

国家地下水监测工程站网布设成果综述

严宇红¹, 周政辉²

(1.新疆维吾尔自治区水文局,新疆 乌鲁木齐 830000;2.河南省漯河水文水资源勘测局,河南 漯河 462000)

摘 要:国家地下水监测工程由水利部和国土资源部联合建设,建设监测站 20 401 个,其中,水利部建设监测站 10 298 个,国土资源部建设监测站 10 103 个,有效监控面积达 $350 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。站网布设遵循“满足需求、继承发展、全面布设、突出重点、方便管理、避免重复”的原则,在地下水开发利用、潜在开发利用和地质环境保护的平原、盆地等基本类型区进行全面布设;在地下水超采区、地下水饮用水水源地、南水北调中线受水区、海咸水入侵区等特殊类型区进行加密布设。通过国家地下水监测工程建设,全国监控区监测站平均布设密度达到 5.8 站/ 10^3 km^2 ,站网布设基本满足现阶段对地下水资源的开发、利用、管理及地质环境保护等的需求。

关键词:国家地下水监测工程;站网布设;原则和策略;密度

中图分类号:P641.74

文献标识码:A

文章编号:1000-0852(2017)05-0074-05

1 引言

近年,随着我国经济社会的快速发展、地下水的长期不合理开发利用以及人类活动对自然环境影响的加剧,引发了地下水位下降、湖泊湿地萎缩、泉水干涸、海水入侵、水质污染等一系列生态环境问题。地下水监测是认识和掌握地下水动态变化特征、制定合理开发利用与有效保护措施、防治和减轻地下水污染及其相关生态环境等问题的重要基础。我国现有地下水监测站多借用生产井和民用井,专用监测井较少;监测方法主要为人工观测,信息采集、传输、存储等手段落后。为实现对全国地下水动态的有效监测,对主要平原、盆地及岩溶山区地下水动态的区域性监控和地下水监测点的实时监控,水利部和国土资源部联合开展国家地下水监测工程建设。

国家地下水监测工程的实施,将形成集地下水信息采集、传输、处理、分析及服务为一体的国家地下水监测系统,大幅度提高地下水监测和服务能力,实时掌握地下水动态情况,为地下水资源的分析评价、预警和科学管理提供技术支撑。

2 站网布设的原则和策略

2.1 站网布设的共同原则

国家地下水监测工程监测站布设遵循以下原则:

满足需求的原则,满足水资源开发利用管理,地质环境保护,经济社会发展的需要;继承发展的原则,在继承现有站网的基础上布设,完善监测站网;全面布设的原则,在主要平原区进行全面区域控制布设;突出重点的原则,地下水主要开发利用地区、水文地质骨干剖面为布设重点,超采区和重要水源地等特殊类型区加大布设密度;方便管理的原则,测站布设位置应方便管理;避免重复的原则,水利、国土避免重复布设。

地下水监测站的布设以满足水资源管理和地质环境保护的需求为前提,首先应遵从地下水的运动规律,应沿平行和垂直地下水流向布设监测站,以水文地质单元为单元,并兼顾全国主要平原区。平原区是人类活动的主要地区,是地下水主要开发利用地区,也是由于地下水过度开采导致地面沉降发生地质灾害的主要地区,另外平原区一般为沉积物形成的空隙松散连续含水层,分散的监测站点采集的地下水水位能够反映区域地下水动态,因此国家地下水监测工程监测站主要布设在平原区。

在共同原则基础上,水利部门和国土资源部门由于各自的服务需求不同,相应的技术标准也不同,地下水监测站布设各有侧重,布设策略有所不同。

2.2 水利部门布设策略

水利部门的地下水监测服务于水资源开发利用、

最严格水资源管理考核,站网布设侧重于地下水开发利用和潜在的开发利用地区,监测目的是掌握地下水资源量和质的动态变化。水资源的开发利用和管理、用水定额分配、水资源的监督考核均以流域为单元,因此为满足水资源管理需要,水利部门的地下水监测站网布设除以水文地质单元为单元外还兼顾流域划分综合规划。

2.2.1 重点区域

我国的地下水开发利用地区主要在北方,以流域划分包括松花江、辽河、海河、黄河、淮河及西北内陆河流域;以省份划分包括北京、天津、河北、山西、内蒙古、辽宁、吉林、黑龙江、江苏、安徽、山东、河南、陕西、甘肃、宁夏、青海和新疆。涉及的平原区包括黄淮海、山西主要盆地、松辽、关中、河西走廊及西北主要盆地。2014 年我国北方流域地下水供水量占总供水量的比例均超过 20%,松花江、辽河、海河超过 40%;其中河北、河南、北京、山西和内蒙古 5 个省份地下水供水量占总供水量的 50%以上^[5]。我国各流域的地下水供水占总供水量的百分比见表 1。

表1 2014年水资源一级区供用水量
Table1 The quantity of water supply in the first-grade areas of the water resources in 2014

流域	地表水 /10 ⁸ m ³	地下水 /10 ⁸ m ³	其他 /10 ⁸ m ³	总计 /10 ⁸ m ³	地下水 占总量/%
松花江区	288.5	218.6	0.9	507.9	43
辽河区	97.7	103.7	3.4	204.8	51
海河区	132.9	219.7	17.8	370.4	59
黄河区	254.6	124.7	8.2	387.5	32
淮河区	452.6	156.4	8.3	617.4	25
长江区	1919.7	81.3	11.7	2012.7	4
东南诸河区	326.9	8.3	1.4	336.5	2
珠江区	824.6	33.1	3.9	861.6	4
西南诸河区	98.7	5	0.1	103.8	5
西北诸河区	524.4	166.3	1.6	692.2	24

2.2.2 布设密度

水利部门地下水监测站网布设密度依据的技术标准是《地下水监测规范》(SL183-2005),监测站布设密度的确定分为基本类型区和特殊类型区,基本类型区为一般平原区和山丘区,特殊类型区包括大型水源地、超采区、海(咸)水入侵区、地下水污染区、生态脆弱区、城市建成区等。基本类型区根据地下水开采强度和区域地貌类型确定地下水监测站密度,所谓开采强度即地下水开采量与可开采量之比,不同地貌地区密度不同,相同地貌地区地下水开采强度越大密度越大;特殊类型区是地下水资源管理重点关注的地区,因此地下

水监测站布设密度,应在基本类型区的基础上加密布设。国家地下水监测工程监测站的布设,特殊类型区主要考虑了地下水超采区、重要地下水水源地等区域。其中,超采区的划分采用水利部认定的超采区,重要地下水水源地同样采用水利部公布的地下水水源地名录。

2.2.3 监测层位

水利部门的地下水监测以浅层地下水为主,在地下水主要开发利用地区、超采区和重要地下水水源地同时兼顾开采的深层地下水。浅层地下水接受大气降水补给,包括潜水和部分承压水,是可再生的地下水资源,是地下水开发利用的主要层位,根据《2014 年中国水资源公报》,地下水供水量中,浅层地下水占85.8%^[5]。

2.3 国土部门布设策略

国土部门的地下水监测服务于地质环境保护,站网布设侧重于水文地质勘查,监测目的是掌握水文地质环境动态的信息,其地下水监测站网布设依据的技术标准是《地下水动态监测规程》(DZ/T0133—1994)。

监测站主要布设区域为:主要平原区和盆地区,岩溶水具有供水意义的地区,以及已经产生或可能产生岩溶塌陷的地区;大型地层裂隙水盆地及山区基岩裂隙水具有供水意义的地段;已经或将要形成区域地质环境问题的地区。

监测站的布设在水文地质单元和含水层层序划分的基础上,依据地质环境背景和水文地质条件进行,主要沿水文地质骨干剖面布设。对于面积较大的监测区域,沿地下水流向为主与垂直地下水流向为辅相结合布设;对于面积较小的监测区域,可根据地下水的补给、径流、排泄条件布设控制性监测点。其密度根据含水层类型(空隙水、岩溶水和裂隙水)、水文地质条件复杂程度、地下水供水程度等合理确定,相同类型的含水层水文地质条件越复杂、地下水供水程度越高,地下水监测站密度越大。图 1 是沿东北平原水文地质骨干剖面监测站布设情况。

综上,水利部门和国土部门的站网布设遵循统一协调、各有侧重、互相补充的原则。统一协调,水利和国土部门相同监测层位的监测站点位置不能重复布设;各有侧重,水利部门侧重服务于水资源开发利用,国土部门侧重服务于地质灾害防治和环境保护;相互补充,水利和国土部门的监测信息相互交换共享。

3 站网布设成果分析

国家地下水监测工程共布设监测站点 20 401 个,

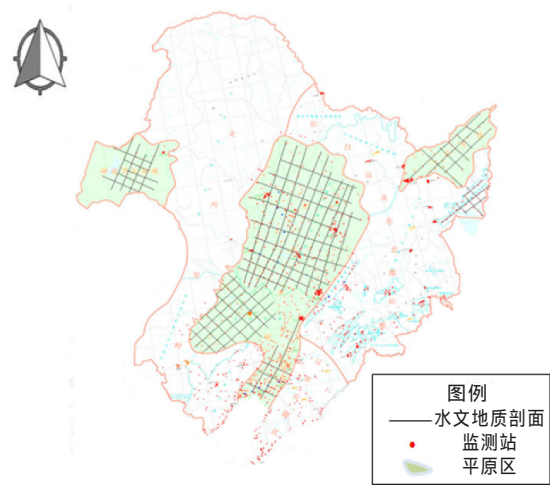


图 1 东北平原水文地质骨干剖面监测站布设图

Fig.1 The monitoring station layout for the important hydrogeological section in the northeast plain

其中,水利部门 10 298 个,国土部门 10 303 个站,均开展地下水水位和水温自动监测、水质人工取样化验分析水质监测,另外水利部门选取 100 个开展水质自动监测。

按照监测站布设原则和策略,综合考虑地下水开采强度、水文地质条件和区域范围等因素,监测站布设主要分布在黄淮海、松辽、关中、长江中游等平原区,山西诸盆地、西北地区的平原和盆地。

本文分别按流域(片)、水文地质单元、省级行政区划介绍国家地下水监测工程地下水监测站网的分布,并对基本类型区(一般平原区)和特殊类型区进行密度分析。

3.1 区域分布

3.1.1 七大流域(片)分布

全国七大流域(片)监测站布设数量,分布在地下水开发利用较多的黄河流域(片)、海河流域(片)和松辽流域(片)较多。各流域(片)监测站布设数量详见表 2。

3.1.2 16 个水文地质单元分布

全国 16 个水文地质单元监测站布设数量,以地下水开发利用较多、幅员较大的黄淮海平原(黄河、淮河及海河流域的主要平原区)、东北平原(松花江嫩江平原、辽河平原及东北地区其他主要平原)、汾渭盆地(山西汾河水系主要盆地及陕西关中平原等)为多。各水文地质单元监测站布设数量详见表 3。

3.1.3 省区分布

全国 31 个省(自治区、直辖市)及新疆生产建设兵团监测站布设数量,以地下水开发利用较多的北京、天

表2 七大流域(片)监测站布设数量统计表

Table2 The statistics of the monitoring stations in the seven basins

流域(片)	水利部门监测站	国土资源部门监测站	两部站数
长江流域(片)	1 113	1 726	2 839
黄河流域(片)	2 364	2 517	4 881
淮河流域(片)	1 618	1 201	2 819
海河流域(片)	2 344	1 527	3 871
松辽流域(片)	2 121	1 631	3 752
太湖流域(片)	387	776	1 163
珠江流域(片)	351	725	1 076
合计	10 298	10 103	20 401

表3 16个水文地质单元监测站布设数量统计表

Table3 The statistics of the monitoring stations in the 16 hydrogeological units

水文地质单元	水利部门监测站	国土资源部监测站	两部站数
东北平原	1 549	1 141	2 690
长江三角洲	451	565	1 016
洞庭湖-江汉平原	261	296	557
鄱阳湖平原	44	129	173
东南沿海与珠江三角洲	214	668	882
黄淮海平原	3 463	2 382	5 845
汾渭盆地	1 071	641	1 712
额尔多斯盆地	533	762	1 295
柴达木盆地	34	108	142
黄河源区	101	295	396
准噶尔	270	244	514
塔里木	145	166	311
河西走廊	178	245	423
西南岩溶区	124	880	1 004
四川盆地	139	366	505
一江三河地区	42	110	152
其他	1 679	1 105	2 784
合计	10 298	10 103	20 401

津、河北、山西、内蒙古、辽宁、吉林、黑龙江、江苏、安徽、山东、河南、陕西、甘肃和新疆等为多。各省(自治区、直辖市)监测站布设数量详见表 4。

3.2 密度分析

3.2.1 基本类型区

全国区域内监测站平均布设密度达到 5.8 站/10³km²,主要地下水开发利用平原区、水资源短缺平原区监测站布设密度均高于此密度。其中,黄淮海平原(黄河、淮河和海河流域,北京、天津、河北、山东、河南)布站密度为 16.3 站/10³km²,关中平原(黄河流域,陕西)布站密度为 28.3 站/10³km²,太原盆地(黄河流域,山西)布站密度为 38.5 站/10³km²,临汾盆地(黄河流域,山西)布站密度为 23.0 站/10³km²,大同盆地(海河流域,含蔚阳盆地,山西)布站密度为 19.3 站/10³km²,银川

表4 各省(自治区、直辖市)监测站布设数量统计表

Table4 The statistics of the monitoring stations in the various provinces (autonomous regions and municipalities)

省份	水利站数	国土站数	两部站数	省份	水利站数	国土站数	两部站数
北京	437	289	726	湖北	195	225	420
天津	365	259	624	湖南	83	226	309
河北	954	607	1561	广东	96	212	308
山西	504	338	842	海南	75	142	217
内蒙古	490	500	990	广西	124	257	381
辽宁	627	455	1082	重庆	80	90	170
吉林	510	497	1007	四川	130	277	407
黑龙江	786	496	1282	贵州	59	218	277
上海	91	249	340	云南	173	223	396
江苏	523	334	857	西藏	60	110	170
浙江	155	290	445	陕西	558	360	918
安徽	390	366	756	甘肃	330	500	830
福建	55	220	275	青海	140	266	406
江西	128	255	383	宁夏	166	307	473
山东	802	640	1442	新疆	430	410	840
河南	712	485	1197	兵团	70	0	70

平原(黄河流域,含清水河、卫宁平原,宁夏)布站密度为 41.6 站 / 10³km²,闽东沿海平原(东南沿海,福建)布站密度为 21.9 站 / 10³km²,北海(珠江流域,广西)平原布站密度为 22.2 站 / 10³km²。国家地下水监测工程平原区监测站布设密度统计见表 5。

3.2.2 特殊类型区

特殊类型区主要包括地下水超采区、重要地下水水源地、南水北调中线受水区、海咸水入侵区等。

国家地下水监测工程布设在超采区的监测站主要考虑浅层超采区,主要分布在黄淮海平原、松辽平原、长三角地区、汾渭盆地、甘肃及新疆等地区,共布设监测站 3 896 个,布站密度 24 站 / 10³km²。其中,北京布设密度为 112 站 / 10³km²,河北地下水超采区监测站布设密度为 20 站 / 10³km² 等等,地下水浅层超采区监测站布设密度均高于本地基本类型区的布设密度。国家地下水监测工程浅层地下水超采区监测站布设密度统计见表 6。

水利部公布的全国重要地下水饮用水水源地共 32 个,国家地下水监测工程在其中 29 个重要地下水水源地中共布设监测站 218 个,平均每个水源地布站密度达 7.5 个。

南水北调中线受水区位于黄淮海平原,包括北京、天津、河北和河南,国家地下水监测工程布设在南水北调中线受水区的监测站共3 090个,布站密度达 22 站 / 10³km²,布站密度高于全国监控区平均密度和黄淮海平原平均

表5 平原区监测站布设密度统计表

Table5 The density of the monitoring stations distribution in the plain area

名称	两部站数	布站密度 / 个·(10 ³ km ²) ⁻¹	名称	两部站数	布站密度 / 个·(10 ³ km ²) ⁻¹
松辽平原	2 554	6.5	成都平原	155	24.5
穆凌兴凯平原	68	4.4	南襄盆地平原	96	13.4
黄淮海平原	5 538	16.3	江汉平原	365	7.5
长江中下游平原	762	13.6	洞庭湖环湖平原	72	4.7
浙东沿海平原	107	19.3	鄱阳湖环湖平原	153	6.9
闽东沿海平原	32	21.9	额尔齐斯河谷平原	14	0.3
潮汕平原	22	6.7	塔额盆地平原	38	3.6
珠江三角洲平原	69	6.7	准噶尔盆地平原	396	3.4
雷州半岛平原	43	5.8	伊犁河谷平原	25	2.3
琼北台地	119	19.5	塔城盆地平原	5	1.3
北海平原	42	22.2	塔里木盆地平原	395	1.1
呼伦贝尔高原	46	1	柴达木盆地平原	139	1.1
逊河平原	8	1.1	青海湖环湖平原	22	2.2
张宣盆地平原	47	9.7	茶卡-沙珠玉盆地平原	10	0.9
涿怀盆地平原	73	15.1	河西走廊平原	308	8.6
大同盆地平原	181	19.3	河西内蒙古高原	57	0.7
忻州盆地平原	96	34.1	鄂尔多斯高原	81	1.8
长治盆地平原	44	32.3	武川-乌兰花盆地平原	1	0.3
湟水河谷平原	23	36.4	岱海盆地平原	1	1.5
银川平原	382	41.6	黄旗海盆地平原	30	17.8
河套平原	133	9.6	商都盆地平原	22	2.8
土默川平原	178	20.8	乌珠穆沁盆地平原	13	0.4
关中原	598	28.3	古尔班通古特沙漠	19	0.2
太原盆地平原	188	38.5	河西走廊荒漠	112	1.6
临汾盆地平原	97	23	腾格里沙漠	5	0.2
峨嵋源	14	5.1	乌兰布和沙漠	19	2.4
运城盆地平原	82	24.4	库布齐沙漠	2	0.3
伊洛河河谷平原	23	13.2	毛乌素沙地	97	3
董志塬	50	61.6	浑善达克沙地	5	0.1
汉中盆地平原	44	27.3			

密度。

海咸水入侵区主要分布辽宁、河北、山东、广西和广东,国家地下水监测工程布设在海咸水入侵区的监测站共 356 个。

4 结论

站网布设是国家地下水监测工程的重要基础工作,只有科学合理的站网布设,采集的监测信息才能具备代表性。国家地下水监测工程的实施,将建成相对完整的国家级地下水监测站网,站网布局更加科学合理,从而实现对大型平原、盆地、岩溶山区等区域的监测及重要水源地、超采区等的重点监测,站网布设基本满足现阶段地下水资源的开发、利用、管理及地

表6 浅层地下水超采区监测站布设密度统计表

Table6 The density of the monitoring stations distribution of the shallow groundwater overdraft areas

省份	两部 站数	布站密度 / 站·(10 ³ km ²) ⁻¹	省份	两部 站数	布站密度 / 站·(10 ³ km ²) ⁻¹
北京	726	112	山东	143	14
河北	680	20	河南	112	8
山西	296	47	湖北	1	67
内蒙	190	26	广东	1	18
辽宁	204	63	广西	20	163
吉林	48	81	云南	6	104
黑龙江	36	139	陕西	179	125
江苏	273	16	甘肃	350	21
安徽	86	50	宁夏	62	83
江西	15	251	新疆	468	11

质环境保护等需求。

国家地下水监测工程建成后,虽可形成相对科学合理的地下水监测站网,但还存在一些不足之处。南方大部分地区的监测站布设密度相对较低,对一些地下水开发利用地区,以深层地下水作为开采层的区域,监测站布设密度仍显不足;非水利部公布的重要地下水饮用水水源地虽均布设了监测站,但密度偏低;《地下水监测规范》(SL183-2005)修编后升为国家标准《地下水监测工程技术规范》(GB/T 51040-

2014),按照国家新标准,浅层超采区的地下水监测站布设数量略显不足。

随着社会发展,水资源管理对地下水监测信息要求的提高,地下水监测站网布设应相应发展完善,以更好的监控地下水动态变化,提高地下水监测的代表性、有效性,提高地下水监测服务能力,为社会发展和各级领导决策提供及时准确的地下水信息。

参考文献:

- [1] 河南黄河水文勘测设计院. 国家地下水监测工程(水利部分)初步设计报告[R]. 2015. (Yellow River Hydrological Survey and Design Institute of Henan Province. Preliminary design report of national groundwater monitoring project [R]. 2015. (in Chinese))
- [2] 黑龙江省水文地质工程地质勘察院. 国家地下水监测工程(国土资源部分)初步设计报告[R]. 2015. (Hydrogeology and Engineering Geology Exploration Institute of Heilongjiang Province. Preliminary design report of national groundwater monitoring project (land resources part) [R]. 2015. (in Chinese))
- [3] SL 183-2005, 地下水监测规范[S]. (SL 183-2005, Technical Standard for Groundwater monitoring [S]. (in Chinese))
- [4] GB/T 51040-2014, 地下水监测工程技术规范 [S]. (GB/T 51040-2014, Technical Code for Groundwater Monitoring[S]. (in Chinese))
- [5] 水利部. 2014 年水资源公报[Z]. (Ministry of Water Resources. Water Resources Bulletin of 2014 [Z]. (in Chinese))
- [6] 高志. 国家地下水监测工程站网布设浅析 [J]. 地下水, 2012,(5). (GAO Zhi. Network stationing analysis of national groundwater monitoring project[J]. Ground Water, 2012,(5). (in Chinese))

Introduction to Network Layout of National Groundwater Monitoring Project

YAN Yuhong¹, ZHOU Zhenghui²

(1. Hydrology Bureau of Xinjiang Uygur Autonomous Region, Urumqi 830000, China;

2. Luohe Hydrology and Water Resources Survey Bureau of Henan Province, Luohe 462000, China)

Abstract: The national groundwater monitoring project will jointly be finished by Ministry of Water Resources and Ministry of Land and Resources with 20 401 monitoring stations being built, in which 10 298 monitoring stations will built by Ministry of Water Resources and 10 103 monitoring stations will be built by Ministry of Land and Resources. The effective monitoring area is 350×10⁴km². The layout of the station network follows the principle “meeting the needs, inheritance and development, overall layout, highlighting priorities, being convenient to manage, and avoiding repeated construction”. The overall layout will be made in the areas of basic types, including plains and basins with the groundwater development and utilization, potential development and geological environment protection. The high density layout will be made in the areas of special types, including the areas of groundwater overdraft and groundwater drinking water sources, areas along the middle line of the South-to-North Water Transfer Project, and sea intrusion zone. According to the plan of the national groundwater monitoring project, the average density of the monitoring station network will reach 5.8 stations / 10³km². The station network can basically meet the requirements of the development, utilization, management and geological environment protection of the groundwater resources.

Key words: national groundwater monitoring project; network layout; principle and strategy; density