

计算机字符编码

尚硅谷教学研究院

版本：V 1.0

一、有关编码的基础知识

1. 位 bit 最小的单元

字节 byte 机器语言的单位 1byte=8bits

1KB=1024byte

1MB=1024KB

1GB=1024MB

2.

二进制	binary
八进制	octal
十进制	decimal
十六进制	hex

3.

字符：是各种文字和符号的总称，包括各个国家的文字，标点符号，图形符号，数字等。

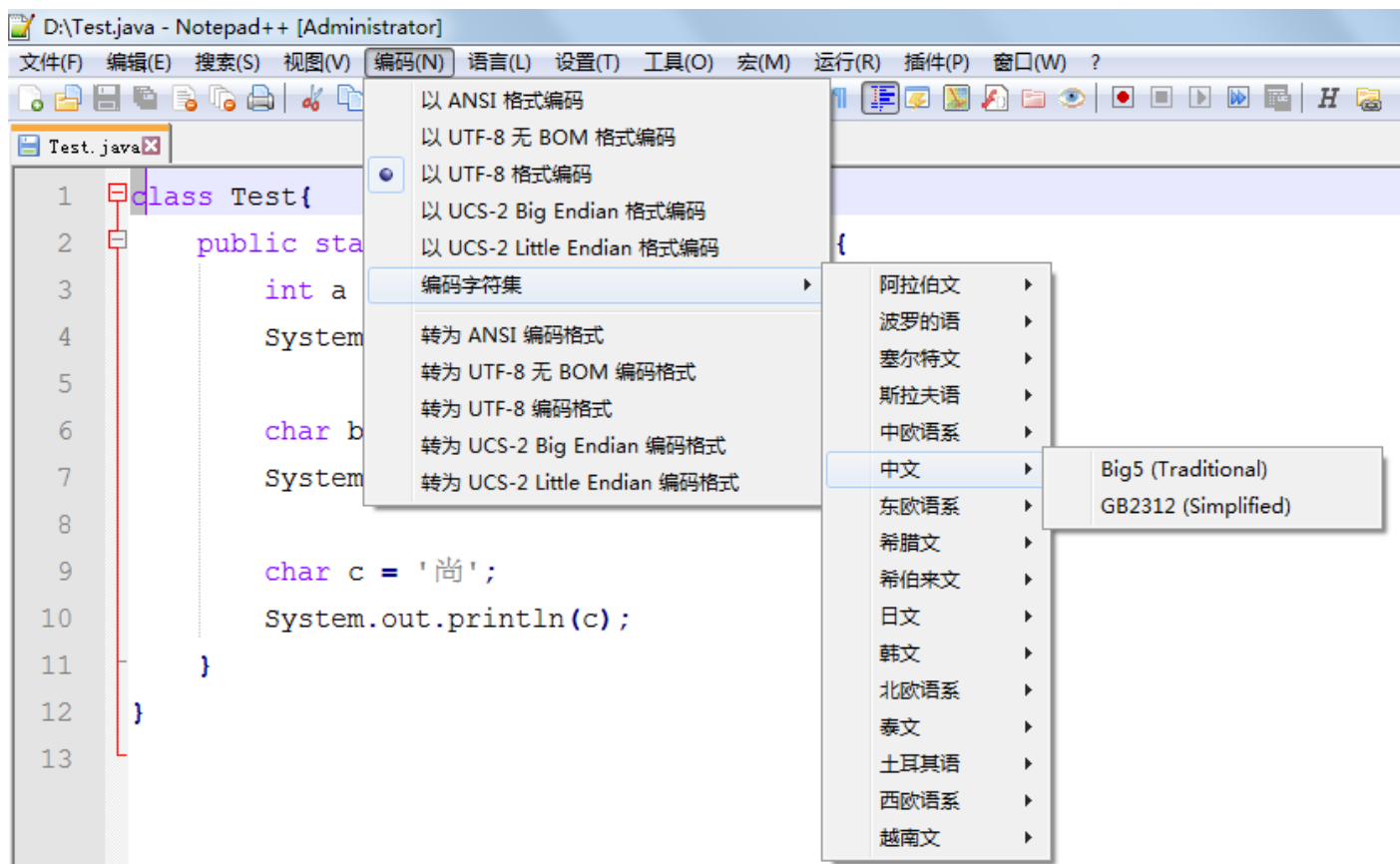
字符集：字符集是多个符号的集合，每个字符集包含的字符个数不同。

字符编码：字符集只是规定了有哪些字符，而最终决定采用哪些字符，每一个字符用多少字节表示等问题，则是由编码来决定的。计算机要准确的处理各种字符集文字，需要进行字符编码，以便计算机能够识别和存储各种文字。

二、常见字符编码的介绍

首先来看一下常用的编码有哪些，截图自 Notepad++。其中 ANSI 在中国大陆即为 GBK（以前

是 GB2312)，最常用的是 GBK 和 UTF8 无 BOM 编码格式。后面三个都是有 BOM 头的文本格式，UCS-2 即为人们常说的 Unicode 编码，又分为大端、小端。

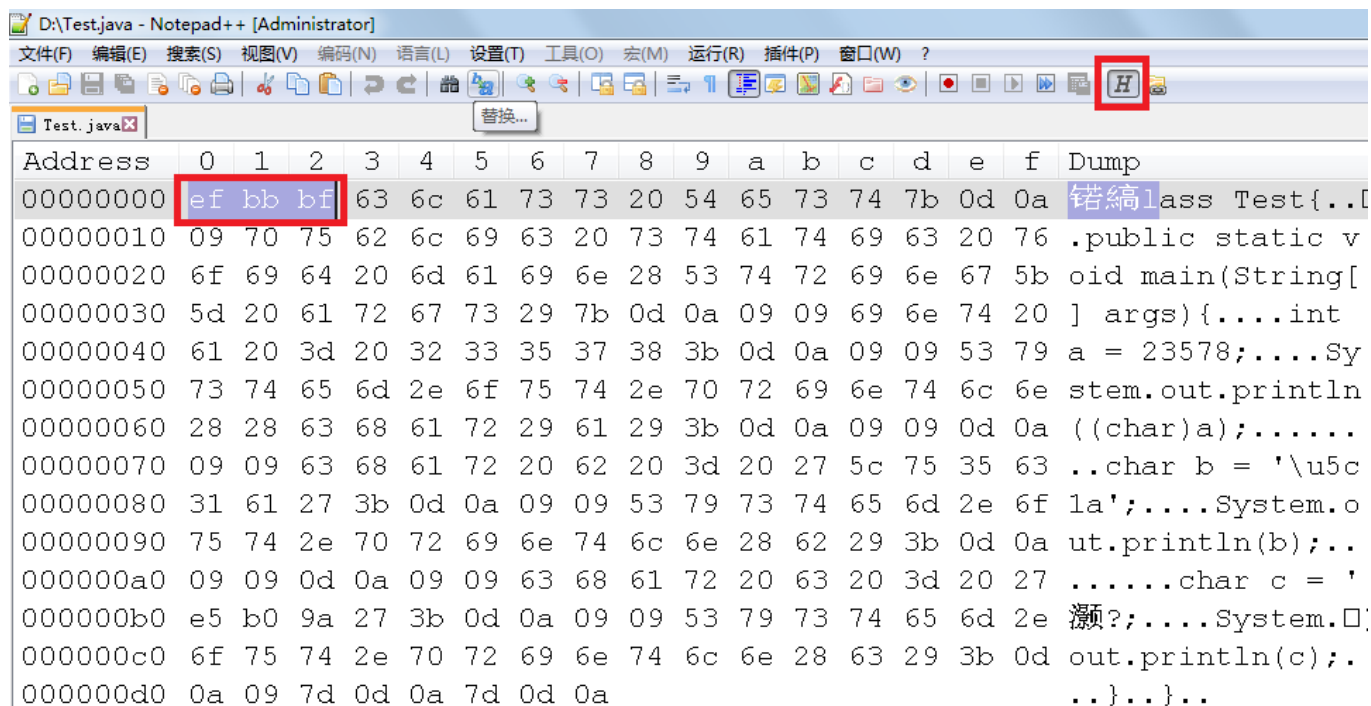


所谓 BOM 头（Byte Order Mark）就是文本文件中开始的几个并不表示任何字符的字节，用二进制编辑器（如 bz.exe）就能看到了。

UTF8 的 BOM 头为 0xEF 0xBB 0xBF

Unicode 大端模式为 0xFE 0xFF

Unicode 小端模式为 0xFF 0xFE



The image shows a Notepad++ window titled 'D:\Test.java - Notepad++ [Administrator]'. The menu bar includes '文件(F)', '编辑(E)', '搜索(S)', '视图(V)', '编码(N)', '语言(L)', '设置(T)', '工具(O)', '宏(M)', '运行(R)', '插件(P)', '窗口(W)', and '?'. The toolbar contains various icons, with a red box highlighting the 'Hex Editor' icon. The main text area shows a hex dump of a Java file. The first line of the dump is '00000000 ef bb bf 63 6c 61 73 73 20 54 65 73 74 7b 0d 0a', which corresponds to the UTF-8 encoding of the Chinese characters '锆綢' (Zào Chōu). The rest of the dump shows the beginning of a Java class named 'Test'.

说明：需要添加插件 HEX-Editor

ASCII 码

计算机一开始发明的时候是用来解决数字计算的问题，后来人们发现，计算机还可以做更多的事，例如文本处理。但由于计算机只识“数”，因此人们必须告诉计算机哪个数字来代表哪个特定字符，例如 65 代表字母 ‘A’，66 代表字母 ‘B’，以此类推。但是计算机之间字符-数字的对应关系必须得一致，否则就会造成同一段数字在不同计算机上显示出来的字符不一样。因此美国国家标准协会 ANSI 制定了一个标准，规定了常用字符的集合以及每个字符对应的编号，这就是 ASCII 字符集（Character Set），也称 ASCII 码。

那时候的字符编解码系统非常简单，就是简单的查表过程。例如将字符序列编码为二进制流写入存储设备，只需要在 ASCII 字符集中依次找到字符对应的字节，然后直接将该字节写入存储设备即可。解码二进制流的过程也是类似。

其中：

- 0~31 及 127(共 33 个)是控制字符或通信专用字符（其余为可显示字符），如控制符：LF（换行）、CR（回车）、FF（换页）、DEL（删除）、BS（退格）

- 32~126(共 95 个)是字符(32 是空格), 其中 48~57 为 0 到 9 十个阿拉伯数字。
- 65~90 为 26 个大写英文字母, 97~122 号为 26 个小写英文字母, 其余为一些标点符号、运算符号等。
- 后 128 个称为扩展 ASCII 码。许多基于 x86 的系统都支持使用扩展(或“高”)ASCII。扩展 ASCII 码允许将每个字符的第 8 位用于确定附加的 128 个特殊符号字符、外来语字母和图形符号。

OEM 字符集的衍生

当计算机开始发展起来的时候, 人们逐渐发现, ASCII 字符集里那可怜的 128 个字符已经不能再满足他们的需求了。人们就在想, 一个字节能够表示的数字(编号)有 256 个, 而 ASCII 字符只用到了 0x00~0x7F, 也就是占用了前 128 个, 后面 128 个数字不用白不用, 因此很多人打起了后面这 128 个数字的主意。可是问题在于, 很多人同时有这样的想法, 但是大家对于 0x80-0xFF 这后面的 128 个数字分别对应什么样的字符, 却有各自的想法。这就导致了当时销往世界各地的机器上出现了大量各式各样的 OEM 字符集。

大家对于 0x00~0x7F 这个范围的解释基本是相同的, 而对于后半部分 0x80~0xFF 的解释却不一定相同。甚至有时候同样的字符在不同 OEM 字符集中对应的字节也是不同的。

不同的 OEM 字符集导致人们无法跨机器交流各种文档。例如职员甲发了一封简历 *résumés* 给职员乙, 结果职员乙看到的却是 *r?sum?s*, 因为 *é* 字符在职员甲机器上的 OEM 字符集中对应的字节是 0x82, 而在职员乙的机器上, 由于使用的 OEM 字符集不同, 对 0x82 字节解码后得到的字符却是 ?。

多字节字符集 (MBCS) 和中文字符集

上面我们提到的字符集都是基于单字节编码, 也就是说, 一个字节翻译成一个字符。这对于拉丁语系国家来说可能没有什么问题, 因为他们通过扩展第 8 个比特, 就可以得到 256 个字符了,

足够用了。但是对于亚洲国家来说，256 个字符是远远不够用的。因此这些国家的人为了用上电脑，又要保持和 ASCII 字符集的兼容，就发明了多字节编码方式，相应的字符集就称为多字节字符集（Multi-Bytes Character Set）。例如中国使用的就是双字节字符集编码。

例如目前最常用的中文字符集 GB2312，涵盖了所有简体字符以及一部分其他字符；GBK（K 代表扩展的意思）则在 GB2312 的基础上加入了对繁体字符等其他非简体字符。这两个字符集的字符都是使用 1-2 个字节来表示。Windows 系统采用 936 代码页来实现对 GBK 字符集的编解码。在解析字节流的时候，如果遇到字节的最高位是 0 的话，那么就使用 936 代码页中的第 1 张码表进行解码，这就和单字节字符集的编解码方式一致了。如果遇到字节的最高位是 1 的话，那么就表示需要两个字节值才能对应一个字符。

假如你使用 GB2312 写了这么一句话：

我叫 ABC

它的二进制编码是这样的：

11001110 11010010 10111101 11010000 01000001 01000002 01000003

全角？

全角是一种电脑字符，且每个全角字符占用两个标准字符（或半角字符）位置。通常的英文字母、数字键、符号键都是半角的，半角的显示内码都是一个字节。为了排列整齐，英文和其它拉丁文的字符和标点也提供了全角格式。在中文输入法中，切换全角和半角格式的快捷键为 SHIFT+空格。

ANSI 标准、国家标准、ISO 标准

不同 ASCII 衍生字符集的出现，让文档交流变得非常困难，因此各种组织都陆续进行了标准化流程。例如美国 ANSI 组织制定了 ANSI 标准字符编码（注意，我们现在通常说到 ANSI 编码，通常指的是平台的默认编码，例如英文操作系统中是 ISO-8859-1，中文系统是 GBK），ISO 组织制定的各种 ISO 标准字符编码，还有各国也会制定一些国家标准字符集，例如中国的 GBK，GB2312 和 GB18030。

操作系统在发布的时候，通常会往机器里预装这些标准的字符集还有平台专用的字符集，这样

只要你的文档是使用标准字符集编写的，通用性就比较高了。例如你用 GB2312 字符集编写的文档，在中国大陆内的任何机器上都能正确显示。同时，我们也可以在一台机器上阅读多个国家不同语言的文档了，前提是本机必须安装该文档使用的字符集。

Unicode 的出现

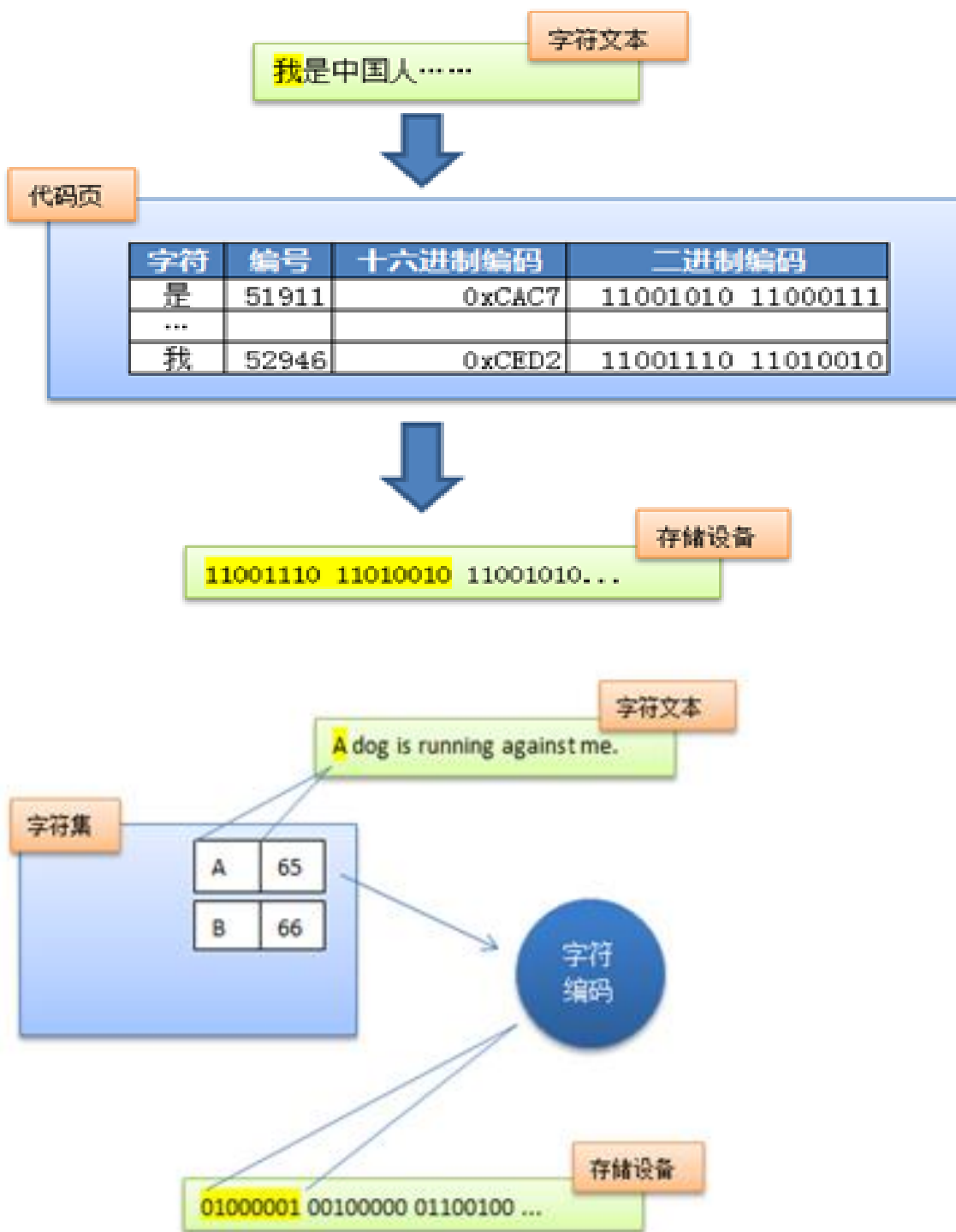
虽然通过使用不同字符集，我们可以在一台机器上查阅不同语言的文档，但是我们仍然**无法解决一个问题：如果一份文档中含有不同国家的不同语言的字符，那么无法在一份文档中显示所有字符**。为了解决这个问题，我们需要一个全人类达成共识的巨大的字符集，这就是 Unicode 字符集。

Unicode 字符集涵盖了目前人类使用的所有字符，并为每个字符进行统一编号，分配唯一的字符码 (Code Point)。Unicode 字符集将所有字符按照使用上的频繁度划分为 17 个层面 (Plane)，每个层面上有 $2^{16}=65536$ 个字符码空间。

其中第 0 个层面 BMP，基本涵盖了当今世界用到的所有字符。其他的层面要么是用来表示一些远古时期的文字，要么是留作扩展。我们平常用到的 Unicode 字符，一般都是位于 BMP 层面上的。目前 Unicode 字符集中尚有大量字符空间未使用。

编码系统的变化

在 Unicode 出现之前，所有的字符集都是和具体编码方案绑定在一起的(即字符集~编码方式)，都是直接将字符和最终字节流绑定死了，例如 ASCII 编码系统规定使用 7 比特来编码 ASCII 字符集；GB2312 以及 GBK 字符集，限定了使用**最多 2 个字节**来编码所有字符，并且规定了字节序。这样的编码系统通常用简单的查表，也就是通过代码页就可以直接将字符映射为存储设备上的字节流了。例如下面这个例子：



Unicode 同样也不完美，这里就有三个问题，一个是，我们已经知道，英文字母只用一个字节表示就够了，第二个问题是如何才能区别 Unicode 和 ASCII？计算机怎么知道两个字节表示一个符号，而不是分别表示两个符号呢？第三个，如果和 GBK 等双字节编码方式一样，用最高

位是 1 或 0 表示两个字节和一个字节，就少了很多值无法用于表示字符，不够表示所有字符。Unicode 在很长一段时间内无法推广，直到互联网的出现，为解决 Unicode 如何在网络上传输的问题，于是面向传输的众多 UTF（UCS Transfer Format）标准出现了，顾名思义，UTF-8 就是每次 8 个位传输数据，而 UTF-16 就是每次 16 个位。UTF-8 就是在互联网上使用最广的一种 Unicode 的实现方式，这是为传输而设计的编码，并使编码无国界，这样就可以显示全世界上所有文化的字符了。

UTF-8 最大的一个特点，就是它是一种变长的编码方式。它可以使用 1~4 个字节表示一个符号。从 unicode 到 utf-8 并不是直接的对应，而是要过一些算法和规则来转换（即 Unicode 字符集 ≠ UTF-8 编码方式）。

Unicode 符号范围 (十六进制)	UTF-8 编码方式 (二进制)
------------------------	---------------------

0000 0000-0000 007F	0xxxxxxx (兼容原来的 ASCII)
0000 0080-0000 07FF	110xxxxx 10xxxxxx
0000 0800-0000 FFFF	1110xxxx 10xxxxxx 10xxxxxx
0001 0000-0010 FFFF	11110xxx 10xxxxxx 10xxxxxx 10xxxxxx

尚

Unicode 编码值：23578 十六进制 5C1A 二进制 0101 1100 0001 1010

1110xxxx 10xx xxxx 10xx xxxx
1110 0101 1011 0000 1001 1010

UTF-8 编码： 1110 0101 1011 0000 1001 1010 e5 b0 9a [-27, -80, -102]

因此，Unicode 只是定义了一个庞大的、全球通用的字符集，并为每个字符规定了唯一确定的编号，具体存储成什么样的字节流，取决于字符编码方案。推荐的 Unicode 编码是 UTF-16 和 UTF-8。

早期字符编码、字符集和代码页等概念都是表达同一个意思。例如 GB2312 字符集、GB2312

编码，936 代码页，实际上说的是同个东西。

但是对于 Unicode 则不同，Unicode 字符集只是定义了字符的集合和唯一编号，Unicode 编码，则是对 UTF-8、UCS-2/UTF-16 等具体编码方案的统称而已，并不是具体的编码方案。所以当需要用到字符编码的时候，你可以写 `gb2312`，`codepage936`，`utf-8`，`utf-16`，但请不要写 `Unicode`。

造成乱码的原因就是因为使用了错误的字符编码去解码字节流，因此当我们在思考任何跟文本显示有关的问题时，请时刻保持清醒：当前使用的字符编码是什么。只有这样，我们才能正确分析和处理乱码问题。

常见 CharSet 有：GBK、GB2312、US-ASCII、ISO-8859-1、UTF-8、UTF-16BE、UTF-16LE、UTF-16

