

# 用概念设计技术完成上海机床厂的考题

任庆华

**摘要:** 本文叙述了如何用概念设计技术完成上海机床厂向美国 MISC 公司提出的考题。考题任务: 1. 完成考题的实体模型, 2. 检查零件间干扰, 3. 实现由实体模型绘制工程图。文中用大量的图和照片表明了该考题概念设计的结果。结果说明, 如果正确运用概念设计技术可以较好地完成考题提出的任务。

## 一、问题的提出

1989年2月上海机床厂向美国 MISC (Micro Intelligent Systems Corp.) 公司提出了一项考题 (Benchmark), MISC 公司委托我所用已安装的 CAD 系统来完成该考题。考题提出的要求:

1. 完成部件 (砂轮修整器) 的概念设计。2. 检查零件间干扰。3. 完成概念设计—零件详细设计—部件装配图正式设计的全过程。

要完成此考题所提出的要求, 首先要有能完成上述功能的软件系统, 其次要能正确运用概念设计的技术、正确发挥软件及 CAD 系统的功能。下面仅就如何在我所 CAD 系统中运用美国 Auto-trol 公司的 S7k 软件完成上述考题做一简单论述。

## 二、部件的概念设计——实体模型的生成

整个部件除总装图及标准件外共有图纸10张, 在每张零件图图纸上, 都提供了构成各零件的足够尺寸及数据。装配图也提供了必要的空间装配尺寸, 因而依据所提供的技术材料完全可以进行概念设计。事实上, 设计者在形成设计思想时也就是在头脑中构思成各个零件的尺寸, 形状以及它们在空间的相互位置, 装配关系等。

为了能充分表达部件的各种信息采用实体模型来进行概念设计。针对考题所提出的要求整个概念设计按下述四个系列进行。

1. 逐件装入的装配图 2. 单件图 3. 单件着色图 4. 零件详细设计图

由于实体模型本身就有 *.g1* 和 *.sm* 两种文件, 因而上述四个系列共生成100多个文件。为了表演每个零件又都生成了着色图致使整个设计共占近30M容量。实际上, 如果不着色, 真正为设计所用的文件在一张1.2M的软盘上即可容纳。

所谓“逐件装入的装配图”是按设计思想及空间装配关系, 首先生成最复杂的叫做“体壳”的零件实体模型, 以它为基础把其它各个零件一个个以实体模型装配到应有的空间位置处。也就是说先由三维体素经布尔运算生成“体壳”(实际上, 由于零件比较复杂只用三维基本体素不能完成该模型的生成, 须先对该零件的一些部分进行分割再灵活地运用三维基本体素和各种布尔运算才可生成真实的实体模型)。把生成的体壳放到一个层次上 (Level) 并赋予特有的颜色, 此后以它为基础再生成第二个, 第三个……逐个零件。每加上一个新零件就构

成了有该零件的新装配图，称之为“逐件装入的装配图”。在这些装配图上，每个零件均在自己所持有的层次上，并有自己的颜色以示区别。如此做下去，当各个零件都按空间位置装配好时，整个部件的实体模型即已生成。至此，概念设计的主要任务——把设计思想和数据送入计算机即已完成。其后，则是如何运用软件系统的各种功能，进行零部件显示及布局变化。

以上述逐件装入的装配图为基础很容易获得各个零件的实体模型单件图，只需把该零件所占有的层次以外的各层均遮盖(Blank)掉即可。

为说明问题，现举两个零件为例。图1为零件“内套筒”的装配图，为了清楚起见在打印时特别把该零件的线框加重了。图中黑线加重部分即为内套筒的实体模型线框图。

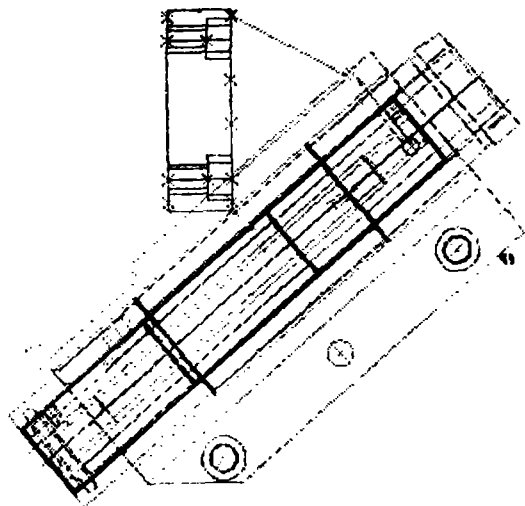


图1 内套筒的装配图

图2为由图1所获得的内套筒实体模型单件图。

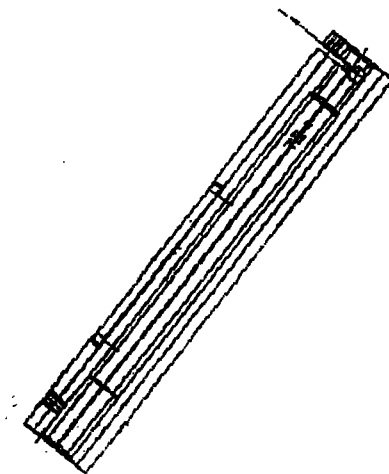


图2 内套筒单件图

图3为把手的装配图，图4为把手的实体模型单件图

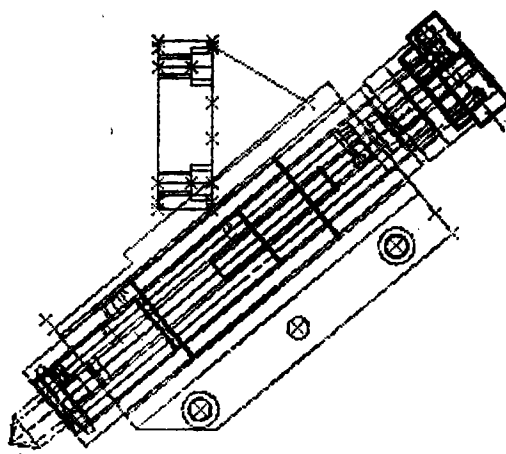


图3 把手的装配图

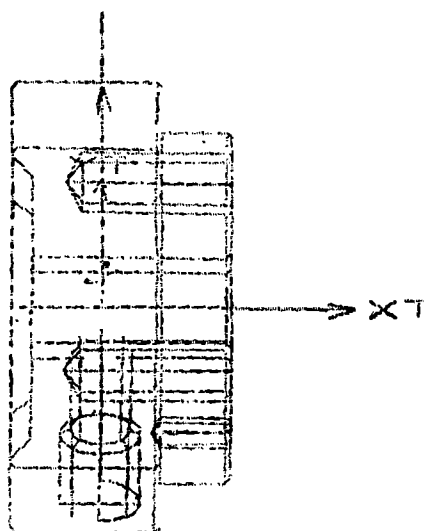


图4 把手的单件图

各个零件的单件着色图则由零件的实体模型单件图经着色处理获得。为展示的清可需要进行各种视图及布局变化。图5为内套筒的着色照片，图6为把手的着色照片。

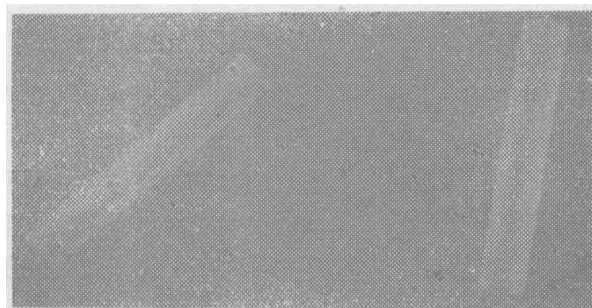


图5 内套筒着色照片

关于零件的详细设计图将在本文的绘制工程图部分详述

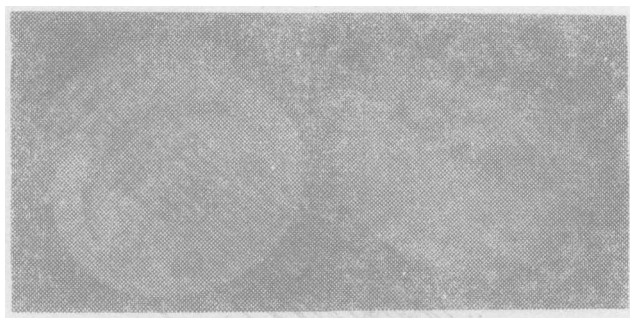


图6 把手着色照片

### 三、零件间的干扰检查

按图纸所给定的数据,零件间尺寸是没有干扰的。为了验证干扰检查功能,在设计逐件装入装配图时,即有意的设置了两处尺寸干扰。一处在内套筒和金刚钻杆间,一处刻度盘和螺杆间。

图7的加重线处即为二个尺寸干扰处。按图纸金刚钻杆和内套筒间的装配尺寸为 $\phi 12d_4$  ( $-0.035$ )为设置干扰,在生成金刚钻杆时有意把装配处的一段圆柱尺寸定为 $\phi 12.2$ ,造成装

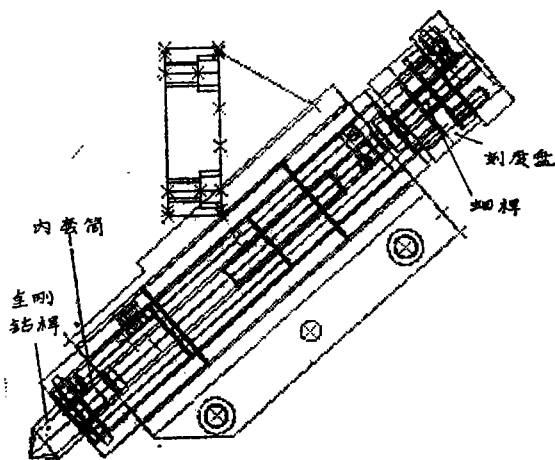


图7 逐件装入装配图中设置了干扰的地方

配处孔小,轴大的局面。同样在刻度盘和螺杆的装配处也把 $\phi 10D_4(+0.03)$ 的装配尺寸对刻度盘改为 $\phi 9.8$ 也造成孔小,轴大的干扰局面。

零件的干扰检查必须在相应的装配图上进行,这期间要进行一系列的人机对话,须按计算机所给出的一层层“菜单”进行选择。如果所检查的零件间无尺寸干扰,计算机经一段时间的计算即会显示“无干扰”的字样。如果二者间确有干扰,则会按你所选定的精度等级和局部座标指示出零件在什么位置上(局部座标和绝对座标值)存在多大的干扰。

图8照片显示了金刚钻杆和内套筒间的干扰检查结果。

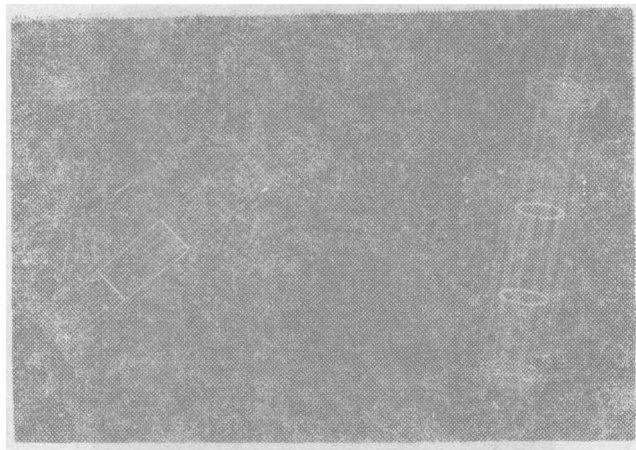


图8 干扰检查结果

能否进行干扰检查是软件本身的功能，对Auto-trol公司的S7k软件来说，检查干扰的“菜单”号为19、10、8，再经一系列的人机对话可得到干扰检查结果。虽然该软件可进行干扰检查，但功能并不完全令人满意，如果能用颜色或其它更鲜明的方式表示干扰处就更好了。

#### 四、绘制零件工程图及部件总装图

现以考题中最复杂的零件“体壳”为例说明如何由零件实体模型单件图绘制零件工程图。图9、10、11为按上述方法生成的零件“体壳”着色图、消除隐线图和实体模型单件图。



图9 体壳着色图

由于零件实体模型单件图已含有零件的全部几何信息，因而可以由单件图生成和绘制零件工作图，这期间根据需要，可能需做一些视图变换和取辅助视图的操作。

对零件体壳来说，按我国制图规则和习惯由正视图和侧视图再加上2—3个辅助视图即可表达该零件的详细设计。为此可把屏幕划分为四部分，上面两部分安排正视图和侧视图，下面两部分安排辅助视图。由于正视图和侧视图中零件的尺寸和线框是相关的，常常会出现消除正视图中的某些不必要的线条时，在侧视图中把需要的线条也消除了。因而由单件图



生成零件工程图时，一定要正确，灵活的运用软件中的视图变换，取截面，增加辅助视图，定义草图，旋转，移动实体……菜单命令，不然是得不到理想的工作图的。图12为由体壳单件图经各种变化而最后生成的体壳工程图。

部件的总装图可以由部件实体模型装配图经各种变换生成，也可直接由二维绘图方式制成。对一些复杂的总装图用后一种方式绘制可能还要简单一些。

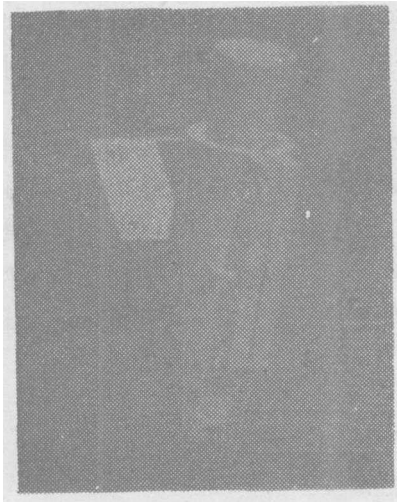


图13 砂轮修整器着色图

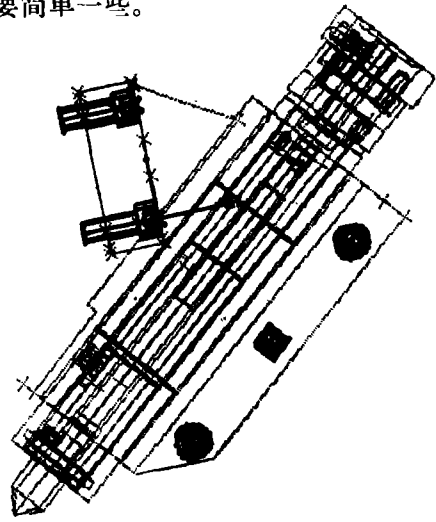


图14 砂轮修整器实体模型装配图

图13为砂轮修整器部件的着色图，图14为该部件的实体模型装配图，其中包含了全部的零件和标准件。可以在此图的基础上生成部件装配图。能否又快、又好的生成该装配图则很大程度取决于设计者的专业知识水平和对S7k软件掌握和应用的水平。图15为最终生成的部件装配图。

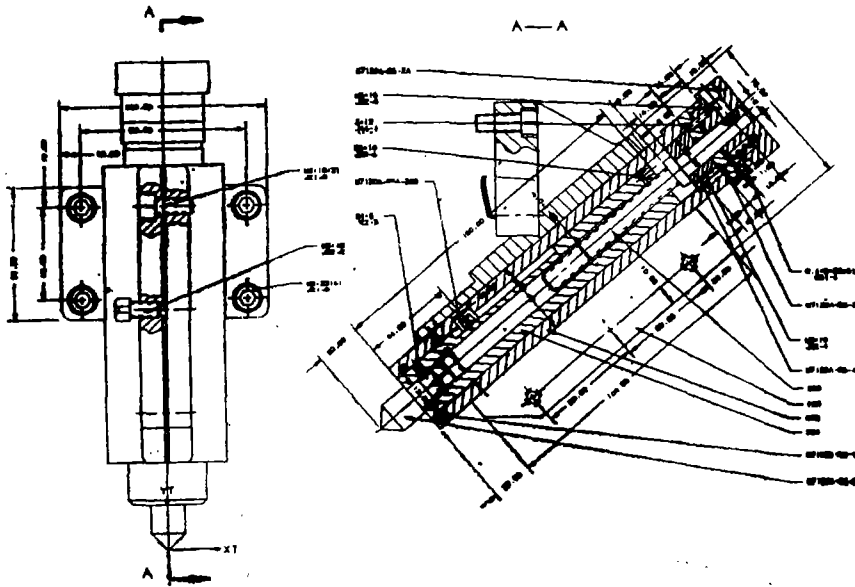


图15 部件装配图

## 五、结 语

由上述可知，正确地运用和发挥S7k的软件功能可以完成考题所提出的三项基本要求，也就是说当设计者头脑中已形成完整的设计思想时，完全可运用概念设计的技术手段把设计思想输入计算机，完成实体造型，再由实体模型生成所需要的零件详图和部件详图。当然，由于软件功能的局限，该过程现在还不能令人完全满意地进行，还需要设计者按设计要求做必要的各种变换。

过去，机械设计一般的流程是设计者依据已有的设计思想先绘制部件装配草图，根据它拆零件图，最后，根据拆出的零件详图再画一遍部件装配图，如无干扰和其它问题，初步设计就算完成了。现今用CAD中概念设计技术手段设计部件则是先生成各零件实体模型的装配图，由它获取零件单件图，经变换生成零件工程详图，进行干扰检查，最终生成部件装配详图。当然还可以有其它更好的设计流程。二者的流程图如图16所示

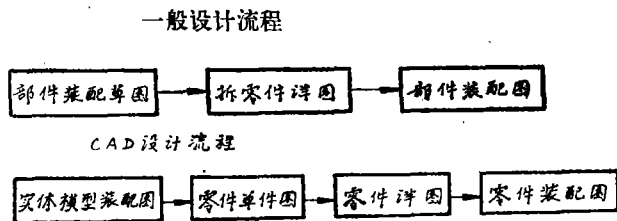


图16 一般设计流程 与CAD设计流程比较

从流程上看，CAD方式似乎步骤并未减少，但实际上只要实体模型装配图生成了，其后各步骤借助计算机要快的多。

最新资料表明，目前已开发出了实体模型参数设计的软件，这将大大方便实体模型的设计和更改，并使实体模型和工程详图设计及数控加工有了更紧密地联系，可以相信随着概念设计技术的发展，必将克服实用中现存的许多不便之处，逐渐使概念设计技术，特别是实体模型直接成为设计者进行设计工作的良好手段，使由实体模型 工程详图的过程更实际，更敏捷。

### Completion of a Benchmark Presented by Shanghai Machine Tool Factory Using Concept Design Technique

Ren Qinghua

#### Abstract

In this paper the way of how to use the concept design technique to complete a benchmark presented by Shanghai Machine Tool Factory to MISC. US is stated. The main tasks of the benchmark is:

1. to complete the solid modeling required by benchmark,
2. to check the interference between the parts,
3. to complete the drawings from the solid modeling.

The concept design results of the benchmark is shown with a lot of figures and shading pictures. It indicates that the tasks required by benchmark can be finished more successfully if the concept design technique is used correctly.