



普通高等教育“十三五”规划教材

PUTONG GAODENG JIAOYU “13·5” GUIHUA JIAOCAI

Aether实用教程

廖永波 鞠家欣 编著



冶金工业出版社
www.cnmp.com.cn



普通高等教育“十三五”规划教材

Aether 实用教程

廖永波 鞠家欣 编著

北 京
冶金工业出版社
2016

内 容 提 要

本书以我国自主研发的集成电路设计软件 Aether 作为平台,从软件的安装、电路原理图设计、电路框图设计、版图设计入手,详细阐述了该软件的各项功能和使用方法。书中最后通过若干个设计实例展示了该软件的一般设计步骤和整体性能。读者在阅读本书的同时,结合上机练习,就能基本掌握 Aether 电路和版图设计及应用技术。

本书可作为本科院校有关课程教材,也可作为职业院校教学用书,还可作为企业相关人员培训用书。

图书在版编目(CIP)数据

Aether 实用教程/廖永波,鞠家欣编著. —北京:冶金工业出版社,2016.1

普通高等教育“十三五”规划教材

ISBN 978-7-5024-7093-7

I. ①A… II. ①廖… ②鞠… III. ①集成电路—计算机辅助设计—应用软件—高等学校—教材 IV. ①TN402

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 271328 号

出 版 人 谭学余

地 址 北京市东城区嵩祝院北巷 39 号 邮编 100009 电话 (010)64027926

网 址 www.cnmp. com. cn 电子信箱 yjcs@cnmp. com. cn

责任编辑 杨盈园 陈慰萍 美术编辑 杨 帆 版式设计 孙跃红

责任校对 禹 蕊 责任印制 李玉山

ISBN 978-7-5024-7093-7

冶金工业出版社出版发行;各地新华书店经销;固安华明印业有限公司印刷

2016 年 1 月第 1 版,2016 年 1 月第 1 次印刷

787mm×1092mm 1/16;11 印张;263 千字;164 页

38.00 元

冶金工业出版社 投稿电话 (010)64027932 投稿邮箱 tougao@cnmp. com. cn

冶金工业出版社营销中心 电话 (010)64044283 传真 (010)64027893

冶金书店 地址 北京市东四西大街46号(100010) 电话 (010)65289081(兼传真)

冶金工业出版社天猫旗舰店 yjgycbs. tmall. com

(本书如有印装质量问题,本社营销中心负责退换)

前 言

2014年6月国务院印发《国家集成电路产业发展推进纲要》（以下简称“纲要”），旨在充分发挥国内市场优势，营造良好发展环境，激发企业活力和创造力，带动产业链协同可持续发展，加快追赶和超越的步伐，努力实现集成电路（IC）产业跨越式发展。《纲要》明确的推进IC产业发展的四大任务中，首先提到的就是着力发展IC设计业。

电子设计自动化（EDA）技术是以计算机为工作平台，融合应用电子技术、计算机技术和智能化技术等多学科技术，广泛应用于电子、通信、航空航天、军事等各个领域。

EDA工具软件是IC设计的技术核心和方法支撑。EDA工具作为IC设计专用工具，在IC设计领域具有极其重要的基础地位，直接影响IC的设计能力，引导IC产业的发展，在IC产业乃至整个信息产业中都发挥着不可替代的重要作用。随着IC集成度和复杂度的不断提高，EDA软件技术也在不断地发展。在先进EDA技术的支撑下，IC设计产品种类增多、尺寸减小、设计周期缩短、成品率提高。可以说，没有EDA技术的发展，就没有IC产业的发展。

中国最大的EDA软件研发企业之一——北京华大九天软件有限公司拥有完全自主知识产权的全套EDA工具，在打破国外封锁、降低国内设计企业成本、大力培育本土IC设计人员方面做出了巨大贡献。本书主要对华大九天EDA软件系统的全定制IC设计平台——Aether进行介绍。

Aether是一款功能强大、易学易用的混合信号IC设计平台，涵盖设计数据库管理、原理图编辑器和版图编辑器。原理图编辑器具有灵活的编辑功能和图形化的模拟平台，支持业界标准数据格式及网表的导入导出；版图编辑器具有强大、完善的编辑功能，方便用户进行多层次、多单元的版图编辑，实现最优的人机交互模型，加速产品上市时间。

本书由电子科技大学廖永波和北方工业大学鞠家欣合作编写，在编写过程中得到了北京华大九天软件有限公司王彦威经理的大力支持和帮助，在此表示诚挚的感谢。

由于编著者学识和水平有限，不妥之处敬请读者批评指正和谅解。

廖永波 鞠家欣

2015年8月16日于北京

目 录

1 初识 Aether	1
1.1 Aether 的安装	1
1.1.1 安装用户的建立	1
1.1.2 安装配置	2
1.2 Aether 的启动	5
1.3 Aether 的菜单	8
2 电路原理图设计	10
2.1 创建新库	10
2.2 创建新单元	10
2.3 元器件放置	11
2.4 调整元器件位置	14
2.5 旋转元器件	14
2.6 复制元器件	15
2.7 删除元器件	15
2.8 修改元器件属性	15
2.9 创建连线	16
2.10 创建连线的名称	17
2.11 创建跳线	18
2.12 创建引脚	19
2.13 选择元器件	19
2.13.1 选择所有	19
2.13.2 按区域选择	20
2.13.3 目标选择	20
2.13.4 按线选择	21
2.13.5 选择节点	23
2.13.6 选择对象扩展	23
2.13.7 取消选择	24
2.13.8 设置可选类型	24
2.14 检查	24
3 电路框图设计	26
3.1 创建基本图形及引脚	27

3.1.1 创建矩形	27
3.1.2 创建多边形	27
3.1.3 创建线	28
3.1.4 创建圆	29
3.1.5 创建椭圆	29
3.1.6 创建弧	30
3.1.7 创建引脚	30
3.1.8 创建标签	31
3.1.9 为引脚创建节点描述	32
3.2 修改已创建的框图	33
3.2.1 撤销/取消撤销	33
3.2.2 复制	33
3.2.3 移动	34
3.2.4 删除	35
3.2.5 拉伸	35
3.2.6 翻转与旋转	36
3.2.7 对齐	36
3.2.8 属性的查看与修改	37
3.3 选择	38
3.3.1 选择所有	38
3.3.2 按区域选择	39
3.3.3 目标选择	39
3.3.4 按线选择	39
3.3.5 选择对象扩展	40
3.3.6 取消选择	40
3.3.7 设置可选类型	40
3.4 检查	41
4 版图设计	42
4.1 创建基本图形	42
4.1.1 创建矩形	42
4.1.2 创建多边形	43
4.1.3 创建弧	44
4.1.4 创建布线路径	44
4.1.5 创建总线	45
4.1.6 创建元器件	48
4.1.7 创建标签	50
4.1.8 创建圆	52
4.1.9 创建椭圆	52

4.1.10 创建圆环	52
4.1.11 创建引脚	54
4.1.12 创建保护环	56
4.1.13 创建通孔	58
4.2 对图形进行编辑	61
4.2.1 撤销/恢复撤销	61
4.2.2 复制	61
4.2.3 重复复制	64
4.2.4 移动	64
4.2.5 删除	65
4.2.6 部分删除	65
4.2.7 拉伸	66
4.2.8 旋转	68
4.2.9 对齐	69
4.2.10 重置原点	71
4.2.11 按指定角度旋转	72
4.2.12 切割	73
4.2.13 切割保护环中的部分层	75
4.2.14 重新定义图形	76
4.2.15 变形	77
4.2.16 延长总线	78
4.2.17 局部复制/局部粘贴	79
4.2.18 转化图形	82
4.2.19 将标签转化为多边形	83
4.2.20 平滑顶角	84
4.2.21 在金属层上开槽	85
4.2.22 虚设金属	87
4.2.23 拆分阵列	89
4.2.24 合并	90
4.2.25 布尔运算	91
4.2.26 产生层	93
4.2.27 重新定义尺寸	95
4.2.28 查找/替换	96
4.2.29 查看/修改参数	97
4.3 选择	99
4.3.1 选择所有	99
4.3.2 按区域选择	99
4.3.3 目标选择	99
4.3.4 按线选择	100

4.3.5 按层选择	100
4.3.6 选择节点	101
4.3.7 选择对象扩展	101
4.3.8 取消选择	102
4.3.9 目标过滤	102
4.4 查询	103
4.4.1 尺子	103
4.4.2 清除尺子	103
4.4.3 清除所有尺子	104
4.4.4 测量	104
4.4.5 显示单元信息	109
4.4.6 显示图层信息	109
4.4.7 追踪节点	110
4.4.8 查询短路	111
4.5 验证	112
4.5.1 版图验证	112
4.5.2 IPC 设置	112
4.5.3 清除高亮显示	113
4.5.4 清除所有高亮显示	113
4.5.5 验证设置	113
4.6 SDL	114
4.6.1 生成器件	114
4.6.2 生成软引脚	114
4.6.3 生成硬引脚	115
4.6.4 删除软引脚	115
4.6.5 器件组	115
4.6.6 取消器件组	117
4.6.7 器件匹配	117
4.6.8 器件折叠	119
4.6.9 器件展开	119
4.6.10 ECO 检查	120
4.6.11 复位器件网络	121
4.6.12 通过网络重置形状	121
4.6.13 重用模块	121
4.6.14 打开 SDL	122
4.7 RC 探测	123
4.7.1 产生表	123
4.7.2 设置	123
4.7.3 提取	125

4.7.4 寄生分析	126
4.8 工具	127
4.8.1 技术管理	127
4.8.2 选择相关库	128
4.8.3 Vcell 模板	128
4.8.4 CDF 编辑器	129
4.8.5 解锁	131
4.8.6 终端仿真	132
4.9 窗口	133
4.9.1 返回设计管理窗口	133
4.9.2 关闭所有	133
4.9.3 最小化所有	133
4.9.4 打开/关闭 Docks	134
4.9.5 平铺	135
4.9.6 层叠排列	135
4.9.7 设置窗口标签	135
4.9.8 切换窗口	135
4.9.9 图层窗口	135
4.9.10 电路图窗口	136
4.10 选项	137
4.10.1 设置	137
4.10.2 键位	141
4.10.3 工具栏	142
4.10.4 颜色	143
4.10.5 设计规则检查设置	143
5 设计实例	145
5.1 电路设计	145
5.1.1 运放电路设计	145
5.1.2 倒相器链设计	146
5.1.3 基准电路设计	148
5.1.4 PTAT 电源设计	153
5.1.5 JK 触发器设计	154
5.2 版图的创建	155
5.2.1 运放版图设计	156
5.2.2 环形振荡器版图设计	156
5.2.3 基准版图设计	159
5.2.4 PTAT 电压源版图设计	160
5.2.5 JK 触发器版图设计	162
参考文献	164

Aether 是一个完整的数模混合信号 IC 设计平台，包含设计数据库管理 (Design Manager)、工艺管理 (Technology Manager)、原理图编辑器 (Schematic Editor)、混合信号设计仿真环境 (MDE)、版图编辑器 (Layout Editor)、原理图驱动版图 (SDL) 和混合信号布线器 (MSR) 等模块。

Aether 无缝集成了华大九天 SPICE 仿真工具 Aeolus-AS、数模混合信号仿真工具 Aeolus-MS，混合信号波形查看工具 iWave，物理验证工具 Argus 和寄生参数提取工具 RCExplorer，同时还可以集成其他主流的第三方工具，使整个集成电路设计流程更加平滑、高效的运行。其主要的功能与优势有：高效的混合信号 IC 设计平台；基于 Open Access 数据库；支持 iPDK (Interoperabel PDK)；支持 TCL 扩展；兼容主流 EDA 工具的操作方式，易学易用；完整、便利的层次化编译功能，支持各种类型几何图形的操作。

1.1 Aether 的安装

要使用 Aether，首先需要安装该软件，下面具体介绍其安装方法。

1.1.1 安装用户的建立

Aether 的工作环境为 Linux，因此首先需在计算机、工作站或服务器上安装 Linux 操作系统，然后把 Aether 文件夹拷贝置于 Linux 下，并且选择【System Settings】→【Users and Groups】，如图 1-1 所示，弹出的【User Manager】(用户管理) 窗口如图 1-2 所示。



图 1-1 建立用户和组的选项

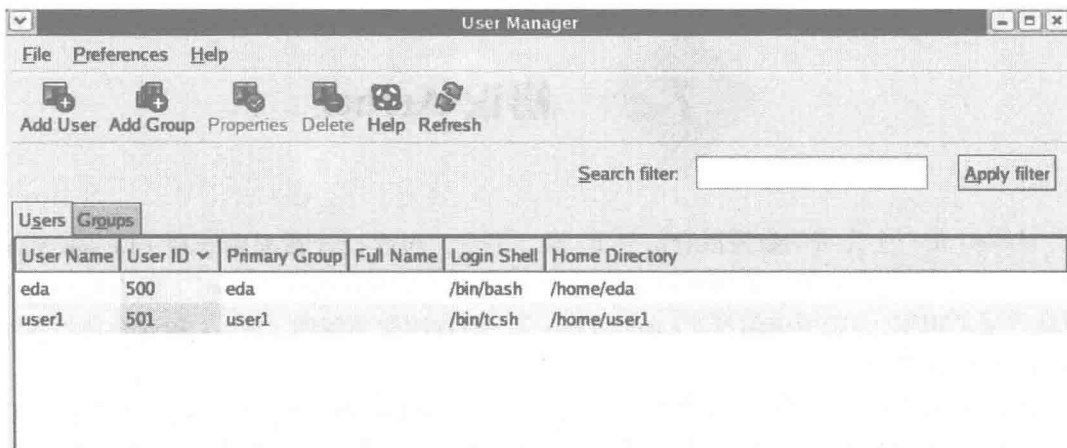


图 1-2 用户管理界面

建立 Aether 软件安装管理员用户，具体操作步骤是：单击图 1-2 上的【Add User】按钮，在弹出【Create New User】（建立新用户）的对话框中按图 1-3 所示填写好后单击【OK】完成，然后重启 Linux 虚拟机。

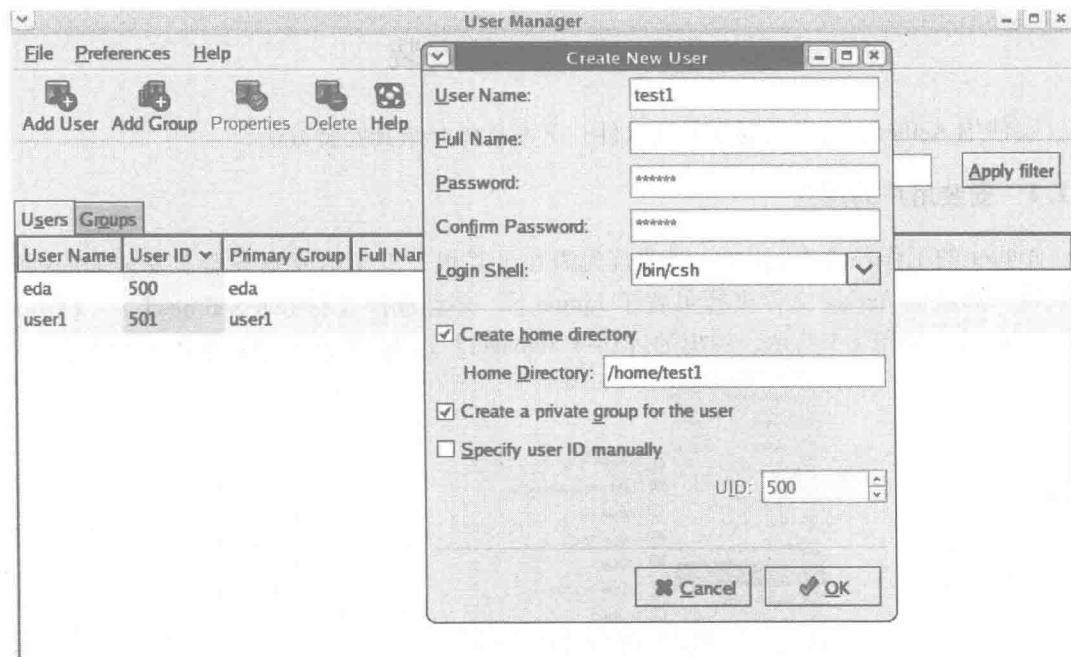


图 1-3 建立新用户对话框

1.1.2 安装配置

在进入安装管理员用户后，首先创建一个终端（Terminal），然后在终端中找到并进入安装文件夹（emptyrean_install），如图 1-4 所示，再在安装文件夹下找到并打开 setup.csh 文件，使用命令为 vi setup.csh，文件打开后如图 1-5 所示。

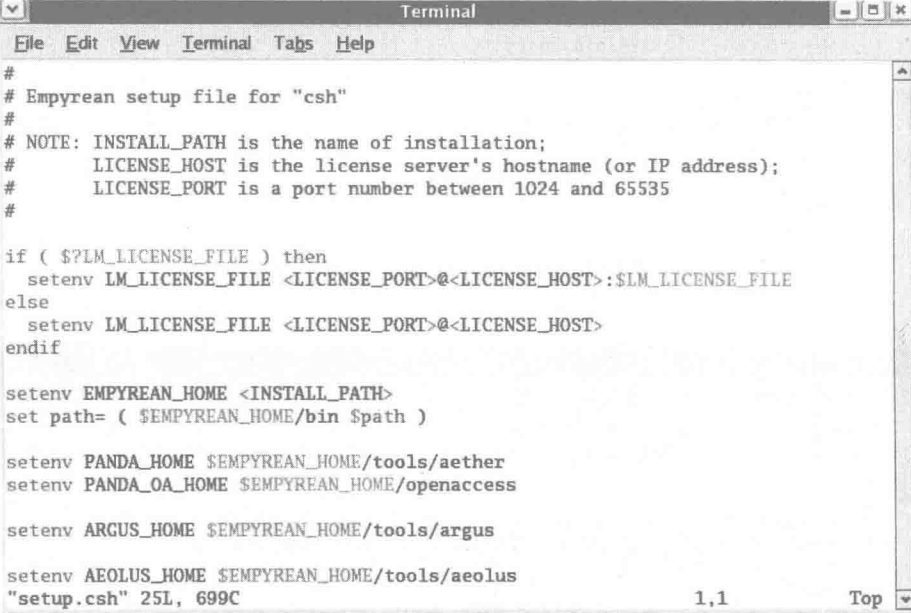


```

Terminal
File Edit View Terminal Tabs Help
[user1@localhost ~]$ cd empryean_install
[user1@localhost ~/empryean_install]$ ls
empryean2 flex_lm
[user1@localhost ~/empryean_install]$ cd empryean2
[user1@localhost empryean2]$ ls
bin license openaccess setup.bash setup.csh tools
[user1@localhost empryean2]$

```

图 1-4 进入安装文件夹



```

Terminal
File Edit View Terminal Tabs Help
#
# Empryean setup file for "csh"
#
# NOTE: INSTALL_PATH is the name of installation;
#       LICENSE_HOST is the license server's hostname (or IP address);
#       LICENSE_PORT is a port number between 1024 and 65535
#
if ( $?LM_LICENSE_FILE ) then
    setenv LM_LICENSE_FILE <LICENSE_PORT>@<LICENSE_HOST>:$LM_LICENSE_FILE
else
    setenv LM_LICENSE_FILE <LICENSE_PORT>@<LICENSE_HOST>
endif

setenv EMPYREAN_HOME <INSTALL_PATH>
set path= ( $EMPYREAN_HOME/bin $path )

setenv PANDA_HOME $EMPYREAN_HOME/tools/aether
setenv PANDA_OA_HOME $EMPYREAN_HOME/openaccess

setenv ARGUS_HOME $EMPYREAN_HOME/tools/argus

setenv AEOLUS_HOME $EMPYREAN_HOME/tools/aeolus
"setup.csh" 25L, 699C
1,1 Top

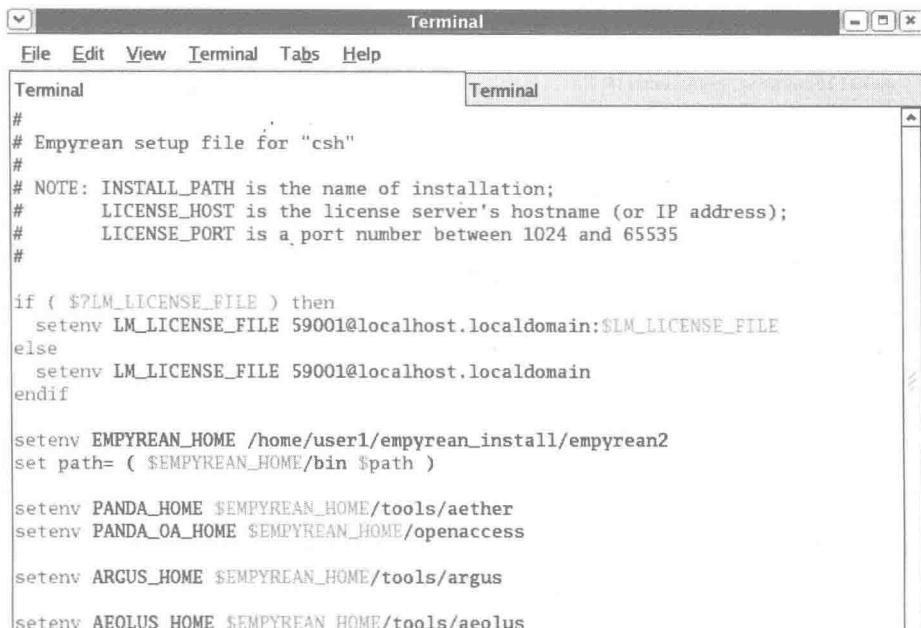
```

图 1-5 setup.csh 文件修改前的内容

按 Insert 键进行编辑，将 “<LICENSE_ PORT>” 改为 “59001”，“<LICENSE_ HOST>” 改为 hostname。hostname 的查找方法是在另一个终端中输入命令：hostname。本系统的 hostname 为 localhost.localdomain。“<INSTALLL_ PATH>” 为 empryean2 的目录路径，在这里为 /home/user1/empryean_ install/empryean2。修改之后的文件如图 1-6 所示，最后按 Esc 键，输入 “: wq” 确定保存和退出 vi 编辑状态。当然，可以选择其他的文件编译方式。

在 empryean 安装文件夹中完成 setup.csh 文件修改后，找到并编辑 license 文件，其内容和形式如图 1-7 所示。首先跟上面一样修改 hostname，然后在第二行 empryean 后加入 license 文件下的 empryean 文件运行所在目录，查询方式如图 1-8 所示。注意：在填写路径

时,不但要填写到 empyrean 所在位置.../bin,而且需要在 bin 后加上 “/empyrean”,具体形式如图 1-7 所示。



```

Terminal
#
# Empyrean setup file for "csh"
#
# NOTE: INSTALL_PATH is the name of installation;
#       LICENSE_HOST is the license server's hostname (or IP address);
#       LICENSE_PORT is a port number between 1024 and 65535
#
if ( $?LM_LICENSE_FILE ) then
    setenv LM_LICENSE_FILE 59001@localhost.localdomain:$LM_LICENSE_FILE
else
    setenv LM_LICENSE_FILE 59001@localhost.localdomain
endif

setenv EMPYREAN_HOME /home/user1/empyrean_install/empyrean2
set path= ( $EMPYREAN_HOME/bin $path )

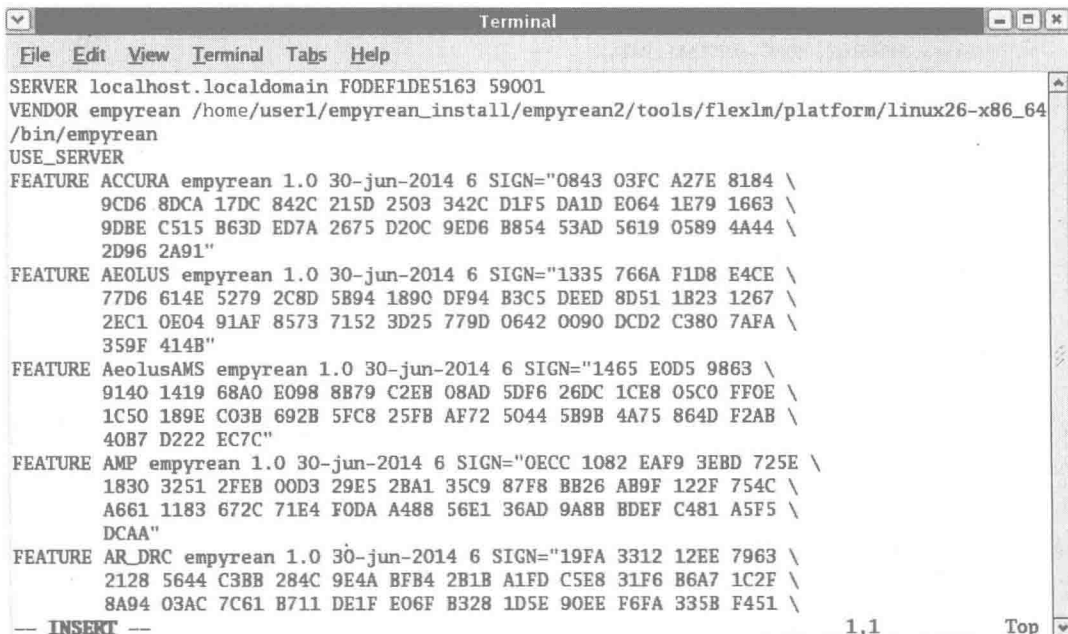
setenv PANDA_HOME $EMPYREAN_HOME/tools/aether
setenv PANDA_OA_HOME $EMPYREAN_HOME/openaccess

setenv ARGUS_HOME $EMPYREAN_HOME/tools/argus

setenv AEOLUS_HOME $EMPYREAN_HOME/tools/aeolus

```

图 1-6 setup.csh 文件修改后的内容

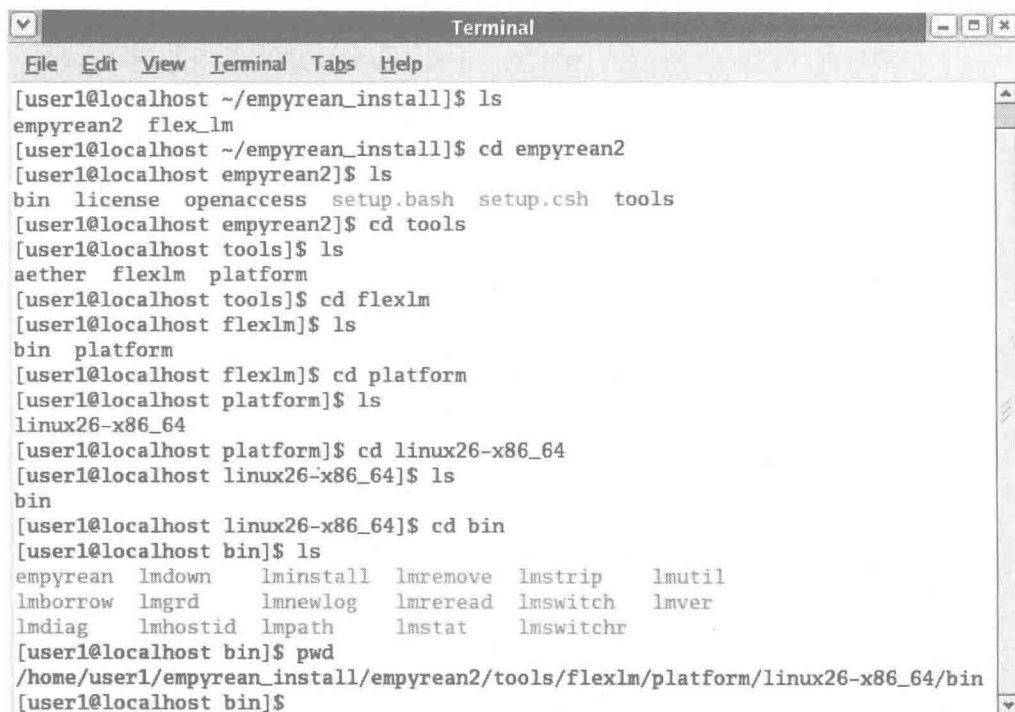


```

Terminal
File Edit View Terminal Tabs Help
SERVER localhost.localdomain FODEF1DE5163 59001
VENDOR empyrean /home/user1/empyrean_install/empyrean2/tools/flexlm/platform/linux26-x86_64
/bin/empyrean
USE_SERVER
FEATURE ACCURA empyrean 1.0 30-jun-2014 6 SIGN="0843 03FC A27E 8184 \
9CD6 8DCA 17DC 842C 215D 2503 342C D1F5 DA1D E064 1E79 1663 \
9DBE C515 B63D ED7A 2675 D20C 9ED6 B854 53AD 5619 0589 4A44 \
2D96 2A91"
FEATURE AEOLUS empyrean 1.0 30-jun-2014 6 SIGN="1335 766A F1D8 E4CE \
77D6 614E 5279 2C8D 5B94 189C DF94 B3C5 DEED 8D51 1B23 1267 \
2EC1 OE04 91AF 8573 7152 3D25 779D 0642 0090 DCD2 C380 7AFA \
359F 414B"
FEATURE AeolusAMS empyrean 1.0 30-jun-2014 6 SIGN="1465 E0D5 9863 \
9140 1419 68A0 E098 8B79 C2EB 08AD 5DF6 26DC 1CE8 05C0 FFOE \
1C50 189E C03B 692B 5FC8 25FB AF72 5044 5B9B 4A75 864D F2AB \
40B7 D222 EC7C"
FEATURE AMP empyrean 1.0 30-jun-2014 6 SIGN="OECC 1082 EAF9 3EBD 725E \
1830 3251 2FEB 00D3 29E5 2BA1 35C9 87F8 BB26 AB9F 122F 754C \
A661 1183 672C 71E4 FODA A488 56E1 36AD 9A8B BDEF C481 A5F5 \
DCAA"
FEATURE AR_DRC empyrean 1.0 30-jun-2014 6 SIGN="19FA 3312 12EE 7963 \
2128 5644 C3BB 284C 9E4A BFB4 2B1B A1FD C5E8 31F6 B6A7 1C2F \
8A94 03AC 7C61 B711 DE1F E06F B328 1D5E 90EE F6FA 335B F451 \
-- INSERT --
1,1 Top

```

图 1-7 license 修改后的形式



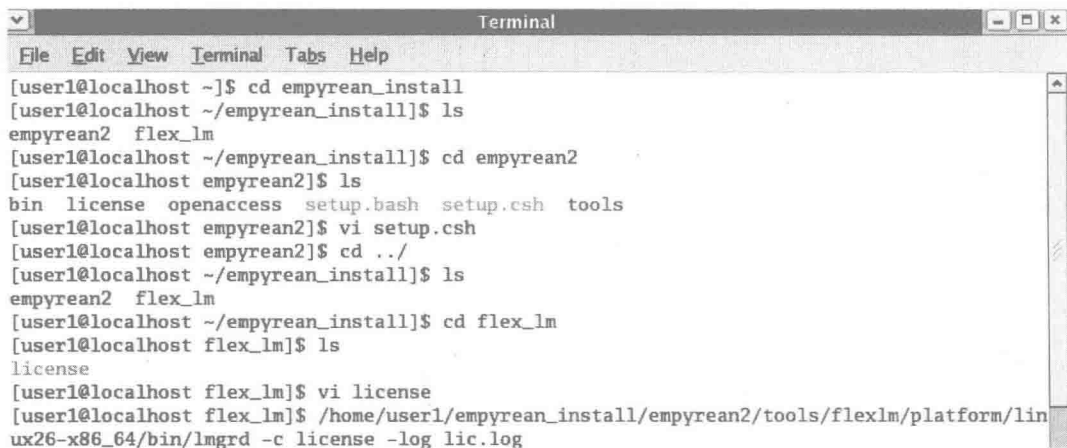
```

Terminal
File Edit View Terminal Tabs Help
[user1@localhost ~/empyrean_install]$ ls
empyrean2 flex_lm
[user1@localhost ~/empyrean_install]$ cd empyrean2
[user1@localhost empyrean2]$ ls
bin license openaccess setup.bash setup.csh tools
[user1@localhost empyrean2]$ cd tools
[user1@localhost tools]$ ls
aether flexlm platform
[user1@localhost tools]$ cd flexlm
[user1@localhost flexlm]$ ls
bin platform
[user1@localhost flexlm]$ cd platform
[user1@localhost platform]$ ls
linux26-x86_64
[user1@localhost platform]$ cd linux26-x86_64
[user1@localhost linux26-x86_64]$ ls
bin
[user1@localhost linux26-x86_64]$ cd bin
[user1@localhost bin]$ ls
empyrean lmdown lminstall lmremove lmstrip lmutil
lmborrow lmgrd lmnewlog lmread lmswitch lmver
lmdiag lmhostid lmpath lmstat lmswitchr
[user1@localhost bin]$ pwd
/home/user1/empyrean_install/empyrean2/tools/flexlm/platform/linux26-x86_64/bin
[user1@localhost bin]$

```

图 1-8 查找并且显示 empyrean 文件位置

完成 license 文件修改后，启动 license 就可以使用 Aether 了。具体启动方法是：首先找到 lmgrd 文件所在位置，然后在 flex_lm 文件下，输入图 1-8 所得到的地址，在后面加上 lmgrd -c license -log lic.log，如图 1-9 所示，确定，即可完成 license 的启动。



```

Terminal
File Edit View Terminal Tabs Help
[user1@localhost ~]$ cd empyrean_install
[user1@localhost ~/empyrean_install]$ ls
empyrean2 flex_lm
[user1@localhost ~/empyrean_install]$ cd empyrean2
[user1@localhost empyrean2]$ ls
bin license openaccess setup.bash setup.csh tools
[user1@localhost empyrean2]$ vi setup.csh
[user1@localhost empyrean2]$ cd ../
[user1@localhost ~/empyrean_install]$ ls
empyrean2 flex_lm
[user1@localhost ~/empyrean_install]$ cd flex_lm
[user1@localhost flex_lm]$ ls
license
[user1@localhost flex_lm]$ vi license
[user1@localhost flex_lm]$ /home/user1/empyrean_install/empyrean2/tools/flexlm/platform/linux26-x86_64/bin/lmgrd -c license -log lic.log

```

图 1-9 启动 license

1.2 Aether 的启动

在 Linux 用户下，单击右键，在弹出的菜单中选择【Open Terminal】（打开终端），如图

1-10 所示。在终端中当前目录下，输入“aether”命令，如图 1-11 所示。回车后出现华大九天 Aether 的启动界面，如图 1-12 所示，最终进入 Aether 设计管理界面，如图 1-13 所示。

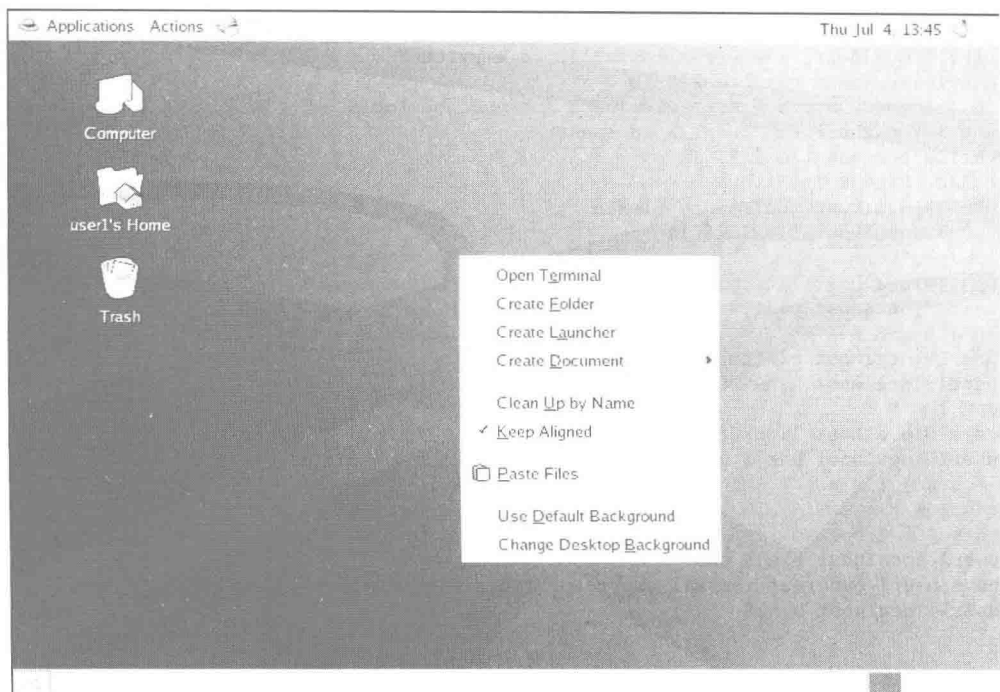


图 1-10 单击 open terminal

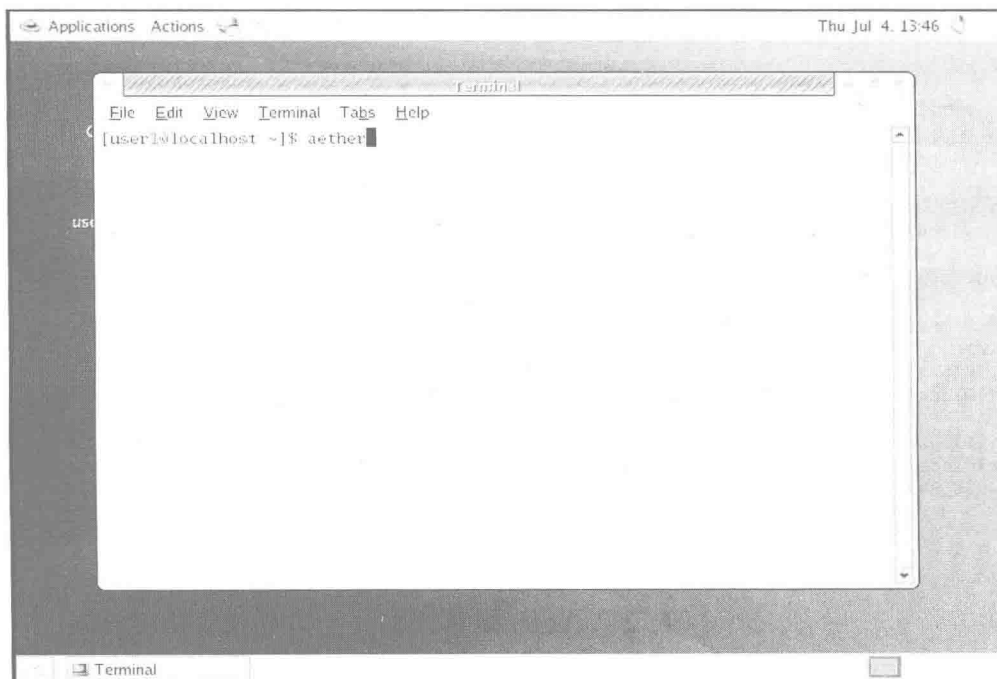


图 1-11 输入“aether”命令



图 1-12 Aether 的启动界面

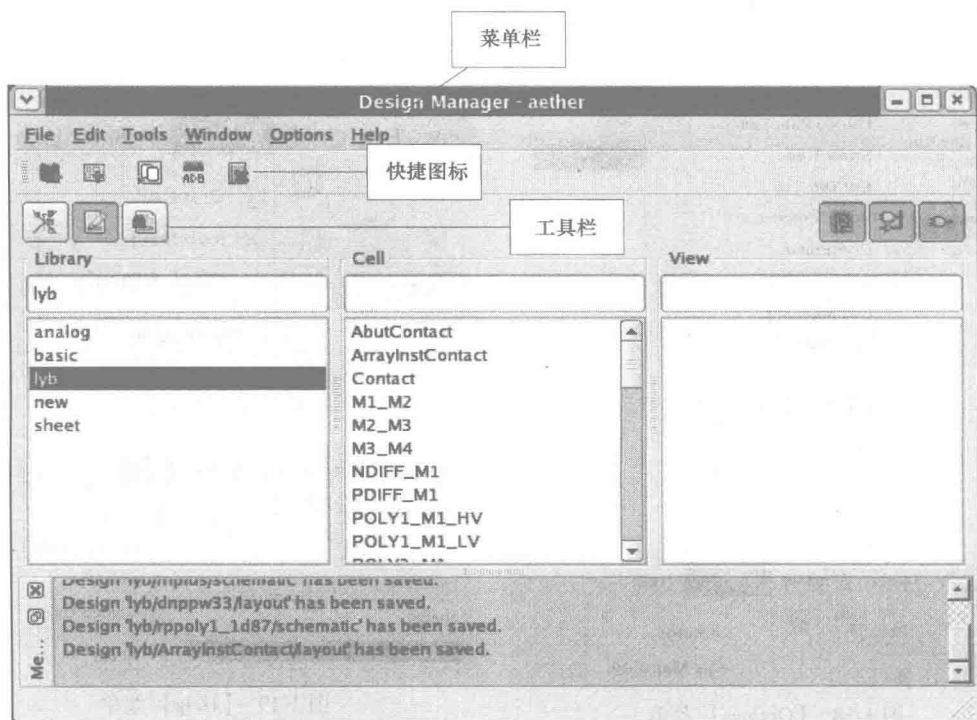


图 1-13 Aether 的设计管理窗口