

《磷石膏制土壤调理剂 技术规范》团体标准

编制说明

（征求意见稿）

标准起草组

2022 年 月

目 次

《磷石膏制土壤调理剂 技术规范》编制说明.....	1
1 编制本标准的必要性.....	1
2 任务来源和编制过程.....	1
3 标准编制原则和主要内容.....	2
4 行业基本情况.....	2
5 方法原理介绍.....	7
6 磷石膏净化处理工艺技术及达到的效果.....	11
7 效果分析.....	12
8 专利知识产权说明.....	13
9 产业化情况、推广应用论证和预期达到的经济效果等情况.....	13
10 采用国际标准和国外先进标准情况，与国际、国外同类标准水平的对比情况，国内外关键指标对比分析或与测试的国外样品、样机的相关数据对比情况.....	13
11 与现行相关法律、法规、规章及相关标准，特别是强制性标准的协调性.....	14
12 重大分歧意见的处理经过和依据.....	14
13 标准性质的建议说明.....	14
14 贯彻标准的要求和措施建议（包括组织措施、技术措施、过渡办法、实施日期等）.....	14
15 废止现行相关标准的建议.....	14
16 其它应予说明的事项.....	14

《磷石膏制土壤调理剂 技术规范》编制说明

1 编制本标准的必要性

磷石膏是指在湿法磷酸生产中浓硫酸与磷矿作用萃取磷酸过程中产生的副产物，其主要化学成分为二水硫酸钙，同时，含有少量二氧化硅、五氧化二磷、氟离子、氧化镁、氧化钠、氯离子和有机物等杂质。通常有两种排放形式：一是以干态的磷石膏落入输送皮带输送至堆场；另一种是经过过滤洗涤后的磷石膏进入再浆槽调浆后由泵加压经管道输送至磷石膏渣场，经过堆存、陈化和淋水后，进行消纳利用。磷石膏可以作为农作物种植过程中钙、硫的来源，也能够作为一种改善土壤碱度、酸性结皮和底土的改良剂。我国磷石膏资源和产量数量巨大，其中所含的营养物质对农作物生产和土壤改良具有巨大的价值。

磷肥工业企业长期致力于磷石膏制土壤调理剂的研究利用，取得了较好的效果，制定了《磷石膏土壤调理剂》（HG/T 4219-2011）行业标准，2012年7月1日开始实施。但由于标准本身内容指标不足等因素，在生产应用中缺乏指标约束，产品研发和使用的效果不尽如人意，磷石膏改良土壤的优势没有充分发挥，对促进国内磷石膏制土壤调理剂的发展作用不显著。

为此，自2020年开始，国内相关单位如甘肃瓮福化工有限责任公司、甘肃省农业科学院土壤肥料与节水农业研究所、秦皇岛华瀛磷酸有限公司、安徽省司尔特肥业股份有限公司、云南云天化环保科技有限公司等根据各自多年来开展的相关技术研究，并结合示范验证，通过严格控制磷石膏制土壤调理剂的质量指标，生产程序，以满足磷石膏制土壤调理剂在农业上的施用要求，提出了磷石膏制土壤调理剂技术规范。技术规范紧密结合磷石膏改良土壤的优势和产品的特点，通过规范技术应用，易于企业生产，易于农民应用，对推动磷石膏制改良剂的快速应用，促使磷肥工业健康良好发展具有重要意义。

2 任务来源和编制过程

2.1 任务来源

磷石膏制土壤调理剂技术规范标准的编制，由中国磷复肥工业协会邀请相关企业参加，由甘肃瓮福化工有限责任公司提出，多家企业共同编制，从磷肥工业产业发展和我国耕地状况的实际出发，以农业生产需要和市场需求、企业需求为导向，以磷石膏制改良剂产品研发和效果试验，大面积施用验证为基础，以甘肃瓮福化工有限责任公司为依托，甘肃省农业科学院土壤肥料与节水农业研究所、云南云天化环保科技有限公司、秦皇岛华瀛磷酸有限公司、

安徽省司尔特肥业股份有限公司、宜都兴发化工有限公司等相关技术人员组成标准起草小组，进行磷石膏制土壤调理剂技术规范标准的起草和编写。标准主要起草人有文慧、沈鹏、杨瑞山、贺小云、郭旭东、车宗贤、郭全恩、曹诗瑜、赵瑞祥、解艳俊、郭晓伟、林枫、乔六朝、钟晋、郑光明、李防等。

2.2 主要工作过程

2020年12月30日，在进行了一定技术准备工作的基础上，磷石膏制土壤调理剂技术规范标准起草小组召开视频会议，正式启动了磷石膏制土壤调理剂技术规范团体标准的制定工作，并对工作任务进行了分工。2021年3月12日，中国磷复肥工业协会召集各编制单位召开了标准编制的调度会，各单位介绍了工作进展，编制中遇到的问题。2021年3月24日，中国磷复肥工业协会相关人员走访了甘肃瓮福化工有限责任公司和甘肃省农业科学院土壤肥料与节水农业研究所，调研了标准制订工作进展情况，甘肃省磷石膏土壤调理剂研发现状及存在的问题。2021年9月17日，中国磷复肥工业协会在贵阳组织召开了磷石膏制土壤调理剂团体标准初稿讨论会，确定了标准中的主要关键技术指标。

3 标准编制原则和主要内容

3.1 标准编制原则

主要遵循科学性与实用性并重的原则，本着充分发挥磷石膏制改良剂的土壤改良效果，紧密结合农业生产、磷肥工业产业发展、环境保护要求等特点，基于产品生产和应用的基本要求，编制本标准。

3.2 标准名称

《磷石膏制土壤调理剂 技术规范》。

3.3 标准主要内容

《磷石膏制土壤调理剂 技术规范》对磷石膏制土壤调理剂明确了技术规范的适用范围；规定了磷石膏制土壤调理剂生产的方法原理，包括粉状和颗粒土壤调理剂的生产原理；规定了磷石膏制碱性土壤调理剂的技术指标要求；对净化方法进行了说明、对施用方法提出了建议；并对安全环保相关事项及产品及污染物的检测方法做出了规定。

4 行业基本情况

4.1 国内磷石膏产生及利用情况

4.1.1 磷石膏产生情况

我国磷石膏年产生量约占工业副产石膏的70%，湖北、云南、贵州、四川前四大磷石膏产出省占到全国磷石膏产生量的80%以上，我国磷石膏资源和产排数量巨大，区域分布不均

衡，综合利用成本较高，大量磷石膏长期堆存，不仅占用土地，而且存在一定环境安全隐患。特别是长江沿线，磷化工企业较多，磷石膏大量堆存，给长江经济带生态保护带来很大压力。我国磷石膏产生量在 2015 年达到顶峰 8000 万吨后呈下降趋势，2016 年以后，磷石膏每年的产生量基本维持在 7500-7800 万吨左右，2019 年，受全球经济下行、中美贸易战等不确定因素影响，加之国内磷肥表观消费量连年下降，出口量减少，环保趋严等因素的影响，国内磷复肥产量下降，磷石膏产生量也相应减少，据统计，2019 年全行业磷石膏产生量 7500 万吨，同比下降 3.8%。

4.1.2 磷石膏利用情况

4.1.2.1 磷石膏利用量

受环保压力和行业企业日益增强的绿色发展理念的影响，磷石膏利用量呈逐年上升趋势，由 2015 年的 2650 万吨增长至如今的 3000 万吨以上，磷石膏综合利用率也由 33.3% 增长至 40%，完成“十三五”既定目标，但每年仍有约 4500 万吨磷石膏堆存量，磷石膏综合利用压力依然较大，依然存在较高的环境风险和堆存压力。

4.1.2.2 磷石膏作为土壤调理剂的施用情况

磷石膏在农业上的应用研究主要是将它作为土壤改良剂、低品级肥料和在某一特定土壤条件下某种作物的“专效肥”。相关研究显示，磷石膏用作土壤改良剂时既可用于改良盐碱地土壤，又可用于改良酸性土壤，同时还可以起到改善土壤渗水性、降低土壤容重、提供钙硫镁硅营养元素的作用。磷石膏中 Ca^{2+} 和盐碱土壤中游离的碳酸氢钠、碳酸钠作用，生成碳酸氢钙、磷酸钙和硫酸钠以降低土壤碱性， Ca^{2+} 也可以代替土壤胶体上的钠离子，使钠黏土变为钙黏土，达到改良盐碱土壤的效果；酸性土壤与硫酸钙反应后，产生一定的碱度，由于钙替换了铝，降低土壤中 Al^{3+} 的浓度和活度，而 Ca^{2+} 的浓度和活度明显提高，起到一定的酸性土壤改良的效果；磷石膏的微溶性增加了水的电解质含量，使粘粒成絮凝体形式存在，结壳呈多孔性，很大程度上改善土壤结壳，有较小的容重和较大的导水率；同时，磷石膏中所含的钙、镁、硫、硅等元素是极好的植物营养元素。

我国将磷石膏用于农业始于 60 年代初，80 年代以来原化工部化肥司直接资助的江苏南海地区农科所进行了大量磷石膏农业试验，取得了可喜的成果，1999 年我国已在部分省 45 个县农科所和乡农科站附设了磷石膏农化服务点。长期以来，在各级农业管理部门、肥料监督检验机构大力协助和支持下，不同地区、不同层次的农科院所、土肥所（站）、大专院校等科研机构以及有关企业，对磷石膏用于不同纬度区域的盐碱地、盐渍化土壤、酸性黄壤、红壤旱地、山原红壤的改良调理，以及应用于不同植物方面的研究开发、试验对比、总结改

进等方面开展了大量的工作，积累了一定的数据和丰富经验，从不同的角度验证了磷石膏在上述几类土质改良以及提高低产田的农作物产量等方面都有着不同程度的效果。

到目前为止，国内缺乏磷石膏放射性活性的检测标准和限量规定，对磷石膏应用于农业及土壤改良，特别是长期使用后放射性和重金属对土壤健康、土质变化、农作物品质、对人类健康的影响程度等方面缺乏验证、监测、分析和数据佐证。2012年7月1日《磷石膏土壤调理剂》HG/T 4219-2011标准开始实施，但由于标准本身内容指标存在不足，且部分企业存在生产管控不严，产品质量得不到农业部门的认可，加之环保政策的趋紧，农业部门对登记证的管理愈加严格，国内磷石膏制土壤调理剂并未因此得到较大的发展。

4.2 国外磷石膏产生及利用情况

美国作为曾经的世界磷肥生产中心，将磷石膏在农业领域利用进行过很全面的、开拓性的探索。美国在农业领域利用磷石膏目的分为三类：1) 作为花生种植过程中钙的来源；2) 作为蔬菜作物和牧草的硫源；3) 作为一种改善土壤碱度、酸性结皮和底土的改良剂。1994年美国所有领域磷石膏耗用量3000万吨，农业领域各类石膏利用占总量5%，大约利用150万吨磷石膏。美国磷石膏在农业方面的利用主要集中在佐治亚州、阿拉巴马州、南卡罗莱纳州和北卡罗莱纳州等地。

俄罗斯用于农业种植的土壤受钠基和盐渍成分影响严重，2007年这类土壤面积占了其农业用地面积的20%。俄罗斯在利用磷石膏改良受钠基成分影响的土壤方面做了大量的研究，试验研究范围分为三类，一是利用磷石膏中的钙来替代吸附在结构不良的洪积土层阳离子交换复合体上的钠，磷石膏土壤改良剂的加入量通常根据置换受影响的土壤吸附Na所需的Ca量来计算；二是，在磷石膏中添加各种矿物质和有机物质（如堆肥）后来增强磷石膏土壤调理剂的效果。酸性改良剂对含有高浓度的交换性钠盐渍土壤最为适宜，作为退化土壤中必需的S和P养分的提供者。磷石膏的硫、钙、磷这些营养元素对谷物和油料作物至关重要，因为它们对作物的品质特性和产量有积极影响；三是用于改善灌溉土壤物理状况的改良剂，磷石膏改善了土壤结构，提高了土壤的保水能力，促进了土壤团聚体的形成，并提高了土壤的透水性。

西班牙在农业领域利用磷石膏已有70多年的时间，西班牙国内多所大专院校对磷石膏的利用进行了多项跟踪、调查研究。研究人员对所种植作物对重金属镉的摄入进行了测试，并对数十年来使用磷石膏的土壤成分变化进行了模拟监测，并且进行了相关司法鉴定，认为磷石膏在农业领域应用安全可靠，并对可以在农业领域利用磷石膏作为肥料进行了立法。

在含有过量可交换的活性铝（Al）的土壤中，施用磷石膏有助于Ca进入底土并中和可

溶性的铝。在这类土壤中施用磷石膏能促进根系生长和作物产量。改良酸性土壤以促进作物生长所需的磷石膏量取决于土壤的粘土含量和底土的化学性质。磷石膏(PG)含有²³⁸U和²³²Th衰变系列的放射性核素。由于这些放射性核素的存在,许多国家限制了磷石膏在农业领域的使用,但巴西没有这种限制。

含硫肥料是印度提高粮食和油料产量的主要投入之一。Paradeep(帕拉迪普)磷酸盐有限公司(PPL)在印度各地进行了多种农作物的试验和示范。由当地农业大学和PPL公司的农业专家进行的研究结果表明,磷石膏是印度市场上最实惠和最好的硫源。2007至2012年印度境内进行了施用磷石膏对农作物产量、谷物品质以及其对环境影响的跟踪研究,得出结论:磷石膏是一种良好的、农民能够承受的硫源,可以显著提高油菜籽和豆类中油脂和蛋白质的含量,提高粮食作物的品质。

4.3 参编单位磷石膏成分分析

表 1 磷石膏指标分析

成分	水溶性 P ₂ O ₅	S	Ca	SiO ₂	Cl	As	Cd	Hg	Pb	Cr	Tl	WF	附着水	pH	放射性(内/外照射指数)
单位	%	%	%	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	%	%		
HG/T 4219		≥14.0	≥17.0	—	—	≤50	≤10	≤5	≤200	≤500	—	≤0.3	≤25	3.0-6.5	≤1.0/1.0
甘肃瓮福		≥15.0	≥19.5			≤40	≤8	≤5	≤150	≤350	—	≤0.2	≤20	3.0-6.5	≤0.9/0.8
云天化		≥15.5	≥19.7			≤40	≤8	≤5	≤120	≤350	—	≤0.2	≤20	2.9-3.3	≤1.0/0.8
安徽司尔特		≥15.0	≥19.0			≤40	≤8	≤5	≤150	≤350	—	≤0.2	≤20	3.0-6.0	≤1.0/0.8
秦皇岛华瀛		≥15.0	≥19.0			≤40	≤8	≤5	≤150	≤350	—	≤0.2	≤20	3.0-6.0	≤1.0/0.9

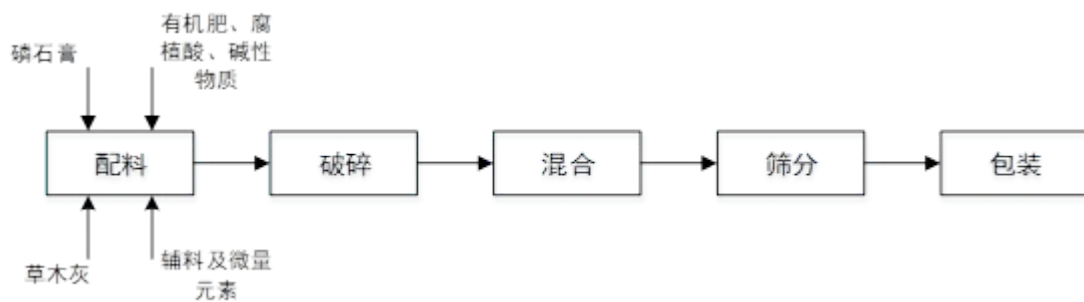
5 方法原理介绍

5.1 磷石膏土壤调理剂生产原理

5.1.1 粉状土壤调理剂的生产原理

利用湿法磷酸生产过程中产生的副产物磷石膏为主要原料，通过添加碱性物质、有机质和其它有益营养元素制成的酸（碱）性土壤调理剂。该生产工艺首先是将磷石膏进行破碎、筛分，将合格细度要求的磷石膏，依据不同配方经过严格计量，同经过粉碎机粉碎并经过计量的腐植酸、碱性物质及其他微量元素等一起加入混合掺混，掺混后的物料再经过一次筛选，合格细度的物料作为成品送入成品仓进行包装，大颗粒物料经过破碎后作为返料返回系统继续混合。混合过程中的粉尘用布袋收尘器进行收集，分离下来的细粉直接作为成品进成品包装。

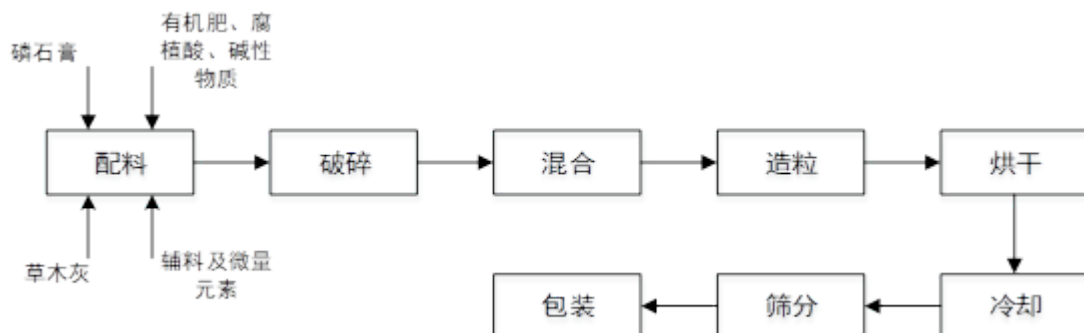
一般工艺流程如下：



5.1.2 颗粒土壤调理剂的生产原理

所需各种原料分别通过计量配料输送至破碎机与磷石膏加入混合器，利用混合器混合均匀，使用分料器将物料送入造粒机进行造粒，造粒完成后进入烘干机进行烘干，烘干后的产品再经过冷却、筛分，合格成品颗粒最后送入包装工序，筛分后不合格的产品重新返入造粒系统进行造粒。

一般工艺流程如下：



5.2 土壤调理剂改良土壤的方法原理

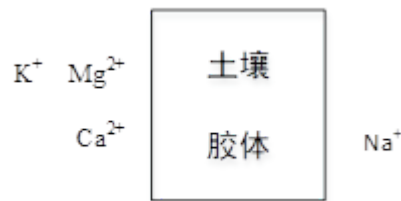
磷石膏中含有部分磷，我国三北地区的土壤明显缺磷，磷元素能促进细胞分裂，对植物根系发育有很大作用，促进植物根的生长和伸长，还具有开花的作用，禾本科作物需磷量较大，可促进籽粒的饱满。同时，磷石膏中含钙、镁、铁、硅、锰、钾等元素，能补充土壤中矿物质元素以及农作物需要的中微量元素，能降低土壤的粘性，消除土壤表层硬壳，增加土壤的通透性，改良土壤环境，有利于农作物生长，进而实现减肥增效。

磷石膏含有的氟能与重金属离子形成金属—氟络合物，降低土壤中重金属的有效性；而且磷酸盐、硫化物对重金属离子有钝化作用，降低其活性，从而降低重金属对农产品的污染。

5.2.1 碱性土壤调理剂改良碱性土壤的科学方法原理

盐碱土是盐渍土的俗称，研究盐碱土的性质主要考察 8 大离子的含量与比例，包括钙、镁、钾、钠 4 种阳离子与碳酸根、重碳酸根、硫酸根、氯离子 4 种阴离子。

5.2.1.1 土壤胶体



土壤胶体吸附的四种阳离子

一般未碱化与盐化的土壤，土壤胶体上 $Ca^{2+}+Mg^{2+}$ 占阳离子总量(CEC)的 90%-95%，当 Na^+ 占比（即碱化度）达到 5%以上即发生碱化，在盐碱地中碱化度大都超过 5%，高者可达 70%~80%。有人把碱化度 15%或 20%作为盐土与碱土划分界线，作为必需施用磷石膏的标准。

5.2.1.2 土壤溶液

土壤溶液中的 8 大离子

阳离子				阴离子			
Ca^{2+}	Mg^{2+}	K^+	Na^+	CO_3^{2-}	HCO_3^-	Cl^-	SO_4^{2-}

几乎所有土壤，土壤溶液中都含有除正碳酸根外的 7 种离子；但非盐渍土盐分含量很低（0.1%以下）；而在盐碱土中，存在有 7 种或 8 种离子两种情况，而且溶液中含盐量高（超过 0.15%，以至 1%以上）是其最主要的特征。在盐分组成中，当正碳酸根出现后土壤 pH 上升快，碱化现象更加明显。当 CO_3^{2-} 含量达到 0.005%（即 0.08cmol/kg）、或总碱度（ $CO_3^{2-}+HCO_3^-$ ）超过 0.02%-0.03%（即 0.33-0.50cmol/kg）时，便对作物产生不良影响。

盐分的危害程度顺序

$MgCl_2 > Na_2CO_3 > NaHCO_3 > NaCl > CaCl_2 > MgSO_4 > Na_2SO_4$

钠盐危害程度比

$Na_2CO_3 : NaHCO_3 : NaCl : Na_2SO_4 = 10 : 3 : 3 : 1$

土壤变干时， $NaHCO_3$ 易转化为 Na_2CO_3

土壤胶体吸附的阳离子组成与土壤溶液中的盐分组成彼此密切相关，相互影响，保持动态平衡。

盐碱土的两个极端是典型盐土与典型碱土，典型盐土全盐量达 1%以上，主要是中性盐聚集的结果，pH 较低、碱化度很低或达不到碱化程度；典型碱土如西大滩龟裂碱土，主要是碱性盐聚集的结果，碱化度和 pH 很高，但盐分不一定高(可在 0.3%以下)；而大量介于二者之间的盐碱土则同时存在不同程度的盐化与碱化问题。因此，大面积盐碱地改良需要碱、盐同治。

磷石膏中的 Ca^{2+} 能与土壤胶体中的 Na^+ 进行交换，降低土壤交换性 Na^+ 的含量，磷石膏的主要成分 $CaSO_4$ 能与土壤中 Na_2CO_3 和 $NaHCO_3$ 发生反应，生成 Na_2SO_4 、 $Ca(HCO_3)_2$ 和难溶的 $CaCO_3$ ，降低了土壤的碱性，有效调节土壤的酸碱度，减低土壤中碳酸盐对农作物的毒害作用。土壤胶体中的主要离子由 Na^+ 变成 Ca^{2+} 后，可提高土壤表层的电解质含量，促使土壤颗粒间絮凝，提高土壤通透性，增强土壤团聚力形成团粒结构，降低土壤容重，促进盐分的流失，对盐碱地起到改良作用。盐碱地施加磷石膏为作物发芽、生长创造有利条件，农作物的生长反过来又促进土壤的进一步改良，比如农作物生长过程中能分泌有机酸，可以疏松土壤，降低土壤的 pH 值，同时农作物生长可以吸收土壤中多余的盐分，进一步降低土壤的含盐量。

5.2.2 酸性土壤调理剂改良酸性土壤的科学原理

酸性土壤包括砖红壤、赤红壤、红壤、黄壤和燥红土等土类。酸性土壤盐基高度不饱和，pH 一般在 4.5-6。酸性土壤调理剂产品以磷石膏为载体，通过添加碱性物质、有机质及其他营养元素制成，该产品可有效改善土壤物理性状，提升土壤有机质，提升土壤 pH 值，促进土壤疏松、消除板结、增强保水、保肥能力，促进作物对各种营养成分吸收。

5.3 土壤调理剂的施用量及施用频次

5.3.1 碱性土壤调理剂的施用量及施用方法

5.3.1.1 适用范围

土壤调理剂含有钙、硫、磷等多种植物所需的营养元素，且这些元素呈离子态，调理剂 PH 在 2.5~6.5 之间，尤其适合西北地区的盐碱土壤，既适合粮食作物的生产，也适合经济作物和果树、蔬菜等多种作物的生产。

5.3.1.2 基本要求

(1) 使用者应该按照土壤酸性程度，明确酸性土壤调理剂的使用要求，必要时应按照 NY/T 2271 规定进行大田实验，以确定不同酸性程度土壤的使用效果和使用量。

(2) 使用者应综合考虑本地的土壤类型、土壤养分状况、气候特征、灌溉和排水条件以及种植的作物种类、种植管理技术等因素，选择最佳的土壤调理剂施用量和施用方法及施用时间，以期达到改善障碍土壤、改善土壤有机及生物性状的目的。

(3) 土壤调理剂施用方法和施用量要结合农艺操作一起进行。

5.3.1.3 施用量

(1) 土壤施用土壤调理剂要根据土壤碱性程度，灌溉条件等因素，必要时通过科研人员的试验确定施用量。根据碱性程度，轻度碱性的土壤推荐施用 100~150 公斤/亩，中度碱性的土壤推荐施用 150~200 公斤/亩，重度碱性的土壤推荐施用 200~300 公斤/亩。

(2) 土壤调理剂的推荐施用量，是在施用其他有机肥和化肥的基础上施用，有机肥和化肥的推荐施用量以当地土壤和种植作物的标准种植技术为准。

(3) 施用时应充分考虑土壤条件和灌溉条件，以及经济投入产出的情况，制定合理的施用技术。

5.3.1.4 施用频次

重度碱性土壤每隔 1-2 年施用一次；

中/轻度碱性土壤每隔 2-3 年施用一次。

5.3.1.5 施用方法

(1) 土壤调理剂最适宜在高温多雨的夏季 7-9 月份施用，在秋冬季储水灌溉前、春季增墒灌溉前施用，尤其在秋冬季储水灌溉前施用效果好。

(2) 土壤调理剂采用地面撒施有利于其与土壤胶体的充分接触，效果最好。

(3) 土壤调理剂使用后要及时进行灌溉。

5.3.1.6 注意事项

(1) 土壤调理剂适宜与有机肥一起施用，由于其呈酸性，不宜与碱性肥料一起施用。

(2) 土壤调理剂在灌溉农田中宜一次大量施用，且在施用后应及时浇灌土壤，灌足灌透。

5.3.2 酸性土壤调理剂的施用量及施用方法

5.3.2.1 适用范围

酸性土壤调理剂含有钙、硫、磷等多种植物所需的营养元素，且这些元素呈离子态，调

理剂 PH 在 8.0~9.5 之间，尤其适合南方地区的酸性土壤，既适合粮食作物的生产，也适合经济作物和果树、蔬菜等多种作物的生产。

5.3.2.2 基本要求

(1) 使用者应该按照土壤酸性程度，明确酸性土壤调理剂的使用要求，必要时应按照 NY/T 2271 规定进行大田实验，以确定不同酸性程度土壤的使用效果和使用量。

(2) 使用者应综合考虑本地的土壤类型、土壤养分状况、气候特征、灌溉和排水条件以及种植的作物种类、种植管理技术等因素，选择最佳的土壤调理剂施用量和施用方法及施用时间，以期达到改善障碍土壤、改善土壤有机及生物性状的目的。

(3) 土壤调理剂施用方法和施用量要结合农艺操作一起进行。

5.3.2.3 施用量

根据土壤酸性程度，轻度的酸性土壤推荐施用 100~150 公斤/亩，中度的酸性土壤推荐施用 150~200 公斤/亩，重度的酸性土壤推荐施用 200~300 公斤/亩。在耕翻覆土时施用，亦可在播种和移栽定植前，同基肥一起施入。

5.3.2.4 施用频次

重度酸性土壤建议每隔 1-2 年施用一次；

中/轻度酸性土壤建议每隔 2-3 年施用一次。

5.3.2.5 施用方法

(1) 土壤调理剂最适宜在高温多雨的夏季 7-9 月份施用，在秋冬季储水灌溉前、春季增墒灌溉前施用，尤其在秋冬季储水灌溉前施用效果好。

(2) 土壤调理剂采用地面撒施有利于其与土壤胶体的充分接触，效果最好。

(3) 土壤调理剂使用后应及时进行灌溉。

5.3.2.6 注意事项

(1) 土壤调理剂适宜与有机肥一起施用，由于其呈碱性，不宜与酸性肥料一起施用。

(2) 土壤调理剂在灌溉农田中宜一次大量施用，且在施用后及时浇灌土壤，灌足灌透。

6 磷石膏净化处理工艺技术及达到的效果

6.1 (浮选+水洗) 净化方法

本净化工艺主要针对去除磷石膏中磷、氟、钠、氯、铝、有机质、泥质、重金属及其他有害杂质，磷石膏通过浮选机进行浮选，在浮选过程中，通过添加发泡剂、重金属脱除剂、稳定固化剂等药剂，对磷石膏进行初步除杂，将除杂后的磷石膏通过压滤机进行压滤，进一步除去水中的磷石膏中的杂质。将压滤滤饼用工艺水进行再浆后输送至磷石膏堆场进行晾

晒，晾晒后的磷石膏可达到上述产品的品质要求，可作为土壤调理剂的原料。

6.2 (中和) 净化方法

去除磷石膏的酸性，提高 pH 值，降低水溶性氟和重金属等有害杂质含量，一般可采用加入碱性物质的方法进行中和。在中和过程中，降低或去除磷石膏酸性的同时，水溶性氟会与磷、铁、铝、镁等形成难溶的复合盐，氟离子会与钙离子形成不溶性的氟化钙，转化为非水溶性氟的形态，均可将水溶性氟固定。同时，部分可溶性重金属也会随之转化为不溶性形态。

6.3 (水洗) 净化方法

采用类似于磷石膏制建材普遍采用的水洗净化磷石膏的方法，采用多次逆流洗涤，洗涤后在通过过滤机或其它液固分离方式进行液固分离。

6.4 净化后达到的指标效果

净化后的磷石膏指标要求应满足 GB/T23456-2018《磷石膏》标准要求中一级石膏的标准要求。

表 GB/T 23456-2018《磷石膏》标准要求

指标	w(附着水) (湿基)/%	w(CaSO ₄ ·2H ₂ O) (干基)/%	w(P ₂ O ₅ 水溶) (干基)/%	w(F水溶) (干基)/%	w(MgO水溶) (干基)/%	w(Na ₂ O水溶) (干基)/%	w(F)(干基)/%
一级	≤15	≥90	≤0.20	≤0.10	≤0.10	≤0.06	≤0.02
二级	≤20	≥80	≤0.30	≤0.20	≤0.30	≤0.10	≤0.04
三级	≤25	≥65	≤0.50	≤0.30			

7 效果分析

标准所提出的磷石膏制土壤调理剂技术规范，是以磷肥企业产品研发、农业科研单位效果试验为依托，根据在甘肃、云南、安徽等地开展的磷石膏改良耕地的田间试验结果，并综合集成了磷石膏制改良剂使用的已有研究成果提出。磷石膏制土壤调理剂技术规范在甘肃、云南、安徽等进行了多点试验和大面积示范应用。贵州磷化集团甘肃瓮福公司结合公司磷石膏特性和西北地区盐碱地面积大，危害程度严重的特点，与甘肃省农科院土肥所合作，先后进行磷石膏土壤调理剂室内模拟、温室盆栽试验及大田试验，施用磷石膏改良剂后，土壤全盐含量降低了 10%左右，pH 降低了 0.5 个单位左右，坐果率提高了 10%左右，增产率平均达到 15%左右。与甘肃农业大学合作，先后开展磷石膏土壤调理剂大田试验，进一步检验出利用磷石膏改良盐碱地可以使土壤的理化性质得到改善，对环境和土壤没有造成污染，现正与

地方政府紧密对接，加快推广应用磷石膏改良盐碱耕地、盐碱林地。安徽司尔特自 2009 年就开始进行土壤调理剂的研究工作，委托安徽省农科院土壤肥料研究所进行的玉米田间试验效果表明，施用以磷石膏为主要原料研发的腐植酸型钙镁硫土壤调理剂，在盐碱土壤中能够有效改良土壤，种植玉米增产效果明显。2016-2018 年在山东东营垦利区滨海盐碱地上的试验效果表明，该土壤专用调理剂在改良盐碱地土壤种植小麦的增产效果较为显著；在安徽舒城开展了酸性土壤改良效果和对种植番茄增产效果研究，试验效果表明，该酸性土壤专用调理剂在改良酸性土壤性状和种植番茄的增产效果较为显著。云天化与云南农业大学、云南省化工研究院、云南省土肥站、宣威市土肥站、玉溪市土肥站（峨山县土肥站、红塔区土肥站）、砚山县土肥站、临翔区农技中心、文山州农科院油料作物研究所、开远市农技中心、开远市乐白道街道办事处、石林县农技中心等单位合作，在磷石膏农用方面开展了大量试验。试验结果表明，磷石膏施用对农作物有一定的增产效果，而且无论是在红壤、紫色土、石灰性土壤，还是对玉米、油菜、大豆、甘蔗、花生、马铃薯等作物均表现出良好的增产效果。磷石膏制土壤调理剂能够改善盐碱土壤物理化学性状，主要表现在降低土壤容重，增加土壤通透性，降低土壤酸碱度，减少土壤中全盐含量等方面；增加了土壤有机质、碱解氮、有效磷和速效钾含量，减少了施入田间的肥料养分投入，降低了化学氮肥的损失，土壤养分供应协调，提高了土壤肥力。施用磷石膏制改良剂，生产成本下降。

8 专利知识产权说明

本标准起草过程中，不涉及任何专利。

9 产业化情况、推广应用论证和预期达到的经济效果等情况

磷石膏制土壤调理剂技术规范主要针对以磷石膏为主要原料生产的土壤调理剂中普遍存在的产品不规范，指标不科学，生产流程不合理，产品施用不规范等问题制定的。标准主要在磷肥工业生产和农业生产中应用。随着我国磷肥工业的发展，土地生产力的下降，企业和种植户对磷石膏制土壤调理剂技术的需求越来越强烈，通过磷肥企业、农业科研单位及政府相关部门的大力推动，磷石膏制土壤调理剂技术的应用范围必将不断扩大，对促进我国磷肥工业健康发展，促进农业增效和农民增收将提供重要支撑，经济、社会和生态效益将十分显著。

10 采用国际标准和国外先进标准情况，与国际、国外同类标准水平的对比情况，国内外关键指标对比分析与测试的国外样品、样机的相关数据对比情况

磷石膏制土壤调理剂技术规范标准中采用的重金属含量标准均低于国家标准《肥料中砷、镉、铅、铬、汞生态指标》(GB/T23349-2009)和国家化工行业标准《磷石膏土壤调理剂》

(HG/T 4219—2011)的规定值,达到或明显低于国家标准《农用地土壤污染风险管控标准》(GB 15618-2018)规定值,土壤调理剂产品中的硫和钙等营养元素含量明显高于国家化工行业标准《磷石膏土壤调理剂》(HG/T 4219—2011)的规定值。

11 与现行相关法律、法规、规章及相关标准,特别是强制性标准的协调性

磷石膏制土壤调理剂技术规范团体标准与现行相关法律、法规、规章及相关标准,特别是强制性标准协调一致。

12 重大分歧意见的处理经过和依据

对标准起草及修订过程中存在的分歧和意见,重点参考类似的已经发布的地方标准和国家标准进行妥善处理。

13 标准性质的建议说明

本标准的性质建议为磷石膏制土壤调理剂生产技术在企业生产中的规范性、通用性标准。

14 贯彻标准的要求和措施建议(包括组织措施、技术措施、过渡办法、实施日期等)

本标准针对产品生产、应用制定的新标准,为了加强标准的贯彻落实,建议由标准制定单位以及标准应用企业组织有关农业技术推广单位和农业技术推广人员,在示范推广该技术过程中,通过媒体报道、组织培训、材料宣传、集中农户学习等多种途径对依据标准生产的产品进行宣传和学习,全面掌握标准的核心实质,保证在农业生产中规范应用,促进磷石膏制土壤调理剂技术在企业生产中和农业生产中规范应用。

15 废止现行相关标准的建议

本标准为新标准,与已有的国家、行业、地方标准不抵触,无废止现行相关标准的建议。

16 其它应予说明的事项

无