

1 逐步积分算法

Opensees 逐步积分算法共有 12 大类,包括 AlphaOS(α OS);BackwardEuler(Euler); CentralDifference(CDM); CollocationHS(CHS);GeneralizedAlpha(G- α),HHT;Houbolt;KR-AlphaExplicit(KR- α);Newmark; ParkLMS3(PLMS3); TRBDF;Wilson-Theta(W- θ) 法,如图1所示。

其中: AlphaOS 包括 4 种算法,如图2所示, CDM 包括 3 种算法,如图3所示, HHT 包括 14 种算法,如图4所示, KR-AlphaExplicit 算法包括 2 种算法,如图5所示,, NEM 算法类包括 6 种算法,如图6所示。算法的具体介绍可见官网对Integrator的解释及源代码。

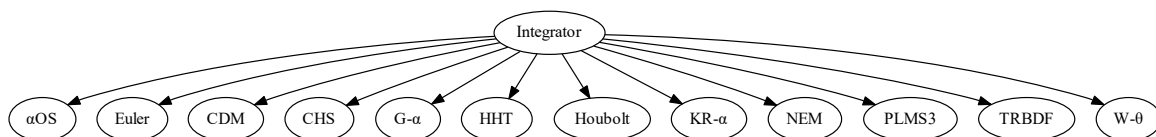


图 1: Opensees 逐步积分算法

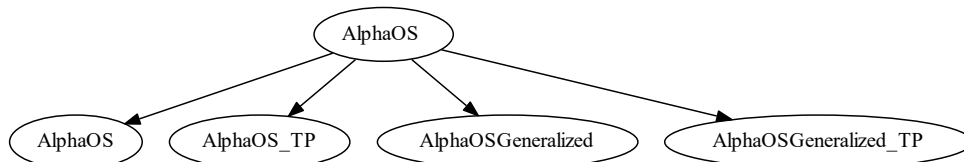


图 2: AlphaOS 算法类

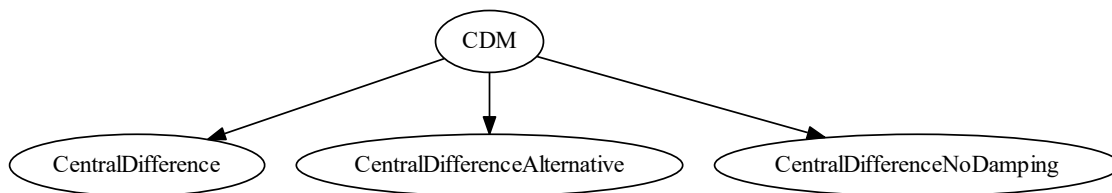


图 3: CDM 算法类

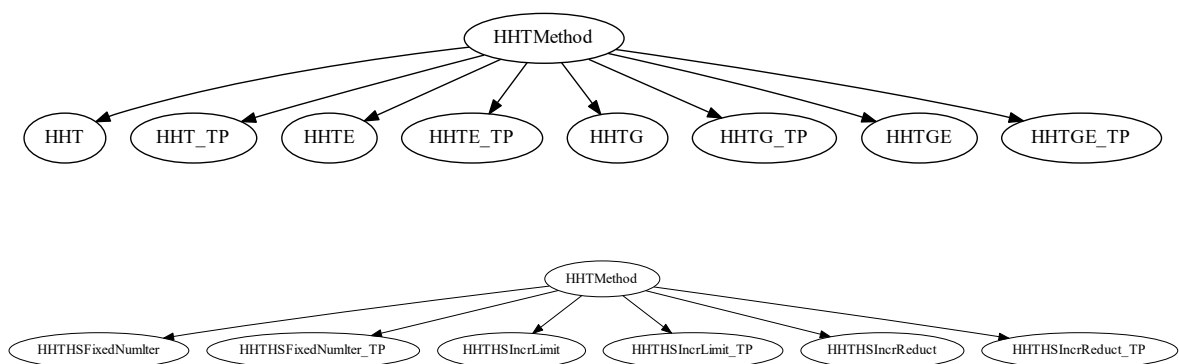


图 4: HHT 算法类

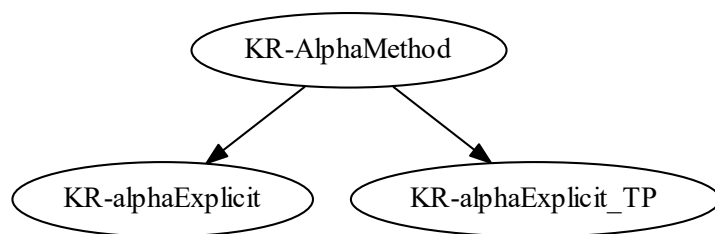


图 5: KR-AlphaExplicit 算法类

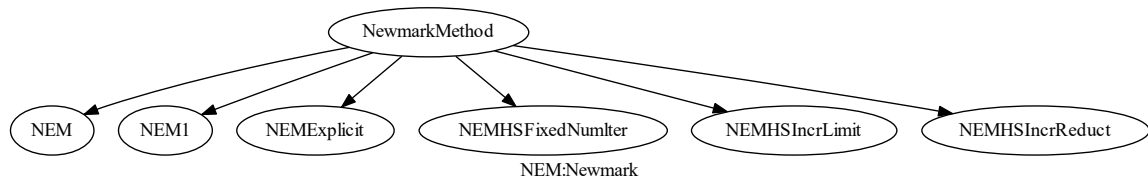


图 6: NEM 算法类

2 Element 单元

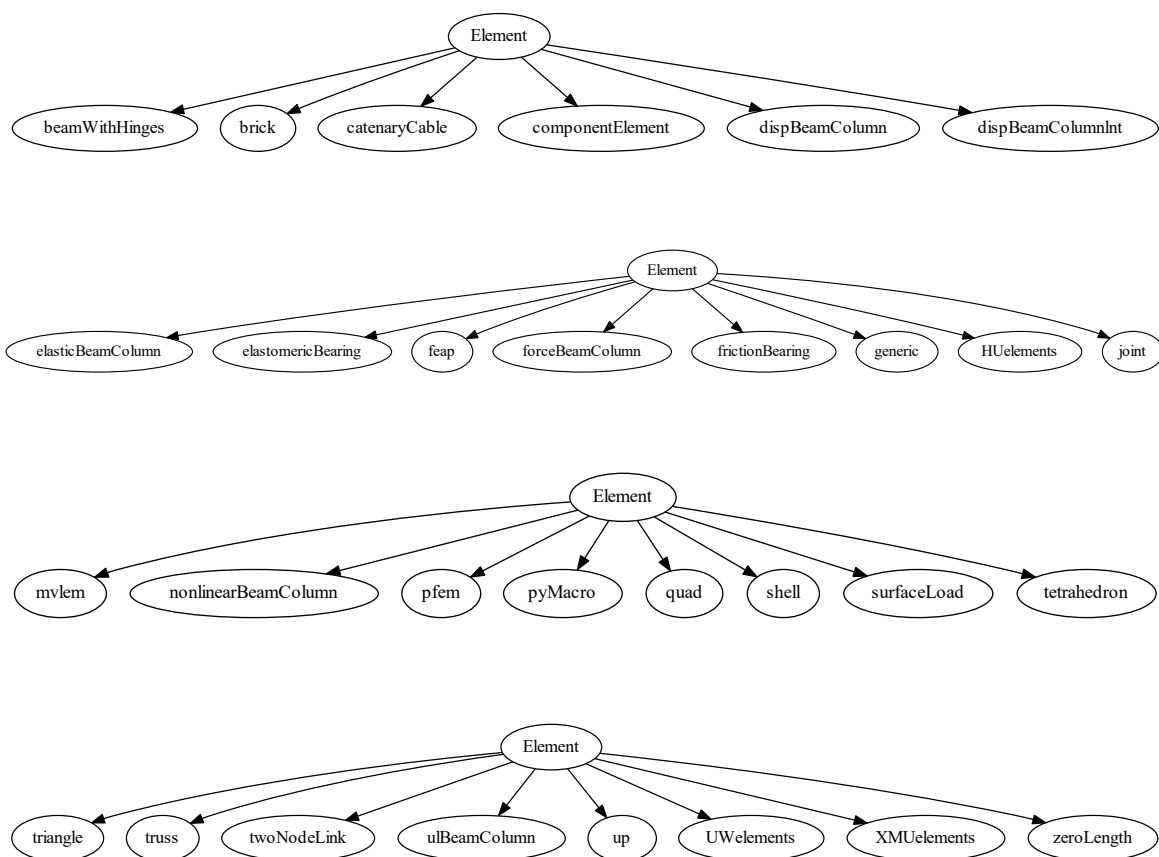


图 7: Element 分类

2.1 Truss Element

2.1.1 Truss Element

该命令用于构建一个桁架元素对象。有两种方法来构建一个桁架元素对象：一种方法是指定一个区域和一个 UniaxialMaterial 标识符：

```
element truss $eleTag $iNode $jNode $A $matTag
```

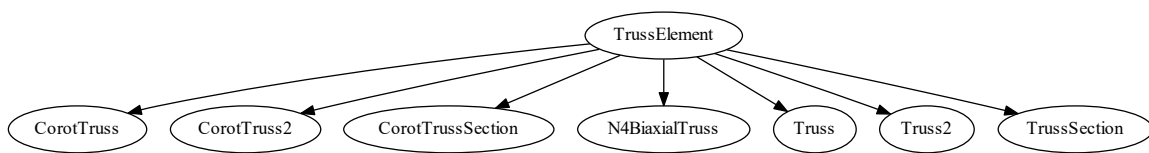


图 8: Truss 分类

另一个是指定一个 Section 标识符:

```
element truss $eleTag $iNode $jNode $secTag
```

\$eleTag – 独特的元素对象标签;

\$iNode \$jNode – 端节点;

\$A – 元素的横截面积;

\$matTag – 与先前定义的UniaxialMaterial关联的标签;

\$secTag – 与先前定义的部分相关联的标签;

当用单轴材料构成时, 桁架元素考虑应变率效应, 因此适合用作阻尼元件。当创建 ElementRecorder 对象时, 对 truss 元素的有效查询是 'axialForce', 'stiff', 变形, 'material matArg1 matArg2 ...', 'section sectArg1 sectArg2 ...' 接口之后会有更多查询所涉及的方法。

2.1.2 Corotational Truss Element

该命令用于构建一个 Corotational Truss (CorotTruss) 元素对象。旋转公式采用一组随着元件旋转的旋转轴, 从而考虑了局部和全局参照系之间的精确的几何变换。有两种方法来构造一个 Corotational Truss 元素对象: 一种方法是指定一个区域和一个 UniaxialMaterial 标识符:

```
element corotTruss $eleTag $iNode $jNode $A $matTag
```

另一个是指定一个 Section 标识符:

```
element corotTruss $eleTag $iNode $jNode $secTag
```

\$eleTag – 独特的元素对象标签;

\$iNode \$jNode – 端节点;

\$A – 元素的横截面积;

\$matTag – 与先前定义的UniaxialMaterial对象关联的标签;

\$secTag – 与之前定义的Section对象关联的标记;

注意：当使用单轴材料对象构建时，桁架单元考虑应变率效应，因此适合用作阻尼单元。当创建一个 ElementRecorder 对象时，对一个旋转桁架元素的有效查询是'axialForce', 'stiff', 'material matNummatArg1matArg2..."section secNum sectArg1 sectArg2 ...'

2.2 Elastic Beam Column Element

该命令用于构造一个 elasticBeamColumn 元素对象。构造弹性梁柱单元的论据取决于问题的维数 ndm：对于一个二维问题：

```
element elasticBeamColumn $eleTag $iNode $jNode $A $E $Iz $transfTag
```

对于一个三维问题：

```
element elasticBeamColumn $eleTag $iNode $jNode $A $E $G $J $Iy $Iz $transfTag
```

创建 ElementRecorder 时对弹性梁柱元素的有效查询是'stiffness' 和'force '。

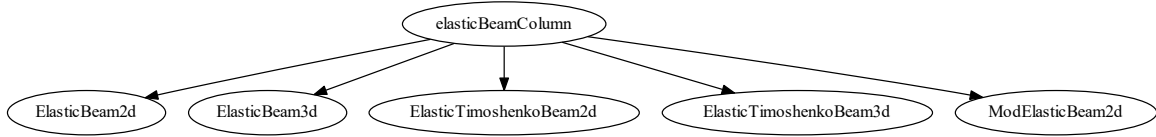


图 9: elasticBeamColumn 分类

2.3 NonLinear Beam-Column Elements

有两种基本类型的非线性梁柱单元：

1. 基于力的单元: 分布可塑性 (NonlinearBeamColumn), 内部具有弹性的可塑性 (beamwithHinges)
2. 基于位移的单元: 线性曲率分布的分布可塑性 (dispBeamColumn)

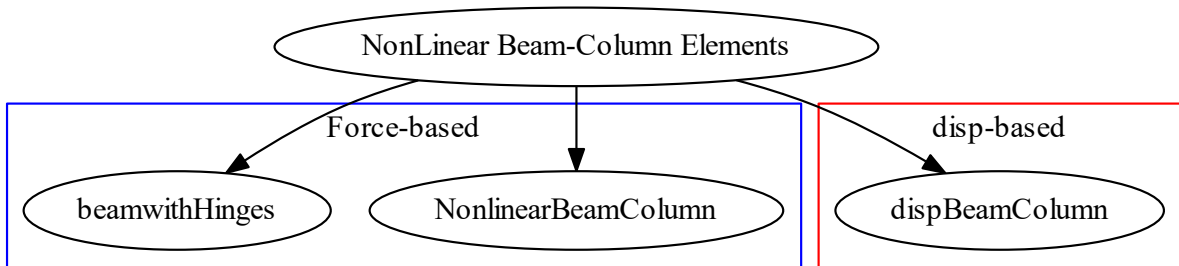


图 10: Nonlinear Beam-Column 分类

2.4 ZeroLength Elements

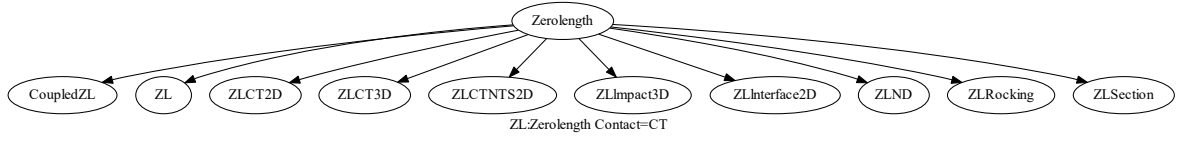


图 11: ZeroLength Elements 分类