

果洛州高寒草甸青海田鼠种群年龄划分及年龄结构季节性特征

贺有龙¹,周睿^{2*},罗雪云¹,旦知才让¹,刘永琦¹,华热¹,韩建芳¹,马晓军¹,张永基¹

(1. 果洛藏族自治州林业和草原站,青海 果洛 814000;2. 青海大学畜牧兽医科学院(青海省畜牧兽医科学院),省部共建三江源生态与高原农牧业国家重点实验室,青海 西宁 810016)

摘要:【目的】建立青海田鼠(*Lasiopodomys fuscus*)年龄组划分标准,为其监测及防控提供科学依据。【方法】于2021年7月至2022年6月在果洛藏族自治州玛沁县共采集935例青海田鼠个体样本,利用系统聚类法对其体重和胴体重进行分析,通过体长、尾长、耳长和后足长为辅助指标来划分青海田鼠年龄结构,分析不同季节青海田鼠的种群结构特征。【结果】捕获到的青海田鼠可划分为5个年龄组,即幼年组(I龄组,雄性胴体重 ≤ 18 g,雌性胴体重 ≤ 12 g)、亚成体组(II龄组,18 g $<$ 雄性胴体重 ≤ 25 g,12 g $<$ 雌性胴体重 ≤ 21 g)、成年I组(III龄组,25 g $<$ 雄性胴体重 ≤ 34 g,21 g $<$ 雌性胴体重 ≤ 27 g)、成年II组(IV龄组,34 g $<$ 雄性胴体重 ≤ 42 g,27 g $<$ 雌性胴体重 ≤ 36 g)、老年组(V龄组,雄性胴体重 > 42 g,雌性胴体重 > 36 g);青海田鼠种群结构有明显的季节性特征,1—2月为冬眠期,只有极少数越冬成年个体活动,3月初开始进入繁殖期,种群主要以幼年体、亚成体和成年体为主,7—8月达到繁殖高峰,亚成体和成年体比例增大,并在10月份结束繁殖,种群主要以成体和老年体为主。【结论】采用胴体重对青海田鼠种群年龄进行划分最具有代表性。本研究填补了我国青海田鼠年龄鉴定标准的空白,为其种群生物学和生态学特征研究提供了基础数据。

关键词:青海田鼠;胴体重;年龄划分;聚类分析;年龄结构特征

中图分类号:S812.6 **文献标志码:**A **文章编号:**1009-5500(2024)05-0174-09

DOI:10.13817/j.cnki.cyycp.2024.05.020



动物种群的年龄组成是种群最基本的生态学特征之一。通过年龄的划分和确定,能够准确估算个体的生长率、性成熟时期、寿命以及群体的出生率、存活率以及年龄结构^[1],这对了解动物群体增长的潜力具有重要的参考价值。因此,掌握年龄鉴定的方法对于

有效管理和合理利用动物资源具有重要意义^[2]。对于啮齿动物来说,由于其个体小、数量众多、密度高的特点,导致其种群波动较大。因此,深入研究啮齿动物种群的年龄分布和结构组成,是对其进行有效防控的关键^[3]。

青海田鼠(*Lasiopodomys fuscus*)是青藏高原特有的一种优势啮齿类动物。青海田鼠只在春季繁殖,平均胎仔数4~6只;采食习性与高原鼠兔(*Ochotona curzoniae*)相似,夏季喜食牧草幼嫩的茎叶和根,秋季则喜食牧草草籽,并储存大量食物^[4],主要分布于四川省的石渠、青海省的通天河及黄河上游的玉树等地区,栖息在海拔3 700~4 800 m的高山草甸和荒漠草原等生境中,对保护青藏高原草地生态系统的生物多样性,改善土壤质量具有重要的生态意义,但同时也是高寒草甸的主要害鼠之一^[5]。青海田鼠与牲畜争夺

收稿日期:2023-08-23;**修回日期:**2023-09-27

基金资助:2021年中央财政林草科技推广示范项目(2021-TG12);青海省科学技术厅项目(2022-ZJ-964Q);青海大学青年科研基金项目(2021-QNY-7)

作者简介:贺有龙(1976-),男,青海海东人,高级畜牧草原师,主要从事高寒草地生态保护与退化草地修复方面的工作。

E-mail:924216626@qq.com

*通信作者。E-mail:zhouhui@qhu.edu.cn

牧草资源,挖掘活动破坏草场导致草场退化,同时还是鼠传疾病的主要媒介^[6]。据青海果洛州2014年春季地上鼠害监测数据显示,青海田鼠发生面积 $2.53 \times 10^4 \text{ hm}^2$,危害面积 $2.07 \times 10^4 \text{ hm}^2$,平均有效洞口数为17 040个/ hm^2 ,达到极重度危害程度^[7]。青海田鼠的危害程度受种群数量和年龄结构的影响。因此,对青海田鼠种群年龄结构特征及其种群动态的研究,可以为其监测和防治工作提供重要的参考依据。

目前,对于啮齿类动物年龄结构划分的方法有很多,但是如何准确划分年龄结构存在很大的争议。国内外对啮齿类动物年龄结构划分的主要方法是以胴体重^[8-9]、臼齿齿冠磨损程度及其形态变化^[10-11]、眼晶体干重^[12]、头骨指标^[13-14]或以体重^[15-16]为依据划分。由于个体间以及不同物种间存在差异,各种年龄划分标准都有其优点和不足之处。然而,选择和确定年龄鉴定的方法应该考虑种群的特性以及影响因素,同时,所选方法的准确性和可行性也应该被考虑在内^[17-18]。一般而言,在野外研究中,最常见的年龄划分是基于个体的体重,并结合体长、耳长和后足长等体尺指标进行综合判定^[11]。但是,体重指标受到许多因素的影响,例如怀孕和食物摄入会对体重产生显著影响,且啮齿动物的体长、耳长和后足长等体尺指标会在个体成年后增长变缓,也会影响个体年龄的判定^[16,19]。在野外研究中,研究人员为了避免了怀孕和食物摄入对年龄划分的干扰,会将个体的内脏去除,以完整获取个体的胴体重。这种方法不仅增加了年龄划分的科学性和准确性,还减少了诸如测量头骨干重、顶嵴间宽等繁琐操作所带来的不便,进一步提高了年龄划分在野外研究中的实用性和可行性。值得注意的是,目前尚未发现基于青海田鼠的胴体重划分年龄的相关报道。因此,本研究采集了来自果洛藏族自治州玛沁县的青海田鼠样本,对每个样本进行解剖以测定其繁殖特征、体重、胴体重、体长和耳长等体尺数,并分析了体重与胴体重作为年龄划分依据的优缺点,旨在为准确划分青海田鼠的年龄和年龄结构提供依据,为青海田鼠的监测和防治工作提供有益参考。

1 材料和方法

1.1 自然概况

研究区位于果洛藏族自治州玛沁县的高寒草甸

($33^{\circ}40'11'' \text{ N}$, $99^{\circ}04'47'' \text{ E}$,海拔4 100~4 300 m)。土地利用均以天然草原放牧为主。气候属典型大陆性高原气候,高寒缺氧、自然灾害频繁,平均气温 $-0.3 \sim -0.6 \text{ }^{\circ}\text{C}$,无绝对无霜期,年均降水量为420~560 mm。该地区没有明显的四季特征,只有冷季和暖季之分。冷季(10月至翌年5月)干冷漫长,暖季(6~9月)温凉多雨。草场主要以高寒草甸类为主,平均盖度60%~80%,土壤质地以壤土和粘土为主,土壤类型以高山草甸土为主。该地区青海田鼠和高原鼠兔混生区较多,其危害仅次于高原鼠兔。其洞群具有片状局部分布,集中危害的特征,洞口小而密集似蜂窝状,部分地面有塌陷现象,对栖息地的危害程度远超高原鼠兔。

1.2 青海田鼠捕捉及其繁殖测定

2021年7月至2022年6月,于每月月底在大武镇永宝村和江前村分别选择种群密度基本一致的生境作为青海田鼠捕捉区。为了避免每次夹捕造成的种群密度下降,应避免每个月都在同一地点进行捕捉,且每个月的捕捉都集中在约 1 hm^2 的区域内进行。在采样区中随机选取具有代表性的随机样地3个,样地面积 0.25 hm^2 ($50 \text{ m} \times 50 \text{ m}$),样地间距不小于50 m。采用堵洞开洞法分别调查样地内青海田鼠总洞口、有效洞口鼠密度,再通过夹日法,在样地中布设300个鼠夹,连续3 d捕捉 0.25 hm^2 样地内的青海田鼠,如有鼠夹丢失,应及时补充。将每月随机样地捕获的青海田鼠,测量和解剖,记录高原田鼠个体的耳长、体长、尾长、后足长、体重、胴体重和雌雄鼠繁殖特征等数据。体重和胴体重用 0.01 g 精度电子天平(沈阳龙腾电子有限公司)称取。

1.3 年龄段划分标准与方法

和其他啮齿动物一样,青海田鼠从出生开始,随着生长发育体重逐渐增加。当它们成年后,体重的增长速度会逐渐减缓,达到一个相对稳定的状态,与此同时,体长等身体指标也会发生变化^[19]。本研究通过观察体重和胴体重的频次分布特征,结合采集样本的时间以及青海田鼠的生活历程,排除了怀孕、产后体重变化的影响,采用系统聚类法分别对青海田鼠体重和胴体重进行分类。然后进行组间的统计检验,根据标准差来微调年龄组划分,最终确定划分标准。为了方便操作,选择整数值作为体重和胴体重指标值。

1.4 数据处理

数据先采用单样本 K-S (One-sample Kolmogorov-Smirnov test) 进行正态性检验, 经检验, 青海田鼠不同年龄和性别群体体重、胴体重、体长等体尺数据均满足正态分布。采用独立样本 *t* 检验对不同性别和年龄组青海田鼠的体重、胴体重、体长、耳长、后足长和尾长进行显著性差异检验。利用变异系数表示组内个体的变异程度。数据用平均值±标准差 (mean±SD) 表示, 显著水平为 $P<0.05$ (双尾检验)。利用 R 3.6.0 的 stats 包进行正态性检验, 单因素

方差分析使用 stats 包进行分析, 利用 ggplot 2 绘图。

2 结果与分析

2.1 青海田鼠雌雄鼠体尺特征

从 2021 年 7 月至 2022 年 6 月, 共计捕捉并解剖青海田鼠标本 935 只, 其中雄性 444 只, 雌性 491 只。通过对雌雄青海田鼠各体尺特征数据进行两独立样本 *t* 检验, 青海田鼠的体重和胴体重在性别间差异显著 ($P<0.05$), 因此, 需要分别对雌雄青海田鼠进行划分。

表 1 青海田鼠雌雄个体体尺特征

Table 1 Characteristic of Qinghai vole body index by gender

指标	性别	样本数/只	平均值±标准误	<i>t</i> 检验	<i>P</i> 值
体重/g	雄	444	40.60±2.49	-3.81	$P=0.02$
	雌	491	41.61±0.78		
胴体重/g	雄	444	27.78±1.78	-2.65	$P=0.03$
	雌	491	28.48±0.59		
体长/mm	雄	444	9.81±0.20	-0.59	$P=0.55$
	雌	491	10.03±0.10		
尾长/mm	雄	444	2.53±0.14	-1.05	$P=0.29$
	雌	491	2.82±0.04		
后足长/mm	雄	444	3.91±0.08	0.13	$P=0.90$
	雌	491	2.01±0.03		
耳长/mm	雄	444	0.74±0.07	0.14	$P=0.89$
	雌	491	0.80±0.03		

2.2 依据体重划分青海田鼠年龄组

分别对雌雄青海田鼠体重采用系统聚类法分析, 结合其繁殖状况将年龄划分为 5 组。独立样本 *t* 检验结果表明, 各年龄组间差异均达到显著水平 ($P<0.05$)。其中, 体重≤30 g 为 I 龄雄鼠, 体重≤29 g 为

I 龄雌鼠; 30<体重≤42 g 为 II 龄雄鼠, 29<体重≤38 g 为 II 龄雌鼠; 42<体重≤51 g 为 III 龄雄鼠, 38<体重≤49 g 为 III 龄雌鼠; 51<体重≤65 g 为 IV 龄雄鼠, 49<体重≤62 g 为 IV 龄雌鼠; 体重>65 g 为 V 龄雄鼠, 体重>62 g 为 V 龄雌鼠 (表 2)。

2.3 依据胴体重划分年龄组

分别对雌雄青海田鼠胴体重采用系统聚类法分析, 结合其繁殖状况将年龄划分为 5 组。独立样本 *t* 检验结果表明, 各年龄组间差异均达到显著水平 ($P<0.05$)。其中, 胴体重≤18 g 为 I 龄雄鼠, 胴体重≤12 g 为 I 龄雌鼠 (表 3), 此年龄段雌鼠妊娠率为 0, 无生殖活动迹象, 雄鼠睾丸平均下降率为 2.04% (图 1-A、B), 可判定 I 龄组为幼年组; 18<胴体重≤25 g 为 II 龄雄鼠, 12<胴体重≤21 g 为 II 龄雌鼠, 此年龄段雌雄鼠开始进入性成熟期, 主要表现为 17.76% 的雌鼠参与繁殖, 雄鼠睾丸平均下降率提高至 27.03% (图 1-C、

D), 可判定 II 龄组为亚成年组; 25<胴体重≤34 g 为 III 龄雄鼠, 21<胴体重≤27 g 为 III 龄雌鼠, 此年龄段已有 48% 的雌鼠参与繁殖, 且雄鼠睾丸平均下降率为 52.84% (图 1-E、F), 可判定 III 龄组为成年 I 组; 34<胴体重≤42 g 为 IV 龄雄鼠, 27<胴体重≤36 g 为 IV 龄雌鼠, 此年龄段与成年 I 组类似, 有 60.67% 的雌鼠参与繁殖, 且雄鼠睾丸平均下降率为 76.15% (图 1-G、H), 可判定 IV 龄组为成年 II 组; 胴体重>42 g 为 V 龄雄鼠, 胴体重>36 g 为 V 龄雌鼠, 此年龄段绝大部分雌鼠均参与繁殖, 且雄鼠睾丸平均下降率高达 90.35% (图 1-I、J), 可判定 V 龄组为老年组。

表2 青海田鼠年龄组划分(体重)

Table 2 Qinghai vole age group composition by body weight

性别	年龄组	样本数	体重				<i>t</i> 检验	<i>P</i> 值
			平均值±标准误	范围	标准差	变异系数		
雄	I	90	23.24±0.52	(0,30]	4.90	0.21		
	II	188	36.50±0.23	(30,42]	3.17	0.09	29.93	<i>P</i> < 0.01
	III	42	46.95±0.36	(42,51]	2.35	0.05	17.34	<i>P</i> < 0.01
	IV	81	58.93±0.45	(51,65]	4.09	0.07	16.76	<i>P</i> < 0.01
	V	43	72.35±0.62	(65,+∞)	4.08	0.06	40.6	<i>P</i> < 0.01
雌	I	100	23.19±0.53	(0,29]	5.11	1.05		
	II	111	34.38±0.19	(29,38]	2.33	0.38	20.5	<i>P</i> < 0.01
	III	151	41.84±0.25	(38,49]	2.81	0.50	21.74	<i>P</i> < 0.01
	IV	85	55.99±0.41	(49,62]	3.47	0.81	18.4	<i>P</i> < 0.01
	V	44	70.14±0.89	(62,+∞)	6.84	1.78	19.12	<i>P</i> < 0.01

对比雌雄青海田鼠体重和胴体重的标准差和变异系数发现,以胴体重为标准划分的各年龄组中的标准误、标准差和变异系数均小于以体重为标准的相应数据(表2;表3)。这说明以胴体重为年龄组划分标准

能有效降低雌鼠繁殖对年龄划分的影响,以胴体重为青海田鼠的年龄划分依据更精确。因此,后续对青海田鼠不同年龄组种群的季节性差异分析均以胴体重为划分标准进行。

表3 青海田鼠年龄组划分(胴体重)

Table 3 Qinghai vole age group composition by carcass weight

性别	年龄组	样本数	胴体重				<i>t</i> 检验	<i>P</i> 值
			平均值±标准误	范围	标准差	变异系数		
雄	I	79	13.41±0.43	(0,18]	3.83	0.29		
	II	132	22.16±0.16	(18,25]	1.84	0.08	21.25	<i>P</i> < 0.01
	III	104	29.44±0.26	(25,34]	2.61	0.09	16.15	<i>P</i> < 0.01
	IV	64	39.08±0.25	(34,42]	2.01	0.05	22.5	<i>P</i> < 0.01
	V	65	49.89±0.58	(42,+∞)	4.69	0.09	23.27	<i>P</i> < 0.01
雌	I	32	9.59±0.34	(0,12]	1.92	0.69		
	II	100	18.39±0.20	(12,21]	2.04	0.40	15.86	<i>P</i> < 0.01
	III	150	24.23±0.14	(21,27]	1.68	0.27	28.57	<i>P</i> < 0.01
	IV	102	31.25±0.23	(27,36]	2.34	0.46	19.29	<i>P</i> < 0.01
	V	107	43.00±0.51	(36,+∞)	5.32	1.02	29.98	<i>P</i> < 0.01

2.4 青海田鼠各年龄组体尺特征的差异

单因素方差分析结果表明,不同年龄组间耳长(图2-A)、体长(图2-B)、尾长(图2-C)和后足长(图2-D)差异均有统计学意义(*P*<0.05),且随着种群年龄的增长,耳长、体长、尾长和后足长不断增大,因此,不同年龄阶段耳长、体长、尾长和后足长这4类体尺数据亦可作为判断青海田鼠年龄组的指标。青海田鼠同一年龄组不同性别间体长差异均显著(*P*<0.05),雌雄个体间的尾长只在I龄组、II龄组和V龄组差异显著(*P*<0.05),而雌雄个体间的耳长和后足长仅在I龄组中差异显著(*P*<0.05)。

2.5 不同月份青海田鼠年龄结构的变化

采用胴体重年龄划分标准对雌雄青海田鼠年龄组进行划分,比较不同月份的年龄结构变化,结果表明,雌雄青海田鼠种群中幼年鼠(I龄组)(图1-A、B)和亚成体(II龄组)(图1-C、-D)的捕获数均从3月开始增加,并在8月达到高峰,随后降低;雌雄青海田鼠种群成年I组(III龄组)(图1-E、F)和成年II组(IV龄组)(图1-G、H)个体捕获数也从3月开始增多,并在9月达到高峰,随后降低;老年组(V龄组)(图1-I、J)种群捕获数均在7月和10月达到最高峰。

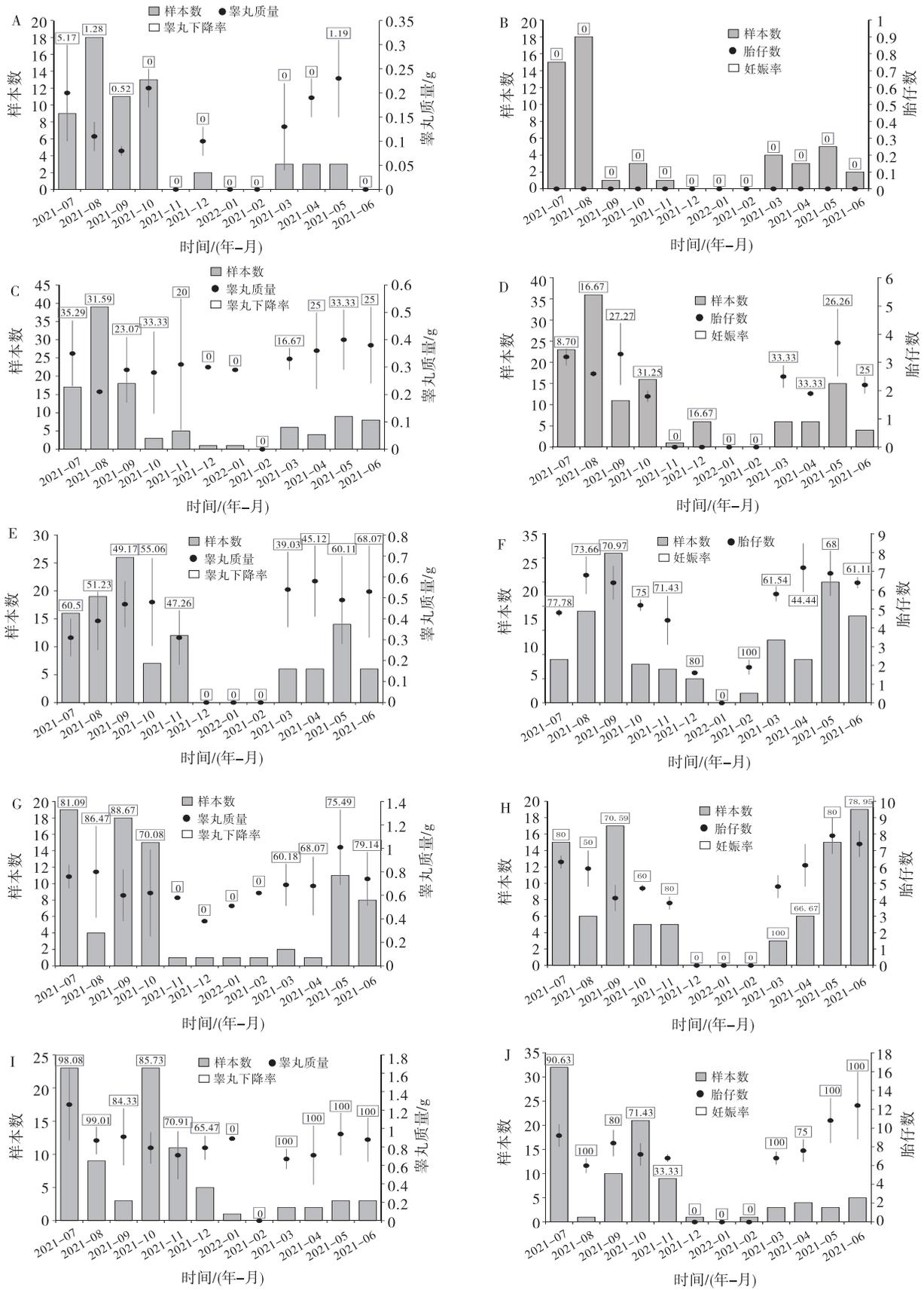


图 1 不同月份青海田鼠年龄结构特征

Fig. 1 Age structure characteristics of Qinghai vole populations in different month

注:图 A-E 表示雄性青海田鼠 I-V 龄,图 F-J 表示雌性青海田鼠 I-V 龄.

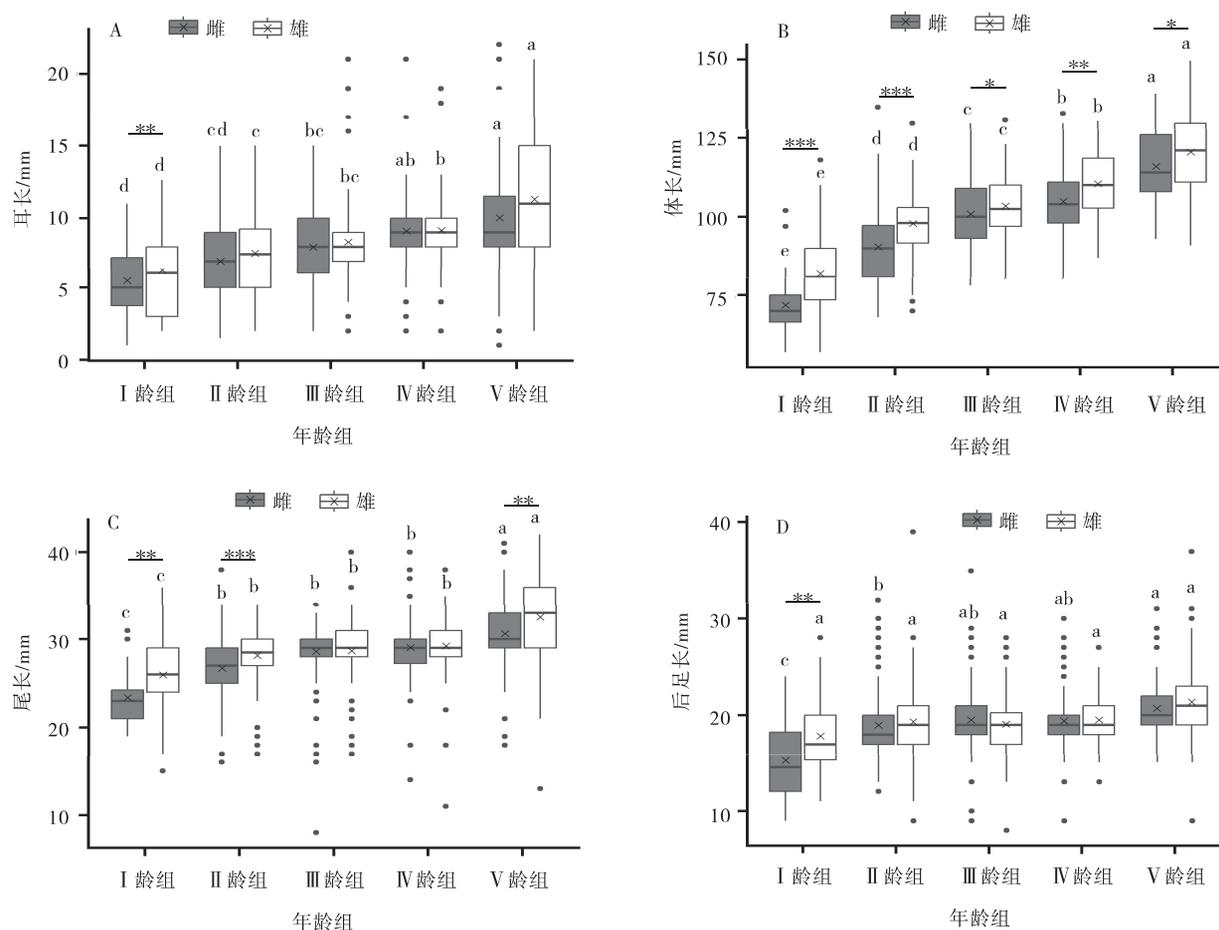


图2 青海田鼠各年龄组体尺特征差异

Fig. 2 Differences in body size characteristics among different age groups of Qinghai voles

注: * $P < 0.05$; ** $P < 0.01$; *** $P < 0.001$ 。

3 讨论

3.1 青海田鼠年龄结构划分

啮齿动物年龄结构的划分对于探究其种群动态、估算个体生长率、寿命、种群出生率、存活率以及种群数量动态等方面意义重大^[20]。目前,对于啮齿动物的年龄划分标准的研究较多,诸如臼齿磨损程度^[21]、头骨重量^[22]和晶体干重^[23]等方法操作较为繁琐,不适用于野外工作。且啮齿动物不同年龄段的臼齿齿冠磨损程度受栖息环境影响较大,只考虑臼齿磨损程度年龄划分不明确^[24]。而在野外工作过程中,啮齿动物的体重^[25]、体长^[26]和胴体重^[27]等数据最易获取,因此,这3类指标也是国内外学者较为常用的鼠类年龄结构划分方法。但在野外试验中,体长容易受测量技术的影响^[28]。有研究也表明,雄性鼠的尾长会受繁殖期睾丸下降和阴囊膨大导致的肛门后移而影响测量精度^[24],且本研究利用捕鼠夹捕捉到的青海田鼠死后身体蜷

缩,测量时需要将尾部伸展,此过程也会造成一定的误差,因而无法准确地用于青海田鼠的年龄鉴定。武晓东等^[29]对鼠类各项生长指标进行主成分分析发现体重对年龄有较强的代表性。而本研究结果表明,摄食和繁殖状况对青海田鼠的体重的影响较大。根据我们所采集的数据,雌性成年种群在繁殖期(4—8月)体重的变异系数高达6.19,远高于非繁殖期(9月至次年3月)。并且在野外采样时,得到的青海田鼠个体也不可能完全处于同一种摄食及繁殖状态,故体重法在青海田鼠年龄结构划分中的局限性较大。鼠类胴体重作为最常用的年龄划分指标,因方法简便,易于操作,结果相对准确,可以避免妊娠雌鼠和繁殖雄鼠体重带来的影响,在多种鼠类年龄鉴定中得到了广泛的应用^[9,30-31]。因此,本研究采用胴体重作为标准划分青海田鼠年龄,并以体长、尾长、耳长和后足长作为辅助指标进一步判别青海田鼠的年龄组。

近几十年来,对青海田鼠的相关研究较少,有关

年龄划分的研究只有高共等^[32]依据体重作指标,参考体长、繁殖特征划分出5个年龄组,分别为幼年组、亚成体组、成体Ⅰ组、成体Ⅱ组和老体组。这与本研究以体重和胴体重进行聚类分析所得的结果基本一致。本研究还发现,与子午沙鼠(*Meriones meridianus*)等啮齿动物类似^[16],青海田鼠的体重会在成年前迅速增大,随后缓慢增长。且以胴体重划分的各年龄组中,Ⅱ龄组至Ⅴ龄组中田鼠种群的耳长、体长、后足长和尾长存在严重的重叠现象。这说明,青海田鼠在亚成体以后,耳长等体尺指标增长变缓,达到成体以后基本停止发育。这可能与青海田鼠各项体尺特征的生长率有关。

3.2 不同月份青海田鼠种群年龄结构的变化

通过比较青海田鼠在不同月份的年龄结构变化,结果表明,青海田鼠种群年龄结构具有明显的变化特征。其中,1—2月捕获的青海田鼠个体有7只(雄性4只,雌性3只),均为成年体和老年体,仅占全年捕获鼠总量的0.75%,我们推断此阶段食物资源匮乏,青海田鼠通过减少洞外采食时间并以储粮为食的策略,顺利度过寒冬。但这种推断并无依据,还需要详细观测青海田鼠冷季的活动才能得出更为精确的结论;至3—4月,青海田鼠成年体(4.94%)种群占比迅速增大,开始出现幼年体(1.07%)和亚成体(2.36%),由于每个月捕捉青海田鼠的时间均在月底,我们推断青海田鼠的繁殖期于3月初开始;从5月开始,幼年体和亚成体所占比例不断增大,并在7—8月幼年体(7.51%)、亚成体(12.34%)、成年体(11.48%)和老年体(6.97%)的种群数量达到最大,此阶段为青海田鼠的繁殖高峰;从9月开始,幼年体(2.68%)和亚成体(4.83%)占比逐渐减小,成年体(12.55%)和老年体(6.87%)占据主导地位,并在11月开始不再捕获到幼年个体,因此,本研究区青海田鼠的繁殖期至10月结束。

鼠类种群的变化受到出生、死亡、迁入、迁出以及群聚与扩散等多种因素的影响^[1]。在我们的研究中,老年体在各月份内的占比普遍较低(1.18%~33.33%),也反映了青海田鼠种群有着较高的死亡率,而亚成体和成年体的占比在青海田鼠繁殖期的几个月中均较高这也说明青海田鼠种群具有较快的更

新速度。因此,通过对种群年龄结构在不同季节间的变化进行分析,更能准确地展现青海田鼠种群结构的动态变化情况。

4 结论

综上所述,采用胴体重对青海田鼠种群年龄进行划分最具有代表性,根据胴体重将青海田鼠的年龄组划分为幼年组、亚成体组、成年Ⅰ组、成年Ⅱ组和老体组;不同年龄组间种群繁殖力存在显著差异,种群繁殖力随年龄的增长而增高,且成年组和老年组为种群繁殖的主体;且青海田鼠种群结构有明显的季节性变化特征,1—2月只有极少数越冬成年个体活动,3月初开始进入繁殖期,种群主要以幼年体、亚成体和成年体为主,7—8月达到繁殖高峰,亚成体和成年体比例增大,10月结束繁殖,种群主要以成体和老年体为主。

参考文献:

- [1] 杨再学,王登,白智江,等. 红耳巢鼠的年龄划分[J]. 四川动物,2023,42(4):414—419.
- [2] 杨素文,张蓉,袁帅,等. 阿拉善荒漠区五趾跳鼠不同年龄组体重与体尺特征的关系模型[J]. 动物学杂志,2018,53(6):833—840.
- [3] 陈立军,刘伟,苏永志,等. 典型草原区达乌尔鼠兔年龄划分标准[J]. 动物学杂志,2013,48(3):345—350.
- [4] 俞东征. 鼠疫动物流行病学[M]. 北京:科学出版社,2009:419—420.
- [5] Li J, Li L, Fu B, *et al.* Complete mitochondrial genomes confirm the generic placement of the plateau vole, *Neodon-fuscus*[J]. Bioscience Reports,2019,39(8):2318—2349.
- [6] 刘振才,海荣,李富忠,等. 青藏高原青海田鼠鼠疫自然疫源地的发现与研究[J]. 中国地方病防治杂志,2001(6):321—327.
- [7] 杨晓慧,唐俊伟,张明,等. 果洛州草地鼠害危害及防治调查[J]. 青海草业,2015,24(4):28—32.
- [8] 李俊,阿布力米提·阿不都卡迪尔. 红尾沙鼠(*Meriones libycus*)的年龄鉴定及种群年龄组成[J]. 干旱区研究,2007(1):43—48.
- [9] 王也,张文杰,任娅茹,等. 浑善达克沙地三趾跳鼠体重与年龄划分[J]. 动物学杂志,2014,49(6):798—803.
- [10] 赵肯堂. 长爪沙鼠的年龄鉴定[J]. 动物学杂志,1985(1):4—6.
- [11] 卢浩泉,李玉春,胡继武,等. 以臼齿磨损程度划分大仓

- 鼠年龄组的研究[J]. 山东大学学报(自然科学版), 1991(2): 266—270.
- [12] Burette P, Deplazes P, Hegglin D. Efficient age determination: how freezing affects eye lens weight of the small rodent species *Arvicola terrestris* [J]. *European Journal of Wildlife Research*, 2010, 56(4): 103—112.
- [13] 薛河儒. 逐步判别分析在呼市地区长爪沙鼠年龄鉴定中的应用[J]. 内蒙古农牧学院学报, 1992(3): 35—38.
- [14] 张越, 王廷正, 裘国勇, 等. 棕色田鼠生长及年龄指标的评价[J]. 动物学研究, 1997(4): 49—53.
- [15] 姚丹丹, 隋晶晶, 冯志勇. 湛江市褐家鼠种群年龄划分及繁殖特征[J]. 中国媒介生物学及控制杂志, 2016, 27(5): 454—458.
- [16] 张蓉, 武晓东, 袁帅, 等. 阿拉善荒漠区子午沙鼠(*Meriones meridianus*)年龄组划分[J]. 内蒙古大学学报(自然科学版), 2017, 48(2): 153—158.
- [17] 国廷杰, 陈丽石, 于海成, 等. 东北鼯鼠种群年龄结构的划分[J]. 森林病虫害通讯, 2000(1): 17—19.
- [18] 韩崇选, 杨学军, 王明春, 等. 次改林地鼯鼠种群年龄结构和繁殖特性动态研究[J]. 中国森林病虫害, 2006(5): 1—5.
- [19] 汪志刚, 常中央, 刘荣堂, 等. 高原鼯鼠种群年龄划分及组成[J]. 草业学报, 1996, 5(2): 61—65.
- [20] 卓玉璞, 郭桂芝, 孙丽瑛, 等. 啮齿动物年龄划分标准研究进展[J]. 畜牧兽医杂志, 2016, 35(3): 53—57+60.
- [21] Olivera V R, Tatjana B J, Rada M, *et al.* Age structure of yellow-necked mouse (*Apodemus flavicollis* Merion, 1834) in two samples obtained from live traps and Owl pellets [J]. *Arch Biol Sci, Belgrade*, 2005, 57(1): 53—56.
- [22] 张碧岱, 邹波, 花慧贞. 山西省娄烦县中华鼯鼠种群年龄结构研究[J]. 山西科技, 2013, 28(5): 38—40.
- [23] Pierre B, Peter D, Daniel H. Efficient age determination; how freezing affects eyelens weight of the small rodent species *Arvicola terrestris* [J]. *European journal of wildlife research*. 2010, 56(4): 685—688.
- [24] 李玉春, 卢浩泉, 张学栋, 等. 黑线仓鼠的生长指标分析与年龄指标确定[J]. 兽类学报, 1989(1): 49—55.
- [25] 杨再学, 龙贵兴, 金星, 等. 四川短尾鼯鼠种群年龄鉴定的研究[J]. 四川动物, 2013, 32(3): 369—374.
- [26] 张高生, 江志超. 山东省黑线姬鼠种群年龄组成的主成分分析[J]. 山东师大学报(自然科学版), 1989(3): 44—51.
- [27] 李秋阳, 赵秀兰, 杨滨. 云南省沧源县黄胸鼠种群年龄组的划分及分析[J]. 中国媒介生物学及控制杂志, 2013, 24(1): 39—42.
- [28] 张洁, 周庆强, 钟文勤, 等. 布氏田鼠种群年龄的研究[J]. 动物学报, 1978(4): 344—358.
- [29] 武晓东, 薛河儒. 长爪沙鼠种群年龄指标的主成分分析[J]. 中国媒介生物学及控制杂志, 1992(6): 373—377.
- [30] 鲍毅新, 诸葛阳. 社鼠的年龄鉴定与种群年龄组成[J]. 兽类学报, 1984(2): 127—137.
- [31] 杨再学, 郑元利, 潘世昌, 等. 褐家鼠的年龄鉴定及种群年龄组成[J]. 中国农学通报, 2009, 25(14): 218—223.
- [32] 高共, 王升文. 中国鼠疫宿主动物及其防治[M]. 兰州: 甘肃科学技术出版社, 2012: 89—90.

Age determination and structure characteristics of Qinghai vole population composition in the alpine meadows of Guoluo Prefecture

HE You-long¹, ZHOU Rui^{2*}, LUO Xue-yun¹, Cairang Danzhi¹, LIU Yong-qi¹,

HUA Re¹, HAN Jian-fang¹, MA Xiao-jun¹, ZHANG Yong-ji¹

(1. Forestry and grassland Station of Guoluo Tibetan Autonomous Prefecture, Guoluo 814000, China; 2. Academy of Animal Science and Veterinary Science, Qinghai University, Xining 810016, China; The State Key Laboratory of Ecology of Sanjiangyuan and Plateau Agriculture and Animal Husbandry, Xining 810016, China)

Abstract: [Objective] The Qinghai vole (*Lasiopodomys sfuscus*) is a unique rodent in the Qinghai Tibet Plateau.

Establishing an age group classification standard for Qinghai voles can provide scientific basis for its monitoring, prevention and control. 【Method】 This study was conducted from July 2021 to June 2022 in Maqin County, Guoluo Tibetan Autonomous Prefecture, where a total of 945 individual Qinghai voles were collected. Systematic clustering analysis was employed to analyze body weight and body length, using auxiliary measurements such as body length, tail length, ear length, and hind foot length to delineate the age structure of the Qinghai vole. The population structure and reproductive features of the species across different seasons were also examined in this study. 【Result】 The results revealed that the captured Qinghai voles could be classified into five age groups: juvenile group (I age group, male carcass weight ≤ 18 g, female carcass weight ≤ 12 g), sub-adult group (II age group, 18 g $<$ male carcass weight ≤ 25 g, 12 g $<$ female carcass weight ≤ 21 g), adult group I (III age group, 25 g $<$ male carcass weight ≤ 34 g, 21 g $<$ female carcass weight ≤ 27 g), adult group II (IV age group, 34 g $<$ male carcass weight ≤ 42 g, 27 g $<$ female carcass weight ≤ 36 g), and elderly group (V age group, male carcass weight > 42 g, female carcass weight > 36 g). Adult and elderly groups were found to be the main contributors to population reproduction. Additionally, the Qinghai vole population structure displayed distinct seasonal variations. The period from January to February marked the hibernation phase, with only a small number of overwintering adult individuals active. Breeding activities commenced in early March, primarily driven by juvenile, sub-adult, and adult individuals. The peak breeding season occurred in July and August, with an increase in the proportion of sub-adult and adult individuals. Breeding concluded in October, with the population primarily comprised of adult and elderly individuals. 【Conclusion】 In summary, using carcass weight to classify the age of Qinghai vole population is the most representative method. This study fills the gap in the age identification criteria for Qinghai voles in China and provides basic data for studying their population biology and ecological characteristics.

Key words: *Lasiopodomys fuscus*; carcass weight; age determination; cluster analysis; age structure characteristics

(责任编辑 刘建荣)