ОЦЕНКА СТАБИЛЬНОСТИ И ХАРАКТЕРИСТИКИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ КАЧЕСТВА ПОДЗЕМНЫХ ВОД В РЕКЕ ХЭЙХЭ

ASSESSMENT OF THE STABILITY AND CHARACTERISTICS OF THE DISTRIBUTION OF GROUNDWATER QUALITY IN THE HEIHE RIVER

УДК 556.5

DOI: 10.24411/2658-4964-2021-10322

Сунь Янь, Студент магистратуры, Факультет Геологический, Московский государственный университет, Россия, г. Москва

Sun Yan, Master's students, Faculty of Geology, Moscow State University Russia, Moscow, msksunyan@gmail.com

Аннотация

Низовья реки Хэйхэ являются зоной серьезного дефицита воды, стабильность качества подземных вод связана со здоровьем питьевой воды и стабильностью насосного оборудования для передачи воды. Изучение химической стабильности качества воды подземных вод является важным содержанием оценки качества воды, рассчитываемой по индексу Лангера 37 # подземных вод и кальцита для достижения равновесия; остальные подземные воды легко масштабируются по качеству воды, стабильность качества воды плохая. Согласно Индексу устойчивости Ризны, рассчитанному на северо-западе реки Хэйхэ, качество подземных вод легко поддается коррозии, а на юго-востоке-масштабированию. Грунтовые воды коррозионных зон должны хорошо справляться с антикоррозийной обработкой водопроводов и насосного оборудования, чтобы избежать повреждения его оборудования.

Annotation

The lower reaches of the Heihe River are an area of severe water scarcity, the

stability of groundwater quality is related to the health of drinking water and the stability of pumping equipment for water transmission. The study of the chemical stability of groundwater water quality is an important content of the water quality assessment calculated by the Langer index 37 # of groundwater and calcite to achieve equilibrium; the rest of the groundwater is easily scaled by water quality; the stability of water quality is poor. According to the Rizna Sustainability Index, calculated in the northwest of the Heihe River, the quality of underground water is easily corrodible, and in the southeast, it is scalable. The ground water of the corrosion zones should be able to cope well with the anti-corrosion treatment of water pipes and pumping equipment to avoid damage to its equipment.

Ключевые слова: нижняя черная река, качество подземных вод, индекс Лангера, Индекс стабильности Рейтцнера

Keywords: lower black river, groundwater quality, Langer index,reitzner Stability Index

Обзор исследуемой области

Бассейн реки Хэйхэ расположен в центре Евразии, тип климата-континентальный муссонный климат,сухой климат региона, умеренно-континентальный засушливый климат на северо-западе Китая,меньшая годовая интенсивность испарения осадков, дневная и ночная разница температур очевидна,достаточный солнечный свет, ясный климат.Основной источник подземных вод в исследуемом районе.В этом году экологическая обстановка в низовьях реки Хэйхэ серьезно ухудшилась, уровень грунтовых вод серьезно упал, качество воды постепенно ухудшилось, поверхностная растительность находится на грани гибели, а процесс опустынивания усилился.

Источники данных

В данной работе пробы грунтовых вод были взяты из набора данных тестирования качества воды 2012 года научного центра данных о ледниковой вечной мерзлоте нижнего бассейна реки Хэйхэ в Китае.Автоматический

контроль глубины залегания грунтовых вод: с помощью мини-водолазного зонда нидерландской компании Eijkelkamp частота наблюдений составляет 30 минут один раз. Анализ воды химический ионный: образцы воды были измерены PH, EC, сопротивления, жесткость, минерализацию и температуру с помощью HI98188 Ханна портативный водонепроницаемый ИК/сопротивление/ТДС/анализатор солесодержания и CyberScan землечерпалки pc300 портативный pH/EC анализатора в полевых условиях.Простой анализ химии внутренней воды проб воды был завершен в физико-химическом аналитическом центре Института географических наук и ресурсов Китайской академии наук, карбонат и бикарбонат были проанализированы титрованием (0.01NH2SO4) эксперимента, а другие анионы и катионы были измерены масс-спектрометром с индуктивно связанной плазмой (ICP-MS) и спектрометром с индуктивно связанной плазмой (ICP-OES).[1]

Всего 49 точек данных, расположение выборки показано на рис. 1.



Рисунок 1 Карта расположения точки отбор

Таблица 1 условное содержание ионов в подземных водах

Образец серийного номера	F	Cl	N	SO	Na	K	Mg	Ca	HCO	CO	pH
1#	/	49.4	3.63	173	53.4	5.75	39	39.3	151	/	8.13
2#	0.31	179	3.58	320	166	9.2	26.5	83.9	119	/	8.14
3#	0.49	1035	62.4	2973	1207	50.5	465	126	643	/	8.01
4#	1.36	138	12.5	1429	174	13.7	96.4	388	196	/	7.77
5#	0.65	170	25.2	695	244	18.6	180	48.8	535	4.51	8.33
6#	/	335	6.4	924	316	28	176	121	387	/	8.15
7#	3.35	4533	241	4009	3480	62	164	845	163	/	8.03
8#	0.68	279	0.79	1268	380	22.6	190	91.6	277	5.08	8.42
9#	/	2619	31.5	2529	1655	39	115	793	118	/	7.96
10#	3.26	1164	1.48	1356	1011	13.2	36.6	282	154	/	8.18
11#	2.25	787	39	1328	820	22.5	49	220	163	/	8.18
12#	/	85.5	4.82	369	138	9.1	69.5	71.1	277	1.69	8.29
13#	/	22099	55	11148	20400	2250	210	285	1574	3293	9.58
14#	6.67	168	0.75	208	179	16.8	39.1	49.3	206	28.8	8.4
15#	1.38	937	/	98.5	843	83.8	51.2	78.6	861	58.7	8.49
16#	4.46	166	0.39	27.2	183	9.1	14.9	65.9	408	/	7.99
17#	1.19	444	36.8	601	466	11.4	21.2	102	139	5.08	8.4
18#	/	427	3.75	593	416	19.5	29.5	119	133	/	8.09
19#	1.56	200	33.3	354	267	7.4	18.8	70.8	202	6.21	8.55
20#	/	1318	1.81	1756	1124	52	102	326	295	/	8.05
21#	/	5848	6.1	4126	4610	140	220	774	539	/	8.08
22#	/	1001	18.3	1144	862	41	59	265	112	/	8.17
23#	43.5	10895	/	6887	8060	105	308	1056	154	/	8.18
24#	1.4	573	3.62	1222	705	13.4	48.6	212	199	4.51	8.36
25#	/	586	5.85	749	618	24.5	38	143	227	6.77	8.56
26#	/	820	6.95	912	779	21	36	142	251	6.77	8.58
27#	/	3309	4.3	2280	2460	/	74	540	135	/	8.23
28#	4.1	3386	7	2849	2586	76	56	598	48	/	7.48
29#	/	672	34.5	2029	1010	/	41	302	108	15.5	8.37

30#	2.95	381	30.9	981	586	/	27.5	125	124	1.13	8.32
31#	2.9	296	4.35	428	396	10	16.6	38.1	239	2.82	8.51
32#	0.2	47.1	2.18	224	62.5	5.4	53.7	48	196	3.39	8.56
33#	/	2049	4	1853	1607	38	88	352	181	1.13	8.29
34#	/	2070	24	1837	1558	27.5	59	486	95	/	8.18
35#	/	666	2.7	1605	906	23.5	62	205	222	21	8.55
36#	/	679	31	1332	814	22.5	46	195	130	/	8.22
37#	/	3954	/	3684	2978	94	200	734	20	/	7.04
38#	7.3	220	26.1	328	487	5	5	12.5	424	28.8	8.82
39#	0.85	207	1.07	180	187	9	18.2	77.5	235	23.4	8.64
40#	3.9	1386	/	1303	1032	53	30	349	42	/	7.52
41#	2.8	2535	61.6	3342	2466	108	162	534	662	/	7.78
42#	0.76	314	/	896	428	15.4	95.6	94.7	301	4.51	8.53
43#	0.64	383	/	545	282	11.6	86.6	94	173	/	8.17
44#	/	671	/	1120	438	24.5	64.5	348	137	/	7.96
45#	/	1191	1.4	746	919	35	171	210	893	/	7.79
46#	/	659	1.3	1175	591	35	132	314	563	1.13	8.3
47#	0.76	328	18.3	614	362	9.4	34.4	130	113	/	7.98
48#	0.36	135	7.86	534	182	12	107	105	319	37.7	8.46
49#	2.31	119	21.5	127	176	15.3	16.7	16.9	187	11.7	8.51

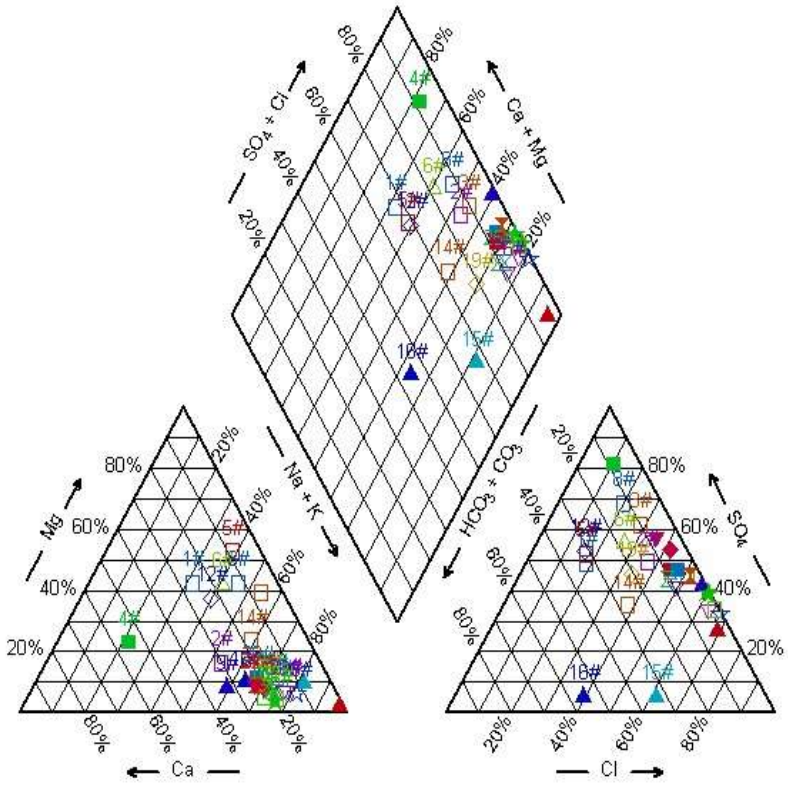

Рис. 2 Пайпер трехпроводной схеме

В соответствии с классификацией Шукарева классификации подземных вод нижнего Хэйхэ и геотермальной температурой Na-K результаты расчета геотермальной температуры Na-K-Ca приведены в таблице 2.

Таблица 2 типы подземных вод и геотермальная температура в низовьях реки Хэйхэ

Образец серийного номера	Классификация Шукарева	Na-K геотермальная температура	Na-K-Ca геотермальная температура
1#	Mg-SO4	223.41°C	60.026°C
2#	Na-SO4	171.12°C	70.355°C
3#	Na-SO4	152.16°C	153.75°C
4#	Ca-SO4	197.31°C	52.431°C
5#	Mg-SO4	194.77°C	164.88°C
6#	Mg-SO4	206.83°C	169.23°C
7#	Na-Cl	<150°C	117.72°C
8#	Na-SO4	176.15°C	154.72°C
9#	Na-Cl	<150°C	93.962°C
10#	Na-Cl	<150°C	75.198°C
11#	Na-SO4	<150°C	96.571°C
12#	Na-SO4	183.71°C	71.535°C
13#	Na-Cl	225.53°C	259.95°C
14#	Na-Cl	211.61°C	170.16°C
15#	Na-Cl	216.47°C	197.45°C
16#	Na-HCO3	163.61°C	76.131°C
17#	Na-Cl	<150°C	84.202°C
18#	Na-SO4	159.63°C	98.062°C

19#	Na-SO4	<150°C	72.036°C
20#	Na-Cl	158.75°C	149.87°C
21#	Na-Cl	<150°C	145.39°C
22#	Na-Cl	160.61°C	148.65°C
23#	Na-Cl	<150°C	114.85°C
24#	Na-SO4	<150°C	77.959°C
25#	Na-Cl	<150°C	139.91°C
26#	Na-Cl	<150°C	126.53°C
27#	Na-Cl	<150°C	
28#	Na-Cl	<150°C	137.16°C
29#	Na-SO4	< 150°C	
30#	Na-SO4	< 150°C	
31#	Na-SO4	< 150°C	123.54°C
32#	Mg-SO4	204.76°C	55.871°C
33#	Na-Cl	< 150°C	124.79°C
34#	Na-Cl	< 150°C	92.467°C
35#	Na-SO4	< 150°C	124.46°C
36#	Na-SO4	< 150°C	99.406°C
37#	Na-Cl	< 150°C	140.93°C
38#	Na-HCO3	< 150°C	98.46°C
39#	Na-Cl	161.4°C	72.567°C
40#	Na-Cl	165.82°C	152.95°C
41#	Na-Cl	155.13°C	155.81°C
42#	Na-SO4	< 150°C	95.375°C
43#	Na-SO4	151.07°C	81.016°C
44#	Na-SO4	171.77°C	81.719°C
45#	Na-Cl	< 150°C	141.17°C
46#	Na-SO4	175.84°C	151.72°C
47#	Na-SO4	< 150°C	70.017°C
48#	Mg-SO4	183.7°C	74.977°C
49#	Na-Cl	205.26°C	175.2°C

Таким образом, основным химическим типом воды в нижнем течении реки Хэйхэ является Na-Cl тип воды, за которым следуют Na-SO4 тип воды, Na-HCO3 тип воды, Mg-SO4 тип воды и Ca-SO4 тип воды.По данным Na-K геотермальная температура для расчета средней геотермальной температуры нижнего течения реки Хэйхэ составляет 165,84°C, по данным Na-K-Ca геотермальная температура для расчета средней геотермальной температуры нижнего течения реки Хэйхэ составляет 111,17°C.

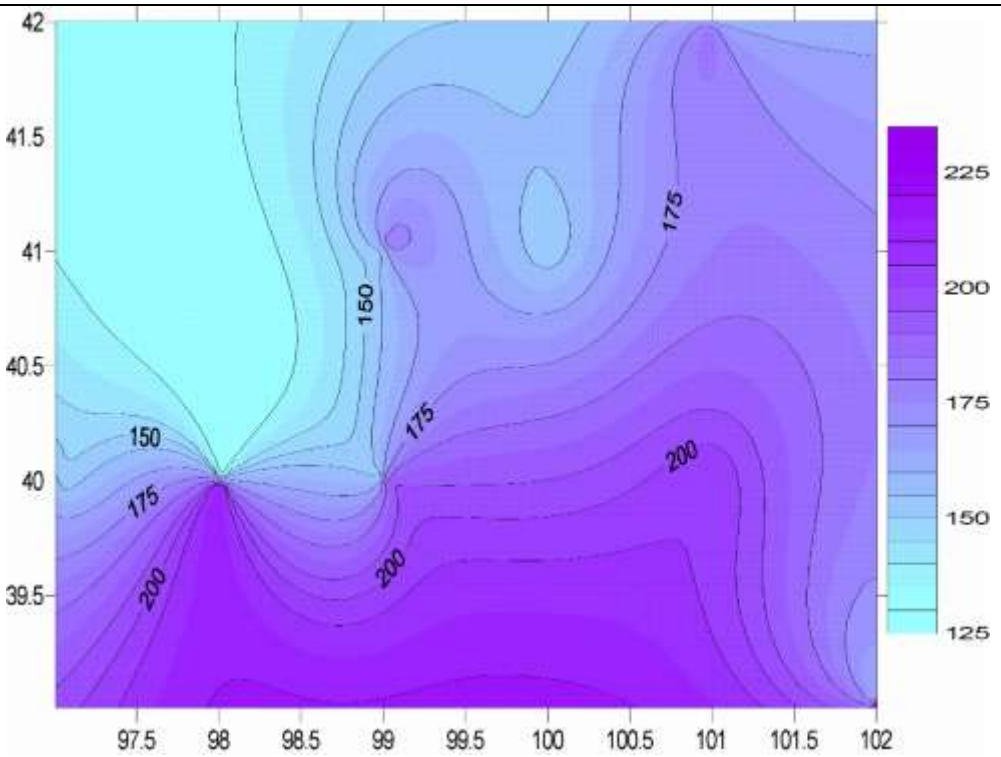

Рис. 2 Диаграмма геотермальной

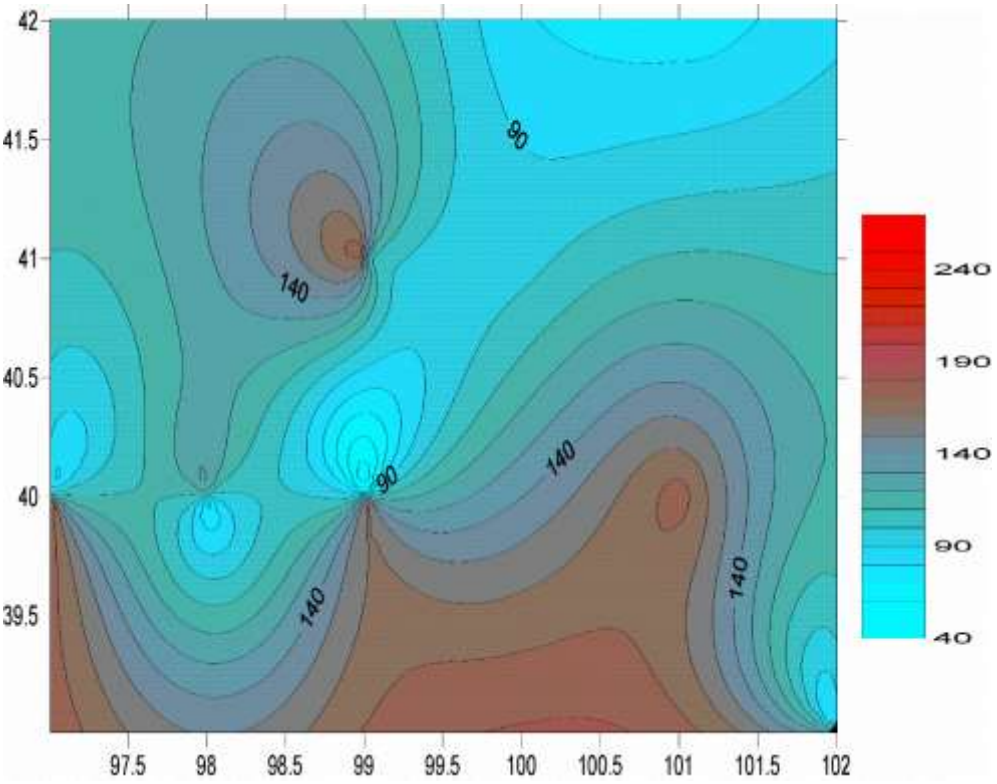

Рис. 3 Na-к-Ка-геотермальная график температуры

Методы исследования

Стабильность качества воды относится к тому,что при определенных условиях вода может быть осажденным материалом для достижения равновесного состояния осадконакопления и растворения,химически стабильная вода-это

бескислородная неагрессивная вода,в данной работе используется индекс насыщения Лангера и индекс стабильности Рейзнера для прогнозирования стабильности карбоната кальция в водном растворе подземных вод.

Индекс Лангера указывает, выпадет ли карбонат кальция в осадок из раствора, растворится ли он или сохранит равновесие с раствором, при этом можно говорить о коррозионной природе раствора.Значение индекса Лангера-это разница между значением pH измеряемой воды при той же температуре и значением pH, соответствующим равновесному насыщению воды карбонатом кальция.

LSI=pH-pHs （1）

Где значение pH-это значение pH измеренной пробы воды,а pH-это pH раствора пробы воды, находящегося в равновесии, рассчитанное в соответствии с температурой, щелочностью, жесткостью и значениями общего растворения.

pHs=(9.3+a+b)-(c+d)

a =log(TDS-1)/10

b =-13.12*log(temp+273.15)+34.55

c =log10(Ca as CaCO3)-0.4

d =log(Alkalinity)

Классификационный индекс Лангер ：

LSI≈0 вода находится в равновесии с кальцитом.

LSI <-0.03 вода легко поддается коррозии.

LSI> 0.03 вода имеет тенденцию к накипи.

В 1944 году. Рейтцнер указывает, что слой окалины на поверхности металла может препятствовать коррозии. Основываясь на коэффициентах, используемых для расчета индекса Лангера, Рейцнер предложил свою собственную формулу для расчета устойчивости решения. Формула для расчета индекса устойчивости Ризны：

2pHs-pH （2）

Отображается его значение：

2phs-pH> 6 раствор легко поддается коррозии

2phs-pH = 6 стабильный раствор

2phs-pH <6, раствор легко масштабируется

Анализ стабильности качества подземных вод

Рассчитанный с помощью программного обеспечения water chemistry aqion индекс насыщения Лангера получен в таблице 3.

Таблица 3 Подземные воды Черной реки Индекс Ланге и индекс Резнера Таблица результатов энергетической остановки

Образец серийного номера	pH	pHS	Индекс Лангере	Индекс Рейзнера	SI-кальцит
1#	8.13	7.92	0.21	0.33	7.71
2#	8.14	7.31	0.83	1.09	6.48
3#	8.01	7.49	0.52	1.59	6.97
4#	7.77	6.67	1.1	1.49	5.57
5#	8.33	8.04	0.29	1.45	7.75
6#	8.15	7.37	0.78	1.56	6.59
7#	8.03	6.61	1.42	1.72	5.19
8#	8.42	7.57	0.85	1.66	6.72
9#	7.96	6.64	1.32	1.58	5.32
10#	8.18	6.88	1.3	1.61	5.58
11#	8.18	6.96	1.22	1.54	5.74
12#	8.29	7.55	0.74	1.44	6.81
13#	9.58	9.56	0.02	2.91	9.54
14#	8.4	7.68	0.72	1.32	6.96
15#	8.49	8.32	0.27	1.94	8.15
16#	7.99	7.53	0.46	1.31	7.07
17#	8.4	7.26	1.14	1.5	6.12
18#	8.09	7.15	0.94	1.24	6.21
19#	8.55	7.57	0.98	1.57	6.59
20#	8.05	6.79	1.26	1.79	5.53
21#	8.08	6.51	1.57	2.21	4.94
22#	8.17	6.99	1.18	1.4	5.81
23#	8.18	6.61	1.57	1.82	5.04
24#	8.36	6.99	1.37	1.8	5.62
25#	8.56	7.23	1.33	1.94	5.9
26#	8.58	7.31	1.27	1.85	6.04
27#	8.23	6.76	1.47	1.74	5.29
28#	7.48	7.01	0.47	0.55	6.54
29#	8.37	6.99	1.38	1.59	5.61
30#	8.32	7.27	1.05	1.29	6.22
31#	8.51	7.96	0.55	0.62	7.41
32#	8.56	7.81	0.75	1.44	7.06
33#	8.29	6.83	1.46	1.8	5.37
34#	8.18	6.85	1.33	1.54	5.52
35#	8.55	7.08	1.47	1.95	5.61
36#	8.22	7.06	1.16	1.42	5.9
37#	7.04	7.27	-0.23	-0.27	7.5
38#	8.82	8.77	0.05	1.23	8.72

39#	8.64	7.63	1.01	1.77	6.62
40#	7.52	7.14	0.38	0.45	6.76
41#	7.78	6.7	1.08	1.94	5.62
42#	8.53	7.61	0.92	1.71	6.69
43#	8.17	7.31	0.86	1.24	6.45
44#	7.96	6.77	1.19	1.48	5.58
45#	7.79	7.26	0.53	1.7	6.73
46#	8.3	7.07	1.23	2.19	5.84
47#	7.98	7.13	0.85	1.09	6.28
48#	8.46	7.52	0.94	1.77	6.58
49#	8.51	8.21	0.3	0.96	7.91

Результаты показывают,что подземные воды и кальцит достигают равновесия по индексу Лангера 37#; подземные воды в остальном месте легко масштабируются по качеству воды, стабильность качества воды оставляет желать лучшего.И на основе индекса стабильности Рейтцнера, 1#、2#、3#、5#、6#、8#、12#、13#、14#、15#、16#、17#、18#、19#、26#、28#、30#、31#、32#、37#、38#、39#、40#、42#、43#、45#、47#、48#、49#это легко разъедает качество воды,а остальная часть территории легко масштабируется по качеству воды.Пространственное распределение, как показано на рис.

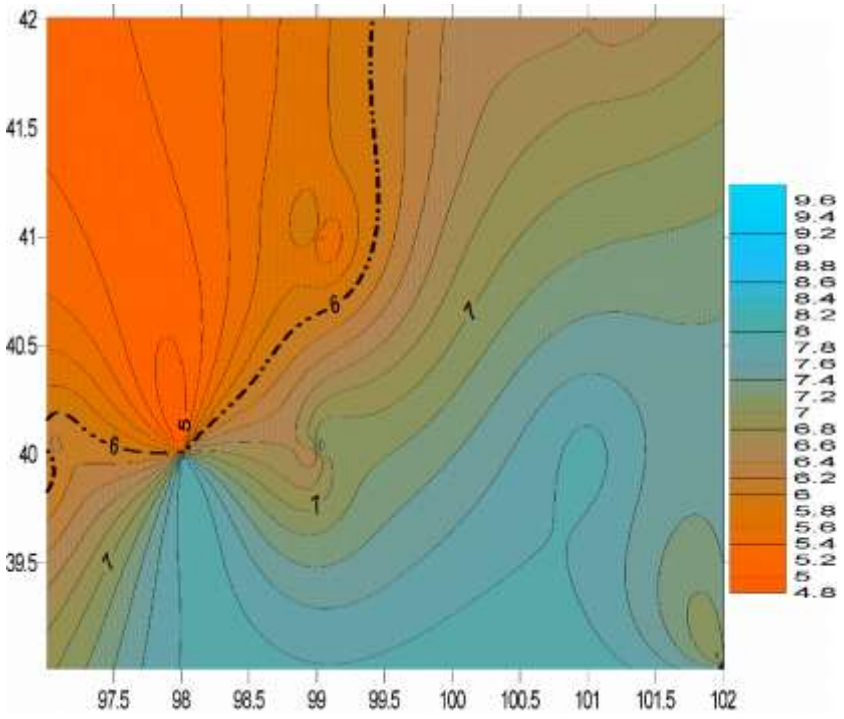

Рис. 4 Распределение индекса SI

В северо-западном направлении нижнего течения реки Хэйхэ подземные воды являются коррозионным качеством воды, постепенно изменяющимся в юго-восточном направлении, юго-восточное направление качества воды легко

масштабируется качеством воды.

Вывод

Таким образом, основным химическим типом воды в нижнем течении реки Хэйхэ является Na-Cl тип воды, за которым следуют Na-SO4 тип воды, Na-HCO3 тип воды, Mg-SO4 тип воды и Ca-SO4 тип воды.По данным Na-K геотермальная температура для расчета средней геотермальной температуры нижнего течения реки Хэйхэ составляет 165,84℃, по данным Na-K-Ca геотермальная температура для расчета средней геотермальной температуры нижнего течения реки Хэйхэ составляет 111,17℃.

Результаты показывают, что подземные воды и кальцит достигают равновесия по индексу Лангера 37#; подземные воды в остальном месте легко масштабируются по качеству воды, стабильность качества воды оставляет желать лучшего.И на основе индекса стабильности Рейтцнера, 1#、2#、3#、5#、6#、8#、12#、13#、14#、15#、16#、17#、18#、19#、26#、28#、30#、31#、32#、37#、38#、39#、40#、42#、43#、45#、47#、48#、49#это легко разъедает качество воды,а остальная часть территории легко масштабируется по качеству воды. Легко масштабируемые по качеству воды подземные воды в основном распространены в юго-восточной части нижнего течения реки Хэйхэ. Сильные участки грунтовых вод должны хорошо справляться с противообрастающим насосным оборудованием, коррозионные участки грунтовых вод должны хорошо справляться с водопроводами и насосным оборудованием, чтобы избежать коррозионного повреждения его оборудования.

Литература

1. Ван Пин.Набор данных для мониторинга глубины залегания подземных вод и анализа качества воды в бассейне нижнего Хэйхэ (2009-2013 гг.). Национальный центр научных данных по ледниковой пустыне вечной

мерзлоты // 2020. Дои:10.12072/КРСК.973Desert.db0043.2020

Literature

1. Wang Ping.Data set for monitoring the depth of groundwater occurrence and water quality analysis in the Lower Heihe basin (2009-2013). National Center for Scientific Data on the Glacial Permafrost Desert//2020. DPI:10.12072/KRSK.973Desert.db0043.2020