

新疆昌吉市地下水与植被关系的探究

王彦国

昌吉水文勘测局, 新疆 昌吉 831100

[摘要] 地下水因地球系统内外因素的变化而变化。使其具有了环境变化的“印记”, 反过来, 地下水的变化也会直接、间接地影响环境变化。2002年全国生态环境质量评价成果中, 新疆生态环境质量综合评价类型及等级为IV级区, 即生态环境质量差的地区, 而昌吉市为III级区, 反映在昌吉市地下水与生态、环境协调发展中存在的主要问题有土地沙漠化、植被退化及土壤次生盐渍化。文中系统地总结了新疆昌吉市地下水与土壤含水量、土壤含盐量、天然植被、地表荒漠化关系等诸多方面的影响研究进展, 并探讨了生态地下水埋深、地下水矿化度对地表植被的重要影响作用^[1]。

[关键词] 土壤含水量; 土壤含盐量; 土壤水盐变化; 地表荒漠化

DOI: 10.33142/hst.v6i9.10392

中图分类号: P641

文献标识码: A

Exploration on the Relationship between Groundwater and Vegetation in Changji City, Xinjiang

WANG Yanguo

Changji Hydrological Survey Bureau, Changji, Xinjiang, 831100, China

Abstract: Groundwater changes due to changes in internal and external factors within the Earth system. This gives it the "imprint" of environmental change, and in turn, changes in groundwater will directly and indirectly affect environmental changes. In the 2002 national ecological environment quality evaluation results, the comprehensive evaluation type and level of ecological environment quality in Xinjiang were classified as Grade IV areas, which are areas with poor ecological environment quality, while Changji City is a Grade III area. The main problems reflected in the coordinated development of groundwater, ecology, and environment in Changji City include land desertification, vegetation degradation, and secondary soil salinization. The article systematically summarizes the research progress on the relationship between groundwater and soil moisture, soil salinity, natural vegetation, and surface desertification in Changji City, Xinjiang, and explores the important effects of ecological groundwater depth and groundwater mineralization on surface vegetation.

Keywords: soil moisture content; soil salt content; soil water and salt changes; surface desertification

1 地下水水位变化研究

1.1 基本情况

昌吉市位于新疆维吾尔自治区北部, 昌吉回族自治州中部。行政辖区介于东经 86°24'33"~87°37'00"及北纬 43°26'30"~45°20'00"之间, 是历史上古丝绸之路的重要组成部分。昌吉市东距首府乌鲁木齐市 32km, 东与乌鲁木齐市、兵团农十二师毗邻; 西与呼图壁县接壤; 南至天山阿斯克达坂山脊与巴州和静县为界; 北抵古尔班通古特沙漠与塔城地区和布克赛尔县和阿勒泰地区福海县相连。辖区总面积 7981.13km², 其中南部山区和中部平原区总面积 5966.03km², 占总面积的 74.75%; 北部沙漠面积 2015.1km², 占总面积的 25.25%。

昌吉市地下水位呈逐年下降趋势, 特别是沿 312 国道两侧冲洪积平原中上部, 此区域是城市、各乡镇地下水开采的主要区域, 因此地下水水位下降趋势明显。昌吉市地下水水位年内变化趋势都和年内地下水开采量变化有关, 每年 4 月~8 月地下水集中开采时地下水水位持续下降, 1 月~3 月, 9 月~12 月, 地下水水位略有上升, 有所恢复。昌吉市地下水水位年际变化呈逐年下降趋势, 造成这

一现象的主要原因是近年来工农业生产迅猛发展, 各种经济形式的小农场不断涌现, 对水资源的需求越来越大, 从而使地下水的开采量逐年增加, 此外水利工程日趋完善, 对地下水的补给相应减少, 也是地下水水位下降的原因之一。

1.2 地下水水位变化分析

根据昌吉市 2006 年 12 月与 2015 年 12 月浅层地下水水位监测结果, 22 个分析点中, 水位多年平均变化除 1 眼监测井微弱上升外, 其余监测井呈明显的下降趋势。下降平均值 0.70m, 下降最大值 2.74m, 下降最小值 0.06m, 昌吉市评价区监测井多年平均地下水埋深变幅统计见表 1。漏斗中心在榆树沟镇、农业园区一带。漏斗区总面积为 2780km², 其中 0~0.5m 降深漏斗面积为 1557km²; 0.5~1.0m 降深漏斗面积为 778km²; 1.0~1.5m 降深漏斗面积为 266km², 1.5~2.0m 降深漏斗面积为 108km², 2.0~2.5m 降深漏斗面积为 42km², 2.5~2.74m 降深漏斗面积为 28km²。多年来昌吉市地下水大面积超采已十分严重, 造成水位持续下降, 漏斗区逐年扩大。

表1 昌吉市评价区监测井多年平均地下水埋深变幅统计表

井号		地 址	2006-2015 年变幅
序号	县编号		(m)
1	基 1	榆树沟镇勇进大队	2.21
2	基 4	榆树沟镇曙光三队	2.74
3	基 5	榆树沟镇回民中学	1.07
4	基 9	大西渠镇逐丰五队	-0.09
5	基 10	大西渠镇政府附近	0.1
6	基 17	六工镇下六工村	0.58
7	基 19	滨湖镇水管站	0.79
8	基 20	六工镇十三户一队	0.48
9	潜 30	大西渠薛清德农场	0.32
10	潜 31	滨湖镇永红三队	0.35
11	潜 32	昌鼎东边	0.63
12	潜 33	庙尔沟乡阿克旗村	0.91
13	潜 34	北沙窝田刚农场	0.08
14	潜 35	三工镇高速公路下	1.67
15	潜 47	滨湖镇东沟三队	0.18
16	潜 48	六工镇下六工组	0.06
17	潜 49	三工镇常胜八队华夏老顽童公寓楼后	0.68
18	潜 51	和谐二村	0.25
19	潜 56	佃坝高丰友好集团院内	0.21
20	S1	城郊办事处	0.97
21	S2	银行学校	0.9
22	S3	昌吉商场	0.68
平均			0.7

1.2 地下水水位与地表植被变化关系分析

地下水埋深浅土壤含水率亦高,地下水埋深下降则土壤含水率也下降。且全剖面平均含水率,随地下水埋深增加呈指数下降规律^[2]。对全剖面平均含水率与地下水埋深的关系进行非线性回归分析,建立如下模型:

$$\theta = 35.72 \exp^{-0.185H}$$

式中: θ 为土壤剖面平均含水量(%); H 为地下水埋深(m); 相关系数(r)为 0.8000; 决定系数(r^2)为 0.6400。若按此式计算,当地下水埋深 1.0m~2.5m 时,平均土壤含水量为 22.6%,为新疆平原区毛管持水量的 83.3%。因此,此埋深对植物生长十分有利;当地下水埋深在 2.5m~4.5m 时,平均土壤含水量为 16.4%,为新疆平原区毛管持水量的 60.6%,仍在植物适宜生长的范围内;当地下水埋深在 4.5m~6.5m 时,平均土壤含水量为 11.3%,接近部分植物的凋萎系数;当地下水埋深在 6.5m~10m 时,平均含水量 7.1%,基本小于植物的凋萎含水量,植物衰败枯死。但是不同地区,由于气候、土壤质地等因素的不同,同一种植物在不同地区其适应生长的潜水埋深范围可能存在差异。当地下水埋深大于 10.0m,土壤水分

亏缺,植被开始退化,受沙漠化潜在威胁。

2 地下水水质变化研究

2.1 地下水动态监测点分布

2015 年昌吉市浅层地下水动态监测井有 47 眼,其中地下水水质监测站 23 处,地下水水位监测站 32 处。昌吉市地下水动态监测网始建于 1983 年,随着地下水开采范围的扩大,监测井数也相应增多,但现有的地下水动态监测网还未能覆盖平原开采区。

本次地下水动态分析计算水位采用 22 眼监测井资料,水质采用 20 眼监测井资料,浅层地下水动态监测井统计见表 2,昌吉市地下水监测井布置图见图 1。



图1 昌吉市地下水监测井布置图

2.2 地下水水质动态

2.2.1 地下水水型

地下水水化学类型采用舒卡列夫分类见表 3。按地下水水质分析结果,将 6 种主要离子(K^+Na^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 HCO_3^- 、 SO_4^{2-} 、 Cl^-) 中含量大于 25%毫克当量的阴离子和阳离子进行组合,组合出 49 型水,并将每型用一个阿拉伯数字作为代号。

矿化度(M)按大小划分为 4 组。

A 组—— $M \leq 1.5g/L$; B 组—— $1.5 < M \leq 10g/L$;

C 组—— $10 < M \leq 40g/L$; D 组—— $M > 40g/L$ 。

舒卡列夫分类是根据地下水 6 种主要离子及矿化度划分的。

表 2 2015 年昌吉市浅层地下水动态监测井一览表

序号	井编号	位置	坐标		井口高程 (m)	监测井 类型	所 类	地 埋	监测项 目
			经度	纬度					
1	潜 01	榆树沟镇永进大队	87° 1' 26.2"	44° 3' 21.4"	590.00	生产井	一般平原区	浅层地下水	水位、
2	潜 02	榆树沟镇榆树沟村二队	87° 3' 31.5"	44° 7' 28.2"	529.00	生产井			水位、
3	潜 04	榆树沟镇曙光大队	87° 8' 32"	44° 7' 21"	553.30	生产井			水位、
4	潜 05	榆树沟镇中学 (西移 600m)	87° 7' 16.6"	44° 2' 20.9"	604.20	生产井			水位、
5	潜 09	大西渠镇逐丰五队	87° 16' 9.2"	44° 8' 44.8"	514.00	生产井			水位、
6	潜 10	大西渠镇政府	87° 15' 44.1"	44° 6' 37"	525.34	生产井			水位、
7	潜 16	佃坝镇高丰三队	87° 21' 42.76"	44° 12' 54.91"	485.00	新打井			水位、
8	潜 19	滨湖镇水管站	87° 21' 30.4"	44° 5' 54.6"	595.13	报废井			水位、
9	潜 30	大西渠镇老龙河薛清德农场	87° 14' 52"	44° 12' 14.2"	487.00	报废井			水位
10	潜 31	滨湖镇永红三队	87° 28' 14.6"	44° 15' 08"	475.85	报废井			水位
11	潜 32	昌鼎工贸有限公司东边	87° 13' 8.1"	44° 01' 33.8"	597.00	新打井			水位
12	潜 33	庙尔沟乡阿克旗村	87° 09' 57"	44° 12' 45"	462.00	报废井			水位
13	潜 34	三工镇高速公路下	87° 15' 39.9"	43° 56' 35.6"	661.00	报废井			水位
14	潜 35	昌吉市北沙窝田刚农场	87° 22' 11"	44° 31' 28"	401.00	报废井			水位
15	潜 46	和谐一村	87° 21' 10.1"	44° 17' 24"	455.50	新打井			水位
16	潜 47	滨湖镇东沟三队	87° 22' 3.7"	44° 05' 44.5"	504.00	新打井			水位
17	潜 48	六工镇下六工二队	87° 27' 16.8"	44° 05' 54.6"	489.00	新打井			水位
18	潜 49	三工镇常胜村八队华夏老顽童公寓楼后	87° 13' 05"	43° 59' 25"	671.40	新打井			水位
19	潜 51	和谐二村	87° 08' 0.57"	43° 52' 49.58"	477.00	新打井			水位
20	潜 52	六工镇新庄村	87° 23' 55.2"	44° 04' 14.4"	487.00	新打井			水位
21	潜 53	市苗圃二队	87° 17' 38.6"	44° 02' 54.8"	548.00	新打井			水位
22	潜 54	二六工光明三队集镇区水厂院内	87° 09' 52.85"	44° 01' 53.19"	597.00	新打井			水位
23	潜 55	大西渠镇玉堂村	87° 13' 21.56"	44° 05' 2.07"	535.00	新打井			水位
24		西五工四队	87°20' 52.8"	44°02' 56.3"	525.00	新打井			水位
25		大西渠思源村	87°15' 5.4"	44°04' 45.6"	544.00	新打井			水位
26		大西渠新渠村文化活动中心	87°11' 46.2"	44°08' 16.8"	496.00	新打井			水位
27		榆树沟镇勇进三队	87°01' 25.6"	44°03' 21.6"	570.00	新打井			水位
28		北公园	87°18' 25.3"	44°01' 24.3"	613.00	报废井			水位
29		北沙窝王晓鹏农场	87°12' 26.2"	44°24' 36.3"	455.00	新打井			水位
30	S3	昌吉商场	87° 18' 13.8"	44° 00' 28.8"	579.18	报废井			水位
31	S2	银行学校	87° 19' 43.0"	43° 59' 52.2"	585.14	绿化井			水位
32	S1	城郊办事处	87° 17' 09.6"	44° 00' 52.2"	580.72	报废井			水位

备注：水质井潜 03、潜 08、潜 11、潜 13、潜 14、潜 15、潜 17、潜 18、潜 20、潜 21、潜 24、潜 25、潜 26、潜 27、潜 28 共 15 眼未单独统计。

表 3 舒卡列夫分类表

超过 25%毫克当量的离子	HCO ₃	HCO ₃ +SO ₄	HCO ₃ +SO ₄ +Cl	HCO ₃ +Cl	SO ₄	SO ₄ +Cl	Cl
Ca	1	8	15	22	29	36	43
Ca+Mg	2	9	16	23	30	37	44
Mg	3	10	17	24	31	38	45
Na+Ca	4	11	18	25	32	39	46
Na+Ca+Mg	5	12	19	26	33	40	47
Na+Mg	6	13	20	27	34	41	48
Na	7	14	21	28	35	42	49

地下水水质动态分析采用地下水化学类型(舒卡列夫分类)和水质变化加以分析。按地下水化学类型、矿化度年变化进行趋势分析判断;判断规则如下:

地下水化学类型按水型编号值、矿化度随年度呈减小趋势则为趋好判断(趋势变好);年度水型编号值、矿化度随年度呈增大趋势则为趋差判断(趋势变坏);年度水型编号值、矿化度随年度变化较为稳定则为变化稳定判断。

2.2.2 地下水水型现状

2015 年昌吉市 20 个地下水筒分析监测点中, 1-7 (HCO₃)型 6 个, 占监测点总数的 30.00%; 8-14 (HCO₃+SO₄)

型 11 个, 占监测点总数的 55.00%; 15-21 (HCO₃+SO₄+Cl) 型 2 个, 占监测点总数的 10.00%; 22-28 (HCO₃+Cl) 型 1 个, 占监测点总数的 5.00%。

2.2.3 地下水水型年变化动态:

2015 年昌吉市 20 个地下水筒分析监测点水型与上年同期相比, 1-7 (HCO₃) 型监测点由 7 个减少至 6 个, 8-14 (HCO₃+SO₄) 型监测点由 13 个减少至 11 个, 另外 15-21 (HCO₃+SO₄+Cl) 型新增 2 个, 22-28 (HCO₃+Cl) 型新增 1 个, 说明水型有趋大趋势。

2.2.4 地下水水型多年变化动态

2006 年昌吉市 18 个地下水筒分析监测点中, 1-7 (HCO₃) 型 3 个, 占监测点总数的 16.67%; 8-14 (HCO₃+SO₄) 型 11 个, 占监测点总数的 61.11%; 15-21 (HCO₃+SO₄+Cl) 型 1 个, 占监测点总数的 5.56%; 22-28 (HCO₃+Cl) 型 1 个, 占监测点总数的 5.56%; 36-42 (SO₄+Cl) 型 2 个, 占监测点总数的 11.11%。与 2015 年相比较, 总体变化不大, 但中间年起伏变化较大, 规律性不强。昌吉市 2006-2015 地下水水型分类统计详见表 4、图 2。

表 4 昌吉市 2006-2015 年水型分类统计表

年份	舒卡列夫分类类型比例图						
	1~7	8~14	15~21	22~28	29~35	36~42	43~49
2006	16.67%	61.11%	5.56%	5.56%	0.00%	11.11%	0.00%
2007	4.76%	76.19%	4.76%	0.00%	4.76%	9.52%	0.00%
2008	0.00%	83.33%	0.00%	0.00%	0.00%	8.33%	8.33%
2009	40.91%	45.45%	9.09%	0.00%	4.55%	0.00%	0.00%
2010	5.56%	94.44%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
2011	65.00%	20.00%	5.00%	5.00%	5.00%	0.00%	0.00%
2012	80.00%	5.00%	5.00%	10.00%	0.00%	0.00%	0.00%
2013	35.00%	55.00%	5.00%	0.00%	5.00%	0.00%	0.00%
2014	35.00%	65.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
2015	30.00%	55.00%	10.00%	5.00%	0.00%	0.00%	0.00%

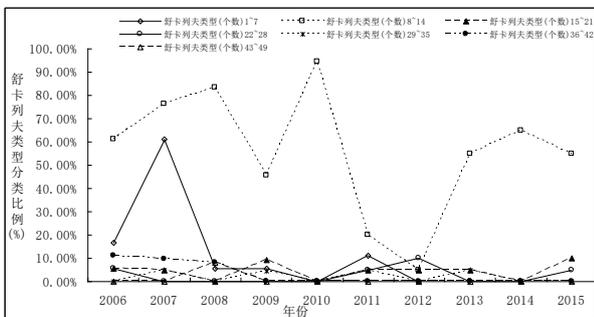


图 2 昌吉市 2006-2015 年水型分类统计图

2.3 地下水矿化度变化动态

2.3.1 地下水矿化度现状

2015 年昌吉市 20 个地下水筒分析监测点中, 矿化度值小于 500mg/L 的监测点 18 个, 占监测点总数的 90.00%; 矿化度值在 500~1000mg/L 的监测点 1 个, 占监测点总数

的 5.00%; 矿化度值大于 1500mg/L 的监测点 1 个, 占监测点总数的 5.00%。

2.3.2 地下水矿化度年变化动态

2015 年昌吉市 20 个地下水筒分析监测点矿化度值与上年同期相比, 有 7 个监测点的矿化度呈上升趋势, 占监测点总数的 35.00%, 六工乡下六工二队 (潜 19) 上升值最大, 上升值为 278mg/L; 有 13 个监测点的矿化度呈下降趋势, 占监测点总数的 65.00%, 大西渠镇政府 (潜 10) 下降值最大, 下降值为 784mg/L。2014 年矿化度平均值为 491.9mg/L, 2015 年矿化度平均值为 441.35mg/L, 2015 年与 2014 年矿化度平均值相比较, 平均值下降为 50.55mg/L。

2.3.3 地下水矿化度多年变化动态

从矿化度年平均值变化图分析, 2008 年到 2009 年有一个矿化度显著下降过程, 其他年份呈平稳下降过程, 与地下水水位逐年下降引起水质矿化度下降相一致, 昌吉市 2006-2015 年年均矿化度变化趋势详见图 3。

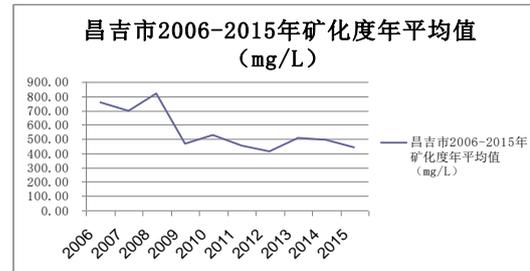


图 3 昌吉市 2006-2015 年年均矿化度变化趋势图

3 土壤水盐变化引起生态环境变化现象分析

3.1 土地沙漠化

土地沙漠化是昌吉市突出的环境问题, 与人类活动关系密切。沙漠化与气候变化也存在着明显的反馈效应, 这可导致气候的恶化, 进而提高自然灾害的频率。据统计, 近 20 年来昌吉市风沙日数增加, 地表疏橙而逐步沙化, 沙漠进一步向绿洲紧逼。

3.2 绿洲边缘生态环境恶化

由于受自 20 世纪 80 年代开始的地下水过量开采、滥垦滥牧、滥挖药材等人为因素的影响, 昌吉市北部准噶尔盆地南缘荒漠区地下水位下降, 致使动物数量急剧减少以及植被成片地死亡, 近 10 年来, 地方政府相继投入大量人力和资金, 才使该区植被覆盖率达到 40%。

3.3 土壤次生盐渍化与土地沙漠化并存

由于个别地方尤其是灌区下游灌溉方式粗放, 据 2008 年灌区调查, 昌吉市轻、中、重盐碱化面积为 5.9 万亩, 占到耕地面积的 4.1%。

3.4 地下水对环境的反作用

在水循环中, 地下水系统的作用在于使“脉冲式”的降雨在地下变成连续水流, 并作长时间的驻留, 而水-岩相互作用又使其具有了维持近地表生物所需的物质与能

量,因此,地下水是维持生态环境平衡至关重要的因素。当前全球性地下水水位的降低对环境的影响可能是一个不容忽视的因素。为此,一些研究者提出了“生态水位”的概念,即维持区域生态系统稳定所需的地下水水位区间,高于这个水位区间的上限临界值,地表土壤会发生盐渍化,低于这个水位区间的下限临界值,会造成河流断流、植被死亡、湖泊干涸、耕地撂荒、土壤沙漠化等。

4 土壤水盐变化引起生态环境变化现象分析

研究表明,对于一定结构的非饱和土壤剖面,地下水埋藏深度越小,植被根系带内土壤的水分含量越大,有利于植被的生长繁衍。但是干旱区内陆盆地地下水独特的排泄方式(即以垂向蒸发蒸腾为主),决定了当潜水位埋深小于“临界生态水位”时,会使地下水系统的排泄加大,尤其是无植被生长区潜水蒸发量的增大,无疑造成水资源的“无效”消耗。由此可见,合理确定干旱区植被生长的“临界生态水位”,是进一步研究内陆河流域水资源合理利用和生态环境保护模式的前提。

根据非饱和土壤含水量的计算结果,结合不同类型植被主要根系发育深度、植被生长状况与土壤带含水量等大量实际调查资料,我国学者初步确定新疆地区胡杨、红柳、

沙枣等主要植被生长的临界生态水位,即中老年胡杨在以黏性土结构为主的非饱和土壤中的临界生态埋深水位为4.5m,在砂性土中为4.0;沙枣与胡杨的临界生态水位基本相同;红柳在黏性土壤为主的非饱和土壤层的临界生态水位为5.0m,在砂性土中为4.5m。

通过三屯河流域历年实测资料和模拟发现,近20年地下水持续下降,地下水水质恶化,矿化度升高,是造成植被退化和土地沙漠化的主导因子,综上可见地下水埋深下降和地下水矿化度升高,是植被衰退、沙漠化面积逐年增加、沙漠化程度不断增强。

[参考文献]

- [1] 马玉蕾,王德,刘俊民,等.地下水与植被关系的研究进展[J].水资源与水工程学报,2013,24(5):37-40.
- [2] 郑丹,李卫红,陈亚鹏,等.干旱区地下水与天然植被关系研究综述[J].资源科学,2005,27(4):161-167.
- [3] 张晓,魏青军,刘亮.吐鲁番盆地地下水与植被的关系研究[J].山东国土资源,2016,32(7):42-48.

作者简介:王彦国(1965—),男,宁夏同心县人,高工待遇高级工程师,大学本科,主要从事水文水资源监测管理工作。