

广东象头山国家级自然保护区蜻蜓目昆虫区系地理研究*

刘彩琴¹ 张艳艳² 刘欣¹

(1. 广东象头山国家级自然保护区管理局, 广东 惠州 516003; 2. 惠州市林业科学研究所, 广东 惠州 516003)

摘要 2017年3月至2019年12月对象头山国家级自然保护区蜻蜓目昆虫进行了持续调查, 鉴定和统计到122种蜻蜓, 隶属于14科74属, 蜻科种类最多, 有33种, 其次为春蜓科, 有28种, 优势种为华艳色蟪 *Neurobasis chinensis*、胭翅绿色蟪 *Mnais mneme*、并纹小叶春蜓 *Gomphidia kruegeri*、海南亚春蜓 *Asiagomphus hainanensis*、笛尾弓蜻 *Macromia calliope*、黑尾灰蜻 *Orthetrum glaucum*、黄蜻 *Pantala flavescens*、庆褐蜻 *rithemis festiva* 等。在世界动物地理区系类型方面, 东洋界种类较多, 有92种, 占总数的75.41%; 东洋界-古北界类型的种类相对较少, 只有28种, 约占总数的22.95%, 广布种有2种; 中国动物区系地理方面, 有10种分布型组合, 华南区的种类最多, 有50种, 占40.98%; 跨西南区的有13种, 占10.66%, 跨华中区的有19种, 占15.77%; 跨西南区、华中区、华北区的种类也较多, 有20种, 占16.39%。蜻蜓目昆虫区系分析结果与象头山自然保护区所处地理位置相一致。

关键词 蜻蜓目; 区系; 地理; 象头山

中图分类号: S759.9 文献标志码: A 文章编号: 2096-2053 (2020) 03-0092-08

Geographical Fauna of Odonata in Xiangtoushan National Reserve,
Guangdong ProvinceLIU Caiqin¹ ZHANG Yanyan² LIU Xin¹

(1. Administration of Guangdong Xiangtoushan National Nature Reserve, Huizhou, Guangdong 516003, China; 2. Huizhou Forestry Science Research Institute, Huizhou, Guangdong 516003, China)

Abstract The field investigation of Odonata in Xiangtoushan national nature reserve was carried out from March 2017 to December 2019. The results showed that there were 122 species of Odonata, belonging to 14 families and 74 genera, in the reserve. The species number of Libellulidae (33 species) is the highest, followed by Gomphidae (28 species). The dominant species are *Neurobasis chinensis*, *Mnais mneme*, *Gomphidia kruegeri*, *Asiagomphus hainanensis*, *Macromia calliope*, *Orthetrum glaucum*, *Pantala flavescens* and *Trithemis festiva* etc. The world faunal characteristics of Odonata in this reserve showed that 92 species (occupied 75.41%) are oriental, 28 species (occupied 22.95%) are oriental-palearctic. Meanwhile, all these species construct 10 distribution groups in 7 Chinese Zoogeographic subregions. There are 50 (40.98%) species in South China subregion, 13 (10.66%) species in South and Southwestern subregions, 19 (15.77%) species in South and Central-China subregions, and 20 (16.39) species live in three subregions of South-Central-North China simultaneously. The results of Odonata fauna are consistent with the place of Xiangtoushan national reserve.

Key words Odonata; Fauna; Geography; Xiangtoushan

* 第一作者: 刘彩琴 (1982—), 女, 工程师, 主要从事自然保护区管理工作, E-mail: 88362216@qq.com。

蜻蜓目 Odonata 昆虫是进化基因组学与生态学研究非常理想的素材之一^[1]。蜻蜓特殊的水陆生活史（其卵和稚虫需经历水生过程，成虫经历陆生过程^[2]）、性选择、飞行行为等已成为生态学研究非常热门的对象^[3]。而且他们的种群大小和分布与优良的水陆环境有非常密切的关系，可作为环境评价指示类生物^[4]，已有部分研究结果认为蜻蜓对汞和镉都具有富集性，成虫可作为水体汞和镉污染的定性指示生物，水体重金属含量增高，生活在周围的蜻蜓体内汞和镉的含量也会增加^[5-6]。

国内有关蜻蜓目昆虫研究多数集中于种类统计，区系和多样性分析方面，部分区域调查和统计较为详细，如澳门特别行政区调查统计有 6 科 26 属 35 种^[7]；重庆金佛山国家级自然保护区有 10 科 27 属 50 种^[2]；江西庐山地区蜻蜓目蜻科昆虫 24 种^[8]；江苏地区蜻蜓目昆虫蜻蜓 11 科 35 属 53 种^[9]；惠州地区蜻蜓目昆虫 174 种^[10]。王治国较为全面的总结了全国蜻蜓目昆虫的物种情况，共记录了中国有 20 科，159 属，730 余种蜻蜓^[11]；张浩森总结和记录了中国蜻蜓 3 亚目 23 科 175 属 820 种^[12]。

广东象头山国家级自然保护区地处亚热带南缘，属于莲花山脉南缘的一部分，地形地貌结构复杂，生境多样，具有非常高的生物多样性，目前已统计的动植物种类有野生维管束植物 1 669 种，野生脊椎动物 419 种^[13]。近年来保护区对蜻蜓目、鳞翅目 Lepidoptera 等昆虫的调查研究也持续开展，本论文经过 3 年的持续调查，较为详细地报道了保护区内蜻蜓种类、分布和生境等，对保护区的蜻蜓保护和生境修复等具有一定的参考意义。

1 研究区域概况

广东象头山国家级自然保护区位于广东省惠州市境内，N23°13'05"~23°19'43"，E114°19'21"~114°27'06"。保护区总面积为 10 696.9 hm²，年平均气温为 16.0~21.2 °C，极端最低气温 -6.6 °C，极端最高气温 35.1 °C，区内年平均降水量 2 318.5 mm，年平均空气相对湿度为 80%，无霜期 365 d。全区海拔 50~1 024 m，地形比降达 9.2%。根据中国植被区划，广东象头山国家级自然保护区主要植被类型是亚热带常绿阔叶林，其中，海拔 400 m 以下，分布典型的亚热带常

绿季雨林，海拔 400~800 m，分布含南亚热带成分的常绿阔叶林类型；海拔 800 m 以上，分布亚热带山地常绿阔叶林为主^[14]。

2 材料与方法

2.1 资源调查

本研究于 2017 年 1 月—2019 年 10 月在象头山自然保护区内，根据海拔和植被类型的差异性，主要在保护区内小金河六级站（海拔 60~80 m）、三堆池（海拔 300~350 m）、上嶂（海拔 550~570 m）、良田河（150~180 m）、济公田水库（海拔 810~820 m）等区域的山溪、林道、沼泽、水洼（水塘）共 15 处样点进行蜻蜓目昆虫的调查工作。在调查期间每天 7:00—12:00，16:00—19:00 时，对每个样点调查 2~4 d。调查时，每个样点选择一定的路线，用静观、现场拍摄以及网捕法，记录采集路线两侧各 20 m 范围内的蜻蜓，将所获蜻蜓带回室内鉴定并统计种类。在蜻蜓幼虫期，通过在样点附近水域捕捞幼虫并进行鉴定辅助调查。主要参考《惠州蜻蜓》^[15]和《中国·南昆山蜻蜓》^[16]以及其他资料对标本进行分类鉴定，有疑问的标本通过邮寄标本和发送照片的方式请吴宏道和张浩森专家帮助鉴定。

2.2 区系统计方法

根据世界动物地理的划分方法，将蜻蜓的分布区系分为 6 个大区（界），即古北界、新北界、东洋界、非洲界、新热带界、澳洲界，中国地跨东洋界和古北界，多数研究统计将其它界归为广布^[17]。在中国地理区划中划分为 7 个区，即华中区、西南区、华南区、青藏区、华北区、蒙新区、东北区，其中青藏区、华北区、蒙新区、东北区属于古北界，华中区、西南区、华南区属于东洋界^[18]。本研究对调查到的蜻蜓所属区系进行详细分类，并进行统计分析。

3 结果与分析

3.1 种类组成

本次调查共采集到 400 份蜻蜓标本，通过内业整理，将象头山保护区蜻蜓目按各科、属、种统计见表 1。

从表 1 可以看出，象头山蜻蜓目昆虫资源比较丰富，本次调查共有蜻蜓种类 122 种，隶属于 14 科 74 属。其中，以蜻科属类和种类最多，共

表 1 象头山蜻蜓目昆虫的科、属、种统计
Table1 The Families, Genera and species of Odonata in Xiangtoushan

科名 Family	属类 Genus	占总属数的比例/% Percentage	种数 Species	占总种数的比例/% Percentage	属种比值系数 Index of genus-species	单种属数 Genus of single-species	多种属数 Genus of multi-species
大溪螳科 Philogangidae	1	1.35	1	0.82	1	1	0
色螳科 Calopterygidae	3	4.05	4	3.28	0.75	2	1
鼻螳科 Chlorocyphidae	2	2.70	2	1.64	1	2	0
溪螳科 Euphaeidae	1	1.35	2	1.64	0.50	0	1
山螳科 Megapodagrionidae	2	2.70	2	1.64	1	2	0
螳科 Coenagrionidae	6	8.11	9	7.38	0.67	4	2
扇螳科 Platycnemididae	2	2.70	3	2.46	0.67	1	1
扁螳科 Platystictidae	1	1.35	1	0.82	1	1	0
原螳科 Aeshnidae	1	1.35	2	1.64	0.50	0	1
蜓科 Aeshnidae	7	9.46	13	10.66	0.54	4	3
裂唇蜓科 Chlorogomphidae	1	1.35	4	3.28	0.25	0	1
春蜓科 Gomphidae	19	25.68	28	22.95	0.68	11	8
大蜓科 Cordulegastridae	1	1.35	1	0.82	1	1	0
伪蜻科 Corduliidae	4	5.41	17	13.93	0.24	1	3
蜻科 Libellulidae	23	31.08	33	27.05	0.70	18	5
合计	74	100	122	100	0.61	48	26

23 属 33 种，占总属数的 31.08%，占总种数的 27.05%；其次为春蜓科 19 属 28 种，占总种数的 22.95%，占总属数的 25.68%；其它科依次顺序为螳科、色螳科、蜓科、扇螳科、山螳科、溪螳科、大溪螳科、鼻螳科、原螳科、大蜓科。该区内蜻蜓目单种属较多，达到总属数的 64.86%。

3.2 丰富度分析

从表 1 蜻蜓的属种比值系数上看，象头山保护区的比值系数为 0.61，小于该比值的科有溪螳科 (0.50)，其种类有 2 种，占总种数的 1.64%；原螳科 (0.50)，其种类有 2 种，占总种数的 1.64%；蜓科 (0.54)，其种类 13 种，占总种数的 10.66%；其中裂唇蜓科 (0.25)，其种类有 4 种，

占总种数的 3.28%；伪蜻科 (0.24)，其种类有 17 种，占总种数的 13.93%。其中，裂唇蜓科和伪蜻科的种属比值系数最低，分别是 0.25 和 0.24，而伪蜻科的种类有 17 种，占总种数的 13.93%，说明象头山区域的伪蜻科的丰富度相对较高。

3.3 区系分析

参照王治国对中国蜻蜓目昆虫的种类整理和地理分布记录^[10]，将 122 种蜻蜓分别进行区系地理成分统计 (表 2)。结果显示，东洋界种类占最大优势，有 92 种，占总数的 75.41%，代表中有碧翠蜓、黄伟蜓、日本长尾蜓、海南亚春蜓、中华长钩春蜓、伯兰弓蜻、福建弓蜻、北部湾爪蜻等；古北 - 东洋界种类 (古北和东洋两界共有的种

目 Order	科 Family	种 Species	世界地理区系 World geographic fauna			中国地理区系 Chinese Geographic fauna								
			古 北 界	东 洋 界	广 布	西 南 区	华 南 区	华 中 区	华 北 区	东 北 区	蒙 新 区	青 藏 区		
差翅亚目 Anisoptera		29、黑纹伟蜓 <i>Anax nigrofasciatus</i>	√	√		√	√	√	√	√				
		30、碧伟蜓 <i>Anax parthenope julius</i>	√	√		√	√	√	√	√	√	√	√	√
		31、黄伟蜓 <i>Anax immaculifrons</i>		√			√							
		32、日本长尾蜓 <i>Gynacantha japonica</i>		√		√	√	√						
		33、细腰长尾蜓 <i>Gynacantha subinterrupta</i>		√		√	√	√						
		34、跳长尾蜓 <i>Gynacantha saltatrix</i>		√			√							
		35、福临佩蜓 <i>Periaeschna flinti</i>		√		√	√							
		36、雅珍佩蜓 <i>Periaeschna yazhenae</i>		√			√							
		37、幽灵黑额蜓 <i>Planaeschna skiaperipola</i>		√		√	√							
		38、红褐多棘蜓 <i>Polycanthagyna erythromelas</i>			√			√						
		39、褐面细腰蜓 <i>Boyeria karubei</i>			√			√						
	(十一) 大蜓科		40、巨圆臀大蜓 <i>Anotogaster sieboldii</i>	√	√		√	√	√	√				√
	(十二) 裂唇蜓科		41、蝴蝶裂唇蜓 <i>Chlorogomphus papilio</i>		√		√	√	√					
			42、长鼻裂唇蜓 <i>Chlorogomphus nasutus</i>		√		√	√						
			43、金翼裂唇蜓 <i>Chlorogomphus auripennis</i>		√			√						
			44、克氏裂唇蜓 <i>Chlorogomphus kitawakii</i>		√			√						
	(十三) 春蜓科		45、安氏异春蜓 <i>Anisogomphus anderi</i>		√		√	√	√					
			46、国姓异春蜓 <i>Anisogomphus koxingai</i>		√			√	√					
			47、海南亚春蜓 <i>Asiagomphus hainanensis</i>		√			√						
			48、凹缘亚春蜓 <i>Asiagomphus septimus</i>		√			√						
			49、联纹缅甸春蜓 <i>Burmagomphus vermicularis</i>		√			√	√					
			50、巨缅甸春蜓 <i>Burmagomphus magnus</i>		√			√						
			51、缅甸春蜓属待定种 <i>Burmagomphus</i> sp.		√			√						
			52、并纹小叶春蜓 <i>Gomphidia kruegeri</i>	√	√		√	√	√	√				
			53、扭尾曦春蜓 <i>Heliogomphus retroflexus</i>		√			√						
			54、独角曦春蜓 <i>Heliogomphus scorpoi</i>		√			√	√					
			55、霸王叶春蜓 <i>Ictinogomphus pertinax</i>	√	√		√	√	√	√				
			56、凶猛春蜓 <i>Labrogomphus torvus</i>		√			√						
			57、驼峰环尾春蜓 <i>Lamelligomphus camelus</i>		√			√						
			58、海南环尾春蜓 <i>Lamelligomphus hainanensis</i>		√			√						
			59、居间纤春蜓 <i>Leptogomphus intermedius</i>		√			√						
			60、萨默硕春蜓 <i>Megalogomphus sommeri</i>		√			√						
			61、帕维长足春蜓 <i>Merogomphus pavici</i>		√			√						
			62、黄侧日春蜓 <i>Nihonogomphus luteolatus</i>		√			√						
			63、长钩日春蜓 <i>Nihonogomphus semanticus</i>		√			√						
		64、中华长钩春蜓 <i>Ophiogomphus sinicus</i>		√			√							
		65、钩尾副春蜓 <i>Paragomphus capricornis</i>		√			√							

目 Order	科 Family	种 Species	世界地理区系 World geographic fauna			中国地理区系 Chinese Geographic fauna						
			古 北 界	东 洋 界	广 布	西 南 区	华 南 区	华 中 区	华 北 区	东 北 区	蒙 新 区	青 藏 区
差翅亚目 Anisoptera		66、细尾显春蜓 <i>Phaenandrogomphus tonkinicus</i>		√			√					
		67、亚力施春蜓 <i>Sieboldius alexanderi</i>		√			√					
		68、折尾施春蜓 <i>Sieboldius deflexus</i>		√			√					
		69、大团扇春蜓 <i>Sinictinogomphus clavatus</i>	√	√		√	√	√	√			
		70、纯遮尖尾春蜓 <i>Stylogomphus chunliuas</i>		√			√					
		71、尖尾春蜓待定种 <i>Stylogomphus</i> sp.		√			√					
		72、南宁扩腹春蜓 <i>Stylurus nanningensis</i>		√			√					
	(十四) 伪蜻科	73、闪蓝兩大伪蜻 <i>Epopthalmia elegans</i>	√	√		√	√	√	√	√		
		74、郁异伪蜻 <i>Idionyx claudia</i>		√		√	√	√				
		75、威异伪蜻 <i>Idionyx victor</i>		√			√	√				
		76、伯兰弓蜻 <i>Macromia berlandi</i>		√		√	√					
		77、笛尾弓蜻 <i>Macromia calliope</i>		√			√					
		78、海神弓蜻 <i>Macromia clio</i>		√			√					
		79、大斑弓蜻 <i>Macromia daimoji</i>		√			√	√				
		80、亮面弓蜻 <i>Macromia fulgidifrons</i>		√			√					
		81、福建弓蜻 <i>Macromia malleifera</i>		√			√	√				
		82、锤钩弓蜻 <i>Macromia hamata</i>		√			√	√				
		83、沙天马弓蜻 <i>Macromia septima</i>		√			√	√				
		84、弯钩弓蜻 <i>Macromia unca</i>		√			√					
		85、天使弓蜻 <i>Macromia katae</i>		√			√	√				
		86、天王弓蜻 <i>Macromia urania</i>		√		√	√	√				
		87、弓蜻属待定种 <i>Macromia</i> sp.		√			√					
		88、伊中伪蜻 <i>Macromidia ellenae</i>		√			√					
		89、颀中伪蜻 <i>Macromidia rapida</i>		√			√					
	(十五) 蜻科	90、锥腹蜻 <i>Acisoma panorpoides</i>	√	√		√	√	√	√			
		91、蓝额疏脉蜻 <i>Brachydiplax chalybea flavovittata</i>	√	√		√	√	√	√			
		92、黄翅蜻 <i>Brachythemis contaminata</i>	√	√		√	√	√	√			
		93、红蜻 <i>Crocothemis servilia</i>			√	√	√	√	√	√		
		94、纹蓝小蜻 <i>Diplacodes trivialis</i>		√			√					
		95、宽翅方蜻 <i>Tetrathemis platyptera</i>		√			√					
		96、华丽宽腹蜻 <i>Lyriothemis elegantissima</i>		√			√	√				
		97、侏红小蜻 <i>Nannophya pygmaea</i>	√	√		√	√	√				
		98、膨腹斑小蜻 <i>Nannophyopsis clara</i>		√			√	√				
		99、网脉蜻 <i>Neurothemis fulvia</i>		√			√	√				
		100、截斑脉蜻 <i>Neurothemis tullia</i>		√			√	√				
		101、北部湾爪蜻 <i>Onychothemis tonkinensis</i>		√			√	√				

目 Order	科 Family	种 Species	世界地理区系 World geographic fauna			中国地理区系 Chinese Geographic fauna						
			古 北 界	东 洋 界	广 布	西 南 区	华 南 区	华 中 区	华 北 区	东 北 区	蒙 新 区	青 藏 区
差翅亚目 Anisoptera		102、华丽灰蜻 <i>Orthetrum chrysis</i>		✓			✓	✓				
		103、黑尾灰蜻 <i>Orthetrum glaucum</i>	✓	✓		✓	✓	✓				
		104、吕宋灰蜻 <i>Orthetrum luzonicum</i>		✓		✓	✓	✓				✓
		105、赤褐灰蜻 <i>Orthetrum pruinosum neglectum</i>		✓		✓	✓	✓	✓			
		106、狭腹灰蜻 <i>Orthetrum sabina</i>	✓	✓		✓	✓	✓	✓			
		107、鼎异色灰蜻 <i>Orthetrum triangulare</i>	✓	✓		✓	✓	✓				
		108、六斑曲缘蜻 <i>Palpopleura sexmaculata</i>	✓	✓		✓	✓	✓				
		109、黄蜻 <i>Pantala flavescens</i>			✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓
		110、湿地狭翅蜻 <i>Potamarcha congener</i>		✓			✓					
		111、玉带蜻 <i>Pseudothemis zonata</i>	✓	✓		✓	✓	✓	✓			
		112、红胭蜻 <i>Rhodothemis rufa</i>		✓			✓					
		113、三角丽翅蜻 <i>Rhyothemis triangularis</i>		✓			✓					
		114、斑丽翅蜻 <i>Rhyothemis variegata arria</i>	✓	✓		✓	✓	✓	✓			
		115、竖眉赤蜻 <i>Sympetrum eroticum ardens</i>	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓		
		116、华斜痣蜻 <i>Tramea virginia</i>	✓	✓		✓	✓	✓	✓			
		117、晓褐蜻 <i>Trithemis aurora</i>	✓	✓		✓	✓	✓	✓			
		118、庆褐蜻 <i>Trithemis festiva</i>	✓	✓			✓	✓	✓			
		119、彩虹蜻 <i>Zygonyx iris insignis</i>		✓			✓					
	120、高砂虹蜻 <i>Zygonyx takasago</i>		✓			✓						
	121、朝比奈虹蜻 <i>Zygonyx asahinai</i>		✓			✓						
	122、细腹开臀蜻 <i>Zyxomma petiolatum</i>		✓			✓						

表3 象头山蜻蜓在世界地理区划中各区系类型统计

Table 3 The world geographic fauna of Odonata in Xiangtoushan

序号 No.	区系型 Fauna type	种数 Number of pecies	比例 /% Percentage
1	东洋界	92	75.41
2	东洋界 - 古北界	28	22.95
3	广布	2	1.64

象头山自然保护区蜻蜓在中国动物区系地理中,有10种区系型组合,其中华南区的种类最多,有50种,占40.98%;以华南区为基础,跨西南区的有13种,占10.66%,跨华中区的有19种,占15.77%;跨西南区、华中区、华北区的种类也较多,有20种,占16.39%(表4)。总体来说,象头山自然保护区蜻蜓与近邻的华中区共同分布的种类最多,有59种,占总种数的48.36%;与西南区共同分布的种类次之,有52种,占总种数的48.36%,全国性分布的种类较少,仅有2种。象头山自然保护区与中国昆虫区系中各区系型的相似性依次可判断为华南区、华中区、西南区、华

北区、东北区、青藏区、蒙新区。

4 讨论

相较于邻近地区已有报道的珠海市(24种)^[19]、澳门特别行政区(35种)^[7]、福建省(247种)^[20]、江西省庐山地区(24种)^[8]、贵州省(144种)^[17]、江苏省(53种)^[9]、重庆金佛山国家级自然保护区(50种)^[2]、惠州市(174种)^[10]和广东龙门南昆山省级自然保护区(155种)^[21],象头山自然保护区蜻蜓目昆虫种类较多,资源丰富。属种比值系数方面,象头山蜻蜓的系数(0.61)较其他区域低,单种属较多,说明象头

表 4 象头山蜻蜓在中国动物地理区划中各类型统计
Table 4 The Chinese geographic fauna of Odonata in Xiangtoushan

序号 No.	区系型 Fauna type	种数 Number of species	比例 /% Percentage
1	华南区	50	40.98
2	华南区 - 西南区	13	10.66
3	华南区 - 华中区	19	15.57
4	华南区 - 华中区 - 华北区	1	0.82
5	华南区 - 西南区 - 华中区	11	9.02
6	华南区 - 西南区 - 华中区 - 华北区	20	16.39
7	华南区 - 西南区 - 华中区 - 华北区 - 青藏区	2	1.64
8	华南区 - 西南区 - 华中区 - 华北区 - 东北区	4	3.28
9	华南区 - 西南区 - 华中区 - 华北区 - 东北区 - 青藏区	1	0.82
10	华南区 - 西南区 - 华中区 - 华北区 - 东北区 - 蒙新区 - 青藏区	1	0.82

山蜻蜓在种类演化和构成方面比较复杂。从区系分析结果来看，象头山蜻蜓目昆虫以东洋界区系型占绝对优势，同时具有东洋界和古北界两区的成分，两区共同分布的种类相对贵州、重庆等地较低；而在中国动物地理区系成分方面，以华南区占最大比例，与周围的华中区、西南区共同分布的种类也较多，这与象头山地处南亚热带，属于中国动物区系型的华南区地理位置相一致。

近年来象头山自然保护区对蜻蜓目昆虫的详细调查，种群观测和记录，以及生境保护等方面，作了一系列基础性工作，保护区内蜻蜓种类丰富，个体和种群数量也较大，对这类昆虫的深入细致研究，完善其资源现状等数据收集，将更加有助于自然保护区的资源保护和环境监测工作。

致谢：本蜻蜓调查项目在外业调查、鉴定以及论文撰写过程中，得到《惠州蜻蜓》的作者吴宏道先生，及《中国蜻蜓大图鉴》作者张浩淼先生的全心指导，特此感谢！

参考文献

- [1] Bybee S, Córdoba-Aguilar A, Duryea MC, et al. Odonata (dragonflies and damselflies) as a bridge between ecology and evolutionary genomics[J]. *Frontiers in Zoology*, 2016, 13(46): 1-20.
- [2] 洪兆春. 重庆金佛山蜻蜓目昆虫区系调查[J]. *西南大学学报(自然科学版)*, 2014, 36(7): 33-38.
- [3] Misof B, Liu S, Meusemann K, Peters RS, et al. Phylog-

enomics resolves the timing and pattern of insect evolution[J]. *Science*. 2014, 346: 763-767.

- [4] 于昕, 卜文俊, 朱琳. 应用蜻蜓目昆虫进行生态环境评价的研究进展[J]. *生态学杂志*, 2012, 31(6): 1585-1590.
- [5] 席玉英, 韩凤英, 郭婷, 等. 长叶异痣螳对水体汞污染的指示作用[J]. *农业环境保护*, 2000, 19(6): 345-346.
- [6] 韩凤英, 席玉英. 长叶异痣螳对水体镉污染的指示作用的研究[J]. *农业环境保护*, 2001, 20(4): 229-230.
- [7] 李秋剑, 黄海涛, 李志锐, 等. 澳门蜻蜓目昆虫的多样性和区系研究[J]. *广东农业科学*, 2015, 24: 157-161
- [8] 虞蔚岩, 李朝晖, 黄成, 等. 江西省庐山地区蜻蜓目蜻科昆虫区系分析与多样性研究[J]. *安徽农业科学*, 2008, 36(7): 2854-2856, 2866.
- [9] 虞蔚岩, 李朝晖, 黄成, 等. 江苏蜻蜓区系及多样性[J]. *生态学杂志*, 2011, 30(7): 1375-1381.
- [10] 吴宏道. 惠州蜻蜓[M]. 北京: 中国林业出版社, 2012.
- [11] 王治国. 中国蜻蜓分类名录(蜻蜓目) [J]. *河南科学*, 2017, 35(1): 48-75.
- [12] 张浩淼. 中国蜻蜓大图鉴[M]. 重庆: 重庆大学出版社, 2019.
- [13] 张金泉. 广东省自然保护区[M]. 北京: 中国林业出版社, 2016.
- [14] 吴章文, 陈就和, 吴楚材. 广东象头山国家级自然保护区科学考察集[M]. 北京: 中国林业出版社, 2002.
- [15] 吴宏道. 惠州蜻蜓[M]. 北京: 中国林业出版社, 2012.
- [16] 崔晓东, 吴宏道, 陈红锋, 等. 中国·南昆山蜻蜓[M]. 北京: 中国林业出版社, 2014.
- [17] 曹玲珍. 贵州蜻蜓目种类调查及区系分析[D]. 贵阳: 贵州大学. 2006.
- [18] 张荣祖. 中国动物地理[M]. 北京: 科学出版社, 2011.
- [19] 欧剑峰, 黄鸿, 刘桂清, 等. 广东省珠海地区蜻蜓目昆虫物种多样性调查[J]. *环境昆虫学报*, 2009, 21(4): 356-360.
- [20] 徐奇涵. 福建蜻蜓分类研究[D]. 福州: 福建农林大学, 2007.
- [21] 崔晓东, 吴宏道, 陈红锋, 等. 中国·南昆山蜻蜓[M]. 北京: 中国林业出版社, 2014.