



# ZTP 技术白皮书

文档版本 V1.0

发布日期 2022-12-16

版权所有© 2022 浪潮电子信息产业股份有限公司。保留一切权利。

未经本公司事先书面许可，任何单位和个人不得以任何形式复制、传播本手册的部分或全部内容。

## 商标说明

Inspur 浪潮、Inspur、浪潮、Inspur NOS 是浪潮集团有限公司的注册商标。

本手册中提及的其他所有商标或注册商标，由各自的所有人拥有。

## 技术支持

技术服务电话：400-860-0011

地 址：中国济南市浪潮路 1036 号

浪潮电子信息产业股份有限公司

邮 箱：[lckf@inspur.com](mailto:lckf@inspur.com)

邮 编：250101

## 变更记录

版本	时间	变更内容
V1.0	2022-12-16	首版发布

# 目 录

1	概述 .....	1
1.1	背景 .....	1
1.2	定义 .....	1
1.3	优点 .....	1
2	缩写和术语 .....	3
3	技术介绍 .....	4
3.1	技术概述 .....	4
3.2	任务配置文件 .....	4
3.3	获取任务配置文件 .....	5
3.4	插件 .....	5
3.5	动态生成下载地址 .....	8
4	主要特性 .....	10
5	典型应用指南 .....	11
5.1	典型组网方案 .....	11
5.2	ZTP 主要配置命令 .....	12
5.3	具体配置 .....	13
6	维护 .....	15

# 1 概述

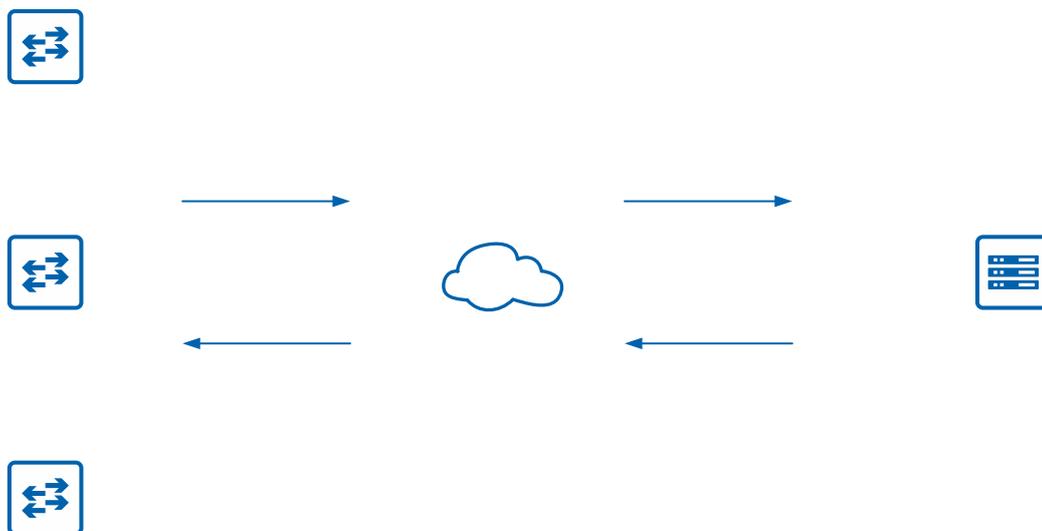
## 1.1 背景

在大规模的网络中，交换机数量庞大，如果这些交换机通过人工的方式进行部署或者升级，要耗费大量人力物力，成本过高。为了解决此类问题，就要求新部署的交换机首次启动时，能根据网络中设备的统一规划自动进行配置甚至系统升级，且整个配置过程尽量避免人工干预。

## 1.2 定义

ZTP (Zero Touch Provisioning) 是一种交换机自动化配置部署方案，当一台新加入网络的交换机启动后，可以自动获取 IP 地址及配置任务，根据任务下载交换机配置文件或者镜像对交换机进行自动部署或者升级，无需人工干预。

图 1-1 ZTP



## 1.3 优点

ZTP 作为一种无人值守配置技术，具有如下优点：

- 新部署的交换机启动后，可自动进行配置
- 用户可配置交换机执行任务的数量及任务的顺序
- 交换机重启后，可继续执行未结束的任务，并且不会阻塞其他服务启动流程

- 可根据交换机唯一标识自动获取需要下载的配置文件、镜像、docker 及执行脚本
- 可通过丰富的控制选项，灵活控制任务执行流程
- ZTP 任务执行日志、执行结果及时间戳、任务配置等信息均保存在指定位置，便于运维

## 2 缩写和术语

缩写和术语	解释
ZTP	Zero Touch Provisioning, 无人值守配置
DHCP	Dynamic Host Configuration Protocol, 动态主机配置协议
LLDP	Link Layer Discovery Protocol, 链路层发现协议
SN	Serial Number, 序列号
RA	RouterAdvertisement, 路由器通告
Option vendor-class-identifier	设备标识, 用于IPv4
Option dhcp6.vendor-class	设备标识, 用于IPv6
Option bootfile-name	文件路径

# 3 技术介绍

## 3.1 技术概述

ZTP 以服务的形式部署在交换机上，是一种交换机无人值守部署方案。交换机以出厂状态启动，与 DHCP 服务器交互，在申请 IP 地址的同时，通过 DHCP option 获取任务配置文件的地址。在获取到任务配置文件的下载路径后，ZTP 服务从远程配置服务器中下载此文件。任务配置文件使用 JSON 格式，依照相应的规则编写，每一个任务定义需要使用的插件、执行任务需要的文件的下载地址及一些控制参数设置。下载成功后，ZTP 服务依据此配置文件将任务拆分成若干子任务，根据任务名称调用相应的插件自动进行较为复杂的配置步骤。在完成所有任务后，ZTP 服务记录状态，并设置服务开关为关闭状态，确保交换机下载后，ZTP 服务不再运行。如果 ZTP 服务需要再次运行，使用者需要通过相应命令手动启动 ZTP 服务。

## 3.2 任务配置文件

任务配置文件保存在配置服务器上，由 FTP/TFTP/HTTPS/HTTP 等服务对外提供下载。文件使用 JSON 格式，列出 ZTP 运行时，需要执行的任务，可以包含一个或多个任务，任务顺序执行，每一个任务应调用一个 ZTP 的插件进行配置。例如：

```
{
  "ztp": {
    "snmp": {

    },
    "firmware": {

    },
    "provisioning-script": {

    },
    "configdb-json": {

    }
  }
}
```

## 3.3 获取任务配置文件

在 ZTP 运行环境中，应包括配置服务器、交换机及 DHCP 服务器。

- 配置服务器

任务配置文件保存在配置服务器的指定路径中，配置服务器通过 FTP、HTTP、HTTPS 等服务对外提供文件下载的功能。

- 交换机

在新加入的交换机第一次启动时，以服务的形式启动 ZTP 服务。ZTP 根据 ZTP 的配置模板生成自身执行必要的系统配置并自动加载，加载完成后启动网络服务，为所有已经正常工作的接口启动 dhclient 进程，在网络中发送广播报文，申请 IP 地址。在收到 DHCP 服务器端发送的 OFFER 后，由 DHCP Client 的处理脚本下发 IP 地址，并将解析出的 option bootfile-name 内容保存在文件中，由 ZTP 处理。

如需根据不同厂商产品下载不同的配置文件，可在发送的 DISCOVER 报文中携带 vendor-class-identifier、dhcp6.vendor-class（设备名称，在 IPv6 报文中使用）等 option 同 DHCP 服务器进行交互，获取不同的任务配置文件的下载地址。支持的 option 如下：

- DHCP 服务器

DHCP 服务器接收到 DISCOVER 报文后，将需要下载的任务配置文件所在的下载地址通过 option bootfile-name 填入 OFFER 报文中发送给交换机。option bootfile-name 中保存了 ZTP 任务配置文件的下载地址。可根据需要，在 DHCP 的配置中增加对 option vendor-class-identifier 的处理，以此匹配不同的 option bootfile-name 返回给交换机。

## 3.4 插件

任务配置文件成功下载后，由 ZTP 将其分解成若干子任务。在任务配置文件中，每个任务需在 plugin 参数中定义需要使用的插件名称，或者使用特定格式在任务名中指定要使用的插件名称。如在任务中需要额外下载文件、镜像或者脚本，则每个子任务由对应的插件完成，插件主要包括 configdb-json、snmp、provisioning-script、firmware、graphservice 等。

- configdb-json 插件可自动下载并加载配置文件 config\_db.json。支持参数如下：

参数	说明	支持配置	默认值
url/动态url	定义config_db.json文件下载地址	url/动态url	N/A
clear-config	定义在加载下载的config_db.json之前是否清除现有配置。设置为	True/false	true

	true时, 将执行config reload命令。 设置为false时, 将执行config load命令。		
save-config	定义加载完下载的config_db后, 是否执行config save命令保存配置。	True/false	false

- provisioning-script 插件可自动下载并执行用户自定义脚本, 支持参数: url/动态 url。除在任务配置文件中定义执行脚本下载地址外, 用户还可在 DHCP server 端配置 option 239 为脚本下载地址。当交换机收到 DHCP OFFER 报文后, 由 ZTP 内置脚本直接下载 option 239 定义的脚本执行。
- firmware 插件可自动下载及升级系统或者 docker。支持参数如下:

参数	说明	支持配置	默认值
install	安装镜像		
url/dynamic-url	定义镜像下载地址	url/动态url	
version	定义安装镜像版本, 可选。	系统版本	N/A
set-default	定义安装的镜像是否作为默认启动项	True/false	true
set-next-boot	定义安装的镜像是否只在下一次启动时进入, 不作为默认启动项。	True/false	false
skip-reboot	定义在安装新的镜像后是否立即执行重启操作。	True/false	false
pre-check	定义在安装下载的镜像之前要执行的用户提供脚本的URL。仅当检查脚本结果为SUCCESS时, 才执行安装动作。	url/动态url	
remove	卸载镜像		
version	定义需要卸载镜像版本, 必选。	系统版本	N/A
pre-check	定义在卸载镜像之前要执行的用户提供脚本的URL。仅当检查脚本结果为SUCCESS时, 才执行卸载动作。	url/动态url	N/A
upgrade-docker	升级docker		
url/dynamic-url	定义docker文件下载地址	url/动态url	
container-name	定义需要升级的docker名称	系统支持的 docker名称	

cleanup-image	定义在安装新的docker后, 是否删除旧的docker image	True/false	false
enforce-check	定义升级前是否检查docker	True/false	false
tag	定义新安装docker的tag	字符串	Null string
pre-check	定义在安装下载的docker之前要执行的用户提供脚本的URL。仅当检查脚本结果为SUCCESS时, 才执行安装动作。	url/动态url	N/A

- snmp 插件可自动下载及加载 snmp 配置。支持参数如下:

参数	说明	支持配置	默认值
community-ro	SNMP community字符串	系统支持community字符串	Null string
snmp-location	SNMP location字符串	系统支持location字符串	Null string
restart-agent	定义更新snmp配置后是否重启agent	True/false	true

- graphservice 插件可自动下载及加载 minigraph.xml 格式的系统配置文件及JSON格式的 ACL 配置文件。该插件作为私有 DHCP 选项 225 和 226 的替代方案使用。支持参数: url/动态 url
- connectivity-check 插件用于检验远程主机是否可达。支持参数如下:

参数	说明	支持配置	默认值
ping-hosts	定义需检验远程主机的IPv4地址	N/A	N/A
ping6-hosts	定义需检验远程主机的IPv6地址	N/A	N/A
retry-interval	定义重试间隔时间	非0整数	5 秒
retry-count	定义每个远程主机重试次数, 到达次数后, 将ping列表中的下一个主机。	非0整数	12次
ping-count	定义发送ECHO_REQUEST报文后n次后停止。	非0整数	3次
deadline	定义ping退出之前的超时时间(单位秒)。定义此参数后, 在发送ping-	非0整数	N/A

	count个数据包后，ping不会停止，它会等待deadline到期，或者等待计数探测得到响应，或者收到错误通知。		
Timeout	定义等待响应的时间（秒）。该选项仅在没有任何响应时生效，否则ping将等待两个RTT。	非0整数	N/A

### 3.5 动态生成下载地址

可在任务配置中配置动态 URL，当交换机下载此配置文件后，解析出动态 URL 所需要获取的字段，自动组合成所需文件的下载地址，通过此地址下载需要的文件或者脚本。动态 URL 支持参数如下：

参数	说明	支持配置	默认值
source.prefix	下载地址前缀字符	字符串	Null string
source.suffix	下载地址后缀字符	字符串	Null string
source.identifier	ZTP运行时，动态获取的交换机信息，用来生成下载地址	hostname/hostname-fqdn/serial-number/product-name/sonic-version	N/A
destination	下载文件保存路径	本地文件路径	插件默认路径
secure	定义是否使用非安全模式。可用于在使用HTTPS传输时跳过安全检查。	True/false	true
curl-arguments	定义curl命令参数	curl命令支持参数	Null string
encrypted	定义使用带有SHA-512哈希算法的RSA密钥对来生成数字签名，在下载解密内容之后对其进行认证。	加密算法及数字签名	不加密
include-http-headers	定义是否将交换机信息填入HTTPS头中发送。	True/false	true
timeout	Curl命令建立链接的超时时间	非0整数	30s

为了简化任务配置文件，ZTP 服务支持通过 5 种方式来获取交换机上的唯一标识符，以此与 prefix、suffix 两个参数组合成任务配置文件的下载地址。这 5 种方式使用 source.identifier

参数定义，分别为：

- hostname 获取交换机的主机名。
- hostname-fqdn 获取交换机的长主机名。
- serial-number 获取交换机序列号。
- product-name 获取交换机设备型号。
- sonic-version 获取交换机系统版本。

例如在任务配置文件中定义 source.identifier 使用 hostname 方式获取数据，当多个交换机执行到此任务时，则会获取自身的主机名组成对应的文件下载地址。这样，不同的交换机在执行同一任务时，会去配置服务器下载不同的文件。

# 4 主要特性

- 新加入的交换机通过 ZTP 自动完成配置，配置包括交换机配置与路由配置。
- 支持带内、带外配置。
- 可根据规划的网络配置，逐层配置交换机，上层设备完成配置后，作为下联设备的 DHCP Relay 设备使用，保证下联设备能够正常分配 IP 地址，下载任务列表及任务所需配置文件、镜像及脚本等。

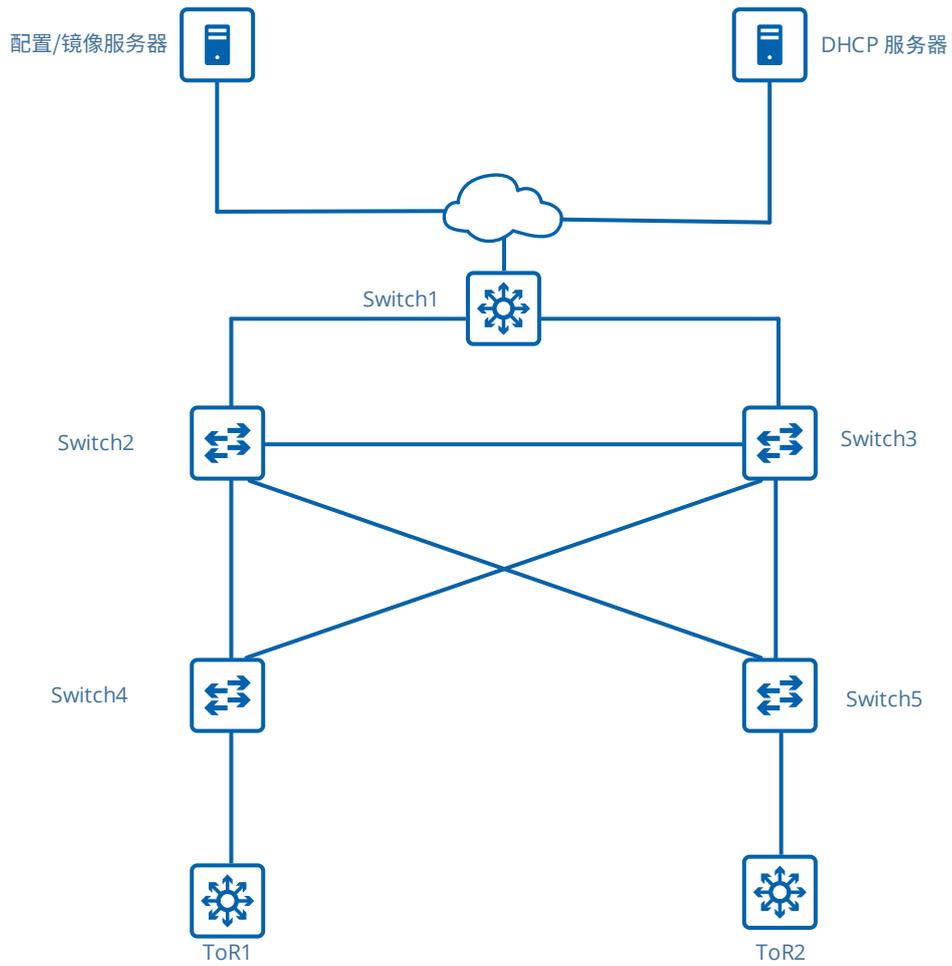
# 5 典型应用指南

## 5.1 典型组网方案

下图为组网典型拓扑。

- 由交换机 1 为交换机 2、3 的上联设备，需要配置到服务器的路由，且需要配置下行非直连设备网段的路由，以及 DHCP Relay 功能。
- 交换机 2、3 通过 ZTP 获取配置文件后作为交换机 4、5 的上联设备，同时交换机 2，3 之间配置路由增加备份功能。交换机 4、5 都部署为双上联模式，当其中一条链路故障时可以自行切换到达服务器的链路，从而保障 ZTP 过程的顺利运行。
- 交换机 2、3、4、5 的配置文件和版本文件要放在配置服务器的指定路径下。
- 在配置服务器中提供任务配置文件、各交换机的配置文件及其他需要文件。其中上层交换机的配置中需要包括 DHCP Relay 的配置，及保证下层交换机能够从配置服务器下载文件的路由配置。

图 5-1 数据中心典型拓扑



## 5.2 ZTP 主要配置命令

1. ztp enable

命令模式：

config 配置模式。

参数说明：

命令说明：

设置ZTP服务的admin mode 状态为True,并清理当前系统配置,包括 config\_db.json、路由配置。

2. ztp run

命令模式：

config 配置模式。

参数说明：

命令说明：

当执行完 ztp enable 命令后，启动 ZTP 服务。

### 3. ztp disable

命令模式：

config 配置模式。

参数说明：

命令说明：

在 ZTP 运行时，通过此命令手动停止 ZTP 服务，生成默认配置文件 config\_db.json，并自动加载配置。

### 4. show ztp status

命令模式：

Privileged EXEC 配置模式。

参数说明：

命令说明：

显示 ZTP 当前执行信息。

## 5.3 具体配置

新加入交换机的 ZTP 服务无需手动开启，默认为自动运行。当执行失败或者需要变更配置时，可通过命令启用并执行 ZTP 服务，或者启用 ZTP 服务后重启系统。在 ZTP 运行过程中可以通过 ztp disable 命令停止 ZTP 服务。

### 1. 启用 ZTP 服务后，手动启动 ZTP

#### 1.1. 启动 ZTP

```
Switch1# configure terminal
```

```
Switch1(config)# ztp enable
```

#### 1.2. 执行 ZTP

```
Switch1# configure terminal
```

```
Switch1(config)# ztp run
```

## 2. 启用 ZTP 服务后，重启系统，自动执行 ZTP

### 2.1. 启动 ZTP

```
Switch1# configure terminal
```

```
Switch1(config)# ztp enable
```

```
Switch1(config)#exit
```

```
Switch1#reboot
```

### 2.2. 重启系统

```
Switch1#reboot
```

## 3. 停止 ZTP 服务

```
Switch1# configure terminal
```

```
Switch1(config)# ztp disable
```

# 6 维护

下面以“典型应用指南”一章所举例子介绍如何监控 ZTP 服务运行状态及进行相关的故障排查。

## 1. 查看运行状态

在 Switch 上查看 ZTP 服务运行状态：

```
Switch1# show ztp status
Command: ztp status --verbose
=====
ZTP
=====
ZTP Admin Mode : False
ZTP Service    : Inactive
ZTP Status     : SUCCESS
ZTP Source     : dhcp6-opt59 (eth0)
Runtime        : 06m 04s
Timestamp      : 2022-06-13 22:34:54 UTC
ZTP JSON Version : 1.0
ZTP Service is not running
-----
01-provisioning-script
-----
Status         : SUCCESS
Runtime        : 02m 00s
Timestamp      : 2022-06-13 22:32:46 UTC
Exit Code      : 0
Ignore Result  : False
```

说明：

“ZTP”部分中，“ZTP Admin Mode”为 ZTP 功能开关，不执行时为“False”，执行时为“True”；“ZTP Service”标记当前 ZTP 服务状态，“Inactive”为非运行，“Processing”

为正在执行；“ZTP Status” 标记当前 ZTP 运行状态，“SUCCESS” 为执行成功，“FAILED” 为执行失败，“IN-PROGRESS” 为正在执行，“Not Started” 为尚未开始；“ZTP Source” 标记上联口。

“01-provisioning-script” 部分中，“Status” 标记当前任务执行结果，“SUCCESS” 为执行成功，“FAILED” 为执行失败，“IN-PROGRESS” 为正在执行，“Not Started” 为尚未开始，“DISABLED” 表示此任务不执行；“Runtime” 为任务执行时间；“Exit Code” 为任务完成后退出状态，“0” 为执行成功。

## 2. 故障排查

ZTP 运行失败常规情况下，大致分为 3 类：设备端问题、服务器端问题、DHCP Relay 设备端问题。

### 2.1. 设备端常见问题

设备的 ztp 状态不对。正常设备可以运行 ztp 的状态时，ztp 的状态应该为 True，可以通过 show ztp status 来查看当前 ztp 的状态：

```
sonic# show ztp status
Command: ztp status --verbose
=====
ZTP
=====
ZTP Admin Mode : True
ZTP Service    : Active Discovery
Runtime       : 05m 11s
ZTP Status    : Not Started
(23s) Discovering provisioning data
sonic#
```

设备的状态异常，例如设备的 docker 没有完全启动导致 ztp 无法运行，通过命令查看设备 docker 状态：

```
sonic(config)# bash
admin@sonic:~$ docker ps
```

CONTAINER ID	IMAGE	COMMAND	CREATED	STATUS	PORTS	NAMES
cbb0bd8b3350	docker-sonic-telemetry:latest	"/usr/bin/supervisord"	2 days ago	Up 28 hours		telemetry
4373ce93d1ef	docker-snmp-sv2:latest	"/usr/bin/supervisord"	2 days ago	Up 3 hours		snmp

26a5adfe01da	docker-router-advertiser:latest	"/usr/bin/supervisord"	2 days ago	Up 28 hours	radv
fed660534026	docker-sonic-mgmt-framework:latest	"/usr/bin/supervisord"	2 days ago	Up 28 hours	mgmt-framework
3569722268f1	docker-lldp-sv2:latest	"/usr/bin/supervisord"	2 days ago	Up 28 hours	lldp
73dd63517350	docker-dhcp-relay:latest	"/usr/bin/docker_ini..."	2 days ago	Up 11 minutes	dhcp_relay
120fd26d6dbd	docker-sflow:latest	"/usr/bin/supervisord"	2 days ago	Up 28 hours	sflow
ced9d668a11b	docker-syncd-brcm:latest	"/usr/bin/supervisord"	2 days ago	Up 28 hours	syncd
1723ccdd3a48	docker-teamd:latest	"/usr/bin/supervisord"	2 days ago	Up 28 hours	teamd
4ea7b565f31a	docker-iccpd:latest	"/usr/bin/supervisord"	2 days ago	Up 28 hours	iccpd
ecf10c04cc4b	docker-orchagent:latest	"/usr/bin/supervisord"	2 days ago	Up 28 hours	swss
1a5d6f235c30	docker-platform-monitor:latest	"/usr/bin/docker_ini..."	2 days ago	Up 28 hours	pmon
1081a69258fc	docker-fpm-frr:latest	"/usr/bin/supervisord"	2 days ago	Up 28 hours	bgp
285e5645790f	docker-database:latest	"/usr/local/bin/dock..."	2 days ago	Up 28 hours	database

## 2.2. DHCP 服务器端和配置服务器常见问题

检查 DHCP 服务与 FTP 服务是否正常运行，此时需要查看服务的状态。

查看 DHCP 服务已经启动：

```
root@ZTP-server:/home/admin# ps aux | grep dhcpcd
root 17574 0.0 0.3 16640 12420 ? Ss Jun15 0:12 /usr/sbin/dhcpcd -4 -q -cf /etc/dhcp/dhcpcd.conf Vlan100
root 26709 0.0 0.0 10200 556 pts/0 S+ 14:30 0:00 grep dhcpcd
```

查看 FTP 服务已经启动：

```
root@ZTP-server:/home/admin# ps aux | grep ftp
root 14361 0.0 0.0 5468 1592 ? Ss Jun04 0:05 /usr/sbin/vsftpd /etc/sonic/vsftpd.conf
root 26821 0.0 0.0 10200 576 pts/0 S+ 14:30 0:00 grep ftp
root@ZTP-server:/home/admin#
```

检查 DHCP 配置是否正确

DHCP 服务器的配置错误，此时需要修改/etc/dhcp/dhcpcd.conf 文件，让 DHCP 服务器包含 DHCP Relay 下联口网段(或者叫做 DHCP Relay agent id 网段)。

服务器缺少到达待运行 ZTP 设备所在网段的路由，或者缺少到 DHCP Relay 设备的路由。

可以使用 show ip route 命令检查相关路由信息是否正确。

服务器上的配置文件放置的路径或者名称错误。

## 2.3. DHCP Relay 设备常见问题

DHCP Relay 的配置不当，例如上行或者下行接口配置错误、或者 Relay 所指 DHCP 服务器 IP 配置错误。

DHCP Relay 缺少到 DHCP 服务器或者版本服务器的路由。可以使用 show ip route 命令检

查相关路由信息是否正确。

DHCP Relay 上有端口状态异常，导致无法正常转发 ZTP 运行过程中的报文。