

## 0920 【课件】vue3 源码解析与实战

### 本节课的主题

通过 vue3 源码的分析，结合实践完成列表的增删改查功能。

### 核心概念

我们已经知道，vue3 的数据响应与劫持是基于现代浏览器所支持的代理对象 Proxy 实现的，我们以下的代码为主线，对 vue3 源码部分进行了解。

```
const initData = { value: 1 };

const proxy = new Proxy(
  /* 被代理对象 */
  initData,
  /* handler */
  {
    get(target, key) {
      // 进行 track
      return target[key];
    },
    set(target, key, value) {
      // 进行 trigger
      return Reflect.set(target, key, value);
    }
  }
);
// proxy 即直接我们代码中直接访问与修改的对象，
// 也可称为响应式数据（reactive/ref）
```

### 几个关键的函数

在 handler 部分（new Proxy 的第二个参数），有两个过程分别为取值和赋值，我们在取值和赋值中间分别插入劫持的方法，即 track 和 trigger——依赖的跟踪和副作用的触发。因此引出下面几个概念/方法：

**track：**收集依赖

**trigger：**触发副作用函数

**effect：**副作用函数

**reactive/ref：**基于普通对象创建代理对象的方法

**watch, computed...**

当然了，源码中的 api 远远不止上面列出的几个，不过剩余的部分 api 往往也是基于核心 api 的封装，所以只要了解这些核心的函数，我们再去阅读 vue3 的源码将会如虎添翼。

## 从用法开始

例如一个组件的局部代码长这样：

```
// 截取 setup 部分
import { ref, reactive, effect, computed } from 'vue'

export default {
  ...
  setup(props, context) {
    const countRef = ref(0)
    const number = reactive({ num: 1 })

    effect(() => {
      console.log(countRef.value)
    })

    const increment= () => {
      countRef.value++
    }

    const result = computed(() => number.num ** 2)

    return { countRef, number, result, increment }
  }
}
```

用两张图表示的话：

首次挂载，执行setup

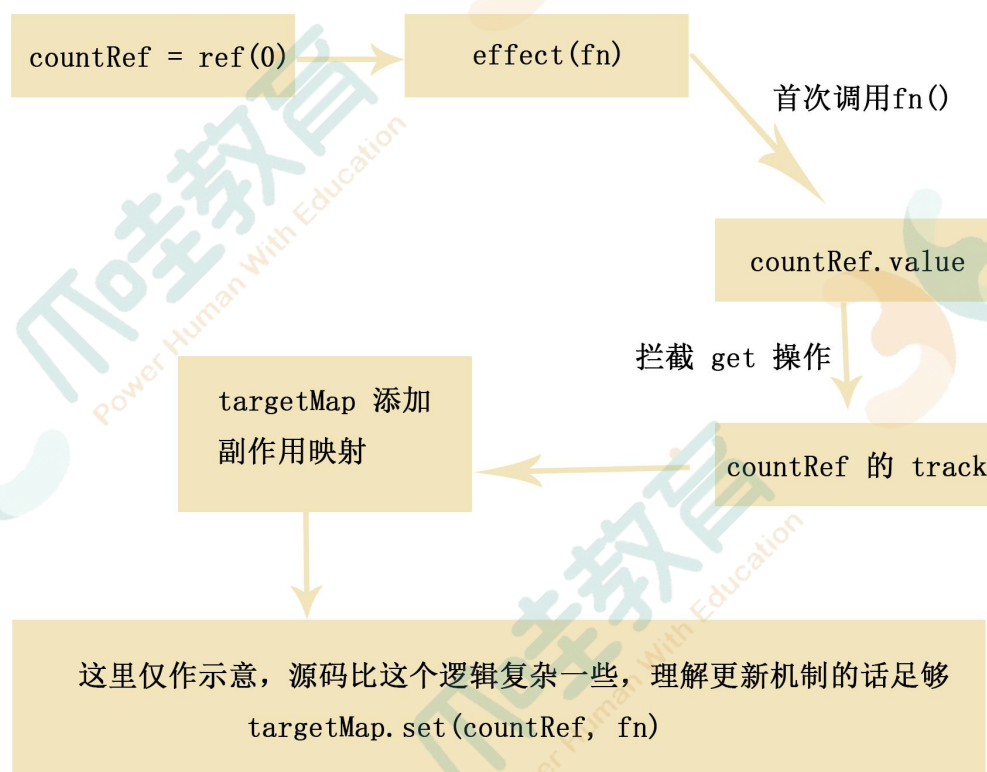


图 1

其中，`targetMap` 是全局声明的 Map，作用是缓存响应式对象及其更新时执行的方法的映射。那么在异步修改 `countRef` 时，例如点击事件执行 `increment` 方法，可用下图描述整个过程（注意这个过程并不是在 `setup` 内发生，因为 `setup` 只执行一次）：

数据变化，执行 setup 中注册的副作用函数

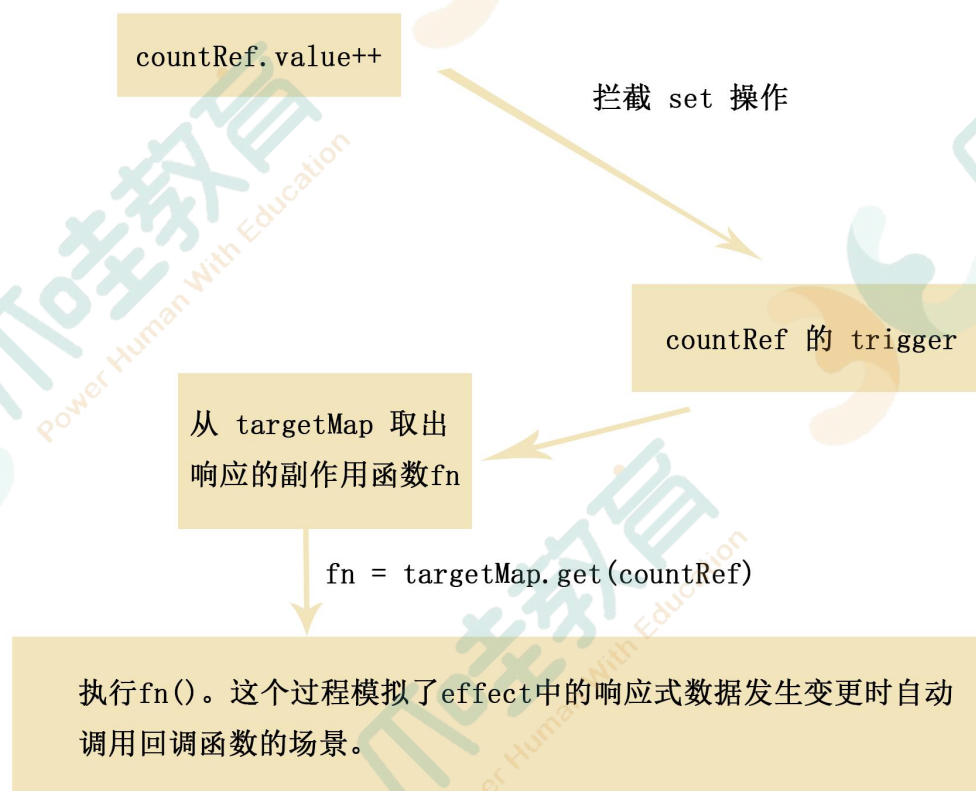


图 2

我们先记住这两条主线，然后对源码进行验证。

## 初始化阶段（源码基于 vue^3.0.4）

### 1. 创建代理数据

```
const countRef = ref(0)
const number = reactive({ num: 1 })
```

在 reactivity 包中，我们打开 reactivity.esm-browser.js 文件（其他不同模块类型的文件类似），找到 ref 函数。

```
function ref(value) {
  return createRef(value, false);
}
```

```
}
```

顺藤摸瓜：

```
function createRef(rawValue, shallow) {  
  if (isRef(rawValue)) {  
    return rawValue;  
  }  
  return new RefImpl(rawValue, shallow);  
}
```

RefImpl：

```
class RefImpl {  
  constructor(value, _shallow) {  
    this._shallow = _shallow;  
    this.dep = undefined;  
    this.__v_isRef = true;  
    this._rawValue = _shallow ? value : toRaw(value);  
    this._value = _shallow ? value : convert(value);  
  }  
  get value() {  
    trackRefValue(this); // 重点在这儿，取值时依赖收集  
    return this._value;  
  }  
  set value(newVal) {  
    newVal = this._shallow ? newVal : toRaw(newVal);  
    if (hasChanged(newVal, this._rawValue)) {  
      this._rawValue = newVal;  
      this._value = this._shallow ? newVal : convert(newVal);  
      triggerRefValue(this, newVal); // 改值时触发更新  
    }  
  }  
}
```

看注释的地方，这不就是课件开头所说的 track 与 trigger 吗？只不过 ref 是通过类的 get/set 实现的，而且也解开了一个谜团——ref 创建的包装值，需要通过 `.value` 的形式来访问。基于同样地思路，我们学习 reactive 方法。

```
function reactive(target) {
```



```
// if trying to observe a readonly proxy, return the readonly version.
if (target && target["__v_isReadonly" /* IS_READONLY */]) {
  return target;
}
return createReactiveObject(
  target,
  false,
  mutableHandlers,
  mutableCollectionHandlers,
  reactiveMap
);
}
```

可见 `createReactiveObject` 方法是主要逻辑，而且创建浅层响应的方法 `shallowReactive`，只读方法 `readonly` 等等都用到该函数，找到它：

```
function createReactiveObject(target, isReadonly, baseHandlers,
collectionHandlers, proxyMap) {
  // 省略部分逻辑
  const existingProxy = proxyMap.get(target);
  if (existingProxy) {
    return existingProxy;
  }
  // 省略部分逻辑
  const proxy = new Proxy(target, targetType === 2 /* COLLECTION */ ?
collectionHandlers : baseHandlers);
  proxyMap.set(target, proxy);
  return proxy;
}
```

这里能看到，`target: { num: 1 }` 在此处被代理。如果之前已经被代理过（`proxyMap` 中有缓存），则直接返回，否则缓存起来并返回。`reactive` 方法使用了 `Proxy` 来实现代理。

## 2. 数据追踪

按照图 1 顺序，副作用 `effect` 执行，并调用回调方法 `fn`，由于 `fn` 内部访问了 `countRef` 的属性

```
effect(() => {
  console.log(countRef.value)
})
```

这里触发了类 `RefImpl` 定义的 `get` 方法：

```
get value() {
  trackRefValue(this);
  return this._value;
}

...
// 这里有条件地使用 trackEffects 维护着 ref 实例属性 dep 与
// 活跃中的 effect 的映射，说人话就是：包装的数据在第一次被 effect 内
// 函数 fn 访问的时候，包装对象顺便把这个函数 fn 也给存了下来。
function trackRefValue(ref) {
  if (isTracking()) {
    ref = toRaw(ref);
    if (!ref.dep) {
      ref.dep = createDep();
    } {
      trackEffects(ref.dep, {
        target: ref,
        type: "get" /* GET */,
        key: 'value'
      });
    }
  }
}

// activeEffect 是全局变量，在执行 effect 时会指向一个包含了 fn 的实例。
// 换句话说，此处 dep.add(activeEffect)
// 等效于 ref.dep.add(wrapper(fn))，wrapper 是过程的简化

function trackEffects(dep) {
  // 省略部分代码
  if (shouldTrack) {
    dep.add(activeEffect); // 这里做个标记
    activeEffect.deps.push(dep);
  }
}
```

至此，一个最简单的初始化阶段就结束了。

## 状态更新阶段

对于图 2，以 `ref` 创建的数据源为例，`countRef.value++` 从下面开始

```
class RefImpl {
  ...
  set value(newVal) {
    ...
    if (hasChanged(newVal, this._rawValue)) {
      this._rawValue = newVal;
      this._value = this._shallow ? newVal : convert(newVal);
      triggerRefValue(this, newVal); // 改值时触发更新
    }
  }
}
// triggerRefValue
function triggerRefValue(ref, newVal) {
  ref = toRaw(ref);
  if (ref.dep) { // 回到上面标记的地方
    {
      triggerEffects(ref.dep, {
        target: ref,
        type: "set" /* SET */,
        key: 'value',
        newValue: newVal
      });
    }
  }
}
```

标记的位置证明包装值 `ref(0)` 通过 `dep` 对未来要执行的 `fn` 是存在引用关系的，而 `triggerEffect` 方法就根据这个存在的关系，一旦 `set` 时就触发它！

### **triggerEffects**

```
function triggerEffects(dep, debuggerEventExtraInfo) {
  // spread into array for stabilization
  for (const effect of isArray(dep) ? dep : [...dep]) {
    if (effect !== activeEffect || effect.allowRecurse) {
      if (effect.onTrigger) {
        effect.onTrigger(extend({ effect }, debuggerEventExtraInfo));
      }
      if (effect.scheduler) {
        effect.scheduler(); // 这是 fn 在微任务队列中执行的地方
      }
    }
  }
}
```



```
    } else {  
      effect.run(); // 这是 fn 同步执行的地方  
    }  
  }  
}  
}
```

我们理清主线后，再稍微关注一下 effect 的逻辑，就能把 scheduler，run 与 fn 联系起来了：注意同色的内容

```
function effect(fn, options) {  
  ...  
  // setup 函数中的 effect 执行时实例化一次，引用了 fn  
  const _effect = new ReactiveEffect(fn);  
  ...  
  if (!options || !options.lazy) {  
    _effect.run(); // 内部会调用 fn  
    // 所以怎么跳过第一次执行的 fn 不用多说了吧  
  }  
  
  const runner = _effect.run.bind(_effect);  
  runner.effect = _effect;  
  return runner;  
}  
  
// ReactiveEffect  
const effectStack = [];  
  
class ReactiveEffect {  
  constructor(fn, scheduler = null, scope) {  
    // scheduler 在 computed 函数中会用到  
    this.fn = fn;  
    this.scheduler = scheduler;  
    this.active = true;  
    this.deps = [];  
    recordEffectScope(this, scope);  
  }  
  run() {  
    if (!this.active) {  
      return this.fn();  
    }  
    if (!effectStack.includes(this)) { // 全局未缓存过本实例时  
      try {
```

```
effectStack.push((activeEffect = this));
enableTracking();
trackOpBit = 1 << ++effectTrackDepth;
if (effectTrackDepth <= maxMarkerBits) {
  initDepMarkers(this);
} else {
  cleanupEffect(this);
}
return this.fn();
} finally {
  if (effectTrackDepth <= maxMarkerBits) {
    finalizeDepMarkers(this);
  }
  trackOpBit = 1 << --effectTrackDepth;
  resetTracking();
  effectStack.pop();
  const n = effectStack.length;
  activeEffect = n > 0 ? effectStack[n - 1] : undefined;
}
}
}
stop() {
  if (this.active) {
    cleanupEffect(this);
    if (this.onStop) {
      this.onStop();
    }
    this.active = false;
  }
}
}
```

上面的 ref 方法创建数据与更新的一整套流程，其实 reactive 创建的数据，也有类似的逻辑，区别就在于 Proxy 的 handler 部分：

```
const proxy = new Proxy(
  target,
  targetType === 2 /* COLLECTION */ ? collectionHandlers : baseHandlers
);
```

以 baseHandlers 为例（这里是形参），找到实参 mutableHandlers，

```
const mutableHandlers = {  
  get,  
  set,  
  ...  
};
```

我们可以断定，这里的 `get/set` 就是进行 `track` 和 `trigger` 的地方。

```
const get = /*#__PURE__*/ createGetter();
```

```
function createGetter(isReadonly = false, shallow = false) {  
  return function get(target, key, receiver) {  
    ...  
  
    if (!isReadonly && targetIsArray && hasOwn(arrayInstrumentations,  
key)) {  
      // arrayInstrumentations 内也有 track，不再展示，关注主线  
      return Reflect.get(arrayInstrumentations, key, receiver);  
    }  
    ...  
    if (!isReadonly) {  
      track(target, "get" /* GET */ , key);  
    }  
    ...  
  }  
}  
// track  
  
function track(target, type, key) {  
  if (!isTracking()) {  
    return;  
  }  
  let depsMap = targetMap.get(target); // 全局缓存  
  if (!depsMap) {  
    targetMap.set(target, (depsMap = new Map()));  
  }  
  let dep = depsMap.get(key);  
  if (!dep) {  
    depsMap.set(key, (dep = createDep()));  
  }  
  const eventInfo = { effect: activeEffect, target, type, key };  
  trackEffects(dep, eventInfo); // 与 trackRefValue 殊途同归，略  
}
```

```
const set = /*#__PURE__*/ createSetter();
```

```
function createSetter(shallow = false) {
  return function set(target, key, value, receiver) {
    let oldValue = target[key];
    ...
    if (target === toRaw(receiver)) {
      if (!hadKey) {
        trigger(target, "add" /* ADD */, key, value);
      } else if (hasChanged(value, oldValue)) {
        trigger(target, "set" /* SET */, key, value, oldValue);
      }
    }
    return result;
  };
}

// trigger

function trigger(target, type, key, newValue, oldValue, oldTarget) {
  ...
  if (deps.length === 1) {
    if (deps[0]) {
      {
        // 与 triggerRefValue 殊途同归，略

        triggerEffects(deps[0], eventInfo);
      }
    }
  } else {
    const effects = [];
    for (const dep of deps) {
      if (dep) {
        effects.push(...dep);
      }
    }
    triggerEffects(createDep(effects), eventInfo);
  }
}
```



其实 watch 方法，也是基于 effect 做的封装，不再赘述。源码分析部分最关键的是，根据核心原理，抓住一条主线，先忽略细节（细节也是作者无数次迭代才逐渐丰富的，不要苛求一步到位），等我们对框架的熟悉程度进一步加深的时候，再逐步甚至逐行学习。接下来，我们通过实战，实现一个具有增删改查功能的列表。