

# ECMAScript 6 入门

作者：阮一峰

授权：署名-非商用许可证

🔍

## 目录

- 0.前言
- 1.ECMAScript 6简介
- 2.let 和 const 命令
- 3.变量的解构赋值
- 4.字符串的扩展
- 5.正则的扩展
- 6.数值的扩展
- 7.函数的扩展
- 8.数组的扩展
- 9.对象的扩展
- 10.Symbol
- 11.Set 和 Map 数据结构
- 12.Proxy
- 13.Reflect
- 14.Promise 对象
- 15.Iterator 和 for...of 循环
- 16.Generator 函数的语法
- 17.Generator 函数的异步应用
- 18.async 函数
- 19.Class 的基本语法
- 20.Class 的继承
- 21.Decorator
- 22.Module 的语法
- 23.Module 的加载实现
- 24.编程风格
- 25.读懂规格
- 26.ArrayBuffer
- 27.参考链接

## 其他

- 源码
- 修订历史
- 反馈意见

# let 和 const 命令

- 1.let 命令
- 2.块级作用域
- 3.const 命令
- 4.顶层对象的属性
- 5.global 对象

## 1. let 命令

## 基本用法

ES6 新增了 `let` 命令，用来声明变量。它的用法类似于 `var`，但是所声明的变量，只在 `let` 命令所在的代码块内有效。

```
{
  let a = 10;
  var b = 1;
}

a // ReferenceError: a is not defined.
b // 1
```

上面代码在代码块之中，分别用 `let` 和 `var` 声明了两个变量。然后在代码块之外调用这两个变量，结果 `let` 声明的变量报错，`var` 声明的变量返回了正确的值。这表明，`let` 声明的变量只在它所在的代码块有效。

`for` 循环的计数器，就很合适使用 `let` 命令。

```
for (let i = 0; i < 10; i++) {
  // ...
}

console.log(i);
// ReferenceError: i is not defined
```

上面代码中，计数器 `i` 只在 `for` 循环体内有效，在循环体外引用就会报错。

下面的代码如果使用 `var`，最后输出的是 10。

```
var a = [];
for (var i = 0; i < 10; i++) {
  a[i] = function () {
    console.log(i);
  };
}
a[6](); // 10
```

上面代码中，变量 `i` 是 `var` 命令声明的，在全局范围内都有效，所以全局只有一个变量 `i`。每一次循环，变量 `i` 的值都会发生改变，而循环内被赋给数组 `a` 的函数内部的 `console.log(i)`，里面的 `i` 指向的就是全局的 `i`。也就是说，所有数组 `a` 的成员里面的 `i`，指向的都是同一个 `i`，导致运行时输出的是最后一轮的 `i` 的值，也就是 10。

如果使用 `let`，声明的变量仅在块级作用域内有效，最后输出的是 6。

```
var a = [];
for (let i = 0; i < 10; i++) {
  a[i] = function () {
    console.log(i);
  };
}
a[6](); // 6
```

上面代码中，变量 `i` 是 `let` 声明的，当前的 `i` 只在本轮循环有效，所以每一次循环的 `i` 其实都是一个新的变量，所以最后输出的是 6。你可能会问，如果每一轮循环的变量 `i` 都是重新声明的，那它怎么知道上一轮循环的值，从而计算出本轮循环的值？这是因为 JavaScript 引擎内部会记住上一轮循环的值，初始化本轮的变量 `i` 时，就在上一轮循环的基础上进行计算。

另外，`for` 循环还有一个特别之处，就是设置循环变量的那部分是一个父作用域，而循环体内部是一个单独的子作用域。

```
for (let i = 0; i < 3; i++) {
  let i = 'abc';
  console.log(i);
}
// abc
// abc
// abc
```

上面代码正确运行，输出了3次 `abc`。这表明函数内部的变量 `i` 与循环变量 `i` 不在同一个作用域，有各自单独的作用域。

---

## 不存在变量提升

`var` 命令会发生“变量提升”现象，即变量可以在声明之前使用，值为 `undefined`。这种现象多多少少是有些奇怪的，按照一般的逻辑，变量应该在声明语句之后才可以使用。

为了纠正这种现象，`let` 命令改变了语法行为，它所声明的变量一定要在声明后使用，否则报错。

```
// var 的情况
console.log(foo); // 输出undefined
var foo = 2;

// let 的情况
console.log(bar); // 报错ReferenceError
let bar = 2;
```

上面代码中，变量 `foo` 用 `var` 命令声明，会发生变量提升，即脚本开始运行时，变量 `foo` 已经存在了，但是没有值，所以会输出 `undefined`。变量 `bar` 用 `let` 命令声明，不会发生变量提升。这表示在声明它之前，变量 `bar` 是不存在的，这时如果用到它，就会抛出一个错误。

---

## 暂时性死区

只要块级作用域内存在 `let` 命令，它所声明的变量就“绑定”（binding）这个区域，不再受外部的影响。

```
var tmp = 123;

if (true) {
  tmp = 'abc'; // ReferenceError
  let tmp;
}
```

上面代码中，存在全局变量 `tmp`，但是块级作用域内 `let` 又声明了一个局部变量 `tmp`，导致后者绑定这个块级作用域，所以在 `let` 声明变量前，对 `tmp` 赋值会报错。

ES6明确规定，如果区块中存在 `let` 和 `const` 命令，这个区块对这些命令声明的变量，从一开始就形成了封闭作用域。凡是在声明之前就使用这些变量，就会报错。

总之，在代码块内，使用 `let` 命令声明变量之前，该变量都是不可用的。这在语法上，称为“暂时性死区”（temporal dead zone，简称 TDZ）。

```
if (true) {
  // TDZ开始
  tmp = 'abc'; // ReferenceError
  console.log(tmp); // ReferenceError

  let tmp; // TDZ结束
  console.log(tmp); // undefined

  tmp = 123;
  console.log(tmp); // 123
}
```

上面代码中，在 `let` 命令声明变量 `tmp` 之前，都属于变量 `tmp` 的“死区”。

“暂时性死区”也意味着 `typeof` 不再是一个百分之百安全的操作。

```
typeof x; // ReferenceError
let x;
```

上面代码中，变量 `x` 使用 `let` 命令声明，所以在声明之前，都属于 `x` 的“死区”，只要用到该变量就会报错。因此，`typeof` 运行时就会抛出一个 `ReferenceError`。

作为比较，如果一个变量根本没有被声明，使用 `typeof` 反而不会报错。

```
typeof undeclared_variable // "undefined"
```

上面代码中，`undeclared_variable` 是一个不存在的变量名，结果返回“undefined”。所以，在没有 `let` 之前，`typeof` 运算符是百分之百安全的，永远不会报错。现在这一点不成立了。这样的设计是为了让大家养成良好的编程习惯，变量一定要在声明之后使用，否则就报错。

有些“死区”比较隐蔽，不太容易发现。

```
function bar(x = y, y = 2) {  
  return [x, y];  
}  
  
bar(); // 报错
```

上面代码中，调用 `bar` 函数之所以报错（某些实现可能不报错），是因为参数 `x` 默认值等于另一个参数 `y`，而此时 `y` 还没有声明，属于“死区”。如果 `y` 的默认值是 `x`，就不会报错，因为此时 `x` 已经声明了。

```
function bar(x = 2, y = x) {  
  return [x, y];  
}  
  
bar(); // [2, 2]
```

另外，下面的代码也会报错，与 `var` 的行为不同。

```
// 不报错  
var x = x;  
  
// 报错  
let x = x;  
// ReferenceError: x is not defined
```

上面代码报错，也是因为暂时性死区。使用 `let` 声明变量时，只要变量在还没有声明完成前使用，就会报错。上面这行就属于这个情况，在变量 `x` 的声明语句还没有执行完成前，就去取 `x` 的值，导致报错“x 未定义”。

ES6 规定暂时性死区和 `let`、`const` 语句不出现变量提升，主要是为了减少运行时错误，防止在变量声明前就使用这个变量，从而导致意料之外的行为。这样的错误在 ES5 是很常见的，现在有了这种规定，避免此类错误就很容易了。

总之，暂时性死区的本质就是，只要一进入当前作用域，所要使用的变量就已经存在了，但是不可获取，只有等到声明变量的那一行代码出现，才可以获取和使用该变量。

---

## 不允许重复声明

`let` 不允许在相同作用域内，重复声明同一个变量。

```
// 报错  
function func() {  
  let a = 10;  
  var a = 1;  
}  
  
// 报错  
function func() {  
  let a = 10;  
  let a = 1;  
}
```

因此，不能在函数内部重新声明参数。

```
function func(arg) {  
    let arg; // 报错  
}  
  
function func(arg) {  
    {  
        let arg; // 不报错  
    }  
}
```

---

## 2. 块级作用域

---

### 为什么需要块级作用域？

ES5 只有全局作用域和函数作用域，没有块级作用域，这带来很多不合理的场景。

第一种场景，内层变量可能会覆盖外层变量。

```
var tmp = new Date();  
  
function f() {  
    console.log(tmp);  
    if (false) {  
        var tmp = 'hello world';  
    }  
}  
  
f(); // undefined
```

上面代码的原意是，`if` 代码块的外部使用外层的 `tmp` 变量，内部使用内层的 `tmp` 变量。但是，函数 `f` 执行后，输出结果为 `undefined`，原因在于变量提升，导致内层的 `tmp` 变量覆盖了外层的 `tmp` 变量。

第二种场景，用来计数的循环变量泄露为全局变量。

```
var s = 'hello';  
  
for (var i = 0; i < s.length; i++) {  
    console.log(s[i]);  
}  
  
console.log(i); // 5
```

上面代码中，变量 `i` 只用来控制循环，但是循环结束后，它并没有消失，泄露成了全局变量。

---

## ES6 的块级作用域

`let` 实际上为 JavaScript 新增了块级作用域。

```
function f1() {  
    let n = 5;  
    if (true) {  
        let n = 10;  
    }  
    console.log(n); // 5  
}
```

上面的函数有两个代码块，都声明了变量 `n`，运行后输出5。这表示外层代码块不受内层代码块的影响。如果两次都使用 `var` 定义变量 `n`，最后输出的值才是10。

ES6 允许块级作用域的任意嵌套。

```
{{{{{let insane = 'Hello World'}}}}};
```

上面代码使用了一个五层的块级作用域。外层作用域无法读取内层作用域的变量。

```
{{{{
  {let insane = 'Hello World'}
  console.log(insane); // 报错
}}}};
```

内层作用域可以定义外层作用域的同名变量。

```
{{{{
  let insane = 'Hello World';
  {let insane = 'Hello World'}
}}}};
```

块级作用域的出现，实际上使得获得广泛应用的立即执行函数表达式（IIFE）不再必要了。

```
// IIFE 写法
(function () {
  var tmp = ...;
  ...
})();
```

```
// 块级作用域写法
{
  let tmp = ...;
  ...
}
```

---

## 块级作用域与函数声明

函数能不能在块级作用域之中声明？这是一个相当令人混淆的问题。

ES5 规定，函数只能在顶层作用域和函数作用域之中声明，不能在块级作用域声明。

```
// 情况一
if (true) {
  function f() {}
}

// 情况二
try {
  function f() {}
} catch (e) {
  // ...
}
```

上面两种函数声明，根据 ES5 的规定都是非法的。

但是，浏览器没有遵守这个规定，为了兼容以前的旧代码，还是支持在块级作用域之中声明函数，因此上面两种情况实际都能运行，不会报错。

ES6 引入了块级作用域，明确允许在块级作用域之中声明函数。ES6 规定，块级作用域之中，函数声明语句的行为类似于 `let`，在块级作用域之外不可引用。

```
function f() { console.log('I am outside!'); }
```

```

(function () {
  if (false) {
    // 重复声明一次函数f
    function f() { console.log('I am inside!'); }
  }

  f();
})();

```

上面代码在 ES5 中运行，会得到“I am inside!”，因为在 `if` 内声明的函数 `f` 会被提升到函数头部，实际运行的代码如下。

```

// ES5 环境
function f() { console.log('I am outside!'); }

(function () {
  function f() { console.log('I am inside!'); }
  if (false) {
  }
  f();
})();

```

ES6 就完全不一样了，理论上会得到“I am outside!”。因为块级作用域内声明的函数类似于 `let`，对作用域之外没有影响。但是，如果你真的在 ES6 浏览器中运行一下上面的代码，是会报错的，这是为什么呢？

原来，如果改变了块级作用域内声明的函数的处理规则，显然会对老代码产生很大影响。为了减轻因此产生的不兼容问题，ES6在附录B里面规定，浏览器的实现可以不遵守上面的规定，有自己的行为方式。

- 允许在块级作用域内声明函数。
- 函数声明类似于 `var`，即会提升到全局作用域或函数作用域的头部。
- 同时，函数声明还会提升到所在的块级作用域的头部。

注意，上面三条规则只对 ES6 的浏览器实现有效，其他环境的实现不用遵守，还是将块级作用域的函数声明当作 `let` 处理。

根据这三条规则，在浏览器的 ES6 环境中，块级作用域内声明的函数，行为类似于 `var` 声明的变量。

```

// 浏览器的 ES6 环境
function f() { console.log('I am outside!'); }

(function () {
  if (false) {
    // 重复声明一次函数f
    function f() { console.log('I am inside!'); }
  }

  f();
})();
// Uncaught TypeError: f is not a function

```

上面的代码在符合 ES6 的浏览器中，都会报错，因为实际运行的是下面的代码。

```

// 浏览器的 ES6 环境
function f() { console.log('I am outside!'); }

(function () {
  var f = undefined;
  if (false) {
    function f() { console.log('I am inside!'); }
  }

  f();
})();
// Uncaught TypeError: f is not a function

```

考虑到环境导致的行为差异太大，应该避免在块级作用域内声明函数。如果确实需要，也应该写成函数表达式，而不是函数声明语句。

```

// 函数声明语句
{

```

```
let a = 'secret';
function f() {
  return a;
}

// 函数表达式
{
  let a = 'secret';
  let f = function () {
    return a;
  };
}
```

另外，还有一个需要注意的地方。ES6 的块级作用域允许声明函数的规则，只在使用大括号的情况下成立，如果没有使用大括号，就会报错。

```
// 不报错
'use strict';
if (true) {
  function f() {}
}

// 报错
'use strict';
if (true)
  function f() {}
```

---

## do 表达式

本质上，块级作用域是一个语句，将多个操作封装在一起，没有返回值。

```
{
  let t = f();
  t = t * t + 1;
}
```

上面代码中，块级作用域将两个语句封装在一起。但是，在块级作用域以外，没有办法得到 `t` 的值，因为块级作用域不返回值，除非 `t` 是全局变量。

现在有一个提案，使得块级作用域可以变为表达式，也就是说可以返回值，办法就是在块级作用域之前加上 `do`，使它变为 `do` 表达式。

```
let x = do {
  let t = f();
  t * t + 1;
};
```

上面代码中，变量 `x` 会得到整个块级作用域的返回值。

---

## 3. const 命令

---

### 基本用法

`const` 声明一个只读的常量。一旦声明，常量的值就不能改变。

```
const PI = 3.1415;
PI // 3.1415
```



```
PI = 3;
// TypeError: Assignment to constant variable.
```

上面代码表明改变常量的值会报错。

`const` 声明的变量不得改变值，这意味着，`const` 一旦声明变量，就必须立即初始化，不能留到以后赋值。

```
const foo;
// SyntaxError: Missing initializer in const declaration
```

上面代码表示，对于 `const` 来说，只声明不赋值，就会报错。

`const` 的作用域与 `let` 命令相同：只在声明所在的块级作用域内有效。

```
if (true) {
  const MAX = 5;
}

MAX // Uncaught ReferenceError: MAX is not defined
```

`const` 命令声明的常量也是不提升，同样存在暂时性死区，只能在声明的位置后面使用。

```
if (true) {
  console.log(MAX); // ReferenceError
  const MAX = 5;
}
```

上面代码在常量 `MAX` 声明之前就调用，结果报错。

`const` 声明的常量，也与 `let` 一样不可重复声明。

```
var message = "Hello!";
let age = 25;

// 以下两行都会报错
const message = "Goodbye!";
const age = 30;
```

---

## 本质

`const` 实际上保证的，并不是变量的值不得改动，而是变量指向的那个内存地址不得改动。对于简单类型的数据（数值、字符串、布尔值），值就保存在变量指向的那个内存地址，因此等同于常量。但对于复合类型的数据（主要是对象和数组），变量指向的内存地址，保存的只是一个指针，`const` 只能保证这个指针是固定的，至于它指向的数据结构是不是可变的，就完全不能控制了。因此，将一个对象声明为常量必须非常小心。

```
const foo = {};
```

// 为 foo 添加一个属性，可以成功

```
foo.prop = 123;
foo.prop // 123
```

// 将 foo 指向另一个对象，就会报错

```
foo = {}; // TypeError: "foo" is read-only
```

上面代码中，常量 `foo` 储存的是一个地址，这个地址指向一个对象。不可变的只是这个地址，即不能把 `foo` 指向另一个地址，但对象本身是可变的，所以依然可以为其添加新属性。

下面是另一个例子。

```
const a = [];
a.push('Hello'); // 可执行
```

```
a.length = 0;    // 可执行
a = ['Dave'];    // 报错
```

上面代码中，常量 `a` 是一个数组，这个数组本身是可写的，但是如果将另一个数组赋值给 `a`，就会报错。

如果真的想将对象冻结，应该使用 `Object.freeze` 方法。

```
const foo = Object.freeze({});

// 常规模式时，下面一行不起作用；
// 严格模式时，该行会报错
foo.prop = 123;
```

上面代码中，常量 `foo` 指向一个冻结的对象，所以添加新属性不起作用，严格模式时还会报错。

除了将对象本身冻结，对象的属性也应该冻结。下面是一个将对象彻底冻结的函数。

```
var constantize = (obj) => {
  Object.freeze(obj);
  Object.keys(obj).forEach( (key, i) => {
    if ( typeof obj[key] !== 'object' ) {
      constantize( obj[key] );
    }
  });
};
```

---

## ES6 声明变量的六种方法

ES5 只有两种声明变量的方法：`var` 命令和 `function` 命令。ES6除了添加 `let` 和 `const` 命令，后面章节还会提到，另外两种声明变量的方法：`import` 命令和 `class` 命令。所以，ES6 一共有6种声明变量的方法。

---

## 4. 顶层对象的属性

顶层对象，在浏览器环境指的是 `window` 对象，在Node指的是 `global` 对象。ES5之中，顶层对象的属性与全局变量是等价的。

```
window.a = 1;
a // 1

a = 2;
window.a // 2
```

上面代码中，顶层对象的属性赋值与全局变量的赋值，是同一件事。

顶层对象的属性与全局变量挂钩，被认为是JavaScript语言最大的设计败笔之一。这样的设计带来了几个很大的问题，首先是没法在编译时就报出变量未声明的错误，只有运行时才能知道（因为全局变量可能是顶层对象的属性创造的，而属性的创造是动态的）；其次，程序员很容易不知不觉地就创建了全局变量（比如打字出错）；最后，顶层对象的属性是到处可以读写的，这非常不利于模块化编程。另一方面，`window` 对象有实体含义，指的是浏览器的窗口对象，顶层对象是一个有实体含义的对象，也是不合适的。

ES6为了改变这一点，一方面规定，为了保持兼容性，`var` 命令和 `function` 命令声明的全局变量，依旧是顶层对象的属性；另一方面规定，`let` 命令、`const` 命令、`class` 命令声明的全局变量，不属于顶层对象的属性。也就是说，从ES6开始，全局变量将逐步与顶层对象的属性脱钩。

```
var a = 1;
// 如果在Node的REPL环境，可以写成global.a
// 或者采用通用方法，写成this.a
window.a // 1

let b = 1;
window.b // undefined
```

上面代码中，全局变量 `a` 由 `var` 命令声明，所以它是顶层对象的属性；全局变量 `b` 由 `let` 命令声明，所以它不是顶层对象的属性，返回 `undefined`。

## 5. global 对象

ES5 的顶层对象，本身也是一个问题，因为它在各种实现里面是不统一的。

- 浏览器里面，顶层对象是 `window`，但 `Node` 和 `Web Worker` 没有 `window`。
- 浏览器和 `Web Worker` 里面，`self` 也指向顶层对象，但是 `Node` 没有 `self`。
- `Node` 里面，顶层对象是 `global`，但其他环境都不支持。

同一段代码为了能够在各种环境，都能取到顶层对象，现在一般是使用 `this` 变量，但是有局限性。

- 全局环境中，`this` 会返回顶层对象。但是，`Node` 模块和 `ES6` 模块中，`this` 返回的是当前模块。
- 函数里面的 `this`，如果函数不是作为对象的方法运行，而是单纯作为函数运行，`this` 会指向顶层对象。但是，严格模式下，这时 `this` 会返回 `undefined`。
- 不管是严格模式，还是普通模式，`new Function('return this')()`，总是会返回全局对象。但是，如果浏览器用了 CSP（Content Security Policy，内容安全政策），那么 `eval`、`new Function` 这些方法都可能无法使用。

综上所述，很难找到一种方法，可以在所有情况下，都取到顶层对象。下面是两种勉强可以使用的方法。

```
// 方法一
(typeof window !== 'undefined'
  ? window
  : (typeof process === 'object' &&
    typeof require === 'function' &&
    typeof global === 'object')
    ? global
    : this);

// 方法二
var getGlobal = function () {
  if (typeof self !== 'undefined') { return self; }
  if (typeof window !== 'undefined') { return window; }
  if (typeof global !== 'undefined') { return global; }
  throw new Error('unable to locate global object');
};
```

现在有一个提案，在语言标准的层面，引入 `global` 作为顶层对象。也就是说，在所有环境下，`global` 都是存在的，都可以从它拿到顶层对象。

垫片库 `system.global` 模拟了这个提案，可以在所有环境拿到 `global`。

```
// CommonJS 的写法
require('system.global/shim')();

// ES6 模块的写法
import shim from 'system.global/shim'; shim();
```

上面代码可以保证各种环境里面，`global` 对象都是存在的。

```
// CommonJS 的写法
var global = require('system.global')();

// ES6 模块的写法
import getGlobal from 'system.global';
const global = getGlobal();
```

上面代码将顶层对象放入变量 `global`。



