

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.字符串的新增方法
- 6.正则的扩展
- 7.数值的扩展
- 8.函数的扩展
- 9.数组的扩展
- 10.对象的扩展
- 11.对象的新增方法
- 12.运算符的扩展
- 13.Symbol
- 14.Set 和 Map 数据结构
- 15.Proxy
- 16.Reflect
- 17.Promise 对象
- 18.Iterator 和 for...of 循环
- 19.Generator 函数的语法
- 20.Generator 函数的异步应用
- 21.async 函数
- 22.Class 的基本语法
- 23.Class 的继承
- 24.Module 的语法
- 25.Module 的加载实现
- 26.编程风格
- 27.读懂规格
- 28.异步遍历器
- 29.ArrayBuffer
- 30.最新提案
- 31.Decorator
- 32.参考链接

其他

- 源码
- 修订历史
- 反馈意见

Promise 对象

- 1.Promise 的含义
- 2.基本用法
- 3.Promise.prototype.then()

上一章

下一章

- 4.Promise.prototype.catch()
- 5.Promise.prototype.finally()
- 6.Promise.all()
- 7.Promise.race()
- 8.Promise.allSettled()
- 9.Promise.any()
- 10.Promise.resolve()
- 11.Promise.reject()
- 12.应用
- 13.Promise.try()

1. Promise 的含义

Promise 是异步编程的一种解决方案，比传统的解决方案——回调函数和事件——更合理和更强大。它由社区最早提出和实现，ES6 将其写进了语言标准，统一了用法，原生提供了 `Promise` 对象。

所谓 `Promise`，简单说就是一个容器，里面保存着某个未来才会结束的事件（通常是一个异步操作）的结果。从语法上说，`Promise` 是一个对象，从它可以获取异步操作的消息。`Promise` 提供统一的 API，各种异步操作都可以用同样的方法进行处理。

`Promise` 对象有以下两个特点。

- （1）对象的状态不受外界影响。`Promise` 对象代表一个异步操作，有三种状态：`pending`（进行中）、`fulfilled`（已成功）和 `rejected`（已失败）。只有异步操作的结果，可以决定当前是哪一种状态，任何其他操作都无法改变这个状态。这也是 `Promise` 这个名字的由来，它的英语意思就是“承诺”，表示其他手段无法改变。
- （2）一旦状态改变，就不会再变，任何时候都可以得到这个结果。`Promise` 对象的状态改变，只有两种可能：从 `pending` 变为 `fulfilled` 和从 `pending` 变为 `rejected`。只要这两种情况发生，状态就凝固了，不会再变了，会一直保持这个结果，这时就称为 `resolved`（已定型）。如果改变已经发生了，你再对 `Promise` 对象添加回调函数，也会立即得到这个结果。这与事件（Event）完全不同，事件的特点是，如果你错过了它，再去监听，是得不到结果的。

注意，为了行文方便，本章后面的 `resolved` 统一只指 `fulfilled` 状态，不包含 `rejected` 状态。

有了 `Promise` 对象，就可以将异步操作以同步操作的流程表达出来，避免了层层嵌套的回调函数。此外，`Promise` 对象提供统一的接口，使得控制异步操作更加容易。

`Promise` 也有一些缺点。首先，无法取消 `Promise`，一旦新建它就会立即执行，无法中途取消。其次，如果不设置回调函数，`Promise` 内部抛出的错误，不会反应到外部。第三，当处于 `pending` 状态时，无法得知目前进展到哪一个阶段（刚刚开始还是即将完成）。

如果某些事件不断地反复发生，一般来说，使用 `Stream` 模式是比部署 `Promise` 更好的选择。

2. 基本用法

ES6 规定，`Promise` 对象是一个构造函数，用来生成 `Promise` 实例。

下面代码创造了一个 `Promise` 实例。

```
const promise = new Promise(function(resolve, reject) {  
  // ... some code
```

```
if (/* 异步操作成功 */) {
  resolve(value);
} else {
  reject(error);
}
});
```

`Promise` 构造函数接受一个函数作为参数，该函数的两个参数分别是 `resolve` 和 `reject`。它们是两个函数，由 JavaScript 引擎提供，不用自己部署。

`resolve` 函数的作用是，将 `Promise` 对象的状态从“未完成”变为“成功”（即从 `pending` 变为 `resolved`），在异步操作成功时调用，并将异步操作的结果，作为参数传递出去；`reject` 函数的作用是，将 `Promise` 对象的状态从“未完成”变为“失败”（即从 `pending` 变为 `rejected`），在异步操作失败时调用，并将异步操作报出的错误，作为参数传递出去。

`Promise` 实例生成以后，可以用 `then` 方法分别指定 `resolved` 状态和 `rejected` 状态的回调函数。

```
promise.then(function(value) {
  // success
}, function(error) {
  // failure
});
```

`then` 方法可以接受两个回调函数作为参数。第一个回调函数是 `Promise` 对象的状态变为 `resolved` 时调用，第二个回调函数是 `Promise` 对象的状态变为 `rejected` 时调用。这两个函数都是可选的，不一定要提供。它们都接受 `Promise` 对象传出的值作为参数。

下面是一个 `Promise` 对象的简单例子。

```
function timeout(ms) {
  return new Promise((resolve, reject) => {
    setTimeout(resolve, ms, 'done');
  });
}

timeout(100).then((value) => {
  console.log(value);
});
```

上面代码中，`timeout` 方法返回一个 `Promise` 实例，表示一段时间以后才会发生的结果。过了指定的时间（`ms` 参数）以后，`Promise` 实例的状态变为 `resolved`，就会触发 `then` 方法绑定的回调函数。

`Promise` 新建后就会立即执行。

```
let promise = new Promise(function(resolve, reject) {
  console.log('Promise');
  resolve();
});

promise.then(function() {
  console.log('resolved. ');
});

console.log('Hi!');

// Promise
// Hi!
// resolved
```

上面代码中，Promise 新建后立即执行，所以首先输出的是 `Promise`。然后，`then` 方法指定的回调函数，将在当前脚本所有同步任务执行完才会执行，所以 `resolved` 最后输出。

下面是异步加载图片的例子。

```
function loadImageAsync(url) {
  return new Promise(function(resolve, reject) {
    const image = new Image();

    image.onload = function() {
      resolve(image);
    };

    image.onerror = function() {
      reject(new Error('Could not load image at ' + url));
    };

    image.src = url;
  });
}
```

上面代码中，使用 `Promise` 包装了一个图片加载的异步操作。如果加载成功，就调用 `resolve` 方法，否则就调用 `reject` 方法。

下面是一个用 `Promise` 对象实现的 Ajax 操作的例子。

```
const getJSON = function(url) {
  const promise = new Promise(function(resolve, reject){
    const handler = function() {
      if (this.readyState !== 4) {
        return;
      }
      if (this.status === 200) {
        resolve(this.response);
      } else {
        reject(new Error(this.statusText));
      }
    };
    const client = new XMLHttpRequest();
    client.open("GET", url);
    client.onreadystatechange = handler;
    client.responseType = "json";
    client.setRequestHeader("Accept", "application/json");
    client.send();

  });

  return promise;
};

getJSON("/posts.json").then(function(json) {
  console.log('Contents: ' + json);
}, function(error) {
  console.error('出错了', error);
});
```

上面代码中，`getJSON` 是对 `XMLHttpRequest` 对象的封装，用于发出一个针对 JSON 数据的 HTTP 请求，并且返回一个 `Promise` 对象。需要注意的是，在 `getJSON` 内部，`resolve` 函数和 `reject` 函数调用时，都带有参数。

如果调用 `resolve` 函数和 `reject` 函数时带有参数，那么它们的参数会被传递给回调函数。`reject` 函数的参数通常是 `Error` 对象的实例，表示抛出的错误；`resolve` 函数的参数除了正常的值以外，还可能是另一个 `Promise` 实例，比如像下面这样。

```
const p1 = new Promise(function (resolve, reject) {
  // ...
});

const p2 = new Promise(function (resolve, reject) {
  // ...
  resolve(p1);
})
```

上面代码中，`p1` 和 `p2` 都是 `Promise` 的实例，但是 `p2` 的 `resolve` 方法将 `p1` 作为参数，即一个异步操作的结果是返回另一个异步操作。

注意，这时 `p1` 的状态就会传递给 `p2`，也就是说，`p1` 的状态决定了 `p2` 的状态。如果 `p1` 的状态是 `pending`，那么 `p2` 的回调函数就会等待 `p1` 的状态改变；如果 `p1` 的状态已经是 `resolved` 或者 `rejected`，那么 `p2` 的回调函数将会立刻执行。

```
const p1 = new Promise(function (resolve, reject) {
  setTimeout(() => reject(new Error('fail')), 3000)
})

const p2 = new Promise(function (resolve, reject) {
  setTimeout(() => resolve(p1), 1000)
})

p2
  .then(result => console.log(result))
  .catch(error => console.log(error))
// Error: fail
```

上面代码中，`p1` 是一个 `Promise`，3 秒之后变为 `rejected`。`p2` 的状态在 1 秒之后改变，`resolve` 方法返回的是 `p1`。由于 `p2` 返回的是另一个 `Promise`，导致 `p2` 自己的状态无效了，由 `p1` 的状态决定 `p2` 的状态。所以，后面的 `then` 语句都变成针对后者（`p1`）。又过了 2 秒，`p1` 变为 `rejected`，导致触发 `catch` 方法指定的回调函数。

注意，调用 `resolve` 或 `reject` 并不会终结 `Promise` 的参数函数的执行。

```
new Promise((resolve, reject) => {
  resolve(1);
  console.log(2);
}).then(r => {
  console.log(r);
});
// 2
// 1
```

上面代码中，调用 `resolve(1)` 以后，后面的 `console.log(2)` 还是会执行，并且会首先打印出来。这是因为立即 `resolved` 的 `Promise` 是在本轮事件循环的末尾执行，总是晚于本轮循环的同步任务。

一般来说，调用 `resolve` 或 `reject` 以后，`Promise` 的使命就完成了，后继操作应该放到 `then` 方法里面，而不应该直接写在 `resolve` 或 `reject` 的后面。所以，最好在它们前面加上 `return` 语句，这样就不会有意外。

```
new Promise((resolve, reject) => {
  return resolve(1);
  // 后面的语句不会执行
  console.log(2);
})
```

Promise 实例具有 `then` 方法，也就是说，`then` 方法是定义在原型对象 `Promise.prototype` 上的。它的作用是为 Promise 实例添加状态改变时的回调函数。前面说过，`then` 方法的第一个参数是 `resolved` 状态的回调函数，第二个参数是 `rejected` 状态的回调函数，它们都是可选的。

`then` 方法返回的是一个新的 Promise 实例（注意，不是原来那个 Promise 实例）。因此可以采用链式写法，即 `then` 方法后面再调用另一个 `then` 方法。

```
getJSON("/posts.json").then(function(json) {
  return json.post;
}).then(function(post) {
  // ...
});
```

上面的代码使用 `then` 方法，依次指定了两个回调函数。第一个回调函数完成以后，会将返回结果作为参数，传入第二个回调函数。

采用链式的 `then`，可以指定一组按照次序调用的回调函数。这时，前一个回调函数，有可能返回的还是一个 Promise 对象（即有异步操作），这时后一个回调函数，就会等待该 Promise 对象的状态发生变化，才会被调用。

```
getJSON("/post/1.json").then(function(post) {
  return getJSON(post.commentURL);
}).then(function (comments) {
  console.log("resolved: ", comments);
}, function (err){
  console.log("rejected: ", err);
});
```

上面代码中，第一个 `then` 方法指定的回调函数，返回的是另一个 Promise 对象。这时，第二个 `then` 方法指定的回调函数，就会等待这个新的 Promise 对象状态发生变化。如果变为 `resolved`，就调用第一个回调函数，如果状态变为 `rejected`，就调用第二个回调函数。

如果采用箭头函数，上面的代码可以写得更简洁。

```
getJSON("/post/1.json").then(
  post => getJSON(post.commentURL)
).then(
  comments => console.log("resolved: ", comments),
  err => console.log("rejected: ", err)
);
```

4. Promise.prototype.catch()

`Promise.prototype.catch()` 方法是 `.then(null, rejection)` 或 `.then(undefined, rejection)` 的别名，用于指定发生错误时的回调函数。

```
getJSON('/posts.json').then(function(posts) {
  // ...
}).catch(function(error) {
  // 处理 getJSON 和 前一个回调函数运行时发生的错误
  console.log('发生错误! ', error);
});
```

上面代码中，`getJSON()` 方法返回一个 Promise 对象，如果该对象状态变为 `resolved`，则会调用 `then()` 方法指定的回调函数；如果异步操作抛出错误，状态就会变为 `rejected`，就会调用 `catch()` 方法指定的回调函数，处理这个错误。另外，`then()` 方法指定的回调函数，如果运行中抛出错误，也会被 `catch()` 方法捕获。

```
p.then((val) => console.log('fulfilled:', val))
  .catch((err) => console.log('rejected', err));

// 等同于
p.then((val) => console.log('fulfilled:', val))
  .then(null, (err) => console.log("rejected:", err));
```

下面是一个例子。

```
const promise = new Promise(function(resolve, reject) {
  throw new Error('test');
});
promise.catch(function(error) {
  console.log(error);
});
// Error: test
```

上面代码中，`promise` 抛出一个错误，就被 `catch()` 方法指定的回调函数捕获。注意，上面的写法与下面两种写法是等价的。

```
// 写法一
const promise = new Promise(function(resolve, reject) {
  try {
    throw new Error('test');
  } catch(e) {
    reject(e);
  }
});
promise.catch(function(error) {
  console.log(error);
});

// 写法二
const promise = new Promise(function(resolve, reject) {
  reject(new Error('test'));
});
promise.catch(function(error) {
  console.log(error);
});
```

比较上面两种写法，可以发现 `reject()` 方法的作用，等同于抛出错误。

如果 Promise 状态已经变成 `resolved`，再抛出错误是无效的。

```
const promise = new Promise(function(resolve, reject) {
  resolve('ok');
  throw new Error('test');
});
promise
  .then(function(value) { console.log(value) })
  .catch(function(error) { console.log(error) });
// ok
```

上面代码中，Promise 在 `resolve` 语句后面，再抛出错误，不会被捕获，等于没有抛出。因为 Promise 的状态一旦改变，就永久保持该状态，不会再变了。

Promise 对象的错误具有“冒泡”性质，会一直向后传递，直到被捕获为止。也就是说，错误总是会被下一个 `catch` 语句捕获。

```
getJSON('/post/1.json').then(function(post) {
  return getJSON(post.commentURL);
}).then(function(comments) {
  // some code
```

```

}).catch(function(error) {
  // 处理前面三个Promise产生的错误
});

```

上面代码中，一共有三个 Promise 对象：一个由 `getJSON()` 产生，两个由 `then()` 产生。它们之中任何一个抛出的错误，都会被最后一个 `catch()` 捕获。

一般来说，不要在 `then()` 方法里面定义 Reject 状态的回调函数（即 `then` 的第二个参数），总是使用 `catch` 方法。

```

// bad
promise
  .then(function(data) {
    // success
  }, function(err) {
    // error
  });

// good
promise
  .then(function(data) { //cb
    // success
  })
  .catch(function(err) {
    // error
  });

```

上面代码中，第二种写法要好于第一种写法，理由是第二种写法可以捕获前面 `then` 方法执行中的错误，也更接近同步的写法（`try/catch`）。因此，建议总是使用 `catch()` 方法，而不使用 `then()` 方法的第二个参数。

跟传统的 `try/catch` 代码块不同的是，如果没有使用 `catch()` 方法指定错误处理的回调函数，Promise 对象抛出的错误不会传递到外层代码，即不会有任何反应。

```

const someAsyncThing = function() {
  return new Promise(function(resolve, reject) {
    // 下面一行会报错，因为x没有声明
    resolve(x + 2);
  });
};

someAsyncThing().then(function() {
  console.log('everything is great');
});

setTimeout(() => { console.log(123) }, 2000);
// Uncaught (in promise) ReferenceError: x is not defined
// 123

```

上面代码中，`someAsyncThing()` 函数产生的 Promise 对象，内部有语法错误。浏览器运行到这一行，会打印出错误提示 `ReferenceError: x is not defined`，但是不会退出进程、终止脚本执行，2 秒之后还是会输出 `123`。这就是说，Promise 内部的错误不会影响到 Promise 外部的代码，通俗的说法就是“Promise 会吃掉错误”。

这个脚本放在服务器执行，退出码就是 `0`（即表示执行成功）。不过，Node.js 有一个 `unhandledRejection` 事件，专门监听未捕获的 `reject` 错误，上面的脚本会触发这个事件的监听函数，可以在监听函数里面抛出错误。

```

process.on('unhandledRejection', function (err, p) {
  throw err;
});

```


上面代码中，`unhandledRejection` 事件的监听函数有两个参数，第一个是错误对象，第二个是报错的 Promise 实例，它可以用来了解发生错误的环境信息。

注意，Node 有计划在未来废除 `unhandledRejection` 事件。如果 Promise 内部有未捕获的错误，会直接终止进程，并且进程的退出码不为 0。

再看下面的例子。

```
const promise = new Promise(function (resolve, reject) {
  resolve('ok');
  setTimeout(function () { throw new Error('test') }, 0)
});
promise.then(function (value) { console.log(value) });
// ok
// Uncaught Error: test
```

上面代码中，Promise 指定在下一轮“事件循环”再抛出错误。到了那个时候，Promise 的运行已经结束了，所以这个错误是在 Promise 函数体外抛出的，会冒泡到最外层，成了未捕获的错误。

一般总是建议，Promise 对象后面要跟 `catch()` 方法，这样可以处理 Promise 内部发生的错误。`catch()` 方法返回的还是一个 Promise 对象，因此后面还可以接着调用 `then()` 方法。

```
const someAsyncThing = function() {
  return new Promise(function(resolve, reject) {
    // 下面一行会报错，因为x没有声明
    resolve(x + 2);
  });
};

someAsyncThing()
  .catch(function(error) {
    console.log('oh no', error);
  })
  .then(function() {
    console.log('carry on');
  });
// oh no [ReferenceError: x is not defined]
// carry on
```

上面代码运行完 `catch()` 方法指定的回调函数，会接着运行后面那个 `then()` 方法指定的回调函数。如果没有报错，则会跳过 `catch()` 方法。

```
Promise.resolve()
  .catch(function(error) {
    console.log('oh no', error);
  })
  .then(function() {
    console.log('carry on');
  });
// carry on
```

上面的代码因为没有报错，跳过了 `catch()` 方法，直接执行后面的 `then()` 方法。此时，要是 `then()` 方法里面报错，就与前面的 `catch()` 无关了。

`catch()` 方法之中，还能再抛出错误。

```
const someAsyncThing = function() {
  return new Promise(function(resolve, reject) {
    // 下面一行会报错，因为x没有声明
```

```
        resolve(x + 2);
    });
};

someAsyncThing().then(function() {
    return someOtherAsyncThing();
}).catch(function(error) {
    console.log('oh no', error);
    // 下面一行会报错，因为 y 没有声明
    y + 2;
}).then(function() {
    console.log('carry on');
});
// oh no [ReferenceError: x is not defined]
```

上面代码中，`catch()` 方法抛出一个错误，因为后面没有别的 `catch()` 方法了，导致这个错误不会被捕获，也不会传递到外层。如果改写一下，结果就不一样了。

```
someAsyncThing().then(function() {
    return someOtherAsyncThing();
}).catch(function(error) {
    console.log('oh no', error);
    // 下面一行会报错，因为y没有声明
    y + 2;
}).catch(function(error) {
    console.log('carry on', error);
});
// oh no [ReferenceError: x is not defined]
// carry on [ReferenceError: y is not defined]
```

上面代码中，第二个 `catch()` 方法用来捕获前一个 `catch()` 方法抛出的错误。

5. Promise.prototype.finally()

`finally()` 方法用于指定不管 Promise 对象最后状态如何，都会执行的操作。该方法是 ES2018 引入标准的。

```
promise
  .then(result => {...})
  .catch(error => {...})
  .finally(() => {...});
```

上面代码中，不管 `promise` 最后的状态，在执行完 `then` 或 `catch` 指定的回调函数以后，都会执行 `finally` 方法指定的回调函数。

下面是一个例子，服务器使用 Promise 处理请求，然后使用 `finally` 方法关掉服务器。

```
server.listen(port)
  .then(function () {
    // ...
  })
  .finally(server.stop);
```

`finally` 方法的回调函数不接受任何参数，这意味着没有办法知道，前面的 Promise 状态到底是 `fulfilled` 还是 `rejected`。这表明，`finally` 方法里面的操作，应该是与状态无关的，不依赖于 Promise 的执行结果。

`finally` 本质上是 `then` 方法的特例。

```
promise
  .finally(() => {
    // 语句
  });

// 等同于
promise
  .then(
    result => {
      // 语句
      return result;
    },
    error => {
      // 语句
      throw error;
    }
  );
```

上面代码中，如果不使用 `finally` 方法，同样的语句需要为成功和失败两种情况各写一次。有了 `finally` 方法，则只需要写一次。

它的实现也很简单。

```
Promise.prototype.finally = function (callback) {
  let P = this.constructor;
  return this.then(
    value => P.resolve(callback()).then(() => value),
    reason => P.resolve(callback()).then(() => { throw reason })
  );
};
```

上面代码中，不管前面的 Promise 是 `fulfilled` 还是 `rejected`，都会执行回调函数 `callback`。

从上面的实现还可以看到，`finally` 方法总是会返回原来的值。

```
// resolve 的值是 undefined
Promise.resolve(2).then(() => {}, () => {})

// resolve 的值是 2
Promise.resolve(2).finally(() => {})

// reject 的值是 undefined
Promise.reject(3).then(() => {}, () => {})

// reject 的值是 3
Promise.reject(3).finally(() => {})
```

6. Promise.all()

`Promise.all()` 方法用于将多个 Promise 实例，包装成一个新的 Promise 实例。

```
const p = Promise.all([p1, p2, p3]);
```

上面代码中，`Promise.all()` 方法接受一个数组作为参数，`p1`、`p2`、`p3` 都是 Promise 实例，如果不是，就会先调用下面讲到的 `Promise.resolve` 方法，将参数转为 Promise 实例，再进一步处理。另外，`Promise.all()` 方法的参数可以不是数组，但必须具有 Iterator 接口，且返回的每个成员都是 Promise 实例。

p 的状态由 p1、p2、p3 决定，分成两种情况。

(1) 只有 p1、p2、p3 的状态都变成 fulfilled，p 的状态才会变成 fulfilled，此时 p1、p2、p3 的返回值组成一个数组，传递给 p 的回调函数。

(2) 只要 p1、p2、p3 之中有一个被 rejected，p 的状态就变成 rejected，此时第一个被 reject 的实例的返回值，会传递给 p 的回调函数。

下面是一个具体的例子。

```
// 生成一个Promise对象的数组
const promises = [2, 3, 5, 7, 11, 13].map(function (id) {
  return getJSON('/post/' + id + ".json");
});

Promise.all(promises).then(function (posts) {
  // ...
}).catch(function (reason){
  // ...
});
```

上面代码中，promises 是包含 6 个 Promise 实例的数组，只有这 6 个实例的状态都变成 fulfilled，或者其中有一个变为 rejected，才会调用 Promise.all 方法后面的回调函数。

下面是另一个例子。

```
const databasePromise = connectDatabase();

const booksPromise = databasePromise
  .then(findAllBooks);

const userPromise = databasePromise
  .then(getCurrentUser);

Promise.all([
  booksPromise,
  userPromise
])
.then(([books, user]) => pickTopRecommendations(books, user));
```

上面代码中，booksPromise 和 userPromise 是两个异步操作，只有等到它们的结果都返回了，才会触发 pickTopRecommendations 这个回调函数。

注意，如果作为参数的 Promise 实例，自己定义了 catch 方法，那么它一旦被 rejected，并不会触发 Promise.all() 的 catch 方法。

```
const p1 = new Promise((resolve, reject) => {
  resolve('hello');
})
.then(result => result)
.catch(e => e);

const p2 = new Promise((resolve, reject) => {
  throw new Error('报错了');
})
.then(result => result)
.catch(e => e);

Promise.all([p1, p2])
  .then(result => console.log(result))
  .catch(e => console.log(e));
// ["hello", Error: 报错了]
```

上面代码中，`p1` 会 `resolved`，`p2` 首先会 `rejected`，但是 `p2` 有自己的 `catch` 方法，该方法返回的是一个新的 `Promise` 实例，`p2` 指向的实际上是这个实例。该实例执行完 `catch` 方法后，也会变成 `resolved`，导致 `Promise.all()` 方法参数里面的两个实例都会 `resolved`，因此会调用 `then` 方法指定的回调函数，而不会调用 `catch` 方法指定的回调函数。

如果 `p2` 没有自己的 `catch` 方法，就会调用 `Promise.all()` 的 `catch` 方法。

```
const p1 = new Promise((resolve, reject) => {
  resolve('hello');
})
.then(result => result);

const p2 = new Promise((resolve, reject) => {
  throw new Error('报错了');
})
.then(result => result);

Promise.all([p1, p2])
  .then(result => console.log(result))
  .catch(e => console.log(e));
// Error: 报错了
```

7. Promise.race()

`Promise.race()` 方法同样是将多个 `Promise` 实例，包装成一个新的 `Promise` 实例。

```
const p = Promise.race([p1, p2, p3]);
```

上面代码中，只要 `p1`、`p2`、`p3` 之中有一个实例率先改变状态，`p` 的状态就跟着改变。那个率先改变的 `Promise` 实例的返回值，就传递给 `p` 的回调函数。

`Promise.race()` 方法的参数与 `Promise.all()` 方法一样，如果不是 `Promise` 实例，就会先调用下面讲到的 `Promise.resolve()` 方法，将参数转为 `Promise` 实例，再进一步处理。

下面是一个例子，如果指定时间内没有获得结果，就将 `Promise` 的状态变为 `reject`，否则变为 `resolve`。

```
const p = Promise.race([
  fetch('/resource-that-may-take-a-while'),
  new Promise(function (resolve, reject) {
    setTimeout(() => reject(new Error('request timeout')), 5000)
  })
]);

p
  .then(console.log)
  .catch(console.error);
```

上面代码中，如果 5 秒之内 `fetch` 方法无法返回结果，变量 `p` 的状态就会变为 `rejected`，从而触发 `catch` 方法指定的回调函数。

8. Promise.allSettled()

有时候，我们希望等到一组异步操作都结束了，不管每一个操作是成功还是失败，再进行下一步操作。但是，现有的 `Promise` 方法很难实现这个要求。

`Promise.all()` 方法只适合所有异步操作都成功的情况，如果有一个操作失败，就无法满足要求。

```
const urls = [url_1, url_2, url_3];
const requests = urls.map(x => fetch(x));

try {
  await Promise.all(requests);
  console.log('所有请求都成功。');
} catch {
  console.log('至少一个请求失败，其他请求可能还没结束。');
}
```

上面示例中，`Promise.all()` 可以确定所有请求都成功了，但是只要有一个请求失败，它就会报错，而不管另外的请求是否结束。

为了解决这个问题，ES2020 引入了 `Promise.allSettled()` 方法，用来确定一组异步操作是否都结束了（不管成功或失败）。所以，它的名字叫做“Settled”，包含了“fulfilled”和“rejected”两种情况。

`Promise.allSettled()` 方法接受一个数组作为参数，数组的每个成员都是一个 Promise 对象，并返回一个新的 Promise 对象。只有等到参数数组的所有 Promise 对象都发生状态变更（不管是 `fulfilled` 还是 `rejected`），返回的 Promise 对象才会发生状态变更。

```
const promises = [
  fetch('/api-1'),
  fetch('/api-2'),
  fetch('/api-3'),
];

await Promise.allSettled(promises);
removeLoadingIndicator();
```

上面示例中，数组 `promises` 包含了三个请求，只有等到这三个请求都结束了（不管请求成功还是失败），`removeLoadingIndicator()` 才会执行。

该方法返回的新的 Promise 实例，一旦发生状态变更，状态总是 `fulfilled`，不会变成 `rejected`。状态变成 `fulfilled` 后，它的回调函数会接收到一个数组作为参数，该数组的每个成员对应前面数组的每个 Promise 对象。

```
const resolved = Promise.resolve(42);
const rejected = Promise.reject(-1);

const allSettledPromise = Promise.allSettled([resolved, rejected]);

allSettledPromise.then(function (results) {
  console.log(results);
});
// [
//   { status: 'fulfilled', value: 42 },
//   { status: 'rejected', reason: -1 }
// ]
```

上面代码中，`Promise.allSettled()` 的返回值 `allSettledPromise`，状态只可能变成 `fulfilled`。它的回调函数接收到的参数是数组 `results`。该数组的每个成员都是一个对象，对应传入 `Promise.allSettled()` 的数组里面的两个 Promise 对象。

`results` 的每个成员是一个对象，对象的格式是固定的，对应异步操作的结果。

```
// 异步操作成功时
{status: 'fulfilled', value: value}

// 异步操作失败时
{status: 'rejected', reason: reason}
```

成员对象的 `status` 属性的值只可能是字符串 `fulfilled` 或字符串 `rejected`，用来区分异步操作是成功还是失败。如果是成功（`fulfilled`），对象会有 `value` 属性，如果是失败（`rejected`），会有 `reason` 属性，对应两种状态时前面异步操作的返回值。

下面是返回值的用法例子。

```
const promises = [ fetch('index.html'), fetch('https://does-not-exist/') ];
const results = await Promise.allSettled(promises);

// 过滤出成功的请求
const successfulPromises = results.filter(p => p.status === 'fulfilled');

// 过滤出失败的请求，并输出原因
const errors = results
  .filter(p => p.status === 'rejected')
  .map(p => p.reason);
```

9. Promise.any()

ES2021 引入了 `Promise.any()` 方法。该方法接受一组 Promise 实例作为参数，包装成一个新的 Promise 实例返回。

```
Promise.any([
  fetch('https://v8.dev/').then(() => 'home'),
  fetch('https://v8.dev/blog').then(() => 'blog'),
  fetch('https://v8.dev/docs').then(() => 'docs')
]).then((first) => { // 只要有一个 fetch() 请求成功
  console.log(first);
}).catch((error) => { // 所有三个 fetch() 全部请求失败
  console.log(error);
});
```

只要参数实例有一个变成 `fulfilled` 状态，包装实例就会变成 `fulfilled` 状态；如果所有参数实例都变成 `rejected` 状态，包装实例就会变成 `rejected` 状态。

`Promise.any()` 跟 `Promise.race()` 方法很像，只有一点不同，就是 `Promise.any()` 不会因为某个 Promise 变成 `rejected` 状态而结束，必须等到所有参数 Promise 变成 `rejected` 状态才会结束。

下面是 `Promise()` 与 `await` 命令结合使用的例子。

```
const promises = [
  fetch('/endpoint-a').then(() => 'a'),
  fetch('/endpoint-b').then(() => 'b'),
  fetch('/endpoint-c').then(() => 'c'),
];

try {
  const first = await Promise.any(promises);
  console.log(first);
} catch (error) {
  console.log(error);
}
```

上面代码中，`Promise.any()` 方法的参数数组包含三个 Promise 操作。其中只要有一个变成 `fulfilled`，`Promise.any()` 返回的 Promise 对象就变成 `fulfilled`。如果所有三个操作都变成 `rejected`，那么 `await` 命令就会抛出错误。

`Promise.any()` 抛出的错误是一个 `AggregateError` 实例（详见《对象的扩展》一章），这个 `AggregateError` 实例对象的 `errors` 属性是一个数组，包含了所有成员的错误。

下面是一个例子。

```
var resolved = Promise.resolve(42);
var rejected = Promise.reject(-1);
var alsoRejected = Promise.reject(Infinity);

Promise.any([resolved, rejected, alsoRejected]).then(function (result) {
  console.log(result); // 42
});

Promise.any([rejected, alsoRejected]).catch(function (results) {
  console.log(results instanceof AggregateError); // true
  console.log(results.errors); // [-1, Infinity]
});
```

10. Promise.resolve()

有时需要将现有对象转为 Promise 对象，`Promise.resolve()` 方法就起到这个作用。

```
const jsPromise = Promise.resolve($.ajax('/whatever.json'));
```

上面代码将 jQuery 生成的 `deferred` 对象，转为一个新的 Promise 对象。

`Promise.resolve()` 等价于下面的写法。

```
Promise.resolve('foo')
// 等价于
new Promise(resolve => resolve('foo'))
```

`Promise.resolve()` 方法的参数分成四种情况。

(1) 参数是一个 Promise 实例

如果参数是 Promise 实例，那么 `Promise.resolve` 将不做任何修改、原封不动地返回这个实例。

(2) 参数是一个 thenable 对象

`thenable` 对象指的是具有 `then` 方法的对象，比如下面这个对象。

```
let thenable = {
  then: function(resolve, reject) {
    resolve(42);
  }
};
```

`Promise.resolve()` 方法会将这个对象转为 Promise 对象，然后就立即执行 `thenable` 对象的 `then()` 方法。

```
let thenable = {
  then: function(resolve, reject) {
    resolve(42);
  }
};

let p1 = Promise.resolve(thenable);
p1.then(function (value) {
```



```
console.log(value); // 42
});
```

上面代码中，`thenable` 对象的 `then()` 方法执行后，对象 `p1` 的状态就变为 `resolved`，从而立即执行最后那个 `then()` 方法指定的回调函数，输出42。

(3) 参数不是具有 `then()` 方法的对象，或根本就不是对象

如果参数是一个原始值，或者是一个不具有 `then()` 方法的对象，则 `Promise.resolve()` 方法返回一个新的 `Promise` 对象，状态为 `resolved`。

```
const p = Promise.resolve('Hello');

p.then(function (s) {
  console.log(s)
});
// Hello
```

上面代码生成一个新的 `Promise` 对象的实例 `p`。由于字符串 `Hello` 不属于异步操作（判断方法是字符串对象不具有 `then` 方法），返回 `Promise` 实例的状态从一生成就是 `resolved`，所以回调函数会立即执行。`Promise.resolve()` 方法的参数，会同时传给回调函数。

(4) 不带有任何参数

`Promise.resolve()` 方法允许调用时不带参数，直接返回一个 `resolved` 状态的 `Promise` 对象。

所以，如果希望得到一个 `Promise` 对象，比较方便的方法就是直接调用 `Promise.resolve()` 方法。

```
const p = Promise.resolve();

p.then(function () {
  // ...
});
```

上面代码的变量 `p` 就是一个 `Promise` 对象。

需要注意的是，立即 `resolve()` 的 `Promise` 对象，是在本轮“事件循环”（event loop）的结束时执行，而不是在下一轮“事件循环”的开始时。

```
setTimeout(function () {
  console.log('three');
}, 0);

Promise.resolve().then(function () {
  console.log('two');
});

console.log('one');
```

```
// one
// two
// three
```

上面代码中，`setTimeout(fn, 0)` 在下一轮“事件循环”开始时执行，`Promise.resolve()` 在本轮“事件循环”结束时执行，`console.log('one')` 则是立即执行，因此最先输出。

11. Promise.reject()

`Promise.reject(reason)` 方法也会返回一个新的 Promise 实例，该实例的状态为 `rejected`。

```
const p = Promise.reject('出错了');
// 等同于
const p = new Promise((resolve, reject) => reject('出错了'))

p.then(null, function (s) {
  console.log(s)
});
// 出错了
```

上面代码生成一个 Promise 对象的实例 `p`，状态为 `rejected`，回调函数会立即执行。

`Promise.reject()` 方法的参数，会原封不动地作为 `reject` 的理由，变成后续方法的参数。

```
Promise.reject('出错了')
  .catch(e => {
    console.log(e === '出错了')
  })
// true
```

上面代码中，`Promise.reject()` 方法的参数是一个字符串，后面 `catch()` 方法的参数 `e` 就是这个字符串。

12. 应用

加载图片

我们可以将图片的加载写成一个 `Promise`，一旦加载完成，`Promise` 的状态就发生变化。

```
const preloadImage = function (path) {
  return new Promise(function (resolve, reject) {
    const image = new Image();
    image.onload = resolve;
    image.onerror = reject;
    image.src = path;
  });
};
```

Generator 函数与 Promise 的结合

使用 Generator 函数管理流程，遇到异步操作的时候，通常返回一个 `Promise` 对象。

```
function getFoo () {
  return new Promise(function (resolve, reject){
    resolve('foo');
  });
}
```

```
const g = function* () {
  try {
    const foo = yield getFoo();
    console.log(foo);
  } catch (e) {
    console.log(e);
  }
};

function run (generator) {
  const it = generator();

  function go(result) {
    if (result.done) return result.value;

    return result.value.then(function (value) {
      return go(it.next(value));
    }, function (error) {
      return go(it.throw(error));
    });
  }

  go(it.next());
}

run(g);
```

上面代码的 Generator 函数 `g` 之中，有一个异步操作 `getFoo`，它返回的就是一个 `Promise` 对象。函数 `run` 用来处理这个 `Promise` 对象，并调用下一个 `next` 方法。

13. Promise.try()

实际开发中，经常遇到一种情况：不知道或者不想区分，函数 `f` 是同步函数还是异步操作，但是想用 `Promise` 来处理它。因为这样就可以不管 `f` 是否包含异步操作，都用 `then` 方法指定下一步流程，用 `catch` 方法处理 `f` 抛出的错误。一般就会采用下面的写法。

```
Promise.resolve().then(f)
```

上面的写法有一个缺点，就是如果 `f` 是同步函数，那么它会在本轮事件循环的末尾执行。

```
const f = () => console.log('now');
Promise.resolve().then(f);
console.log('next');
// next
// now
```

上面代码中，函数 `f` 是同步的，但是用 `Promise` 包装了以后，就变成异步执行了。

那么有没有一种方法，让同步函数同步执行，异步函数异步执行，并且让它们具有统一的 API 呢？回答是可以的，并且还有两种写法。第一种写法是用 `async` 函数来写。

```
const f = () => console.log('now');
(async () => f())();
console.log('next');
// now
// next
```

上面代码中，第二行是一个立即执行的匿名函数，会立即执行里面的 `async` 函数，因此如果 `f` 是同步的，就会得到同步的结果；如果 `f` 是异步的，就可以用 `then` 指定下一步，就像下面的写法。

```
(async () => f())()
  .then(...)
```

需要注意的是，`async () => f()` 会吃掉 `f()` 抛出的错误。所以，如果想捕获错误，要使用 `promise.catch` 方法。

```
(async () => f())()
  .then(...)
  .catch(...)
```

第二种写法是使用 `new Promise()`。

```
const f = () => console.log('now');
(
  () => new Promise(
    resolve => resolve(f())
  )
)();
console.log('next');
// now
// next
```

上面代码也是使用立即执行的匿名函数，执行 `new Promise()`。这种情况下，同步函数也是同步执行的。

鉴于这是一个很常见的需求，所以现在有一个提案，提供 `Promise.try` 方法替代上面的写法。

```
const f = () => console.log('now');
Promise.try(f);
console.log('next');
// now
// next
```

事实上，`Promise.try` 存在已久，`Promise` 库 `Bluebird`、`Q` 和 `when`，早就提供了这个方法。

由于 `Promise.try` 为所有操作提供了统一的处理机制，所以如果想用 `then` 方法管理流程，最好都用 `Promise.try` 包装一下。这样有许多好处，其中一点就是可以更好地管理异常。

```
function getUsername(userId) {
  return database.users.get({id: userId})
    .then(function(user) {
      return user.name;
    });
}
```

上面代码中，`database.users.get()` 返回一个 `Promise` 对象，如果抛出异步错误，可以用 `catch` 方法捕获，就像下面这样写。

```
database.users.get({id: userId})
  .then(...)
  .catch(...)
```

但是 `database.users.get()` 可能还会抛出同步错误（比如数据库连接错误，具体要看实现方法），这时你就不得不用 `try...catch` 去捕获。

```
try {
  database.users.get({id: userId})
```

上一章

下一章

```
.then(...)  
.catch(...)  
} catch (e) {  
  // ...  
}
```

上面这样的写法就很笨拙了，这时就可以统一用 `promise.catch()` 捕获所有同步和异步的错误。

```
Promise.try(() => database.users.get({id: userId}))  
  .then(...)  
  .catch(...)
```

事实上，`Promise.try` 就是模拟 `try` 代码块，就像 `promise.catch` 模拟的是 `catch` 代码块。

留言