

讲堂 > 深入拆解 Java 虚拟机 > 文章详情

03 | Java虚拟机是如何加载Java类的?

2018-07-25 郑雨迪



03 | Java虚拟机是如...

朗读人: 郑雨迪 12'38" |
5.80M

0:00 / 12:38

听我的意大利同事说，他们那边有个习俗，就是父亲要帮儿子盖栋房子。

这事要放在以前还挺简单，亲朋好友搭把手，盖个小砖房就可以住人了。现在呢，整个过程要耗费好久的时间。首先你要请建筑师出个方案，然后去市政部门报备、验证，通过后才开始盖房子。盖好房子还要装修，之后才能住人。

盖房子这个事，和 Java 虚拟机中的类加载还是挺像的。从 class 文件到内存中的类，按先后顺序需要经过加载、链接以及初始化三大步骤。其中，链接过程中同样需要验证；而内存中的类没有经过初始化，同样不能使用。那么，是否所有的 Java 类都需要经过这几步呢？

我们知道 Java 语言的类型可以分为两大类：基本类型（primitive types）和引用类型（reference types）。在上一篇中，我已经详细介绍过了 Java 的基本类型，它们是由 Java 虚拟机预先定义好的。

至于另一大类引用类型，Java 将其细分为四种：类、接口、数组类和泛型参数。由于泛型参数会在编译过程中被擦除（我会在专栏的第二部分详细介绍），因此 Java 虚拟机实际上只有前三种。在类、接口和数组类中，数组类是由 Java 虚拟机直接生成的，其他两种则有对应的字节流。

说到字节流，最常见的形式要属由 Java 编译器生成的 class 文件。除此之外，我们也可以在程序内部直接生成，或者从网络中获取（例如网页中内嵌的小程序 Java applet）字节流。这些不同形式的字节流，都会被加载到 Java 虚拟机中，成为类或接口。为了叙述方便，下面我就用“类”来统称它们。

无论是直接生成的数组类，还是加载的类，Java 虚拟机都需要对其进行链接和初始化。接下来，我会详细给你介绍一下每个步骤具体都在干什么。

加载

加载，是指查找字节流，并且据此创建类的过程。前面提到，对于数组类来说，它并没有对应的字节流，而是由 Java 虚拟机直接生成的。对于其他的类来说，Java 虚拟机则需要借助类加载器来完成查找字节流的过程。

以盖房子为例，村里的 Tony 要盖个房子，那么按照流程他得先找个建筑师，跟他说想要设计一个房型，比如说“一房、一厅、四卫”。你或许已经听出来了，这里的房型相当于类，而建筑师，就相当于类加载器。

村里有许多建筑师，他们等级森严，但有着共同的祖师爷，叫启动类加载器（boot class loader）。启动类加载器是由 C++ 实现的，没有对应的 Java 对象，因此在 Java 中只能用 null 来指代。换句话说，祖师爷不喜欢像 Tony 这样的小角色来打扰他，所以谁也没有祖师爷的联系方式。

除了启动类加载器之外，其他的类加载器都是 `java.lang.ClassLoader` 的子类，因此有对应的 Java 对象。这些类加载器需要先由另一个类加载器，比如说启动类加载器，加载至 Java 虚拟机中，方能执行类加载。

村里的建筑师有一个潜规则，就是接到单子自己不能着手干，得先给师傅过过目。师傅不接手的情况下，才能自己来。在 Java 虚拟机中，这个潜规则有个特别的名称，叫双亲委派模型。每当一个类加载器接收到加载请求时，它会先将请求转发给父类加载器。在父类加载器没有找到所请求的类的情况下，该类加载器才会尝试去加载。

在 Java 9 之前，启动类加载器负责加载最为基础、最为重要的类，比如存放在 JRE 的 `lib` 目录下 `jar` 包中的类（以及由虚拟机参数 `-Xbootclasspath` 指定的类）。除了启动类加载器之外，另外两个重要的类加载器是扩展类加载器（`extension class loader`）和应用类加载器（`application class loader`），均由 Java 核心类库提供。

扩展类加载器的父类加载器是启动类加载器。它负责加载相对次要、但又通用的类，比如存放在 JRE 的 lib/ext 目录下 jar 包中的类（以及由系统变量 `java.ext.dirs` 指定的类）。

应用类加载器的父类加载器则是扩展类加载器。它负责加载应用程序路径下的类。（这里的应用程序路径，便是指虚拟机参数 `-cp/-classpath`、系统变量 `java.class.path` 或环境变量 `CLASSPATH` 所指定的路径。）默认情况下，应用程序中包含的类便是由应用类加载器加载的。

Java 9 引入了模块系统，并且略微更改了上述的类加载器¹。扩展类加载器被改名为平台类加载器（platform class loader）。Java SE 中除了少数几个关键模块，比如说 `java.base` 是由启动类加载器加载之外，其他的模块均由平台类加载器所加载。

除了由 Java 核心类库提供的类加载器外，我们还可以加入自定义的类加载器，来实现特殊的加载方式。举例来说，我们可以对 class 文件进行加密，加载时再利用自定义的类加载器对其解密。

除了加载功能之外，类加载器还提供了命名空间的作用。这个很好理解，打个比方，咱们这个村不讲究版权，如果你剽窃了另一个建筑师的设计作品，那么只要你标上自己的名字，这两个房型就是不同的。

在 Java 虚拟机中，类的唯一性是由类加载器实例以及类的全名一同确定的。即便是同一串字节流，经由不同的类加载器加载，也会得到两个不同的类。在大型应用中，我们往往借助这一特性，来运行同一个类的不同版本。

链接

链接，是指将创建成的类合并至 Java 虚拟机中，使之能够执行的过程。它可分为验证、准备以及解析三个阶段。

验证阶段的目的是，在于确保被加载类能够满足 Java 虚拟机的约束条件。这就好比 Tony 需要将设计好的房型提交给市政部门审核。只有当审核通过，才能继续下面的建造工作。

通常而言，Java 编译器生成的类文件必然满足 Java 虚拟机的约束条件。因此，这部分我留到讲解字节码注入时再详细介绍。

准备阶段的目的，则是为被加载类的静态字段分配内存。Java 代码中对静态字段的具体初始化，则会在稍后的初始化阶段中进行。过了这个阶段，咱们算是盖好了毛坯房。虽然结构已经完整，但是在没有装修之前是不能住人的。

除了分配内存外，部分 Java 虚拟机还会在此阶段构造其他跟类层次相关的数据结构，比如说用来实现虚方法的动态绑定的方法表。

在 class 文件被加载至 Java 虚拟机之前，这个类无法知道其他类及其方法、字段所对应的具体地址，甚至不知道自己方法、字段的地址。因此，每当需要引用这些成员时，Java 编译器会生成一个符号引用。在运行阶段，这个符号引用一般都能够无歧义地定位到具体目标上。

举例来说，对于一个方法调用，编译器会生成一个包含目标方法所在类的名字、目标方法的名字、接收参数类型以及返回值类型的符号引用，来指代所要调用的方法。

解析阶段的目的，正是将这些符号引用解析成为实际引用。如果符号引用指向一个未被加载的类，或者未被加载类的字段或方法，那么解析将触发这个类的加载（但未必触发这个类的链接以及初始化。）

如果将这段话放在盖房子的语境下，那么符号引用就好比“Tony 的房子”这种说法，不管它存在不存在，我们都可以用这种说法来指代 Tony 的房子。实际引用则好比实际的通讯地址，如果我们想要与 Tony 通信，则需要启动盖房子的过程。

Java 虚拟机规范并没有要求在链接过程中完成解析。它仅规定了：如果某些字节码使用了符号引用，那么在执行这些字节码之前，需要完成对这些符号引用的解析。

初始化

在 Java 代码中，如果要初始化一个静态字段，我们可以在声明时直接赋值，也可以在静态代码块中对其赋值。

如果直接赋值的静态字段被 final 所修饰，并且它的类型是基本类型或字符串时，那么该字段便会被 Java 编译器标记成常量值（ConstantValue），其初始化直接由 Java 虚拟机完成。除此之外的直接赋值操作，以及所有静态代码块中的代码，则会被 Java 编译器置于同一方法中，并把它命名为 `< clinit >`。

类加载的最后一步是初始化，便是为标记为常量值的字段赋值，以及执行 `< clinit >` 方法的过程。Java 虚拟机会通过加锁来确保类的 `< clinit >` 方法仅被执行一次。

只有当初始化完成之后，类才正式成为可执行的状态。这放在我们盖房子的例子中就是，只有当房子装修过后，Tony 才能真正地住进去。

那么，类的初始化何时会被触发呢？JVM 规范枚举了下述多种触发情况：

1. 当虚拟机启动时，初始化用户指定的主类；
2. 当遇到用以新建目标类实例的 new 指令时，初始化 new 指令的目标类；
3. 当遇到调用静态方法的指令时，初始化该静态方法所在的类；
4. 当遇到访问静态字段的指令时，初始化该静态字段所在的类；
5. 子类的初始化会触发父类的初始化；
6. 如果一个接口定义了 default 方法，那么直接实现或者间接实现该接口的类的初始化，会触发该接口的初始化；
7. 使用反射 API 对某个类进行反射调用时，初始化这个类；
8. 当初次调用 MethodHandle 实例时，初始化该 MethodHandle 指向的方法所在的类。

```
1 public class Singleton {  
2     private Singleton() {}  
3     private static class LazyHolder {  
4         static final Singleton INSTANCE = new Singleton();  
5     }  
6     public static Singleton getInstance() {  
7         return LazyHolder.INSTANCE;  
8     }  
9 }
```

[📄 复制代码](#)

我在文章中贴了一段代码，这段代码是在著名的单例延迟初始化例子中²，只有当调用 Singleton.getInstance 时，程序才会访问 LazyHolder.INSTANCE，才会触发对 LazyHolder 的初始化（对应第 4 种情况），继而新建一个 Singleton 的实例。

由于类初始化是线程安全的，并且仅被执行一次，因此程序可以确保多线程环境下有且仅有一个 Singleton 实例。

总结与实践

今天我介绍了 Java 虚拟机将字节流转化为 Java 类的过程。这个过程可分为加载、链接以及初始化三大步骤。

加载是指查找字节流，并且据此创建类的过程。加载需要借助类加载器，在 Java 虚拟机中，类加载器使用了双亲委派模型，即接收到加载请求时，会先将请求转发给父类加载器。

链接，是指将创建成的类合并至 Java 虚拟机中，使之能够执行的过程。链接还分验证、准备和解析三个阶段。其中，解析阶段为非必须的。

初始化，则是为标记为常量值的字段赋值，以及执行 < clinit > 方法的过程。类的初始化仅会被执行一次，这个特性被用来实现单例的延迟初始化。

今天的实践环节，你可以来验证一下本篇中的理论知识。

通过 JVM 参数 `-verbose:class` 来打印类加载的先后顺序，并且在 `LazyHolder` 的初始化方法中打印特定字样。在命令行中运行下述指令（不包含提示符 `$`）：

```
1
2 $ echo '
3 public class Singleton {
4     private Singleton() {}
5     private static class LazyHolder {
6         static final Singleton INSTANCE = new Singleton();
7         static {
8             System.out.println("LazyHolder.<clinit>");
9         }
10    }
11    public static Object getInstance(boolean flag) {
12        if (flag) return new LazyHolder[2];
13        return LazyHolder.INSTANCE;
14    }
15    public static void main(String[] args) {
16        getInstance(true);
17        System.out.println("----");
18        getInstance(false);
19    }
20 }' > Singleton.java
21 $ javac Singleton.java
22 $ java -verbose:class Singleton
```

[复制代码](#)

问题 1：新建数组（第 11 行）会导致 `LazyHolder` 的加载吗？会导致它的初始化吗？

在命令行中运行下述指令（不包含提示符 `$`）：


```
1 $ java -cp /path/to/asmttools.jar org.openjdk.asmttools.jdis.Main Singleton\LazyHolder.class
2 $ awk 'NR==1,/stack 1/{sub(/stack 1/, "stack 0")}' Singleton\LazyHolder.jasm.1 > Singleton\Lazy
3 $ java -cp /path/to/asmttools.jar org.openjdk.asmttools.jasm.Main Singleton\LazyHolder.jasm
4 $ java -verbose:class Singleton
```

问题 2：新建数组会导致 LazyHolder 的链接吗？



极客时间

深入拆解 Java 虚拟机

Oracle 高级研究员 郑雨迪

手把手带你入门 JVM

郑雨迪 Oracle Labs 高级研究员，计算机博士

新版升级：点击「👤请朋友读」，10位好友免费读，邀请订阅更有**现金**奖励。

版权归极客邦科技所有，未经许可不得转载

写留言

精选留言



东方

👍 31

1. 新建数组会加载元素类LazyHolder; 不会初始化元素类

2. 新建数组不会链接元素类LazyHolder; 在getInstance(false)时才真正链接和初始化

链接的第一步: 验证字节码, awk把字节码改为不符合jvm规范

初始化调用<clinit> (即class init)

PS:好像二个问题包含了第一个问题的答案

2018-07-25

作者回复

多谢指出!

2018-07-25



mover

👍 17

到目前为止, 讲解的内容没有超出周志明老师的 深入理解JAVA虚拟机这本书的内容, 老师可以讲解的更深入一点吗? 可以介绍一下类加载后在meta区的大概布局吗? class类对象与meta区的类数据结构是什么关系? 当我们创建类, 使用类时, 类实例, 类对象, meta区类数据结构是如何交互的?

2018-07-25

作者回复

谢谢你的建议! 前几章不好搞太难, 希望后面能够满足你的需求

2018-07-25



迈克播

👍 8

学习了! 可以的话希望老师能附上一些图解, 便于更理解

2018-07-29



ruyin

👍 8

-XX: +TraceClassLoading 可以看到类加载过程

2018-07-27



吴天

👍 4

每次new一个类都是一次初始化吧？加载和链接以后生成的是什么样的数据结构？存储在什么地方？

2018-07-25

作者回复

类的初始化只会发生一次，你可能指的是实例的初始化？

JVM并不会直接使用.class文件，类加载链接的目的就是在JVM中创建相应的类结构，会存储在元空间(我之前用的老说法“方法区”，感谢某同学指出)。

2018-07-25



conce2018

👍 3

为什么叫双亲委派呀，明明只给了父类加载应该是单亲呀

2018-09-25

作者回复

其实我也有这个疑问，英文中为parent不带s，照理应该翻译为单亲。但既然约定俗成翻译为双亲，就只好这样叫啦

2018-09-28



仲伦

👍 3

忍着瞌睡把内容看完了。

全是复习了一遍。

作者对 类加载中的 链接(验证、准备、解析)讲解不太到位吧？

另外，对一个的初始化发生在第一次主动使用该类时，作者列出的几种情况都属于主动使用类。

感觉应该有被动使用的举例，并告知大家这样做是不会执行初始化的。

2018-07-27

作者回复

多谢建议！

2018-07-27



小蛋壳

👍 3

加载阶段都加载哪些类呢，那么多类，全部加载吗？

2018-07-26

作者回复

加载阶段是针对单个类的，一般用到的类才会被加载。大部分情况下，不同类的加载阶段是不同的。

2018-07-27



L.B.Q.Y

👍 3

从大的方面讲，类加载的结果是把一段字节流转换成Class结构并写方法区，实际写方法区具体是发生在加载、链接、初始化的哪个环节呢？

2018-07-25

作者回复

在加载阶段就已经生成class结构了，所以我认为应该已经写入了方法区，只是被标记为未链接而暂不能使用。

2018-07-25



Geek_ecc6af

👍 3

老师，你说可以通过不同的类加载器加载同一个类得到类的不同版本，我有个疑问，类是通过包名加类名来使用的，那怎么样区分不同的类加载器加载的类呢？

2018-07-25

作者回复

你指的是在写代码的时候如何区分对吧？我认为没法区分。如果你有一个类的两个不同版本，而且它们不兼容，那么编译时指向哪个，就按哪个来编译。也就是说，如果要同时使用两个版本，那么你需要分开编译。

2018-07-25



scutware

👍 2

您在评论回复说.class在加载后已经写入方法区（元空间），但是我理解在方法区里类代码的方法调用应该是实际的调用地址吧？而取得实际调用地址不是在链接阶段吗？这里不太理解，求解答~

2018-07-26

作者回复

链接时取得的不是被加载类的地址，而且被加载类所调用的其它方法的地址

2018-07-27



Geek_dde3ac

👍 2

请问有什么办法或者工具可以看到类加载的这些过程呢？

2018-07-25



志远

👍 2

请问，关于双亲委派类加载器的情况，与周志明的深入理解java虚拟机矛盾啊，到底听哪个呢？周志明书籍中lib/ext是由扩展类加载器加载，你这里是启动类加载器加载，到底哪个是正确的呢？

2018-07-25

作者回复

lib/ext是由扩展类加载器加载的，我文中应该也是这样讲的。

2018-07-25



funnyx

👍 2

有两个问题想问一下老师，在类加载的过程中，有一个委派模式，这里严格来说应该不是使用的继承方式，应该是组合。另一个就是类中的静态字段，如果没有被jvm标记为常量，那么这部分内存是如何分配的？

2018-07-25

作者回复

前面那个问题，你说的没错。这么说的原因是它委派的那个对象名字叫parent。可能翻译为双亲比较不容易混淆。

后面那个问题，JVM都会分配内存的，只是初始化的过程不一样，一个是JVM直接赋值，一个是在clinit方法中赋值

2018-07-25



Eric

👍 1

关于新建数组是否会链接，第二个实践生成一个不能通过链接的验证阶段的类，但是我不明白怎么确定它是在new LazyHolder[2]时验证还是在return LazyHolder.INSTANCE时验证的？运行了指令后得到：

Error: A JNI error has occurred, please check your installation and try again

Exception in thread "main" java.lang.VerifyError: Operand stack overflow

Exception Details:

Location:

Singleton.<init>()V @0: aload_0

可不可以这样理解：新建数组new LazyHolder[2]不需要初始化，只有return LazyHolder.INSTANCE才会导致初始化。而验证不通过的地方为初始化部分，所以，可以认为新建数组不会链接元素类LazyHolder；在getInstance(false)时才真正链接和初始化。

2018-09-24



一个坏人

👍 1

老师好，请教一个问题。"在加载阶段就已经生成class结构了，所以我认为应该已经写入了方法区，只是被标记为未链接而暂不能使用。" 如果验证失败怎么办？

2018-08-09

作者回复

验证失败虚拟机会报错退出。

2018-08-10



沉淀的梦想

👍 1

触发类初始化条件的第八条（“当初次调用MethodHandle”实例时），这里的MethodHandle是什么意思呢？

2018-07-27

作者回复

是Java8引入的一个新概念，相当于方法指针，后面我会有一篇专门解释

2018-07-27



hero

👍 1

你该加油了，期待接下来精彩.....

2018-07-26



L.B.Q.Y

👍 1

如果class结构是加载阶段写入方法区的，那么如果后面的链接阶段验证失败的话，还需要把已经写入方法区的class擦除是吗

2018-07-25



熊猫酒仙

👍 1

有几个疑问，请老师指点迷津。

1.扩展类加载器的父类，是启动类加载器，而后者是C++实现的，java继承C++的类？不大能理解。

2.虚方法的概念在C++中有了解过，java中的虚方法该如何定义呢？以前没接触过java虚方法的概念

3.我以前的理解是，有一个零值(0/null)初始化，针对于类的静态成员变量，如果是final修饰的静态成员变量，也就是常量，是初始化为代码中指定的值比如10。非final修饰的静态成员变量，在clint执行过程中赋值为代码中指定的值，请问老师是这样的吗？

2018-07-25

作者回复

1. 可能我翻译得有点瑕疵，导致了你的误解。这里我指的是扩展器类的 父-类加载器，而不是父类-(加载器)。

2. Java中所有的非私有实例方法，都算是虚方法。调用这些方法的指令，也区分直接调用和虚调用。下一篇我会讲到。

3. 赞一个。被final修饰的静态成员变量，如果不是基本类型或者字符串，也会放在clinit 来做。

2018-07-25



L.B.Q.Y

👍 1

应该是链接阶段是吗？

2018-07-25



郑杰

👍 1

“除此之外的直接赋值操作，以及所有静态代码块中的代码，则会被 Java 编译器置于同一方法中，并把它命名为” 这一句是不是没写完啊，应该加上 cinit方法吧

2018-07-25

作者回复

把它命名为 小于号clinit大于号。

应该是显示问题，猜测某些浏览器给识别成标签了。

2018-07-25



左岸 开

👍 1

“除此之外的直接赋值操作，以及所有静态代码块中的代码，则会被 Java 编译器置于同一方法中，并把它命名为”。请问一下这里是命名是什么？

2018-07-25

作者回复

小于号 clinit 大于号

我手机上看没问题，会不会哪个浏览器给识别成标签了？

2018-07-25



以我之姓贯你之名

👍 1

延迟初始化单例那个是因为LazyHolder是静态私有内部类的关系吗 如果我把LazyHolder作为一个public class是不是就不一样了

2018-07-25

作者回复

还是一样的。你可以改下课后实践的代码，自己试一试。

2018-07-25



陈树义

👍 1

新建数组不会导致初始化，但是否会链接不清楚。不知道有什么方式可以验证？

2018-07-25

作者回复

第二个实践有介绍验证的方法。简单的说就是通过生成一个不能通过链接的验证阶段的类。

2018-07-25



悠哉小二儿

👍 0

这里没有聊线程上下文加载器和osgi。

2018-10-18



小白粥粥

👍 0

看不懂啊，半道出家太难，像天书一样，我还得多读几遍理解理解

2018-10-11



赵纬龙

👍 0

老师，工作当中经常遇到编译没有问题，但是在部署的时候出现class not found的报错，不需要重新编译，只要重新部署就不报会报错且可以正常启动了，这种情况是什么原因呢，有没有可能是类加载器的问题呢？

2018-10-07



广兴

👍 0

老师您好，关于类在什么时候加载还是没搞清楚，请问是由应用类加载器一下子加载classpath下的所有类吗？还是有什么规则呢

2018-10-04



动稽不纯

👍 0

数组类是啥 list？

2018-10-03



wessonwang

👍 0

郑老师，有个问题不解，为什么验证在加载之前？如果验证不合法，加载这一步不是白做了嘛？

2018-10-02



郁柏

👍 0

不同类加载器加载的类，不影响它们之前互相调用吧？ 同一类存在不同的版本，这个有啥实际应用？

2018-09-30



培

👍 0

感觉好深奥呀.....是我的水平太低了吗😭

2018-09-27



杨春鹏

👍 0

类的加载过程中的 “初始化” 为类的静态变量赋值，那么没有被static修饰的字段，有没有被赋值呢。

比如：

```
public Test{  
    public String name;  
    public void fun(){  
        System.out.println(name);  
    }  
}
```

依然可以输出null;那么这个name是在哪个阶段赋值的

2018-09-19



遥远的旅程

👍 0

请问new指令执行的时候，是根据class对象来创建对象开辟内存和吗

2018-09-18



Gao

👍 0

有个问题，常量不是在准备阶段就直接赋值的吗？

2018-09-17



hailowell

👍 0

老师 您讲的延迟单例那里

如果先通过反射触发初始化，再触发LazyHolder的初始化 会不会导致LazyHolder的父类初始化两次？

2018-09-13



darling

👍 0

new LazyHolder[2] 是什么意思啊???没这么用过

2018-09-11

| 作者回复

新建长度为2的数组

2018-09-11



bhfjf

👍 0

老师你好，我有个问题，既然初始化是线程安全的，那为什么我当时学的时候老师要让我们这么写单例模式来保证安全呢？这样再加锁是不是就多余了呀？

```
public class Single{  
    private Single(){  
    private Single single;  
    public static Single getInstance(){  
        if(single==null){  
            synchronized(Single.class){  
                if(single==null){  
                    single = new Single();  
                }  
            }  
        }  
        return single;  
    }  
}
```

2018-08-28

| 作者回复

之所以用初始化，就是为了解决你列出来的这段代码的潜在问题。你可以搜一下double checked locking的wiki

2018-08-28



Leon Wong

👍 0

老师你好，有个问题特来请教，《深入理解Java虚拟机》一书中提到ConstantValue是在准备阶段赋值（不仅仅是初始化为0值），而您这边说ConstantValue是在类加载的最后一步即初始化阶段中赋值，请问哪一个说法是正确的呢？

2018-08-25

| 作者回复

这一篇的留言中我已经回答过一样的问题了。我是按照最新版的Java虚拟机规范来写的。不过从实现的角度来看，我觉得都可以。

2018-08-27



阿杜

👍 0

您好，文中提到类初始化是线程安全的，请问虚拟机是如何实现这点的呢

2018-08-25

| 作者回复

通过加锁实现的。所以稍有不慎这一部分很容易造成死锁。

2018-08-27



dingwood

👍 0

java -cp /path/to/asmttools.jar org.openjdk.asmttools.jdis.Main Foo.class > Foo.jasm.1，
执行这句报错：java.lang.UnsupportedClassVersionError: org/openjdk/asmttools/jdis/Main
: Unsupported major.minor version 52.0。。支持什么版本的jdk啊。

2018-08-22

| 作者回复

Java 8

2018-08-24



猿工匠

👍 0

学习了，由浅入深

2018-08-16



一个坏人

👍 0

老师好，请假一个问题。“Java 虚拟机规范并没有要求在链接过程中完成解析。它仅规定了：如果某些字节码使用了符号引用，那么在执行这些字节码之前，需要完成对这些符号引用的解析。”这个解析符合引用的具体过程是？当前阶段还是没法知道方法具体的信息，感觉还是只能是符号引用？谢谢老师。

2018-08-09



王刚

👍 0

你好，老师，我想问一个问题～类加载的过程可以总结为：

- 1、加载class字节码文件到虚拟机中
- 2、验证
- 3、准备
- 4、解析
- 5、初始化

我想问的是在加载class文件时，在没有到达虚拟机方法区中时，是不是已经完成了验证？只有验证通过的class字节码文件才会加载到方法区中？

2018-08-04



I

👍 0

最近碰到一个问题，想请教下作者

tomcat是自定义类加载器加载应用类的，我用的是8.5版本，但是使用并行流的时候，获取并行流中的类加载器返回的是null，这个是因为什么啊

2018-08-03



Geek_135148

👍 0

老师 你好，你说的这些是一个类的加载流程，那什么样的类会经过这套流程呢？什么样的类会被加载呢？

2018-07-31



张大彪

👍 0

对于字节码不了解，不知道改字节码到底改了啥。只要只改字节码后面的东西都不知道怎么回事了。

2018-07-31



Mk

👍 0

类加载时候加锁 如果在里面进行多线程回出现死锁 请老师具体讲解下。

2018-07-31



倪有才

👍 0

这些内容确实没有离开深入了解jvm那本书的内容，希望老师能够加深讲解

2018-07-31



wenxueliu

👍 0

mover说了我想说的话

2018-07-30



silver-lrs

👍 0

类加载时如果引用另外一个类，那么这个类会先加载，那么请教一下，如果循环引用呢，会发生什么事？

2018-07-28



赌神很低调

👍 0

老师说了初始化发生的时间，请问老师类加载和链接是在什么时候发生的

2018-07-28



、

👍 0

操作字节码文件还挺有成就感 谢谢老师 虽然大部分看不懂字节码

2018-07-28



Bmo

👍 0

静态内部类(或者内部类?)在外部类初始化的时候不会被加载，然后当调用getInstance的时候，才会加载内部类，然后因为内部那个初始化是同步的，所以这个单例实现了懒加载线程安全，我这么理解有问题吗

2018-07-26



Kenneth

👍 0

老师你好，awk.....这些在哪里可以学习呢？指令看不懂怎么办，谢谢！

2018-07-26

作者回复

这一段直接文本编辑也可以，并不一定要用awk。直接man awk应该有用法的。

2018-07-27



WolvesLeader

👍 0

想问哈，类的class文件中的所有内容全部会被加载到方法区中，还是class中的方法被加载到方法区

2018-07-26



凡旅

👍 0

老师，关于类初始化和类实例化有哪些区别呢？

2018-07-25



追梦

👍 0

期待老师讲解，加载的字节码最终都被转换为了那些内容，都放到了哪里，执行时候如何进行链接的，如何去查找到的引用对象的

2018-07-25



ajianzheng

👍 0

老师，我现在遇到一个问题，在调用jni接口时第一次是正常的，但是后续偶现找不到jni接口，请问这个问题该怎么排查？

2018-07-25



观海雲遠

👍 0

在 Java 虚拟机中，类的唯一性是由类加载器实例以及类的全名一同确定的。即便是同一串字节流，经由不同的类加载器加载，也会得到两个不同的类。在大型应用中，我们往往借助这一特性，来运行同一个类的不同版本。

按照双亲委派模式 一个类怎么会被不同的加载器加载呢

2018-07-25



Thomas

👍 0

子类继承父类重写是怎么实现的我挺好奇的老师其他看明白了

2018-07-25



Thomas

👍 0



子类继承父类重写是怎么实现的我挺好奇的老师其他看明白了

2018-07-25



我期待的@AR

0

老师，根据《深入理解Java虚拟机》一书的描述，被static final修饰的常量字段的赋值行为应该发生在"准备"阶段，但文中说是在初始化阶段赋值，与我理解的有出入，麻烦老师解答下

2018-07-25

作者回复

我参照的是Java 10虚拟机规范5.5讲初始化的那一小节，按道理虚拟机实现都应该遵守这个的。有可能是规范变动了？

从工程实现上讲，在准备阶段赋值常量字段和在初始化阶段赋值没有太大影响。

2018-07-25



NEO

0

老师

疑问1.大型应用中利用 不同的类加载器加载的类不同 的特性，可否具体举例是如何应用？在什么场景下应用

疑问2.双亲委派交给父类先查找 但是父类具体是怎么查找的？用的什么算法还是什么设定找到的？

2018-07-25