不同类型蜂箱对中华蜜蜂 *Apis cerana cerana* Fabricius 生产性能的影响*

祁文忠[1**] 梅 绚[2***] 师鹏珍[1] 申如明[1] 赵亚周[3]

（1. 甘肃省养蜂研究所，天水 741020；2. 甘肃省岷县畜牧局，岷县 748400；
3. 中国农业科学院蜜蜂研究所 北京 100093）

摘 要 **【目的】** 为了研究不同类型蜂箱对中华蜜蜂 *Apis cerana cerana* Fabricius 生产性能的影响。**【方法】** 我们在综合考虑甘肃南部地区中华蜜蜂饲养模式、规模、当地环境等因素的基础上，选用标准蜂箱、原始蜂箱和生态蜂箱 3 种类型蜂箱在当地主要流蜜期进行蜂蜜生产试验。**【结果】** 结果发现，蜂箱类型对蜂群的年产蜜量、存蜜量和取蜜次数存在显著影响（$P < 0.05$），其中标准蜂箱在 4 个试验点的年产蜜量最高，原始蜂箱的存蜜量最高，而生态蜂箱在这 2 个指标上表现适中，标准蜂箱的年取蜜次数稍多。本研究中海拔和蜜源植物对蜂群生产性能没有明显影响。**【结论】** 采用何种类型蜂箱进行中华蜜蜂养殖，应根据当地的环境状况、蜜源条件、文化及养蜂基础等多种因素综合考虑。

关键词 中华蜜蜂，蜂箱，生产性能，蜂蜜，影响因素

The effects of different kinds of honeybee hives on honey production in *Apis cerana cerana* Fabricius

QI Wen-Zhong[1**] MEI Xuan[2***] SHI Peng-Zhen[1] SHEN Ru-Ming[1] ZHAO Ya-Zhou[3]

(1. Apicultural Institution of Gansu Province, Tianshui 741020, China; 2. Minxian Animal Husbandry Bureau, Minxian 748400, China; 3. Institute of Apicultural Research, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100093, China)

Abstract **[Objectives]** To determine the effects of different kinds of honeybee hives on honey production in *Apis cerana cerana* Fabricius. [**Methods**] A field experiment was conducted to determine the effects of 3 different kinds of hives on honey production by *A. c. cerana* in Southern Gansu during the primary nectar-flow period. [**Results**] The greatest quantities of honey were produced in standard hives at all 4 experimental sites but the best quality honey was produced in original hives. The honey produced in “ecological hives” was intermediate with respect to both quantity and quality. Honey was collected from standard hives slightly more often than from the other two hive types. Hive type had a significant effect on honey quantity, quality and the frequency of honey collection. However, altitude and nectar plants did not significantly affect these 3 variables. [**Conclusion**] Selection of hive types for *A. c. cerana* should be based on a consideration of the local environment, including nectar plants, local apicultural practices and honeybee ecology.

Key words *Apis cerana cerana* Fabricius, hive, production performance, honey, influencing factors

一直以来，养蜂业被誉为现代生态农业之翼，蜜蜂为农作物授粉增产的作用突出，且养蜂收益较为稳定，具有较大的发展潜力（Sumner and Boriss，2006；石元元等，2014）。我国是世界第一养蜂大国，但并非养蜂强国，主要体现在蜜蜂饲养水平较低、蜂机具现代化程度不高，养殖规模不大等方面（翟裕宗，2000）。近年来，我国政府逐渐意识到了养蜂业对农作物增产、农

*资助项目 Supported projects：国家蜂产业技术体系建设专项经费(CARS-45-SYZ19)

**第一作者 First author，E-mail：yfsqwz@163.com

***通讯作者 Corresponding author，E-mail：gsmx888@163.com

收稿日期 Received：2015-11-05，接受日期 Accepted：2015-11-16

民增收、农业增效等方面的重要作用，开始制定合理的蜜蜂养殖发展规划，普及蜜蜂科学养殖模式，提高养蜂机具的现代化程度。然而，偏远地区的蜜蜂养殖，尤其中华蜜蜂 *Apis cerana cerana* Fabricius 的饲养水平还较低，亟待相关部门对其加大扶持力度（杨冠煌，2005）。中华蜜蜂为原产于中国的优良蜂种，属于东方蜜蜂 *Apis cerana* Fabricius 的一个地理亚种，有报道称其已在中国生存近 2 500 万年（杨冠煌，2007）。中华蜜蜂在我国大部分地理环境和生态条件下的生存能力均较强，耐寒和耐热性强，不仅可以渡过南方的酷暑，也能越过北方的严冬（孟飞等，2012）。相对于意大利蜜蜂 *Apis mellifera ligustica* Spinola，中华蜜蜂善于利用零星蜜源、抗多种病虫害能力突出（杨冠煌，2005）。自 1896 年以来，西方蜜蜂 *Apis mellifera* L.的多个亚种，包括意大利蜜蜂、卡尼鄂拉蜜蜂 *A. m. carnica* Pollman 高加索蜜蜂 *A. m. caucasica* Gorb.和欧洲黑蜂 *A. m. mellifera* L.等陆续引入我国。这些外来蜂种在自然界中自由取食和交配的过程中，必然会同我国的中华蜜蜂形成种间竞争关系，干扰中华蜜蜂的生存和繁衍，对其造成不良的生态效应（杨冠煌，2005；Tan *et al.*，2012；吴小波等，2014）。为了保护我国的本土优良蜂种，我们有必要发展中华蜜蜂的饲养规模，鼓励养蜂人员对中华蜜蜂的饲养热情，提高中华蜜蜂的饲养管理水平。

蜂箱作为最基本的养蜂工具，其为蜂群提供了繁衍生息的住所，也是蜂产品生产的重要场所（Wilson，2006）。大小、样式合适的蜂箱不仅有利于蜂群的繁殖和生存，而且便于人们对蜂群进行科学、有效地管理，提高养蜂经济效益。自然状态下，中华蜜蜂一般选择洞穴筑巢而居，繁衍生息（张波等，2011）。随着社会的发展，人们开始利用土坯、柳条、空心树木、木箱等制作成各种各样的老式蜂箱，用来驯养中华蜜蜂。经过多年的生产实践，老式蜂箱可以在一定程度上适应中华蜜蜂的饲养，但同时存在一定的弊端，如毁巢取蜜、标准化程度低、难于操作等问题（张学文等，2013），严重影响了养蜂人的生产积极性和养蜂业的发展。为此，前人结合实际，将意大利蜜蜂的郎氏活框蜂箱移植到了中华蜜蜂的饲养上，并取得了一定的成果，发明了 10 多种中华蜜蜂活框蜂箱（刘光楠等，2009），维持了我国蜂业的稳步发展。蜂箱对蜂群的蜂蜜产量至关重要，不同类型蜂箱饲养蜂群的蜂蜜产量大不相同。如叠加式蜂箱是在缩小单个郎氏蜂箱内容量的基础上，增加了继箱的数量，最终使得蜂群保持较强的群势，并有利于生产成熟蜂蜜（王继法等，2012）。李紫伦等（2004）根据广西地区中华蜜蜂饲养模式，专门对郎氏蜂箱的蜂路、巢框及其数量进行了改制，最终其推广效果良好，尤其适合于定地饲养的中华蜜蜂。

为了研究不同类型蜂箱对中华蜜蜂生产性能的影响，我们在综合考虑甘肃南部地区中华蜜蜂饲养模式、规模、当地环境等因素的基础上，制作了 3 种不同类型的蜂箱在当地主要流蜜期进行蜂蜜生产试验。以期获得适应当地不同生产目的蜂箱，为后期的推广应用提供一定的理论依据，进而更好地指导养蜂实践，提高养蜂人员的从业积极性。

1 材料与方法

1.1 研究地区自然概况

本研究的主要实验区选在甘肃省岷县地区，岷县位于北秦岭海西褶皱带，北秦岭、黄土高原和青藏高原东边缘（甘南高原）交汇区。境内地貌主要属于高原形态，地表切割较小，河谷大多宽浅。岷县气候属于高原性大陆气候，平均海拔 2 314 m，年平均气温 5.7℃，年平均相对湿度 68%，年平均降水量 596.5 mm，最热 7 月份平均气温 16℃，岷县冬季最冷 1 月份平均气温 - 6.9℃，属于高寒阴湿地区（王志明等，2005）。境内林草丰茂，草原森林覆盖率 61%，油菜面积大，盛产中药材 200 多种，素有“千年药乡”之称，特别是红芪、黄芪、大黄、党参、秦艽、羌活、泡参、柴胡、防风、黄芩等是非常好的特种蜜源。全县植被良好，每年 4—9 月各种植物开花接连不断，有较好的蜜蜂养殖条件，特别是适宜中华蜜蜂的养殖。

1.2　实验蜂场

本实验中所选蜂群均为当地自繁自养的中华蜜蜂，共 4 个蜂场，所有蜂群均为 2014 年越冬后经第 1 次和第 2 次分群所得。具体蜂群情况见表 1。

1.3　实验蜂箱

每个试验点均设置当地常用的 3 种蜂箱类型进行蜂群饲养，分别为标准蜂箱、生态蜂箱和原始蜂箱。

1.3.1　标准蜂箱　标准蜂箱的箱体板材厚 2.5 cm，选用 7 框标准箱，可根据需要加继箱，箱内装标准巢框、巢础及隔板，上盖覆布和箱盖，箱盖上面放麦草秸秆和石棉瓦以遮荫和防雨（图 1）。

1.3.2　生态蜂箱　生态蜂箱按照生产性质而命名，原则为节省空间、培育强群和生产高质量成熟蜜。其由一个箱盖，几个箱体和一个箱底组成，箱体使用厚 3 cm、高 10 cm、外宽 30 cm 的方形木箱，上下无底无盖，重叠固定组成箱体；箱盖使用长宽均为 40 cm、厚 3 cm 的木板，直接固定在最上层一个箱体上面，箱盖上面放麦草秸秆和石棉瓦以遮荫和防雨；箱底使用长 50 cm、宽 40 cm、厚 3 cm 的木板，在木板上用 4 根厚宽 3 cm 的木条钉成外围 30 cm 的正方形框。生态蜂箱箱体的数量根据蜂群多少而定，一般由 3 个方框组成（图 2）。

表 1　实验蜂场内蜂群及环境概况
Table 1　The survey of colonies and environment in experimental apairies

蜂场编号 Apairy ID	海拔 Altitude (m)	蜜源 Nectar plant	蜂群数量 Number of colonies		
			标准蜂箱 Standard hive	生态蜂箱 Ecological hive	原始蜂箱 Original hive
S1	2 685	山花	17	16	16
S2	2 669	山花，党参	18	18	18
S3	2 210	黄芪，党参	6	5	5
S4	2 579	油菜，山花	11	10	9

图 1　中华蜜蜂的标准蜂箱
Fig. 1　Standard hive for *Apis cerana cerana*

1.3.3　原始蜂箱　原始蜂箱为民间一直沿用的横卧式树槽箱，一般长约 75 cm、宽约 32 cm、高约 35 cm，箱底中央有一个直径 2 cm 的排巢渣孔，箱体上面放麦草秸秆和石棉瓦以遮荫和防雨（图 3）。

图 2　中华蜜蜂的生态蜂箱
Fig. 2　Ecological hive for *Apis cerana cerana*

图 3 原始蜂箱
Fig. 3 Original hive for *Apis cerana cerana*

1.4 蜂群的蜂蜜生产

根据试验地区的气候和蜜粉源特点，以及中华蜜蜂生物学规律，对实验蜂群进行非流蜜期和流蜜期的日常管理，管理方式一致。试验地区在 7 月 15 日—9 月 20 日进入流蜜期，依据蜂箱类型、蜂巢内的蜂蜜量和蜂群状况确定取蜜时间和次数，并统计不同类型蜂箱的年产蜜量（蜂群全年采收的蜂蜜总量）、蜂箱内存蜜量（越冬前蜂箱内的蜂蜜重量）和取蜜次数等数据。

1.5 数据统计与分析

实验数据利用 SPSS 16.0 和 Graphpad prism 5 进行统计分析并作图。利用 SPSS 软件的两因素方差分析法比较不同试验点、不同类型蜂箱蜂群的年产蜜量、存蜜量和产蜜次数，得出其相应的均值和标准差，并用 Graphpad prism 作图；利用 SPSS 软件对海拔、蜜源植物、年产蜜量、存蜜量、产蜜次数和蜂箱类型进行简单相关性分析，并用 Graphpad prism 作图。

2 结果与分析

2.1 蜂群的年产蜜量

本实验所使用的蜂箱有 3 种，包括标准蜂箱、生态蜂箱和原始蜂箱，这些蜂箱均为当地中华蜜蜂饲养经常使用的类型。从图 4 可以看出，在 4 个试验点，原始蜂箱的年产蜜量显著低于标准蜂箱或者生态蜂箱，标准蜂箱的年产蜜量均较高，生态蜂箱的年产蜜量随地点变化而表现出较明显的波动。就蜂蜜生产而言，标准蜂箱适用于所有试验点，能够得到较高的产量；而生态蜂箱在 S3 和 S4 试验点的蜂蜜产量较低，并不是最适宜蜂箱类型；原始蜂箱在所有试验点的蜂蜜产量均最低，不利于蜂群蜂蜜的生产。

2.2 蜂群的存蜜量

由图 5 可以看出，本实验中所使用的 3 种蜂箱类型中，4 个试验点的原始蜂箱存蜜量最高，生态蜂箱和标准蜂箱的存蜜量不存在明显差异。由于蜂箱的存蜜量与蜂群的越冬饲料有关，可以影响蜂群的越冬质量，所以存蜜量也是蜜蜂饲养管理及生产管理的一个重要指标。就存蜜量而言，原始蜂箱在所有的试验点均能得到较高的存蜜量，为蜂群越冬提供饲料储备，说明应用原始蜂箱饲养中华蜜蜂，可以取得较高的越冬效果。

2.3 蜂群的年产蜜次数

蜂群的取蜜次数与多种因素有关，如蜜源植物的流蜜期长短、蜂群状况、蜂箱操作的难易程度等。本研究将 3 种蜂箱放置在相同的环境中进行试验，并且蜂群状况基本相同，所以我们主要考察了蜂箱类型对蜂群取蜜次数的影响。由图 6

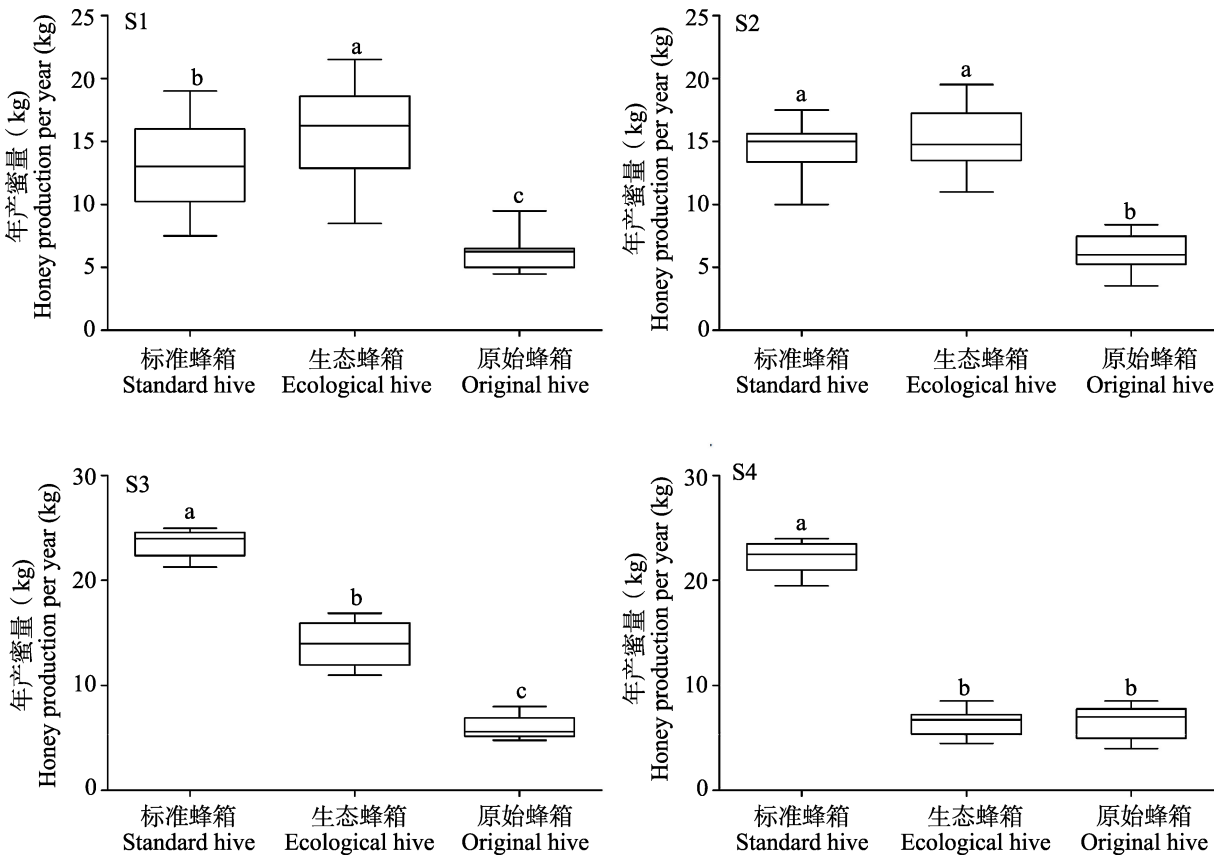

图 4　3 种类型蜂箱在不同试验点的年产蜜量

Fig. 4　Honey production per year of the 3 types of hive at each experimental site

不同小写字母表示差异显著（Duncan's 多重比较检验，$P < 0.05$）；S1，S2，S3，S4 代表不同的试验蜂场。图 5 同。

Histograms with the different lowercase letters indicate significant difference (Duncan's multiple range test, $P < 0.05$); S1, S2, S3 and S4 represent the different experimental apairies. The same with Fig.5.

可以看出，S3 和 S4 试验点的标准蜂箱取蜜次数较高，其余蜂箱均为 2 次。结合蜂蜜产量数据可以发现，蜂群的取蜜次数对增加蜂蜜产量有一定贡献，并且取蜜次数可能与试验点的蜜源植物等有关。

2.4　蜂群蜂蜜生产的影响因素分析

蜂群的蜂蜜生产情况与蜂箱类型、蜜源植物和海拔等因素的相关性分析见图 7。可以看出蜂蜜的年产蜜量、存蜜量和产蜜次数均与蜂箱类型呈显著相关性（$P < 0.05$），而与蜜源植物和海拔等环境因素无明显的相关性。说明蜂群的蜂蜜生产情况与越冬情况与蜂箱类型息息相关，蜂蜜产量或者越冬质量的高低，甚至成败均取决于是否采用了合适的蜂箱类型。

3　结论与讨论

总体来说，2014 年甘肃南部地区的气候与往年相似，海拔较高，降雨量相对较多，气温低，特别是夏季气候凉爽，平均气温 16℃。当地的蜜源植物丰富，包括党参、油菜、黄芪，以及山花等，并且花期相对较长，非常适宜中华蜜蜂的饲养。本研究主要选取了岷县境内的 4 个试验点，设置相同的蜂箱类型，进行蜂蜜生产试验。研究中蜂群的生产实验均以生产成熟的封盖蜂蜜为主，3 种类型蜂箱所产蜂蜜的波美度约为 42°Bé。所选用的 3 种蜂箱中，标准蜂箱适宜中华蜜蜂的蜂蜜生产，其产蜜量明显高于其他 2 种蜂箱。原因可能在于，甘肃岷县地区有大宗蜜源

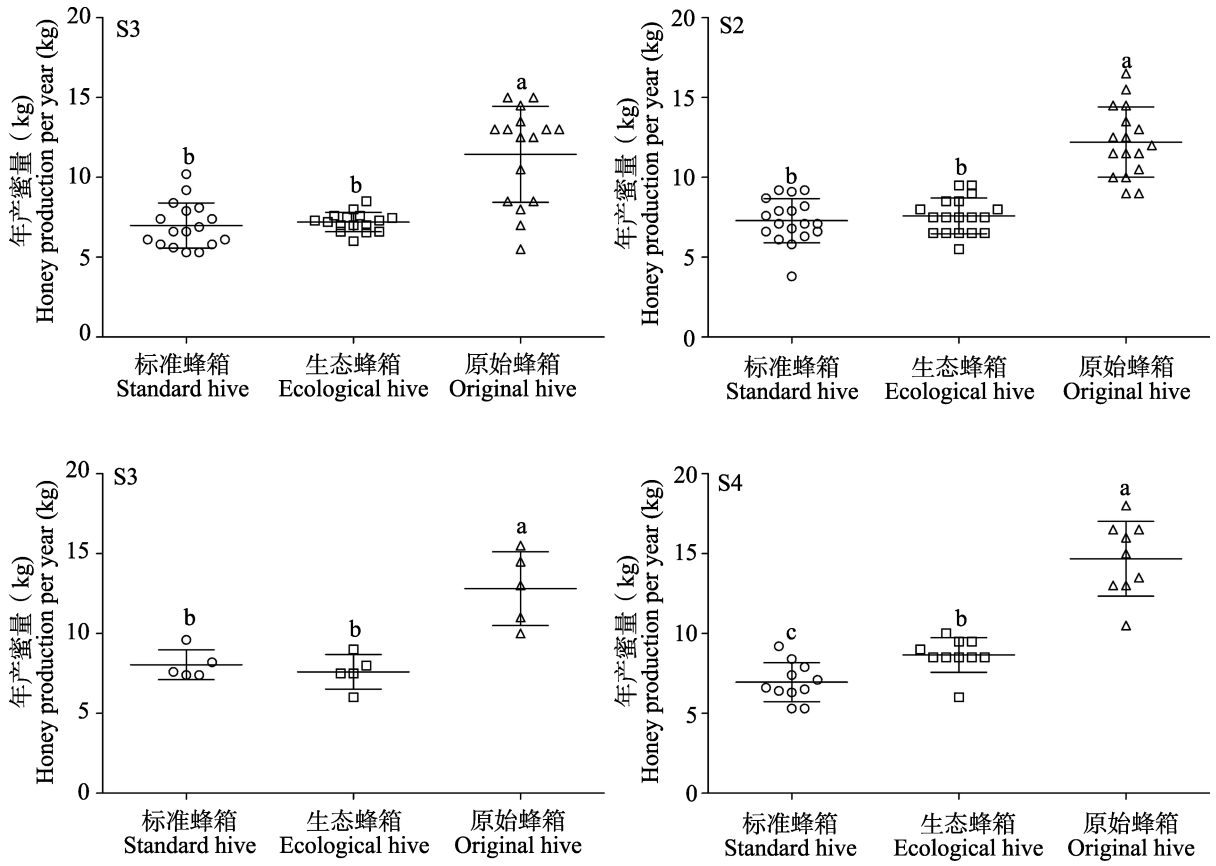

图 5　3 种类型蜂箱在不同试验点的存蜜量

Fig. 5　Quality of honey storage of the 3 types of hive at each experimental site

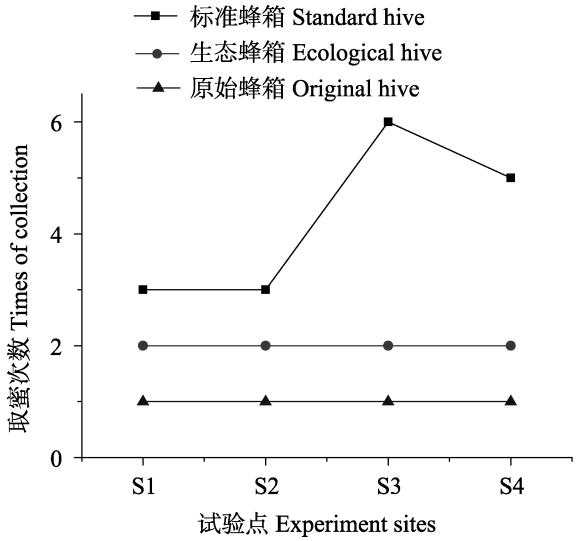

图 6　不同类型蜂箱的取蜜次数

Fig. 6　The times of honey collection of different hive types

植物，花期长，流蜜期集中。加之近些年，中华蜜蜂现代饲养技术在当地大范围推广，标准蜂箱成为当地中华蜜蜂养殖的主要选择，该类型蜂箱在科学管理、生产性能和可持续发展等方面优势明显（Oertel，1980）。相对于生态蜂箱和原始蜂箱，标准蜂箱取蜜方便，取蜜次数较多；而原始蜂箱的存蜜量充足，明显高于其他 2 种类型的蜂箱，可以保证蜂群的越冬饲料，为蜂群安全越冬提供必要的饲料条件（Dodologlu *et al.*，2004）；生态蜂箱则兼顾了蜂蜜生产和蜂群越冬饲料的储备，且其蜂箱造型节省空间，利于繁殖强群，是一种比较理想的中华蜜蜂饲养蜂箱。从中华蜜蜂蜂蜜生产的影响因素来看，蜂箱类型对取蜜次数、年产蜜量和存蜜量的影响均达到了显著水平（$P < 0.05$），而其他因素（海拔和蜜源植物）对三者影响不大。说明在甘肃南部地区饲养中华蜜蜂，需要根据饲养目的合理地选择蜂箱类型，以保证养蜂效益的最大化。

根据研究结果，3 种蜂箱类型的应用应综合多方面的因素进行考虑。在文化素养较高、科学养蜂基础较好和蜜源结构合理的地区，应积极推

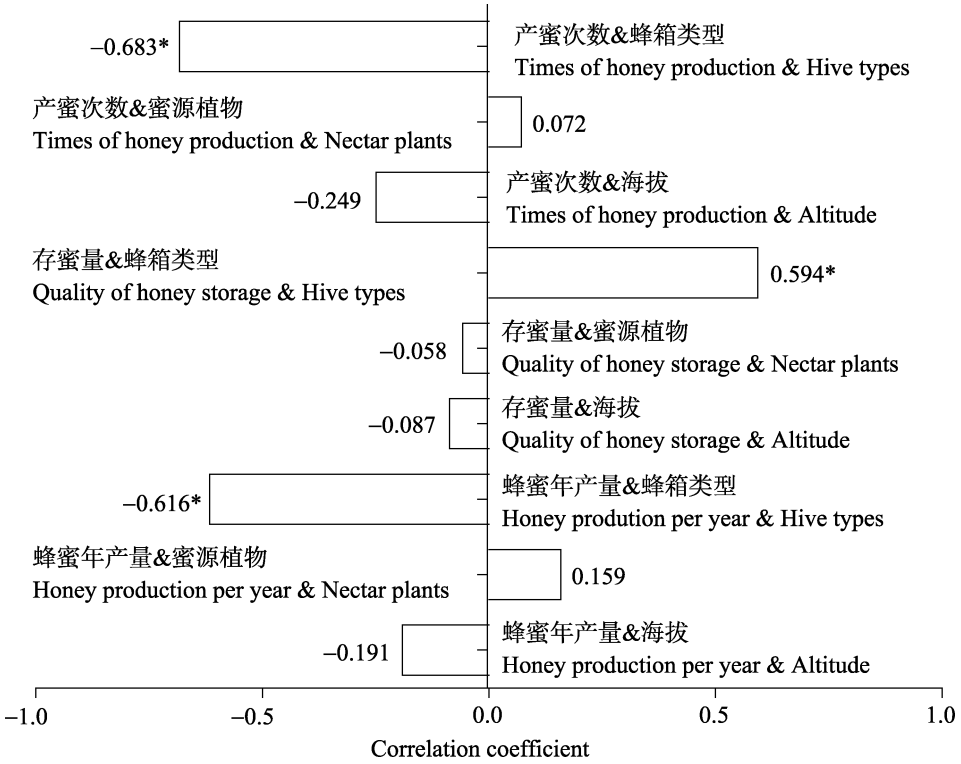

图 7　蜂群蜂蜜生产的影响因素分析

Fig. 7　The influencing factors of honey production of colonies

*表示具有显著的相关性（利用 SPSS 的 Bivariate correlation 方法进行相关性分析，$P < 0.05$）。

* represents that the correlation is significant (The bivariate correlation method of SPSS software is used for correlation analysis, $P < 0.05$).

广标准蜂箱养殖中华蜜蜂，并辅以标准化养殖技术，不仅可以改变以往“杀鸡取卵”式的落后养殖方法（薛运波等，2006），而且有利于扩大养殖规模和夺取蜂蜜高产（晋华贵，2007）。在交通闭塞、气温较低、蜂群发展缓慢以及大宗蜜源较少的地区，应积极推广生态蜂箱养殖中华蜜蜂（王淼等，2014）。生态蜂箱养殖的管理方式粗放、对养蜂人的文化层次和养蜂基础要求不高，并且可以用于生产价值较高的成熟蜂蜜，是甘肃南部等高海拔地区值得推广的重要蜂箱类型。在草原面积大、人烟稀少、严重缺少大宗蜜源的地区，当地交通状况普遍较差，人员文化水平也较低，可以暂时采用原始蜂箱进行中华蜜蜂养殖（晋华贵，2007）。因为原始蜂箱养殖法不需要投入较多的人力和时间成本，完全可以作为当地人的副业进行发展。该种类型蜂箱还可以自行储存较多的越冬饲料，保证蜂群自身安全越冬。

总之，采用何种类型蜂箱进行中华蜜蜂养殖，应根据当地的环境条件、蜜源条件、文化及养蜂基础等多种因素综合考虑，切不可盲目的推广某种类型蜂箱，以免造成事倍功半的损失。本文根据上述因素对标准蜂箱、生态蜂箱和原始蜂箱的应用条件进行了详细研究，提出了一定参照模式，为 3 种类型蜂箱的合理应用及推广提供了相应理论和应用依据。

参考文献(References)

Dodologlu A, Dülger C, Genc F, 2004. Colony condition and bee behaviour in honey bees (*Apis mellifera*) housed in wooden or polystyrene hives and fed "bee cake" or syrup. *Journal of Apicultural Research*, 43(1): 3–8.

Jin HG, 2007. Inspiration on traditional breeding and modern movable frame breeding of *Apis cerana*. *Apicultural Science and Technology*, (5): 18–20. [晋华贵, 2007. 东方蜜蜂的传统饲养与现代活框饲养的启示. 养蜂科技, (5): 18–20.]

Li JL, Wang YC, Li YY, Cui YS, Bi BF, Hu JJ, Ou X, Qin HR, 2004. Study on the design and popularization of GXDD honeybee hive. *Apicultural Science and Technology*, (3): 24–26. [李紫伦, 王佑才, 李玉元, 崔勇生, 闭炳芬, 胡军军, 殴霞, 秦汉荣, 2004. GXDD 蜂箱研制及推广应用研究. 养蜂科技, (3): 24–26.]

Liu GN, Zeng ZJ, Wu XB, Yan WY, 2009. Improvement of standard bee-hive and influence on the effect of spring build-up, royal jelly production and transportation. *Apiculture of China*, 60(9): 9–11. [刘光楠, 曾志将, 吴小波, 闫伟玉, 2009. 标准蜂箱改良设计及其对意蜂春繁, 产浆和转运效果的影响. 中国蜂业, 60 (9): 9–11.]

Meng F, Xu BH, Guo XQ, 2012. Progress in research on the genetic basis of important biological characteristics of *Apis cerana cerana*. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 49(5): 1338–1344. [孟飞, 胥保华, 郭兴启, 2012. 中华蜜蜂重要生物学特性相关功能基因研究进展. 应用昆虫学报, 49(5): 1338–1344.]

Oertel E, 1980. History of beekeeping in the United States. *Agriculture Handbook*, 335: 2–9.

Shi YY, Wang ZL, Zeng ZJ, 2014. Advances in research on epigenetics and caste differentiation in the honey bee. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 51(6): 1406–1412. [石元元, 王子龙, 曾志将, 2014. 表观遗传学与蜜蜂级型分化的研究进展. 应用昆虫学报, 51(6) : 1406–1412.]

Sumner DA, Boriss H, 2006. Bee-conomics and the leap in pollination fees. *Agricultural and Resource Economics Update*, 9(3): 9–11.

Tan K, Yang S, Wang ZW, Radloff SE, Oldroyd BP, 2012. Differences in foraging and broodnest temperature in the honey bees *Apis cerana* and *A. mellifera*. *Apidologie*, 43(6): 618–623.

Wang JF, Wang GS, Zhou FY, 2012. The primary research on the mature honey production with superposed honeybee hives. *Journal of Bee*, 32(9): 17. [王继法, 王广松, 周凤英, 2012. 采用叠加式蜂箱生产原生态成熟蜂蜜初探. 蜜蜂杂志, 32(9): 17]

Wang M, Xu H, Yin GF, Zhao WZ, He SY, 2014. Diversity of Bacteria in the honey stomach of *Apis cerana* and *Apis mellifera* during the rape blooming period. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 51(6):1567–1575. [王淼, 徐鸿, 尹革芬, 赵文正, 和绍禹, 2014. 油菜花期东方蜜蜂及西方蜜蜂蜜囊细菌多样性. 应用昆虫学报, 51(6):1567–1575.]

Wang ZM, Yue MQ, Du WH, Hu LY, Lang XH, 2005. Problems existed in sustainable development of grassland resources and its control countermeasures in Min county, Gansu province. *Grassland and Turf*, (1): 18–19. [王志明, 岳民勤, 杜文华, 虎凌云, 郎小红, 2005. 岷县草地资源可持续发展面临的问题及治理对策. 草原与草坪, (1): 18–19.]

Wilson RT, 2006. Current status and possibilities for improvement of traditional apiculture in sub-Saharan Africa. *Sierra*, 550: 77.

Wu XB, Tian LQ, Pan QZ, Zeng ZJ, 2014. Comparison of pheromone content on the body surfaces of *Apis cerana cerana* and *Apis mellifera ligustica* queens. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 51(6): 1561–1566. [吴小波, 田柳青, 潘其忠, 曾志将, 2014. 中华蜜蜂与意大利了蜜蜂蜂王体表信息素含量比较. 应用昆虫学报, 51(6): 1561–1566.]

Xue YB, Bai JM, Niu QS, Li JL, 2006. Research about Chinese bee of Changbai mountain wintering technology with substitute forage. *Journal of Bee*, (9): 17–18. [薛运波, 柏建民, 牛庆生, 李杰銮, 2006. 长白山中蜂活框代用饲料越冬技术的研究. 蜜蜂杂志, (9): 17–18.]

Yang GH, 2005. Harm of introducing the western honeybee *Apis mellifera* L. to the Chinese honeybee *Apis cerana* F. and its ecological impact. *Acta Entomologica Sinica*, 48(2): 401–406. [杨冠煌, 2005. 引入西方蜜蜂对中蜂的危害及生态影响. 昆虫学报, 48(3): 401–406.]

Yang GH, 2007. The quantity of *Apis cerana cerana* were declined rapidly. *Science World*, 6: 23. [杨冠煌, 2007. 数量下降迅速的物种 中华蜜蜂. 科学世界, 6: 23.]

Zhai YZ, 2000. The ponderation of several problems about modernize of Chinese apiculture calling. *Journal of Bee*, (10): 3–5. [翟裕宗, 2000. 对我国养蜂业现代化若干问题的思考. 蜜蜂杂志, (10): 3–5.]

Zhang B, Ma YQ, Yuan ZH, Ning ZG, 2011. On the trend and impact factors of the population of Chinese bee. *Science Journal of Northwest University Online*, 9(6). http://jonline.nwu.edu.cn/wenzhang/ 211036.pdf. [张波, 麻友琴, 袁朝晖, 宁智刚, 2011. 中华蜜蜂养殖种群趋势与影响因子. 西北大学学报 (自然科学网络版), 9(6). http://jonline.nwu.edu.cn/wenzhang/ 211036.pdf.]

Zhang XW, Luo WT, Zhang ZY, Duan YM, Zhou SL, Chen JX, Song WF, 2013. Simple analysis on morphology of *Apis cerana* in different ways of bee-keeping. *Apiculture of China*, 64(4): 12–15. [张学文, 罗卫庭, 张祖芸, 段彦民, 周绍伦, 陈建祥, 宋文菲, 2013. 不同饲养方式中蜂形态学初探. 中国蜂业, 64(4): 12–15.]