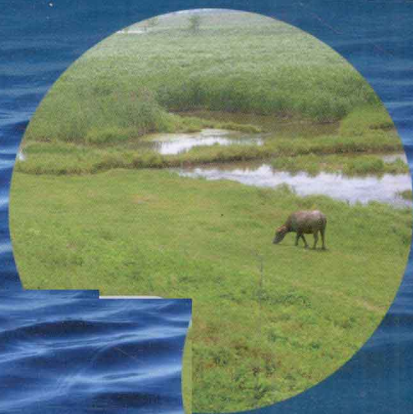


# 血吸虫病 传播的水文影响机制 与风险评价方法

© 马巍 廖文根 冯顺新 等著



中国水利水电出版社  
www.waterpub.com.cn

# 血吸虫病 传播的水文影响机制 与风险评估方法

著 黄卫 陈松 黄卫 等 著



水利水电出版社  
CHINA WATER & POWER PRESS

# 血吸虫病 传播的水文影响机制 与风险评价方法

© 马巍 廖文根 冯顺新 等 著



中国水利水电出版社  
[www.waterpub.com.cn](http://www.waterpub.com.cn)

## 内 容 提 要

本书旨在揭示血吸虫病传播与水文情势变化间的内在联系, 阐述血吸虫病传播风险评价技术方法和评价标准。全书共分5章, 第1章主要论述血吸虫病流行病学特征、疫情状况及其防治研究进展; 第2章主要论述血吸虫与钉螺的生态、发病机理及其血吸虫病传播的水力学基础; 第3章主要阐述钉螺孳生地环境变化、钉螺输移扩散、人畜疫水接触及传染源扩散与水文情势变化间的内在联系; 第4章主要阐述血吸虫病传播风险概念、分析流程、评价技术方法和评价标准; 第5章为案例应用, 主要针对湖南省南县境内的沱江流域开展河道综合治理工程前后的血吸虫病传播风险评估。

本书不仅适合血防部门、水利血防管理者和决策者阅读, 也可作为相关专业研究人员的参考书籍。

## 图书在版编目(CIP)数据

血吸虫病传播的水文影响机制与风险评价方法 / 马巍等著. — 北京: 中国水利水电出版社, 2011.4  
ISBN 978-7-5084-8511-9

I. ①血… II. ①马… III. ①血吸虫病—研究 IV. ①R532.21

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第058274号

审图号: GS(2011)103号

|        |                                                                                                                                |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 书<br>名 | 血吸虫病传播的水文影响机制与风险评价方法                                                                                                           |
| 作<br>者 | 马巍 廖文根 冯顺新 等著                                                                                                                  |
| 出版发行   | 中国水利水电出版社<br>(北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038)<br>网址: www.waterpub.com.cn<br>E-mail: sales@waterpub.com.cn<br>电话: (010) 68367658 (营销中心) |
| 经<br>售 | 北京科水图书销售中心(零售)<br>电话: (010) 88383994、63202643<br>全国各地新华书店和相关出版物销售网点                                                            |
| 排<br>版 | 中国水利水电出版社微机排版中心                                                                                                                |
| 印<br>刷 | 北京市兴怀印刷厂                                                                                                                       |
| 规<br>格 | 140mm×203mm 32开本 8.25印张 222千字                                                                                                  |
| 版<br>次 | 2011年4月第1版 2011年4月第1次印刷                                                                                                        |
| 印<br>数 | 0001—1500册                                                                                                                     |
| 定<br>价 | 26.00元                                                                                                                         |

凡购买我社图书, 如有缺页、倒页、脱页的, 本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

# 前 言

血吸虫病是一种严重危害人类健康的人畜共患的地方性寄生虫病，在我国流行历史悠久，分布范围广泛，目前共有 12 个省（自治区、直辖市）计 449 个县流行血吸虫病。经过半个多世纪的努力，全国已有广东、广西、上海、福建、浙江 5 省（自治区、直辖市）阻断了血吸虫病传播，尚未达到传播阻断标准的疫区主要分布在长江流域中下游的湖沼地区和长江上游的局部大山区，包括湖北、湖南、江苏、安徽、江西、四川和云南等地区。目前，我国尚有血吸虫病人 51.6 万人，90 个县的血吸虫病疫情未得到有效控制，受血吸虫病威胁人口超过 6735 万人，加之近年来受长江流域频繁的季节性洪水影响，疫区洪涝灾害频繁，血吸虫病疫情出现反复，湖沼地区钉螺面积逐年扩大，患病人数增加，疫区逐步蔓延，血防形势十分严峻。

血吸虫病防治是一项复杂的巨系统工程，涉及农、林、水、卫、教等多个行业，其传播环节十分复杂，影响因素众多，需各行业部门密切配合以及多种综合措施的联合运用。根据国务院血防领导小组的总体部署，水利血防的主要职责是水利灭螺。本书所阐述的研究工作正是力图为我国水利血防工作提供必要的技术支撑。在中国水利水电科学研究院科技专项基金和博士生学位论文创新课题的资助下，作者所在的研究团队开始了本书内容的研究工作，整个研究工作历时 5 年。

本书从血吸虫病感染与传播各环节的水情影响出发，分析了水情变化对区域钉螺孳生地环境形成、钉螺迁移扩散规律、人畜疫水接触方式改变、人畜感染及污染源扩散等环节的影响，通过定性与定量相结合的方法研究了水文情势变化对疫区血吸虫病传播影响，研究了血吸虫病传播与水文情势变化的内在关系，探讨

了区域血吸虫病传播风险影响机制，建立了血吸虫病传播风险评估技术方法，并以洞庭湖流域沱江疫区为案例，动态评估了沱江疫区近年来血吸虫病传播风险，提出了疫区血吸虫病传播风险控制与管理对策。

本书各章编写分工如下：前言、第1章由马巍、廖文根编写；第2章由马巍、冯顺新编写；第3章由马巍、廖文根、冯顺新、李种编写；第4章由马巍、廖文根、彭期冬、骆辉煌、蒋艳编写；第5章由马巍、李佩安、刘建军、何辉编写。全书由马巍统稿，马巍和廖文根校稿。

参加此项研究工作的还有马莉青、肖斯斌、高志顺、钟海军、朱尔冬、连友喜。在研究过程中，一直得到中国水利水电科学研究院教授级高级工程师匡尚富、何少苓、彭静、李锦秀、禹雪中的指导、帮助和鼓励，在此表示衷心的感谢！

本书的编写工作还得到了湖南省南县人民政府、南县卫生局血防办公室、南县疾病控制中心、南县水利局沱江流域综合治理办公室及茅草街血防站等部门的各位领导和专家的大力支持和无私帮助，尤其感谢易贵芳副县长、余建文副主任、李德才副局长、肖斯斌主任、李佩安主任、高志顺主任、何辉副所长、刘建军站长、钟海军副站长、朱尔冬工程师和连友喜工程师给予的鼎力支持！

由于时间有限，对于书中疏漏之处，敬请读者不吝指正。

作者

2011年1月于北京

# 目 录

## 前言

|                            |     |
|----------------------------|-----|
| <b>第1章 概论</b>              | 1   |
| 1.1 我国血吸虫病流行病学特征           | 2   |
| 1.2 我国血吸虫病防治策略与防治对策        | 17  |
| 1.3 国内外血吸虫病防治研究进展          | 21  |
| 1.4 血吸虫病防治工作存在的突出问题        | 28  |
| 参考文献                       | 32  |
| <b>第2章 血吸虫与钉螺生态</b>        | 36  |
| 2.1 血吸虫                    | 36  |
| 2.2 钉螺                     | 40  |
| 2.3 血吸虫病的发病                | 45  |
| 2.4 血吸虫病传播的水力学基础           | 49  |
| 参考文献                       | 50  |
| <b>第3章 血吸虫病传播的水文影响机制</b>   | 52  |
| 3.1 血吸虫病传播过程及其水情表征指标       | 53  |
| 3.2 湖沼型疫区水文情势分析            | 62  |
| 3.3 水文情势对钉螺迁移扩散的影响         | 73  |
| 3.4 水文情势对人群行为方式的影响         | 106 |
| 3.5 水情变化对血吸虫病疫情影响          | 109 |
| 3.6 小结                     | 113 |
| 参考文献                       | 116 |
| <b>第4章 血吸虫病传播风险评价技术和方法</b> | 120 |
| 4.1 血吸虫病传播风险概念与内涵          | 120 |
| 4.2 血吸虫病传播风险分析流程           | 132 |
| 4.3 血吸虫病传播风险评价关键指标         | 138 |

|            |                             |     |
|------------|-----------------------------|-----|
| 4.4        | 血吸虫病传播风险评价方法 .....          | 152 |
| 4.5        | 血吸虫病传播风险评价标准 .....          | 158 |
| 4.6        | 小结 .....                    | 161 |
|            | <b>参考文献</b> .....           | 163 |
| <b>第5章</b> | <b>血吸虫病传播风险评价案例分析</b> ..... | 167 |
| 5.1        | 沱江疫区概况 .....                | 167 |
| 5.2        | 沱江疫区疫情调查与观测 .....           | 184 |
| 5.3        | 沱江疫区水情变化对血吸虫病传播影响 .....     | 189 |
| 5.4        | 沱江疫区血吸虫病传播风险评估 .....        | 211 |
| 5.5        | 沱江疫区血吸虫病传播风险控制与管理 .....     | 238 |
| 5.6        | 小结 .....                    | 252 |
|            | <b>参考文献</b> .....           | 255 |

# 第1章 概 论

血吸虫病 (Schistosomiasis) 是一种世界上最流行、严重危害人体健康和生命安全、阻碍社会经济发展的地方性人畜共患寄生虫病, 分布于亚洲、非洲、南美洲大陆。据世界卫生组织专家估计, 世界上约有 1.8 亿~2.0 亿人感染血吸虫病, 受害者主要是发展中国家的人群。

人体血吸虫病的主要病原为日本血吸虫 (*Schistosoma Japonicum* Katsurada, 1904)、曼氏血吸虫 (*S. mansonii* Sambon, 1907)、埃及血吸虫 (*S. haematobium* Weiland, 1853)、间插血吸虫 (*S. intercalatum* Fisher, 1934) 和湄公河血吸虫 (*S. mekongi* Vogt Brueckner et Bruce, 1978) 等。此外尚有牛血吸虫 (*S. bovis*)、梅氏血吸虫 (*S. matthei*)、梭形血吸虫 (*S. spindalis*), 偶尔也可寄生于人体, 但主要寄生于兽类<sup>[1]</sup>。可以感染人体及哺乳动物的血吸虫可分为四大类, 即日本血吸虫类、曼氏血吸虫类、埃及血吸虫类和印地血吸虫类, 共计 19 种之多<sup>[2]</sup>。目前, 全世界已发现的血吸虫病包括埃及血吸虫病、曼氏血吸虫病、日本血吸虫病、间插血吸虫病、湄公河血吸虫病及马来西亚血吸虫病 6 种人类血吸虫病<sup>[3]</sup>。

血吸虫病广泛流行于亚洲、非洲和拉丁美洲, 全世界有血吸虫病的国家或地区共 76 个。由于蒙特赛拉特所流行的曼氏血吸虫病与日本流行的日本血吸虫病已终止传播, 此外亚洲流行有曼氏血吸虫病与埃及血吸虫病的也门与南也门统一为一个国家, 非洲流行有曼氏血吸虫病的厄立特里亚宣告独立, 所以全世界现共有血吸虫病的国家和地区为 74 个。全球估计有 2 亿血吸虫病感染者, 6 亿人口受感染威胁 (Mott, 1994; 周述龙, 2001)。



我国已知的血吸虫有 10 余种, 有的仅寄生于家畜, 有的仅寄生于禽类, 而使人、畜共患的主要为日本血吸虫一种。日本血吸虫病主要分布于中国、日本 (已经阻断传播)、菲律宾、印度尼西亚和马来西亚。血吸虫病在我国流行于长江流域及其以南部分地区, 如湖南、湖北、江西、安徽、江苏、上海、浙江、福建、广东、广西、四川、云南和台湾, 其中台湾省的日本血吸虫属动物株, 仅感染动物, 在人体内不能发育为成虫<sup>[1]</sup>。

血吸虫病在我国流行年代已久, 且分布范围广泛, 共有 12 个省 (自治区、直辖市) 计 449 个县 (市、区) 流行过血吸虫病<sup>[4]</sup>。据统计, 新中国成立初期我国血吸虫病人达 1100 多万, 钉螺面积约 148 亿  $\text{m}^2$ 。经过半个多世纪的努力, 我国血吸虫病防治工作取得了巨大成就, 血吸虫病人数和钉螺面积下降非常显著。截至 2007 年底, 我国现有血吸虫病人 51.6 万、钉螺面积 37.3 亿  $\text{m}^2$ , 全国已有广东、广西、上海、福建、浙江 5 省 (自治区、直辖市) 阻断了血吸虫病传播; 尚未达到传播阻断标准的省 (自治区、直辖市) 主要分布在长江流域的湖沼地区和大山区, 包括湖北、湖南、江苏、安徽、江西、四川和云南 7 省<sup>[4]</sup>。目前, 我国受血吸虫病威胁人口约 6735 万人。近年来, 长江流域的血吸虫病疫情出现反复, 钉螺及阳性钉螺面积扩大, 患病人数增加, 急性血吸虫病感染呈上升趋势, 疫区逐步蔓延, 血吸虫病防治形势十分严峻<sup>[5]</sup>。

## 1.1 我国血吸虫病流行病学特征

### 1.1.1 血吸虫病流行病学特征

日本血吸虫是一种多细胞的复殖吸虫, 其生活史相当复杂, 通过唯一的中间宿主——钉螺 (*Oncomelania Hupensis*) 和多种终宿主 (人、家畜和野生哺乳动物) 完成从毛蚴—母胞蚴—子胞蚴—尾蚴—成虫的世代循环<sup>[2]</sup>。成虫生活在人和其他终宿主的静脉血管腔内, 雄虫呈圆筒形, 雌虫呈线状, 以适应其寄生的微小环境。雌虫恒定地生活在雄虫的抱雌沟中, 呈单配性。雌虫只有



与雄虫合抱后才能性成熟。成虫虽然生活在使虫体易于受损的血管内，但由于它的体表覆有与宿主相同的糖蛋白或糖脂，逃避了免疫应答反应。这样血吸虫成虫能在宿主体内生活多年，而该宿主只能产生部分抗性。免疫的程度与宿主体内寄生的虫数有关，而且免疫的持续时间较短。因此感染常常是持续的，宿主可连续受到重复感染。成虫本身不能增殖，合抱的成虫能不断地排出大量虫卵，从而继续了世代循环，同时又成为人畜致病的主要原因。

血吸虫病传染源为感染人、畜排泄的粪便。从尾蚴侵入皮肤至排泄粪便中查出血吸虫虫卵的开放前期为 34~44 天<sup>[2]</sup>。传染源的作用大小取决于血吸虫病人和病畜排出虫卵数量的多少〔由终宿主（在我国，人、家畜和野生哺乳动物 40 余种都是终宿主）体内的成虫数量决定〕和虫卵进入钉螺孳生场所概率的大小。毛蚴钻入钉螺体内后经过两代胞蚴的发育，逸放出感染期幼虫——尾蚴，然后再感染易感的人或动物以完成其传播过程。经研究证明，血吸虫病的获得性免疫是存在的，但其保护力是部分的，而且是缓慢形成的，不能完全避免再度感染<sup>[2]</sup>。

血吸虫病是一种地方性疾病，其严格的地方性分布是由钉螺的地方性分布造成的，而不是人为因素决定的。血吸虫病的地理分布与钉螺的地理分布相吻合<sup>[5]</sup>，凡有血吸虫病流行的地方，必有钉螺孳生；没有钉螺分布的地方，血吸虫病就不能在该地区流行与传播。钉螺在血吸虫病流行病学和防治措施中均占有非常重要的地位。我国学者根据地理地貌和血吸虫病流行病学特点，将流行区划分为平原水网型、湖沼型和山丘型 3 种类型。目前，我国血吸虫病流行区已被压缩至长江中下游的湖沼洲滩地区和四川、云南的高原山区。湖沼型疫区又区分为洲岛、汉滩、洲垸和垸内 4 个亚型，其中以洲岛和垸内水网型流行程度最为严重。山丘型的高原地区又可分为高山平坝和高山峡谷 2 种亚型。虽然人和家畜同为传染源，但其作用在各种疫区中并不相同。在汉滩、洲垸及高山峡谷亚型疫区，家畜（以牛为主）为主要传染源，在其他类型疫区中人畜同为重要传染源。流行病学调查表明<sup>[6]</sup>，人



群不同年龄、性别、职业间感染率的差别，主要是由于接触疫水的频次和历时不等造成的。近年来研究证实，在同等程度暴露下青少年更易感染血吸虫病，随着年龄的增长和暴露的增加，逐渐获得对再感染的部分保护性免疫力。感染血吸虫病的程度取决于水体中感染性钉螺和尾蚴的密度以及人们接触疫水的频度和暴露面积。急性血吸虫病感染往往是一次或多次大量感染尾蚴的结果。晚期血吸虫病的形成，除遗传与免疫因素外，主要与反复的疫水暴露有关。

### 1.1.2 我国血吸虫病现状

#### 1. 血吸虫病病原的发现

历史上，人类对疾病症候的认识总是先于疾病的发现，血吸虫病也不例外。我国远在公元 7 世纪初叶，隋代巢元方所著《病源候论》的蛊毒病诸侯中，水毒候和沙虱候二节的描述最似血吸虫病的症候。该书记载“自三吴以东及南诸山郡、山县，有山谷溪源处有水毒病，春秋辄得……以其病与射工诊候相似，通称溪病，其实有异，有疮是射工，无疮是溪病。初得恶寒，头微疼，目匡疼……”“山内水间有沙虱，其虫甚细不可见，人入水浴及汲水澡浴，此虫著身，及阴雨日行草间著人，便钻入皮里。其诊法，初得时皮正赤，如小豆黍粟，以手摩赤上痛如刺……”。沙虱现多认为恙螨，但其症状甚似“尾蚴性皮炎”。我国古代医书的上述内容与现在知道的血吸虫地理位置分布、感染季节、感染方式和临床症状等特点很相似，然而我国血吸虫病病原的发现却在 20 世纪初叶<sup>[7]</sup>。

用现在科学技术研究发现古尸有血吸虫病，最早是 Sir Amand Ruffer 在两个木乃伊的肾脏里找到了钙化的埃及血吸虫卵，估计距今已 3000 余年<sup>[16]</sup>。有关古尸感染日本血吸虫的记载，自 20 世纪 70 年代以来，最引人注目的为我国湖北江陵凤凰山 168 号墓（图 1-1）出土的西汉男尸，从其肝脏找到很多血吸虫卵<sup>[8]</sup>及湖南长沙马王堆出土的西汉女尸直肠组织中也分离出



血吸虫卵<sup>[9]</sup>。

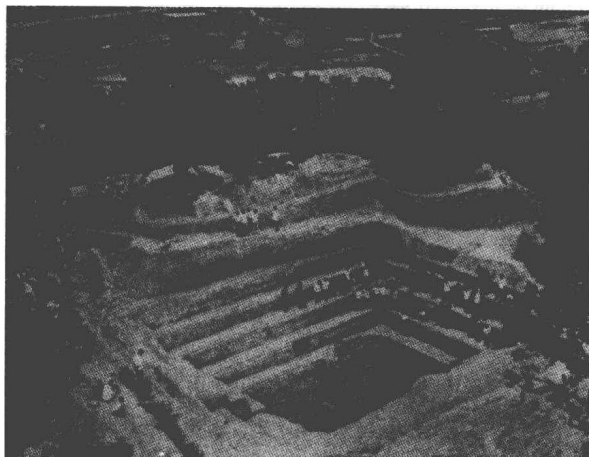


图 1-1 湖北江陵凤凰山 168 号墓

从古尸中发现日本血吸虫卵，由此可以说明早在 2100 多年前，长江流域、江汉平原和洞庭湖沼泽湿地就有日本血吸虫病流行。从湖北省江陵凤凰山（男尸遂少言）到湖南省长沙马王堆（女尸辛追）所挖掘出的血吸虫感染者均为西汉贵族，他们都难以幸免血吸虫的感染，更何况当时的平民百姓，不论在水陆交通、农业生产生活及其他家庭劳作时，都要与疫水接触，从而造成血吸虫病广泛流行。然而，在我国，血吸虫病病原，直到 1905 年于湖南省常德市一渔民粪便中始发现日本血吸虫卵<sup>[2]</sup>。

## 2. 血吸虫病疫区分布

血吸虫病在我国流行范围广泛，共有 12 个省（自治区、直辖市）计 449 个县（市、区）流行过血吸虫病。新中国成立初期，我国血吸虫病人众多，钉螺面积分布广泛，血吸虫病疫情非常严重。党和国家领导人极为重视血吸虫病的防治，在 1955 年全国农业合作化高潮中，毛主席就发出“一定要消灭血吸虫病”的号召。1956 年又把消灭血吸虫病列入全国农业发展纲要，在



各血吸虫病流行省份设立领导机构。随后,国家规定血吸虫病患者可享受免费医疗,以减轻疫区患病人群的经济负担。20 世纪 90 年代,疫区政府又与世界银行密切合作,利用世行贷款开展血吸虫病综合防治工作,并取得了较大进展。另外,为适应新时期我国血吸虫病防治工作的管理需求,2004 年 2 月国务院成立了以副总理吴仪为组长,由卫生部、农业部、水利部、教育部、国家林业局等部委共同组成的国务院血吸虫病防治工作领导小组(以下简称国务院血防领导小组),以加强在血吸虫病防治过程中各部门、各行业间的协调与配合,并明确相关行业部门的职责和责任,以便顺利实现“压缩重疫区、突破轻疫区、巩固监测地区”的国家“十五”及“十一五”血吸虫病防治总体目标。

经过半个多世纪的努力防治,我国血吸虫病疫区已得到极大压缩。目前长江流域内有血吸虫病流行的水系,主要分布在长江流域上游的局部山区、中下游干流、洞庭湖和鄱阳湖地区(图 1-2),其中,云南、四川两省共 18 个血吸虫病疫区,主要位于长江上游的金沙江、岷江和沱江流域的高原山区;湖北省的 25 个疫区主要位于长江干流的宜昌—武穴段、江汉平原诸湖地区以及汉水、富水等 12 条大小通江河流水系;湖南省的 26 个疫区主要位于洞庭湖地区;江西省的 11 个疫区主要位于鄱阳湖地区以及赣江部分区域;安徽、江苏两省共 30 个疫区,主要位于长江下游段的沿江两岸和通江河道、通江内湖地区<sup>[4]</sup>。长江流域湖区血吸虫病流行最为严重的 5 省,共有钉螺面积 35.69 亿  $\text{m}^2$ , 占全国有螺面积的 95.77%<sup>[4]</sup>,是我国水利血吸虫病防治工作的重点和难点地区。

### 3. 血吸虫病疫情现状

截至 2007 年底,全国共有 449 个县(市、区)流行过血吸虫病,流行县(市、区)总人口为 23811.2 万人,共有 32935 个流行村,流行村总人口为 6735.02 万人<sup>[4]</sup>。在 449 个流行县(市、区)中,已有 276 个达到传播阻断标准,83 个达到传播控制标准,目前疫情尚未控制的县(市、区)有 90 个,主要分布

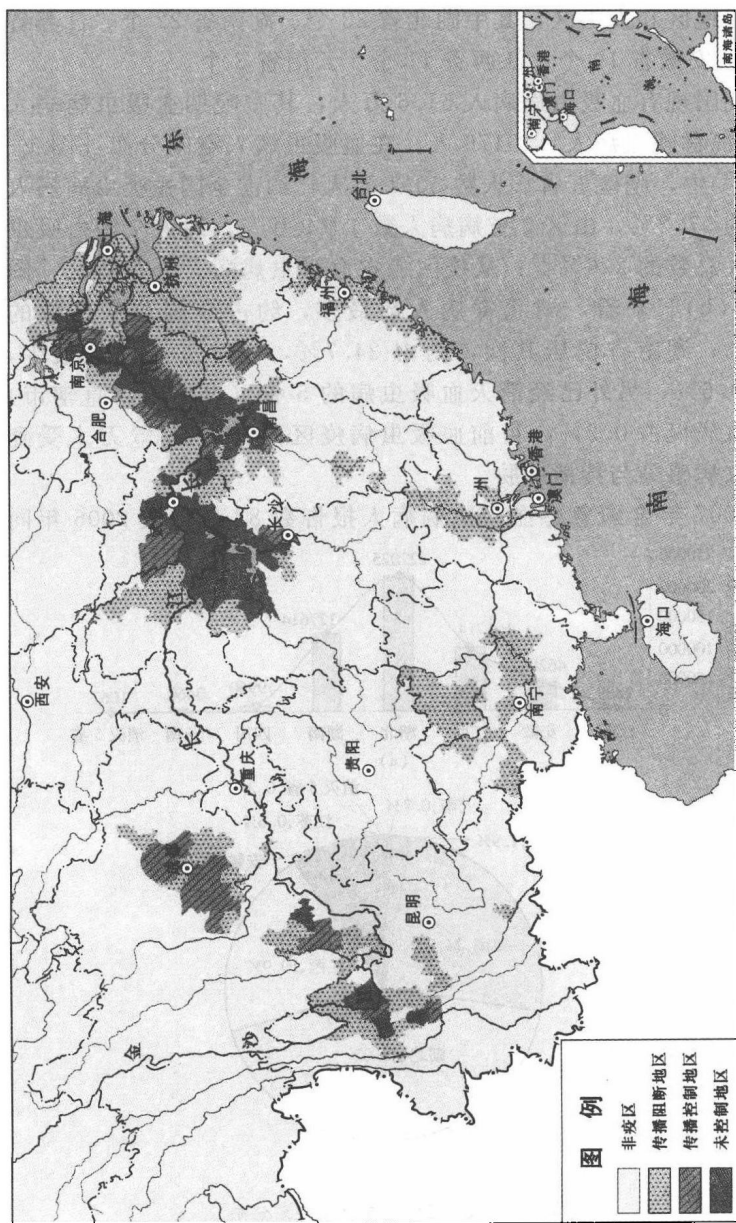


图 1-2 2007 年血吸虫病疫情分布



在湖沼地区和大山区，其中湖北省 23 个、湖南省 22 个、江苏省 12 个、安徽省 19 个、江西省 11 个、云南省 3 个。

我国现有血吸虫病人 51.6 万人，其中晚期血吸虫病人（以下简称晚血病人）29176 人。在血吸虫病人空间分布 [图 1-3 (a)] 中，湖区五省病人数 50.1 万人，约占全国血吸虫病人总数的 97.2%，山区 2 省病人数 1.34 万人，约占全国血吸虫病人总数的 2.6%<sup>[4]</sup>；从疫区各省血吸虫病人分布情况 [图 1-3 (b)] 来看，湖北省病人数最多，约占全国总病例数的 43.0%；湖南省位居其次，约占 24.7%，江苏省病例数最少，约占 0.6%；另外已经消灭血吸虫病的 5 省（自治区、直辖市）血吸虫病仅占 0.2%。目前血吸虫病疫区尚有约 6735 万人受到血吸虫病感染与传播威胁。

2007 年全国急感血吸虫病人报告数 83 例，较 2006 年同

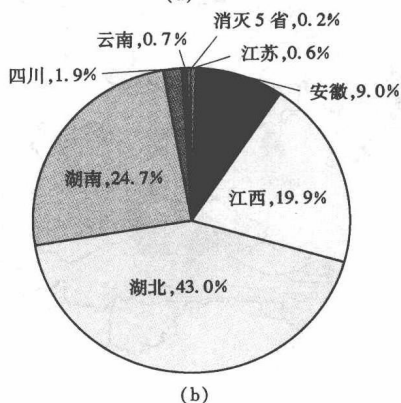
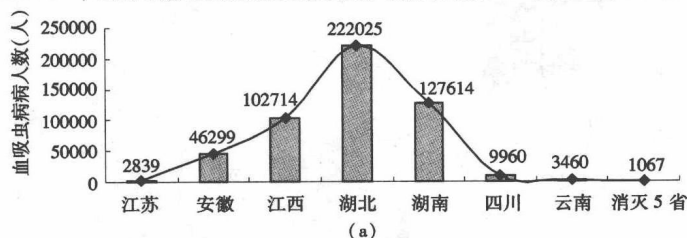


图 1-3 2007 年全国血吸虫病人分布



期 207 例下降了 59.9%<sup>[4]</sup>。从目前疫区急感病人分布情况 (图 1-4) 来看, 湖北、湖南、安徽、江西四省急感人数较多, 分别占总数的 28.9%、20.5%、20.5%、19.3%; 四川、云南、江苏三省所占比例最小, 分别约为 1.2%; 消灭 5 省 6 例急感均为湖区 4 省输入性急感病例。

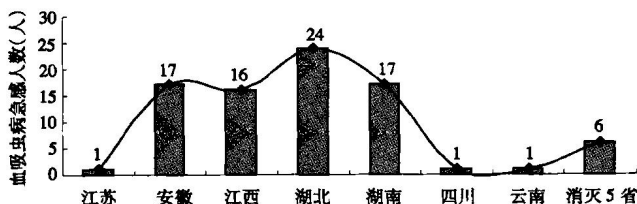
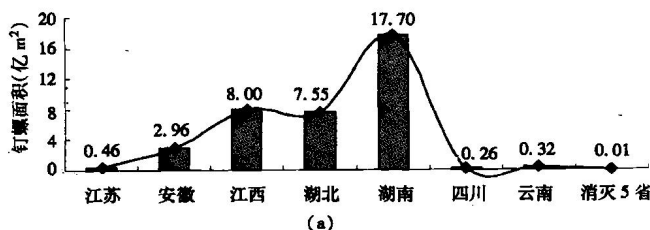
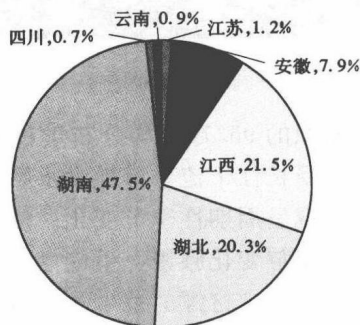


图 1-4 2007 年全国急性血吸虫病病人分布

2007 年全国钉螺面积为 37.3 亿  $\text{m}^2$  (钉螺面积空间分布及各省份所占比例见图 1-5), 其中湖沼地区有螺面积占全国钉螺



(a)



(b)

图 1-5 2007 年全国钉螺面积分布