

北京市属高等学校高层次人才引进与培养计划项目 (CIT&TCD20140314)
2013 年国家自然科学基金项目 (71373025)
2014 年国家自然科学基金项目 (71473019)
北京现代技术服务体系奶牛产业创新团队

北京奶牛养殖业

水资源利用绩效研究

Beijing Nainiu Yangzhiye
Shuiziyuan Liyong Jixiao Yanjiu

何忠伟 刘芳 罗小红 等◎著

 中国农业出版社

北京市属高等学校高层次人才引进与培养计划项目(CIT&TCD20140314)
2013年国家自然科学基金项目(71373025)
2014年国家自然科学基金项目(71473019)
北京现代技术服务体系奶牛产业创新团队

北京奶牛养殖业 水资源利用绩效研究

何忠伟 刘 芳 罗小红 等著

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

北京奶牛养殖业水资源利用绩效研究/何忠伟等著

. —北京：中国农业出版社，2016.8

ISBN 978-7-109-21801-7

I. ①北… II. ①何… III. ①乳牛—养牛业—水资源
利用—研究—北京市 IV. ①F326.33②TV213.9

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 140088 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区麦子店街 18 号楼)

(邮政编码 100125)

责任编辑 李文宾 冀 刚

中国农业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

2016 年 8 月第 1 版 2016 年 8 月北京第 1 次印刷

开本：850mm×1168mm 1/32 印张：6.875

字数：200 千字

定价：28.00 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误，请向出版社发行部调换)

著者：何忠伟 刘 芳

罗小红 韩 啸

FOREWORD
前言

北京从 1999 年起，开始超采地下水，每年超采约 5 亿立方米，连年的超采造成地下水位迅速下降。截至 2015 年 1 月底，北京市平原区地下水平均埋深 24.5 米。而奶牛养殖业属于高耗水行业，且用水多来自地下水。因此，研究奶牛养殖业的水资源利用绩效，具有现实意义。此外，国家高度重视水资源，在 2014 年政府工作报告中明确指出，今后对重大规划、重大政策和重大项目需要进行水资源评价，这势必兴起对各行业水资源研究的学术热潮。本研究在此背景下，定睛于水资源研究资料较缺乏的奶牛养殖业，具有一定的前瞻性和理论意义。

本研究的核心是北京奶牛养殖业水资源利用绩效。首先，通过文献阅读、问卷调查和走访访谈等多种方式，了解北京奶牛养殖业水资源利用现状。在此基础上，选取了数据包络分析法，建立奶牛养殖业水资源利用绩效评价指标体系。其次，通过数据包络分析法的 C^2R 模型、BCC 模型和全要素生产指数模型，依次从与全国、典型省份的对比研究，2004—2013 年变化规律研究，北京 43 个示范奶

牛养殖场的个案研究 3 个层次分析水资源利用绩效的综合技术效率、纯技术效率、规模效率、规模报酬特征和效率变化指数等。结果表明：北京奶牛养殖业水资源利用绩效高于全国平均水平，且其中大规模养殖场绩效最高，不过各区绩效差异较大。最后，总结了奶牛养殖场水资源利用存在的问题，并提出了相应的对策建议。

本书得到了北京市长城学者培养计划、国家自然科学基金、北京现代技术服务体系奶牛产业创新团队等项目资助。在调研与撰写过程中，得到了北京市教育委员会、北京市农村工作委员会、北京市农业局、北京市畜牧总站和各区农业部门的大力支持，也参考借鉴了许多专家的研究成果，在此表示衷心的感谢！

由于时间和水平有限，错误和不足之处在所难免，敬请大家批评与指正。

著 者

2016 年 1 月

CONTENTS

目 录

前言

1 引言	1
1.1 研究背景、意义	1
1.2 国内外研究综述	3
1.3 研究目标和内容	11
1.4 研究框架	13
1.5 相关研究理论基础	14
1.6 数据说明	15
2 数据包络分析和水资源绩效评价方法、相关概念	17
2.1 数据包络分析	17
2.2 水资源绩效评价方法	32
2.3 水资源相关概念	34
3 北京奶牛养殖业及水资源发展概况	40
3.1 北京奶牛养殖业发展现状	41
3.2 北京水资源利用现状	49
3.3 北京水资源管理现状	56
3.4 北京奶牛养殖业的水资源利用现状	63
3.5 本章小结	79

4 奶牛养殖业水资源利用绩效评价指标体系构建	81
4.1 指标设计的研究思路	81
4.2 指标体系构建的基本原则和基本方法	82
4.3 奶牛养殖业水资源利用绩效评价指标	84
4.4 指标评价模型构建方法及结果说明	87
5 奶牛养殖业水资源利用绩效实证分析	93
5.1 全国及典型省份奶牛养殖业水资源利用效率分析	93
5.2 北京与全国奶牛养殖水资源利用效率 10 年变化规律分析	101
5.3 北京典型牛场水资源利用绩效评价	107
5.4 本章小结	123
6 北京奶牛养殖业水资源利用问题	126
6.1 节约水意识淡薄	126
6.2 技术及管理匮乏	129
6.3 监督惩罚未执行	132
7 北京奶牛养殖业水资源利用优化建议	137
7.1 推进节水技术	137
7.2 完善管理办法	144
7.3 健全法规内容	153
8 国内外水资源管理办法	154
8.1 国外水资源管理经验	154
8.2 国外水资源政策效果评价	161
8.3 国内外农民用水协会经验	162

8.4 国内外智库建设经验	164
8.5 国内外融资制度经验	169
8.6 对我国改革水资源管理的启示	174
8.7 对北京奶牛养殖业水资源管理的启示	176
9 不足与展望	179
9.1 研究不足	179
9.2 研究展望	180
附录	182
附录 1 北京市奶牛养殖场调研问卷	182
附录 2 中国奶牛养殖区域适合度分析	186
附录 3 2014 年北京 43 家示范奶牛养殖场统计数据	188
附录 4 2011—2013 年全国及部分省、直辖市中大规模 奶牛养殖场投入产出数据	190
附录 5 我国出台水资源管理政策文件汇总	194
附录 6 北京市人民政府关于全面推进节水型社会 建设的意见（京政发〔2016〕7 号）	197
参考文献	205

1 引 言

1.1 研究背景、意义

水资源已经成为北京发展中的短板。2013 年,北京所占的水资源总量为 24.8 亿立方米,用水总量为 36.4 亿立方米,水资源总量仅能满足其总需求的 68.13%。人均水资源量为 118.6 立方米,人均用水量为 173.9 立方米,人均水资源量仅能满足其需求的 68.20%。地下水的使用情况就更为严峻了。北京从 1999 年起开始超采地下水,每年超采约 5 亿立方米。截至 2013 年底已超采了 50 亿~60 亿立方米,连年的超采造成地下水位迅速下降。截至 2015 年 1 月底,北京市平原区地下水平均埋深 24.5 米,与上年同期相比,地下水位下降 0.3 米,地下水储量减少 1.5 亿立方米;与超采前的 1998 年同期相比,地下水位下降 12.83 米,地下水储量减少 65 亿立方米。此外,北京地下已经形成面积约 1 000 平方公里的地下水降落漏斗区。怀柔、平谷、昌平等地的应急水源地自 2003 年建成以来,从开采初期的地下水埋深 10 米,下降到目前的 40 多米,取水能力衰减一半以上。面对严峻的水资源现状,北京依托南水北调工程,每年向北京供水 10.5 亿立方米,替代怀柔、平谷、昌平等地的应急水源地,还将替代城区的自备井,从而涵养北京的地下水。但是,水资源自然禀赋不足、严重短缺是北京需长期面对的基本市情、水情。即使南水北调江水进京,也很难彻底改变北京水资源相对短缺的定位。2014 年,习近平总书记在北京考察时指出,建设好首都,推动北京持续健康发展,需要付出长期艰苦的努

力。北京地位高、体量大、实力强、变化快、素质好，是其主要特点和优势，同时不断发展的北京又面临令人揪心的很多问题。而水资源的紧张，尤其是地下水的过度开采，已然成为城市发展的重大挑战。

另外，水资源评价成为北京制定政策、方针的重要考量指标之一。2014年，习近平总书记对保障国家水安全提出“节水优先、空间均衡、系统治理、两手发力”的战略思想。水利部开展北京水务工作专题调研，并与北京市政府形成高度共识：“以水定城、以水定地、以水定人、以水定产。”同年政府工作报告明确提出，今后对重大规划、重大政策、重大项目需要进行人口评估、交通评价和水资源评价，并研究建立与人口调控挂钩的政府投资、公共资源分配机制。

水资源的重要性日益突出，这势必掀起各行各业对水资源高效率利用的研究热情。其实，我国对水资源的研究虽然起步较晚，但是发展很快。以收录在中国知网上的文献为据，1978年以前，研究水资源的文章仅96篇；1985年为1049篇，突破千篇大关；2000年为10524篇，突破万篇大关；2014年为42695篇。已有的水资源研究主要集中在水资源利用效率、水资源承载力、水资源安全问题和水资源定价理论等方面，对水资源利用绩效评价的研究较少，而对奶牛养殖业水资源利用绩效的研究更是凤毛麟角。

奶业作为畜牧业的重要组成部分，产业链长，辐射范围广，在推动畜牧业乃至农业发展、优化农业产业结构、改善城乡居民膳食结构、增加农民收入方面均发挥了重要作用。农业部奶业管理办公室主任王锋认为，我国奶业发展迎来4个机遇：其一是国家重视，其二是奶业属于朝阳产业，其三是科技进步为奶业提供足够支撑，其四是社会资本进入。不过，我国奶业发展也面临许多挑战，如奶牛养殖业是一个高耗水的行业，且对地下水依赖度高。

面对机遇，北京作为奶牛养殖优势区之一，且科研资源丰富，

应该在全国发挥示范作用,更应该承担起探索生态、绿色、可持续养殖模式的重任,要为其他地区奶牛养殖做环保节水的榜样。

正是在这样的背景下,本研究确定了对北京奶牛养殖业水资源利用绩效的研究方向。首先,通过文献阅读、问卷调查和走访访谈等多种方式,了解北京奶牛养殖业水资源利用现状。在此基础上,选取了数据包络分析法,建立奶牛养殖业水资源利用绩效评价指标体系。其次,通过数据包络分析法的 C^2R 模型、BCC 模型和全要素生产指数模型,依次从与全国、典型省份的对比研究,2004—2013 年变化规律研究,北京 43 个示范奶牛养殖场的个案研究 3 个层次分析水资源利用绩效的综合技术效率、纯技术效率、规模效率、规模报酬特征和效率变化指数等。最后,总结了奶牛养殖场水资源利用存在问题,并提出了相应对策建议。

从理论意义上讲,本研究构建奶牛养殖场水资源利用绩效的评价指标体系以及运用数据包络分析理论模型分析北京奶牛养殖业水资源利用绩效,是对现有奶牛养殖业水资源研究的有益补充和探索。有了评价奶牛养殖业水资源利用绩效的方法,才能更好地指导养殖户节约高效用水。

从现实意义上看,本研究调查分析了北京奶牛养殖业水资源利用的现状,归纳出水资源利用存在的问题,有利于引起相关部门和养殖场本身对水资源管理的重视,改善无序、松散的管理现状,从而提高地下水资源的利用率,节约用水。

1.2 国内外研究综述

水资源供需矛盾突出,不仅是我国的问题,也是世界大部分国家的问题,各国对水资源的研究都比较重视。国内外学者的水资源研究主要集中在水权、水资源承载力和水资源利用面等方面,研究视角以工业、农业两个大类为主。本研究主要从水资源的管理和水

资源评价方面整理国外的研究综述,从水资源利用效率的理论模型探索、水资源利用绩效评价和水资源管理研究整理国内的研究综述。

1.2.1 国外研究综述

1.2.1.1 水资源的管理研究

国外对水资源的研究起步较早,水资源一词最早源于 1894 年由美国地质调查局下设的水资源处。美国的水资源管理经历了单目标发展阶段(1930 年以前)、多目标开发及流域综合治理阶段(1930—1970 年)、水质优化发展阶段(1970—1990 年)、可持续及回归自然式的再发展阶段(1990 年以后)4 个阶段。在此期间,建立的水资源管理研究成果显著。加利福尼亚州政府“水资源银行”的水权转让方式,成为利用经济杠杆管理水权和合理利用水资源的典型范例;田纳西河流域管理局早期通过政府扶持、发行债券,成功走上了以电力经营为主、以电养水的运营方式。美国的水价由用水户民主选择产生的董事会讨论决定,并提交政府价格部门批准实施,比较能平衡用水户和企业双方的利益,实现双赢。1997 年,得克萨斯州自然资源保护委员会提出了水权分析系统,建立了基于优先水权制度的 WAM 模型,该模型可以用来计算水资源可利用量。“水资源银行”构建水权交易体系,将每年的水资源可利用量按水权分为若干份,以股权制形式进行管理。

此外,美国还有各种中介机构推动水资源管理,为政府、相关企业提供咨询服务,如水工程联合会、水环境联合会等。为应对 21 世纪的水资源挑战,美国在《未来的水资源》中指出:国家对水资源工作的重点,从开发转移到管理,包括保护和提高水质;未来用水需求应主要靠减少水损失和提高用水效率的措施来予以满足;用水受益人和有关受益部门应完全负担为使他们获益而付出的全部费用;有关水的法规必须根据变化情况加以修订。

1.2.1.2 水资源评价研究

水资源评价始于 19 世纪末期的流域水量统计工作。20 世纪 60 年代, 由于水资源问题的出现和大量水资源工程的建设, 加强对水资源开发利用的管理和保护被提到议事日程。1965 年和 1978 年, 美国进行了两次水资源评价, 对美国水资源现状、可供水量和供水需求等进行了评价分析。1975 年, 西欧、日本和印度等国家相继提出水资源评价成果。1988 年, 联合国教科文组织和世界气象组织给水资源评价的定义是“水资源评价是对水资源的源头、数量范围及其可依赖程度、水的质量等方面的确定, 并在此基础上评估水资源利用和控制的可能性”。1990 年的《新德里宣言》、1992 年的《都柏林宣言》和《里约热内卢宣言》以及《21 世纪议程》都强调了水资源评价的重要性。自此, 水资源评价进入全球性阶段。1992 年, 爱尔兰都柏林召开的国际水和环境大会——21 世纪发展与展望, 提出了水资源系统及其可持续性研究问题。随后, 水资源可持续利用研究主要集中在指标评价体系的建立、水资源可持续利用程度的评价以及水资源可持续开发利用方案的选择等方面。

1.2.2 国内研究综述

我国自古就是一个爱水的民族, 有仁者爱山、智者爱水的追求。在改革开放的 30 多年里, 为了实现经济腾飞, 我们忽视了对水的爱护。与国外发达国家在 20 世纪 80 年代就出现了有序的水权交易相比, 中国的水资源一直处于一个公共、无组织的状态里。不过, 中国对水资源的研究起步虽晚, 但发展较快。以收录在中国知网上的文献为据, 1978 年以前, 研究水资源的文章总和仅 96 篇; 1985 年为 1 049 篇, 突破千篇大关; 2000 年为 10 524 篇, 突破万篇大关; 2014 年为 42 695 篇。已有的水资源研究主要集中在水资源利用效率、水资源承载力、水资源安全问题和水资源定价理论等方面。本研究主要从水资源利用效率的理论模型探索、水资源利用

绩效评价和水资源管理研究上进行文献综述整理。

1.2.2.1 水资源利用效率的理论模型探索

(1) 数据包络分析 (DEA) 模型。数据包络分析法作为衡量相对效率的方法,应用广泛。在水资源效率的测算上,不少学者已经做了大量的探索和总结工作。

王春燕、仇亚琴等 (2014) 采用数据包络分析法分析了陕西省 35 个重点行业的用水效率。研究结果表明,大部分行业存在用水投入过量、水资源浪费现象。

吉亚辉、张浩文等 (2012) 基于数据包络分析了甘肃省兰州市水资源效率,以农业用水、生产用水、生活用水、全社会劳动者及固定资产投资为输入指标,以 GDP 为输出指标,采用了 2000—2008 年的数据。研究结果表明:在 DEA 无效年份中投入冗长,存在资源浪费情况,要素利用率不足,但效率逐渐提高,可以通过 DEA 投影结果进行改进,实现资源最优配置。

廖虎昌、董毅明 (2011) 基于 DEA 和 Malmquist 指数对西部 12 省水资源利用效率进行了研究,他们采用地区生产总值、固定资产投资总额、全年供水量和用水人口等作为投入产出指标。他们运用数据包络分析方法中的 BCC 模型和投入主导型 DEA 方法,对西部 12 省 2007 年和 2008 年的水资源利用效率进行分析和评价,旨在保证产出不变的情况下,减少水资源和其他要素投入。

孙才志、刘玉玉 (2009) 基于我国 31 个省、自治区和直辖市 1997—2007 年水资源与社会经济的面板数据,利用改进的 DEA 方法计算出各地区在不同时期的水资源利用相对效率。他们对传统 DEA 模型进行了改进,引入了 2 个虚拟的 DMU,分别为最优 DMU 和最劣 DMU,输入指标为生活用水量、生产用水量、从业人员和固定资产投资,输出指标为 GDP。

(2) 基于其他理论的水资源利用效率模型。孙爱军、董增川等 (2007) 通过建立包含工业耗水变量的模型,运用随机前沿生产函

数模型(SFA)对我国1953—2004年间的工业水资源利用技术效率进行了测算,分析了效率变化、技术进步指数和全要素生产率(TFP)。结果表明:总体上,工业生产水资源利用效率变化平稳,呈现缓慢的上升趋势。

夏莲、石晓平等(2013)以甘肃省民乐县马铃薯产业化发展为例,利用2007年和2009年两年农户调研的面板数据,采用SFA,测算该区域农户马铃薯生产的技术效率。并在此基础上计算水资源利用效率,采用混合回归模型分析影响农户水资源利用效率的因素。

岳立、赵海涛等(2011)基于考虑非期望产出的方向性环境距离函数(DEDf)选取了中国13个典型的主要工业省、自治区2003—2009年数据,以工业从业人数、工业资本存量和工业水供给量为投入指标,工业产值和污染物(COD、氮氨)排放量为期望产出和非期望产出指标计算了这13个省、自治区的工业用水效率。与以往研究相比,他们考虑了水环境的污染问题。

刘渝、王岌等(2012)采用全要素水资源调整目标比率测算方法,选择中国29个省、自治区和直辖市1999—2006年的平衡面板数据,运用DEA方法对中国农业水资源利用效率进行实证分析。结果表明:东部地区农业水资源效率最高,中部次之,西部最低,省际农业水资源利用效率水平之间的距离较大。

1.2.2.2 水资源利用绩效评价研究

绩效(performance)研究源于工业心理学在实验室对人类认知加工效果的测度。20世纪90年代以后被西方经济学者引入制度经济学中,用以评价制度的运行状况。近年来,组织行为学、管理学、产业经济以及土地管理等不同学科从各自的角度对企业经营绩效和经济政策绩效和土地制度绩效等方面做了研究。国内直接针对水资源利用绩效的研究较少,对利用绩效的研究主要集中在土地利用、资金利用、企业创新绩效和项目绩效等方面。

(1) 水资源利用绩效研究。郑芳(2013)将新疆作为研究对象,以农业水资源利用的机理为分析框架,以农业水资源配置效率和生产效率的关系为切入点,对新疆农业水资源利用效率进行分析,并基于农业水资源利用效率的逻辑关系,从水价(基于市场的视角)、农业节水政策以及农业节水技术(基于政府的视角)这三方面对农业水资源利用效率的直接影响进行探讨,来寻求农业水资源利用的有效实现形式,从而实现提高农业水资源利用效率的最终目标。

雷波(2009)对农业水资源利用评价进行了文献梳理,指出农业水资源利用效用评价由最初的经典效率到新经典效率,再到后来的水资源生产力评价,经历了由工程效率评价向经济效率评价转变,评价尺度也逐渐向大尺度延伸。早期的农业水资源利用效率评价主要是基于田间尺度或作物尺度等微观尺度来开展。农业水资源利用效率被定义为产出与投入的比率,指标划分为三类,即基于水量的评价指标、基于水深度的评价指标和单位水量消耗所生产的经济产品数量。前两类又称为水分利用率,后一类称为水分利用效率。新经典效率一方面引入了水平衡观念,指对某个特定研究对象而言,流入水量应该等于流出量加上存贮量的变化。而水资源效用评价之前必须进行水资源核算是水平衡的基础。进行水资源核算的前提是研究对象的水资源组成要素划分,国内广泛应用的是国际水资源管理研究院提出的核算方法,即水资源由流入量、流出量、储存量和消耗量四大部分组成。另一方面,农业用水效用的评价由作物尺度和田间尺度向灌区、流域乃至更大尺度的转变也引出了该领域一个新的概念,即尺度转换问题。宏观尺度,即流域或次流域层次,包括几个不同行业之间的水资源利用;中观尺度,即水资源服务层次,如灌溉或市政水资源服务;微观尺度,水资源利用层次,如农业田间、农户或环境用水等。农业水资源生产力评价,在国际水资源管理研究院的定