

## 第 17 章 应用实例 5：绘制圆柱蜗轮

操作特点：如前所述，在中心剖面内，阿基米德蜗杆与蜗轮相当于渐开线齿条与齿轮啮合，只是蜗杆齿廓为直线，蜗轮齿廓为渐开线，而且齿形可以是弧形的。因此，为了绘制圆柱蜗轮三维实体图形，可先制定好中心平面以及此平面上的齿廓线，再绘制好拉伸路径，即可沿此路径拉伸齿廓线得到一个圆柱蜗轮齿的三维实体图形。接着，用这个三维实体图形建立一个环形阵列，即可绘制好圆柱蜗轮的三维实体图形，本实例将采用图 17-1 与表 17-1 所示的主要技术参数来说明这一点。

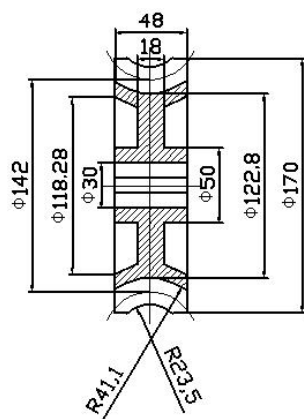


图 17-1 采用的主要技术参数

表 17-1 圆柱蜗轮的主要技术参数（单位：mm）

参数	值	参数	值
齿数	20	模数	8.00
法面模数	7.94	齿宽	≤48.00
喉圆直径	160.00	分度圆直径	142.00
齿根圆直径	122.80	蜗轮齿顶高	8.00
蜗轮齿根高	9.6	蜗轮齿高	17.60
外圆直径	170.00	齿顶圆弧半径	23.50
齿根圆弧半径	41.10	节圆直径	142.00

### 17.1 绘制圆柱蜗轮齿廓线

为了绘制圆柱蜗轮齿廓，可参照前面的实例创建一份使用三维工作空间的图形文件，采用下述步骤来操作。

**步骤 1** 先后在主视图与左视图中绘制好十字中心线。激活左视图，从“绘图”面板中选择绘制“圆”工具的“圆心，直径”选项，并完成下述对话过程。

命令: `_circle`

指定圆的圆心或 [三点(3P)/两点(2P)/相切、相切、半径(T)]:

于 在左视图中选择图 17-2 所示的“交点”

指定圆的半径或 [直径(D)]: 170

接着，选定所绘制的圆，以及位于其圆心处的夹点，如图 17-3 所示，并完成下述夹点比例缩放复制编辑对话。

**\*\* 比例缩放 \*\***

指定比例因子或 [基点(B)/复制(C)/放弃(U)/参照(R)/退出(X)]: C

**\*\* 比例缩放 (多重) \*\***

指定比例因子或 [基点(B)/复制(C)/放弃(U)/参照(R)/退出(X)]: R

指定参照长度 <1.0000>: 170

**\*\* 比例缩放 (多重) \*\***

指定新长度或 [基点(B)/复制(C)/放弃(U)/参照(R)/退出(X)]: 160

**\*\* 比例缩放 (多重) \*\***

指定新长度或 [基点(B)/复制(C)/放弃(U)/参照(R)/退出(X)]: 142

**\*\* 比例缩放 (多重) \*\***

指定新长度或 [基点(B)/复制(C)/放弃(U)/参照(R)/退出(X)]: 132.40

**\*\* 比例缩放 (多重) \*\***

指定新长度或 [基点(B)/复制(C)/放弃(U)/参照(R)/退出(X)]: Enter

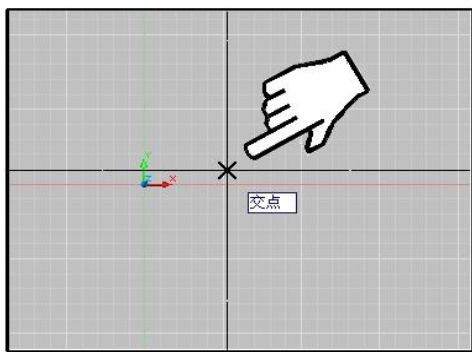


图 17-2 选定“交点”

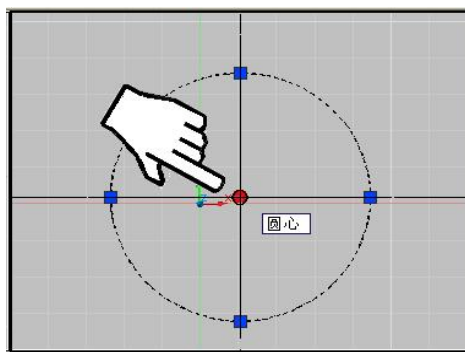


图 17-3 选定“圆心”处的夹点

这一段对话过程绘制了三个新的圆，使得在左视图中可看到四个圆，如图 17-4 所示，它们分别作为圆柱蜗轮的外圆、喉圆、分度圆、齿根圆。接下来，需要使用“交叉”方式选定它们，如图 17-5 所示，然后在主视图选定位于圆心处的一个夹点，如图 17-6 所示，并完成下述夹点移动复制编辑对话，将它们复制在图 17-7 所示的位置上。

**\*\* 移动 \*\***

指定移动点或 [基点(B)/复制(C)/放弃(U)/退出(X)]: C

**\*\* 移动 (多重) \*\***

指定移动点或 [基点(B)/复制(C)/放弃(U)/退出(X)]: @24<0

**\*\* 移动 (多重) \*\***

指定移动点或 [基点(B)/复制(C)/放弃(U)/退出(X)]: Enter

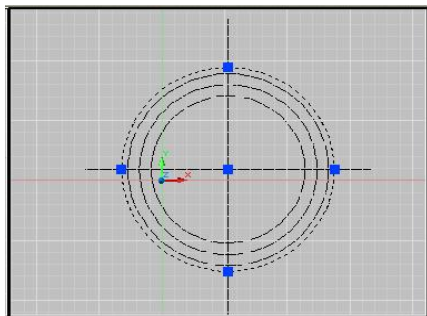


图 17-4 在左视图中可看到四个圆

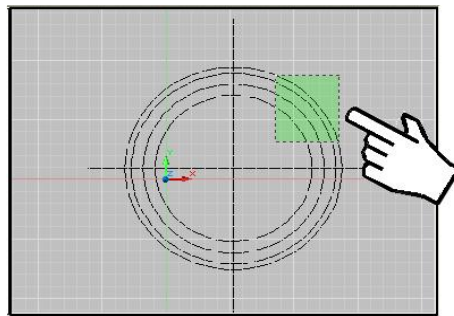


图 17-5 使用“交叉”方式选定它们

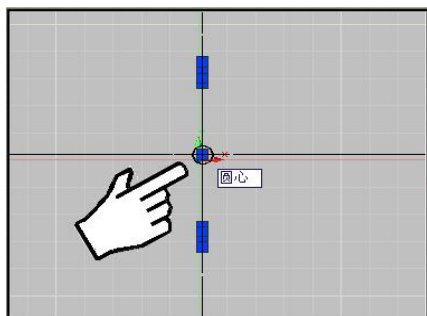


图 17-6 选定“圆心”处的夹点

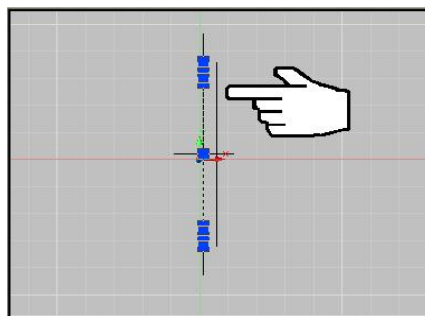


图 17-7 复制四个圆

**步骤 2** 参照上一步操作，将当前图层设置为使用实线的图层，并在主视图中绘制两个半径值分别为 47 与 82.2 个绘图单位的圆，圆心位置不做特别要求，结果如图 17-8 所示。然后，选定其中较小的一个圆，以及位于其正下方的夹点，如图 17-9 所示，并完成下述夹点移动编辑对话。

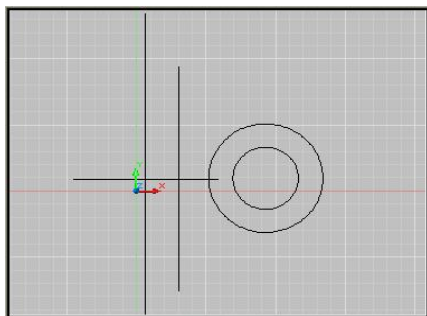


图 17-8 绘制两个圆

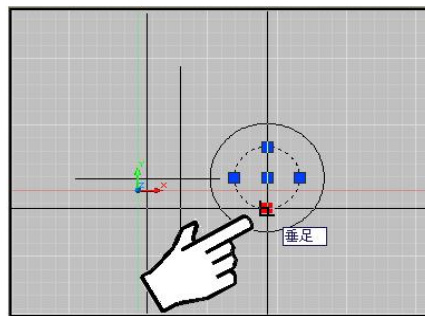


图 17-9 位于其正下方的夹点

**\*\* 移动 \*\***

指定移动点或 [基点(B)/复制(C)/放弃(U)/退出(X)]: INT  
于 在左视图中选定图 17-10 所示的“交点”

这一段对话所移动的圆，其部分圆弧线将用于在主视图中绘制圆柱蜗轮的喉圆，因此需要将它移到图 17-10 所示的“交点”处。接着，需要选定较大的一个圆，以及位于其正下方的夹点，如图 17-11 所示，并完成下述夹点移动编辑对话。

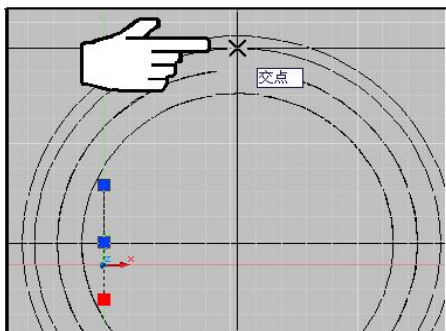


图 17-10 指定移动点

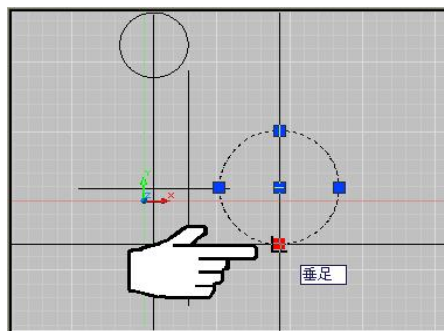


图 17-11 位于其正下方的夹点

**\*\* 移动 \*\***

指定移动点或 [基点(B)/复制(C)/放弃(U)/退出(X)]: INT

于 在左视图中选定图 17-12 所示的“交点”

这一段对话过程所移动的圆，其部分圆弧线将用于绘制圆柱蜗轮的齿根圆，因此需要将它移到图 17-12 所示的“交点”处，在主视图中所看到的结果如图 17-13 所示。

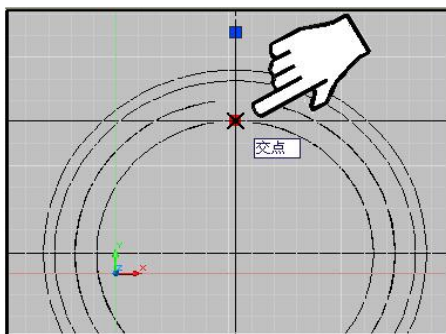


图 17-12 指定移动点

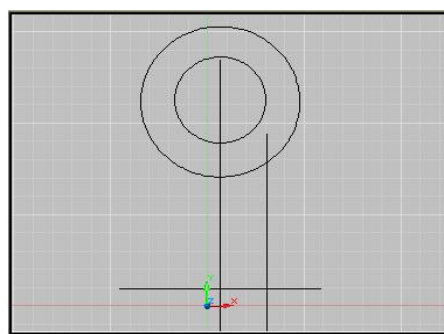


图 17-13 在主视图中看到的结果

**步骤 3** 激活左视图，从“绘图”面板中选择“直线”命令，并完成下述对话过程，绘制出一段直线。

命令: `_line`

指定第一点: 选择图 17-14 所示的“交点”

指定下一点或 [放弃(U)]: 在主视图中选择图 17-15 所示的正交点

指定下一点或 [放弃(U)]: Enter

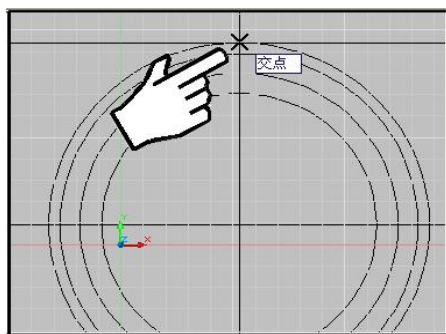


图 17-14 指定第一点

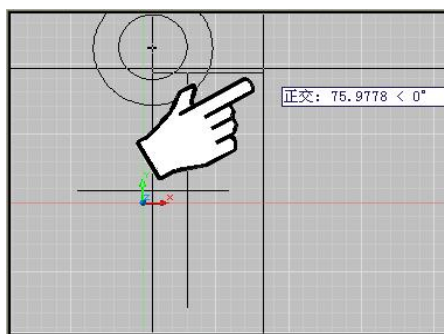


图 17-15 指定下一点

接着, 选定所绘制的直线, 以及位于其右“端点”处的夹点, 如图 17-16 所示, 并完成下述夹点拉伸编辑对话, 将此夹点拖至图 17-17 所示的位置上, 让该直线的长度正好与圆柱蜗轮的半宽值相同。

**\*\* 拉伸 \*\***

指定拉伸点或 [基点(B)/复制(C)/放弃(U)/退出(X)]: 在左视图中选择图 17-17 所示的“交点”

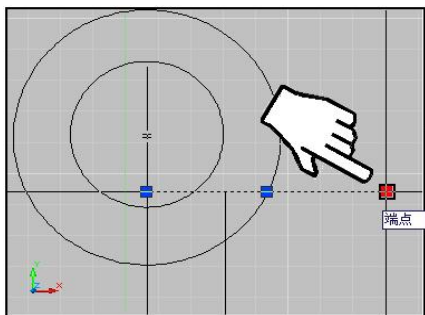


图 17-16 位于其右“端点”处的夹点

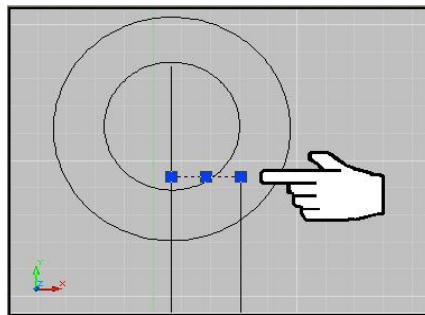


图 17-17 拖至此处

按下述对话过程再一次执行 LINE 命令。

命令: `_line`

指定第一点: 选定图 17-18 所示的“端点”

指定下一点或 [放弃(U)]: 选定图 17-19 所示的“圆心”

指定下一点或 [放弃(U)]: Enter

最后, 选定上面所绘制的两条直线, 以及位于第一条直线左“端点”处的夹点, 如图 17-20 所示, 并完成下述夹点镜像复制编辑对话。

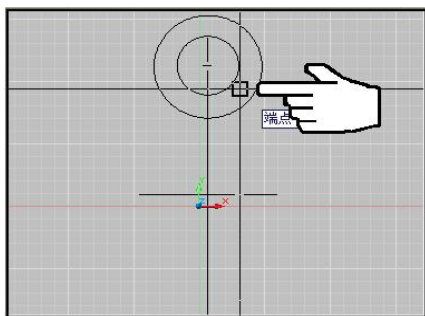


图 17-18 指定第一点

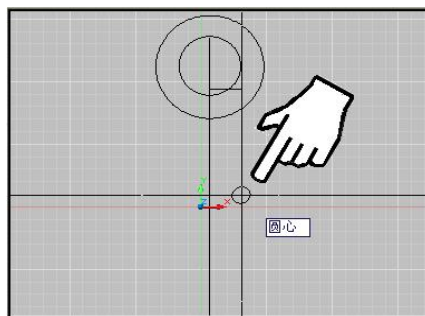


图 17-19 指定下一点

**\*\* 镜像 \*\***

指定第二点或 [基点(B)/复制(C)/放弃(U)/退出(X)]: C

**\*\* 镜像 (多重) \*\***

或 [基点(B)/复制(C)/放弃(U)/退出(X)]: CEN

于 选定图 17-21 所示的“圆心”

**\*\* 镜像 (多重) \*\***

指定第二点或 [基点(B)/复制(C)/放弃(U)/退出(X)]: Enter

**步骤 4** 参见图 17-22, 选定上面的操作所绘制的两个圆与四条直线, 从“修改”面板中选择“修剪”工具, 将图形修剪成图 17-23 所示的模样。

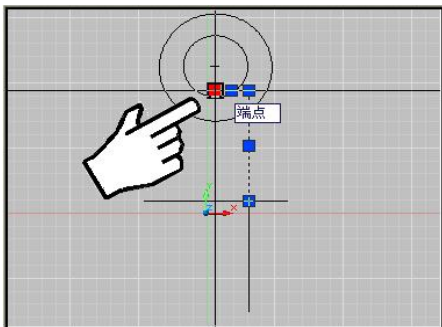


图 17-20 第一条直线左“端点”处的夹点

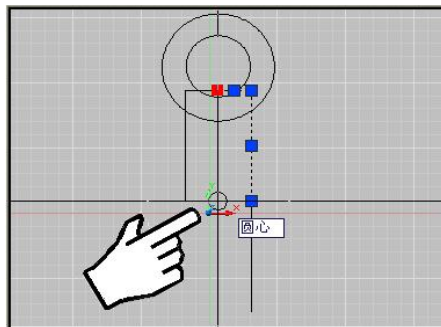


图 17-21 指定第二点

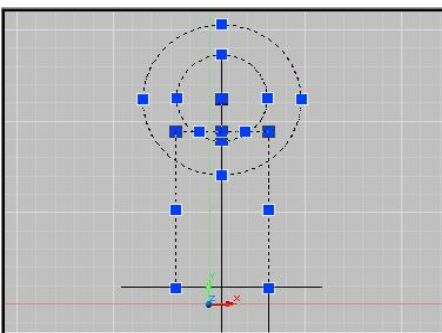


图 17-22 选定两个圆与三条直线

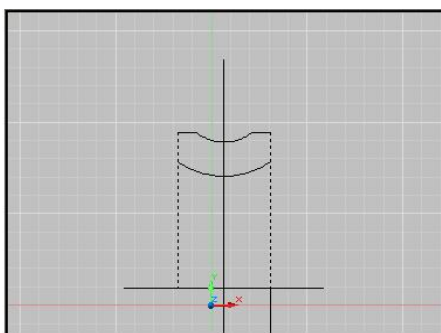


图 17-23 修剪的结果

**步骤 5** 选定齿根圆，如图 17-24 所示，从“修改”面板中选择“偏移”工具，并完成下述对话过程。

命令: `_offset`

当前设置: 删除源=否 图层=源 OFFSETGAPTYPE=0

指定偏移距离或 [通过(T)/删除(E)/图层(L)] <通过>: 9.6

指定要偏移的那一侧上的点, 或 [退出(E)/多个(M)/放弃(U)] <退出>: 选定分度圆一侧的一个点

选择要偏移的对象, 或 [退出(E)/放弃(U)] <退出>: Enter

对话中选择的分度圆一侧的一个点，位于圆弧线中心一侧，偏移的结果如图 17-25 所示。

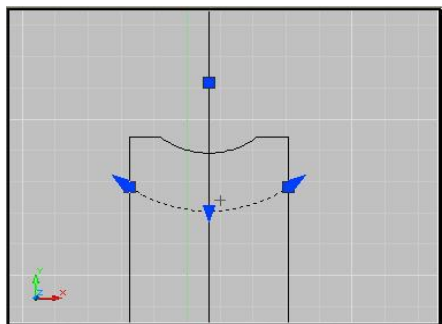


图 17-24 选定齿根圆

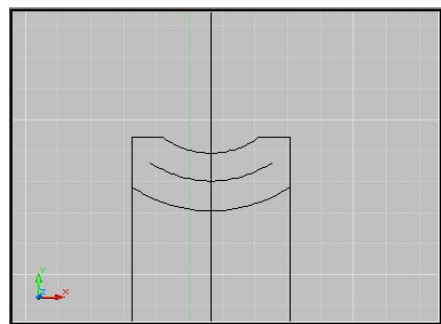


图 17-25 偏移的结果

此后，选定偏移复制的圆弧线，并右击它的某一个夹点，从快捷菜单中选择“特性”命令，进入“特性”选项板，将它的“起始角度”值减小  $15^\circ$ ，“终点角度”值扩大  $15^\circ$ ，表示圆柱蜗轮分度圆的圆弧线就绘制好了，结果如图 17-26 所示。



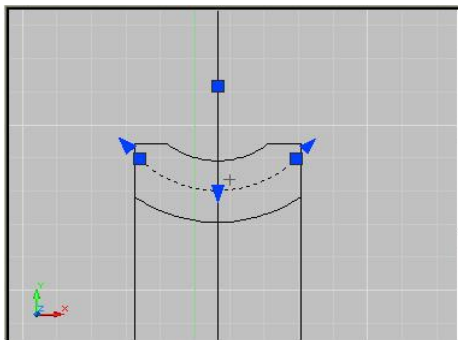


图 17-26 修改的结果

接着, 还需要将表示圆柱蜗轮分度圆的圆弧线线型修改成中心线, 如图 17-27 所示。为此, 可选定它后通过选项板修改保存它的图层, 将其设置为使用中心线型的图层。完成这些操作后, 在三维观察视图中所看到三条圆弧线如图 17-28 所示。

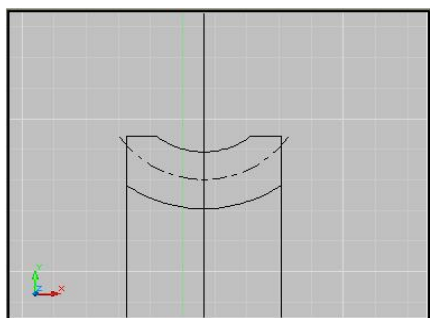


图 17-27 将线型修改成中心线

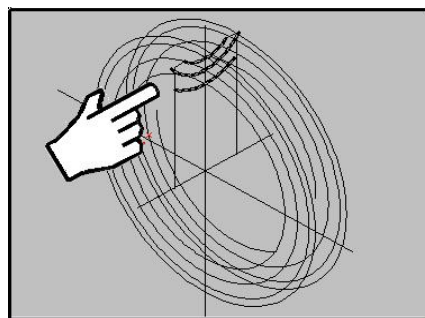


图 17-28 在三维观察视图中看到三条圆弧线

**步骤 6** 参见第 12 章中“制定 VBA 程序绘制渐开线与齿廓线”的内容, 制定一个用于绘制渐开线的 VBA 程序, 并执行它和按下述对话过程绘制一条渐开线。

命令: `_vbarun`

命令: 指定渐开线基圆圆心: INT

于 在左视图中选定图 17-29 所示的“交点”

命令: 指定渐开线基圆半径: 43.1

命令: 指定输入渐开线周波数: 1

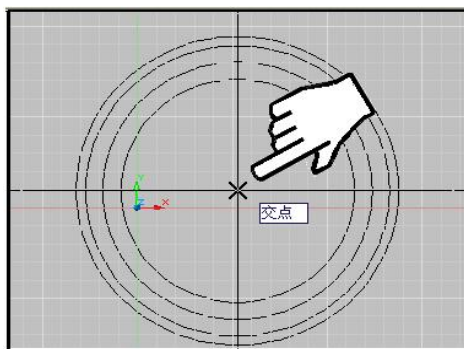


图 17-29 指定渐开线基圆圆心

对话结束后,如图 17-30 所示的一条渐开线就出现在左视图中,选定它与位于起点处的夹点,可按下述夹点移动编辑对话过程移动至适当的位置上。

**\*\* 移动 \*\***

指定移动点或 [基点(B)/复制(C)/放弃(U)/退出(X)]: 选定图 17-31 所示的“交点”

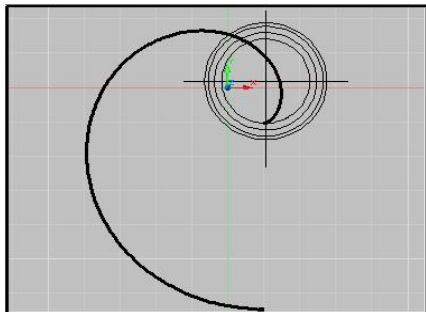


图 17-30 绘制出一条渐开线

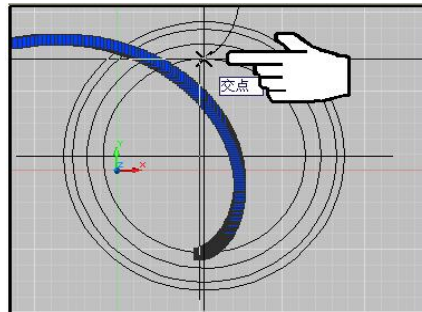


图 17-31 指定移动点

再一次选定位于起点处的夹点,并按下下述夹点旋转编辑对话过程旋转它,结果如图 17-32 所示。

**\*\* 旋转 \*\***

指定旋转角度或 [基点(B)/复制(C)/放弃(U)/参照(R)/退出(X)]: 70

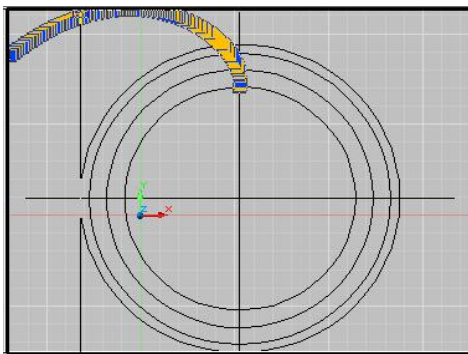


图 17-32 夹点旋转编辑的结果

最后,选定渐开线与相交的圆柱蜗轮外圆和齿顶圆,如图 17-33 所示,从“修改”面板中选择“修剪”工具,修剪成如图 17-34 所示的结果。

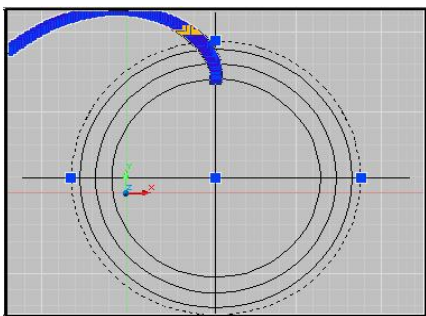


图 17-33 选定渐开线与相交的两个外圆

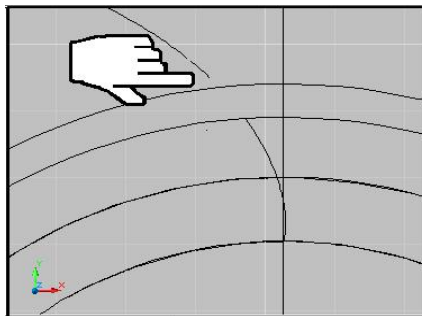


图 17-34 修剪结果



**步骤 7** 删除不再需要的渐开线段, 结果如图 17-35 所示。选定余下的渐开线段, 从“修改”面板中选择“环形阵列”工具, 以圆心点为中心点, 按图 17-36 所述话过程建立一个环形阵列。

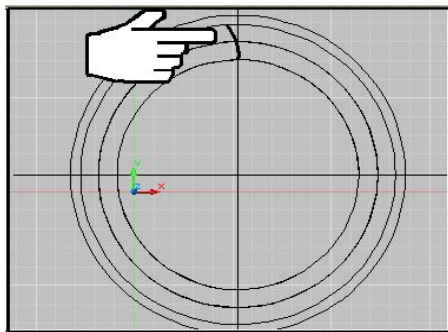


图 17-35 选定此渐开线段

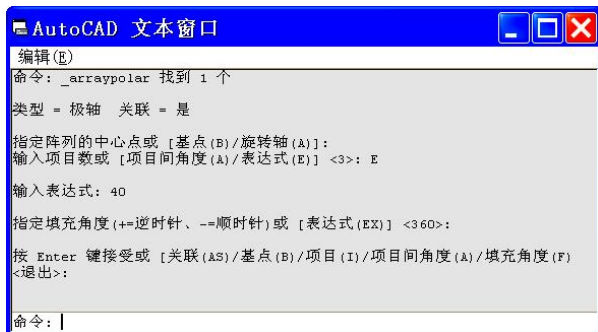


图 17-36 按此对话过程建立一个环形阵列

**注意:** 操作中, 选择环形阵列中心点时, 可临时指定使用 CEN 捕捉方式, 以便快速而准确地选择到圆心点。

这一步操作的目的是要按  $4.5^\circ$  等分分度圆的圆周线, 并复制出 40 条渐开线段。不过, 定义圆柱蜗轮齿轮廓线仅需要其中两条, 接着需要选定那些多余的渐开线, 如图 17-38 所示, 并按下键盘上的 Delete 键删除它们。

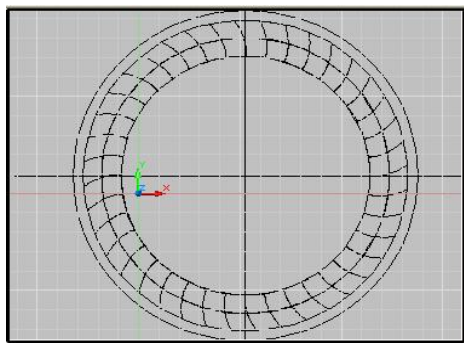


图 17-37 建立一个环形阵列

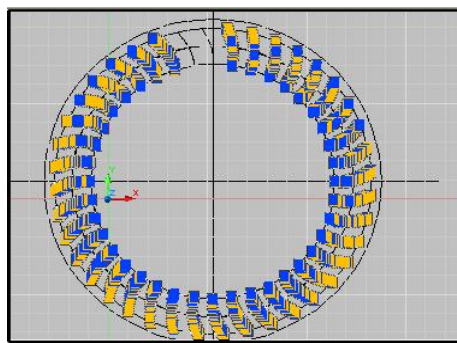


图 17-38 选定那些多余的渐开线

**步骤 8** 选定图 17-39 中手势所指渐开线, 从“修改”面板中选择“镜像”工具, 并完成下述对话过程。

命令: `_mirror` 找到 1 个  
指定镜像线的第一点: CEN  
于 选定图 17-40 所示的“圆心”  
指定镜像线的第二点: INT  
于 选定图 17-41 所示的“交点”  
要删除源对象吗? [是(Y)/否(N)] <N>: Y

镜像操作的结果将产生两条渐开线段, 如图 17-42 所示。对话中所定义的镜像线的两个端点分别位于图 17-40 所示的“圆心”与图 17-41 所示的“交点”。镜像后得到的两条圆弧线正好用于绘制一个圆柱蜗轮齿的端面轮廓线。

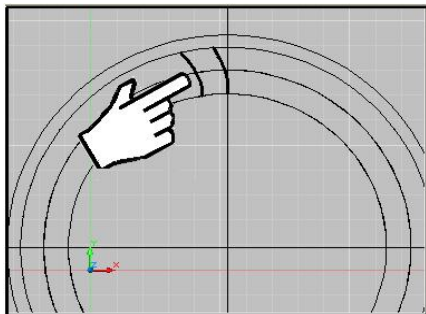


图 17-39 选定此渐开线段

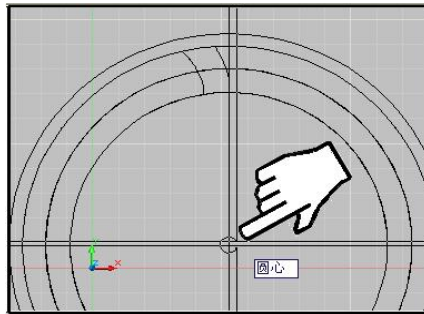


图 17-40 选定“圆心”

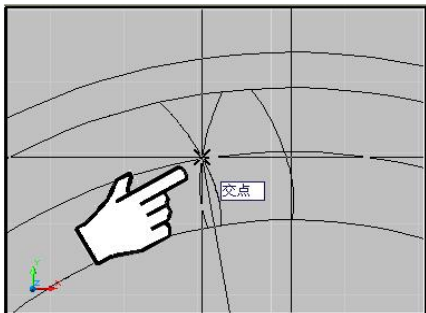


图 17-41 指定镜像线的第二点

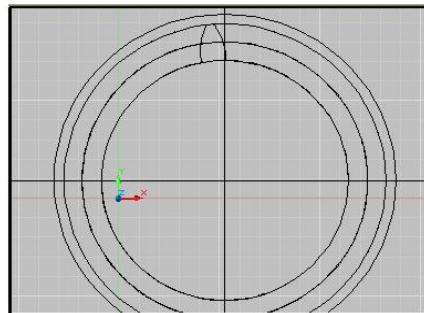


图 17-42 镜像操作的结果

**步骤 9** 再一次执行 LINE 命令，按下述对话过程绘制一条直线，连接这两条渐开线段。

命令: `_line`

指定第一点: END

于 选择图 17-43 所示的“端点”

指定下一点或 [放弃(U)]: END

于 选择图 17-44 所示的“端点”

指定下一点或 [放弃(U)]: Enter

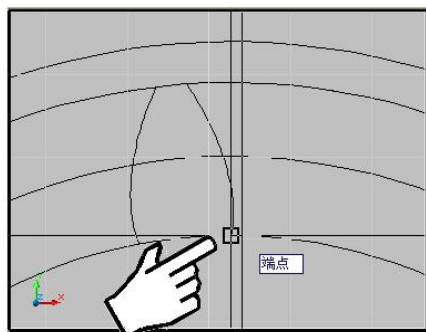


图 17-43 指定第一点

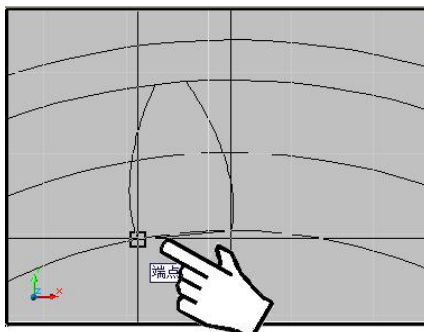


图 17-44 指定下一点

选定两条渐开线与连接它们的直线，以及位于直线“中点”处的夹点，如图 17-45 所示，并完成下述夹点旋转编辑对话。

**\*\* 旋转 \*\***

指定旋转角度或 [基点(B)/复制(C)/放弃(U)/参照(R)/退出(X)]: B

指定基点: CEN

于 选定图 17-46 所示的“圆心”

\*\* 旋转 \*\*

指定旋转角度或 [基点(B)/复制(C)/放弃(U)/参照(R)/退出(X)]: -4.5

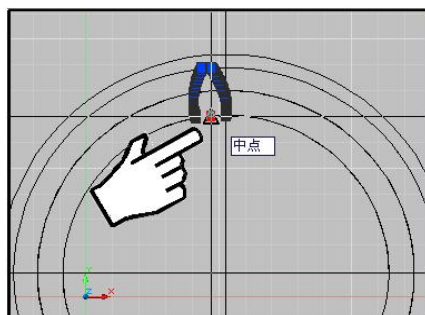


图 17-45 位于直线“中点”处的夹点

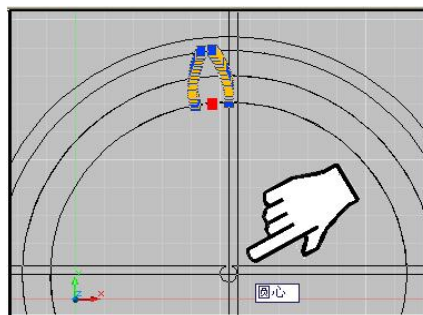


图 17-46 指定基点

旋转的结果将使得图 17-45 中选定的夹点与垂直中心线相重叠，如图 17-47 所示，在主视图中可看到此重叠点也是垂直中心线与齿根圆的相交点，如图 17-48 所示。

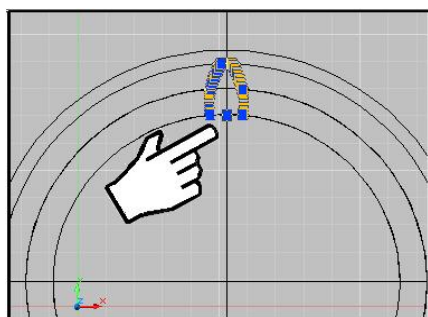


图 17-47 选定的夹点与垂直中心线相重叠

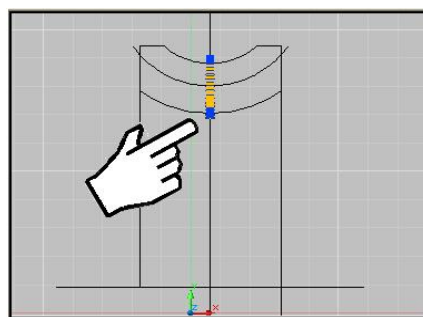


图 17-48 垂直中心线与齿根圆的相交点

**步骤 10** 从“绘图”面板中选择“圆弧”工具的“三点”选项，并完成下述对话过程。

命令: `_arc`

指定圆弧的起点或 [圆心(C)]: 选定图 17-49 所示的“端点”

指定圆弧的第二个点或 [圆心(C)/端点(E)]: 选定图 17-50 所示的“交点”

指定圆弧的端点: 选定图 17-51 所示的“端点”

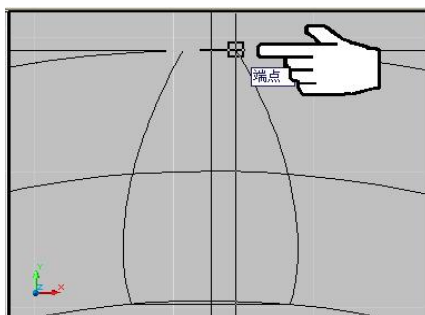


图 17-49 指定圆弧的起点

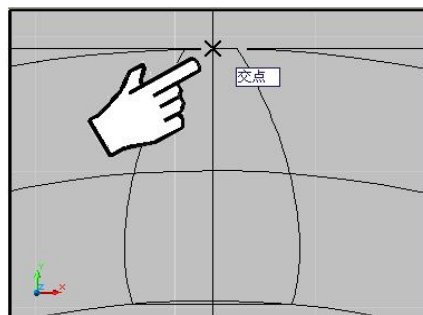


图 17-50 指定圆弧的第二个点

这一段对话绘制的圆弧线如图 17-52 所示。此后，需要执行 PEDIT 命令，将它及两条渐

开线段与直线连接成一条闭合的多段线框,如图 17-53 所示。由这些操作所获得的多段线框与分度圆弧线的位置关系可在三维观察视图中看到,如图 17-54 所示。

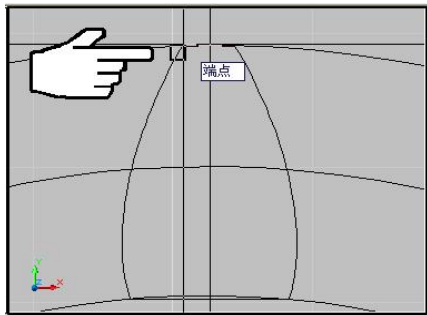


图 17-51 指定圆弧的端点

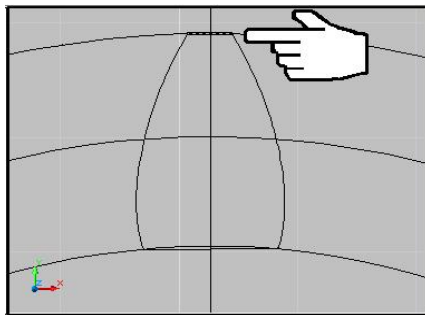


图 17-52 绘制的圆弧线

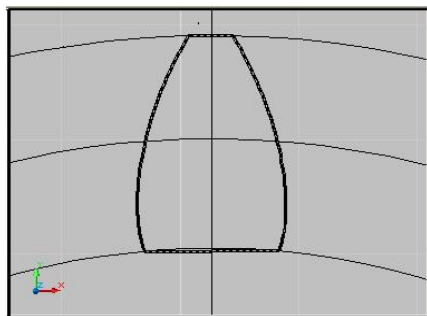


图 17-53 连接成一条闭合的多段线框

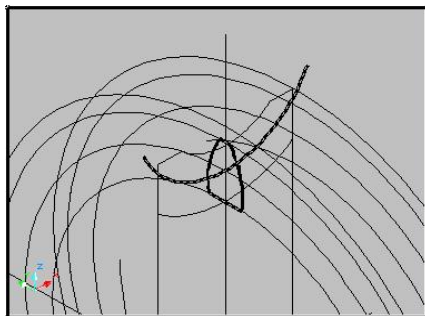


图 17-54 多段线框与分度圆弧线

## 17.2 绘制圆柱蜗轮三维实体图形

完成了上面的操作,即可按下述步骤绘制出圆柱蜗轮齿三维实体图形。

**步骤 1** 在三维观察视图中选定上面所绘制的齿廓线,如图 17-55 所示。然后,从“建模”面板中选择“扫掠”工具,并完成下述对话过程。

命令: `_sweep`

当前线框密度: `ISOLINES=4` 找到 1 个

选择扫掠路径或 [对齐(A)/基点(B)/比例(S)/扭曲(T)]: 选定图 17-56 所示的分度圆弧线

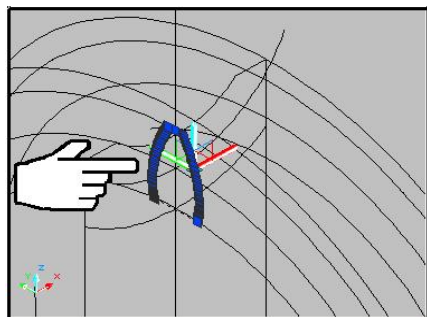


图 17-55 选定齿廓线

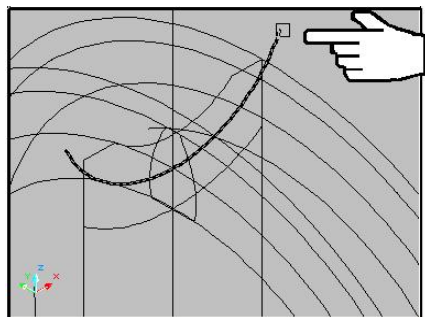


图 17-56 选择扫掠路径

对话结束后, 圆柱蜗轮上一个齿的三维实体图形就绘制出来, 如图 17-57 所示, 由主视图可见, 其长度将超出圆柱蜗轮宽度, 弧度正好与扫掠路径相同, 如图 17-58 所示。

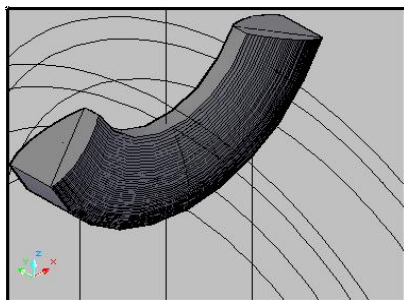


图 17-57 圆柱蜗轮的一个齿

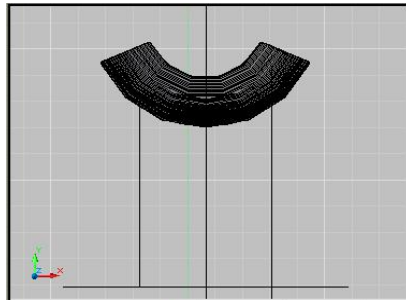


图 17-58 其长度将超出圆柱蜗轮宽度

**步骤 2** 按下述对话过程执行 UCS 命令。

当前 UCS 名称: \*世界\*

指定 UCS 的原点或 [面(F)/命名(NA)/对象(OB)/上一个(P)/视图(V)/世界(W)/X/Y/Z/轴(ZA)] <世界>: INT

于 选定图 17-59 所示的“交点”

指定 X 轴上的点或 <接受>: 选定图 17-60 所示的“端点”

指定 XY 平面上的点或 <接受>: 选定图 17-61 所示的“端点”

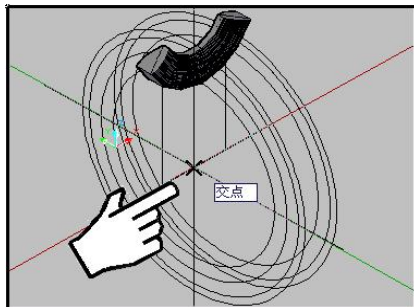


图 17-59 指定 UCS 的原点

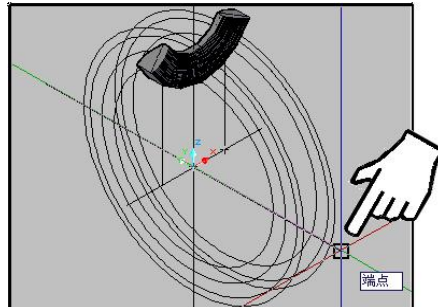


图 17-60 指定 X 轴上的点

这一步操作所定义的 UCS X 坐标轴与圆柱蜗轮轴心线相重叠, 以便于在三维观察视图中选定圆柱蜗轮外圆, 如图 17-62 所示。从“建模”面板中选择“拉伸”工具, 沿这个方向拉伸 48 个绘图单位, 得到一个如图 17-63 所示的圆柱体。

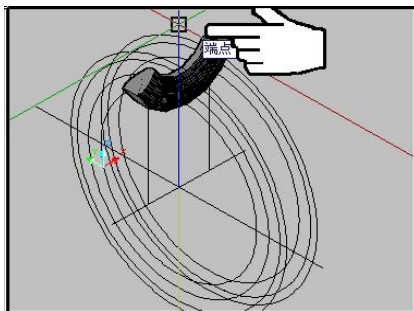


图 17-61 指定 XY 平面上的点

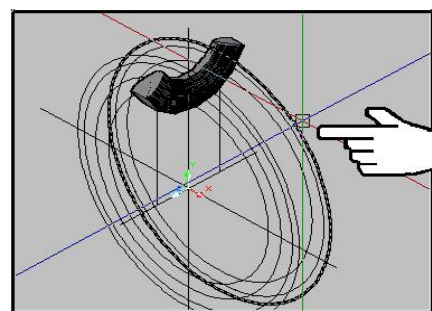


图 17-62 选定外圆



**步骤 3** 对拉伸得到的蜗轮齿三维实体图形做好倒角处理后, 从“实体编辑”面板中选择“交集”工具, 并完成下述对话过程, 修剪圆柱蜗轮齿三维实体图形中不需要的部分, 结果如图 17-64 所示。

命令: `_intersect`

选择对象: 选定上述圆柱蜗轮齿与圆柱体 找到 2 个

选择对象: Enter

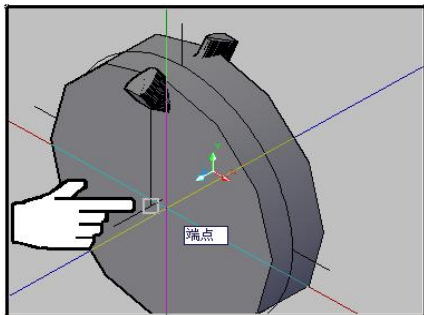


图 17-63 拉伸得到一个圆柱体

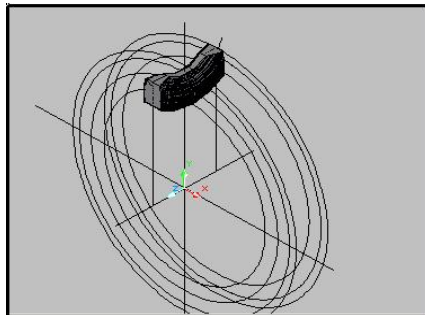


图 17-64 修剪后的圆柱蜗轮齿

使用“交集”工具, 可以从两个或两个以上重叠三维实体图形的公共部分创建复合三维实体图形, 并删除非重叠部分, 即图 17-64 所示的结果。此后, 参照前面的内容, 用这个交集运算的结果建立图 17-65 所示的一个环形阵列 (项目数为 20), 圆柱蜗轮上 20 个齿的三维实体图形就绘制好了。

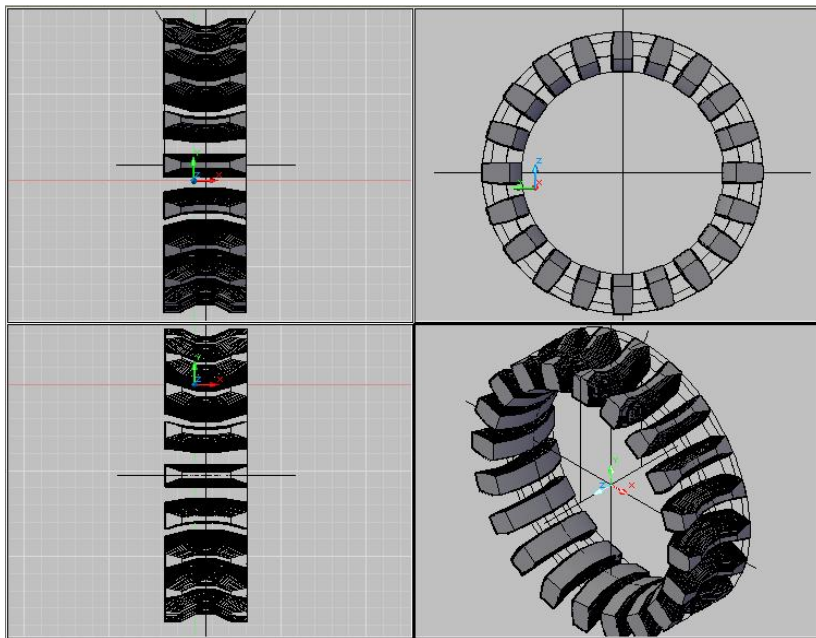


图 17-65 圆柱蜗轮上 20 个齿的三维实体图形

**步骤 4** 关闭保存三维实体图形的图层, 在主视图中选择齿根圆弧线, 以及位于其“中点”处的夹点, 如图 17-66 所示, 并完成下述夹点拉伸复制编辑对话。



\*\* 拉伸 \*\*

指定拉伸点或 [基点(B)/复制(C)/放弃(U)/退出(X)]: C

\*\* 拉伸(多重) \*\*

指定拉伸点或 [基点(B)/复制(C)/放弃(U)/退出(X)]: @10<270

\*\* 拉伸(多重) \*\*

指定拉伸点或 [基点(B)/复制(C)/放弃(U)/退出(X)]: Enter

对话结束后, 将复制出一段新的圆弧线, 其半径将比源圆弧线扩大 10 个绘图单位, 圆心位置保持不变, 如图 17-67 所示。

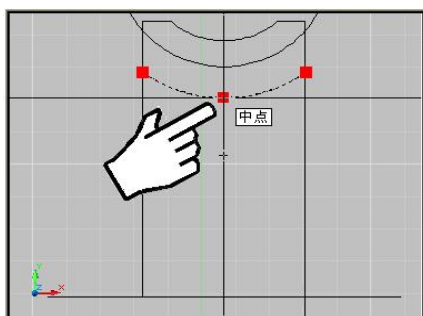


图 17-66 位于其中点处的夹点

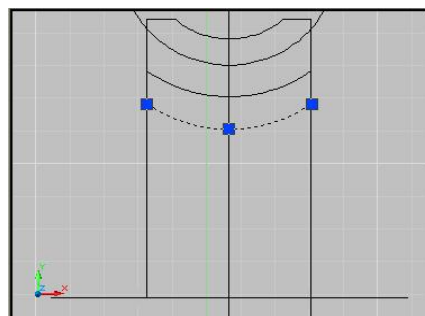


图 17-67 选定的圆弧线将扩大半径并复制

**步骤 5** 从“绘图”面板中选择“多段线”工具, 并通过下述对话过程绘制出一条多段线。

命令: \_pline

指定起点: 选定图 17-68 所示的“交点”

当前线宽为 0.0000

指定下一个点或 [圆弧(A)/半宽(H)/长度(L)/放弃(U)/宽度(W)]: @25<90

指定下一点或 [圆弧(A)/闭合(C)/半宽(H)/长度(L)/放弃(U)/宽度(W)]: @15<180

指定下一点或 [圆弧(A)/闭合(C)/半宽(H)/长度(L)/放弃(U)/宽度(W)]: @40<90

指定下一点或 [圆弧(A)/闭合(C)/半宽(H)/长度(L)/放弃(U)/宽度(W)]: Enter

这一段对话绘制的多段线如图 17-69 所示, 它将用于后面的绘制一个多段线框的编辑操作。

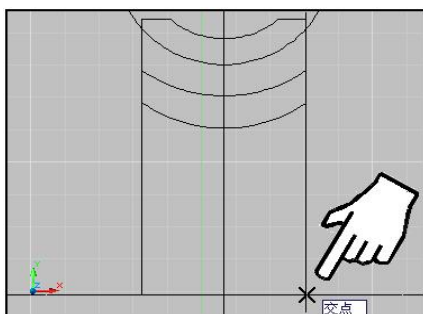


图 17-68 指定起点

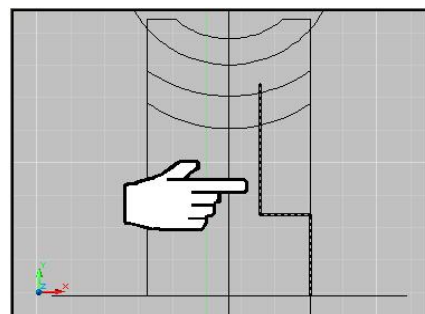


图 17-69 绘制的多段线

接着, 需要选定这一条多段线, 以及位于多段线起点处 (即图 17-70 所示的“端点”) 的夹点, 并按下述夹点拉伸编辑对话将此夹点移至图 17-71 所示的位置上。

\*\* 拉伸 \*\*

指定拉伸点或 [基点(B)/复制(C)/放弃(U)/退出(X)]: @15<90

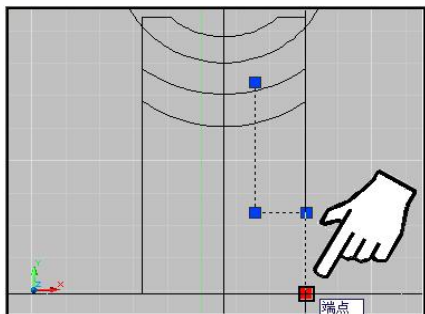


图 17-70 位于多段线起点处的夹点

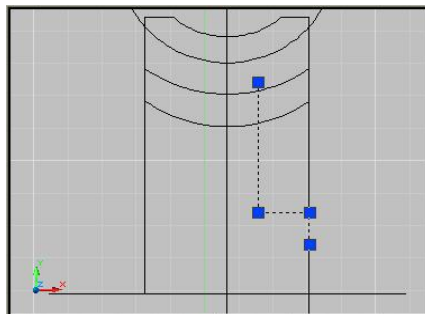


图 17-71 拉伸的结果

**步骤 6** 从“绘图”面板中选择“直线”工具，并完成下述对话过程。

命令: `_line`

指定第一点: 选定图 17-72 所示的“端点”

指定下一点或 [放弃(U)]: 选定图 17-73 所示的“垂足”

指定下一点或 [放弃(U)]: `Enter`

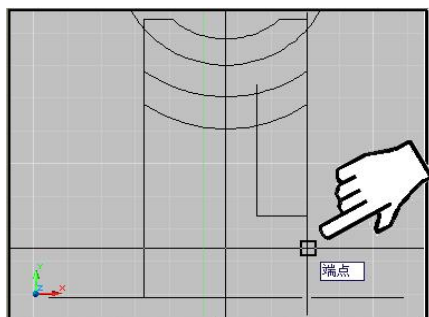


图 17-72 指定第一点

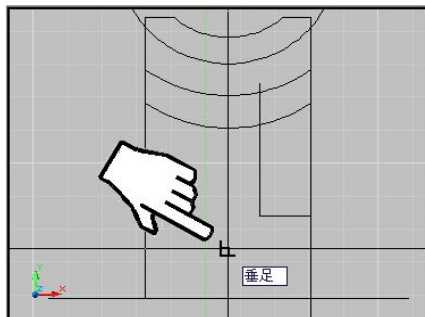


图 17-73 指定下一点

**注意:** 由此对话过程绘制的直线将用于描述圆柱蜗轮轴孔轮廓线，其长度正好是圆柱蜗轮宽度的一半，后面将通过镜像复制的方法绘制圆柱蜗轮轴孔轮廓线的另一半。

**步骤 7** 使用“窗口”方式选定图 17-74 所示的图形对象后，从“修改”面板中选择“修剪”工具，将图形修剪成如图 17-75 所示。

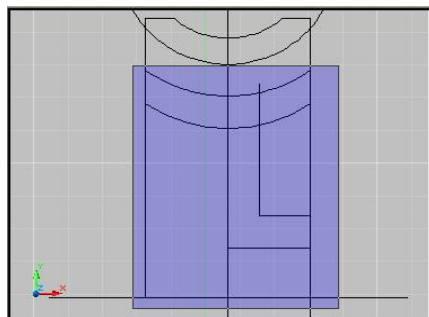


图 17-74 使用“窗口”方式选定图形对象

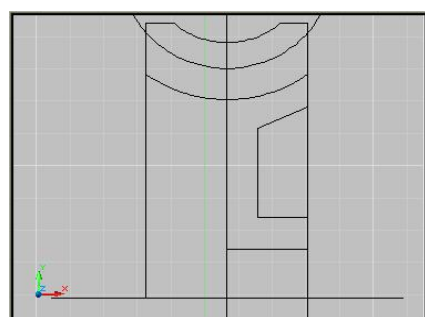


图 17-75 修剪后的结果

在做镜像处理前，还需要从“绘图”面板中选择“直线”工具，按下述对话过程绘制一条直线。

命令: `_line`

指定第一点: 选定图 17-76 所示的“端点”

指定下一点或 [放弃(U)]: 选定图 17-77 所示的“端点”

指定下一点或 [放弃(U)]: Enter

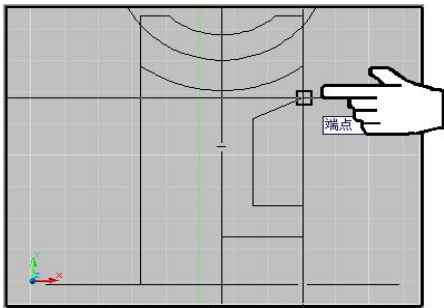


图 17-76 指定第一点

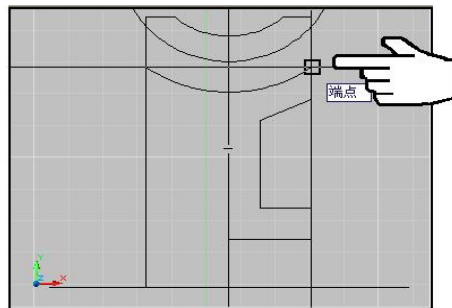


图 17-77 指定下一点

使用 PEDIT 命令, 将相关的线段连接成如图 17-78 所示的一条多段线。然后, 从“修改”面板中选择“镜像”命令, 并按下述对话过程完成镜像操作。

命令: `_mirror`

选择对象: 选定图 17-78 所示的多段线 找到 1 个

选择对象: Enter

指定镜像线的第一点: INT

于 选定图 17-79 所示的“交点”

指定镜像线的第二点: INT

于 选定图 17-80 所示的“交点”

要删除源对象吗? [是(Y)/否(N)] <N>: Enter

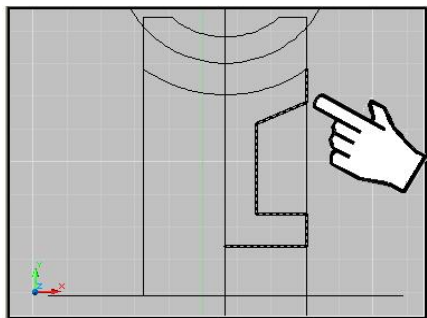


图 17-78 将相关的线段连接一条多段线

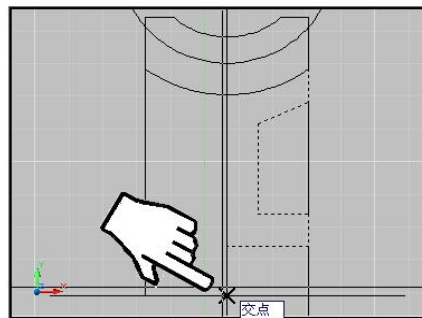


图 17-79 指定镜像线的第一点

这一段对话过程中所使用的关键字 INT, 用于指定当前对象捕捉方式为“交点”, 以免捕捉到不相关的坐标点。

最后, 再一次执行 PEDIT 命令, 将镜像复制的多段线与源图形对象连接成一个闭合的多段线框, 如图 17-81 所示。

**步骤 8** 从“修改”面板中选择“圆角”命令, 按机械设计标准圆角处理多段线框中的各相关角点后, 激活三维观察视图, 从“建模”面板中选择“旋转”工具, 并完成下述对话过程。

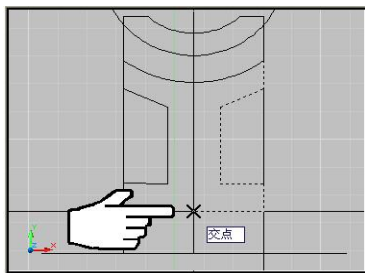


图 17-80 指定镜像线的第二点

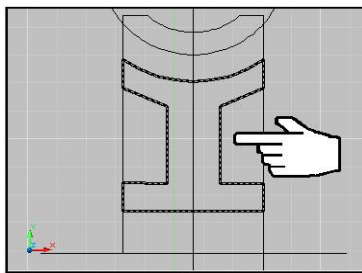


图 17-81 连接成一个闭合的多段线框

命令: `_revolve`

当前线框密度: `ISOLINES=4`

选择要旋转的对象: 选定图 17-82 所示的多段线框 找到 1 个

选择要旋转的对象: `Enter`

指定轴起点或根据以下选项之一定义轴 [对象(O)/X/Y/Z] <对象>: `O`

选择对象: 选定图 17-83 所示的圆柱蜗轮轴心线

指定旋转角度或 [起点角度(ST)] <360>: `Enter`

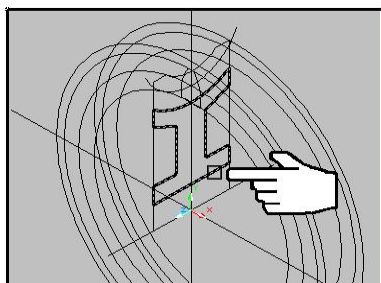


图 17-82 选择要旋转的对象

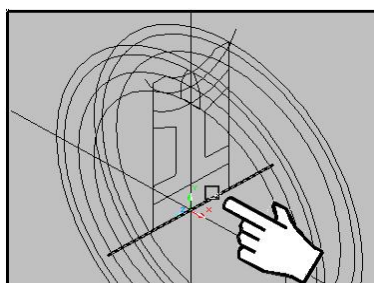


图 17-83 选择对象

上述使用“旋转”工具旋转的多段线框,在 AutoCAD 中也是一种曲线。初学者需要注意到,“旋转”工具不允许这种曲线是自交的。如果有两个以上的曲线段共用一个端点,该曲线就是自交曲线,旋转的结果是不能确定的,因此 AutoCAD 将拒绝旋转它,即不能用它来建立一个三维实体模型。若在执行上述对话时,AutoCAD 报告选定的多段线框为自交的,可放大显示多段线框上的各交点,查看何处有自交的曲线段存在,找到后可通过夹点拉伸编辑的方法给予修改和调整。

上述对话结束后,一个圆柱蜗轮部分轮毂的三维实体图形将出现在屏幕上,如图 17-84 所示,在主视图中所看到的结果如图 17-85 所示。

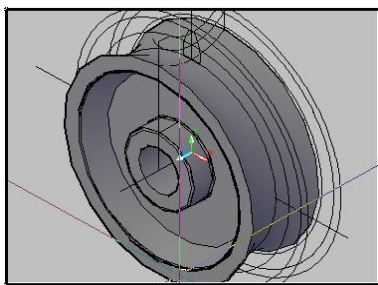


图 17-84 圆柱蜗轮轮毂的三维实体图形

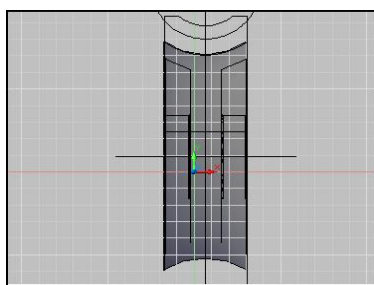


图 17-85 主视图中的结果

**步骤 9** 激活主视图, 从“绘图”面板中选择“矩形”工具, 并完成下述对话过程。

命令: `_rectang`

指定第一个角点或 [倒角(C)/标高(E)/圆角(F)/厚度(T)/宽度(W)]: 选定一个点

指定另一个角点或 [面积(A)/尺寸(D)/旋转(R)]: `D`

指定矩形的长度 <10.0000>: `50`

指定矩形的宽度 <8.0000>: `10`

指定另一个角点或 [面积(A)/尺寸(D)/旋转(R)]: 选定另一个点

由此对话所绘制的矩形如图 17-86 所示。此后, 需要选定它与位于其右下角的夹点, 如图 17-87 所示, 并完成下述夹点移动编辑对话。

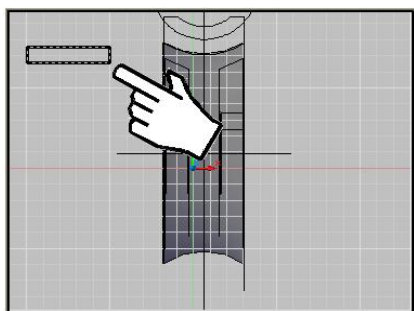


图 17-86 绘制一个矩形

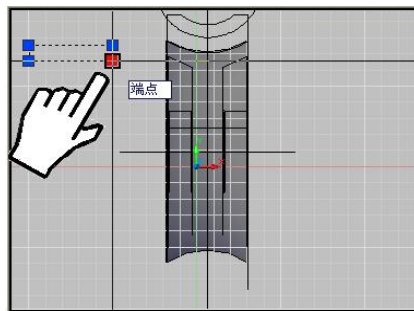


图 17-87 选定它与位于其右下角的夹点

**\*\* 移动 \*\***

指定移动点或 [基点(B)/复制(C)/放弃(U)/退出(X)]: 选定图 17-88 所示的“圆心”

移动的结果将使得矩形的右下角与圆柱蜗轮右端面圆心对齐, 如图 17-89 所示。

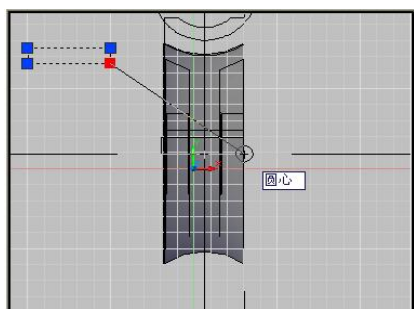


图 17-88 指定移动点

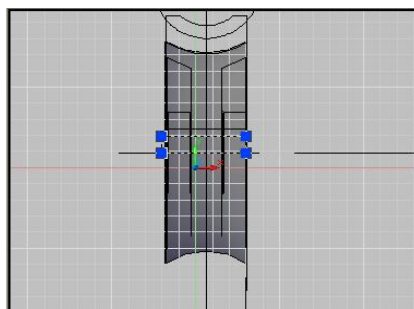


图 17-89 与圆柱蜗轮右端面圆心对齐

再一次选定矩形右下角处的夹点, 并使用下述夹点移动编辑对话, 将它向下方移动 5 个绘图单位, 在左视图中的显示结果如图 17-90 所示。

**\*\* 移动 \*\***

指定移动点或 [基点(B)/复制(C)/放弃(U)/退出(X)]: `@5<270`

**步骤 10** 激活主视图, 从“建模”面板中选择“拉伸”工具, 将矩形拉伸 19 个绘图单位, 在左视图中的显示结果如图 17-91 所示。

接着, 选定拉伸建立的长方体, 以及它的一个夹点, 按下述对话过程做夹点移动编辑操作, 确保它能稍稍超出圆柱蜗轮的右端面。

**\*\* 移动 \*\***

指定移动点或 [基点(B)/复制(C)/放弃(U)/退出(X)]: `@2<0`



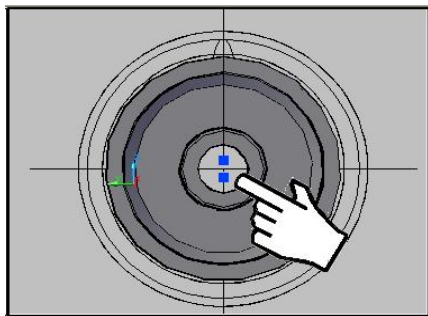


图 17-90 向下移动 5 个绘图单位

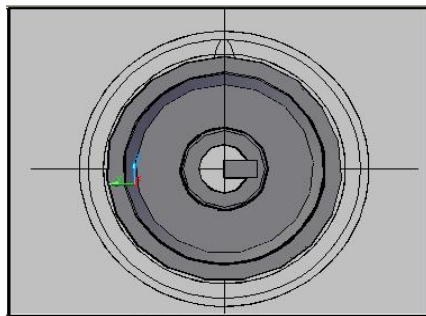


图 17-91 拉伸 19 个绘图单位

尽管这一步夹点移动操作不是这里的绘图操作必需的步骤，但将有利于完成下面的操作。这也是应用 AutoCAD 中“差集”运算的一种操作技巧，可有效地避免 AutoCAD 在屏幕上使用整数显示图形时所引起的操作误差，从而得到错误的“差集”运算结果。

**步骤 11** 从“实体编辑”面板中选择“差集”工具，将长方体从圆柱蜗轮轮毂的三维实体图形中减去，如图 17-92 所示，并删除不再需要的矩形。

最后，打开保存圆柱蜗轮齿三维实体图形的图层，从“实体编辑”面板中选择“并集”工具，将上面绘制的圆柱蜗轮轮毂与它合并在一起，圆柱蜗轮的三维实体图形就绘制好了，结果如图 17-93 所示。

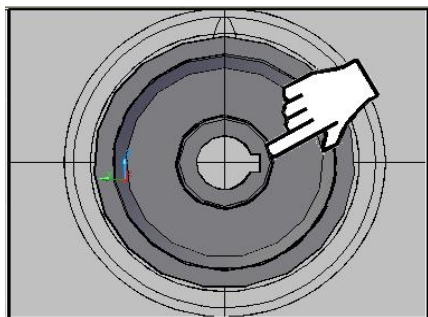


图 17-92 减去长方体

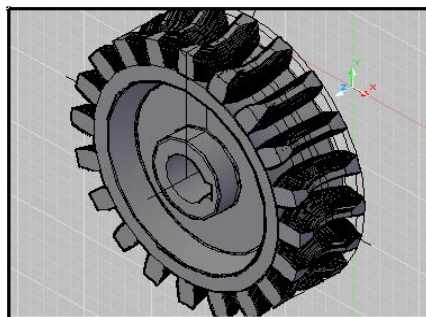


图 17-93 圆柱蜗轮的三维实体图形

另外，圆柱蜗轮的三维实体图形可通过渲染的方法更清楚地看到其细节，如图 17-94 是从东南观察方向渲染的结果，图 17-95 是从西南观察方向渲染的结果。AutoCAD 的渲染功能可由“渲染设置”功能提供。



图 17-94 从东南观察方向渲染的结果



图 17-95 从西南观察方向渲染的结果



### 17.3 输出圆柱蜗轮零件图

为了输出圆柱蜗轮零件图纸,可设置并使用截面平面来建立三视图。不过,由于在绘制圆柱蜗轮三维实体图形的操作中使用了大量的辅助线,因此只需要对它们做一些编辑修改即可快速建立三视图中的图形,本实例的操作就将说明这一点。

**步骤 1** 关闭保存三维实体图形的图层。激活主视图,使用“交叉”方式选定几个圆,如图 17-96 所示。然后,按下键盘上的 Delete 键删除它们。接着,选定圆柱蜗轮廓线,并通过键盘上的 Delete 键将它删除后,将当前图层设置为使用中心线型的图层,从“绘图”面板中选择“直线”命令,以图 17-97 所示的“圆心”为起点,并按下述对话过程绘制一条直线。

命令: \_line

指定第一点: 选择图 17-97 所示的“圆心”

指定下一点或 [放弃(U)]: 选择图 17-98 所示的正交点

指定下一点或 [放弃(U)]: Enter

这一段对话将为主视图绘制出一条使用中心线型的直线,结果如图 17-99 所示。

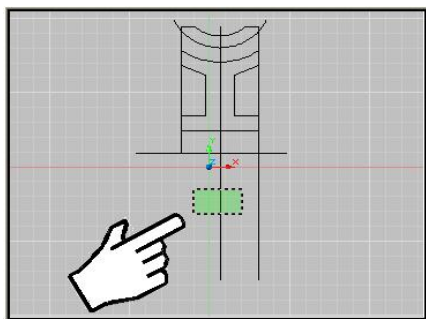


图 17-96 使用“交叉”方式选定几个圆

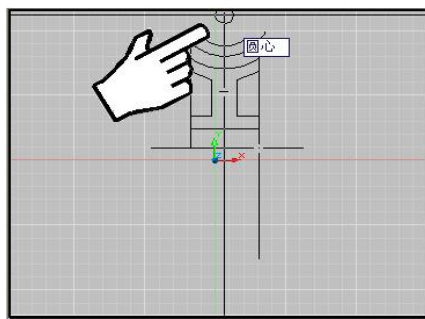


图 17-97 以此“圆心”为起点

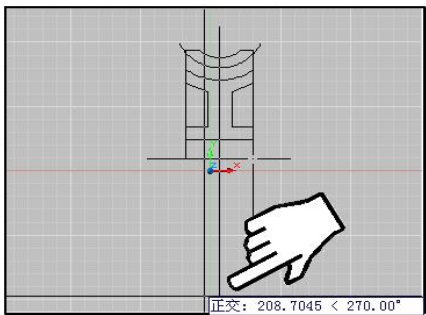


图 17-98 指定下一点

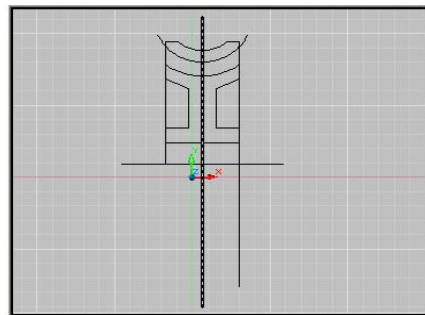


图 17-99 绘制出一条使用中心线型的直线

**步骤 2** 在“命令:”提示下使用鼠标器制定图 17-100 所示的“窗口”,选定图 17-101 所示的图形对象后,从“修改”面板中选择“镜像”工具,并完成下述对话过程。

命令: \_mirror 找到 13 个

指定镜像线的第一点: 选定图 17-102 所示“端点”

指定镜像线的第二点: 选定图 17-103 所示“端点”

要删除源对象吗? [是(Y)/否(N)] <N>: Enter

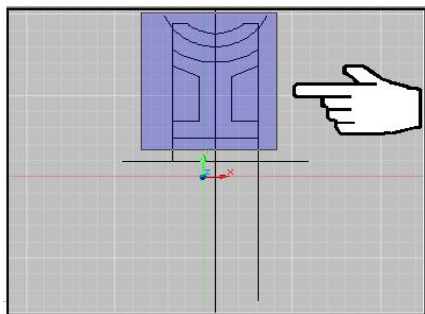


图 17-100 制定一个“窗口”

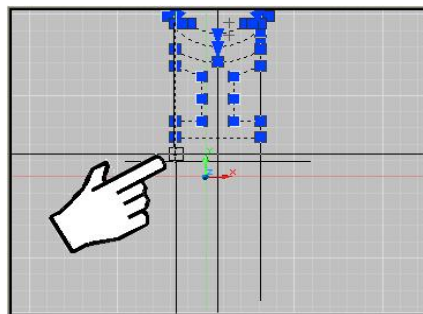


图 17-101 选定这些图形对象

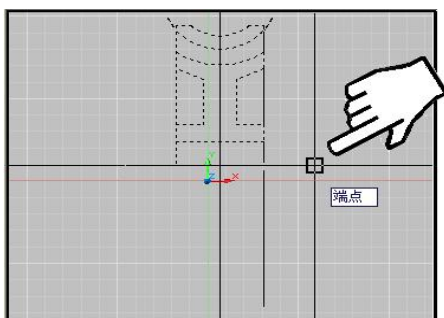


图 17-102 指定镜像线的第一点

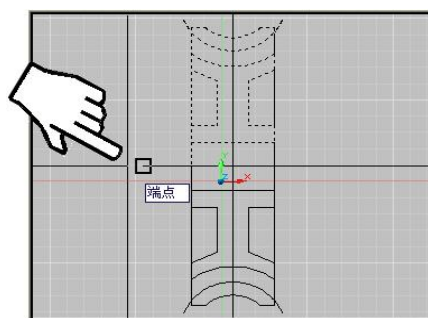


图 17-103 指定镜像线的第二点

**步骤 3** 选定水平中心线，以及位于其左“端点”处的夹点，如图 17-104 所示。然后，按下述夹点移动编辑对话过程，复制出两条新的直线，如图 17-105 所示。

**\*\* 移动 \*\***

指定移动点或 [基点(B)/复制(C)/放弃(U)/退出(X)]: C

**\*\* 移动 (多重) \*\***

指定移动点或 [基点(B)/复制(C)/放弃(U)/退出(X)]: @5<90

**\*\* 移动 (多重) \*\***

指定移动点或 [基点(B)/复制(C)/放弃(U)/退出(X)]: @5<270

**\*\* 移动 (多重) \*\***

指定移动点或 [基点(B)/复制(C)/放弃(U)/退出(X)]: Enter

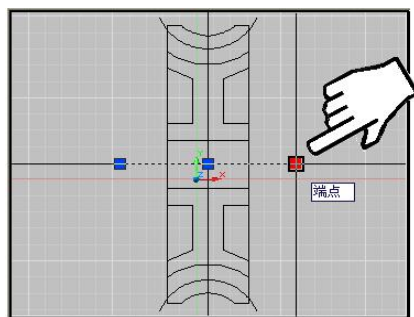


图 17-104 选定“端点”处的夹点

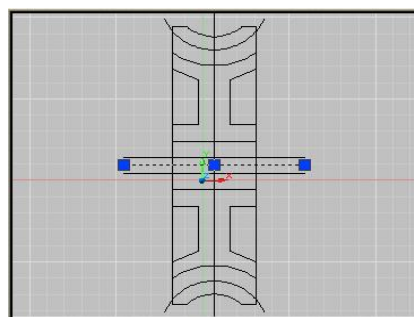


图 17-105 复制出两条新的直线

接着，选定复制的两条直线，如图 17-106 所示，以及位于其中一条直线右“端点”处的夹点，如图 17-107 所示，右击该夹点后，通过快捷菜单中的“特性”命令，进入“特性”选

项板, 将它们移至使用轮廓线的图层上。

**步骤 4** 再一次选定此夹点, 并按下述夹点拉伸编辑对话框修改它们的长度, 让此夹点与选定直线的右端与圆柱蜗轮的右端面对齐。

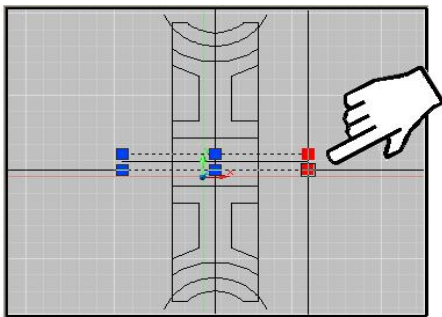


图 17-106 选定复制的两条直线

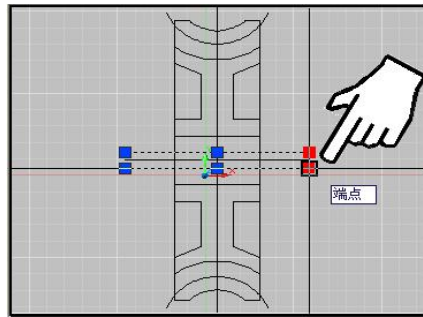


图 17-107 位于其中一条右“端点”处的夹点

**\*\* 拉伸 \*\***

指定拉伸点或 [基点(B)/复制(C)/放弃(U)/退出(X)]: 选定图 17-108 所示“垂足”

选定位于其中一条直线左“端点”处的夹点, 如图 17-109 所示, 并按下述夹点拉伸编辑对话框修改它们的长度。

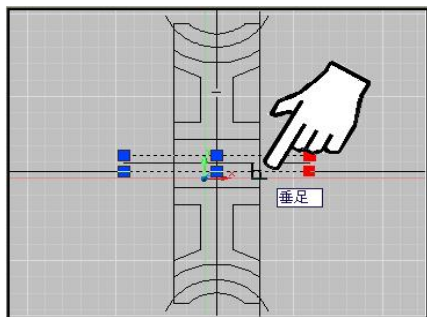


图 17-108 指定拉伸点

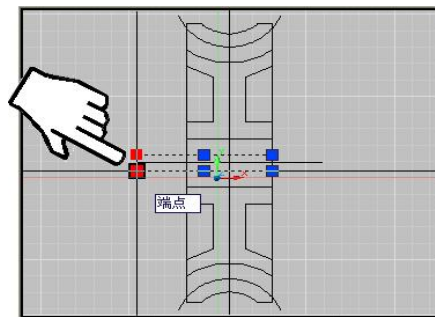


图 17-109 其中一条直线左“端点”处的夹点

**\*\* 拉伸 \*\***

指定拉伸点或 [基点(B)/复制(C)/放弃(U)/退出(X)]: 选定图 17-110 所示的“垂足”

对话结束后, 选定的夹点与两条直线的左端与圆柱蜗轮的左端面对齐, 如图 17-111 所示。这种移动是在选定的夹点带动下完成的, 因此结果将是可靠的。

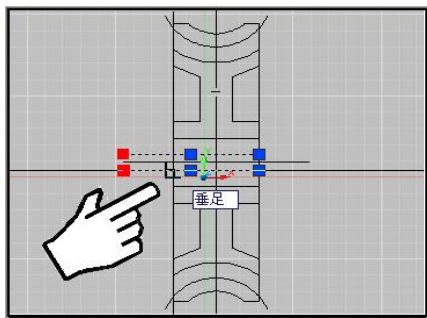


图 17-110 指定拉伸点

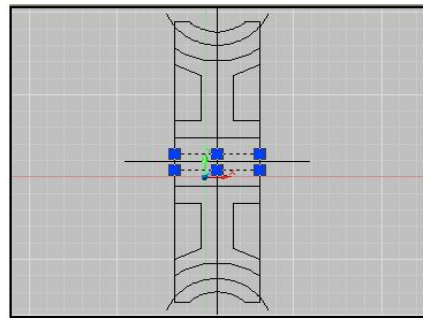


图 17-111 拉伸的结果

**步骤 5** 通过“图层”工具栏,将当前图层设置成使用细实线的图层,从“绘图”面板中选择“填充图案”工具,参照图 17-112 所示的内容,在“填充图案和渐变色”对话框中设置好各选项。



图 17-112 “添加 选择对象”按钮

接着,单击该对话框中的“添加:选择对象”按钮,在绘图区域中先后选定图 17-113 与图 17-114 所示的两个填充对象,即可得到圆柱蜗轮的剖面线,如图 17-115 所示。

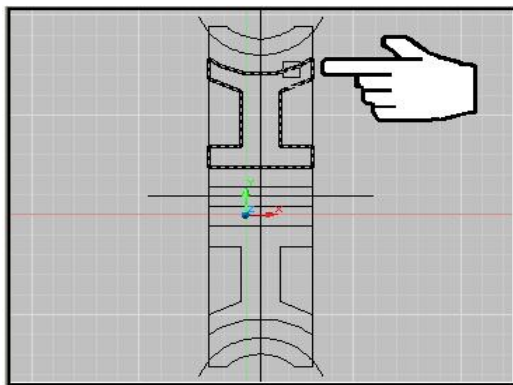


图 17-113 选定第一个对象

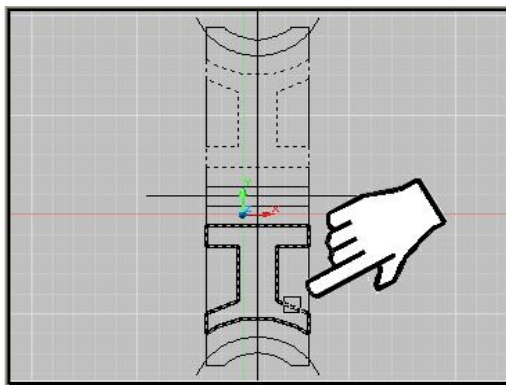


图 17-114 选定第二个对象

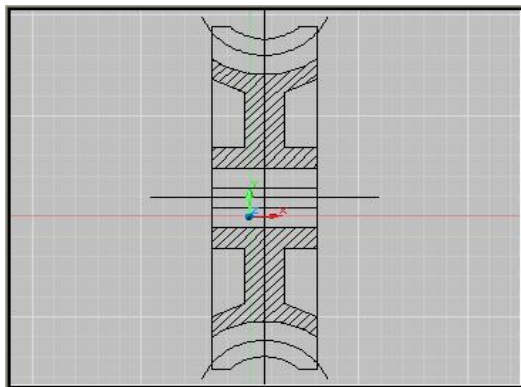


图 17-115 圆柱蜗轮的剖面线

**步骤 6** 激活左视图, 从“视图”面板中选择“左视”工具, 确保此视图观察方向垂直于当前 UCS XY 平面。通过“图层”工具栏, 将当前图层设置成使用轮廓线的图层, 从“绘图”面板中选择“圆”工具的“圆心, 半径”选项, 使用图 17-116 所示的“圆心”点绘制一个半径为 5 个绘图单位的圆, 接着选定此圆与它的一个夹点, 如图 17-117 所示, 并完成下述夹点拉伸编辑对话。

\*\* 拉伸 \*\*

指定拉伸点或 [基点(B)/复制(C)/放弃(U)/退出(X)]: C

\*\* 拉伸 (多重) \*\*

指定拉伸点或 [基点(B)/复制(C)/放弃(U)/退出(X)]: @10<0

\*\* 拉伸 (多重) \*\*

指定拉伸点或 [基点(B)/复制(C)/放弃(U)/退出(X)]: @37.25<0

\*\* 拉伸 (多重) \*\*

指定拉伸点或 [基点(B)/复制(C)/放弃(U)/退出(X)]: @56<0

\*\* 拉伸 (多重) \*\*

指定拉伸点或 [基点(B)/复制(C)/放弃(U)/退出(X)]: Enter

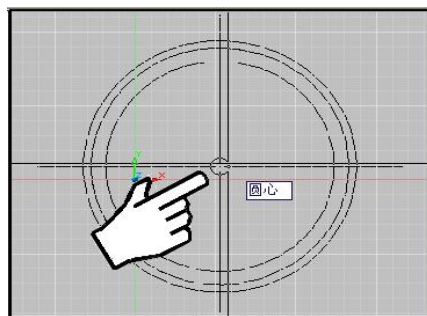


图 17-116 使用此“圆心”点

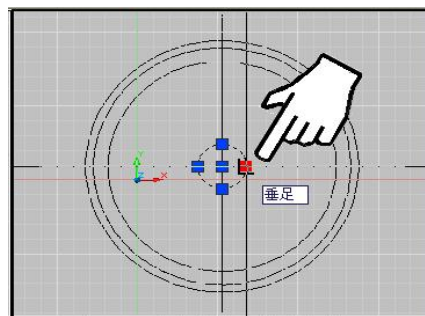


图 17-117 选择一个夹点

这一段对话所复制的圆如图 17-118 所示, 它们在圆柱蜗轮零件图中将全部使用轮廓线线型, 因此可将它们放置在同一个图层上。

**步骤 7** 从“绘图”面板中选择“多段线”工具, 并完成下述对话过程, 绘制一个图 17-119 所示的多段线框。

命令: \_pline



指定起点: 参见图 17-119 选定一个点

当前线宽为 0.0000

指定下一个点或 [圆弧(A)/半宽(H)/长度(L)/放弃(U)/宽度(W)]: @4<0

指定下一点或 [圆弧(A)/闭合(C)/半宽(H)/长度(L)/放弃(U)/宽度(W)]: @10<90

指定下一点或 [圆弧(A)/闭合(C)/半宽(H)/长度(L)/放弃(U)/宽度(W)]: @4<180

指定下一点或 [圆弧(A)/闭合(C)/半宽(H)/长度(L)/放弃(U)/宽度(W)]: @10<270

指定下一点或 [圆弧(A)/闭合(C)/半宽(H)/长度(L)/放弃(U)/宽度(W)]: C

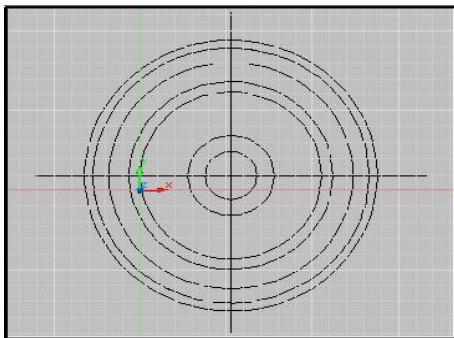


图 17-118 复制出几个圆

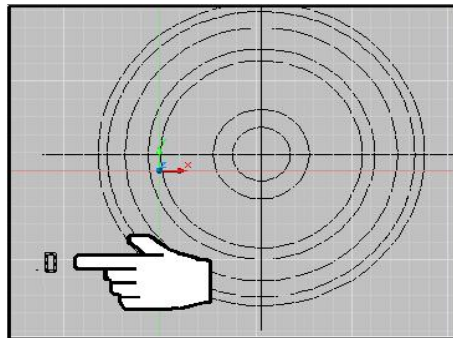


图 17-119 绘制一个多段线框

这个多段线框用于绘制圆柱蜗轮的键槽轮廓线, 因此需要选定它, 以及位于左上角处的夹点, 图 17-120 所示, 并完成下述夹点移动编辑对话。

**\*\* 移动 \*\***

指定移动点或 [基点(B)/复制(C)/放弃(U)/退出(X)]: 选定图 17-120 所示的“圆心”

接着, 再一次选定这个夹点, 并完成下述夹点移动编辑对话。

**\*\* 移动 \*\***

指定移动点或 [基点(B)/复制(C)/放弃(U)/退出(X)]: @5<90

然后, 还要再一次选定这个夹点, 并完成下述夹点移动编辑对话。

**\*\* 移动 \*\***

指定移动点或 [基点(B)/复制(C)/放弃(U)/退出(X)]: @15<0

完成这三次夹点移动编辑后, 多段线框将移到图 17-121 所示的位置。初学者需要注意到, 这一步操作使用了坐标参数来定位移动对象, 因此应当事先了解所要应用的坐标参数值, 否则就不能顺利地达到目的和得到想要的结果。

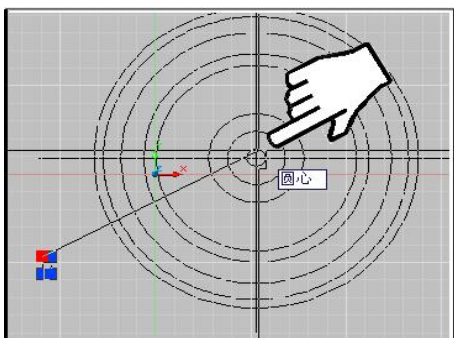


图 17-120 移动到此处

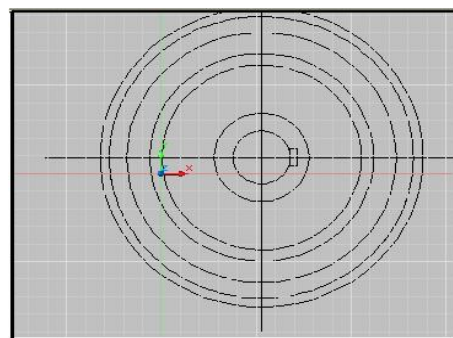


图 17-121 夹点移动编辑的结果



**步骤 8** 适当放大显示多段线框所在处的图形, 从“绘图”面板中选择“直线”工具, 并完成下述对话过程。

命令: `_line`

指定第一点: 选定图 17-122 所示的“端点”

指定下一点或 [放弃(U)]: `<正交 开>` 选定图 17-123 所示的正交点

指定下一点或 [放弃(U)]: `Enter`

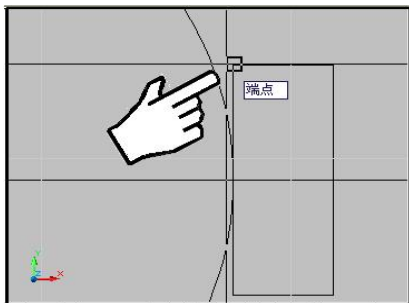


图 17-122 指定第一点

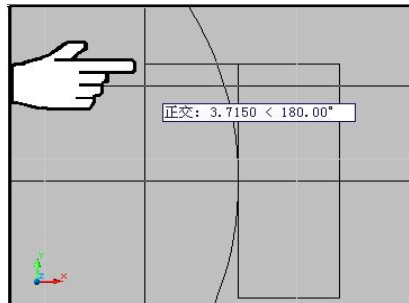


图 17-123 指定下一点

命令: `Enter`

命令: `LINE`

指定第一点: 选定图 17-124 所示的“端点”

指定下一点或 [放弃(U)]: `<正交 开>` 选定图 17-125 所示的正交点

指定下一点或 [放弃(U)]: `Enter`

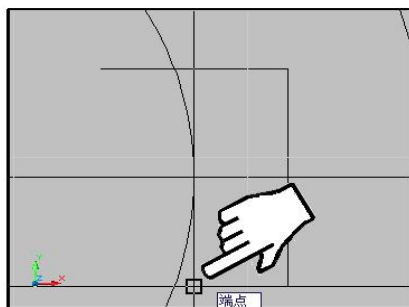


图 17-124 指定第一点

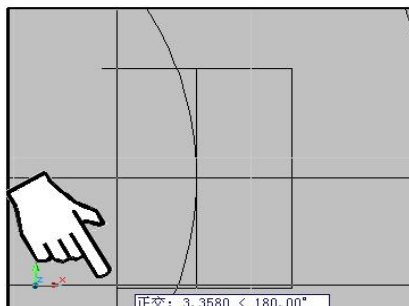


图 17-125 指定下一点

接着, 选定多段线框和上面所绘制的两条直线, 以及与它们相交的圆, 如图 17-126 所示, 通过“修改”面板选择“修剪”工具, 将部分线段修剪掉, 结果如图 17-127 所示。

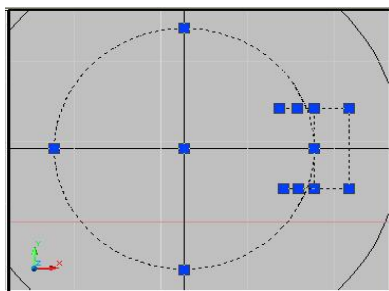


图 17-126 选定这些图形对象

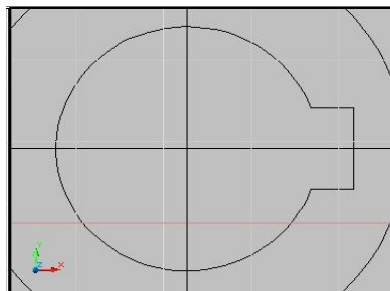


图 17-127 修剪的结果

**步骤 9** 在状态栏中单击“布局”选项卡,进入图纸空间后从“视图”面板中选择“新建视口”工具,并按前面所述内容设置“新建视口”对话框中的各选项。单击“确定”按钮后,参照前面的操作完成相关的对话过程。

此后,圆柱蜗轮的零件图就将出现在图纸空间中,参照前面的操作设置好文本信息、标注好尺寸,如图 17-128 所示,并将视口边框线移到关闭的图层上,即可输出圆柱蜗轮的零件图。

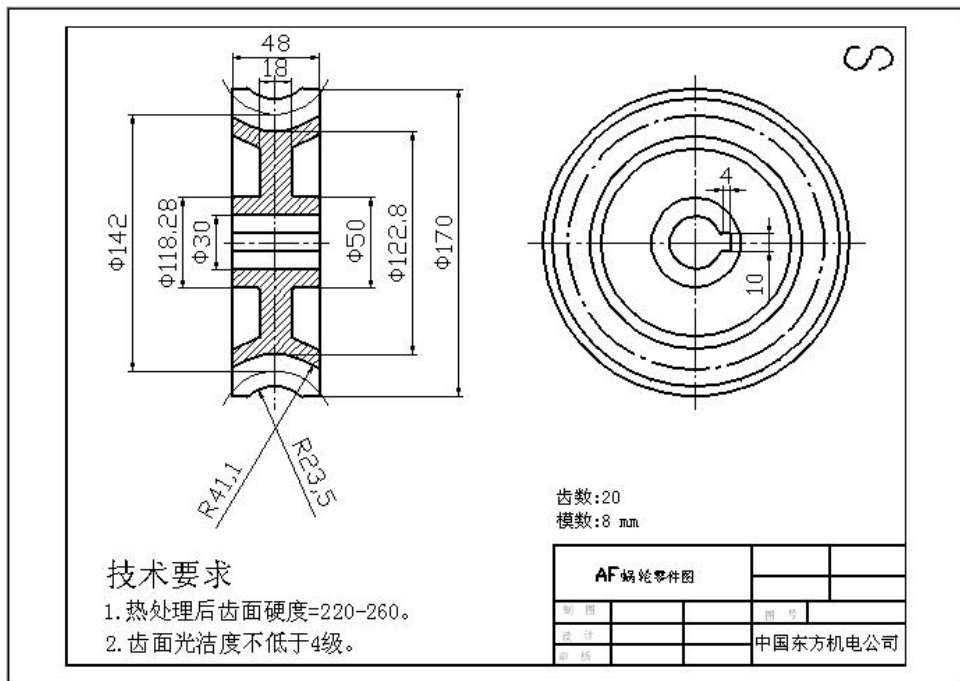


图 17-128 圆柱蜗轮的零件图

本实例中的三维实体图形没有用于绘制由二维图形对象构成的三视图,输出的圆柱蜗轮零件图全由二维图形构成,绘制与编辑这些图形使用的也都是 AutoCAD 二维操作命令。