

西南红层严重缺水地区表层地下水富水性等级划分及其意义

郑万模 魏伦武 赖绍民

(成都地质矿产研究所 610082)

摘要：为解决西南红层严重缺水地区分散农户的人畜饮用水困难，在地下水贫乏，过去勘查研究很少的红层表层进行庭院式打井供水，对地下水的富水性必须重新认识，富水等级的划分也需建立新的模式，本文通过对西南红层地区水文地质条件、赋水规律的论述，阐述了红层严重缺水地区表层地下水富水性等级重新划分的标准及其对分散庭院式找水工作的指导意义。

关键词：红层 表层 富水性 等级

1 西南红层严重缺水地区概况

西南红层严重缺水地区主要分布在四川、重庆、云南及贵州四省(市),红层分布面积 $29.55 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。其中四川省 $12.89 \times 10^4 \text{ km}^2$ 、重庆市 $4.06 \times 10^4 \text{ km}^2$ ，云南省 $12.06 \times 10^4 \text{ km}^2$ 、贵州省 $0.54 \times 10^4 \text{ km}^2$),涉及的县(市、区)达 163 个,区内人口密集达 5459 万人(四川省 3800 万,重庆 860 万,云南 760 万、贵州省 39 万),降水在时空上的分布严重不均,夏秋多暴雨,冬春多干旱,地表水提、引、拦蓄工程少,调节能力差,十年九旱,严重缺水地区人畜饮用水十分困难,因缺水存在的常年饮用水困难的人口达 975.5 多万(四川 600 万,重庆 170 万,云南 200 万、贵州省 5.5 万)。水资源的短缺严重制约了当地社会经济的可持续发展和生态环境的改善。

四川省、重庆市的红层主要分布在四川盆地的中部和东部,多属丘陵地带,是四川省和重庆市的重要农业经济区。区内人口约占两省、市的 60%,耕地约占两省、市的 50%,粮食总产量约占两省、市的 55%。

云南中部红层分布区包括楚雄彝族自治州辖全部 10 个县市,昆明市辖安宁县、禄劝县、富民县的大部分地区,玉溪市辖玉溪、通海、易门、峨山、新平县部分地区及大理白族自治州辖的宾川、祥云县大部分地区。云南西部红层区包括迪庆藏族自治州的维西县大部,德钦县有少部分;丽江地区丽江县的部分地区;思茅地区的大部分地区;景洪傣族自治州勐腊县的全部的地区。

贵州省红层仅分布于黔北的赤水 and 习水两县,两个县均以农业为主,轻工业以生产酒类闻名。区内交通不甚方便,区内水资源匮乏,旱灾频繁发生,人畜饮用水困难,给当地人民的脱贫致富造成极大的困难,已成为该区社会经济发展的严重阻碍。

2 地层结构及地质构造

四川省、重庆市、贵州省的红层主要分布在四川盆地的中部和东部,地貌形态受构造骨架和岩性控制。盆地中部,龙泉山至华莹山之间,为一片瞩目千里的红色丘陵山地,以砂、泥岩叠置的构造剥蚀丘陵为主;盆地东部,华莹山至方斗山之间,为独具特色的“川东平行岭谷”,岭间为红色砂泥岩丘陵纵向谷地。盆周边缘地区为低、中山。全区地势北高南低,

第一作者简介:郑万模,男,1964 年出生,高级工程师,,主要从事水文地质、工程地质勘查与管理工作。

沱江、涪江、嘉陵江、渠江自北西或北向南流经全区，树枝状水系发育。川中地区绵阳、阆中以南海拔一般小于 500m，相对高差小于 100m，腹地地带只有 30 - 50m，呈细碎的丘陵地形；绵阳、阆中以北，海拔大于 500m，相对高差 100 - 200m，属低山地形；再向北高程渐增，逐渐过渡为低、中山地。龙泉山是西侧一条北东向岭状背斜低山，海拔 800m 左右，威远背斜南侧为一个穹隆状低山，其中部为岩溶槽谷。沿江两岸有小面积冲积平坝（漫滩和二级阶地）和冰水堆积缓岗平台（一级阶地）。川东平行岭谷地区受川东条形褶皱带控制，平行排列着一系列北东-南西向长垣状山岭，山岭顶部海拔一般 800 ~ 1200m。

区内地层为典型的陆相堆积，即所谓的“红层”，总厚度达 5000 - 6000m。包括；侏罗系下一中统自流井组，中统沙溪庙组、上统遂宁组、蓬莱镇组及白垩系。自北向南，由新至老，呈条带状依次展布。红层岩性较单一，以紫红、棕红色泥岩、砂岩为主，间夹页岩、薄层灰岩和膏盐层段。盆地西缘近邛崃山、龙门山前为粗粒山麓相堆积，出现了几层富含钙质的厚层砾岩。由于各个时期沉积环境的动荡不定，加之沉积物来源的不同，整个红层的岩相、厚度在纵横向上变化都很大。砂岩多为碳酸盐胶结，富含钙质。泥岩含砂质，普遍含钙质，且常含脉状、薄层状及斑块状石膏。

区内比较轻微、稳定的构造变动和地貌以构造剥蚀丘陵为主的特点所决定，本区地下水主要活动带一般集中于地表浅部，以风化裂隙水为主，深层或较深层的构造裂隙水鲜见，仅在某些旋扭构造的中心部位，才可见比较明显的构造裂隙，从而富集地下水。由于各岩组砂、泥岩比例、组合关系，岩石结构，胶结物性质及可溶盐含量等不同，直接影响岩石空隙的发育程度，从而对岩组含水性的影响极大。

云南省的红层，按照地域可分为滇中红层和滇西红层两大块。

滇中红层区：位于云南中部，面积 36015km²。高原形态保存完好，地势北高南低。北部海拔 1700 - 2500m，西北部大白草岭海拔 3657m，为最高点，南部海拔 1500 - 1800m。高原面平缓，高差 200m 以内，楚雄以北地区有较多盆地分布，如楚雄、南华、大姚、姚安、牟定、安宁、禄丰等盆地。红河、金沙江分流南北，与其支流一道，切割地形较剧烈，形成峡谷，高差 500 - 1500m，金沙江河谷海拔约 800m，红河谷地 300 - 370m。

滇中红层区处于扬子准地台川滇台背斜南段，滇中经向构造带北段，南部还有山字型西翼及纬向构造展布。云南省中部地带晚三迭世初，该区发生了反向的剧烈沉降，成为中、新生代地型构造的核心，发育了巨厚的由三迭系含煤磨拉石建造和侏罗至老第三系古新统的红色砂岩、泥岩、泥质白云岩建造与膏盐建造；沿一些山区盆地发育有中新统、上新统的含煤内陆碎屑岩建造等。区内大面积发育侏罗系、白垩系、下第三系红色碎屑岩；上三迭系碎屑岩于红色盆地边缘出露。

滇西红层区：该区呈北西向条带状斜贯滇西中部，面积 76618km²。分属金沙江、澜沧江和红河流域，地势北高南低，北部怒山、云岭纵列，海拔 3500m 以上，金沙江、澜沧江河谷 1800 - 2500m，高差大于 1500m，呈高山峡谷地貌；中部海拔 2500m 以下，切割深度 600 - 1000m；南部海拔降至 1000 - 1500m，李仙江河谷深切，中部显中山峡谷地貌。较大盆地有维西、巍山、景东、景谷、思茅、勐腊。

滇西红层处于滇西经向构造，滇中经向构造与“歹”字型构造东缘复合部位，断裂、褶皱发育。具体部位即：金沙江大断裂 - 阿墨江大断裂与澜沧江大断裂间的兰坪 - 思茅褶皱带，

该区自晚三迭世中晚期发生剧烈沉降，成为中、新生代活动的核心，发育了巨厚的中上三迭统浅海相沉积及侏罗系、白垩系、老第三系的红色砂泥质建造与膏盐建造，沿一些山间盆地堆积了新第三系含煤内陆碎屑建造及第四系松散 - 半成岩冲积、冲洪积、冲湖积等成因的碎屑堆积物。

3 水文地质条件

3.1 地下水类型及富水程度

红层孔隙裂隙水广布全区，根据其埋藏和赋存条件可分为四个类型：

1) 溶孔裂隙水：主要埋藏在遂宁组(J_{3s})以及仁寿、资阳、乐至以南蓬莱镇组(J_{3p})的泥质岩类风化带里。沙溪庙组(J_{2s})的厚层泥岩也有埋藏，这是区内分布最广的一种类型。单井出水量一般都小于 $100\text{m}^3/\text{d}$ ，且大多数在 $50\text{m}^3/\text{d}$ 以下。该地下水分布广、埋藏浅、易开采，四西南红层严重缺水地区较为稳定的地下水。

2) 脉状裂隙水，主要埋藏在沙溪庙组(J_{2s})、蓬莱镇组(J_{3p})以及白垩系(K)的厚层砂岩风化带里，以脉状裂隙储水为主要储水形式，这是区内分布的主要地下水类型之一，单井出水量一般都小于 $100\text{m}^3/\text{d}$ ，且大多数在 $50\text{m}^3/\text{d}$ 以下。

3) 层间裂隙水：主要埋藏在厚度和岩性一般比较稳定，裂隙比较发育，倾斜的白垩系地层的厚层砂岩里。单井出水量一般 $100-500\text{m}^3/\text{d}$ ，个别大于 $500\text{m}^3/\text{d}$ 。

4) 溶隙溶洞水：分布局限于北部周边接近盆缘地区，埋藏在白垩系城墙岩群(K_{1ch})和侏罗系莲花口组(J_{3l})的可溶砂砾岩中，以溶洞(孔)和溶隙水为主。单井出水量一般 $50-100\text{m}^3/\text{d}$ 。

3.2 地下水水质

区内埋藏于红层中的浅层地下水，受大气降雨和地表水入渗补给，其水化学成分主要与交替、径流条件和含水介质性质有关。川中红层区降雨补给比较充分，广大低山丘陵区地形切割破碎，水文网发育，浅层地下水交替、径流比较畅通，一般是在地形限定的小范围内就地补给，就近排泄，相互缺少联系，很少参加大区域的循环。所以水质属于雨水成因类型，其特点是：浅部普遍以淡水为主，淡水带支离破碎，互不相连，各地厚薄不一，悬殊很大，但各地普遍存在；在不同地区、不同层位，在淡水层下均交替出现一些不同化学成分的微咸水和咸水。咸淡水界面虽然错综复杂，在局部地区甚至起伏很大，但从区域上看，是普遍存在，且有一定规律可循。

根据历年区域水文地质普查所取得的数千件水质分析成果，归纳起来，浅层淡水带水质特征是：

1) 以重碳酸钙型水为主，其分布面积占红层区总面积的百分之九十以上，局部地区为重碳酸钠(或钠钙)水。水质复杂的少见，一般属局部因素影响的独立水点。

2) 矿化度几乎都在 1g/l 以下，临近地表的泉和民井，矿化度为 $0.3-0.51\text{g/l}$ ，显示出矿化度与交替条件有较密切的关系。钻孔、机井揭露的浅层地下水，矿化度常比井、泉稍高，多数在 $0.4-0.61\text{g/l}$ 间，少数达 $0.6-11\text{g/l}$ 。

3) 浅层淡水物理性质优良，一般未受到污染，水温 $14-20$ ，硬度小于 450mg/L (以 CaCO_3 计)，矿化度较低，各项指标符合生活饮用水标准。灌溉系数(Ka)绝大部分大于 18，为优良的农灌水，少数 18-6 之间，属可以利用的农灌水。

4 红层缺水传统与现在地下水富水等级划分

4.1 红层地下水富水等级的传统划分

1976~1998年，进行的红层各类水文地质调查及供水勘察是满足区域水文地质条件的查明和集中供水之需，因此，钻孔多选择在水文地质条件较好的地方，钻孔的口径大，深度大(一般为100~150m)，因此出水量也大，富水等级的划分就是以这些典型钻孔为依据，其划分详见表1。

4.2 红层表层地下水富水等级新的划分

为解决西南红层严重缺水地区分散农户的人畜饮用水困难，在地下水贫乏，过去研究勘查很少的红层表层(特别是基岩风化带)进行庭院式打井供水，对地下水的富水性必须重新认识，富水等级的划分也需建立新的模式，不能采用过去的标准。新观念、新模式的建立应以解决人畜用水困难为基础，并落实到每一家农户。以分散的每一家农户为单位，以每一口浅机井出水量满足人畜用水的程度和富裕程度为标准来确定红层表层地下水的富水性，并划分富水等级。据调查了解，农村人均一挑水(40kg)即可满足生活用水之需，一户3~4口人加上牲畜每天有200kg水可满足人畜用水之需。据供水水文地质手册，室内有给水龙头，但无卫生设备，每人每日用水量35~55kg就能满足需要，也间接证实了农户用水量。

表1 地下水富水等级传统划分表

1:20 万红层承压水		1:5 万红层承压及风化裂隙水		1:10 万代表承压及风化裂隙岩溶水、承压水	
富水等级	水量 (m ³ /d ⁻¹)	富水等级	水量 (m ³ /d ⁻¹)	富水等级	水量 (m ³ /d ⁻¹)
水量 丰富	>500	水量极丰富	>1000	水量极丰富	>1000
		水量丰富	500~1000	水量丰富	500~1000
水量 中等	10~500	水量中等	100~500	水量较丰富	300~500
				水量中等	100~300
水量 贫乏	<100	水量贫乏	50~100	水量贫乏	50~100
		水量极贫乏	<50	水量极贫乏	<50

红层表层的地下水大多数为风化带网状裂隙水，水量的动态变化与降雨密切相关，随季节发生变化，丰水期与枯水期相比变幅较大，干旱年变幅更大。因此，划分富水等级时还应充分考虑地下水的动态特征以及不同类型地下水的特点。本次调查工作中，在严重缺水地区提出了水量贫乏、水量平常、水量充足、水量富裕和水量丰富五个新的富水等级划分，是在充分考虑红层严重缺水地区水文地质条件和当地人民群众需水量的基础上划分的，是切合实际的。红层表层地下水新的富水等级划分见表2。

表2 红层表层地下水富水等级划分表

富水等级	水量(m ³ /d ⁻¹)	满足 1 家农户人畜用水程度
水量丰富	>5	无论干旱与否,除了充分满足人畜用水之需外,还有富裕的水用于抗旱保苗或浇菜地。
水量富裕	3~5	无论干旱与否均能充分满足人畜用水之需,平时富裕的水多,干旱时略有富裕。
水量充足	1~3	平常水量充足,干旱季节和干旱年亦能满足人畜用水之需。
水量平常	0.5~1	平时水量完全满足人畜用水之需;干旱季节和干旱年基本满足需要。
水量贫乏	<0.5	平常能满足或基本满足人畜用水之需;干旱季节和干旱年不能满足或无水供应。

5 对找水工作的指导意义

传统的理论认识认为单井出水量大于 50 m³/d 才有开采价值,而在红层地区绝大部分小于 50 m³/d,原来的认识是建立在当时的条件(成井工艺、取水设备等)和供水对象(主要指集镇供水),而这种认识在某种程度上阻碍了工作的开展。本次工作突破了原来的一些观念和认识,把红层表层地下水-风化带网状裂隙水和承压水的富水性与解决单家农户人畜用水的供水目标相联系,针对红层地区人民群众居住地分散,用水量不十分大的特点,结合红层地区水文地质特征,突破红层地区旧的地下水资源思维模式,对红层表层地下水富水等级进行重新界定划分,建立新的地下水富水等级划分标准,从而有利于红层地下水贫乏区富水性的评价,对开展西南红层地区地下水资源勘查评价工作具有重要的指导意义。

至 2002 年底西南红层严重缺水地区找水工作在四川、重庆等地已完成野外调查面积 5600km²;施工分散农户供水浅井共计 2934 口,小型集中水源地供水井 28 口,解决了试范区 40000 余人的饮用水困难,实现庭院自来水化,极大地改善了农户的生活条件。这项工作的开展得到当地政府和人民群众热情的欢迎和称赞,都说“政府、共产党为老百姓办了一件实事,大好事,解决了我们祖祖辈辈都没有解决的吃水问题,让我们老百姓享用到清洁的地下水,这是江总书记‘三个代表’的具体体现”。认为红层找水工程是一项“德政工程”,既能改善红层干旱区广大农村人民群众的生活条件,同时对促进农村经济发展,增加农民收入,对促进国民经济发展具有积极重要作用和意义。

参考文献:

- [1]重庆地勘总公司 重庆市璧山、铜梁等严重缺水地区地下水勘查报告 2001 年 12 月
- [2]四川省地质调查院 四川省南充市嘉陵区、西充县等严重缺水地区地下水勘查报告 2002 年 4
- [3]四川省地质调查院、成都地质矿产研究所等 西南红层区地下水资源勘查评价总体设计 2002 年 7 月

