

国家标准

《超高压食品质量控制通用技术规范》

编制说明

(征求意见稿)

中国农业大学

中国农业科学院农业质量标准与检测技术研究所

中国标准化研究院等

2021年3月

国家标准《超高压食品质量控制通用技术规范》

征求意见稿 编制说明

一、工作简况

1.1 任务来源

《超高压食品质量控制通用技术规范》国家标准的制定任务列入国家标准化管理委员会 2020 年第四批国家标准制修订项目计划，计划编号为 20204968-T-469，本标准由全国食品质量控制与管理标准化技术委员会（SAC/TC313）归口。

1.2 承担单位

主要起草单位：中国农业大学、中国农业科学院农业质量标准与检测技术研究所、中国标准化研究院、广州王老吉大健康产业有限公司、春归保健科技有限公司、山东润兴康鸿食品有限公司等。

主要起草人：廖小军、徐贞贞、王永涛、赵靛、刘文、刘鹏、徐文流、翁少全、米璐、杨梦海、周日兴。

1.3 起草背景

1.3.1 超高压技术的定义

超高压技术（high pressure processing 或 ultra high pressure processing, HPP 或 UHP），又称高静压技术（high hydrostatic pressure,

HHP)，是指在室温条件下利用 100~1000 MPa 的压力处理食品，以达到杀菌、钝酶和加工食品的目的。相比于热加工，超高压加工为“物理加工”，只作用于对生物大分子立体结构有贡献的氢键、离子键和疏水键等非共价键，对维生素、色素和风味物质等小分子化合物的共价键无明显影响，可保持和改善食品原有品质。

1899 年，美国化学家 Hite 用 450 MPa 高压成功延长了牛奶的货架期，拉开了 HHP 在食品加工领域应用的序幕。1914 年美国物理学家 Bridgeman 在进行超高压对固体一系列宏观物理性质实验时，发现在 700 MPa 下会引起蛋白质凝固，奠定了超高压技术在食品加工中的应用的理论雏形。1990 年 4 月第一批超高压加工食品“果酱”在日本上市，并取得良好的试售效果。超高压技术在日本商业化的成功，引起欧美等发达国家学术界和产业界的高度重视；1997 年，美国的 Fresherized Foods 公司将超高压技术工业化，生产了超高压鳄梨酱并投入市场，引领了北美地区和全球食品学术界和产业界的密切关注。

1.3.2 食品超高压加工法规在欧盟的合规化历程及标准现状

通过梳理食品超高压加工技术在欧美发达国家的合规化历程，我们发现该技术经历了技术争议期（1997.5-2000.5）、技术初步许可期（2000.7-2001.5）和技术全面许可期（2001.7-至今）（图 1）。以下将对各个时期的经典案例进行阐述。

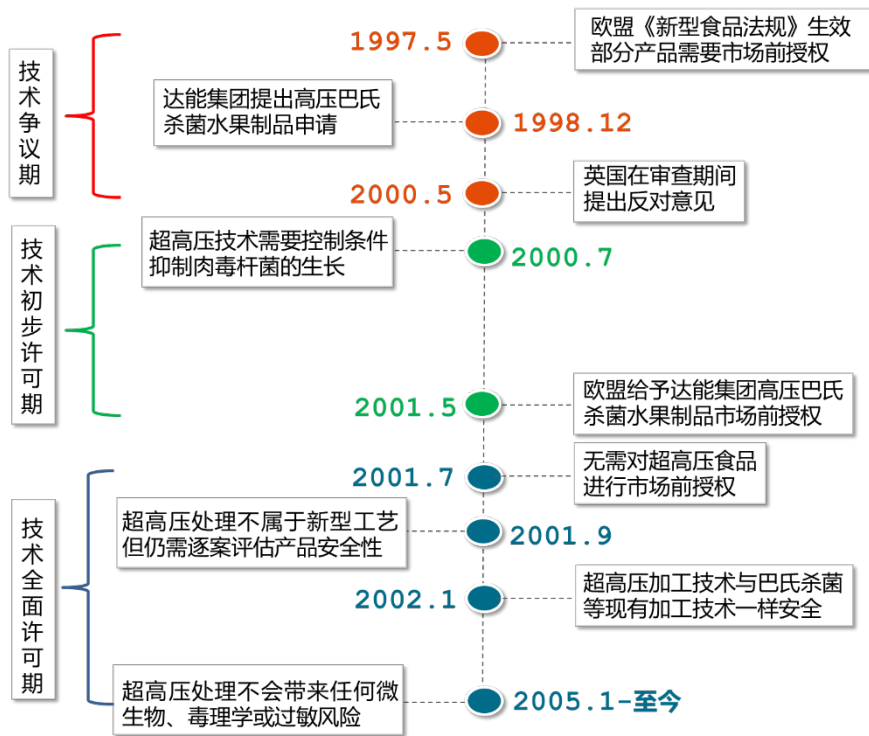


图 1 食品超高压加工技术在欧盟的合规化历程图

① 技术争议期

和所有新技术一样，超高压技术在欧盟兴起时，也经历了技术争议期（图 1）。1997 年，欧盟《新型食品法规》（Novel Foods Regulation, NFR）的第 258/97 号条例生效，该条例对所有 1997 年 5 月 15 日（该条例的生效日期）之前的“新型食品”提出了市场前授权要求。由于在该条例生效日期之前，超高压加工技术应用规模较小，超高压食品未实现商业化，并且超高压食品属于 NFR 条例中的“新型食品”，因此该类产品需要得到市场前授权才可以投入市场。1998 年 12 月，达能集团向法国食品安全局（现更名为法国食品、环境和职业健康与安全局）提交了一份对“使用高压巴氏杀菌生产的水果制品”的“新型食品”申请，其中工艺参数为处理压力 800 MPa，处理温度 20 °C 及处理时间 6 min。该应用具有包括物理化学特性、细胞毒性、致突变性、高压处理对致敏风

险的影响、微生物试验、接触材料迁移试验及危害分析的临界控制（Hazard Analysis and Critical Control Point, HACCP）计划等在内的科学研究的全面支持。研究表明，该产品既不具有细胞毒性，也不具有毒性诱变性，且与传统生产的产品相比，水溶性维生素 C、B2 和 B6 的稳定性大幅改善。细菌营养体的灭活效果等效于热处理，但细菌芽孢对高压处理有抵抗力，因此，防止芽孢萌发和生长是超高压加工技术应用风险管理的基础。2000 年 5 月达能集团的申请由委员会转交其他所有成员国，在 60 天的审查期间，英国提出了反对意见，考虑到肉毒梭菌中毒的风险，该技术的授权应仅适用于超高压水果制品的终端产品，且此类产品还应符合英国食品微生物安全咨询委员会发表的《真空包装和相关工艺报告》的相关规定。

② 技术初步许可期

2000 年 7 月，英国委员会指出除了在整个冷链中应保持较低温度外，还应对 pH、盐浓度、水分活度等控制因素进行规定，以防止肉毒梭菌生长和毒素产生，保障食品安全。对这些因素加以控制并不是因为超高压加工技术本身不安全，而是因为无论巴氏杀菌还是超高压巴氏杀菌均不能杀灭芽孢形成菌，从而破坏芽孢形成菌（肉毒梭菌）的生长，因此要采取有效措施消除潜在微生物危害。由于英国委员会的提出反对意见已是成员国层面，按照 NFR 第 13（2）条规定，达能集团的授权决定转由欧盟委员会执行。2001 年 5 月 23 日，欧盟委员会做出同意决定（图 2），授权在市场上投放达能集团使用高压加工的水果制品。同时，附件对超高压技术应用的其他条件进行具体阐述，包括水果类型，处理前水果储

存条件，添加水果与其它成分的百分比、产品 pH、水分活度和终端产品的储存条件等。此次授权对超高压加工技术的合规化具有里程碑的意义，是其在欧洲商业化的重要法规保障。

COMMISSION DECISION
of 23 May 2001
authorising the placing on the market of pasteurised fruit-based preparations produced using
high-pressure pasteurisation under Regulation (EC) No 258/97 of the European Parliament and of
the Council

(notified under document number C(2001) 1462)

(Only the French text is authentic)

(2001/424/EC)

图 2 欧盟授权达能集团高压巴氏杀菌水果制品投放市场的官方文件

③ 技术全面许可期

2001 年 7 月“达能超高压加工”授权后，同年，欧盟收到关于超高压处理果汁和水果奶昔（Smoothies）的申请，咨询委员会认为，基于已授权的达能使用高压加工水果制品，高压处理本身不再归类为新型加工技术，如果使用超高压加工技术的其它操作条件，或者处理产品类型与达能公司区别较大时，才需证明超高压加工技术对所处理对象的致病菌有足够的杀灭作用，并且有防止肉毒梭菌芽孢萌发的措施。2001 年 9 月 13 日，英国新食品和工艺咨询委员会在会议上商定了以下结论：超高压处理不属于新型工艺，但仍需要评估产品安全性，强调超高压加工技术安全评估所需的数据将由权威机构逐案确定，且所有产品都应提供微生物数据。会议还要求委员会对使用超高压处理技术提供指导，供欧盟各成员国参考。根据咨询委员会发表的意见，西班牙食品安全和营养署指出，高压巴氏杀菌的熟食火腿不属于新型食品。

2002年，咨询委员会在会议中指出，超高压加工技术与巴氏杀菌等现有加工技术一样安全，并在网站上公布了以下说明：“虽然没有在会上提及，但欧盟委员会与欧盟成员国代表讨论了超高压加工技术的合法性问题。由于该加工过程不会对食品的组成产生任何实质性变化，因此不需要根据新型食品法规程序进行评估”。2002年，英国食品标准局也认定高压处理的牡蛎不属于新型食品，该产品无需市场授权申请即可直接进入欧盟市场。2005年，欧盟委员会对已进入市场的超高压食品进行复核审查，初步结论为：超高压加工技术处理食品不会带来任何微生物、毒理学或过敏风险。若涉及新产品类别时，必须对超高压加工技术处理食品进行逐案检查。到目前为止，欧盟或欧盟各成员国的主管部门尚未发布关于超高压加工技术的规范准则，可检索的资料均为企业或者行业的自我约束类准则。

1.3.3 食品超高压加工法规在美国的合规化历程及标准现状

基于欧盟的授权案例，该技术在美国的授权较为顺利。2004年8月，美国农业部食品安全检验局（United States Department of Agriculture-Food Safety and Inspection Service, USDA-FSIS）批准了Avure Technologies公司超高压加工技术应用于即食食品，如熟食肉制品。2008年7月，USDA-FSIS又批准了Elmhurst Research Inc.提出的食品超高压加工技术作为低酸食品商业杀菌的新工艺的申请，这是食品加工应用方面的一个重大突破。2009年2月，美国食品药品监督管理局（Food and Drug Administration, FDA）再次批准了压力辅助热杀菌工艺（pressure-assisted thermal sterilization, PATS）可用于低酸

食品杀菌。PATS 技术将温度和高压结合，消除了与食品安全风险相关的肉毒梭菌及其毒素。与传统高温杀菌工艺相比，PATS 技术能大幅缩短杀菌时间，提高低酸食品品质。

2012 年，USDA-FSIS 发布的关于超高压加工技术和检查方案人员核查职责的第 21 号指令以及 FDA 的网站提供了超高压加工技术如何纳入 HACCP 系统的信息。该指令包含指示 FSIS 人员执行 HACCP 验证任务的机构应将超高压加工技术作为一个过程步骤，为证明超高压加工技术充分消除了危害，食品经营者必须保存证明文件，如科学期刊、特定危害减少日志和关键操作参数（压力-时间-温度组合）等工厂内数据。

1.4 起草意义

1.4.1 超高压技术在我国的发展概况

随着经济和科技不断发展，由国家统计局数据可知，2020 年我国人均 GDP 超 7 万元，即将步入工业化国家，消费者的关注点从食物安全、食品安全朝着注重营养与健康更加多元化的方向演变，亟待新型技术的发展推动食品产业升级。热加工技术在食品加工过程中可以达到安全指标，但其过程中食品的颜色、香气、滋味、质构、营养和功能势必受到影响，带来品质劣变，而非热加工技术在保障安全同时提高产品质量，保持食品品质。因此，超高压加工技术受到越来越多关注和研究，关于其加工机理、杀菌、调控酶活、物质提取、食品改性、相互作用机理等方面的研究越来越多。

1.4.2 我国具备了技术商业化的理论基础

我国学者对超高压加工技术的研究起步相对较晚，最早始于 1995 年。1990 年以来，全球关于超高压技术的研究性文章（图 3）、综述性文章（图 4）以及专利（图 5）逐年递增，特别是近 10 年，相关研究性论文累计数量已经破千。目前，已报道开发的产品丰富，包括芒果汁、黄瓜汁、红柚汁、库尔勒梨汁、香蕉奶昔等果蔬汁及果蔬制品，莴笋、菠菜等蔬菜，鱼、虾、贝类等水产品，牛肉、猪肉等禽肉制品，牛奶等乳制品。经过 20 多年的研究，我国的超高压技术已取得了阶段性的研究成果，我国具备了技术商业化的理论基础。

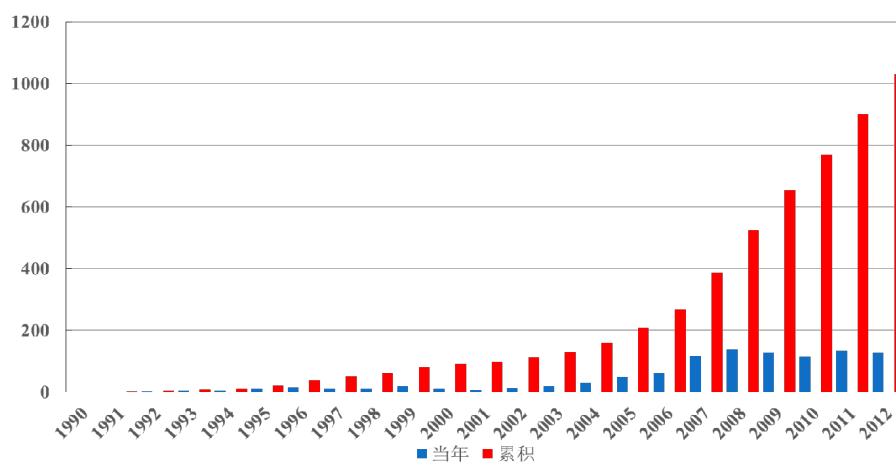


图 3 1990 年-2012 年超高压研究性文章数量

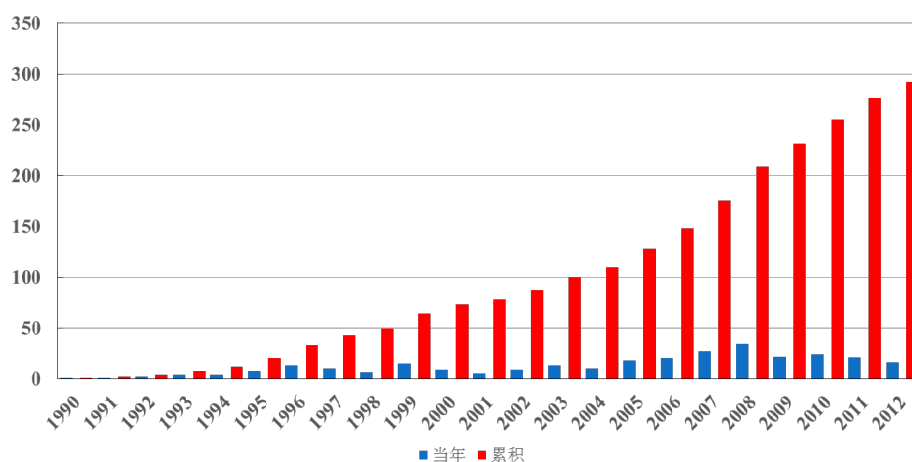


图 4 1990 年-2012 年超高压综述性文章数量

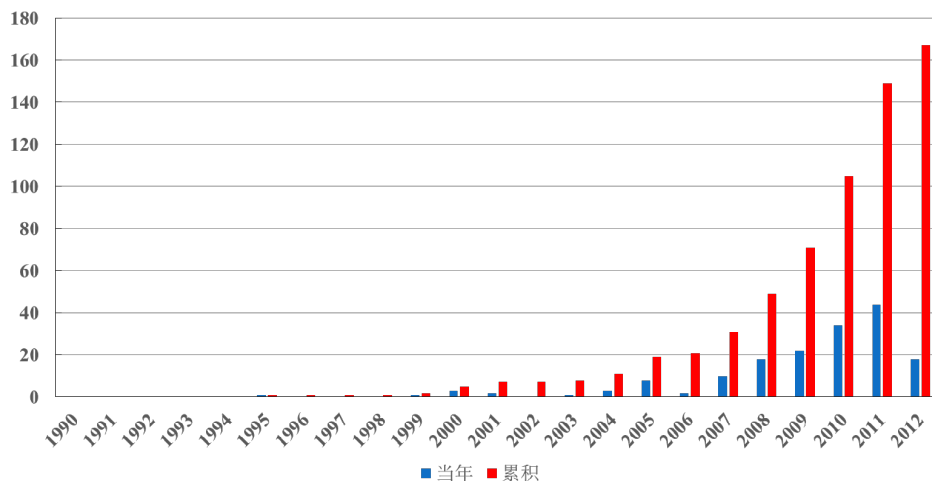


图 5 1990 年-2012 年超高压专利数量

1.4.3 我国具备了该技术商品化的硬件基础。

国外超高压设备制造公司主要包括德国 Multivac 公司、美国 Avure Technologies 公司、西班牙 NC Hyperbaric 公司等公司，这些超高压设备公司从事超高压生产设备的研发、制造和生产，不断改善设备性能，提高了生产效率。1998 年至 2018 年全球超高压生产线数量从 7 台增长到 440 台（图 6），其中美洲占据 57%、欧洲 26%、亚洲 13%和大洋洲 4%

(图 7)。我国超高压加工设备研究起步在“十二五”期间，相较技术更晚，一定程度上制约了该技术的商品化推广。目前我国设备制造公司包括北京速原中天科技股份有限公司、山西力德福科技有限公司、包头科发高压科技有限责任公司等 3 家，近十年来随着我国超高压加工设备制造技术的突破，食品超高压技术的应用得到了进步，我国已有近 20 个公司应用超高压技术，超高压生产线 20 余条。目前，我国具备了该技术商品化的硬件基础。

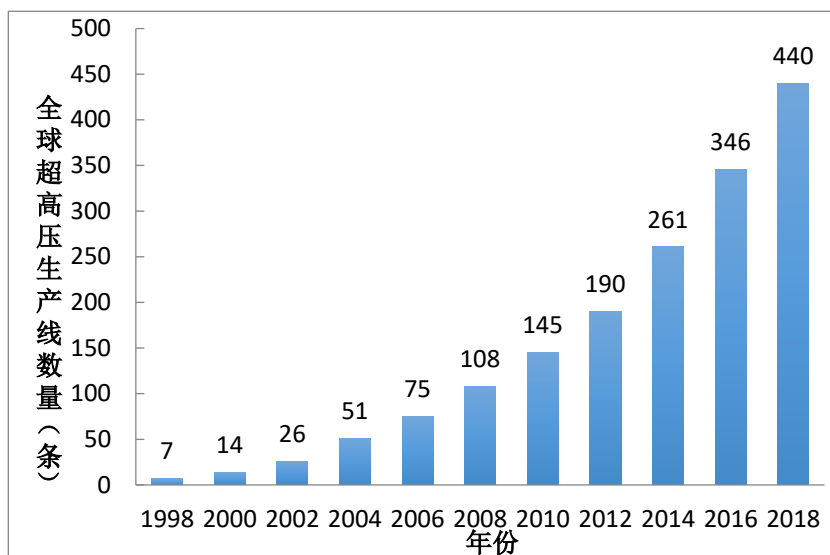


图 6 1998 年-2018 年全球超高压生产线数量增长图

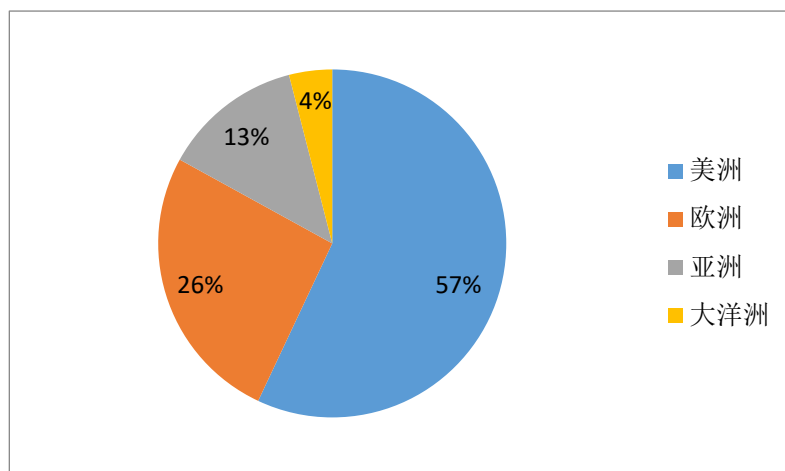


图 7 2018 年全球超高压生产设备全球分布图

1.4.4 标准的缺失严重阻碍我国超高压技术的商业化推广

经过国内外几十年的研究，超高压加工技术已从理论奠基阶段发展到理论应用阶段，应用超高压技术的产品类型已经从起初的果酱涵盖到多种固态食品和液态食品，在果蔬制品、果蔬汁、乳制品、水产品、禽肉制品、调味制品及菜肴等领域广泛应用。目前，我国超高压设备大多应用于果蔬加工、果汁饮料以及研究开发，由 www.hiperbaric.com 可知，全球超高压设备应用于果蔬加工（23%）、禽肉制品（23%）、果汁饮料（21%）、代加工（18%）、海产品（2%）、研究开发（8%）及其他（图8）。

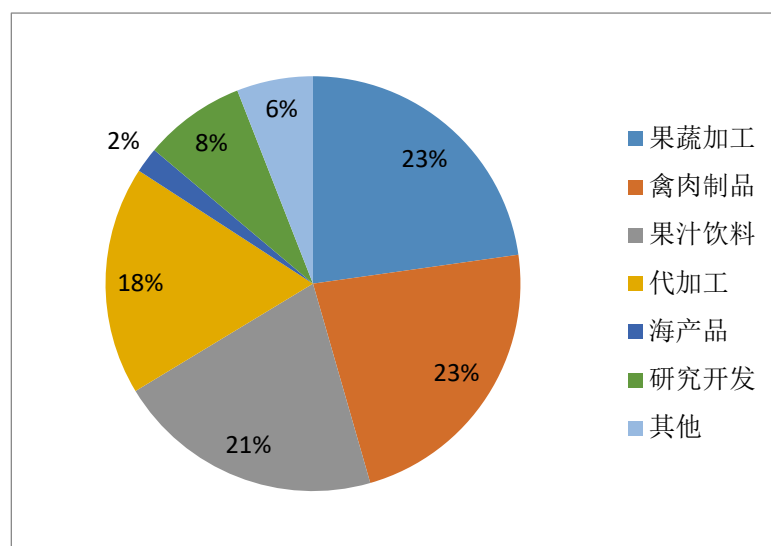


图8 超高压设备应用领域概况

随着超高压食品加工业的初步兴起，新的问题再次出现。这项技术本身门槛较高，部分企业存在购买设备后，操作使用不规范等问题；另一方面，全国的食品监督抽查部门对于新技术的许可度和认知存在差异，

监管水平有差异，超高压加工食品的合规性在一些地方经常受到质疑。目前我国食品超高压加工技术相关法规标准空白，企业无标可依，标准的缺失，严重阻碍超高压技术的在我国的商业化推广。

综上，考虑到发达国家的超高压技术合规化历程和标准现状，我国急需制定相关标准补齐空白。由于超高压技术在欧盟长达二十四年的技术考察期，该技术在食品加工的安全性已被得到了充分的论证。因此，本标准起草组充分借鉴和参考国外发达国家的食品超高压技术合规化证据，对标美国的做法，不再对超高压技术的安全性进行重复论证。将重点放在强调超高压技术应用过程中的质量控制要点。对超高压加工食品的基本条件、加工过程的质量控制管理等进行规范要求。本标准的制定及发布将推动超高压加工技术在我国产业化推广瓶颈、为其它非热加工新技术的商业化应用提供参考依据，促进我国食品加工业的转型升级。

1.5 主要工作过程

1.5.1 成立起草组

2020年4月，中国农业大学立即成立了标准起草工作组，启动了标准的编写工作，明确了任务分工，确定了标准编制原则，制定了相应的编制计划。

1.5.2 资料查阅、实地调研

2020年4-8月，起草工作组收集、整理了与超高压技术和超高压食品质量控制相关的资料，并进行分析；2020年8-10月，起草工作组共

调研了 10 余家使用超高压加工技术的食品企业，涉及产品包括果蔬制品、乳制品、海产品、肉制品等，通过会谈、现场参观、问题调查等多种调研形式，梳理了超高压食品加工过程中存在的突出问题。

1.5.3 形成标准草案

2020 年 12 月，起草工作组基于相关标准和资料，在实地调研的基础上，经过多次内部讨论，初步形成了标准草案。

1.5.4 形成标准草案修改稿

2020 年 12 月 24 日，组织召开了《超高压食品质量控制通用技术规范》讨论会。标准起草工作组成员参加了会议，会上逐条讨论标准条文的技术内容，形成一致意见后，确定了标准草案修改稿。

1.5.5 形成标准及编制说明征求意见稿

拟 2021 年 3 月中，组织召开了《超高压食品质量控制通用技术规范》讨论会，讨论标准和编制说明的修改稿，并完善试用报告，形成征求意见稿。

1.5.6 标准征求意见稿向社会公开征求意见

拟 2021 年 3 月中至 5 月中，《超高压食品质量控制通用技术规范》标准征求意见稿向社会公开征求意见。

1.5.7 形成标准以及编制说明送审稿

拟 2021 年 5 月中，起草工作组基于 2 个月的征求意见对《超高压食品质量控制通用技术规范》标准以及编制说明进行修改，形成送审稿。

1.5.8 形成标准以及编制说明报批稿

拟 2021 年 5 月底，组织召开了《超高压食品质量控制通用技术规范》审定会，讨论标准和编制说明的送审稿，形成报批稿。

1.5.9 标准报批稿向社会公开征求意见并报批

拟 2021 年 5 月底至 6 月底，《超高压食品质量控制通用技术规范》标准报批稿向社会公开征求意见。按照后续报批要求准备材料并报告。

二、标准编制原则

本标准秉承与相关标准协调一致和科学适用性、先进性、经济性的原则，以保障食品质量为准则，在借鉴国内外相关标准、资料以及已有经验的基础上，综合考虑我国超高压食品生产过程实际情况，反映科学技术的先进成果和先进经验。项目组对使用超高压食品加工技术的企业进行实地考察，从中总结出适合超高压食品质量控制的通用技术规范并起草标准。

在标准的制定过程中严格遵循国家有关方针、政策、法规和规章，标准的编写规则及表述按照 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则第 1 部分：标准的结构和编写规则的要求》的要求编写。在标准制定过程中力求做

到：技术内容叙述正确无误；文字表达准确、简明、易懂；标准的构成严谨合理；内容编排、层次划分等符合逻辑与规定。

三、标准主要内容的确定

本标准分为范围、规范性引用文件、术语和定义、基本条件要求、加工过程的质量控制要求、质量控制的管理要求等六部分内容。

3.1 范围

该部分主要对《超高压食品质量控制通用技术规范》标准的主要内容和适用范围进行了规定。

本标准规定了超高压食品相关术语和定义、基本条件要求、加工过程的质量控制要求以及质量控制的管理要求。本标准适用于超高压食品加工企业生产过程的质量控制。适用于液态食品和固态食品。

3.2 规范性引用文件

该部分列出了标准中规范性引用的标准清单。

GB/T 24616 冷藏、冷冻食品物流包装、标志、运输和储存

3.3 术语和定义

该部分主要对“超高压加工技术”、“超高压食品”和“超高压循环”定义进行了阐释。参考《High Pressure Processing of Food Principles, Technology and Applications》、《Department of Primary

Industries, food authority 2016 版》等书籍以及国内外相关文献中“超高压加工技术”的定义，明确“超高压加工技术”、“高静压加工技术”是等效概念。

将“超高压加工技术”定义为将食品或食品原料置于高压（ ≥ 100 MPa）作用下处理，处理过程包括升压、保压和卸压。

将“超高压食品”定义为经过超高压加工后的食品称为超高压食品。将“超高压循环”定义为食品经过一次超高压加工技术处理的过程。

3.4 基本要求

结合我国超高压加工技术在食品中的生产实践，参照国内外相关文献，该部分对超高压设备安装场地要求、传压介质的要求、超高压设备要求及包装材料要求等基础要求进行了规定。

3.4.1 设备安装场地要求

超高压设备自重大（商业化大型超高压设备自重普遍在 30-50 吨）、生产过程精度要求高，但部分企业并没有重视地基和地面的施工，致使设备安装后出现地面下沉、无法调平、部件震动等问题，大大降低了设备运行的稳定性，直接影响生产效率，因此标准规定“超高压设备应放置生产车间一层，车间地基和地面应根据设备重量和制造厂家对地基及地面的要求进行施工。”

超高压加工方式不同于热加工方式，属于半连续过程，这样未加工食品在进行超高压处理前需要在车间存放一定时间。若车间环境温度过

高，则会导致未加工食品（特别是需要冷藏或冻藏的食品）出现微生物增殖、品质劣变等问题，直接损害产品质量。因此，在食品进行超高压加工过程中需要对车间环境温度进行控制。因此本标准规定“超高压设备所在车间的环境温度应保持加工食品品质的稳定，不高于 20℃并保持相对稳定。”

3.4.2 传压介质的要求

在大型商业化超高压设备中，目前用来传递压力的传压介质为水。由于食品在超高压处理前均已进行了密封包装，因此对食品进行超高压加工的过程中，传压介质不会直接与食品接触。因此规定“传压介质应与食品接触，不影响食品品质。”

超高压加工过程中，压力增加会产生压致升温现象，进而使传压介质的温度升高，而介质温度过高又会导致食品品质劣变、设备密封系统部件的寿命降低等问题。因此，为了保障超高压加工过程中产品的质量 and 设备的稳定性，在制标单位多年研究积累以及企业生产实际情况调研的基础上，本标准规定“传压介质温度范围应 5-10℃”。

传压介质是循环利用的，在超高压加工过程中，油脂、颗粒、碎屑等杂质可能会附着在包装外层，随产品进入到超高压处理釜中，从而污染传压介质，进而破坏设备高压舱体、密封圈、增压器、单向阀等组件，致使设备出现故障、降低使用寿命。因此，本标准规定“每次超高压处理后传压介质应经过净化后再循环使用。”

3.4.3 超高压设备要求

超高压处理中压力水平的维持是加工的首要因素，关系到能否达到预期杀菌效果、保证食品安全、延长食品货架期。在超高压加工中，保压过程是压力水平维持的直接表现。如果保压过程中压力出现明显损失，则压力水平无法维持，也即无法达到预期加工目的。因此，我们对维持压力水平进行了规定“超高压设备运行稳定、正常，保压过程中 5 min 内压力损失低于 10%”。

此外，超高压设备的油路、水路和密封件是实现升压、保压和卸压的先决条件，因此必须要保障“超高压设备的油路和水路畅通，满足超高压加工处理的要求”，且“超高压密封件应完好、无破损”。

为保障超高压食品品质，本标准还对设备使用的润滑油以及处理舱不锈钢进行了规定：“润滑油应为食品级。处理舱应为食品级不锈钢”。

3.4.4 包装材料要求

食品包装材料性能及结构的改变会影响食品的质量。超高压处理中要求产品包装材料为柔性，并且不能出现物质迁移、机械和阻隔性能下降的问题，但现有企业对此重视不足，包装破损、断裂、透氧和透水增加等问题时有发生，严重影响了产品质量。

包装材料首先要符合国家相关标准要求。其次，考虑到超高压处理过程会使包装材料发生“增压-缩小体积，卸压-恢复体积”的形变，因此包装材料应有足够的柔软性和弹性去适应这一体积的变化。而软塑料由于具有较好的弹性和柔性，更适合作为超高压食品的包装材料。因此，本标准规定“包装材料应有足够的柔软性和弹性，能满足超高压加工过

程中发生形变的要求，超高压处理后能恢复原状。一般选用合适类型的软塑料为包装材料”。

此外，为改善包装材料的性能，生产商往往会添加一些添加剂，如塑料包装材料中可能添加各种功能型助剂，这些助剂虽然符合国家标准，但是经过超高压处理之后，由于材料结构性能的变化可能会发生化学成分的迁移，从而影响食品质量。因此，本标准规定“包装材料经超高压加工处理后不能发生影响食品品质的化学物质的迁移”。

最后，包装材料的机械性能是塑料力学性能中最重要、最基本的性能之一，同时对加工后的食品品质及后续的储存存在重要影响；由于包装材料具有透氧、透水、透光等特性，会直接影响包装内食品的物理、化学等反应，降低产品质量和货架期，因此包装材料应具有较好的阻隔性能，例如较小的透氧率和透水率等；且包装材料在经过一定的超高压加工处理后，阻隔性能不能改变。因此，本标准规定“包装材料经超高压加工处理后机械性能、阻隔性能、包装完整性不改变。”

3.5 加工过程的质量控制要求

基于制标单位多年食品超高压技术研究的积累，结合企业调研结果，进一步明确了加工过程的质量控制要求。具体分为加工前食品的质量控制要求和加工过程的质量控制要求，主要对液态和固态食品加工过程的关键控制参数进行了规定。

3.5.1 加工前食品的质量控制要求

原辅料对超高压加工后的产品质量具有重要的影响，因此“加工前食品的原、辅料应符合相关国家标准或相关规定”。

为保障食品质量，未加工食品的贮存满足冷链物流的温度需求。参考标准 GB/T 28577-2012 《冷链物流分类与基本要求》，其中冷藏温度要求为 0℃-10℃，因此，本标准规定“加工前食品贮存的温度应保持食品品质的稳定。”。

现阶段超高压加工属于半连续过程，加工前产品需要在待加工区等待一段时间，因此要协调统筹好超高压加工过程，避免未加工食品在待加工区的长时间存放，从而影响产品质量。本标准规定“应统筹调度加工前食品从贮存场所到待加工区的转运，避免食品在待加工区的长时间存放”。

3.5.2 加工过程的质量控制要求

① 总体要求

目前大部分企业对食品超高压加工过程的工艺参数设置较为单一，并没有根据所加工食品的种类、理化性质、品质要求等进行分类精确控制，这就直接影响了超高压加工食品的质量；同时还造成压力、时间和循环数的过度使用，出现设备故障率增加、生产过程延长、能耗增加等问题，直接影响了企业的生产效率。因此，本标准规定“超高压加工前应确认不同食品的超高压加工工艺参数，并形成文件加以控制。根据工艺参数要求，对生产过程实施控制，并有过程控制记录。按照节能降耗

的要求，在保障质量的前提下，合理控制超高压加工的压力、时间和循环数”。

此外，企业目前对超高压加工的参数范围仅关注了压力、保压时间和处理温度，对升压速率和卸压速率并没有重视。而经过我们前期的研究以及对现有文献的调研发现，更大的升压和卸压速率能够提高杀菌效果、缩短处理时间、提高加工效率，因此，本标准规定“根据设备性能，超高压加工时升压和卸压速率设置为最大”。

表 1 不同升压、卸压速率对杀菌效果的影响

菌种名称	参考文献	升压速率 /(MPa/s)	卸压速率 /(MPa/s)	结论
无害李斯特菌	Herdegen, 1998	0.83	6.7	快速升压结合慢速降压杀菌效果好
		0.76	0.83	
大肠杆菌	Syed, 2013	11.4	3.6	快速升压杀菌效果好，慢速卸压杀菌效果好
		1.3	3.6	
		3.6	2.6	
		3.6	12.9	
金黄色葡萄球菌	Syed, 2013	33	28	快速升压杀菌效果好，慢速卸压杀菌效果好
		5	28	
		10	70	
		10	5	
紫甘薯汁中的天然菌群	王永涛, 2013	1	小于 3s	快速升压效果好
		2		
大肠杆菌、沙门氏菌、绿脓假单胞	Noma, 2002.	-	约 1ms	快速卸压杀菌效果好
	Noma, 2004		大于 30s	

菌、副溶血性弧菌				
嗜热芽孢杆菌	Hayakawa, 1998	-	1. 3ms-1. 75ms	快速卸压杀菌效果好

② 加工过程的关键控制参数要求

本标准将超高压技术在食品中的应用合理细分为液态食品和固态食品，规范了超高压加工的参数设置，明确了经过超高压加工后食品运输和储运条件需要满足冷藏或冷冻食品要求。

基于制标单位对液态食品超高压加工多年研究的累积（见表 2），发现对于果蔬制品（果蔬汁、泥、浆及酱等）、乳及乳制品、液态或酱态调味料等食品，处理压力宜为 400~600 MPa，处理时间为 ≤ 8 min，处理温度宜为 5℃-10℃，食品温度不超过 10℃，环境温度不超过 15℃。能够在达到加工效果的同时下最大限度保持食品的品质。但每种食品的处理条件应根据食品 pH、货架期和品质要求来优化超高压加工参数。此外，由于冷冻产品贮存的环境温度低，更有利于保持食品品质，因此可适当降低处理压力；而冷藏产品贮存环境温度相对较高，因此可通过提高压力处理水平来达到保持食品品质的目的。

因此，本标准规定液态食品包括：“食品组织形态为液态或酱态，以冷藏或冷冻贮藏为主，如果蔬制品（果蔬汁、泥、浆及酱等）、乳及乳制品、液态或酱态调味料等，生产企业应根据食品 pH、货架期和品质要求优化超高压加工参数”。

表 2 制标单位有关液态食品超高压加工应用的学位论文汇总（代表性）

姓名	研究课题名称	研究内容	超高压加工参数
曹霞敏	超高压对草莓汁主要品质及包装材料的影响	对草莓制汁品种进行了评价,研究了超高压技术对草莓汁品质和包装材料的影响,开发了草莓汁超高压加工新工艺,并筛选了适宜的包装材料	550 MPa/5 min
黄文书	汁用杏筛选与超高压加工特性的研究	采用超高压技术对杏汁进行处理,考察超高压处理对杏汁中微生物和品质的影响及贮藏过程中的变化。	500 MPa/5 min
刘凤霞	基于超高压技术 芒果汁加工工艺与品质研究	首先对芒果制汁品种适宜性进行筛选,结合超高压和蒸汽热烫技术研究不同处理对芒果关键内源酶和品质的影响,从而开发 HHP 芒果汁加工新工艺,并对 HHP 和高温短时芒果汁品质进行了系统研究。	600 MPa/1 min
赵靓	二氧化碳辅助超高压对大肠杆菌和金黄色葡萄球菌的杀菌研究	研究二氧化碳辅助超高压对 <i>E. coli</i> 和 <i>S. aureus</i> 的杀菌效果,并通过从细胞水平和分子水平分析了可能杀菌机制,最后将其应用于黄瓜汁和苹果汁自然菌群的杀灭。	500 MPa/5 min 600 MPa/3 min
高歌	超高压技术在红柚汁加工与柚皮果胶提取中应用研究	通过对不同品种加工特性评价,选择适合制汁的品种,研究 HPP 不同处理条件对体系内微生物及关键品质的影响,开发了红柚汁 HPP 加工新工艺。同时,对 HPP 和 HTST 处理前后红柚汁 4 和 25° C 贮藏期间品质进行比较分析。	550 MPa/5 min
王永涛	超高压对紫甘薯汁杀菌、安全性及品质影响研究	通过加工品种适宜性的筛选,将超高压技术和传统热烫技术相结合,开发了超高压紫甘薯汁。研究了超高压对紫甘薯汁中自然菌群的杀灭效果及对微生物细胞形态、结构和膜通透性的影响,评价了超高压紫甘薯汁的安全性,并研究了超高压紫甘薯汁品质的变化	600 MPa/2.5 min
胡晓彤	超滤与超高压技术相结合对库尔勒香梨汁品质影响	随后利用 HHP 技术对香梨清汁进行杀菌处理,比较了 HHP、HTST 处理对香梨清汁品质的影响,测定了香梨清汁在 4°C 贮藏 56 d 期间品质的变化。	500 MPa/8 min
潘少香	超高压加工技术对姜汁杀菌	论文研究了 HHP 和 HTST 处理前后生姜汁微生物指标、基本理化指标和营养指标的变化以及 4°C 和常温贮藏条件下 HHP 和 HTST 处理的生姜	500 MPa/8 min

	及品质影响	汁基本理化指标和营养品质指标的变化。	
林甜甜	超高压对甜橙彩椒汁品质的影响	对甜橙彩椒汁进行超高压处理和高温短时处理,对比了两种杀菌处理方式对甜橙彩椒汁微生物、品质和感官评价的影响。并进一步分析了超高压处理和高温短时处理甜橙彩椒汁贮藏期间微生物和品质的变化。	550 MPa/5 min
姜云栋	超高压对蜂蜜杀菌及品质影响的研究	研究了超高压处理和热处理对蜂蜜的杀菌和品质影响,利用电子鼻、电子舌和气相质谱研究超高压和热处理对蜂蜜的品质及风味的影响,并进而研究了经过超高压和热处理的蜂蜜在储藏期内品质的变化	400 MPa/5 min
冯若怡	超高压杀菌技术在牛奶生产中应用的可行性研究	通过单独超高压对牛奶中特定微生物及自然菌群杀灭效果的研究筛选出最佳单独超高压杀菌条件。并以传统巴氏杀菌为对照,研究单独超高压和巴氏+超高压处理对牛奶微生物及品质的影响以及贮藏期间的变化,从而系统评价超高压杀菌技术在牛奶生产中应用的可行性。	500 MPa/5 min

基于制标单位对固态食品超高压加工多年研究的累积（见表 3），发现对于肉制品（火腿切片）、水产品、菜肴（即食菜肴、调理后半成品菜肴等）等食品，处理压力宜为 300-600 MPa，处理时间为 ≤ 10 min。处理温度应为 5℃-10℃，食品温度不超过 10℃，环境温度不超过 15℃。能够在达到加工效果的同时最大限度保持上述食品的品质。但每种食品的处理条件应根据食品货架期和品质要求来优化超高压加工参数。此外，由于冷冻产品贮存的环境温度低，更有利于保持食品品质，因此可适当降低处理压力；而冷藏产品贮存环境温度相对较高，因此可通过提高压力处理水平来达到保持食品品质的目的。

表 3 制标单位有关液态食品超高压加工应用的学位论文汇总（代表性）

姓名	研究课题	研究内容	超高压加工参数
姚佳	超高压下莴笋质构的变化及机制研究	研究了超高压下鲜切莴笋质构的变化,从细胞形态变化,细胞膜的机械破坏和氧化损伤、细胞壁果胶理化性质变化三个方面阐明了超高压对莴笋质构的影响机制,为超高压技术在鲜切蔬菜中的应用提供了理论基础。	550 MPa/1-10 min
苏宇	超高压对炖牛肉货架期品质及安全性的影响	本实验将超高压技术(HHP)、温压结合技术(PATS)与巴氏热杀菌技术应用于炖牛肉,对比不同的杀菌方式对炖牛肉在储藏期间的感官品质以及食用安全性的影响。	550 MPa/10 min
杨玎玲	超高压对牛肉微生物以及品质影响的研究	研究超高压杀菌技术对牛肉的理化指标如pH、色差、脂肪氧化值、质构以及风味等的影响。此外,对超高压处理后制成的熟牛肉制品进行感官测评,并研究超高压对牛肉蒸煮损失率、持水力、各种营养成分以及对质构的影响。	600 MPa/10 min
刘俊梅	不同杀菌方式对半成品菜肴风味影响的研究	论文以胡萝卜片和猪肉片为代表的中式菜肴半成品为研究对象,比较研究了超高压、热辅助超高压杀菌和巴氏杀菌技术对胡萝卜片和猪肉片挥发性芳香组分的影响以及产品贮藏期间(4℃, 60 d)香气成分的变化。利用电子舌技术研究了不同杀菌处理的胡萝卜和猪肉产品其贮藏期品质变化。	550 MPa/10 min
魏恩慧	PATS 杀菌松花菜炒肉货架期预测及其品质控制研究	以中式菜肴松花菜炒肉为研究对象,比较了高静压和热辅助超高压杀菌技术对松花菜炒肉产品中挥发性成分的影响以及产品在4℃贮藏时的主要营养品质变化。通过Weibull Hazard Analysis 预测PATS处理后的产品在不同低温贮藏下的货架期。	550 MPa/10 min
丁国徽	高静压加工南美白对虾的技术与工艺研究	利用HHP技术对其进行脱壳预处理,以脱壳得到的虾仁为第二原料,将其加工成即食酒制虾仁产品,再使用HHP对即食酒制虾仁进行杀菌处理。本文系统研究了HHP脱壳南美白对虾的最佳预处理工艺参数,评价了HHP处理对即食酒制虾仁的杀菌效果和品质的影响。	300 MPa/1 min 550 MPa/5 min
李瑶	高静压加工糟卤虾仁工	本文以鲜活南美白对虾为研究对象,首先根据传统糟制食品的加工方式对糟卤虾仁进行工艺改	550 MPa/10 min

	艺优化	进,再利用 HHP 对糟卤虾仁进行杀菌,系统评价了 HHP 处理对虾仁品质的影响,研究了贮藏期内糟卤虾仁的品质变化。	
黄晶晶	超高压醉虾的加工工艺与芽孢钝化的关系及机理初探	研究 600 MPa 不同保压时间 (0、5、15 min) 的温度结合超高压处理 (PATS) 对枯草杆菌芽孢的钝化效果和机理。	550 MPa/5 min
张璐瑶	气体辅助高静压杀菌对即食调理蔬菜货架期安全及品质影响	本实验将气体结合高静压技术应用于即食调理蔬菜产品,研究二氧化碳-超高压、氮气-超高压与真空-超高压蔬菜产品贮藏期微生物及品质的变化。	550 MPa/1 min
张雅杰	高静压加工技术对莴笋杀菌及品质的影响	以莴笋为研究对象,对比 HHP 与热处理对莴笋杀菌及品质的影响,分析贮藏期内微生物安全及品质变化,并对莴笋色泽稳定方法和有效的护色工艺进行了探索。	550 MPa/6 min
王蓉蓉	高静压对菠菜绿色品质影响的生理机制研究	研究加工和贮藏过程中 HHP 处理绿色蔬菜颜色保持的机制,进而优化和调控,可以为 HHP 技术应用于绿色蔬菜加工提供理论依据	500 MPa/10 min
徐夏昞	超高压处理对白萝卜黄变影响的研究	提取、分离了超高压处理、传统热处理、温压协同处理后黄变白萝卜(以及常见的白色蔬菜莲藕、冬瓜、白菜)中的黄色素、硫苷体系(硫苷、Vc、L-Trp)生成的黄色素,对高压和热的作用进行比较,并定性分析了超高压硫苷体系中黄色素的成分。	500 MPa/1 min
李晶钰	超高压对剁辣椒品质的影响	对比了 3 种杀菌处理方式对剁辣椒微生物品质和感官品质的影响,优选出对感官品质影响较小的杀菌条件为 500 MPa/5 min (HPP 处理组),并采用以上处理条件,进一步分析了 HPP 处理剁辣椒贮藏期内微生物和品质指标的变化。	500 MPa/5 min
张晶	高静压对小米粉、绿豆粉及其淀粉性质和风味成分影响的研	探讨不同高静压处理对小米粉、绿豆粉及淀粉颗粒结构、糊化及流变特性和挥发性风味成分的影响;探讨高静压淀粉糊化的机理和高压变性淀粉的应用前景;并探讨蛋白、脂肪包裹对淀粉高压变性的抵抗作用。	300-600 MPa/1-10 min

	究		
刘璐璐	超高压处理对大蒜重要品质影响及新产品开发研究	研究了不同超高压处理对大蒜风味、蒜氨酸酶活、大蒜素含量及生物活性的影响，定性分析了大蒜硫醚类物质含量与蒜氨酸酶活、抑菌及抗氧化活性变化之间的关系，并对超高压脱臭蒜泥产品进行开发，为超高压用于低蒜味、较高生物活性的大蒜产品开发提供理论依据和技术支持。	500 MPa/10 min

综上，液态食品和固态食品的处理压力、时间、温度以及超高压循环次数具体规定见表 4:

表 4 液态食品和固态食品超高压处理的参数设置

食品组织形态	液态食品	固态食品
处理压力, MPa	400~600	300-600
	冷藏产品压力可提高, 冷冻产品压力可降低。	
处理时间, min ≤	8	10
处理温度, °C	5-10	

为维持超高压食品的质量，产品应满足冷链需求，参考 GB/T 28577-2012 《冷链物流分类与基本要求》、GB/T 31605-2020 《食品安全标准 食品冷链物流卫生规范》等，本标准规定“超高压食品应保持新鲜度和食品品质稳定性，尽快进行冷却或冷冻处理。冷却产品中心温度应达到 0℃-4℃；冷冻产品中心温度应达到-18℃及以下”

3.6 质量控制的管理要求

目前没有针对超高压加工有关的人员和过程控制记录做出有效的管理；对超高压设备的维护和维修缺乏足够重视，使得设备停机率较高；对超高压食品储存和运输条件没有统一规范。因此，该部分对人员的要求及管理、过程控制记录、包装、标志、运输和储存进行了规定。

3.6.1 人员管理和要求

① 人员要求

超高压设备在食品加工使用过程中，为保障其安全以及稳定，标准规定“应设置超高压加工过程控制、超高压设备操作和维护的专职人员。”

参考国内现有标准 GB/T 31273-2014《速冻水果和速冻蔬菜生产管理规范》、GB/T 25342-2012《肉制品生产管理规范》、GB/T 25009-2010《蛋制品生产管理规范》、GB/T 29876-2013《非发酵豆制品生产管理规范》等中的人员要求，本标准规定“超高压加工过程控制和超高压设备的专职人员应具有从事食品生产的基本知识，并经过相关专业培训，能够理解和掌握应用超高压加工过程的质量管理体系标准。”

② 人员管理

参考国家标准 GB/T 31273-2014《速冻水果和速冻蔬菜生产管理规范》、GB/T 25342-2012《肉制品生产管理规范》、GB/T 25009-2010《蛋制品生产管理规范》、GB/T 29876-2013《非发酵豆制品生产管理规范》，本标准规定“质量控制应由多种专业人员负责，应包括从事超高压工艺参数制定、生产加工、超高压设备维护、实验室检验、仓储物流管理等的工作人员”。“超高压加工企业应制定年度业务培训计划，组织各部门负责人和从业人员参加各种岗前、在职培训及有关超高压专业知识的学习，并建立培训档案。”

3.6.2 过程控制记录

超高压食品生产过程记录应准确规范，具有可追溯性。参考 GB/T 31273-2014《速冻水果和速冻蔬菜生产管理规范》、GB/T 25342-2012《肉制品生产管理规范》、GB/T 25009-2010《蛋制品生产管理规范》、GB/T 29876-2013《非发酵豆制品生产管理规范》等国家标准，本标准规定“标准应建立并保持记录，以提供符合要求和超高压食品加工质量控制体系有效运行的证据。记录应保持清晰、全面、准确、易于识别和检索。应编制形成文件的程序，以规定记录的标识、贮存、保护、检索、保存期限和处置所需的控制。”

3.6.3 包装、标志、运输和储存

由于经过超高压加工的食品需要使用冷链物流，参考现有国家标准 GB/T 24616-2019《冷藏、冷冻食品物流包装、标志、运输和储存》，本标准规定“超高压食品应满足冷藏或冷冻食品的要求，其包装、标志、运输和储存符合 GB/T 24616。”

四、知识产权情况说明

本标准不涉及专利。

五、采用国际标准和国外先进标准情况

未采标。

六、在标准体系中的位置，与现行相关法律、法规、规章及标准的协调性

本标准适用于超高压食品加工企业生产过程的质量控制管理。与有关的各种基础标准相衔接，遵循了政策性和协调统一性的原则。

七、重大分歧意见的处理经过和依据

本标准制定过程中无重大分歧意见。

八、标准性质的建议说明

本标准并不涉及有关国家安全、保护人体健康和人身财产安全、环境质量要求等有关强制性地方标准或强制性条文等的八项要求之一。因此，建议本标准通过审查后作为推荐性标准发布实施。

九、替代或废止现行相关标准的建议

不涉及。

十、其他应予说明的事项

无。

标准起草小组

2021年3月