



浙江大学重大项目学术研究成果出版工程



解·舒

基于案例的养蚕病害诊断学

鲁兴萌 著

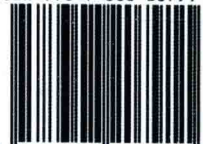
 ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS  
浙江大学出版社

解·舒

## 基于案例的养蚕病害诊断学

养蚕业是我国在世界农业中为数不多的优势产业，有5000多年的悠久历史，至今依然是我国桂滇粤、川渝和长江下游苏浙区域农民增收致富的重要产业。养蚕病害始终是养蚕过程中的一大问题。养蚕病害的发生，不仅会导致蚕茧产量和蚕茧品质的下降，还会造成农民收入的降低及从业意愿的弱化，甚至群体性事件的爆发。本书是作者40多年的从业经历的经验总结，汇集了大量作者亲身经历的养蚕病害诊断案例，以信息收集、系统分析和综合评价为主轴，以基础性家蚕病理学、养蚕流行病学和简易检测技术为支撑，介绍了基于案例的养蚕病害诊断学。本书既可为养蚕生产从业者、基层农技人员和基层政府管理人员提供有益资讯，也可为以家蚕为对象开展研究的人员有效控制实验状态提供参考。

ISBN 978-7-308-20791-1



9 787308 207911 >

定价：198.00元



浙江大学重大项目学术研究成果出版工程

# 解·舒

## 基于案例的养蚕病害诊断学

鲁兴萌 著



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS

浙江大学出版社

## 图书在版编目 (CIP) 数据

解·舒：基于案例的养蚕病害诊断学 / 鲁兴萌著.  
—杭州：浙江大学出版社，2020.12  
ISBN 978-7-308-20791-1

I . ①解… II . ①鲁… III . ①蚕病—诊断 IV .  
① S884

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2020) 第224618号

解·舒——基于案例的养蚕病害诊断学  
鲁兴萌 著

策划编辑 徐有智 许佳颖

责任编辑 潘晶晶

责任校对 金佩雯 蔡晓欢

封面设计 周 灵

出版发行 浙江大学出版社

(杭州市天目山路 148 号 邮政编码 310007)

(网址: <http://www.zjupress.com>)

排 版 杭州朝曦图文设计有限公司

印 刷 浙江省邮电印刷股份有限公司

开 本 710mm×1000mm 1/16

印 张 19.75

字 数 314 千

版 印 次 2020 年 12 月第 1 版 2020 年 12 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-308-20791-1

定 价 198.00 元

版权所有 翻印必究 印装差错 负责调换

浙江大学出版社市场运营中心联系方式 (0571) 88925591; <http://zjdxcs.tmall.com>

## 前 言

书名《解·舒》内涵并非缫丝工业中专业术语“解舒”的本意（茧丝从蚕茧茧层上离解难易程度），而是“解”和“舒”独立语义之合成。本“解”取分开和打开束缚之意，即为解开生产中养蚕病害发生之谜；本“舒”取适意之说，用科学合理的病害诊断意见，有效说服养蚕病害发生时可能相关的利益各方，达成长久的和谐共生与共同发展之效。此书意在通过养蚕病害诊断案例的剖析和相关专业基础知识的介绍，为农户、业主和管理者解开困扰，达成适意之旨。

自人类开始饲养家蚕，以获取用于纺丝织绸的原料开始，养蚕病害发生问题也如影随形，养蚕病害诊断也应运而生。不能否认，人类发现、驯养和培育了在生长速度和高产动物纤维（蛋白）性能方面无与伦比的家蚕，是一件登峰造极之作，但也不由自主地造就了一种对病害抗性极为脆弱的畸形动物。民间所言之“蚕宝宝”除其精灵和憨态可爱外，也有易于患病之特征内涵。养蚕病害犹如养蚕生产中挥之不去的阴影。

“使蚕不疾病者皆置之黄金一斤”《管子·山权数篇第七十五》是当时（约公元前645年）对家蚕病害之重视的描述；“若有拳翅、秃眉、焦尾、赤肚无毛等蛾，拣去不用，止留无病者，匀布连上”《农桑衣食撮要》（约1330年）和“凡蚕将病，则脑上放光，通身黄色，头渐大而尾渐小；并及眠之时，游走不眠，食叶又不多者，皆病作也。急择而去之，勿使败群。凡蚕强美者必眠叶面，压在下者或力弱或性懒，作茧亦薄。其作茧不知收法，妄吐丝成阔窝者，乃蠢蚕，非懒蚕也”《天工开物·乃服》（宋应星，1587年）则是对

养蚕病害诊断及采取有效后续措施的早期记载，也是养蚕病害诊断在生产中发挥重要作用的体现。这些古人的经验和智慧，有些至今仍有应用。

随着科学技术的发展，养蚕技术发生了巨大的变化。这种变化既体现在从栽桑到收茧的整个过程中，也体现在人类对养蚕主体——家蚕的认识上。特别是现代生物学和生物技术（包括家蚕病理学、养蚕流行病学、蚕病检测技术和病害防控技术等）的快速发展，使人类对家蚕和养蚕的认识更趋深刻。

养蚕病害诊断是蚕病防控技术实施的基础，诊断的重点在于准确判断引起病害的主要原因，没有正确的诊断就无法实施有效的病害防控技术。养蚕病害的发生或流行往往是综合因素导致的结果，它不仅与致病因素（包括病原微生物的生物因素、有毒化学物质因素、生态因素和物理因素等）有关，而且与大生态环境、区域农作结构和农作习惯、养蚕方式和技术，以及区域社会经济结构等相关。因此，准确诊断养蚕病害，不仅需要对象蚕病理学、养蚕流行病学和蚕病检测技术等家蚕直接相关的理论与技术具有良好的基础，而且需要对区域的养蚕生产、自然和人文生态等有所了解，并具有足够的心理学、社会学、逻辑学和系统评价理论等知识。

作者1980年从业，1986年开始跟随我国知名蚕病学家金伟先生学习家蚕病理学与病害控制技术。当时，浙江蚕区氟化物污染依然十分严重，金伟先生在致病因素和发生主要原因的判断及事件处置中所表现的睿智，对纷繁因果关系缜密推理至水落石出这一过程所展现的简约之美，以及提出后续调查研究方向和应该采取措施的果断，令人敬佩和倾慕。虽然自身并未从事有关家蚕氟化物中毒的毕业论文选题研究，但出于对问题引导的关注，大量的文献学习使我对养蚕氟化物中毒的情况颇有了解。科技工作者通过大量研究后，在氟化物对家蚕和养蚕业危害分析及防控技术研发等方面做出了贡献，也为政府决策并造福百姓提供了科学依据。也许，这种科学技术的魅力和造福百姓的冲动，正是指引自己坚持知行合一，从事家蚕病理学与病害控制技术教学与科研的恒久动力。

硕士毕业后，在浙江农业大学蚕病教研室工作，参与了多次养蚕生产中病害的诊断，有幸与金伟、钱旭庭、蒋敏求、陈钦培、王丕承、吴春泉、屠天

顺、马秀康和朱根生等多位具有丰富理论知识与实践经验的老专家共事，耳濡目染，受益匪浅。

从1995年开始，养成了每次出诊后的记录习惯，至今已积累了20多万文字及图片的养蚕病害诊断工作经历。在复杂的工作环境或问题解决中，尤其是几次重大病害流行的诊断工作，从许多基层技术人员和政府管理人员身上感受到爱岗敬业的不朽精神、充满智慧的思维逻辑、贴合实际的问题解决思路。从多年养蚕病害诊断工作中深刻体会到：养蚕病害的诊断不是单纯地根据家蚕病理学知识或检测技术进行的一项工作，而是需要在此基础上综合心理学、社会学、逻辑学和系统评价理论等多种学科知识进行的一项复杂性工作。

因此，养蚕病害诊断可以分为专业性的知识技术能力和综合性的思维分析能力。前者是基础，后者是应用，两者有着复杂的关联性。成稿前一直纠结于从基础到应用，还是实战优先的抉择，最终还是决意以信息收集、系统分析和综合评价为主轴，以案例分析为羽翼，以便基层处理养蚕病害的农技人员或政府管理人员在日趋泛专业化状态下快速入门，为其提供快餐式援助。家蚕病理学、养蚕流行病学和简易病害诊断技术，则作为基础性支撑内容，以供兴趣爱好者进一步学习，提高养蚕病害诊断水平和现场实际问题解决能力。

希望本书能为养蚕生产一线的技术人员和基层政府管理人员，以及从事养蚕有关研究人员的实际工作提供参考与帮助。

鲁兴萌

己亥岁末于启真湖畔

# 目 录

<b>第一章 概 论</b>	<b>1</b>
1.1 养蚕病害诊断的特点	1
1.2 养蚕病害诊断与家蚕病理学	4
1.2.1 病因学	5
1.2.2 致病机制	8
1.2.3 免疫学	9
1.3 养蚕病害诊断与养蚕流行病学	12
1.4 养蚕病害诊断与检测技术	15
1.5 养蚕病害诊断与信息收集	18
1.6 养蚕病害诊断与系统分析及综合评价	20
<b>第二章 信息收集</b>	<b>22</b>
2.1 信息收集的基本概念	23
2.1.1 信息收集基本原则	23
2.1.2 信息收集方式和内容	25
2.1.3 主观信息收集与人际沟通	29
2.2 现场调查与取证	32
2.2.1 前期信息收集	32

2.2.2	现场考察方案	34
2.2.3	蚕室现场考察与取样	35
2.2.4	生态环境考察与取样	39
2.2.5	取样与取证	43
2.3	养蚕病害诊断案例解析	45
2.3.1	传染性病害案例	46
2.3.2	中毒病害案例	60
2.3.3	不结茧养蚕病害案例	82
2.3.4	未能确认主因的养蚕病害案例	85
<b>第三章 系统分析与综合评价</b>		<b>92</b>
3.1	系统的复杂性与不确定性	92
3.1.1	家蚕系统	93
3.1.2	致病因素系统	96
3.1.3	环境系统	99
3.1.4	三大系统间的相互关系	100
3.2	系统分析概况与方法	102
3.2.1	系统分析的基本程序和要素	102
3.2.2	系统思维的应用	105
3.2.3	相关树的构建	115
3.3	系统分析与综合评价案例	131
3.3.1	养蚕技术严重失当	132
3.3.2	区域产业结构布局失当	137
3.3.3	产业间结构性矛盾与管理协调失当	156
3.3.4	不确定性失当引起的养蚕大规模病害	157

第四章 家蚕病理学基础	164
4.1 家蚕的致病因素	164
4.1.1 生物因素的种类与特征	165
4.1.2 化学因素的种类与特征	178
4.1.3 物理和生态因素的特征	186
4.2 传染性病原微生物对家蚕的作用	186
4.2.1 家蚕血液型脓病病毒	187
4.2.2 家蚕中肠型脓病病毒	188
4.2.3 家蚕浓核病病毒	188
4.2.4 家蚕传染性软化病病毒	189
4.2.5 败血性细菌	190
4.2.6 苏云金杆菌及毒蛋白	190
4.2.7 肠球菌	191
4.2.8 白僵菌	191
4.2.9 绿僵菌	192
4.2.10 曲霉菌	193
4.2.11 家蚕微粒子虫	194
4.2.12 其他微孢子虫	196
4.3 农药对家蚕的作用	197
4.3.1 拟除虫菊酯类杀虫杀螨剂	197
4.3.2 沙蚕毒素类杀虫剂	199
4.3.3 阿维菌素类杀虫杀螨剂	200
4.3.4 氰化烟酰类杀虫剂	201
4.3.5 保幼激素与蜕皮激素类杀虫剂	202
4.3.6 苯甲酰苯脲类和啉类杀虫杀螨剂	203

4.3.7	有机磷类杀虫剂	205
4.3.8	氨基甲酸酯类杀虫杀螨剂	207
4.3.9	吡咯（吡唑）类杀虫杀螨剂	208
4.3.10	吡蚜酮	209
4.3.11	其他农药	209
4.4	厂矿企业“三废”对家蚕的作用	210
4.5	非传染性寄生生物、物理和生态因素的作用	212
4.5.1	非传染性寄生生物	212
4.5.2	物理因素	214
4.5.3	生态因素	214
<b>第五章 养蚕流行病学基础</b>		<b>218</b>
5.1	生物因素对家蚕饲养群体的危害与病害流行	219
5.1.1	传染性病原微生物的来源	219
5.1.2	传染性病原微生物的环境稳定性	221
5.1.3	传染性病原微生物进入家蚕饲养群体的路径	224
5.1.4	传染病的蚕座内传染与扩散	225
5.1.5	传染病的区域内扩散	233
5.1.6	非传染性寄生生物的来源及影响	237
5.2	化学因素对家蚕饲养群体的危害与病害流行	238
5.2.1	化学因素的来源	238
5.2.2	有毒化学物质的环境残留及稳定性	239
5.2.3	有毒化学物质的进入路径	240
5.2.4	有毒化学物质在家蚕饲养群体和区域内的扩散	240
5.3	病害流行的主要影响因素	243

5.3.1	蚕品种	245
5.3.2	蚕的龄期	247
5.3.3	生态因素	248
5.3.4	致病因素间的关系及其他影响	254
5.4	病害流行程度的评估与分析	257
5.5	病害流行的控制要点	259
5.5.1	养蚕病害防治的重要基础——控制养蚕环境污染	259
5.5.2	养蚕病害防治的技术关键——做好清洁消毒工作	263
5.5.3	养蚕病害防治的有效保障——加强管理、精心饲养	264
5.5.4	对不同致病因素引起病害的主要后续技术措施	265
<b>第六章 简易养蚕病害检测技术</b>		<b>267</b>
6.1	基于病征和病变的检测技术	268
6.1.1	行动异常	269
6.1.2	群体发育不齐	270
6.1.3	尸体软化	270
6.1.4	尸体硬化	271
6.1.5	病斑和体色异常	272
6.1.6	病 变	274
6.2	基于光学显微镜观察的检测技术	275
6.2.1	光学显微镜简介	275
6.2.2	用于光学显微镜检测的样本制作与观察	276
6.3	基于生物学试验的检测技术	285
6.3.1	非多角体病毒病的生物学试验检测	286
6.3.2	桑叶的化学污染物毒性检测	287

6.3.3	养蚕相关物品及空间的化学污染物毒性检测	287
6.3.4	农药原药的生物学试验检测	289
	参考文献	291
	案例清单	297
	后 记	299

# 第一章 概 论

养蚕病害诊断是运用家蚕病理学和养蚕流行病学的基本理论、基本知识和基本技能,在充分获取病害发生和流行过程相关信息的基础上,通过科学的逻辑推理或实验技术验证,对病害的种类和发生的主要原因及相关因素做出系统分析和综合评价,并提出相应后续技术措施的一项工作。养蚕病害诊断在养蚕生产中日常进行,或在重大灾害性事故发生后经常开展。

养蚕病害诊断的基本目标是确定病害的种类,根本目的是探明病害发生的主要原因。病害种类的确定是养蚕病害诊断的基础,它既可为养蚕病害发生主要原因的探明提供理论基础,也可为病原学和病理学等的研究提供丰富素材。养蚕病害发生主要原因的探明是提出和实施具体后续技术措施,或解决利益纠纷的科学基础和依据。

如果说“世界上最出色的医生是兽医,他无法向他的患者询问病痛,他必须得找出病情”(罗·杰斯),那么家蚕医生或养蚕病害诊断者需要具备更多与间接求证相结合的知识与技能。因为“蚕宝宝”是较畜禽更为低等的动物,不仅不会告诉你它的病痛在哪里,也不会对你的触摸做出对应的回复。

## 1.1 养蚕病害诊断的特点

家蚕是一种低等免疫动物,对入侵病原微生物的抵抗能力十分有限,对部分化学物质的加害作用十分敏感。养蚕病害发生的主要时期为幼虫期

(约25天),时间较短。从病原微生物或有毒化学物质进入蚕体,到经过一定的潜伏期后被饲养人员或技术人员发现(个体异常)的时间滞后性,决定了家蚕个体治愈性很差。可引起家蚕中毒的有毒化学物质无穷无尽,判断具体为祸化学物质的难度十分艰巨;引起家蚕病害的病原微生物种类十分有限,传染病病种确定相对简单。家蚕与人和畜禽动物病害发生有明显不同的特征,是认识养蚕病害诊断特点的基础。

养蚕方式都为特定空间内高密度的群体饲养。对于饲养直接相关的蚕室空间环境致病因素,有效控制的难度相对较小(与生产成本或投入有关);但对于饲养空间内家蚕、食物(桑叶或人工饲料)和排泄物混为一体的蚕座空间环境,致病因素的控制十分困难。这也决定了在特定饲养空间内普遍发生的病害,往往是由于蚕室空间环境控制出现问题。在蚕座内或部分蚕座内发生的病害,往往是食物(桑叶或人工饲料)和相关用具的洁净或消毒出现问题,特别是传染性病害,极易在蚕座内流行或暴发。

养蚕生产主要对象物(家蚕)和饲养方式的上述特征,决定了养蚕病害诊断的时间有限性和目标的对象群体性特点。

养蚕病害诊断的时间有限性:从发现家蚕病害个体到诊断意见确定,再到技术措施有效实施之间的时间十分有限。生产中养蚕病害多数发生在5龄大蚕期,而整个5龄期的时间仅为一周左右,而且在5龄后期或上簇期间发生养蚕病害的极端情况也不少见。这种时间有限性决定了在技术手段上耗时较长的实验室检测技术将受到严重的限制。养蚕病害诊断在较多情况下依赖于现场诊断,通过诊断发现病害发生的主要原因,为后续生产提供技术参考或技术管理意见。

养蚕病害诊断目标的对象群体性:养蚕病害诊断的主要目标往往并不局限于发生病害的饲养家蚕群体或个体,而是为区域内物理空间上存在隔离的同期饲养家蚕群体(发病农户或饲养蚕室以外的饲养家蚕群体),或在时间次序上存在隔离的不同批次饲养家蚕群体,及时采取防控技术提供科学依据(根本目的)。养蚕病害发生和流行的特点、诊断的时间有限性,以及可进行治疗和防治技术发展的局限性,都决定了养蚕病害诊断对象上有明显的群体性特点。

在不同养蚕区域家蚕饲养模式不同,群体性特点也不同。在间隙性养蚕区域(如江浙蚕区等)养蚕病害发生或流行后,养蚕病害诊断后的具体防控技术措施对诊断对象批饲养家蚕(小群体)的状态改善十分有限,但能尽量减少该批次的更大损失;对区域内其他养蚕农户同批次饲养家蚕(大群体),或当季其他饲养群体病害的及时防控具有十分积极的意义;对今后(下季养蚕)防止或杜绝类似情况的发生具有重要参考价值。在连续性养蚕区域(如两广蚕区)养蚕病害发生或流行后,由于区域内饲养家蚕幼虫期的不间断性,虽然具体防控技术措施对当批次(或户)的养蚕状态改善同样十分有限,但对控制污染(包括病原微生物和化学因素等)扩散,对有效控制同期饲养家蚕中病害的流行和对今后防止或杜绝类似情况的发生具有重要参考价值。因此,养蚕病害诊断目标的对象群体性不同,诊断后提出的防控技术或侧重点也应该有所不同。

在养蚕区域,社会经济结构和生态环境的复杂性(例如,区域内工业和农业、农业中的种植与养殖以及桑园与其他农田往往处于犬牙交错状态),极易造成致病因素的多样化和复杂性。养蚕生产单元(养蚕农户或生产单位)规模较小的模式,必然导致养蚕过程实施区域与其他可能具有致病因素区域的边界大幅增加,生产单元间技术水平的参差不齐,从而使致病因素对不同养蚕户或生产单位的饲养家蚕群体影响也有所不同。在养蚕区域,社会经济结构和生态环境较为复杂及养蚕规模较小的特点,不仅使养蚕病害防控的技术普及较为困难,而且对养蚕病害诊断中病害发生主要原因的探明也十分不利。此外,在发生较大规模损失或涉及赔偿等责任追究或经济纠纷问题时,诊断者获取有效信息也变得十分困难。养蚕病害诊断“基本目标”和“根本目的”,与养蚕病害发生过程复杂性间的矛盾,决定了诊断过程的综合性。

完整的养蚕病害诊断主要包括病害发生后病害种类的确定,病害发生主要原因的确定,防控技术措施或综合决策的提出(图1-1)。在病害种类确定中,家蚕病理学、养蚕流行病学和检测技术等专业理论和技能是基础。有效应用心理学、社会学和逻辑学等理论和知识,不仅在信息收集、系统分析和病害种类确定工作中发挥重要作用,而且对病害发生主要原因的确定

帮助很大,对形成诊断结论中的综合评价等也有很大影响。因此,养蚕病害诊断是一项需要运用多种学科知识和理论的综合性工作。

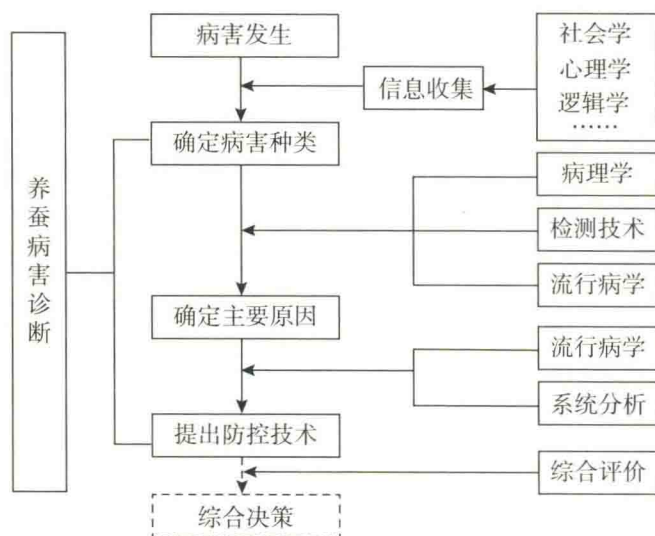


图1-1 养蚕病害诊断主要内容和流程

养蚕病害诊断中探明病害发生的主要原因,可为其他养蚕生产单元(养蚕户或生产单位)或下季(今后)养蚕防控该类病害发生或流行提供科学依据,为制定有效病害防控技术方案,实现“综合防治,预防为主”的策略提供技术支撑。

## 1.2 养蚕病害诊断与家蚕病理学

养蚕病害的发生历史与人类养蚕历史同步而行,养蚕病害是家蚕生长、发育和繁殖中正常生理平衡状态发生偏离的过程,该过程的发展必然导致家蚕在形态或行为,以及生理生化和分子生物学等多方面的异常,这种异常的表现显现或发现就是养蚕病害诊断的开始。

对于基于经验科学的养蚕病害诊断,我国早在汉代有关栽桑养蚕的记载中已有描述。到了明清时代,则有关栽桑养蚕的书籍更为丰富,并有诸多书籍流传至今。这些书籍中描述或记载了有关养蚕病害诊断、病因学、