



# 我国地下水资源区划分探索与实践

The exploration and instance of regional zoning for groundwater resource in China.

中国地质环境监测院

2023年9月12日

Institute of Geological Environmental Monitoring (CIGEM) of China

September 12, 2023



# 内容提纲 Outline

## 一、形势与需求

Situation and Demand

## 二、地下水资源区划分

Regional Zoning for Groundwater resources

## 三、应用与展望

Future Applications



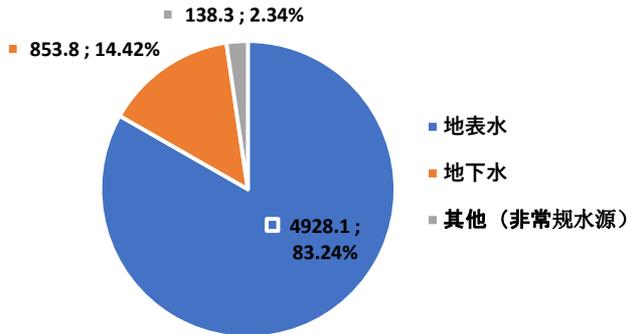
# 一、形势与需求

## (一) 面临的形势 Current Situation of Groundwater Resources

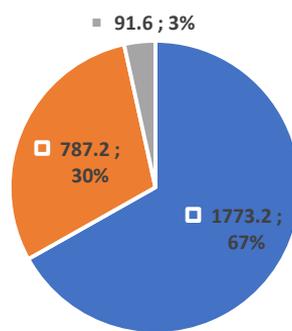
- 地下水具有重要的资源属性和生态功能，在保障我国城乡生活生产供水、支持经济社会发展和维系良好生态环境中具有重要作用。

Groundwater has important resource attributes and ecological functions, It plays a crucial role in ensuring urban and rural water supply, supporting socioeconomic development and maintaining a suitable ecological environment in China.

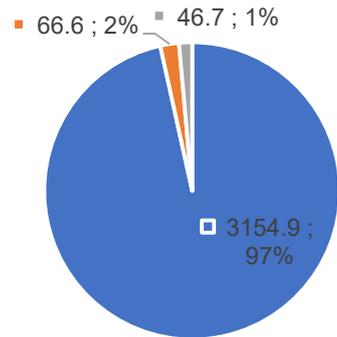
2021年全国供水量分布图  
(单位: 亿 m<sup>3</sup>)



2021年北方6区供水量分布图  
(单位: 亿 m<sup>3</sup>)



2021年南方4区供水量分布图  
(单位: 亿 m<sup>3</sup>)





# 一、形势与需求

- 2021年颁布实施的《地下水管理条例》，从调查与规划、节约与保护、超采治理、污染防治、监督管理等方面作出规定；
- 地下水作为重要的自然资源，根据自然资源管理的要求，将逐步的由资源管理转向自然资源资产管理。
- 2020年自然资源部印发《自然资源确权登记操作指南》（试行），要求预划登记单元，明确坚持集中连片，保持生态功能完整性的原则，即重视其自然属性和系统属性。

The "Groundwater Management Regulations" implemented in 2021 have recognized groundwater as an important natural resource and asset. **Ministry of Natural Resources** is working on a scientific management of groundwater as valuable natural assets.

地下水  
状况调  
查评价

地下水  
取水总  
量和水  
位控制

地下水  
超采区  
划分与  
治理

地下水  
污染防  
治

地下水  
资源资  
产管理

需要级次结构清晰、上下层级分明、大小适中地下水资源分区。

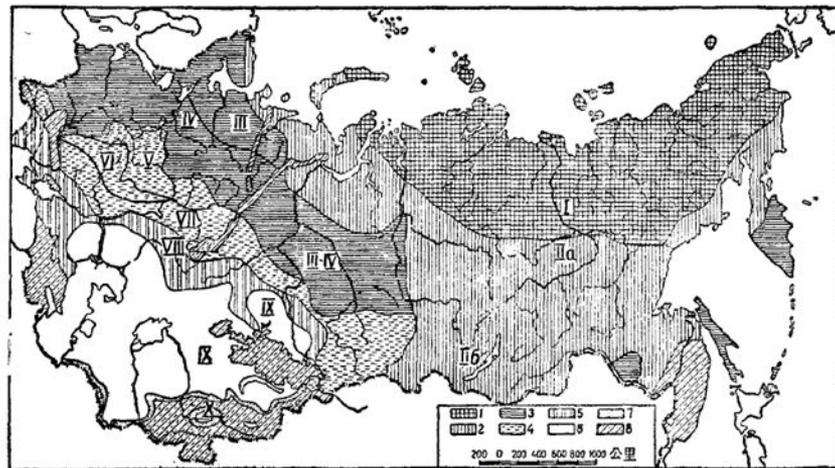


# 一、形势与需求

## (二) 国外地下水分区划分现状 The Current Status of Regional Zoning for Groundwater Resource Overseas

1. 俄罗斯（前苏联）：19世纪末，俄罗斯学者多库恰耶夫（В.В.Докучаевск）提出了自然地理分异理论，并叙述了自然现象的纬度分带规律。

Russia (formerly the Soviet Union): In the late 19th century, the Russian scholar В.В.Докучаевск proposed the theory of natural geographic differentiation and described the latitudinal zonation patterns of natural phenomena.



在此基础上，前苏联学者们进一步发展，其中最具代表性的是伊琳（В.С. Ильин）将这一规律引入水文地质学领域，最早划分了前苏联水文地质分区，包括3个区（一级单元），8个带（二级单元）。

Scholars in the former Soviet Union further developed theories proposed by В.В.Докучаевск. One of the most representative scholar was В.С. Ильин (В.С. Ilyin), who brought the latitudinal zonation patterns into the field of hydrogeology. She was also the first to divide the hydrogeological regions of the former Soviet Union into 3 regions (Level 1 areas) and 8 zones (Level 2 areas).



# 一、形势与需求

## (二) 国外地下水分区划分现状

2. 美国：为了确定影响地下水形成演化和可用性等地下水系统特征，1984年划分了全国地下水资源分区。

- **系统的组成部分及其分布**。如主要是承压含水层还是非承压含水层，或是不蓄水的狭窄封闭区域，以及他们的组合关系，主要影响系统的水力联系以及对各种应力的响应，进而影响地下水的补排以及污染物的运移；
- **主要含水层或含水层岩组介质的性质**。如未固结岩石中的孔隙、半固结岩石中的孔隙、火山岩中的孔隙、沉积岩的裂隙或断层等，主要影响蓄水和输水特性；
- **主要含水层岩石基质的矿物成分**，以及它是可溶的或不可溶的；
- **主要含水层或含水层的蓄水和输水特性**；
- **补给和排泄区的位置及性质**。

The United States delineated its national groundwater resource zones in 1984. Groundwater resources are categorized into various regions and basins based on hydrogeological and hydrological characteristics. These regions often align with the boundaries of major aquifers and are used for water resource management and regulation.



# 一、形势与需求

## (二) 国外地下水分区划分现状

### 3. 美国国家含水层划分：

The National Aquifers of the United States

➤ 1978年以前，以县或州为单位开展

Before 1978, aquifer classification was conducted on a county or state basis

➤ 1978年开始实施区域含水层系统分析计划（RASA），此后对地下水的调查主要针对含水层进行，该计划主要目标是：确定每个含水层系统的地质、水文和地球化学的情况，提供区域含水层系统的水文地质框架、水力特性、区域流动系统和地球化学的完整描述。

- 由大量含水层和限制单元组成的含水层系统，这些含水层在局部可能是不连续的，但在区域尺度是一个统一的水文系统；
- 由一组独立的含水层组成的系统，这些含水层在水文上具有许多共同特征。

Groundwater investigations have primarily focused on aquifers under the implementation of the Regional Aquifer-System Analysis Program (RASA) since 1978. The main objective of this program is to provide a comprehensive understanding of the geology, hydrology, and geochemistry of each regional aquifer system.



# 一、形势与需求

## (三) 国内地下水资源分区历史与现状

The History and Current Status of Regional Zoning for Groundwater Resource in China

### 1. 全国水资源区划分

The National Water Resource Zoning in China

- 水资源分区是水资源规划的基础性工作，根据水资源的自然、社会和经济属性，按照开发、利用、治理、配置、节约、保护要求，将流域水系与行政区划有机结合起来进行分区。

Water resource zoning is the process of combining river basin systems with administrative divisions based on the natural, social, and economic characteristics of water resources.

- 始于20世纪80年代，现行的版本是2001年水利部门组织全国统一划分的。
  - 一级区10个
  - 二级区81个
  - 三级区252个

The national water resource zoning was initially administrated in the 1980s. The current water resource zones were classified in 2001, including 10 Level 1 Zones, 81 level 2 zones and 252 level 3 zones.



全国水资源一级区



# 一、形势与需求

## 2. 我国地下水资源区划分

The Groundwater Resource Zoning in China

---1955年前苏联专家在原地地质部“全国区域水文地质会议”上提出“关于编制中国水文地质分区图工作计划”

In 1955, Soviet experts initially proposed the "Work Plan for Compiling China's Hydrogeological Zoning Map" during the "National Regional Hydrogeological Conference" held by the former Ministry of Geology.

## 中国水文地质构造概略表

### I. 山间褶皱、大地构造切割区的地下水

主要水文地质构造单元的含水性	水文地质区域	水文地质情况的描述
A. 主要是山地的潜水	(1) 高山 (a) 山麓 (b) 高地 (2) 中山和低山	主要是裂隙、裂隙——溶洞潜水，偶有深的承压水，在山麓范围内水很强烈地被水文网排泄，在山地排泄微弱。水一般是淡的、重碳酸水。在雪线以上的高山地区，水或者是常年冻结或者是冬季冻结。 主要是依靠降水来补给，部分是依靠水蒸气凝结（特别是高山地区）来补给 主要是裂隙和裂隙——溶洞潜水和被水文网排泄的深水
B. 山间盆地和山前平原的潜水和自流水	(1) 山间盆地 (2) 大山系的山前平原和地槽褶皱带与地台之间的过渡带	经常性和暂时性山间洪流形成的、疏松第四纪层中高度分带的潜水及第四纪或较古地层（中生代岩石）的自流水，地下水主要是由地表水补给，部分由降水补给

### II. 地台间的地下水

构造单元	水文地质区域	水文地质情况的描述
A 中国南部褶皱区和构造平原的自流水和潜水	地台中的洼地或褶皱带与地台间的过渡区	中生代和较古地层中的自流水和主要是埋藏在第四纪疏松地层中的潜水。自流水含水层主要是由边缘部分降水补给的地表径流所补给的
B 震旦纪构造平原的地下水	(1) 平原上升地台，覆以薄层的新生代沉积层 (2) 满洲构造平原 (3) 森林高原	受水文网所排泄的深潜水
B <sub>1</sub> 主要是堆积平原的潜水	(1) 华北冲击平原 (2) 东北冲击平原	在厚的疏松层主要冲击层中的浅潜水，矿化复杂。依靠地表水和降水补给

划分水文地质区的主要内容：1. 山区水文地质构造；2. 地台地区的水文地质构造。初步将我国水文地质单元划分为沙漠平原区、热带潮湿区、北部沿海季风气候区、高山区、永久冻土区5个区域。

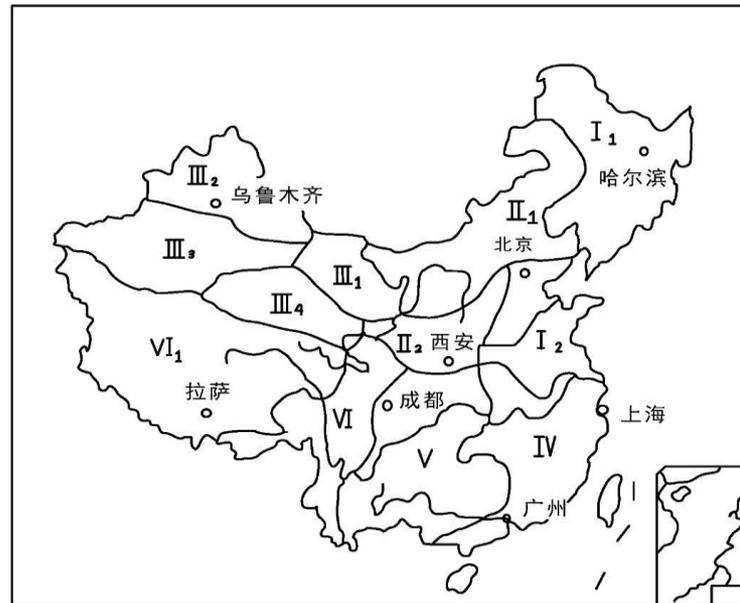
- The main criteria for hydrogeological zoning include: 1. Hydrogeological structure in mountainous regions; 2. Hydrogeological structure in plateau areas.
- Based on these criteria, China's hydrogeological units can be preliminarily divided into 5 zones, including Desert Plains Zone; Tropical Humid Zone; Northern Coastal Monsoon Climate Zone. Mountainous Zone and Permafrost Zone.



# 一、形势与需求

—1980年代，陈梦熊院士引入了地下水系统的概念，据此在第一轮水资源评价中，将全国水文地质单元划分为东部大平原区、内蒙古高原和黄土高原区、西部内陆盆地地区、东南-中南丘陵山地区、西南岩溶山地区、青藏高原区等6个大区16个亚区。奠定了我国水资源评价分区分级基础。

In the 1980s, Dr. Chen introduced the concept of groundwater systems. Based on this concept, he divided China's hydrogeological units into 6 regions and 16 sub-regions during the first round of water resource assessment. His pioneering work provided a solid basis for China's water resource assessment zoning and classification.



中国水文地质分区略图

I 东部大平原区: I<sub>1</sub>松江平原 I<sub>2</sub>黄淮海平原; II 内蒙古高原与黄土高原区: II<sub>1</sub>内蒙古高原 II<sub>2</sub>黄土高原; III 西部内陆盆地地区: III<sub>1</sub>河西走廊 III<sub>2</sub>准格尔盆地 III<sub>3</sub>塔里木盆地 III<sub>4</sub>柴达木盆地; IV 东南、中南丘陵山地区; V 西南岩溶山地区; VI 青藏高原区: VI<sub>1</sub>冻土高原 VI<sub>2</sub>高山深谷区



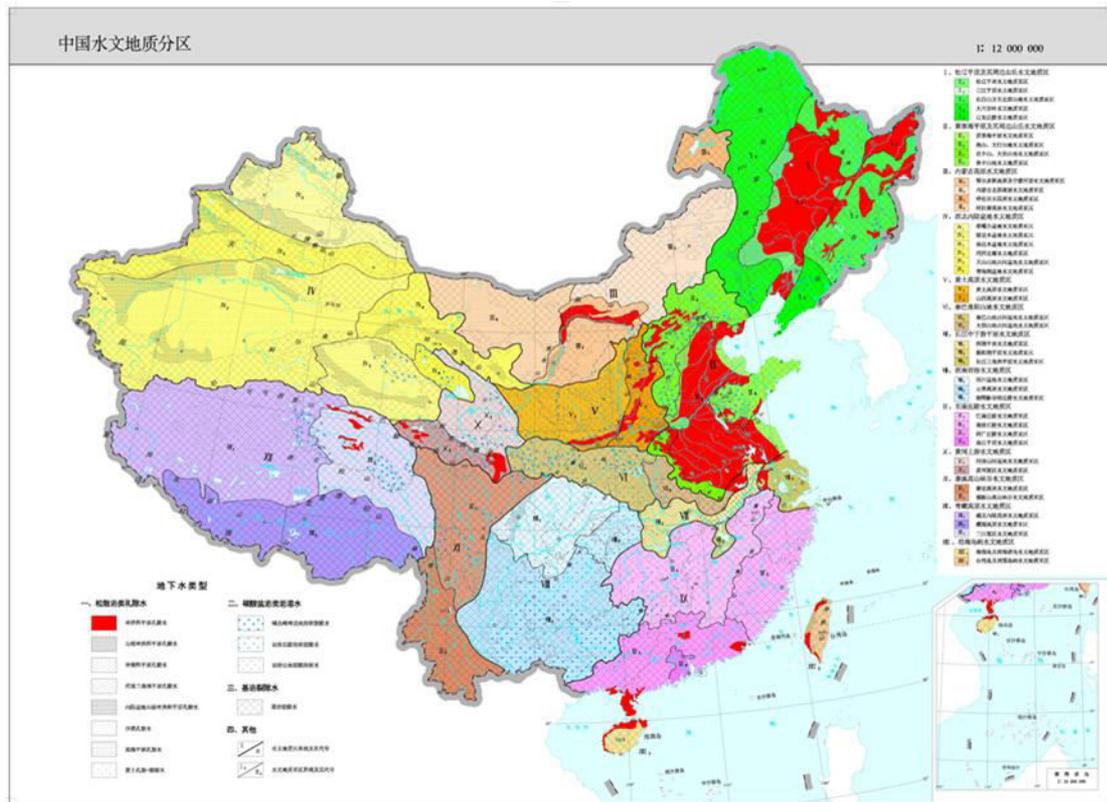
# 一、形势与需求

——2000年，在开展新一地下水资源评价时，继承前人划分成果，形成了水文地质分区，

- 一级区13个
- 二级区42个

The new round of groundwater resource assessment classified hydrogeological zones into 13 'Level 1' and 42 'Level 2' zones in year 2000.

- 气象条件（地下水（水资源）禀赋）
- 地形地貌
- 地质构造
- 地下水类型（含水层岩性）
- 地下水汇流条件



中国水文地质分区图



# 一、形势与需求

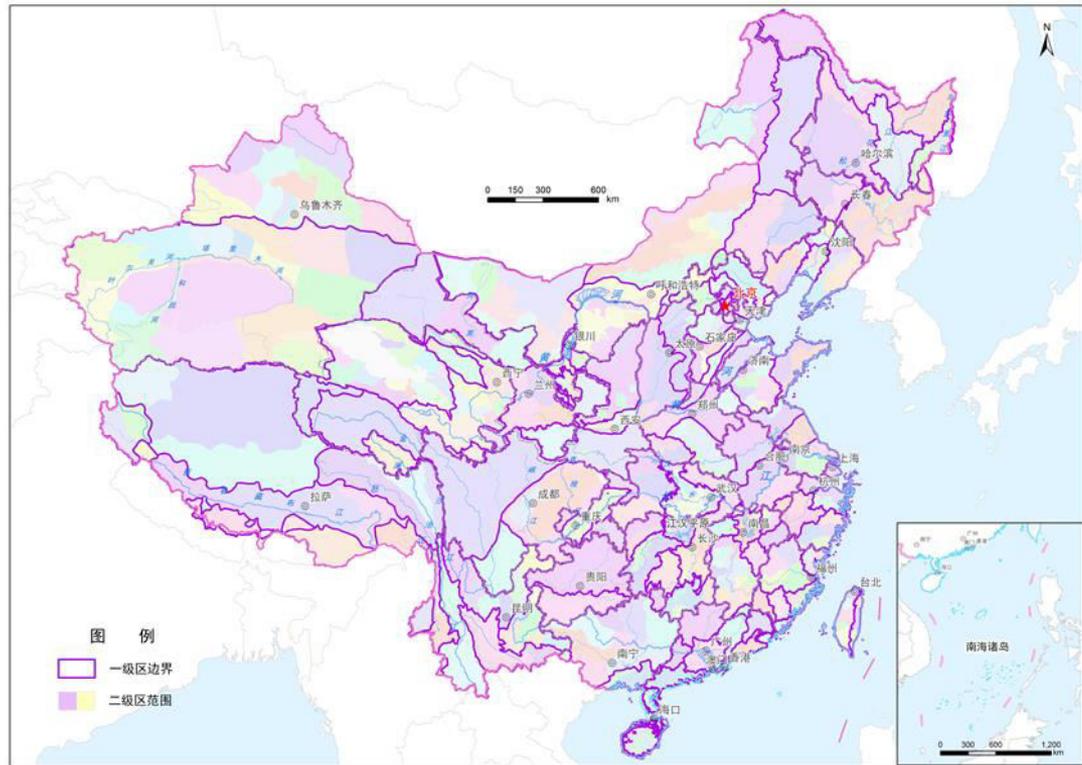
---各省以省级行政区界线为边界，独立划分分区。如陕西、新疆同处西北地区：

Each province delineates its zoning independently base on the provincial administrative boundaries.

- ▶ 陕西省先划分大型地貌单元，进一步划分次级地貌单元
- ▶ 新疆自治区先划分大型地貌单元，进一步划分流域

分区基于当时的水文地质调查工作程度，满足新一轮地下水资源评价的需要。

This zoning laid the foundation for “the new round of groundwater resource assessment” .



- 一级区140个
- 二级区494个

各省新一轮地下水资源评价分区图



## 二、地下水资源区划分

### (一) 几个相关的概念 Related Concepts of Groundwater Resource Zoning

- **地下水系统**：是完整的含水系统与其所发育的地下水流系统相互作用并持续演化的有机整体。
- **水文地质单元**：地质与水文地质条件相似，赋存地下水且具有统一水力联系的域。多指地下水系统的组成部分，完整的水文地质单元也可指一个地下水系统、地下水盆地、甚至地下水集水盆地。
- **地下水资源分区**：以地质构造、地形地貌和流域特征为基础，根据水文地质结构特征和相对完整的地下水补给、径流、排泄条件，为地下水资源评价和统计而逐级划分的空间单元。

The groundwater resource zoning mentioned in this presentation is related to the following five concepts, including the concepts of **groundwater system**, **hydrogeological unit**, **groundwater resource zoning**, **groundwater drainage basin**, and **groundwater basin**. The last two concepts are introduced in next slide.





## 二、地下水资源区划分

### (二) 划分原则 Groundwater Resource Zoning Principles

- 自然性：地下水资源区划分主要依据地形地貌、地质构造、流域特征，以及含水层的类型、分布与结构等自然要素。
- 完整性：充分体现天然地下水系统的相对完整性，反映地下水补给、径流、排泄条件。
- 系统性：逐级系统划分，次级分区与所属的上一级须是完整的空间拓扑关系与隶属关系。
- 实用性：结合已掌握的水文地质参数和条件认识，并便于地下水资源评价、成果汇总和地下水资源管理。

The groundwater resource zoning is categorized following four primary principles, including the principles of **naturalness**, **integrity**, **systematicness**, and **practicality**.



## 二、地下水资源区划分

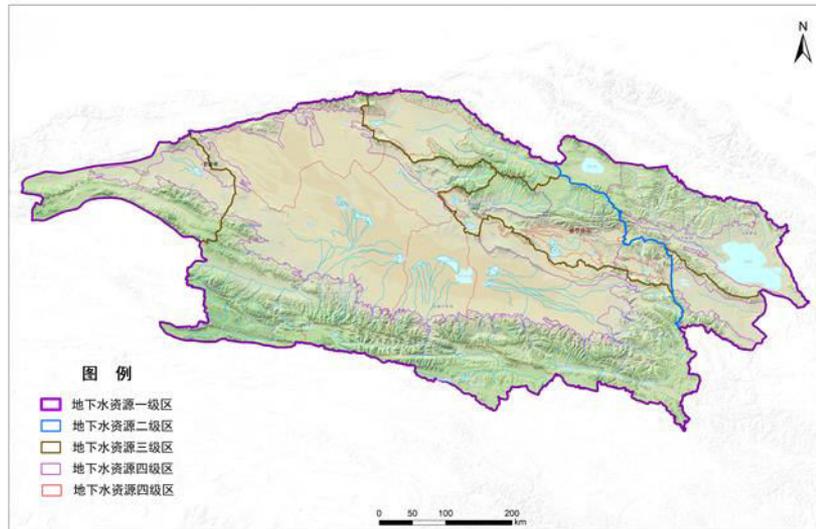
### (三) 总体考虑 Overall Considerations for Groundwater Resource Zoning

- 地下水资源分区主要依据浅部水文地质条件，兼顾深部水文地质条件

Mainly based on shallow hydrogeological conditions

- 同一地下水资源分区的次级分区界线划分依据统一

secondary zoning should be divided by the same way



柴达木-青海湖盆地地下水资源分区图

- 二级划分柴达木盆地、青海湖盆地两大集水盆地
- 三级划分集水盆地内的次级集水盆地
- 四级划分山区和平原区界线
- 五级划分山间盆地和平原区流域或微地貌单元

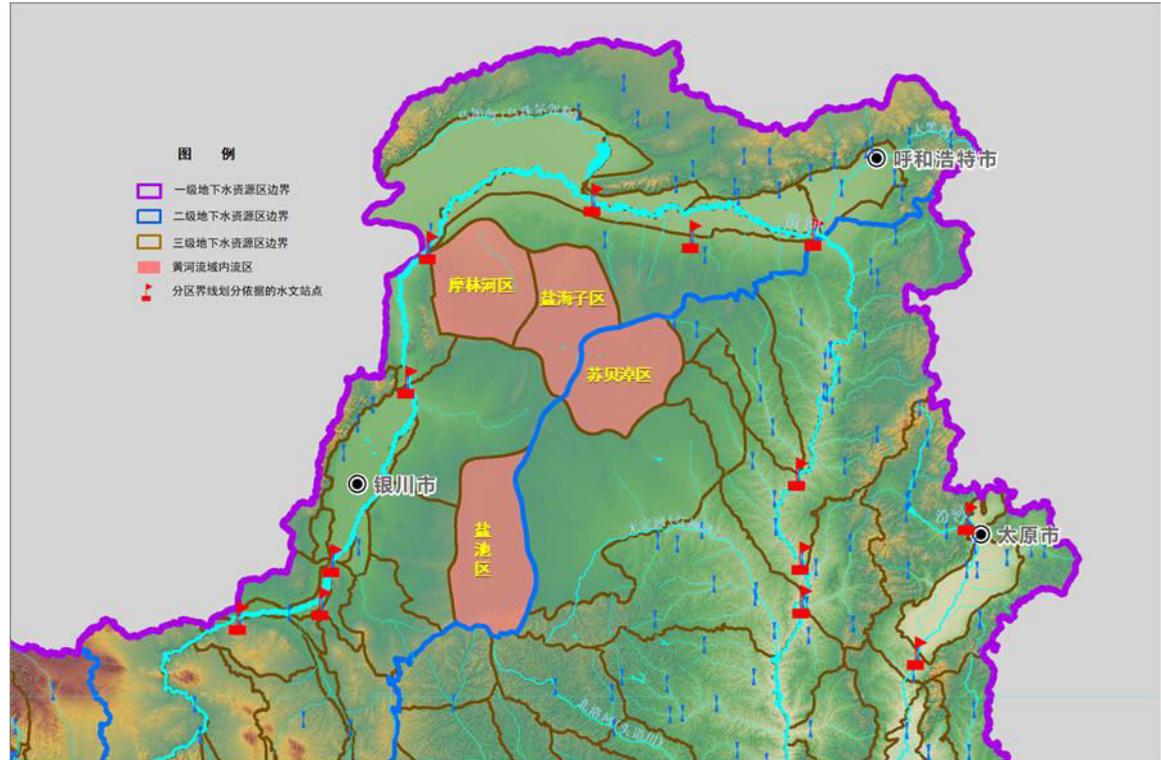
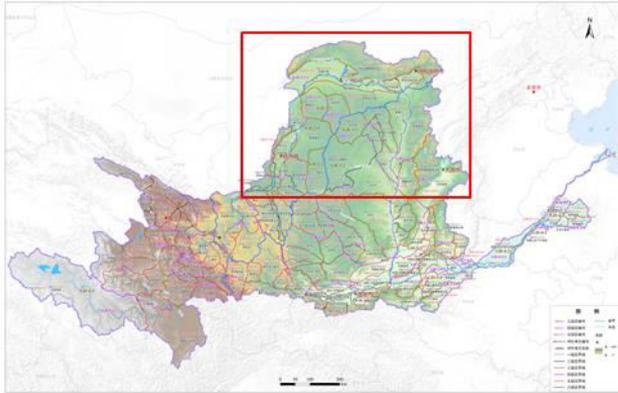
This is a case study of the groundwater resource zoning of the Qaidam-Qinghai Lake Basin. The zone is categorized primarily referring shallow, and deep hydrogeological conditions. For example, Level 2 zone includes two major watershed basins: Qaidam Basin and Qinghai Lake Basin.



## 二、地下水资源区划分

- 内流区和外流区界线作为划分界线
- 分区界线切割河流时，依据水文站位置及控制的流域划分

This is a case study of the groundwater resource zoning of the Yellow River Basin. The boundary between inland and outflow areas is used as a dividing line.



黄河流域地下水资源分区简图（黄河“几字弯”部分）



## 二、地下水资源区划分

- 河流一般不作为分区界线，但河流两岸水文地质条件差别明显时，将河流作为划分界线

淮河干流作为四级分区界线，为典型的两岸不对称流域

- 其北部淮北平原为第四系冲洪积平原，地势平缓，松散沉积层较厚
- 其南部为大别山前冲洪积平原和江淮波状平原，地势较陡，松散沉积层较薄

This is a case study of the groundwater resource zoning of the Huai River Basin. Huai River is used as a dividing line because there are significant differences in hydrogeological conditions between the two banks of a river.



淮河流域地下水资源分区图



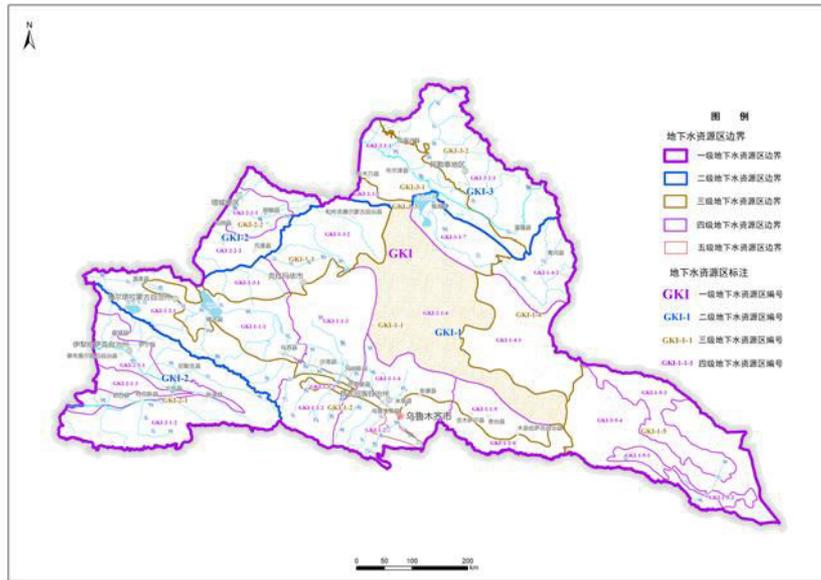
## 二、地下水资源区划分

### ➤ 沙漠区与非沙漠区界线作为划分界线

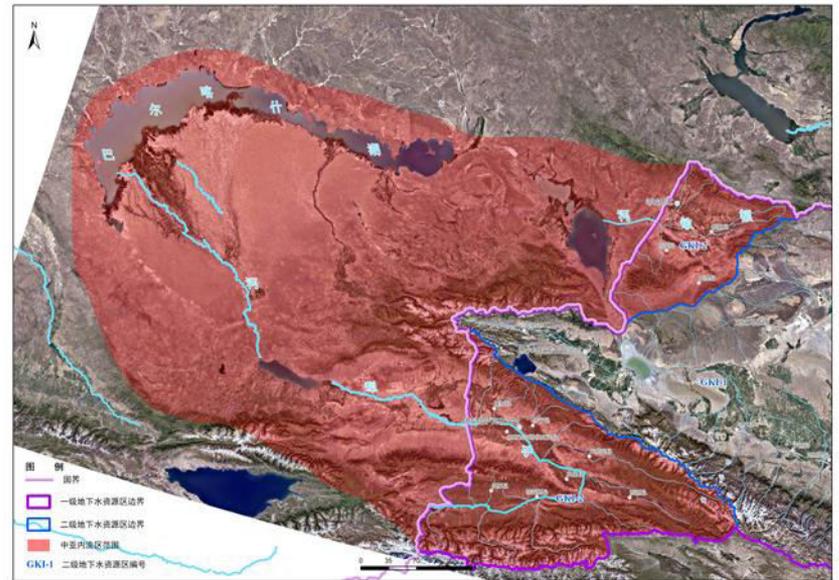
The boundary between desert and non-desert regions can serve as a dividing line for groundwater resource zoning.

### ➤ 根据跨国界的流域或集水盆地完整性，划分国内分区

Domestic zones divided by the integrity of transboundary river basins or watersheds.



准噶尔盆地地下水资源区分区图

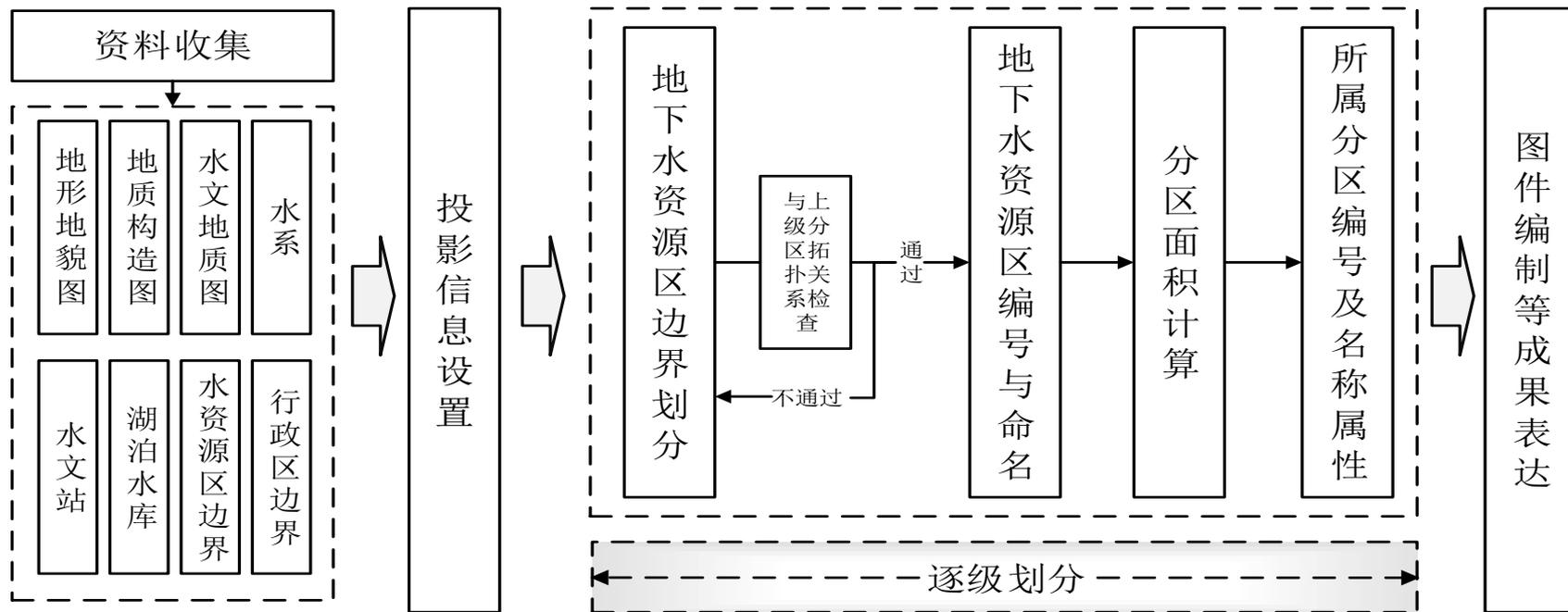


准噶尔盆地跨国界分区划分示意图



## 二、地下水资源区划分

### (四) 划分流程 The Process of Groundwater Resource Zoning



地下水资源分区流程图

This figure shows steps involved in the process of groundwater resource zoning, including **Data Collection, Projection Configuration, Zoning Delineation, Map Production and Outcome.**



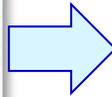
## 二、地下水资源区划分

### (五) 划分方法 Groundwater Resource Zoning Methods

1. 地下水资源一级区主要参照大型地表分水岭，与水资源一级区和大型内流盆地保持一致。共划分15个  
There are a total of 15 Level 1 groundwater resources zones, it is consistent with the primary zoning of water resources and large inland basins.



水资源一级区



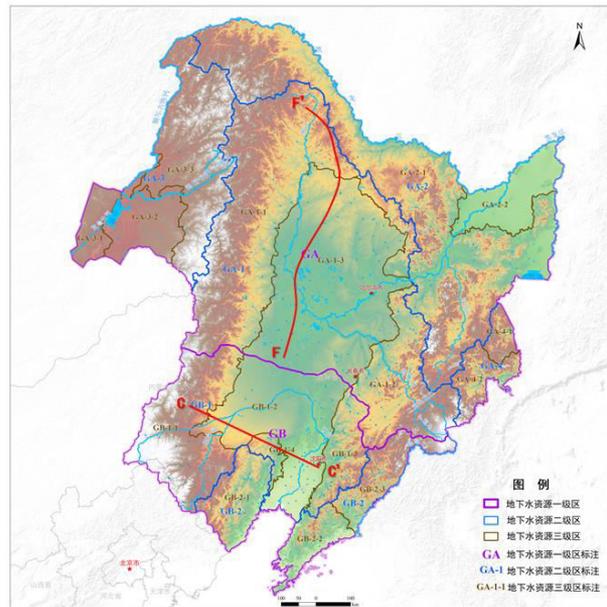
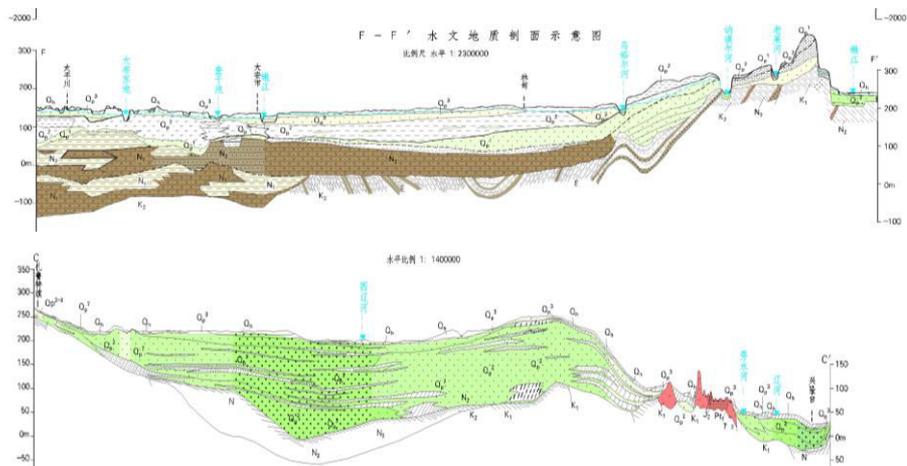
地下水资源一级区





## 二、地下水资源区划分

3. 地下水资源三级区：以大型集水盆地周边山丘集水区  
和地下水盆地平原汇流区划分  
以松嫩流域区为例：



松辽流域地下水资源三级区分区图

The level 3 groundwater resources zone typically divided basing on the surrounding hills watershed areas of large catchment basins as well as the convergence zones in groundwater basin plain. Figures show case studies of the groundwater resource zoning of the Songliao River Basin.





## 二、地下水资源区划分

南方二级区的划分：以大型河流的不同区段，或流域划分为主线

The Level 2 groundwater resources zone typically considers segments of large rivers or watershed divisions as the primary delineation criteria in southern China.



长江流域地下水资源二级区

以长江流域为例：

地下水资源二级区参考水资源二级区边界，以大型汇水节点为划分依据

如宜宾、宜昌、九江、镇江等，将长江由上游至下游划分为金沙江区、大渡河-嘉陵江区、汉江及洞庭湖区、鄱阳湖及巢湖区、长江三角洲汇流区



## 二、地下水资源区划分

再以不同级次的流域特征和含水层岩性分布特征为依据逐级划分，将岩溶泉域、地下河系统为完整的地下水资源区，并按照地下水流系统特征进一步划分

以长江流域为例：

- 三级区主要突出大型平原汇水区和大型地表水流域，如四川盆地补给区、四川盆地汇流区、长江干流区和乌江流域区；

The level 3 groundwater resources primarily emphasize watershed characteristics, groundwater flow system characteristics, and aquifer lithological features. Figure shows case studies of the groundwater resource zoning of the Yangtze River Basin.

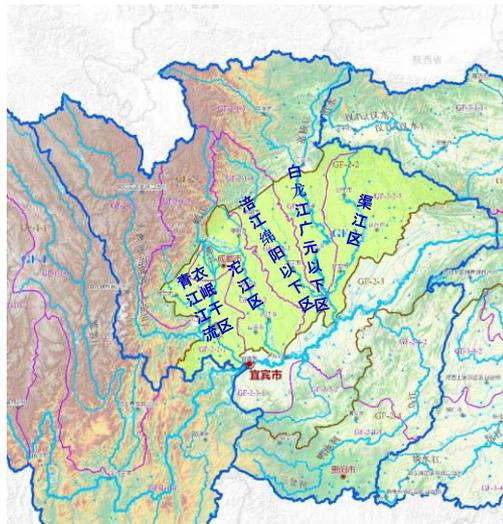


长江流域地下水资源三级区分区图



## 二、地下水资源区划分

- 四级区参照地表水流域或水文地质特征进行划分，如四川盆地汇流区分为青衣江-岷江干流区、沱江区、涪江绵阳以下区、白龙江广元以下区、渠江区；
- 五级区按含水层岩性、次级流域或小型地下水系统划分，如沱江区进一步划分为：德阳三叠系岩溶水区、自贡红层孔隙裂隙水区、成都平原第四系孔隙水区



四川盆地汇流区四级区分区图



沱江区五级区分区图

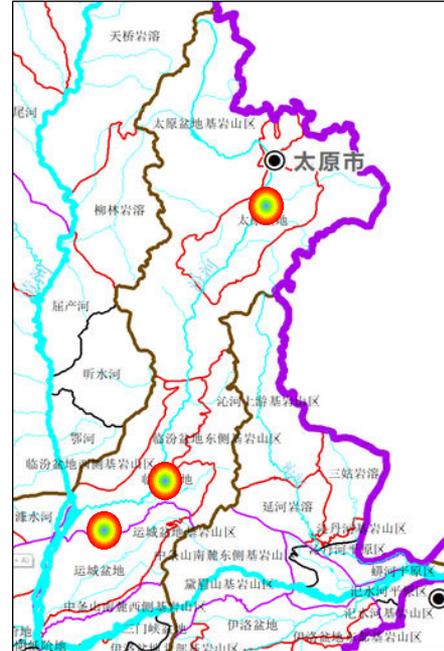
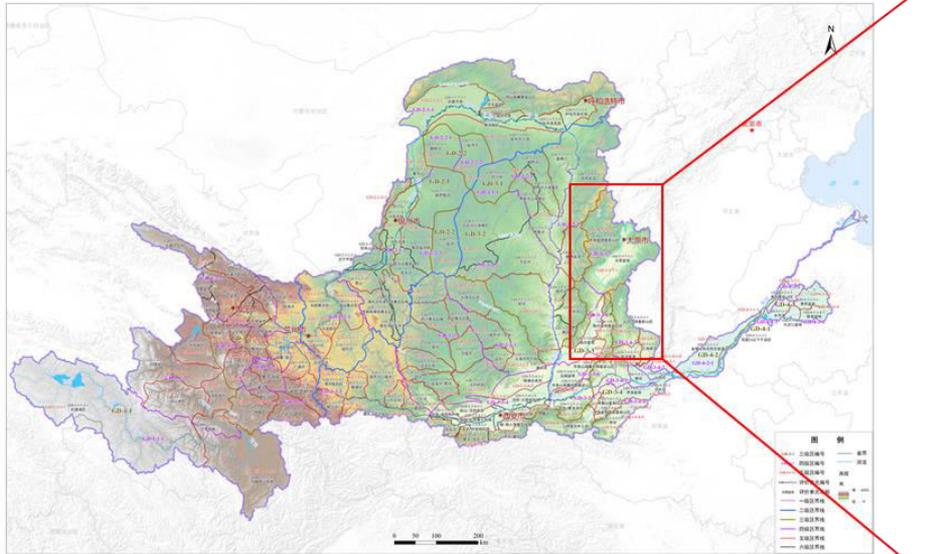
The Level 4 groundwater resources zone is divided basing on **surface water watersheds** or **hydrogeological characteristics**. The Level 5 zone is delineated basing on **aquifer lithology**, **secondary watersheds**, or **small-scale groundwater systems**.



## 二、地下水资源区划分

对于山丘区面积较大的山间盆地、大型洼地或大型河谷参照地下水集水盆地划分；对于平原区面积较大的山丘区可参考山丘区的划分方法划分次级分区

The delineation of large depressions or major river valley in hilly region follows the groundwater catchment basin method. The subdivision method of large hilly areas within plain regions refers to the division of hilly areas.



太原盆地、临汾盆地、运城盆地等大型山间盆地，均参照地下水集水盆地划分方法，首先将集水盆地集水区边界作为分区边界，再进一步按照山丘区、平原区界线划分次级分区



## 二、地下水资源区划分

### (六) 划分成果 Groundwater Resource Zoning

全国共划分一级区15个；二级区44个；三级区137个；四级区454个；五级区904个

The national groundwater resource zoning has 15 Level 1 zones; 44 Level 2 zones; 137 Level 3 zones; 454 Level 4 zones and 904 Level 5 zones.



中国地下水资源1至5级分区图

序号	地下水资源一级区名称	一级区编号	二级区数量	三级区数量	四级区数量	五级区数量
1	松花江流域地下水资源区	GA	4	10	38	48
2	辽河流域地下水资源区	GB	2	7	18	20
3	海河流域地下水资源区	GC	2	13	68	68
4	黄河流域地下水资源区	GD	4	11	31	110
5	淮河流域地下水资源区	GE	3	6	13	45
6	长江流域地下水资源区	GF	5	13	54	134
7	东南诸河流域地下水资源区	GG	2	9	39	50
8	珠江流域地下水资源区	GH	3	10	25	181
9	西南诸河流域地下水资源区	GJ	4	8	23	23
10	准噶尔盆地地下水资源区	GKI	3	10	27	28
11	塔里木盆地地下水资源区	GKII	2	4	26	30
12	羌塘内流河湖地下水资源区	GKIII	2	5	5	5
13	河西走廊及北山地下水资源区	GKIV	3	11	36	96
14	柴达木-青海湖盆地地下水资源区	GKV	2	6	18	32
15	内蒙古高原地下水资源区	GKVI	3	14	34	34
合计			44	137	455	904

各流域地下水资源1-5级分区统计表



## 二、地下水资源区划分

### (七) 编号与命名规则 Groundwater Resource Zoning Coding and Naming Regulations

#### 1. 分区编号与编码规则

The zoning numbering and coding rules

- 地下水资源分区编号按流域从上游到下游依次编排，或按自西向东，自北向南的顺序依次编排，编号原则如下：
    - 一级区采用GA—GK 10组大写字母表示
    - 二、三、四、五、六级区均采用阿拉伯数字表示，各级之间以短横线依次连接，例如GA—1—1—1—1—2
  - 地下水资源分区采用二十位编码，顺序与编号顺序一致，具体编码如下：
    - 前二位为一级单元编码，用GA—GK表示
    - 二级及以下分区均用00—99两位阿拉伯数字表示。第三、四位为二级区代码，第五、六位为三级区代码，第七、八位为四级区代码，第九、十位为五级区代码，依次类推
- The numbering of groundwater resource zones is arranged in sequence from upstream to downstream within a watershed or in the order from west to east or from north to south.
- Groundwater resource zones are assigned a 20-digit code that corresponds to the sequence of numbering rule.



## 二、地下水资源区划分

### 2. 分区命名规则

- 地下水资源一级区按“流域名称或盆地名称+地下水资源区”，例如长江流域地下水资源区、塔里木盆地地下水资源区

The Level 1 groundwater resources zones follows "**River Basin Name or Basin Name + Groundwater Resource Zone**." naming rules. For example, "Yangtze River Basin Groundwater Resource Zone" and "Tarim Basin Groundwater Resource Zone".

- 地下水资源二级及以下分区宜利用山脉、平原、盆地、河流、谷地、流域上中下游、湖泊、沙漠、沙地、泉域、地下河、地质构造、重要地名等约定俗成的名称进行命名，例如、华北平原区、四川盆地区、金沙江流域区、渭河上游河谷区、黄河上游区、鄱阳湖平原区、浑善达克沙地区、塔克拉玛干沙漠区、子牙河流域-娘子关泉域岩溶区、南盘江南洞地下河区等

The Level 2 and lower-level groundwater resource zones are named using commonly accepted terms based on **geographical features, geological structures and important place names**. For example, "North China Plain Region" and "Sichuan Basin region".

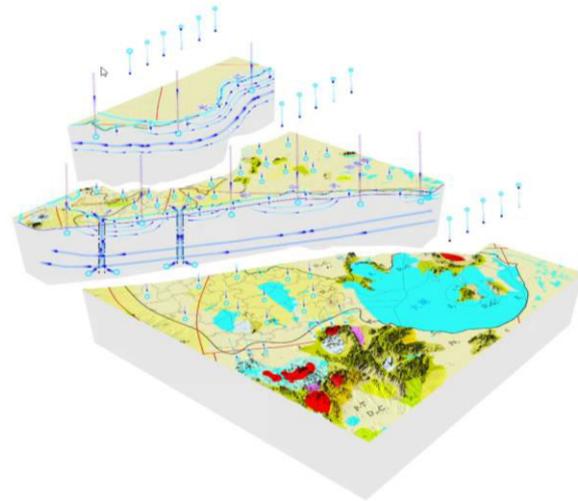
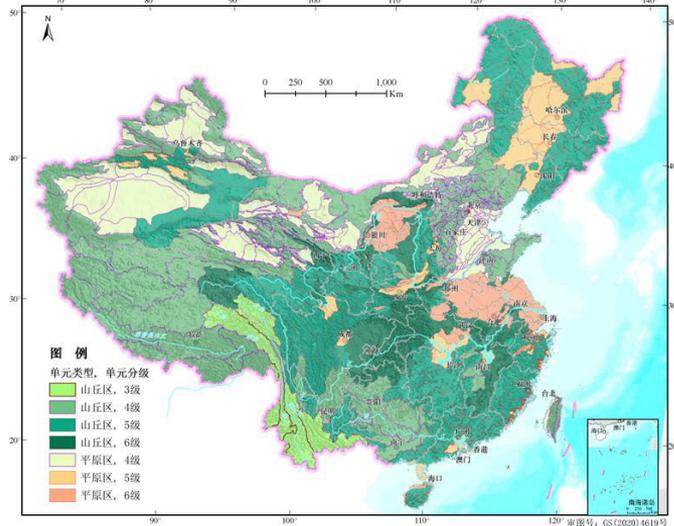


# 三、应用与展望

## (一) 成果应用

### Outcome and Application

- 根据水文地质工作程度，选定评价单元，构建评价单元水文地质概念模型、三维展示与评价结果直观表达，更新构建评价参数体系和评价数据，完成地下水资源年度评价与周期评价
- Selecting evaluation units by the extent of hydrogeological work, constructing hydrogeological models for the evaluation units, updating evaluation data, and generating annual and periodic evaluations for groundwater resources.



太湖平原地下水资源区概念模型及地下水补径排条件三维展示



# 三、应用与展望

## (二) 工作展望

### Future works

全国地下资源分区系统反映了不同层级相对完整的地下水补给、径流、排泄特征，明晰了级次、统一了编号、规范了名称，给地下水评价单元上了“户口”。

- 地下水超采治理与管控
- 地下水污染与防治
- 生态保护与修复
- 地下水确权登记与资产管理

The national groundwater resource zoning system reflects the relatively complete characteristics of groundwater recharge, runoff, and discharge at different levels. This system will effectively enhance the ability to monitor groundwater pollution and over-extraction, and leading to more scientific management and protection of precious groundwater resources.



请批评指正

谢谢！

Thank you !