《高山天幕毛虫防治技术规范》编制说明

标 准 名 称 ：	高山天幕毛虫防治技术规范
项 目 编 号 ：	DB63JH-166-2022
制、修订类型：	制定
主要起草单位：	黄南藏族自治州林业站
协 作 单 位 ：	/
归 口 单 位 ：	青海省林业和草原局
起 草 时 间 ：	2022 年 3 月---2023 年 7 月

《高山天幕毛虫防治技术规范》

一、工作简况

1. 任务来源

2022 年 3 月 30 日，由黄南藏族自治州林业站申请地方标准的立项，根据青海省省市场监督管理局下达的《关于征集 2022 年青海省地方标准制定项目计划的通知》（青市监〔2022〕119 号），批准《高山天幕毛虫防治技术规范》地方标准的制定（修订）DB63JH-166-2022。

2.起草单位

起草单位：黄南藏族自治州林业站

3.主要起草人

姓名	性别	职务/职称	工作单位	任务分工
薛永贵	男	林业高级工程师	黄南州林业站	组织调查与总结撰写
夏吾朋毛	女	林业工程师	黄南州林业站	负责撰写及上报文本
刘文楠	男	林业工程师	黄南州林业站	监测防治等数据分析
杨保玉	女	林业工程师	黄南州林业站	监测防治等数据分析
马俊忠	男	林业工程师	黄南州林业站	监测防治等数据分析
马　龙	男	林业助理工程师	黄南州林业站	监测防治等数据采集
赵明阳	男	林业工程师	黄南州麦秀林场	数据汇总分析
赵　琳	女	林业技术员	黄南州林业站	数据汇总分析
加曲才让	男	林业技术员	尖扎县林业工作站	数据汇总分析

尖参才让	男	林业技术员	泽库县林业工作站	监测防治数据采集
多青多杰	男	林业技术员	泽库县林业工作站	监测防治数据采集
格藏杰	男	林业技术员	泽库县林业工作站	监测防治数据采集
周本加	男	林业技术员	泽库县林业工作站	监测防治数据采集

二、制定（修订）标准的必要性和意义

高山天幕毛虫（*Malacosoma insignis* Lajonquiere），为鳞翅目、枯叶蛾科、天幕毛虫属昆虫，分布于青海省泽库县、门源县和河南县等地，高山天幕毛虫是泽库县一种主要的植食性林业虫害，主要危害在县域境内天然灌木林中分布最多的山生柳及直干木国家沙漠公园中的乌柳人工林。其以幼虫取食寄主叶片危害，2016 至 2022 年，泽库县天然灌丛中该虫的发生范围从 0.4 万多亩扩大到了 3.0 万亩，危害日趋严重，严重时，每株山生柳上幼虫数量可达 140 只~200 只，经常会将整个灌丛的叶子全部吃光，甚至还会迁移到其他宿主继续为害，造成该区域的山生柳灌丛出现落叶、枯萎、数年不生长的危害团块状，严重影响了金露梅、山生柳灌丛林建群的生态功能，以及森林资源的生态安全。该虫在直干木沙漠公园治沙区域内的人工林内出现发生，常引起乌柳叶被啃食殆尽，造成沙区造林树木的弱化、枯死，随着人工林面积因林木被害死亡逐步减少，对防沙治沙的建设效果构成了极大的威胁。

多年来，我站在省森防总站和当地政府主管部门的支持下通过对高山天幕毛虫生活史、发生危害规律进行调查，总结出了有效综合防治措施方法，采取多种措施积极开展了高山天幕毛虫防治工作，并取得了较显著的防治成效。据资料调查，国内及青海省至今还没有关于高山天幕毛虫防治技术方面的标准。因此，我站专业技术人员，经过多年的实践探索，结合高山天幕毛虫防治技术、经验加以总结，起草编制了《高山天幕毛虫防治技术规程》，这将对今后高山天幕毛虫防控及完善我省主要发生的林业有害生物的防治标准，具有重大意义。

三、主要起草过程

本标准根据青海省市场监督管理局下达的《关于征集2022年青海省地方标准制定项目计划的通知》（青市监〔2022〕119号），由南藏族自治州林业站编制，单位组织多年从事森林病虫害监测防治的技术人员成立了标准制定工作组，在查阅、收集整理了高山天幕毛虫相关资料的基础上对该虫的生活习性做了进一步的观察，完善和补充了相关数据，掌握了该虫的发生规律和防治方法，为本规程的制定奠定了基础，并开始编制起草该技术规程。编制过程中学习和借鉴有关技术标准和国家标准编写要求，确定了本标准的适用范围、规范性引用文件、术语与定义、确定发生范围和危害程度、防治措施、防治效果评价的逻辑框架。

2022年底我站通过查阅资料、咨询专家、实地考察、研究数据整理等工作，完成了该标准《高山天幕毛虫防治技术规范》初稿，初稿形成后，邀请相关林业专家征求意见，根据反馈意见，编写人员修改后形成《高山天幕毛虫防治技术规范》征求意见稿。

四、制定（修订）标准的原则和依据，与现行法律、法规、标准的关系

（一）制定标准原则

1、遵循《中华人民共和国标准法》、国家《林业标准化管理办法》和国家标准化工作的有关规定。力求做到技术先进，经济合理，切实可行，有利于推动技术进步。标准遵循统一性、规范性、协调性、适用性、一致性的原则。

2、本标准以开展虫情调查和防治方法的科学性、适用性、通用性、可操作性以及数据记载的规范性为原则，以高山天幕毛虫的发生规律和防治试验示范成效调查数据为依据，注重生态、经济和社会效益，研究制定高山天幕毛虫的虫情调查、危害程度划分、防治措施、防治效果评价的系列技术要求。

3、有利于合理利用资源，提高社会经济效益。

4、有利于相关标准协调、配套，有利于建立科学合理的林业标准体系和开展综合标准化工作。

（二）制定标准依据

1、青海省质量技术监督局《关于征集2022年青海省地方标准制定项目计划的通知》（青市监〔2022〕119号）。

2、青海省地方标准管理办法。

3、标准编制组收集了大量的国内外相关资料，以开展虫情调查和防治方法的科学性、适用性、通用性、可操作性以及数据记载的规范性为原则，以高山天幕毛虫的发生规律和防治试验示范成效调查数据为依据，注重生态、经济和社会效益，研究制定高山天幕毛虫的虫情调查、危害程度划分、防治措施、防治效果评价的系列技术要求。

（三）与现行法律、法规、标准的关系

完全符合国家的《标准化法》和《中华人民共和国标准化实施条例》的有关规定，与有关现行法律、法规和强制性国家标准、行业标准没有任何冲突。

五、主要条款的说明

本规程规定了高山天幕毛虫虫情监测调查、防控对策、防治技术措施、防治效果检查等综合防治技术和方法其中对以下几个关键技术环节做了特别规定。

1 高山天幕毛虫生物学特性、生活习性及生活史

1.1 野外调查地区概况

野外调查工作在泽库县和日乡直干木国家沙漠公园进行，室内饲养观察在同仁实验室进行。

泽库县地理坐标在东径100°34′~102°08′，北纬

34°45′~35°32′之间，地处昆仑山系西倾山北麓，黄南藏族自治州中南部，东与甘肃省夏河县毗邻，南、西、北分别与河南蒙古族自治县。泽库县全境东西较狭长，地势由东向西倾斜。县境内大部分地区在海拔3500米以上，最高点是北部的杂玛日岗山，海拔4971米，最低点海拔2800米，相对高差2171米。由于地势的影响，形成了全县不同海拔高度的植被、土壤、气候的地域差异和垂直变化。有高山带、亚高山带、滩地、河谷阶地、低山丘陵五大地带。泽库县气候为高原大陆性季风气候，属高原亚寒带湿润气候区。总的气候特点：雨热同季，降水量较丰富且集中；气温较低，热量不足，无霜短期，日照时间长，太阳辐射强；冷季漫长干冷，多大风；暖季短促凉爽。县境内年平均气温在-2.4℃~2.8℃之间，县城地区年平均无霜期12天。境内年平均降雨量为460毫米，但分布不均匀，大体上呈自东南向西北递增的趋势。年平均蒸发量1325.8mm，几乎等于降水量的3倍。年平均日照时数在2566h~2675h之间，辐射量在145~156千卡/平方厘米之间。气象灾害主要有低温冻害、有雪、冰雹等，对畜牧业生产危害较大。

1.2 野外调查点设置

野外调查点设在泽库县和日乡、宁秀乡天然分布的山生柳群落及和日直干木国家沙漠公园中的乌柳人工林，乌柳为杨柳科柳属多年生落叶灌木或小乔木，是中国特有种。乌柳

生命力较强，且耐旱抗寒，耐风蚀、沙埋和轻度盐渍化。尤其在环境恶劣的地区，发挥着重要的水土保持、防风固沙的功能。在高寒沙地,其作为防沙治沙的先锋树种表现出较强的适应性，对高寒沙地防治沙化蔓延以及生态环境恢复发挥着极为重要作用。

山生柳灌丛草地主要分布于坡度较陡的山地阴坡，土壤为高寒灌丛土，群落结构简单,分灌木和草本二层灌木层以山生柳为建群种，山生柳高 20cm~120cm 平均株高 60cm，最大树冠面积 30cmx150cm，株丛小，稀疏，盖度 40%左右，伴生种很少，常见有新山生柳、高山绣线菊、金露梅等灌丛植物草本层植物种类较少，平均为 15~20 种/m^2 盖度 65%左右，以多种苔草为优势种，叶层高 10cm 左右，盖度 35%.伴生种有线叶嵩草、双叉细柄茅、羊茅、圆穗蓼、珠芽蓼、瑞玲草、小大黄等。山生柳灌丛群落中昆虫种类和数量除高山天幕毛虫外均较少，只有高山天幕毛虫种群数量大、密度高，是优势的昆虫种类。

1.3 野外调查方法

在山生柳及乌柳发生的林分内按不同海拔区域各设置 2 个固定监测点，共设置 24 块 28m×28m 的标准地，调查高山天幕毛虫口密度，用随机抽取法选择 30 株，共调查 720 株，并标注编号，调查统计标准株的高山天幕毛虫发育、蜕皮、产卵、孵化情况以及生活习性，并采集各时期的毛虫幼

虫和蛹分别放人70%酒精浸泡液中，采集成虫制成针插干标本，以供鉴定用。

1.4 养虫方法

饲养虫源采集2021、2022年5月初采集调查点山生柳和乌柳枝上的越冬卵块，带回同仁实验室饲养。

寄主植物在调查点将山生柳和乌柳带叶的树枝剪下，长约20cm~25cm左右，带回同仁，放在实验室内插在装有水的罐头瓶中，保持供试植物新鲜，以供幼虫采食。养虫用具100cm x 50cm x 42cm高的木柜式养虫箱(两面玻璃，其余为纤维板)2个，用白炽灯加热2个培养箱分别装有25W，40W的灯泡，温度分别为20℃，22℃。室内饲养法实验室环境温度19℃±4℃，70%±10%相对湿度及光周期(16光: 8黑暗)。将采回的卵块连同卵块所在的枝条一同装人广口瓶，放进养虫箱。待孵化后，把带叶片的山生柳插在广口瓶内(含一定量的水，使枝条低端浸入水中，保持叶子新鲜)，并把瓶口封好防止幼虫溺水，将孵化的的卵块连同卵块所在的枝条一同装入广口瓶，放进养虫箱。待孵化后，把带叶片的山生柳插在广口瓶内(含一定量的水，使枝条一端浸入水中，保持叶子新鲜)，并把瓶口封好防止幼虫溺水，将孵化的幼虫连同卵块放在枝条上，每一卵块为一个家族饲养，隔日更换新鲜枝条。

1.5 发育起点温度及有效积温

依据有效积温法则,计算高山天幕毛虫发育起点温度和

发育积温 K=N/(T-c),V=1/N=(T-1)C/K 式中 K。为积温常数,N 为发育历期，T 为温度，C 为发育起点温度。

1.6 结果

1.6.1 生物学特性（形态特征）

成虫：雄虫翅展 32mm~38mm,呈桔黄色，具交替的深浅不同的条纹，体长 12mm~13mm，黄褐色，圆锥形，雌虫翅展 37mm~40mm,翅色同雄虫，体长 17m~19m，较雄虫肥大，棕黑色。触角都为羽枝枯色，较宽，足跗节为黄褐色、雄毅触角鞭节米黄色，羽枝褐色，体色有浅棕和米黄色两型，深色型前翅中间呈赤褐色弧形中带,外缘区浅赤褐色略带黄色，与中带间呈浅黄褐色横斑纹，中带至翅基部黄呈浅棕黄色；后翅浅棕褐色，中间呈褐色斜带，外缘毛褐色。浅色型雄体翅呈米黄色，前翅中间呈浅红褐色弧形中带，外缘区浅红褐色，与中带间黄斑纹明显，外缘毛浅黄色与褐色相间；后翅中间呈浅褐色斜带，缘线褐色，缘毛米黄色。雌蛾体翅米黄色，前翅中间呈浅赤褐色弧形中带，外缘区浅赤褐色，与中带之间呈浅米黄色斑纹，中带至翅基米黄色，外缘浅褐色，缘毛灰黄色与浅褐色相米间；后翅中间呈浅褐色斜带，外缘线浅褐色，缘毛符灰黄色。成虫，7 月~8 月份出现。

卵: 圆柱形，灰白色，中央圆形微突，顶端具一小黑点，直径 0.7mm~0.9mm，长约 1.5mm,卵块坚硬整齐的产于小枝顶端呈指环状，卵块表面被雌蛾的黑褐色被毛包被，卵块长

5mm~8.5mm。

幼虫：1 龄~2 龄幼虫全身黑色，被毛隐约可见，腹部黑色较浅；3 龄幼虫体色已有明显的不同颜色的条纹，背线白色，背线两侧、亚背线、气门上线均为桔黄色，各线中间依次夹有由深到浅的黑色宽带，在气门线处有排列整齐较密的毛瘤，背部毛瘤稀疏，毛呈淡黄色。腹部浅黑色，附足已明显，三对胸足、五对腹足；4 龄幼虫体色较 3 龄深；5 龄幼虫背线白色，背线两侧、亚背线、气门上线均为橙黄色，体长明显加大。老熟幼虫体长 30mm~40mm，头部蓝灰色，体中央有明显的白色带，两侧有橙黄色纵带，体侧有鲜艳的蓝灰色、黄色、黑色带，体背各节具有淡黄色长毛。

蛹：雄蛹体长约 18mm，雌蛹体长约 22mm。蛹黑色，尾部有黄褐色绒毛。蛹外被乳白色丝质双层茧，茧的内层有天幕毛虫分泌的淡黄色粉状物，雌蛹较雄蛹大。

1.6.2 生活习性与生活史

室内饲养结合野外观察结果表明高山天幕毛虫在青海 1 年发生 1 代，以卵块在高山柳枝梢上越冬。幼虫于 5 月下旬山生柳和乌柳开始萌发新叶时开始孵化，初孵幼虫从卵壳顶端咬一小孔，爬出群集取食寄主嫩叶，取食叶肉留下叶脉，在树枝中上部结成网幕群聚生活，3、4、5 龄幼虫食量急剧增加，取食叶片和嫩梢，对寄主造成的危害加剧。幼虫 7 月下旬至 8 月上旬开始老熟，开始分散活动，爬行于灌草丛中，

寻找食物和化蛹的地方，在高山柳、金露梅、杜鹃等灌木上或杂草上的隐蔽处结白色茧化蛹，蛹期 15d~25d。8 月下旬至 9 月上旬成虫开始羽化，9 月初为羽化盛期，羽化后成虫当晚进行交尾。成虫通常产卵在山生柳及乌柳当年或上年枝梢上，围绕枝干产卵呈一圈卵块，且卵块上裹被一层雌成虫黑褐色腹毛保护，平均每块卵量约 170 粒左右。

雌成虫产卵　　卵块　　成虫

初龄幼虫及老熟幼虫　　茧　　蛹

图 1 高山天幕毛虫生活史

表 1 高山天幕毛虫生活史

1-4 月			5 月			6 月			7 月			8 月			9-12 月		
上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬
⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+
									+	+	+	+					
											+	+	+				
									※	※	※¤	※¤	¤				

注：⊙卵，+幼虫，※蛹（茧）¤成虫

1.6.3.温度对幼虫发育的影响

用直线回归方法计算出的高山天幕毛虫幼虫各虫龄发育起点温度 C 值和有效积温 K 值，结果见表 2 幼虫平均发育起点温度为 14.05℃±0.65℃，幼虫期发育总有效积温为 268.19K，由表 2 可知，各虫龄间的发育起点温度和 1、4 龄幼虫期发育有效积温值差异不大，但是末龄幼虫所需发育积温较多，发育历期明显比其他各龄长。

表 2 高山天幕毛虫幼虫的发育起点温度和有效积温

虫龄	幼虫发育历期/天		T 发育起点/℃	有效积温/K
	20℃	22℃		
1 龄	7.00	5.50	14.00	42.00
2 龄	8.16	6.00	13.39	54.00
3 龄	8.42	6.37	14.60	46.00
4 龄	7.85	5.66	14.06	46.63
5 龄	13.61	10.17	14.18	79.53

2 高山天幕毛虫虫龄数、有虫株、虫口密度、枝梢被害率与失叶率

2.1 方法

从 5 月中下旬山生柳及乌柳萌发新芽到 8 月，在泽库县天然分布的山生柳群落及直干木国家沙漠公园中的乌柳人工林按不同海拔区域各设置 2 个固定监测点，共设置 24 块 28m×28m 的标准地，调查高山天幕毛虫口密度，用随机抽取法选择 30 株，共调查 720 株，并标注编号，调查统计高山天幕毛虫口密度，记录高山天幕毛虫种群数量、山生柳及乌柳受害情况，并采集各时期的毛虫幼虫和蛹分别放人 70%

酒精浸泡液中，编号后带回同仁实验室测定头宽。采集成虫制成针插干标本，以供鉴定用。

测量幼虫头宽用游标卡尺，显微镜的目镜测微尺测量各龄幼虫的头宽(测量头的最宽处)和体长(虫体自然长度)，并记录。测定头宽的各龄幼虫数 50 只~100 只。用头壳宽度划分虫龄方法用“陡峭下降图形判别法”划分虫龄，然后，确定高山天幕毛虫是否符合 Books-Dvar 指数增长法则，即假定鳞翅目昆虫头壳宽按虫龄数指数增长，其公式为 $Y=ae^{bX}$，式中 X 为虫龄数，Y 为某一虫龄头壳宽的平均值 eb 为生长率。头壳宽和虫龄与体重、体长、体重与摄食量的关系使用拟合优度法模拟其相互关系数学模型，再使用 F 检验对数学模型进行显著性检验，检验回归式的有效性。

有虫株数占调查总株数的百分率，虫口密度调查用直查法，每株林木上卵、幼虫、蛹和成虫的数量调查标准株上的虫口密度(条·株$^{-1}$)。枝梢被害率，当年生被害枝梢数占调查枝梢总数的百分率。失叶率调查采用直查法，统标准株失叶量并计算失叶率(%)。失叶率=(标准株叶片损失量/标准株全部叶片量)×100%。

2.2 结果

2.2.1 高山天幕毛虫虫龄数

高山天幕毛虫虫龄数头壳宽划分虫龄测定的头壳宽结果见表 3，由表 3 可看出，Dyar’s 常数较恒定，说明没有虫

龄被遗漏因此，可将天幕毛虫幼虫划分为 5 龄，其划分标准见表 3。

表 3 高山天幕毛虫幼虫各龄期头壳宽、体长、体重值

	头宽/mm	体长/mm	体重/mg
1 龄	0.454±0.004	3.760±0.064	13.11±0.058
2 龄	0.726±0.005	8.901±1.056	97.07+0.528
3 龄	1.277±0.004	10.683±0.984	25.386±1300
4 龄	2.119±0.015	20.235±10.291	93.049±2.635
5 龄	3.121±0.017	27.974±0.781	308.448±42.1749

头壳宽和虫龄与体重、体长的关系式见表 4。表 4 中的数学关系式，其实测值与理论值相近，经方差（F）)测定，头壳宽与体长、头壳宽与体重、虫龄与体长、虫龄与体重呈显著的幂函数关系；虫龄与头壳宽度呈显著的指数关系。虫龄与头壳宽符合 Books-Dyar 的指数增长法则，其头宽增长率为 1.55，与表中的实测值差异不显著。（t=1.009，p=0.387＞0.05）。

表 4 各龄幼虫头壳宽、虫龄分别与体重、体长以及虫龄与头壳宽的拟合关系式

关系	拟合的数学模型	R^2	F
头壳宽 X 与体长 Y	$Y=0.1740X^{0.8357}$	08545*	1557.6700**
头壳宽 X 与体重 Y	$Y=0.4508X^{0.3146}$	09106*	244.8911**
虫龄 X 与头壳宽 Y	$Y=14602e^{(04356x)}$	09538*	809.8600**
虫龄 X 与体长 Y	$Y=05642X^{06583}$	0.8639*	1150.5108**
虫龄 X 与体重 Y	$Y=07223X^{0.6965}$	0.9170*	2936.2500**

注：R 表示相关系数；*表示 Rt>R0.01，相关极显著；**表示 F>F0.01 为极显著。

2.2.2 高山天幕毛虫有虫株、虫口密度、枝梢被害率与失叶率

2021 年~2022 年 24 块标准地平均有虫株为 21.04，平均虫口密度为 52.60(条·株$^{-1}$)，平均枝梢被害率为 11.69，平均失叶率为 66.98%，平均虫口密度为 52.60(条·株$^{-1}$)，根据国

家林业行业相关标准，叶部害虫造成树木的失叶率分别为30%以下、31%～59%与60%以上，其对应的危害程度分别为轻、中与重度危害。因此，由表5~表8可确定高山天幕毛虫在泽库县和直干木国家沙漠公园的危害程度为重度。

表5 2021年泽库县高山天幕毛虫虫口密度等相关指标

监测点号	标准地号	调查株/株	有虫株/株	虫口密度/(条·株－1)	枝梢被害率%	失叶率%
1	1	30	25	53.70	2.23	64.35
	2	30	21	58.45	1.27	60.85
	3	30	18	52.65	2.89	71.20
2	1	30	23	58.30	3.21	62.05
	2	30	22	49.70	1.65	69.75
	3	30	21	58.20	2.27	64.49

表6 2022年泽库县高山天幕毛虫虫口密度等相关指标

监测点号	标准地号	调查株/株	有虫株/株	虫口密度/(条·株－1)	枝梢被害率%	失叶率%
1	1	30	24	48.70	2.31	63.54
	2	30	22	49.60	2.06	69.34
	3	30	23	58.60	2.34	68.45
2	1	30	23	48.40	1.89	70.32
	2	30	21	53.27	2.65	64.26
	3	30	23	54.65	3.21	60.25

表7 2021年直干木国家沙漠公园高山天幕毛虫虫口密度等相关指标

监测点号	标准地号	调查株/株	有虫株/株	虫口密度/(条·株－1)	枝梢被害率%	失叶率%
1	1	30	18	54.15	1.89	69.65
	2	30	16	56.70	2.34	68.80
	3	30	20	47.90	2.32	67.20
2	1	30	21	58.30	2.25	77.15
	2	30	17	62.40	1.59	68.25
	3	30	21	47.80	2.26	73.70

表8 2022年直干木国家沙漠公园高山天幕毛虫虫口密度等相关指标

监测点号	标准地号	调查株/株	有虫株/株	虫口密度/(条·株－1)	枝梢被害率%	失叶率%
1	1	30	21	36.60	2.34	62.60
	2	30	23	46.80	228	72.50
	3	30	22	52.40	3.10	63.10
2	1	30	21	47.65	2.16	65.55
	2	30	18	53.25	1.98	63.00
	3	30	21	54.30	2.31	67.23

3.高山天幕毛虫发生期测报

常用预测方法有期距测报法、有效积温预测法、物候预测法。黄南藏族自治州林业站在监测调查的基础上，采用期距测报法对高山天幕毛虫毛幼虫的发生期、发生量进行预测预报。

3.1 方法

3.1.1 期距测报法

（1）卵孵化进度调查每年从 4 月下旬开始调查□采集一定数量的卵块和寄主枝条□放入养虫笼内（养虫笼放在养虫室内□养虫室的温度、湿度等条件与自然条件中的温度、湿度条件相似）逐日观察□记录孵化时间及数量□然后统计日累计孵化数量及占调查总数的百分比、标定出幼虫出现的始盛期□高峰期和盛末期。

（2）幼虫化蛹进度观察 6 月中旬老熟幼虫相继化蛹□每日定时检查一次□记录化蛹数量□待化蛹结束后□计算并标定出化蛹的始盛、高峰期等。

（3）在化蛹期间□分别从化蛹的始盛期、高峰期、盛末期采集一定数量的蛹□将蛹放入养虫笼内□逐日观察并记录羽化数量□羽化结束后□计算日累计羽化数占调查总数的百分率□标定出蛹羽化的始盛期、高峰期和盛末期。

（4）成虫产卵进度观察将羽化后的成虫放入养虫笼内每日定时检查产卵块数□待成虫产卵结束后□计算日累

计产卵数占总产卵数的百分比□并标定出成虫产卵的始盛期□高峰期和盛末期。

3.1.2 物候预测法

根据当地常见植物的生长期与高山天幕毛虫发生期的相关性，建立物候期预测法。虫害各虫态出现期与山生柳的生长物候相同步的原则进行预测。

3.2 结果

3.2.1 高山天幕毛虫期距测报法

（1）高山天幕毛虫各虫态的发生期不同年份发生期变化规律见表 9。

（2）高山天幕毛虫各虫态间发生期距掌握确切的期距值是发生期预测预报的重要依据。通过表 9 调查数据□计算结果表明□历年相邻虫态发生期期距虽然有差别□但其平均值离散度比较小□预测精度比较高□各期距值及标准差检验结果见表 10。实际应用时□只要掌握其虫态起止时间□就可推测同一虫态或不同虫态的发育时期。

表 9 高山天幕毛虫历年发生期

虫态	2021				2022			
	始见期	始盛期	高峰期	盛末期	始见期	始盛期	高峰期	盛末期
卵孵化	04—26	05—04	05—11	05—16	04—24	05—02	05—10	05—16
幼虫化蛹	06—18	06—26	07—03	07—09	06—16	06—23	06—29	07—08
蛹羽化	07—03	07—12	07—1	07—31	07—03	07—10	07—17	07—82
成虫产卵	07—03	07—16	07—24	08—04	07—04	07—13	07—22	08—02

表 10 高山天幕毛虫发生期期距标准误差

类别	虫态	始盛期		高峰期		盛末期	
		xi	Sx	xi	Sx	xi	Sx
同一虫期	卵孵化	8.7	1.15	7.7	0.58	6	1
	幼虫化蛹	7.3	0.58	12.3	1.15	7.7	1.53
	蛹羽化	8	1	6.3	0.58	12.3	1.15
	成虫产卵	10.7	2.08	8.7	0.58	11	0
两个虫期	卵至幼虫	52.7	0.58	51.7	1.44	53.3	0.58
	卵至蛹	52.7	0.58	51.7	1.44	53.3	0.58
	蛹至成虫	16.7	0.53	16.3	1.53	21	1
	成虫至卵	3.3	0.53	5.7	0.53	4.3	0.53
	卵至幼虫	292.3	0.53	291.3	0.53	286.3	1.15

注；xi 为平均期距值；Sx 为标准差。

查高山天幕毛虫发生期期距及标准差（表 10）得知卵孵化始盛期至蛹始盛期为 52.7d□标准差为 0.58d□根据期距法公式 F=Hi＋（Xi±SX）（式中 F 为某虫态出现日期□Hi 为起止虫态发生期实际出现的日期；Xi 为理论期距值□SX 为理论期距值相对应的标准差）□F=4 月 29 日＋（52.7±0.58）=6 月 21 日±0.58=6 月 20 日~22 日□高山天幕毛虫幼虫化蛹始盛期为 6 月 20 日~22 日之间□2021 年高山天幕毛虫化蛹始盛期实际值为 6 月 20 日□正在预测期间□可见预测结果是准确、可信的。

3.2.2 高山天幕毛虫物候预测法

害虫的出现与活动同周围环境密切相关□其发生期常和植物的一定发育阶段相适应。因此根据某一种植物的发育情况来预测害虫发生期的方法叫物候预测法。运用当地的物候进行虫情测报□不仅简单易行□便于掌握□而且比较准确。5 月中下旬山生柳及乌柳萌发新芽前后高山天幕毛虫卵

开始孵化。夏至前后幼虫化蛹盛期，小暑前后可见大量成虫。

4.综合防治技术

4.1 标准地及对照地设置

于 2021 年 5 月，在每个试验地分别设置 4 个临时标准地调查虫口密度，进行防治试验，其中 2 块为试验地，2 块为对照。试验结束后，在每个临时标准地的两个对角线上随机选出 30 株标准株，对防治效果进行调查分析。

4.2 物理防治

4.2.1 试验地概况

4.2.1.1 应用杀虫灯防治试验

试验地设在泽库县宁秀乡天然分布的山生柳群落及直干木国家沙漠公园中的乌柳人工林，为重度发生区，平均虫口密度分别为 53.27 只/株和 53.25 只/株。

4.2.1.2 剪除卵块防治试验地

试验地设在泽库县宁秀乡天然分布的山生柳群落及和日乡直干木国家沙漠公园中的乌柳人工林，为重度发生区，平均虫口密度分别为 47.90 只/株和 36.60 只/株。

4.2.1.3 人工剪幼虫枝和捡（摘）蛹防治试验地

试验地设在泽库县宁秀、和日乡天然分布的山生柳群落及直干木国家沙漠公园中的乌柳人工林，为重度发生区，平均虫口密度分别为 48.40 只/株和 46.80 只/株。

4.2.2 试验方法

4.2.2.1 应用杀虫灯防治成虫

在每个试验地外围，支架式固定 5 个杀虫灯且距地面高 1.8m~2m，单灯控制面积为 2hm^2～3hm^2，灯诱时间为高山天幕毛虫成虫期，即 6 月 20 日～7 月 20 日。除不良气候条件（如大风、雨天等）外，可整夜开灯诱杀，隔天观察并记录 1 次诱捕结果。

4.2.2.2 剪除卵块防治

2021 年 4 月 21 日~28 日和 8 月中旬，用修枝剪人工剪除高山天幕毛虫新旧卵块，并集中烧毁。

4.2.2.3 人工剪幼虫枝和捡（摘）蛹防治

2021 年 5 月 20 日~6 月 20 日，6 月 28 日~7 月 10 日，戴手套人工剪有幼虫枝和捡（摘）蛹，并集中烧毁。

4.2.3 结果

4.2.3.1 应用杀虫灯防治成虫

由频振式杀虫灯防治成虫试验、灯诱防治成虫试验（表 11~12）可知：成虫羽化始见期为 6 月 27 日，始盛期为 7 月 3 日，高峰期为 7 月 5 日，盛末期为 7 月 9 日，终止期为 7 月 15 日。第二年，泽库县灯诱防治区的平均虫口密度为 4 条/株，对照地的为 42 只/株，防治效果为 90.5%；直干木国家沙漠公园灯诱防治区的平均虫口密度为 5 只/株，对照地的为 45 只/株，防治效果为 88.9%，灯诱平均防治效果为 89.7%。因此，应用灯诱防治成虫效果显著。

表 11 频振式杀虫灯防治成虫试验

时间	高山天幕毛虫成虫诱杀数量										
	泽库					直干木沙漠公园					
	灯 1	灯 2	灯 3	灯 4	灯 5	灯 6	灯 7	灯 8	灯 9	灯 10	平均
6 月 27 日	3	5	2	1	1	4	5	2	3	4	3
6 月 29 日	10	14	8	16	14	10	14	5	19	10	12
7 月 1 日	24	46	19	9	13	15	26	31	21	30	22
7 月 3 日	39	94	73	80	25	19	38	62	40	36	51
7 月 5 日	68	84	91	68	52	25	45	115	61	60	75
7 月 7 日	71	78	65	71	39	26	32	80	72	31	60
7 月 9 日	43	66	55	36	18	20	28	72	43	27	44
7 月 11 日	18	41	16	21	21	12	18	36	16	13	20
7 月 13 日	2	10	8	7	7	5	9	3	11	1	6
合计	278	438	337	190	190	136	215	406	283	212	293

表 12 灯诱防治成虫试验

项目	地点	调查株数/个	虫口密度/(条·株－1)	防治效果/%
试验区	泽库	30	4	90.5
	直干木沙漠公园	30	5	
对照	泽库	30	42	88.9
	直干木沙漠公园	30	45	
平均效果				89.7

4.1.3.2 剪除卵块防治

由剪除卵块防治试验（表 13）可知：泽库县防治区的平均虫口密度为 5 只/株，对照地的为 41 只/株，防治效果为 87.8%；直干木沙漠公园防治区的平均虫口密度为 4 只/株，对照地的为 38 只/株，防治效果为 89.4%，剪除卵块防治效果为 88.6%。因此，人工剪除卵块防治效果显著。

表 13 剪除卵块防治试验

项目	地点	调查株数/株	虫口密度/条·株$^{-1}$	防治效果/%
试验区	泽库县	30	5	87.8
	直干木沙漠公园	30	4	89.4
对照	泽库县	30	41	0
	直干木沙漠公园	30	38	0

平均效果	88.6

4.1.3.3 人工剪除幼虫枝和捡（摘）蛹防治

由剪除幼虫枝和捡（摘）除蛹防治试验表 14 可知，泽库县防治区的平均虫口密度为 8 只/株，对照地的为只条/株，防治效果为 84%，直干木沙漠公园防治区的平均虫口密度为 8 只/株，对照地的为 42 只/株，防治效果 80.9%，捡（摘）蛹防治效果为 82.4%。因此，人工捡（摘）蛹防治效果显著。

表 14 捡（摘）除蛹防治试验

项目	地点	调查株数/株	虫口密度/条·株$^{-1}$	防治效果/%
试验区	泽库县	90	8	84
	直干木沙漠公园	90	8	80.9
对照	泽库县	30	50	
	直干木沙漠公园	30	42	
平均效果				82.4

4.2 化学防治

4.2.1 试验方法

5 月下旬，高山天幕毛虫老龄幼虫扩散后，在泽库县天然分布的山生柳群落及直干木国家沙漠公园中的乌柳人工林试验地设置 4 个临时标准地，其中 2 块为试验地，2 块为对照。在试验地均匀地喷洒 0.36%苦参碱水剂 375.0ml/hm^2，对照区喷洒清水。试验结束后，在每个标准地的两个对角线上随机选出 30 株标准株，对防治效果进行调查分析。

4.2.2 实验结果

由喷洒 0.36%苦参碱水剂防治试验表 15 可知，泽库县防治区的平均虫口密度为 8 只/株，对照地的为 49 只/株，防治

效果为 86.3%，直干木沙漠公园防治区的平均虫口密度为 5 只/株，对照地的为 45 只/株，防治效果 87.2%，喷洒 1.2%苦参碱平均防治效果为 86.75%。喷洒 0.36%苦参碱水剂防治效果显著。

表 15 喷洒 0.36%苦参碱水剂防治试验

项目	地点	调查株数/株	虫口密度/条·株$^{-1}$	防治效果/%
试验区	泽库县	30	6	86.3
	直干木沙漠公园	30	5	87.2
对照	泽库县	30	49	0
	直干木沙漠公园	30	45	0
平均效果				86.75

六、重大意见分歧的处理依据和结果

根据标准起草单位拟定的《高山天幕毛虫防治技术规范》工作方式和工作程序，标准起草单位于 2023 年 7 月，分别向青海大学、青海省农林科学院、西宁市森林病虫害防治检疫站、黄南州麦秀林场四个单位就征求意见稿进行征求意见工作。征求意见过程中，未出现重大分歧意见。并采纳了部分有利于本标准完善的意见。7 月 11 日邀请相关专家召开了预审会，具体意见见附件。

七、贯彻实施标准的要求、措施等建议

本技术规程通过对高山天幕毛虫生活史、危害特点及防治效果的观察，总结集成了高山天幕毛虫防治技术规范。在集成过程中对未完善的环节，通过试验的设计、开展、分析、总结，寻找出不同防治方法，对今后高山天幕毛虫防控及完善我省主要发生的林业有害生物的防治标准,具有重大意义。

该标准已明确的规定了本规程规定了高山天幕毛虫虫情监测调查、防控对策、防治技术措施、防治效果检查等综合防治技术的整个操作过程，标准以开展虫情调查和防治方法的科学性、适用性、通用性、可操作性以及数据记载的规范性为原则，以高山天幕毛虫的发生规律和防治试验示范成效调查数据为依据，注重生态、经济和社会效益，研究制定高山天幕毛虫的虫情调查、危害程度划分、防治措施、防治效果评价的系列技术要求。

八、预期的经济、社会效益

1 经济效益

高山天幕毛虫虫害防治能够提高森林生态环境建设的经济效益。森林是我国重要的林业资源，通过对该虫害的有效防治能够保证森林生态环境的健康，进而保证林业资源的优质性，能够为生产生活提供更高质量的林业资源，获得更好的经济收益。高山天幕毛虫虫害防治除了可以对森林本身的林木质量进行保障，提高林业经济收益外，由于其对森林生态环境的良好维护作用，改善了森林生态系统中的生物多样性情况，更好的发挥森林生态环境的价值和作用，进一步提升其经济效益。

2 社会效益

高山天幕毛虫虫害的防治是减少山生柳、乌柳等林木受到虫害等异常影响的重要条件，整个防治工作具有极强的社

会意义，能够对保障森林生态安全发挥良好的作用，避免由于该虫害因素导致的林木枯萎、死亡等问题，更好的发挥森林对于生态环境的维护作用。通过对高山天幕毛虫的病虫害的防治，让森林生态环境维持相对稳定的状态，对于保护森林中生物多样性具有良好的意义，能够避免由于森林中植物大规模死亡等因素造成的生物多样性减少，同时由于森林中树木的健康生长，以此维持的生态环境也也有利于更好的推动森林生物多样性发展。另一方面高山天幕毛虫虫害防治工作有效保证了森林生态环境质量，也在一定程度上保障了保持水土森林涵养水源的良好作用，能够更好地发挥森林生态环境保持水土的效果，具有良好的社会效益。

《高山天幕毛虫防治技术规范》标准起草小组

二〇二三年六月二十八日

附件：

预审意见汇总处理表

负责起草单位：黄南藏族自治州林业站

序号	标准条款	意见内容	提出意见专家	处理意见和理由
1	范围	本规程规定了高山天幕毛虫（*Malacosoma insignis* Lajonquiere）防治过程中的虫情监测调查、发生危害程度和成灾标准、预测预报、防控对策、防治技术措施、防治效果检查等方法。	顾文毅	采纳
2	规范性应用文件	规范性应用文件这一块缺失	顾文毅	采纳
3	术语和定义	改为；改为按照规定格式编写术语和定义适用于本文件。	顾文毅	采纳
4	2.7	2.7 改为害虫种群内，所有个体进入某一虫态或虫龄期的发育进度达到 16%的时期作为始盛期。	顾文毅	采纳
5	全文	文件中所有单位按照字母表示	顾文毅	采纳
6	5.1.2	根据当地常见植物的生长添加为生长期	顾文毅	采纳
7	7.2	和虫口密度大的发生区规定一个数值,无公害药剂应该有规定,不放商品名;	顾文毅	采纳

8	4.1	在 4.1 危害程度分级标准依据是什么?	白露超	采纳
9	5.1.1	在 5.1.1 对期距法预测的定义不够明确。建议补充	白露超	采纳
10	1 范围	括号修改为“整体”	韩富忠	采纳
11	2.1	建议删除最后的“其各虫态形态特征、生物学特性及生活史”	韩富忠	采纳
12	2.8	建议删除“在统计上，一般当作划分盛发期的数量标准。”	韩富忠	采纳
13	2.9	建议删除“在统计上，一般当作划分盛末期的数量标准。”	韩富忠	采纳
14	2.10	建议受害率后加（%）	韩富忠	采纳
15	6.4	建议删除这一项，再发生危害程度栏，没有轻度以下的划分标准	韩富忠	采纳
16	7.1	建议“焚烧或喷药灭杀防治”修改为“除害处理” 确药剂防治的具体方法、浓度、注意事项等。	韩富忠	采纳
17	2.7	标准中一般不用说明性的文字。建议将2.7中“在统计上，一般当作划分始盛期的数量标准”删除，改为“害虫种群内所有个体进入某一虫态或虫龄期的发育进度百分率达到16%的时期”。	刘小利	采纳
18	2.8、2.9	2.8、2.9同2.7修改。	刘小利	采纳

19	3.2	3.2中建议删除“调查内容主要有寄主、有虫株率、虫口密度、叶片受害率等。	刘小利	采纳
20	3.2	3.2中补充标准地中的标准树如何抽样选取,危害程度如何划分?建议将4.1的表前置此处。并明确说明表中两个指标是满意其一或均要满足才能达到相应危害程度。	刘小利	不采纳,
21	3.3	3.3系统调查建议改为“监测调查”。	刘小利	采纳
22	3.3.1	3.3.1内容建议改为“在虫情发生具代表性的林分中,按不同海拔、不同林分类型设置标准地,标准地设置数量和面积同3.2。标准地用界桩做标记，在其内采用随机抽取或标准取样法选择30-50株具有代表性林木作为标准株（木），每株均做好标记，进行系统监测调查。”	刘小利	采纳
23	3.3.2	3.3.2应为虫态发育进度调查,并详细逐条说明每个虫态的调查方法,尤其是蛹期，在灌草丛中具体的调查方式。	刘小利	不采纳，虫态发育进度调查已在编制说明具体阐述，技术规程中不做具体表述。

24	7.2	无公害药剂防治应附有具体的防治方法附录。	刘小利	不采纳，在编制说明中已具体表述。
25	4.1	危害程度的叶片受害率（%）改为失叶率，与4.2表述一致。，此外，分级标准最好有虫口密度的分级。	刘瑞	采纳
26	5.1.8	5.1.8物候预测中的山生神叶芽膨大、展叶期即为幼虫孵化期。山生柳花后结果期为幼虫化蛹期。应与编制说明中的5.1.2物候预测法中的相关表述一致。	刘瑞	采纳
27	表 1	编制说明表1高山天幕毛虫生活史表中缺蛹阶段。	刘瑞	采纳
28	4.2.1	试验方法中的1.2%苦参碱应明确剂型，药剂浓度（每亩用药量）。	刘瑞	采纳