

OpenCascade Primitives BRep-Cylinder

eryar@163.com

Abstract. BRep is short for Boundary Representation. Boundary Representation gives a complete description of an object by associating topological and geometric information for solid modeling. In this case, objects are described by their boundaries. There are two types of information in BRep: Topological information and Geometric information. This paper is concerned with the Cylinder BRep in OpenCascade, and also show how to use Tcl script to dump cylinder BRep info.

Key words. OpenCascade, BRep, Boundary Representation, Cylinder

1. Introduction

本文通过在 Draw Test Harness 中的 Tcl 脚本来生成圆柱 Cylinder 的边界表示 (BRep) 数据, 通过对生成的数据进行分析, 来理解 OpenCascade 中的 Cylinder 的边界表示方式。

如下图所示为使用 Tcl 命令在 Draw Test Harness 中生成的圆柱:

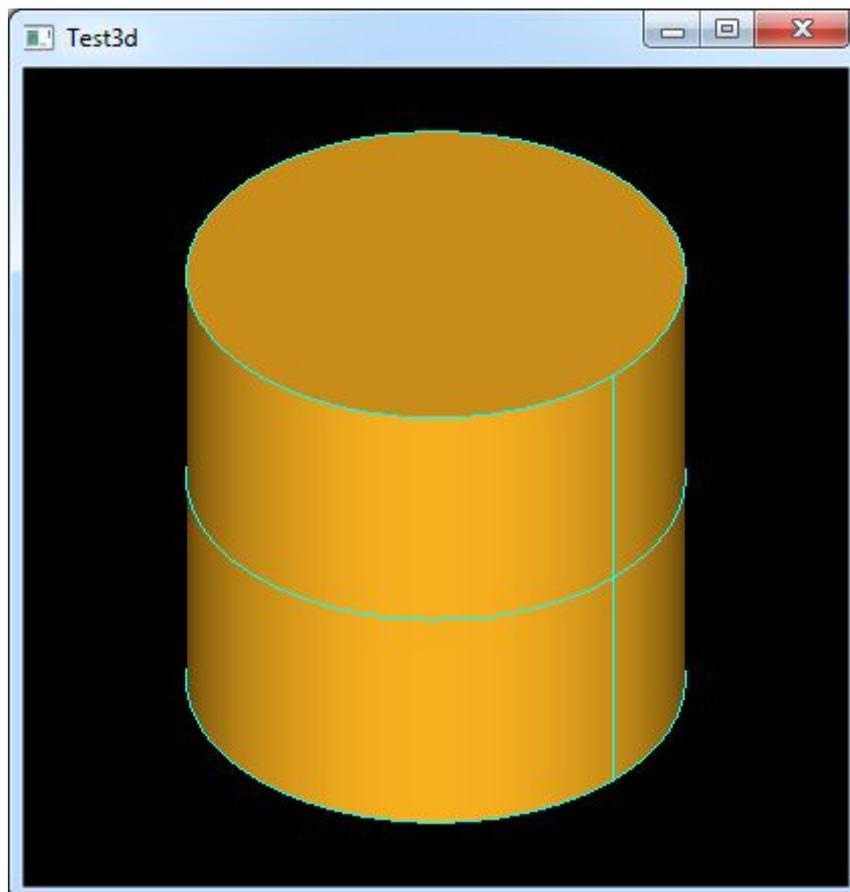
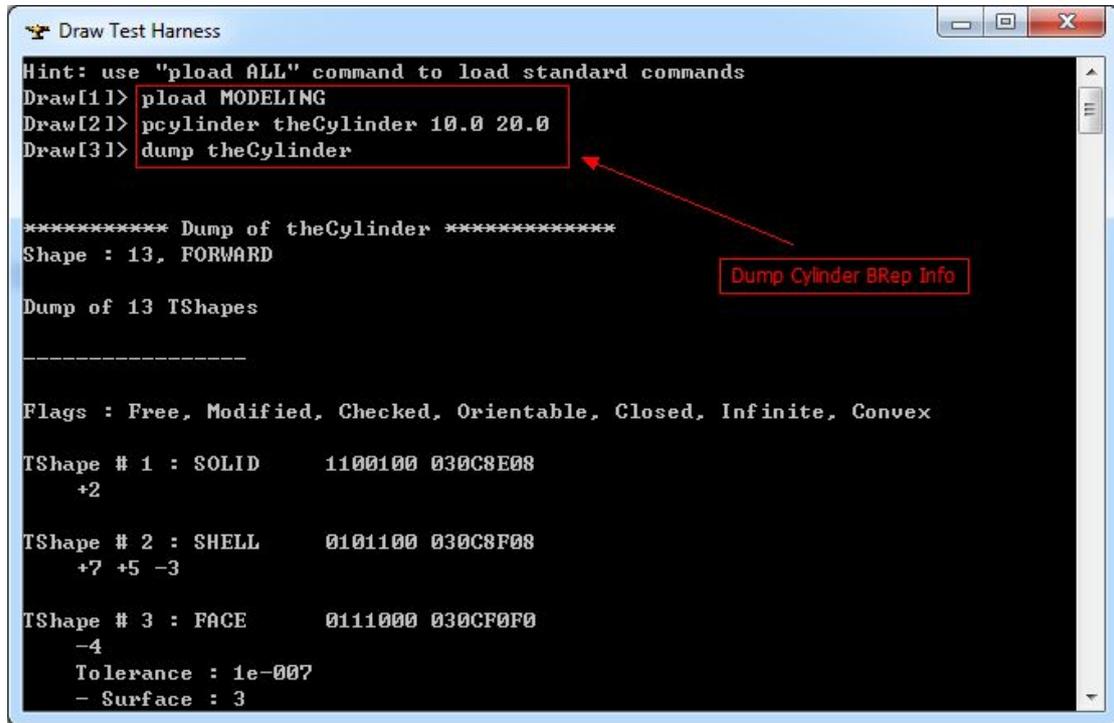


Figure 1.1 Cylinder Generated by Tcl in Draw Test Harness

2. Dump Cylinder BRep Info by Tcl

使用 Tcl 脚本在 Draw Test Harness 中输出圆柱（Cylinder）的边界表示（BRep）数据的脚本程序如下图所示：



```
Draw Test Harness
Hint: use "pload ALL" command to load standard commands
Draw[1]> pload MODELING
Draw[2]> pcylinder theCylinder 10.0 20.0
Draw[3]> dump theCylinder

***** Dump of theCylinder *****
Shape : 13, FORWARD

Dump of 13 TShapes

-----

Flags : Free, Modified, Checked, Orientable, Closed, Infinite, Convex

TShape # 1 : SOLID      1100100 030C8E08
+2

TShape # 2 : SHELL     0101100 030C8F08
+7 +5 -3

TShape # 3 : FACE      0111000 030CF0F0
-4
Tolerance : 1e-007
- Surface : 3
```

Figure 2.1 Tcl Script to Dump Cylinder BRep Info

上述 Tcl 生成一个底面位于原点 (0,0,0) 半径为 10，高度为 20 的圆柱，如下图所示：

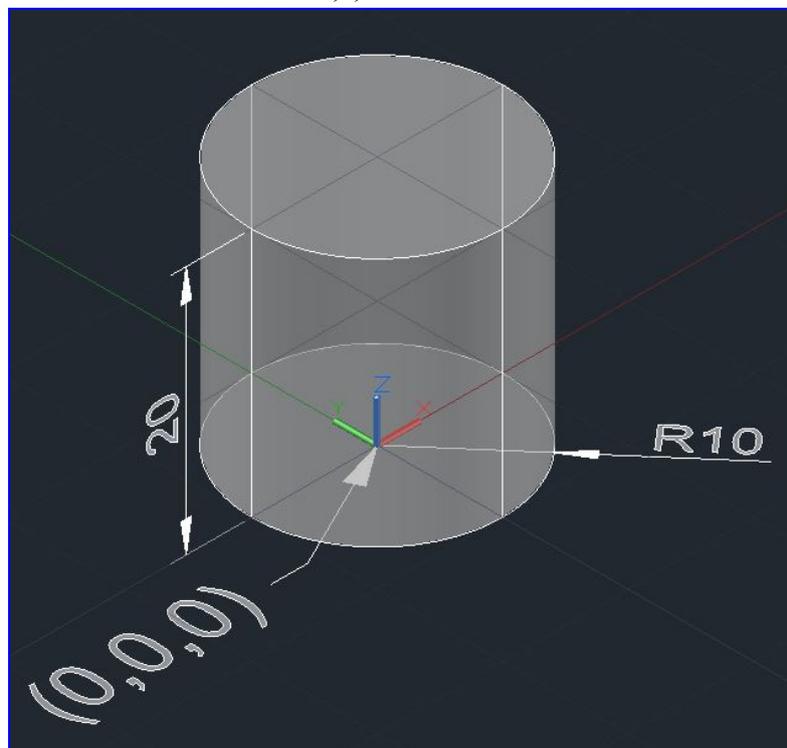


Figure 2.2 The Cylinder Generated by Tcl

3. Cylinder BRep in OpenCascade

还是从顶点 (Vertex) 开始编号, 来对圆柱 (Cylinder) 的 BRep 表示进行理解。从导出的信息可知, 圆柱有两个顶点 Vertex, 对其编号, 如下图所示:

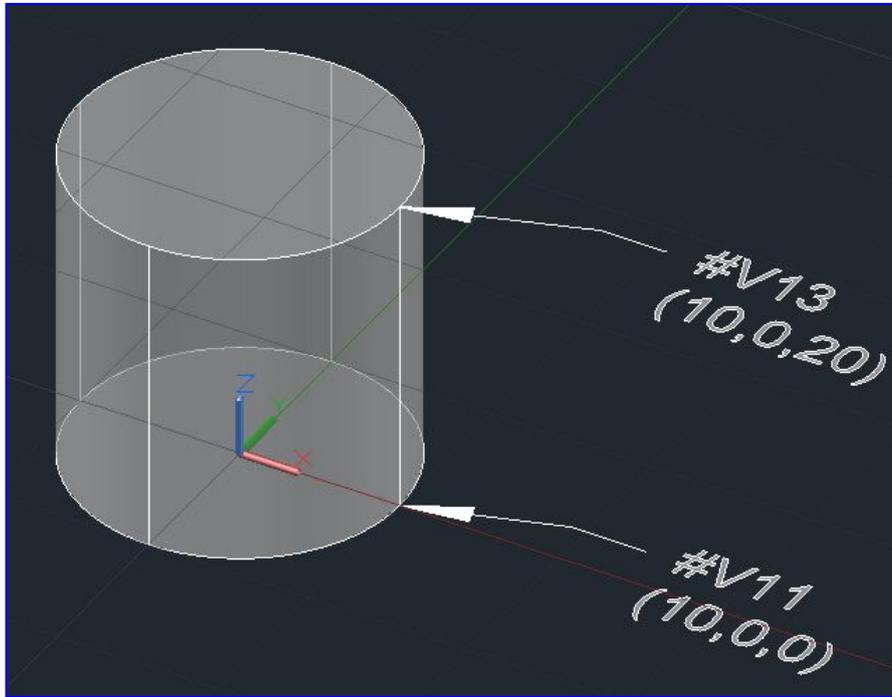


Figure 3.1 Vertex of Cylinder

圆柱共有三条 Edge, 编号分别是#9, #10, #12。下面对三条 Edge 中的几何曲线进行分析。其中#9 边 Edge 中包含了三条几何曲线: 一条三维空间曲线 3D Curve 和两条曲面上曲线 PCurve, 三条曲线的取值范围都是 $[0, 2\pi]$ 。空间曲线 3 是圆心 (0,0,0) 半径为 10, 位于圆柱底部的圆, 参数方程如下所示:

$$C(u) = P + r \cdot (\cos(u) \cdot D_x + \sin(u) \cdot D_y), u \in [0, 2 \cdot \pi].$$

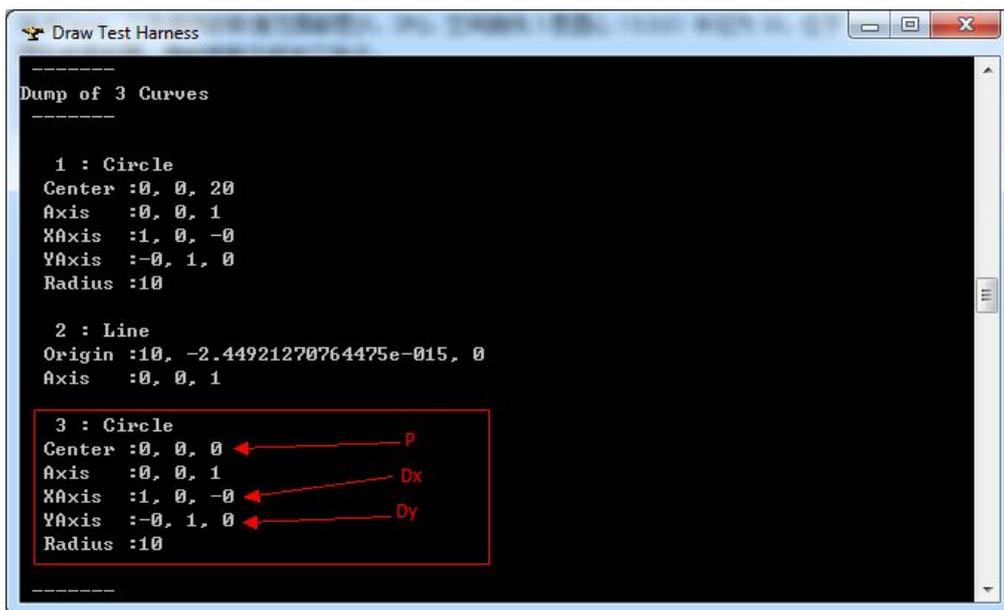


Figure 3.2 Curve 3D in Edge #9

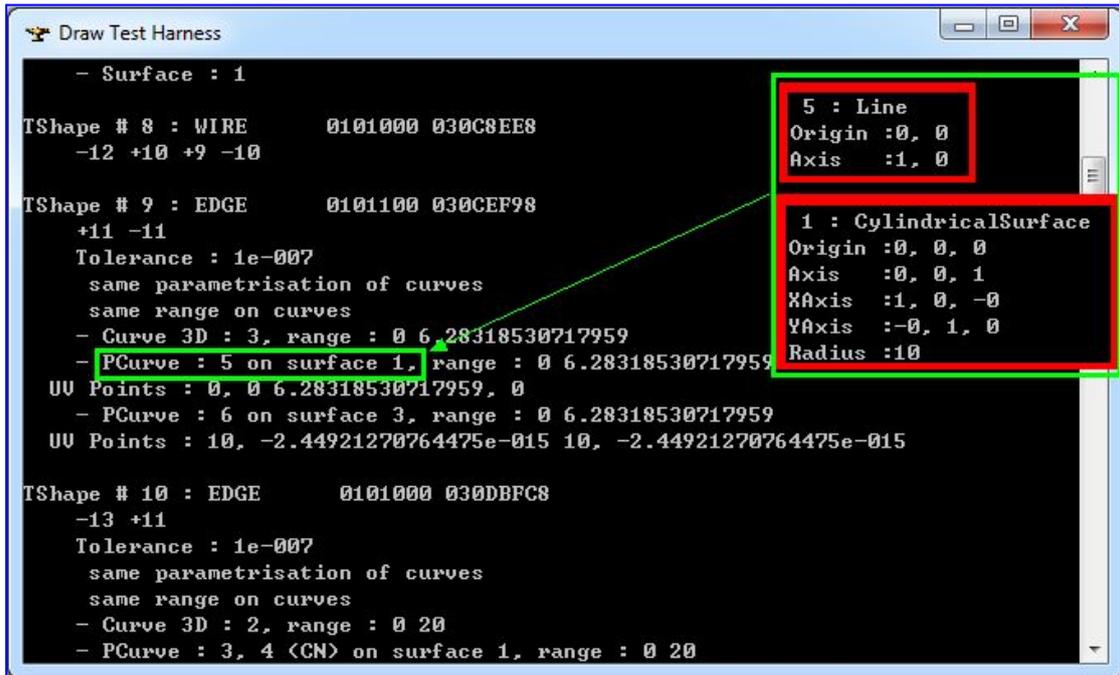


Figure 3.3 PCurve 5 on Surface 1 of Edge #9

曲面 1 上的参数曲线 PCurve 5 是位于原点 (0,0) 方向为 u 方向的直线。当 u 取 [0,2PI] 时, 得到曲面上 u,v 值分别为 (0,0) 和 (2PI,0)。对应到曲面 1 上时, u 的取值范围为 [0,2PI], v 的值为 0。曲面 1 的参数方程如下所示:

$$S(u,v) = P + r \cdot (\cos(u) \cdot D_x + \sin(u) \cdot D_y) + v \cdot D_z, (u,v) \in [0, 2 \cdot \pi) \times (-\infty, \infty).$$

当 u 取 [0, 2PI], v 恒为 0 时, 代入曲面参数方程得到空间圆的参数方程。

同理曲面 3 上的参数曲线 PCurve 6 是位于平面上的圆。边 Edge#12 与 Edge#9 一样, 只不过#12 是位于圆柱顶部的圆。

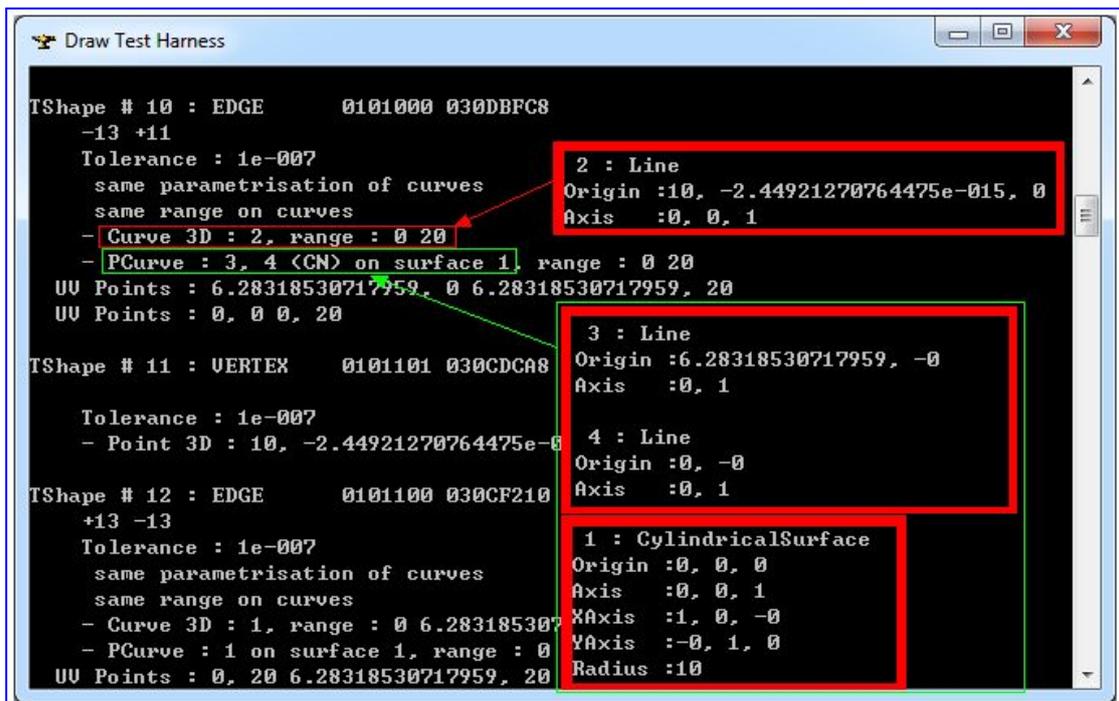


Figure 3.4 Edge #10 of the Cylinder

边 Edge#10 中的三维空间曲线是起点为 (10, 0, 0) 方向为 Z 轴的直线, 取值范围 [0, 20]。曲面 1 上的参数曲线 3, 4 是衔接边 (Seam Edge), 对应于 BRep_CurveOnClosedSurface。代入曲面的参数方程时, u 只取两个固定值 0 和 2π , v 取值范围为 [0, 20] 得到的曲线与三维空间曲线相同。将所有边编号绘出图示如下:

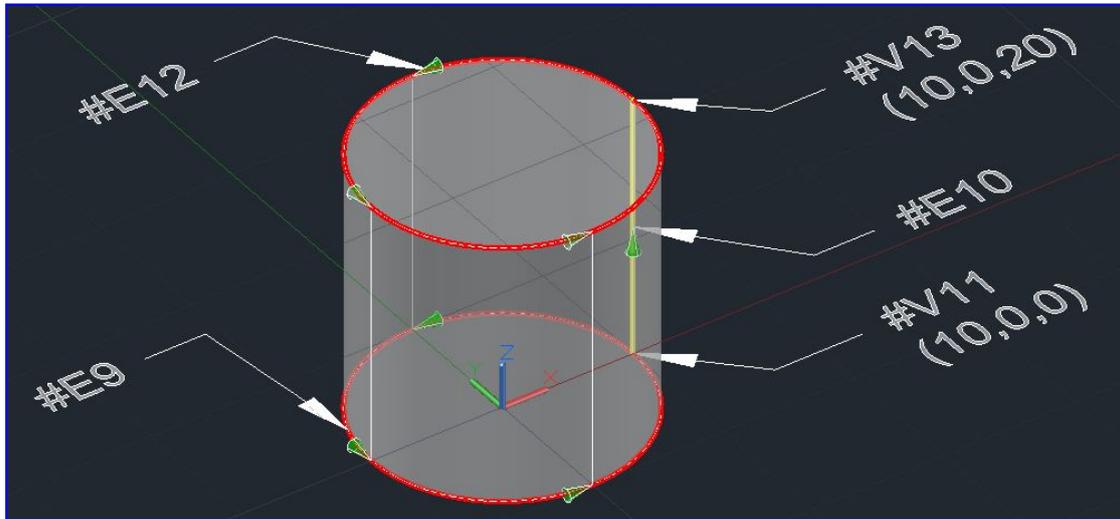


Figure 3.5 Edges of the Cylinder

圆柱 Cylinder 的环 Wire 有三个: Wire #4, Wire#6 和 Wire#8。其中 Wire#4 是圆柱底部的圆, Wire#6 是圆柱顶部的圆。Wire#8 是上下两个圆加上一个衔接边 (Seam Edge) 组成闭合环。将所有环 Wire 编号绘出图示如下:

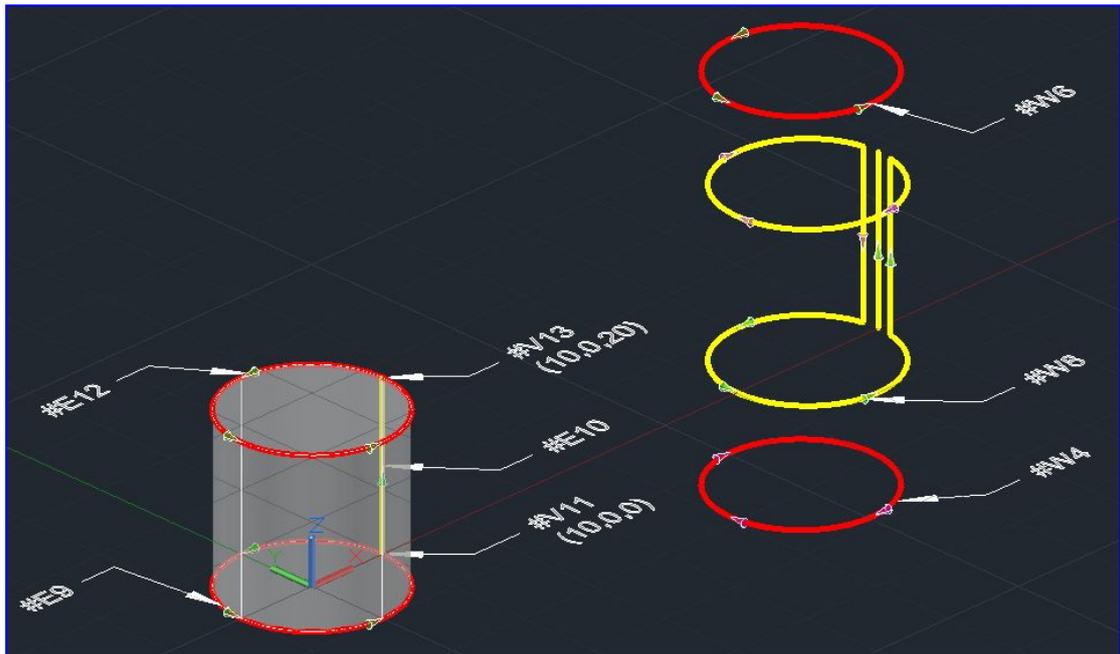


Figure 3.6 Wires of the Cylinder

Wire#4, Wire#6 和 Wire#8 分别对应 Face#3, Face#5 和 Face#7。不过要注意面的朝向 (Orientation)。最后这三个面 Face 组成一个 Shell#2, Shell#2 中又给每个 Face 定义了朝向。Shell#2 组成了一个 Solid#1。

4. Conclusion

通过 Tcl 生成的圆柱 Cylinder 的边界表示 BRep 信息，分析了 OpenCascade 中的圆柱的边界表示方式。要注意理解朝向（Orientation）对每个拓扑结构的意义。

5. References

1. OpenCascade, Test Harness User's Guide 2013
2. OpenCascade, BRep Format Description White Paper, 2013
3. John K. Ousterhout, Tcl and Tk Toolkit, 1993