

Creo 软件在加强筋等顶面相切设计中的应用技术

撰文 / 武汉城市职业学院机械工程与电气自动化学院 罗光汉

本文针对安全阀顶盖铸件中的加强筋与支撑臂顶面相切于融接表面的设计问题,分析平行于加强筋侧面的顶面边线截面草图,添加相切表面的截交线等作为参照几何,完成相切于参照几何的截面草图的绘制。通过运用 PTC Creo 可变截面扫描功能,成功实现安全阀顶盖中的加强筋与支撑臂的顶面相切造型。其设计理念清晰,操作方便、快捷,为相似结构的筋板等的设计提供了一定的参考。

一、引言

图 1 所示为全启式安全阀的顶盖铸件,其主要几何结构为 $\phi 105\text{mm} \times 219\text{mm}$ 、壁厚为 8.5mm 的旋转壳体, $\phi 30\text{mm} \times 32\text{mm}$ 圆柱凸耳及宽度为 12mm 的上下分布的 2 个加强筋,2 个对称几何结构的三角形支撑臂。壳体上设计有对称分布的矩形窗口,用于手动起跳安全阀(固定于凸耳轴孔的手动控制柄与矩形窗口的上下表面接触)。其中,2 个加强筋的顶面分别与圆柱凸耳表面相切,且上侧的加强筋顶面还相切于壳体顶部 R15 的过渡圆角表面。2 个对称的支撑臂与上侧的加强筋类似,三角形支撑臂的顶面相切于 $\phi 40$ 圆柱表面,以 R8 圆角光滑过渡至壳体底面边线,通过对加强筋等顶面与融接表面的相切设计,有利于其边线的倒圆角

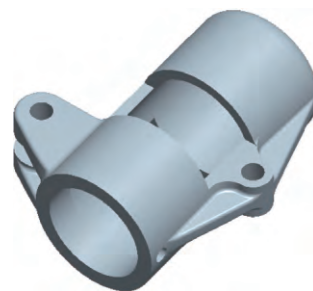


图 1 顶盖铸件

和铸件表面的成型质量。

在完成了顶盖零件的壳体旋转体造型后,运用 PTC Creo 软件中的“轮廓筋”功能显然是难以同时满足加强筋顶面与 2 个融接表面的相切设计。以平行于加强筋侧面的平



图 18 加工效果图

六、结论

加工思想是“本”,加工方法是“末”。可谓:物有本末,事有始终,知其先后,则近道矣。

Cimatron 软件的加工思路清晰流畅,提供的加工手段简洁有效,仿真效果逼真准确,编程人员可以非常清楚地表达自己的加工意图,在编制这种多次装夹的难度较高的模具部件工艺时操作简单,是一种有效的模具 CAM 加工工具。

面作为草绘平面，分别选取圆柱凸耳表面的截交线和壳体顶部 R15 圆角表面作为参照，再创建相切于 2 个参照几何的直线草图，这样不同偏距的草绘平面中的直线均可实现与参照几何的相切，其轨迹即为加强筋顶面与草绘平面的交线，同时切点位置也随之变化，所绘制的截面草图即为扫描截面。为快速实现加强筋与支撑臂的顶面相切设计问题提供了新的解决方案。运用 Creo 可变截面扫描技术完成加强筋与支撑臂的建模，使其顶面与 2 个融接表面相切，很好地满足顶盖零件的设计要求。

二、加强筋的造型设计

1. 创建圆柱凸耳

以 FRONT 基准平面作为草绘平面，创建图 2 中的壳体一侧的圆柱凸耳对称拉伸造型，其盲孔尺寸为 32mm，截面圆直径为 30mm，圆心对坐标系的定位尺寸分别为 65mm 与 105mm。其中，因壳体中的相关边线与圆柱凸耳的表面将分别作为可变截面扫描的原点轨迹和参照几何，为避免扫描进程中的截面参照缺失，圆柱凸耳特征中的草绘平面应不同于壳体旋转特征中的草绘平面（RIGHT 基准平面）。

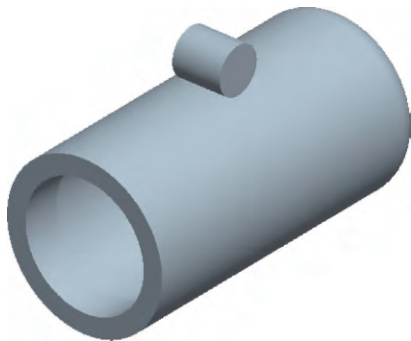


图 2 圆柱凸耳

2. 创建加强筋

(1) 单击“可变截面扫描”按钮，选取凸耳一侧的 R15 过渡圆角表面位于壳体侧面的边线作为原点轨迹，修改其端点引线处的数值分别为“-74”，以使缩短后的轨迹曲线链与圆柱凸耳的长度相当，再以“垂直于投影”作为截面控制方式，并选取坐标系的 y 轴或 A_1 基准轴或 TOP 基准平面作为投影方向。进入草绘界面，打开“参照”对话框，直接选取过渡圆角表面的边线作为参照，再单击对话框中的“剖面”按钮，以“目的曲面”方式选取凸耳的圆柱表面作为参照，开放截面草图，结果如图 3 所示。其中，上侧的斜

线分别相切于过渡圆角表面与凸耳圆柱表面的参照几何，下侧斜线的上端点与凸耳圆柱表面的参照几何相切，其下端点位于动态坐标系的竖直中心线上并标注定位尺寸 20mm，圆柱凸耳参照几何上的两斜线的端点之间以直线进行连接。最后，单击操控板上“扫描为实体”按钮，再单击中键完成 2 个加强筋基本形体的可变截面扫描造型，其结果如图 4 所示。

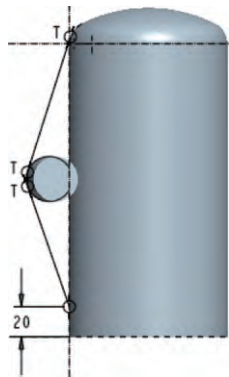


图 3 截面草图

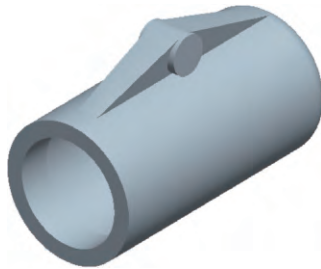


图 4 可变截面扫描造型

在可变截面扫描的创建过程中，通过打开操控板中的“相切”选项卡，切换“参照”下拉列表中的“侧 1”与“侧 2”，扫描曲面的相切约束缺省条件分别为参照几何的曲面。此外，扫描轨迹在圆柱凸耳表面上的边线是一条曲面曲线，而 R15 过渡圆角表面上的边线也并不是一条截面圆弧曲线。

(2) 以偏移 FRONT 基准平面 6mm 的正反向平面作为替换平面，分别完成可变截面扫描特征 2 个端面的替换，实现 2 个加强筋的造型设计，其结果如图 5 所示。

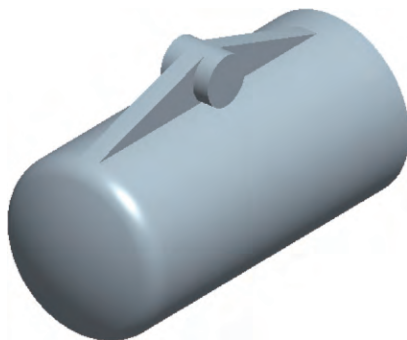


图 5 顶盖加强筋造型

(3) 分别完成图 6 所示的 2 个加强筋侧面角度为 6° 的拔模设计，以加强筋顶面中的 2 条侧边线和 2 条相贯线作为各自的拔模枢轴，并选取 RIGHT 基准平面作为拔模方向，再调整拔模方向使其为增加材料。在上述的 2 次拔模操作中，应对其中之一拔模侧面进行“选项”设置，即激活“排除环”

收集器，选取另一加强筋中的 2 个侧面使其不作为拔模面。

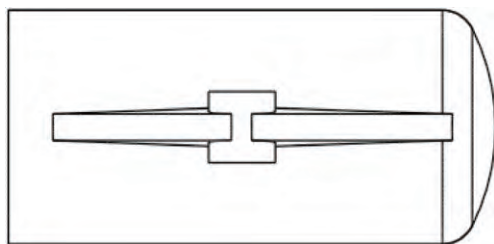


图 6 加强筋侧面的拔模

(4) 完成加强筋及其相关边线的倒圆角，其结果如图 7 所示。其中，以“目的边”选取方式完成圆柱凸耳的柱面与壳体表面之间的尺寸为“15”的倒圆角，完成圆柱凸耳下方加强筋与顶盖壳体表面交线的尺寸为“15”的倒圆角，完成圆柱凸耳的端面与壳体表面之间的尺寸为“5”的倒圆角，完成加强筋侧面所有边线的尺寸为“3”的倒圆角。

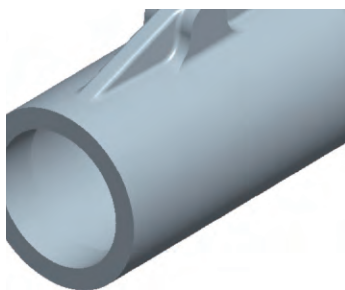


图 7 加强筋边线的倒圆角

三、顶盖支撑臂的造型设计

1. 创建前侧支撑臂造型

(1) 以 FRONT 基准平面作为草绘平面，创建图 8 所示的前侧支撑臂中与销孔同心的 $\Phi 40\text{mm} \times 75\text{mm}$ 圆柱拉伸造型，其截面圆的圆心对坐标系的定位尺寸分别为 85mm 与 50mm。

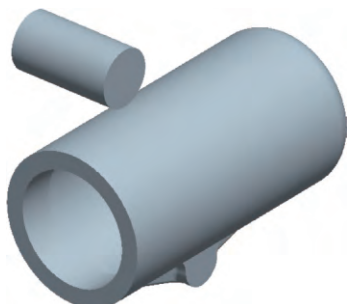


图 8 圆柱拉伸造型

(2) 单击“可变截面扫描”按钮，选取圆柱下方的

壳体底部外侧边线作为原点轨迹，修改其两端引线处的数值分别为“-50”（前）、“-84”（后），并切换轨迹曲线链的起始方向，再以“垂直于投影”作为截面的控制方式与坐标系的 Z 轴作为投影方向。进入草绘界面，打开“参照”对话框，单击“剖面”按钮，以“目的曲面”方式选取图 8 中的圆柱表面作为参照几何，完成图 9 中的闭环截面草图的绘制。其中直径 16mm 构建圆的圆心位于动态坐标系水平轴线的左侧上且圆弧过动态坐标系的原点，斜线分别相切于参照几何与构建圆且延伸到动态坐标系的竖直轴线上。最后，单击操控板上“扫描为实体”按钮，再单击中键完成前侧支撑臂中的可变截面扫描造型，其结果如图 10 所示。

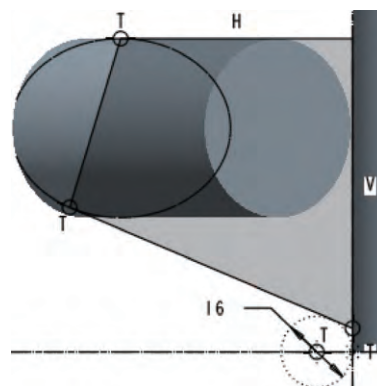


图 9 截面草图

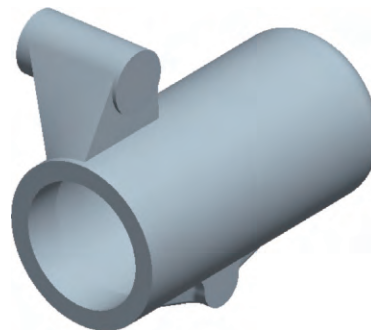


图 10 可变截面扫描造型

(3) 完成图 10 中的拉伸圆柱与可变截面扫描特征的除料，形成图 11 中的厚度为 16mm、内侧面偏距 FRONT 基准平面 14mm 的支撑臂造型，并完成其内侧面中的 $\Phi 40\text{mm} \times 5\text{mm}$ 凸台拉伸造型（与图 8 中的圆柱同心）。

(4) 完成前侧支撑臂中除凸台表面之外的所有边线的尺寸为“3”的倒圆角，再完成前侧支撑臂与壳体表面交线的变半径倒圆角，即支撑臂内侧边线 R3 圆角表面与壳体表面交线中的 4 个点的半径值分别为内侧表面上的 2 个点为

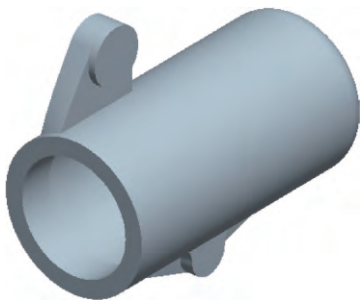


图 11 前侧支撑臂造型

“3”、上下表面上的点为“8”，其结果如图 12 所示。

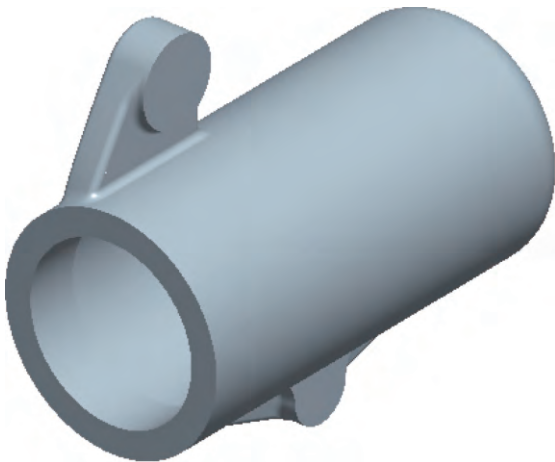


图 12 支撑臂边线的倒圆角

2. 后侧支撑臂的造型

以“种子和边界曲面”选取方式复制前侧支撑臂外表面（包括变半径圆角表面），再以 FRONT 基准平面作为镜像平面完成复制曲面面组的镜像（打开操控板中的“选项”选项卡，清除“隐藏原始几何”复选框）。然后，完成镜像的曲面面组的实体化（单击“实体化”操控板上的“用实体材料填充由面组界定的体积块”按钮 并确认方向指向外侧），实现顶盖后侧支撑臂的造型，其结果如图 13 所示。

四、顶盖的加工

以拉伸除料方式，完成顶盖壳体中的对称于 FRONT 基准平面、与圆柱凸耳端面共面的安装控制手柄的矩形窗口。其中，窗口高度为 55mm，下侧表面距离壳体端面的定位尺寸为 72mm。再分别完成圆柱凸耳与 2 个支撑臂中的 $\varnothing 17\text{mm}$ 通孔的加工，并完成加强筋正下方、距离顶盖下表面 12mm 的 M12 $\times$ 1.5 螺纹孔的加工，其结果如图 1 所示。

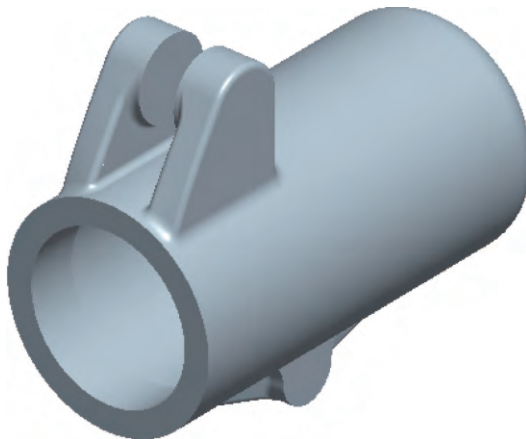


图 13 支撑臂曲面的镜像与实体化

五、结论

(1) Creo 软件中的可变截面扫描技术是将一个截面草图沿着一条或多条轨迹曲线链（平面型或空间型曲线）按照一定的运动方式（轨迹曲线链上的法平面方向或指定方向）形成的几何体（实体或曲面）。由此可见，“可变截面扫描”功能能够实现截面的大小与方向或仅截面的大小或仅截面的方向产生变化的几何体。原点轨迹既可用于控制截面的移动方向，也可用于控制截面的变化。根据草绘截面的定向与特征设计的要求，可变截面扫描的三种截面控制方式分别为垂直于轨迹、垂直于投影与恒定法向，可灵活选择与设置。

(2) 运用 PTC/Creo 可变截面扫描特征实现顶盖中的加强筋与支撑臂的设计，通过设置圆柱表面（目的曲面）与草绘平面的剖面截交线作为参照几何，是实现加强筋等顶面相切设计中的至关重要的操作步骤，当草绘平面的动态坐标系沿着扫描轨迹曲线链移动时，草绘平面上的直线图元与参照几何之间始终保持设定的相切几何约束关系。IM