

太阳紫外光谱监视器的概念设计

任庆华

(中国科学院长春光学精密机械研究所, 长春 130022)

摘要 本文论述了太阳紫外光谱监视器概念设计的内容, 方法及各种后处理技术手段, 并用计算机辅助设计方法完成了太阳紫外光谱监视器壳体的线框、面、实体模型及监视器整体的概念设计。

关键词: 概念设计; CAD; 太阳紫外光谱监视器

1 引言

太阳紫外光谱监视器是在地球外层空间研究太阳紫外光谱的一个重要仪器。由于整个仪器设备要由地面发射到外层空间, 因而该仪器的设计质量不仅影响仪器本身的测试精度, 而且还关系到发射装置, 火箭功率等一系列问题。设计指标除要求保证光学测试的高精度外, 还要求仪器本身紧凑、布置合理、重量轻、这就必须对整个仪器进行系统优化设计。

依据当代优化设计的观点, 则需借助计算机首先对整个仪器或主要零部件进行概念设计, 使仪器的初始设计方案能清楚, 直观地展现在计算机屏幕上, 使设计人员能从三维的立体空间考虑, 审查, 评价, 改进整个仪器设计质量, 获得各种设计参数(重量, 重心, 转动惯量等)。因而为提高仪器整体设计质量必须先进行太阳紫外光谱监视器的概念设计。

2 太阳紫外光谱监视器概念设计的内容和要求

传统工业设计的一般过程是根据某项工业设计的具体要求, 在收集必要的数据和资料的基础上, 工程师或设计师依据他们的丰富知识和经验, 先在头脑中建立一个初始设计模型。经详细构思后, 由他们自己或其它技术人员把这一想法绘成工程草图做为初始方案, 再经讨论, 分析、计算、修改确定设计方案、画出工作图、加工样机。样机再经各种试验找出存在的问题, 修改设计, 再试产, 最后确定产品图纸, 定型投产。如果是一个较为复杂的产品, 这一过程可能要反覆几次, 拖长设计周期。

进入八十年代以来, 由于工业设计中引入了计算机技术, 上述的各环节均可用计算机辅

助进行。使传统的工业设计变为三个由计算机辅助进行的设计过程。

1 初始方案的概念设计,简称概念设计。它是以各种图形软件中的基本图形生成模块,建模模块为基本支撑。主要功能是建立设计者头脑中的设计模型。

2 分析计算的优化设计,简称优化设计。它是以各种强大的有限元分析程序为主要手段可进行各工况环境下的计算分析、冲击振动模拟。主要功能是经过叠代设计消除设计中可能存在的问题,优化设计可使设计一次成功。

3 最终方案的详细设计,简称详细设计。它是以各种使用方便的计算机交互绘图软件为基础,使绘图工作计算机化。主要功能是人机交互绘图。图 1 简明地表示了现代工业设计过程。

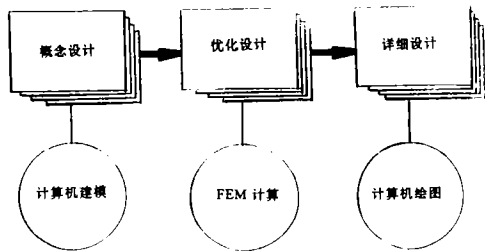


图 1 现代工业设计过程

太阳紫外光谱监视器的概念设计就是指上面提到的用计算机辅助设计手段建立太阳紫外光谱监视器的设计模型。其任务是以计算机高级图形软件为基础,以软件所具有的形象、完美的表达功能为手段,把太阳紫外光谱监视器设计者头脑中的初始设计概念,生动具体地展示到计算机屏幕上。为了能真实全面地反映设计对象,太阳紫外光谱监视器的概念设计应完成设计对象的三维构造、即应能真实地表达设计对象的尺寸关系,装配关系,以及其它更能充分表现设计物的各种信息(几何、物理属性),而且这种三维构造不应只是一种三维图,它还应能根据设计与评审的需要做各种视图配布变换。

根据上述要求,太阳紫外光谱监视器的概念设计应包括下述四项内容。

1 完成三维线框模型的概念设计。

这种三维线框模型应能表示初始设计主要零部件的尺寸关系,结构配布的拓扑关系。比如,太阳紫外光谱监视器的壳体是一个复杂零件。用二维平面图表示,至少要六个视图,还需做许多剖面才能表达清楚。即使是一个专业人员也需花几个小时才能由此平面图形成设计结构的三维概念,但如果完成了三维线框模型的概念设计,则可得到初始设计的轴侧图。这种轴侧投影图是由计算机自动生成的,只要按空间坐标送入初始设计的各个尺寸,生成点、连线、进行视图变换,就可获得初始设计的三维线框模型。如果所用软件具有消隐功能则可更清楚地表示初始设计的三维结构。

2 完成面模型的概念设计

面模型能更清楚的表示初始设计零部件各面之间的拓扑关系,形成更完整鲜明的空间概念,还可对各面赋以实体号,颜色,层次,笔号等属性,使它被观察时更生动,直观。对面模型还可进行各种艺术处理,使面模型成为表示初始设计的最好手段。

3 完成实心体的概念设计

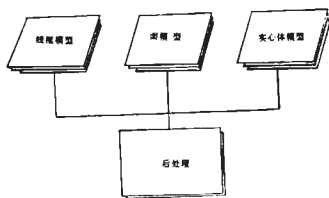
由于实心体模型是封闭的实心体、不开口、无缝隙,是所设计零部件实实在在的真实反映。实心体模型生成后,可进一步获得所设计零件各种物理量,几何量的文件。可得到该零件的质心、转动惯量、重量、惯性矩,惯性积等。由实心体模型还可得到零件的着色图,消隐图。如果软件版本新,还可获得所设计零件的不同颜色,不同照光的更为美观的着色图。

4 完成概念设计的后处理。

如果没有完善的后处理, 即使完成了全部必须的概念设计, 也不能清楚、完美地表面概念设计的结果。这种后处理包括:

- 光度学处理

指打光时选择光源种类, 距离, 方向, 强度, 周围光强度等。



- 色度学处理

指选颜色, 调色, 颜色的饱和度, 光亮度, 昏暗度, 混成度, 透明度等。

- 纹理处理

指纹理选择, 生成新纹理等。纹理处理只能对面模型进行。

- 消隐处理

S7K 软件的消隐处理只能对实体模型进行。

图 2 太阳紫外光谱监视器概念设计的内容

太阳紫外光谱监视器的概念设计必须完成上述四项基本内容。图 2 表示了太阳紫外光谱监视器概念设计的内容。

3 太阳紫外光谱监视器概念设计的方法

3.1 按初始设计生成线框模型

太阳紫外光谱监视器的概念设计是用美国 Auto-trol 软件公司所开发的 S7K 图型支撑软件完成的。在生成线框模型时, 使用了 S7K 软件中生成点、线、圆的模块 (生成点共 15 种方法, 生成线 15 种方法, 生成圆或圆弧 13 种方法), 再加上软件所具有的坐标变换, 视图变换, 图形显示等功能, 只要按初始设计的尺寸, 正确输入计算机即可获得线框模型。图 3 为太阳紫外光谱监视器壳体概念设计的线框模型。

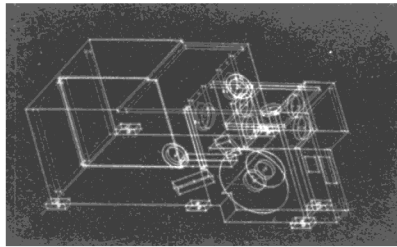


图 3 太阳紫外光谱监视器壳体概念设计的线框模型

由于现用的 S7K 软件 (12.34 版本, 1987 年推出) 还没有完善的消隐功能, 因而线框模型看起来不清楚。在许多新软件中 (如 pro/E) 都有很好的消隐功能, 可以比较清楚地展示线框模型。

3.2 生成面模型

太阳紫外光谱监视器概念设计的面模型主要由 S7K 的造面模块完成。在 S7K 中共有 16 种造面方法, 分属五种造面系统。

- ①平面系统: 如平面

- ②以近似平面为基础的雕塑面系统: 如规范面 (Ruled surface)

③以插块式 (U, V) 网格为基础的雕塑面系统: 如网格状曲面 (Curve mesh), 耐波斯曲面 (NURBS), 具赛尔曲面 (Bezire)

④解析面系统: 如圆锥曲面

⑤各种面的组合系统: 如组合面

由于设计模型主要由基本几何面 (柱、块、球、锥) 组成, 没有复杂的三维雕塑面, 因而只用规范面和圆锥曲面即可生成各个面。

规范面是一种以近似平面为基础的雕塑面, 它既可以是复杂曲面, 也可以是简单平面。其生成原理是, 使一根直线在任意二根空间曲线的端点移动, 当此二根空间曲线是真正的空间曲线时, 即生成复杂的雕塑面, 如果是二根共面的直线或曲线则生成简单平面。用此方法可生成壳体大部分的面。

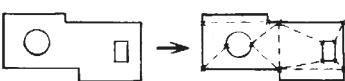


图 4 复杂平面造面时的分割法

在造面时, 常常要根据需要, 做一些必要的分割。比如, 在一阶梯平面上有一方, 一圆的两个孔, 此时, 不能用一种简单方法生成此面, 而需根据孔和圆的分布情况把此面分成若干块, 再对各个块用生成规范面的办法造面。图 4 表示了造面时的分割, 把一个面分成 10 个面。

各个面是由经线—Upath 和纬线—Vpath 表示的, Upath 和 Vpath 的数目可根据需要选择, 数目越大所显示的面越细腻、平滑, 但显示速度变慢, 所占内存增大。图 5 为太阳紫外光谱监视器壳体概念设计的面模型, 如不经恰当的后处理, 由此很难看出各面的拓扑关系。

3.3 生成实体模型

太阳紫外光谱监视器概念设计的实体模型由 S7K 的实体模块完成。实体模型与线框, 面模型的最大差别在于, 它含有非常丰富的信息, 由它不仅可获得长度、角度、距离、体积等几何量, 还可得到重量、重心、转动惯量, 惯性积等物理量。由于它表达的是一个实实在在的物体, 经计算机的恰当处理后, 它即可给出被设计物体的拓扑和工程美学信息, 而且还能展示经艺术渲染的被设计物体的生动图像。

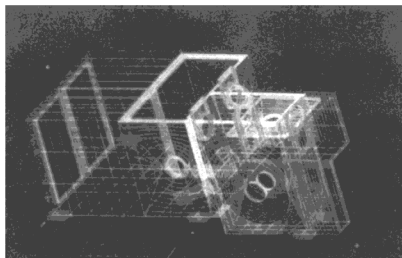


图 5 太阳紫外光谱监视器壳体概念设计的面模型

目前, 实体造型技术主要有两种方法, 一种为 CSG 法 (Constructive Solid Geometry) 称为结构几何实体法, 另一种为 B-Rep 法, (Boundary-representation) 称为边界表达法。我们主要用 CSG 法, 它是由基本三维体素 (块、柱、锥、楔、球、环) 经布尔逻辑运算生成各种复杂的几何体。

生成所设计零部件的实体模型后,即可进一步计算并获得表示各几何量、物理量计算结果的文件。由于在生成实体模型时,计算机已把输入的各种三维体素和所进行过的布尔运算都记录于统一的数据库中,因而可很快地获得表示各种几何量、物理量的计算结果文件。图6为太阳紫外光谱监视器壳体的计算结果文件。其中给出了壳体的准确重量, $W=3.796\text{Kg}$

图7是经过概念设计后处理(着色处理)的壳体着色图。为了清楚地表示壳体的内部结构,图中去掉了部分壳体的外壳。

该着色图直观地表示了壳体的结构。有些软件还可把实体的各部分渲染成不同的颜色,可更清楚地表现被设计物体的结构层次。

3.4 概念设计的后处理

为了使生成的各种模型更加生动逼真,常借助着色来增强这一效果,称之为概念设计的后处理,它主要是对面模型和实体模型而言,对不同的模型后处理的内容和方法也不同。

▲面模型的后处理,共三项内容

①光度学后处理

a 选照光方向,系统定义光线是从外面垂直向屏幕照射过来,即

$$x = 0$$

$$y = 0$$

$$z = -1$$

用户可根据自己的需要,改换照光方向。

b 定周围光光强,系统定义为0.3,可选范围为0—1。

c 选对比度,透明度

- 散射度,0—1可变。此值增加,照光面变暗。

- 光亮度,0—1可变。此值增加,照光面变亮。

改变二者的比例即可调节照光的对比度。

- 透明度,0—1可变,(0—不透明,1—全透明)

d 选光源

共三种光源,所选总数要小于20个,系统定义

```

ID CNT = 5
PART NAM = c:\t11\shale.igh.127\29.990.gh
USER ID = tgh
DATE = 01/29/94
TIME = 09:23:54
FRID ID = h-s7000f12-34 f20
1.0000000, 0.0000000, 0.0000000
0.0000000, 0.0000000, -1.0000000
0.0000000, 1.0000000, 0.0000000
97.0000000, -62.3190500, 168.8732000
1.0000000, 0.0000000, 0.0000000
0.0000000, 0.0000000, -1.0000000
0.0000000, 1.0000000, 0.0000000
0.0000000, 0.0000000, 0.0000000
calculation of BUVER
3-D PROPERTIES
SURFACE AREA = 0.0000
VOLUME = 1406270.0000
WEIGHT = 3796944.0000
XT CENTER OF GRAVITY = 217.0680
YT CENTER OF GRAVITY = 77.2532
ZT CENTER OF GRAVITY = 65.1881
XT MOMENT OF INERTIA = 26026610000.0000
YT MOMENT OF INERTIA = 98457480000.0000
ZT MOMENT OF INERTIA = 104873200000.0000
XTYT PRODUCT OF INERTIA = 19500090000.0000
XTZT PRODUCT OF INERTIA = 19794990000.0000
YTZT PRODUCT OF INERTIA = 75831950000.0000
FIRST PRINCIPAL MOMENT OF INERTIA = 16074120000.0000
SECOND PRINCIPAL MOMENT OF INERTIA = 102607900000.0000
THIRD PRINCIPAL MOMENT OF INERTIA = 110675300000.0000
FIRST PRINCIPAL XT COMPONENT = 0.9416
FIRST PRINCIPAL YT COMPONENT = 0.2451
FIRST PRINCIPAL ZT COMPONENT = 0.2308
SECOND PRINCIPAL XT COMPONENT = 0.2308
SECOND PRINCIPAL YT COMPONENT = 0.8999
SECOND PRINCIPAL ZT COMPONENT = 0.3072
THIRD PRINCIPAL XT COMPONENT = -0.1324
THIRD PRINCIPAL YT COMPONENT = 0.3667
THIRD PRINCIPAL ZT COMPONENT = 0.9232

```

图6 太阳紫外光谱监视器壳体的实体计算文件

- 无限远光源数 = 3, 即太阳光数。
- 散射光源数 = 0, 即灯泡数。
- 定向光源数 = 0, 即聚光灯数。

依据上述四个选择项, 即可定光源种类、方向、强度、对比度、透明度等光度学参数。

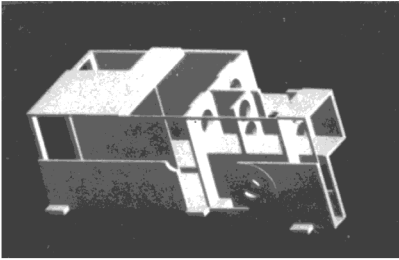


图7 经后处理的壳体实体模型着色图

② 色度学后处理

a 选颜色

可由系统定义, 也可自由选择。对系统定义的 16 种颜色, 还可根据需要进行调色。对 4 平面的机器可有 $2^4 = 16$ 种颜色, 对 8 平面的机器则有 $2^8 = 256$ 种颜色。

b 选着色方式

- Flat, 着色速度快, 平淡。
- Gourad, 着色速度慢, 较光滑。
- Phong, 着色速度最慢, 最光滑。

c 选调饱和度, 光亮度, 混成度和调色度

模型着色后, 仍可根据需要做上述选择, 对各颜色进行调整, 使图像更符合照光要求。

③ 纹理后处理

模型的各个面, 除着色处理外, 还可加各种纹理。系统已定义 38 种纹理供选用, 用户可根据需要再设定所需新纹理加或不加, 加多加少完全视需要定。图 8 为经后处理的壳体面模型着色图, 其底面及隔板面即加了纹理。

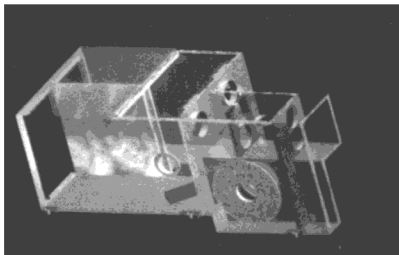


图8 经后处理的壳体面模型着色图

▲ 实体模型的后处理, 共二项内容

① 着色后处理

与面模型的着色处理相似, 要做光度学, 色度学等项目的选择。但由于 S7K 软件只能对实体做一种颜色的着色, 因而后处理过程相对简单, 所获得的着色图 (见图 7) 也比较单调。对有关的后处理选择在此不做详述。

② 消隐后处理

这是实体模型所特有的后处理方法, 由于其算法较复杂, 如果零件复杂, 消隐处理

时有时会出错。图 9 为经后处理的壳体实体模型消隐图。

总的说来, S7K 软件实体模型的后处理不如面模型后处理完善, 有待改进更新。

3.5 生成太阳紫外光谱监视器概念设计的组合模型

为了获得太阳紫外光谱监视器初始设计概括全貌的设计构思, 可在壳体面模型的基础上, 再组装上一些主要零部件, 生成它们的面, 经统一考虑的后处理, 用透明度, 对比度, 颜色, 纹理等方面的差别, 直观、清楚地表现太阳紫外光谱监视器概念设计的组合模型。由于完成组合模型的工作量较大, 且各部件的设计仍在考虑中, 本文还未来得及收入组合模型的实例, 但完成组合模型的方法与前述是相同的。

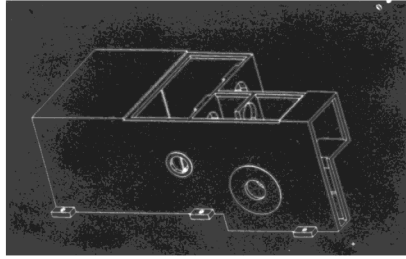


图 9 经后处理的壳体实体模型消隐图

经上述一系列过程, 运用概念设计方法, 以计算机技术为手段, 把太阳紫外光谱监视器的初始设计模型展示到计算机屏幕上。把所需的一系列数据存贮到计算机的统一数据库中。使设计过程数字化、计算机化、形象化。不用加工, 即把设计者头脑中的设计思想转变为真实模型呈现在屏幕上, 为设计评审提供了真实、直观的评估模型, 因而概念设计是初始设计不可缺少的重要环节。

4 结 语

概念设计已成为当今工业设计的第一步。运用计算机技术辅助进行的概念设计已越来越多地为许多设计者所接受。从本文对太阳紫外光谱监视器概念设计的论述中可知它具有如下的优点。

- 由概念设计生成太阳紫外光谱监视器的线框、面、实体模型、再经各种后处理, 可对设计者初始设计有一直观, 层次分明的具体了解。各模型如实地反映了设计思想, 清楚逼真, 一目了然。
 - 由实体模型可获得重要的几何量, 物理量(重量、重心、转动惯量等)数据文件, 准确可靠。
 - 使初始设计过程数字化、计算机化, 形象化。把大量的数据(尺寸、面积、体积、重量)存贮于计算机统一数据库中, 可供随时调用, 检查、修改。
 - 不用加工就把设计者头脑中的设计思想转变为真实, 层次分明的模型。展现于屏幕上, 为设计评审提供了直观、可靠的模型。可做到要数据有数据, 要视图变换有视图变换地提供丰富准确的评审资料。
 - 各模型还可为 FEM 和 CAM 提供基础, 处理接口。
- 总之, 太阳紫外光谱监视器的概念设计完成了该任务初始设计的概念设计阶段, 为设计

评审提供了准确可靠、形象逼真的模型,为进一步分析计算打下了基础。是概念设计在大型空间光学工程项目中实用的一次成功设计尝试。

参 考 文 献

- [1] Auto-trol User's Guide, User Guide, Release 6.0, 1988
- [2] S7K User's Manual, Auto-trol Corp., 1987
- [3] Stewen Walske, Machine Design. 1988, 60 (16): 52-55
- [4] 任庆华, 概念设计. 光学机械, 1989, (4): 3-6
- [5] 任庆华, 遥感相机的概念设计. 光学机械, 1989, (4): 7-15
- [6] 任庆华, 电视摄像机变焦距镜头的计算机辅助设计. 光学机械, 1990, (5)
- [7] 任应华, CAD 曲面造型技术. 光学机械, 1992 (4): 47-53
- [8] 任庆华, CAD 实体造型技术. 光学机械, 1992 (4): 59-66

The Concept Design of Solar Ultraviolet Spectral Mornitor

Ren Qinghua

(Changchun Institute of Optics and Fine Mechanics, Chinese Academy of Sciences, Changchun 130022)

Abstract

The content, method and several postprocessing thechnique of concept design used for solar ultraviolet spectral monitor are stated. By means of CAD technique, the concept design concerned in wireframe, surface, solid models and assembly model of the solar ultraviolet spectral monitor shell has been completed.

Key Words: concept design, CAD, Solar Ultraviolet spectral mornitor