

SingleGear

Xie Yu

1 介绍

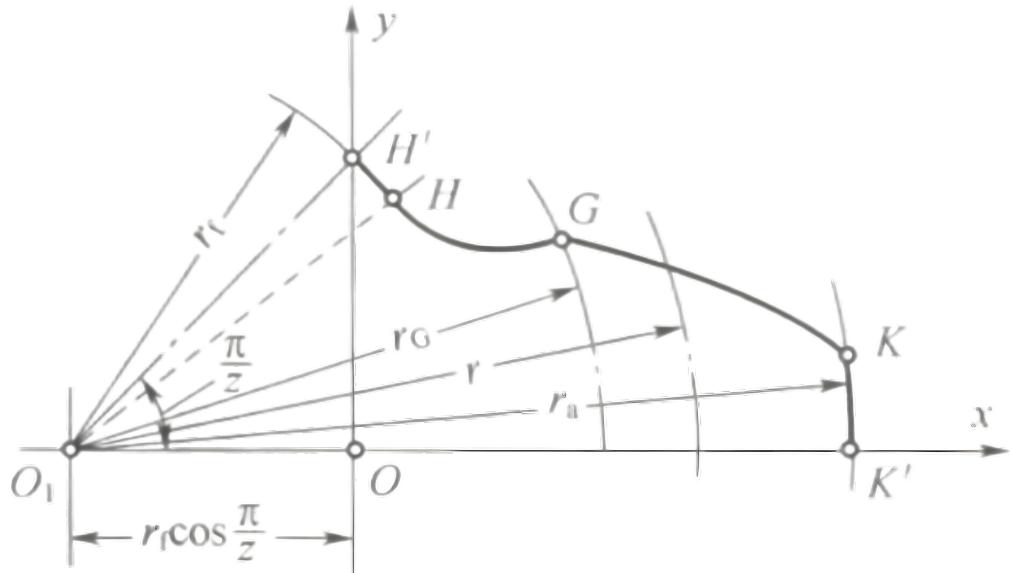
SingleGear模块用于生成单个齿轮齿形和网格。

2 原理

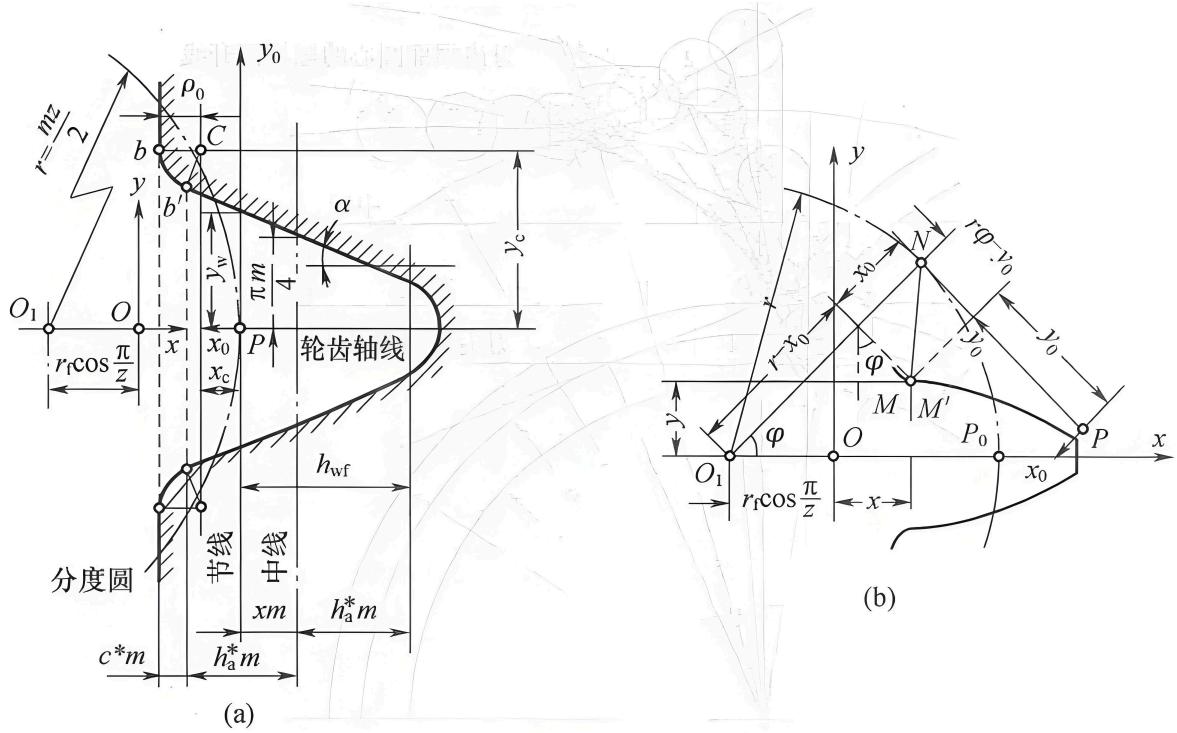
摘自于参考文献[1],下图是一个无修缘无根切齿轮的端面齿廓。由下列四段曲线构成:

1. 齿根圆弧HH', 半径等于 r_f ;
2. 过渡曲线HG;
3. 基本齿廓曲线KG;
4. 齿顶圆弧KK', 其半径为 r_a 。

齿顶圆系制作齿坏时车制而成, 而齿根圆是滚刀节线在齿轮分度圆上滚动时, 由顶刃包络切成。按下图中所示配置齿轮坐标系Oxy, 其中Ox轴是齿廓的对称轴, 与Ox轴相垂直的Oy轴通过齿根圆与齿槽对称轴的交点H, 于是便确定了坐标原点O, 它与齿轮轴心 O_1 之间的距离为 $r_f \cos(\pi/z)$ 。



下图(a)所示为用一齿条刀加工齿轮的示意图, 坐标系 Px_0y_0 固连于刀具之上, 其坐标原点为节点P, 刀具中线与节线之距离为 x_m (变位量)。



设刀具齿廓上任意一点M'在刀具坐标系 Px_0y_0 中的坐标为 x_0 和 y_0 ，该点的法线 $M'N$ 与刀具节线 Py_0 的交点为N；在刀具节线沿齿轮分度圆滚动的过程中，当N点与分度圆接触时，点M'将与齿轮齿廓上的对应点M接触（如上图（b）所示），二者的公法线亦通过N点。于是，把M'点在坐标系 Px_0y_0 中的坐标 x_0 、 y_0 转换至坐标系Oxy中，即可得到齿轮齿廓上相应M点的坐标x、y。设齿条刀滚动角为 Φ ，则：

$$x = (r - x_0)\cos\phi + (r_\phi - y_0)\sin\phi - r_f \cos\left(\frac{\pi}{z}\right) \quad (1)$$

$$y = (r - x_0)\sin\phi - (r_\phi - y_0)\cos\phi \quad (2)$$

$$\phi = \frac{\overline{PN}}{r} \quad (3)$$

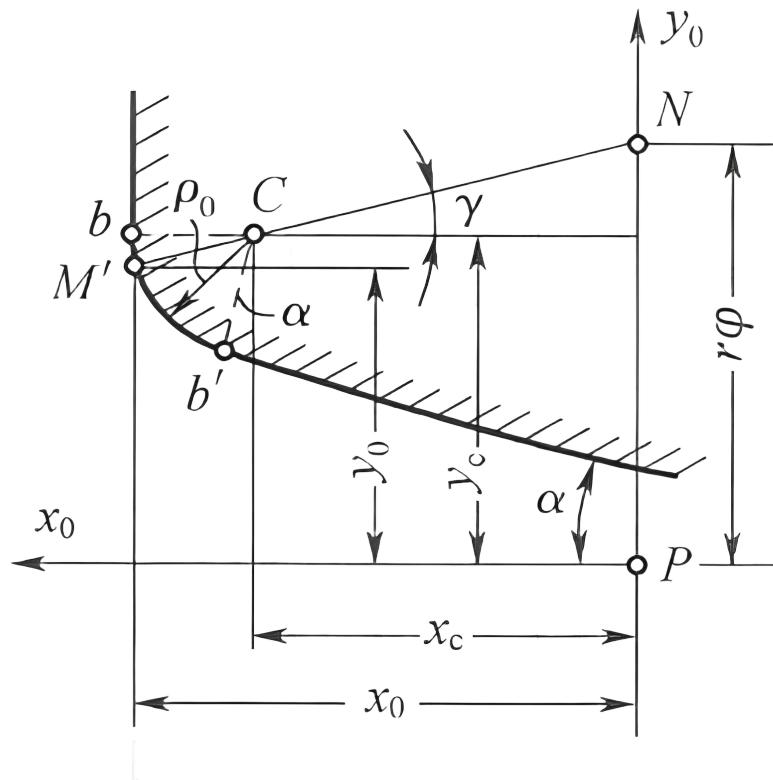
上式即是用齿条刀加工的齿轮齿廓普遍方程式，也是 x_0 、 y_0 和 ϕ 的函数。因此，若已知刀具齿廓上任意点M'的坐标 (x_0, y_0) 、 \overline{PN} 及 r 的值时，就可以用上式求出该点（齿轮齿廓上相应点为M）在齿轮坐标系Oxy中的坐标 (x, y) 。若取齿条刀具上的若干点，利用上式求出齿轮齿廓上相应各点的坐标 (x, y) 加以连结，便得到所加工齿轮的齿廓曲线。顺便指出，用齿轮滚刀切制齿轮时，也近似地将其当作用齿条刀加工，故研究结果也适用于滚齿。

齿轮齿根过渡曲线HG段是由齿条刀的齿顶倒圆部分bb'所切出的（如下图所示）。M'在刀具坐标系 Px_0y_0 中的坐标 (x_0, y_0) 为：

$$x_0 = x_c + \rho_0 \cos\gamma \quad (4)$$

$$y_0 = y_c - \rho_0 \sin\gamma \quad (5)$$

$$\gamma = \arctan \frac{r_\phi - y_c}{x_c} \quad (6)$$



式中角度 γ 在下述范围中变动:

$$0 \leq \gamma \leq (\pi/2 - \alpha) \quad (7)$$

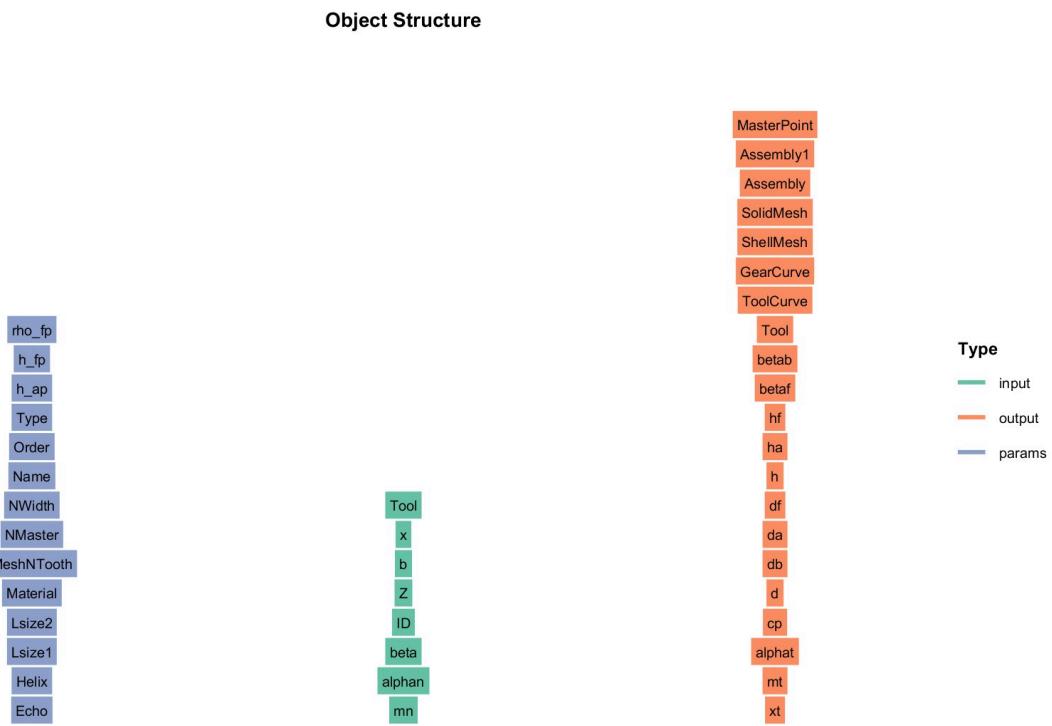
式中。 α 为齿条到的齿形角，一般为 20° 。

将(4)~(6)式带入(1)~(3)式可以得到齿轮齿廓齿根的过渡曲线方程:

$$x = (r - x_c - \rho_0 \cos \gamma) \cos \phi + (x_c \tan \gamma + \rho_0 \sin \gamma) \sin \phi - r_f \cos\left(\frac{\pi}{2}\right) \quad (8)$$

$$y = (r - x_c - \rho_0 \cos \gamma) \sin \phi + (x_c \tan \gamma + \rho_0 \sin \gamma) \cos \phi \quad (9)$$

3 类结构



输入 input:

- Tool: 刀具参数
- alphat : 压力角
- beta : 螺旋角
- ID : 齿轮内径
- Z: 齿数
- b : 齿宽
- x : 变位系数

参数 params:

- Name : 名称
- Material : 材料
- Order : 单元阶数
- h_fp : 齿根高系数
- rho_fp : 齿根半径系数
- h_ap: 齿顶高系数
- Type : 1.齿轮基准齿廓 2.滚刀无切顶 3.滚刀含切顶
- Lsize1 : Shell mesh line esize
- Lsize2 : Solid mesh line esize
- MeshNTooth : Shell mesh gear number
- NWidth : Solid mesh gear width segment
- Helix : right, left

- NMaster : Number of master point

输出 output :

- xt : 端面变位系数
- mt : 端面模数 [mm]
- alphat : 端面压力角 [°]
- cp : 顶隙系数
- d : 分度圆直径 [mm]
- db : 基圆直径 [mm]
- da : 齿顶圆直径 [mm]
- df : 齿根圆直径 [mm]
- h : 齿高 [mm]
- ha : 齿顶高 [mm]
- hf : 齿根高 [mm]
- betaf : 分度圆螺旋角 [°]
- betab : 基圆螺旋角 [°]
- Tool : 刀具参数
- ToolCurve : 刀具曲线
- GearCurve : 齿轮齿廓
- ShellMesh : Shell mesh with tooth
- SolidMesh : Solid mesh with tooth
- Assembly : Solid mesh assembly
- Assembly1 : Shell mesh assembly
- MasterPoint : 主节点

4 案例

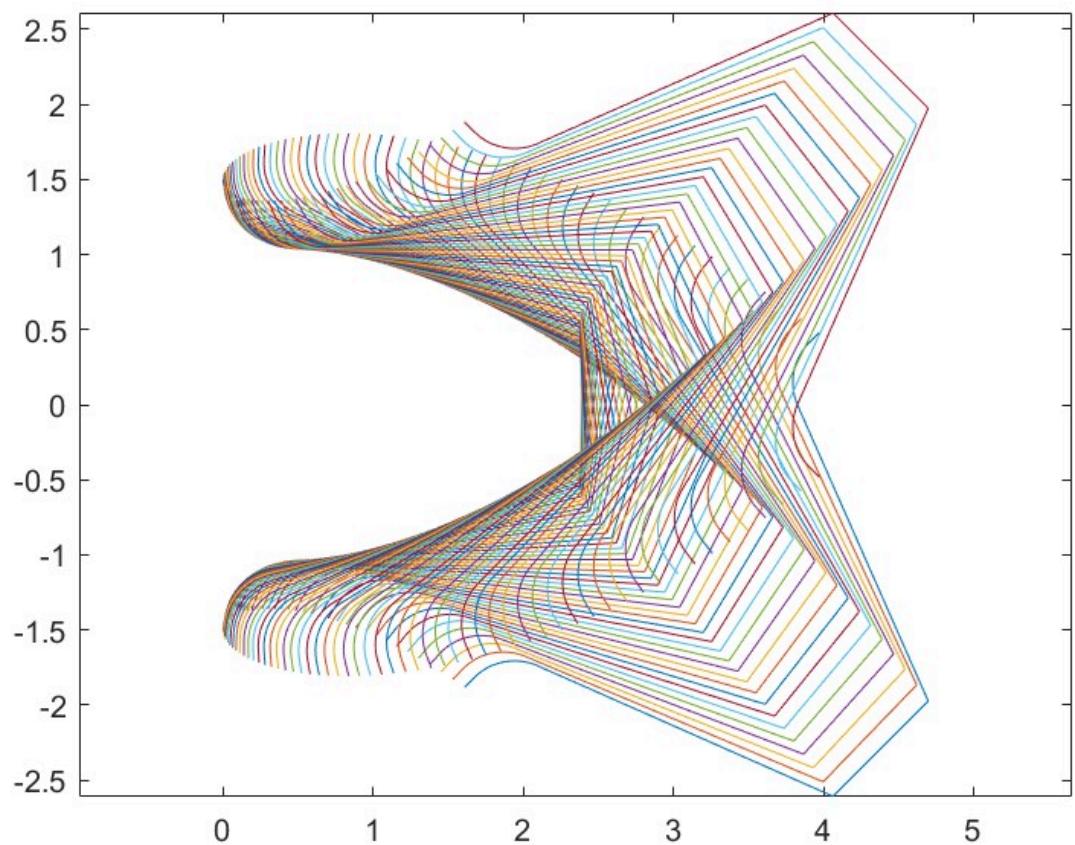
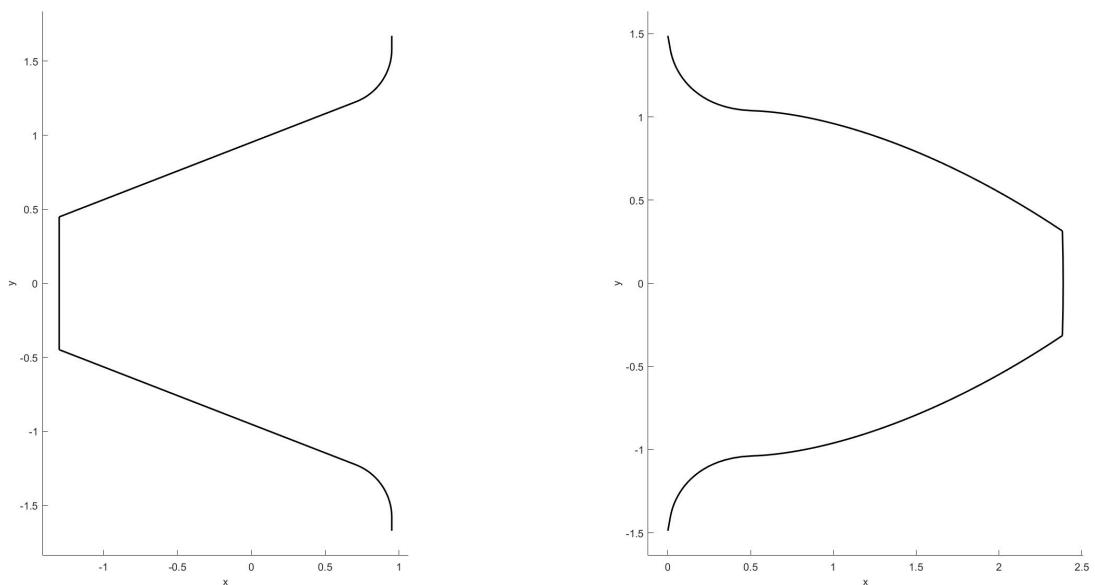
4.1 Create Single gear (Flag=1)

```

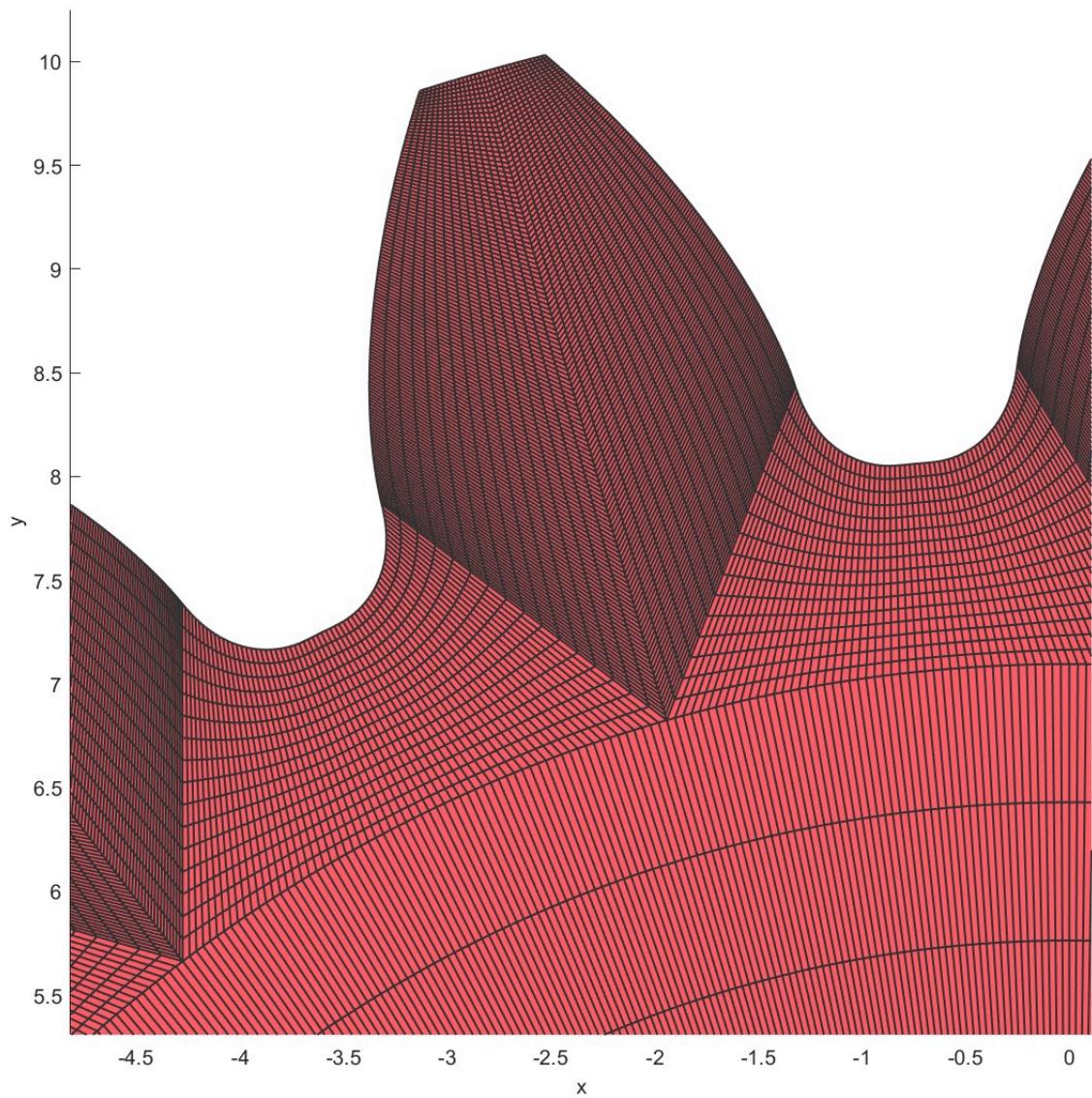
1  inputSingleGear.mn= 1;
2  inputSingleGear.alphan = 20;
3  inputSingleGear.Z=17;
4  inputSingleGear.b=10;
5  inputSingleGear.x=0.3;
6  inputSingleGear.beta=20;
7  paramsingleGear.MeshNTooth = 17;
8  obj1=gear.SingleGear(paramsingleGear, inputSingleGear);
9  obj1=obj1.solve();
10 PlotCutting(obj1);
11 PlotToolCurve(obj1);
12 PlotGearCurve(obj1);
13 Plot2D(obj1);
14 Plot3D(obj1, 'faceno',101);

```

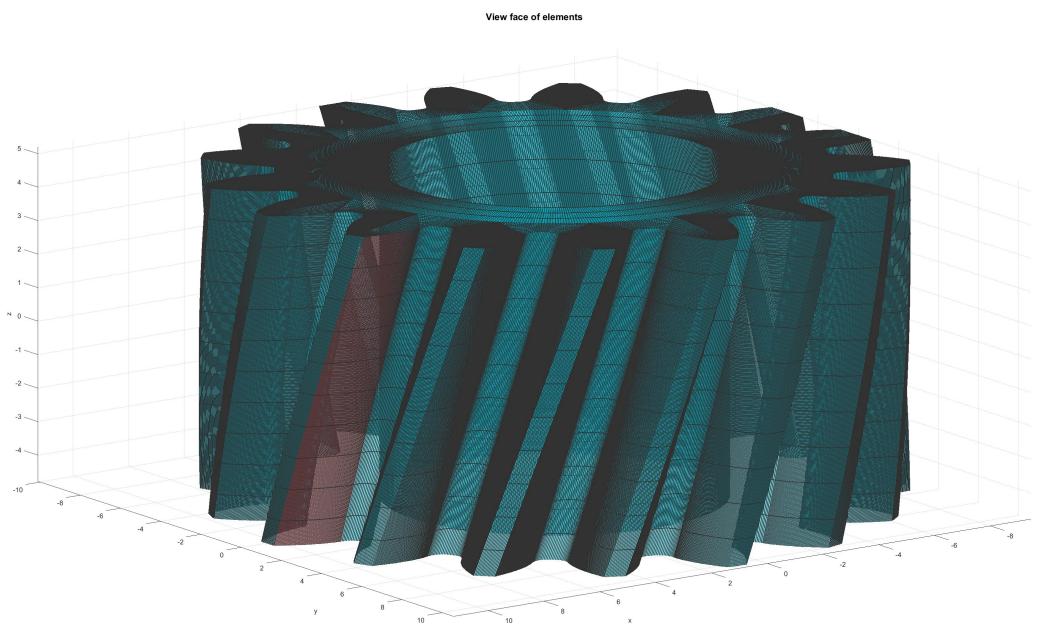
刀具和单个齿形绘制：



平面模型网格：



实体网格：



5 参考文献

- [1] 圆柱齿轮几何计算原理及实用算法