



EDA 应用技术

<http://www.phei.com.cn>

Mentor WG

高速电路板设计

周润景 景晓松 刘宏飞 编著



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

EDA 应用技术

Mentor WG 高速电路板设计

周润景 景晓松 刘宏飞 编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书以 Mentor 公司最新开发的 Mentor WG 2004 sp4 版本为基础, 以具体的电路为范例, 详尽讲解从元器件建库、原理图设计、布局、布线、输出等电路板设计的全过程, 包括原理图输入及集成管理环境的使用 (DxDesigner)、库管理工具的开发 (Library Manager) 和布局及自动布线 (Expedition PCB) 等。附录中给出了 Mentor WG 中常用的名词术语及常用集成电路器件的封装, 以便于读者的练习与使用。此外, 为了增加可操作性, 使读者能尽快掌握该工具的使用并设计出高质量的电路板, 网站上提供了本书的全部范例与主要中间环节的内容。

本书适合于对 PCB 设计有一定基础的中、高级读者, 也可作为电子及相关专业 PCB 设计学习用教材。

未经许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有, 侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

Mentor WG 高速电路板设计 / 周润景, 景晓松, 刘宏飞编著. —北京: 电子工业出版社, 2006.6
(EDA 应用技术)

ISBN 7-121-02800-X

I. M… II. ①周… ②景… ③刘… III. 电子电路—电路设计: 计算机辅助设计 IV. TN702

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 068159 号

责任编辑: 张 剑

印 刷: 北京东光印刷厂

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

经 销: 各地新华书店

开 本: 787×1092 1/16 印张: 30.25 字数: 774 千字

印 次: 2006 年 6 月第 1 次印刷

印 数: 5 000 册 定价: 49.00 元

凡购买电子工业出版社的图书, 如有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系。联系电话: (010) 68279077。质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

《Mentor WG 高速电路板设计》读者调查表

尊敬的读者：

欢迎您参加读者调查活动，对我们的图书提出真诚的意见，您的建议将是我们创造精品的动力源泉。
为方便大家，我们提供了两种填写调查表的方式：

1. 您可以登录 <http://yydz.phei.com.cn>，进入右上角的读书栏目，填好本调查表后直接反馈给我们。
2. 您可以填写下表后寄给我们（北京海淀区万寿路 173 信箱电子技术图书事业部 邮编：100036）。

姓名：_____ 性别： 男 女 年龄：_____ 职业：_____

电话（寻呼）：_____ E-mail：_____

传真：_____ 通信地址：_____

邮编：_____

1. 影响您购买本书的因素（可多选）：

封面封底 价格 内容简介、前言和目录 书评广告 出版物名声
作者名声 正文内容 其他_____

2. 您对本书的满意度：

从技术角度 很满意 比较满意 一般 较不满意 不满意
从文字角度 很满意 比较满意 一般 较不满意 不满意
从排版、封面设计角度 很满意 比较满意 一般 较不满意 不满意

3. 您最喜欢书中的哪篇（或章、节）？请说明理由。

4. 您最不喜欢书中的哪篇（或章、节）？请说明理由。

5. 您希望本书在哪些方面进行改进？

6. 您感兴趣或希望增加的图书选题有：

邮寄地址：北京万寿路 173 信箱电子技术图书事业部 张剑 收 邮编：100036
电 话：(010) 88254450 E-mail: zhang@phei.com.cn

前 言

Mentor WG 是 Mentor Graphics 公司工作于 Windows NT/2000 平台的 PCB 设计工具。它涵盖了从设计创建、版图布局到产品加工的设计过程,同时使设计者可以进行原理图仿真、高速电路分析、板级热分析、库开发与管理等。

本书以 Mentor WG 的 3 个模块为重点讲述 PCB 的设计。

1. DxDesigner——原理图输入及集成管理环境

DxDesigner 是原理图设计输入的完整解决方案,包括设计创建、设计定义和设计复用。提供强大的原理图输入功能,实现 PCB 网络表的自动转换,支持 LMS (Library Management System) 库管理系统,确保快速而方便地选择最理想、最便宜同时也是最容易采购的器件;DxDesigner 支持层次化分页式模块化设计,方便实现设计复用,缩短设计周期;集成的仿真和高速电路分析环境确保概念设计阶段电路功能和性能满足设计指标,从而减少因失误导致的设计反复。

2. Library Manager——库管理工具

Library Manager 为开发和管理公司的设计库提供了一个“中心位置”,可确保设计库的一致性和集成性。在 Library Manager 单一集成环境中,库管理员可以创建、修改、维护原理图符号库、PCB 封装库、焊盘库、IBIS 库及包括板型在内的设计工艺库。Library Manager 有机地结合了 Mentor Graphics 的其他设计工具,如 Expedition PCB。在调用其他工具时,可启用 Library Manager 相关工具模块。同时,库管理员也可独立使用 Library Manager 以方便建库和维护。

3. Expedition PCB——设计及自动布线

Expedition PCB 为设计者提供了用于复杂 PCB 物理设计、分析和加工的一整套可“伸缩”的工具,它将交互设计和自动布线有机地整合到一个设计环境中。设计者可以定义所有设计规则,包括高速布线约束、创建板型、布局、交互布线和自动布线,直到加工文件生成。Expedition PCB 既没有任何设计规模的限制,也没有层数、器件数量、网线数量和引脚数的限制,为设计者提供了最大的设计空间。Expedition PCB 的核心——获业界大奖的 Auto Active 自动布线器,是基于形状的无网格布线器,布线速度极快,布线的可加工性首屈一指。它实现了真正的 45° 布线,并完全支持当今各种复杂封装如 BGA、CSP、COB 和微过孔、埋孔、盲孔等加工工艺。其器件放置推挤后自动线调整、大面积覆铜处理方法皆独一无二。与前端设计工具、信号完整性分析工具有机结合,以及与标准 DXF、IDF 的双向接口,Expedition PCB 为电子设计者提供了复杂 PCB 设计的全线解决方案。

本书共 15 章及 2 个附录，其中第 9 章由刘宏飞编写，第 11 章由景晓松编写，其余各章由周润景编写，全书由周润景统稿。

为便于读者阅读、学习，特提供本书所讲范例下载资源。请访问<http://yydz.phei.com.cn> 网站，到“资源下载”栏目下载。

由于 Mentor 公司的 PCB 工具性能非常强大，加上时间与水平有限，不妥之处还望指正。

编 著 者

目 录

第1章	软件的安装	1
1.1	Mentor 公司 PCB 板级系统设计	2
1.2	软件安装	3
第2章	库管理工具	15
2.1	库管理和中心库	16
2.1.1	关于中心库	16
2.1.2	库管理器 (Library Manager)	17
2.2	Library Manager for DxD-Expedition 的操作环境	19
2.2.1	库浏览目录 (Library Navigator Tree)	19
2.2.2	工具栏	20
第3章	建立中心库	25
3.1	新建一个中心库	26
3.2	中心库设置	28
3.2.1	公共属性	28
3.2.2	属性校验	29
3.2.3	建立中心库分区	30
3.2.4	建立分区搜索路径	31
3.2.5	未保留分区 (Unreserve Partition)	32
3.2.6	单位显示设置 (Units Display)	32
3.2.7	参数设置	33
3.3	新建符号	33
3.3.1	手工绘制符号	33
3.3.2	使用 Symbol Wizard	46
3.3.3	复合封装	60
3.3.4	分割 IC	62
3.3.5	将 DxD 符号导入中心库	68
3.4	Padstack 编辑器	70
3.4.1	Pin-SMD 型焊盘的制作	71



3.4.2	Pin-Through 型焊盘的制作	75
3.4.3	Mounting Hole 焊盘的制作	81
3.5	生成 Cell	82
3.5.1	表面贴片元件	82
3.5.2	通孔型元件	96
3.5.3	特殊封装	103
3.6	Part DataBase (PDB) 编辑器	106
3.7	PCB 设计模板简介	111
第4章	原理图输入工具	113
4.1	DxDesigner 的操作环境	114
4.2	DxDesigner 的基本操作	115
第5章	用 DxDesigner 进行原理图设计	117
5.1	新建设计项目并连接到中心库	118
5.2	项目设置	122
5.3	导入其他元件库	124
第6章	原理图的绘制	127
6.1	新建原理图	128
6.2	设置图纸	129
6.3	添加元件	134
6.3.1	添加单个元件	134
6.3.2	添加元件阵列	135
6.3.3	编辑元件	137
6.3.4	元件标号	140
6.4	网络和总线	141
6.4.1	添加网络	141
6.4.2	添加总线	147
6.4.3	网络和总线标号	149
6.4.4	查找元件	157
6.5	增加或删除图纸	158
6.5.1	增加或删除同一层次上的图纸	158
6.5.2	编辑层次图	161
6.5.3	同一层次和不同层次上图纸的连接	163
6.6	原理图的检验	165
6.6.1	存储并检验 (Save and Check)	165

6.6.2	Schematic Checker (原理图检验)	169
6.6.3	设计规则检查 (DRC)	171
第7章	后处理 (PCB 预处理)	173
7.1	元件属性	174
7.1.1	属性编辑器	174
7.1.2	修改属性	176
7.2	生成元件清单 (PartList)	178
7.3	View PCB	181
7.3.1	生成参考标志 (Create REFDES)	181
7.3.2	生成 PCB 网络表 (Create PCB Netlist)	185
7.4	定义 Room	186
7.5	约束	189
7.6	DxDesigner 原理图与 Expedition PCB 的连接	191
第8章	Expedition PCB	195
8.1	Expedition PCB 的操作环境	196
8.1.1	菜单栏	196
8.1.2	工具栏	199
8.1.3	功能键	200
8.1.4	状态栏	201
8.2	基本操作	201
8.3	Expedition PCB 的设置	208
8.3.1	显示控制 (Display Control)	208
8.3.2	网络类和间距设置 (Net Classes and Clearances)	212
8.3.3	网络属性设置 (Net Properties)	213
8.3.4	参数设置	213
8.3.5	编辑器控制	217
8.4	创建电路板	222
8.4.1	定义电路板外形	222
8.4.2	放置布线边界及安装孔	225
8.4.3	设置原点及禁布区	226
第9章	PCB 布局	229
9.1	PCB 布局的一般原则	230
9.2	交互式布局	231
9.2.1	原理图与 Expedition PCB 之间交叉搜索	231

9.2.2	从原理图中进行布局	232
9.2.3	关键元件的摆放	235
9.2.4	元件的调整	236
9.2.5	使用“Placement Key-in”命令布局	240
9.2.6	极坐标阵列布局	243
9.2.7	利用 ROOM（空间）进行布局	246
9.2.8	利用 Cluster（聚类）进行布局	252
9.2.9	元件分组	255
9.3	布局优化	255
9.3.1	元件交换	256
9.3.2	门交换和引脚交换	256
9.3.3	自动交换	258
第10章	PCB 布线	261
10.1	PCB 布线的一般原则	262
10.2	设置	263
10.2.1	参数设置（Setup Parameters）	263
10.2.2	网络类和间距设置（Net Classes and Clearances）	265
10.2.3	网络属性设置（Net Properties）	266
10.2.4	设置 Editor Control	269
10.3	建立电源/接地层	274
10.3.1	铺设电源/接地层面	274
10.3.2	分割平面层	275
10.4	交互式布线	277
10.4.1	扇出（Fanout）	277
10.4.2	强制拉线（Forced Plow）	278
10.4.3	动态拉线（Dyna-Plow）	280
10.4.4	布线拉线（Route Plow）	282
10.4.5	角度拉线（Angle Plow）	283
10.4.6	改变布线层和增加过孔	283
10.4.7	多条线拉线（Multi-Plow）	286
10.4.8	环抱导线（Hug Trace）	290
10.4.9	中断导线（Breakout Traces）和泪滴（Teardrops）	291
10.5	自动布线	293
10.6	冲突检测	295
10.7	布线调整	300
10.7.1	平滑处理（Gloss）	300

10.7.2	移动导线和过孔	302
10.7.3	更改拐角	302
10.7.4	互连修正	303
10.8	覆铜	305
10.8.1	覆铜处理器 (Planes Processor)	305
10.8.2	正片与负片	307
10.8.3	孤铜的处理	309
10.8.4	删除覆铜数据	310
第11章	高速 PCB 设计知识	313
11.1	高速 PCB 的基本概念	314
11.1.1	电子系统设计所面临的挑战	314
11.1.2	高速电路的定义	314
11.1.3	高速信号的确定	314
11.1.4	传输线	315
11.1.5	传输线效应	315
11.2	PCB 设计前的准备	316
11.2.1	PCB 设计前的准备工作	316
11.2.2	电路板的层叠	316
11.2.3	串扰和阻抗控制	317
11.2.4	重要的高速节点	317
11.2.5	技术选择	317
11.2.6	预布线阶段	317
11.2.7	避免传输线效应的方法	318
11.3	高速 PCB 布线	320
11.3.1	高速 PCB 信号线的布线原则	320
11.3.2	地线设计	320
11.3.3	设置网络的布线顺序	321
11.3.4	最大长度/延迟约束	325
11.3.5	匹配长度	329
11.3.6	长度/延迟控制	332
11.3.7	差分对布线	335
11.3.8	串扰控制	340
11.4	布线后信号完整性仿真	341
11.4.1	布线后信号完整性仿真的意义	341
11.4.2	模型的选择	341
11.5	提高抗电磁干扰能力的措施	342

11.5.1	需要特别注意抗电磁干扰的系统	342
11.5.2	应采取的抗干扰措施	342
11.6	测试与比较	343
第12章	测试点	345
12.1	定义测试单元	346
12.2	设置测试点参数	348
12.3	自动分配测试点	349
12.4	交互式分配测试点	351
12.5	测试点报告	353
第13章	创建丝印层	355
13.1	新建显示方案	356
13.2	重新标号	358
13.3	反标注至原理图 (Back Annotation)	361
13.4	生成丝印	362
第14章	光绘和钻孔数据	365
14.1	生成光绘数据	366
14.1.1	设置光绘机格式	366
14.1.2	输出光绘数据	367
14.1.3	查看光绘输出文件	371
14.2	生成钻孔数据	372
第15章	生成设计文档	377
15.1	报告编写器	378
15.1.1	数据提取	378
15.1.2	查看 BOM	379
15.2	相关尺寸参数及标注	380
15.3	DXF (绘图交换)	384
附录 A	Mentor WG 中常用的名词术语	387
附录 B	常用集成电路封装类型及其外形尺寸	399

第1章

软件的安装



Mentor 公司 PCB 板级系统设计



软件安装

1.1 Mentor 公司 PCB 板级系统设计

电子技术的发展日新月异,这种变化主要来自芯片技术的进步。随着纳米技术的广泛应用,半导体工艺日趋物理极限,超大规模集成电路成为芯片设计和应用的主流。对电子系统而言,工艺和规模的变化产生了许多新的设计瓶颈。这使得电子系统设计师面临更多的压力和挑战,不仅要求缩短产品的上市时间,而且要保证产品的高质量、高性能;此外,随着电子技术的不断发展,产品的复杂程度不断提高,这就造成了产品上市时间与开发周期的矛盾。要解决这一矛盾,就必须避免冗余循环设计过程,将过去串行工作方式转变成并行工作方式,使设计工作更加有效,从而缩短产品开发周期。

Expedition PCB 是 Mentor Graphics 公司针对小型企业用户,工作于 Windows 98/NT/2000 平台的 EDA 设计工具,其 PCB 设计功能强大,又非常易于使用。它涵盖了从设计创建、版图布局到产品加工的设计过程,同时使设计者可以进行简单的高速电路分析、板级热分析、库开发与管理等,充分满足了项目组的需求。Expedition 提供了优秀的无网格布线器及最新的先进技术,如扩展的设计复用工具、改进的微孔检查及功能管理的参数化设计能力等,以增强设计的可制造性,并大幅度缩短设计时间。该系列工具中采用业界领先的 AutoActive 布局布线技术,可将基于形状的自动布线与交互布线功能结合到单一、易用的设计环境之中。可将一个复杂的交互和自动布线时间从几星期缩短到几小时。实践证明,AutoActive 的特性可有效提高布通率、缩短布线时间、提高设计质量与可制造性。Expedition 统一的设计环境将 FPGA 设计与 PCB 设计完整地结合在一起,使 FPGA 设计结果自动生成 PCB 设计中的原理图符号和几何封装,大大提高了设计者的设计效率。

为达到平台选择的最大灵活性,Expedition 可应用 Windows 98/NT/2000 多种操作系统。

1. 原理图输入及集成管理环境 (DxDesigner)

DxDesigner 是原理图设计输入的完整解决方案,包括设计创建、设计定义和设计复用。提供强大的原理图输入功能,实现 PCB 网络表的自动转换,支持 LMS (Library Management System) 库管理系统,确保快速而方便地选择最理想、最便宜同时也是最容易采购的器件;DxDesigner 支持层次化分页式模块化设计,方便实现设计复用,缩短设计周期;集成的仿真和高速电路分析环境,确保概念设计阶段电路功能和性能满足设计指标,从而减少失误导致的设计反复;设计数据集中管理确保企业内部从采购到生产各部门之间数据信息的高度一致性,进一步提高效率并且降低失误。DxDesigner 的主要特点包括:

- 层次化设计输入管理及设计复用
- 提供原理图视图功能
- 设计数据查询与交叉索引功能
- 支持多属性编辑及设计规则(包括物理规则和高速电气规则)传递
- 集成的数字、模拟、数模混合仿真和高速电路分析环境
- 集成的 LMS 库管理及 BOM 清单生成

- 集成的数据管理，支持团队设计，设计数据的检入、检出、锁定及版本管理简单而便捷

2. 库管理工具 (Library Manager)

Library Manager 为开发和管理公司的设计库提供了一个中心位置，可确保设计库的一致性和集成性。在 Library Manager 单一集成环境中，库管理员可以创建、修改、维护原理图符号库、PCB 封装库、焊盘库、IBIS 库及包括板型在内的设计工艺库。Library Manager 使管理员有能力对每个终端、项目或预设计模板赋予相应的权限。Library Manager 有机结合了 Mentor Graphics 其他的设计工具，如 Expedition PCB。在调用其他工具时，可启用 Library Manager 相关工具模块。同时，库管理员也可单独使用 Library Manager 以方便建库和维护。

3. 设计及自动布线 (Expedition PCB)

Expedition PCB 为设计者提供了用于复杂 PCB 物理设计、分析和加工一整套可伸缩的工具，它将交互设计和自动布线有机地整合到一个设计环境中。设计者可以定义所有设计规则，包括高速布线约束、创建板型、布局、交互布线和自动布线，直到加工文件生成。Expedition PCB 没有任何设计规模的限制，既没有层的限制，也没有器件数量、网线数量和引脚数的限制，从而提供给设计者最大的设计空间。Expedition PCB 的核心——获业界大奖的 Auto Active 自动布线器是基于形状的无网格布线器，布线速度极快，布线的可加工性首屈一指。它实现了真正的 45° 布线，并完全支持当今各种复杂封装，如 BGA、CSP、COB 和微过孔、埋孔、盲孔等加工工艺。其器件放置推挤后自动线调整，大面积覆铜处理方法皆独一无二。

与前端设计工具、信号完整性分析工具有机结合，以及与标准 DXF、IDF 双向接口，Expedition PCB 为电子设计者提供了复杂 PCB 设计的全线解决方案。

1.2 软件安装

1. 运行 Setup.exe

双击 Setup.exe 安装程序→系统弹出提示窗口询问是否安装，如图 1-2-1 所示，单击“是 (Y)”按钮。

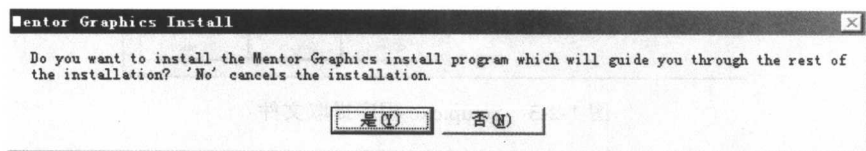


图 1-2-1 Mentor Graphics Install 提示窗口

2. 选择安装路径

在“Mentor Graphics Install”对话框中指定安装路径，如图 1-2-2 所示。

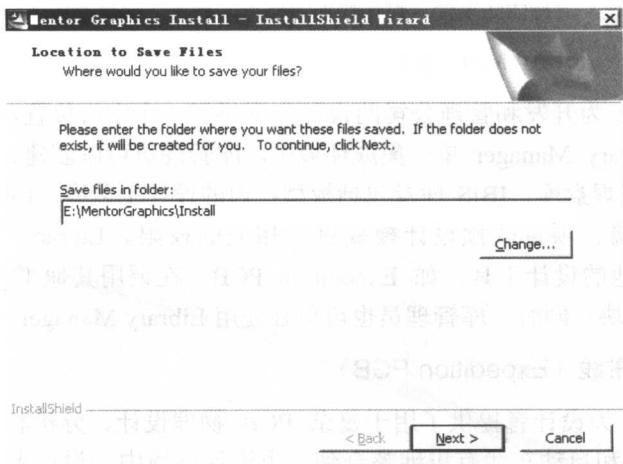


图 1-2-2 在“Mentor Graphics Install”对话框中指定安装路径

默认的安装路径为 C:\MentorGraphics\Install。如果不想把应用程序安装在此目录下，可以在“Save files in folder”栏中指定路径，或者单击“Change...”按钮，在列表中选择安装路径。本书中将此应用程序安装在目录“E:\MentorGraphics\Install”下。

单击“Next>”按钮，Setup.exe 程序开始提取文件，如图 1-2-3 所示。

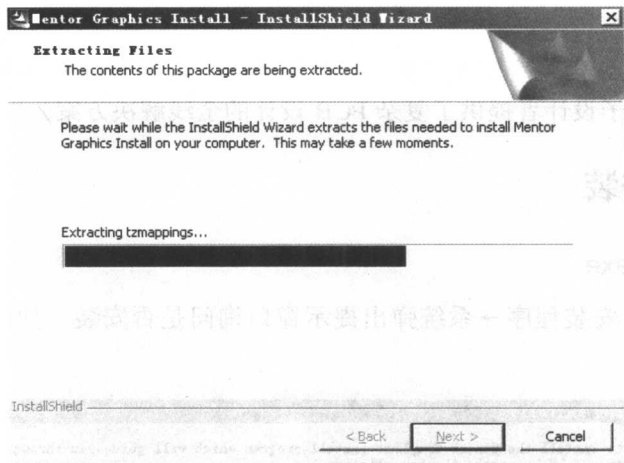


图 1-2-3 Setup.exe 程序提取文件

3. 安装组件

文件提取完成后，弹出如图 1-2-4 所示的窗口，选择安装选项。



图 1-2-4 安装选项

选择“Install Products”→屏幕上显示授权协议对话框，如图 1-2-5 所示。

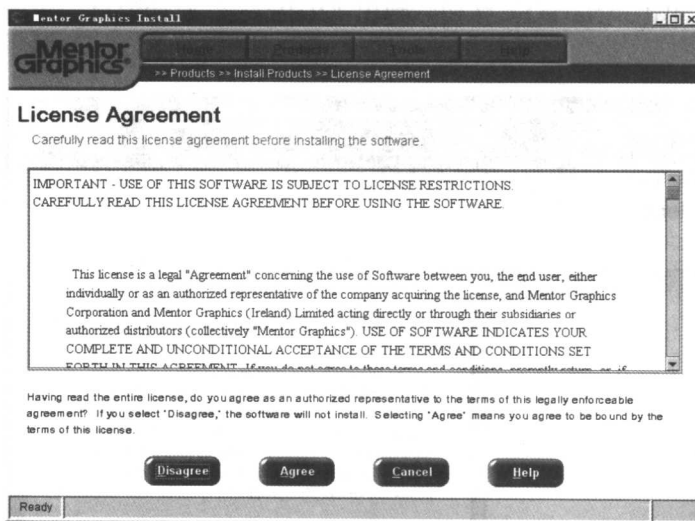


图 1-2-5 授权协议对话框

单击“Agree”按钮→弹出“Source and Target”对话框→选择源程序路径和目标路径，如图 1-2-6 所示→在“Select a source location”栏中，选择源程序所在的位置→在“Select a target location”栏中，指定目标路径，本书中的目标路径为“E:\MentorGraphics”→在“Select a platform”栏中，选择所使用的操作系统的类型。