

CISCO SYSTEMS



Cisco Press

CISCO NETWORKING ACADEMY PROGRAM



CCNP

思科网络技术学院教程

(第五学期)实验手册 高级路由

CCNP Cisco Networking Academy Program:
Semester Five Lab Companion
Advanced Routing

The Only Authorized Lab Companion for CCNP
Cisco Networking Academy Program



[美] Mark McGregor 著
何映霞 席军 译

人民邮电出版社
POSTS & TELECOMMUNICATIONS PRESS

CCNP 思科网络技术学院教程 (第五学期)

实验手册 高级路由

[美] Mark McGregor 著
何映霞 席军 译

人民邮电出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

CCNP 思科网络技术学院教程. 实验手册. 第五学期. 高级路由/ (美) 麦格雷戈 (McGregor, M.) 编著; 何映霞, 席军译. —北京: 人民邮电出版社, 2002.8
ISBN 7-115-10088-8

I. C.... II. ①麦...②何...③席... III. 计算机网络—路由选择—技术手册
IV. TP915.05-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 045012 号

版 权 声 明

Mark McGregor: CCNP Cisco Networking Academy Program: Semester Five Lab Companion. Advanced Routing
Authorized translation from the English language edition published by Cisco Press.

Copyright © 2001 by Cisco Press.

All rights reserved.

本书中文简体字版由美国 Cisco Press 出版公司授权人民邮电出版社出版。未经出版者书面许可, 对本书任何部分不得以任何方式复制或抄袭。

版权所有, 侵权必究。

CCNP 思科网络技术学院教程 (第五学期) 实验手册 高级路由

-
- ◆ 著 [美] Mark McGregor 著
译 何映霞 席 军
责任编辑 刘 涛
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
读者热线 010-67180876
北京汉魂图文设计有限公司制作
北京顺义振华印刷厂印刷
新华书店总店北京发行所经销
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 10.25
字数: 246 千字 2002 年 8 月第 1 版
印数: 1-4 000 册 2002 年 8 月北京第 1 次印刷

著作权合同登记 图字: 01-2001-2042 号

ISBN 7-115-10088-8/TP • 2772

定价: 20.00 元

本书如有印装质量问题, 请与本社联系 电话: (010)67129223

内 容 提 要

本书是 CCNP 思科网络技术学院第五学期高级路由课程的配套实验手册，提供了一系列实验以帮助学生理解高级路由概念和 Cisco IOS。本实验手册包括对完成练习所需配置的描述；业务场景和广域网拓扑结构、预备性实验；10 组实验以及 4 个挑战实验。最后以命令参考附录做为结束，这个命令参考附录可以用作快速查阅资料和学习指南。

本书能够帮助读者学习好网络学院的高级路由课程，同时也适合于任何想动手操作和得到 CCNP 证书的使用。

关于作者

Mark McGregor 获得过 CCNP、CCDA、CCAI 证书，是加州 pittsburg 的 Los Medanos 学院思科网络技术学院的地区协调人。自 1997 年以来，他一直执教网络技术学院教程，并且目前在为 Cisco 公司的 World Wide Education 部门工作。Mark 拥有加利福尼亚戴维斯大学英文专业的学士学位，并且从 1998 年开始一直是 Cisco Press 的技术审稿人。作为一名有 7 年多教龄的公立学校教师，他一直乐于教授各种年龄和背景的学生，和他们相互学习。

致 谢

本手册中的实验和活动由一群富有才华的专家、教师和学生开发并测试。手册中的许多材料由我在 Cisco 公司全球教育机构中的同事 Scott T, Wolfe, Bob Larson, Jim Yoshida 和 Torrey Suzuki 提供。这本书是他们的勤奋、创造和经验的直接成果。

特别感谢我在 Cisco WWE 的伙伴 Wayne Lewis，他在使该项目能够持续开展并使我保持清醒头脑中做了大量工作。

我永远感谢 Cisco Press 这个神奇的工作组，他们在限时完成的环境与我一同工作，该书的出版归功于 Carl Lindholm, Sheri Replin, Patrick Kanouse 和 Gayle Johnson 的杰出工作。同时，我也必须感谢 Shannon Gross 给予我的照顾。

最后，感谢我的朋友 Eric Yu，他为本书做出了显著的技术贡献。

前 言

这本实验手册提供了一系列实验以帮助你学习高级路由概念和 Cisco IOS。在这些实验中涉及的概念包括：高级 IP 编址技术、DHCP、IP 广播地址转发、动态路由选择、静态路由选择、缺省路由选择、单区域 OSPF、单点至多点 OSPF、多区域 OSPF、EIGRP、路由汇总、路由重分布、路由过滤、路由映射、策略路由选择、BGP 和网络安全。

这些实验是专为帮助学习思科网络技术学院的高级路由课程（第 5 学期）而设计的，也可供任何想动手操作和得到 CCNP 证书的人使用。虽然实验包括关键概念的简单介绍，但本手册不是课本。所以，如果在进行这些实验的同时参加正规的培训，你将从这些实验中得到最大的收获。这些正规的培训包括：网络学院第五学期高级路由培训，BSCN 培训课程（由 Cisco 授权的培训合作伙伴提供），或者自学下面这两本书：

- CCNP 思科网络技术学院教程（第五学期）高级路由（ISBN：7-115-09865-8）
- 组建可扩展的 Cisco 网络（ISBN：7-115-09156-0）

本实验手册包括对完成练习所需配置的描述、业务场景和广域网拓扑结构、预备性实验、10 组实验、4 个挑战实验和一个命令参考附录。

每个实验资料基于一个虚构的、维护着一个全球数据网的国际旅行社（International Travel Agency, ITA），ITA 的业务实例为实验所涉及的每一个概念提供实际的应用。本实验手册也包括 ITA 广域网的拓扑结构图，以便学生自己熟悉公司和公司的网络。

在开始这些实验之前均有预备实验以帮助学生回忆基本的路由器配置技巧。刚完成 CCNA 学习的学生可通过它更好地熟悉实验环境。预备实验应该在实验开始前完成。

这些实验练习用一种结构化的方式向你介绍高级 IOS 配置命令，实验按照不同的主题进行分组，这些主题与《CCNP》思科网络技术学院教程（第五学期）高级路由中的章节是一致的。每一组练习包括 2 到 4 个实验：

- 第 1 章：可扩展型网络概述
- 第 2 章：IP 编址
- 第 3 章：路由概述
- 第 4 章：单区域的 OSPF
- 第 5 章：多区域的 OSPF
- 第 6 章：EIGRP
- 第 7 章：路由优化
- 第 8 章：BGP
- 第 9 章：BGP 扩展
- 第 10 章：安全

如果还不熟悉这里提到的概念，你应该按顺序完成这些实验。在熟悉了基本的 IOS 命令

和概念后，就可以着重学习个别练习或挑战实验。

挑战实验（challenge lab）为你应用实验练习中介绍的配置概念和命令提供了机会。本书中有 4 个挑战实验：

- OSPF
- EIGRP
- 路由优化
- BGP

你可以用挑战实验作为提高练习、一个限时的测试或者一个小组项目。

最后，本手册以命令参考附录结束；这个命令参考附录可以用作快速查阅资料和学习指南。

目 录

实验设备要求	1
案例学习 国际旅行社	2
预备实验 1 初始化路由器和创建 Start.txt	4
预备实验 2 捕获超级终端和 Telnet 会话	9
预备实验 3 访问控制列表基础和扩展 ping 命令	11
实验 1-1 采用 RIP 的等价负载均衡	15
实验 1-2 采用 IGRP 的非等价负载均衡	19
实验 2-1 配置 VLSM 和无编号 IP	22
实验 2-2a VLSM	25
实验 2-2b VLSM	26
实验 2-2c VLSM	27
实验 2-3 采用 DHCP 和 IP 广播地址转发	28
实验 3-1 从 RIP 过渡到 EIGRP	31
实验 3-2 配置 IGRP	34
实验 3-3 用 RIP 和 IGRP 配置缺省路由	37
实验 3-4 配置浮动静态路由	41
实验 4-1 配置 OSPF	44
实验 4-2 分析 DR/BDR 选举过程	50
实验 4-3 在帧中继上配置点对多点 OSPF	55
实验 5-1 多区域 OSPF	61
实验 5-2 配置存根区域和完全存根区域	69
实验 5-3 配置 NSSA	74
实验 5-4 配置虚链路	83
OSPF 挑战实验	86

实验 6-1 与 IGRP 一起配置 EIGRP.....	88
实验 6-2 配置 EIGRP 容错.....	91
实验 6-3 配置 EIGRP 汇总.....	94
EIGRP 挑战实验.....	97
实验 7-1 配置路由过滤列表和抑制接口.....	99
实验 7-2 配置 Routermap.....	105
实验 7-3 重分布 RIP 和 OSPF 路由.....	109
路由优化挑战实验.....	114
实验 8-1 配置 BGP.....	116
实验 8-2 配置 IBGP 和 EBGP 会话.....	119
实验 8-3 使用 AS_PATH 属性.....	125
实验 8-4 使用 LOCAL_PREF 和 MED 属性.....	128
实验 9-1 BGP 路由反射器和路由过滤器.....	131
实验 9-2 BGP COMMUNITIES 属性.....	135
实验 9-3 BGP 对等体组.....	137
BGP 挑战实验.....	139
实验 10-1 Lock-and-Key.....	141
实验 10-2 反向访问控制列表.....	144
实验 10-3 CBAC.....	146
附录 A 命令参考.....	150

实验设备要求

CCNP 网络技术学院

本手册中的实验都是根据 CCNP Cisco 网络技术学院所要求的 CCNP 学院实验标配进行设计的。如果你的学院有这些实验标配，可以用 2621 系列路由器作为中间路由器搭建 3 个独立的实验组。每个实验组要求不超过 3 个路由器和一个交换机（或集线器），而挑战实验可能要求两个实验组的互联。

实验 4-3 要求使用帧中继交换机。CCNP 学院实验标配至少包括一个 Adtran 公司的 Atlas 550，它可以用作帧中继交换机。我们建议每一个实验组配备一台 Atlas 500。被授权的 CCNP 网络学院教师可以从 cisco.netacad.net 上下载 Atlas 500 相应的配置文件。

当然，一个至少带有 3 个串行接口的 Cisco 路由器也能配置成帧中继交换机。实验 4-3 包含了一个为此目的所做的帧中继配置范例。

在每一个实验组中要求有三台装有终端程序、以太网网卡、TCP/IP 软件和 Web 浏览器的工作站。本手册假定工作站的操作系统采用微软的 Windows。

独立的实验环境

如果你无法得到 CCNP 学院实验标配，可以用合适的 Cisco 路由器搭建自己的实验组。我们推荐使用两台 2620 系列路由器（单个快速以太网接口）和一台 2621 路由器（双快速以太网接口）。此外，你需要 3 对与所使用的路由器串口相匹配的 DTE/DCE 电缆。

其他考虑

这些实验是用 Cisco IOS release 12.0(5)T 编写和测试的。实验并不要求必须采用这种版本的 IOS，同时还应注意不同版本的特点和命令语法间的差异。

在每个练习之前应该做一个包含基本配置信息的物理示意图。由于这些实验可以在不同设备上完成，实验图中接口的标号可能与你的具体设备不一致。实验中的命令输出应与学生使用标准的 CCNP 学院实验标配所得到的结果相同。

案例学习 国际旅行社

国际旅行社

国际旅行社 (ITA) 提供全球范围内独特的旅游路线, 其中包括徒步撒哈拉、欧洲博物馆之旅以及环游大堡礁。地方机构允许旅游代理根据个人情况定制旅游计划, 并保证顾客满意。

ITA 在 San Jose 有一个相当大的综合数据库系统, 其中记录了所有旅游探险的信息。另外, 它精心设计了一个互动的多媒体网站, 可以进行网上的“虚拟探索”, 以吸引潜在的顾客。此外, 由于与主要的航空公司、游船航线以及旅游名胜地都有合作关系, ITA 在利用外联网访问互为参考的数据库方面是领先的, 它能够为精确的预订信息实时更新数据库。

作为 ITA 的网络专业人员, 你的责任包括创建并维护 San Jose 园区网, 与所有区域总部相互连接, 以及通过一个或多个服务提供商访问因特网。

公司的组织结构及地理位置

公司总部: 美国, 加利福尼亚, San Jose

1. 北美总部: 美国, 加利福尼亚, San Jose

- 东 Tasman 站;
- 西 Tasman 站;
- Baypointe 站;
- Vista, Montana 站。

2. 亚洲总部: 新加坡, Singapore

3. 太平洋总部: 新西兰, Auckland

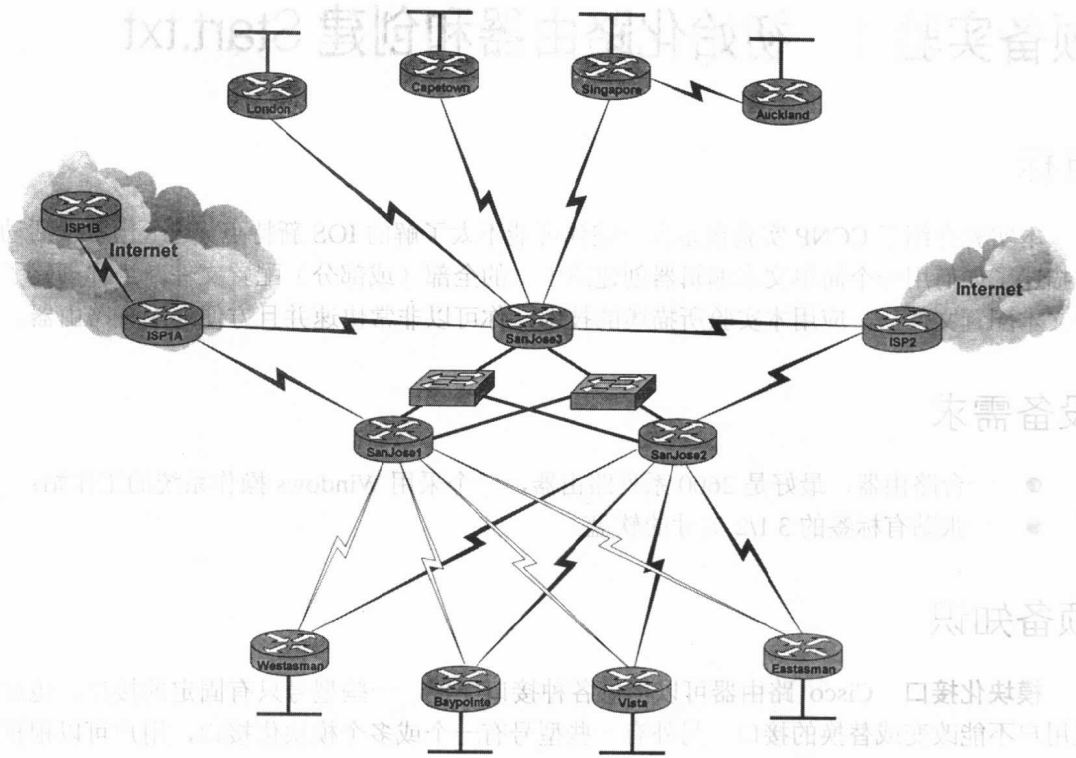
4. 欧洲总部: 英国, London

5. 非洲总部: 南非, Capetown

路由器名称

ITA 北美	ITA 国际	服务提供商
SanJose1	Singapore	ISP1A
SanJose2	Auckland	ISP1B
SanJose3	London	ISP2
Eastasman	Capetown	
Westasman		
Baypointe		
Vista		

国际旅行社 (ITA) 广域网拓扑图



预备实验 1 初始化路由器和创建 Start.txt

目标

本实验介绍了 CCNP 实验设备和一些你可能不太了解的 IOS 新特点。这个预备性活动同样描述了如何用一个简单文本编辑器创建路由器的全部（或部分）配置文件。当你创建了这个文本配置文件后，应用本实验所描述的技术，你可以非常快速并且方便地配置路由器。

设备需求

- 一台路由器，最好是 2600 系列路由器，一个采用 Windows 操作系统的工作站；
- 一张贴有标签的 3 1/2 英寸的软盘。

预备知识

模块化接口 Cisco 路由器可以提供各种接口配置。一些型号只有固定的接口，也就是说用户不能改变或替换的接口。另外有一些型号有一个或多个模块化接口，用户可以根据需要增加、去掉或者替换接口。

你也许已经熟悉固定接口的表示方法，比如 0 号串口表示为 S0，0 号以太网接口表示为 E0。而模块化路由器采用如下的标注方式：串口 0/0 或 S0/1，其中第一个数字表示模块，第 2 个数字表示接口。两种标注方式都采用 0 做为起始参照，所以 S0/1 意味着还有另外一个串口 S0/0。

快速以太网 现在很多路由器都配有快速以太网（10/100 Mbit/s 自适应）接口。在有快速以太网接口的路由器中你应该用 Fast Ethernet0/0 或 Fa0/0 表示。

Ip subnet-zero 命令 ip subnet-zero 命令在 IOS 12 中是默认设置。你可以用这个命令在第一个子网（称为子网 0）中分配 IP 地址。由于子网 0 在子网字段全为二进制 0，其子网地址很有可能与主网地址混淆。随着无类别 IP 的出现，子网 0 应用越来越普遍。本手册的实验都假定你能用子网 0 分配路由器的接口地址。如果你的路由器中采用 IOS 12.0 以前的版本，则必须在你的路由器配置文件中添加全局配置命令 **ip subnet-zero**。

No shutdown 缺省情况下接口是关闭状态。如果你要启用一个接口，请记住一定要在接口配置方式中显式地使用 **no shutdown** 命令。

口令 缺省情况下虚拟终端都配置了 **login**，也就是说要使你的路由器接受 Telnet 连接，你必须配置一个口令，否则路由器将不能进行 Telnet 连接，此时 Telnet 连接的响应将是错误信息 “password required, but none set.”。

步骤 1

检查一下路由器。熟悉路由器上的串行接口、BRI (ISDN) 接口、PRI (ISDN) 接口、DSU/CSU 接口，特别注意你所不熟悉的连接器或电缆。

步骤 2

建立一个到路由器的超级终端 (Hyper Terminal) 会话。
进入特权 EXEC 模式。

步骤 3

发出 **erase start** 命令，清除配置。

在提示时确认你的目的，当被问及是否保存改变时，回答“否”。结果如下：

```
Router#erase start
Erasing the nvram filesystem will remove all files! Continue?
[confirm]
[OK]
Erase of nvram: complete
Router#
```

当返回提示符时，执行 **reload** 指令。

在提示时确认你的目的。路由器完成了启动过程后，按照以下方法选择不进行自动配置：

```
Would you like to enter the initial configuration dialog? [yes/no]:
no
Would you like to terminate autoinstall? [yes]: ← Press Enter to
accept default.
Press RETURN to get started!
```

步骤 4

在特权模式下，输入 **show run** 指令。

在观察正在运行的配置时注意下面的缺省配置：

- IOS 的版本号；
- **ip subnet-zero** 命令，该命令允许你使用子网 0；
- 每一个可用的接口以及它们的名字（注：每一个接口的配置中都使用了 **shutdown** 命令）；
- **no ip http server** 命令，该命令防止通过 Web 浏览器访问路由器；
- CON, AUX 和 VTY 会话都未设口令，如下所示：

```
line con 0
  transport input none
line aux 0
line vty 0 4
```

用记事本中的拷贝 (Copy) 和粘贴 (Paste) 命令

下面的步骤中，将用拷贝和粘贴功能编辑路由器的配置。你需要建立一个文本文件以便粘贴到实验中，这是路由器配置的第一步。还必须建立一个登录配置，这个登录配置在这个手册中的每一个实验中都可以用。

步骤 5

如果需要，重新执行 `show run` 指令，使 `line con` 和 `line vty` 出现在当前屏幕上：

```
no ip http server
!
!
line con 0
  transport input none
line aux 0
line vty 0 4
!
end
```

选择上面显示的文本，并且从超级终端的“Edit”菜单中选用“Copy”命令。

下一步，打开记事本，一般可以在开始（Start）菜单的程序（Program）下面的附件（Accessories）中找到。打开记事本后，从记事本的编辑（Edit）菜单中选择粘贴（Paste）。

在记事本中将命令行编辑成如下的形式（你可以选择缩进一个空格）：

```
enable secret class
line con 0
  password cisco
  login
line aux 0
  password cisco
  login
line vty 0 4
  password cisco
  login
```

这个配置将设置 `enable` 密码为 `class`，并且所有的控制台、AUX 端口（通常是一个调制解调器）以及虚拟终端（Telnet）连接都需要进行登录。这些连接的登录口令都设为 `cisco`。
注：每个口令都可以按照你的意愿进行设置。

步骤 6

将记事本中打开的文件存入软盘，并保存为“`start.txt`”。

在记事本中选择文档的全部命令行，并且选择编辑、复制。

步骤 7

用 Windows 的任务栏返回超级终端会话，并且进入全局配置模式。

从超级终端的编辑菜单中，选择粘贴到主机。

执行 `show run` 命令，来确认配置是否正常。

作为一种快捷方式，在开始实验之前，你也可以将 `start.txt` 文件的内容粘贴到任何一个路由器中。

其他一些有用的命令

为了加强 `start.txt` 文件的配置功能，你可能会考虑加入以下命令中的一个：

- `ip subnet-zero` 确保一个较早版本的 IOS 可以使用子网 0 的 IP 地址。

- **ip http server** 允许你用 Web 浏览器访问你的路由器。尽管这个配置在日常应用的路由器可能是不希望有的，但是在实验中它可以为你的测试提供一个 HTTP 服务器。
- **no ip domain-lookup**: 当你输入一个不能被识别为命令或是某个主机名时，这个配置命令将阻止路由器发起一个 DNS 查询请求。在输入拼写错误的命令的情况下它将节省你的时间。
- **line con 0** 中的 **logging synchronous**: 当你的输入被控制台的登录消息所中断时，该配置可以返回一个新的输入行。
- **configure terminal(conf t)**能够用在文件中，这样在将文件内容粘贴到路由器之前你无须输入该命令。

步骤 8

用 Windows 的任务栏返回记事本，将命令行编辑成如下形式：

```

config t
!
enable secret class
ip subnet-zero
ip http server
no ip domain-lookup
line con 0
  logging synchronous
  password cisco
  login
  transport input none
line aux 0
password cisco
  login
line vty 0 4
password cisco
  login
!
end
copy run start

```

将你的文件保存入软盘，以防工作内容丢失。

选择并拷贝所有行，返回你的超级终端会话。

一般情况下，在粘贴之前应该进入全局配置模式，但是如果在文本中包含了 **conf t** 命令，你就不必这样做了。

如果需要，返回特权 EXEC 模式。从编辑菜单中，选择粘贴到主机。

以上的工作完成以后，你需要确认复制操作。

运行 **show run**，检查你的配置是否正常。

用记事本辅助编辑

在编辑会话时懂得如何利用记事本能节省输入时间以及避免输入错误。甚至你可以在家或者在办公室用记事本完成整个路由器的配置，当你访问路由器时再将它粘贴到路由器控制台。下面的步骤中，将给出这样一个简单的编辑范例。

步骤 9

用以下命令配置路由器：

```
Router#config t
Router(config)#router rip
Router(config)#network 192.168.1.0
Router(config)#network 192.168.2.0
Router(config)#network 192.168.3.0
Router(config)#network 192.168.4.0
Router(config)#network 192.168.5.0
```

按 Ctrl+Z，并用 **show run** 验证你的配置。刚才你启动了 RIP 宣告了一系列的网络。但是如果将路由协议改变成 IGRP，又该如何做呢？用 **no route rip**，你就可以方便地去除 RIP 的配置，但是你还得重新输入 **network** 命令。下面将告诉你一个简单的方法。

步骤 10

执行 **show run** 命令，显示 **router rip** 部分。用键盘或者鼠标选择 **router rip** 命令和所有 **network** 语句。

拷贝所选内容。

用任务栏返回记事本。

打开一个新文档，将选择内容粘贴到空白页上。

步骤 11

在新文档中，在 **router** 词之前输入 **no** 以及一个空格。

按 End 键，然后回车。

输入 **router igrp 100**（但是不要回车）。结果如下所示：

```
no router rip
router igrp 100
network 192.168.1.0
network 192.168.2.0
network 192.168.3.0
network 192.168.4.0
network 192.168.5.0
```

步骤 12

选择你的结果并且拷贝。

用任务栏返回超级终端会话。

在全局配置模式下，粘贴上面选定的结果。

用 **show run** 命令验证你的配置。

思考

在其他一些编辑情况下记事本中的拷贝和粘贴如何发挥作用？