



“十二五”职业教育国家规划教材
经全国职业教育教材审定委员会审定

DCN



神州数码
Digital China

路由型与交换型 互联网基础 实训手册

全国职业技能大赛推荐参考书

神州数码网络认证指定教材

校企合作新课改教材

第2版

程庆梅 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



“十二五”职业教育国家规划教材

经全国职业教育教材审定委员会审定

路由型与交换型互联网 基础实训手册

第2版

主 编 程庆梅

副主编 徐雪鹏

参 编 陈 戊 王凯旋 徐 鹏 赵 鹏
陈中举 张 鹏 吴 丹



机械工业出版社

本书是“十二五”职业教育国家规划教材,根据《教育部关于“十二五”职业教育教材建设的若干意见》及教育部新颁布的《高等职业学校专业教学标准(试行)》,同时参考相关职业资格标准,在第1版的基础上修订而成。

本书主要分为2个部分,并细化为9章,内容以学生能够完成中小企业交换及路由网络调试实施和故障排除为目标。第1部分为第1~4章,主要介绍交换型网络功能实现以及功能强化;第2部分为第5~9章,主要介绍路由型网络功能实现以及强化。

为便于教学,本书配有电子课件,选择本书作为教材的教师可来电(010-88379194)索取,或登录网站 www.cmpedu.com,注册后免费下载。

本书可作为高等职业院校计算机应用专业和络技术应用专业的实训教材,也可作为交换机、路由器管理和网络维护的配置指导书,还可作为计算机网络工程技术岗位培训的实训教材。

图书在版编目(CIP)数据

路由型与交换型互联网基础实训手册/程庆梅主编. —2版. —北京:机械工业出版社,2014.11
“十二五”职业教育国家规划教材

ISBN 978-7-111-48067-9

I. ①路… II. ①程… III. ①互联网络—路由选择—高等职业教育—教学参考资料
IV. ①TN915.05

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第219729号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:梁伟 责任编辑:蔡岩

责任校对:张力 封面设计:鞠杨

责任印制:乔宇

北京机工印刷厂印刷(三河市南杨庄国丰装订厂装订)

2014年11月第2版第1次印刷

184mm×260mm·11印张·262千字

0 001—3 000册

标准书号:ISBN 978-7-111-48067-9

定价:27.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

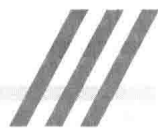
社服务中心:(010) 88361066 教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售一部:(010) 68326294 机工官网:<http://www.cmpbook.com>

销售二部:(010) 88379649 机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线:(010) 88379203 封面无防伪标均为盗版

第2版前言



本书是按照教育部《关于开展“十二五”职业教育国家规划教材选题立项工作的通知》，经过出版社初评、申报，由教育部专家组评审确定的“十二五”职业教育国家规划教材，根据《教育部关于“十二五”职业教育教材建设的若干意见》及教育部新颁布的《高等职业学校专业教学标准（试行）》，同时参考相关职业资格标准，在第1版的基础上修订而成的。

本书主要介绍交换型网络和路由型网络实现过程。其中第1部分介绍的是交换型网络中，针对不同功能需求交换设备的配置实施过程；第2部分介绍的是路由型网络中，针对不同功能需求路由设备的配置实施过程。本书在编写过程中力求体现工学结合，实训设计源于目前实际工程项目的真实需求；实训内容循序渐进、由简入繁；配置能力与排错能力并重的特色。本教材编写模式新颖，采用模块化设计，结构清晰，实训单元采用情景化设计，引发读者深入思考。

本书在内容处理上主要有以下几点说明：

1) 教学实训环节中建议每章节2~4课时，并以小组为单位实施实训。全书建议课时68学时，授课讲师也可根据实际情况酌情安排。

2) 教学实施中可以预留时间，组织学生进行内部讨论或实训总结。

3) 由于本书以实训内容为主，建议与《路由型与交换型互联网基础》教材配合使用。

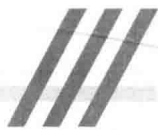
本书由程庆梅任主编，徐雪鹏任副主编。参与编写的还有陈戌、王凯旋、徐鹏、赵鹏、陈中举、张鹏、吴丹。

本书编写过程中，参阅了国内外出版的有关教材和资料，得到了北京市供销学校赵鹏、石家庄市职教中心黄琨老师的有益指导，在此一并表示衷心感谢！

由于编者水平有限，书中不妥之处在所难免，恳请读者批评指正。

编 者

第1版前言



伴随计算机网络的发展，各个行业都在积极地发展和升级计算机网络系统，通过提升办公网络的效率提高网上办公的效率，这也就需要越来越多的计算机网络工程技术人才投身到这个行业中，本书就是应这样的时代需求而编写的工程师入门级教材的配套实训手册。

● 指导思想

本实训手册特点在于将企业网络解决方案的产品融合在相对独立的实训过程中，每个实训又紧密地围绕着某个常见的网络需求，从而营造出一个与真实网络极其相似的网络搭建环境，读者通过仔细研读并跟随实训手册的步骤完成每个实训后，将体会到自身技术实力的提升。

● 本书的特点

- 1) 注重实践操作，知识点围绕操作过程按需介绍。
- 2) 每个实训均配套以情境介绍展开。
- 3) 侧重实际能力的培养，抛开复杂的理论说教，学以致用。

● 编写思路

本实训手册共分以下几个部分：交换机实训，路由器实训，无线网络实训，安全相关实训，企业网络综合实训。每个部分均按照由浅入深的方式从简单的实训着手最终实现综合案例的分析和方案实施。

● 本书的读者

- 1) 从事网络工程技术工作的初级网络工程师。
- 2) 为终端客户提供网络搭建解决方案的网络工程师。
- 3) 提供网络整体解决方案的售前售后工程师。
- 4) 高等或中等职业技术院校的计算机相关专业二年级学生。

本教材全体编者衷心感谢提供各类资料及项目素材的神州数码网络工程师、产品经理及技术部的同仁，同时也要感谢来自职业教育战线的合作教师们提供的大量需求建议及参与的部分内容的校对和整理。

● 关于图标

本书图标采用神州数码图标库标准图标进行，除真实设备外，所有逻辑示意均使用如下图标。



高端路由交换机



机架式三层交换机



千兆三层交换机



千兆二层交换机



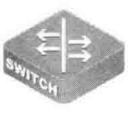
百兆三层交换机



百兆二层交换机



POE千兆交换机



通用网管交换机



核心路由器



汇聚路由器



接入路由器



通用路由器



多核安全网关



WEB应用安全防火墙



通用防火墙



盒式AC



无线发射器



室外AP



机架式服务器



塔式服务器



笔记本



台式机

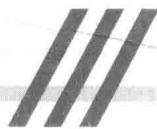


手机

限于编者的经验和水平, 敬请使用本书的师生和各位同仁, 对书中内容和文字上的种种缺陷和错误, 提出批评。编者邮箱: dcnu_2007@163.com。

编 者

目 录



第 2 版前言

第 1 版前言

第 1 部分 交换机实训

第 1 章 交换机实践基础	2
实训 1 交换机认识与带外管理	2
实训 2 交换机配置模式与 CLI 调试	4
实训 3 管理交换机配置文件	9
实训 4 交换机带内管理	13
第 2 章 交换机典型园区应用实践	17
实训 1 单台交换机 VLAN	17
实训 2 跨交换机 VLAN	20
实训 3 生成树协议	23
实训 4 多实例生成树协议	30
实训 5 链路聚合	34
实训 6 端口安全	38
第 3 章 交换机路由应用实践	44
实训 1 单臂路由实现 VLAN 间互访	44
实训 2 三层交换机实现 VLAN 间互访	46
实训 3 动态路由协议 RIP	48
实训 4 动态路由协议 OSPF	52
第 4 章 交换机高级应用实践	57
实训 1 标准访问控制列表	57
实训 2 扩展访问控制列表	62
实训 3 三层交换机 DHCP 服务	66
实训 4 三层交换机 DHCP 中继	69
实训 5 虚拟路由器冗余协议	72

第 2 部分 路由器实训

第 5 章 路由器实践基础	78
实训 1 路由器的基本管理方法	78

实训 2 维护路由器的配置文件	84
实训 3 路由器直连路由的配置	92
实训 4 路由器单臂路由的配置	96
第 6 章 路由器路由技术基础	99
实训 1 路由器静态路由的配置	99
实训 2 静态路由掩码最长匹配	103
实训 3 路由器 RIP 的配置	109
实训 4 路由器单区域 OSPF 协议的配置	115
第 7 章 路由器接口设置实践	120
实训 1 路由器串口 PPP-PAP 配置	120
实训 2 路由器串口 PPP-CHAP 配置	124
第 8 章 路由器应用技术实践	128
实训 1 标准访问列表配置	128
实训 2 扩展访问列表配置	133
实训 3 路由器 NAT 实训	136
实训 4 IPSec VPN (IKE) 的配置	139
实训 5 L2TP/PPTP VPN 的配置	145
第 9 章 路由器综合应用进阶	151
实训 1 综合实验 1	151
实训 2 综合实验 2	158
参考文献	168

第 1 部分

交换机实训

第 1 章 交换机实践基础



实训 1 交换机认识与带外管理

实训目标

小张中职毕业后在朋友开的网吧里当网管，后经熟人推荐来到某公司做网络中心的网络管理员。由于之前没有使用过网管型交换机，所以他的师父李工程师给他交代了以下 3 个任务目标：

- 1) 熟悉网管型二层交换机的外观。
- 2) 了解交换机各端口的名称和作用。
- 3) 了解交换机最基本的管理方式——带外管理的方法。

实训拓扑

实训拓扑图如图 1-1 所示。

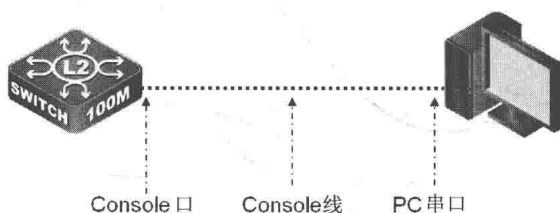


图 1-1

实训任务

任务 1：观察交换机外观，认识交换机 Console 口及各网口的编号规则，如图 1-2 所示。

小张仔细观察了这种网管型交换机，通过向师父李工咨询，了解了交换机各端口的作用，知道了 Console 口就是用于带外管理的配置口，可连接在 PC 的串行口上对交换机进行管理。同时，知道了以太网口通常用三位数字表示：0/0/1 中的第一个 0 表示堆叠中的第一台交换机，如果是 1，就表示第 2 台交换机；第 2 个 0 表示交换机上的第 1 个模块，而第 3

位数字则表示端口号。

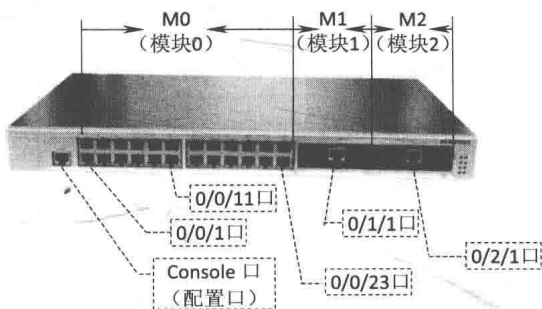


图 1-2

例如，0/0/1 表示的是堆叠中第 1 台交换机第 1 个网络端口模块上的第一个网络端口。默认情况下，如果不存在堆叠，交换机总会认为自己是第 0 台交换机。



提示：交换机的端口命名有 2 段式 (x/x) 和 3 段式 (x/x/x) 两种，具体的端口命名格式可以通过登录设备后使用 `show running-config` 命令查看。

任务 2：在关闭电源的情况下用 Console 线连接交换机与 PC。

小张观察了 Console 线，发现一端是 RJ-45 水晶头，另一端则是 RS-232 串行接口，于是他将 RJ-45 水晶头插入交换机的 console 口，另一端插入 PC 的 RS-232 串口。

任务 3：使用超级终端接入交换机管理界面。

小张打开了交换机与 PC 的电源，通过咨询师父李工，了解了接入方法。PC 启动完成后，单击“开始”→“程序”→“附件”→“通讯”→“超级终端”命令。

在打开的如图 1-3 所示的对话框中，小张为建立的超级终端连接取了个名字，李工告诉他，系统会把这个连接保存在附件的通讯栏中，以便于下次使用。单击“确定”按钮后，系统弹出“连接到”对话框，如图 1-4 所示。选择连接时使用的串口。

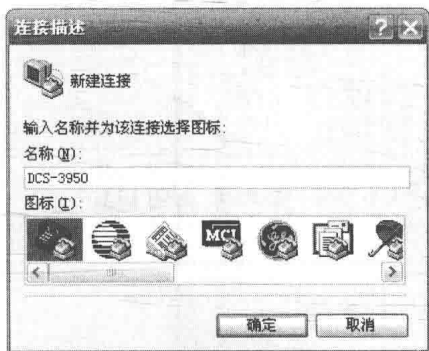


图 1-3

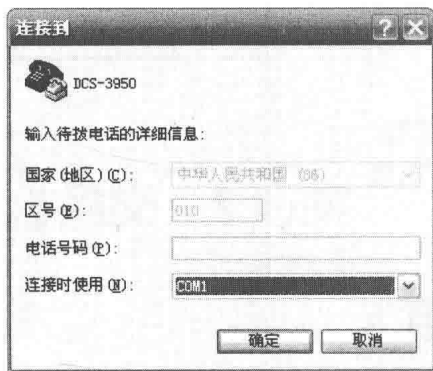


图 1-4

单击“确定”按钮后，弹出“COM1 属性”对话框，如图 1-5 所示。

通过咨询师父李工，小张在“每秒位数”下拉列表中选择了 9600，“数据位”选 8，“奇偶校验”选“无”，“停止位”选 1，“数据流控制”选“无”，单击“确定”按钮。

这时，就打开了超级终端连接窗口，按<Enter>键，进入如图 1-6 所示的交换机 CLI。

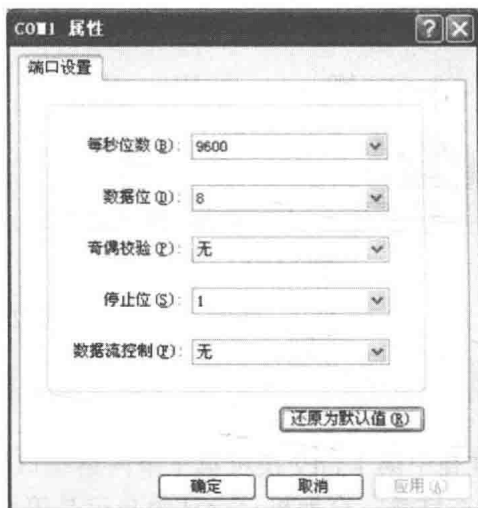


图 1-5

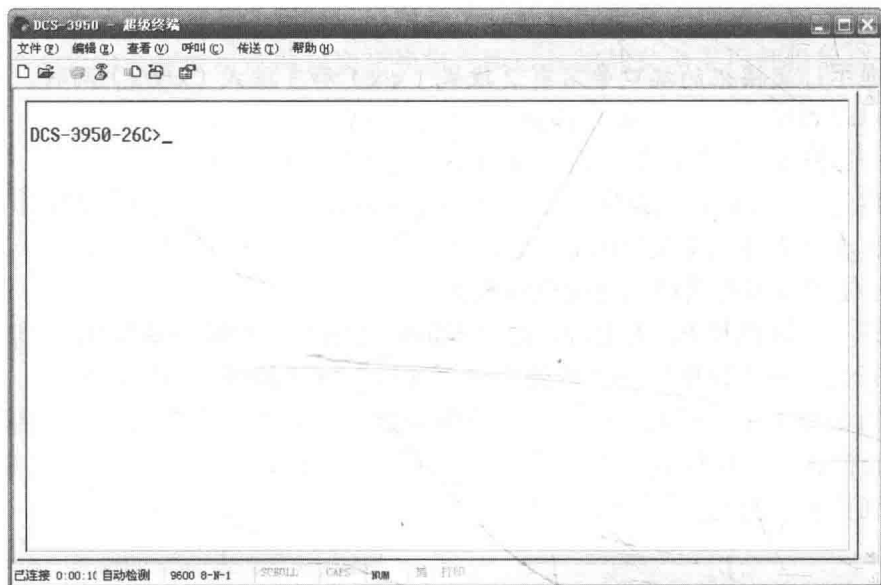


图 1-6

实训 2 交换机配置模式与 CLI 调试

实训目标

李工告诉小张, CLI (Command Line Interface, 命令行界面) 和 GUI (图形界面) 相对应。CLI 由 Shell 程序提供。CLI 由一系列的配置命令组成的。根据这些命令在配置管理交换机时所起的作用不同, Shell 将这些命令分类, 不同类别的命令对应着不同的配置模式。

CLI 是交换机调试界面中的主流界面, 基本上所有的网络设备都支持命令行界面。国内外主流的网络设备供应商使用很相近的命令行界面, 方便用户调试不同厂商的设备。神

州数码网络产品的调试界面兼容国内外主流厂商的界面,和思科命令行接近,便于我们学习。只有少部分厂商使用自己独有的配置命令。

小张,我们来熟悉一下各种配置模式和 CLI 的调试。

实训拓扑

实训拓扑图如图 1-7 所示。

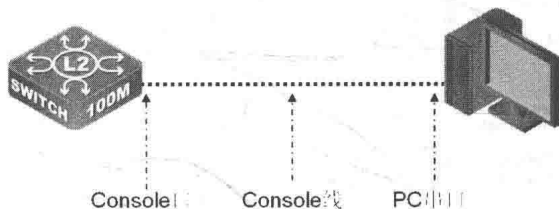


图 1-7

实训任务

任务 1: 一般用户配置模式。

观察实训 1 出现的 CLI,发现提示符由两部分组成,前面是交换机名称,这个名称可以改变;后面跟着一个大于号“>”,这个“>”号表示当前交换机处于一般用户配置模式。之所以要把它称为一般用户配置模式,是因为任何人通过 Console 口接入交换机都可以进入到这个模式。

在一般用户配置模式下,可用的命令比较少,输入“?”后,即可看到该模式下可用的所有命令,如图 1-8 所示。

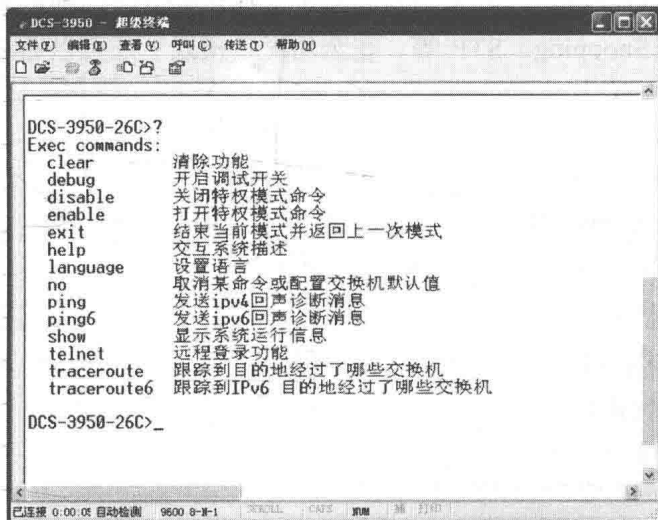


图 1-8

任务 2: 特权用户配置模式。

在一般用户配置模式下,输入命令“enable”并按<Enter>键,可以看到提示符变成了

“#”，如图 1-9 所示。

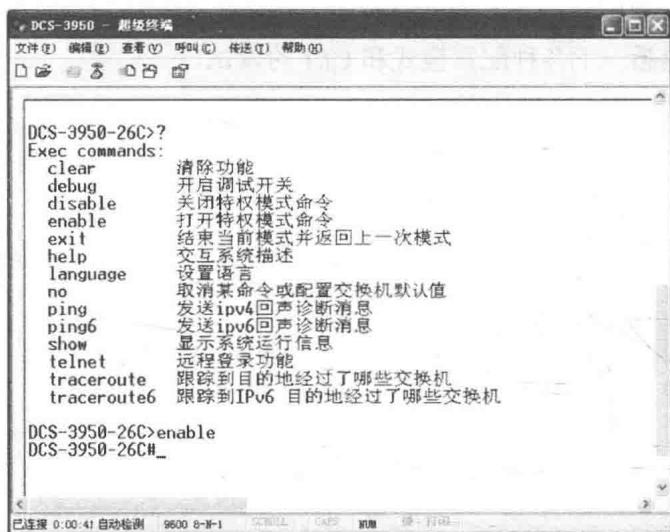


图 1-9

提示符“#”表示当前交换机处于特权用户配置模式。在特权用户配置模式下，可以查询交换机配置信息、各个端口的连接情况、收发数据统计等。而且进入特权用户配置模式后，可以进入到全局模式对交换机的各项配置进行修改，因此进行特权用户配置模式必须要设置特权用户密码，防止非特权用户的非法使用，对交换机配置进行恶意修改，造成不必要的损失。

要从特权配置模式返回到一般用户配置模式，可以使用“exit”命令。

任务 3：全局配置模式。

在特权用户配置模式下，使用“config terminal”命令可以进入到全局配置模式。在全局配置模式中，可以对交换机进行全局性的配置，如配置 MAC 地址表、端口镜像、创建 VLAN、启动 IGMP Snooping、STP 等。在全局配置模式下还可以通过命令进入到端口对各个端口进行配置。

在全局配置模式中配置特权用户的密码，代码如下。

```
DCS-3950-26C>enable
DCS-3950-26C#config terminal
DCS-3950-26C(config)#enable password digitalchina
DCS-3950-26C(config)#
```

返回到一般用户配置模式进行验证，代码如下。

```
DCS-3950-26C(config)#exit
DCS-3950-26C#exit
DCS-3950-26C>enable
Password:
DCS-3950-26C#config terminal
DCS-3950-26C(config)#
```

第一个 `exit` 是从全局配置模式返回到特权用户配置模式，第二个 `exit` 是从特权用户配置模式返回到一般用户配置模式。然后输入命令 `enable`，出现密码提示，输入刚才创建的特权密码 `digitalchina` 即可进入特权用户配置模式。再输入 `config terminal` 便进入了全局配置模式，如图 1-10 所示。

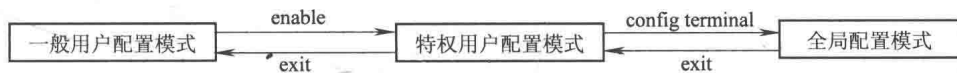


图 1-10

“师父，这三种模式我懂了，可这些命令太难记了！”

“初次接触都会有这种感觉，但 CLI 有捷径可走，根本不用记忆。下面我给你介绍一些 CLI 的技巧。”

任务 4：熟悉“？”的使用。

前面熟悉了三种配置模式，在全局配置模式中还有端口模式、Vlan 模式等子模式，这些在后面的任务中再介绍。现在，先来熟悉一下“？”符号。

在实训 1 中已经接触过了“？”，在“>”提示符下输入“？”便列出该模式下的所有命令。这个方法可以用在任何模式中。例如，在特权用户配置模式下输入“？”，屏幕显示如图 1-11 所示。



图 1-11

从图 1-11 看到列出了很多特权用户配置模式下的命令。最后一行的“—More—”表示一屏显示不下，后面还有。可以按空格键继续显示下一屏，也可以按<Enter>键继续显示下一行。除此之外，还有两种场合可以使用“？”。

第一种，如果只记住了某命令的前几个字母，可以使用“？”查询，代码如下。

```
DCS-3950-26C#lan?
```

```
language 设置语言
```

```
DCS-3950-26C#co?
```

```
config 进入配置模式
```

copy 复制文件

表示在特权用户配置模式下以 `lan` 开头的命令只有一个，而以 `co` 开头的命令有两个。第二种，绝大部分命令后需要参数，我们可以用“？”来查询参数，代码如下。

```
DCS-3950-26C(config)#hostname ?
```

WORD 主机名 <0-30>字符(符号只允许使用字母、数字和下画线)

<cr>

在命令 `hostname` 后按空格键后跟一个“？”，可以看到该命令需跟一个主机名，也可以直接按<Enter>键，代码如下。

```
DCS-3950-26C(config)#hostname switch ?
```

<cr>

```
DCS-3950-26C(config)#hostname switch
```

```
switch(config)#
```

输入 `hostname switch` 后按空格键和“？”，看到没有什么参数了，可以直接按<Enter>键，然后提示符主机名部分被更改。

任务 5: Tab 键的使用。

学会使用了“？”，就可以不用去记忆繁多的命令了。但 CLI 还提供了更方便快捷的 Tab 键。如果一个命令的前几个字符没有歧义，可以使用 Tab 键来补全命令的输入，代码如下。

```
switch#show ve
```

```
% Ambiguous command: "show ve"
```

//只输入 ve 不行，有歧义

```
switch#show ver
```

//输入 ver 后按 Tab 键，可以补全命令

```
DCS-3950-26C Device, Compiled on Jul 26 16:27:26 2010
```

```
SoftWare Version 6.1.73.13
```

```
BootRom Version 3.0.12
```

```
HardWare Version R01
```

```
Device serial number A830004862
```

```
Copyright (C) 2001-2009 by Digital China Networks Limited.
```

```
All rights reserved
```

```
Uptime is 0 weeks, 0 days, 7 hours, 32 minutes
```

只有当前命令正确的情况下才可以使用 Tab 键。也就是说，一旦命令没有输入完全，但是 Tab 键又没有起作用时，就说明当前的命令中出现了错误，或者命令错误，或者参数错误等，需要仔细排查。

任务 6: 命令的不完全匹配。

Tab 键可以帮助我们熟悉命令，而熟练之后，则一般很少使用 Tab 键了。

绝大多数情况下，能使用 Tab 键的地方都可以省略使用它。

例如显示版本号的命令，完全命令是“`show version`”，使用 Tab 键的代码如下。

```
switch#sh<Tab> ver<Tab>
```

如果把<Tab>键省略，则变成如下代码。

```
switch#sh ver
```


这就是命令的不完全匹配。

任务7：上下光标键“↑”“↓”的使用。

当输入执行了一些命令后，可以使用上下光标键“↑”“↓”来浏览已执行过的命令，当需要重复执行相似命令时，可以大大节省时间。

任务8：查看错误信息。

前面已经看到过一个错误信息“%Ambiguous command: "show ve"”，表示命令“show ve”有歧义——可能有两种以上的解释。遇到这种情况，再多输入一个或两个字母，就可避免这种情况。

第二种错误信息是把命令写错了，代码如下。

```
switch>sh valn
^
% Invalid input detected at '^' marker.
```

上例中把“vlan”写成了“valn”，出现了错误信息，并用“^”标示了出错的地方。第三种错误信息是没有跟命令参数，代码如下。

```
switch#show
% Incomplete command.
```

表示命令不完整。

实训3 管理交换机配置文件

实训目标

小张：师父，如果交换机配置好了，重启交换机会怎么样呢？配置好的信息保存在哪里？

李工：和我们使用计算机一样，如果没有保存过，重启后配置信息也会丢失。当交换机应用环境发生改变时，就需要清空交换机配置，再重新对交换机进行配置以适应新的应用环境，还需要将已配置的信息进行保存。下面就学习对交换机进行管理的几个任务。

实训拓扑

实训拓扑图如图 1-12 所示。

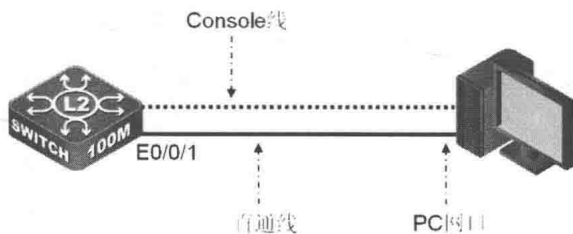


图 1-12