

华侨大学电子工程系

IC 工艺及版图设计 课程实验（三）

版图设计规则验证



华侨大学厦门专用集成电路系统重点实验室

-2011-

IC 工艺及版图设计课程实验三

一、实验目的

- 1 掌握使用 Cadence Virtuoso 版图编辑软件进行版图编辑
- 2 掌握使用 Mentor 公司的 Calibre 验证工具对设计的版图进行 DRC 验证
(也可以使用 Cadence 公司的 Diva 工具进行验证)
- 3 熟悉 csmc 0.5um DPTM 版图设计规则

二、实验软件:

Cadence IC 5141 Virtuoso Layout Editor

Mentor Graphics Calibre 2008

三、实验要求:

实验前请做好预习工作,实验后请做好练习,较熟练地使用 Virtuoso 软件对版图进行编辑并使用 Calibre 进行 DRC 验证。

IC 工艺及版图设计课程实验二			
教学任务	Cadence Virtuoso 版图编辑软件使用及 DRC 验证	学时	2
教学目标	专业能力: 1.熟练掌握版图编辑软件的使用 2.熟练对版图进行编辑 3.使用 Calibre 对设计的版图进行 DRC 验证		
教学内容	1. Cadence Virtuoso 版图编辑 2. Mentor Calibre 进行 DRC 验证		
重点	Cadence Virtuoso 版图编辑软件使用及 DRC 验证		
难点	Cadence Virtuoso 版图编辑软件使用及 DRC 验证		

第一部分 实验演示

本实验的目的是介绍 CSMC 0.5um 工艺的设计规则，并熟悉业界所使用的布局验证软件 Mentor Calibre. Calibre 是被世界上大多数 IC 设计公司作为 Sign-off 的凭据，适合做大型电路的验证。

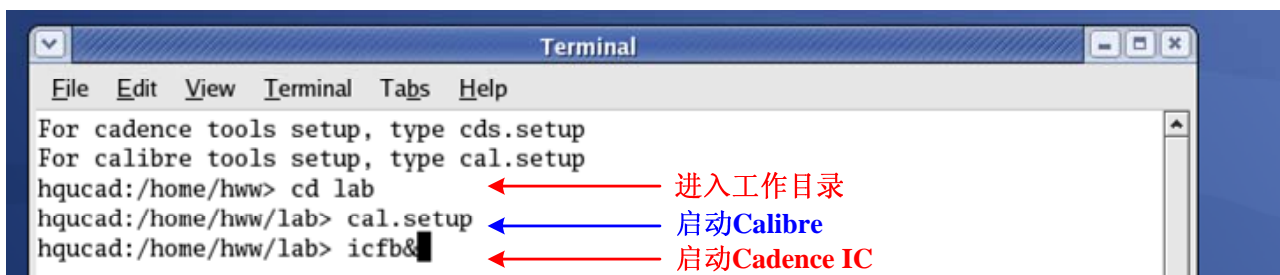
Calibre 和 Dracula、Diva 有许多不同的地方，Calibre 和 Diva 一样可以做 on-line 验证，但是在严密程度和可靠性方面 Calibre 远远优于 Diva。Dracula 也是 Sign-off 的凭证，但是 Dracula 的操作比较麻烦，且只能做 off-line 验证。

Calibre 操作简单，而且可以搭配 Virtuoso 或其他软件做线上验证，所以被越来越多的公司采用。

实验演示内容：

一、软件的启动

在本实验中需要使用到 2 个软件，Cadence IC 和 Mentor 的 Calibre，所以启动的命令和上次的实验相比，多了一行命令。



```
Terminal
File Edit View Terminal Tabs Help
For cadence tools setup, type cds.setup
For calibre tools setup, type cal.setup
hqucad:/home/hww> cd lab
hqucad:/home/hww/lab> cal.setup
hqucad:/home/hww/lab> icfb&
```

Terminal screenshot showing the steps to start Calibre and Cadence IC. The terminal output is as follows:

- hqucad:/home/hww> cd lab (Red arrow pointing to "进入工作目录")
- hqucad:/home/hww/lab> cal.setup (Blue arrow pointing to "启动Calibre")
- hqucad:/home/hww/lab> icfb& (Red arrow pointing to "启动Cadence IC")

首先进入到工作目录中，打开终端后，输入 cd lab 表示进入到用户目录下的 lab 文件夹（前提必须有这个文件夹），当然如果是其他文件夹，就输入其他文件夹的路径即名称。

然后输入 cal.setup 回车（这个是为了后面启动 Calibre 准备，没有输入的话后面需要做 DRC 的话无法正常启动 Calibre）

最后输入 icfb&启动 Cadence IC

（注：前面 2 步的顺序可以改变，只需要最后启动 Cadence 就可以）

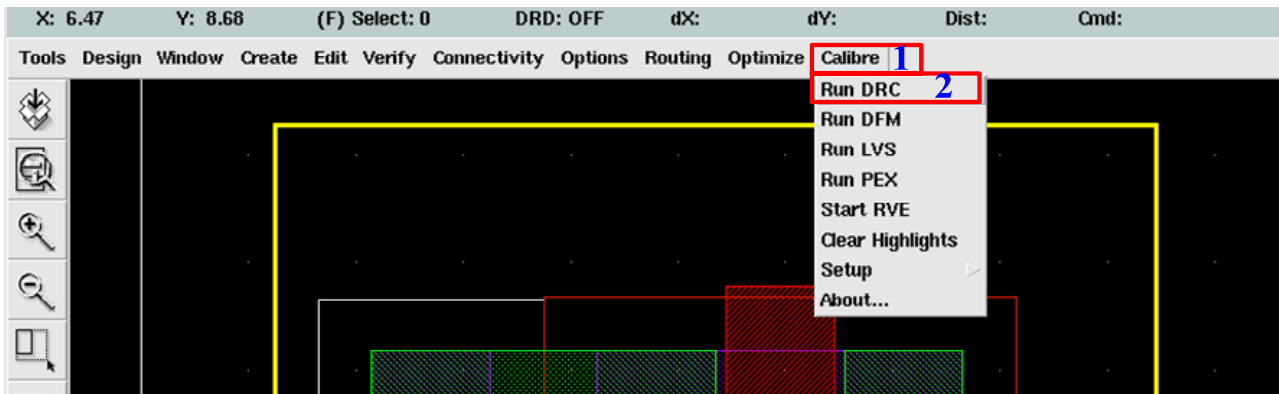
二、以反相器为例简介 Basic Calibre DRC 验证

(1) Calibre DRC 的启动

①使用 Dracula 对绘制的版图进行设计规则验证。选择 Calibre-Run DRC

(如果在启动 Cadence 前没有输入 cal.setup, 则在本界面中不会有 Calibre 一栏

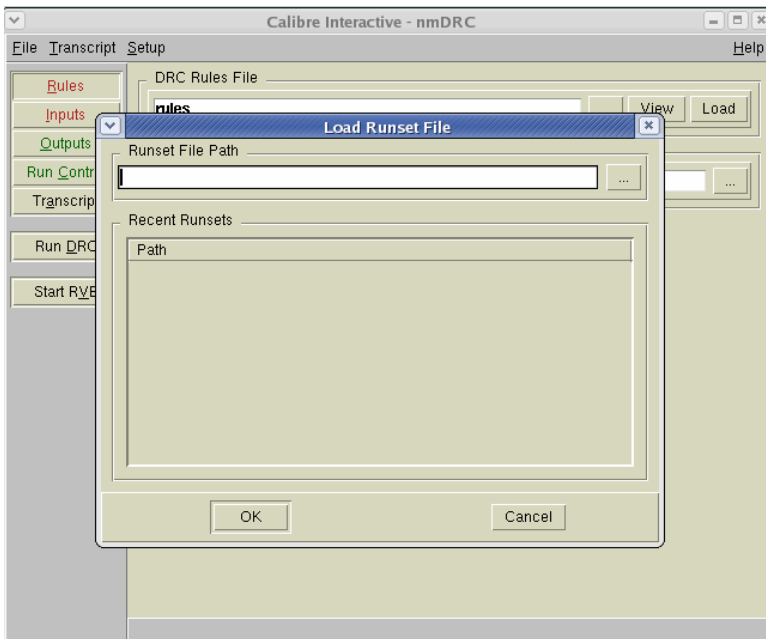
处理方法: 此时请保存绘制的版图后退出 Cadence 重新按正常顺序启动命令即可, 启动完成后打开设计的版图文件然后进行验证)



(2) Dracula DRC 界面及设置简介

① Dracula DRC Run 设置

启动 Calibre DRC 后会弹出 DRC 设置的界面, 如果以前做过 DRC 并且将设置保存, 那么此时就可以直接读取该设置。



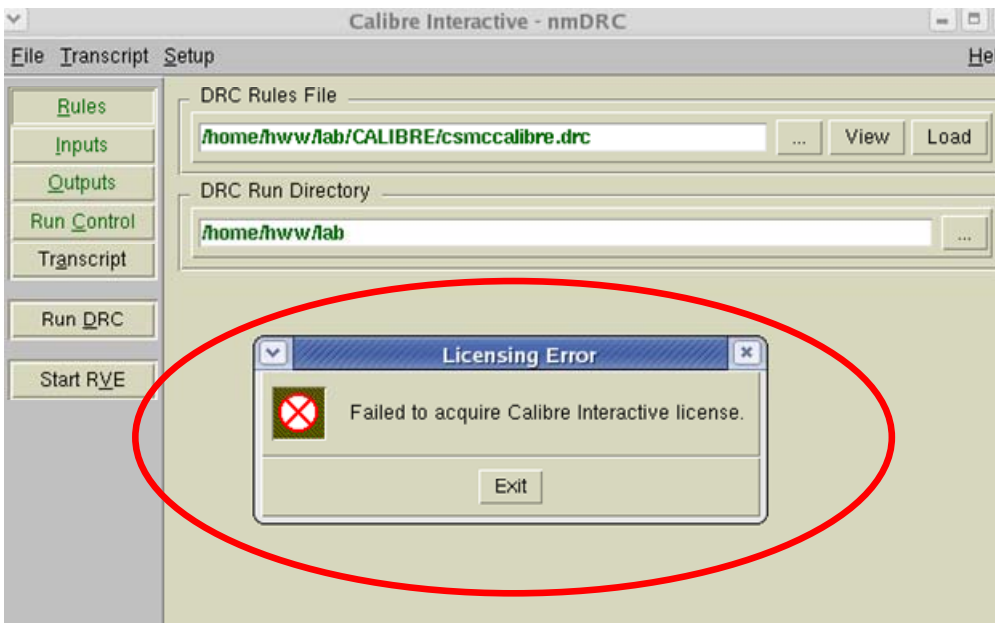
在该处:

- 可以点击浏览, 找到设置文件存放的路径, 并选择 OK 确定
- 可以手动输入设置文件存放的路径, 并选择 OK 确定
- 点击 cancel, 取消读取 Runset 的设置, 改为手动重新设置。

因为这是第一次运行 Calibre DRC, 所以我们选择 Cancel, 并进行手动设置。

注意: 如果显示如下图所示, 或软件 Calibre 无响应自动退出, 请参考附录 1 操作。

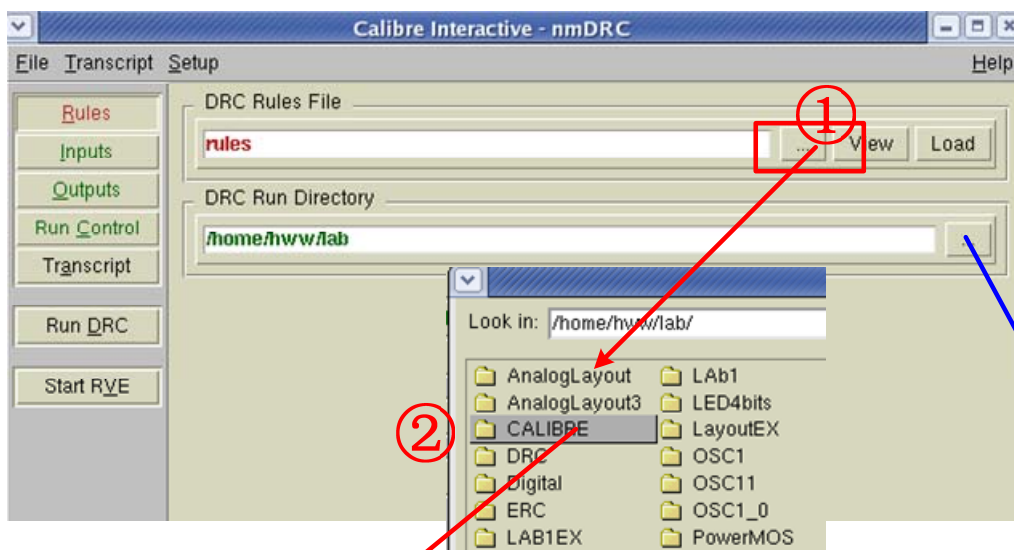
这是 Calibre License 破解没成功, 实验室的软件应该都没有问题, 如果自己的计算机就可能会出现这个。请翻到最后一页。



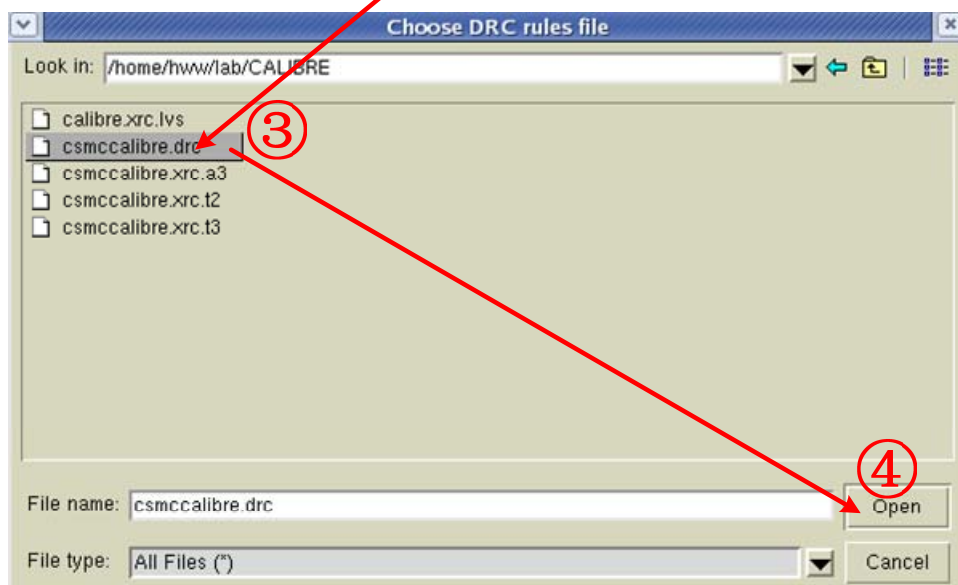
如果出现此状况, 实验操作已经无法进行。



②设置 DRC 验证的文件 (Rules 设置)



设置运行 DRC 的路径

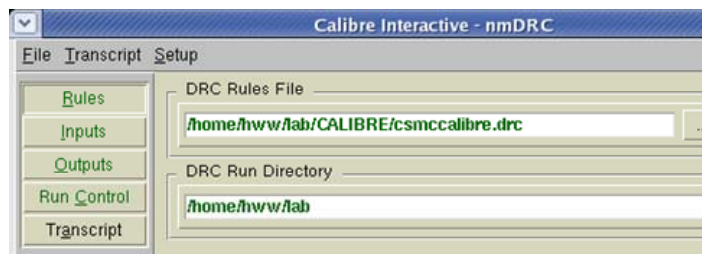


要进行 Calibre DRC 验证，首先必须确认有代工厂提供的设计规则验证文件，本实验的验证文件放置在 .../lab/CALIBRE/csmccalibre.drc 验证文件缺失的同学可以重新解压 lab.tar.gz 压缩包或者直接将 CALIBRE 文件夹拷到自己的服务器用户下。

点击浏览，找到 Calibre DRC 所在位置，然后点击 Open。如果路径设置正确的话字体将由红色变为绿色。下面很多的设置也是如此，设置时注意颜色变化。



设置有问题显示红色



设置没有问题显示绿色

注意：Calibre DRC 默认在当前目录下运行，DRC 验证时会产生很多小文件和临时文件，推荐在用户下建立一个专门做 DRC 验证的文件夹，避免在当前目录下产生许多“垃圾文件”。新建存储 DRC 验证文件的文件夹后，可以在 DRC Run Directory 进行路径设置。

③Layout 信息设置 (Inputs)



模块名称

从Layout提取

注意：在本实验中，只要遵循默认设置就 OK 了，如果手动设置需注意颜色变化。

③结果显示设置 (outputs)

DRC验证结果数据存放文件

运行DRC后在结果显示环境显示结果

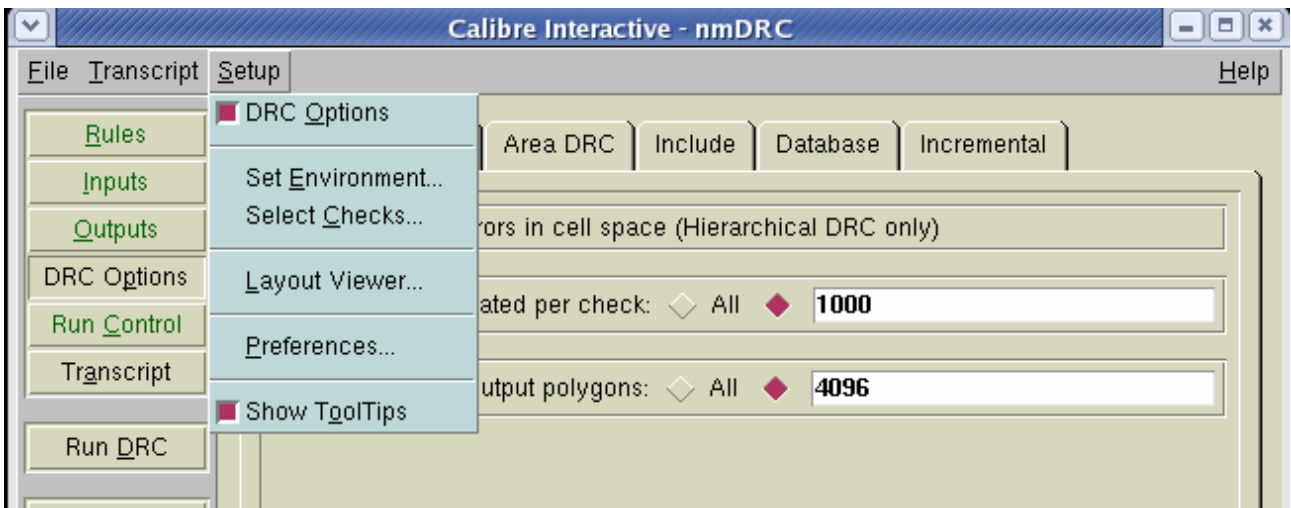


DRC验证整体结果报告文件

DRC验证完成后查看结果

注意：同 Inputs 设置一样，本实验这里保持原有默认设置就 OK 了。

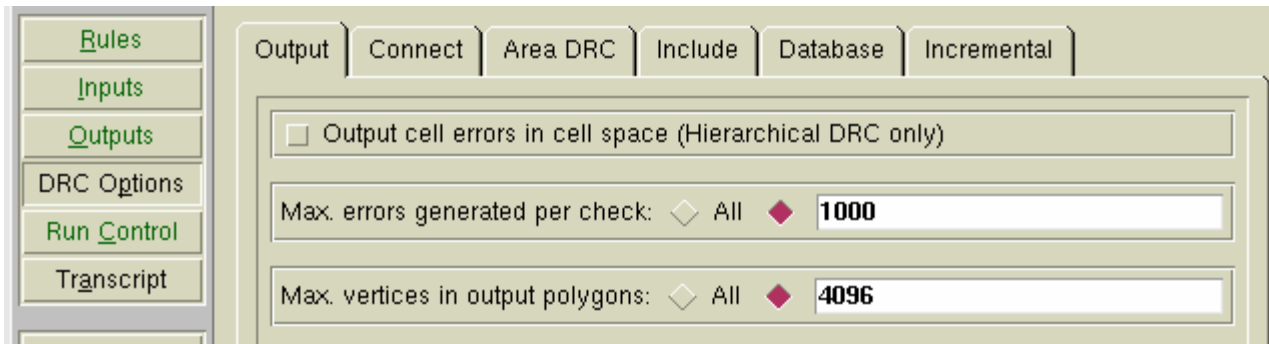
④DRC Run 选项 (Setup-DRC Options)



在这里可以进行 DRC 的一些选项设置

注意：同 Inputs 设置一样，本实验这里保持原有默认设置就 OK 了。

a. Outputs

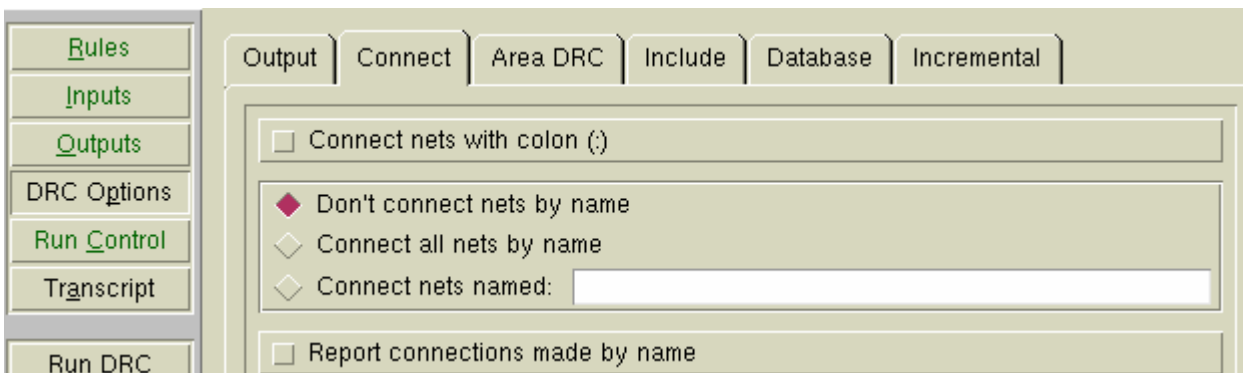


Output cell errors in cell space

设置每次验证时允许的最多的 DRC 错误，错误超过设置的数量时，DRC 自动停止（All 就是不设置）

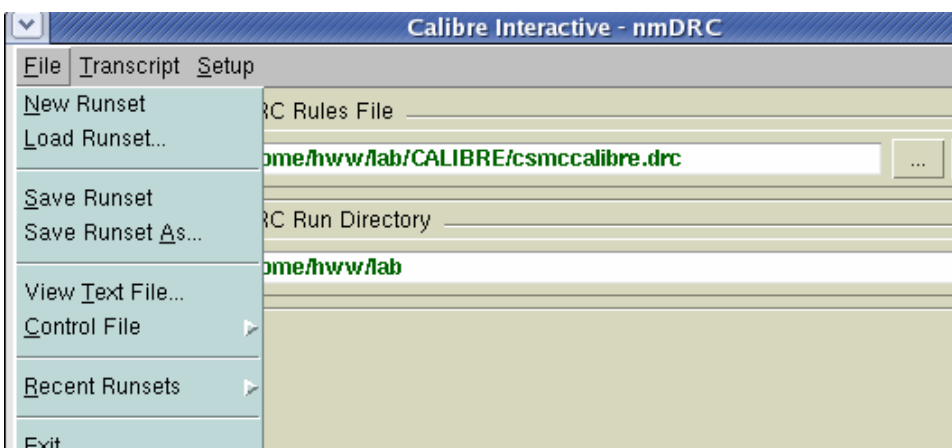
设置输出端的多边形允许的最多顶点（All 就是不设置）

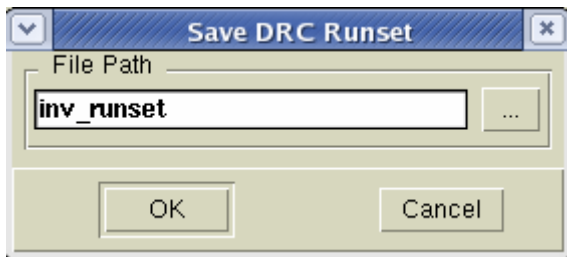
b. Connect



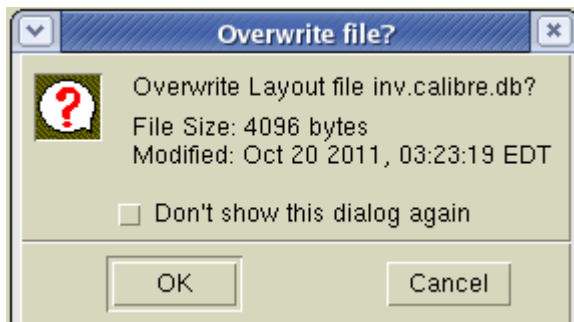
⑤保存 DRC 验证的 Runset 设置

选择 File - Save Runset As...




⑥Run DRC

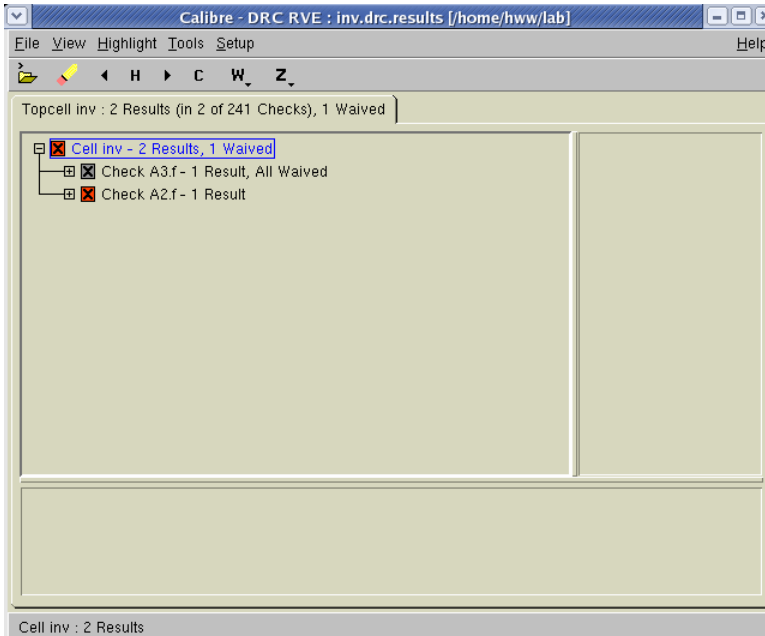
选择快捷栏中的 Run DRC，运行 Calibre DRC


(3)Calibre DRC 运行过程
①是否覆盖原有的结果提示


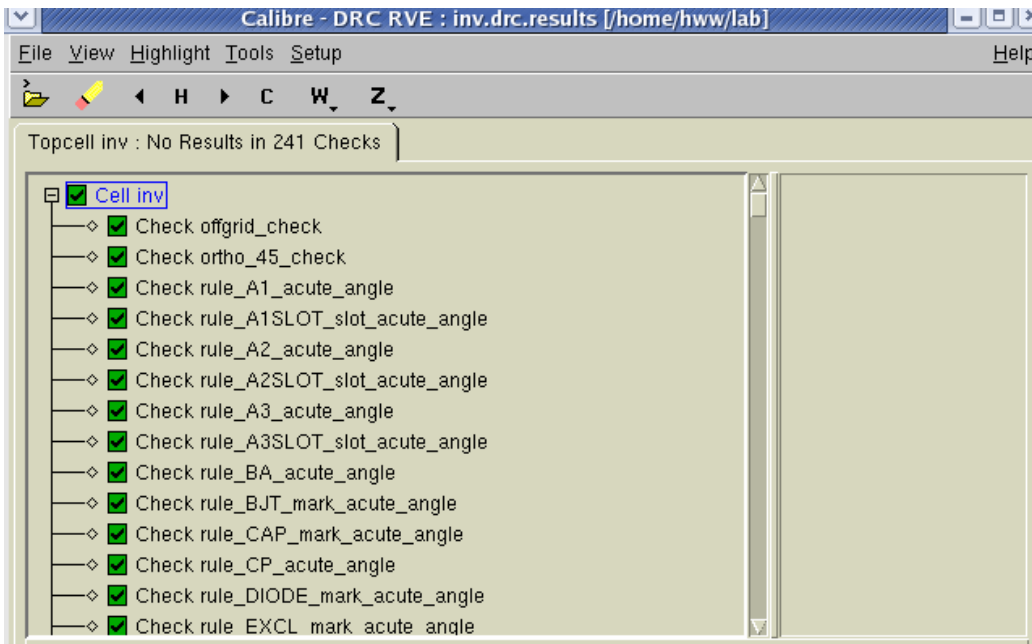
如果该模块运行过 DRC，再次运行时提示是否覆盖上次验证的结果，点击 OK 验证并覆盖，选择 Cancel 则退出。可以选择以后不提示。

②运行完成 DRC 后会自动打开以下窗口 Calibre DRC RVE

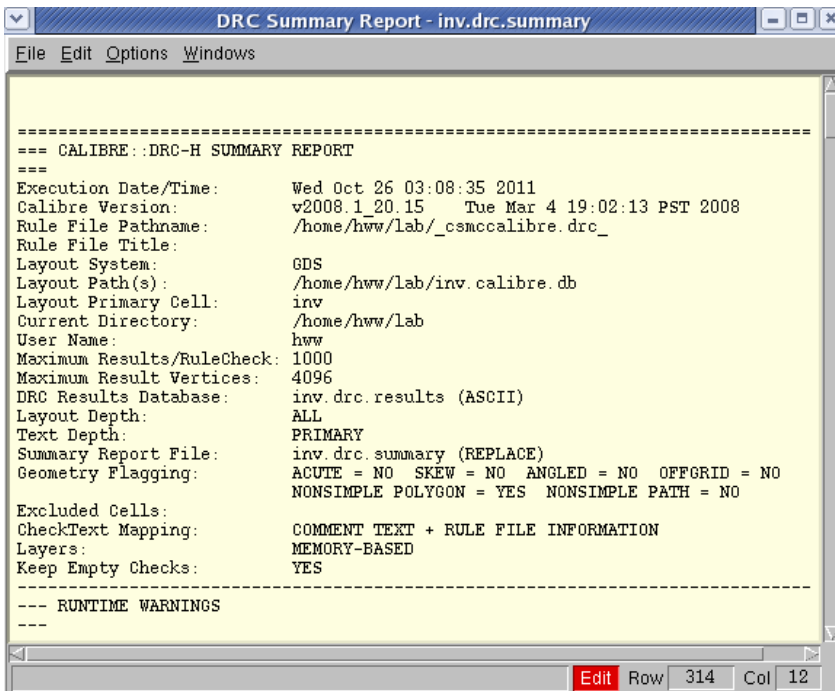
如果 DRC 发现有错误（做了 241 项检查出现 2 处错误）



如果做完 DRC 没有发现错误

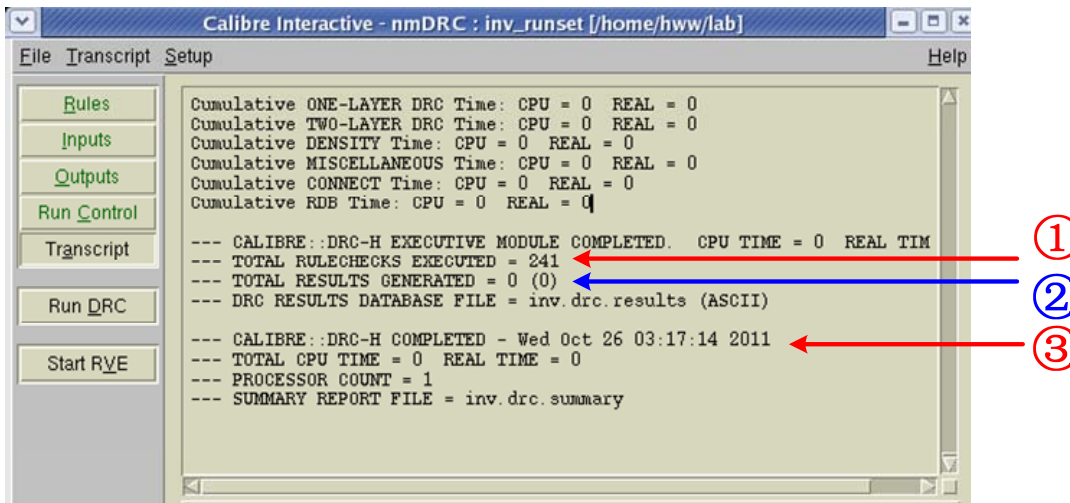


完成 DRC 后会自动打开以下窗口 DRC Summary Report



(4) Calibre DRC 结果

① Read Transcript



在 Transcript 中标号自上而下分别表示

总共检查的项目数量 (241 项)

总共的结果数 (0 项, 有几项错误就显示几, 0 项就是没有错误)

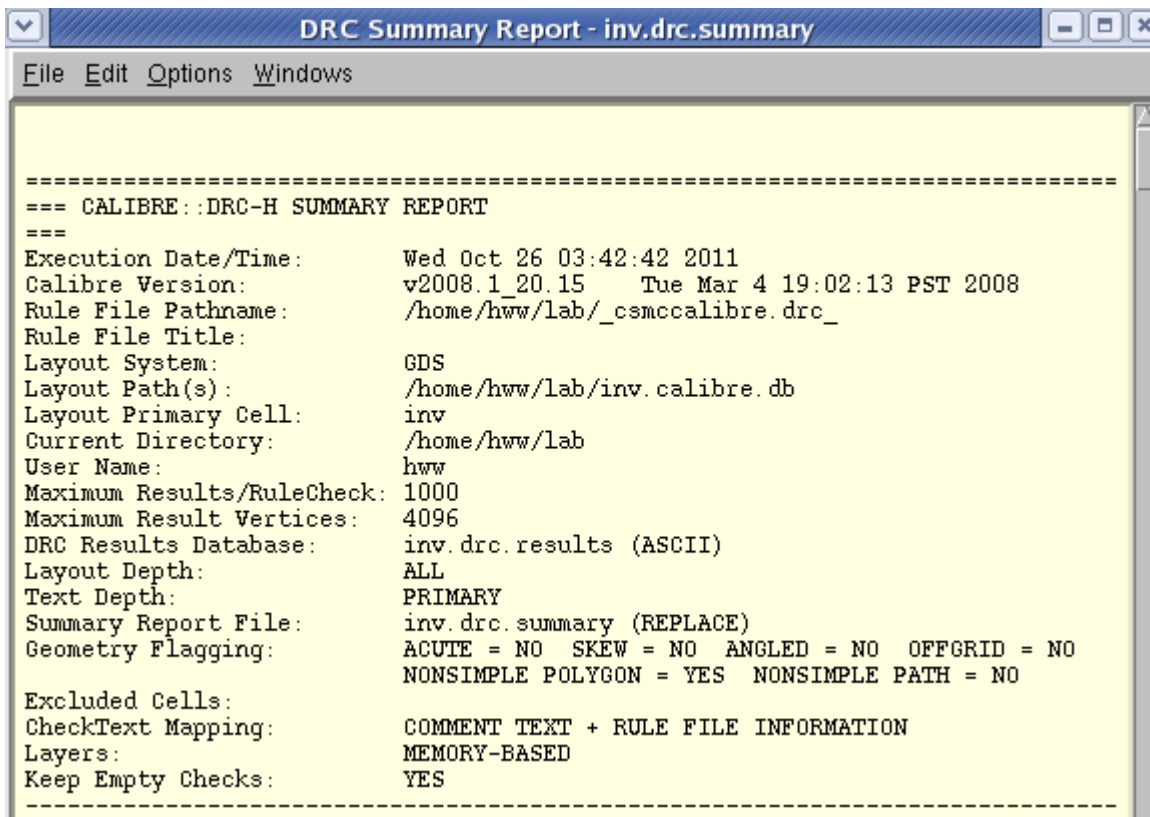
DRC 检查运行完成

②DRC Summary Report

DRC Summary Report 构成

★抬头-概述运行的大概信息

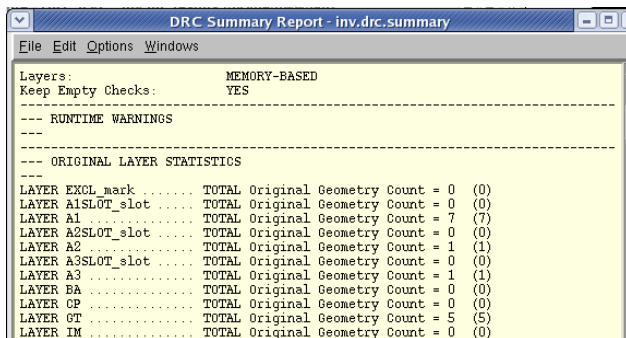
- ☆运行 DRC 的时间
- ☆Rule File 的路径及 Title
- ☆Layout 名称当前运行路径
- ☆用户名



```

DRC Summary Report - inv.drc.summary
File Edit Options Windows
-----
=== CALIBRE::DRC-H SUMMARY REPORT
===
Execution Date/Time:      Wed Oct 26 03:42:42 2011
Calibre Version:         v2008.1_20.15   Tue Mar 4 19:02:13 PST 2008
Rule File Pathname:     /home/hww/lab/_csmccalibre.drc_
Rule File Title:
Layout System:          GDS
Layout Path(s):        /home/hww/lab/inv.calibre.db
Layout Primary Cell:   inv
Current Directory:     /home/hww/lab
User Name:             hww
Maximum Results/RuleCheck: 1000
Maximum Result Vertices: 4096
DRC Results Database:  inv.drc.results (ASCII)
Layout Depth:         ALL
Text Depth:          PRIMARY
Summary Report File:  inv.drc.summary (REPLACE)
Geometry Flagging:   ACUTE = NO  SKEW = NO  ANGLED = NO  OFFGRID = NO
                    NONSIMPLE POLYGON = YES  NONSIMPLE PATH = NO

Excluded Cells:
CheckText Mapping:    COMMENT TEXT + RULE FILE INFORMATION
Layers:              MEMORY-BASED
Keep Empty Checks:   YES
    
```

★ Runtime Warnings: DRC 运行时产生的一些警告信息


```

DRC Summary Report - inv.drc.summary
File Edit Options Windows
Layers:              MEMORY-BASED
Keep Empty Checks:  YES
-----
--- RUNTIME WARNINGS
-----
--- ORIGINAL LAYER STATISTICS
-----
LAYER EXCL_mark ..... TOTAL Original Geometry Count = 0 (0)
LAYER A1SL0T_slot ..... TOTAL Original Geometry Count = 0 (0)
LAYER A1 ..... TOTAL Original Geometry Count = 7 (7)
LAYER A2SL0T_slot ..... TOTAL Original Geometry Count = 0 (0)
LAYER A2 ..... TOTAL Original Geometry Count = 1 (1)
LAYER A3SL0T_slot ..... TOTAL Original Geometry Count = 0 (0)
LAYER A3 ..... TOTAL Original Geometry Count = 1 (1)
LAYER BA ..... TOTAL Original Geometry Count = 0 (0)
LAYER CP ..... TOTAL Original Geometry Count = 0 (0)
LAYER GT ..... TOTAL Original Geometry Count = 5 (5)
LAYER IM ..... TOTAL Original Geometry Count = 0 (0)
    
```

★ Original Layer Statistic : Layout 每层包含的图形数量统计

★ Rule Check Results Statistic : 设计规则每项检查结果的结果统计

```

DRC Summary Report - inv.drc.summary
File Edit Options Windows
LAYER DIODE_mark ..... TOTAL Original Geometry Count = 0 (0)
-----
--- RULECHECK RESULTS STATISTICS
---
RULECHECK offgrid check ..... TOTAL Result Count = 0 (0)
RULECHECK ortho_45_check ..... TOTAL Result Count = 0 (0)
RULECHECK rule_A1_acute_angle ..... TOTAL Result Count = 0 (0)
RULECHECK rule_A1SLOT_slot_acute_angle ..... TOTAL Result Count = 0 (0)
RULECHECK rule_A2_acute_angle ..... TOTAL Result Count = 0 (0)
RULECHECK rule_A2SLOT_slot_acute_angle ..... TOTAL Result Count = 0 (0)
RULECHECK rule_A3_acute_angle ..... TOTAL Result Count = 0 (0)
RULECHECK rule_A3SLOT_slot_acute_angle ..... TOTAL Result Count = 0 (0)
RULECHECK rule_BA_acute_angle ..... TOTAL Result Count = 0 (0)
RULECHECK rule_BJT_mark_acute_angle ..... TOTAL Result Count = 0 (0)
RULECHECK rule_CAP_mark_acute_angle ..... TOTAL Result Count = 0 (0)
RULECHECK rule_CP_acute_angle ..... TOTAL Result Count = 0 (0)
RULECHECK rule_DIODE_mark_acute_angle ..... TOTAL Result Count = 0 (0)
RULECHECK rule_EXCL_mark_acute_angle ..... TOTAL Result Count = 0 (0)
RULECHECK rule_GT_acute_angle ..... TOTAL Result Count = 0 (0)
RULECHECK rule_IM_acute_angle ..... TOTAL Result Count = 0 (0)
RULECHECK rule_ND_acute_angle ..... TOTAL Result Count = 0 (0)
RULECHECK rule_NS_acute_angle ..... TOTAL Result Count = 0 (0)
RULECHECK rule_PC_acute_angle ..... TOTAL Result Count = 0 (0)
    
```

★ Summary information : 结果汇总

☆ 总共运行时间

☆ 几何图形数量

☆ 检查的规则数量

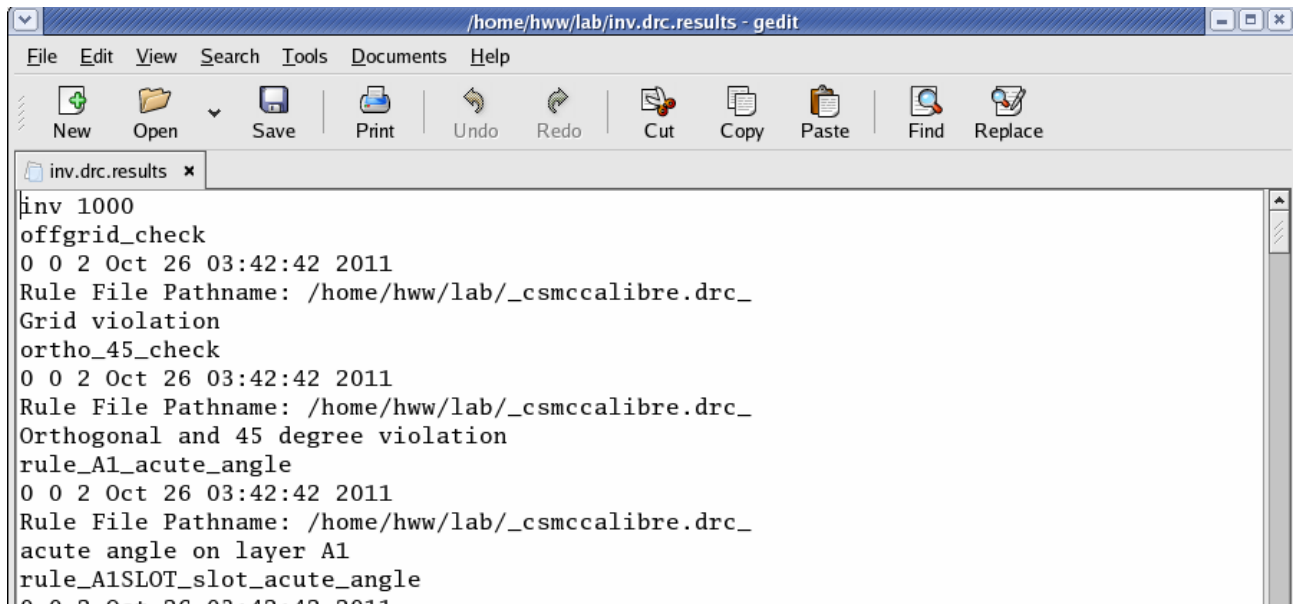
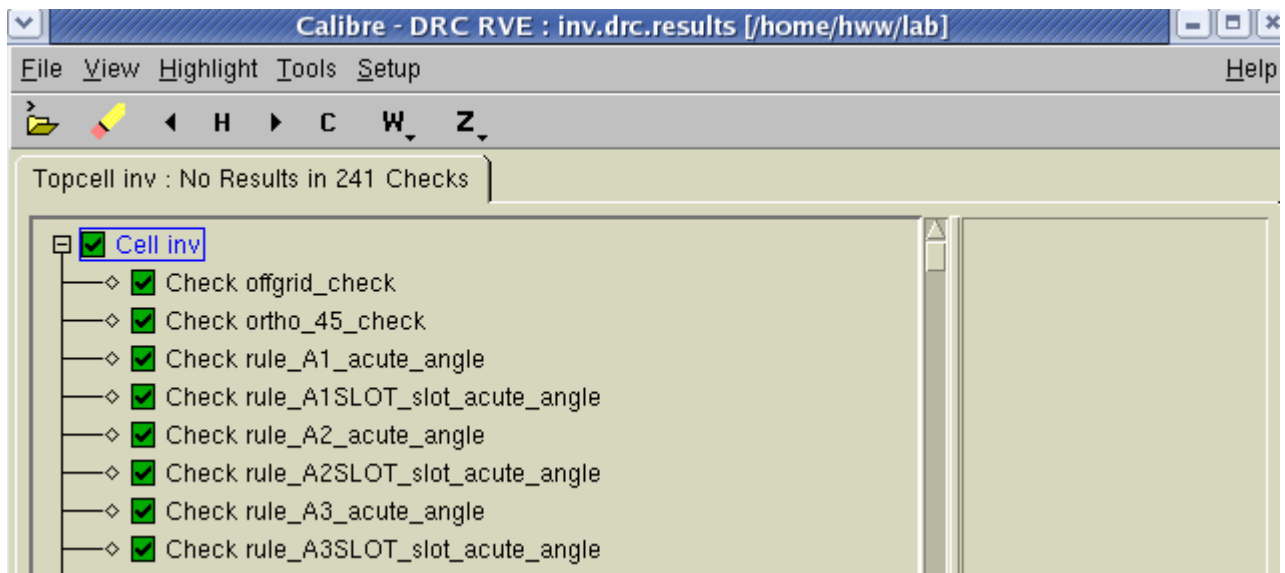
☆ 检查后生成的结果数量

```

RULECHECK A2.f ..... TOTAL Result Count = 0 (0)
-----
--- RULECHECK RESULTS STATISTICS (BY CELL)
---
--- SUMMARY
---
TOTAL CPU Time:          0
TOTAL REAL Time:        0
TOTAL Original Layer Geometries: 34 (34)
TOTAL DRC RuleChecks Executed: 241
TOTAL DRC Results Generated: 0 (0)
    
```

④DRC Result Database-ASCII

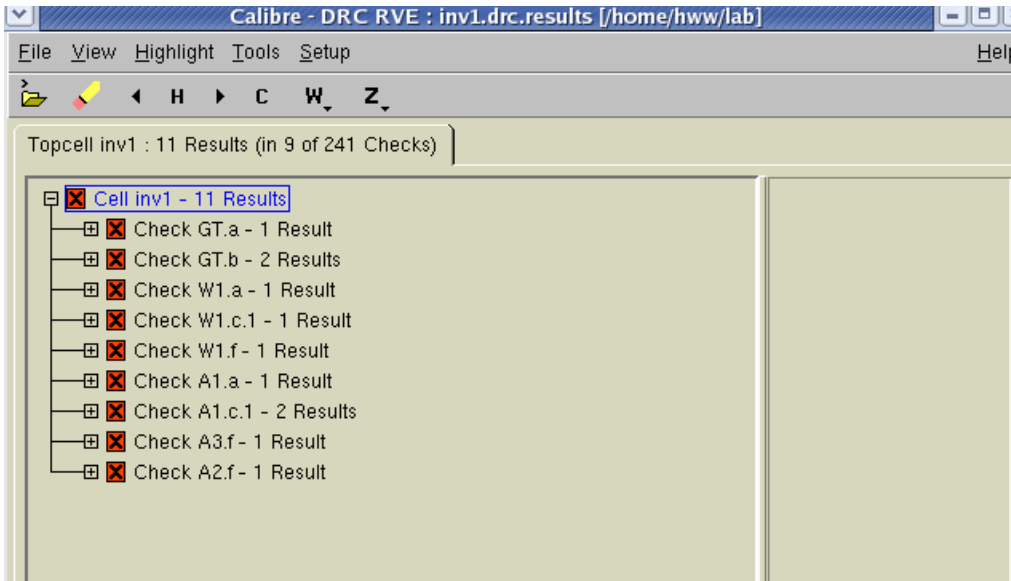
存放在当前目录下，名称为 inv.drc.results, 打开后显示结果信息。数据信息，看起来十分吃力，所以查错的话还需要使用 DRC RVE (DRC 验证完后自动打开)


⑤DRC RVE


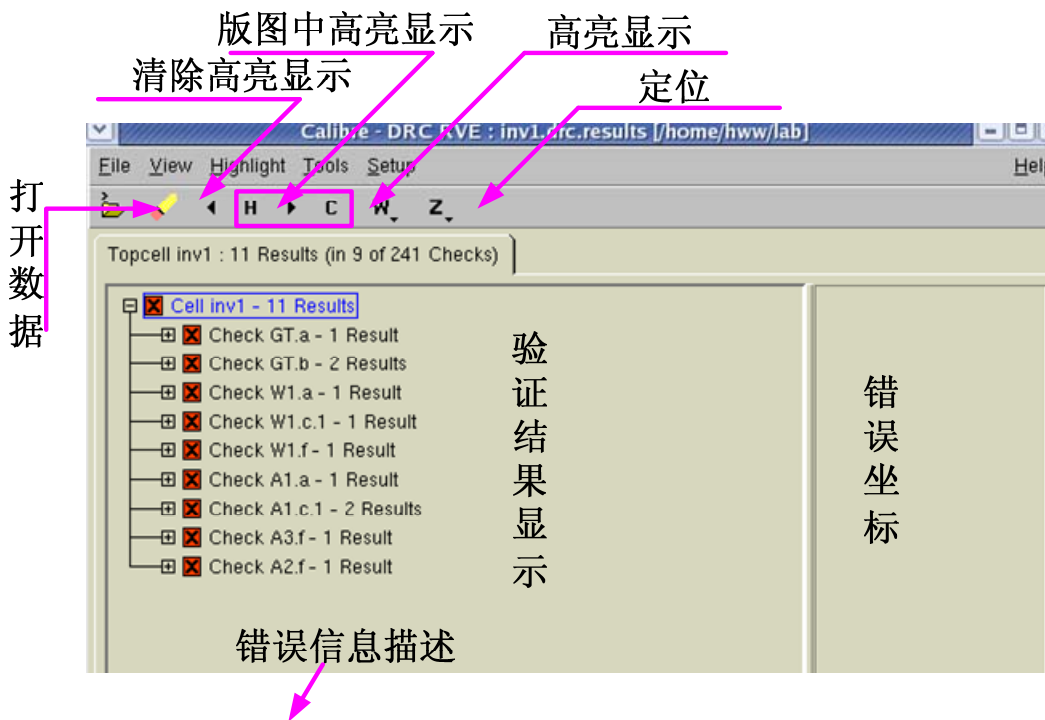
(5)使用 DRC RVE 来进行错误修改

为了更好的利用 RVE 来定位错误，我们使用另外的一个版图 inv1 来做 DRC 并查错

① Calibre DRC 完成后提示 11 处错误（注意事实上不一定是 11 处，因为 1 项 Layout 可造成多处的错误）

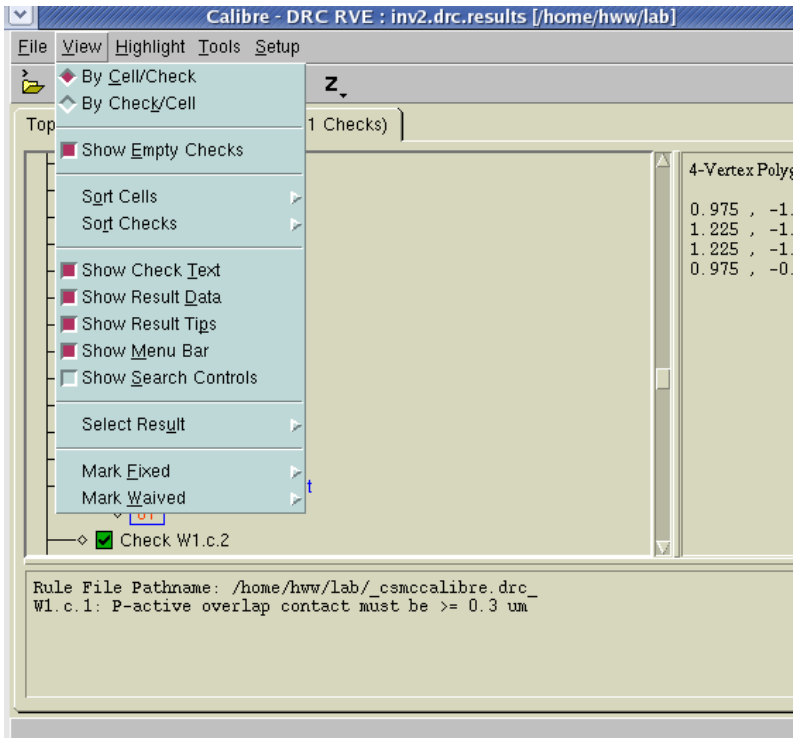


②DRC RVE 界面概述

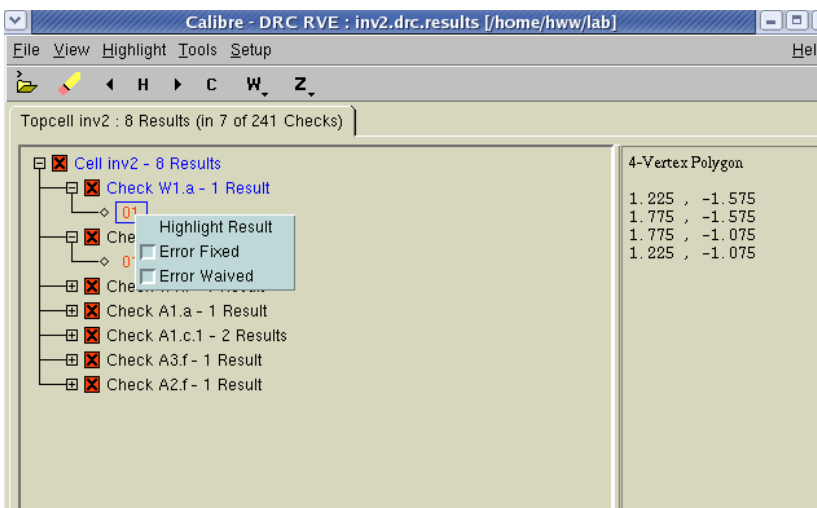


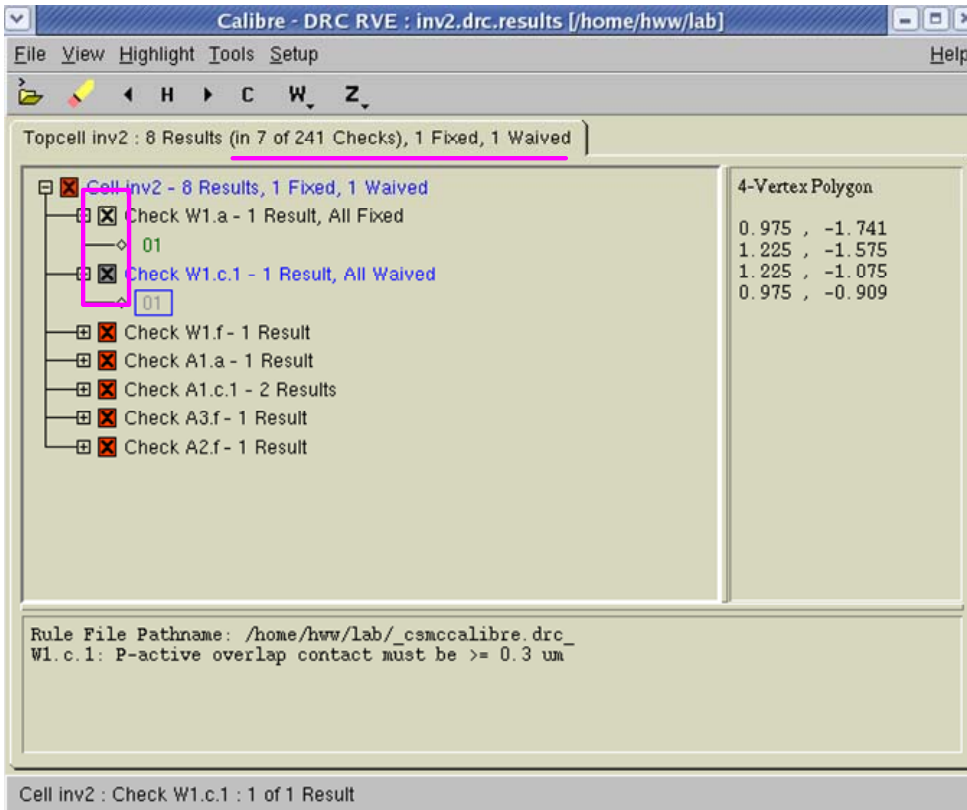
③显示或隐藏空的检查结果

实验室 DRC RVE 工具是自动隐藏正确的检查的结果的，只有错误的地方才显示出来。可以在 View>Show Empty Checks 将空的检查结果（正确的）显示或隐藏。



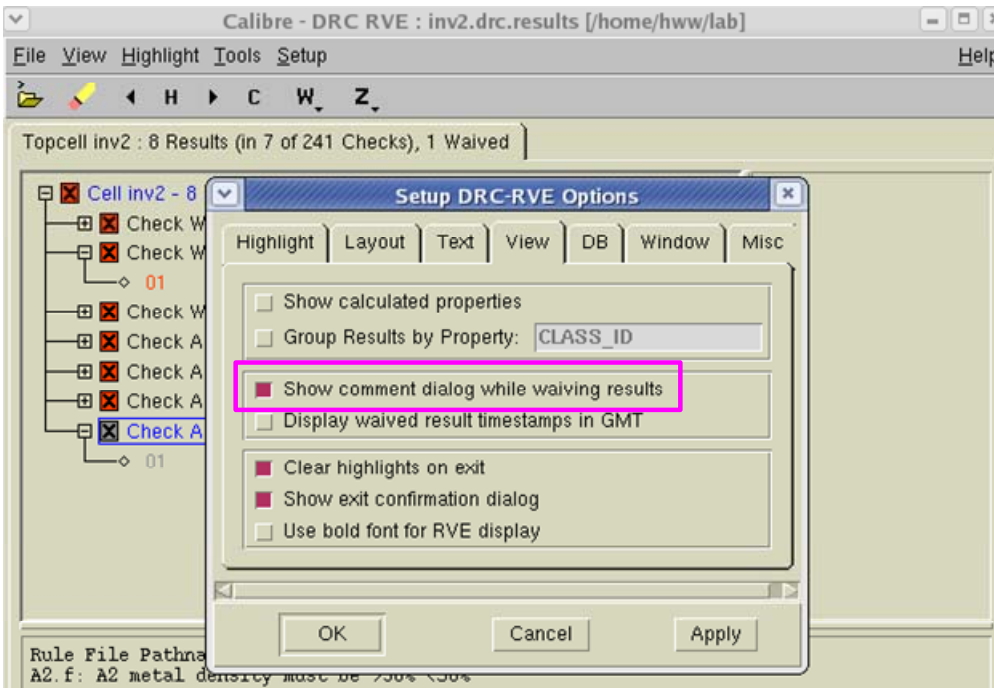
④选择错误的项目，可以使用右键 Error Fixed 确定或 Error Waived 忽略。选择后会显示不同颜色，并在上面结果中显示。

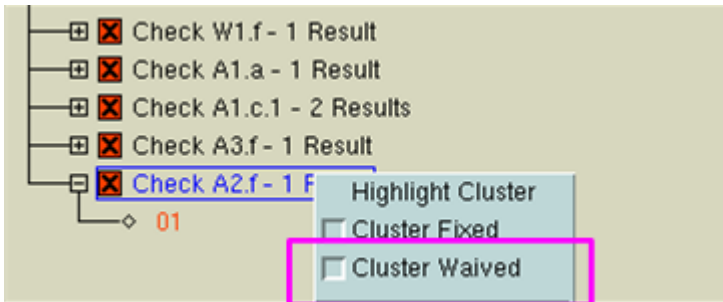




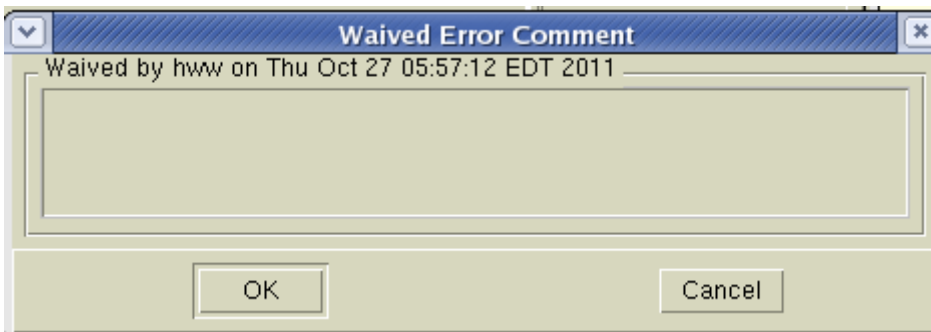
⑤忽略错误时，必要的注释

在 DRC RVE 中 Setup-Options, 选择如下图所示, 则忽略错误时需要写入理由。



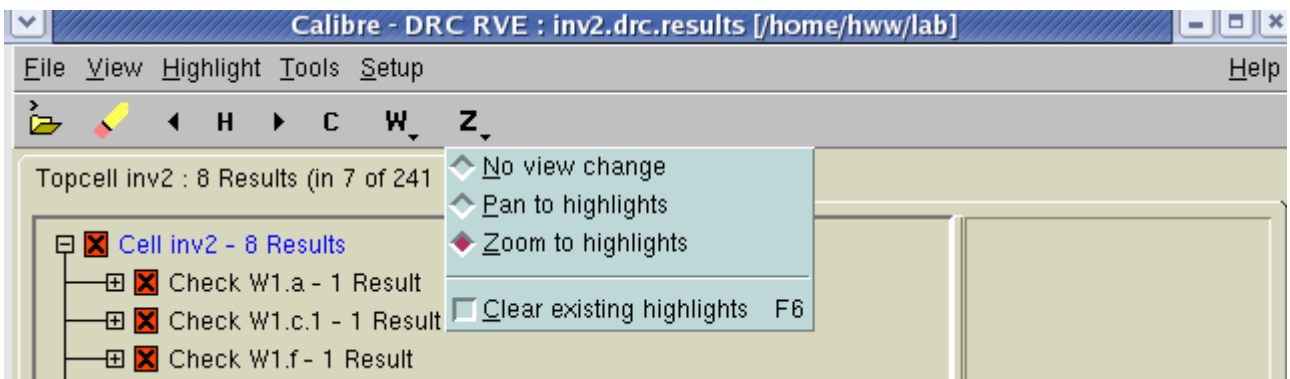


提示要标注原因:

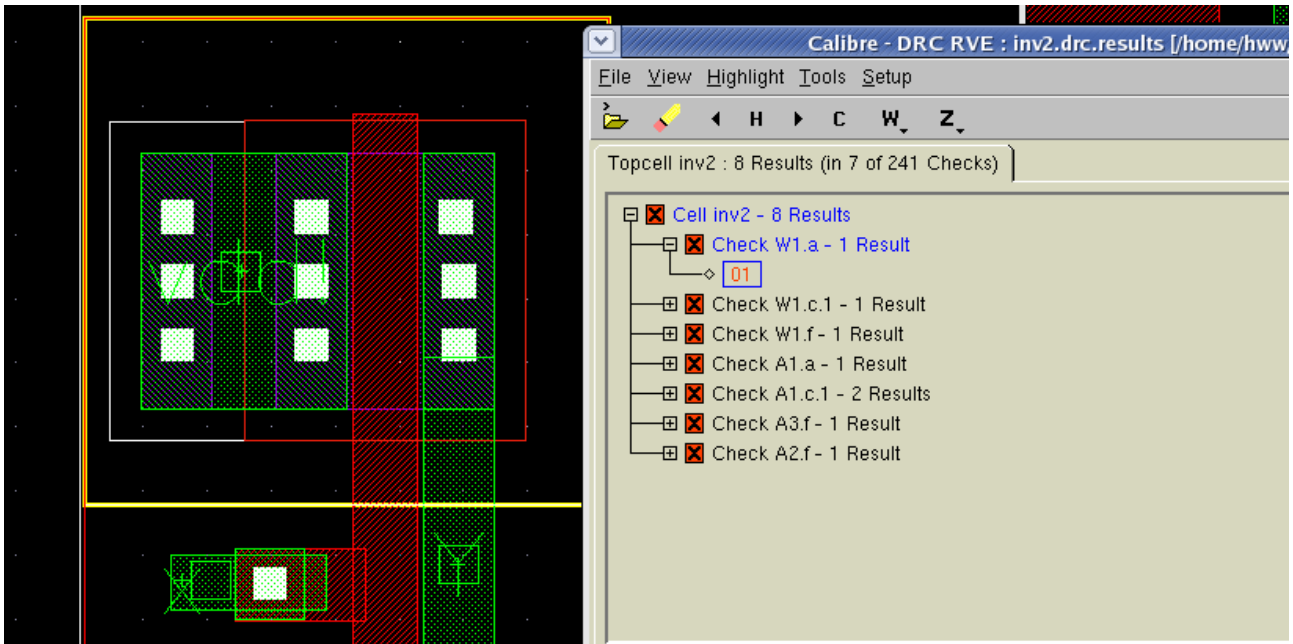


⑥在 Layout 中定位错误位置

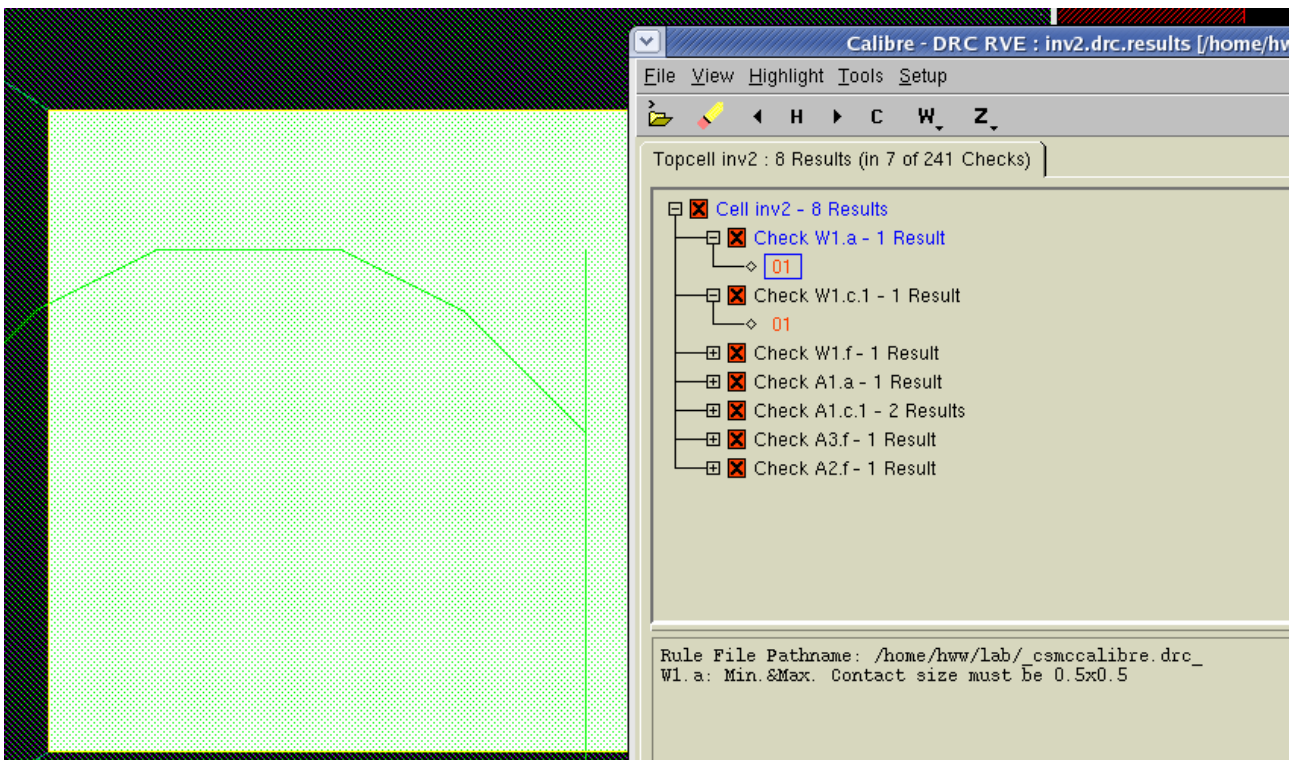
在 Z 下拉菜单中选择 Zoom to highlights



然后选择错误项，双击后，软件就可以自动定位到错误地点



自动定位放大显示



独立完成实验内容:

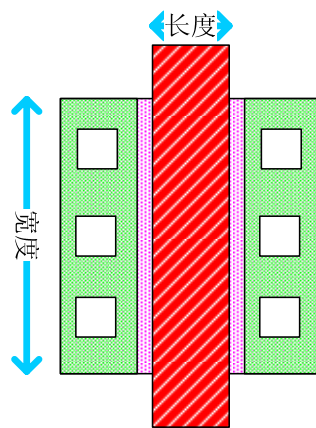
独立绘制反相器版图，器件尺寸由个人学号最后 2 位来确定:

其中 PMOS 的宽度由个位数决定，长度为十位数决定。NMOS 长度和 PMOS 一致，宽度为 PMOS 宽度一半。碰到数字 0 的同学按 10um 处理。

假设你的学号是 98765432，那么 PMOS 的宽度就是 1um，长度 3um，NMOS 的长度和 PMOS 一致，宽度减半，就是 1.5um。

假设 98765430，那么 PMOS 宽度 10um，长度 3um，NMOS 宽度为 5um，长度 3um

假设 98765403，那么 PMOS 宽度 3um，长度 10um，NMOS 宽度为 1.5um，长度为 10um



实验要求：

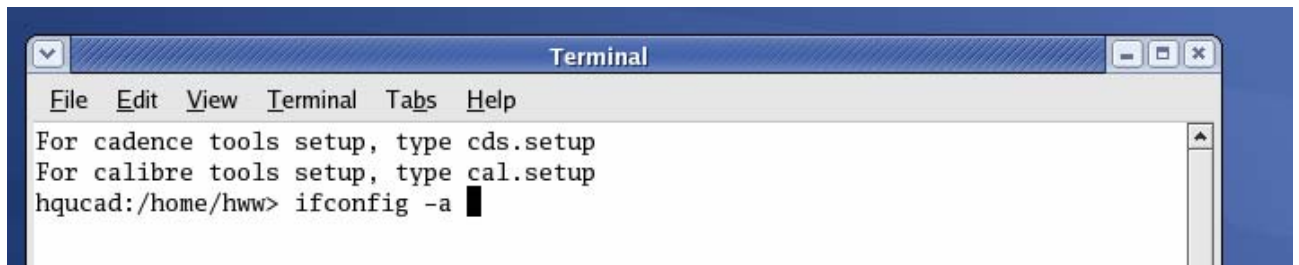
- 1.将上次实验绘制的反相器版图拷到自己服务器当前用户下。
- 2.完成反相器 DRC 验证。
- 3.改正 DRC 错误。
- 4.完成布置的 DRC 纠错练习
- 4.登记后方可离开实验室。

附录 1:



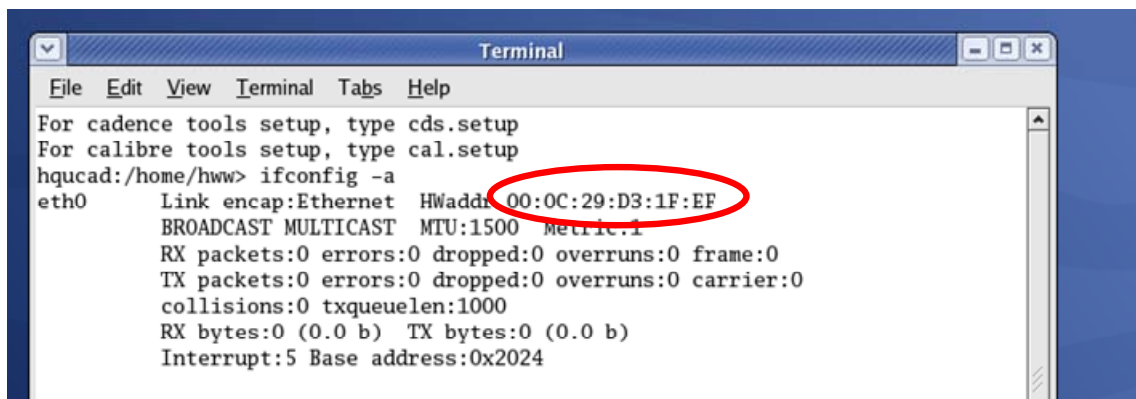
Calibre 软件 License 破解不成功, 请按以下步骤操作。

- ①右键 Linux 桌面打开终端命令
- ②输入 `ifconfig -a` 然后回车



```
Terminal
File Edit View Terminal Tabs Help
For cadence tools setup, type cds.setup
For calibre tools setup, type cal.setup
hqucad:/home/hww> ifconfig -a
```

- ③记住 Linux 的物理地址, 中间不需要用: 隔开, 如下面地址记为 000C29D31FEF (注意没有英文的 0 只有数字 0)



```
Terminal
File Edit View Terminal Tabs Help
For cadence tools setup, type cds.setup
For calibre tools setup, type cal.setup
hqucad:/home/hww> ifconfig -a
eth0      Link encap:Ethernet  HWaddr 00:0C:29:D3:1F:EF
          BROADCAST MULTICAST  MTU:1500  Metric:1
          RX packets:0 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
          TX packets:0 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
          collisions:0 txqueuelen:1000
          RX bytes:0 (0.0 b)  TX bytes:0 (0.0 b)
          Interrupt:5 Base address:0x2024
```

④如果是实验室计算机或自己带计算机到实验室, 请记住物理地址后, 将 12 位物理地址拷给实验室指导老师。如果是宿舍的计算机请参照第 5 条。

⑤如果第 4 条的条件的同学, 第 5 条可以忽略。自己宿舍的电脑的话请将物理地址记住, 然后再找老师, 指导老师会告诉你如何处理。

⑥处理完成后, 重启 Linux (该保存的东西请自己保存)