

产品信息建模原理与方法

课程讲义之

Open CASCADE 的体系结构

刘子建 2012-3-6

第一部分：基本结构描述

在Open CASCADE （以下简称 OCC ）中，三维形体采用了基于 B-Rep （边界表示，Boundary Representation ，B-Rep ）的模型，系统包括拓扑（Topologic ）和几何（Geometric ）两种主要结构，如图 1 所示。

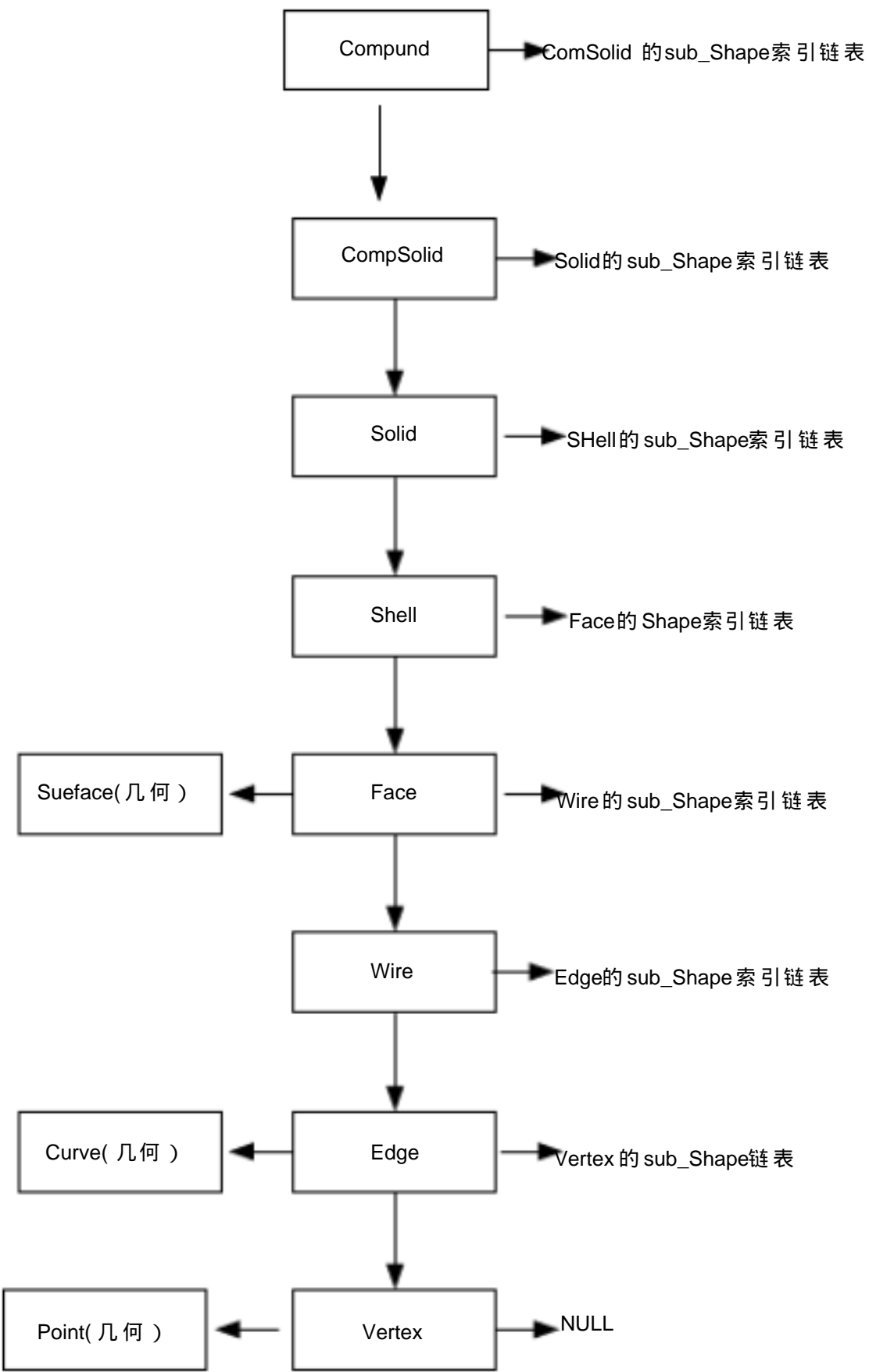


图 1. OCC模型的几何拓扑结构

OCC 定义了 9 种基本拓扑结构，由该 9 种基本拓扑结构可以表示一个任意复杂模型的拓扑结构。它们的定义如下：

COMPOUND

A group of any type of topological object.

COMPSOLID

A composite solid is a set of solids connected by their faces. It expands the notions of WIRE and SHELL to solids.

SOLID

A part of space limited by shells. It is three dimensional.

SHELL

A set of faces connected by their edges. A shell can be open or closed.

Face

In 2D it is part of a plane; in 3D it is part of a surface. Its geometry is constrained (trimmed) by contours. It is two dimensional.

Wire

A set of edges connected by their vertices. It can be an open or closed contour depending on whether the edges are linked or not.

Edge

A topological element corresponding to a restrained curve. An edge is generally limited by vertices. It has one dimension.

VERTEX

A topological element corresponding to a point. It has zero dimension.

SHAPE

A generic term covering all of the above.

第二部分：数据结构基础

OCC 定义了拓扑元素的两个基类 `TopoDS_Shape` 和 `TopoDS_TShape`，统一处理有关拓扑的共有事物，再由这两个类派生出具体的拓扑元素类。

`TopoDS_Shape` 包含一个拓扑元素 (`Shape`) 的 `location` 和 `orientation` 信息以及一个指向 `TopoDS_TShape` 类对象的指针，而后者包括几何体列表。

具体说，`TopoDS_Shape` 类可以派生出一个拓扑元素，而且这个元素有一个对它下层拓扑元素的 `location` 和 `orientation` 信息的引用 (`as opposed to orientation in relation to other shapes`)。模型的拓扑关系由 `TopoDS` 数据结构描述，通过 `TopoExp` 和 `TopoTools` 访问。

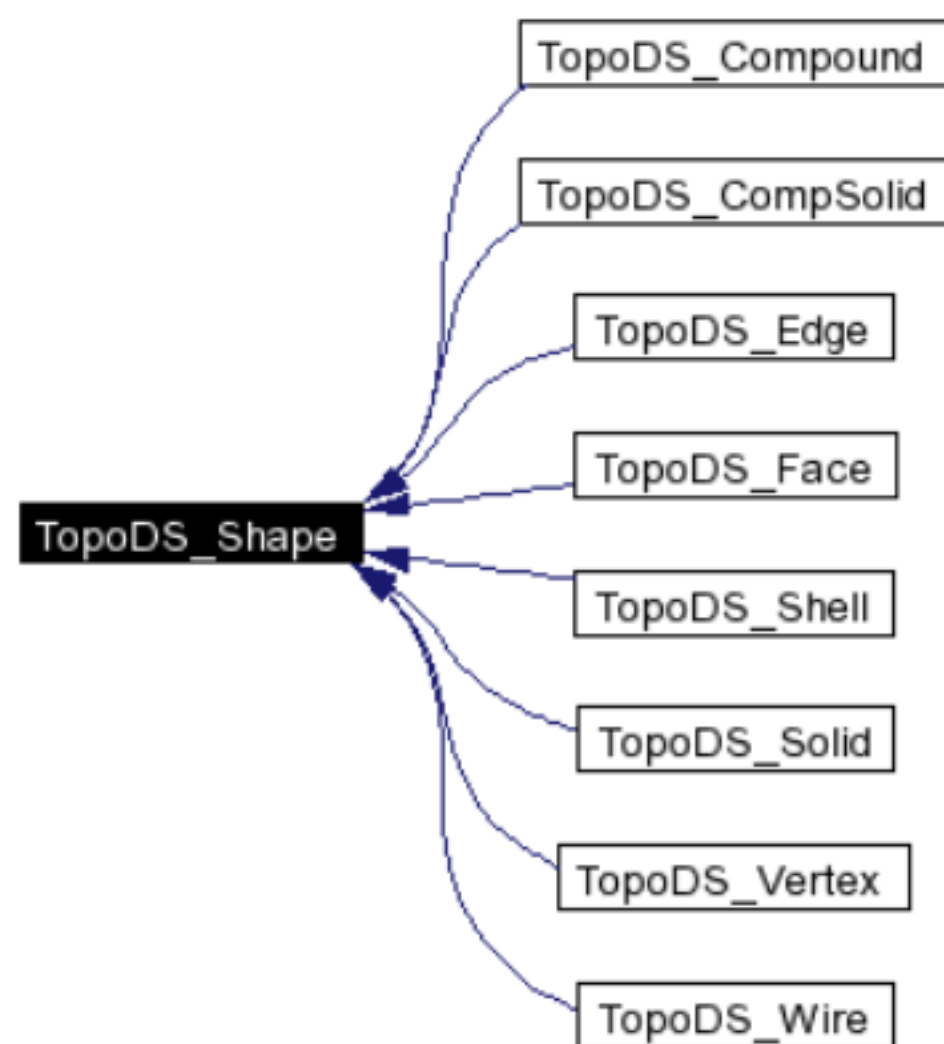


图 2. TopoDS_Shape 的派生类

TopoDS_TShape 类主要包含组成上一层拓扑元素的下一层拓扑元素的列表和几何定义。

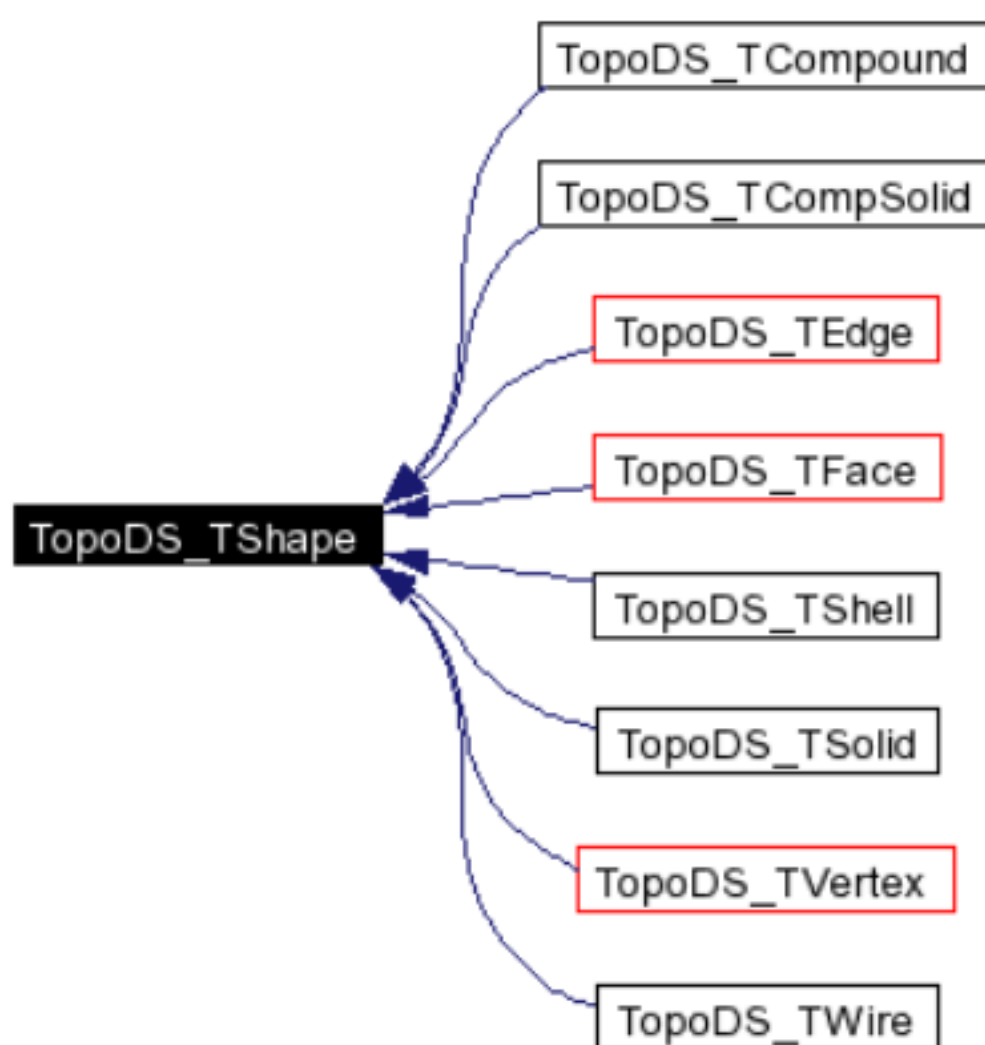


图 3. TopoDS_TShape 的派生类

BRep_TFace 类：包含采用边界表示法的面几何信息或三角化表面信息的指针，以及其它信息。

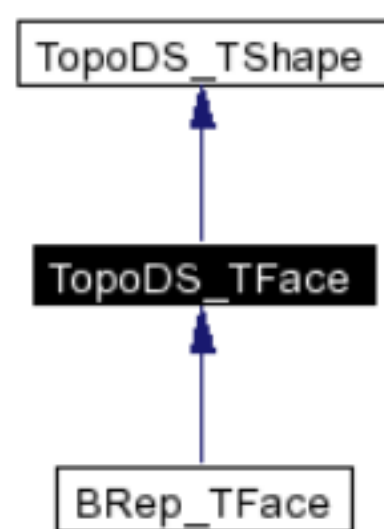


图 4. BRep_TFace类继承关系

BRep_TEdge类：包含边的几何信息的链表，以及其它信息。

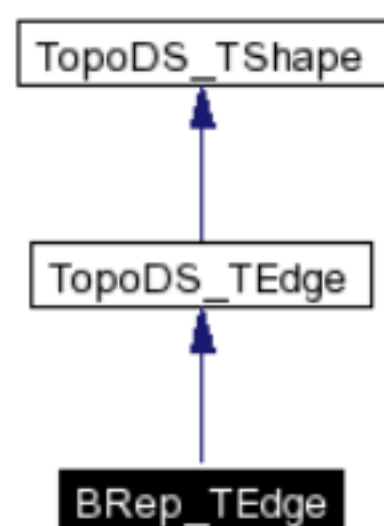


图 5.BRep_TEdge 类继承关系

BRep_TVertex类：包含点的几何信息的坐标和链表以及其它信息。

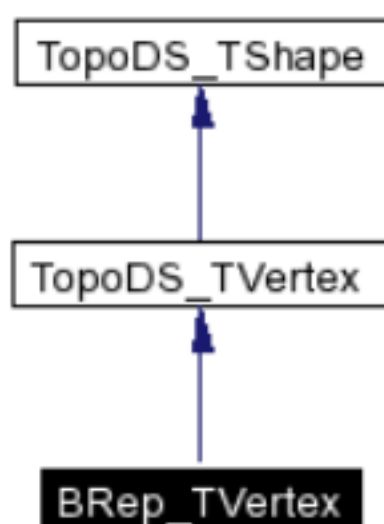


图 6.BRep_TVertex 类继承关系

TopoDS_Shape 和 TopoDS_TShape 表示一个几何拓扑对象，它们之间的关系如下：

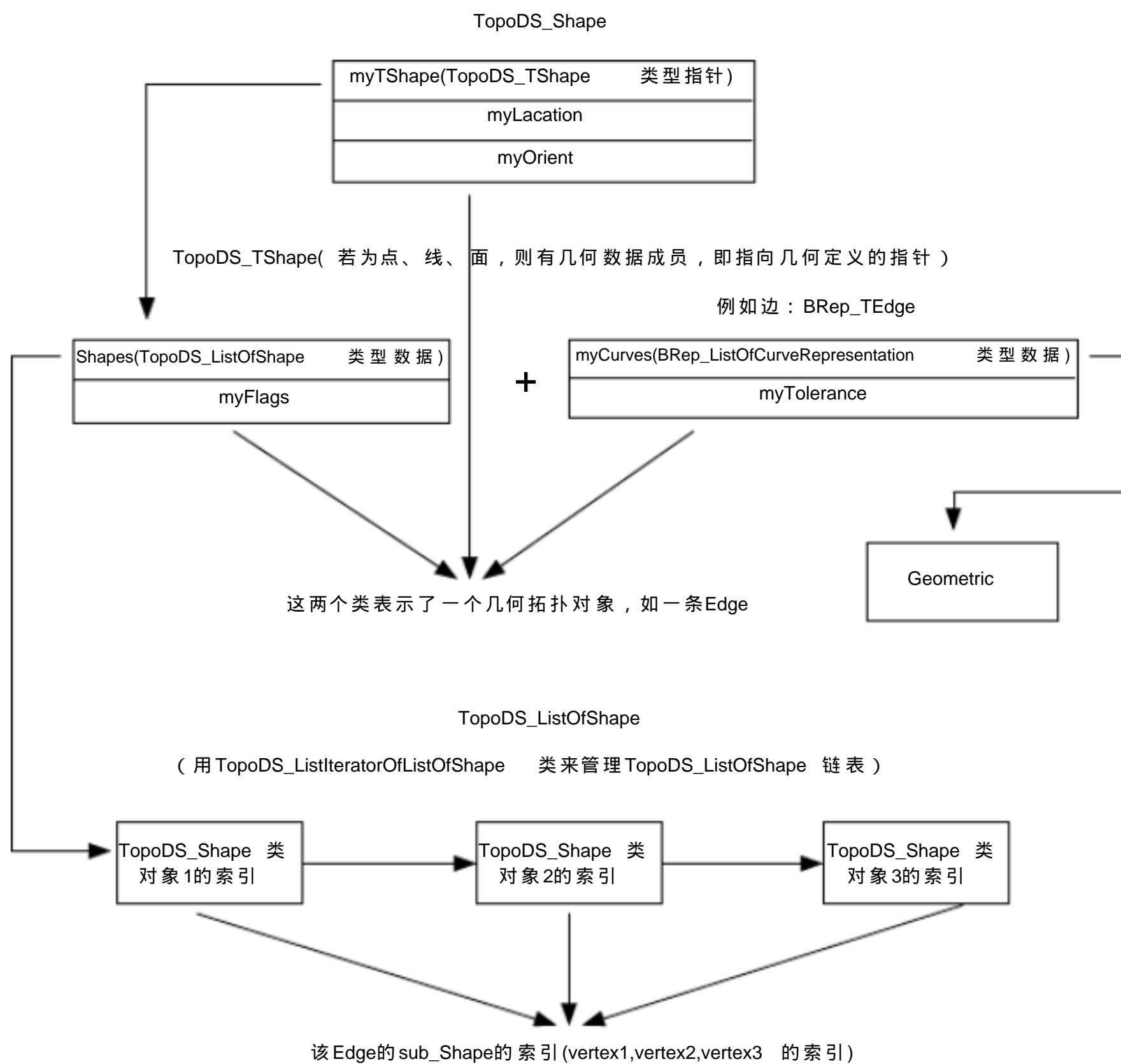


图 7. TopoDS_Shape 和 TopoDS_TShape 的关系图

OCC 上层几何拓扑元素与下层几何拓扑元素引用关系如图 8，图 9 为一示例。

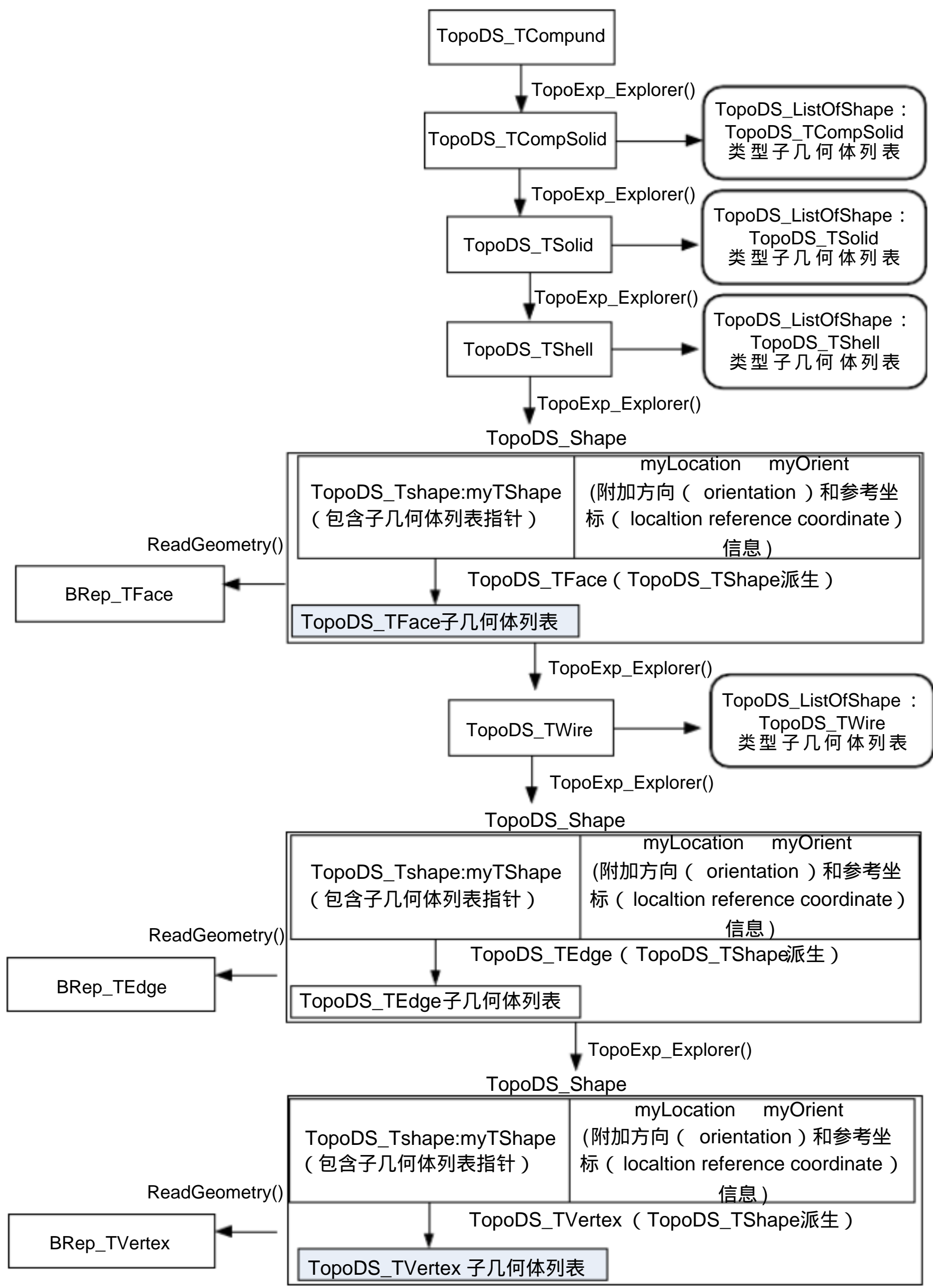


图 8 OCC 几何拓扑引用关系

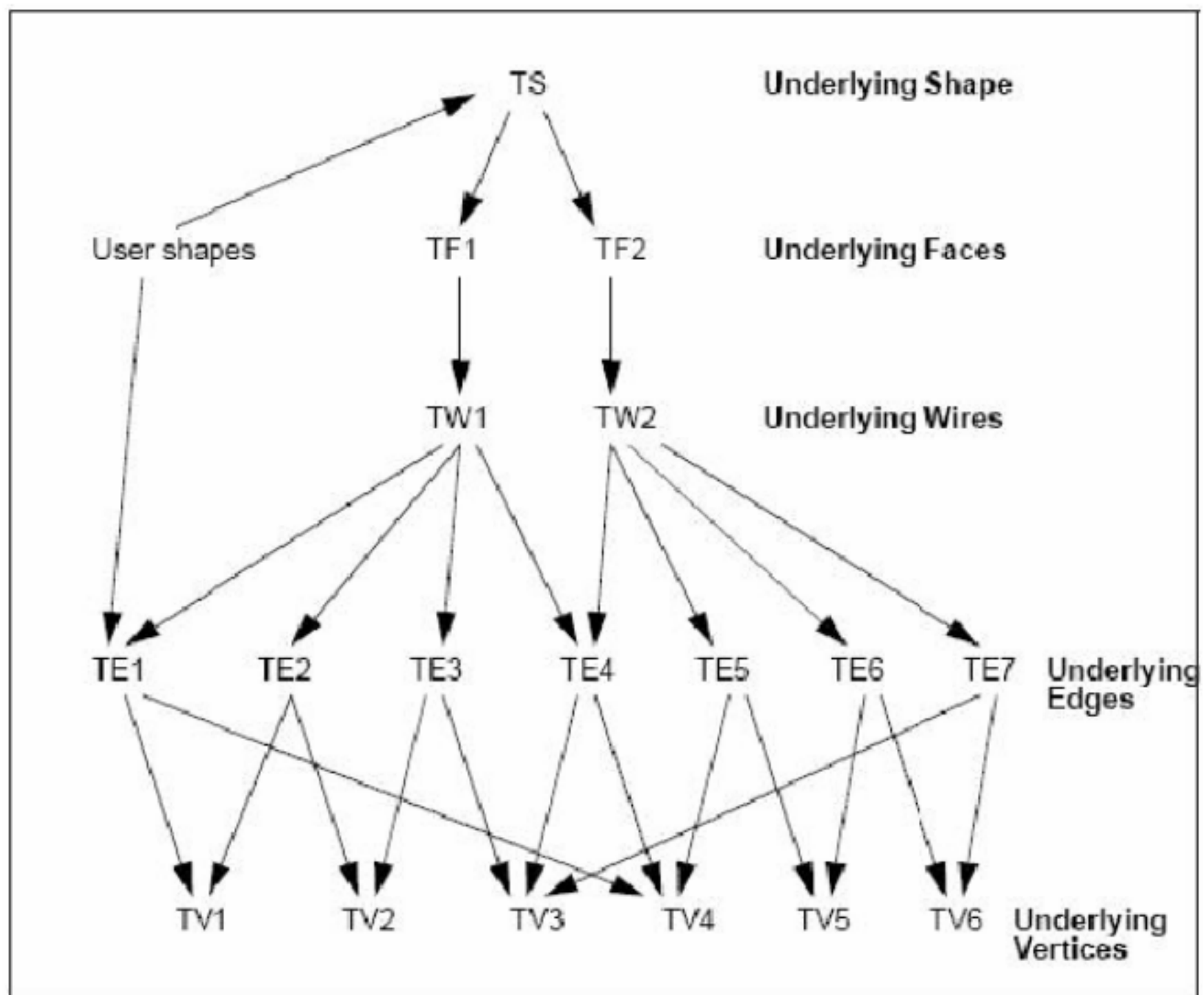


图 9. OCC上下层几何拓扑元素引用关系示例

OCC几何拓扑描述采用了链表数据结构，如图 10 所示。

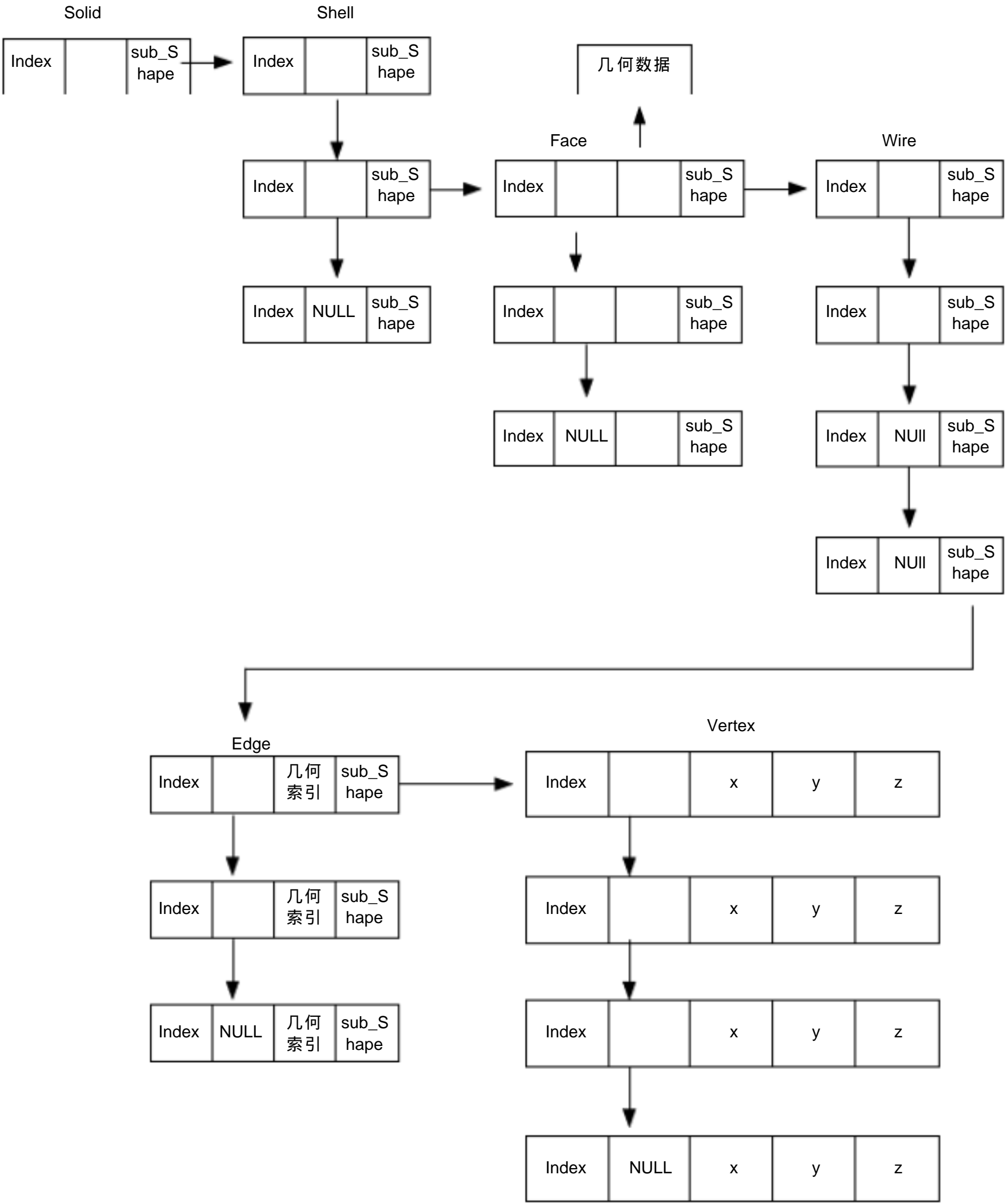


图 10. OCC几何拓扑数据结构

OCC 的几何数据结构如图 11 所示。

Vertex 数据结构表

点索引	坐标
-----	----

Edge 数据结构表

边索引	边上的点索引	边的几何描述索引
-----	--------	----------

Wire 的数据结构表

线框索引	线框上的边索引
------	---------

Face 数据结构表

面索引	面上的线框索引	面的几何描述指针
-----	---------	----------

Shell 数据结构表

壳索引	壳上的面索引
-----	--------

Solid 数据结构表

Solid 索引	Solid 上的壳索引
----------	-------------

CompSolid 数据结构表

CompSolid 索引	CompSolid 上的 Solid 索引
--------------	--------------------------

Compund 数据结构表

Compund 索引	Compund 上的 CompSolid 索引
------------	----------------------------

图11 OCC 的几何数据结构

第三部分 实例

例1：Open Cascade 壳几何体的数据结构

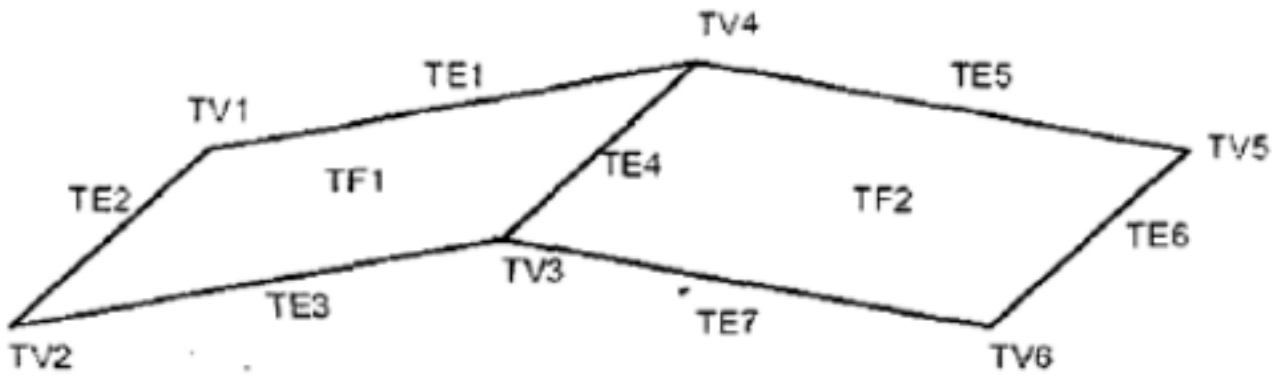


图 3-3 共享边的壳几何体[引用自 opencascade 帮助文档]

TopoDS_TShape 用如下数据结构来表示上图的几何体：

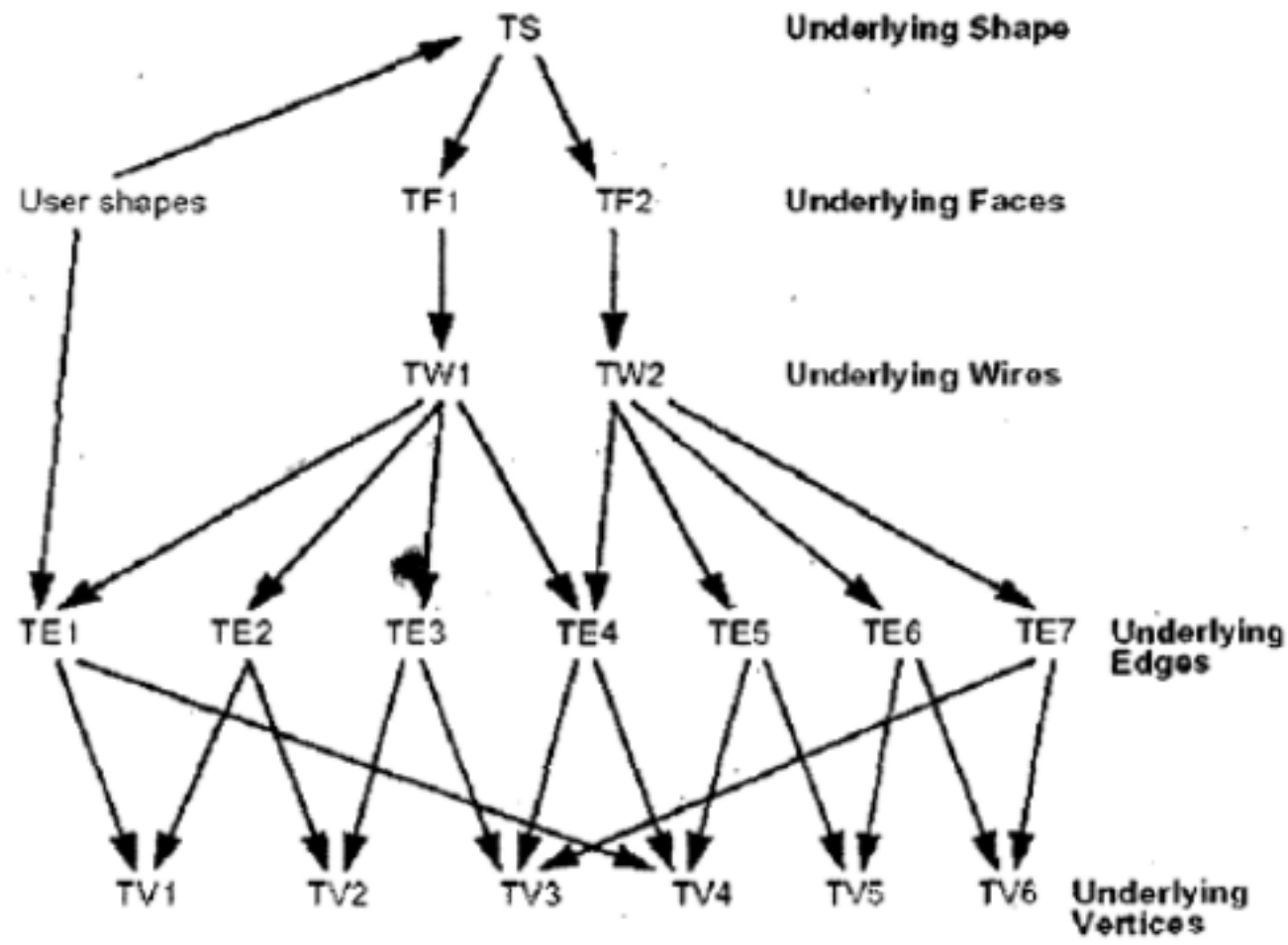


图 3-4 壳几何体的数据结构[引用自 opencascade 帮助文档]

在图 3-4 中，壳由 TopoDS_TShape 表示，共有两个面，七条边和六个顶点。顶点按值存储，边索引到顶点，边框线索引到边，面索引到边框线。

在上述数据结构中，所有的引用方向都是从复杂到简单，并且占用的存储空间尽可能少，下层数据可以被上层多次引用。单一的引用方向降低了数据查找的

例2：一个 10×20×30长方体的 Open Cascade 几何拓扑数据结构描述

Vertex 的数据结构表			
点索引	x y z		
34 0		0 30	
33	0 0 0		
31 0 20			30
29 0 20 0			

24 10		0	30
23 10		0	0
21 10 20	30		
19 10 20			0

Edge 的数据结构表

边索引	边上点索引	边上点索引	几何描述索引
32 34 33			
30 31 34			
28 31 29			
27 29 33			
22 24 23			
20 21 24			
18 21 19			
17 19 23			
14 23 33			
13 24 34			
10 19 29			
9 21		31	

Wire 数据结构表

线框索引	线框上的边索引
26	32 , 30 , 28 , 27
16	22 , 20 , 18 , 17
12	14 , 22 , 13 , 32
8	10 , 18 , 9 , 28
6	27 , 10 , 17 , 14
4	30 , 9 , 20 , 13

Face 数据结构表

面索引	面上线框索引	几何描述指针
25 26		
15 16		
11 12		
7 8		
5 6		
3 4		

Shell 数据结构表

壳索引	壳上的面索引
2	25 , 15 , 11 , 7 , 5 , 3

Solid 数据结构表

Solid 索引	Solid 上的壳索引
1 2	