# 国家标准修订计划项目《图书冷冻杀虫技术规程》（征求意见稿）编制说明

## 一、工作简况

### 1、任务来源

为进一步完善我国图书馆文献的冷冻杀虫标准化工作，在2022年全国图书馆标准化技术委员会（以下简称“图标委”）组织的对归口国家标准项目技术复审工作中，提出了修订推荐性国家标准GB/T 35661-2017《图书冷冻杀虫技术规程》项目建议，并报送相关申报材料。2026年5月21日获批立项为推荐性国家标准修订计划项目，计划编号为20262498-T-357。2026年5月，《图书冷冻杀虫技术规程》标准修订工作组正式启动本文件的修订工作。

### 2、修订背景

图书文献特别是古籍文献在保管和使用过程中，由于受到保管条件的影响，例如，一些图书馆保管条件较差，致使许多图书发生虫害。尤其地处南方地区的图书馆，由于环境高温潮湿，图书生虫现象更为普遍。据调查，我国有90%以上图书馆曾不同程度地遭受过虫害，很多具有珍贵历史价值的图书文献、古籍善本被虫蛀，轻者缺笔少画、皮破线断，重者百孔千疮、沟曲纵横，严重影响文献的使用和收藏。

对于图书害虫的防治，过去多使用化学杀虫药剂进行熏

蒸处理。由于使用剧毒性化学药品，不仅会造成环境污染，还会危及人身健康和安全。图书馆一般都处在城市中心，使用熏蒸剂进行杀虫已受到严格限制。低温冷冻杀虫技术是一种无毒无害、操作简单、使用方便、杀虫效果好的害虫防治方法。国家图书馆上世纪80年代就与国家档案局档案技术研究所组成联合课题组，对应用低温冷冻方法进行图书、档案文献的杀虫技术进行专项研究，取得大量科学数据，研究成果获得国家档案局颁发的科学技术进步三等奖。1987年国家图书馆在白石桥新馆建设中专门设计了图书杀虫室，配备了专用的图书杀虫用冷库。

近40年来，国家图书馆一直使用冷冻杀虫方法对古籍文献进行杀虫处理，取得了理想的效果。经过国家图书馆的实验、应用及推广，图书冷冻杀虫技术已在全国多家图书馆和档案馆得到应用，经常有图书馆和档案馆同行向国家图书馆咨询图书冷冻杀虫的技术和方法。鉴于图书冷冻杀虫是一种技术方法，图书害虫的不同虫种、不同虫态的低温致死温度和时间各不相同，图书馆的非专业技术人员对此又不甚了解，因此，有必要对图书馆应用低温技术进行图书杀虫的技术方法进行规范，以保证可靠的杀虫效果。2014年，由国家图书馆牵头组织，中央档案馆、甘肃省图书馆、广西壮族自治区图书馆、四川省档案局（现更名为四川省档案馆）、中国电影资料馆分工合作，由各单位相关工作专家孟晓红、周崇润、

薛文辉、李婧、赵鹏、何谋忠、区捷、方秋生、张安组成《图书冷冻杀虫技术规程》国家标准起草小组，联合制订该项国家标准。2017-12-29GB/T 35661-2017《图书冷冻杀虫技术规程》正式发布，并于2018-07-01起实施。

《图书冷冻杀虫技术规程》国家标准的首次发布距今已满9年。其间，我国经济持续增长，人民的物质条件和生活水平持续提高，各级政府对文化事业的发展越来越重视，社会各界对传统文化的保护和传承观念深入人心。而图书冷冻杀虫作为图书尤其是古籍这一文化载体的有效保护手段，受到业内的关注和重视。标准发布后，既有图书馆和档案馆的同仁打电话来咨询操作细节，也有私人藏书机构打电话来咨询杀虫效果，甚至期望提供服务。这些既是对我们标准起草组工作的认可，也是一种督促和提醒。原标准起草小组成员在业内交流时，也会经常沟通标准的实施情况，我们越来越认识到，冷冻杀虫虽然是一种成熟的纸质文献杀虫保护技术，当年标准中规定的技术条件如今仍然是适用的（这印证了当年技术条件的超前性），但随着我国经济条件的发展，原标准中选用的保底的杀虫设备——冰箱，如今作为藏书机构（不管公立私立）常用的杀虫设备，却有待商榷。尤其是起草组跟踪发现原标准的规范性引用文件中几个注日期引用标准已经更新，其中一个引用的条文序列号发生了变动，这使得原标准条文不适用。综上原因，原标准起草小组决定对

标准进行修订，进一步完善标准，使修订后的标准符合新的社会经济条件，为我国图书、档案、古籍等纸质文献的保护工作继续提供规范指导，在图书馆图书文献乃至文化遗产的保护中继续发挥作用。

3、起草过程

前期准备：自 2025 年 2 月开始，本文件修订计划项目被全国图书馆标准化技术委员会正式立项之前，原标准起草机构国家图书馆、中央档案馆、甘肃省图书馆、广西壮族自治区图书馆、四川省档案馆、中国电影资料馆大多数原起草人和相关技术员经过多次电话沟通协商，逐步确定了要修订的标准内容，并分工研究、调研原标准内容，开始了搜集相关标准资料、确定标准修订内容的准备工作。2026 年 5 月《图书冷冻杀虫技术规程》修订项目立项后，国家标准《图书冷冻杀虫技术规程》修订起草小组正式成立。起草小组于 2026 年 6 月召开标准修订电话会，全体起草人一致认为 2017 版冷冻杀虫标准结构清晰，内容全面，技术指标准确，在图书馆和档案馆的纸质文献日常冷冻杀虫工作中起到了很好的指导和规范作用。修订工作除开必要的规范性引用文件修改外，其余内容尽量不改动。大家还对是否保留冰箱作为冷冻杀虫设备展开了热烈的讨论。大多参会起草人认为，如今国家经济水平持续提高，国家财政对图书馆和档案馆的工作经费支持也逐年加大。冰箱作为一种家用保鲜电器，用于图书

的冷冻杀虫，容量不够大，最低温度也不够低。将冰箱作为图书的冷冻杀虫设备既不符合我国当前的经济水平，在实际的冷冻杀虫工作中也有欠缺。应将冰箱从标准列举的冷冻杀虫设备中删除。但也有参会起草人认为，冰箱作为一种家用电器，安全性能高，操作简便，购买方便，价格也便宜。当个别图书馆和档案馆因为保管不善或者夏季高温高湿，纸质文献出现虫霉情况时，若以前没有开展过纸质文献的冷冻杀虫工作，及时购买家用冰箱能对虫霉图书进行简单的冷冻杀虫处理，避免虫害范围扩大。而且家用冰箱安全性高，操作人员无需进行专门的冷冻杀虫培训也可开展工作，只需按照原标准的最长冷冻时间冷冻虫霉文献即可。因此在标准修订中确定图书的冷冻杀虫设备时应保留冰箱。两种说法都有道理，起草组各位专家从个人实际工作、行业内文献保存场馆以及虫霉情况和工作经验方面进行了详细的分析，最终也没有达成共识。第一次电话会议结束。此次会议确定了标准修订的方针，明确了标准待修改的内容并进行了工作分工。对于关键问题进行了详细的分析和讨论。

2026 年 7 月标准修订起草小组召开了起草组工作会议。会议中各位起草人汇报了自己的工作进展以及研究内容，自己以及兄弟单位纸质文献冷冻杀虫工作的开展情况，并对冰箱是否可作为图书的冷冻杀虫设备以及是否适合写入修订后的国家标准进行了第二次讨论。经过细致的讨论，大家认

识到，如果一个文献收藏机构，纸质文献出现了虫霉害情，但既没有专业的冷冻杀虫设备，也没有开展纸质文献冷冻杀虫工作的经验，在这样的情况下，临时使用冰箱开展冷冻杀虫工作，可以有效地遏制虫害，基本没有人员人身安全的担忧，但有可能由于不适宜的包装材料和错误的放置方式导致文献损坏。因此，在没有更好的冷冻杀虫设备，周边兄弟单位也没有开展纸质文献冷冻杀虫工作的特殊情况下，从遏制虫霉灾害、维护文献安全的角度出发，可以将冰箱作为临时的冷冻杀虫设备。但近年我国经济水平持续提高，文化事业经费投入稳定增加。由文旅部和财政部统筹，国家图书馆实施执行的全国古籍保护计划已经完成了全国公立图书馆古籍文献保存情况的普查，并在全国省一级图书馆建立了古籍保护中心，并对从业人员进行了古籍（纸质文献）保存、修复等专业技术培训，极大地提高了从业人员的专业能力。这种情况下还将冰箱作为图书（纸质文献）冷冻杀虫的专业设备写入国家标准，不能与时俱进的反映现实情况。最终，起草组各位专家达成一致意见，将冰箱从标准列举的专业冷冻杀虫设备中删除。

2026 年 7 月底，标准修订草案完成，发给各位起草组专家修改。8 月中旬标准修订综合各起草专家意见，形成标准征求意见草稿。将标准修订征求意见草稿再次发送给各起草专家征求意见，并于 9 月初形成标准修订征求意见稿。

4、起草单位、起草人以及各自完成的工作

标准主要起草人及其所做工作详见表1。

表1　标准主要起草人及其工作

| 姓　名 | 工 作 单 位 | 职 称/职务 | 主要工作 |
|---|---|---|---|
| 孟晓红 | 国家图书馆 | 馆员 | 项目主持、标准的结构及技术指标的确定、标准条文修改。标准编制说明的起草和修改、国外资料的翻译和校对。 |
| 闫智培 | 国家图书馆 | 副研究馆员 | 标准条文的起草和校对，国外资料的翻译和校对。 |
| 周崇润 | 国家图书馆 | 研究馆员 | 标准的结构及技术指标的确定、标准条文修改。 |
| 龙塑 | 国家图书馆 | 副研究馆员 | 标准条文的起草和校对。 |
| 曹佳妮 | 中央档案馆 | 处长 | 标准条文的起草和校对。 |
| 向晓东 | 四川省档案馆 | 处长 | 标准条文的起草和校对。 |
| 何谋忠 | 甘肃省图书馆 | 副研究馆员 | 标准条文的起草和校对。 |
| 黄玉杏 | 广西壮族自治区图书馆 | 副研究馆员 | 标准条文的起草和校对。 |
| 张安 | 中国电影资料馆 | 副研究 | 标准条文的起草和校对。 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | 馆员 | |

## 二、标准内容及编制情况

1、编制原则

本文件的编写按照GB/T 1.1－2020给出的规则起草。

主要技术指标以科学实验为依据，结合多年的实践经验来确定，与我国经济和技术水平相适应。

2、主要内容

存活于图书文献和档案中的各种虫种、各种虫态的害虫，经过低温冷冻后能否全部致死，是低温冷冻杀虫工作的核心问题。因此，图书的冷冻杀虫工作，冷冻温度和需要的冷冻时间，是关键的控制条件。本标准给出了图书冷冻杀虫的冷冻温度和对应的冷冻时间，即本标准的技术条件，是核心内容。然后围绕工作中的文献害虫致死率、文献安全、操作人员的人身安全等问题对制冷设备的选择、设计和质量、冷冻杀虫工作的操作过程进行了规范。组合冷库作为一种根据需求现场安装的冷冻设备，不同于市售的的冰箱、低温冷柜，它具有很大的冷冻空间，一次可以处理上万册件文献，同时操作不当也有可能发生冷凝水溢出损坏图书、工作人员反锁在冷库内等危险事件。因此，本标准特意对组合冷库的设计、操作以及安全进行了规范。

3、确定主要内容的依据

上世纪80年代，以国家图书馆和国家档案局为主，中国人民大学档案系、云南省图书馆古籍部、四川省档案馆、成都市档案局、成都科技大学档案室、重庆市档案馆、璧山县档案馆和铜梁县档案馆等单位协作的方式，联合进行了低温冷冻技术应用于图书档案杀虫的研究。课题组对低温冷冻技术对图书档案害虫的致死效果、纸张性能的影响、字迹褪变的影响等方面进行了翔实的实验研究，对图书档案实际的杀虫工作进行了大量的模拟实验，在多家图书馆和档案馆考察了低温冷冻杀虫的实际效果。

课题组的研究和应用试验表明，低温冷冻杀虫是一种安全简便、行之有效的图书、档案害虫的杀灭方法。

1987年，在课题组的指导下，国家图书馆在白石桥总馆建造了全国图书馆系统第一个低温冷冻杀虫的组合冷库，并于当年投入运行。当时的运行条件是-20℃的条件下，冷冻7～10天。值得注意的是，冷库的温度不能在一个温度节点上控制，实际上是在一个范围内控制制冷的运行或停止。国家图书馆冷库设定的温度范围（回温）是5℃，当时冷库的实际温度运行范围是-20℃～-25℃。即，当冷库内温度降低到-25℃时，压缩机制冷停止；当温度回升到-20℃时，压缩机开始制冷，如此循环往复。市场上可供选择的制冷设备种类丰富，可以设置的冷冻运行温度和范围也不尽相同，为了统一和明确技术条件，也为了保证害虫的致死率，本标准选

取制冷设备运行的温度范围的上限数值作为需要规范的冷冻温度。

1999 年，国家图书馆白石桥总馆冷库被电脑控制的数显组合冷库替代，冷库净容积达到 20m$^3$,单次可处理文献约 80 箱（纸箱尺寸：45cm *40cm*30cm）。运行条件是-25℃的条件下，冷冻 5～7 天，即在-25℃～-30℃的条件下冷冻 5～7 天。同年还购置了 1 台容量约为 0.2m$^3$的低温冷柜，用于零散、小批量文献的处理。国家图书馆白石桥总馆的冷库主要用于馆藏新采购善本古籍、展览珍贵文献入库前的杀虫处理，也用于馆藏保存本、基藏本文献水浸后冷冻杀虫防霉的处理。2012 年国家图书馆在文津街分馆新建了一个电脑数控的组合冷库，主要用于馆藏新采购普通古籍入库前的冷冻杀虫处理。2015 年文津街分馆冷库全年冷冻文献数量达到 6 万册件。2015 年 10 月国家图书馆在白石桥总馆将原冷库替换为电脑数控的组合冷库，并立即投入使用。目前国家图书馆共有 2 个组合冷库和 3 个低温冷柜在进行文献的杀虫工作，冷冻的技术条件为-30℃的条件下，冷冻 3～5 天；或-35℃的条件下，冷冻 2～4 天。

从 1987 年至今，国家图书馆的低温冷冻杀虫工作进行了近 40 年。在此期间，应用低温冷冻杀虫处理的文献未发生图书虫害，文献流通后再次入库前进行低温冷冻杀虫处理的文献库房也未发现图书虫害。

2002 年，四川省档案馆将市售的电冰柜改造成实用冷冻杀虫柜，进行档案的冷冻杀虫工作和研究[7]。2012 年底，四川省档案局建造了数控电脑组合冷库，库容 30m$^3$左右，每批次可冷冻档案文献约 3 万卷。档案文献在冷库中降温一天后，在-35℃～-40℃的条件下冷冻 2 天。即它的技术条件是冷冻温度-35℃，冷冻时间为 2 天。四川省档案馆冷库运行至今良好，冷冻后的文献未发现虫害。

2013 年中央档案馆在香山脚下也建造了一个电脑数控组合杀虫冷库，净库容约 20m$^3$，主要用于馆藏珍贵档案文献的杀虫处理，运行至今良好，冷冻后的文献未发现虫害。中央档案馆冷库运行的温度范围是-30℃～-35℃，冷冻 3～5 天。即冷冻运行的技术条件为-30℃的条件下，冷冻 3～5 天。

综合“低温冷冻技术应用于图书档案杀虫研究”课题组的研究成果和上述单位实际冷冻杀虫工作的技术条件，本标准提出了推荐性的图书冷冻杀虫技术条件（见表 2）:

表 2　图书冷冻杀虫的冷冻温度和冷冻时间

| 冷冻温度（℃） | 冷冻时间（天） |
|---|---|
| -20 | 7～10 |
| -25 | 5～7 |
| -30 | 3～5 |
| -35 | 2～4 |

将表 2 的冷冻温度、冷冻时间与上世纪 80 年代的科研课

题中采用的技术条件对比可发现，表 2 的温度比当年所采用的冷冻温度低，而且相同的冷冻温度下，冷冻时间比当年的长。前者是由于现代制冷技术的发展，相比当年制冷设备的稀缺和制冷技术的局限，如今低于−40℃的低温制冷设备已经很普及。采用更低的冷冻温度可以提高工作效率和杀虫效果，适当的延长冷冻时间则可以进一步保证冷冻杀虫的害虫致死率。总之，表 2 的技术条件比当年的更严格，也经过了长时间实际工作的检验。

根据表 2,文献收藏单位可以依据自己的制冷设备的性能，选择合适的冷冻温度。例如，目前市售的普通低温冷柜，若冷冻温度最低可达−35℃，则可以选择−20℃、−25℃和−30℃的冷冻温度；建造的组合冷库的冷冻温度，通常最低可达−45℃，则表 2 中的温度都可以选择。

选定冷冻温度后，对应的冷冻时间就可以确定。当文献数量比较少，且没有装箱，是单册或者仅打包、打捆时，可以选择推荐的冷冻时间中较短时间。例如，−25℃冷冻温度条件下，文献数量较少且没有装箱时，可以选择冷冻 5 天或者 6 天。当文献数量多或者文献装箱冷冻时，−25℃冷冻温度条件下，根据文献数量，宜选择冷冻 6 天或 7 天。合理的安排冷冻时间，可以缩短文献的处理周期，增加冷库的利用效率，增大文献的年处理量，对于待处理文献量大、虫害严重的图书馆和档案馆是有利的。

4、修订标准前后技术内容对比

本修订标准和原标准的技术内容——图书冷冻杀虫的技术条件没有变化。修订后的变化集中在以下方面:

1）将原标准规范性引用文件由注日期的引用改为不注日期的引用;

2）将家用冰箱从GB/T 35661-2017中列举的图书冷冻杀虫设备中删除;;

3）对应新的规范性引用文件，逐条审阅GB/T35661-2017，看是否相适应。研究发现，除GB/T 35661-2017第九章9.1条引用内容不再适用外,其他都适用。GB/T 35661-2017第九章安全防护的9.1引用了GB 9237-2001《制冷和供热用机械制冷系统安全要求》中附录A（标准的附录）《冷库工作人员的安全规则》。GB 9237-2001修改代替为GB/T 9237-2017后，删除了原附录A。考虑到低温环境的危险性和文献冷冻杀虫工作人员的人身安全，经起草组讨论，在标准修订中增加了GB 9237-2001附录A中的必要内容。

与GB/T 35661-2017相比，GB/T 35661-202×没有结构调整。主要技术变化见下表3:

表3 本文件与GB/T 35661-2017的技术变化表

| 变化类型 | GB/T 35661-202× | | GB/T 35661-2017 | |
|---|---|---|---|---|
| | 章条编号 | 内容 | 章条编号 | 内容 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 更改 | 6.1 | 图书冷冻杀虫应使用低温冷柜、组合冷库等专用制冷设备。 | 6.1 | 图书冷冻杀虫应使用冰箱、低温冷柜、组合冷库等专用制冷设备。 |
| 删除 | 9.1 | —— | 9.1 | 组合冷库的管理和操作人员的安全规则应符合 GB 9237-2001 附录 A 的规定。 |
| 增加 | 9.1 | 使用组合冷库进行图书的冷冻杀虫时，不应 1 人单独在冷库中工作。 | —— | —— |
| 增加 | 9.5 | 组合冷库内侧靠近门的地方应放置一把消防斧。 | —— | —— |

与 GB/T 35661-2017 相比，GB/T 35661-202×主要编辑性改动见下表 4:

表 4 本文件与 GB/T 35661-2017 编辑性改动表

| 本文件 | GB/T 35661-2017 |
|---|---|

| 章条编号 | 内容 | 章条编号 | 内容 |
| --- | --- | --- | --- |
| 2 | GB 4706.1 家用和类似用途电器的安全第1部分：通用要求<br>GB 4706.13 家用和类似用途电器的安全制冷器具、冰淇淋机和制冰机的特殊要求<br>GB/T 9237 制冷系统及热泵 安全与环境要求<br>GB/T 10589 低温试验箱技术条件<br>GB/T 28009 冷库安全规程<br>GB 50072 冷库设计标准<br>JB/T 6527 组合冷库用隔热夹芯板<br>JB/T 9061 组合冷库 | 2 | GB 4706.1 家用和类似用途电器的安全第1部分：通用要求<br>GB 4706.13-2014 家用和类似用途电器的安全制冷器具、冰淇淋机和制冰机的特殊要求<br>GB 9237-2001 制冷和供热用机械制冷系统安全要求<br>GB/T 10589-2008 低温试验箱技术条件<br>GB/T 28009-2011 冷库安全规程<br>GB 50072-2010 冷库设计规范<br>JB/T 6527-2006 组合冷库用隔热夹芯板<br>JB/T 9061-1999 组合冷库 |
| 6.3 | 制冷设备使用的环境条件应符合GB/T 10589的规定。 | 6.3 | 制冷设备的使用环境条件应符合GB/T 10589-2008的4.1的规定。 |
| 6.6 | 制冷设备的整机噪声应符合GB/T 10589的规定 | 6.6 | 制冷设备的整机噪声应符合GB/T 10589-2008 的 5.3.4的规定 |
| 7.1 | 库板的外观和质量应符合JB/T 6527的规定 | 7.1 | 库板的外观和质量应符合JB/T 6527-2006的规定 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 7.2 | 库板的隔热性能应符合GB 50072的规定 | 7.2 | 库板的隔热性能应符合GB 50072-2010的4.3的规定 |
| 7.3 | 组合冷库制冷系统的性能参数和质量应符合GB/T 9237的规定。 | 7.3 | 组合冷库制冷系统的性能参数和质量应符合GB 9237-2001第5章的规定。 |
| 7.8 | 库内温度不均匀性试验方法应按照JB/T 9061的规定执行。 | 7.8 | 库内温度差的测定方法应按照JB/T 9061-1999 中6.4的规定执行。 |
| 7.9 | 空库降温时间试验方法应按照JB/T 9061的规定执行。 | 7.9 | 空库降温时间的测定方法应按照JB/T 9061-1999中6.4的规定执行。 |
| 9.2 | 冷冻杀虫所采用低温冷柜的安全防护应符合GB 4706.1和GB 4706.13的规定 | 9.2 | 冷冻杀虫所采用的冰箱和低温冷柜的安全防护应符合GB 4706.1和GB 4706.13-2014的规定 |
| 9.2 | 组合冷库制冷系统的安全防护应符合GB/T 9237的规定 | 9.2 | 组合冷库制冷系统的安全防护应符合GB 9237-2001的规定 |
| 9.3 | 组合冷库设计、建设与施工的安全要求应符合GB/T 28009的规定 | 9.3 | 组合冷库设计、建设与施工的安全要求应符合GB 28009-2011的规定 |
| 9.4 | 组合冷库库板的燃烧性能应符合JB/T 6527的规定 | 9.4 | 组合冷库库板的防火性能应符合JB/T 6527-2006的3.4的规定 |

## 三、标准分析综述

### 1、试验验证的分析、综述报告

图书、档案等纸质文献的害虫防治一直是图书馆、档案

馆等文献收藏单位文献保护工作的重要基础内容，低温冷冻为纸质文献的虫害控制提供了一种安全、简便且行之有效的方法。这种方法的原理是：温度是图书害虫耐以生存的基本要素之一。温度适宜，图书害虫生长发育、繁殖的速度就快；反之，则抑制其生长发育。图书害虫长时间处于停育低温，将降低体内酶的活性，终止正常的新陈代谢活动，使其内部器官衰竭致死。当害虫处于致死低温区内，细胞内游离水外溢到细胞间隙结冰，随着冰晶的扩大，细胞受到机械性破坏，原生质脱水浓缩以致凝固。这种凝固不可逆，因而导致害虫死亡。

存活于书籍、档案等纸质文献中的害虫多种多样，不同的害虫还具有成虫、卵、幼虫、蛹等不同虫态。不同的害虫以及不同的虫态对低温的耐受力不同，在相同的低温下，它们致死所需要的冷冻时间并不相同。能否保证存活于书籍、档案中的各种虫种、各种虫态的害虫经过低温冷冻后全部被杀灭，成为低温冷冻杀虫工作的核心问题。因此，进行图书的冷冻杀虫操作，冷冻温度和需要的冷冻时间，成为关键的控制条件。在本标准里，图书冷冻杀虫的冷冻温度和冷冻时间，是本标准关键的技术条件。

上世纪 80 年代，以国家图书馆和国家档案局为主，中国人民大学档案系、云南省图书馆古籍部、四川省档案局、成都市档案局、成都科技大学档案室、重庆市档案馆、璧山县

档案馆和铜梁县档案馆等单位协作的方式，联合进行了低温冷冻技术应用于图书档案杀虫的研究。课题组对低温冷冻技术对图书档案害虫的致死效果（见表 5）、纸张性能的影响、字迹褪变的影响方面进行了详实的实验研究，对图书档案实际的杀虫工作进行了大量的模拟实验（见表 6），在多家图书馆和档案馆考察了低温冷冻实际应用的杀虫效果。

课题组参考各种害虫的致死低温区，选用适当的低温点，研究了烟草甲、花斑皮蠹、毛衣鱼、黑皮蠹、红圆皮蠹、书虱、药材甲、赤拟谷盗、米象、蜚蠊、档案窃蠹等 11 种图书档案害虫的低温致死效果。研究结果表明，在没有包裹材料的情况下，温度在-5℃以下即可以使害虫冷冻致死，温度在-16～-25℃，冷冻 72～24 小时可以杀死图书档案害虫的各虫态（见表 5）。在此温度范围内，温度越低，致死时间越短。

表 5　图书害虫的低温致死温度-时间表

| 虫种 | 虫态 | 100%致死温度（℃）和时间（h） | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ℃ | h | ℃ | h | ℃ | h | ℃ | h | ℃ | h |
| 烟草甲 | 成虫 | -7 | 48 | -10 | 24 | -14 | 20 | -18 | 5 | -22 | 2 |
| | 卵 | -7 | 120 | -10 | 48 | -14 | 24 | -16 | 20 | - | - |
| | 蛹 | -7 | 120 | -10 | 48 | -14 | 24 | -16 | 20 | - | - |
| | 群体 | -7 | 120 | -10 | 48 | -14 | 24 | - | - | - | - |
| 花 斑 | 成虫 | -14 | 48 | -18 | 24 | -22 | 20 | -25 | 10 | -30 | 5 |

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 皮蠹 | 卵<br>蛹<br>群体 | -18<br>-18<br>-18 | 72<br>72<br>72 | -25<br>-25<br>-25 | 48<br>48<br>48 | -<br>-<br>- | -<br>-<br>- | -<br>-<br>- | -<br>-<br>- | -<br>-<br>- | -<br>-<br>- |
| 毛衣鱼 | 成虫 | -5 | 48 | -10 | 24 | - | - | - | - | - | - |
| 黑皮蠹 | 幼虫 | -16 | 24 | -25 | 10 | -30 | 5 | - | - | - | - |
| 书虱 | 成虫 | -5 | 70 | -10 | 24 | -18 | 20 | - | - | - | - |
| 米象 | 成虫 | -5 | 48 | -10 | 24 | -14 | 10 | -18 | 5 | -22 | 2 |
| 药材甲 | 成虫<br>幼虫 | -10<br>-10 | 70<br>77 | -<br>-16 | -<br>24 | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- |
| 蜚蠊 | 成虫 | -7 | 48 | -10 | 24 | -16 | 20 | - | - | - | - |
| 档案窃蠹 | 幼虫 | -22 | 24 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 赤拟谷盗 | 成虫 | -5 | 48 | -10 | 24 | -16 | 5 | -22 | 2 | - | - |

关于低温对纸张理化性能的影响，课题组选用了图书档案中常见的书写纸、凸版纸、宣纸、新闻纸做了深入的试验

研究。课题组将这四种纸在-5℃、-15℃、-20℃、-30℃的低温条件下，分别冷冻保存 30 天、15 天、7 天和 3 天。试验结束后经过检验表明，冷冻对纸张的白度、撕裂度、抗张强度、耐折度、平均聚合度、纤维形态等多项理化指标均没有不良影响。

关于低温对字迹颜色的影响，课题组选用了碳素墨水、蓝黑墨水、复印墨粉、黑圆珠笔油墨、424 蓝圆珠笔油墨、黑色复写纸、蓝色复写纸、红印油、蓝彩色笔墨水、绿彩色笔墨水、复印字迹等 12 种字迹材料，将字迹材料在-15℃和-25℃的低温条件下冷冻保存 7 天，然后用色差仪进行测试。结果表明，字迹材料的色差值均在 0.5NBS，即痕变范围内，没有明显的变化。

课题组还将文献直接或装在木箱和铁皮箱内放置于低温箱中冷冻，模拟实际的冷冻杀虫工作。实验表明，在-16℃的条件下，冷冻 48～72 小时，可将直接放置于低温箱中的期刊文献上各点以及期刊内部的害虫全部杀死。对于放置在木箱和铁皮箱中的文献，在-16℃的条件下，冷冻 220 小时，可将害虫全部杀死；在-25℃的条件下，冷冻 120 小时，可将害虫全部杀死（见表 6）。

课题组还在云南省图书馆、成都科技大学、重庆市档案馆和铜梁县档案馆、璧山县档案馆进行了低温冷冻杀虫实际应用试验。试验单位挑选生虫的图书或档案，在课题组人员

的指导下，租用当地肉联厂的冷库进行实际的冷冻杀虫。杀虫结果表明，在-22℃的条件下，经冷冻保存 96 小时后，所有害虫全部死亡。杀虫试验 4 个月后再对冷冻过的文献进行复查，在文献上没有发现幼虫、卵以及成虫；而相同保存条件下未经冷冻的文献，发现成虫。

表 6　图书的冷冻杀虫效果

| 温度（℃） | 虫种 | 虫态 | 图书放置方式 | 虫样位置 | 时间（h） | 死亡率（%） |
|---|---|---|---|---|---|---|
| -16 | 花斑皮蠹 | 成虫 | 成批平放 | 上中下 | 48 | 100 |
| | | 幼虫 | 单册平放 | 上中下 | 24 | 100 |
| | | 幼虫 | 木箱内 | 中 | 220 | 100 |
| | 黑皮蠹 | 幼虫 | 成批平放 | 上中下 | 48 | 100 |
| | | | 单册平放 | 上中下 | 24 | 100 |
| | | | 木箱内 | 中 | 202 | 100 |
| | | | 铁箱内 | 中 | 202 | 100 |
| | 烟草甲 | 成虫 | 成批平放 | 上中下 | 48 | 100 |
| | | | 单册平放 | 上中下 | 24 | 100 |
| | | 幼虫 | 成批竖放 | 上下 | 48 | 100 |
| | | | 木箱内 | 中 | 72 | 100 |
| -25 | 书虱 | 成虫 | 成批竖放 | 上下 | 48 | 100 |
| | 花斑皮蠹 | 幼虫 | 木箱内 | 中 | 120 | 100 |
| | 黑皮蠹 | 幼虫 | 木箱内 | 中 | 120 | 100 |
| | 烟草甲 | 幼虫 | 木箱内 | 中 | 48 | 100 |
| | 赤拟谷盗 | 幼虫 | 木箱内 | 中 | 48 | 100 |

以上研究和应用试验表明，低温冷冻杀虫是一种安全简便、行之有效的图书、档案害虫的杀灭方法。冷冻杀虫工作

的规范和推广，对于图书馆图书文献乃至文化遗产的保护，都具有非常重要的意义。

2、技术经济论证

本标准实施冷冻杀虫所需的制冷设备是低温冷柜或组合冷库。低温冷柜是成熟的市场产品，使用安全，价格低廉，购买方便。组合冷库也广泛应用于肉类、蔬菜、水果等食品行业，技术成熟，安装快捷。当纸质文献出现虫霉害情，使用低温冷冻技术可以有效的杀灭害虫，阻止霉菌孢子繁殖，同时不损伤书籍文献，是一种十分安全有效且经济便宜的图书害虫灭除方法。

3、预期的经济效益、社会效益和生态效益

低温冷冻杀虫可以杀灭不同虫种、不同虫态的图书害虫，遏制图书、档案等纸质文献的虫霉害情，同时，低温冷冻不仅可以杀死成虫、幼虫，还可以杀死虫卵和蛹，它是一种很好的预防虫霉方法。而纸质文献的虫霉害情，具有隐蔽性强、发展快、修复困难、无法完全恢复的特点。很多纸质文献被虫蛀后千疮百孔，这样的文献修复不仅困难，而且修复完成后也难以恢复原貌。低温冷冻杀虫不仅可以及时遏制虫害，还能预防虫霉，为国家节省大量文献保护经费，具有很好的经济效益。图书、档案以及古籍等纸质文献是中华传统文化的载体，从保护传统文化的角度看，低温冷冻杀虫具有很好的社会效益。同时，低温冷冻杀虫不同于化学熏蒸法，不使

用有毒化学药剂，对环境安全无毒，文献纤维中不残留有害物质，对文献流通和使用无影响，对操作人员安全友好，具有很好的生态效益。

**四、与国际、国外同类标准技术内容的对比情况**

本文件为自主研制标准，本版本为首次发布后的第一次修订，达到国际先进水平。

**五、与相关国际标准的关系**

本文件为自主研制标准，未采用国际国外标准。

**六、与有关法律、行政法规及相关标准的关系**

本文件与现行法律、行政法规和相关标准不相抵触。

**七、重大分歧意见的处理经过和依据**

本文件无重大分歧意见。

**八、涉及专利的有关说明**

本文件未涉及专利内容。

**九、实施标准的要求和措施建议**

1、实施标准的要求

无。

2、组织措施、技术措施

本文件发布后，可依据国家图书馆《中华古籍保护计划》项目，对全国重点古籍保护单位相关技术人员进行宣贯和纸质文献冷冻杀虫的技术培训；可依托《中华古籍保护计划》的普查结果，在全国图书馆标准化技术委员会组织下，对有

需要和必要的文献保护单位提供文献冷冻杀虫设备的建设以及工作开展的建议和指导。

3、标准过渡期和实施日期的建议

建议尽早发布实施。

4、废止现行有关标准的建议

建议废止 GB/T 35661-2017。

**十、其他应予说明的事项**

无。