

BookShelf 格式的解析

1. 概述

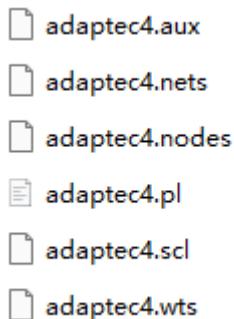
BookShelf 格式是一种用于集成电路 (IC) 设计领域中布局布线 (Place and Route) 过程的数据格式。它主要用于描述电路的布局和布线信息，方便不同的设计工具之间进行数据交换和处理。

一个 BookShelf 描述通常包括 6 种类型，如表 1 所示。

表 1 BookShelf 描述文件

文件类型	功能描述
.aux	辅助性文件，包含其他基础文件名和文件路径
.scl	定义布局区域的约束（核心布局区域范围等信息）
.node	定义电路中的单元数量，以及每个单元的宽度和高度信息
.net	描述单元之间的连接关系，内容包括网表内的单元引脚连接信息
.pl	记录单元的放置位置和方向
.wts	定义网络的权重等信息

如 adaptec4 的 BookShelf 文件包实际文件为：



以下以 adaptec4 为例进行说明。

1.1 .aux 文件

- 用途：辅助性文件，包含其他基础文件的名称和文件路径。
- 内容：
 - 指定其他相关文件（如.scl、.node、.net、.pl、.wts 等）的路径和名称。
 - 例如：adaptec4.aux 文件内容为

```
adaptec4.aux x
adaptec4.aux
1 RowBasedPlacement : adaptec4.nodes adaptec4.nets adaptec4.wts adaptec4.pl adaptec4.scl
```

1.2 .scl 文件 (Standard Cell Library)

- **用途:** 定义布局区域的约束，包括核心布局区域、禁止放置区域范围等信息。
- **内容:**
 - 定义布局区域的边界、行间距、单元间距等。
 - 例如：

```
5 numRows : 1944
6
7 CoreRow Horizontal
8   Coordinate : 58
9   Height : 12
10  Sitewidth : 1
11  Sitespacing : 1
12  Siteorient : 1
13  Sitesymmetry : 1
14  SubrowOrigin : 7807 NumSites : 15120
15 End
16 CoreRow Horizontal
17   Coordinate : 70
18   Height : 12
19   Sitewidth : 1
20   Sitespacing : 1
21   Siteorient : 1
22   Sitesymmetry : 1
23   SubrowOrigin : 7807 NumSites : 15120
```

NumRows 表示行的总数量为 1944。

Coordinate :58 表示单元行的起始坐标 Y，因为该行为水平方向。

Height: 12 说明单元行的高度为 12。

Sitewidth :1 单个“Site”的宽度 (Site 是布局的最小单位，标准单元按 Site 对齐)

Sitespacing :1 Site 之间的间距 (通常与 Sitewidth 一致，保证连续布局)

Siteorient :1 Site 方向 (1 表示水平方向，0 可能垂直，需看工具定义)

Sitesymmetry :1 Site 对称性 (1 表示对称，辅助镜像布局)

SubrowOrigin : 7807 说明子行起始偏移

NumSites : 15120 该行包含的 Site 总数。

其中 site 指的是芯片布局区域中预定义的物理位置单位，是不可见的虚拟网格。

在 ePlace 程序实现中，根据 NumRows、Height、Numsites、Coordinate、Sitewidth 数据，可以得到布局核心区域范围大小。

1.3 .node 文件

- **用途：**定义电路中的单元数量，以及每个单元的宽度和高度信息。
- **内容：**
 - 列出每个单元的名称、宽度和高度。
 - 例如：u1 10 20

u1 是单元名称，10 是宽度，20 是高度。

```
5 NumNodes : 496045
6 NumTerminals : 1329
7 o0 8 12
8 o1 8 12
9 o2 3 12
10 o3 3 12
11 o4 3 12
12 o5 3 12
13 o6 8 12
14 o7 3 12
15 o8 10 12
16 o9 10 12
17 o10 21 12
18 o11 24 12
19 o12 24 12
20 o13 18 12
21 o14 18 12
22 o15 24 12
23 o16 9 12
24 o17 26 12
25 o18 28 12
26 o19 28 12
27 o20 22 12
28 o21 8 12
29 o22 8 12
30 o23 22 12
31 o24 28 12
32 o25 28 12
```

NumNodes 表示单元（普通单元和终端单元）总数。

NumTerminals 指明终端节点数为 1329，终端单元包括芯片引脚、连接器接口等。

第 23 列数据分别表示单元的宽度和高度。标准单元的高度必须和 site 高度（当前输入 site 高为 12、宽为 1）一致，宽度为 site 宽度的倍数。

```
496044 0496037 726 1068 terminal
496045 0496038 2173 1092 terminal
496046 0496039 506 1032 terminal
496047 0496040 506 2148 terminal
496048 0496041 726 1068 terminal
496049 0496042 1094 1644 terminal
496050 0496043 1094 1644 terminal
496051 0496044 1094 1644 terminal
```

terminal 表明当前 node 为终端，终端位置是固定的。

1.4 .net 文件

- **用途：**定义了芯片布局中的网（Net）信息。每个网（Net）表示一组需要连接在一起的引脚（Pin），这些引脚可能属于不同的标准单元或宏单元。
- **内容：**
 - 列出每个网络（net）的名称和连接的单元引脚。

```
5 NumNets : 515951
6 NumPins : 1912420
7
8 NetDegree : 1    n0
9   o494716 I : -96.000000  -195.000000
10 NetDegree : 1    n1
11   o494716 O : -96.000000  21.000000
12 NetDegree : 11   n2
13   o441521 I : -9.500000 -6.000000
14   o399655 O : -1.500000 1.000000
15   o495379 I : 235.000000 33.000000
16   o495378 I : 239.000000 -46.000000
17   o495377 I : 235.000000 33.000000
18   o495376 I : 239.000000 -46.000000
19   o495375 I : 235.000000 33.000000
20   o495374 I : 239.000000 -46.000000
21   o495371 I : 235.000000 33.000000
22   o495370 I : 239.000000 -46.000000
23   o494717 I : 222.000000 -51.000000
24 NetDegree : 1    n3
25   o494717 I : -96.000000 -87.000000
26 NetDegree : 2    n4
27   o470143 O : -5.500000 -2.000000
28   o494717 I : 233.000000 -48.000000
29 NetDegree : 171   n5
30   o495418 I : 190.000000 36.000000
31   o495416 I : 190.000000 36.000000
32   o495414 I : 190.000000 36.000000
33   o495412 I : 190.000000 36.000000
34   o495410 I : 190.000000 36.000000
35   o495408 I : 190.000000 36.000000
```

NumNets：表示网络总数。

NumPins：表示引脚总数。

网络结构：每个网络由 NetDegree 标记，后跟 degree 个引脚连接信息。

引脚解析：每行格式为 单元名 引脚名 :X 偏移 Y 偏移，记录引脚在模块上的相对位置。

如输入示例中：

NetDegree : 11 n2

o441521 I:-9.500000 -6.000000

表示名为 n2 的网络中有 11 个引脚相连，构成一条连线。每个引脚位于不同的单元上，后接的 X 偏移、Y 偏移，记录引脚在模块上的相对位置。一个单元可能有多个引脚，每个引脚归属于不同的网络。

1.5 .pl 文件

- **用途：**记录单元的放置位置和方向。
- **内容：**
 - 列出每个单元的名称、放置位置（x 坐标和 y 坐标）和方向。
 - 例如：

复制

u1 10 20 N

u2 30 40 S

u1 是单元名称，10 是 x 坐标，20 是 y 坐标，N 表示方向为北（N）。

u2 是单元名称，30 是 x 坐标，40 是 y 坐标，S 表示方向为南（S）。

```
5 o0 0 0 : N
6 o1 0 0 : N
7 o2 0 0 : N
8 o3 0 0 : N
9 o4 0 0 : N
10 o5 0 0 : N
11 o6 0 0 : N
12 o7 0 0 : N
13 o8 0 0 : N
14 o9 0 0 : N
15 o10 0 0 : N
16 o11 0 0 : N
17 o12 0 0 : N
18 o13 0 0 : N
19 o14 0 0 : N
20 o15 0 0 : N
```

输入实例中将所有标准单元都放置在同一位置（0, 0），
方向（orientation），表示该实例的放置方向。N 通常表示 “North”，即默认方向
(无旋转)。其他可能值如 FS (翻转+旋转)、E (东) 等。

```
495779 o495774 4005 4114 : N /FIXED
495780 o495775 4005 3034 : N /FIXED
495781 o495776 4005 3466 : N /FIXED
495782 o495777 4005 2386 : N /FIXED
495783 o495778 4005 2818 : N /FIXED
495784 o495779 4005 1954 : N /FIXED
495785 o495780 4005 1738 : N /FIXED
495786 o495781 4005 1090 : N /FIXED
495787 o495782 4005 1522 : N /FIXED
495788 o495783 4005 658 : N /FIXED
495789 o495784 4005 442 : N /FIXED
495790 o495785 5229 1090 : N /FIXED
495791 o495786 5229 1522 : N /FIXED
```

时钟缓冲器、IO 单元等是 FIXED 的

IO 单元是芯片与外部世界通信的“桥梁”，负责电平转换、信号驱动、保护等功能，通常
固定在芯片边界，不能随意移动，所以是 FIXED 的。

1.6 .wts 文件

- **用途：**定义网络的权重等信息。

- **内容：**

- 列出每个网络的权重。

- 例如：

复制

net1 10

net2 20

net1 是网络名称， 10 是该网络的权重。

net2 是网络名称， 20 是该网络的权重。

可以不用该文件，如 adaptec4.wts 中没有内容。

2. 信息汇总

文件包里提供了两个例子 adaptec1 和 adaptec4, adaptec1 相对小些，可以作为编程调试用例，如下为对 adaptec1 的信息汇总：

Use BOOKSHELF placement format

Reading AUX file: adaptec1/adaptec1.aux

adaptec1.nodes adaptec1.nets adaptec1.wts adaptec1.pl adaptec1.scl

Set core region from site info: lower left: (459,459) to upper right: (11151,11139)

NumModules: 211447

NumNodes: 210904 (= 210k)

Terminals: 543

Nets: 221142

Pins: 944053

Max net degree= 2271

Initialize module position with file: adaptec1.pl

<<< DATABASE SUMMARIES >>>

Core region: lower left: (459,459) to upper right: (11151,11139)

Row Height/Number: 12 / 890 (site step 1.000000)

Core Area: 114190560 (1.14191e+08)

Cell Area: 37286292 (32.65%)

Movable Area: 37286292 (32.65%)

Fixed Area: 64093992 (56.13%)

Fixed Area in Core: 49164072 (43.05%)

Placement Util.: 57.34% (=move/freeSites)

Core Density: 75.71% (=usedArea/core)

Cell #: 210904 (=210k)

Object #: 211447 (=211k) (fixed: 543) (macro: 0)

Net #: 221142 (=221k)

Max net degree=: 2271

Pin 2 (117104) 3-10 (86566) 11-100 (17470) 100- (2)

Pin #: 944053