

# 地下水资源图 编图方法指南

国土资源部地质环境司

地质出版社

# 地下水资源图 编图方法指南

国土资源部地质环境司

陈梦熊

(主编)

刘成琦 陈昌礼

吴炳书 张建华

地质出版社

· 北 京 ·

## 内 容 提 要

本书介绍了地下水资源图的编图方法,包括地下水资源图的基本内容、地下水系统划分原则、系统边界类型、资源量分级以及反映地下水系统四维特征的表示方法。此外,还介绍了辅助性图件的基本内容、编图方法以及图例设计等。

本书可供水文地质工作者及从事地下水研究的有关人员参考使用。

## 图书在版编目(CIP)数据

地下水资源图编图方法指南/陈梦熊主编.-北京:地质出版社,2001.8

ISBN 7-116-03441-2

I.地… II.陈… III.地下水资源-自然资源图-地图编绘-指南 IV.P285.2-62

中国版本图书馆CIP数据核字(2001)第042812号

---

责任编辑:叶丹 蔡卫东

责任校对:田建茹

出版发行:地质出版社

社址邮编:北京海淀区学院路31号,100083

电 话:(010)82324508(邮购部)

网 址:<http://www.gph.com.cn>

电子邮箱:[zbs@gph.com.cn](mailto:zbs@gph.com.cn)

传 真:(010)82310759

印 刷:北京印刷学院实习工厂

开 本:850×1168<sup>1</sup>/<sub>32</sub>

印 张:3

字 数:80000

印 数:1—1000册

版 次:2001年8月北京第一版·第一次印刷

定 价:10.00元

ISBN 7-116-03441-2/P·2200

---

(凡购买地质出版社的图书,如有缺页、倒页、脱页者,本社发行处负责调换)

# 《地下水资源图编图方法指南》 评审意见

国土资源部地质环境司于2000年12月2日在北京组织召开评审会，邀请有关专家（名单附后），对以陈梦熊资深院士为主编的起草小组编制提交的《地下水资源图编图方法指南》（以下简称《指南》）进行了评审。通过听取内容介绍，研究有关资料和认真讨论，形成评审意见如下：

一、《指南》是在认真总结我国建国以来开展的大量综合水文地质图和各种专门水文地质图编图工作的基础上，充分参考了世界各国在地下水资源编图方面的大量文献资料，分析和研究了编图理论和技术的发展趋势后编写而成的，其基础扎实，依据充分。

二、《指南》根据我国国土辽阔、水文地质条件复杂、地区差异大等特点，既吸收了我国在编图方面的成功经验，又参考了国外编图采用的先进理论与技术方法，提出了适合我国国情的地下水资源图编图方法。编图的技术路线正确，在技术方法上有创新。提出的因地制宜、区别对待、合理选择的编图技术既讲究科学性、又注重实用性；图面既要信息丰富、又要重点突出、防止负载过重等编图思路和原则是合适的。

三、《指南》以地下水系统理论为指导，对以不同层次的地下水系统作为地下水资源图的基本骨架的这一编图思路和方法进行了探索，提出了系统的要求和完整的编图方案。在编图的基本内容、地下水系统的划分原则、边界类型与边界条件以及反映地下水系统四维特征的表现方法等方面，都结合我国国情作了改革和创新，代表了当前国内外地下水资源图编图工作的先进水平，体现了《指南》的先进性和科学性。

四、《指南》内容全面丰富。除了对地下水资源图主图的编图方法提出明确的要求和作出统一规定外，还对其辅图如含水层

系统图、地下水水质图、环境水文地质图等编图内容、方法等提出了系统的方案和统一要求。在图例设计方面也进行了探索和改革，并对遥感图像水文地质解译方法、计算机系统水文地质制图方法进行了专门论述。对地下水资源图等系列图的编制具有重要的指导意义。

综上所述，该《指南》指导思想正确，内容全面丰富，地下水资源图的编图思路和方法有创新，其编图理论、技术方法代表了现今国内外先进水平。建议根据评审会提出的意见，对《指南》的内容作适当调整、修改补充后，尽快提交成果，供有关单位使用。

### 《地下水资源图编图方法指南》评审委员会

2000年12月2日

## 评审委员会

**主任委员:**岑嘉法

**评 委:**岑嘉法,教授级高工,国土资源部咨询研究中心

李烈荣,教授级高工,国土资源部地质环境司

沈照理,教授,中国地质大学(北京)

赵运昌,教授级高工,中国地质环境监测院

孙培善,教授级高工,国土资源部老干部局

韩再生,教授级高工,中国地质调查局

陈 汉,教授级高工,甘肃省国土资源厅

# 前 言

1998年国土资源部成立后，提出在全国开展新一轮的国土资源大调查。其中，地下水资源的调查，是大调查中的重要内容之一。开展新一轮国土资源大调查，强调一个“新”字，即新的思路、新的理论、新的观念和新的技术方法，对新成果要求达到一个新的水平。根据以上精神，水文地质调查如何在继承以往工作成果的基础上，有所前进，有所创新，是我们今后工作的一个努力方向。

我国自20世纪50年代起就开始有计划地在全国范围内进行区域水文地质普查，到80年代基本完成全国普查任务，并相应出版了大量图件，为国民经济规划和工农业生产作出了重要贡献。但因历史条件的限制与影响，多数图件急需改编或重编，特别是在编图方法方面，需要有所改进。过去通过普查所编制的综合水文地质图，以反映含水层富水性为主，而当前为了实现国土资源的宏观管理与科学规划，急需在以往工作的基础上编制地下水资源图及其有关的辅助图件，以作为国家基础性图件之一。为此，地质环境司提出要制订一个新的有关编制水文地质图的规范性手册，以适应开展国土资源大调查的迫切需要。

我们受地质环境司的委托，在1998年承担了这项任务。两年来经历多次反复修改，于最近完成全稿。最初原计划要编写一本新的综合水文地质图编图方法与图例，在编写过程中考虑到1979年地质出版社出版的《综合水文地质图编图方法与图例》，经历20多年的实践考验，证明其内容仍然基本可用，主要缺陷是在当时未能应用地下水系统的理论作为指导思想。今天看来需

要有所补充、有所提高。根据国土资源大调查的规划内容，我们考虑到当前更迫切需要的是制订一个以地下水系统理论为指导的地下水资源图的编图方法。实际上地下水资源图是综合水文地质图的进一步发展与提高。两者在基本内容方面大多相同，其主要区别是综合水文地质图以反映含水层富水性为主，而地下水资源图以反映天然资源量为主，因此在编图方法上，两者可以互相通用，所以我们决定编写一本《地下水资源图编图方法指南》（以下简称《指南》），这本《指南》也可作为编制综合水文地质图的指南。采用“指南”这一名称，主要是区别于正式的规范，所以内容偏重于基本原则与技术方法，不涉及生产定额或各种技术指标，供有关人员在工作中作为一个具有指导性的使用手册。经过一段时间的实际应用，并在实际应用中不断的改进和完善，今后也可以改编成为正式的规范。

本《指南》包括4个部分。第一部分为“地下水资源图编图方法与基本要求”，重点阐明地下水资源图的基本内容、地下水系统划分原则、系统边界类型、资源量分级以及反映地下水系统四维特征等的表示方法。第二部分概略阐明图组中除主图外5种辅助性图件的基本内容与编图方法，主要包括含水层系统富水程度图、地下水水质评价图、地下水脆弱程度图、环境水文地质图及地下水开发利用区划图。第三部分为“图例设计”，划分了10种边界类型，建立了新的含水层系统；对孔隙水系统采用蓝、绿、棕3种基本色调，反映资源量分级，裂隙水及岩溶水系统则采用不同颜色的网格表示。第四部分附件包括3个内容：①名词解释及参考用图表，主要介绍国外的有关资料；②计算机系统水文地质制图方法，概要说明应用地理信息系统和计算机技术进行编图的基本要求；③遥感图像水文地质解译方法，概要说明遥感图像及遥感技术在编图工作中的应用。

参加本书编写的人员主要有陈梦熊、刘成琦、陈昌礼、张建华和吴炳书，由陈梦熊担任主编。第一、二部分由陈梦熊、刘成琦负责，第三部分由吴炳书负责。附件中的附件一由张建华、陈辉负责，附件二由陈昌礼负责，附件三、附件四，由陈梦熊、张建华负责。

这项任务得到国土资源部地质环境司和咨询研究中心的大力支持，同时得到地质环境司陶庆法、孙培善同志以及中国地质环境监测院陈辉同志的热情协助，邹学雯、刘嵘同志协助进行稿件的打印工作，在此一并致谢！



# 目 录

## 前 言

绪 论 .....	( 1 )
一、地下水资源图编图方法与基本要求 .....	( 7 )
(一) 引言 .....	( 7 )
(二) 基本内容 .....	( 8 )
(三) 地下水系统划分 .....	( 9 )
(四) 含水层系统划分 .....	( 11 )
(五) 地下水资源量分级 .....	( 13 )
(六) 地下水动力特征与水化学特征 .....	( 15 )
(七) 地下水系统的四维特征 .....	( 17 )
(八) 图式、镶图及综合图表 .....	( 19 )
二、主要辅助图件的编图方法 .....	( 22 )
(一) 引言 .....	( 22 )
(二) 含水层系统富水程度图 .....	( 22 )
(三) 地下水质量评价图 .....	( 23 )
(四) 地下水脆弱程度图 (地下水易污染性图) .....	( 25 )
(五) 环境水文地质图 .....	( 26 )
(六) 地下水资源开发利用区划图 .....	( 28 )
三、图例设计 .....	( 31 )
(一) 含水层系统划分 .....	( 31 )
(二) 地下水系统边界类型 .....	( 32 )
(三) 反映边界条件的示意小立体剖面图 .....	( 33 )
(四) 水文地质符号 .....	( 34 )

(五) 地质地形符号·····	(42)
<b>四、附件</b> ·····	(49)
(一) 计算机系统水文地质制图工作方法·····	(49)
(二) 遥感图像水文地质解译方法·····	(60)
(三) 名词解释·····	(70)
(四) 参考用有关图表·····	(72)
<b>参考文献</b> ·····	(85)

## 绪 论

水文地质学是一门专门研究地下水的科学。我国对地下水的认识和开发利用，虽具有数千年的悠久历史，但真正运用地质科学的理论与方法进行地下水的调查研究，仅开端于20世纪30年代。新中国成立以后，随着国民经济的迅速发展，水文地质学也逐渐发展成为应用地质科学领域内的一门新的独立学科。

20世纪50年代原地质部成立以后，为了适应国民经济发展的需要，开始在全国有计划地开展区域水文地质普查，到80年代基本完成全国的普查任务，编制出版了大量区域水文地质图分幅图件，并在此基础上，进行了全国地下水资源的计算。区域水文地质图综合反映地下水分布的区域规律与基本特征，具有广泛的用途。它是国民经济规划不可缺少的基础图件，被称为国家基础性图件。

20世纪60年代以前，我国水文地质图主要参考、应用原苏联当时采用的编图方法，如采依切夫编图法。图面主要按地层时代划分含水岩系，加上天然或人工揭露的水点，因而地质因素较多，而水文地质内容则远感不足。60年代我们对编图方法进行了改进，图面突出了含水岩组的富水性。进入70年代以后，在总结以往经验的基础上，参考了联合国教科文组织制定的国际统一图例，结合我国的实际情况，对编图方法又进一步作了革新，并出版了新的《综合水文地质图编图方法与图例》。

新的编图方法主要根据地下水的含水介质、赋存条件与水动力特征，将地下水划分为5种基本类型作为编图的基础。这5种类型是：①松散岩类孔隙水；②碎屑岩类裂隙孔隙水；③碳酸盐岩裂隙溶洞水；④基岩裂隙水；⑤冻结层水。由于采用了以上分类方法，实际上简化了地质内容，从而较好地反映了地下水的含水介质与赋存条件，同时也反映了地下水不同的开采条件。图面

突出反映了含水层的富水性。在图例设计上，每种地下水类型分别采用一种或两种基本色调，而用颜色的浓淡，区别其富水程度。对多层含水层系统简化划分为浅层水与深层水，或潜水与承压水，采用宽窄相间的条带，分别表示浅层水与深层水，并根据条带的方向（水平、斜条或垂直）区别深层水的埋藏深度。对于相互叠置的咸、淡含水层，也可采用同样的方法表示。以上编图方法，自 20 世纪 70 年代试行以来，取得了较好的效果，并得到了国内外的好评，证明该编图方法是成功的。

在西方先进国家，水文地质学也是在战后才逐渐发展起来的，成为当时地质科学中最年轻的一门独立学科。所以到 20 世纪 60 年代，国际上尚无一个比较成熟的、被公认的水文地质图统一图例。相反，地质图早在 20 世纪初，就已有有一个被国际共同采用的地层程序与统一图例。所以水文地质图是在地质图的基础上，在不断探索的过程中，经过不断地充实与改进，一直到 70 年代才初步拟订了一个统一的国际图例草案。

1956 年在墨西哥举行的第 20 届国际地质大会上，正式成立了国际水文地质学家协会（IAH），成为全球水文地质界最主要的一个国际组织。该协会于 1959 年成立国际水文地质图委员会，是该协会最早成立的一个专业委员会，除促进国际学术交流与国际合作外，专门研究水文地质图的编图方法。1970 年由联合国教科文组织与英国地质科学院正式出版了国际图例，并附有英、法、俄、西班牙等 4 种文字。1974 年由地质部水文地质工程地质研究所，将其中主要部分译成中文。

该图例方案主要把含水层系统划分为三大类：①孔隙含水层；②裂隙含水层（包括岩溶含水层）；③不含水或弱含水层。前两类又分别划分两个亚类：a)广泛分布和富水的含水层；b)局部或断续分布的含水层。第三类划分三个亚类：a)局部分布的弱含水层；b)非含水层；c)深部具有可选择利用的含水层。以上三大类分别采用蓝、绿、棕 3 种颜色作为图例，并用色调的深浅区别其富水程度与赋存条件。由于该图例方案主要用于 1:150 万小

比例尺的欧洲水文地质图，所以含水层的分类较为简单，对含水层的富水性只作定性评价，对含水层系统的结构也缺乏考虑。

1983年11月，联合国经社会亚太总部与国际水文地质学家协会等国际组织在印尼万隆市共同召开了亚太地区水文地质图国际学术研讨会。这是国际上第一次以水文地质图作为主题的国际学术会议。这次会议重点讨论了水文地质图国际图例的修正草案。

从各国展出的图件可以看出，尽管目前还存在各种不同的编图方法，但已有逐渐走向统一的趋向。例如多数国家都以划分地下水类型作为编图基础，以反映含水层系统的富水性作为基本内容；前者采用各种普染色代表地下水类型，后者用颜色的深浅代表富水程度的差异。根据各国的不同情况，采取了不同措施。例如印尼火山岩构成的含水层十分发育，因而对地下水类型采用了四大类的分类，而我国则采用了五大类的分类法。澳大利亚则以水质条件放在首要地位。法国根据含水层系统的结构与边界条件，划分为14种类型。

法国1980年出版的比例尺1:150万水文地质图（含水层系统类型图），内容比较新颖，颇具特色，是最近在西欧国家出版的图件中，比较突出的一幅。其主要特点是：①取用补给模数（ $M$ ）代替传统采用的单位涌水量，并且与降水量（ $P$ ）相结合，按其差别具体分为5级（ $M$ 的单位为 $L/km^2$ ， $P$ 的单位为 $mm/a$ ）：a.  $M < 3$ ， $P < 100$ ；b.  $M 3 \sim 6$ ， $P 100 \sim 200$ ；c.  $M 6 \sim 15$ ， $P 200 \sim 500$ ；d.  $M 15 \sim 30$ ， $P 500 \sim 1000$ ；e.  $M > 30$ ， $P > 1000$ 。②含水层系统按含水层的结构与边界条件，划分成14种类型，采用小立体模型的方式反映其三维特征。③各类孔隙水一律采用普染色表示，裂隙水采用不同的网格表示，以色高浓淡网格的疏密反映富水性的强弱。因而孔隙水与裂隙水在图面能够明显地区别开来。

国际水文地质学家协会等5个国际组织，于1989年在西德汉诺威市召开了规模空前的全球性国际水文地质图大会。大会系

统总结了万隆会议以来，各国水文地质图编图工作的发展与主要成就，探讨了今后努力的方向，并展出大量图件。通过这次会议，大致可归纳以下几点体会：①大多数国家展出的图件都有明显的进步，不论在理论上、内容上，或技术方法等方面，都有很大发展，特别是第三世界国家更为突出。②随着各国社会经济的迅速发展，仅以反映含水层富水性为主的综合水文地质图，已不能满足各国的实际需要，因此都以编制一个图组或图系来代替单项图件，特别是水资源图、水质图、环境水文地质图成为图组中不可缺少的图件。③各国的图件都不同程度地反映了地下水系统的理论或观点，有逐渐发展为编制水文地质图的指导思想与理论基础的趋向。④水文地质图如何反映地下水系统的四维特征，成为当前水文地质工作者追求实现的一个重要目标。⑤遥感技术以及地理信息系统与计算机技术的应用日益普及，已成为水文地质编图不可缺少的手段；印刷工艺也有很大发展，如大量各类菲林纲线的使用，而这些正是我国存在的薄弱环节。

20世纪90年代著名水文地质编图专家，德国史特洛克迈尔(W.F.Struckmeier)与法国马加(J.Margat)在系统总结几十年来编图经验的基础上，共同编著了新的《水文地质图编图指南与标准图例》，由国际水文地质学家协会(IAH)于1995年正式出版。该指南除对编图方法与原国际图例进行补充修改以外，特别提出按不同工作阶段与不同要求所建立的水文地质图分类系统，其中主要包括普通水文地质图、地下水资源图及地下水脆弱性图，并按研究程度划分低、中、高3个等级。其中研究程度较高的水文地质图，要求编制成相当于概念模型的区域地下水系统图。该指南除以欧洲水文地质图(柏林幅)作为样图外，同时选出非洲博茨瓦纳共和国地下水资源图、法国水文地质图、德国明斯特盆地地下水流系统图作为补充样图。以上图件都不同程度地应用了地下水系统的观念。同一时期，国际水文地质学家协会又出版了伏尔巴(J.Vrba)与扎波罗切克(A.Zaporo-zec)编著的《地下水脆弱性图编图指南》，主要根据包气带土层的厚度、

渗透性，划分为5个等级，用不同颜色图例表示，并选择英国肯特地区的“地下水脆弱性图”作为样图。以上两本工具书，在国际上均具有最高权威，但从内容来看，不论在理论上或编图方法上，除反映含水层富水性为主的水文地质图相对比较成熟外，其他如地下水资源图以及地下水系统图等都不够成熟，仍处于探索阶段，需要进一步完善。

通过以上对国内外有关水文地质编图历史发展的分析，在充分参考国内外有关文献的基础上，我们编写了这本《地下水资源图编图方法指南》（以下简称《指南》），既适用于编制中、小比例尺的地下水资源图，也适用于编制主要反映含水层富水性的综合水文地质图。为弥补主图的不足，从《指南》内还提出5种辅助性图件，并概要阐明其基本内容与编图方法，与主图共同组成一个比较完整的图组或图系。不同地区可根据需要合理选择编制哪几种图件，包括未列入的其他各种图件。

本《指南》基本是按专业要求制订的，因此专业性较强，主要供专业人员或有关科技人员使用。为了同时满足一般非专业人员，如政府官员或行政人员的需要，应尽可能在上述专业性图件的基础上进行简化，创造性地改编成简明易懂的实用图件。

《指南》以地下水系统理论为指导，以不同层次的地下水系统作为地下水资源图的基本骨架，明确了系统划分的原则及其边界类型与边界条件；结合我国实际，对地下水类型及含水层系统的划分进行了部分调整，对图例设计进行了较大改革，很大程度上参考了法国水文地质图的编图原则；详细分析了图面需要反映的基本内容与有关要素，根据我国地区差异较大的特点，提出因地制宜的基本原则；此外还探讨了反映地下水系统四维特征的各种表现方法。为了充分应用遥感技术，提高图件的质量与精度，在附件中叙述了水文地质遥感图像的解译与应用；为了提高编图和制图效率，在附件中专门探讨了地理信息系统与计算机技术在编图工作中的应用。

我国国土辽阔，水文地质条件十分复杂，地区差异很大，需

要提供的信息很多，因此在编图过程中对大量资料如何合理选用，因地制宜，随机应变，灵活掌握，十分重要。为此既要讲究编图技术，又要注重编图的科学性、艺术性与实用性；既要图面信息丰富，又能突出重点，防止负载过重，影响读图效果。所以必须用开拓性、创造性的思想来使用这本《指南》，使我国水文地质科学，能在国际上走在前列。相信今后新出版的地下水资源图，一定能为国民经济的发展和国土资源的科学规划与合理开发利用，作出更大贡献！



# 一、地下水资源图编图方法与基本要求

## (一) 引言

1. 地下水资源图是在过去普查阶段所编制的综合水文地质图(或称含水层富水性图)的基础上,经过深化、提高以后,应用地下水系统的观点,编制成以反映地下水资源为主要内容的水文地质图,即相当于概念模型的水资源水文地质图,或称地下水系统图。本《指南》主要阐明地下水资源图的编图原则、基本方法与技术要求。

2. 地下水资源图是包括若干辅助性图件共同组成的一个图组(或图系),其基本图件除地下水资源图以外,主要包括含水层系统富水程度图、地下水水质评价图(简称地下水水质图)、环境水文地质图、地下水脆弱性图以及地下水资源开发利用区划图。其他辅助性图件,应根据不同地区的不同条件与不同需要而定。

3. 地下水资源图是国家基础性图件之一。《指南》主要适用于中等比例尺,即1:25万的区域性图件,也基本适用于1:50万或1:10万的区域性图件。每个图幅的范围,一般可按国际分幅图或按地下水系统或流域圈定图幅范围,应由国家有关部门作出统一部署。

4. 地下水资源图以反映天然资源为主,其资源量一般采用补给模数表示,可采资源量(允许开采量)作为次要因素表示。本图所表示的资源量,一般相当于国家分级标准的D级。

5. 本图组主要为国民经济规划、国土整治、国防建设、科学研究、以及省、市、县的农业区划、农田基本建设、工业布局、城市建设、环境保护等提供基础性资料。同时也为水资源的合理开发利用和开展各种专门性水文地质勘探,提供规划设计依据。