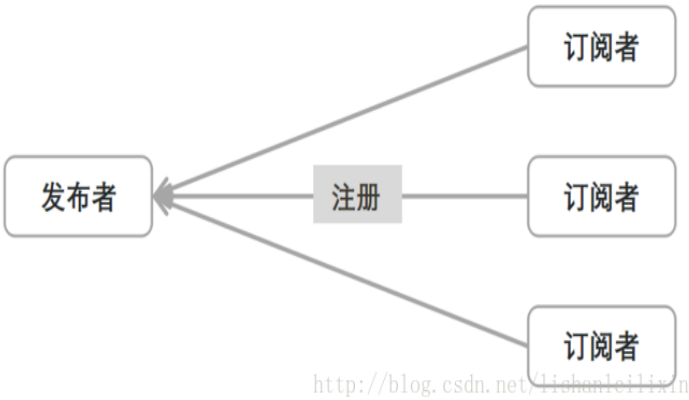
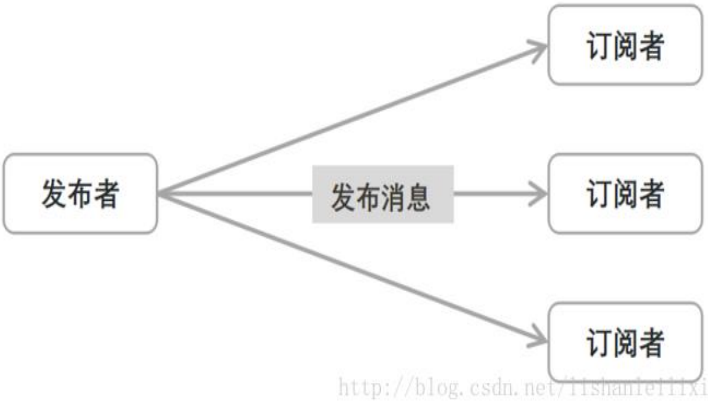
vue 双向绑定原理 及 计算属性

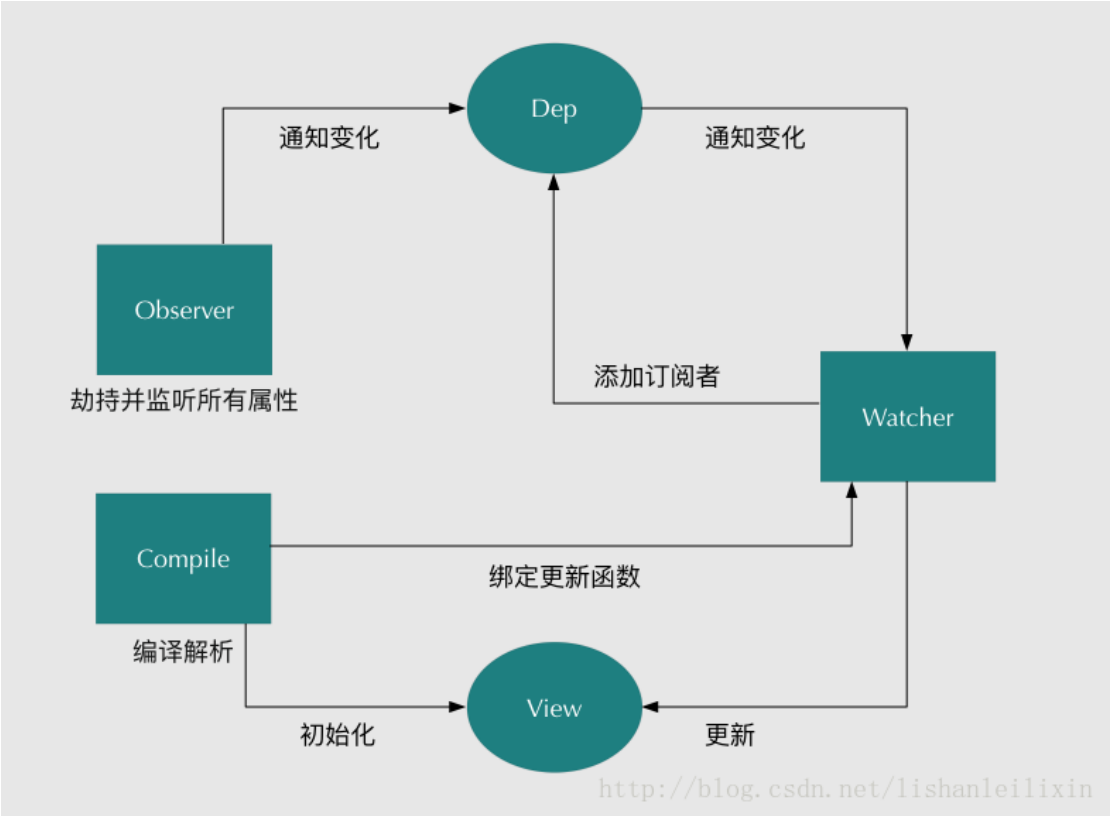
vue 的双向绑定是由**数据劫持**结合**发布者－订阅者模式**实现的，实际就是通过Object.defineProperty()来劫持对象属性的 setter 和 getter 操作，在数据变动时做需要做的事情。





既然是 **数据劫持、发布者－订阅者** 模式，那就需要 劫持的函数、发布者和订阅者了:

* 实现一个**监听器 Observer**(劫持者)。他的作用是如果被监听的数据有变动就通知发布者。
* 实现一个**发布者 Dep**。他的作用是收到数据变化的通知，并通知所有对应的订阅者
* 实现一个**订阅者 Watcher**。他的作用是收到数据变化的通知并执行对应函数
* 实现一个**解析器 Compile。**他的作用是解析节点中的指令，初始化模板数据等操作



1.首先先实现对源数据进行监听(劫持)的 Observer。数据监听的核心方法是 Object.defineproperty(); 只要遍历所有的属性，对其进行处理即可。(写在 Observer.js 中)

```
/**
 *
 * @param {Object} data 当前遍历到的节点
 */
function observe(data) {
    // 如果当前节点不含子节点则返回，进行 defineproperty 处理
    if (!data || typeof data !== 'object') return;
    Object.keys(data).forEach((key) => defineReactive(data, key,
data[key]));
}

/**
 *
 * @param {Object} data 当前遍历到的节点
 * @param {string} key 属性名
 * @param {*} value 属性值
 */
function defineReactive(data, key, value) {
    observe(value); // 递归遍历
    Object.defineProperty(data, key, {
        enumerable: true, // 属性可以被循环
```

```
        configurable: true, // 属性可以再修改
        get() {
            // 添加订阅者...
            // 添加计算属性...
            return value;
        },
        set(newValue) {
            // 如果值未改变
            if (value === newValue) return;
            // 如果值改变
            value = newValue;
            console.log(`属性${key}的值发生变化，现在为：${value}`);
        }
    })
}
// 现在可以进行验证
var library = {
    book1: {
        name: ''
    },
    book2: ''
};
observe(library);
library.book1.name = 'vue 权威指南'; // 属性 name 的值发生变化，现在为：vue 权威指南“vue 权威指南”
library.book2 = '没有此书籍'; // 属性 book2 的值发生变化，现在为：没有此书籍
```

2.通过 observe 循环每个属性，再通过 defineReactive 进行处理 get 和 set 便能达到监听数据的需求。此外，我们应该要有一个'人'知道谁订阅了这个数据，所以我们便请出了 发布者 Dep。我们修改一下以上代码：

```
/* 这里是发布者 */
function Dep() {
    this.subs = []; // 保存订阅者
}
Dep.prototype = {
    /* 添加一个订阅者 */
    addSub(sub) {
        this.subs.push(sub);
    },
    /* 遍历并通知所有订阅者 */
    notify() {
        this.subs.forEach(sub => sub.update());
    }
}
```

```
Dep.target = null; // 用来缓存订阅者 Watcher
/**
 *
 * @param {Object} data 当前遍历到的节点
 */
function observe(data) {
    // 如果当前节点不含子节点则返回，进行 defineproperty 处理
    if (!data || typeof data !== 'object') return;
    Object.keys(data).forEach((key) => defineReactive(data, key,
data[key]));
}

/**
 *
 * @param {Object} data 当前遍历到的节点
 * @param {string} key 属性名
 * @param {*} value 属性值
 */
function defineReactive(data, key, value) {
    observe(value); // 递归遍历
    var dep = new Dep(); // 消息订阅器
    Object.defineProperty(data, key, {
        enumerable: true, // 属性可以被循环
        configurable: true, // 属性可以被修改
        get() {
            if (是否添加) { // 如果是初始化的watcher，则添加到dep 数组中
                dep.addSub(watcher); // 添加watcher
            }
            /*
                if(是否添加) {
                // 添加计算属性...
                }
            */
            return value;
        },
        set(newValue) {
            // 如果值未改变
            if (value === newValue) return;
            // 如果值改变
            value = newValue;
            dep.notify(); // 通知订阅者执行相应更新函数
            //console.log(`属性${key}的值发生变化，现在为：${value}`);
        }
    })
```

```
}
```

在 get()中，放置了一个 if 判断。让一个订阅者(Watcher)被创建时，会以一种方式(下文讲解)触发 get()，使订阅者自身添加到 Dep()中。在 set()里，放置了 Dep 的 notify()方法。当数据改变时触发 set()便会一同触发 notify()方法，通知所有的订阅者了。

3. 至此，**监听器(Observer)**和**发布者(Dep)**的实现就告一段落了。接下来我们实现**订阅者(Watcher)**。

因为我们在监听器 Observer 的 get()中放置了添加订阅者的方法，所以我们需要去触发 get()，那该怎么触发呢？其实很简单，get()的功能就是在获取属性值的时候执行，所以我们只需要在初始化订阅者的时候获取一下属性值就行。此外 get()中的 if 我们可以通过 Dep.target 来判断，所以在初始化的时候还要将 Dep.target 赋值，其实也就是将订阅者自己赋给 Dep.target，再添加成功后再释放即可。(写在 Watcher.js 中)

```
/**
 *
 * @param {上下文环境} vm 执行selfVue 的作用域
 * @param {string} key 属性名
 * @param {function} callBack 更新视图的回调函数
 */
function Watcher(vm, key, callBack) {
    this.vm = vm;
    this.key = key;
    this.cb = callBack;
    this.value = this.get(); // 获取属性值
}

Watcher.prototype = {
    /* 收到通知执行更新方法 */
    update() {
        this.run();
    },
    run() {
        var value = this.vm.data[this.key]; // 取得改变后的新值
        var oldValue = this.value; // 旧值
        if (value !== oldValue) {
            this.value = value; // 更新旧值
            this.cb.call(this.vm, value); // 执行更新视图函数
        }
    },
    get() {
        Dep.target = this; // 将自己赋值给Dep.target
        // 执行Observe 的get(),使得watcher 添加到deps 数组中
        var value = this.vm.data[this.key];
        Dep.target = null; // 添加成功后，释放
        return value;
```

```
    }
}
```

此时，我们需要修改一下**监听器(Oberver)**中的 get()方法:

```
get() {
          if (Dep.target) { // 如果是初始化的watcher，则添加到dep 数组中
              dep.addSub(Dep.target); // 添加watcher
          }
/*
              if(是否添加) {
              // 添加计算属性...
              }
          */
          return value;
      },
```

4.1 到这里简易版的**订阅者(Watcher)**已经有模有样了，不过现在的监听器、发布者、订阅者都是独立的，要实现数据的双向绑定，我们需要使用**解析器(Compile)**将他们关联起来。解析器中也包含了对于模板指令的解析。为了解析 Dom 元素，我们需要处理节点，但又不能频繁的操作 DOM，为此我们要使用 createDocumentFragment()新建一个 fragment 片段，如何在虚拟的 fragment 上处理。(写在 Compile.js 中)

```
    nodeToFragment(el) {
        var child,
            fragment = document.createDocumentFragment();// 创建fragment
        while (child = el.firstChild) { // 遍历节点
            fragment.appendChild(child); // 创建fragment
        }
        return fragment;
    }
```

有了 fragment，我们可以对节点进行一一处理了。不过，我们需要一些小兵小将(所需的判断方法)来打头阵。

```
/* 1 === Element 元素 */
/* 2 === Attr 属性 */
/* 3 === Text 元素或属性中的文本 */
/* 判断是否为文本 */
    isTextNode(node) {
        return node.nodeType === 3;
    },
/* 判断是否是节点 */
    isElementNode(node) {
        return node.nodeType === 1
    },
```

之后，便可以实现文本节点的处理了。

```
compileElement(el) {
        var childNodes = el.childNodes; //取得el 节点的子节点合集
        var reg = /\{\{(.*)\}\}/; // 匹配 '{{ }}' 的正则表达式
        [].slice.call(childNodes).forEach(node => {
            var text = node.textContent;
            /* 判断是DOM 节点还是文本节点 */
            if(this.isElementNode(node)) {
                // 进行指令解析
            }
            else if (this.isTextNode(node) && reg.test(text)) {
                //exec() 方法用于检索字符串中的正则表达式的匹配。
                //返回一个数组，其中存放匹配的结果。如果未找到匹配，则返回值为
null。
                this.compileText(node, reg.exec(text)[1].trim());
            }
            if (node.childNodes && node.childNodes.length) {
                this.compileElement(node); // 继续遍历子节点
            }
        })
    },
    /* 文本节点订阅者初始化调用 */
    compileText(node, key) {
        var self = this;
        var initText = this.vm[key]; // data: { exp : 'xxx' }
        this.updateText(node, initText);
        new Watcher(this.vm, key, function (value) {
            self.updateText(node, value);
        })
    },
  // 文本节点 更新视图/初始化 函数
    updateText(node, value) {
        // textContent 属性设置或返回指定节点的文本内容
        node.textContent = typeof value == 'undefined' ? '' : value;
    },
```

获取到最外层的节点后，调用 compileElement() 方法，对所有子节点进行判断，如果节点是 Dom 节点进行指令解析(下文讲解)，如果是文本节点并且满足'{{ }}'的形式就进行编译和初始化视图(连接 observer 和 watcher)。这样我们就能解析文本的节点了。

4.2 单单解析文本节点怎么能够呢，我们还要解析 dom 节点和其中的指令。所以我们需要一个解析指令的方法。

我们仍需要一些用来判断的方法

```
/* 判断是否是以 v- 开头 */
isDirective(attr) {
    return attr.indexOf('v-') === 0;
},
/* 判断是否是 v-on: 指令 */
isEventDirective(dir) {
    return dir.indexOf('on:') === 0;
}
```

然后是解析方法

```
/* 指令解析 */
    compile(node) {
        var nodeAttrs = node.attributes; //attributes 属性返回指定节点的属性集合，即 NamedNodeMap
        var self = this;
        //Array.prototype 属性表示 Array 构造函数的原型，并允许为所有 Array 对象添加新的属性和方法。
        //Array.prototype 本身就是一个 Array
        Array.prototype.forEach.call(nodeAttrs, function (attr) {
            //添加事件的方法名和前缀:
            // v-on:click="onClick" ,则attrName = 'v-on:click' id="app" attrname= 'id'
            var attrName = attr.name;
            if (self.isDirective(attrName)) { //如果是指令: 'v-'开头
                //添加事件的方法名和前缀:v-on:click="onClick" ,exp = 'onClick'
                var exp = attr.value;
                var dir = attrName.substring(2); // 去除 'v-'
                if (self.isEventDirective(dir)) { // 事件指令解析
                    self.compileEvent(node, self.vm, exp, dir);
                } else { // model 指令解析
                    self.compileModel(node, self.vm, exp, dir);
                }
                node.removeAttribute(attrName); // 解析完成，移除该属性
            }
        })
    },
/* model 指令实现 */
    compileModel(node,vm,exp,dir) {
        var self = this;
        var val = this.vm[exp]; // this.data[exp];
        this.modelUpdater(node,val);// 更新函数
        new Watcher(this.vm,exp,function(value) {
            self.modelUpdater(node,value);
```

```
        });
        /* 监听input的输入操作 */
        node.addEventListener('input',function(e) {
            var newValue = e.target.value;// 获取输入框的最新内容
            if(val === newValue) return;
            self.vm[exp] = newValue; // SelfVue.data[exp] = newValue
            val = newValue; // 旧值更新
        })
    },
/* v-on指令解析实现 */
    compileEvent(node, vm, exp, dir) {
        // 获取事件名, v-on:click => click
        let eventType = dir.split(':')[1];
        let cb = vm.methods && vm.methods[exp]; // 是否声明了methods
        if (eventType && cb) {
            node.addEventListener(eventType, cb.bind(vm), false);
        }
    },
    // 主要是初始化
    modelUpdater(node, value) {
        node.value = typeof value === 'undefined' ? '' : value;
    }
```

我们有了：创建 fragment(nodeToFragment)、遍历 fragment 节点(compileElement)、DOM 节点指令解析方法(compile)、文本节点解析方法(compileText)、v-model 解析方法(compileModel)、v-on 解析方法(compileEvent)，现在我们要把这些功能模块整合起来，像 Observer、Watcher 那样。

```
/**
 *
 * @param {Element} el 需要绑定的DOM节点
 * @param {上下文环境} vm 指向SelfVue的作用域
 */
function Compile(el, vm) {
    this.vm = vm; //指向SelfVue的作用域
    this.el = document.querySelector(el); // 绑定DOM节点
    this.fragment = null; // 虚拟DOM节点
    this.init();
}

Compile.prototype = {
    /* Compile初始化函数 */
    init() {
        if (this.el) {
```

```
            this.fragment = this.nodeToFragment(this.el); //生成完整的虚拟
DOM 节点
            this.compileElement(this.fragment); // 遍历fragment，对指定指
令进行处理
            this.el.appendChild(this.fragment); // 将处理完成的fragment 渲
染到页面
        } else {
            alert("DOM 元素不存在");
        }
    },
    /* 将el 节点的所有节点加入到fragment 虚拟节点中 */
    nodeToFragment(el) {
        //创建节点对象(空的文档片段)
        let child, fragment = document.createDocumentFragment();
        while (child = el.firstChild) {
            fragment.appendChild(child);
        }
        return fragment;
    },
    /* 遍历fragment 所有节点，对指定的节点进行特殊处理 */
    compileElement(el) {
        let childNodes = el.childNodes;
        let reg = /\{\{(.*)\}\}/; // 匹配的正则表达式
        // [].slice.call 将伪数组转化为数组
        // [].slice === Array.protoType.slice
        [].slice.call(childNodes).forEach(node => {
            // textContent 属性设置或返回指定节点的文本内容，以及它的所有后代
(文本内容)
            let text = node.textContent;
            if (this.isElementNode(node)) {
                this.compile(node); // 进行指令解析
            } else if (this.isTextNode(node) && reg.test(text)) {
                // exec()方法由于检索字符串中的正则表达式的匹配
                // 返回一个数组，其中存放匹配的结果，如果未找到匹配，
                // 则返回null
                this.compileText(node, reg.exec(text)[1].trim());
            }
            // 如果还有子节点，则继续遍历
            if (node.childNodes && node.childNodes.length) {
                this.compileElement(node);
            }
        })
    },
    /* 指令解析 */
```

```
    compile(node) {
        let nodeAttrs = node.attributes; // attributes 属性返回指定DOM 节点的属性合集
        let self = this;
        //Array.prototype 属性表示Array 构造函数的原型，并允许为所有Array 对象添加新的属性和方法。
        //Array.prototype 本身就是一个Array
        Array.prototype.forEach.call(nodeAttrs, function (attr) {
            // 添加事件的方法名和前缀
            // v-on:click="func",则attrName = 'v-on:click'
            let attrName = attr.name;
            if (self.isDirective(attrName)) { // 是以 'v-' 开头
                //添加事件的方法值
                // v-on:click = 'func',则exp = 'func'
                let exp = attr.value;
                let dir = attrName.substring(2); // 去除 'v-'
                if (self.isEventDirective(dir)) { // 事件指令解析
                    self.compileEvent(node, self.vm, exp, dir);
                } else { // model 指令解析
                    self.compileModel(node, self.vm, exp, dir);
                }
                node.removeAttribute(attrName); // 移除指令属性
            }
        })
    },
    /* model 指令解析实现 */
    compileModel(node, vm, exp, dir) {
        let self = this;
        let value = this.vm[exp]; // 等价于 this.data[exp]
        this.modelUpdater(node, value); // 初始化视图(input 框默认值)
        // 是否可去掉
        new Watcher(this.vm, exp, function (value) {
            self.modelUpdater(node, value);
        });
        // 监听input 的输入操作
        node.addEventListener('input', function (e) {
            let newValue = e.target.value; // 获取输入的最新内容
            if (value === newValue) return;
            self.vm[exp] = newValue; // 更新SelfVue.data[exp]的值
            value = newValue; // 旧值更新
        })
    },
    /* model 初始化/更新视图函数 */
    // 主要是初始化，更新视图功能重复了
```

```
    modelUpdater(node, value) {
        node.value = typeof value === 'undefined' ? '' : value;
    },
    /* v-on 指令解析实现 */
    compileEvent(node, vm, exp, dir) {
        // 获取事件名, v-on:click => click
        let eventType = dir.split(':')[1];
        let cb = vm.methods && vm.methods[exp]; // 是否声明了methods
        if (eventType && cb) {
            node.addEventListener(eventType, cb.bind(vm), false);
        }
    },
    /* 文本属性解析 */
    compileText(node, key) {
        let self = this;
        let initText = this.vm[key]; // 等价于 SelfVue.data[key]
        this.updateText(node, initText); //文本节点初始化视图
        new Watcher(this.vm, key, function (value) {
            self.updateText(node, value);
        })
    },
    /* 文本节点 初始化/更新视图函数 */
    updateText(node, value) {
        node.textContent = typeof value === 'undefined' ? '' : value;
    },
    /* 判断是否是 v-on: 指令 */
    isEventDirective(dir) {
        return dir.indexOf('on:') === 0;
    },
    /**
     * nodeType === 1 : DOM 节点
     * nodeType === 2 : 属性(attr 属性) 节点
     * nodeType === 3 : 文本节点
     */
    /* 判断是否是DOM 节点 */
    isElementNode(node) {
        return node.nodeType === 1;
    },
    /* 判断是否是文本节点 */
    isTextNode(node) {
        return node.nodeType === 3;
    },
    /* 判断是否是以 v- 开头 */
    isDirective(attr) {
```

```
        return attr.indexOf('v-') === 0;
    }
}
```

一路走来，我们终于有了**监听器(Observer)**、**发布者(Dep)**、**订阅者(Watcher)**、**解析器(Compile)**，现在通过 SelfVue 方法把他们联系起来(如同 new Vue)。(写在 SelfVue 中)

```
/**
 *
 * @param {Object} object 需要绑定的数据
 */
function SelfVue(object) {
    this.vm = this; // 绑定自身作用域
    this.data = object.data; // 绑定数据
    this.methods = object.methods; //绑定方法
    observe(this.data); // 遍历数据，是每个属性为响应式
    new Compile(object.el, this.vm); //绑定页面DOM元素，并且解析指令
    return this;
}
```

可以看到，`SelfVue()` 方法是入口函数。连接了 Observser 和 Compile (Compile 连接了 Watcher)，这样我们就连接了所有的参与者。我们可以来试一下。

```
<!DOCTYPE html>
<head>
    <script src="Observe.js"></script>
    <script src="watcher.js"></script>
    <script src="Compile.js"></script>
    <script src="SelfVue.js"></script>
</head>
<body>
    <div id="demo">
        双向绑定: <h1>{{title}}</h1>
        双向绑定: <input type="text" v-model="title">
    </div>
    <script>
        var sv = new SelfVue({
            el: '#demo',
            data: {
                title: "Hello SprWu",
                end: ''
            }
        });
        window.setTimeout(() => {
            sv.title = "SprWu SprWu";
        }, 3000);
```

```
    </script>
</body>
</html>
```

打开浏览器我们一看，为什么没有我们想要的效果？而且浏览器也没有报错！其实看代码，我们的数据是放在 sv 实例的 data 上的，而我们访问和修改是 sv.title = "SprWu SprWu"，这样当然没效果啦。那怎么办呢？我不想再从头慢慢改下来，而且 sv.data.title 写着好麻烦。没关系，我们在 SelfVue()上挂一个属性访问代理。

```
/**
 *
 * @param {Object} object 需要绑定的数据
 */
function SelfVue(object) {
    this.vm = this; // 绑定自身作用域
    this.data = object.data; // 绑定数据
    this.methods = object.methods; //绑定方法
    // 属性访问代理,使得 实例.属性名 = 实例.data.属性名
    Object.keys(this.data).forEach( key => this.proxykeys(key));
    observe(this.data); // 遍历数据，是每个属性为响应式
    new Compile(object.el, this.vm); //绑定页面DOM 元素，并且解析指令
    return this;
}

SelfVue.prototype = {
    /* 属性访问代理 */
    proxykeys(key) {
        Object.defineProperty(this, key, {
            enumerable: false, // 不可被遍历
            configurable: true, // 可修改
            get() {
                // 此get()，只在页面初始化时调用
                return this.data[key];
            },
            set(newValue) {
                // 实现属性访问代理
                this.data[key] = newValue;
            }
        })
    }
}
```

再打开浏览器，已经有效果了。好了，我们完成了数据的双向绑定。到现在，是不是对于 Vue 的"数据驱动"有了一些些理解。他帮助我们可以快速的搭建页面，实现动态变化而不需要去频繁的操作 DOM。

接下来，我们在此基础上添加一个功能-------计算属性(本文所展示的计算属性功能，

其思路与设计代码可能与 Vue 官方或其他作者不同，也可能有许多不足或错误之处)。

* 绑定的属性、依赖的属性、处理数据的函数
* 拿到依赖的数据并执行处理数据的函数，初始化页面
* 把处理数据的回调函数存在**监听器(Observser)** 中
* 当依赖属性改变时，触发**监听器(Observer)**并执行该回调函数更新页面

因为计算属性需要依赖 `sv.data` 中至少一个属性，而且返回值是经过处理的。所以我们需要绑定值和一个处理数据的回调函数:

```
/**
 *
 * @param {Object} obj 绑定计算属性的属性
 * @param {string} key 键名，属性名
 * @param {function} comFunc 计算属性的计算函数
 */
function Computed(obj, key, comFunc) {
    // 绑定调用函数的对象(可优化)
    comFUnc = comFunc.bind(sv.data);
    let value = comFunc(); // 初始化计算结果
    sv.data.say = value; // 初始化
}
```

我们把调用回调函数 *comFunc* 的对象绑定为 `sv.data`，并调用一次将值给 value 用以初始化页面。那怎么让回调函数加入**监听器(Observer)**中呢？ 和**订阅者(Watcher)**一样，让回调函数赋值到一个变量上，再在 `get()`里做个判断。

更改后的 Computed.js。

```
/**
 *
 * @param {Object} obj 绑定计算属性的属性
 * @param {string} key 键名，属性名
 * @param {function} comFunc 计算属性的计算函数
 */
function Computed(obj, key, comFunc) {
    // 绑定调用函数的对象(需优化)
    comFUnc = comFunc.bind(sv.data);
    /* 更新视图函数 */
    ComState = function() {
       sv.data.say = comFunc();// 更新内容(触发Observe 的set() => Watcher
的回调函数)
    };
    let value = comFunc(); // 初始化计算结果
    sv.data.say = value; // 初始化
    ComState = null; // 加入 deps 数组成功后释放
```

```
}
```

更改后的 Obersver.js。

```
/**
 *
 * @param {object} data 写在实例上的数据 *.data: {x1:xxx,x2:xxx}
 * @param {string} key 键名,属性名
 * @param {*} value 键值，属性值
 */
function defineReactive(data, key, value) {
    observe(value); // 递归遍历
    let dep = new Dep(); //消息订阅器,保存订阅者
    let deps = []; // 保存所有的计算属性回调
    Object.defineProperty(data, key, {
        enumerable: true, // 可遍历(for..of,for..in ...)
        configurable: true, // 可编辑
        get() {
            if(Dep.target) { // 如果是初始化的 watcher,则加入 dep 数组
                dep.addSub(Dep.target);
            }
            if(ComState) { // 如果是初始化的 compile,则加入 deps 数组
                deps.push(ComState);
            }
            return value;
        },
       set(newValue) {
            // 值未发生改变，则不执行
            if(value === newValue) return;
            value = newValue;
            deps.forEach( func => func()); // 执行计算属性的回调函数，重新计算属性值
            dep.notify(); // 通知所有订阅者更新函数
        }
    })
}
```

ComState 上挂载了一个回调函数，用以赋值并更新数据。当执行 value = comFunc() 时，comFunc 内获取依赖数据值的操作就会触发其 get()，也就能把 ComState 加入到 deps 数组中，添加成功后释放 ComState。当依赖数据改变时，触发了 set()，就循环 deps 数组，并执行所有依赖此属性的计算属性的回调函数。

我们整合所有功能来试试看。

```
<!DOCTYPE html>
<head>
    <title>数据双向绑定及计算属性</title>
```

```
    <script src="Observe.js"></script>
    <script src="Watcher.js"></script>
    <script src="Compile.js"></script>
    <script src="SelfVue.js"></script>
    <script src="Computed.js"></script>
</head>
<body>
    <div id="demo">
        双向绑定： <h1>{{name}}</h1>
        双向绑定： <input type="text" v-model="name">
        <hr>
        计算属性(v-model)： <h1 id="cmp">{{say}}</h1>
        <hr>
        指令(v-on)： <input type="button" v-on:click="changeColor"
value="改变计算属性的颜色">
    </div>

    <script>
        var sv = new SelfVue({
            el: '#demo',
            data: {
                name: 'SprWu',
                say: ''
            },
            methods: {
                changeColor() {
                    document.querySelector('#cmp').style.color =
'deepskyblue';
                }
            }
        });
        var obj = {
            say: ''
        }
        Computed(obj, 'say', function() {
            return `Hello ${sv.name} !`;
        })
        window.setTimeout(()=> {
            sv.name = 'SPRWU'
        },2000);
    </script>
</body>
</html>
```

双向绑定：

SPRWU

双向绑定： SPRWU

计算属性(v-model)：

Hello SPRWU !

指令(v-on)： 改变计算属性的颜色

完整代码： https://gitee.com/supme/computed_for_vue