

ICS 13.020
CCS Z 06

DB63

青 海 省 地 方 标 准

DB 63/T 1926 —2021

藏野驴、藏原羚和岩羊种群数量
无人机遥感调查规范

2021-05-25 发布

2021-07-01 实施

青海省生态环境厅
青海省市场监督管理局

发 布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 调查对象和内容	2
5 调查工具和资料准备	2
6 调查技术要求	3
7 样带调查结果分析	4
8 区域种群数量估算	5
9 调查成果及报告	6
附录 A (资料性) 调查对象无人机遥感影像解译标志库	7
附录 B (资料性) 调查对象栖息地环境因子分级	10

前　　言

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。

本文件由青海省生态环境厅提出并归口。

本文件起草单位：中国科学院地理科学与资源研究所、青海省生态环境监测中心、海南大学、中国科学院山地灾害与环境研究所。

本文件主要起草人：邵全琴、李志强、王东亮、黄海波、刘树超、宁佳、张妹婷、郭兴健、刘纪远、杨帆、樊江文、葛劲松、汪阳春、刘国波、李愈哲、张志军、张紫萍、牛丽楠、贾培宏。

本文件由青海省生态环境厅监督实施。

藏野驴、藏原羚和岩羊种群数量无人机遥感调查规范

1 范围

本文件规定了藏野驴、藏原羚和岩羊种群数量无人机遥感调查的调查对象和内容、调查工具和资料准备、调查技术要求、样带调查结果分析、区域种群数量估算、调查结果及报告的要求。

本文件适用于使用无人机进行藏野驴、藏原羚和岩羊的种群数量调查，其他大型野生动物的种群数量调查可参照执行。

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 37364.1 陆生野生动物及其栖息地调查技术规程 第1部分：导则

CH/T 3007.1 数字航空摄影测量 测图规范 第1部分：1:500 1:1000 1:2000数字高程模型 数字正射影像图 数字线划图

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

藏野驴 *Equus kiang*

青藏高原特有物种，属于奇蹄目(*Perissodactyla*)，马科(*Equidae*)，马属 (*Equus*)，广泛分布于青藏高原。

3.2

藏原羚 *Procapra picticaudata*

青藏高原特有物种，属偶蹄目(*Artiodactyla*)，牛科(*Bovidae*)，藏原羚属(*Procapra*)，别名又叫原羚、小羚羊、西藏黄羊和西藏原羚等，广泛分布于青藏高原。

3.3

岩羊 *Pseudois nayaur*

偶蹄目(*Artiodactyla*)，牛科(*Bovidae*)，岩羊属(*Pseudois*)，在国内分布于青海、西藏、云南、内蒙古、甘肃、宁夏、新疆、陕西等省（自治区）。

3.4

无人机

利用无线电遥控设备和自备的程序控制装置操纵的，或者由车载计算机完全地或间歇地自主地操作的不载人飞行器。

3.5

种群数量

一定时间内在指定空间范围内同一物种的全部个体数量总和。

3.6

种群分布

组成种群的个体在其生活空间中的位置状态和范围。

3.7

集群规模

自然状态下同一种野生动物单群的个体数量。

3.8

遥感影像解译

根据地物的光谱特性、空间特性、时间特征和成像规律，从影像中识别出地物类别、特性和某些要素或者测算某种数据指标，并把它们表示在地理底图上的过程。

3.9

解译标志

遥感影像解译时，判别目标物所依据的影像特征，包括：目标物的形状、大小、阴影、颜色、纹理、图案、位置、布局等。

3.10

样带调查

在调查区域内，按照野生动物空间分布特征，设置具有一定长度和宽度的多条带状区域进行调查。

4 调查对象和内容

4.1 调查对象

藏野驴、藏原羚、岩羊。

4.2 调查内容

对调查对象的种群分布、集群规模和种群数量进行调查。

5 调查工具和资料准备

5.1 无人机选择

应根据调查对象对无人机的敏感性、调查范围、调查区气象和起降场地确定，无人机类型具体要求如下：

- a) 宜选择噪声小、续航时间长、适合高海拔飞行、抗风能力强的无人机；
 - b) 多山地区，宜选择旋翼无人机或垂直起降固定翼无人机；
 - c) 特征缺乏的调查区域（如沙漠、戈壁等），宜选择支持实时动态（RTK）或后处理（PPK）载波相位差分技术的无人机。

5.2 传感器选择

应选择 2000 万及以上像素的彩色数码相机。调查面积较大时，宜选择 4000 万及以上像素的彩色数码相机或双镜头相机。地形崎岖时，宜选择可调节拍摄角度的云台相机或双镜头或多镜头倾斜摄影相机。

5.3 资料准备

应准备以下资料：

- a) 必备资料: 调查区范围图、分辨率高于 30 m 的数字高程模型 (DEM);
 - b) 辅助资料: 冷暖季草场分布图、卫星遥感影像以及交通、行政边界等基础地理信息。

6 调查技术要求

6.1 飞行方案设计

6.1.1 样带布设

根据调查对象所处的环境条件及分布状况,采用系统抽样或分层抽样方法,在调查区内布设宽度为0.5 km~2 km,长度为5 km~10 km,具有代表性、满足调查目的、符合统计学要求的样带。

6.1.2 抽样强度

按照GB/T 37364. 1的规定，抽样调查强度宜为15%~20%，当调查区面积大于 $1 \times 10^4 \text{ km}^2$ 时，抽样调查强度宜为10%以上。

6.1.3 影像重叠度

航向重叠度宜为60%~80%，旁向重叠度宜为15%~60%。

6.1.4 影像分辨率

无人机影像地面分辨率应高于4 cm。如果只调查藏野驴，影像地面分辨率应高于7 cm。

6.1.5 飞行高度

飞行高度应在100 m以上，最大飞行高度按式（1）计算。

式中：

H —相对于平均基准面的飞行高度，单位为米（m）；

GSD —地面分辨率，单位为米（m）；
 α —像元尺寸，单位为毫米（mm）；
 f —镜头焦距，单位为毫米（mm）。

6.1.6 航拍角度

航拍角度宜与拍摄面垂直。

6.2 无人机航拍作业

6.2.1 天气条件

选择天气晴朗、低空（1000 m以下）无云雾、风速在8 m/s以下、能见度大于5 km的条件下进行航拍。

6.2.2 作业时间

宜在10天内完成。

6.2.3 其他要求

其他要求包括：

- a) 航拍作业宜在太阳高度角大于20°的时段进行，优先选择能拍摄到野生动物阴影的时段；
- b) 作业操作过程中应尽量减少对野生动物在视觉与听觉上的干扰；
- c) 空域协调遵照调查区当地政府规定执行。

6.3 影像处理

按照CH/T 3007.1规定，进行正射纠正、拼接、匀色等影像处理，生成拼接后数字正射影像图(DOM)。

6.4 影像解译和目标参数提取

由专业人员，参照调查对象无人机遥感影像解译标志库（见附录A），进行影像解译，并记录解译获得的调查对象位置和分布信息。

6.5 质量控制

6.5.1 影像质量控制

无人机航拍完一个架次或一个样带后，在野外立即检查影像质量。存在下述情况时，应及时补拍或重拍：

- a) 数据采集不完整，有漏拍；
- b) 原始影像分辨率低、不清晰和影像亮度有过饱和或者过暗，不能辨识调查对象；
- c) 单航带云和阴影面积大于10%，影响调查对象辨识。

6.5.2 影像解译质量控制

应对影像解译结果进行抽样检查，抽样比例不低于2%。抽样检查时，至少应有两人对同一幅拼接影像重复解译，进行交叉验证。

7 样带调查结果分析

7.1 统计分析

在每条样带上，分别统计调查对象的数量、密度、分布、集群规模以及数量占比。

7.2 调查对象与栖息地环境因子的关系

7.2.1 对栖息地环境因子的偏好

采用调查对象偏好选择指数来衡量调查对象对栖息地海拔、坡度、植被类型、植被覆盖度、居民点、水源地、道路等环境因子的偏好或回避，计算见公式（2）：

$$E_I = \frac{W_I - \frac{1}{n}}{W_I + \frac{1}{n}} \dots \quad (2)$$

其中, W_i 计算见公式 (3):

式中：

E_I —调查对象偏好选择指数, 调查对象偏好选择指数 E_I 判别等级划分见表 1;

W_I —调查对象对某环境因子 I 的选择系数;

I—调查对象的栖息地环境因子类型, I=1,2,...,7, 调查对象栖息地环境因子类型见附录 B;

n —某环境因子 J 的等级（分类）数；

i—某环境因子 *I* 的第 *i* 个分级/分类, *i*=1,2,...,n, 调查对象栖息地环境因子分级见附录 B;

r —调查对象选择某环境因子 I 第 i 个分级的样本数;

p_i —某环境因子 I 第 i 个分级的总样本数。

表1 调查对象偏好选择指数 E : 判别等级划分

类别	判别等级					
	$E_I = -1$	$E_I < -0.1$	$-0.1 \leq E_I \leq 0.1$	$E_I > 0.1$	$E_I = 1$	$E_I = 0$
偏好选择	不选择	负选择	几乎随机选择	正选择	特别偏好	随机选择

7.2.2 与栖息地环境因子的相关性

采用线性回归法，建立调查对象与栖息地海拔、坡度、植被覆盖度、居民点距离、水源地距离、道路距离等环境因子的相关关系。

8 区域种群数量估算

8.1 面积比例估算法

利用样带面积与调查区面积比例，采用公式（4）估算：

式中：

N_c —调查区内第 c 种调查对象的种群数量;

N'_c —所有调查样带内第 c 种调查对象的总数量;

A —调查区面积;

A'—所有调查样带的总面积。

8.2 基于冷暖季草场的分层估算法

用样带调查获得的第 c 种调查对象分布数据与冷暖季草场分布图叠加, 分别获得冷季草场和暖季草场范围内的第 c 种调查对象数量。

调查区内第 c 种调查对象的种群数量 N_c , 采用公式(5)估算:

式中：

N_c —调查区内第 c 种调查对象的种群数量;

k —冷暖季草场的类型数;

$N'_{c,k}$ —从第 k 类冷暖季牧场内的第 c 种调查对象的个体数量;

A_k —第 k 类冷暖季草场面积;

A'_{ik} —第*k*类冷暖季草场内的调查样带面积。

9 调查成果及报告

9.1 调查成果

调查成果包括有关图件、影像、表格和文字材料。

9.2 调查报告

调查报告包括调查区域（物种）概况、飞行航迹、样带调查与分析结果、区域种群数量估算方法和估算结果等内容。其中，样带调查与分析结果宜对调查对象的数量、密度、分布、集群规模、数量占比、调查对象与栖息地的关系等进行详细描述。

附录 A
(资料性)
调查对象无人机遥感影像解译标志库

表A.1给出了调查对象的解译标志，表A.2给出了调查对象与易混淆的地物识别特征，表A.3给出了易与调查对象混淆的主要家畜特征。

表A.1 调查对象的解译标志

特征	藏野驴	藏原羚	岩羊
颜色	主体多呈烟棕、土黄色、赭褐色，颈下、胸部、腹部和四肢为污白色，与躯干两侧颜色界线分明	主体多呈土褐色、灰褐、黄褐色，臀部呈白色，腹面、四肢内侧及尾下部白色	多呈青灰色，腹部白色，胸部和四肢前侧为黑褐色，四肢后侧为白色，臀部和尾巴的底部为白色
纹理	无明显纹理或拼接状纹理	无明显纹理或拼接状纹理	无明显纹理或拼接状纹理
阴影	晴空非正午拍摄，有较明显的藏野驴形态阴影，头脖颈部阴影较其它动物常明显更长	晴空非正午拍摄，有较明显的藏原羚形态阴影	晴空非正午拍摄，有较明显的岩羊形态阴影
大小	成年藏野驴体长多在1.6 m~2.3 m之间。以4 cm分辨率影像为例，个体长度多在40像素~60像素之间	成年藏原羚体长多在0.8 m~1.0 m之间。以4 cm分辨率影像为例，个体长度多在20像素~30像素之间	成年岩羊体长多在1.2 m~1.4 m之间。以4 cm分辨率影像为例，个体长度多在25像素~35像素之间
形状	近长条块状或长柄长圆形，长宽比多在4:1~5:1之间	近长椭圆形或条棒状，长宽比多在3:1~5:1之间	近椭圆形，长宽比多在3:1~4:1之间
布局、位置等	多成群分布在平坦地区	多成群分布在地形相对平坦区域	多成群分布在地形复杂崎岖的悬崖峭壁，觅食和喝水时多在平坦地区
群体影像			
个体识别范例			
外形特征			

表A.2 调查对象与易混淆地物识别特征

特征	大型野生动物	草甸土墩塔头	沼泽水洼	河岸小块崩塌、土坎、矮墙等
颜色	多呈土黄色、烟棕、枣红、杂色等	生长季多呈青绿色，非生长季多呈棕黄、青灰、黑色等	多呈黑色、蓝色、银白色、青绿色等	多呈土黄色，其阴影呈灰色、黑色等深色
纹理	无明显纹理或斑块状	离散斑点或斑块状	镜面或波状，偶有耀斑	不连续块状或条带状
阴影	晴空非正午拍摄，有较明显的动物形态阴影	晴空非正午拍摄，具有半圆或半椭圆状阴影	无阴影	晴空非正午拍摄，具有较明显的地物形态阴影
大小	个体长度多在 0.5 m~3 m 之间	多在 0.3 m~1 m 之间	尺寸多变	尺寸多变
形状	边界较为清晰，多为长椭圆形或近椭圆形，多数个体具明显长轴	多为圆形或近圆形，无明显的长轴	多呈不规则形状	形状多样，部分与调查对象近似
布局、位置等	多成群分布	多连片分布	多在水体附近呈散点状分布	多为单独散布

表A.3 易与调查对象混淆的主要放牧家畜特征

特征	牦牛	藏羊	马
颜色	多为黑色，偶见赭红色、白色、黑白拼接色	多为白色、灰白色，偶见黑色、黑白拼接色	多为黑色、棕黑、棕红，偶见白色、拼接色
纹理	纯色无明显纹理或大块拼接状纹理	纯色无明显纹理或大块拼接状纹理	多为纯色无明显纹理
阴影	晴空非正午拍摄，有较明显的牦牛形态阴影	晴空非正午拍摄，有较明显的藏羊形态阴影	晴空非正午拍摄，有较明显的马形态阴影，头颈部阴影较其它家畜明显更长
大小	成年牦牛体长多在 1.6 m~2.2 m。以 4 cm 分辨率影像为例，个体长度多在 40 像素~50 像素。牛犊可小至 0.8 m，较少离群单独出现	成年羊体长多在 1.0 m~1.4 m。以 4 cm 分辨率影像为例，个体长度多在 25 像素~35 像素。羊羔可小至 0.4 m，较少离群单独出现	成年马体长多在 1.6 m~2.2 m。以 4 cm 分辨率影像为例，个体长度多在 40 像素~55 像素。马驹可小至 0.6 m，较少离群单独出现
形状	多呈近椭圆形、长方形，长宽比多在 1.5:1 ~3:1 之间，清晰影像中可见双角	多呈近椭圆形、水滴形，长宽比多在 1.5:1~3:1 之间，清晰影像中可见双角	多呈近长条块状或长柄长圆形，长宽比多在 3:1~5:1 之间，无角
位置关系	多成群分布，多靠近居民点等人类活动地物、痕迹	多成群分布，多靠近居民点等人类活动地物、痕迹	多成群分布，偶见单独个体，多靠近居民点等人类活动地物、痕迹
群体影像			
个体影像			

附录 B
(资料性)
调查对象栖息地环境因子分级

表B.1给出了调查对象栖息地环境因子分级。

表B.1 调查对象栖息地环境因子分级

环境因子类型 (<i>I</i>)	分级/分类 (<i>i</i>)	调查样本数	选择样本数
海拔	[MinE ^a , MinE ^a +100]		
	(MinE ^a +100, MinE ^a + 200 m]		
		
	(MinE ^a +n×100 m, MaxE ^b]		
坡度	[0°, 3°]		
	(3°, 6°]		
		
	(n×3°, MaxD°] ^c		
植被类型 ^d	藏嵩草		
	高山嵩草		
	矮嵩草		
	紫花针茅		
		
植被覆盖度	[0, 0.2]		
	(0.2, 0.4]		
	(0.4, 0.6]		
	(0.6, 0.8]		
	(0.8, 1]		
水源地距离	[0, 1000 m]		
	(1000 m, 3000 m]		
	> 3000 m		
居民点距离	[0, 1000 m]		
	(1000 m, 3000 m]		
	> 3000 m		
公路距离	[0, 1000 m]		
	(1000 m, 3000 m]		
	> 3000 m		

^a 表示所有调查样带中的最低高程;
^b 表示所有调查样带中的最高高程;
^c 表示所有调查样带中的最大坡度 ($n \leq 10$);
^d 可根据调查样带的实际情况调整植被类型分类。