《高寒草地施肥技术规范》编制说明

项 目 名 称：高寒草地施肥技术规范

项 目 编 号：DB63JH-156-2022

制、修订类型：修订

主要起草单位：青海省畜牧兽医科学院

协 作 单 位：祁连山国家公园青海服务保障中心

归 口 单 位：青海省林业草原标准化技术委员会

起 草 时 间：2022 年 7 月-2023 年 12 月

一、工作简况

（一）项目任务来源

2022 年 3 月，由青海省畜牧兽医科学院联合祁连山国家公园青海服务保障中心申请地方标准修订立项，由青海省林业和草原局组织申报。2022 年 6 月，根据青海省市场监督管理局下达的《关于印发 2022 年青海省地方标准制修订项目计划的通知》（青市监函〔2022〕119 号）通知，批准《高寒草地施肥技术规范》地方标准的修订（项目编号为 DB63JH-156-2022）。

（二）起草单位

起草单位： 青海省畜牧兽医科学院

协作单位：祁连山国家公园青海服务保障中心。

（三）起草人及任务分工

姓 名	性别	职务/职称	工作单位	任务分工
德科加	男	研究员	青海省畜牧兽医科学院	标准编写
邓艳芳	女	高级草原师	祁连山国家公园青海服务保障中心	标准编写
徐成体	男	研究员	青海省畜牧兽医科学院	标准编写
王　伟	男	副研究员	青海省畜牧兽医科学院	标准编写
徐公芳	女	高级草原师	青海省草原总站	资料汇总
魏希杰	男	研究员	青海省畜牧兽医科学院	资料汇总
雅　琴	女	高级工程师	祁连山国家公园青海服务保障中心	资料汇总
肖　锋	男	高级草原师	青海省湿地保护中心	参与试验
欧为友	男	畜牧草原师	青海省草原总站	参与试验
卢成保	男	畜牧草原师	青海省碳汇服务中心	参与试验
于　海	男	畜牧草原师	青海省草原总站	参与试验

冬措毛	女	林业工程师	青海省林业和草原项目服务中心	资料汇总
向雪梅	女	研究生	青海大学	资料汇总
林伟山	男	研究生	青海大学	资料汇总
李　菲	女	研究生	青海大学	参与试验

二、修订标准的必要性和意义

2007年7月24日发布的青海省地方标准高寒草地施肥技术规程，规定了青海省高寒草地施肥过程中的肥料选择、施肥时间、施肥方式及工作流程。但原规程在执行过程中存在高寒天然草地确定施肥种类不标准的情况，在基肥的选择上采取羊粪作为有机肥源，未经腐熟的羊粪中，携带有大量的致病微生物和寄生性蛔虫卵，施入草地后，一部分附着在牧草上造成直接污染，一部分进入土壤会造成间接污染，而现阶段，国内有机肥已初具规模，生产的有机肥质量不断提高，可在生产中应用，因此，在有机肥选择上以经腐熟处理的商品有机肥为宜；另外，高寒天然草地在不同的自然环境条件下，不同类型的草地，不同演替阶段的群落，其土壤养分状况千差万别，原规程中未将不同退化程度的高寒天然草地区别对待，施肥策略较单一，没有针对不同类型草地的施肥技术方案。近年来，原规程起草人在高寒地区持续开展了天然草地野外人工控制营养元素、有机肥输入试验，研究高寒草甸植被和土壤对营养元素输入时间、形态和剂量的响应，利用15N标记技术明确了不同形态氮素添加后的去向及分配，

筛选出最佳的氮素无机肥料形态，分析不同肥料组合对天然草地相关指标的影响，得出氮、磷、钾肥三个因素对牧草产量作用大小顺序为氮肥>磷肥，高寒草甸施肥时不考虑施钾肥的结论；进一步揭示了施用氮肥和磷肥并非越多越好，而是存在一个阈值，超过了此阈值，牧草增产幅度就会降低，施肥量过高还会对牧草造成损害，不但起不到改良草场的作用，而且会加速草地的进一步退化；通过开展有机和无机肥对高寒草地影响的比较研究，得出通过施化肥可补充土壤营养物质，显著增加草地初级生产力，能够改善草地植物的营养品质，而长期施用有机肥能使耕层（0-20cm）全氮含量提高，下层土壤全氮的增加也更明显，改善植物群落构成和提高植物群落地上生物量都有着一定的促进作用。以上述研究为基础，研究团队通过多年的推广应用，在高寒天然草地施肥方面取得了一定的成效，在玉树州称多县、黄南州河南县及海北州门源县示范推广面积达 2 万亩以上，上述研究和示范为我们下一步修订规程提供的良好的数据支撑。

三、修订过程

（一）前期工作

该标准立项后，标准起草小组立即着手进行有关草地施肥过程中的肥料选择、施肥时间、施肥方式及工作流程方面的省内外调研及国家标准和地方标准查新工作，大量收集、整理和分析有关草地施肥领域的相关技术资料，并按制定标

准的要求进行分类整理，据此提出高寒草地施肥技术修订版，为科学修定标准奠定了良好的基础。

（二）成立修订工作组

依据项目来源，由青海省畜牧兽医科学院牵头、祁连山国家公园青海服务保障中心协作，并邀请青海省草原总站和州县及相关试验基地人员组成了《高寒草地施肥技术规范》标准修订小组，分配部署工作，开展了收集资料、项目调研、试验实施、数据分析整理、标准参数的确定、草案的起草等过程，经多次征求意见、专家预审、修改完善后形成了现在的征求意见稿。

（三）起草文本

青海省畜牧兽医科学院相关人员详细研究了制定规范的准则、目的、内容、方法、技术路线，制定了详细的工作实施方案，选派人员，精心组织编制。在起草标准的过程中主要参考了《牧草及饲料作物栽培学》、《青海草地技术工作手册》、《高寒草地管理手册》等相关知识。2022 年 9 月，起草人员认真查阅了标准制定的有关文件，对标准的格式、内容、术语表达方式等进行了深入学习，本着科学、实用、先进的原则，在征求有关专家意见的基础上，严格遵循 GB/T1.1《标准化工作导则》所规定的标准编写要求和程序起草了“高寒草地施肥技术规程”修订初稿，起草小组成员对标准的草案进行了多次修改，形成了现在的送审稿。

（四）征求意见

2023年4月完成征求意见工作,征求过程中遵循民主性、科学性的原则，广泛征求了青海大学、青海省农林科学院、西北高原生物研究所、四川省草原科学研究院及河南县草原工作站等来自生产、科研和推广单位的专家的意见，专家从规范编写的格式、专业术语的应用、操作技术的合理性、可行性等提出了多项修改意见，在此基础上，对专家的意见进行了梳理汇总，并按照提出的初审意见，对标准进行了认真修改后形成了送审稿。

四、修订标准的原则和依据，与现行法律、法规、标准的关系

（一）修订原则

1、坚持继承与创新相结合。立足前次标准，进行完善、修订、补充，保证标准的规范性和协调性；

2、坚持现实针对性兼顾可行性。总结实践经验，有目标针对性，保证标准的实用性。

3、坚持广泛性和先进性相结合。务实管用，适宜生产和推广，保证标准的积极性和社会性。

（二）修订依据

按照GB/T1.1-2020《标准化工作导则 第1部分 标准的结构和编写规则》、GB/T1.1-2020《标准化工作导则 第2

部分 标准中规范性技术要素内容的确定方法》以及 GB/T 20001.5-2017《标准编写规则 第 5 部分 规范标准》DB63/T 1789-2020《地方标准制定工作规范》中修订起草与表述规则和标准编写的基本规定进行了编制修订，力争做到标准单位、符号、结构严谨，标准内容逻辑清晰、描述简洁、通俗易懂，引用文件规范、准确。

（三）与现行的国家法律、法规、标准的关系

本规范符合我国现行有关法律《中华人民共和国农业法》和《中华人民共和国农业技术推广法》等，这些法律法规是本标准起草的主要依据，不存在任何冲突，有利于有关法律、法规和强制性标准的贯彻、执行，也符合政府的有关政策。

《高寒草地施肥技术规程》修订主要以退化高寒草地植被生物量、物种多样性与植被-土壤养分等试验结果作为制定依据，是在大量试验资料和数据的基础上编写的，与现行有关法律、法规、规章和强制性标准没有抵触。

五、主要条款的说明

（一）技术路线

本《规范》共八章，主要内容有高寒草地施肥相关的地段选择、肥料选择、施肥时间、施肥量和施肥方式等技术措施。针对近年来现行标准实际应用中技术条款内容发生重大变化进行了修订的技术路线设计，对于一直沿用且效果评价尚可的技术条款无修订改变。同时，主要条款的修订也做到

了有据可查。

（二）主要条款修订的整体说明

高寒草地生态系统在适度放牧利用的情况下,能流和物流基本上处于平衡状态,生产水平比较稳定,土壤亚系统保持良好的结构,能够正常地发挥其功能,为植物生长提供所需要的空间、养分和水分,同时植物的残落物和家畜的排泄物归还给土壤,使草—畜—土维持良好的循环与平衡。近年来随着超载过牧等人类活动的加剧，高寒草地土壤养分在利用时(放牧、割草）时，随着草产品或畜产品的输出被大量的带出草地，而且大量牲畜粪便被牧民拣拾作为燃料不能全部归还到土壤中。使土壤一植物系统内部凋落物和养分的归还大大减少,打破了土壤一植物间原有的养分循环,在未得到有效补充的情况下，草地土壤肥力逐年下降,土壤养分库储量严重亏缺,使大量的植物在无法摄入足够的营养不能完成其生活史的情况下逐渐消亡,这也是造成生物多样性下降以及草地退化的重要原因之一。自上世纪 90 年代以来，青海省先后采取重建或结合封育、补播、施肥、灭鼠、灭除毒杂草和人工群落优化配置等综合改良措施恢复重度和中度高寒草甸退化草地，上述措施的实施一定程度上遏制了草地退化，生态、社会效益增效明显。

长期以来，由于人们普遍认为草地的退化应归咎于过度放牧引起的植被演替和啮齿类动物的活动对草场的破坏,而

忽视了土壤-植被营养适配性,虽然在草地植被恢复过程中采取了相应的灭鼠、草地松耙和补播、封育等措施，然而从恢复结果来看，效果难以持久，新补播草地往往在建植2～3年后重新发生退化,没有从根本上解决草地退化问题。因此，对于高寒草地的退化过程与治理手段上，需要从土壤-植被营养供求关系出发,人为补给土壤的养分供给能力，减少牧草对养分的无效消耗，或降低对草地的索取(减轻放牧强度)的思路出发,才能有效控制高寒草地的退化进程,使得高寒草地得以永续利用。因此，高寒草地施肥是维持草原生态系统养分平衡的常规管理措施，也是退化草地治理的重要技术手段。

（三）修订内容

本文件代替《高寒草地施肥技术规范》DB63/T662—2007，是对DB63/T662-2007的第一次修订。与DB63/T662—2007相比，除结构性调整和编辑性改动外，主要技术变化：

a）更改了范围（见1，2007年版的1）；

b）增加了引用文件（见2，2007年版的1）；

c）更改了术语和定义（见3.1、3.2，2007年版的3.1、3.2）；

d）更改了施肥地段的选择（见4，2007年版的4）；

e）更改了肥料的选择、施肥时间和施肥量（见5、5.1、5.2，2007年版的5、5.1、5.2、5.3、5.4）；

f）更改了施肥方式（见6、6.1、6.2，2007年版的6、6.1、6.2）；

g）增加了施肥量品种要求（见7、7.1、7.2）；

h）增加了施肥方式（见8、8.1、8.2）；

i）更改了附录A（见附录A，2007年版的附录A）。

（二）主要条款的说明

1.目次：

由于本周结构简单，删除目次。

2.前言：

（1）标准起草规则发生改变：原标准是按照GB/T1.1-2000《标准化工作导则》给出规则编写，现在按照GB/T1.1-2020给出规则修订；不在赘述其他原则。

（2）提出归口单位发生改变：原来由青海省畜牧兽医科学院提出并归口,现在由青海省林业和草原局提出并归口。

（3）起草单位发生改变：原来由青海省畜牧兽医科学院草原所负责起草，现在由青海省畜牧兽医科学院、祁连山国家公园青海服务保障中心起草。

（4）标准起草人改变：原来由德科加、周青平、徐成体、王宏生、曾辉、李威、张明起草，现在由德科加、邓艳芳、徐成体、王伟、徐公芳、魏希杰、雅琴、肖锋、欧为友、

于海、冬措毛、向雪梅、林伟山、冯廷旭、李菲等提出修订。

3. 《规范》范围和引用文件

（1）范围：

原标准：本规程规定了青海省高寒草地施肥过程中的肥料选择、施肥时间、施肥方式及工作流程。本《规程》适用于青海省高寒草地的施肥。

修订为：本文件规定了高寒草地施肥过程中的地段选择、肥料选择、施肥时间、施肥量和施肥方式等技术内容。本文件适用于高寒草地的施肥。

（2）规范性引用文件：

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 6274 肥料和土壤调理剂

NY/T 525 有机肥料

DB 63/T 981 高寒草原退化等级划分

修订时按照近年来实际标准宣贯情况和其他标准颁布后的采标情况，增加了NY/T 525《有机肥料》和DB 63/T 981《高寒草原退化等级划分》等2个相关标准，以期青海省相关标准规范得到具体宣贯执行。

4.施肥地段选择

植被退化是青藏高原高寒草甸土壤退化的直接原因，而土壤退化也必然引起植被退化，二者互为因果，因此我们需要从草—畜—土维持良好的循环与平衡角度出发，针对高寒草地的不同退化程度来确定不同的施肥技术。

诸多的研究结果表明，不同退化程度的草地生物量其土壤养分含量也不尽相同，四川省阿坝州若尔盖县不同退化程度高寒草甸草地土样分析结果表明:与未退化草地土壤(0.99g/kg）相比，退化草地全氮值下降明显，其中轻度退化草地土壤全氮值为 0.4g/kg，中度和重度退化草地均为 0.1g/kg；周华坤等对青海省果洛州玛沁县矮嵩草草甸草场土样分析结果也表明，随着草地的退化程度加大，土壤有机质、速效磷、速效钾都减小，速效氮含量在除了极度退化阶段外，其他各阶段的含量较高，未退化草甸、轻度退化草甸和中度退化草甸之间的土壤速效磷含量减少不明显，之后随着草甸退化到重度和极度，土壤速效磷含量减少较多。王一博等在青海省果洛州达日县的研究结果显示，随草地退化程度的加剧，草地土壤中有机质、氮、磷的含量下降最突出。当土壤中的有机成分和元素降低减少时，更加速了退化草地的退化，表层(0～20cm)土壤退化最明显。邵建翔等通过检索纳入 79 篇与退化高寒草地土壤理化性质相关的文献，采用整合分析方法用于定量述评不同退化程度高寒草地浅层土壤主要理化性质的效应及变化规律。研究认为从全效、速

效养分总体来看，0～20cm 土层内高寒草甸随退化加剧大致呈现全氮、全磷、全钾、速效氮、速效磷、速效钾下降的变化趋势。李雪萍等以甘南州不同退化程度高寒草甸为研究对象，研究发现，随退化程度加深，莎草科、蔷薇科和毛茛科等科属毒杂草逐渐代替禾本科优质牧草优势位，植被高度、盖度、草产量、多样性指数降低，重度退化草地较轻度退化草地草产量降低了 2000kg/hm^2；土壤理化性质全氮、全磷、全钾、孔隙度、粉粒含量下降，pH 值、全盐、容重及黏粒含量升高，由轻度至重度退化草地土壤全磷含量下降了 0.67g/kg，土壤全钾含量下降 0.62g/kg。张帆等以青藏高原高寒草甸为研究对象，研究表明，随着退化程度加剧，草地的盖度、高度和地上植物生物量均显著下降，地上生物量在不同功能群的分配发生显著变化，物种逐步从以禾草类为优势转变为以杂类草为优势的群落，地下生物量显著下降，深层土壤根系生物量占比增加。

不同区域草地空间具有异质性，致使草地植被及土壤特性因退化程度等不同而存在差异。因此，高寒草地施肥应根据不同退化阶段采取不同的恢复治理策略，合理平衡施肥是保护轻度及中度退化草地资源、维持草地生态系统养分平衡、恢复退化草地的重要措施之一。

5.肥料的选择

氮、磷、钾均是植物生长的必需元素，是植物体蛋白质、

核酸等物质的重要组成元素，也是参与植物光合作用中各种酶的组成成分。氮磷钾肥的使用也是提升草地初级生产力的有效方式之一。德科加等人在海北州海晏县高寒嵩草草甸的研究中发现,三个施肥因素对地上生物量的影响顺序为氮肥>磷肥>钾肥。周华坤等人对中国科学院海北高寒草甸生态系统定位站的矮嵩草草甸水肥样地进行了氮、磷、钾及其组合的施肥处理，研究了施肥对植物群落结构和功能的影响。结果表明氮磷、氮磷钾配合施肥是青藏高原高寒草甸最佳施肥选择。常涛等人对三江源区退化高寒草甸的研究发现，通过综合评价植被指标和土壤指标，筛选出恢复该区域退化高寒草甸的最佳氮素配施量为 472kg/hm^2 硫酸铵+722kg/hm^2 硝酸钾+216 kg/hm^2 尿素，为退化高寒草甸的恢复提供理论依据。青海省海北州高寒草甸施肥试验同样表明，尿素、磷酸一钙和硫酸钾分别在 214.00，406.78，222.89 kg /hm^2 时高寒草甸群落地上生物量、地下生物量都显著增加，果洛州玛沁县高寒草甸施肥结果显示氮、磷、钾肥最优施用量分别为 250 kg/hm^2，110 kg/hm^2，110 kg/hm^2，这样的施用量有利于禾本科、莎草科等优良牧草生长，而且可以在促进优良牧草根系生长的同时抑制杂类草生长。

草地施氮肥因不同的氮素形态导致氮素的利用率不同，向雪梅等在青海省称多县高寒草甸试验站开展不同氮素形态 ^{15}N 田间微区示踪试验，选择铵态、硝态、酰胺态氮肥三

种形态氮肥，两年的试验结果表明:在氮素添加当年及次年，铵态肥料和硝态肥料损失量占比较大，植物吸收量及土壤残留量占比较小，酰胺态肥料植物吸收量及土壤残留量占较大比重，损失量占比较小，因此，酰胺态氮肥(尿素)是天然草地追肥最适宜的氮肥形态。芦光新等人在青藏高原高寒草甸的研究中发现，添加铵态氮、硝态氮和酰胺态氮，对莎草科、禾本科和杂类草 3 种功能群以及整个群落的平均草丛高度及生物量影响较大，但铵态氮和硝态氮的不同配比间差异不显著。

有机肥施用既有利于增产增收，又有利于培肥土壤，改善土壤微生态系统，减少无机肥料用量。党永智等在青海省玉树州称多县开展施用有机肥对高寒草甸地上生物量及物种多样性的影响研究结果表明，单年施用有机肥条件下，地上生物量增加低于连续施用，在连续两年施用有机肥情况下，地上生物量呈持续增加趋势，但在实际生产存在施肥的经济成本等问题。德科加等人在玉树州称多县嵩草高寒草甸的研究中发现，添加牦牛粪便后，高寒草甸植物群落盖度、高度及地上生物量与对照相比都呈上升趋势，而当牦牛粪便施用量为 1100kg/hm^2，各处理样地的 Pielou 均匀度指数、Shannon-Wiener 物种多样性指数与对照相比均存在显著差异。

有机无机肥料配合施用一直以来是我国提倡的科学施

肥技术。有机肥、无机化肥单独施用时都存在优势和缺陷，而采用有机无机肥料配合施用的方式，可取得扬长避短、优势互补的效果。徐隆华等在果洛州玛沁县军牧场利用 ^{15}N 同位素标记技术选择有机肥和化学肥料，开展矮嵩草草甸主要植物不同器官对氮素的吸收及分配特征研究结果表明:有机氮肥和无机氮肥对于植物的生长都具有重要作用，高寒矮嵩草草甸主要植物不同器官对氮素的吸收及分配呈现多元化特征，因不同植物种的生物学特性和生态适应习性而异。郭红玉等在玉树州称多县开展不同肥料和施肥量对三江源区高寒草甸轻度退化天然草地的影响研究表明，化学肥料与有机肥料相比，化学肥料处理下优良牧草增产量、植被高度、禾本科、莎草科生物量和鲜干比均为最高，有机肥料的牧草增产率远低于化学肥料，施用当年对草地植物生长的作用不明显。田福平等人 2006-2007 年在玛曲高寒草地的研究中发现，3 种肥料混施处理(ONP)比对照盖度增加了 7%，地上生物量均为最高。2007 年施肥处理的地上生物量在不同生长季均比 2006 年显著增加。氮、磷肥和有机肥组合的处理(ONP)对增加高寒沙化草地的地上生物量效果最显著。段敏杰在藏北高寒草地的研究中发现，施氮磷有机肥(ONP)的方式不仅显著提高高寒草地的植物生产力，而且没有引起植物多样性的显著变化，为供试条件下实现藏北草地恢复的最佳途径。孙瑞等人在夏河县退化高寒草地为研究对象，探讨在相同施

氮量情况下，施用尿素、尿素和磷酸二铵配施以及有机无机复混肥中发现，三种施肥处理都能够显著地增加草地地上生物量和植被盖度，有机无机复混肥增加草地地上生物量和植被盖度的效果优于尿素和磷酸二铵配合施用，后者的效果又好于单纯施用尿素的效果。姚骅等人在玛曲退化草地的研究中发现，对照相比，有机肥+磷肥处理可以显著增加总地上生物量，同时有机肥+磷肥处理可以显著降低杂草类的产量及相对生物量，增加豆科类、莎草类牧草的产量及相对生物量，故从社会经济角度考虑，要增加退化草地的总地上生物量和优良牧草比重，有机肥+磷肥处理为较好的处理，但从保护生物多样性角度考虑，有机肥处理是最优处理。都耀庭等人的试验以称多县典型高山嵩草草甸为研究对象，设 7 组不同有机肥施量处理和一个施尿素处理，结果表明与不施肥对照组相比，施用尿素和有机肥后高寒草地植物群落生物量均有所增加，但是尿素增产效果更明显。在含氮量相同的情况下，施用尿素使高寒草地植物群落地上生物量明显增加，有机肥则不明显。

高寒草地施肥应采取不同的施肥策略，一般选择基肥和追肥两种形式，基肥常用有机肥料和化学肥料，追肥常用化学肥料。由于有机肥肥效缓慢，肥料中氮素的当季利用率低，施用量大，施肥成本高，而化学肥料施用对牧草产量提高和土壤养分补给效果明显，但存在过量施用导致土壤残留和污

染的现象，因此，草地施肥时一般选择有机肥和无机肥配合，施用肥料可选择有机肥、磷酸二胺。

6.施肥时间

施肥对牧草产量的影响不仅与施肥量有关，还与牧草种类、地区气候条件及施肥时期有关。同时，不同牧草的需肥规律不同。卡着才让等人在玉树州称多县高寒草甸中的研究发现，在施肥时间为 7 月 10 日左右时，尿素施用水平为 150-300kgN/hm^2时高寒草甸初级生产力和土壤全氮都达到最大值。Shah 等在放牧草地的研究也表明，春秋季施肥可以最大化降低 NO_2排放量。德科加等人在玉树州称多县嵩草高寒草甸的研究中发现，施肥时间为 7 月 10 日时，地上生物量都要高于其他时期同等施肥水平。符佩斌等人在三江源区高寒草甸的研究中发现通过综合比较分析，三江源区高寒草甸最佳施肥时间是 6 月 10～25 日，最佳施肥量（尿素）为 150～300kg/hm^2具有较高的牧草产量和低施肥成本。马玉寿等人在小嵩草草甸草场中的研究发现，在青藏高原小嵩草草甸尿素的最佳施用时间应在 6 月下旬至 7 月上旬，较为经济合理的施肥量应在 300kg／hm^2 左右。张东杰等人在三江源区高寒草甸的研究中发现，三江源区高寒草甸最佳施肥时间是 6 月 10～25 日间最佳施肥量（尿素）为 150～300 kgN／hm^2具有较高的牧草产量和低施肥成本。Nurit 等研究建议，施用畜禽粪肥应选择在雨季前，以避免粪肥流失损耗。

综上所知，高寒天然草地施肥，基肥施用应在牧草返青后(5 月中旬)尽早进行，追肥的最佳时期为 6 月下旬到 7 月上旬。

7.施肥量

长期以来，在草地尤其是青藏高原高寒草甸生态系统中推行的施肥方案,多为参照前人在该区域内的施肥经验制定，在进行施肥时存在很大的盲目性和随意性；再者，由于不同退化类型草地对营养元素的需求存在很大差异，没有针对特定区域内特定的施肥方案，导致施肥效果差、土壤被污染的局面。因此，建立精准、合理的施肥技术体系，为退化高寒草甸恢复重建和可持续发展提供技术支撑。

丁生祥等[28]人在高寒栽培牧草的研究中发现,追施有机肥 1500kg/hm^2 时，西北羊茅牧草产草量达到最高，为 19778.7kg/hm^2；追施有机肥量为 2250kg / hm^2 时，种子产量达到最高为 571.1kg/hm^2。追施有机肥的各处理在中后期生长速度明显快于未施肥处理。从高产、高效角度综合考虑以收获种子为目的时对西北羊茅施有机肥的最佳用量是 2250kg/hm^2。李成泉等[29]人在青海东部高寒高海拔地区旱作条件下对西北羊茅追施不同量有机肥的试验表明，牧草鲜草产量随有机肥的增施而逐渐提高，至 1500kg/hm^2 西北羊茅牧草产草量达最高，之后又随有机肥的增施而逐渐下降，且追施有机肥的各处理在中后期生长速度明显快于对照。刘万杰

等[30]人在高寒矿区的研究中，采用随机区组试验，有机肥用量设低（Y1：羊板粪 11 m³/亩+商品有机肥 0.5 t/亩）、中（Y2：羊板粪 22 m³/亩+商品有机肥 1.0 t/亩）、高(Y3：羊板粪 33 m³/亩+商品有机肥 1.5 t/亩）3 个水平。结果表明有机肥对于土壤改良和植被恢复具有重要的作用，羊板粪 11 m³/亩+商品有机肥 500kg /亩+撒播处理植被生长、渣山表层基质养分和经济投入的综合效率最高，且养分利用率最高，是适合高寒矿区生态恢复的措施。商丽荣[31]在内蒙古羊草草原的研究中发现，两种有机肥在 4500kg/hm² 的施肥水平下，草原地上总生物量显著增加。马祥等[32]人在对青海高寒牧区燕麦的研究中发现，施用 4500kg/hm² 生物有机肥的燕麦种子产量和秸秆产量最佳。

王玉琴等人对退化高寒草地研究发现，施氮增加了可食牧草地上生物量，随着施氮水平的增加，粗蛋白和粗脂肪含量均呈增加趋势。在围栏封育的 2 ～ 3 年的基础上，可以考虑 30-40kgN/hm² 氮素施用量作为高寒退化草地的恢复的合适施肥剂量。王伟等人在高寒草甸的研究中发现，当氮素施用量为 200kg/hm² 时地上植物量、植物全氮、土壤全氮均为最大值。王玲等在青海省海北州西海镇金银滩轻度退化高寒草原草地，研究 N、P 肥添加对高寒草地植被和土壤的影响，结果表明：环湖区域高寒草原植物群落适宜施肥区间为单施尿素：氮元素施量为 70-210kg/hm²；单施磷酸二铵：磷元素

施量为 52-104 kg/hm^2；尿素与磷酸二铵配施：氮元素施量为 70-140kg/hm^2，磷元素施量为 26-65 kg/hm^2。姚有华等人不同退化程度高寒草甸的研究中发现，轻度退化高寒草甸提高其生产力的最佳氮、磷肥施入量范围为分别为 145.0 kg/hm^2～150 kg/hm^2、90.0 kg/hm^2～92.0 kg/hm^2，中度退化高寒草甸提高其生产力的最佳氮、磷肥施入量范围分别为 200.0 kg/hm^2～220.5 kg/hm^2、100.0 kg/hm^2～122.3 kg/hm^2；重度退化高寒草甸提高其生产力的最佳氮、磷肥施入量范围分别为 205.9 kg/hm^2～220.9 kg/hm^2、135.0 kg/hm^2～154.3 kg/hm^2。张玉琪等人在东祁连山高寒草甸的研究中发现，施氮量在 400kg/hm^2 下地上生产力达到最大值；但过高的施氮量不能显著增加地上生产力，在施氮量大于 300kg/hm^2 之后，地上生产力增加不显著。景美玲等人在祁连山高寒草甸退化草地中的研究发现，施氮量在 300kg / hm^2、450kg / hm^2、600kg / hm^2 时可以显著提高草地植被平均高度和禾草的高度，施肥处理可以显著提高地上植被盖度，并且可以提高草地植被优势种的优势度，降低植被的物种多样性指数，对土壤的化学性质有一定的影响，施氮量在 300kg / hm^2 是最佳选择经济效益的方案。王长庭等人在三江源区的研究中发现，施肥量为 200kg/hm^2 或 320kg/hm^2 时生物量最高，土壤全量养分和速效养分也较高，土壤有机碳和微生物量碳含量最高。因此，300 kg/hm^2 施肥量可作为高寒草甸最佳施氮水平。纪

亚君等人在采用氮肥单因子试验研究了施用氮肥对高寒草甸的增产效应研究中发现，天然高寒草甸草地施氮量为225kg／hm^2 时可以获得最大禾草产量及单位尿素最大增产量，有利于退化天然草地向良性方向发展。欧为友等人在果洛州玛沁县的研究发现，高寒草甸类型不同，最优施肥量也存在明显差异。对于青海湖边退化高寒草甸，氮、磷、钾肥最优施肥量分别为 250 kg / hm^2（尿素）、400～600 kg / hm^2(过磷酸钙）、150～300 kg / hm^2（硫酸钾）；对于藏北退化高寒草甸，尿素、磷酸氢二铵分别为 104 kg / hm^2(尿素）、417 kg / hm^2(磷酸氢二铵)时能显著促进高寒草甸牧草生长。

综上研究结果表明，高寒草地施肥应采取有机肥和无机肥配合施用，在轻度退化高寒草地有机肥施肥量为20000kg/hm^2，磷酸二胺施肥量为 100 kg/hm^2；中度退化高寒草地有机肥施肥量为 25000kg/hm^2，磷酸二胺施肥量为 150 kg/hm^2；需要补播的重度退化草地有机肥施肥量为 30000 kg/hm^2，磷酸二胺施肥量为 200 kg/hm^2。

8.施肥方式

目前草地施用肥料的方法主要分为两大类，包括广式撒播技术和条带播撒技术。广式撒播技术是机械在一定高度上将固态或液态肥料均匀播撒到地表，操作简单，工作效率高，成本较低，但氮的损失较大，容易造成环境污染。条带播撒

技术是机械的窄滑动脚座，以较小间隔将液态肥料置于土壤表层，而不是整个区域播撒，与广式撒播技术相比，可减少50% - 80%的氨流失。

综上所知，基肥应深施覆土，一般结合划破草皮措施，深度控制在土表以下10～15cm。追肥时采用人工施肥、机具施肥和机械施肥，于雨前施用。

9.小结

青海省高寒地区草地养分添加是提高植被生产力及补充草地所需主要元素的重要措施之一。通过总结和梳理天然草地不同肥料种类、不同施肥量、不同施肥时间添加试验，研究高寒草地植被群落特征与植被-土壤养分的变化来揭示高寒退化草地对施肥的响应，为青藏高原高寒草地的永续利用及草地生态系统的健康发展提供理论科学依据。

六、重大意见分歧的处理依据和结果

本标准征求了青海大学、青海省农林科学院、西北高原生物研究所、四川省草原科学研究院及河南县草原工作站等单位相关专家的意见和建议。这些单位涉及大专院校、科研、生产、使用和推广单位。诸位学者分别从措辞、语法、格式及专业的高度给出了详尽的说明，比如对于高寒天然草地施肥地段、肥料选择、施肥时间及肥料施用量等条款均进行了详细批注。对规范中使用不规范的格式和内容提出了合理的修改建议。专家和管理人员提出的意见旨在进一步优化和完

善此规范,对此规范涉及的内容和方法未产生重大分歧意见。

另外，本标准也在玉树州称多县、黄南州河南县及海北州门源县得到应用，修订的规范有利于使用者精准操作，弥补本地区草地养分添加缺乏科学依据的现状，促进了天然草地的保护和合理利用。

2023 年 5 月 12 日邀请青海畜牧兽医科学院、甘肃农业大学、中科院西北高原生物研究所和青海农林科学院等 7 位专家召开了标准预审会议，提出了具有建设性修改建议意见 10 条， 编写组对建议意见继续进行了积极的修改，并且严格参照执行已经颁布实施的各类相关现行标准进行了系统完善，以期推进我省技术规范化标准化程度和进程。（具体征求意见汇总表和预审意见处理表见意见汇总表和编制说明附件）

七、贯彻实施标准的要求、措施等建议

该标准适用于青海省高寒天然草地的施肥，建议《高寒草地施肥技术规范》作为推荐性标准发布实施。撰写标准的过程中通过参考《牧草及饲料作物栽培学》、《青海草地技术工作手册》、《高寒草地管理手册》等国内有关农业种植技术资料和书籍，同时与本领域相关专家进行探讨和交流，征求有关专家意见的基础上,较为系统地将各项措施进行对比试验，修订的规范有利于使用者精准操作，弥补本地区草地养分添加缺乏科学依据的现状，促进青海省高寒天然草地的保

护和合理利用，能够获得显著的生态、社会和经济效益，为高寒地区天然草地可持续发展提供科学依据。

该标准修订后，将更加系统指导我省多年生豆科牧草良种生产的规范化、高效化，建议标准归口单位积极支持相关业务单位通过扁蓿豆良种繁育技术和扁蓿豆人工草地建植项目开展标准的宣传和贯彻，并由标准起草制定单位进行技术指导，全面示范推广应用该技术标准。

《高寒草地施肥技术规范》修订小组

二零二三年七月二十日

预审意见汇总处理表

序号	标准的章、条编号	意见内容	提出人员	处理意见及理由
1	封面	核对 CCS 和 ICS 编号是否正确；修订标准编号无变化，年份因任务要求直接 2023	肖明	采纳
2	目次	标准结构较简单，建议删除“目次”	杜文华	采纳
3	前言	调整“本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则　第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草”格式。	杜文华	采纳
3	1	规定了青海省高寒草地…… 改为：规定了青海省高寒天然草地……；	芦光新	未采纳，修订标准不容许名称发生变化
4	1	删除“适用于青海省高寒草地的施肥”中的“青海省”	李天才	采纳
5	2	按照从高到低调整引用文件排列顺序， 修改为：GB/T6274-1997 肥料和土壤调理剂、NY/T 525-2021 有机肥料、DB 63/T981-2011 高寒草原退化等级划分	颜红波	采纳
6	3	准确修改“基肥”和“追肥”	颜红波	采纳
7	4	再次建议将“施肥报酬”改为“施肥回报率”	李月梅	采纳
8	5	将“选择有机肥、磷酸二胺做基肥”和“选择尿素作追肥”后面的“见附录”修改为（见附录 A）。	李天才	采纳
9	7	建议增加 7.3 特殊需求的施肥	李月梅	采纳
10	8	修改“轻度和重度采用深耕覆土”，天然草原应采取划破草皮等轻措施	卡着才让	采纳

说明：① 提出意见数量：10个；② 标准起草单位或工作组对意见处理结果：采纳9个，未采纳1个；③ 标准化技术委员会或标准化技术归口单位审查意见：采纳0个，未采纳0个。

参考文献：

[1] 根呷羊批,周俗,杨孔等.若尔盖县不同退化程度草地植物群落特征及土壤理化性质[J].西南民族大学学报(自然科学版),2022,48(04):369-378.

[2] 周华坤,赵新全,周立等.青藏高原高寒草甸的植被退化与土壤退化特征研究[J].草业学报,2005(03):31-40.

[3] 王一博,王根绪,沈永平等.青藏高原高寒区草地生态环境系统退化研究[J].冰川冻土,2005(05):633-640.

[4] 邵建翔,刘育红,马辉等.退化高寒草地浅层土壤理化性质 Meta 分析[J].草地学报,2022,30(06):1370-1378.

[5] 李雪萍,许世洋,李敏权等.甘南州不同退化程度高寒草甸植被及土壤特性的演化规律[J].生态学报,2022,42(18):7541-7552.

[6] 张帆,李元淳,王新等.青藏高原高寒草甸退化对草地群落生物量及其分配的影响[J].草业科学,2021,38(08):1451-1458.

[7] 杨月娟,周华坤,叶鑫等.青藏高原高寒草甸植物群落结构和功能对氮、磷、钾添加的短期响应[J].西北植物学报,2014,34(11):2317-2323.

[8] 常涛,张骞,秦瑞敏等.氮素配施对三江源区退化高寒草甸植被和土壤的影响[J/OL].草地学报,2023,1-14.

[9] 向雪梅,德科加,冯廷旭等.三江源区高寒草甸草场植被和土壤对外源氮素输入的响应[J].草地学报,2021,29(09):2010-2016.

[10] 欧为友.氮磷钾肥不同施肥配方对高寒草甸植物群落生物量的影响[J].黑龙江畜牧兽医,2016(09):162-165.

[11] 德科加. 施肥对三江源区高寒草甸初级生产力和土壤养分的影响[D].甘肃农业大学,2014.

[12] 党永智,李欣,权欣等.施用有机肥对高寒草甸地上生物量及物种多样性的影响[J].青海畜牧兽医杂志,2015,45(06):4-6.

[13] 德科加,张德罡,芦光新等.牦牛粪便对高寒草甸群落多样性及生产力的影响[J].草原与草坪,2013,33(06):9-13.

[14] 徐隆华,姚步青,王文颖等.矮嵩草草甸主要植物不同器官对氮素的吸收及分配特征研究[J].西北植物学报,2018,38(05):957-966.

[15] 郭红玉,德科加,芦光新等.不同肥料和施肥量对三江源区高寒草甸天然草地的影响[J].青海畜牧兽医杂志,2014,44(06):8-10.

[16] 芦光新,李欣,党宁等.不同形态及配比的氮素对高寒草甸植物生长高度和生物量的影响[J].草地学报,2018,26(01):210-215.

[17] 田福平,陈子萱,石磊.施肥对玛曲高寒沙化草地地上生物量的影响[J].中国农学通报,2012,28(02):35-38.

[18] 段敏杰,干珠扎布,郭佳等.施肥对藏北高寒草地植物多样性及生产力的影响[J].西北农业学报,2016,25(11):1696-1703.

[19] 孙瑞. 施用有机无机复混肥对退化高寒草地群落组成及土壤肥力的影响[D].兰州大学,2016.

[20] 姚骅.施肥对玛曲退化草地植物群落特征的影响[D].甘肃农业大学,2008.

[21] 都耀庭.施用有机肥对称多县典型高山嵩草草甸地上生物量的影响[J].黑龙江畜牧兽医,2016(09):157-158.

[22] 卡着才让,德科加,徐成体.不同施肥时间及施氮水平对高寒草甸生物量和土壤养分的影响[J].草地学报,2015,23(04):726-732.

[23] SHAH S H H,LI Y M,WANG J Y,et al.Optimizing farmyard manure and cattle slurry applications for intensively managed grasslands based on UK-DNDC model simulations[J].Science of the Total Environment,2020(714) : 136672.

[24] GOLDBER G N,NACHSHON U,ARGAMAN E,et al.Short term effects of livestock manures on soil structure stability,runoff and soil erosion in semiarid soils under simulated rainfall[J].Geosciences,2020(10) : 213

[25] 符佩斌,干友民,张洪轩等.施肥对高寒草甸产草量和品质的影响[J].草业科学,2015,32(07):1137-1142.

[26] 马玉寿,郎百宁,李青云等.施氮量与施氮时间对小嵩草草甸草地的影响[J].草业科学,2003(03):47-50.

[27] 张东杰.施肥对三江源区高寒草甸草场地上生物量的影响[J].青海畜牧兽医杂志,2011,41(03):17-19.

[28] 丁生祥,郭连云.追施有机肥对高寒栽培牧草产量的影响[J].安徽农业科学,2008(15):6394-6395.

[29] 李成泉.高寒地区追施有机肥对栽培牧草产量的影响[J].青海农林科技,2012(03):15-17+73.

[30] 刘万杰. 有机肥用量和播种方式对高寒矿区渣山表层基质、植被生长和微生物的影响[D].青海大学,2022.

[31] 商丽荣,万里强,李向林.有机肥对羊草草原土壤细菌群落多样性的影响[J].中国农业科学,2020,53(13):2614-2624.

[32] 马祥,贾志锋,张永超等.生物有机肥对青海高寒牧区燕麦产量和土壤肥力的影响[J].草地学报,2019,27(06):1759-1765.

[33] 王玉琴,宋梅玲,王宏生等.添加氮素对退化高寒草地植被及营养品质的影响[J].草地学报,2021,29(12):2742-2751.

[34] 王伟,德科加.不同氮肥及施氮水平对称多县高寒草甸生物量和养分的影响[J].草地学报,2015,23(05):968-977.

[35] 王玲. N、P 添加对退化高寒草地植被与土壤的影响[D].青海大学,2020.

[36] 姚有华. 退化高寒草甸植物—土壤—微生物对外源养分输入的响应分析[D].青海大学,2022.

[37] 张玉琪,吴玉鑫,周会成等.氮添加对东祁连山高寒草甸土壤养分及地上生产力的影响[J].草原与草坪,2022,42(06):50-55.

[38] 景美玲,马玉寿,李世雄等.不同施氮量对祁连山高寒草甸退化草地的影响[J].青海畜牧兽医杂志,2014,44(04):5-8.

[39] 王长庭,王根绪,刘伟等.施肥梯度对高寒草甸群落结构、功能和土壤质量的影响[J].生态学报,2013,33(10):3103-3113.

[40] 纪亚君.青海高寒草甸施氮肥增产效应浅析[J].草业科学,2006(03):26-29.

[41] 彭艳,孙晶远,马素洁等.氮磷添加对藏北人工牧草生产性能和品质的评价[J].草业学报,2021,30(05):52-64.

[42] 李莎莎,杨曌,李红等.有机肥与化肥配施对紫花苜蓿产量、品质和土壤理化性质的影响[J].黑龙江畜牧兽医,2021(10):109-113.

[43] 才源,李子勇,张春艳等.氮肥与有机肥混施对新建植羊草草原生长的影响[J].农业与技术,2020,40(22):123-127.

[44] 白玉婷,卫智军,吕世杰等.施肥对荒漠化草地产量及营养物质的影响[J].草原

与草业,2017,29(02):10-16.

[45] LEYTEM A B，BJOR NEBER G D L，SHEFFIELD RE.On Farm evaluation of liquid dairy manure application methods to reduce ammonia losses[J].The Professional Animal Scientist,2009,25: 93-98.

[46] HR RMAN V S.Present Dutch practice for application of slurry in the field[J].Plantekongres,2007,86-87.

[47] FISHE RM.Manure incorporation in no till systems[J]. Crops＆Soil,2011(5-6):5-9.