

# 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

# Class 的继承

- 1.简介
- 2.Object.getPrototypeOf()
- 3.super 关键字
- 4.类的 prototype 属性和\_\_proto\_\_属性
- 5.原生构造函数的继承
- 6.Mixin 模式的实现

## 1. 简介

Class 可以通过 extends 关键字实现继承，这比 ES5 的通过修改原型链实现继承，要清晰和方便很多。

```
class Point {  
  }
```

```
class ColorPoint extends Point {  
}
```

上面代码定义了一个 `ColorPoint` 类，该类通过 `extends` 关键字，继承了 `Point` 类的所有属性和方法。但是由于没有部署任何代码，所以这两个类完全一样，等于复制了一个 `Point` 类。下面，我们在 `ColorPoint` 内部加上代码。

```
class ColorPoint extends Point {  
  constructor(x, y, color) {  
    super(x, y); // 调用父类的constructor(x, y)  
    this.color = color;  
  }  
  
  toString() {  
    return this.color + ' ' + super.toString(); // 调用父类的toString()  
  }  
}
```

上面代码中，`constructor` 方法和 `toString` 方法之中，都出现了 `super` 关键字，它在这里表示父类的构造函数，用来新建父类的 `this` 对象。

子类必须在 `constructor` 方法中调用 `super` 方法，否则新建实例时会报错。这是因为子类没有自己的 `this` 对象，而是继承父类的 `this` 对象，然后对其进行加工。如果不调用 `super` 方法，子类就得不到 `this` 对象。

```
class Point { /* ... */ }  
  
class ColorPoint extends Point {  
  constructor() {  
  }  
}  
  
let cp = new ColorPoint(); // ReferenceError
```

上面代码中，`ColorPoint` 继承了父类 `Point`，但是它的构造函数没有调用 `super` 方法，导致新建实例时报错。

ES5 的继承，实质是先创造子类的实例对象 `this`，然后再将父类的方法添加到 `this` 上面（`Parent.apply(this)`）。ES6 的继承机制完全不同，实质是先创造父类的实例对象 `this`（所以必须先调用 `super` 方法），然后再用子类的构造函数修改 `this`。

如果子类没有定义 `constructor` 方法，这个方法会被默认添加，代码如下。也就是说，不管有没有显式定义，任何一个子类都有 `constructor` 方法。

```
class ColorPoint extends Point {  
}  
  
// 等同于  
class ColorPoint extends Point {  
  constructor(...args) {  
    super(...args);  
  }  
}
```

另一个需要注意的地方是，在子类的构造函数中，只有调用 `super` 之后，才可以使用 `this` 关键字，否则会报错。这是因为子类实例的构建，是基于对父类实例加工，只有 `super` 方法才能返回父类实例。

```
class Point {  
  constructor(x, y) {  
    this.x = x;  
    this.y = y;  
  }  
}  
  
class ColorPoint extends Point {  
  constructor(x, y, color) {  
    this.color = color; // ReferenceError  
    super(x, y);  
    this.color = color; // 正确  
  }  
}
```

上面代码中，子类的 `constructor` 方法没有调用 `super` 之前，就使用 `this` 关键字，结果报错，而放在 `super` 方法之后就是正确的。

下面是生成子类实例的代码。

```
let cp = new ColorPoint(25, 8, 'green');

cp instanceof ColorPoint // true
cp instanceof Point // true
```

上面代码中，实例对象 `cp` 同时是 `ColorPoint` 和 `Point` 两个类的实例，这与 ES5 的行为完全一致。

最后，父类的静态方法，也会被子类继承。

```
class A {
  static hello() {
    console.log('hello world');
  }
}

class B extends A {
}

B.hello() // hello world
```

上面代码中，`hello()` 是 `A` 类的静态方法，`B` 继承 `A`，也继承了 `A` 的静态方法。

---

## 2. Object.getPrototypeOf()

`Object.getPrototypeOf` 方法可以用来从子类上获取父类。

```
Object.getPrototypeOf(ColorPoint) === Point
// true
```

因此，可以使用这个方法判断，一个类是否继承了另一个类。

---

## 3. super 关键字

`super` 这个关键字，既可以当作函数使用，也可以当作对象使用。在这两种情况下，它的用法完全不同。

第一种情况，`super` 作为函数调用时，代表父类的构造函数。ES6 要求，子类的构造函数必须执行一次 `super` 函数。

```
class A {}

class B extends A {
  constructor() {
    super();
  }
}
```

上面代码中，子类 `B` 的构造函数之中的 `super()`，代表调用父类的构造函数。这是必须的，否则 JavaScript 引擎会报错。

注意，`super` 虽然代表了父类 `A` 的构造函数，但是返回的是子类 `B` 的实例，即 `super` 内部的 `this` 指的是 `B`，因此 `super()` 在这里相当于 `A.prototype.constructor.call(this)`。

```
class A {
  constructor() {
    console.log(new.target.name);
  }
}

class B extends A {
  constructor() {
    super();
  }
}
```

```
}  
new A() // A  
new B() // B
```

上面代码中，`new.target` 指向当前正在执行的函数。可以看到，在 `super()` 执行时，它指向的是子类 **B** 的构造函数，而不是父类 **A** 的构造函数。也就是说，`super()` 内部的 `this` 指向的是 **B**。

作为函数时，`super()` 只能用在子类的构造函数之中，用在其他地方就会报错。

```
class A {}  
  
class B extends A {  
  m() {  
    super(); // 报错  
  }  
}
```

上面代码中，`super()` 用在 **B** 类的 `m` 方法之中，就会造成句法错误。

第二种情况，`super` 作为对象时，在普通方法中，指向父类的原型对象；在静态方法中，指向父类。

```
class A {  
  p() {  
    return 2;  
  }  
}  
  
class B extends A {  
  constructor() {  
    super();  
    console.log(super.p()); // 2  
  }  
}  
  
let b = new B();
```

上面代码中，子类 **B** 当中的 `super.p()`，就是将 `super` 当作一个对象使用。这时，`super` 在普通方法之中，指向 `A.prototype`，所以 `super.p()` 就相当于 `A.prototype.p()`。

这里需要注意，由于 `super` 指向父类的原型对象，所以定义在父类实例上的方法或属性，是无法通过 `super` 调用的。

```
class A {  
  constructor() {  
    this.p = 2;  
  }  
}  
  
class B extends A {  
  get m() {  
    return super.p;  
  }  
}  
  
let b = new B();  
b.m // undefined
```

上面代码中，`p` 是父类 **A** 实例的属性，`super.p` 就引用不到它。

如果属性定义在父类的原型对象上，`super` 就可以取到。

```
class A {}  
A.prototype.x = 2;  
  
class B extends A {  
  constructor() {  
    super();  
    console.log(super.x) // 2  
  }  
}
```

```
let b = new B();
```

上面代码中，属性 `x` 是定义在 `A.prototype` 上面的，所以 `super.x` 可以取到它的值。

ES6 规定，通过 `super` 调用父类的方法时，`super` 会绑定子类的 `this`。

```
class A {
  constructor() {
    this.x = 1;
  }
  print() {
    console.log(this.x);
  }
}

class B extends A {
  constructor() {
    super();
    this.x = 2;
  }
  m() {
    super.print();
  }
}

let b = new B();
b.m() // 2
```

上面代码中，`super.print()` 虽然调用的是 `A.prototype.print()`，但是 `A.prototype.print()` 会绑定子类 `B` 的 `this`，导致输出的是 `2`，而不是 `1`。也就是说，实际上执行的是 `super.print.call(this)`。

由于绑定子类的 `this`，所以如果通过 `super` 对某个属性赋值，这时 `super` 就是 `this`，赋值的属性会变成子类实例的属性。

```
class A {
  constructor() {
    this.x = 1;
  }
}

class B extends A {
  constructor() {
    super();
    this.x = 2;
    super.x = 3;
    console.log(super.x); // undefined
    console.log(this.x); // 3
  }
}

let b = new B();
```

上面代码中，`super.x` 赋值为 `3`，这时等同于对 `this.x` 赋值为 `3`。而当读取 `super.x` 的时候，读的是 `A.prototype.x`，所以返回 `undefined`。

如果 `super` 作为对象，用在静态方法之中，这时 `super` 将指向父类，而不是父类的原型对象。

```
class Parent {
  static myMethod(msg) {
    console.log('static', msg);
  }

  myMethod(msg) {
    console.log('instance', msg);
  }
}

class Child extends Parent {
  static myMethod(msg) {
    super.myMethod(msg);
  }

  myMethod(msg) {
```

```
    super.myMethod(msg);
  }
}

Child.myMethod(1); // static 1

var child = new Child();
child.myMethod(2); // instance 2
```

上面代码中，`super` 在静态方法之中指向父类，在普通方法之中指向父类的原型对象。

注意，使用 `super` 的时候，必须显式指定是作为函数、还是作为对象使用，否则会报错。

```
class A {}

class B extends A {
  constructor() {
    super();
    console.log(super); // 报错
  }
}
```

上面代码中，`console.log(super)` 当中的 `super`，无法看出是作为函数使用，还是作为对象使用，所以 JavaScript 引擎解析代码的时候就会报错。这时，如果能清晰地表明 `super` 的数据类型，就不会报错。

```
class A {}

class B extends A {
  constructor() {
    super();
    console.log(super.valueOf() instanceof B); // true
  }
}

let b = new B();
```

上面代码中，`super.valueOf()` 表明 `super` 是一个对象，因此就不会报错。同时，由于 `super` 绑定 B 的 `this`，所以 `super.valueOf()` 返回的是一个 B 的实例。

最后，由于对象总是继承其他对象的，所以可以在任意一个对象中，使用 `super` 关键字。

```
var obj = {
  toString() {
    return "MyObject: " + super.toString();
  }
};

obj.toString(); // MyObject: [object Object]
```

---

## 4. 类的 `prototype` 属性和 `__proto__` 属性

大多数浏览器的 ES5 实现之中，每一个对象都有 `__proto__` 属性，指向对应的构造函数的 `prototype` 属性。`Class` 作为构造函数的语法糖，同时有 `prototype` 属性和 `__proto__` 属性，因此同时存在两条继承链。

（1）子类的 `__proto__` 属性，表示构造函数的继承，总是指向父类。

（2）子类 `prototype` 属性的 `__proto__` 属性，表示方法的继承，总是指向父类的 `prototype` 属性。

```
class A {
}

class B extends A {
}
```

```
B.__proto__ === A // true
B.prototype.__proto__ === A.prototype // true
```

上面代码中，子类 **B** 的 `__proto__` 属性指向父类 **A**，子类 **B** 的 `prototype` 属性的 `__proto__` 属性指向父类 **A** 的 `prototype` 属性。

这样的结果是因为，类的继承是按照下面的模式实现的。

```
class A {
}

class B {
}

// B 的实例继承 A 的实例
Object.setPrototypeOf(B.prototype, A.prototype);

// B 的实例继承 A 的静态属性
Object.setPrototypeOf(B, A);

const b = new B();
```

《对象的扩展》一章给出过 `Object.setPrototypeOf` 方法的实现。

```
Object.setPrototypeOf = function (obj, proto) {
  obj.__proto__ = proto;
  return obj;
}
```

因此，就得到了上面的结果。

```
Object.setPrototypeOf(B.prototype, A.prototype);
// 等同于
B.prototype.__proto__ = A.prototype;

Object.setPrototypeOf(B, A);
// 等同于
B.__proto__ = A;
```

这两条继承链，可以这样理解：作为一个对象，子类（**B**）的原型（`__proto__` 属性）是父类（**A**）；作为一个构造函数，子类（**B**）的原型对象（`prototype` 属性）是父类的原型对象（`prototype` 属性）的实例。

```
Object.create(A.prototype);
// 等同于
B.prototype.__proto__ = A.prototype;
```

---

## extends 的继承目标

`extends` 关键字后面可以跟多种类型的值。

```
class B extends A {
}
```

上面代码的 **A**，只要是一个有 `prototype` 属性的函数，就能被 **B** 继承。由于函数都有 `prototype` 属性（除了 `Function.prototype` 函数），因此 **A** 可以是任意函数。

下面，讨论三种特殊情况。

第一种特殊情况，子类继承 `Object` 类。

```
class A extends Object {
}

A.__proto__ === Object // true
A.prototype.__proto__ === Object.prototype // true
```

这种情况下，**A** 其实就是构造函数 **Object** 的复制，**A** 的实例就是 **Object** 的实例。

第二种特殊情况，不存在任何继承。

```
class A {  
}  
  
A.__proto__ === Function.prototype // true  
A.prototype.__proto__ === Object.prototype // true
```

这种情况下，**A** 作为一个基类（即不存在任何继承），就是一个普通函数，所以直接继承 **Function.prototype**。但是，**A** 调用后返回一个空对象（即 **Object** 实例），所以 **A.prototype.\_\_proto\_\_** 指向构造函数（**Object**）的 **prototype** 属性。

第三种特殊情况，子类继承 **null**。

```
class A extends null {  
}  
  
A.__proto__ === Function.prototype // true  
A.prototype.__proto__ === undefined // true
```

这种情况与第二种情况非常像。**A** 也是一个普通函数，所以直接继承 **Function.prototype**。但是，**A** 调用后返回的对象不继承任何方法，所以它的 **\_\_proto\_\_** 指向 **Function.prototype**，即实质上执行了下面的代码。

```
class C extends null {  
  constructor() { return Object.create(null); }  
}
```

### 实例的 **\_\_proto\_\_** 属性

子类实例的 **\_\_proto\_\_** 属性的 **\_\_proto\_\_** 属性，指向父类实例的 **\_\_proto\_\_** 属性。也就是说，子类的原型原型，是父类的原型。

```
var p1 = new Point(2, 3);  
var p2 = new ColorPoint(2, 3, 'red');  
  
p2.__proto__ === p1.__proto__ // false  
p2.__proto__.__proto__ === p1.__proto__ // true
```

上面代码中，**ColorPoint** 继承了 **Point**，导致前者原型原型是后者的原型。

因此，通过子类实例的 **\_\_proto\_\_.\_\_proto\_\_** 属性，可以修改父类实例的行为。

```
p2.__proto__.__proto__.printName = function () {  
  console.log('Ha');  
};  
  
p1.printName() // "Ha"
```

上面代码在 **ColorPoint** 的实例 **p2** 上向 **Point** 类添加方法，结果影响到了 **Point** 的实例 **p1**。

## 5. 原生构造函数的继承

原生构造函数是指语言内置的构造函数，通常用来生成数据结构。ECMAScript 的原生构造函数大致有下面这些。

- Boolean()
- Number()
- String()



- Array()
- Date()
- Function()
- RegExp()
- Error()
- Object()

以前，这些原生构造函数是无法继承的，比如，不能自己定义一个 `Array` 的子类。

```
function MyArray() {
  Array.apply(this, arguments);
}

MyArray.prototype = Object.create(Array.prototype, {
  constructor: {
    value: MyArray,
    writable: true,
    configurable: true,
    enumerable: true
  }
});
```

上面代码定义了一个继承 `Array` 的 `MyArray` 类。但是，这个类的行为与 `Array` 完全不一致。

```
var colors = new MyArray();
colors[0] = "red";
colors.length // 0

colors.length = 0;
colors[0] // "red"
```

之所以会发生这种情况，是因为子类无法获得原生构造函数的内部属性，通过 `Array.apply()` 或者分配给原型对象都不行。原生构造函数会忽略 `apply` 方法传入的 `this`，也就是说，原生构造函数的 `this` 无法绑定，导致拿不到内部属性。

ES5 是先新建子类的实例对象 `this`，再将父类的属性添加到子类上，由于父类的内部属性无法获取，导致无法继承原生的构造函数。比如，`Array` 构造函数有一个内部属性 `[[DefineOwnProperty]]`，用来定义新属性时，更新 `length` 属性，这个内部属性无法在子类获取，导致子类的 `length` 属性行为不正常。

下面的例子中，我们想让一个普通对象继承 `Error` 对象。

```
var e = {};

Object.getOwnPropertyNames(Error.call(e))
// [ 'stack' ]

Object.getOwnPropertyNames(e)
// []
```

上面代码中，我们想通过 `Error.call(e)` 这种写法，让普通对象 `e` 具有 `Error` 对象的实例属性。但是，`Error.call()` 完全忽略传入的第一个参数，而是返回一个新对象，`e` 本身没有任何变化。这证明了 `Error.call(e)` 这种写法，无法继承原生构造函数。

ES6 允许继承原生构造函数定义子类，因为 ES6 是先新建父类的实例对象 `this`，然后再用子类的构造函数修饰 `this`，使得父类的所有行为都可以继承。下面是一个继承 `Array` 的例子。

```
class MyArray extends Array {
  constructor(...args) {
    super(...args);
  }
}

var arr = new MyArray();
arr[0] = 12;
arr.length // 1

arr.length = 0;
arr[0] // undefined
```

上面代码定义了一个 `MyArray` 类，继承了 `Array` 构造函数，因此就可以从 `MyArray` 生成数组的实例。这意味着，ES6 可以自定义原生数据结构（比如 `Array`、`String` 等）的子类，这是 ES5 无法做到的。

上面这个例子也说明，`extends` 关键字不仅可以用来继承类，还可以用来继承原生的构造函数。因此可以在原生数据结构的基础上，定义自己的数据结构。下面就是定义了一个带版本功能的数组。

```
class VersionedArray extends Array {
  constructor() {
    super();
    this.history = [[]];
  }
  commit() {
    this.history.push(this.slice());
  }
  revert() {
    this.splice(0, this.length, ...this.history[this.history.length - 1]);
  }
}

var x = new VersionedArray();

x.push(1);
x.push(2);
x // [1, 2]
x.history // [[]]

x.commit();
x.history // [[], [1, 2]]

x.push(3);
x // [1, 2, 3]
x.history // [[], [1, 2]]

x.revert();
x // [1, 2]
```

上面代码中，`VersionedArray` 会通过 `commit` 方法，将自己的当前状态生成一个版本快照，存入 `history` 属性。`revert` 方法用来将数组重置为最新一次保存的版本。除此之外，`VersionedArray` 依然是一个普通数组，所有原生的数组方法都可以在它上面调用。

下面是一个自定义 `Error` 子类的例子，可以用来定制报错时的行为。

```
class ExtendableError extends Error {
  constructor(message) {
    super();
    this.message = message;
    this.stack = (new Error()).stack;
    this.name = this.constructor.name;
  }
}

class MyError extends ExtendableError {
  constructor(m) {
    super(m);
  }
}

var myerror = new MyError('11');
myerror.message // "11"
myerror instanceof Error // true
myerror.name // "MyError"
myerror.stack
// Error
//   at MyError.ExtendableError
//   ...
```

注意，继承 `Object` 的子类，有一个行为差异。

```
class NewObj extends Object{
  constructor(){
    super(...arguments);
  }
}
```

```
var o = new NewObj({attr: true});  
o.attr === true // false
```

上面代码中，`NewObj` 继承了 `Object`，但是无法通过 `super` 方法向父类 `Object` 传参。这是因为 ES6 改变了 `Object` 构造函数的行为，一旦发现 `Object` 方法不是通过 `new Object()` 这种形式调用，ES6 规定 `Object` 构造函数会忽略参数。

---

## 6. Mixin 模式的实现

Mixin 模式指的是，将多个类的接口“混入”（mix in）另一个类。它在 ES6 的实现如下。

```
function mix(...mixins) {  
  class Mix {}  
  
  for (let mixin of mixins) {  
    copyProperties(Mix, mixin);  
    copyProperties(Mix.prototype, mixin.prototype);  
  }  
  
  return Mix;  
}  
  
function copyProperties(target, source) {  
  for (let key of Reflect.ownKeys(source)) {  
    if (key !== "constructor"  
      && key !== "prototype"  
      && key !== "name")  
    {  
      let desc = Object.getOwnPropertyDescriptor(source, key);  
      Object.defineProperty(target, key, desc);  
    }  
  }  
}
```

上面代码的 `mix` 函数，可以将多个对象合成为一个类。使用的时候，只要继承这个类即可。

```
class DistributedEdit extends mix(Loggable, Serializable) {  
  // ...  
}
```

---

留言

