



人水和谐理想之地-东北三江平原自然环境与水资源开发思考

宋献方, 张兵, 张应华, 韩冬梅¹

摘要: 三江平原在中国黑龙江省东部. 位于黑龙江, 松花江, 乌苏里江汇流处. 由于长期的构造下陷和三江的泥沙堆积, 所形成的低洼平坦的平原. 降水集中夏秋的冷湿气候, 径流缓慢, 洪峰突发的河流, 以及季节性冻融的粘重土质, 促使地表长期过湿, 积水过多, 形成大面积沼泽水体和沼泽化植被, 土壤, 构成了独特的沼泽景观. 沼泽与沼泽化土地面积约 240 万公顷, 是中国最大的沼泽分布区. 三江平原素以“北大荒”著称, 在 50 年代大规模开垦前, 草甸, 沼泽茫茫无际, 亦有成片森林, 野生动物繁多. 开垦后建有许多大型国营农场, “北大荒”已变成了“北大仓”, 成为国家重要的商品粮基地. 经济高速发展的中国, 需要粮食安全战略, 作为我国东北粮仓的三江平原地位举足轻重. 粮食安全依赖于合理水资源调配及精准农业. 长期以来, 由于大规模的水土地资源开发利用等一系列人类活动, 已产生土地次生盐碱化, 水污染, 河流和湖泊以及湿地面积萎缩等生态与环境问题, 本研究在科学院三期创新项目水资源群项目支持下, 以三江平原为重点, 探索变化环境下的水循环和水资源变化机理, 科学评价和量化气候变化和人类活动影响带来的水资源演变趋势; 研究经济, 生活, 生态需水变化规律, 建立该区域水资源承载力的评价体系和评价模式, 通过多情景, 多目标分析, 提出区域水资源承载力; 通过水资源供需分析, 城市, 农业区水资源高效利用模式研究和水资源配置理论的建立, 提出实现我国最大的商品粮主产区—三江平原生态与湿地保育的环境目标的水资源优化配置模式, 为水资源可持续利用提供科学依据.

关键词: 三江平原; 湿地; 水资源; 人水和谐

I 三江平原自然概况

三江平原, 又称三江低地, 即东北平原东北部, 中国最大的沼泽分布区. 三江平原的“三江”即黑龙江, 乌苏里江和松花江, 三条大江浩浩荡荡, 汇流, 冲积而成了这块低平的沃土.

1 地理位置

三江平原位于黑龙江省东北部, 地处北纬 45°01' ~ 48°27'56", 东经 130°13' ~ 135°05'26". 其西部为小兴安岭山地, 南部为完达山, 北部和东部与俄罗斯隔江相望. 行

政区域包括佳木斯市, 鹤岗市, 双鸭山市, 七台河市和鸡西市等所属的 21 个市(县)和哈尔滨市所属的依兰县, 境内有 52 个国有农场和 8 个森工局. 总面积约 10.89 万 km², 总人口 862.5 万人, 人口密度约为 79 人/km².

三江平原主要农作物为水稻, 玉米, 大豆, 小麦, 平均单产 6,000kg/hm², 粮食商品率达 75%, 农业机械化程度高达 80%以上, 是我国九大商品粮基地之一. 三江平原对保障我国粮食安全发挥了重要作用. 黑龙江垦区历年粮食作物产品产量统计见下表.

表 1 黑龙江垦区历年粮食作物产品产量统计(1949--2000) 注: 单位: 吨

年份	粮食									
	总产量	谷物							豆类	
		总产量	水稻	小麦	玉米	高粱	谷子	其他	总产量	大豆
1949	10151	7577	3810	1963	425	254	497	628	2574	2574
1950	30409	17739	7532	6035	1349	623	1157	1043	12670	12670
1951	33969	21242	4218	12798	1080	486	1862	798	12727	12727
1952	57227	38148	8832	22359	1360	1190	1898	2509	19079	19079
1953	60655	48109	14055	24563	2476	1135	2761	3119	12546	12546
1954	103772	85433	22391	46278	2173	1153	1942	11496	18339	18339
1955	164190	124296	33875	68236	6876	1477	5449	8383	39894	39894
1956	283538	225032	49101	127291	15662	1592	12944	18442	58506	58506
1957	327191	270359	30486	192641	11610	1448	11894	22280	56832	56832
1958	454896	351710	38200	220289	21244	1906	30221	39850	103186	103186
1959	783743	477223	71701	249243	47300	6406	45194	57379	306520	306520
1960	491085	354763	47011	219982	32605	6174	28131	20860	136322	136322
1961	471704	319579	29960	181314	62926	4362	23654	17363	152125	152125
1962	562225	385092	26598	206510	103695	7973	18204	22112	177133	177133
1963	758013	538171	27254	306595	151696	9157	21002	22467	219842	219842
1964	903487	725574	21770	511584	143287	5115	19525	24293	177913	177913
1965	1137360	824371	22238	543807	190047	5330	31053	31896	312989	312989
1966	1364608	1025068	27273	663014	262016	6805	35563	30397	339540	339540
1967	1715163	1361468	25611	970178	279226	11348	37082	38023	353695	353695
1968	1590296	1223776	32022	864904	248444	11081	36663	30662	366520	366520
1969	1170731	942288	21137	694669	179429	4239	15930	26884	228443	228443
1970	1559767	1181240	19349	846654	235190	12556	34082	33409	378527	378527
1971	1605217	1274200	30933	829722	349197	11355	26266	26727	331017	331017
1972	1358901	1089682	12985	870330	167312	5974	13422	19659	269219	269219
1973	1036676	677010	11680	474965	156203	7986	17251	8925	359666	359666
1974	1861067	1464779	26916	1066413	321778	9280	19897	20495	396288	396288
1975	2284606	1695060	38521	1052403	538614	13330	32977	19215	589546	589546
1976	2291529	1862658	34740	1182718	612451	9075	11303	12371	428871	428871
1977	2116262	1676665	40541	1159323	442740	6921	16746	10394	439597	439597
1978	2327138	1576444	39831	1018266	482387	7705	19399	8856	750694	750694
1979	2673962	2068585	32401	1641213	362199	7158	14047	11567	605377	605377
1980	3247305	2476467	35739	2052748	364534	8559	5856	9031	770838	770838
1981	1768372	1376864	17646	1253212	95887	2520	2287	5312	391508	391508
1982	2347352	1342349	29748	1195097	92815	2259	3330	19100	1005003	1005003
1983	3310437	2506506	32432	2244818	169216	2463	2761	54816	803931	803931
1984	2739949	1783774	43596	1553092	153476	890	965	31755	956175	956175
1985	2523653	1713948	72044	1520038	95392	115	261	26098	809705	809705

1986	2990814	2030390	105584	1691502	192359	285	175	40485	960424	960424
1987	3095582	2033181	122009	1595222	217155	313	165	98317	1062401	1062401
1988	2571177	1481975	128103	1167808	116669	318	36	69041	1089202	1089202
1989	3556477	2434079	167015	1973870	224654	513	50	67977	1122398	1122398
1990	4602621	3482435	250726	2678139	444493	1029	11	108037	1120186	1120186
1991	3665609	2725918	274700	2041543	332033	253		77389	939691	939691
1992	3748940	2934079	374382	2245505	279436	2237	2	32517	814861	811304
1993	4020256	2425519	508549	1597071	251228	2574	8	66089	1594737	1594474
1994	4144379	2483452	715899	1174573	424953	3485	104	164438	1660927	1621171
1995	5145803	3651251	1238760	1356677	969940	8549	26	77299	1494552	1462054
1996	7156390	5883478	2449896	1691549	1595375	11427		135231	1272912	1257467
1997	8519638	7010823	4049746	1475454	1376591	1598		107434	1508815	1494345
1998	8685468	7473844	4758487	1408724	1226452	4989		75192	1211624	1199335
1999	9052941	8070419	5175982	1607090	1197488	6979	1288	81592	982522	949581
2000	8141318	6518426	5286365	645111	535983	4607	372	45988	1622892	1493855

注：摘编自《黑龙江垦区统计年鉴 2001》

2 气候

三江平原属寒温带大陆性季风气候区，夏季受海洋暖气团影响，高温多雨；冬季受西伯利亚寒流控制，寒冷干燥；春秋两季是过渡时期，天气过程频繁，春风较大。全区多年平均降水量 450~650mm，其中以阿布沁河伐木场最大为 655mm，以挠力河本德北站最小为 464mm。该区降水年际变化大，以富锦站为例，最大为 829.6mm(1959 年)，最小为 338.5mm(1977 年)。降水年内分配不均，大部分集中在 6~9 月，占全年降水量的 70% 左右，尤其是 7 月，8 月雨量较为集中，约占全年降水量的 40%~50%；春季 5 月，6 月降水量较少，仅占全年降水量的 20% 左右，因此本区春季干旱频繁，夏季多发生洪涝灾害。气温南高北低，平原高山区低，1 月平均温度 -21~-18℃，7 月平均温度 21~22℃，年平均温度在 1~3℃，初霜期为 9 月中下旬，中霜为 5 月上中旬，无霜期 120~140 天；结冰期长达 150~180 天，平均最大冻土深 1.6~2.0m。平均年≥10℃活动积温为 2,300~2,500℃；多年平均蒸发量在 550~840mm(E601 蒸发皿)，其中以穆棱河鸡东站最大为 835.8mm，以别拉洪河别拉洪站最小为 554mm。

3 水文

(1) 河流径流

三江平原流域总面积 $2.61 \times 10^6 \text{km}^2$ ，区内有大小江河 190 余条，分属黑龙江，松花江和乌苏里江 3 大水系。沿河两岸多遗留古河道，牛轭湖，碟形洼地密布，地表径流滞缓，内水不能外排，地表水为沼泽形成提供了有利空间和充沛水源，每到汛期一些河流受黑龙江，松花江，乌苏里江的洪水顶托，提高了河流承泄水位，使两岸底平地排水更为困难，促使沼泽形成。

黑龙江发源于大兴安岭，有两个源头：石勒喀河和额尔古纳河，在洛古河汇合，汇合口以下称为黑龙江，黑龙江全长 2,821km，流经本区长 406km。

松花江有南北两源，北源嫩江发源于大兴安岭伊勒呼里山，南源第二松花江发源于白山天池，两江在三岔河汇合后称松花江干流，东流至同江注入黑龙江，全长 2309km，流域面积 55.68 万 km^2 ，流经本区长达 357km。

乌苏里江为我国东部中俄界河，是黑龙江下游我国侧第二大支流。乌苏里江发源于俄罗斯锡霍赫特岭西麓，左上源为中俄界河松阿察河及兴凯湖。两支流汇合后由南向北注入黑龙江，河道全长 890km，流域总面积

18.7万km²，流经本区长达478km。

三江地区支流大部分发源于山区，小部分发源于平原。发源于山区的河流有：穆棱河，挠力河，倭肯河等，上游坡陡流急，山洪很大；中下游河道弯曲狭小，比降甚缓，洪水宣泄不畅，河水蔓延，有的成为无尾河。发源于平原的河流有：别拉洪河，青龙莲花河等，上游是连串的水泡子及低湿地，中游为沼泽性河流，无明显河身，坡降平缓，宣泄能力极差，排水困难；至下游比降较陡，但往往受外江加水顶托。

全区主要河流有：松花江及其支流倭肯河，安邦河，梧桐河，嘟噜河，蜿蜒河；黑龙江及其支流鸭蛋河，莲花河，浓江鸭绿河；乌苏里江及其支流别拉洪河，挠力河，阿布沁河，七虎林河，穆棱河，松阿察河等共计18条河流，另外，区域内还有大小兴凯湖。

(2) 沼泽径流

沼泽径流是维持沼泽湿地生态系统重要因素。沼泽径流主要包括表面径流和表层流两部分。一般情况下，不易产生沼泽表面径流，当沼泽水位低于沼泽表面时，沼泽径流为表层流，当沼泽水位上升到沼泽时才产生表面径流。一般年份，除降雨集中季节外，多数降雨条件下沼泽径流是表层流。

三江平原典型沼泽湿地地区地表常有薄层积水，积水状况随季节的变化而各不相同，有常年积水型，季节性积水型以及土壤常年过湿润型。常年积水型多见于地下水和泛滥补给的低河漫滩和较深洼地的沼泽，积水深度一般小于1m；季节性积水型多见于河漫滩较高的部位和阶地上各种洼地边缘，主要是泛滥水，地表径流和大气降水补给。沼泽湿地的水文网状况与沼泽的类型及发育阶段有关，积水存在于其团状草丘的洼地之中，旱季水流停滞或积水消失，汛期可产生丘间水流，水文网形态转为网络状；其他类型为片状薄层积水。

(3) 地下水

三江平原地区是由山丘区与几个平原区构成，从山丘区到平原区，其含水岩组分布及水文地质条件基本相似，地下水的补给，径流，排泄条件也差别不大。三江平原地下

水水位埋藏浅（小于3m）及较浅（3~5m），水力坡度甚小，山前地带水力坡度为1/1,000左右，平原内部水力坡度为1/5,000~1/10,000。邻近江河两岸水力坡度为1/500~1/150。故平原内部径流微弱，排泄边界径流相对较强，故地下水流向分别指向所排泄的江河或湖泊。三江低平原地下水总体流向为西南~东北，穆棱兴凯湖平原地下水总体流向为西北~东南。

三江平原地区地下水类型有：第四系松散砂砾石孔隙水，第三系碎屑岩类裂隙水和基岩裂隙水。山丘区基岩裂隙水埋藏条件下复杂，富水性不均一；山前台地水量贫乏；平原区含水层结构单一，厚度大，水量丰富，具有良好的开发条件。

4 土壤

(1) 土壤类型

三江平原地表土壤多为富有机质的黑土，草甸土，白浆土，沼泽土，泥炭土和暗棕壤。

(一) 黑土类

黑土类包括黑土和草甸黑土，主要分布在富锦，宝清，集贤和佳木斯市一带的漫岗地上。垦殖率已达80%，基本上已没有荒地。黑土层厚达75~95cm，理化性质较好，是区内好的耕地土壤。但属坡耕地，干旱，水土流失较为严重，是该土利用中的主要问题。

(二) 草甸土类

草甸土类是非地带性的土壤，在黑土和白浆土区均有分布，包括草甸土，盐化草甸土，潜育草甸土和白浆化草甸土，是本区最主要的耕地土壤。垦殖率达55%，地形平坦，黑土层厚达50~100cm，是发展农业最有潜力的土壤，但土质多粘重，易发生黏朽冷浆，雨水集中时有内涝威胁。盐化草甸土分布在富锦，集贤，宝清三个县的平原中，以友谊农场，五九七农场，二九一农场，三个国有农场中为多，盐分类型以苏打为主，需要逐步进行改良。

(三) 白浆土类

白浆土类包括白浆土，草甸白浆土和潜育白浆土，集中分布在穆棱，兴凯湖平原和抚远三角洲，是三江地区的主要耕地土壤，

仅次于草甸土。白浆土的黑土层肥力较高，白浆层贫瘠且淀积层坚硬。白浆土的好坏因其黑土层厚度而异。本区白浆土的黑土层厚度一般为 10~20cm，少数达 30cm，还有一部分不足 10cm。总的趋势是由西往东越接近乌苏里江黑土层越薄，白浆土的垦殖率已达 43%，部分荒地可以开垦为耕地。

(四) 沼泽土类

沼泽土类包括草甸沼泽土和泥炭沼泽土，分布在区内各地的低洼地中。沼泽土类表层有厚度不等的泥炭层，下部为腐泥层或潜育层，季节性积水或常年积水。草甸沼泽土排水后可做农用地，现在该土的垦殖率为 15%，其他沼泽土可作为牧用地。

(五) 暗棕壤类

暗棕壤类包括山地暗棕壤，草甸暗棕壤

和砂质暗棕壤，分布在山地丘陵，平原中的残丘，岗地陡坡和河岸砂丘上。除了坡度稍缓的草甸暗棕壤可开为耕地外，多数只适于做林业用地。

此外，小面积的泛滥地土壤，分布在河流两岸，间歇性受河流泛滥影响，包括泛滥地草甸地和泛滥地沼泽土。防洪排泄后部分可做耕地利用，多数用于牧，副用地。

(2) 土壤养分

三江平原地区主要土壤养分状况及评价统计情况见下表。三江平原地区耕层土壤养分分为有机质及全量养分含量高，属于中等-丰富级；速效养分缺乏，农业生产中应该增施速效肥料。

表 2 三江平原地区主要土壤类型养分含量

土壤类型	土层	有机质 (g/kg)	全 N (g/kg)	全 P (g/kg)	全 K (g/kg)	速效氮 (mg/kg)	速效磷 (mg/kg)	速效钾 (mg/kg)
棕壤	耕层	59.1	3.2	2.2	19.2	66.3	35.2	222
黑土	耕层	36.9	1.9	2.0	-	52.8	188	-
白浆土	耕层	66.6	3.7	2.2	15.7	78.2	6.0	119.8
草甸土	耕层	61.2	3.5	2.0	12.0	72.2	23.1	117.6
沼泽土	耕层	74.7	6.7	2.7	19.0	60.0	16.0	102.7

5 地形地貌

三江平原全区总地势西南高，东北低。地貌情况为：本区西北部是隆起的小兴安岭东南缘，以及零星分布的孤山残丘，构成低山丘陵地貌单元。南部有隆起的完达山东西横贯，在完达山西部，有勃依弧形构造断陷盆地形成倭肯河河谷；在小兴安岭东南缘，有梧桐河，嘟噜河等南北向河谷，以及完达山岭中的纵横割切河谷，组成山区河谷地貌单

元。

三江平原北部为两岭之间的中生代合江内陆断陷，第四纪以来一直间歇性沉降，尤其全新统以来下沉更甚，经三大江冲积形成沉降的三江冲积低平原。在完达山以南，有沉降的穆稜河，兴凯湖冲积低平原组成平原区地貌单元。三江平原地区可分为山地与平原两大单元，自西北向东南，依次由小兴安岭山地，三江平原，那丹哈达岭山地和穆稜

兴凯湖平原构成。地貌形态类型可分为低山，丘陵，山前台地，扇形平原，河谷平原，低平原与山间平原。其中平原，洼地和沼泽为 664.3 万hm²，占 61%；山地，丘陵为 424.7 万hm²，占 49%。

6 植被分布

三江平原的天然森林是以柞树为主的杂木林和以山场，白桦为主的次生林，乔木高 8~11m，郁闭度 0.4~0.6。灌木高 0.5~0.9m。草本植物为以禾本科和菊科为主的杂草类。在残丘背阴的山坡上分布着杨桦林，覆盖度

0.3~0.5，禾木高 10~20m，林下植被与阔叶林相似。天然森林多分布在平原中残丘，山前台地，河流两侧，呈岛状分布，以蒙古柞林为主。在江心岛，多生长柳树和灌木等。

人工林多为柳，杨，榆，槐树，落叶松，樟松等，分布于城市附近及公园，农田防护林和道路两侧。三江平原现有草原 4.2×10⁴hm²，分布于富锦，集贤，宝清，桦川等县的漫坡漫岗和松花江平原上。沼泽植被主要分布在抚远，同江，绥滨，饶河，萝北及富锦，宝清县的低湿地上。

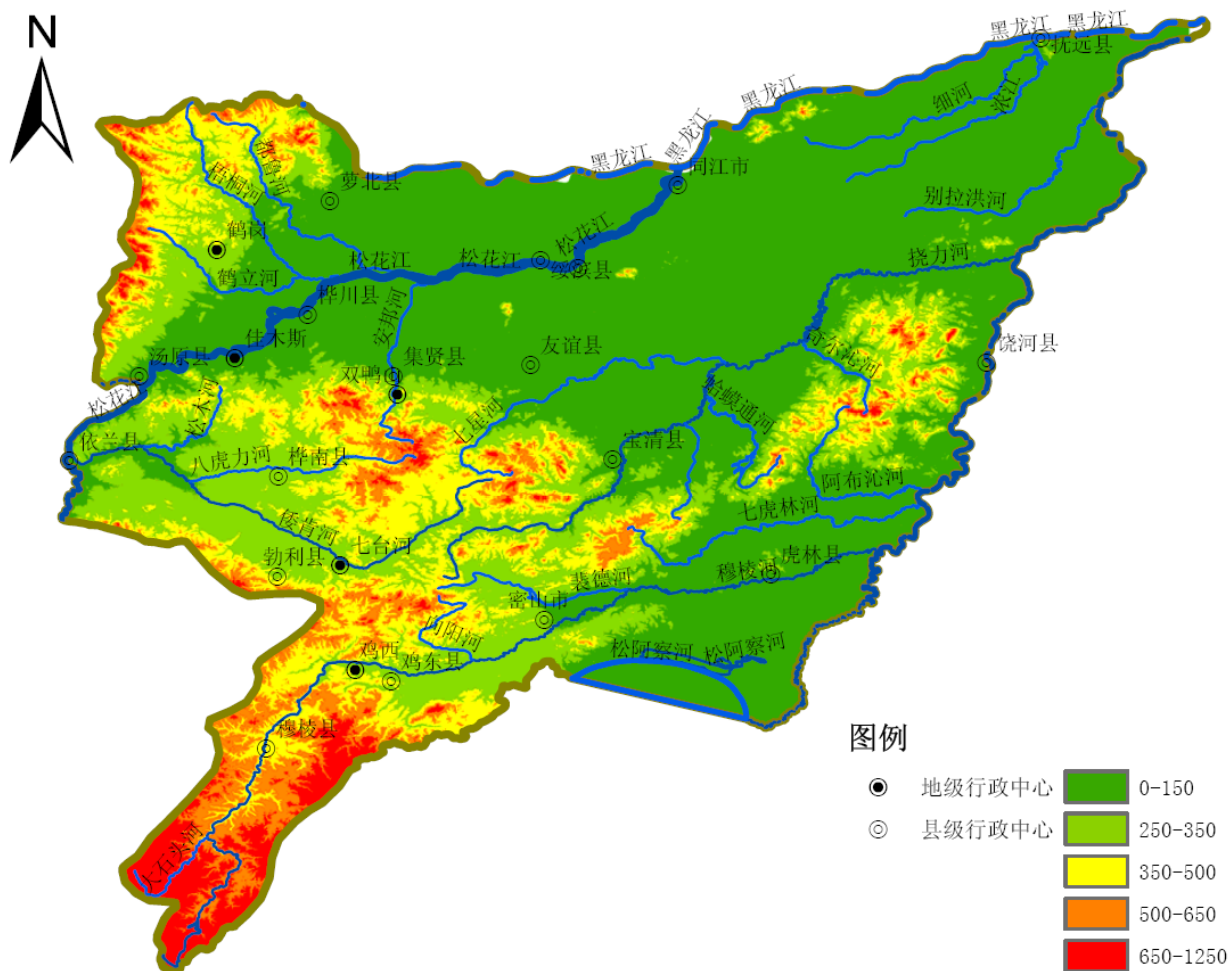


图 1 三江平原地貌，水系

II 三江平原湿地

1 三江平原湿地分布

三江平原地区的天然湿地总面积为 156 万公顷，是黑龙江省湿地总面积的 36%。湿地主要位于松花江，黑龙江和乌苏里江沿岸及浓江，别拉洪河，七星河，挠力河，嘟噜河，穆棱河等流域地区。

三江平原沼泽区是我国生物多样性保护的重点区域之一，也是亚洲东北部的水禽繁殖中心和亚洲北部水禽南迁的必经之地。有大片沼泽湿地，如地跨中俄两国的兴凯湖湿地是三江平原野生动物迁徙和繁殖的重要栖息地。兴凯湖湿地被列入了 Ramsar 名录。因此，三江平原的沼泽湿地的区位优势不仅在我国，在世界也具有重要影响。

2 三江平原湿地现状

三江平原在未开发前存在大面积的沼泽湿地（占三江平原总面积 3/4 以上）。湿地是三江平原原始生态环境中最主要的影响因

素，因此，我们称三江平原为“北大荒”。

新中国成立后，为解决 4 亿人的吃饭问题，国家组织了十几万转业官兵和 40 余万城市青年来此开荒。50 年来，建设者们通过对三江平原进行了三次大规模的开发，在三江平原地区开垦出 200 余万 hm^2 的黑土地，造就了 36 个农场和数不清的连队村庄，将苍莽荒芜的原野改造成富饶美丽而生机勃勃的良田，使这里成为中国重要的年产 70 亿公斤的商品粮生产基地。

然而，过度地开荒也破坏了这里的原始生态环境，三江平原已由原来自然生态为主的环境系统转变为半自然生态为主的环境系统。湿地面积缩小了 80%，空气湿度减小，降水量减少，气温增高，许多野生动物被迫迁徙他乡，曾肥得流油的耕地也正面临着日益贫瘠的威胁。

表 3 三江平原各时期的自然湿地面积

年份	湿地面积($\times 10^4 hm^2$)	占平原总面积的比例(%)
1954 年	353	32.42
1976 年	221	20.30
1986 年	139	12.77
1995 年	121	11.17
2000 年	96	8.81
2005 年	81	7.45

注：黄妮,刘殿伟,王宗明,等. 1954~2005 年三江平原自然湿地分布特征研究,湿地科学,2009,7(1):33-39

三江平原的湿地是亚洲最大的淡水湿地之一，一直倍受全球的关注，特别是 1994 年《中国生物多样性行动计划》实施之后，三江平原就成为了国家高度重视的湿地保护区域。1995 年全国人大环境和资源保护委员会提出中央和地方政府应保护三江平原的湿地。1996 年农业部再次强调在三江平原注意湿地保护和农业发展相结合的重要性。1998 年黑龙江省政府决定在省内停止任何形式的湿地开发，对不宜耕种的土地实行退耕还林还草还湿地，以恢复这里的生态环境。2002 年三江平原被世界湿地公约组织列入世界公

约名录。2003 年黑龙江省人大常委会讨论通过《黑龙江省湿地保护条例》。

III 水资源现状

1 水资源储量

三江平原区内共有大小河流 190 余条，其中主要河流 20 条，分属黑龙江，松花江及乌苏里江三大水系。三江平原地区水资源总量为 161.96 亿 m^3 ，其中多年平均地表径流量为 116.30 亿 m^3 ，地下水 85.56 亿 m^3 ，地表水与地下水重复水量 39.91 亿 m^3 [1]。

地表水资源量是指由降水形成的河流，

湖泊, 冰川等地表水体中可以逐年更新的动态水量, 用多年平均年河川径流量表示. 三江平原地区多年平均地表水径流总量为 116.30 亿 m³. $p=75\%$ 年径流量 59.91 亿 m³, $p=50\%$ 年径流量 99.36 亿 m³.

地下水资源量是指浅层地下水中参与水循环且可以逐年更新的动态水量, 用多年平

均年补给量(不含井灌回归补给)表示. 三江平原的平原区多年平均地下水资源量为 67.04 亿 m³ (含与山丘区地下水资源量间的重复计算量). 全区多年平均地下水资源量为 85.56 亿 m³, 山丘区与平原区之间的重复计算量为 5.95 亿 m³, 山丘区地下水资源量 24.47 亿 m³

表 4 三江平原各分区地表水资源

水资源分区名称	面积 / km ²	多年平均径流量/亿m ³	设计年径流量/亿m ³			
			$P = 25\%$	$P = 50\%$	$P = 75\%$	$P = 95\%$
穆棱河	18829	23.69	31.07	20.94	13.14	6.01
阿布沁河	1667	3.87	4.88	3.55	2.57	1.46
七虎林河	2690	3.31	4.20	3.00	2.10	1.10
挠力河	23283	23.51	31.57	19.41	10.87	4.11
倭肯河	11123	12.53	16.62	10.82	6.52	2.76
梧桐河	4565	12.26	15.87	11.07	7.32	3.69
嘟噜河	1849	3.66	4.80	3.30	2.10	1.00
安邦河	1679	1.55	2.13	1.31	0.73	0.28
青龙莲花河	2825	1.55	2.14	1.16	0.55	0.13
浓江鸭绿河	4051	3.56	4.91	2.67	1.25	0.29
别拉洪河	3059	2.38	3.24	1.76	0.88	0.27
松花江干流	11749	9.71	13.01	8.14	4.71	1.89
黑龙江干流	6589	6.83	9.29	5.70	3.31	1.31
乌苏里江干流	11719	7.90	10.46	6.53	3.86	1.67
全区	105677	116.30	154.19	99.36	59.91	25.97

表 5 三江平原各分区多年平均地下水资源

水资源分区名称	区域面积 / km ²	地下水资源量			平原区可开采量	降水补给量		河川基流量		平原区	
		合计	山丘区	平原区		平原区	山丘区	平原河道排泄量	山丘区	山前侧向补给量	河川基流地表水补给量
穆棱河	18829	14.03	8.07	7.12	7.1009	3.75	8.07	0.15	7.48	0.46	0.7
阿布沁河	1667	1.37	0.92	0.48	0.4607	0.39	0.92	0.01	0.89	0.01	0.02
七虎林河	2690	2.35	0.48	1.99	1.9679	1.59	0.48	0.04	0.46	0.03	0.09
挠力河	23283	14.13	3.88	10.82	10.7711	8.66	3.88	0.09	3.49	0.11	0.45
倭肯河	11123	5.53	2.93	2.95	2.4671	2.13	2.93	0.06	2.39	0.21	0.14
梧桐河	4565	3.68	2.18	1.71	1.7157	1.03	2.18	0.02	1.84	0.08	0.13

嘟噜河	1849	1.76	0.54	1.37	1.361	0.88	0.54	0.02	0.47	0.05	0.09
安邦河	1679	1.09	0.61	0.48	0.46	0.46	0.61	0.00	0.52		0.01
青龙莲花河	2825	3.84		4.21	4.2028	2.56		0.06			0.36
浓江鸭绿河	4051	4.44		4.83	4.8181	3.07		0.07			0.39
别拉洪河	3059	2.28		2.32	2.3541	2.13		0.04			0.04
松花江干流	11749	14.3	1.4	14.2	14.2536	8.43	1.4	0.12	1.28	0.04	1.26
黑龙江干流	6589	6.11	1.22	5.35	5.3133	3.31	1.22	0.07	1.11	0.02	0.44
乌苏里江干流	11719	10.66	2.25	9.23	9.1802	5.85	2.25	0.2	2.16	0.02	0.79
全区合计	105677	85.56	24.47	67.04	66.4266	44.24	24.47	0.95	22.09	1.03	4.92

表6 三江平原各分区多年平均水资源总量 亿m³

水资源分区名称	区域面积 /km ²	多年平均径流量	地下水资源量			平原地下水可开采量	地表与地下水重复量	水资源总量
			合计	山丘区	平原区			
穆棱河	18829	23.69	14.03	8.07	7.12	7.10	9.84	27.88
阿布沁河	1667	3.87	1.37	0.92	0.48	0.46	0.95	4.29
七虎林河	2690	3.31	2.35	0.48	1.99	1.97	0.78	4.88
挠力河	23283	23.51	14.13	3.88	10.82	10.77	5.18	32.47
倭肯河	11123	12.53	5.53	2.93	2.95	2.47	2.93	15.14
梧桐河	4565	12.25	3.68	2.18	1.71	1.72	2.34	13.59
嘟噜河	1849	3.66	1.76	0.54	1.37	1.36	0.84	4.58
安邦河	1679	1.55	1.09	0.61	0.48	0.46	0.54	2.10
青龙莲花河	2825	1.55	3.84		4.21	4.20	1.35	4.05
浓江鸭绿河	4051	3.56	4.44		4.83	4.82	1.44	6.56
别拉洪河	3059	2.38	2.28		2.32	2.35	0.19	4.47
松花江干流	11749	9.71	14.30	1.40	14.20	14.25	5.87	18.14
黑龙江干流	6589	6.83	6.11	1.22	5.35	5.31	2.74	10.19
乌苏里江干流	11719	7.90	10.66	2.25	9.23	9.18	4.93	13.63
全区合计	105677	116.30	85.56	24.47	67.04	66.43	39.91	161.96

注：钟幼兰,王启东.三江平原水资源现状及开发利用方向分析. 黑龙江水利科技, 2008. 36(6): 133-136

水资源总量为当地降水形成的地表和地下产水量。水资源总量由两部分组成，第一部分为地表水资源量，第二部分为地下水资源量中与地表水资源量计算之间的不重复量。三江平原地区水资源总量为161.96亿m³，其中多年平均地表径流量为116.30亿m³，地

下水85.56亿m³，地表水与地下水重复水量39.91亿m³

2 地下水水资源开发利用

三江平原地下水大规模开发历史较短，主要是从1958年10万军垦大军进入北大荒

后才开始的。

三江平原地势低平，大部分地区土壤质地粘重，排水能力差，很容易形成涝灾而减产。因此，为了改良低湿地，从 20 世纪 70 年代开始，三江平原开始种植水稻，实现“以稻治涝”，取得了显著的效益。三江平原水稻种植面积逐年增加，1981 年仅为 7 万 hm^2 ，90 年代后迅速发展，2006 已达到 101.53 万

hm^2 。从 1996~2000 年，在三江平原实际灌溉面积中，97%左右为水田面积，69%为井灌水稻。由于水田面积的迅速增加，地下水开采量也迅速增加，再加上人为浪费严重以及管理不力，使得三江平原地下水普遍下降，吊泵和局部超采现象时有发生，三江平原地下水资源的平衡受到了严重的破坏。

表 7 1996~2000 年三江平原水田面积 单位：万 hm^2

年份	灌溉面积	水田面积	井灌水田面积
1996	57.0	55.0	33.6
1997	78.1	75.1	51.4
1998	87.7	85.8	61.0
2000	99.3	95.3	65.9

表 8 三江平原地下水开采量 单位： $\times 10^8 \text{m}^3/\text{a}$

年代	20 世纪 70 年代	20 世纪 80 年代	20 世纪 90 年代	21 世纪初
地下水开采量	5.67	11.76	12.38	21.38

表 9 2000 年三江平原地下水开采分区情况

项目	萝北	同抚	挠力河	安邦河	倭肯河	穆棱河	合计/平均
平原面积 ($\times 10^4 \text{km}^2$)	1.04	1.53	1.63	0.40	0.50	1.29	6.39
地下水资源量 ($\times 10^8 \text{m}^3$)	15.79	16.10	14.15	6.42	4.05	13.81	70.32
地下水可开采量 ($\times 10^8 \text{m}^3$)	12.86	12.96	11.17	5.38	3.10	10.47	55.94
可开采比例 (%)	0.81	0.81	0.79	0.84	0.77	0.76	0.80
可开采模数 (mm)	123.7	84.7	68.5	134.5	62.0	81.2	92.4
总开采量 ($\times 10^8 \text{m}^3$)	6.56	8.51	12.26	6.5	2.95	11.11	47.89
开采利用率 (%)	51.0	65.7	109.8	120.8	95.2	106.1	91.4
实际开采模数 (mm)	63.1	55.6	75.2	162.5	59.0	86.1	83.6
可开采模数与实际 开采模数之 差 (mm)	60.6	29.1	-6.7	-28	3	-4.9	8.9
超采量 ($\times 10^8 \text{m}^3$)	-	-	1.09	1.12	-	0.64	2.85

IV 人-水和谐水资源管理

三江平原水土资源丰富, 具有发展大规模农业的有利条件. 经过近50年的开发, 三江平原已经成为我国重要的粮食生产基地, 而且正担负着保障我们未来粮食安全的重任. 但是, 大规模防洪治涝工程的建设, 改变了原始的水文条件. 城镇规模不断扩大, 生产和生活用水不断增加. 尤其是排水导致湿地补给水源的减少, 使湿地生态环境不断恶化. 这些问题和矛盾促使人们反思以往水利工程及水资源开发利用中的得失, 提出了人水和谐的水资源管理理念.

(1) 探讨排灌结合, 排蓄结合的途径

过去三江平原的水利工程建设主要以防洪治涝工程为中心, 开挖了大量的排水沟渠, 排除地表积水. 经过几十年的运行, 一些排水沟渠周边的条件已经发生了很大的变化, 原来设计的排水量过大, 甚至有的沟渠不应再仅仅担负排水的任务, 出现了过度排水的问题; 另一方面, 某些地区的水资源已经出现短缺的现象, 从排水区域周边更大的范围考虑, 宝贵的水资源没有得到合理的利用. 在有条件的地区建立洪水和排水的贮蓄工程, 开展洪水与排水的资源化实验, 研究, 改变过去只排不蓄的单一模式, 探讨排灌结合, 排蓄结合的途径, 保证水资源得到充分的利用.

(2) 兼顾湿地生态需水, 实施湿地补水工程, 改善湿地生态环境

湿地是三江平原最宝贵的资源之一, 在我国乃至世界都具有很大的影响, 仅国家级自然保护区就有5处, 省级自然保护区15处, 其中大部分为湿地自然保护区. 三江平原的农业开发和湿地用水存在着相当大的矛盾, 目前湿地普遍存在着缺水的问题, 严重地威胁到了保护区生物多样性保护与可持续发展.

目前三江平原的农田面积已经相对稳定, 湿地保护以尽量维持现有湿地保护区的湿地面积为原则. 特别是对从流域的角度出发, 考虑上下游的湿地用水需求, 考虑水资源的综合利用, 研究就近利用洪水和农田排水对湿地进行补水, 以缓解湿地缺水的不利局面, 改善湿地生态环境.

(3) 恢复生态流量, 重建河流生态廊道

河流的形态, 特别是河流的生态廊道对

于生物多样性的保护和上下游间的物种交流具有及其重要的作用. 河流生态廊道的重建对湿地生态环境的保护和恢复具有相当重要的作用. 一方面要保证河流不断流, 保证枯水季节河道中一定的径流量; 另一方面研究和调查河流中下游地区的具体情况, 采取一定的工程措施, 在保证下游现有农业生产安全的情况下, 调整和改造原有的上游排水工程, 实施对下游河道的补水, 重建河流纵向的生态廊道. 在有条件的地方还应尽量拓宽已经被束缚的狭窄河道, 最大可能地恢复已经不连续的横向与纵向生态廊道.

(4) 充分利用地表水资源, 控制地下水的开采

三江平原泡沼众多, 大小河流190余条, 地表水资源比较丰富, 还有松花江, 黑龙江及乌苏里江丰富的过境水量. 三江平原下部普遍沉积了较厚的砂砾石含水层, 厚度大, 透水性强, 贮水条件好, 地下水资源也比较丰富. 但是整个三江平原地区的水资源开发存在着地表水利用程度低, 地下水过度超采的现象, 两者的失衡问题比较严重. 三江平原地表径流的利用率仅为27.2%, 地下水超采近5亿吨, 地下水位在不断下降. 与利用地表水相比, 利用地下水具有取水方便, 工程简单, 费用较低等优点, 所以地下水成为了用水户的首选. 特别是国家农业政策的调整, 极大地激发了农民发展水稻种植的积极性, 水稻种植面积迅速扩大. 而新增的水田面积很大部分是依靠地下水灌溉, 加剧了地下水的用水危机.

面对水资源开发利用中严重的不平衡状况, 应采取积极的措施应对, 一方面要在规划上加大对地表水的开发了利用, 优先考虑利用地表水资源. 另一方面加强地下水开发利用的规划, 尤其是水田发展的规划, 严格地下水用水审批制度, 控制地下水超采.

(5) 倡导和推广绿色农业, 控制水质污染

三江平原是我国重要的商品粮基地, 农业生产在三江平原的国民经济发展中占有非常重要的位置, 因此水资源的开发利用上, 农业用水的比重也非常的大. 据《三江平原综合治理修订水利规划报告》, 农业用水量约占总用水量的87.5%, 所以农业回归水量也相当的大. 另据《黑龙江省三江平原近期

防洪治涝工程环境影响报告书(2005)》，三江平原地区河流的水质已经受到了不同程度的污染，水污染主要为有机污染，污染物为总氮，总磷，高锰酸盐指数，生化需氧量，个别河流也有重金属污染。造成污染的重要原因一方面是工业废水和生活污水排向河流，另一方面是农业的面源污染。推广和倡导绿色农业和有机农业是控制农业面源污染，改善水环境的重要措施，应该对农药与化肥的使用实施严格的管理和限制，确保农田排水的水质。同时，良好的农田回归水也为农业排水的综合利用提供了条件。

¹ 中国科学院地理科学与资源研究所，陆地水循环及地表过程重点实验室。

参考文献

- [1]. 梁春英, 王熙, 杨天维. 精准农业在三江平原的应用研究与探讨[J]. 农机化研究, 2004 (3): 193-194.
- [2]. 马向东, 于建国, 李宝林. 三江平原水利建设中的环境问题分析[J]. 黑龙江八一农垦大学学报, 2006, 18(2): 104-107.
- [3]. 王立峰. 三江平原发展灌溉和保护湿地工程建设的必要性[J]. 现代化农业, 2007 (7): 21-22.
- [4]. 刘东, 付强, 马永胜, 等. 三江平原井灌区水资源系统分析与可持续利用[M]. 北京: 中国水利水电出版社. 2008.
- [5]. 李伟业, 三江平原沼泽湿地生态承载力与可持续调控模式研究[D]. 哈尔滨: 东北农业大学. 2007.
- [6]. 栾兆擎, 章光新, 邓伟, 等. 三江平原50a 来气温及降水变化研究[J]. 干旱区资源与环境, 2007, 21(11): 39-43.
- [7]. 张桂华, 郭洪彬, 等. 三江平原古水文网变迁[J]. 黑龙江水专学报, 2002, 29(2): 17-19.
- [8]. 罗先香, 何岩, 等. 三江平原沼泽湿地水系统研究浅析[J]. 生态学杂志, 2003, 22(1): 40-42.
- [9]. 王勇, 柏钰春, 尹喜霖, 等. 三江平原生态地质环境分区研究[J]. 水文地质工程地质, 2004, 31(6): 11-18.
- [10]. 尹喜霖, 王子东. 三江平原地区浅层地下水系统[J]. 地下水, 2004, 26(1): 17-19, 37.
- [11]. 赵德林, 三江平原低产土壤与改良 [M]. 哈尔滨 : : 黑龙江科学技术出版社 1992.
- [12]. 李伟业, 付强, 赵青. 三江平原沼泽湿地水文水资源环境变化分析[J]. 水土保持研究, 2007, 14(6): 298-300, 305.
- [13]. 周志强, 三江平原地区植被与植物资源 [M]. 哈尔滨: 东北林业大学出版社 2005, 342.
- [14]. 章远钰, 崔瀚文. 东北三江平原湿地环境变化[J]. 生态环境学报, 2009, 18(4): 1374-1378.
- [15]. 刘红玉, 吕宪国, 张世奎. 三江平原流域湿地景观多样性及其 50 年变化研究[J]. 生态学报, 2004, 24(7): 1472-1479, i005.
- [16]. 黄妮, 刘殿伟, 王宗明, 等. 1954—2005 年三江平原自然湿地分布特征研究[J]. 湿地科学, 2009, 7(1): 33-39.
- [17]. 钟幼兰, 王启东. 三江平原水资源现状及开发利用方向分析[J]. 黑龙江水利科技, 2008, 36(6): 133-136.
- [18]. 王韶华, 田园. 三江平原地下水埋深变化及成因的初步分析[J]. 灌溉排水学报, 2003, 22(2): 61-64.
- [19]. 王韶华, 刘文朝, 刘群昌. 三江平原农业需水量及适宜水稻种植面积的研究[J]. 农业工程学报, 2004, 20(4): 50-53.
- [20]. 杨湘奎, 孔庆轩, 李晓抗. 三江平原地下水资源合理开发利用模式探讨[J]. 水文地质工程地质, 2006, 33(3): 49-52.
- [21]. 曲德双, 韩守江. 三江平原生态友好水资源管理的思考[J]. 国土与自然资源研究, 2009(1): 72-73.
- [22]. 王艳丽, 艾晓燕, 韩守江. 三江平原水资源

源开发利用存在的问题与可持续利用
对策探讨[J]. 哈尔滨师范大学自然
科学学报, 2008, 24(5): 95-98.