

国际海洋能开发利用 技术标准与规范研究

张中华 王海峰 李拓晨 刘玉新 等 编著



海洋出版社

国际海洋能开发利用 技术标准与规范研究

张中华 王海峰 李拓晨 刘玉新 等 编著

海洋出版社

2016 年·北京

图书在版编目(CIP)数据

国际海洋能开发利用技术标准与规范研究 / 张中华等
编著. —北京: 海洋出版社, 2016. 12

ISBN 978 - 7 - 5027 - 9682 - 2

I. ①国… II. ①张… III. ①海洋动力资源 - 技术标准 -
研究②海洋动力资源 - 技术规范 - 研究 IV. ①P743 - 65

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 012134 号

责任编辑: 郑跟娣 钱晓彬

责任印制: 赵麟苏

海洋出版社 出版发行

<http://www.oceanpress.com.cn>

北京市海淀区大慧寺路 8 号 邮编: 100081

北京朝阳印刷厂有限责任公司印刷 新华书店经销

2016 年 12 月第 1 版 2016 年 12 月北京第 1 次印刷

开本: 787 mm × 1092 mm 1/16 印张: 8.5

字数: 121 千字 定价: 38.00 元

发行部: 62132549 邮购部: 68038093 总编室: 62114335

海洋版图书印、装错误可随时退换



前 言

随着社会经济的发展，科学技术突飞猛进，技术标准越来越被人们所关注。从技术标准的源头——技术标准的形成机制着手深入探究海洋能技术特征决定的不同产业发展路径，对促进我国海洋能产业发展具有重要意义。技术标准已成为国际海洋能产业竞争的重要手段，要尽快完善国家技术标准体系，改变我国技术标准滞后，特别是高技术领域标准受制于人的状况。随着世界经济一体化、全球化的发展，加之交通、通信技术的突飞猛进，大大缩短了竞争者之间的距离，整个地球成为了一个名副其实的地球村，这在很大程度上为竞争的加剧创造了有利的条件，同时也对我国海洋能技术发展提出了新的要求。技术上落后并不代表企业将失去市场机会，技术落后企业可以通过构建技术标准，扭转劣势地位。由此可见，技术标准在新经济中的地位举足轻重。

目前我国的海洋能开发利用标准数量甚少，为了促进我国海洋能技术的发展，为我国海洋能标准的制定提供基础与参考，迫切需要研究国际组织和海洋能发展先进国家制定的海洋能标准，提出把海洋能国际标准转化为我国标准以及完善我国海洋能技术标准的策略建议。为此，2012年海洋可再生能源专项资金设立了《海洋能开发利用技术标准与规范成果整合与集成》项目(项目编号：GHME2012ZC04)，开展国际海洋能开发利用技术标准与规范研究。为此，我们在收集整理分析了国内外海洋能开发利用技术和标准规范制定现状的基础上，完成了这项工作。

参与本书编写工作的有张中华、王海峰、李拓晨、刘玉新、薛彩霞、吴迪、唐久婷、李芝凤、徐春红、王萌、陈绍艳、张多、麻常雷、高艳波、

王冀、陈利博等人。在编写过程中，我们参考利用了专家学者们的许多成果和意见，同时得到了夏登文、齐连明、王项南、李彦、王鑫等领导的大力支持与指导，在此予以致谢。

由于该领域研究资料稀缺，加之我们研究的时间和水平有限，书中错误和遗漏难免，希望读者批评指导。

编 者

目 录

第1章 引 言	1
1.1 研究背景	1
1.2 本书的主要内容	4
1.3 本书的结构	4
1.4 本书的研究方法及创新与意义	5
1.4.1 研究方法	5
1.4.2 创新与研究意义	6
第2章 技术标准分类及海洋能技术标准演变趋势	7
2.1 技术标准分类及其特点	7
2.1.1 技术标准的定义	7
2.1.2 技术标准的分类	8
2.1.3 技术标准的特点	9
2.2 海洋能技术标准的发展阶段	11
2.2.1 海洋能技术标准发展萌芽	11
2.2.2 海洋能技术标准的探索阶段	12
2.2.3 海洋能技术标准的繁荣时期	13
2.3 海洋能技术标准演变趋势	14
第3章 国外海洋能开发利用技术与标准现状	17
3.1 国外海洋能开发利用战略	17

3.1.1	国外海洋能开发利用概述	17
3.1.2	国外海洋能开发利用的国家战略	20
3.2	国外海洋能开发利用技术现状	25
3.2.1	国外潮汐能开发利用技术现状	25
3.2.2	国外潮流能开发利用技术现状	28
3.2.3	国外波浪能开发利用技术现状	30
3.2.4	国外温差能开发利用技术现状	34
3.2.5	国外盐差能开发利用技术现状	35
3.3	国外海洋能技术标准现状及发展趋势	36
3.3.1	国外海洋能技术标准现状	37
3.3.2	国外海洋能技术标准主要内容	41
3.3.3	国外海洋能技术标准发展趋势	53
第4章	我国海洋能开发利用技术与标准现状	56
4.1	我国海洋能资源状况	56
4.2	我国海洋能开发利用技术现状	64
4.2.1	我国潮汐能开发利用技术现状	64
4.2.2	我国潮流能开发利用技术现状	70
4.2.3	我国波浪能开发利用技术现状	75
4.2.4	我国温差能开发利用技术现状	80
4.2.5	我国盐差能开发利用技术现状	82
4.3	我国海洋能标准体系建设现状	83
4.3.1	我国海洋能技术标准现状	83
4.3.2	我国海洋能技术标准主要内容	84
第5章	海洋能国外标准应用评价	92
5.1	海洋能国外标准评价原则及评价体系	92

5.1.1	指导思想	92
5.1.2	评价指标体系构建原则	93
5.1.3	评价体系构建	94
5.2	标准转化总体评价	97
5.2.1	评价方法及概念模型	97
5.2.2	评价数据收集	99
5.2.3	评价	102
5.3	海洋能国外具体标准评价	107
5.3.1	海洋能国外标准数据获取	107
5.3.2	海洋能国外标准比较	109
5.4	总结	110
第6章	海洋能国际标准转化为我国标准的建议	112
6.1	国际海洋能标准转化现状	112
6.1.1	正在转化的标准	112
6.1.2	申请转化的标准	114
6.2	我国海洋能开发利用与国际差别	115
6.2.1	技术对比	115
6.2.2	产业现状及存在问题	118
6.2.3	标准对比	119
6.3	国际标准转化我国的建议	122
6.4	我国海洋能技术标准制定的建议	125

第1章 引言

1.1 研究背景

海洋能是绿色、清洁、可永续利用的可再生能源。近些年来，随着能源短缺的日趋严重和环境污染的日益加剧，人类对海洋能开发利用的需求越来越迫切。国际组织和英国等先进海洋能国家高度重视海洋能技术研发，制定海洋能标准和规范，建立海洋能源产业链，促进海洋能产业的发展。

我国政府高度重视海洋能开发利用，2010年6月，在财政部、国家海洋局联合推动下，中央财政设立了“海洋可再生能源专项资金”，从海洋能示范工程、关键技术装备产业化、新技术研究试验以及公共支撑服务体系等方面重点予以支持。海洋能专项资金发挥了中央财政资金在支持国家产业结构调整、培育战略性新兴产业、保障国家能源安全、探索能源结构调整等方面的引导作用。2012年，海洋能专项资金设立了《海洋能开发利用技术标准与规范成果整合与集成》项目(项目编号：GHME2012ZC04)，开展国际海洋能开发利用技术标准与规范研究。本项研究，是在以下的背景中提出的。

1) 与国际海洋能标准研究接轨的需要

目前，国际电工委员会(International Electrotechnical Commission, IEC)正式发布了8项海洋能标准，涉及资源评估、海洋能转换装置术语、电站性能评价、系统设计要求、锚泊系统评估等方面；欧洲海洋能源中心(The European Energy Centre Ltd, EMEC)发布的海洋能标准有12项，涉及资源评

估、海洋能转换系统设计基础、水槽测试、制造、组装和测试、系统性能评估、可靠性、可维护性及耐久性、并网发电、产业开发及健康安全准则、认证流程等方面(详见 3.3 节)。

我国在设立“海洋可再生能源专项资金”之前,正式发布的海洋能标准只有海洋行业标准《海洋能源术语》(HY/T 045—1999)一项。“海洋可再生能源专项资金”设立了多个有关标准研究与制定的项目(详见 4.3 节)。但迄今为止,正式发布的只有海洋能开发利用标准体系、海洋能量分布图绘制和调查规程等几个行业标准,其他方面的标准还都处于研制阶段,在海洋能装备研发、海洋能装置检测等方面更几乎是空白。为了与国际海洋能标准接轨、学习国外先进的海洋能发展技术,研究国外海洋能标准与规范意义重大。

2) 海洋能技术创新发展的需要

近些年来,我国海洋能技术发展很快,突破了一批具有自主知识产权的关键技术,正在运行的潮汐电站有浙江江夏潮汐试验电站和浙江海山潮汐电站(正在实施改造);据不完全统计,现有开发的潮流能装置 29 个,其中 18 个完成了海试,其中 100 kW 以下装置 19 个,14 个装置完成了海试,100 kW 以上装置 10 个,4 个装置完成海试;已开发的波浪能装置 39 个,装机容量范围 10 W 至 300 kW,其中 100 kW 以下装置 31 个,29 个装置完成海试,100 kW 以上装置 8 个,6 个装置完成海试;已试制了 15 kW 闭式循环温差能发电装置样机;盐差能还停留在实验室原理验证阶段,尚未研制出样机。总体来说,目前我国海洋能技术发展存在的主要问题有:海洋能基础研究比较薄弱,原创性技术较少,装置大部分处于比例样机海试阶段,大多数海试效果不佳,海试过程中会出现运行时间短、发电效率不高、装置易损坏等问题,装置转换效率、可靠性和稳定性普遍不高。

开展国外海洋能标准研究,研究制定适合我国海洋能技术发展的相关标准与规范,对提高我国海洋能发电装置的转换效率、可靠性与稳定性、推动我国海洋能技术科学化、规范化、系统化发展十分必要。

3) 海洋能资源详查评估的需要

蕴藏于海水中的海洋能是十分巨大的,其理论储量是目前全世界各国每年能耗量的几百倍甚至几千倍。而且,这些海洋能可以不断得到补充,都是取之不尽、用之不竭的可再生能源。

我国是个陆地大国,更是个海洋大国,海洋能资源开发潜力巨大。长期以来,尽管对我国海域的海洋能资源状况也进行了几次普查,但一直没有比较确切和科学的数据,因为海洋能资源计算与实际海域统计面积、能量的计算方法、能量计算的基础数据、能量调查的方法和手段、能源品种等多种因素有关。2004年国家海洋局组织的“我国近海海洋综合调查与评价”(908专项)结果显示,我国沿岸及近海区海洋能的蕴藏量为 15.8×10^8 kW(不包括海洋生物质能),技术开发量的装机容量约为 6×10^8 kW。但目前的数据只是对我国海洋能资源进行“普查”的数据,远不能满足建站选址需要,距离工程开发利用要求还有一定的距离,深远海区域也没有涉及。

深入研究国外的海洋能资源评估标准,研究制定我国海洋能资源评估标准,确保海洋能资源评估、测量和分析的一致性和准确性,对我国相关海洋能资源进行详查与评估,确定精确的海洋能资源丰富海域,会极大地提高我国海洋能开发利用效率。

4) 海洋能产业推广的需要

目前来说,我国已初步形成了一定规模的海洋能技术研发、装备制造、海上运输、安装、运行维护、电力并网等专业队伍,具备了一定的产业基础,在区域电力供给中也发挥了一定的作用。潮汐能发电取得了一定的经济效益,已开展的多个潮流能示范电站以及波浪能示范电站建设,也有望在不久的将来并网发电。

欧洲海洋能源中心(EMEC)已发布了海洋能产业项目开发指南、海洋能产业健康与安全指南以及海洋能发电系统并网指南等相关标准与规范,开展相关研究,对制定我国的海洋能并网政策,促进我国海洋能产业发展有极大的借鉴意义。

1.2 本书的主要内容

海洋能开发利用技术标准与规范研究这个课题涉及技术标准定义及分类等方面的研究，本书在对这些研究进行简述的基础上，分析了海洋能技术标准的发展阶段；对国外海洋能开发利用技术与标准制定状况进行了比较详尽的阐述，系统总结了目前国外潮汐能、潮流能、波浪能、温差能和盐差能的技术发展现状以及国际电工委员会(IEC)和欧洲海洋能源中心(EMEC)发布的海洋能相关标准，并预测了国外海洋能标准研究的发展趋势；进而建立了海洋能国外标准应用评价体系，提出了评价指标体系构建原则、评价方法和概念模型，并对国外海洋能具体标准进行了评价；最后在介绍了我国海洋能开发利用技术与标准现状的基础上，提出了海洋能国际标准转化为我国标准的建议和制定我国海洋能技术标准的建议。

1.3 本书的结构

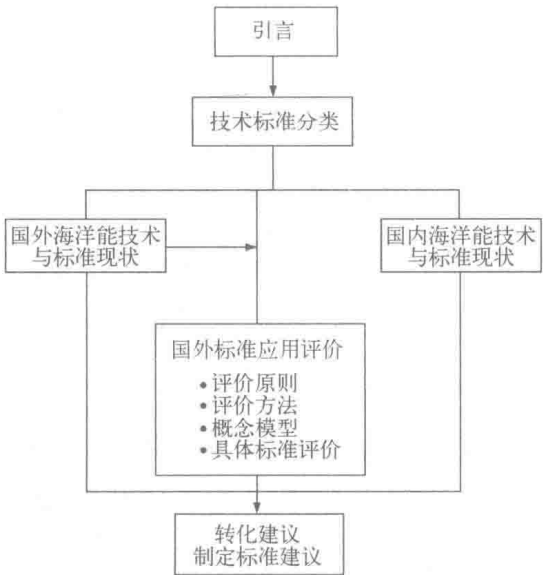


图 1.1 本书结构图

1.4 本书的研究方法及创新与意义

1.4.1 研究方法

本书借鉴了以往相关研究成果，在研究方法上主要体现在以下几点。

(1) 文献综述法

在研究过程中我们对海洋能领域，尤其是海洋能开发利用所涉及的资源勘查及评价、工程设计、制造安装、产品性能测试、专业术语等方面的问题搜集了大量相关资料，通过分析、阅读、整理和提炼，把握所研究的海洋能技术标准问题和国际最新进展，通过汇总海洋能技术前沿学术见解或建议，做出海洋能技术和标准的国内外发展的综合性阐述，以此为海洋能技术国际标准引入我国奠定基础。

(2) 案例研究法

在研究过程中，首先研究海洋能开发先进国家的海洋能发展战略，在此基础上，我们按照海洋潮汐能、波浪能、潮流能、温差能、盐差能等不同能源形式的发展，收集了国内外典型的技术开发案例，这些经典案例基本代表了当今世界海洋能开发的前沿技术。将这些典型案例进行系统分析，将个案研究与国家海洋能发展战略相结合进行分析，这样能够真实、系统地判断海洋能技术标准的建设需求，从而实现我国海洋能技术标准建设的高水平、高标准。

(3) 对技术标准进行系统定量研究

我们对国际电工委员会(IEC)和欧洲海洋能源中心(EMEC)制定的近20项标准进行了系统研究，在分项研究基础上制定了国际标准转化为我国标准的系统评价体系。运用层次分析方法，构建评价矩阵，收集海洋能领域的实际企业工作者、科学研究者、政府政策制定参与者等专家成员的意见，最终对国际标准转化为我国标准的总体情况进行评价，这样的研究结论克

服了研究成员个人观点偏颇所致的误差，使海洋能技术国际标准在我国的应用科学化。

1.4.2 创新与研究意义

本书是我国首次系统研究海洋能国际技术标准的专业书籍。本书创新点一是研究了国内外海洋能开发利用现状以及技术标准建设情况，将国内外海洋能技术、产业和标准进行了对比分析，提出了制定我国海洋能技术标准的建议；创新点二是对照国内外海洋能技术标准，将定性分析与定量分析相结合，构建了海洋能技术标准应用评价体系，运用层次分析方法对国际海洋能技术标准我国转化进行总体评价，并最终给出我国采用海洋能国际技术标准的建议。

本书指明了我国海洋能技术标准建设目前仍处于起步阶段，未来发展方向是形成系统的海洋能技术标准体系，建设的重点是自主研发与国际标准引用相结合。研究内容和结论对我国海洋能开发利用研究人员和实际从事海洋能产业工作的人员具有重要的指导作用，对我国引用国外先进海洋能技术标准提供了决策依据，同时对我国海洋能产业发展、尤其是对我国海洋能技术标准体系建设具有重要应用价值。

第2章 技术标准分类及海洋能 技术标准演变趋势

2.1 技术标准分类及其特点

2.1.1 技术标准的定义

技术标准包括基础技术标准、产品标准、工艺标准、检测试验方法标准及安全、卫生、环保标准等。《标准化和有关领域的通用术语第一部分：基本术语》(GB/T 3935—1996)对标准作了如下定义：标准是为在一定的范围内获得最佳秩序，对活动或其结果规定共同的和重复使用的规则、导则或特定的文件。标准化是指在经济、技术、科学和管理等社会实践中，对重复性的事物和概念，通过制定、发布和实施标准达到统一，以获得最佳秩序和社会效益。关于标准的质的规定，国际标准化组织(ISO/IEC)汇总世界各国标准化情况，经专家研究、理事会通过，于1991年颁布了ISO/IEC第2号指南(我国将之直接引入我国国家标准GB/T 3935.1—1996)规定：标准化就是：为在一定的范围内获得最佳秩序，对实际的或潜在的问题制定共同和重复使用的规定的活动；标准化活动，主要是包括制定、发布和实施的过程，其重要意义是改进产品过程和服务的适用性，防止贸易壁垒，并促进技术合作。技术标准则是对技术活动中需要统一协调的事物制定的标准，是企业进行生产技术活动的基本依据。从技术标准的基础和目的来看，技术标准应以科学、技术和经验的综合成果为基础，以促进最佳社会

效益为目的。因此技术标准是对企业生产产品、提供服务所使用技术方法、方案、路线的一种约束；限定企业按照法定的(可选择的)技术方法、方案、路线提供达到一定性能指标的产品的文件。

2.1.2 技术标准的分类

按照技术标准规定的内容来分,技术标准大致可以分为以下三类:

①基础标准,即对以标准化共性要求为前提条件的对象制定的标准。如保证产品零件互换性的标准有公差、配合;作为各专业共同技术依据的标准有机械制图;作为其他各种标准互相衔接、协调依据的标准有优先数系、环境条件、通用技术条件及大量的零件结构要素标准等。②方法标准,即以生产过程中的重要程序、规则、方法为对象的标准。如计算公式、工艺流程、作业指导书、试验方法、验收规则和包装、运输方法等。③产品标准,即以产品及其构成为对象,对产品的质量和规格所作的统一规定,包括:产品种类系列标准,规定产品的分类、基本消费性能和直接反映使用价值的指标(如产品的精度、外观、成分、物理化学性质)。

按照技术标准颁布的部门可以大致分为:国际标准、国家标准、行业标准、企业标准四级。国际标准是“由所有国家的有关机构参与开展标准化”(ISO/IEC 第2号指南),通过国际标准化组织(主要为ISO, IEC, ITU)所制定。国家标准是由国家标准化机构制定或者引进国际标准或国外先进标准而制定形成的。行业标准则是以行业为主体制定实施的。企业标准则是企业在自行研究开发技术的基础上建立起来的标准。

按照技术标准形成于成品成形的前后,可以分为:前导型技术标准和后追型技术标准。前导型技术标准特征为:产品市场调研与标准调研同步进行,在产品开发设计之前提出标准(试行),指导设计,在设计阶段结束时,经修改、完善颁布正式标准。后追型技术标准的特征为:产品完成开发设计,通过产品鉴定和小批试生产,在投入大量生产时,颁布并实施标准。

按照技术标准的形成路径可以分为法定标准和事实标准。法定标准(*de jure standards*)是由政府标准化组织或政府授权的标准化组织建立的标准;事实标准(*de facto standards*)是由单个企业或者具有垄断地位的极少数企业建立的标准,典型的代表就是以 Microsoft 公司和 Intel 公司倚仗自身的市场势力所形成的计算机市场上 Windows 操作系统和 Intel 微处理器共生形成的“Wintel”事实标准。

在技术标准的程序正当问题上,各方是否存在一个普遍的思维误区,就是“非此即彼”:如主体只能是这个,不能是那个;形式只能是这样,不能那样。结论是:根据标准的制定主体和形式的不同,规则不同,规则不串。意思是,政府、第三方和企业,都可以做制定规则的主体;既可以制定开放标准,也允许制定封闭标准。但是,不同情况所适用的游戏规则不同,不能把适用一种主体、一种形式的规则,偷换到另一种主体和形式上。

封闭标准就是行使特许权,凡是开放形成的封闭标准,显著特征是标准与产品中间的过渡地带,存在与标准绑定的专利、技术的授权许可问题。特征是在标准中藏专利,俗称标准专利化。针对这种越来越普遍的国际趋势,欧盟在限制知识产权滥用的判例中,就把授权许可的开放列为条件。例如爱尔兰《麦格尔电视指南》中电视节目预告是开放的,但转载的许可是封闭的,根据“拒发许可证”这一事实,依据《欧共体条约》第 86 条,禁止任何企业在共同市场内滥用其垄断地位来限制竞争。

开放标准除了实质与形式一致的情况外,在矛盾情况下的判据,是看它是否最终夹带专利、许可等知识产权要求。只有不夹带专利的标准,才是开放标准。有些观点把市场形成的夹带专利的标准也称为开放标准并不准确。市场垄断形成的事实标准,不能称为开放标准,因为厂商垄断本身就是一种对公共选择权利的封闭。

2.1.3 技术标准的特点

技术标准是建立在技术的基础之上的,其本身也可视为技术的一部分。