280.0000
XZT PRODUCT OF INERTIA     = -1166984.0000
YTZT PRODUCT OF INERTIA    = -1175768.0000
FIRST PRINCIPAL MOMENT OF INERTIA = 61551970.0000
SECOND PRINCIPAL MOMENT OF INERTIA = 56443980.0000
THIRD PRINCIPAL MOMENT OF INERTIA = 21377250.0000
FIRST PRINCIPAL XT COMPONENT = 0.8689
FIRST PRINCIPAL YT COMPONENT = 0.4934
FIRST PRINCIPAL ZT COMPONENT = 0.0397
SECOND PRINCIPAL XT COMPONENT = -0.4941
SECOND PRINCIPAL YT COMPONENT = 0.8693
SECOND PRINCIPAL ZT COMPONENT = 0.0127
THIRD PRINCIPAL XT COMPONENT = -0.0283
THIRD PRINCIPAL YT COMPONENT = -0.0307
THIRD PRINCIPAL ZT COMPONENT = 0.9991
    
```

图7 凸轮的质量信息文件

2. 系统的重量及质心计算

当各个零件均生成了带·t的主件后，即可编写程序，计算整个摄像机系统的重量及质心。

计算总重量很简单，只要读各零件带·t的文件，把各个重量值相加、即可。

计算质心则要根据理论力学的法里昂定理：

$$\sum M = 0$$

$$\begin{cases} \sum M_x = 0 \\ \sum M_y = 0 \\ \sum M_z = 0 \end{cases}$$

来计算

零件的·t文件只给出该零件质心的局部坐标位置 (XT₀, YT₀, ZT₀)，为求得该零件在总体坐标中的位置需先送入该零件局部坐标原点在系统的总体坐标中的位置(x, y, z) 这一值可由总装图给出，其次要判断零件的局部坐标与总体坐标是否一致，如一致，则零件在

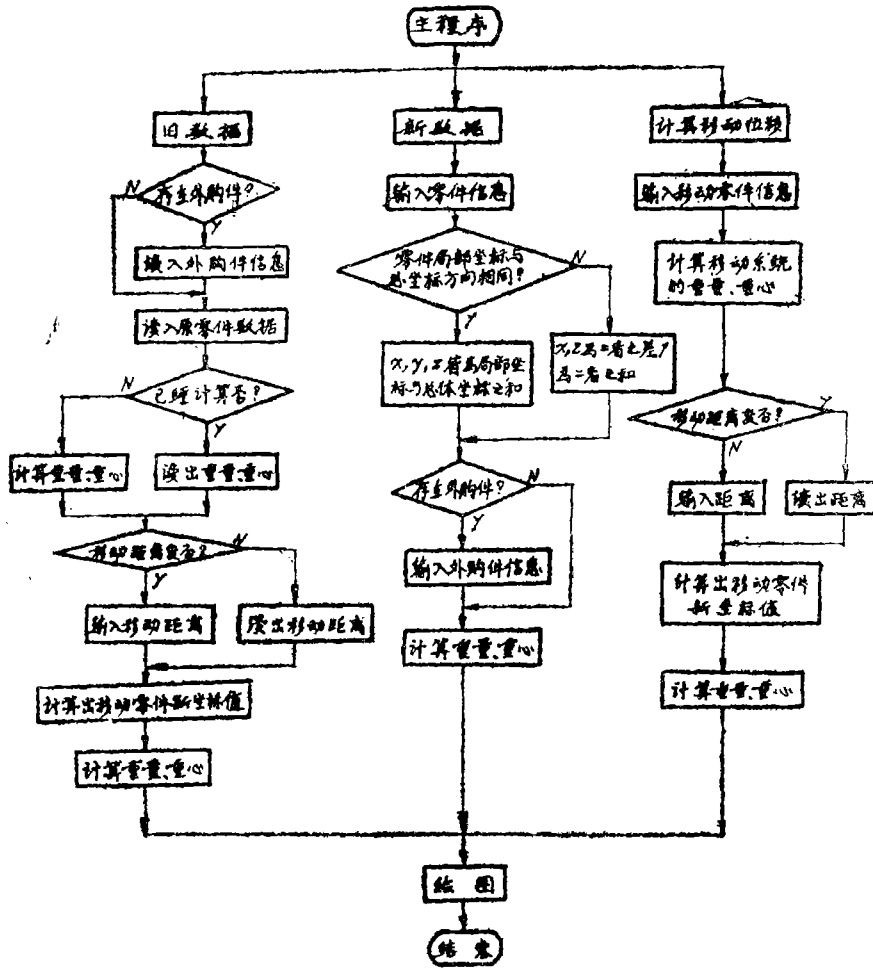


图 8 计算系统重量及质心的程序框图

总体坐标中的质心位置为加

$$\begin{cases} x_0 = x + xT, \\ y_0 = y + yT, \\ z_0 = z + zT, \end{cases}$$

否则为减。

此外，系统中还有外购件及标准件，均应按其在总体坐标中的位置及实际重量 参予 计算。由于系统中所用标准件不多，总重量约为10—15g 只为系统总重量的 0.5% 计算中可勿 略不计。图 8 为计算系统重量及质心的程序框图。

图 9 为殷钢方案计算时所用的由各零件·t 文件所获得的输出文件

该文件是由用 FORTRAN 编写的计算重量及质心的主程序 UAPPL 与 S 7 k 的 AI (Application Interface) 接口、在 S 7 k 软件内经人机会话送入各零件局部坐标点是在 系统总体坐标中的值 (x、y、z) 判断坐标方向及计算后获得。该文件给出了系统的总重量 及质心位置。

TOTAL PARTS NUMBER 60											
NO.	PART NAME	K0	Y0	Z0	XT	YT	ZT	XC	YC	ZC	WEIGHT
1	PAR1.S.T	0.0000	0.0000	-97.4000	0.0000	1.0637	14.7064	0.0000	1.0837	-112.1084	85239.6300
2	PAR2.T	0.0000	0.0000	-104.1460	0.0000	-0.2756	2.5302	0.0000	-0.2756	-101.6158	4878.7880
3	PAR3.T	0.0000	0.0000	-105.4000	0.0000	1.8624	24.1928	0.0000	1.8624	-81.2072	54514.5500
4	PAR4.T	0.0000	0.0000	-92.2000	0.0001	0.1935	0.9404	0.0001	0.1935	-91.2596	930.3400
5	PAR5.T	0.0000	0.0000	-86.2580	0.0002	-0.1886	5.2998	0.0002	-0.1886	-80.9582	5311.2740
6	PAR6.T	0.0000	0.0000	-60.4560	0.0000	0.1318	3.0341	0.0000	0.1318	-71.4881	1114.9390
7	PAR7.T	0.0000	0.0000	-60.5630	0.0000	-0.2686	0.4510	0.0000	-0.2686	-68.1120	117.9948
8	PAR8.T	0.0000	0.0000	-65.6630	0.0000	0.2416	0.7971	0.0000	0.2416	-64.8659	1449.1810
9	PAR9.T	0.0000	0.0000	-71.6630	0.0000	0.6367	6.4237	0.0000	0.6367	-65.2393	6536.1080
10	PAR10.T	0.0000	0.0000	-63.4530	0.0000	1.5897	14.6875	0.0000	1.5897	-48.5655	10357.7000
11	PAR11.T	0.0000	0.0000	4.6000	0.0000	1.4594	34.6611	0.0000	1.4594	-30.0611	47121.4300
12	PAR12.T	0.0000	0.0000	29.6000	-0.0470	-0.2849	53.3188	0.0470	-0.2849	-23.7188	104979.5000
13	PAR13.T	0.0000	0.0000	-57.4000	-1.7034	-1.6970	39.1657	-1.7034	-1.6970	-18.2343	64745.4100
14	PAR14.T	0.0000	31.2500	6.1000	0.0000	0.0011	4.8655	0.0000	31.2511	10.9855	332.9096
15	PAR15.T	0.0000	0.0000	0.0000	8.0357	15.6851	16.4142	8.0357	15.6851	16.4142	210455.9000
16	PAR16.T	43.8000	3.8300	15.6000	0.0000	-0.7601	8.0857	43.8000	3.0699	23.6857	4662.9680
17	PAR17.T	3.8300	43.8000	15.6000	0.0000	-0.7601	8.0857	3.8300	43.0399	23.6857	4662.9680
18	PAR18.T	0.0000	0.0000	38.5600	0.0789	-0.0019	2.2822	-0.0789	-0.0019	36.2178	10612.7800
19	PAR19.T	0.0000	0.0000	5.1000	0.0789	-0.0019	2.2822	0.0789	-0.0019	7.3822	10612.7800
20	PAR20.T	0.0000	0.0000	32.5000	0.0001	-0.8199	4.1311	0.0001	-0.8199	36.6311	21296.5400
21	PAR21.T	0.0000	22.0000	37.0000	0.0000	-3.2479	-1.4825	0.0000	18.7521	35.5175	346.9997
22	PAR22.T	0.0000	0.0000	44.5000	0.0000	0.1957	2.6719	0.0000	0.1957	41.8281	4062.5450
23	PAR23.T	0.0000	0.0000	59.0000	0.2956	0.7035	18.4745	-0.2956	0.7035	40.5255	123139.9000
24	PAR24.S.T	0.0000	0.0000	61.0000	0.0000	-0.2899	1.3385	0.0000	-0.2899	59.6615	8767.5470
25	PAR25.S.T	0.0000	0.0000	66.0000	0.0000	0.6221	5.7125	0.0000	0.6221	60.2875	25209.8500
26	PAR26.T	0.0000	0.0000	90.5000	0.0000	-0.0704	1.4981	0.0000	-0.0704	89.0019	7808.2520
27	PAR27.T	0.0000	0.0000	48.5400	0.0000	0.0112	0.3631	0.0000	0.0112	48.1769	37.6574
28	PAR28.T	0.0000	0.0000	53.3900	0.0000	0.0616	1.9283	0.0000	0.0616	51.4617	1091.0470
29	PAR29.T	0.0000	0.0000	43.0000	0.0000	0.0318	0.5895	0.0000	0.0318	43.5895	1396.7060
30	PAR30.T	0.0000	0.0000	52.2200	0.1045	-0.8108	10.3262	-0.1045	-0.8108	41.8938	10150.7500
31	PAR31.T	0.0000	0.0000	40.5000	-0.2644	-1.0688	6.8237	0.2644	-1.0688	33.6763	6962.4990
32	PAR32.T	0.0000	0.0000	28.0000	0.0000	0.0116	0.5890	0.0000	0.0116	27.4110	2923.8240
33	PAR33.T	0.0000	0.0000	17.9110	0.0001	-0.0778	2.2902	0.0001	-0.0778	20.2012	1632.6130
34	PAR34.T	0.0000	0.0000	20.6410	0.0000	-0.1134	1.4295	0.0000	-0.1134	22.0705	251.5867
35	PAR35.T	0.0000	0.0000	15.4210	0.0000	-0.6689	4.2467	0.0000	-0.6689	19.6677	9961.9810
36	PAR36.T	0.0000	0.0000	18.0210	0.0000	0.0222	0.5194	0.0000	0.0222	18.5404	2081.9940
37	PAR37.T	0.0000	0.0000	15.4000	0.0000	-0.2157	2.3374	0.0000	-0.2157	13.0626	4585.2740
38	PAR38A.T	0.0000	0.0000	0.0000	0.6745	7.1875	-4.5185	0.6745	7.1875	-4.5185	398588.7000
39	PAR39.T	0.0000	38.0000	-9.4000	0.0001	-2.2072	0.4849	0.0001	35.7928	-8.9151	1240.3560
40	PAR40.T	0.0000	0.0000	18.1640	0.0000	-0.3765	20.7457	0.0000	-0.3765	-2.5817	49668.7700
41	PAR41.T	0.0000	77.0000	-10.0000	0.0000	-0.1183	13.9470	0.0000	76.8817	3.9470	26649.1300
42	PAR42.T	0.0000	0.0000	5.6000	0.0111	0.0805	1.2707	0.0111	0.0805	6.8707	12361.2100
43	PAR43.T	0.0000	0.0000	11.6000	0.0373	0.0555	3.6712	-0.0373	0.0555	7.9288	19759.1200
44	PAR44.T	0.0000	0.0000	20.6000	-4.6264	-2.3448	4.6552	-4.6264	-2.3448	25.2552	3730.0000
45	60_1.T	0.0000	0.0000	-100.3990	0.0000	-0.5761	3.4347	0.0000	-0.5761	-96.9643	77374.0100
46	60_2.T	0.0000	0.0000	-94.7690	0.0000	-0.2320	5.9179	0.0000	-0.2320	-88.8511	80800.8500
47	60_3.T	0.0000	0.0000	-83.5200	0.0000	0.2322	6.1434	0.0000	0.2322	-77.3766	57042.9900
48	60_4.T	0.0000	0.0000	-73.2230	0.0000	-0.0100	2.2000	0.0000	-0.0100	-71.0230	8848.3230
49	60_5.T	0.0000	0.0000	-68.2230	0.0000	-0.0141	3.3897	0.0000	-0.0141	-64.8333	9846.4730
50	60_6.T	0.0000	0.0000	-64.5430	0.0000	0.0344	3.1346	0.0000	0.0344	-61.4084	6897.8210
51	60_7.T	0.0000	0.0000	15.9310	0.0000	-0.0287	1.4287	0.0000	-0.0287	17.3597	4399.8298
52	60_8.T	0.0000	0.0000	17.1310	0.0000	-0.0328	2.5267	0.0000	-0.0328	19.6577	4382.7780
53	60_9.T	0.0000	0.0000	21.9110	0.0000	-0.0463	2.1959	0.0000	-0.0463	24.1069	3844.6780
54	60_10.T	0.0000	0.0000	30.3200	0.0000	0.0096	1.4152	0.0000	0.0096	31.7332	1207.1820
55	60_11.T	0.0000	0.0000	32.0300	0.0000	-0.0003	7.1835	0.0000	-0.0003	39.2135	8738.6778
56	60_12.T	0.0000	0.0000	45.6700	0.0000	0.0117	1.3670	0.0000	0.0117	47.0370	1068.2508
57	60_13.T	0.0000	0.0000	48.5400	0.0000	0.0162	0.7191	0.0000	0.0162	49.2591	860.1534
58	60_14.T	0.0000	0.0000	49.7500	0.0000	0.0506	1.6398	0.0000	0.0506	51.3898	1403.8888
59	PAR45.T	0.0000	0.0000	105.5000	0.0000	-0.0265	9.5840	0.0000	-0.0265	95.9160	19744.7980
60	PAR46.S.T	0.0000	0.0000	87.5000	0.0000	-1.6693	11.8588	0.0000	-1.6693	75.6412	75810.2800

图9 由d文件所获得的输出文件

3. 变焦距时运动件质心偏摆计算

摄像机变焦距时是电机带动凸轮旋转，从而在凸轮曲线槽中的挡钉带动变倍及补偿镜组沿z轴相向而动，系统中的其它零件在变焦距时保持不动、因而只要算出全部转动及移动件的质心偏摆曲线也就得到了系统质心偏摆的结果。

为此可只对运动件仍然用上述计算重量及质心位置的程序在凸轮每转5°时，送入各运动件局部坐标原点在总体坐标中的位置，经判断计算而获得各转角下的质心位置并画出曲线。图10为变焦距时运动件的质心偏摆曲线

由图可知凸轮转动的始终点并非偏摆的极大、极小值、偏摆曲线的峰谷差值大约为6.2791mm，运动零件的总重量为124.2804g，其乘积：

$$78.037 < 100g \cdot cm$$

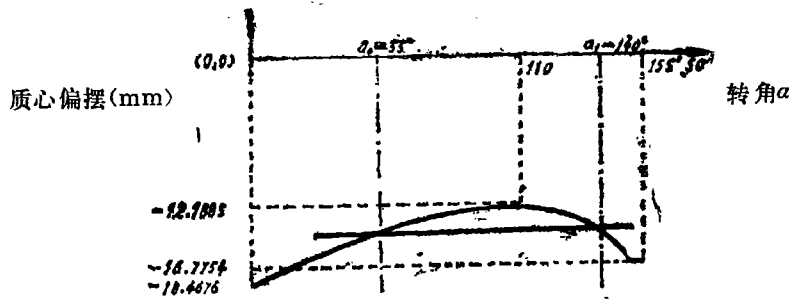


图10 变焦距时运动件的质心偏摆曲线

已满足设计指标。

计标中为节省时间省略了由于凸轮转动而引起的它本身质心在 x 、 y 、 z 三方向的偏摆仅只计算了各移动零件在 z 轴方向的质心变化、大约可能产生 0.5~1% 左右的误差，这对工程计算已足够了，

4. 各种设计情况的计算结果

全部计算的目的是为了指导设计，根据每次计算结果修改设计，使设计逐步逼近要求。

由于在设计过程中，已经用 CAD 技术对变倍及补偿镜组的滑架，比较重的连接板连接架，后主体分别做过重量及结构的优化因而使整个设计方案一次成功。对设计提出的殷钢方案也进行了重量和质心的计算，为设计提供了修改依据。现将几个结果（凸轮均为极大转角时）列表于下：

表 1

方 案	计算结果	总重量 (g)	质心位置 (mm)			质心偏摆 z 轴 (g·cm)	备 注
			x_0	y_0	z_0		
方案 1 (硬铝件方案)	初始设计	2401.588	-6.7290	-3.4153	-1.2516	300.582	
	修改设计	2368.641	-6.1271	-3.4877	-0.9677	229.213	
方案 2 (部分殷钢件)	初始设计	2672.757	-6.0492	-3.0514	7.0013	1871.277	
	修改设计	2581.530	-5.6313	-3.1836	0.0286		

由表 1 可看出，2 种方案初始计算结果总重量符合要求，为了给下一步的平衡留有充分裕量，均做了进一步的修改设计，以使结果更为可靠。

5. 系统的平衡

为了使在变焦距过程中系统的偏摆对称，系统平衡时凸轮的位置应设定于偏摆曲线的中间位置即图 10 中的横线位置该处所对应的凸轮转角为 α_0 及 α_1 。（大约为 55° ， 140° ）即计算凸轮转角为 α_0 或 α_1 时的系统总重量及质心位置，求得对各轴的不平衡力矩 M_x 、 M_y 、 M_z ，进而可提出施加平衡重的各种方案（各种平衡重大小和施加位置）表 2 给出了各方案各平衡重施加位置建议和该处的初始条件。

最终可根据结构的具体情况经多次计算在适当位置选取合适的平衡重并使之满足设计指标。现有的程序将会使平衡计算节省很多时间。

(三) 绘制全部工作图

表 2

平衡重大小及施加重施加方案	平衡位置条件		硬铝方案 凸轮转角 $\alpha_0(\alpha_1) = 55^\circ$, 总重 $W = 2368.64$			平衡位置 质心			殷钢方案、平衡位置 凸轮转角 $\alpha_0(\alpha_1) = 55^\circ$ 总重 $W = 2581.530$			平衡位置 质心		
			$x_0 = -6.1271$ $y_0 = -3.4877$ $z_0 = -0.7653$						$x_0 = -5.6313$ $y_0 = -3.1836$ $z_0 = 0.2144$					
	平衡重		x_i	y_i	z_i	平衡重	x_i	y_i	z_i	平衡重	x_i	y_i	z_i	
1														
2														
3														

变焦距电视摄像机的全部图纸均由计算机和绘图仪绘制，主要是依靠计算机系统中所装的绘图软件。

1. 零件图的绘制

对较复杂的零件可先从已生成的实体模型中拉出线框图，在此基础上根据零件的设计草图做取舍再加入补充视图以完成符合要求的零件工作图。软件本身有自动注尺寸、注公差、注形位公差等各种功能。对于一些软件还不包括的符号可自己生成，系统中已用 AI 把向量汉字加到了绘图软件中，因而可用点菜单的方式把汉字加到图形的任何位置，图11为用计算机绘得的连接架工作图

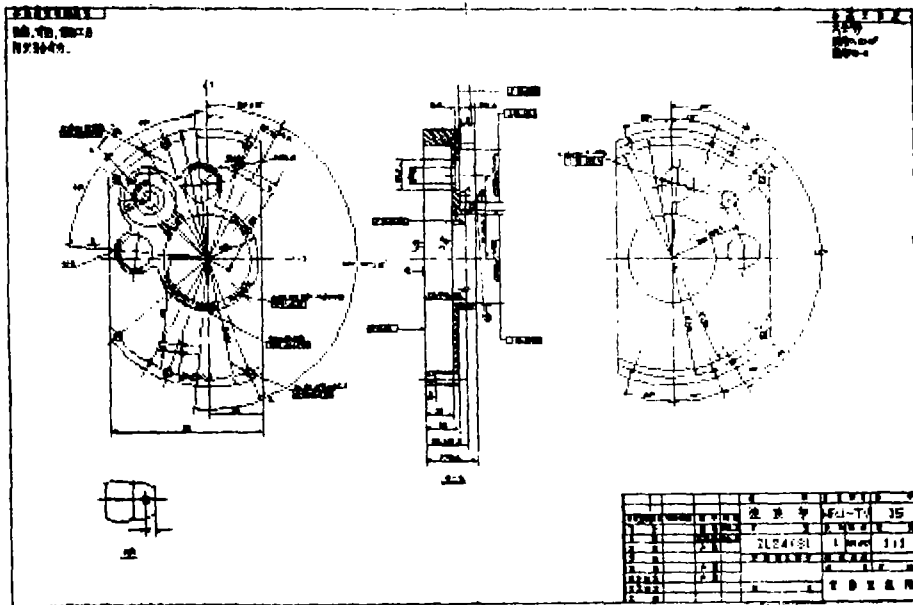


图11 连接架 (Par 15) 的工作图

一般的简单零件既可由实体模型拉出工作图也可直接由设计草图绘出，二种方法均很方便。

2. 总装配图的绘制

基本上是运用绘图软件按设计草图一笔笔画上的，但可充分利用计算机的各种功能进行

修改、放大、缩小、自动标记、快速存取等操作。图12为计算机绘得的总装图，标题栏已全部使用了汉字。

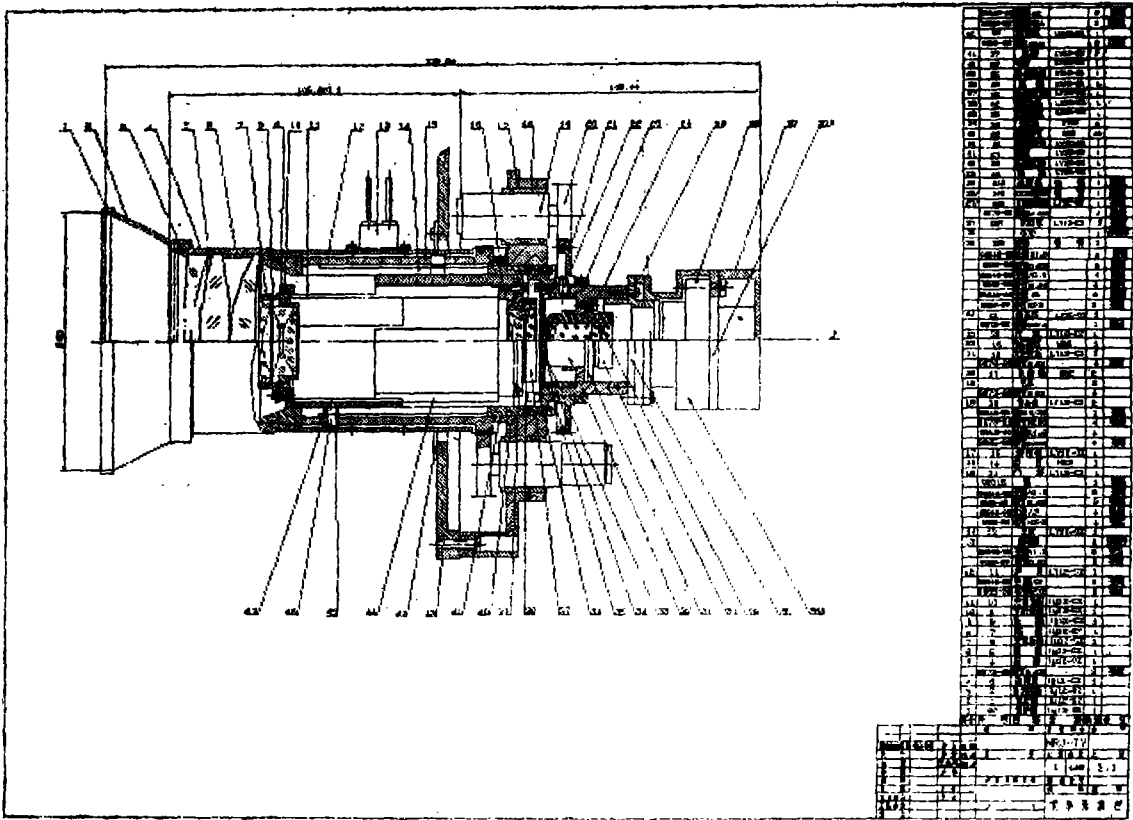


图12 变焦距电视摄像机的总装图

四、结 束 语

由于采用了CAD技术较好的解决了本变焦距电视摄像机设计的一些特殊要求，生成了全部零件的实体模型，计算了全部零件的重量、质心位置、系统的总重量及质心位置，画出了系统在变焦距过程中质心偏摆曲线、对殷钢及硬铝二种方案均做了计算分析找出了系统平衡位置，提出了平衡重施加方案，使得整个设计在各个设计阶段均可按计算的指导方向进行修改、优化，最终保证设计一次成功。虽然设计、计算多化了一些时间，但却消除了设计→加工→样机实验的反覆，增强了设计的可信度，实际上是节省了时间，提高了设计的科学性。

由于用计算机绘制了全部图纸保证了图纸的均一、美观、修改方便。全部图纸及计算程序占硬盘存贮空间大约为25M。

该项设计是我所CAD技术用于实际工程项目的第一次，也是成功的一次尝试，它掀开了在我所用CAD系统软件进行辅助设计的第一页。当然，由于CAD技术的应用刚刚开始，在设计过程中难免要走些弯路，存在缺点，软件的功能也有不尽人意之处，这些均有待努力和改进，相信，随着今后的发展，CAD技术必将在我所的方方面面研究和设计工作中发挥更大

的作用。

参加本课题设计工作的还有熊经武、卢苇、卢锷等同志，他们均对本文的具体内容做了指导、在此一并表示感谢。

参 考 文 献

- [1] 任庆华, 《计算机世界》 1988. 11, 9
- [2] 任庆华, 《光学机械》 1989, No.3
- [3] 任庆华, 《光学机械》 1989, No.4, 3-6
- [4] 任庆华, 《光学机械》 1989, No.4, 7-15
- [5] 任庆华, 《光学机械》 1989, No.6

Computer Aided Engineering Used for TV Camera Zoom Lens

Ren Qinghua Yang Mu Zhao Hong Wang Yanfen

Abstract

In this paper the approach and the procedure to complete the TV camera zoom lens design by means of CAE technique have been stated. The solid modeling for all parts has been created in terms of the concept design of CAE. The files which give the attributes such as volume weight, center of gravity moment of inertia, product of inertia for every part are generated. Based on the weight and center of gravity gained from each part the program is compiled with FOTRAN and AI for calculating the center of gravity and the center of gravity shift. The center of gravity shift curve is showed. The proper balance position is indicated. The system center of gravity is computed with different materials (aluminium, invar). The computation offers a reliable standard for modification.

Finally all drawings for optical and mechanical parts and assemblies are drafted with computer and plotter. It is due to using the CAE technique the optimization in every designing step can be carried out for many times. By this way the design can be successfully finished within one period. This is a fine example in which the CAE technique has been perfectly used in our institute.