

肥水资源 开发利用



陕西省农业勘察设计院 编著
陕西科学技术出版社

S273.4
12

肥水资源开发利用

陕西省农业勘察设计院 编著

责任编辑 刘宏印

执笔人 田后谋
卢敬民
陈兴海

肥水资源开发利用

陕西省农业勘察设计院 编著

陕西科学技术出版社出版

(西安北大街131号)

陕西省新华书店发行 汉中地区印刷厂印刷

开本787×1092 1/32 印张 7.25 字数 150,000

1985年6月第1版 1985年6月第1次印刷

印数1—8,700

统一书号: 16202·109 定价: 1.20元

内 容 简 介

肥水是含有一定数量氮素的地下水，灌溉作物，增产效果显著，是宝贵的水、肥资源。

本书系统地介绍了肥水的概念、成因、分布规律及全国肥水分布概况等肥水资源的基本知识和肥水的普查、勘探、化验、资源数量计算及质量评价方法等肥水开发利用技术。可供县、社干部及农技员阅读，也可作为农业、农田水利、土壤肥料、水文地质、地理、农业资源综合考察工作者及有关大、中专院校师生的参考书。

前 言

肥水在我国分布广、藏量大、易开采，灌溉农作物增产效果显著，是宝贵的水、肥资源。为了科学地开发利用肥水，促进农业生产，我们按照原陕西省农业局7703号科研课题要求，对陕西省的肥水资源作了全面的普查和大量的试验研究，又先后到河南、山东、吉林、河北等十几个省调查搜集资料，学习并吸取了中国科学院西北水土保持研究所、中国科学院灌溉研究所、吉林地理研究所、河南地理研究所、河南省水文地质工程地质队、广东省水文地质二队等兄弟单位的先进经验和资料，对全国的肥水资源及开发利用也作了系统的研究。在此基础上，我们编写了本书。

本书初稿曾由陕西省地理学会、土壤学会、西北水土保持研究所、陕西省农林科学院、西北农学院、西北大学、陕西师范大学、陕西省水电勘测设计院、陕西省水文地质一队等单位的几十名专家、教授审查鉴定，提出了宝贵的书面意见。陕西省农办对本书的出版大力支持。还有许多单位和同志热情为本书提供资料。在此一并表示衷心的感谢。

本书除了系统地总结各地多年的肥水资源普查方法和开发利用技术外，还对肥水成因、分布规律、资源评价方法、肥量计算、水质化学分类、肥水资源区划理论等作了探讨，提出了自己的看法。也许对全面查清全国肥水资源有所裨益。

限于我们的业务水平，加之掌握资料不全，本书错漏之处在所难免，敬请读者批评指正。

陕西省农业勘察设计院

1983.12

目 录

绪 论	(1)
第一章 肥水的性质	(10)
第一节 肥水的性质	(10)
第二节 肥水水质评价	(12)
第三节 肥水与人类生活的关系	(19)
第二章 肥水的成因	(21)
第一节 硝态氮肥水的形成	(21)
第二节 铵态氮肥水的形成	(35)
第三节 肥水成因论点及对开发利用的意义	(39)
第三章 肥水的分布规律	(41)
第一节 肥水分布的一般特点	(41)
第二节 肥水垂直分布演变规律	(43)
第三节 肥水分布储存的地貌特征	(44)
第四节 肥水储存的水文地质特征	(48)
第五节 肥水分布的经济地理特征	(51)
第六节 全国肥水分布概况及规律	(53)
第四章 肥水的普查	(57)
第一节 肥水普查的方法步骤	(57)
第二节 肥水资源区划	(64)
第三节 肥水分析水样的采集	(68)
第四节 肥水的动态观测	(69)

第五章 肥水的勘探.....	(73)
第一节 肥水的电法勘探.....	(73)
第二节 肥水的钻探.....	(81)
第六章 肥水的化验.....	(86)
第一节 硝态氮的测定.....	(86)
第二节 肥水总盐量与酸碱度的测定.....	(93)
第三节 铵态氮及磷、钾的测定.....	(97)
第七章 肥水的开发.....	(106)
第一节 肥水开发规划.....	(106)
第二节 肥水的肥量计算和水量平衡.....	(112)
第三节 肥水开采方式.....	(118)
第四节 肥水开发水源补给方法.....	(125)
第八章 肥水渠道防渗.....	(127)
第一节 肥水渠道防渗的效益.....	(127)
第二节 肥水渠道防渗措施的选择.....	(129)
第三节 地下管道田间渠系的布置.....	(136)
第四节 地下管道附属建筑物.....	(138)
第五节 地下管道施工.....	(145)
第九章 肥水合理利用.....	(147)
第一节 肥水利用技术.....	(147)
第二节 提高肥水增产效果的农业技术措施.....	(153)
第三节 高盐肥水的利用.....	(157)
第四节 肥水喷灌.....	(168)
第十章 陕西肥水资源评价及区划.....	(170)
第一节 陕西肥水形成的自然条件.....	(170)
第二节 陕西肥水分布.....	(171)

第三节	陕西肥水资源评价.....	(176)
第四节	陕西肥水资源区划.....	(135)
附录	录.....	(192)
一、	肥水含氮量与化肥量的换算.....	(193)
二、	硝酸根离子 (NO_3^-)、铵离子 (NH_4^+) 与纯氮素的换算.....	(196)
三、	90°三角堰水头高度与流量查算表	(198)
四、	全国部分肥水盐分组成.....	(204)
五、	陕西省部分肥水水质评价表.....	(216)

绪 论

一、肥水的概念

肥水过去曾被称为：“苦水”、“咸水”、“涩水”、“燥水”；有的地方则因灌水过量“烧了苗”，而称其为“赖水”、“卤水”、“瞎瞎水”。群众打井时也往往把这层水封闭，有时甚至把打成的肥水井填掉，造成了人力、物力的浪费。近二十年来，由于科学地利用肥水灌溉作物，增产效果显著，群众又亲切地称肥水为“油水”、“福水”、“宝贝水”。1966年陕西省有关科技部门对肥水进行化验，发现其中硝态氮含量比一般地下水高。硝态氮是作物的良好氮素营养，因而定为“含氮水”，为了便于工作，后来通称为“肥水”。肥水这个名称就由此而来，以后又传到河南、山东、山西、吉林、广东等地，一直沿用至今。

1. 肥水的定义

肥水是含有一定数量氮素的地下水，是一种天然的地下水、肥资源。肥水中所含的氮素有两种形态：一种是硝态氮(NO_3-N)，一种是铵态氮(NH_4-N)。本书着重介绍硝态氮肥水的调查及开发利用问题。

在天然水中，一般都或多或少地含有氮素。那么，地下水中氮素的含量达到多少才能称为肥水呢？根据陕西省泾阳县官苗大队的灌溉试验（表1），把含硝态氮 15PPM^①以

^①肥水中硝态氮(NO_3-N)含量按纯氮(N)计算。ppm为含氮量的百万分数，每立方米水中克数可表示：为克/方或毫克/升或毫克/公升。

表 1 用含氮量15PPM的肥水灌溉小麦的效果

(陕西·泾阳 官苗)

项目 水质	总分蘖数 (万/亩)	株高 (cm)	每亩成穗 (万/亩)	每穗 粒数	亩产 (斤)	肥水增产	
						斤	%
淡 水	45.3	99.0	31.7	26.0	310.0	/	/
肥 水	62.9	108.8	40.7	32.0	470.0	160.0	51.6

上的地下水定为肥水。

但各地气候、土壤、水利、肥源、作物品种、耕作制度等条件千差万别，因而各地对肥水的划分标准不一，如山东省烟台地区农科所定为10PPM以上为肥水；广东省水文地质二队将铵离子含量大于30PPM（折合纯氮素为23.29PPM）的地下水划分为肥水；山西、河南、吉林等省均采用15PPM这一数值。

2. 肥水的分级

肥水的分级尚不统一。陕西省1966年开始肥水调查工作时，将肥水按含氮量分为三级，以后逐渐完善为四级；吉林省地理研究所采用三级；河南灌溉研究所分四级；山西省为五级（表2）。根据陕西省多年来对肥水的调查、研究和灌溉试验，以及全国的经验，将硝态氮肥水的含氮量分为四级是比较好的，便于编制肥水图表，有利于开发利用。

二、肥水的增产效果

肥水的特点是水、肥兼优。肥水中的硝态氮容易被作物吸收利用，比施等量的氮素化肥增产效果显著。各地实践证明，用肥水灌溉小麦、玉米、谷子、水稻、棉花、高粱等作物，一般能增产二至三成，有的地方用肥水灌溉，第一季能

表 2 全国部分省肥水含氮量分级

单位: ppm

省名 \ 级别 含氮量	1	2	3	4	5	分 级 时 间
陕 西	15—30	30—50	> 50			1966年
	15—30	30—50	50—100	> 100		1975年
河 南	15—50	50—100	100—200	> 200		1972年
吉 林	15—30	30—50	> 50			1971年
山 西	15—20	20—40	40—70	70—150	150—200	

增产一倍以上 (表 3)。

表 3 肥水灌溉作物的增产效果

作物	试 验 地 点				年 份	产 量 (斤/亩)		用肥水增产	
	省	县	公社	大队		肥水	淡水	斤/亩	%
小 麦	陕西	兴平	庄头	白家空	1966	759.6	351	408.6	116.4
	陕西	兴平	赵村	赵村	1971	450	210	240	114.3
	陕西	泾阳	石桥	石桥	1974	625.8	404.5	221.5	54.75
	陕西	大荔	婆合	南营	1978	420	237	183	77.1
麦	山东	莱阳	城厢	南关	1966	676.5	360.1	316.4	87.9
	山东	莱阳	城厢	东关	1971	800	528	272	51.5

续表

作物	试 验 地 点				年 份	产 量 (斤/亩)		用肥水增产	
	省	县	公社	大队		肥水	淡水	斤/亩	%
小 麦	山西	忻县		谷村		500	300	200	66.7
	山西	汾阳	冀村	冀村	1975	330	238	112	41.8
	河南	温县	赵堡	赵堡	1972	377	625	252	40
	河南	内黄	田氏	孟庄	1974	430	144.2	285.8	198
	吉林	乾安	让字	河有	1972	230.5	190.2	40.3	21.2
	广东	新会	礼乐	向民	1975	349.1	244.3	104.8	42.9
玉 米	陕西	兴平	赵村	前进	1969	450	200	250	125
	陕西	泾阳	云阳	滑里	1974	422.6	173.2	249.4	144
	陕西	武功	长宁	镇南	1972	851	281.2	569.8	202.6
	陕西	大荔	婆合	南营	1978	830	650	180	27.6
	河南	通许	孙营	清水口	1973	400	190	210	110.5
	河南	通许	四所楼	枣村	1971	292	123	169	137.4
	吉林	乾安	让字	河有	1972	300.4	254.3	56.1	18.1
谷 子	陕西	兴平	赵村	晁庄	1969	770	300	470	156.7
	陕西	兴平	冉庄	官庄	1966	544	366	178	48.6
	陕西	兴平	西吴	西二	1971	433	210	223	106.2
	河南	温县	祥云镇	北贾	1972	410	350	60	17
	河南	上蔡	东岸	东岸	1971	470	313	157	50

续表

作物	试 验 地 点				年 份	产量(斤/亩)		用肥水增产	
	省	县	公社	大队		肥水	淡水	斤/亩	%
水稻	江苏	新沂	炮车	果园	1970	780	550	230	41.8
	河南	潢川	隆古	方店队	1972	500	288.5	211.5	73.3
	河南	淮阳	城关	东关	1973	978	790	188	23.7
	广东	顺德	北滘	林头	1971	582	400	182	45.5
	广东	顺德	北滘	北滘	1973	509	387	122	31.5
	广东	新会	礼乐		1974— 1975	427.2	377.5	49.7	12.4
棉花	陕西	兴平	大阜	大阜	1966	110	80	30	37.5
	陕西	兴平	赵村	赵村	1971	154	76	78	102.6
	陕西	武功	观音堂	南高二队	1971	160	90	70	77
	陕西	泾阳	石桥	石桥	1977	87.8	63.7	24.1	37.8
	陕西	泾阳	云阳	滑里	1976	100.7	76.6	24.1	31.5
	河南	上蔡	东岸	东岸九队	1973	163	97.6	65.4	64.8
高粱	河南	商丘	城关	堤口	1972	720	477	243	51
	陕西	武功	长宁	镇东五队	1972	599	252.3	346.7	137.5
	陕西	岐山	益店	益平	1972	730	547	183	33.5
	河南	南阳	青华	青华十五队	1972	89	57	32	56.14

肥水灌溉后的作物，叶片肥大，叶色浓绿，植株高大，有效分蘖多，成穗率高，穗大粒饱，因而产量高。如灌过肥

水的小麦，在性状上就有明显的表现（表4）。

表 4 肥水对小麦性状的影响

水 质	冬 前 分 蘖 (万)	冬 后 分 蘖 (万)	株 高 (cm)	穗 长 (cm)	小 穗 数	每 亩 穗 数 (万)	每 穗 粒 数 (个)	亩 产 (斤)	增产值	
									斤	%
淡水	13.9	23.9	99	5.4	31.7	31.7	20	310	0	0
肥水	25.9	62.2	114.6	7.7	35.2	35.2	38	600	290	93.5

肥水灌溉不仅能提高作物产量，而且能提高果实的营养品质。如肥水灌溉的小麦，其籽粒蛋白质和麦胶蛋白的含量增加。据分析：蛋白质增加15—48%，脂肪增加9—21%，淀粉增加10—35%。所以群众反映，肥水灌溉的小麦磨出的面白，有筋，好吃。用肥水浇的菠菜、芹菜等，茎叶肥大，又鲜又嫩；肥水浇树苗，长的又旺又壮，出圃快。对于块根、块茎类作物如红薯、马铃薯以及部分中药材（地黄、山药等）用低浓度肥水进行适量灌溉可提高质量，而高浓度肥水则使其品质变劣。

三、肥水利用和研究的意义

1. 肥水利用在农业生产上的意义

肥水利用能促进粮棉增产。陕西省兴平县打肥水井550眼，浇地75,000多亩。该县晁庄大队1969年在肥力相同的地块试验，用肥水浇的谷子平均亩产770斤，比淡水浇的增产470斤；前进大队用肥水灌溉的玉米，平均亩产450斤，比灌淡水的增产250斤，肥水灌溉的棉花平均亩产140斤，比灌淡水

的增产60斤。泾阳县石桥大队1974年用一眼肥水井灌溉小麦337亩，平均亩产631.9斤，比灌淡水的每亩增产140.8斤，总共增产小麦47,500斤，还节约化肥27,480斤。高陵县1971年打肥水井173眼，1974年发展到371眼，灌溉面积55,000多亩。肥水的大量开采，促进了粮食增产，1973年全县粮食平均亩产803斤，1974年超千斤，1975年夏粮一季亩产500多斤。该县张卜公社吴北大队1974年用肥水灌溉，粮食平均亩产达到1,610斤，比利用肥水前增长89%。

河南省温县赵堡公社，截止1975年，共建肥水井58组（270余眼），小水塔46座，提水站4处，地下管道180余华里，灌溉面积18,000亩，1975年全社平均亩产1,326斤，其中小麦805斤。而未利用肥水的1969年，粮食亩产只有566斤，其中小麦亩产仅324斤，1975年较1969年粮食亩产增长了134.2%，其中小麦亩产增长145.3%。该社结合肥水灌溉，大搞农业基本建设，实行科学种田，发展了生产，提高了社员生活。

开发利用肥水，是使作物达到高产、稳产、优质、低成本的有效措施。根据河南省温县北平皋大队的调查，肥水灌溉，每生产一斤小麦的成本，由原来的二分零二降到了一分一厘三，而且使小麦的单产稳定在800斤以上；河南省上蔡县的东岸大队，未利用肥水前，生产一斤小麦需投资三分二厘，利用肥水后，只需一分六厘一，成本降低一半。又据山西省水科所的试验，在灌溉肥水的条件下，平均生产百斤小麦可节约硫酸化肥10—20斤，按每亩生产小麦800斤计算，可节约化肥80—96斤，价值10—12元。

利用肥水灌溉，既浇水，又施肥，节省劳力。若按一个

劳力一天施化肥2—3亩计算，仅陕西省1977年用肥水灌溉的51.1万亩小麦，就可节省17—26万个劳动日。

开发肥水的形式主要是打井，因而促进了农田水利建设，使一些地区实现渠、井双灌化。陕西省1966年开始利用肥水时，可用于灌溉的肥水井只有几眼，到1978年，肥水井发展到12,426眼。肥水多分布在村庄及其附近，要把肥水送到农田，需要铺设地下管道，因而对实现灌溉地下管道化，也是一个促进。河南省温县截止1976年，全县已铺设地下管道90余万米，其中肥水地下管道20多万米；河南省临颖县过去无地下管道，1972年开发利用肥水以来，修建地下管道20万米。

开发肥水，在一些地方还可以起到降低地下水位，改良土壤的作用。陕西省大荔县南营大队肥水井大量抽水后，降低地下水位2—3米，使井群西边的下寨大队的盐碱滩地碱化程度降低，作物长势有了明显好转。陕西省兴平县西吴公社北马大队，队内没有肥水，社员们从15华里以外的县城打井、修渠引水，灌地1,500多亩。该县大阜公社庄头大队1970年打肥水井7眼，采用三级抽水，把肥水引上高原，浇地2,000余亩。

2. 肥水利用、研究在科学上的意义

肥水的调查研究和开发利用是一项综合性的工作，它涉及到土壤农化、作物栽培、农田灌溉、水文地质、水文化学、地质地貌、自然地理、经济地理等有关学科。从事研究这项工作的各有关专业的科技工作者必须互相配合，密切协作，才能全面地认识肥水，使肥水更好地得到利用。

近十多年来，有关专业的科技工作者紧密配合，研究肥