

西藏“一江两河”地区干旱县 地下水资源评价与信息系统建设

杨全忠 邓召明

(四川省地矿局九一五水文地质工程地质队, 眉山 620010)

摘要: 西藏“一江两河”地区是西藏自治区重要的社会经济发展区, 其干旱缺水面貌也十分突出, 开展这一地区地下水资源勘查评价工作具有十分重要的战略意义。已开展的 1:10 万扎囊、堆龙德庆、江孜、拉孜等 12 县 19254.8km² 的勘查工作已取得了丰硕成果, 查明了地下水可开采资源 21869.58 × 10⁴m³, 并建立了西藏“一江两河”干旱区地下水信息系统, 为西藏“一江两河”地区综合开发利用地下水资源和生态环境保护提供了科学依据。

关键词: 西藏; 地下水资源评价; 信息系统建设

西藏“一江两河”(雅鲁藏布江、拉萨河、年楚河)地区是西藏自治区的腹心地带,是西藏政治、经济、文化和信息中心,行政隶属拉萨市、山南、日喀则地区,共十八个县(市、区),88.38万人,占西藏全区人口的45%;现有耕地264万亩,占自治区耕地的50.6%。开发建设好这一地区,对西藏社会经济发展具有十分重要的战略意义。该区也是西藏水资源需求的重点地区,干旱区多分布在农耕较为集中的支沟宽谷地带,总面积达22480ha,需要开垦灌溉的宜农荒地17233.33ha,缺水量达 $231.21 \times 10^4 \text{m}^3/\text{d}$ 。有近 14.60×10^4 人、 380×10^4 头牲畜因缺水而饮用水困难。早在1986年地矿部与西藏自治区领导商定,西藏的水工环地质工作要以西藏“一江两河”干旱区农牧业供水勘查评价为重点。按此精神,地质矿产部在“七五”、“八五”、“九五”期间,下达了西藏扎囊、琼结、贡嘎、日喀则、林周、白朗等九县干旱区的农牧业供水水文地质勘查工作,2000年国土资源部中国地调局布署的第二轮水文地质调查,继续安排了江孜、拉孜、堆龙德庆干旱县地下水勘查评价工作,通过以上工作,取得了丰富的水文地质资料,基本查明了西藏“一江两河”地区水文地质条件和特征,评价了地下水资源,为西藏“一江两河”地区综合规划地下水开发提供了科学依据,按照国土资源大调查的总体要求,在新一轮水资源调查中,进行了地下水信息系统建设,在我国自主知识产权的MAPGIS基础平台上进行了二次开发,建立了图形数据和属性数据一体化,操作简便、快捷,对地下水资源相关的空间信息进行采集、存储、管理、空间分析、显示和输出的地下水信息系统,有关专家认为,在国内同类系统中具有领先水平。

1 水文地质特征

该区属高原温带半干旱气候,年平均气温 $6.3 \sim 8.4$,年平均降水量 $316.1 \sim 445.5\text{mm}$,主

作者简介:杨全忠(1963-),男,总工程师,高级工程师,主要从事水文地质、环境地质、地质灾害勘查评价技术管理。

要集中在6~9月,占全年降水量的94%左右。除拉萨河、年楚河等常年性河流外,支沟干旱区

都为季节性过境水流。水流随雨季的降水而间断形成,一般随降雨结束逐渐消失。过境水流成为旱区地下水的主要补给源之一。干旱的支沟两侧山区以赋存基岩裂隙水为主,富水性大小及补迳排特征明显受地貌、岩性和地质构造等因素综合控制。地下水迳流模数一般 $1 \sim 3\text{l/s} \cdot \text{km}^2$;泉流量一般 $1 \sim 3\text{l/s}$,大者可达 100l/s 以上,基岩裂隙水可侧向补给支沟谷地地下水。干旱的支沟宽谷中下游地段赋存较丰富的地下水,含水层为全新统一中更新统冲洪积含泥质卵石、砾石,厚度 $25 \sim 45\text{m}$,单井涌水量一般 $1000 \sim 3000\text{m}^3/\text{d}$,渗透系数 10m/d 左右,地下水位埋深 $5 \sim 15\text{m}$ 。第四系孔隙水水质好,水化学类型一般为 HCO_3-Ca 、 $\text{HCO}_3-\text{Ca} \cdot \text{Mg}$ 、 $\text{HCO}_3-\text{Ca} \cdot \text{Na}$ 型,矿化度 $0.15 \sim 0.30\text{g/l}$ 。地下水位动态随季节变化明显,不同干旱河谷水

位变幅相差较大，小者 0.5~ 2.0m，大者 5~ 10m。基岩山区地下水补给来源为大气降水和降水转化而成的冰雪融水。河谷干旱区地下水主要补给来源为过境地表水渗漏、大气降水入渗和地下水侧向流入。

2 地下水资源计算与评价

2.1 地下水资源计算评价方法

根据本区水文地质条件、地下水开发利用现状和水文地质勘察研究程度，基岩裂隙水资源计算与评价方法以径流模数法为主，构造型岩溶溶洞裂隙水则采用泉水流量测定法计算和评价地下水资源。干旱河谷区地下水以均衡法为基础，数值法校核。

2.1.1 径流模数法

采用枯水期的统侧流量计算的径流模数，并进行分区计算，全区径流模数 $< 11/s \cdot km^2$ 的占 58.46%， $1 \sim 31/s \cdot km^2$ 的占 41.54%。径流模数平均值 $0.9781/s \cdot km^2$ ，均方差 0.865。

2.1.2 均衡法

均衡法是地下水资源计算与评价的基础。均衡区所处的自然地理环境和水文地质条件，决定了大气降水入渗、渠系渗漏、农田灌溉回归、过境洪水入渗、侧向地下水流入系本区地下水的主要补给来源；人工开采量、地下水溢出量和侧向流出量、潜水面蒸发量是主要消耗量。经计算，全区主要干旱区地下水平均补给量 $66519.98 \times 10^4 m^3/a$ ，地下水可开采量 $21869.58 \times 10^4 m^3/a$ ，而农牧业需水量 $15120.83 \times 10^4 m^3/a$ ，地下水是完全有保证的。加之，农牧业灌溉的季节性分布，甚至以丰补欠对于本区水文地质条件是完全满足的。

2.1.3 泉水流量测量法

主要应用于澎波曲、曲美河谷、岩溶构造带等地下水以大泉或溢出带排泄的地区，如曲美河谷总溢出量根据 94~ 95 年长观实测的泉流量计算，总溢出量为 $1806.12 \times 10^4 m^3$ 。各月地下水溢出量分配情况见表 1。

表 1 曲美干旱河谷地下水溢出量分配表 单位： m^3

1994 年					
4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月
1783013	1732484	1681955	1631426	1580897	1530368
1995 年					
4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月
1479839	1429310	1378781	1328252	1277723	1227194

2.1.4 数值法

根据干旱区水文地质条件,按水文地质概念模型的概化条件,地下水运动采用非均质各向同性多孔介质二维潜水渗流方程描述,其数学模型为:

$$\frac{\partial}{\partial x} \left[k_{xx} (H - B) \frac{\partial H}{\partial x} \right] + \frac{\partial}{\partial y} \left[k_{yy} (H - B) \frac{\partial H}{\partial y} \right] + P(t) + EV(t) + W(t) = m \frac{\partial H}{\partial t}$$

$$H(x, y, t) \Big|_{t=0} = H_0(x, y, t)$$

$$H(x, y, t) \Big|_{r_1} = H_1(x, y, t)$$

$$\overline{K} (H - B) \frac{\partial H}{\partial h} \Big|_{r_2} = q(x, y, t)$$

$$K_R (H_R - R_B) \frac{\partial H}{\partial h} \Big|_{r_R} = q_R(x, y, t)$$

下水数学模型的求解采用有限差分法,利用 MODFLOW 软件进行计算。根据西藏自治区“一江两河”开发确定的农作物灌溉定额和面积设计地下水开采量,进行地下水开采动态预报。预报期一般为 5 年以上。以此判定干旱区按设计的地下水开采量进行季节性开采是否造成地下水位长期持续下降或区域性地下水位的持续下降,开采期内最大水位降低于 10m。计算结果表明,第四系含水层会在丰水和枯水季节轮回过程中使地下水量和水位得到恢复,处于补、迳、排的良性交替循环状态。干旱区第四系地下水资源能充分满足农田灌溉需水量的要求。

2.2 主要参数的取得

2.2.1 迳流模数 (M)

利用各区枯期溪沟地表水测流资料计算得,平均值 $0.9781 / s \cdot km^2$ 。

2.2.2 大气降水入渗系数 ()

在西藏“一江两河”地区建立了两处垂向运移观测试验场,采用 WM - 1 型负压计和 LNW - 50 型中子水分仪观测资料计算降水入渗系数。拉萨河河谷区为 0.19,干旱区为 0.13。

2.2.3 给水度

根据水文地质钻孔非稳定流抽水试验资料,采用博尔顿配线法计算得给水度为 0.15 ~ 0.20。

2.2.4 渗透系数

根据水文地质钻孔稳定流抽水试验资料,一般采用潜水完整井公式计算取得,干旱支沟区

渗透系数一般为 10m/d。

3 地下信息系统建设

西藏“一江两河”地区实施地下水资源调查以来，利用 GIS 技术，建立了江孜县、拉孜县和堆龙德庆县地下水资源信息系统结构。空间数据库内容主要包括图形库与数据库两部分，具体操作形式主要以 MAPGIS 作为数据接口和挂接平台，对于众多的、错综复杂的信息数据进行合理的系统的管理，经归类、统计、检索等数据处理，使之成为系统的有一定规律的信息类别，而每组信息又可以反映出本区域内某一方面的地下水资源调查特征，MAPGIS 的软件平台下，对于相关信息图层中提取分析所需要的数据图层，形成单要素图件再进行叠加在一起，就可得到综合反映这些要素的专题图，从而进一步作属性统计分析，以便得出各种要素之间的定量关系，从地下水资源调查现状资料中评价得出地下水资源的现状及动态。

建库工作采用的技术标准使用有关国家标准及参考国土资源部和中国地质调查局的一些标准，制定分层标准和制作属性表。

地下水资源调查地质信息划分为三大类：基本地理信息、基础地质信息、地下水资源调查评价要素信息。基础地质信息包括地质图、水文地质图、水利工程现状图；地下水资源调查评价要素信息包括 5 大类：岩石性质分区图层、地貌分区图层、环境地质图层、水资源合理开发图层、地下水开采技术条件图层和地下水开发利用与保护管理图层等，每一大类又划分若干图层，图层由许多图元组成（见表 2）。

表 2 地下水资源调查地质信息划分表

图 类	图 层 名 称
基本地理信息	地理底图
基础地质信息	基础地质底图
	水文地质图
	水利工程现状图
评价要素信息	岩性分区图层
	地貌分区图层
	环境地质图层
	水资源合理开发图层
	地下水开采技术条件建议图层
	地下水开发利用与保护管理图层

3.1 系统设计

该地下水信息系统是在国产地理信息系统软件 MAPGIS 基础上进行二次开发，选择 Visualc++6.0 作为开发语言，使该系统具有输入、浏览、输出地下水相关的文字报告、像片、平剖面图、表格、音像视听等多种功能，达到了图形数据和属性数据一体化，操作简便、快捷，充分发挥了 GIS 的空间信息管理的优势。

3.2 系统的主要功能

本系统主控模块界面是一个水平菜单，由文件、图形窗口、数据输入、图数互查、输出、

数据库维护等菜单构成。下一级为下拉式菜单，其响应模块均以窗口的形式出现。

3.2.1 文件

“文件”菜单下包括了“地下水工程”的建立、保存，图形的添加及删除，以及文字报告的编辑等功能。

3.2.2 图形窗口

“图形窗口”菜单下包括了放大、缩小、移动、更新等窗口操作功能以及闪烁等功能。

3.2.3 数据输入

“输入”菜单下包括了地下水信息系统建设的野外调查的全部表格类型，是将野外原始数据录入计算机的一个重要组成部分。该菜单下还包括了调查点与点、线、面图元进行联接的功能，是在进行图数互查之前的重要步骤。

3.2.4 图数互查

“图数互查”菜单下包括用户查询地下水信息，了解地下水资源分布信息的功能，是用户管理地下水信息的重要工具。可进行单一查询、综合查询和条件查询。

3.2.5 输出

“输出”菜单下提供图表和图形输出方式，它是所有最终成果汇交或归档必不可少的功能。可进行整体输出和裁剪输出。

3.2.6 数据维护

“数据维护”菜单下包括更改图形属性结构、修改属性、删除修改调查记录等功能。

3.2.7 设置

“设置”菜单包括了显示隐藏工具栏或控件窗口，设置界面蒙皮、设置 MAPGIS 选项、环境、修改背景等辅助功能。

3.3 系统安装使用

系统使用的硬件上需加速卡或软件狗一块。设置加速卡的 IO 地址，将插入扩展槽，MAPGIS 加速卡所占的缺省地址为 290H，为避免地址冲突，用户可根据自己系统扩展槽中的不同卡的地址，调节 MAPGIS 加速卡上的跳线，将 MAPGIS 加速卡所占的地址调节为不被占用的地址空间，如 200H、210H、220H 等或在 GMOS 设置并口模式为 ECP (或 EPP)，将软件狗接在并口。

4 结论

(1) 西藏“一江两河”地区是西藏自治区重要的经济开发区，党中央、国务院和地方各级政府十分重视这一地区的开发建设，国土资源部中国地质调查局积极安排西藏“一江两河”地区地下水资源调查评价工作具有很好的前瞻性和十分重要的战略意义。对西藏“一江两河”地区的社会经济发展已取得十分重要的作用。

(2) 西藏“一江两河”地区干旱县地下水资源调查已取得重大成果，基本查明了重要

干旱区的水文地质条件和地下水资源分布规律，查明地下水可开采资源 $21869.58 \times 10^4 \text{m}^3$ ，为这一地区地下水资源合理开发利用和可持续发展提供了科学依据。

(3) 实施了数字国土工程，建立了西藏“一江两河”地下水信息系统，提高了地下水资源勘查水平，为地方政府决策、管理、开发利用地下水资源提供了简捷、方便的工具。