



10年口碑积累，成功培养50000多名研发工程师，铸就专业品牌形象

华清远见的企业理念是不仅要良心教育、做专业教育，更要做受人尊敬的职业教育。

# 《VXWORKS 内核、设备驱动与 BSP 开发详解》

作者：华清远见

专业始于专注 卓识源于远见

## 第 3 章 加载——FTP Server

---

本章简介

---

使用 VxWorks 的 BootRom 将目标机引导起来之后，目标机处于 BootRom 控制之下。此时，用户可以通过 BootRom 的提示符进行简单的操作。如果需要运行 VxWorks，还需要将 VxWorks 操作系统的映像加载并运行。

VxWorks 映像的加载方式有很多，包括网络下载、本地磁盘加载、仿真器下载等，每种方式适用于不同的场合。在开发过程中，VxWorks 映像还没有真正意义上准备好，开发者需要不断修改程序并将其加载到目标机上调运行。这样，开发者将会需要不断地重新加载程序映像，此时最方便、快捷的加载方式就是通过网络。一旦操作系统的裁剪完成，整个映像需要固化到嵌入式设备中，这时最佳的加载方式就是从 ROM 或硬盘中加载。

首先来看看通过网络加载的过程。

## 3.1 FTP Server 的设置

通过网络加载 VxWorks 映像，首先需要在目标机上搭建一个 FTP 服务器。Tornado 工具包中带有简单的 FTP 服务器程序，免去了用户了解 FTP 的麻烦。

Tornado 自带的 FTP 服务器简单而有效，需要设置的内容不多，适合于初级用户使用。运行这个程序的时候需要注意，主机上不能由其他 FTP 程序提供 FTP 服务，否则会发生错误。对 FTP 了解较多的用户也可以使用其他的 FTP 服务程序搭建 FTP 服务，例如，使用 ServerU 或 Windows 自带的 FTP 服务器。

### 3.1.1 用户和权限

使用 FTP 服务器，必须创建用户及相应的密码。通过用户名和密码，目标机程序才可以从 FTP 服务器中下载文件。

打开 Tornado 程序组中的“FTP Server”程序，开启 FTP 服务器，通过菜单“Security→Users/rights”进入用户和权限设置对话框。

在没有设置用户时，可选择用户包含匿名和默认两个名称，但这两个名称在使用上会带来诸多不便，不推荐使用。

单击“New User”按钮，弹出新建用户的对话框，根据提示输入用户名、密码后即可创建一个新的用户。创建新的用户后，还需要为这个用户指定根目录和相应的权限。对于目标机来说，使用默认权限就可以了。根目录的指定需要有一定的技巧。

根目录对于目标机来说就是初始目录。对于该目录中的文件，目标机不需要指定路径即可访问。所以这里的根目录最好就是 VxWorks 操作系统映像所在的目录。这样指定有两个好处：其一是引导行比较简单，免去输入路径的麻烦，也避免因输入错误导致的问题；其二是映像目录改变时无需修改目标机引导行，在主机复制粘贴即可。

例如，在开发过程中使用的映像目录为 G:\Image\A，那么就将根目录设置为 G:\Image\A；当开发后期需要联调，使用的映像目录为 G:\Image\B 时，就将根目录设置为 G:\Image\B。对应的目标机引导行完全不需要改动，其目标一直是 VxWorks 文件。

### 3.1.2 其他设置

在下载过程中，还有一项非常有助于观察下载进程状态，这就是信息输出。默认情况下输出信息是不打开的，然而鉴于其重要性还是建议在使用的过程中将其全部打开，以便观察下载过程。

通过菜单“Logging→Log Options...”，可以打开输出信息设置窗口。首先需要选中“Enable Logging”，使 FTP 服务器可以输出信息。

需要打开的信息至少包括“Gets”、“Puts”、“Logins”、“Commands”、“Warnings”。

这几个信息涵盖了目标机下载的过程。“Gets”类的命令主要包括目标机向主机请求数据，“Puts”类的命令主要包括目标机发向主机的数据，“Logins”包含目标机登录和退出的命令，“Commands”则包含了其他命令。

输出这些命令的信息可以帮助开发者发现下载过程中出现的问题，开发者可以根据信息轻松判断问题所在。在下一节中，将会展示正常下载的信息以及不正常信息所预示的问题。

其他的设置都是 FTP 的常见设置，在调试过程中没有太多的用处，想深入了解的读者可以自行参考 FTP 服务器架设的说明文档。

### 3.1.3 实例：下载一个工程

本小节的实例练习将详细描述通过网络加载工程的具体步骤。

#### 1. 材料准备

练习本小节的实例，需要准备下面的材料。

- x86 目标机一台；
- Intel 网卡一块；
- 主机一台；
- 目标机引导盘一个；
- 连接主机和目标机的网络。

#### 2. 实例说明

在开始实例步骤之前，先解释一下为什么一定需要 Intel 网卡。通过网络下载 VxWorks 操作系统映像就必须为网络适配器（网卡）加载必要的驱动程序。VxWorks 中默认提供了几种网卡的驱动程序，其中包括 DEC 21x4x、3Com 3C90x、3Com 3C509、Intel 8255x、Intel 82543 等，这其中以 Intel 的百兆网卡比较容易购得且价格便宜。同时，VxWorks 的 BSP 中默认打开了 Intel 百兆网卡支持，所以配置过程会省去一些麻烦。一定要确认的是，Intel 百兆网卡需要使用 82557、82558、82559 几种芯片，其他的如 82559ER 将会出现小小的问题。

对于其他常见的网卡，如 RealTek 8139 系列，可以在厂商的网站上下载相应的驱动程序以及安装说明。按照安装说明的步骤修改 BSP 也可以为系统提供网络支持。

#### 3. 操作步骤

(1) 创建系统引导盘。

首先，打开 Pentium 的 BSP 所在目录 pcPentium。编辑文件 config.h，找到如下内容。

```
#elif (CPU == PENTIUM)
#define DEFAULT_BOOT_LINE \
    "fd=0,0(0,0)host:/fd0/vxWorks.st h=90.0.0.3 e=90.0.0.50 u=target"
```

将其中的引导行改为下面的形式。

```
"fei(0,0)host:VxWorks h=1.1.1.10 e=1.1.1.9 u=target pw=target"
```

引导行提供了 BootRom 加载 VxWorks 系统映像的指示。其中，“fei”表示加载 VxWorks 映像的设备是网卡，默认的“fd=0,0”则表示通过软盘加载映像。“(0,0)”表示系统中拥有的 CPU 数量以及启动时所使用的 CPU 索引号。“host:”表示访问主机时所用的名称。接下来是 VxWorks 操作系统映像的文件名，这里用了“VxWorks”。其后的“h=”、“e=”两项分别指定主机和目标机的 IP 地址。最后的“u=”、“pw=”则

分别指定登录 FTP 服务器所需要的用户名和密码。

修改完毕后，保存退出。按照第 2 章中制作引导盘的步骤制作一张引导软盘。

(2) 配置 FTP Server。

打开 FTP Server，通过菜单“Security→Users/rights...”打开用户及权限设置窗口。

使用窗口上的“New User”按钮打开新建用户窗口并输入用户名“target”，如图 3.1 所示。

单击“OK”按钮创建新用户后，程序会弹出输入密码窗口，如图 3.2 所示。在这里需要输入与引导行相同的密码，本例中使用与用户名相同的“target”作为密码。



图 3.1 输入用户名



图 3.2 输入用户密码

回到用户及权限设置窗口后，将 VxWorks 操作系统映像所在目录填写到“Home Directory”栏中。由于我们还没有编译自己的 VxWorks 操作系统映像，所以这里采用 BSP 中自带的 VxWorks 映像，路径就填写 pcPentium BSP 所在的目录，如图 3.3 所示。



图 3.3 设置 VxWorks 映像所在路径

全部设置好之后，不要关闭 FTP Server。接下来进行下一步。

(3) 引导目标机并修改引导行参数。

从软盘引导系统之后，首先按任意键打断 BootRom 的倒计时，键入“p”命令查看引导行参数。目标机的显示如下。

```
boot device           : fei
processor number     : 0
host name            : host
file name            : vxWorks
inet on ethernet (e) : 1.1.1.10
inet on backplane (b) :
host inet (h)        : 1.1.1.9
gateway inet (g)     :
user (u)             : target
ftp password (pw)(blank=use rsh) :target
flags (f)            : 0x0
target name (tn)     :
startup script (s)   :
other (o)            :
```

如果出现错误，可以使用“c”命令进行修改。修改完成后，使用“@”命令开始加载操作系统映像。如果目标机正确下载并执行了 VxWorks 映像，将会出现如下所示的信息。

```
Attached TCP/IP interface to fei0.
Attaching network interface lo0... done.
Loading... 0x1234567
```

Starting at 0x123434

## 3.2 从信息看状态

FTP 服务器所提供的信息为调试网络下载提供了极大的方便，通过这些信息可以判断出问题的所在。首先看一下正常的信息内容。

### 3.2.1 正常下载过程

图 3.4 所示为正确下载过程的信息。

```

No log file open - WFTPD
File Edit View Logging Messages Security Help
[! 1407] 10/10/08 17:41:44 Connection accepted from 1.1.1.10 ①
[C 1407] 10/10/08 17:41:44 Command "USER alt" received ②
[C 1407] 10/10/08 17:41:44 PASSword accepted ③
[! 1407] 10/10/08 17:41:44 User alt logged in. ④
[C 1407] 10/10/08 17:41:44 Command "TYPE I" received ⑤
[C 1407] 10/10/08 17:41:44 TYPE set to I N. ⑥
[C 1407] 10/10/08 17:41:44 Command "PASV" received ⑦
[C 1407] 10/10/08 17:41:44 Entering Passive Mode (1,1,1,70,4,13) ⑧
[C 1407] 10/10/08 17:41:44 Command "RETR vxworks" received ⑨
[C 1407] 10/10/08 17:41:44 RETRIeve started on file vxworks ⑩
[C 1407] 10/10/08 17:42:12 Transfer finished ⑪
[G 1407] 10/10/08 17:42:12 Got file D:\DEFAULT\vxwo
[C 1407] 10/10/08 17:42:12 Command "QUIT" received ⑫
[C 1407] 10/10/08 17:42:12 QUIT or close - user alt logged out ⑬
    
```

图 3.4 正常的下载信息

第 1 行表示有来自外部的连接，本例中连接来自 IP 地址为“1.1.1.10”的主机。

第 2 行表示有用户登录，这里用户名为“alt”。

第 3 行表示用户所使用的密码正确。

第 4 行表示已经正确登录。

接下来的 5、6、7、8 行表示 FTP 客户端正在设置传输模式。

第 9、10、11、12 行意味着 FTP 客户端正在下载文件：第 9 行表示客户端希望下载“vxworks”文件，第 10 行表示开始传输，第 11 行表示传输结束。

信息的最后两行指出客户端发来退出 FTP 命令，并且 FTP 服务器执行了退出命令。

从这些信息中可以看到，从连接开始到用户退出登录的每一步过程都有详细的记录，根据这些信息可以分析下载失败的原因。

### 3.2.2 下载失败的原因

通过网络下载操作系统映像可能会出现失败，导致失败的情况多种多样。只要通过 FTP 服务器所给出的信息结合目标机的提示，可以很容易地发现出错的原因。下面根据错误的原因给出每一种情况所对应的现象。

(1) 目标机网络没有连接。

由于目标机网络没有连接，目标机所发出的文件下载请求不能到达主机。此时，主机端没有任何信息显示，而目标机端则显示如下字样表示无法下载文件。

```
Error loading file: errno = 0xd0003
```

碰到这样的信息需要检查网络连通情况，可以在主机端使用“ping”命令测试连接线路。

(2) 目标机网卡驱动程序错误，或者设备名错。



连通目标机网络必须要有网卡驱动的支持，错误的网卡驱动将导致无法连接。此时，目标机会显示连接网卡失败，而主机端则没有任何显示。

遇到这样的情况，需要检查网卡型号以及 BootRom 中所使用的网络设备名称。

(3) 主机 IP 地址错误。

主机 IP 地址出现错误的现象与没有网络连接一样。此时，不但需要检查主机与目标机的连通情况，还要仔细检查引导行参数中主机的 IP 地址。

(4) 用户名或密码错误。

用户名或密码的错误将导致目标机无法登录主机。由于网络已经连通，主机将会接收到目标机的连接请求以及登录请求，但是在核对用户名和密码的过程中出现错误提示。图 3.5 所示为目标机的用户名或密码出现错误时的信息。

可以看到，不论是用户名出现错误还是密码出现错误，两次的提示都是相同的。与此同时，目标机也会报告相同的错误，如下所示。

```
Loading...Not logged in-password incorrect
Error loading file: errno = 0x212
```

(5) 所要下载的文件不存在。

当目标文件不存在时，会出现图 3.6 所示的提示信息。

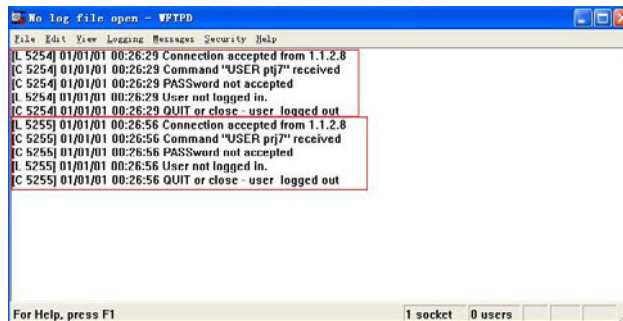


图 3.5 用户名或密码错误的输出信息

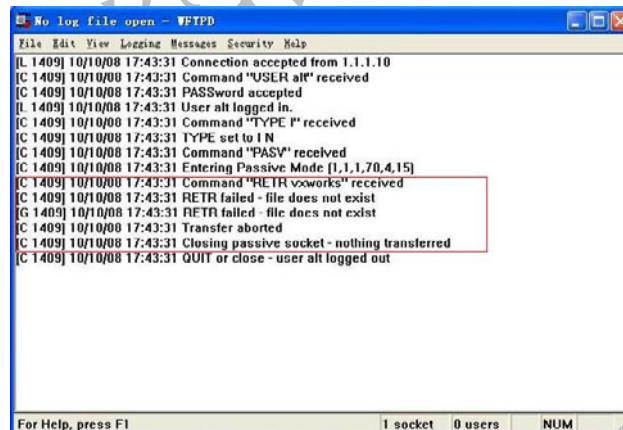


图 3.6 文件不存在的输出信息

图 3.6 所示的框内信息提示了目标文件不存在。可以看到，目标机正确地向主机提出了下载请求，而主机端没有文件存在，于是传输被取消。此时目标机会出现提示“Error loading file: errno = 0x226”。

### 3.3 从其他设备加载操作系统

从网络上加载 VxWorks 操作系统并不是唯一的选择，适当修改 BSP 和引导行参数也可以通过其他设备加载 VxWorks 映像，本节将讨论如何通过硬盘和串口加载系统。

VxWorks 默认提供的加载操作系统方式是从软盘加载。VxWorks 的 BSP 中也提供了对硬盘的支持，将宏定义打开并修改引导命令行即可支持硬盘加载映像。修改完成之后，需要创建新的引导盘完成加载。由于大部分所需定义已经包含在 BSP 中，所以不需要修改太多内容。打开文件 config.h，找到下面的语句。

```
#undef INCLUDE_ATA
```

这是支持硬盘的宏定义，包含以后可以令 BSP 加载硬盘驱动。将之修改为：

```
#define INCLUDE_ATA
```

然后，找到下面的定义，再修改引导行参数。

```
#if (CPU == I80386)
#define DEFAULT_BOOT_LINE \
    "fd=0,0(0,0)host:/fd0/vxWorks.st h=90.0.0.3 e=90.0.0.50 u=target"
#elif (CPU == I80486)
#define DEFAULT_BOOT_LINE \
    "fd=0,0(0,0)host:/fd0/vxWorks.st h=90.0.0.3 e=90.0.0.50 u=target"
#elif (CPU == PENTIUM)
#define DEFAULT_BOOT_LINE \
    "fd=0,0(0,0)host:/fd0/vxWorks.st h=90.0.0.3 e=90.0.0.50 u=target"
#elif (CPU == PENTIUM2)
#define DEFAULT_BOOT_LINE \
    "fd=0,0(0,0)host:/fd0/vxWorks.st h=90.0.0.3 e=90.0.0.50 u=target"
#elif (CPU == PENTIUM3)
#define DEFAULT_BOOT_LINE \
    "fd=0,0(0,0)host:/fd0/vxWorks.st h=90.0.0.3 e=90.0.0.50 u=target"
#elif (CPU == PENTIUM4)
#define DEFAULT_BOOT_LINE \
    "fd=0,0(0,0)host:/fd0/vxWorks.st h=1.1.1.10 e=1.1.1.50 u=target"
#endif /* (CPU == I80386) */
```

这里面向不同 CPU 结构定义了不同的引导行，分别对应于不同的 BSP。前面利用网络下载的例子中，修改的是面向 PENTIUM 的 BSP 所执行的引导行参数，这里可以根据自己的需要选择修改（宏定义 CPU 的取值可以在 config.h 文件中找到，即引导行定义之前）。

将 fd=0,0(0,0)host:/fd0/vxWorks.st h=1.1.1.10 e=1.1.1.50 u=target 修改如下。

```
ata=0,0(0,0)host:/ata0/VxWorks h=1.1.1.10 e=1.1.1.50 u=target
```

可以看到主要修改的内容只有两处，即引导设备和文件所在路径。除去这两处，其他的内容可以根据需要修改。引导设备所示的“ata=0,0”指出从 ata 设备引导系统，使用 0 控制器上的第 0 个设备（关于硬盘控制器请参考 PC 设备相关书籍或相关数据手册）。而路径“/ata0/VxWorks”则指示出操作系统映像的路径。这里，操作系统映像 VxWorks 同样放置在硬盘 0 控制器的第 0 个设备上。“/ata0”是 BSP 为该设备创建的设备名称。

修改完成后，重新制作引导盘即可实现从硬盘加载映像。

## 联系方式

集团官网：[www.hqyj.com](http://www.hqyj.com)

嵌入式学院：[www.embedu.org](http://www.embedu.org)

移动互联网学院：[www.3g-edu.org](http://www.3g-edu.org)

企业学院：[www.farsight.com.cn](http://www.farsight.com.cn)

物联网学院：[www.topsight.cn](http://www.topsight.cn)

研发中心：[dev.hqyj.com](http://dev.hqyj.com)

集团总部地址：北京市海淀区西三旗悦秀路北京明园大学校内 华清远见教育集团

北京地址：北京市海淀区西三旗悦秀路北京明园大学校区，电话：010-82600386/5

上海地址：上海市徐汇区漕溪路 250 号银海大厦 11 层 B 区，电话：021-54485127

深圳地址：深圳市龙华新区人民北路美丽 AAA 大厦 15 层，电话：0755-22193762

成都地址：成都市武侯区科华北路 99 号科华大厦 6 层，电话：028-85405115

南京地址：南京市白下区汉中路 185 号鸿运大厦 10 层，电话：025-86551900

武汉地址：武汉市工程大学卓刀泉校区科技孵化器大楼 8 层，电话：027-87804688

西安地址：西安市高新区高新一路 12 号创业大厦 D3 楼 5 层，电话：029-68785218

华清远见