



实用农村环境保护知识丛书

猪场废弃物 处理处置与资源化

邱进杰 何道领 赵天涛 赵由才 编著



冶金工业出版社
www.cnmp.com.cn



实用农村环境保护知识丛书

猪场废弃物 处理处置与资源化

邱进杰 何道领 赵天涛 赵由才 编著

北 京

冶金工业出版社

2019

内 容 提 要

本书共6章,内容包括:概述,主要讲述了生猪产业发展现状,生猪养殖废弃物,国内外猪场废弃物处理概况;固体粪污处理与资源化,主要讲述了固体废弃物的收集、储存和处理;液体粪污的处理与资源化,主要讲述了液体粪污的收集、储存和处理;废气的处理,主要讲述了废气的产生和处理;其他废弃物的处理,主要讲述了病死猪的处理,兽用医疗废弃物处理以及生产生活废弃物处理;典型案例,主要讲述了重庆某生猪养殖企业粪污处理工程和丹麦某猪场粪污及病死猪处理案例。

本书可供生猪养殖场(户)、环境保护、畜牧兽医相关部门人员阅读,也可供大专院校有关师生和科研人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

猪场废弃物处理处置与资源化/邱进杰等编著. —北京:冶金工业出版社, 2019. 1

(实用农村环境保护知识丛书)

ISBN 978-7-5024-7980-0

I. ①猪… II. ①邱… III. ①养猪场—饲养场废物—废物处理 ②养猪场—饲养场废物—资源利用 IV. ①X713

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第268941号

出 版 人 谭学余

地 址 北京市东城区嵩祝院北巷39号 邮编 100009 电话 (010)64027926

网 址 www.cnmp.com.cn 电子信箱 yjcs@cnmp.com.cn

责任编辑 杨盈园 美术编辑 彭子赫 版式设计 孙跃红

责任校对 王永欣 责任印制 李玉山

ISBN 978-7-5024-7980-0

冶金工业出版社出版发行;各地新华书店经销;三河市双峰印刷装订有限公司印刷
2019年1月第1版,2019年1月第1次印刷

169mm×239mm; 9.75印张; 188千字; 144页

44.00元

冶金工业出版社 投稿电话 (010)64027932 投稿信箱 tougao@cnmp.com.cn

冶金工业出版社营销中心 电话 (010)64044283 传真 (010)64027893

冶金工业出版社天猫旗舰店 yjgycbs.tmall.com

(本书如有印装质量问题,本社营销中心负责退换)

序 言

据有关统计资料介绍，目前中国大陆有县城 1600 多个：其中建制镇 19000 多个，农场 690 多个，自然村 266 万个（村民委员会所在地的行政村为 56 万个）。去除设市县级城市的人口和村镇人口到城市务工人员数量，全国生活在村镇的人口超过 8 亿人。长期以来，我国一直主要是农耕社会，农村产生的废水（主要是人禽粪便）和废物（相当于现在的餐厨垃圾）都需要完全回用，但现有农村的环境问题有其特殊性，农村人口密度相对较小，而空间面积足够大，在有限的条件下，这些污染物，实际上确是可循环利用资源。

随着农村居民生活消费水平的提高，各种日用消费品和卫生健康药物等的广泛使用导致农村生活垃圾、污水逐年增加。大量生活垃圾和污水无序丢弃、随意排放或露天堆放，不仅占用土地，破坏景观，而且还传播疾病，污染地下水和地表水，对农村环境造成严重污染，影响环境卫生和居民健康。

生活垃圾、生活污水、病死动物、养殖污染、饮用水、建筑废物、污染土壤、农药污染、化肥污染、生物质、河道整治、土木建筑保护与维护、生活垃圾堆场修复等都是必须重视的农村环境改善和整治问题。为了使农村生活实现现代化，又能够保持干净整洁卫生美丽的基本要求，就必须重视科技进步，通过科技进步，避免或消除现代生活带来的消极影响。

多年来，国内外科技工作者、工程师和企业家们，通过艰苦努力和探索，提出了一系列解决农村环境污染的新技术新方法，并得到广泛应用。



鉴于此，我们组织了全国从事环保相关领域的科研工作者和工程技术人员编写了本套丛书，作者以自身的研发成果和科学技术实践为出发点，广泛借鉴、吸收国内外先进技术发展情况，以污染控制与资源化为两条主线，用完整的叙述体例，清晰的内容，图文并茂，阐述环境保护措施；同时，以工艺设计原理与应用实例相结合，全面系统地总结了我国农村环境保护领域的科技进展和应用技术实践成果，对促进我国农村生态文明建设，改善农村环境，实现城乡一体化，造福农村居民具有重要的实践意义。

赵由才

同济大学环境科学与工程学院

污染控制与资源化研究国家重点实验室

2018年8月

前 言

猪肉是中国居民的主要肉食品 and 重要营养来源，中国自古有“猪粮安天下”之说就充分证明了生猪养殖在生产生活以及对于民生的重要作用。2017 年，我国猪肉总产量达到 5340 万吨，占禽畜肉总产量的 63%。而且，生猪养殖也是畜牧业增产增收的重要支柱，据统计近几年全国猪的饲养产值均在 10000 亿元以上，约占全国牧业总产值的 40%，生猪养殖成为牧业增产、农民增收的重要组成部分。

相比以往的农村散养为主的生猪饲养方式，我国生猪养殖模式正发生巨大的变化，生猪养殖规模化、集约化发展迅速，养殖废弃物对环境的影响日益突出。此外，随着国家对生态环境的不断重视，以及“一控两减三基本”战略目标的深入推进实施，作为农村面源污染重要因素的畜禽废弃物受到越来越多的重视与关注。据测算 2015 年全国畜禽粪尿产生总量约为 36.2 亿吨，其中生猪粪尿产生量约 13.6 亿吨，占全年畜禽粪尿产生的 37.4%。因此，加强畜禽废弃物特别是以生猪为主的畜禽废物的处理与资源化显得尤为迫切。

本书以生猪养殖废弃物为主线，针对生产过程产生的废弃物，按照固、液、气三种形态，从废弃物的收集、存储、处理与资源化等角度全面对其进行阐述和归纳，对指导猪场科学有效开展废弃物的无害化和资源化过程，具有现实的指导意义。

本书编写团队来自同济大学、重庆理工大学、重庆市畜牧科学院、重庆市畜牧技术推广总站等单位。编者既拥有扎实的环保工程基础知识，又具有丰富的猪场管理经验和编写经验。全书共分为 6 章，第 1 章



由赵由才、何道领、韦艺媛等编写，第2章由何道领、封丽、艾铄等编写，第3章由赵天涛、何道领、念海明等编写，第4章由邱进杰、赵天涛、朱黎等编写，第5章由赵由才、邱进杰、王震等编写，第6章由邱进杰、赵天涛、赵由才等编写。编写过程中，编者本着“参阅后能应用”的原则，融入了生产实践过程中猪场废弃物处理处置中的新问题、新观点、经验与教训，同时参阅了国内外大量的文献资料，在此向原作者表示感谢。本书的出版发行对生猪养殖场（户）、环境保护、畜牧兽医相关部门人员对猪场主要废弃物包括猪粪、尿液、污水、废气、病死猪、兽医医疗废弃物以及生活废弃物的处理处置技术有参考应用、指导与监督检查的意义，是一本具有科学性、实用性的参考书。

由于时间仓促，加之编者水平有限，书中疏漏和不足之处，真诚希望广大同行、专家和读者批评指正。

作者

2018年9月

目 录

1 概述	1
1.1 生猪产业发展现状	1
1.1.1 产业概况	1
1.1.2 猪肉消费	8
1.1.3 生猪贸易	8
1.1.4 废弃物生产	9
1.2 生猪养殖废弃物	10
1.2.1 废弃物的定义	10
1.2.2 废弃物的分类	10
1.2.3 废弃物的来源	10
1.2.4 废弃物的特点	11
1.2.5 废弃物的产生量	13
1.2.6 废弃物的潜在危害	17
1.3 国外猪场废弃物处理概况	21
1.3.1 国外概况	21
1.3.2 国内概况	23
2 固体粪污处理与资源化	29
2.1 固体粪污的收集	29
2.1.1 收集方式选择	29
2.1.2 主要清粪工艺	29
2.2 固体粪污的储存	33
2.2.1 选址与布局	33
2.2.2 规模设计	34
2.2.3 类型与形式	34
2.2.4 其他要求	35
2.3 固体粪污的处理	35
2.3.1 处理概况	35
2.3.2 好氧堆肥技术	36



2.3.3	厌氧发酵处理	46
2.3.4	其他处理技术	50
3	液体粪污的处理与资源化	56
3.1	液体粪污的收集	56
3.1.1	收集工艺	56
3.1.2	收集设施设备	59
3.2	液体粪污的储存	62
3.2.1	选址与布局	62
3.2.2	规模要求	62
3.2.3	类型和形式	63
3.2.4	其他要求	63
3.2.5	粪水的转运	63
3.3	液体粪污的处理	64
3.3.1	液体粪污处理概况	64
3.3.2	废水减排源头控制技术	65
3.3.3	自然生化处理	66
3.3.4	人工生化处理工艺	73
3.3.5	物理化学处理	75
3.3.6	其他处理方法	78
4	废气的处理	81
4.1	废气的产生	81
4.1.1	猪场废气的主要成分	81
4.1.2	圈舍内废气的产生	82
4.1.3	粪污处理过程中产生的废气	84
4.1.4	猪场恶臭废气的危害	85
4.1.5	影响恶臭产生及扩散的因素	86
4.2	废气的处理	87
4.2.1	猪场废气的处理现状	87
4.2.2	猪场废气处理措施	87
5	其他废弃物的处理	98
5.1	病死猪的处理	98
5.1.1	病死猪无害化处理概念	98



5.1.2	病死猪无害化处理的必要性	99
5.1.3	无害化处理的原则	99
5.1.4	病死猪无害化处理方式	100
5.1.5	病死猪处理的其他要求	109
5.1.6	病死猪处理目前存在的问题	110
5.1.7	病死猪处理展望	111
5.2	兽用医疗废弃物处理	112
5.2.1	猪场医疗废弃物概念及分类	113
5.2.2	猪场医疗废弃物处理现状	114
5.2.3	存在的主要问题	114
5.2.4	对策与措施	115
5.3	生产、生活废弃物处理	117
5.3.1	养猪生产废弃物及处理	117
5.3.2	生活废弃物及其处理	118
6	典型案例	120
6.1	重庆某生猪养殖企业粪污处理工程	120
6.1.1	生产规模及处理概况	120
6.1.2	粪污处理工艺流程	120
6.2	丹麦某猪场粪污及病死猪处理模式	128
6.2.1	生产规模及粪污处理概况	128
6.2.2	关于病死猪的处理	129
	参考文献	131
	附录 国务院关于印发大气污染防治行动计划的通知	133



概述

1.1 生猪产业发展现状

1.1.1 产业概况

1.1.1.1 发展历程

新中国成立以来,生猪生产供应受到大众的格外关注,我国生猪产业经历了多个发展阶段,从计划经济时期的限制饲养到包产到户的自主散养,再到规模化、集约化的现代生猪养殖为主的发展过程,逐渐从单纯的本地猪的饲喂发展到外种猪的饲喂,从追求数量增长向追求数量和质量同步发展,生猪产业已步入现代化发展的快车道,猪肉早已成为我国绝大多数城乡居民日常生活中最重要的肉类产品,在人们日常饮食中占有重要地位,生猪生产供应的增长,有效满足了城乡居民食品消费升级与生活水平增长的基本需求。经过多年发展,我国已成为全球最大的生猪生产国以及消费国。

纵观我国生猪产业发展,主要可分为如下5个阶段。

第一阶段时间为1949~1978年,是我国改革开放前的时期,为我国生猪产业起步发展阶段。这段时间是我国社会经济短暂的恢复发展时期,生猪产业发展得以开始起步,此后由于受到“文化大革命”和“大跃进”的影响,全国生猪产业发展受到影响,发展非常缓慢。该阶段生猪产业主要作为农业生产的副业在发展,生猪整体生产水平较低,效率不高,造成全国猪肉市场的供给严重不足,城乡居民消费需要通过发放“肉票”来进行控制消费。

第二阶段时间为1978~1984年,是我国改革开放的初期,为我国生猪产业恢复发展阶段。这段时间是全国农村改革开始不断深入的阶段,土地联产承包制在农村得以推广落实,广大农户有了灵活的生产经营自主权,生产力得到释放,极大地促进了生猪养殖业主的积极性,该段时间全国生猪养殖生产水平和养殖效益都得到较大的促进,全国生猪饲养量不断增加。1978~1984年,我国生猪出栏量由16000万头,增长到22000万头,比1978年增长了36%。

第三阶段时间为1985~1997年,是我国农村改革快速发展时期,为生猪产业快速发展阶段。这段时间是我国改革开放不断深入的阶段,生猪生产、营经、



销售体制改革也在不断推进完善,生猪产业迎来了快速的发展时期。1985 年中共中央、国务院出台了《关于进一步活跃农村经济的十项政策》,全面放开了生猪购销政策,生猪实现了市场自由交易,这为全国生猪产业的发展提供了重要的发展契机。此后,农业部开展实施了“菜篮子工程”,有力地促进了全国猪肉市场的增长。1990~1997 年,全国猪肉产量由 2281.10 万吨增长到 3596.30 万吨,年均增长率达 6.7%,全国城乡居民猪肉人均占有量达到了 29kg,基本解决了长期以来猪肉市场供应不足的局面。

第四阶段时间为 1997~2006 年,是我国经济结构转型时期,为生猪产业结构性调整阶段。该阶段生猪产业快速发展,优化结构、增加效益成为该阶段产业发展的主线,但同时产业发展也面临着市场、资源和环境的多重因素的影响,产业发展波动起伏,为此全国的生猪产业逐步由追求数量型增长向追求质量效益型增长转变,生猪养殖方式由散养为主向适度规模化转变,生猪产业优势集中区域逐步形成,产业不断优化整合,产业链不断完善延长,初步形成了龙头企业+农户的生猪产业发展体系。

第五阶段时间为 2007 年至今,是我国经济结构深化转型期,为生猪产业现代化发展阶段。该阶段全国生猪生产围绕标准化、规模化、产业化取得快速的发展,但与此同时猪肉价格开始呈现周期性波动,成为产业发展面临的新问题和挑战。

1.1.1.2 发展现状

改革开放以来,我国生猪养殖规模化、集约化发展迅速,生猪产业发展取得显著成效。生猪产业的综合生产能力和市场保障能力都得到了进一步的提高,产业发展再基本满足消费者对于猪肉及其加工产品不断增长的市场需求的同时,对于农业持续增效、农民稳定增收起到重要作用。

从国际上来看中国生猪养殖量约占世界生猪总养殖量 50%以上,生猪养殖在全世界的地位十分重要。

2017 年,世界生猪存栏量为 76905 万头,比 2016 年下降了 2.01%。中国、欧盟以及美国的存栏总量占世界存栏量的比重为 85.01%,较 2016 年略有下降。中国的存栏量占到了世界的 56.57%,在 2014 年以后连续 3 年下降。2017 年,欧盟(28 国)存栏量占世界的比重为 19.15%,美国占比为 9.30%,两者都是在 2014 年以后连续 3 年上升。历年世界生猪存栏情况见图 1-1。

2017 年,世界生猪出栏量达到 125411 万头,比 2016 年上升了 5.20%。中国、欧盟(28 国)以及美国出栏量占到了世界的 85.56%,比 2016 年有所下降,中国的出栏量占世界的比重为 54.10%,比 2016 年上升了 2.09 个百分点。

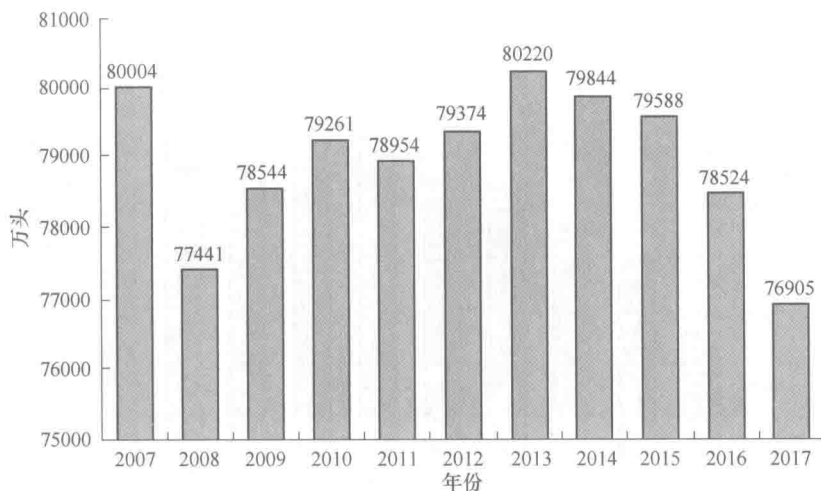


图 1-1 历年世界生猪存栏情况 (数据来源: 美国农业部, USDA)

欧盟 (28 国) 出栏量占比为 21.15%, 美国占 10.31%, 欧盟和美国的份额都有所下降。历年世界生猪出栏情况见图 1-2。

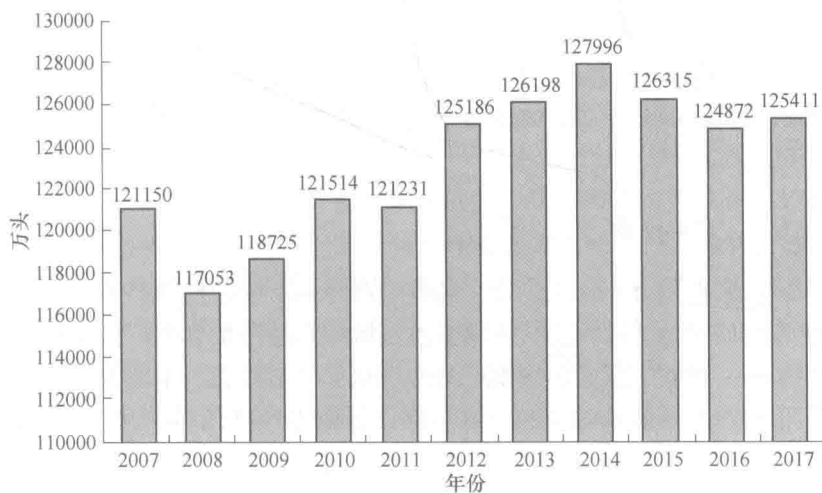


图 1-2 历年世界生猪出栏情况 (数据来源: 美国农业部, USDA)

2017 年世界猪肉产量达到 11103 万吨, 比 2016 年上升了 2.62%, 中国、欧盟 (28 国)、美国的猪肉产量占世界的 79.82%, 比 2016 年有所下降, 其中, 中国占 48.18%, 较 2016 年下降 0.79 个百分点, 欧盟 (28 国) 占 21.07%, 比 2016 年有所下降, 美国占 10.56%, 比 2016 年有所上升。历年世界猪肉生产情况见图 1-3。

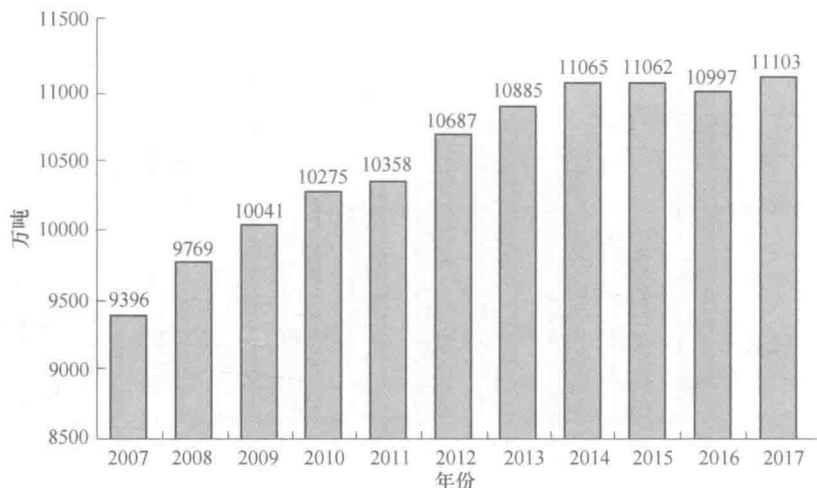


图 1-3 历年世界猪肉生产情况（数据来源：美国农业部，USDA）

2017 年，世界生猪和猪肉产量上升的主要原因是中国的产量有所恢复和美国的产量明显上升，据美国农业部的估计，2017 年中国生猪出栏量以及猪肉产量分别为 67850 万头以及 5350 万吨，分别比 2016 年上升了 0.89% 以及 0.96%，2017 年美国生猪出栏量以及猪肉产量分别为 12930 万头以及 1172 万吨，分别比 2016 年上升 2.67% 和 3.55%。欧盟 2017 年的产量与 2016 年基本持平。

1.1.1.3 产业布局

在中国生猪养殖分布比较广泛，随着沿海地区产业结构调整步伐的加快，生猪产业也逐渐向内地区域调整，生猪养殖区域越来越与粮食主产区靠近，目前主要集中在华东、华中、西南和华南，另外中东部气温适宜，水源方便，有利于生猪生长，生猪产业发展基础较好，中东部以及南方经济比较发达，人口比较多，需求较高，生猪产业发展活力较强，东北地区因饲料成本比较低，铁路陆运交通便利，地域辽阔，养殖量也比较大，此外，该区生猪养殖还肩负满足京津冀内蒙古一带的消费需求，故东北地区生猪养殖具有一定优势，是众多生猪养殖龙头企业发展规模化、标准化升值养殖的重要基地。生猪产业优势区生猪存栏量占到全国总存栏量的 50% 以上，生猪出栏量占到全国总出栏量的 60% 左右。目前，四川、河南、湖南、山东、云南、湖北、广西、广东、河北、江苏等分别排在全国生猪生产的前 10 名，其中四川养殖量位居全国首位，其出栏量占全国总出栏量 10% 左右。详见表 1-1。



表 1-1 全国生猪养殖区域分布 (2016 年数据)

区域	年份	存栏		出栏		猪肉产量	
		数量/万头	比例/%	数量/万头	比例/%	数量/万吨	比重/%
重点 发展区	2010	18613.6	40.1	25839.0	38.7	1929.2	38.0
	2016	17540.3	40.3	26883.4	39.2	2038.0	40.6
约束 发展区	2010	16549.0	35.6	26580.7	39.9	1996.2	39.4
	2016	15234.2	35.0	26212.6	38.3	2015.9	40.2
潜力 增长区	2010	8982.5	19.3	11303.5	17.0	925.3	18.2
	2016	8344.2	19.2	12120.0	17.7	715.1	14.3
适度 发展区	2010	2314.9	5.0	2963.2	4.4	220.5	4.3
	2016	2385.2	5.5	3285.9	4.8	245.8	4.9

农业部依据饲料资源优势、生产基础优势、市场竞争优势和产品加工优势,确立了沿海地区生猪优势产区(包括江苏、浙江、广东和福建4省的55个基地县)、东北生猪优势产区(包括吉林、辽宁和黑龙江3省的30个基地县)、中部生猪优势产区(包括河北、山东、安徽、江西、河南、湖北和湖南7省的226个基地县)和西南生猪优势产区(包括广西、四川、重庆、云南、贵州5省区市的126个基地县)。2016年,国家发布“十三五”生猪产业发展规划规定,将四川、河南、河北、山东、广西、海南和重庆划为生猪养殖重点发展区,以供北上广深等沿海城市生猪需求。为保护水资源和环境资源,长江中下游和南方水网区的两湖、长三角、珠三角一带规划为约束发展区。东北地区、内蒙古和西南地区的云南贵州地区地域辽阔,粮食资源充足,适合养殖规模化发展,增长潜力大。山西、陕西等西北地区地域宽广、可实行规模化发展,但是受缺乏水资源、民族饮食习惯不同、养殖基础薄弱等的限制,定为养殖适度发展区域。

1.1.1.4 养殖规模

2013年颁布实施的《畜禽规模养殖污染防治条例》中第四十三条,明确指出畜禽养殖场、养殖小区的具体规模标准由省级人民政府确定,并报国务院环境保护主管部门和国务院农牧主管部门备案。2018年农业农村部办公厅下发的《农业农村部办公厅关于做好畜禽粪污资源化利用跟踪监测工作的通知》(农办牧〔2018〕28号)中明确规定,各省规模养殖场标准按各省公开发布或者报农业农村部、生态环境部备案的标准执行。其中各省生猪规模养殖标准见表1-2。



表 1-2 各省生猪规模养殖场规模界定标准

序号	省份	存栏/头	出栏/头	序号	省份	存栏/头	出栏/头
1	北京	500	—	17	湖北	—	500
2	天津	300	—	18	湖南	—	500
3	河北	—	500	19	广东	—	500
4	山西	—	500	20	广西	200	500
5	内蒙古	500	—	21	海南	—	500
6	辽宁	500	—	22	重庆	200	—
7	吉林	—	300	23	四川	—	500
8	黑龙江	—	500	24	贵州	—	1000
9	上海	500	—	25	云南	200	—
10	江苏	200	—	26	西藏	—	300
11	浙江	200	—	27	陕西	300	—
12	安徽	—	500	28	甘肃	—	500
13	福建	250	—	29	青海	300	500
14	江西	300	500	30	宁夏	300	—
15	山东	—	500	31	新疆	—	500
16	河南	—	500				

1.1.1.5 发展趋势

A 规模化程度不断提高

随着全国现代生猪产业的不断发展以及市场、生态环境等一系列内外环境的影响,生猪规模化、标准化已成为产业发展趋势,在可预见的一段时间内,生猪养殖中小散户将持续不断的退出,规模养殖企业继续增加产能填补由生猪养殖中小散户退出养殖产能空缺,生猪养殖将呈现养殖区域规模化、集团化、全产业链化的特征。除了近几年环保因素的原因外,也与近年来生猪养殖效益微利化有关,生猪行业的养殖效益不断透明化、微利化,效益的获得更多需要以精细化的管理,在规模的基础上从管理中获得效益。相关资料显示,生猪主产区四川、福建、广东等省份生猪中小养殖户退出比例最高达到 30%,与此同时规模养殖龙头企业却在大幅扩张。部分企业发展规模见表 1-3。



表 1-3 部分企业未来发展规划

企 业	目前规模/万头	发展目标/万头
温氏	1500	5000
正邦	230	5000
天邦	30	3000
新希望六和	170	3000
雏鹰农牧	150	1000
牧原股份	300	600
大北农	—	100
唐人神	10	600
中粮肉食	230	600
宝迪	100	1000

B 组织化程度不断提升

鉴于中国现代生猪产业发展的不断推进，传统的以农户为基本经营单位的生猪养殖将逐步退出市场，以家庭农场、合作社、龙头企业为代表的新型经营主体的发展成为生猪产业发展的趋势，组织化程度的提升，不但可以减少由于分散养殖经营而带来的生猪养殖市场不稳定和猪肉价格的周期性波动，同时也可以促进与生猪养殖相关的科技成果的推广运用，提升养殖效率、降低资源消耗，保障猪肉质量安全。为此，国家必将进一步加大对生猪养殖新型经营主体的扶持力度，全面提升生猪养殖的组织化程度。

C 社会化服务不断提升

社会化服务体系的不断提升将为生猪产业发展提供服务支撑。从生猪产业发展的环节来看，只有通过围绕良种繁育、地方资源、新品种培育、饲料、动物防疫、兽医兽药、生猪销售、屠宰加工等方面不断提升社会化服务，保障这些社会化服务平台不断建立和完善，才能保障中国生猪产业的稳定健康发展。

D 粪污资源化势在必行

近几年来，生态环保问题成为社会关注的重点，其中畜禽养殖污染是农业面源污染的重要因素，特别是随着养殖规模不断地扩大、数量的急剧增加，大量粪便的排放也给周围环境带来了较大的压力，导致农村生态环境问题日益突出，成为全国一些区域、流域的重要污染源，尤其是中国的生猪养殖业，其养殖数量最多、发展速度快、排放粪污量最大，因而污染情况更为严重。据资料显示，每生产1头肥猪（180天，100kg重），约产生4t粪便和污水，粪污引起的环境污染问题已成为生猪养殖场建厂或正常生产的关键因素，着手解决粪污资源化这一问题已经刻不容缓。目前生猪养殖的污染治理问题已得到全社会的广泛关注，我国