

· 中药资源 ·

淫羊藿资源现状及潜在分布区划研究[△]马晓辉^{1,2}, 刘立¹, 孙少伯¹, 晋玲^{1,2,3*}

1. 甘肃中医药大学, 甘肃 兰州 730000;

2. 中(藏)药资源研究所, 甘肃 兰州 730000;

3. 甘肃省高校中(藏)药化学质量研究省级重点实验室, 甘肃 兰州 730000

[摘要] 目的: 研究淫羊藿的分布区划。方法: 通过实地标本采集并结合中国数字标本馆(CVH)标本信息收集淫羊藿在全国的分布位点, 利用地理信息系统(GIS)技术和最大熵模型(MaxEnt)分析其分布格局的主要生态因子。结果: 调查发现由于利益驱动无序滥采滥挖致使淫羊藿野生资源趋于枯竭, 区划研究表明4月份降水量和高程等24项因子是影响淫羊藿分布的主要生态因子。淫羊藿的潜在分布区主要集中在甘肃省东南部、陕西省南部、山西南部及河南西部等区域并呈带状分布。结论: 本研究对淫羊藿原产地资源保护和野生抚育具有指导作用, 可为淫羊藿人工繁育用地的合理布局提供科学依据。

[关键词] 淫羊藿; 资源; 最大信息熵模型; 生态因子; 生态适宜性

[中图分类号] R282.4 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1673-4890(2020)07-1022-05

doi:10.13313/j.issn.1673-4890.20190329002

Study on Status Quo and Potential Distribution of *Epimedium* ResourcesMA Xiao-hui^{1,2}, LIU Li¹, SUN Shao-bo¹, JIN Ling^{1,2,3*}

1. Gansu University of Chinese Medicine, Lanzhou 730000, China;

2. Research Institute of Chinese(Tibetan) Medicinal Resources, Lanzhou 730000, China;

3. Key Laboratory of Chemistry and Quality for TCM and Tibetan Medicine in Universities of Gansu Province, Lanzhou 730000, China

[Abstract] **Objective:** To study the current status of *Epimedium* resources. **Methods:** The distribution sites of *Epimedium* in China was collected by on the spot specimens and combined with the Chinese Digital Herbarium (CVH) specimen information. The main ecological factors of the distribution pattern were analyzed by GIS technology and MaxEnt. **Results:** The investigation found that the wild resources of *Epimedium* tend to be exhausted due to the disorderly exploitation and overexploitation driven by interests. The zoning study showed that 24 factors such as precipitation and elevation in April were the main ecological factors affecting the distribution of *Epimedium*. The potential distribution areas of *Epimedium* are mainly distributed in the southeastern part of Gansu province, southern of Shanxi province, southwestern of Shanxi province and western of Henan province. **Conclusion:** This study has a guiding effect on the protection of wild aphid origin and wild nursery, and can provide a scientific basis for the rational layout of artificial breeding land of *Epimedium*.

[Keywords] *Epimedium brevicornu* Maxim.; resources; maximum entropy model; ecological factors; ecological suitability

淫羊藿 *Epimedium brevicornu* Maxim. 为常用中药材, 是《中华人民共和国药典》(以下简称《中国药典》)淫羊藿药材来源之一, 其干燥叶具有补肾阳、强筋骨、祛风湿的功效, 主要用于治疗肾阳虚衰、阳痿

遗精、筋骨痿软、风湿痹痛、麻木拘挛等^[1], 临床上主要用于治疗骨质疏松、更年期综合征、乳房肿块、高血压、冠心病等疾病^[2-3]。近年来由于国内外淫羊藿提取物需求量不断扩大, 导致淫羊藿被无序采收,

[△] [基金项目] 第四次全国中药资源普查甘肃省试点工作中医药公共卫生专项(财〔2011〕76号); 国家中医药行业科研专项(201101002)

* [通信作者] 晋玲, 教授, 研究方向: 珍稀濒危和大宗常用中药资源可持续利用; E-mail: zyxyjl@163.com

甚至采收中将野生植株连根拔起,致使野生资源被大面积破坏,资源呈现濒危趋势^[4-5]。因此开展淫羊藿的资源现状、市场调查以及生态适宜性研究对淫羊藿资源的合理开发与保护具有指导意义。

1 淫羊藿资源现状

1.1 分布及生境特征

根据实地调查和文献查阅,淫羊藿主要分布于以祁连山东沿-兴隆山-贺兰山东段、岷山山脉北侧-六盘山-秦岭南侧-大巴山山地以及太行山西侧在松林和灌丛及沟谷等隐蔽度较大背光潮湿地带,海拔跨度为450~3200 m,分布区土壤以棕壤、褐土、黑土为主,土壤质地适中,为中壤或轻壤,部分土壤层有0.8~1.5 cm落叶腐质层,通透性好,有机质含量较高^[6-8]。其中伴生植物乔木层为青扦、辽东栎、榆、油松为主;灌木层为胡枝子、黄刺玫、榛子、火棘、绣线菊;草本层为羊胡草、茜草、扭柄花等。

1.2 淫羊藿品质情况

不同产地淫羊藿品质相差甚远,调查发现甘肃榆中县兴隆山,南部的成县、礼县、徽县、西和县和宕昌县等地区淫羊藿指标成分含量相对稳定;陕西北地区,山西晋城、陵川等区域土壤肥沃,降雨较多,淫羊藿生长情况良好,植株个体较大;河南登封、宁夏固原等地区呈零星分布,指标成分含量相对较低。

1.3 市场流通情况

对兰州黄河、陇西文峰、成都荷花池和河北安国药材市场的调查结果表明,近年来淫羊藿除以中药饮片流通外,部分药材进入制药企业以中成药或提取物形式用于药品领域,同时在保健酒和其他功能性食品市场亦被大量使用。其价格也从十多年前的几元一路上涨到百元,其中以甘肃陇南地区产价格最高。目前甘肃产淫羊藿年产在350 t左右,市场流通较少,大部分在产地直接由药企委托收购。

2 淫羊藿潜在分布预测研究

2.1 方法

2.1.1 样本收集 查阅相关文献记录淫羊藿分布范围,依据分布范围,于2014—2018年开展野外实地调查,利用GPS记录经纬度、海拔信息,同时查阅中国数字标本馆(CVH),收集淫羊藿的经纬度及海拔信息。本次研究共采集到甘肃、陕西的淫羊藿样本48份,从CVH中获得的淫羊藿分布信息共146条,得到有效数

据为194条。将淫羊藿的采样信息和环境数据按物种名、分布点经度和纬度顺序从Excel表中导出,按最大熵模型(MaxEnt)软件所需保存为.csv格式文件。

2.1.2 淫羊藿生长分布预测

2.1.2.1 生态因子数据的获取 在众多物种潜在分布预测模型中,MaxEnt具有操作界面简洁、模拟性能优越、预测精度较高等方面的优势,在植物与气候关系、资源现状、外来物种入侵等领域得到了广泛的应用。因此本研究选用MaxEnt(3.3.3版)软件来预测淫羊藿的潜在分布区。本研究生态因子数据来源于“中药资源空间信息网格数据库”,包括55项生态因子,其中19项生物气象数据为1950—2000年监测数据的平均值。

2.1.2.2 MaxEnt模型参数设置 将.csv格式数据传入MaxEnt软件,导入所有生态因子。设置模型参数,具体参数如下:随机测试比例为25%,其中75%的数据用于建模,另外25%的数据用于模型的验证。设置最大迭代次数为 1×10^6 ,设置受试者工作曲线(ROC曲线)和刀切法(jack knife)检验权重,其他参数为默认值。

2.1.2.3 模型预测评价 通过观察曲线下面积(AUC)值评测模型精度。

2.1.2.4 生态因子筛选 将194份淫羊藿分布信息及55个生态因子导入MaxEnt模型中进行迭代运算,弃去运算结果中贡献率为0的生态因子,进行第2次运算,直至没有贡献率为0的生态因子出现,停止运算。得到所有对淫羊藿生长具有贡献率的生态因子。

2.1.3 淫羊藿在我国的生态适宜性区划分析 根据MaxEnt运算结果中样本分布点生境适宜度值,以提取结果中最小值作为适宜生长和不适宜生长的分界线。对于适宜生长区的空间,则以正态分布中的 μ , δ 为界区,即 $[0, \text{最小值}]$ 为不适宜区, $[\text{最小值}, \mu-\delta]$ 为次适宜区, $[\mu-\delta, 1]$ 为最适宜区^[9]。利用ArcGIS绘制淫羊藿生态适宜性区划分布图。

2.2 结果与分析

2.2.1 模型预测评价 模型预测准确度是以AUC值的大小的衡量指标,其取值为0~1,AUC值的大小与模型判断能力的强弱成正比^[10-11]。淫羊藿MaxEnt模型ROC曲线训练数据集AUC=0.991,测试数据集AUC=0.987,表明由MaxEnt模型模拟效果非常好,由模型运算得出的淫羊藿生长适宜度具有很高的准确度和可信度。

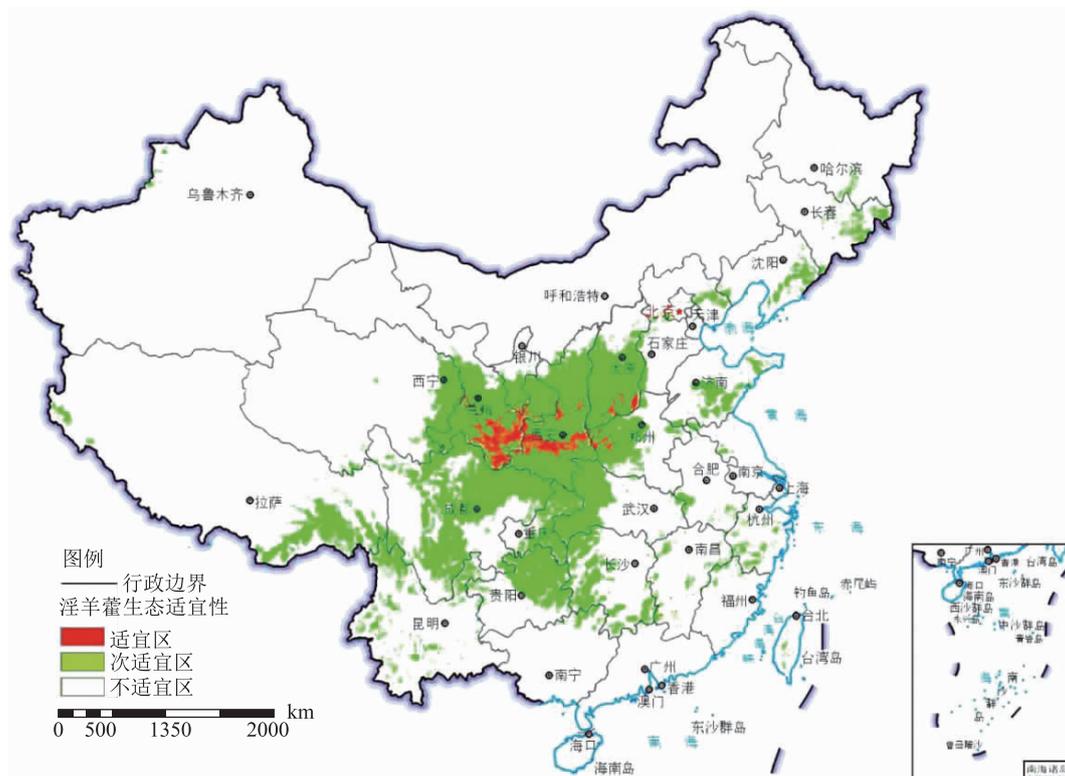
2.2.2 主要生态因子的选择 本研究使用的生态因子数据(气候、土壤、地形和植被类型)来源于“中药资源空间信息网络数据库”。从中国数字标本馆(CVH)获取的淫羊藿经纬度数据经 MaxEnt 运算,剔除贡献率为0的生态因子,经7次运算后剩余24个具有贡献率的生态因子,其中有15个气候因子(总贡献率为78.0%)、3个地形因子(总贡献率为19.2%)、5个土壤因子(总贡献率为2.1%)、1个植被类型因子(贡献率为0.8%),可见气候因子对淫羊藿的影响最大。贡献率>1%的生态因子贡献率及适宜值范围如下:根据生态因子响应曲线结果,4月降水量贡献率最高为22.9%,适宜值为30~90 mm;海拔贡献率为13.8%,适宜值为400~3200 m;5月降水量贡献率11.6%,适宜值为40~140 mm;6月降水量贡献率为9.8%,适宜值为50~180 mm;温度季节性变化标准差贡献率8.6%,适宜值为50.1~62.0 ℃;3月降水量贡献率8.4%,适宜值为20~50 mm;年平均温度贡献率为5.3%,适宜值为5.0~23.1 ℃,1月份平均温度贡献率为4.1%,适宜值为-4.5~1.8 ℃,坡度贡献率为3.7%,适宜值为3~70 ℃,最冷月最低温贡献率为4.1%,适宜值为-20~-10 ℃,12月份平均温度

贡献率1.3%,适宜值为-2.5~3.0 ℃。

2.2.3 淫羊藿在我国的生态适宜性区划 采用地理信息系统(GIS)提取 MaxEnt 模型预测结果的生态适宜度值,运用 GIS 软件中的分类功能模块,将淫羊藿适宜区划按照适生指数从低到高分分为适宜区、次适宜区和不适宜区3类。利用 GIS 软件中类功能,绘制淫羊藿生态适宜区划图。淫羊藿生态适宜性区划见图1。如图1所示,淫羊藿较高适宜度主要集中在甘肃东南部、陕西南部、山西南部、河北西南部。

3 结论

本研究基于淫羊藿的自然分布信息及环境因子数据,采用 MaxEnt 预测其在我国的生态适宜性分布,模型预测结果经 ROC 曲线评价表明预测结果准确度及可信度较高(AUC>0.9)。MaxEnt 模型估算结果经 GIS 制图,基于实际分布点的生态适宜度值及正态分布曲线划分其生态适宜区,结果表明淫羊藿最适宜分布区集中在我国北方以祁连山东沿-兴隆山-贺兰山东段、岷山山脉北侧-六盘山-秦岭南侧-大巴山山地、太行山西侧、吕梁山西侧等山系为主的区域并呈带状分布。各省、自治区、直辖市淫羊藿生态适宜区分布县(区)见表1。



注:审图号为GS(2019)1823号。

图1 淫羊藿在我国的生态适宜性区划

表1 淫羊藿在各省生态适宜性分布区

省/ 自治区	最适宜区分布县(区)	次适宜区分布县(区)
陕西	陇县、太白、凤县、眉县、洋县、勉县、略阳县、留坝、佛坪、洛南、镇安、澄城、安塞区、绥德、靖边部分地区	丹凤、商南、山阳、汉阴、石泉、宁陕、紫阳、岚皋、平利、镇坪、旬阳、白河、城固、西乡、宁强、镇巴、榆阳、府谷、米脂、佳县、吴堡、清涧、子洲、延长、延川、子长、志丹、吴起、甘泉、富县、洛川、宜川、黄龙、黄陵、潼关、大荔、合阳、蒲城、白水、富平、韩城、华阴、宜君、三原、泾阳、乾县、礼泉、永寿、彬州、长武、旬邑、淳化、武功、凤翔、岐山、扶风、眉县、陇县、千阳、麟游、蓝田、周至部分地区
甘肃	武都区、成县、礼县、徽县、西和、宕昌、文县、迭部、两当、中县、合水、泾川、崇信、灵台、华亭、庄浪、麦积区、甘谷、武山、漳县、岷县部分地区	玛曲、碌曲、夏河、合作、临潭、环县、华池、庆城、正宁、宁县、秦安、清水、张家川、景泰、陇西、通渭、临洮、渭源、安定区、静宁、永登、古浪、永靖、东乡、临夏、和政、广河、康乐全部地区
山西	永济、沁水、陵川、芮城、沁县、沁源、柳林、五台部分地区	临猗、万荣、闻喜、稷山、新绛、绛县、垣曲、夏县、平陆、曲沃县、翼城、襄汾、洪洞、古县、安泽、浮山、吉县、乡宁、大宁、永和、蒲县、汾西、阳城、泽州、榆社、左权、和顺、昔阳、寿阳、太谷、祁县、平遥、灵石、文水、交城、兴县、临县、石楼、岚县、方山、中阳、交口、孝义、平定、盂县、忻府区、定襄、代县、繁峙、宁武、静乐、神池、五寨、岢岚、河曲、保德县、偏关、山阴、应县、广灵、灵丘、浑源、清徐、阳曲、娄烦全部地区
宁夏	隆德、泾源零星地区	西吉、彭阳、原州区、海原、同心、盐池部分地区
青海	大通、互助、海东、民和、化隆、循化部分地区	海晏、湟源、共和、贵德、贵南、同德、门源、尖扎、同仁、泽库、河南全部地区
四川	平武、青川、九寨沟部分地区	南江、通江、万源、宣汉、开江、平昌、仪陇、南部、梓潼、北川、安县、岁江、金堂、郫县、大邑、宝兴、芦山、荃经、汉源、甘洛、越西、美姑、金阳、雷波、昭觉、布拖、冕宁、木里、阿坝、红原、若尔盖、壤塘、甘孜、德格、道孚、康定、稻城、得荣部分地区
河南	灵宝、洛宁、栾川、嵩县部分地区	陕县、卢氏、洛宁、渑池、宜阳、嵩县、栾川、汝阳、南召、西峡、浙川、内乡、镇平、方城、社旗、鲁山、郟县、宝丰、林州、禹州、登封、新密、巩义、孟津的等地区；新野、唐河、舞阳、辉县、临颍、西平等部分部分地区
湖北	—	郧西、郧县、竹山、竹溪、房县、谷城、南漳、保康、兴山、远安、秭归、巴东、长阳、建始、咸丰、来凤、鹤峰、五峰部分地区
湖南	—	桑植、武陵、龙山、永顺、保靖、古丈、花垣、泸溪、凤凰、辰溪、安化、新晃、中方、会同、祁阳、道县、宁远、蓝山、嘉禾、宜章、临武和汝城部分地区
贵州	—	习水、桐梓、正安、绥阳、凤冈、德江、正安、道真、沿河、惠南县、印江、松桃、遵义、湄潭、石阡、岑巩、施秉、镇远、三穗、剑河、天柱、银屏、台江、黄平、瓮安、开阳、息烽、金沙、赫章、威宁全部地区
重庆	—	城口、巫溪、巫山、开县、奉节、云阳、万州、忠县、石柱、丰都、涪陵、垫江、梁平、长寿区、江北、铜梁、璧山、巴南区、永川、江津区、綦江区、南川区、武隆区、彭水区部分地区
山东	—	蒙阴、平邑、费、苍山、成武、曹县、单县、莒南、莒县、五莲县、诸城、胶南、胶州、即墨、莱西、莱阳、海阳、乳山、文登、荣成、栖霞、蓬莱部分地区
浙江	—	桐庐、建德、淳安、安吉、遂昌、云和、景宁、庆元、青田、文成、泰顺、仙居、天台、新昌部分地区
河北	—	承德、迁西、兴隆、滦平、怀来、逐鹿、赤城、宣化、怀安、阳原、蔚、涉县、临城、阜平、宽城、青龙零星地区
北京	—	房山区、延庆、门头沟区、怀柔区零星地区
云南	—	绥江、水富、永善、盐津、大关、彝良、镇雄、鲁甸、巧家、会泽、德钦、香格里拉、贡山、维西、玉龙部分地区
辽宁	—	本溪满、恒仁、岫岩、辽阳、盖州、凌原零星地区
吉林	—	汪清、珲春、敦化、抚松、靖宇、桦甸、浑江区零星地区
新疆	—	昭苏、特克斯、伊宁、霍城、巩留零星地区
西藏	—	洛扎、错那、隆子、林芝、八宿、左贡、察隅、扎达、普兰零星地区

注：—表示无最适宜分布县(区)。

4 讨论

本研究以生态因子为基础对全国淫羊藿的生境适宜区划进行了预测。试验所得分布区与《中国植物志》中的淫羊藿的分布区域基本吻合,与2014—2018年走访调查的实际信息相吻合。

当前,我国淫羊藿资源的开发应用进展较快,一些学者就淫羊藿引种、驯化与栽培做了大量工作^[12-16]。但在淫羊藿种质繁育推广等方面研究工作进展依然薄弱,淫羊藿繁殖以无性繁殖和种子繁殖进行,虽然在分蘖芽种植及组培等方面有大量的试验^[17-18],大田规模化种植依然难以突破,同时淫羊藿种子有深休眠的特性,加之其习性在荫蔽度较大背光潮湿的特殊环境生长的特点,大田移栽也面临考验。

存在的问题及建议:1)淫羊藿干燥叶药用,调查发现药农或商贩为了提高采收效率及产量,一般将野生淫羊藿连根带茎全株拔起,这种竭泽而渔式的滥采滥挖致使野生淫羊藿资源日渐枯竭;2)淫羊藿药材一般以6—9月茎叶生长茂盛指标性成分含量较高时采收,但受利益驱动5月份便有药贩进入生长区对其进行收购,致使药材质量层次不齐,严重影响药材品质;3)虽然近年来开展了一些淫羊藿野生资源保护、抚育与可持续利用研究并取得了一些进展,但其人工繁育研究依然存在难度。为保护淫羊藿野生资源,应在适生区有计划地建立包括淫羊藿在内的野生资源自然保护区,同时建立淫羊藿种子库;在移栽过程中通过人工模拟野生生境,构建半野生状态的居群^[19];继续加强栽培驯化及组培研究,为淫羊藿资源保护与开发提供保障。

参考文献

- [1] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典:一部[M]. 北京:中国医药科技出版社,2015:229.
- [2] 郭宝林,肖培根. 中药淫羊藿主要种类评述[J]. 中国中药杂志,2003,28(4):18-22.
- [3] 李作洲,徐艳琴,王瑛,等. 淫羊藿属药用植物的研究现状与展望[J]. 中草药,2005,36(2):289-295.
- [4] 董博,陈博,李亚娟,等. 甘肃省淫羊藿生态适宜性评价及种植区划[J]. 中国农学通报,2015,31(17):134-138.
- [5] XU Y Q, HUANG H W, LI Z Z, et al. Development of 12 novel microsatellite loci in a traditional Chinese medicinal plant, *Epimedium brevicornum* and cross-amplification in other related taxa [J]. *Conserv Genet*, 2008, 9(4): 949-952.
- [6] 郭宝林,肖培根. 淫羊藿属药用植物的质量评价和资源开发前景[J]. 天然产物研究与开发,1996,8(1):74-78.
- [7] 何顺志,徐文芬,王悦云,等. 淫羊藿药用植物种质资源[J]. 贵州科学,2012,30(1):9-14,41.
- [8] 郝厚诚,朱虹,于子文,等. 贵州淫羊藿属野生植物资源调查[J]. 贵州农业科学,2014,42(11):39-41.
- [9] 孙成忠,郝振国,朱寿东,等. 地理信息技术在中药资源生产区划研究中的应用[J]. 测绘通报,2016(12):96-99,123.
- [10] 郭兰萍,黄璐琦,蒋有绪,等. 基于3S的苍术地道药材研究(二)——苍术挥发油组分的气候主导因子筛选及气候适宜性区划[C]//全国第二届中药资源生态学学术研究会论文集. 北京:全国中药资源生态学学术研讨会,2006:98-103.
- [11] 张小波,郭兰萍,黄璐琦. 中药区划研究进展[J]. 中国农业与区划,2010,31(3):64-69.
- [12] 邓爱平,方文韬,周青罡,等. 淫羊藿质量影响因素及质控对策分析[J]. 中国中药杂志,2018,43(5):1062-1070.
- [13] 裴利宽,郭宝林. 近10年淫羊藿药材及饮片研究进展[J]. 中国中药杂志,2007,32(6):466-471.
- [14] 杨子松,黎云祥,钱宝英,等. 淫羊藿属植物研究[J]. 西南民族大学学报(自然科学版),2008,34(4):716-720.
- [15] 唐昌云,侯再孝,王永秀,等. 四川青川野生淫羊藿的资源调查[J]. 华西药学杂志,2015,30(6):682-684.
- [16] 周海琴,朱国胜,郭巧生,等. 巫山淫羊藿分蘖芽组织培养研究[J]. 中国中药杂志,2012,37(24):3723-3727.
- [17] 潘丕克. 淫羊藿繁殖及栽培技术研究进展[J]. 林业科技通讯,2016(4):45-49.
- [18] 王晶,刘蓬蓬,何立华,等. 朝鲜淫羊藿种子萌发的影响因子[J]. 沈阳药科大学学报,2013,30(10):807-811.
- [19] 陈士林,郭宝林. 中药资源的可持续利用[J]. 世界科学技术—中医药现代化,2004,6(1):1-8,76.

(收稿日期:2019-03-29 编辑:戴玮)