

《稳压器设计和制造标准》编制说明

（征求意见稿）

一、工作简况

1、任务来源

中国先进核电标准体系研究课题遵循国务院关于《深化标准化工作的改革方案》(国发[2015]13号), 及国家能源局关于压水堆核电厂标准体系建设的指导思想和原则; 结合我国核电的发展方向, 总结工程实践经验和重大专项科研成果, 兼容并蓄我国既有标准规范、监管体制和工业基础实际以及实践经验; 研究并构建适应我国工业体系、能够满足我国自主化核电建设和技术发展需求、具有自我完善和发展能力的压水堆核电厂的标准体系。

“中国先进核电标准体系研究”分为两个阶段, 第一阶段的执行年限为 2012.1 至 2015.12。课题第一阶段由四个子课题构成, 即 ASME 规范及其应用研究、核电设计、核电设备制造、核电建造与调试。第二阶段将拓展第一阶段的研究, 启动运行和退役标准体系研究, 整合两阶段的研究成果, 研究体系建设平台, 提出体系国际化发展方向和措施, 建立核电经济性评价标准, 从而确保课题总体目标的实现和成果的有效转化应用, 以及明确体系的发展方向。第二阶段执行年限为 2018.1 至 2020.12。

2、主要工作过程

工作过程经历了稳压器标准调研、方案研究、研究报告编制、标准大纲编制、标准草案编制、标准草案评审等阶段, 主要工作过程见表 1。2020 年 4 月 26 日, 上海核工程研究设计院有限公司组织各参编单位通过网络会议的形式召开了编制组内部讨论会, 与会专家对标准初稿进行了认真的讨论, 积极提出建议和意见。标准编制组根据讨论意见, 对标准初稿进行了修改, 形成了“标准征求意见稿”。

表 1 各阶段主要情况

阶段	时间	工作内容	备注
调研	2018.1~2018.3	调研国内外压水堆核电厂稳压器的特点和设计制造标准。	已完成
方案研究	2018.3~2018.12	稳压器设计与制造标准融合方案研究	已完成
研究报告	2018.6~2018.12	稳压器设计与制造标准融合研究	已完成
标准大纲	2018.11~2018.12	编制稳压器设计与制造通用标准大纲	已完成

标准草案	2019.1~2019.8	编制稳压器设计和制造通用标准 草案	已完成
标准草案评审	2019.8~2019.9	对标准草案进行评审	已完成
征求意见稿	待定	完成稳压器设计和制造通用标准 征求意见稿	
送审稿	待定	完成稳压器设计和制造通用标准 送审稿	
报批稿	待定	完成稳压器设计和制造通用标准 报批稿	

3、主要参加单位和工作组成员及其所作的工作等

主要参编单位和工作组成员见表 2。

表 2 稳压器通用标准参编单位和工作组成员

上海核工程研究设计院有限公司	上海电气核电设备有限公司	东方电气（广州）重型机器有限公司	哈电集团重型装备（秦皇岛）有限公司
王振锋，王弘昶，梅乐，李晨，曹雄，王秉熙，姚俊俊，刘畅，李煜，李辉，张俊宝，邓晶晶	袁亚兰，杨媚，李双燕	梁华，阳淇合	王立辉，杨玉丽，袁晓宝

二、标准编制原则和主要内容

1、标准编制原则

本标准的修订符合核电行业设备可靠性评价方法发展的原则，本着先进性、科学性、合理性和可操作性的原则以及标准的目标、统一性、协调性、实用性、一致性和规范性原则来进行本标准的制定工作。

（1）科学性

本标准采用承压容器业界和核电行业已广为认同和接受的成熟的知识体系、方法经验、实践成果作为标准内容的基础，保证标准内容的技术成熟性。针对不同堆型、不同技术路线的设备设计要求，进行分析、比对、提炼、总结，提出融合方案，保证通用标准的广泛适用性。本标准采纳已被长期实践证实行之有效的工程经验和产业特点，包括我国核电重大装备制造业的产业分工特点，结合科研成果，保持其连续性，体现具有中国自主知识产权的技术内容。

（2）实用性

本标准基于安全目标的设备建造要求，通过涵盖设备的设计、制造、检验、

包装、储运各个环节的主要技术要求，达成对具体设备建造活动的指导性。核承压设备统一规范标准体系分为三个层次，分别为统一规范、通用标准与共性专篇、堆型专用设备标准。通用标准与共性专篇在统一规范标准体系中起到承上启下的作用，作为特定承压设备面向功能目标的完整的建造要求，与统一规范互为依托、互为补充、共建体系。

本标准设计部分基于秦山一厂和 CAP 系列稳压器的设计特点及总结提炼的压水堆核电厂稳压器设计经验进行编写，并融合了 M310 和华龙一号稳压器。制造部分主要由国内三家具有稳压器制造经验的制造厂编写，制造厂总结不同堆型稳压器的制造要求，并进行融合，最后将通用的要求写入标准。

2、标准主要内容的依据

2.1 标准章节

本标准编写的格式遵从 GB/T 1.1-2009 的要求。

2.2 主要技术内容说明

2.2.1 材料

5.1节提出了稳压器零部件材料的总体要求，参考了核电项目的经验，包括选材要求、规范要求和钴含量等相关要求。

5.2节对稳压器母材提出了要求。为使标准具备较好的通用性，5.2节主要介绍稳压器主要零部件包括承压壳体、紧固件等的选材通用要求和推荐的材料牌号，推荐的材料标准和牌号，以资料性附录的形式给出。根据材料化学成分，依据 GB/T 221.1中的命名规则确定材料牌号。

5.3节对稳压器用主要焊接材料提出了要求。为使标准具备较好的通用性，主要介绍稳压器用主要焊接材料的选材要求和推荐焊接材料型号，并以资料性附录的形式给出。

5.4节对存档材料的设置类型、数量、热处理和无损检测等提出了要求。

5.5节规定了稳压器制造过程中的禁用材料。

2.2.2 设计

6.1节给出了稳压器设计的通用要求，包括总体要求、性能要求和其它要求。总体要求主要考虑了核电厂运行过程中对稳压器的要求；性能要求包括喷雾器和电加热器的设计要求；其它要求主要考虑布置、电加热器接线和防热冲击要求。

6.2节给出了稳压器结构设计要求。本节在核岛机械结构设计建造统一规范的基础上，结合国内三代核电实践的经验，对稳压器主要结构（包括封头、筒体、接管安全端、人孔垫片等）的常规结构设计提出了通用的要求。其中核岛机械结构设计建造统一规范中不包括人孔盖板的计算，本标准中给出了人孔盖板的计算，公式参考自 ASME BPVC 第 VIII 卷第 2 分篇，其余承压壳体的壁厚及开孔补强等

核1级承压设备通用的要求主要引用核岛机械设备设计建造统一规范，不再重复具体的条款。

6.3节提出了电加热器设计要求。

6.4节提出了对喷雾器的设计要求。

6.5节提出了稳压器的分析法设计的要求。

稳压器采用分析法设计。设计时，采用规则设计确定稳压器的初步结构尺寸。规则设计不能独立完成的设计(如疲劳分析、复杂几何形状和载荷情况)，可以用分析法设计来补充完成。分析法设计是以详细的应力分析为基础的设计方法，计算采用的方法是以线性的应力-应变本构关系为基础的线弹性理论，即无论计算应力是否超过材料的屈服限，始终采用线弹性应力-应变关系求得“弹性名义应力”或称为“虚拟应力”，同时借用塑性理论中的基本概念与结论，用塑性理论准则对弹性名义应力进行评定。分析法设计的基本思想是适当考虑材料的塑性行为对结构强度的影响，从应力分类到各种使用限制，充分挖掘了材料的塑性潜能，从而使设计更合理。

稳压器分析法设计应满足核岛机械设备设计建造统一规范的要求，对于核岛机械设备设计建造统一规范规定的内容，采用引用核岛机械设备设计建造统一规范的规定。对于核岛机械设备设计建造统一规范未规定的要求，如试验载荷、运输载荷等内容在本标准中规定。

2.2.3 制造

第7章中对稳压器完整的制造过程提出了具体的要求。

7.1节对稳压器的制造提出了总体要求，并明确对原设计修改的相关规定。

7.2节对稳压器的机加公差、螺纹尺寸及公差等提出了要求。

7.3节对稳压器的装配、对中提出了要求，其中对电加热器套管与下封头的装配允许使用间隙配合或过盈配合。

7.4节对稳压器的焊接、焊接工艺评定和焊工技能评定提出了要求，同时规定了焊接返修的要求。

7.5节对稳压器产品焊接及热处理提出了要求，除了引用T/CNEA XXX.3-XXXX《压水堆承压部件 焊接 第3部分：产品焊接》的相关要求外，还结合国内核电设计和制造工程经验，给出了稳压器制造过程中焊接返修的要求。

7.6节对稳压器的焊接见证件设置提出了要求，结合国内核电设计和制造工程经验，给出了稳压器推荐设置的焊接见证件。

7.7节对稳压器的清洁和清洁度提出要求，稳压器清洁度按B级执行。

7.8节对稳压器制造过程中和水压试验过程中的无损检验提出了要求。

7.9节提出了对稳压器水压试验的要求，具备规定了水压试验的总体要求、试验水质、压力表、试验压力、试验温度和升压、降压速率和检查等内容。

7.10节提出了电加热器的电阻和绝缘电阻测量要求。

7.11节提出了稳压器制造过程中及制造完成后的标识与标记要求。

7.12节提出了稳压器铭牌需包含的内容要求。

7.13节提出了稳压器的清洁、包装、运输和贮存要求。其中，结合核电制造经验引用GB/T 191《包装储运图示标志》作为包装标识要求。在贮存章节，结合国内核电的经验反馈，贮存等级按C级要求。

3、解决的主要问题

目前，国内核电设备标准体系主要为 ASME 体系与 RCC-M 体系，设备设计与制造单位执行标准尚未统一。本标准是中国先进核电标准体系的一部分，皆在统一 ASME 体系与 RCC-M 体系规范标准的基础上，结合国内设计与制造经验，形成稳压器设计与制造标准。本标准的编制将实现稳压器设计与制造标准的统一。

三、主要试验（或验证）情况

无。

四、标准中涉及专利的情况

本标准不涉及专利问题。

五、预期达到的社会效益、对产业发展的作用等情况

本标准的制订具有良好的社会效益，将统一核设备设计与制造标准、降低制造成本、推动设计与制造的发展，并有利于国内核能行业设计与制造行业形成合力，引领技术进步。

通过标准技术接轨，建立标准比对基础，创造国际间标准互认条件，体现标准包容性，为促进核电产品走出去创造积极的条件。

六、与国际、国外对比情况

中国先进标准核承压设备统一规范标准体系分三个层次：统一规范、通用标准与共性专篇、堆型专用设备标准。统一规范主要统一 ASME 第 III 卷与 RCC-M，实现两个标准体系之间的包容与统一；本标准无直接比对的国内外标准，属于标准创新内容。稳压器压力边界引用统一规范，并结合国内设计与制造经验，针对稳压器具体结构形成稳压器设计与制造标准。

七、在标准体系中的位置，与现行相关法律、法规、规章及标准，特别是强制性标准的协调性

在制定和实施压水堆核电厂稳压器设计和制造标准时，应遵循国家现行法律、法规和相关标准的规定。现行法律、法规和相关标准见表 3。

表 3 现行法律、法规和相关标准

名称	施行时间	备注
中华人民共和国放射性污染防治法	2003 年 10 月 1 日	法律
中华人民共和国核安全法	2018 年 1 月 1 日	法律
中华人民共和国原子能法（征求意见稿）	待定	法律
中华人民共和国民用核设施安全监督管理条例	1986 年 10 月 29 日	法规
民用核安全设备监督管理条例	2018 年 1 月 1 日	法规
民用核安全设备焊接人员资格管理规定	2020 年 1 月 1 日	部门规章
民用核安全设备无损检验人员资格管理规定	2020 年 1 月 1 日	部门规章
核岛机械设施设计建造统一规范	待定	上层标准

八、重大分歧意见的处理经过和依据

无。

九、标准性质的建议说明

建议本标准的性质为团体标准。

十、贯彻标准的要求和措施建议

贯标的对象主要是核电厂营运单位、核电厂设计院、核电厂技术支持研究院所和核安全监管单位等。可采取会议、集中学习或网上宣传等贯标措施。

标准发布后，上海核工程研究设计院有限公司将配合中国核能行业协会组织行业召开标准宣贯会，开展培训活动，促进该标准更好的贯彻实施。

十一、废止现行相关标准的建议

无。

十二、其他应予说明的事项

无。