

长汀县人民政府文件

汀政规〔2025〕3号

长汀县人民政府关于印发 2025-2027 年 福建省长汀县酸化耕地治理 总体实施方案的通知

各有关乡（镇）人民政府，县直有关单位：

《2025-2027 年福建省长汀县酸化耕地治理总体实施方案》已经县政府常务会研究同意，现印发给你们，请认真贯彻执行。



2025—2027 年福建省长汀县酸化 耕地治理总体实施方案

组织单位：长汀县人民政府

编制单位：福建农林大学

2025 年 8 月

目 录

1 项目区基本情况	- 1 -
1.1 自然环境概况	- 1 -
1.2 土地利用现状及农业生产概况	- 9 -
1.3 长汀县耕地土壤酸化的主要影响因素及不利影响	- 14 -
1.4 项目实施必要性	- 19 -
1.5 项目实施可行性	- 23 -
1.6 项目区范围的确定	- 24 -
1.7 技术路线	- 25 -
2 总体目标	- 27 -
3 建设内容	- 27 -
3.1 主要建设内容	- 27 -
3.2 项目酸化耕地治理技术模式的确定	- 29 -
3.3 项目实施	- 39 -
3.4 样板田建设	- 39 -
3.5 田间试验	- 39 -
4 实施区域	- 48 -
5 资金来源及使用计划	- 50 -
5.1 资金筹措计划	- 50 -
5.2 统筹（叠加）使用资金计划	- 62 -
5.3 资金使用计划	- 62 -
6 进度安排及效益分析	- 63 -
6.1 进度安排	- 63 -
6.2 效益分析	- 63 -

7 保障措施	- 65 -
7.1 加强组织领导	- 65 -
7.2 加快项目进度	- 65 -
7.3 开展宣传指导	- 66 -
7.4 加强资金监管	- 66 -
7.5 强化日常管理	- 66 -
附件 1: 长汀县酸化耕地治理工作专班人员名单	- 67 -
附件 2: 长汀县酸化耕地治理技术专家组成员名单	- 67 -
附件 3: 酸化耕地治理重点县建设进展情况调度表	- 71 -
附图 1: 长汀县酸化耕地治理实施范围图	- 71 -

1 项目区基本情况

1.1 自然环境概况

1.1.1 长汀县地理及行政区概况

长汀县，地处福建西部，位于北纬 $25^{\circ} 18' 40''$ - $26^{\circ} 02' 05''$ ，东经 $115^{\circ} 59' 48''$ - $116^{\circ} 39' 20''$ 之间，武夷山脉南麓，南与广东近邻；东与连城县交界；西与瑞金市交界；北与宁化县交界；东南部与上杭县交界；西南部与瑞金市、会昌县交界；东北部与宁化县交界；西北部与石城县交界。东西宽 66 千米，南北长 80 千米，总面积约 3104 平方千米，属福建省第五大县。长汀具有悠久的历史、独特的客家文化、厚重的红色文化、丰富的生态文化。长汀是客家人的发祥地和集散地，是国家历史文化名城、世界客家首府、著名的革命老区、原中央苏区、红军故乡、红军长征出发地之一和水土流失治理及生态建设的典范。

2023 年总人口 54.29 万人，其中农村人口占比 59.44%。长汀县辖 13 个镇（汀州镇、馆前镇、河田镇、大同镇、古城镇、新桥镇、童坊镇、南山镇、濯田镇、四都镇、涂坊镇、三洲镇、策武镇），5 个乡（铁长乡、庵杰乡、宣成乡、红山乡、羊牯乡），308 个村（居）委会。

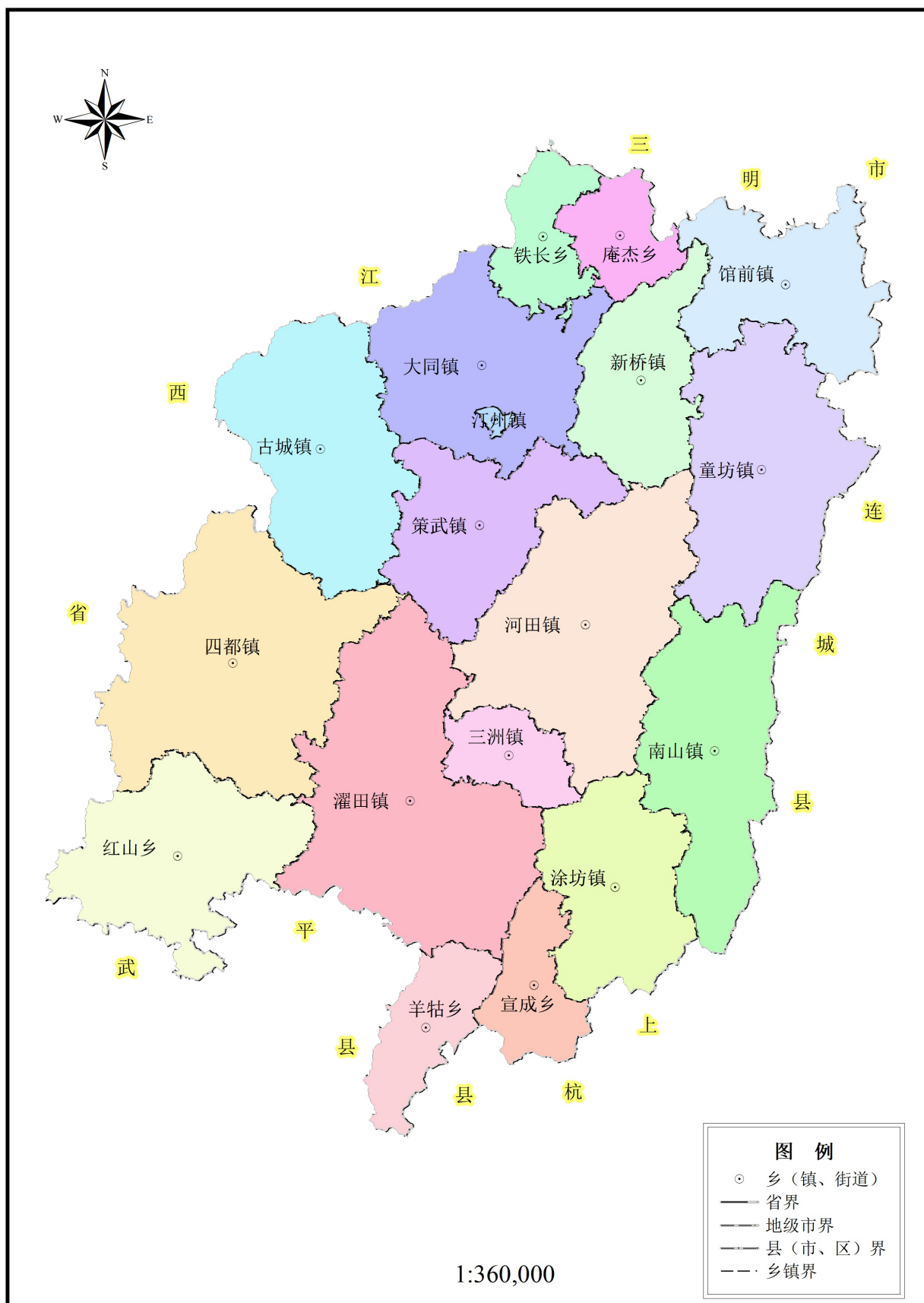


图 1.1-1 长汀县行政区划图

1.1.2 地形地貌

长汀属武夷山南段，地形以丘陵为主，汀江纵贯县境，区内支脉纵横交错向腹地延伸，地势北高南低，周围高，中间低；地形破碎，岭谷相间；山中有丘，丘内有山，平地狭，盆谷相间，形成东、西、北三面高，中、南部低，自北向南倾斜的地势。西部以低山为主，东部、北部以中山为主，山峰连绵，构成东、北部屏障。千米高峰有 19 座。长汀县的平均海拔为 489 米，全县最高点是白砂岭，海拔 1459 米，最低点是汀江河口，海拔 238 米，两者高差达 1221 米。

根据地貌划分基本原则，按海拔高度和形态特征，全县地貌可分为中山、低山、丘陵、盆地、阶地五个类型。以低山为主，低山、丘陵占全县总面积 71.11%。地势北高南低，周围高，中间低；地形破碎，岭谷相间；山中有丘，丘内有山，平地狭，盆谷相间。根据地貌形态特征，海拔高度大致可分下列五种地貌类型：中山区、中低山区、中低山宽谷区、低山、丘陵区以及河谷盆地区。

长汀县高程分布图详见图 1.1-2。

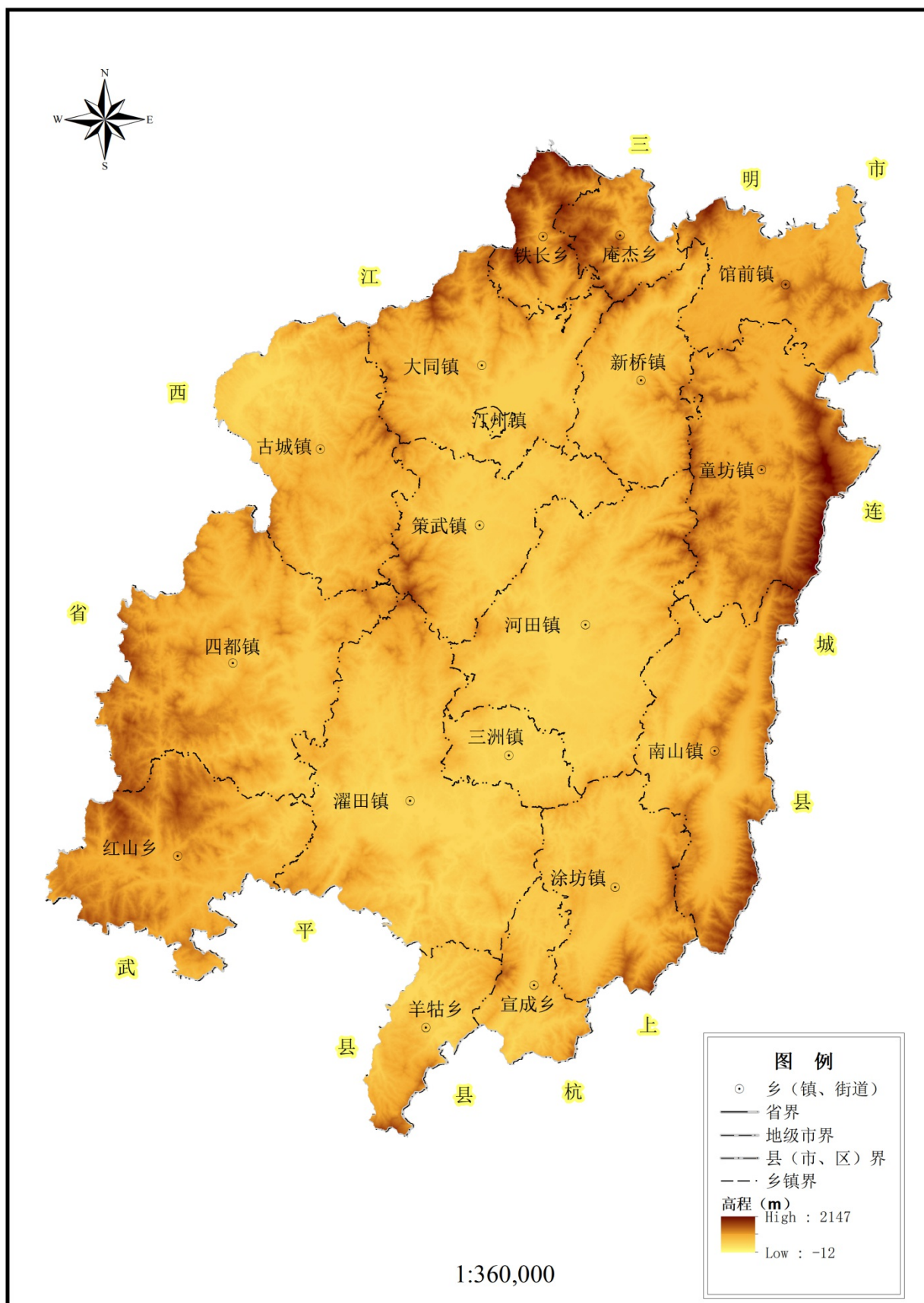


图 1.1-2 长汀县高程分布图

1.1.3 气候条件

长汀为丘陵地形属中亚热带湿润季风气候，年平均气温 19℃ 左右，年平均降水量 1700 毫米左右，无霜期年均 260 天，平均日照时数 1602.98 小时，四季分明，气候宜人，雨水充沛，适合竹木植物生长。夏季盛吹偏南风，冬季盛吹偏北风。随着冬夏季风环流的转换，形成夏长冬短、春秋对峙，垂直气候明显，干湿两季分明。

长汀县境内气候垂直分异明显，海拔 200-400 米为温暖区，年均气温 18-19.5℃，年雨量 1550-1750 毫米。常年 2 月下旬始回暖，霜雪少，增温快。大雾、大暴雨少，日照充足。海拔 400-600 米为温和区，年均气温 17-18℃。年雨量 1700-1800 毫米。回暖比温暖区偏迟 10-15 天。霜多雪少，雨量充足，大暴雨次于温凉区，强度大，日照不足。海拔 600-800 米为温凉区，年均气温 15-17℃，回暖比温暖区偏迟 15-20 天。年雨量 1800-2000 毫米。霜多、雪多、雨量充沛，常见大雨暴雨，强度大。云雾多，日照少。

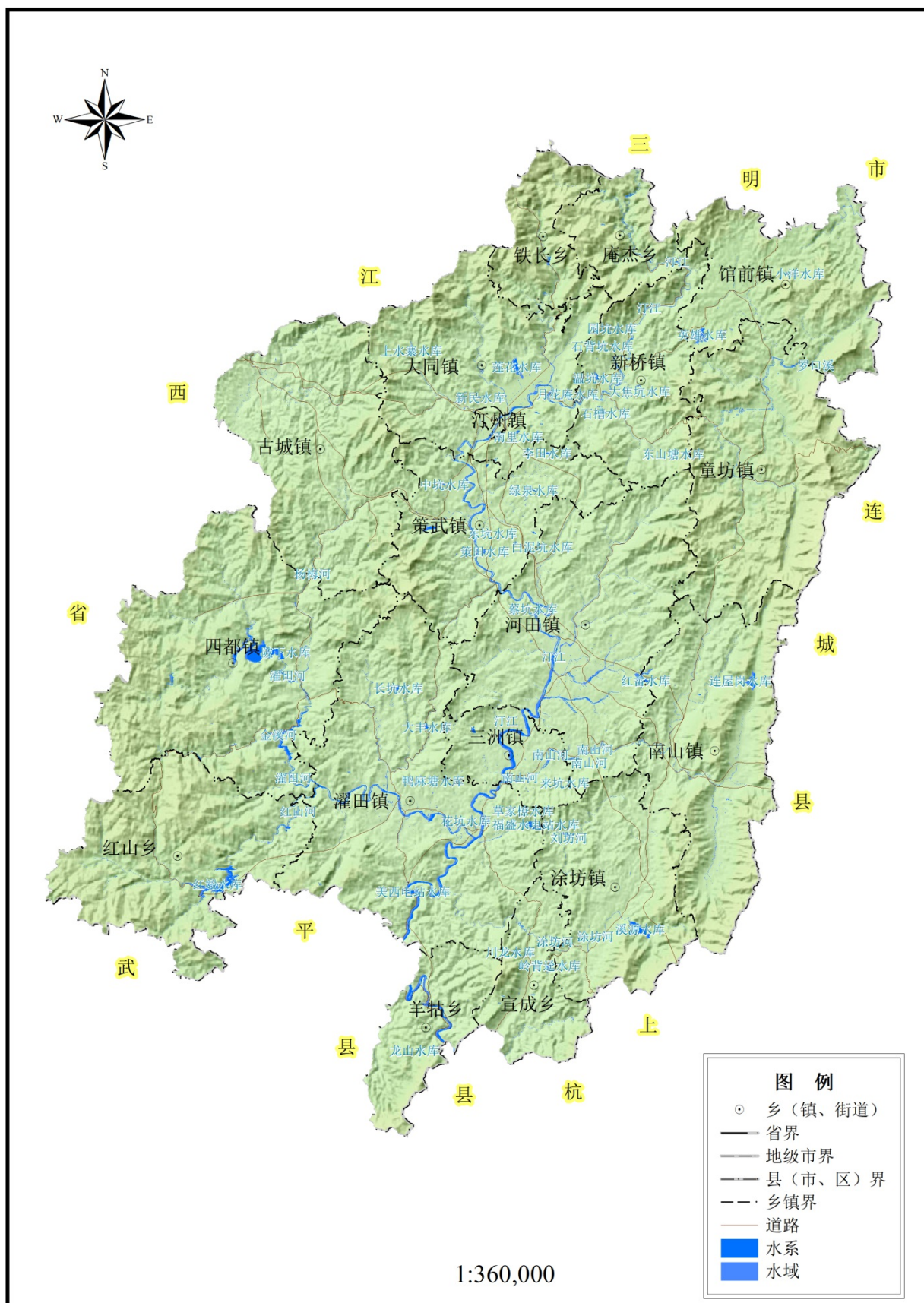
1.1.4 水文水系

长汀境内河流众多，水网密布，水系发达，有汀江河、古城河和童坊河等 50 平方公里以上的河流 21 条，分属汀江、赣江、闽江三个水系，河流总长 874 公里，年径流量 31.54 亿立方米。长汀县由于山高坡陡，地形复杂，河道狭窄，水位易暴涨暴退，具有山地性的水文特征。

汀江发源于武夷山南麓东侧的宁化县治平乡木马山北坡，全长 328 千米。在福建境内 285.5 千米，是福建西部最大河流，与闽江、晋江和九龙江同为福建四大水系之一。县内河道长 153.7 千米，流域面积 2603.8 平方千米，占全县境内流域面积 84.2%；河道坡降 4.9%，水能资源蕴藏量 6.2 万千瓦，多年平均径流量 4.15 亿立

方米。汀江在庵杰的大屋背入境，流经新桥、大同、城关、策武、河田、三洲、宣成，在羊牯出境，贯穿长汀县南北。集雨面积 50-100 平方千米的支流有铁长河、郑坊河、七里河，集雨面积 100 平方千米以上的支流有濯田河、南山河、涂坊河、刘坊河。长汀县除了汀江水系外，境内有闽江水系的陈连河、童坊河以及赣江水系（汇入长汀）的古城河，故长汀又被称为“三江源”主支流的发源地。大多数耕地以自流灌溉为主，引水灌有 26.20 万亩，占耕地面积 83.89%，蓄水灌溉面积为 2.25 万亩，占 7.2%，机电灌溉占 2.73%，望天田 0.58 万亩，占耕地面积的 1.87%。因此长汀县有丰富的水力资源，能够完全满足长汀农业生产需要。

长汀县水系分布见图 1.1-3。



1.1.5 耕地土壤类型及分布

长汀县耕作土壤共分为 6 个土类（潮土、红壤、石灰（岩）土、水稻土、新积土、紫色土）、11 个亚类（典型红壤、灰潮土、棕色石灰土、漂洗水稻土、潜育水稻土、渗育水稻土、淹育水稻土、潜育水稻土、冲积土、酸性紫色土）、17 个土属。

长汀县耕地土壤类型及其分布详情见表 1.1-1。

表 1.1-1 长汀县耕地土壤类型及其分布情况

土类		亚类		土属		土种	
名称	面积（亩）	名称	面积(亩)	名称	面积(亩)	名称	面积（亩）
潮土	75587	灰潮土	75587	灰潮砂土	75587	黄砂土	62918
						灰砂土	12669
红壤	55146	典型红壤	55146	麻砂质红壤	55144	红砂土	55137
							7
				泥质红壤	2		2
石灰（岩）土	4376	棕色石灰土	4376	棕色石灰土	4376		4376
水稻土	207221	漂洗水稻土	1661	漂麻砂泥田	1646	白鳊泥田	1646
				漂鳊泥田	14	白鳊泥田	14
		潜育水稻土	64898	烂泥田	34998	冷水田	4773
						浅脚烂泥田	30045
				青潮泥田	30080	青泥田	30080
		渗育水稻土	60035	渗潮泥田	3450	砂质田	3450
				渗麻砂泥田	50311	黄泥砂田	50039
						灰黄泥砂田	272
				渗鳊泥田	6093	黄泥田	5970
						灰黄泥田	99
						乌黄泥田	23
				渗紫泥田	181	乌紫泥田	79
						紫泥田	101
		淹育水稻土	633	浅鳊泥田	633	红土田	633
		潴育水稻土	77687	潮泥田	77687	灰泥田	25557
						乌泥田	52082
						紫灰泥田	48
新积土	2	冲积土	2	冲积砂土	2		2
紫色土	27980	酸性紫色土	27980	酸紫壤土	27980		27980

1.2 土地利用现状及农业生产概况

1.2.1 耕地利用现状

长汀县耕地分布图详见图 1.2-1，耕地面积分布详见表 1.2-1。

表 1.2-1 长汀县各乡镇耕地利用类型面积

乡镇	耕地总面积 (亩)	耕地利用类型面积 (亩)		
		水田	水浇地	旱地
庵杰乡	4914	4516	3	395
策武镇	17613	16266	183	1164
大同镇	18332	16957	114	1261
古城镇	16665	15661	128	876
馆前镇	23135	21886	1	1248
河田镇	59228	55235	74	3919
红山乡	16191	15634	67	491
南山镇	34179	32204	7	1968
三洲镇	15098	14515	65	517
四都镇	20713	19927	122	663
铁长乡	2832	2420	28	385
汀州镇	26	22	/	3
童坊镇	32452	30587	84	1780
涂坊镇	19918	18629	16	1273
新桥镇	20426	18694	147	1585
宣成乡	7975	7485	13	477
羊牯乡	4319	3847	5	466
濯田镇	56300	53567	175	2557
总计	370314	348053	1232	21029

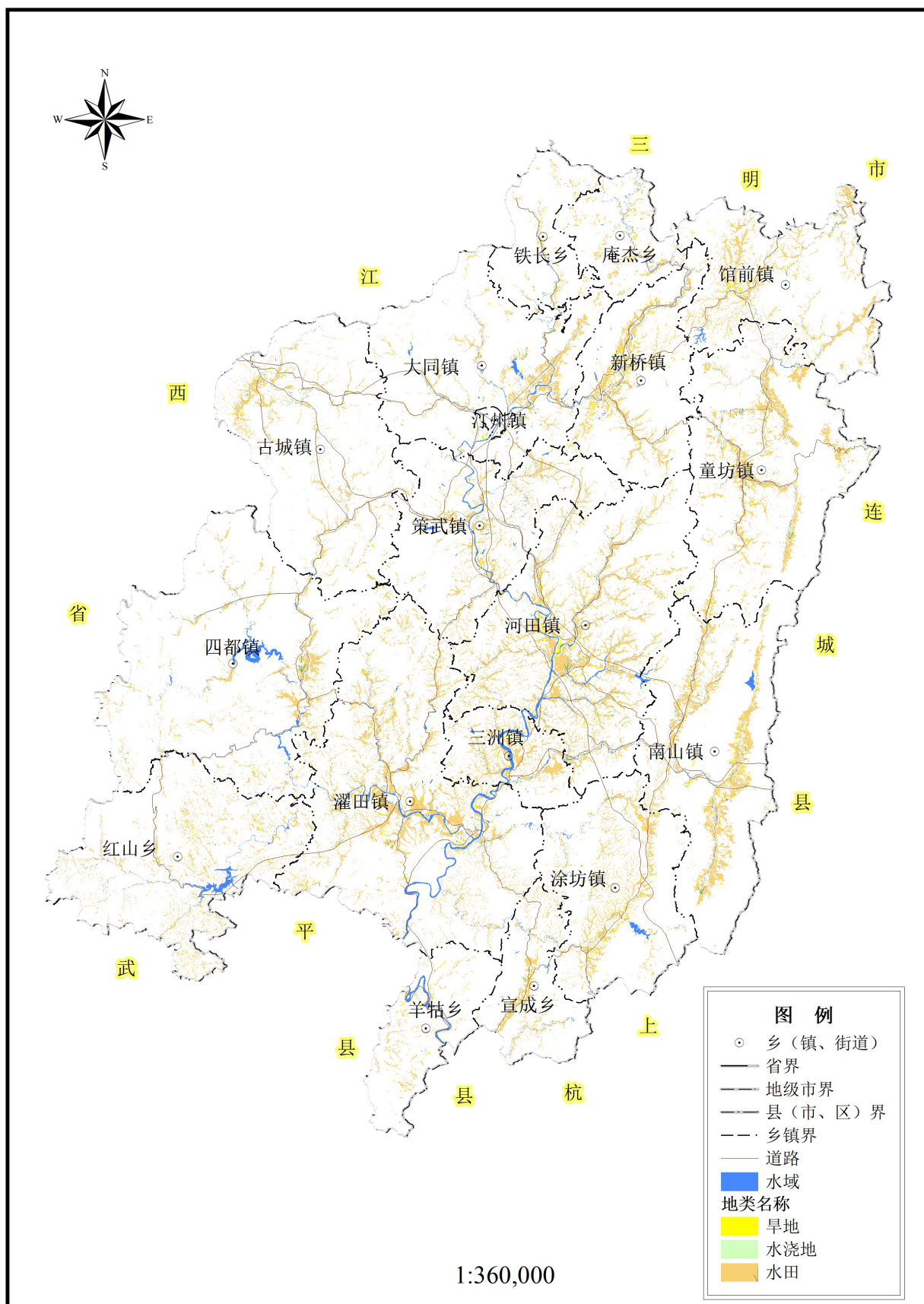


图 1.2-1 长汀县耕地利用类型分布图

长汀县耕地总面积 37.03 万亩，全县耕地以水田为主，面积达 34.81 万亩，占全县耕地总面积的 94.0%，主要分布在大同镇、馆前镇、河田镇、南山镇、四都镇、童坊镇、涂坊镇、新桥镇和濯田镇等乡镇；旱地面积为 2.1 万亩，占全县耕地总面积的 5.68%，主要分布在策武镇、大同镇、馆前镇、河田镇、南山镇、童坊镇、新桥镇和濯田镇等乡镇；水浇地面积最少，为 0.12 万亩，仅占全县耕地总面积的 0.32%，主要分布在策武镇、大同镇、古城镇、新桥镇、和濯田镇等乡镇。

1.2.2 长汀县农业生产概况

长汀县是粮食生产主力军，是福建省主要的粮食生产区。一是产粮大县。全县种植 30 亩以上种粮大户有 558 户，100 亩以上种粮大户 46 户，全国种粮大户 3 户，建立水稻功能区 25.57 万亩，全年粮食生产面积稳定在 38.3 万亩、产量稳定在 17.3 万吨左右，粮播面积在全省排第七，全市排第一，2022 年被评为市级粮食生产先进县。二是平安农机示范县。全县拥有大中型拖拉机 134 台、联合收割机 652 台、高速插秧机 184 台、大型粮食烘干机 8 台、大中型配套农机具 175 台，有 12 家农机合作社具备水稻生产全程机械化作业能力，2022 年农机合作社作业服总面积达 33.11 万亩，主要农作物综合机械化率 78.02%，全国第五批率先实现水稻全程机械化示范县。三是制种大县。2023 年全县水稻制种面积 3.34 万亩，位居全省第八，全县农作物良种覆盖率 98.5%以上、优质专用率 87%以上。四是全国统防统治百强县。全县设有 6 盏虫情测报灯、7 个病虫测报点、5 个水稻观测圃、40 个草地贪夜蛾性诱监测点和农药使用情况监测点 18 个，实现粮食作物统防统治覆盖率 43.5%，绿色防控覆盖率 40%。2023 年列入全国农作物病虫害统防统治百强

县。

长汀县耕地主要种植作物为水稻、烤烟、槟榔芋，种植模式以稻-稻、烟-稻、蔬菜-稻、烟叶-玉米为主。2024 年水稻播种面积 33.1571 万亩，产量 15.6913 万吨；烤烟播种面积 7.7957 万亩；蔬菜播种面积 16.9271 万亩，产量 30.4712 万吨，其中槟榔芋播种面积 6 万亩，产量 12 万吨。水稻、烤烟在我县各乡镇均有分布，玉米主要分布在馆前、童坊等乡镇，蔬菜（槟榔芋除外）主要分布在策武、河田、大同等乡镇，其中槟榔芋主要分布在涂坊、濯田、南山、河田等乡镇。

长汀县经营主体发展迅速，全县共有农民专业合作社 860 家(含 36 家联合社)，其中国家级示范社 12 家、省级示范社 48 家；家庭农场 2963 家，其中省级示范家庭农场 44 家；国家级龙头企业 1 家，省级龙头企业 4 家，市级龙头企业 42 家。2021 年入选全国农民专业合作社质量提升整县推进试点县，由种植大户和种植企业集中流转耕地面积 19.1 万亩，占全县耕地面积的 51%，流转率位居全市前列。高土地流转率有利于实现农业规模化、集约化经营，提高农业生产效率，有利于提升现代化的农业技术和管理手段，促进农业现代化进程。

1.3 长汀县耕地土壤酸化的主要影响因素及不利影响

1.3.1 耕地土壤 pH 值与酸化状况

根据 2023 年全国第三次土壤普查结果（表 1.3-1），长汀县耕地土壤普遍呈酸化现象，pH 值 5.5 以下的耕地土壤面积为 33.91 万亩，其中 $\text{pH} \leq 4.5$ 耕地面积 600.42 亩，约占全县耕地土壤总面积的 0.16%， $\text{pH} 4.5-5.0$ 耕地面积 17.51 万亩，占耕地面积 47%； $\text{pH} 5.0-5.5$ ，面积达 16.35 万亩，占全县耕地土壤总面积的 44.14%；

耕地土壤 pH 值 5.5 以下的耕地面积占比超过 90%，土壤酸化明显。土壤酸化严重影响了旱作蔬菜、槟榔芋等经济作物的种植，对水稻生产也造成严重影响，特别是近年耕地酸化造成水稻根结线虫病害严重，对进一步提升粮食产能制约明显，因此，开展酸化耕地治理很有必要。

表 1.3-1 长汀县不同乡镇酸化耕地土壤面积（亩）

乡镇名称	pH ≤ 4.5	pH 4.5-5.0	pH 5.0-5.5	总计
庵杰乡	/	1223	3069	4292
策武镇	6	5426	10058	15491
大同镇	1	2801	9676	12479
古城镇	12	5949	9237	15197
馆前镇	31	9524	12348	21903
河田镇	57	27505	26936	54498
红山乡	59	8342	6969	15370
南山镇	78	18676	13488	32242
三洲镇	0	9320	5202	14522
四都镇	20	7094	11026	18140
铁长乡	3	656	1614	2274
汀州镇	/	2	13	15
童坊镇	18	16040	13817	29875
涂坊镇	102	14214	5057	19374
新桥镇	/	5164	12325	17488
宣成乡	26	5979	1911	7916
羊牯乡	4	2222	1802	4028
濯田镇	182	34934	18922	54039
总计	600	175071	163470	339141

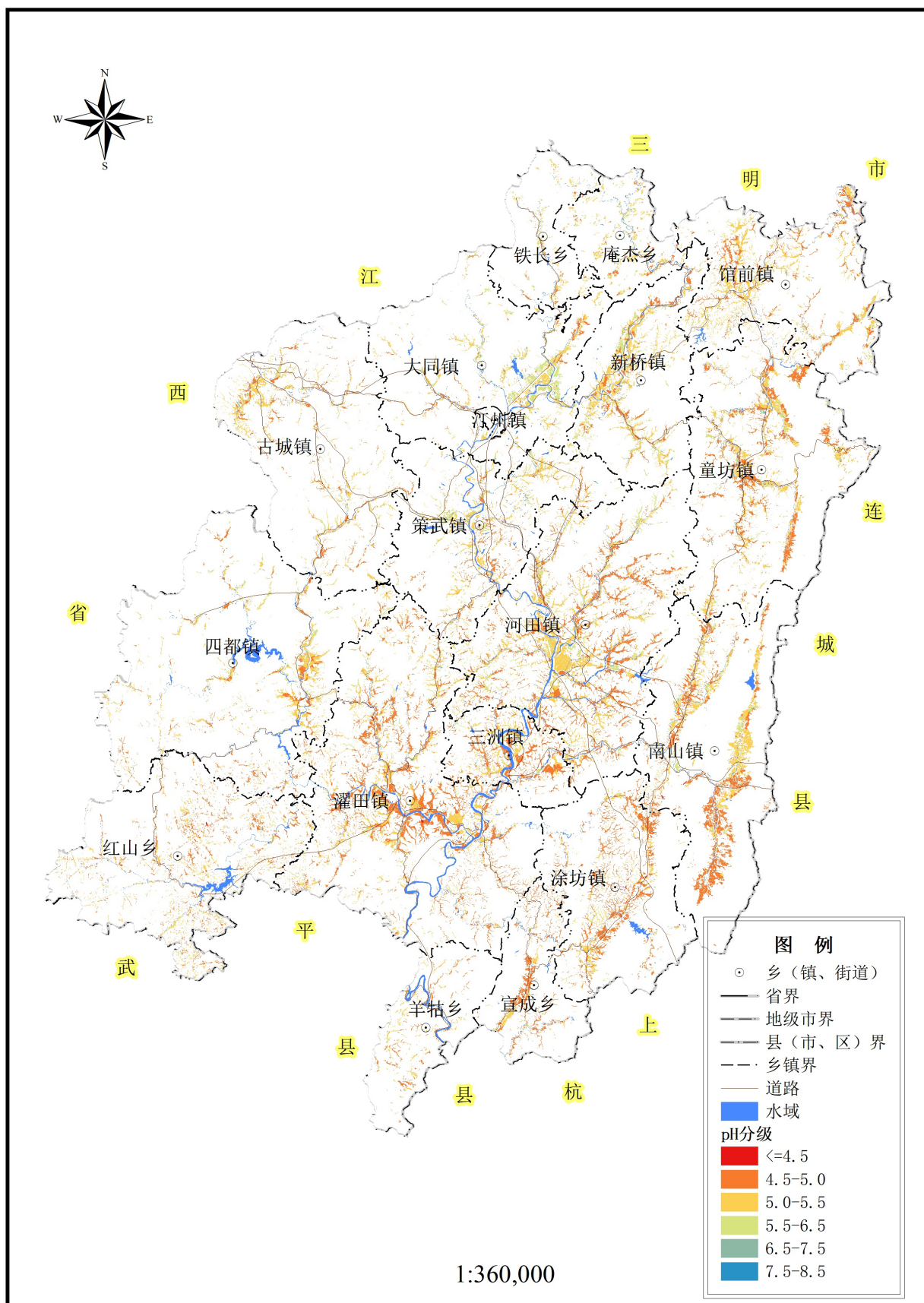


图 1.3-1 2023 年长汀县耕地土壤 pH 值图

1.3.2 引起土壤酸化的主要因素

土壤酸化是威胁农业生产与生态系统健康的全球性问题。土壤酸化直观的表现是土壤 pH 值持续降低、致酸离子含量增加，并伴随盐基离子大量流失、土壤酸碱缓冲能力下降。研究表明，我国目前 pH 值小于 6.5 的酸化耕地总面积约 311.1 万公顷，南方红黄壤地区和东北地区酸化尤为突出，与第二次土壤普查相比，当前我国耕地土壤 $\text{pH} \leq 5.0$ 的面积增加了 30%、 $\text{pH} 5.0-5.5$ 的面积增加 58% 和 $\text{pH} 5.5-6.5$ 的面积增加 23%。

土壤酸化是伴随土壤发生和发育的一个自然过程。自然条件下的土壤酸化多发生在高温多雨及湿润地区，主要包括两个过程：降雨中的 H^+ 或土壤中 H^+ 与土壤反应消耗土壤中的碱性物质，导致土壤 pH 下降；土壤中的碱性物质经淋溶作用淋失，土壤交换性酸逐渐形成。高温多雨的气候条件，致使土壤中矿物分解和有机质矿化作用强烈，盐基物质大量淋失，土壤 CEC 和盐基饱和度降低，氢饱和度上升，导致土壤持续酸化。长汀县地处亚热带区域，降雨丰沛，长汀县县耕地土壤 pH 变化幅度与年均降水量关系密切，年均降雨量对 pH 的影响最显著。因此，高温多雨的气候条件是导致长汀县耕地土壤发生不同程度酸化的主要自然因素。

另一方面，从人为因素来看，近几十年，长汀县农业发展迅速，特别是一些经济作物种植规模逐年提升，长期过量使用氮磷钾化肥（特别是经常过量使用氮肥）、长期使用生理酸性化肥、少施甚至不施有机肥也是造成长汀县耕地土壤酸化的成因。化肥施用对全球粮食安全功不可没，但不合理的施用严重影响了土壤健康质量和环境质量，特别是导致土壤酸化。农业生产中大量输入的氮肥约超过一半通过气体释放和淋溶等方式损失或保留土壤中。研究指出，农

田超过 55.1%的 H^+ 产生可归因于氮肥。氮的转化和铵根 (NH_4^+)、硝酸根 (NO_3^-) 吸收均影响酸化过程。众多的长期试验也表明, 长期过量施用氮肥导致土壤酸化严重。

1.3.3 土壤酸化对农业生产和生态带来的危害

土壤酸化对植物生长产生直接的抑制作用。(1) 植物根系受损。酸化土壤易板结变硬, 导致作物根系伸展困难, 吸收面积减少, 养分吸收能力下降, 造成作物营养不良、生长迟缓、僵苗小老苗。酸化导致土壤结构变差后引起的局部缺氧环境进一步抑制根系呼吸作用, 引发沤根现象;(2) 铝中毒风险增加。酸性条件下, 土壤中铝离子活性增强, 植物过量吸收铝元素会导致中毒, 严重时植株死亡;(3) 抗病能力下降。酸化土壤中作物长势弱, 免疫力降低, 易受腐霉菌、根线虫等土传病害侵染, 病虫害明显增多(如小叶病、苦痘病、斑点病、根结线虫、花/黄叶病、枯萎病、青枯病、根肿病、病毒病、僵苗、老苗、白苗等, 特别是根基部土传病虫害), 从而加重生产中农药使用的需求和生态风险。

土壤酸化对土壤肥力和生态产生显而易见的危害。(1) 土壤结构与养分失衡。土壤酸化会造成土壤结构被破坏、土壤物理性状恶化、土壤肥力质量下降、土壤抗逆缓冲性下降, 比如土壤硬化、板结、易开裂, 土壤透气、透水性变差, 土壤抗寒抗旱抗逆能力变差, 这些都非常不利于各类农作物的生长发育。土壤酸化后, 矿物质营养流失, 钾、钙、镁等阳离子在酸性环境中易被淋溶, 导致土壤贫瘠化。磷元素则易与铁、铝结合形成难溶化合物, 有效性显著降低;(2) 肥料利用率降低。土壤酸化破坏团粒结构, 加剧养分固定, 迫使农民增加化肥用量, 但吸收效率反而下降;(3) 土壤重金属活化。酸性条件促使金属离子溶解, 不仅毒害植物根系, 严重时还会

造成农产品中有毒重金属超标而危害食品安全和人类健康。

土壤酸化引起土壤生态功能退化。(1) 土壤微生物种群失衡。酸性条件下,土壤有益微生物(如氨化细菌、固氮菌)活性受抑制,有害真菌(如尖镰孢菌)大量繁殖,破坏土壤有机质分解和养分循环。(2) 土壤物理性质恶化。土壤酸化加速团粒结构分解,导致土壤板结、透气性下降,根系活力下降,进一步恶化植物生长环境。

1.4 项目实施必要性

1.4.1 项目实施的必要性

1.4.1.1 生态保护的需要

2021年3月,习近平总书记来闽考察的第一站便是到南平市武夷山国家公园,作出了“让绿水青山永远成为福建的骄傲”等一系列重要指示,为我们全方位推动绿色高质量发展指明了方向,提供了遵循。长汀作为三江源头、武夷山国家公园腹地,要全面贯彻落实习近平总书记重要指示精神,更要加倍注重生态环境的保护工作。土壤酸化直接影响着土壤的物理、化学及生物学性状,导致土壤中的有害物质活化,使得土壤结构被破坏,土壤板结,通透性变差,土壤矿质营养元素大量流失,养分活性降低。土壤微生物活性受抑制等一系列危害,而酸性土壤却是线虫和寄生蛔虫的天堂,土壤酸化所带来的病虫害将阻碍植物的生长,使病害、真菌和杂草大量滋生,最终严重破坏土壤生态环境。开展酸化耕地治理,通过施用土壤调理剂等,提升土壤盐基离子,改善土壤有益微生物种群,减少作物病虫害的发生,从而减少农药、化肥等投入品使用,减少面源污染,从源头保护生态环境,提高农业生态环境质量,对长汀县农业可持续发展和乡村振兴战略的实施具有重要意义。

1.4.1.2 绿色发展的需要

长汀县作为全国生态文明建设示范县和“两山”实践创新基地，开展土壤酸化治理是推动农业绿色低碳转型、实现高质量发展的必然选择。当前，土壤酸化问题严重制约当地农业可持续发展，危害多维度且系统性：一是导致养分流失、地力下降，农民增施化肥形成恶性循环，造成成本攀升和面源污染加重；二是增强重金属活性，影响农产品质量安全，威胁群众健康；三是使土壤微生物群落失衡，生态系统服务功能衰退，削弱农业系统韧性与可持续性。这些与长汀县建设目标不符，亟需系统性治理。

实施酸化耕地治理工程有诸多绿色发展效益：生态环境上，通过科学施用土壤调理剂、推广有机肥替代化肥等措施，可提升肥料利用率，减少温室气体排放，控制农业面源污染，助力农业“双碳”目标；资源利用上，创新构建“土壤调理+有机替代+循环利用”绿色模式，推动秸秆还田、畜禽粪污资源化利用和绿肥种植，形成生态农业体系，实现废弃物转化；产业发展上，提升耕地质量，为发展绿色有机农业创造条件，改善产品品质 and 安全性，提升附加值与竞争力，推动产业价值链延伸，也为休闲农业、乡村旅游等新业态提供支撑，实现生态价值向经济价值转化。长远来看，土壤酸化治理对构建绿色低碳循环现代农业体系、巩固生态文明建设成果意义深远。

1.4.1.3 民生改善的需要

长汀县开展土壤酸化治理，是关乎农民福祉与农业未来的关键民生工程。长汀县独特的地理气候条件，即中亚热带地区温和的气候与充沛的雨量，虽为农作物生长提供了天然优势，却也因矿物风化淋溶及土壤脱硅富铁铝作用强烈，使得土壤普遍呈现酸性或强酸

性反应。2023 年的耕地质量监测情况表明，长汀县耕地质量平均等级处于中等水平，但土壤酸化问题已十分突出。全县大部分耕地土壤 pH 值处于较低水平，酸性土壤占比极高。如此大面积的土壤酸化，给农业生产带来了极大的负面影响。在旱作蔬菜和槟榔芋种植中，酸化土壤破坏了作物生长所需的适宜环境，导致作物生长受限，产量与品质难以保障。对于水稻这一重要粮食作物，酸化土壤更是引发了根结线虫病害的频发，根系受损严重，阻碍了水稻对养分和水分的正常吸收，使得水稻生长受阻，产量提升遭遇瓶颈。粮食安全关乎国家安全，农业可持续发展是乡村振兴的根基。土壤酸化这一严峻形势，已对长汀县农民的切身利益和农业的长远发展构成威胁。开展酸化耕地治理迫在眉睫，这是改善民生、推动农业可持续发展的必然之举。

1.4.1.4 提升土壤质量的需要

开展土壤酸化治理，是长汀县提升土壤质量、保障农业可持续发展的关键之举。目前，土壤酸化已使长汀县耕地质量出现系统性退化。数据显示，长汀县 pH 值 5.5 以下的耕地土壤面积为 33.91 万亩，面积占比超过 90%。酸化环境危害极大，土壤中活性铝含量超标 2-3 倍，严重抑制土壤微生物活性，有益微生物数量减少 50% 以上，土壤生态系统功能严重受损。同时，酸化加速了土壤团粒结构破坏，耕层板结硬化，透气透水性大幅降低。实施科学系统的酸化治理迫在眉睫。通过采用土壤调理剂配合有机肥施用等技术措施，可提升土壤 pH 值与有机质含量。治理后，土壤将重建稳定的团粒结构，微生物群落多样性可恢复至正常水平的 80% 以上，蚯蚓等土壤动物种群数量显著增加。这些改善将全面提升土壤保肥供肥能力、缓冲性能和生物活性，有效解决酸化导致的土壤质量退化问

题，为农作物生长创造良好土壤环境，为农业高质量发展筑牢根基。

1.4.1.5 促进耕地资源可持续利用的需要

在农业生产中，化学肥料具有施入水中易分解、见效快等特点，深受农户青睐，被广泛使用。然而，长期过度施用化肥带来了一系列严重问题。湖、河、水库水体富营养化程度日益加剧，水华等现象频发，破坏了水生态平衡；地下水的硝酸盐浓度急剧增高，不仅影响水质安全，还对人体健康构成潜在威胁。与此同时，土壤酸化、板结问题愈发严重，部分地区土壤甚至开始出现退化迹象。退化后的耕地，土壤结构遭到破坏，保水保肥能力大幅下降，严重影响作物正常生长。轻则导致作物减产、品质降低，重则造成作物绝收，极大地降低了耕地的生产能力和经济效益，严重影响了耕地的持续利用。为改变这一现状，本项目积极实施酸化耕地土壤改良及提质增效技术。通过科学施用土壤调理剂、推广有机肥替代部分化肥等措施，有效改善土壤肥力，调节土壤酸碱度，培育健康土壤。这将显著提升土壤的保水保肥、透气透水等性能，为作物生长创造良好条件，从而提高农地资源的可持续利用水平，保障农业生产的长期稳定发展。

1.4.1.6 保障当地农业经济的健康发展的需要

土壤酸化问题已成为长汀县农业经济发展道路上的一块“绊脚石”，对保障当地农业经济健康发展构成了严重威胁。从农产品品质与质量安全层面来看，土壤酸化会显著提高土壤中某些重金属的活性。原本被固定在土壤中的重金属元素，在酸化环境下变得活跃起来，极易被作物吸收。同时，酸化的土壤环境还会加大作物病虫害的发生几率。病虫害的猖獗使得农户不得不增加农药的使用量，这就进一步导致农产品中重金属含量和农药残留超标。一旦农产品

出现这些问题，其品质将大打折扣，质量安全也无法得到保障，在市场上很难获得消费者的青睐，从而影响农产品的销售。从农业生产效益角度而言，土壤酸化会直接造成作物生长受到严重影响。作物根系在酸化土壤中难以正常吸收养分和水分，生长受到抑制，最终导致作物产量降低。种植户的种植效益因此大幅下降，投入与产出严重失衡。长此以往，农业经济发展将失去动力，难以实现健康、可持续的发展。所以，开展土壤酸化治理刻不容缓。

1.5 项目实施可行性

（1）政策支持

国家高度重视生态环境保护与农业绿色发展，长汀作为三江源头、武夷山国家公园腹地，积极响应习近平总书记关于“让绿水青山永远成为福建的骄傲”等重要指示，在生态保护与绿色发展方面有着明确的政策导向。土壤酸化治理契合国家政策方向，能获得政策扶持与资金投入，为项目实施提供坚实的政策保障。

（2）技术应用可行

当前，土壤酸化治理技术已取得显著进展，形成了较为成熟的技术体系。在土壤改良方面，科学施用土壤调理剂是一种行之有效的手段。不同类型的土壤调理剂可根据土壤酸化程度和作物需求进行精准选择，有效提升土壤盐基离子含量，改善土壤酸碱度，为作物生长创造适宜的土壤环境。同时，推广有机肥替代部分化肥也是重要的技术措施。有机肥富含有机质和多种营养元素，能够增加土壤肥力，改善土壤结构，提高土壤保水保肥能力。这些技术操作相对简便，易于在长汀县广大农村地区推广应用。此外，农业科研机构 and 高校在土壤酸化治理领域开展了大量研究，积累了丰富的实践经验，可为项目实施提供技术指导和培训，确保技术应用的科学性

和有效性。

（3）经济效益可行

项目实施具有良好的经济效益。治理后，土壤质量得到显著提升，作物生长环境得到改善，产量和品质将大幅提高。优质的农产品在市场上更具竞争力，能够获得更高的价格，从而增加农民收入。同时，减少化肥、农药的使用量，降低了农业生产成本，减少了面源污染，避免了因土壤酸化导致的耕地减产等损失，保障了农业生产的长期稳定。此外，土壤质量的提升还将为发展绿色有机农业创造条件，推动农业产业价值链延伸，提高农产品的附加值，实现生态价值向经济价值的转化，为当地经济发展注入新活力。

（4）社会效益可行

项目实施具有良好的社会效益。一方面，能够有效改善长汀县的土壤生态环境，减少土壤中有害物质的活化，降低农产品重金属含量和农药残留，保障农产品质量安全，维护人民群众的身体健康。另一方面，提高耕地质量，促进农业可持续发展，有助于实现乡村振兴战略目标，提升农民的生活水平和幸福感。同时，项目的实施还能增强公众的环保意识，引导社会各界积极参与生态环境保护，形成良好的社会风尚。

综上所述，长汀县开展土壤酸化治理项目在政策、技术、经济和社会等方面均具备充分的可行性，项目的实施具有广阔的前景和重要的意义。

1.6 项目区范围的确定

长汀县是福建省主要的产粮和制种大县。全县种植 30 亩以上种粮大户有 558 户，100 亩以上种粮大户 46 户，全国种粮大户 3 户，建立水稻功能区 25.57 万亩，全年粮食生产面积稳定在 38.3

万亩、产量稳定在 17.3 万吨左右，粮播面积在全省排第七，全市排第一，2022 年被评为市级粮食生产先进县；2023 年全县水稻制种面积 3.34 万亩，位居全省第八，全县农作物良种覆盖率 98.5% 以上、优质专用率 87% 以上。

长汀县地处中亚热带地区，气候温和，雨量充沛，矿物风化淋溶作用及土壤脱硅富铁铝作用强烈，致使土壤多呈酸性或强酸性反应。2023 年长汀县耕地质量平均等级为 4.94 等，属中等水平，耕地土壤普遍呈酸化现象。根据 2023 年全国第三次土壤普查结果，长汀县耕地土壤普遍呈酸化现象，pH 值 5.5 以下的耕地土壤面积为 33.91 万亩，其中 $\text{pH} \leq 4.5$ 耕地面积 600.42 亩，约占全县耕地土壤总面积的 0.16%， $\text{pH} 4.5-5.0$ 耕地面积 17.51 万亩，占耕地面积 47%； $\text{pH} 5.0-5.5$ ，面积达 16.35 万亩，占全县耕地土壤总面积的 44.14%；耕地土壤 pH 值 5.5 以下的耕地面积占比超过 90%。土壤酸化严重影响了旱作蔬菜、槟榔芋的种植，对水稻也造成严重影响，特别是近年耕地土壤酸化造成水稻根结线虫病害频发，对进一步提升粮食产能制约作用明显。

长汀县委、县政府根据长汀县耕地土壤质量情况、耕地的分布情况以及长汀县第三次全国土壤普查成果，同时考虑粮食作物核心产区高标准建设，选取河田镇、濯田镇、南山镇、古城镇、新桥镇、童坊镇、馆前镇、四都镇、三洲镇、涂坊镇等 12 个乡镇开展土壤酸化耕地治理共计 80367 亩。项目区域建设酸化耕地治理综合施策样板示范田 5 个，树立标识牌；通过项目 3 年酸化耕地实施，实现项目区土壤 pH 值提高 0.5 个单位，耕地质量等级提升 0.5 等和亩均粮食产能提升 10% 以上。

1.7 技术路线

本次土壤酸化改良技术实施路线如图 1.7-1。

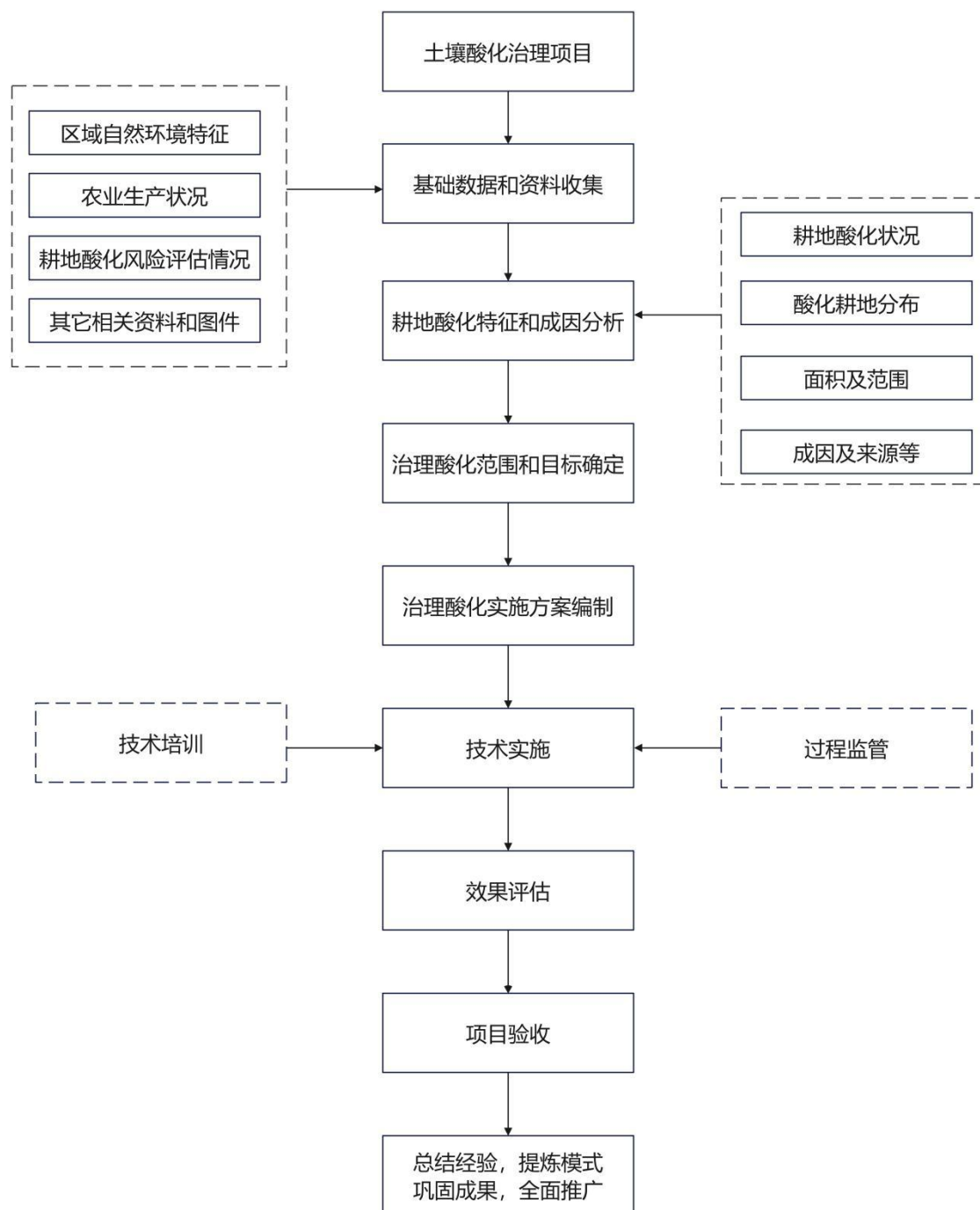


图 1.7-1 土壤酸化改良技术实施路线

2 总体目标

从 2025 年起，集中连片推广已成熟的治理技术，按照“集中、提档、增效”的原则，采取“规模化推进、相对集中连片实施。选择土壤 pH 值小于 5.5 的酸性耕地开展酸化耕地治理 8 万亩以上，通过 3 年的连续治理，项目区酸化耕地土壤 pH 值平均增加 0.5 个单位，土壤酸化得到有效缓解，亩均粮食产能提升 10%以上，耕地质量等级提升 0.5；打造一批推进酸化耕地治理的综合施策样板田和一套行之有效、可复制可借鉴的工作推进机制。

3 建设内容

3.1 主要建设内容

本项目土壤酸化改良技术主要运用于长汀县河田镇等 12 个乡镇。总计实施 80367 亩。实施内容主要有：

（1）开展酸化耕地治理面积 80367 亩。主要采取酸化改良产品综合技术集成模式，烟稻种植区采取“水旱轮作+酸化改良产品+配方施肥+秸秆还田”技术模式、烟玉米种植区采取“酸化改良产品+配方施肥”技术模式、烟区外的水稻种植区采用“酸化改良产品+配方施肥+秸秆还田+种植绿肥”模式、槟榔芋-水稻轮作项目区，采用“酸化改良产品+配方施肥”技术模式。项目实施第一年主要选择土壤酸化改良产品（石灰质物质、土壤调理剂或有机肥）亩施用量 75-150 公斤，以达到快速土壤调酸目标。第二年、第三根据第一年的实施效果，结合绩效目标，动态调整和优化酸化改良产品的品种和用量。

（2）样板田建设。选择集中连片、积极性高的种植主题或整村、整乡推进酸化耕地治理样板田建设。以施用土壤调理剂等酸化改良产品为重点，配合种植绿肥、秸秆还田、增施有机肥等技术，

树立示范标识牌，每年建立不同技术模式的样板田 5 个，其中“水旱轮作+酸化改良产品+配方施肥+秸秆还田”技术模式样板田 3 个；“酸化改良产品+配方施肥”技术模式样板田 1 个；“酸化改良产品+配方施肥+秸秆还田+种植绿肥”技术模式样板田 1 个。

（3）取土化验。按照每 1000 亩不少于 1 个取样点要求，布设调查采样 80 个以上，实施前采集土壤样品 80 个以上，实施后按照年度在同一点位上采集土壤样品。检测项目为：土壤容重、pH 值、有机质、碱解氮、全氮、有效磷、速效钾、缓效钾、交换性阳离子（CEC）及 5 项重金属有效态（镉、铬、铅、砷、汞）等项指标。

（4）田间试验。依据不同种植模式开展酸化改良产品用量与品种试验，技术式与酸化治理肥效验证试验，第 1 年度完成 10 个，第 2 年度完成 10 个。

（5）建立“三区四情”耕地质量监测点。建立 1 个“三区四情”耕地质量监测点，跟踪耕地质量状况，监测点建设标准参照《耕地质量监测技术规程》（NY/T1119-2019），监测点建成后及时纳入福建省耕地质量监测网络。

（6）开展技术培训。举办技术培训班、现场观摩会，主要培训对象为县乡农技人员、实施区域内种植大户等。

（7）开展年度实施效果评价。在做好项目实施前后取土化验、田间试验、效果监测试验等数据采集工作基础上，开展专项效果评价，并形成年度专项效果评价报告，三年完成后形成总体评价。

（8）开展年度项目验收。年度任务实施完成后，县级农业农村部门开展自检自验，同时接受省农业农村厅组织开展核验，核验面积不少于当年实施面积 50%，核验工作主要查看土壤调理剂或有机肥等材料进货单、合格证、发放记录、施用记录或台账，田间

试验实施情况及试验报告，对项目区农户进行走访调查。项目验收通过后，将年度实施地块通过全国农田建设综合监测监管平台全部上图入库。

3.2 项目酸化耕地治理技术模式的确定

土壤酸化改良是指运用土壤学、生物学、生态学等多学科的理论与技术，改善土壤酸化，提高土壤肥力，为农作物创造良好土壤环境条件的一系列技术措施的统称。土壤酸化改良技术主要分农业措施、化学改良和生物改良措施等。

3.2.1 酸化土壤改良技术分类

3.2.1.1 农业措施

农业措施是因地制宜地调整一些耕作管理制度，农业措施主要包括控制土壤水分、改变耕作制度、调整作物种类、合理施用有机肥、秸秆还田等。

（1）控制土壤水分。通过控制土壤水分，改变大水漫灌，采用喷灌或者滴灌等技术，降低盐基离子的淋失而造成的土壤酸化。

（2）优化施肥管理，合理施用化肥。首先，合理施肥管理可以通过减少氮肥过量使用来缓解土壤酸化，同时优化氮肥类型的施用，优先选择生理中性或碱性氮肥。其次，调节肥料配比、施肥方式及施肥时机是控制土壤酸化的关键措施。通过合理的肥料配比（如氮、磷和钾肥的平衡施用），可以避免单一肥料的过量使用，减少对土壤酸化的负面影响。例如，增加 Ca 和 Mg 等碱性肥料的施用可以有效缓解酸性土壤，提升土壤 pH 值。精准施肥技术通过基于土壤养分状况、作物需求以及气候条件的精细化管理，合理调节肥料的种类、数量和施用时间，减少肥料浪费并提高肥料的利用效率。这不仅有助于减少土壤酸化，还能提高农业的可持续性。

(3) 增施有机肥。近年来有关土壤酸化防控和改良研究进展的综述论文中，增施有机肥作为重要改良手段之一。通过施用有机肥增加有机质含量也有助于缓解土壤酸化。有机质能够提高土壤的缓冲能力，减少酸性物质的积累。有机质的分解可以促进微生物活性，使土壤中酸性物质被分解或转化，进而有助于维持较为稳定的 pH 值。此外，增加有机质还能改善土壤结构，提升通气性和水分保持能力，从而为植物生长提供更适宜的环境条件，有助于提高植物对酸化土壤的适应性和抵抗力。

(4) 适量补充中/微量元素肥。在作物种植管理上，在做到合理使用氮磷钾、增施腐熟有机肥的基础上，还要特别重视土壤作物上各类中微量元素的补充使用，重点补充钙肥、镁肥、硼肥、锌肥、钼肥等，这样在抑制和减轻土壤酸化问题、保障作物健康生长等方面有一定的帮助作用。

(5) 增施微生物菌肥或菌剂，促进土壤自我调理修复。在酸化土壤中，有益微生物菌占下风、有害微生物菌占主流，这样不仅作物容易发生各类病虫害，而且土壤酸化问题会逐年加重。为此，建议在酸化土壤上尽量多施一些微生物菌肥或菌剂（一定要搭配腐熟有机肥一起使用），以此来大量补充增加土壤里的有益微生物菌数量、压制土壤中有害微生物菌的存活空间，这样既能起到修复耕地、改良土壤、缓解板结、活化养分、培育地力、减轻作物病害的作用，同时还能促进土壤中有机质含量的增加、促进酸化土壤不断的自我平衡调节已经失衡的酸化土壤。

(6) 秸秆还田及生物炭施用。秸秆还田能够为土壤补充大量有机质，其中含有丰富的碱性矿物质（如 Ca、Mg 和 K），可以通过矿化释放减少土壤酸性物质的积累，提高土壤 pH 值。秸秆还田还

可以增强土壤 CEC，改善土壤结构，使土壤保持良好的通气性和保水性。同时，秸秆的分解过程为土壤微生物提供了碳源和能量，促进微生物活性，使有毒 Al^{3+} 钝化，从而减缓铝毒对植物根系的伤害。生物炭施入酸化土壤后，通过中和酸性物质和提供植物必需的 N、P、K、Ca 和 Mg 等营养元素，并能钝化酸性土壤中的重金属元素，从而促进作物的健康生长。生物炭的多孔结构有助于吸附和缓释养分，减少养分淋溶损失，同时为土壤微生物提供栖息地，优化土壤的微生物群落结构。此外，生物炭能够显著提升土壤 CEC，增强土壤对酸性变化的缓冲能力。

3.2.1.2 化学改良措施

化学改良主要是通过一系列的化学反应，吸附、固定转移或者转化土壤中对作物有害的离子，以改变土壤 pH 值和盐基离子含量，达到提高作物存活率和产量的目的。

(1) 无机改良剂：主要包括传统改良剂（如石灰、石灰石粉等）、各种贝壳粉和工业副产物（白云石、磷石膏、粉煤灰、磷矿粉、碱渣等）。石灰类物质施用被广泛用于提高土壤 pH 值，减少酸性环境的影响。石灰类物质的主要成分为 CaO ，在传统农业中应用较为广泛，是较经济和便捷的酸性土壤改良剂。施用石灰类物质能够中和酸性土壤中的活性酸和潜在酸，有效缓解铝毒，并通过生成氢氧化物沉淀来增加土壤中的 CaO 含量和提高土壤酶活性等。

(2) 有机改良剂：有机改良主要包括有机肥、畜禽粪便、作物秸秆、豆科绿肥、泥炭、生物质炭、修剪枝条、木质素、腐殖酸及纤维素等有机物。土壤有机改良剂能有效减缓和平衡酸化土壤、调节土壤酸碱度、提高土壤有机质含量且可快速改善土壤团粒结构。长期施用有机改良剂可提高土壤有机质含量，从而提高土壤的

酸缓冲容量，显著提高土壤的抗酸化能力，缓解土壤酸化。但由于某些有机改良剂含重金属和抗生素等污染物，选择有机改良剂时要注意规避环境和健康风险，避免有害物质引入土壤。

(3) 新型改良剂：20 世纪 50 年代以后，各国学者开始了对人工合成土壤调理剂的研究。最早由美国研发出一种名为“Kriluim”的土壤结构改良剂，向土壤施用后有利于土壤团粒结构的形成、可以增强土壤的水稳性能，且施用后不易被微生物降解。其后多国也陆续研发出多种合成改良剂，主要包括水解聚丙烯腈（HPAN）、聚乙烯醇（PVA）、聚丙烯酰胺（PAM）等，其中聚丙烯酰胺当前仍应用较广。20 世纪 80 年代，许多国家将人工合成技术应用到土壤调理剂的生产当中，应用较多的是高分子改良剂。高分子改良剂主要是通过改良土壤结构和理化性状来改善酸化土壤，主要分为天然类高分子和合成类高分子两大类，天然高分子物质主要有腐殖酸类、多聚糖类、纤维素类以及木质素类等，合成高分子主要有聚丙烯酰胺（PAM）及盐类、聚乙烯醇、聚醋酸乙烯、脲醛树脂以及聚谷氨酸等。腐殖酸是天然高分子有机物质，可以促进作物在酸性土壤中的生长，主要表现在可以降低土壤交换性 Al^{3+} ，进而减少因 Al^{3+} 水解而产生的 H^+ 的含量。

3.2.1.3 生物改良措施

目前，除了应用化学改良剂来改善土壤外，生物改良是另一种最为常见的措施。通过生物措施改良酸土，亦能收到明显效果。生物改良主要是利用土壤动物、植物和微生物对酸化土壤的修复作用和植物根系分泌物缓解酸性土壤铝毒，进而起到改良酸性土壤的作用。

土壤动物如蚯蚓可以通过取食土壤有机成分、排泄蚓粪、分泌

粘液和挖掘洞穴等活动影响土壤的形成和养分循环，最终改善土壤酸化现象。绿肥是有机肥的重要来源。绿肥种植不仅可以增加土壤养分含量，提高土壤肥力，减少化肥用量，提升土壤 pH，改善土壤环境质量。将套种豆科作物+施用生物菌肥等作为核心技术进行推广应用，可以加快土壤生物体系修复，平衡土壤酸碱度和提高肥力。

3.2.1.4 农水工程措施

采取农水工程措施降潜治渍和实行水旱轮作，是研究区农田土壤阻控土壤酸化的有效改良措施之一。对农田特别是冷浸田开展农水工程建设，提前开好靠山沟和排水沟，降低土壤的地下水位，在水稻收割后，开展水旱轮作，抑制土壤酸化。研究表明，对酸化严重的农田土壤，可在合理施用肥料的同时，实行水旱轮作土地利用模式；同时，降低地下水位，实行旱土覆盖栽培技术，改良土壤结构，使土壤酸度逐渐趋于中性。

3.2.2 项目酸化耕地治理技术模式的确定

3.2.2.1 施用碱性改良剂，调控土壤酸性

(1) 施用白云石粉

白云石是碳酸钙和碳酸镁以等分子比的结晶碳酸钙镁 $[\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2]$ ，比较好的白云石一般含 CaCO_3 54%-58%， MgCO_3 40%-45%；当 MgCO_3 存在但含量低于 40% 时，一般叫做白云灰岩，而方解石是含有 100% 的 CaCO_3 。作为一种广泛被用于酸性土壤改良的石灰质材料，其优缺点如下：

① 优点：白云石 $[\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2]$ 不但可以有效调节酸化土壤 pH 值，由于其含镁元素，缓解 Al 和其他重金属毒害，补充 Ca、Mg 营养，改善土壤结构。施用白云石后的土壤中交换性铝、锰含量明显

降低；随着白云石粉用量的增加，土壤 pH 值和土壤的阳离子交换能力显著增加。

②缺点：不宜过量一次性投入，如在生产上长期施用白云石来增加土壤 pH 值，会造成土壤结构的破坏，引起土壤板结明显。

（2）施用石灰粉

在农业生产中，施用石灰来改良土壤是最传统的措施，石灰中的主要成分为 CaCO_3 ，施加至土壤后 CaCO_3 会与土壤溶液中 H^+ 解离出 Ca^{2+} 和 CO_3^{2-} ，可实现缓解土壤酸化的作用。此外，解离反应生成的 Ca^{2+} 还会与土壤胶体颗粒上吸附的重金属离子发生交换作用，通过将重金属转化为不易被植物吸收的不易溶解形式，来降低酸化土壤重金属离子的溶解度，进一步缓解土壤酸化的危害，提高作物的品质和产量。其优缺点如下：

① 优点：石灰中富含钙、镁等元素，施用后能迅速提高土壤中交换性 Ca 和 Mg 的含量。由于钙离子的强絮凝化作用以及土壤中一些无定形态的铝、铁形成的氢氧化物，能很好的减小土壤颗粒之间的作用力，改善土壤结构。由于土壤中大量的交换性 Al 在石灰碱性环境下形成了羟基 Al 聚合物，降低了对植物的铝毒害作用。

②缺点：施用石灰粉仅局限作用于 20 cm 以上的表层土壤，修复效果不彻底，且容易返酸，因此不能过量频繁施用，施用时可与其他碱性肥料配合施用。另外长期或大量使用石灰会引起土壤板结还会引起土壤中钙、镁、钾等元素的平衡失调而导致作物的减产。

（3）施用牡蛎壳酸性土壤改良材料

改善酸性土壤的酸碱度，通常采用的方法是使用石灰性碱性肥料提高土壤中 OH^- 的含量。 OH^- 的来源主要是土壤中碳酸钠、碳酸氢钠等盐类水解以及土壤胶体上含有的可交换性钠形成强碱转化结

果。

而牡蛎壳经高温煅烧后，主要成分由碳酸钙转变为氧化钙，氧化钙遇水易形成强碱： $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2$ ，有利于提高土壤中 OH^- 的数量。此外，降低土壤中可交换性 Al^{3+} 的浓度，也是提高土壤 pH 值的一个有效途径。酸性土壤中施用牡蛎壳土壤调剂后，土壤溶液中可交换性 Al^{3+} 数量减小，土壤 pH 值增大，同时， Mg^{2+} 在土壤中属于致碱离子，这在一定程度上也起到提高土壤 pH 值的作用。牡蛎壳改良材料具有以下特点：

① 属于碱性物料，能调节土壤的酸性，从而恶化了线虫、土传病菌等等的生存环境，从根本上解决土壤的土传病害问题；

② 富含活性的氧化钙，含量高达 45%，不易被土壤吸附固定，易被作物吸收利用；

③ 含有多种微量元素，可以一定程度上补充作物生长所需的微量元素；

④ 独特的微孔结构，可以钝化、吸附土壤中的重金属，减轻镉等重金属的毒害；含有多种氨基酸和甲壳素等等有机物质，可以提高土壤中有益菌的活性，促进土壤的新陈代谢，改变作物的土壤环境，促进作物的根系，提高作物地上部的生长速度。

（4）施用鸡粪灰

鸡粪经发电后的副产物鸡粪灰呈碱性，施用鸡粪灰可以中和土壤酸，提升土壤 pH 值；可以补充钾元素，减少酸性肥料氯化钾的施用；可以在作物生长期施用，不会对生长的作物造成影响；可以克服石灰类物质不能长期施用的缺点。长汀县当地有圣新能源发电厂，可以就地取材。

（5）施用钙镁磷肥

钙镁磷肥为碱性肥料，施用后对土壤有一定调酸效果，既可以补充中量元素钙、镁，又可以补充大量元素磷，减少酸性肥料过磷酸钙的施用；可以在作物生长季施用，特别是在绿肥种植后施用效果表现非常好；在抑制土壤重金属活性方面也表现非常好，受广大种植户欢迎。

3.2.2.2 “酸化改良+” 综合技术集成模式

土壤酸化伴随着土壤肥力退化和养分缺乏等问题，采用单施酸化改良剂等方法虽然对治理土壤酸化有一定的改良效果，但需要人力、物力和经济等成本投入。另外，单一酸化改良技术不能解决酸性土壤普遍存在有机质缺乏、养分失衡等问题，实施酸化改良后作物产量及品质难以得到有效提升，种植效益仍然不高，必然影响农民实施酸化改良的积极性。因此，应结合化肥投入定额制、化肥减量增效、有机肥替代化肥、绿肥推广、秸秆综合利用、水稻高质高效创建等项目，建立“酸化改良+”技术集成等综合模式示范区，提高土壤酸化治理的生态效益、经济效益和社会效益，增加土壤酸化治理效果的显示度，有利于土壤酸化治理技术的推广。

（1）技术原理

“酸化改良产品+”综合技术集成模式是将酸化耕地土壤改良修复（土壤酸化改良、有机质补充、中微量元素补充）和养分精准供应有效结合，解决传统土壤边改良边酸化的问题。主要作用原理如下：

1）对土壤酸度的影响

土壤酸度分为活性酸度和潜性酸度，土壤溶液中 H^+ 浓度代表活性酸度（pH），土壤胶体上吸附态的可交换性 H^+ 和 Al^{3+} ，在离子交换作用下进入淋溶液中的酸度为潜性酸度。酸度是影响土壤环境质

量，限制作物产量的重要指标之一。通常酸化土壤中含有高浓度的 H^+ 和 Al^{3+} ，影响土壤中氧化还原、吸附解吸、沉淀溶解、络合等一系列化学反应的进行。高浓度的 H^+ 和 Al^{3+} 抑制植物根部细胞分裂、伸长和膜运输，打破植物内部激素平衡，抑制植物生长发育，降低作物产量和品质。

首先，综合集成技术实施后可直接中和土壤表层部分质子，有效提升耕地土壤 pH 值；随着碱性改良剂的施用，大量盐基离子被带入土壤中，释放溶解后极大地增强了土壤溶液的离子强度和阳离子交换量，使土壤碱化。这种直接的中和作用和阳离子输入改良土壤酸度的过程，是不受生物活性控制的化学过程，作用迅速，是综合集成技术改良土壤酸性的重要机制之一。

其次，在有机质分解过程中，有机氮在氨化作用下产生 OH^- ，中和 H^+ 和 Al^{3+} 酸度；改良剂中碱基阳离子也能将土壤溶液中 H^+ 和 Al^{3+} 置换到土壤胶体表面，降低酸度。同时还能降低土壤固相中交换性氢和铝含量，改善土壤酸环境。交换态铝以 Al^{3+} 为主要形态，吸附在土壤黏粒或胶体表面。改良剂促进土壤溶液中 Al^{3+} 或胶体表面交换性铝聚合生成吸附态羟基铝，交换态铝和有机质配合成有机配合态铝，降低土壤潜在酸度，实现改良酸性土壤目的。

2) 对土壤养分的影响

土壤养分是植物生长发育的必需条件之一，其含量与土壤肥力密切相关。酸化增加土壤胶体正电荷，土壤逐渐呈正电性，在静电作用下减少吸附碱基阳离子，易使养分随降水淋溶，故酸化土壤养分含量低。有机肥、绿肥、秸秆还田腐解有机物通过补充养分和提升养分固持力增加土壤养分，减缓土壤酸化进程，为植物生长提供营养，增加作物产量，提升作物品质。

综合集成技术使土壤富含有机质，富含植物生长发育必需的大量、中量和微量元素，可有效提高土壤有机质含量，改良土壤结构，从而提高土壤的酸缓冲容量，显著提高土壤的抗酸化能力，并通过有机质吸附、络合、螯合和还原作用，固定土壤重金属或改变其赋存形态。同时，还可提高土壤阳离子交换量（CEC），增加养分固持力，降低养分淋失。能补充土壤有机质，提高 CEC，还能通过无机氮转为有机氮形式，在微生物矿化下分解有机氮，减少淋溶氮，增加养分利用率。

3) 对土壤结构的影响

土壤结构指土壤颗粒或团聚体与孔隙组成的三维结构，决定土壤水、肥、气、热贮存和传输。土壤结构主要包括土壤孔隙和土壤团聚体。酸化增加土壤容重，降低土壤孔隙度和田间持水量，导致土壤板结严重，水肥气热通透性极差。“酸化改良+”综合集成技术主要通过改善土壤孔隙和土壤团聚性改良土壤结构，促进有机质分解、土壤养分活化、微生物活动和植物根系的伸长。同时，通过改变土壤有机质、氧化物含量和保水性等影响土壤团聚体，改善土壤结构。其中的有机质和氧化物主要充当团聚体胶结剂，影响土壤团聚体形成和稳定性。可促进微团聚体转化为大团聚体，提高土壤几何平均直径和质量平均直径，形成水稳性团聚体。进一步增强团聚体稳定性，从而改善土壤结构。

4) 对土壤微生物活性的影响

微生物和酶是土壤环境变化的重要传感器，参与 C、N、P 等元素地球生物化学循环。酸化土壤酸度大、土壤结构差、养分含量和有效性低，影响微生物多样性和酶活性。“酸化改良+”综合集成技术通过改变土壤物理、化学性质等方式，为微生物提供适宜生境，

促进有益、功能性微生物和酶改良土壤。综合集成技术通过影响土壤物理、化学性质，塑造微生物适宜生境，增加微生物数量和活性。增加了土壤累积孔隙度、孔表面积密度，促进了紧密块状土壤结构转变为多孔结构（大孔、中孔），为微生物提供栖息地，提高微生物丰富度和多样性。增加有益菌丰度，抑制致病菌数量。

总之，综合集成技术针对性添加了钙、镁等中微量元素，养分含量满足作物养分需求，平衡养分供应，提高酸性土壤的缓冲能力，并有效缓解粮食作物因缺素所引起的生理性病害症状，可全面替代化肥，从而有效控制耕地土壤酸化源头。

（2）技术特点

“酸化改良+”综合集成技术是从土壤酸碱调理、土壤有机质补充、养分控制等多角度对耕地土壤进行改良修复，同时将土壤改良和作物养分需求供应有效结合，提供作物生长所需的充足全面营养，降低传统化肥（氮磷钾）的使用，引导种植户科学施肥，转变传统施肥理念，避免边土壤改良边过量施用化肥的现象持续发生，解决长汀农作物种植土壤“边改良边酸化”的痛点，稳步提升土壤pH，推动土壤酸化改良治理长效可持续发展。

（3）推广应用效果

根据《福建省土壤酸化现状及防控技术综合评价项目进展报告》（福建农林大学，2022年），在福建省闽侯县、寿宁县、永春县、平和县、永定区、宁化县、邵武市等7个县（市、区）的水稻开展不同种类和不同用量土壤调理剂改良酸化土壤试验，在浦城稻田、平和蜜柚果园及武夷山茶园等土壤酸化改良取得显著成效。

针对土壤pH小于5.5项目区水田，融合测土配方施肥、绿肥种植及稻草还田技术基础上，形成：①“土壤调理剂+秸秆还田+

配方施肥”、②“土壤调理剂+紫云英稻草协同还田+配方施肥”2种水田土壤酸化治理技术集成模式。

3.3 项目实施

3.3.1 实施目标

选择土壤 pH 值小于 5.5 的酸性耕地开展酸化耕地治理 8 万亩以上，通过 3 年的连续治理，项目区酸化耕地土壤 pH 值平均增加 0.5 个单位，亩均粮食产能提升 10%以上，耕地质量等级提升 0.5 等，打造一批推进酸化耕地治理的综合施策样板田和一套行之有效的、可复制可借鉴的工作推进机制。

实施土壤酸化改良后，土壤 pH 值稳步提升的同时，项目区耕地土壤酸化趋势得到遏制，耕地质量得到提升，同时农作物产量不减少。

3.3.2 拟采用的技术模式

1. 针对不同酸化程度土壤的技术模式

一是土壤降酸治理区。在强酸性耕地（ $\text{pH} < 5.0$ ）治理区，以土壤降酸和抑制土壤铝毒为主，施用石灰质物质、土壤调理剂，增施有机肥、补充含硅和中微量元素肥，开展秸秆还田等。治理区主推“石灰质物质（土壤调理剂）+”集成技术模式，以施用石灰质物质、土壤调理剂等化学措施为重点，配合增施有机肥、秸秆还田等农艺措施，根据土壤养分状况及作物需求，补充含硅和中微量元素肥，达到快速提升土壤 pH 值和减轻土壤铝毒的目标。

二是土壤阻酸治理区。在酸性耕地（ $5.0 \leq \text{pH} < 5.5$ ）治理区，以土壤阻酸和土壤改良为主，施用土壤调理剂、碱性肥料，种植绿肥、增施有机肥等。治理区主推“土壤调理剂（碱性肥料）+有机肥（种植绿肥）”集成技术模式，统筹施用土壤调理剂、碱性肥料，

增施有机肥、种植绿肥等化学、农艺措施，发挥叠加效应，达到提升土壤 pH 值，兼顾土壤改良的目标。

三是土壤控酸治理区。在弱酸性耕地（ $5.5 \leq \text{pH} < 6.5$ ）治理区，以土壤控酸和土壤培肥为主，推广测土配方施肥、秸秆还田、增施有机肥、种植绿肥、合理轮作等。治理区主推“测土配方施肥+有机肥（种植绿肥）”集成技术模式，加强测土配方施肥推广应用，控制酸化来源；推进增施有机肥、种植绿肥等农艺措施，有条件地区，推广水旱轮作、间套作等，达到土壤控酸及培肥地力的目标。

2. 针对不同农作物种植体系的技术模式

根据长汀县项目实施区域的划定依据及划定结果，结合实地调查，项目实施区涉及作物主要有烟稻轮作、烟叶-玉米轮作、稻芋轮作以及双季稻等。主要采取酸化改良产品综合技术集成模式，酸化改良产品主要选择石灰质物质、土壤调理剂或有机肥等，以达到快速降酸治酸目标。

（1）水稻-烟叶轮作种植体系

在烟稻轮作项目区，结合种植习惯和水稻养分需求特点，采用“水旱轮作+酸化改良产品+配方施肥+秸秆还田”技术模式。2025年，根据实施区域土壤 pH 状况，在 $\text{pH} < 4.5$ 项目区，亩施白云石粉或有机肥等酸化改良产品 150 公斤；在 $4.5 \leq \text{pH} < 5.0$ 项目区，亩施白云石粉或有机肥等酸化改良产品 100 公斤；在 $5.0 \leq \text{pH} < 5.5$ 项目区，亩施有机肥 75 公斤。结合水稻秸秆还田，在烤烟整畦前施用酸化改良产品，其余则按照常规操作，在土壤改良同时根据土壤养分状况，科学施肥，坚持化肥减量和平衡施肥原则，烟后水稻化肥（氮肥）减量，阻控土壤酸化源头。2026 年、2027 年则根据第一年土壤 pH 的变化情况和提升效果，加强酸化治理监测，动态调

整土壤酸化改良产品的品种用量。针对土壤 $\text{pH} \geq 5.5$ 的项目区域，以土壤培肥为主，采样“测土配方施肥+有机肥”技术模式，指导农户测土配方施肥。本技术模式施用面积 62367 亩。

（2）烟叶-玉米轮作种植体系

在烟叶-玉米轮作项目区，采用“酸化改良产品+配方施肥”技术模式。2025 年，根据实施区域土壤 pH 状况，在 $4.5 \leq \text{pH} < 5.0$ 项目区，亩施白云石粉或有机肥等酸化改良产品 100 公斤；在 $5.0 \leq \text{pH} < 5.5$ 项目区，亩施有机肥 75 公斤进行改良。其余按照常规操作，并根据前茬作物烟草产量及有机肥、化肥投入水平，统筹农田土壤养分年投入，减少烟后玉米化肥施用量，实现培肥地力和降酸控酸目的。2026 年、2027 年则根据第一年土壤 pH 的变化情况和提升效果，加强酸化治理监测，动态调整土壤酸化改良产品品种用量。针对土壤 $\text{pH} \geq 5.5$ 项目区域，以土壤培肥为主，采样“测土配方施肥+有机肥”技术模式。本技术模式施用面积 8000 亩。

（3）单季稻（双季稻等）种植体系

在烟区外的水稻种植区，采用“酸化改良产品+配方施肥+秸秆还田+种植绿肥”模式。2025 年，根据实施区域土壤 pH 状况，在 $4.5 \leq \text{pH} < 5.0$ 项目区，亩施土壤调理剂或有机肥等酸化改良产品 100 公斤；在 $5.0 \leq \text{pH} < 5.5$ 项目区，亩施有机肥 75 公斤。土壤酸化改良产品可与豆科绿肥一同深翻入土，同时减少水稻化肥施用量，降酸阻酸，达到提升土壤 pH 值和培肥土壤目标。2026 年、2027 年则根据第一年土壤 pH 的变化情况和提升效果，加强酸化治理监测，动态调整土壤酸化改良产品的品种用量。针对土壤 $\text{pH} \geq 5.5$ 的项目区域，以土壤培肥为主，主推“测土配方施肥+有机肥（种植绿肥）”技术模式。本技术模式施用面积 9000 亩。

(4) 槟榔芋-水稻轮作种植体系

在槟榔芋-水稻轮作项目区，采用“酸化改良产品+配方施肥”技术模式。2025年，根据实施区域土壤pH状况，在 $\text{pH} < 4.5$ 项目区，亩施土壤调理剂或有机肥等酸化改良产品150公斤；在土壤 $4.5 \leq \text{pH} < 5.0$ 项目区，亩施土壤调理剂或有机肥等酸化改良产品100公斤；在 $5.0 \leq \text{pH} < 5.5$ 项目区，亩施有机肥75公斤。其余则按照常规操作，结合土壤养分状况，科学施肥，在土壤改良同时，坚持测土配方施肥，阻控土壤酸化源头。2026年、2027年则根据第一年土壤pH的变化情况和提升效果，加强酸化治理监测，动态调整土壤酸化改良产品的品种用量。针对土壤 $\text{pH} \geq 5.5$ 的项目区域，以土壤培肥为主，采样“测土配方施肥+有机肥”技术模式。本技术模式施用面积1000亩。

3.3.3 技术指导与培训

(1) 培训内容：土壤改良投入品的功能、施用方式和时间、注意事项；农作物土壤障碍因子及预防等；

(2) 培训对象：乡镇综合服务中心相关人员、村主任、农户及种植大户等；

(3) 培训老师：业界专家学者、第三方实施单位技术人员、企业技术人员；

(4) 培训时间：贯穿项目实施全过程。

(5) 培训方式：会议培训、现场示范和操作手册相结合的方式；

(6) 建立台账。

3.3.4 质量控制

3.3.4.1 资料档案管理

项目实施过程中关键节点的信息都应归档，包括项目实施范围矢量图分解表（表 3.3-1）、投入品现场分发确认表（表 3.3-2）。土壤监测数据以及监理记录。

表 3.3-1 项目实施范围矢量图分解表

序号	村民小组	姓名	耕地面积（亩）

表 3.3-2 投入品现场分发确认表

序号	村民小组	姓名	耕地面积（亩）	分发重量（公斤）	分发数量（袋）	签字

3.3.4.2 监测计划

（1）监测点位

根据《农田土壤环境质量监测技术规范》（NY/T 395-2012）、《土壤环境监测技术规范》（HJ/T 166-2004）等相关标准规范，项目实施区域按照每 1000 亩布设 1 个点位，2025 年项目实施前 80 个，

项目实施一季作物收获后采集土壤样品 80 个，共计采集土壤样品 160 个。2026 年，农作物收获后项目区按 1000 亩至少采集 1 个土样要求，实施前 80 个，项目实施一季作物收获后采集土壤样品 80 个，共计采集土壤样品 160 个。2027 年，农作物收获后项目区按 1000 亩至少采集 1 个土样要求，实施前 80 个，项目实施一季作物收获后采集土壤样品 80 个，共计采集土壤样品 160 个。

（2）布点原则

根据任务的性质、复杂程度、区域规模的大小和所要求的精度统筹设计，实行科学、优化布点，应遵循以下原则：

①布点有代表性、兼顾均匀性，采样集中在位于每个采样单元相对中心位置的典型地块为宜；

②采集样品具有所在单元所表现特征最明显、最稳定、最典型的性质，避免了各种非调查因素的影响，监测点基本能代表整个采样单元的土壤情况。

（3）样品采集要求

每个采样点的样品为土壤混合样，采用蛇形法采样：设分点 5 个，各分点混合均匀后用四分法取 1-2 千克装入样品袋中，多余土样弃去。

本方案中提供的监测点经纬度采用 GCJ-02 坐标，现场采样时需使用 GPS 仪等相关仪器对监测点位的具体位置进行确认。

（4）监测指标

土壤容重、pH 值、有机质、碱解氮、全氮、有效磷、速效钾、缓效钾、交换性阳离子（CEC）及 5 项重金属有效态（镉、铬、铅、砷、汞）等。

（5）监测频率

项目实施前土壤监测 1 次，采集土壤样品 80 个；2025-2027 项目实施期间，每年各监测 1 次，采集土壤样品 80 个，共计采集土壤样品 480 个。

（6）监测质量控制

参照农业部的行业标准《测土配方施肥技术规范》（NYT1118-2006）、《土壤有效态锌、锰、铁、铜含量的测定》（NYT890-2004）等有关要求和其他有关的技术规定进行土壤监测质量控制。

（7）效果评估

①分析总结监测数据、核对实施台账及相关资料，形成土壤酸化改良效果评估报告，提出总体结论、原因分析与预防土壤酸化的有效措施及建议。

②工作内容评价：依据实施方案，核对实施台账及相关资料，确定实施面积，实施面积完全覆盖方案要求，视为达标，否则视为不达标，实施单位负责整改至达标。

③改良效果评价：根据开展土壤酸化改良后监测结果进行判定改良效果，达标率计算公式如下所示：

$$P = \frac{A}{B} \times 100\%$$

其中，P（%）为点位达标率；A 和 B 分别为达标点位个数和监测点位总数。本项目点位达标率 80%以上，视为达标。

3.4 样板田建设

3.4.1 “水旱轮作+酸化改良产品+配方施肥+秸秆还田”技术模式：

（1）在河田镇烟稻轮作种植区域（ $5.0 \leq \text{pH} < 5.5$ ），建立 1 个千亩样板田。2025 年，每亩施用有机肥 75 公斤作为基肥进行土壤改良，并根据前茬作物烟草产量及有机肥、化肥投入水平，统筹农

田土壤养分年投入，减少烟后稻化肥施肥量 10%，并配合秸秆还田等。2026 年和 2027 年结合 2025 年田间试验结果，进行优化调整。

(2) 在濯田镇烟稻轮作种植区域 ($4.5 \leq \text{pH} < 5.0$)，建立 2 个样板田 (其中包括 1 个千亩样板田，1 个百亩示范田)，每亩施用有机肥 100 公斤进行土壤改良。水稻收获秸秆后粉碎还田施用，结合土壤养分状况，推广测土配方施肥，在土壤改良同时，坚持化肥减量和平衡施肥原则。2026 年和 2027 年结合 2025 年田间试验结果，进行优化调整。

3.4.2 “酸化改良产品+配方施肥”技术模式：

在濯田镇槟榔芋-水稻轮作项目区 ($4.5 \leq \text{pH} < 5.0$)，建立 1 个百亩样板田。2025 年，亩施有机肥 100 公斤进行土壤改良，结合土壤养分状况，科学施肥，在土壤改良同时，坚持测土配方施肥，化肥 (氮肥) 减量 10%，阻控土壤酸化源头。2026 年和 2027 年结合 2025 年田间试验结果，进行优化调整。

3.4.3 “酸化改良产品+配方施肥+秸秆还田+种植绿肥”技术模式：

在河田镇双季稻种植区域，建立 1 个百亩样板田 ($5.0 \leq \text{土壤 pH} < 5.5$)。2025 年，具体技术模式为水稻收获并秸秆粉碎还田，种植绿肥还田，犁田翻压时施用有机肥 75 公斤进行土壤改良，同时化肥 (氮肥) 减量 10%。2026 年和 2027 年结合 2025 年田间试验结果，进行优化调整。

3.5 田间试验

2025 和 2026 年，每年开展酸化改良产品用量与品种试验、技术模式与酸化治理肥效验证试验 (主推技术模式) 等田间试验 10 个 (其中土壤调理剂用量试验 3 个，土壤调理剂用量品种试验 3 个，治理效果验证试验 4 个)，种植明确土壤调理剂种类和用量，试验

结果应用于指导、调整下一年度治理技术模式和项目总体评价。

3.5.1 田间试验类型

(1) 土壤调理剂用量试验

处理 1: 配方施肥+土壤调理剂 (0kg/亩, 对照)

处理 2: 配方施肥+土壤调理剂 (50kg/亩)

处理 3: 配方施肥+土壤调理剂 (100kg/亩)

处理 4: 配方施肥+土壤调理剂 (150kg/亩)

处理 5: 配方施肥+土壤调理剂 (200kg/亩)

注: 土壤调理剂可选择白云石粉、牡蛎壳粉、有机肥等。

(2) 土壤调理剂品种试验

处理 1: 配方施肥 (对照)

处理 2: 配方施肥+土壤调理剂品种 1 (100kg/亩)

处理 3: 配方施肥+土壤调理剂品种 2 (100kg/亩)

处理 4: 配方施肥+土壤调理剂品种 3 (100kg/亩)

处理 5: 配方施肥+土壤调理剂品种 4 (100kg/亩)

注: 土壤调理剂可选择白云石粉、牡蛎壳粉、有机肥等。

(3) 治理效果验证试验

处理 1: 配方施肥 (常规施肥)

处理 2: 主推技术模式

3.5.2 田间试验要求

(1) 试验地选择

试验所选地块应形状整齐、肥力均匀、土壤 pH 值小于 5.0、具有代表性, 避开居民区、道路、堆肥场所、树木遮荫、土传病害严重和其他人为活动的影响。

(2) 种植制度

根据长汀县农业生产实际，田间试验选择烟玉米轮作、烟稻轮作以及槟榔芋-水稻轮作区域。

（3）试验处理

土壤调理剂用量与品种试验：采用重复试验设计，每个处理设置 3 次重复，随机排列。治理效果验证试验：不设重复。氮磷钾施用量要符合当地测土配方施肥推荐量。

（4）小区面积

土壤调理剂用量与品种试验：每个试验小区面积应不小于 20 m²。治理效果验证试验：每个试验小区面积应不小于 100 m²。树立标识牌，如种植作物为水稻，小区之间采用塑料膜隔开，单灌单排，避免串灌串排以及肥水间相互渗透。

3.5.3 试验测产与土样分析

（1）采集土样

按照《NY/T 2911 测土配方施肥技术规程》的规定，试验前采集基础土样，试验作物收获后一周内，进行各处理小区土壤采样。

（2）测产验收

组织相关专家，进行现场测产验收。每个小区单收、单计产，测定并记录各处理的作物产量。

（3）土样检测

根据试验要求，选择所需的测定项目。按照相关标准要求，检测土壤 pH 值、交换性酸、交换性铝、有机质、碱解氮、速效磷、速效钾、全氮、全磷、全钾等。

（4）数据审核

试验结束后，应对数据进行认真审核。对异常数据逐一进行核实、逐一查找原始记录，剔除异常数据，确保数据真实有效。

4 实施区域

长汀县酸化耕地土壤改良实施指导面积总计 80367 亩。考虑粮食作物核心产区及高标准农田区，根据耕地土壤酸化情况，具体实施地点位于长汀县境内的古城镇、馆前镇、河田镇、南山镇、三洲镇、四都镇、童坊镇、涂坊镇、新桥镇、濯田镇等 12 个乡镇，各乡镇具体实施面积见表 4-1（见附图 1）。

表 4-1 项目酸化耕地土壤治理实施面积

序号	涉及乡镇	实施面积（亩）
1	策武镇	2074
2	大同镇	2975
3	古城镇	2167
4	馆前镇	9650
5	河田镇	15480
6	南山镇	6335
7	三洲镇	2022
8	四都镇	3631
9	童坊镇	10861
10	涂坊镇	1711
11	新桥镇	6295
12	濯田镇	17166
合计		80367

注：实施面积以最终现场实地划定的红线范围为准。

5 资金来源及使用计划

5.1 资金来源

本项目资金计划，中央资金 3000 万元，地方筹措资金 618 万元，其中 2025 年中央资金 1000 万元，地方资金筹措 206 万元；2026 年中央资金 1000 万元，地方资金筹措 206 万元，2027 年中央资金 1000 万元，地方资金筹措 206 万元。项目建设总投资估算表详见表 5.1-1。

表 5.1-1 长汀县酸化耕地治理项目实施总投资估算表（2025-2027）

序号	工程或费用名称	数量	单位	含税单价（元）	含税金额（万元）	资金来源		中央专项资金比例	备注
						中央专项	地方自筹		
一	耕地酸化治理工程实施费用				3294	2694	600	81.79%	/
1	投入品购买及撒施费用	241101	亩	/	3156	2606	550	82.57%	投入品购买及撒施费用根据年度总预算减去项目实施其他资金和酸化治理效果评估资金等，剩余资金平均至 8 万亩。
1.1	2025 年投入品购买及撒施费用	80367	亩	/	1014	834	180	82.25%	
1.2	2026 年投入品购买及撒施费用	80367	亩	/	1066	886	180	83.11%	
1.3	2027 年投入品购买及撒施费用	80367	亩	/	1076	886	190	82.34%	
2	千亩样板田建设	6	个	100000	60	30	30	50.00%	千亩样板田建设分三年实施
2.1	2025 年千亩样板田建设	2	个	100000	20	10	10	50.00%	样板田在 8 万亩实施区内，每个样板田实施费用为 10 万元/个（田间管理费、示范牌、测产劳务费、专家验收费等）。
2.2	2026 年千亩样板田建设	2	个	100000	20	10	10	50.00%	
2.3	2027 年千亩样板田建设	2	个	100000	20	10	10	50.00%	

3	普通样板田建设	9	个	20000	18	18	0	100.00%	普通样板田建设分三年实施
3.1	2025 年普通样板田建设	3	个	20000	6	6	0	100.00%	每个样板田实施费用为 2 万元/个（田间管理费、示范牌建设费、测产劳务费、专家验收费）。
3.2	2026 年普通样板田建设	3	个	20000	6	6	0	100.00%	
3.3	2027 年普通样板田建设	3	个	20000	6	6	0	100.00%	
4	田间试验点建设	20	个	10000	20	0	20	0%	田间试验点分两年建设
4.1	2025 年田间试验点建设	10	个	10000	10	0	10	0%	开展酸化改良产品用量与品种,技术模式验证、酸化治理肥效等田间试验 10 个,试验结果用于指导、调整下一年度治理技术模式和项目效果评价。
4.2	2026 年田间试验点建设	10	个	10000	10	0	10	0%	

5	“三区四情” 耕地质量监 测点建设	1	个	400000	40	40	0	100.00%	NY/T 1119-2019《耕 地质量监测技术规 程》“三区四情”耕地 质量监测点田间建 设包括 3 个功能区： 自动监测功能区、耕 地质量监测功能区 和培肥改良试验监 测功能区。主要监测 地情、肥情、环情和 墒情，监测土壤理化 相关指标，肥料投入 使用情况、生物、环 境等相关指标，土壤 含水量等。
二	耕地酸化治理工程实施其他费用				324	306	18	94.44%	/
1	土壤样品采 集费	480	个	1000	48	48	0	100.00%	项目实施前采集一 批 80 个，项目实施 一季作物收获后采 集一批 80 个
1.1	2025 年土壤 样品采集费	160	个	1000	16	16	0	100.00%	按照每 1000 亩采集 1 个土壤样品，（含

1.2	2026 年土壤样品采集费	160	个	1000	16	16	0	100.00%	采集费、差旅费、交通费、调查费）。
1.3	2027 年土壤样品采集费	160	个	1000	16	16	0	100.00%	
2	土壤样品检测费	480	个	1500	72	72	0	100.00%	土壤容重、pH、有机质、全氮、碱解氮、有效磷、速效钾、缓效钾、交换性阳离子及 5 项重金属有效态（镉、铬、铅、砷、汞）等指标。
2.1	2025 年土壤样品检测费	160	个	1500	24	24	0	100.00%	
2.2	2026 年土壤样品检测费	160	个	1500	24	24	0	100.00%	
2.3	2027 年土壤样品检测费	160	个	1500	24	24	0	100.00%	
3	实施方案编制费				36	36	0	100.00%	包含现场调研费用、资料整理费用、方案编制费（2025 年-2027 年总实施方案，2025 年实施计划、2026 年实施计划、2027 年实施计划）、专家评审费等项目
3.1	2025-2027 年总实施方案编制费				12	12	0	100.00%	包含现场调研费用、资料整理费用、2025 年-2027 年总实施方

						案编制费、专家评审费等项目
3.2	2025 实施计划编制费	8	8	0	100.00%	包含现场调研费用、资料整理费用、2025年实施计划编制费、专家评审费等项目
3.3	2026 实施计划编制费	8	8	0	100.00%	包含现场调研费用、资料整理费用、2026年实施计划编制费、专家评审费等项目
3.4	2027 实施计划编制费	8	8	0	100.00%	包含现场调研费用、资料整理费用、2027年实施计划编制费、专家评审费等项目
4	工作费	18	0	18	0%	含（项目管理、技术培训、现场观摩，宣传推广等）

4.1	2025 年工作费	6	0	6	0%	含（项目管理、技术培训、宣传推广等）
4.2	2026 年工作费	6	0	6	0%	含（项目管理、技术培训、现场观摩，宣传推广等）
4.3	2027 年工作费	6	0	6	0%	含（项目管理、技术培训、宣传推广等）
5	效果评估及跟踪服务费	150	150	0	100.00%	效果评估及跟踪服务费含（跟踪服务、入户调查、上图入库、年度效果评估等）
5.1	2025 效果评估及跟踪服务费（含跟踪服务、入户调查、上图入库、2025 年度效果评估等）	50	50	0	100.00%	

5.2	2026 效果评估及跟踪服务费（含跟踪服务、入户调查、上图入库、2026 年度效果评估等）	50	50	0	100.00%	
5.3	2027 效果评估及跟踪服务费（含跟踪服务、入户调查、上图入库、2025-2027 年度效果评估、2025-2027 年度项目总结报告等）	50	50	0	100.00%	
三	总投资	3618	3000	618	82.92%	/

5.2 统筹（叠加）使用资金计划

本项目叠加实施涉及的资金总共 6425 万元。

（1）高标准农田建设项目的土壤改良资金 2400 万元，第一年 800 万元，第二年 800 万元，第三年预计投资 800 万元，资金用于采购商品有机肥、土壤调理剂等物资进行土壤改良。

（2）秸秆综合利用项目资金 1000 万元，第一年 400 万元，第二年 400 万元，第三年 200 万元，用于秸秆还田。

（3）粮食产能区增产模式攻关与推广项目 300 万元，每年 100 万元，用于测土配方施肥、施用有机肥等。

（4）农机项目 1600 万元，第一年 500 万元，第二年 500 万元，第三年 600 万元。

（5）土肥项目资金 300 万元，每年 100 万元，用于绿肥种植或商品有机肥推广等。

（6）受污染耕地安全利用资金 45 万元，每年 15 万元。

（7）烤烟种植产前投入扶持补助资金 780 万元，每年补贴资金 260 万元，用于稻草回田溶田及生石灰溶田。

5.3 资金使用计划

按照财政部、农业农村部《关于印发〈耕地建设与利用资金管理〉的通知》（财农〔2023〕12 号）及《福建省财政厅福建省农业农村厅关于下达 2025 年中央耕地建设与利用（耕地质量提升）补助资金的通知》（闽财农指〔2025〕25 号）要求，科学测算资金，提高资金使用效益。

一是基础性工作。用于项目实施开展土样采集、化验、田间试验、样板田建设、技术推广服务、宣传报道、技术培训、现场观摩、标识牌制作、技术指导、专家咨询、效果评估及其他项目相关支出。

二是物化投入。采用政府采购统一招投标或自主采购的方式，对项目区开展酸化耕地治理所需的土壤调理剂、石灰粉、牡蛎壳灰、氧化镁、农用氢氧化镁、白云石粉、钙镁磷肥、绿肥种子、商品有机肥、生物有机肥、微生物菌剂、绿肥种子等产品投入费用。

6 进度安排及效益分析

6.1 进度安排

项目工程期为 3 年。政府通过采购技术服务方式，主要包括：实施方案编制、实施前后土壤检测、投入品购买与施用、田间试验与示范点建设、效果评估、项目验收等工作，具体项目实施进度安排如下。

2025 年年度进度

6-11 月份，落实地块、实施主体，制定项目实施方案，开展项目招标采购相关工作，开展项目实施前取土化验工作。11 月~翌年 11 月份，开展酸化耕地治理及田间试验，项目实施后取土化验工作，做好项目自验自检，申请省核验。

2026 年年度进度

5-11 月份，落实地块、实施主体，制定项目实施方案，开展项目招标采购相关工作，开展项目实施前取土化验工作。11~翌年 11 月份，开展酸化耕地治理及田间试验，项目实施后取土化验工作，做好项目自验自检，申请省核验。

2027 年年度进度

1-2 月份，根据下达项目任务，细化项目实施方案，开展项目招标采购相关工作，开展酸化耕地治理工作；12~翌年 2 月份，做好项目实施后取土化验工作，开展 3 年项目总结和效果评价，做好项目自验自检，并申请省级验收。

6.2 效益分析

6.2.1 经济效益

实施“酸化改良+”综合集成技术，对农作物全程养分需求进行精准供给，可间接减少农药的使用量。该技术将土壤改良和作物养分需求供应有效结合，降低传统化肥（氮磷钾）的使用，通过派驻现场人员，引导农民科学施肥，转变传统施肥理念，具有良好的节本增效效果，可有效减少化肥用量，实现化肥使用量负增长目标，同时避免边土壤改良边过量施用化肥的现象持续发生，真正做到“标本兼治”，对推动长汀县农作物产业绿色优质可持续发展，实现农业无害化生产，增加农民收入，促进农村经济的发展具有显著效益。据测算，通过项目实施，与农民习惯施肥相比，示范区后季作物可减少化肥施用量 3%以上，作物增产 5%以上，亩均节本增效 50 元以上，3 年后粮食作物产能可提升 10%以上，节本增效效果显著。

6.2.2 社会效益

通过酸化耕地治理，有效提高项目区的土地利用率，对促进本区农村经济发展，增加农村收入，对稳定社会具有重要的现实意义。主要表现在：

（1）通过实施“酸化改良+”综合集成技术，土壤酸性得到改良，明显增加有效耕地面积，提高耕地土壤质量，增强农业发展后劲，保证农业持续稳定发展。项目完成后可缓解当地人地之间的紧张关系，确保当地耕地总量动态平衡，对长汀县农业的可持续发展将起到有力支持。

（2）项目实施将强化土地用途管制，使土地利用更合理。通过土地整治，按照项目区综合效益最佳为建设目标明确各类用地面积，将其纳入土地用途管理，合法经营土地，对合理使用土地资源、保

护项目区内生态环境均具有重要作用。

(3) 项目实施后, 耕地的土壤养分水平将大大提高, 农作物收成得到保障, 农民收入增加, 可以减少政府对扶贫资金的投入, 减轻财政上的负担。极大地改善项目区农业生产条件, 提高土地利用率和农业生产效率, 进而提高项目区农民生活水平。

(4) 扩大农民就业机会, 增加农民收入, 有利于农村地区的社会稳定。通过土地整治, 耕地数量增加了, 可扩大农民就业机会, 生产效率提高了, 农民种田的积极性得以提高。综合整治后土地的合法、合理的权属调整, 将减少今后土地利用过程中可能引发的各种纠纷, 有利于保持农村地区的社会稳定。

6.2.3 生态效益

通过项目实施, 耕地质量等级得到提升。同时, 通过施用土壤调理剂、增施有机肥、种植绿肥等酸化改良技术, 降低了肥料对环境造成的面源污染, 为加快生态文明先行示范区建设, 做到“藏粮于地”, 促进农业绿色发展。土壤 pH 值提升 0.5 个单位, 耕地质量等级上升 0.5 个等级。

通过实施“酸化改良+”综合集成技术, 将进一步抑制土壤中重金属以及活性铝的溶出, 降低有毒重金属的活化度和迁移, 维护农业生态环境健康和农产品质量安全。

7 保障措施

7.1 加强组织领导

成立酸化耕地治理工作专班和技术专家组, 由县政府县长担任工作专班组长, 农业农村局土肥站站长担任技术专家组组长, 明确目标任务, 制定工作方案, 将各项任务分解落实到具体职能科、股、站、所及乡镇, 建立上下联动, 齐抓共管的工作机制。

7.2 加快项目进度

根据农时季节，合理安排土样采集、化验和田间试验等，加快项目实施进度，推进落实。按照资金管理办法，在保证项目资金合理合规使用的前提下，优化资金拨付流程，根据项目实施进度，加快资金支出进度。

7.3 开展宣传指导

充分利用专家组，推动技术集成创新，指导落实酸化耕地治理的各项关键技术，帮助解决遇到的技术问题。在关键农时开展现场观摩、技术培训、专家巡回指导等活动，应用“物联网+”等信息化手段，提高技术到位率要广泛利用报刊、互联网、微信等媒体进行宣传报道，充分挖掘推进项目的好做法、好经验、好典型，形成一批规模较大、治理效果显著、示范效应良好的酸化耕地治理先导区。

7.4 加强资金监管

根据实际情况，按规定采取统一采购或自行采购两种方式采购土壤改良产品。加强对中标产品或补助产品的质量抽检，抽检产品不合格的应取消中标资格或补助资金。完成年度任务后，要及时做好项目自检自查，确保项目有成效。

7.5 强化日常管理

健全项目日常管理机制，及时调度和报送项目执行进度、资金使用情况以及实施成效。建立责任明确、多方参与、监督有效的工作机制，适时分批开展调研和指导。同时，及时上报土壤检测化验、田间试验监测以及农户调研等数据，加强数据逐级审核，重点审核数据科学性和合理性，强化数据分析，充分挖掘好利用好数据资料，同时严格落实国家信息安全有关要求，确保数据使用的合理性和规范性。

本方案自印发之日起执行，有效期至2028年6月30日。

长汀县酸化耕地治理工作专班人员名单

工作专班下设办公室，办公地点设在县农业农村局，办公室主任由王成文兼任，副主任由县农业农村局土肥站分管领导沈富森同志兼任，负责日常工作。工作专班成员因工作调整的由继任者担任，不再另行发文通知。

组 长：吕 莉 县委副书记 县政府县长

副组长：赖文生 县政府副县长

成 员：戴永迪 县政府副县长、大同镇书记

王成文 县农业农村局局长

严必盛 县自然资源局局长

肖文斌 县政府办四级主任科员

任汉书 县财政局局长

陈烁武 龙岩市长汀生态环境局局长

卢彬荣 长汀县烟草专卖局局长

丘荣水 县水利局局长

肖美华 县统计局局长

王法健 县气象局局长

林松锦 长汀县河田镇镇长

涂炘招 长汀县新桥镇书记

曹景才 长汀县四都镇书记

丘 辉 长汀县馆前镇镇长

胡金寿 长汀县童坊镇镇长

修金涛 长汀县南山镇镇长

谢火木	长汀县濯田镇镇长
李辉元	长汀县古城镇镇长
赖露露	长汀县涂坊镇镇长
俞伟豪	长汀县三洲镇镇长
李 勋	长汀县策武镇镇长

长汀县酸化耕地治理技术专家组成员名单

为加快推进我县酸化耕地治理，提升耕地质量，紧紧围绕主要目标和主要任务，成立长汀县酸化耕地治理技术专家组。

专家组组长：刘春燕（县土肥站）

副组长：沈富森（县农业综合开发中心）

成 员：邱昌颖（省土肥总站）

张世昌（省土肥总站）

张 华（省土肥总站）

广 敏（省土肥总站）

廖丽莉（省土肥总站）

廖文强（省土肥总站）

张黎明（福建农林大学）

杨文浩（福建农林大学）

邱龙霞（福建农林大学）

吴志锋（市土肥站）

汤超群（市土肥站）

杨秉业（县土肥站）

汪烨康（县植保站）

陈春娣（县种子站）

赖锴媛（县土肥站）

温钦友（县土肥站）

赖春燕（大同镇乡村振兴服务中心）

李东光（策武镇乡村振兴服务中心）

吴联荣（古城镇乡村振兴服务中心）
黄文星（新桥镇乡村振兴服务中心）
陈莹凤（馆前镇乡村振兴服务中心）
陈雨馨（童坊镇乡村振兴服务中心）
曾建琴（河田镇乡村振兴服务中心）
陈雨虹（三洲镇乡村振兴服务中心）
吴华成（南山镇乡村振兴服务中心）
涂楠楠（涂坊镇乡村振兴服务中心）
吴承明（濯田镇乡村振兴服务中心）
张雯莉（四都镇乡村振兴服务中心）

附件 3

1 酸化耕地治理重点县建设进展情况调度表

填报单位（公章）：

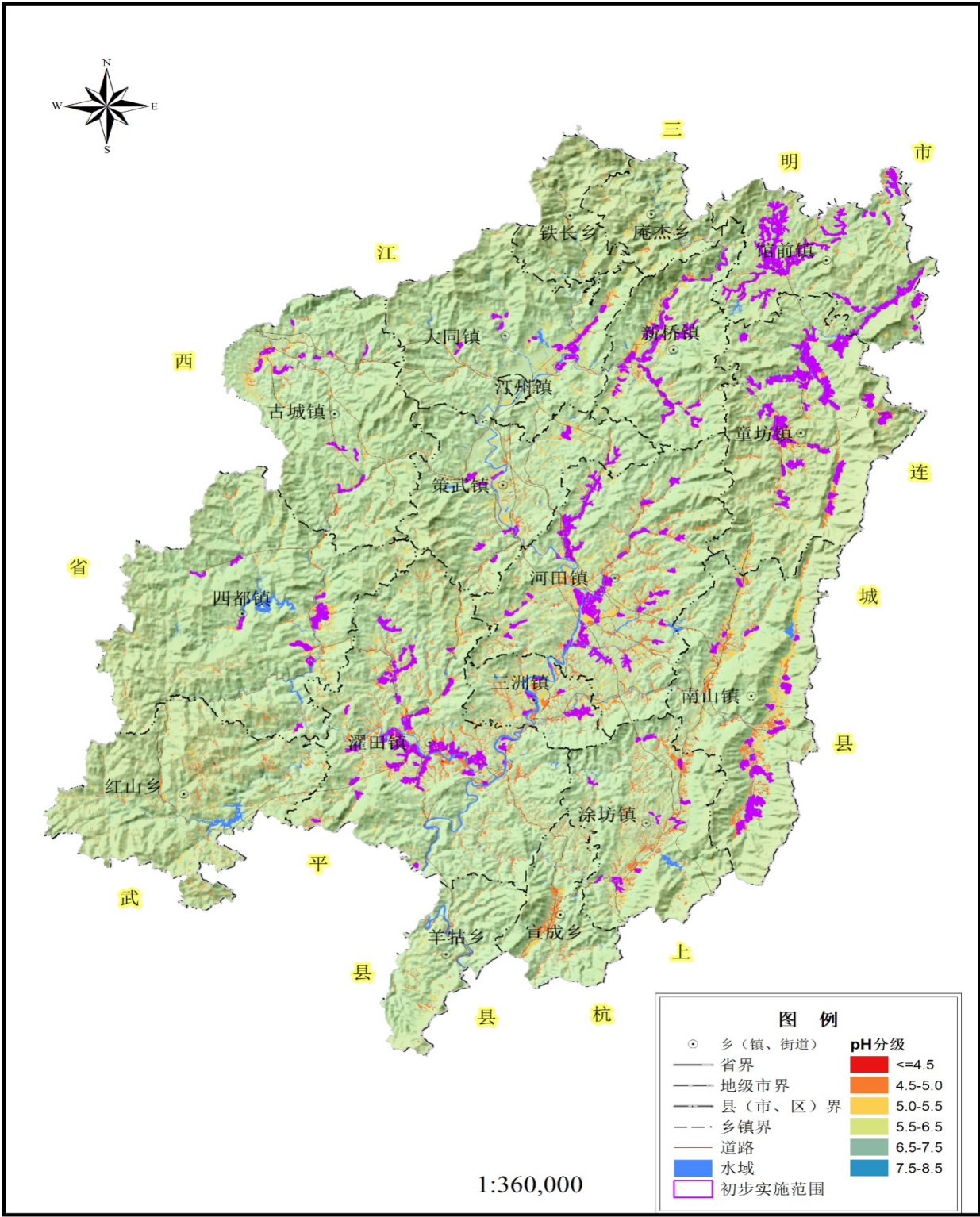
填报时间：年 月 日

年 度	省（自 治区、 直辖 市）	县（市、 区）	乡（镇）	一、进度情况						二、资金情况								三、统筹实施情况		
				计划实施面 积（万亩）	是否 开始 实施	开始 实施 时间	计划 完成 时间	累积完 成面积 （万 亩）	实施 进度 （%）	落实到位资金（万元）				支出使用资金（万元）				统筹 项目 个数	统筹项目 名称（罗 列）	统筹资 金（万 元）
										合 计	中 央 资 金	地 方 资 金	其 他 资 金	合 计	中 央 资 金	地 方 资 金	其 他 资 金			
					是/否	X 年 X 月	X 年 X 月													

填报人：联系方式：县级农业农村部门负责人签字:

- 备注: 1.本表由重点县农业农村部门填报，省级农业农村部门负责审核，确保数据的及时性、真实性和准确性。
- 2.纸质盖章版扫描后作为附件（PDF 格式）同时上传平台。上传的调度表未签字盖章，或与平台填报数据不一致的，视为无效。
- 3.此表实行双月调度制度，第一次调度时间为 2025 年 7 月，第二次调度时间为 2025 年 9 月，以此类推。调度月 10 号前，完成县级填报、省级审核工作，调度截至上月底项目累计进展情况，调度月 15 号前，农业农村部形成重点县建设进度汇总结果。

附图 1 长汀县酸化耕地治理实施范围图



主动公开信息索引号：LY05100-2500-2025-00065

长汀县人民政府办公室

2025 年 8 月 22 日印发
