编号：2020-Z-0168

中国标准创新贡献奖
组织奖申报书

中国标准创新贡献奖

申报组织：中国船级社技术研究开发中心

推荐单位：中国科协

填表日期：2020-07-20

申 报 材 料 清 单

一、 申报组织基本信息

二、 申报组织主要业绩

三、 受表彰奖励情况

四、 发明专利情况

五、 标准制修订情况

六、 附件清单

七、 上传的各证明材料

中国标准创新贡献奖

一、申报组织基本信息

<table>
<tr><td>组织名称</td><td colspan="4">中国船级社技术研究开发中心</td></tr>
<tr><td>秘书处承担单位</td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td>TC/SC/SWG 编号</td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td>主管部门</td><td colspan="4">中国船级社</td></tr>
<tr><td>通讯地址</td><td colspan="2">北京市东城区东直门南大街 9 号船检大厦</td><td>邮政编码</td><td>100007</td></tr>
<tr><td rowspan="2">联系人</td><td rowspan="2">孙安林</td><td>办公电话</td><td colspan="2">010-58112361</td></tr>
<tr><td>移动电话</td><td colspan="2">13601940870</td></tr>
<tr><td>传真</td><td>010-58112869</td><td>电子邮件</td><td colspan="2">alsun@ccs.org.cn</td></tr>
<tr><td>统一社会信用代码</td><td colspan="4">121000004000000502</td></tr>
<tr><td>情况介绍</td><td colspan="4">中国船级社技术研究开发中心（以下简称中国船级社研发中心）是代表中国船级社参与国际船级社协会（IACS）散货船油船共同结构规范（CSR）制定和维护的直属机构，同时负责工程计算软件开发（含共同结构规范软件）、安全理论和风险评估方法研究与应用。国际船级社协会散货船油船共同结构规范是国际海事界解决船体结构安全问题的公认规范,代表了国际最高水平。中国船级社研发中心具有大批博士和硕士学历的科研人员，专业覆盖全面，年龄结构合理，承担过多项国防科工委、工信部课题，在船体结构安全、规范标准制定方法论、工程计算软件开发等方面具有丰富的实践经验,设置有专业团队对共同结构规范开展专门研究。</td></tr>
</table>

中国标准创新贡献奖

二、申报组织主要业绩

1．标准化工作的开展情况

国际船级社协会（IACS）散货船油船共同结构规范（CSR）是包括中国船级社在内的国际船级社协会12家成员共同制定的具有国际最高水平的船体结构规范，版权由各家成员共有。2010年至2014年，在共同结构规范制定过程中，中国船级社技术研究开发中心参与了大量规范标准制定的研发工作，直接参与国际船级社协会项目组或支持中国船级社其他单位技术专家开展工作。在规范制定过程中，中国船级社技术研究开发中心通过理论研究和对我国系列散货船、油船的规范验证分析，向国际船级社协会提出了大量规范修改意见，如散货船抓斗要求、甲板纵骨疲劳评估等。这些意见避免了很多不合理的结构加强，节省了大量空船钢重，在确保船体结构安全的前提下为维护我国造船界和航运界的利益做出了实实在在的贡献。

为了帮我国内业界尽快了解和掌握散货船油船共同结构规范背后的技术原理，本团队与国内船舶设计水平居于领先地位的中国船舶工业集团公司第七〇八研究所共同开展了工信部“基于目标型标准的共同结构规范关键技术研究”项目，引领国内业界共同对规范标准的技术背景进行深入研究，同时支持国内主流船厂、设计单位对国内具有代表性的18型散货船和油船进行了规范验证研究和升级开发，有效利用了本团队对规范标准的深入理解，帮助国内业界在最短时间内完成了主力船型的升级开发，为新的规范标准生效后尽快抢占国际造船市场做出了显著贡献。

2014年，散货船油船共同结构规范正式颁布实施，本团队转为开展对规范标准的维护工作。自2014年至今，国际船级社协会已完成6次规范修改和4次规范勘误，本团队参与了所有国际船级社协会的规范维护工作，多次向中国造船界宣讲、介绍规范修改内容及其技术背景和原理，帮助中国造船界识别规范存在的问题，向国际船级社协会反映合理建议几十项，维护了中国船舶工业界的合理利益。随着对规范标准技术研究的深入，本团队不断在规范中融入中国技术元素，如散货船舱口围板端部处的焊缝要求、压载舱的疲劳评估要求等。这些规范修改在保证安全的前提下，充分考虑了造船界的诉求，为我国船舶设计、建造企业节省了大量的人工时和材料成本。

中国标准创新贡献奖

2．标准化工作的创新性

我国是造船和航运大国，为从标准制定方面加强对国内造船界和航运界的支持，在规范标准制定阶段帮助国内业界深入掌握规范技术原理，在维护阶段尽快解答各类问题，中国船级社技术研究开发中心创造性地成立了CSR维护“一站式团队”，专门开展规范标准的维护。团队专业覆盖全面，囊括了船体结构规范中涉及的描述性要求、有限元评估、屈曲强度和疲劳强度等各个专业方面的技术专家，不仅能够代表中国船级社参与国际船级社协会散货船油船共同结构规范的制定和维护，还能够对规范标准用户提出的规范原理、应用等各种问题，提供高效、准确的标准技术支持服务。

对于规范标准用户提出的简单问题，CSR维护“一站式团队”一般当天解答；对于复杂的问题，也会尽快给出处理方案和解决计划。每年，CSR维护"一站式团队“处理各类技术问题百余次。团队快速、细致、有效的工作，赢得了规范标准用户的信赖和一致好评。在此基础上，中国船级社还建立了“CCS知识中心”（CCS KC），以CSR维护”一站式团队“为班底，凝聚了中国船级社船体结构强度、法规、材料、设备等方面的专家，能够全方位的解决业界在应用规范标准中所遇到的各种问题。同时，这些处理意见也沉淀下来，成为宝贵的知识财富，指导团队为更多规范标准用户提供更好的应用体验。

中国标准创新贡献奖

3．标准化人才队伍建设

研发中心从事规范标准研究的专业技术队伍由 1 名博士后，5 名博士和 8 名硕士组成，2 名成员具有正高级职称，其余成员均为高级工程师职称，年龄结构覆盖 60、70、80 年龄段，具有覆盖全面的专业配置和合理的梯队搭配，是一支高学历、高素质的规范标准研究队伍。团队高度重视人才培养，创造机会让更多成员直接参与国际标准制定。团队中有 7 人次先后代表中国船级社参与国际船级社协会各个专家组、项目组，从事规范标准的研究和制定工作，其中有两名成员先后代表中国船级社参与了国际船级社协会共同结构规范维护项目组，直接负责起草国际标准；有两名成员先后参与共同结构规范计算软件交叉比对项目组成员，将研发的规范标准转化成软件并与国际船级社其他成员的软件进行比对，获得了国际领先的成绩；有一名成员担任国际船级社协会屈曲强度研究项目组组长，负责协调国际统一的屈曲强度校核要求修订及新要求的制定；有一名成员担任国际船级社协会疲劳强度研究项目组成员，参与对船体结构强度至关重要的疲劳问题研究；另有两名成员分别担任国际船级社综合安全评估专家组主席和国际船级社协会目标型标准专家组成员，推动规范标准制定的方法论由传统的经验型方法逐步向分析型方法直至风险型方法发展。

中国标准创新贡献奖

4．取得的成果

中国船级社技术研究开发中心团队不仅参与了国际船级社协会对共同结构规范的统一制定和维护，还依托自主研究，解决了大量共同结构规范不负责解决而交由各船级社自行提供解决方案的技术问题，形成了中国船级社规范补充要求，对超尺度/超尺度比船舶的波浪载荷计算、晃荡载荷计算和结构强度评估等重要问题，形成了具有鲜明特色的技术解决方案，构建了完备的规范标准体系。基于国际船级社协会发布的 10 次规范修订，本团队共计发布了 14 版规范修改通报，对业界的培训和宣贯近百次，累计参加单位 39 家，发放规范标准配套软件注册码累计 404 个，用户范围覆盖国内主要船厂、设计单位、高校和科研院所。

本团队基于规范标准研究成果，配合国内造船界对 18 型主力散货船和油船进行了船型升级，开发出了满足最新规范标准的船型并对上述船型进行了认可。

在规范标准制定和维护过程中，本团队成员善于总结研究成果和经验，撰写了“散货船和油船共同结构规范的编制原理”和“IACS 协调共同结构规范的主要变化与结果影响研究”等多篇论文，先后发表于《船舶》和《船海工程》多本期刊，并在中国船舶工业集团公司第七〇八研究所、上海交通大学和中国船级社共同举办的国内业界交流会上进行了宣介，为业界开展规范标准研究提供了指导。

中国标准创新贡献奖

三、受表彰奖励情况

受表彰奖励情况					
受表彰奖励项目名称	表彰奖励时间	表彰奖励名称	表彰奖励等级	表彰奖励部门	排名
目标型散货船油船建造标准与技术研发及应用	2017-12-31	中国航海学会科学技术奖	一等奖	中国航海学会	1

中国标准创新贡献奖

四、发明专利情况

发明专利情况			
发明专利名称	发明专利号	发明专利状态	排名

中国标准创新贡献奖

五、标准制修订情况

标准制修订情况				
标准编号	标准名称	发布时间	发布单位	排名
Rule Change Notice 1（2019）	IACS CSR BC& OT	2020-01-15	国际船级社协会	3
Corrigenda 2(2018)	IACS CSR BC& OT	2019-01-17	国际船级社协会	3
Corrigenda 1（2018）	IACS CSR BC& OT	2018-12-17	国际船级社协会	3
Rule Change Notice 1（2018）	IACS CSR BC& OT	2018-12-17	国际船级社协会	3
Rule Change Notice 1（2017）	IACS CSR BC& OT	2018-01-10	国际船级社协会	3
Corrigenda 1(2017)	IACS CSR BC& OT	2017-04-26	国际船级社协会	3
Urgent Rule Change Notice 1（2016）	IACS CSR BC& OT	2016-12-09	国际船级社协会	3
Corrigenda 1	IACS CSR BC& OT	2016-01-20	国际船级社协会	3
Urgent Rule Change Notice 1	IACS CSR BC& OT	2014-12-22	国际船级社协会	3
Rule Change Notice 1	IACS CSR BC& OT	2014-12-22	国际船级社协会	3

中国标准创新贡献奖

申报单位负责人（签字）：

申报单位（公章）：

年　　月　　日

中国标准创新贡献奖

六、附件清单

序号	附件类型	附件名称
1	国际标准制定的证明	copyright of CSR.pdf
2	标准制修订情况证明	full-revision-history-for-csr-bc-ot.pdf
3	标准制修订情况证明	cover page & disclaimer.pdf
4	标准化科研情况的证明	基于目标型标准的共同结构规范关键技术研制任务书.pdf
5	标准化科研情况的证明	项目验收意见.pdf

中国标准创新贡献奖

国际标准制定的证明

中国标准创新贡献奖

Disclaimer

Copyright in these Common Structural Rules is owned by each IACS Member as at 1st July 2012.
Copyright © IACS 1st July 2012.

The IACS members, their affiliates and subsidiaries and their respective officers, employees or agents (on behalf of whom this disclaimer is given) are, individually and collectively, referred to in this disclaimer as the "IACS Members". The IACS Members assume no responsibility and shall not be liable whether in contract or in tort (including negligence) or otherwise to any person for any liability, or any direct, indirect or consequential loss, damage or expense caused by or arising from the use and/or availability of the information expressly or impliedly given in this document, howsoever provided, including for any inaccuracy or omission in it. For the avoidance of any doubt, this document and the material contained in it are provided as information only and not as advice to be relied upon by any person.

Any dispute concerning the provision of this document or the information contained in it is subject to the exclusive jurisdiction of the English courts and will be governed by English law.

标准制修订情况证明

中国标准创新贡献奖

Full Revision History for CSR BC & OT

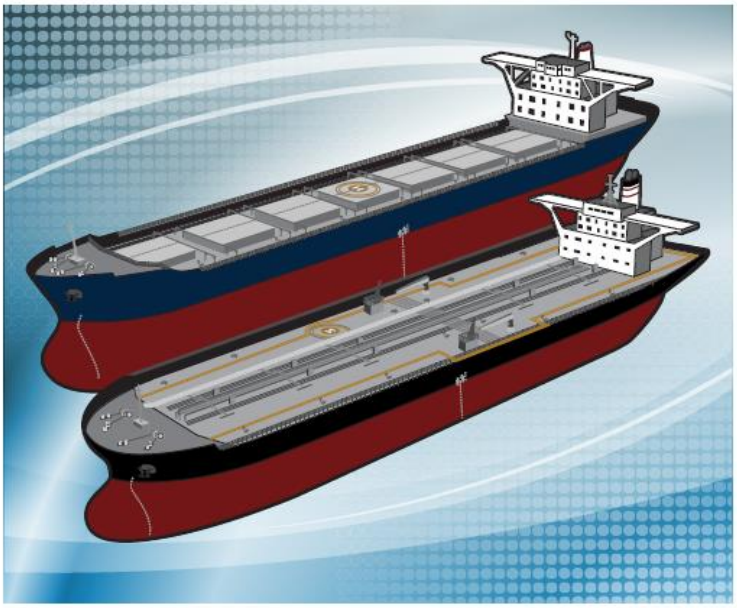
Summary of changes from the 01 JAN 2014 Rules

	Amendment Type / No.	Adoption Date	Rule Version Date	Effective Date
1	Rule Change Notice 1	22 DEC 2014	01 JAN 2014	01 JUL 2015
2	Urgent Rule Change Notice 1	22 DEC 2014	01 JAN 2014	01 JUL 2015
3	Corrigenda 1	20 JAN 2016	01 JAN 2015	01 JUL 2015
4	Urgent Rule Change Notice 1 (2016)	09 DEC 2016	01 JAN 2015	01 JUL 2017
5	Corrigenda 1 (2017)	26 APR 2017	01 JAN 2017	01 JUL 2017
6	Rule Change Notice 1 (2017)	10 JAN 2018	01 JAN 2017	01 JUL 2018
7	Rule Change Notice 1 (2018)	17 DEC 2018	01 JAN 2018	01 JUL 2019
8	Corrigenda 1 (2018)	17 DEC 2018	01 JAN 2018	01 JUL 2018
9	Corrigenda 2 (2018)	17 JAN 2019	01 JAN 2018	01 JUL 2018
10	Rule Change Notice 1 (2019)	15 JAN 2020	01 JAN 2019	01 JUL 2020

IACS

Common Structural Rules for

Bulk Carriers and Oil Tankers



01 JAN 2020

Foreword

These Rules enter into force on 1st July 2020 and supersede the following Rules:

- Common Structural Rules for Bulk Carriers and Oil Tankers, January 2019

These Common Structural Rules consist of two parts. Part One provides requirements common to both Double Hull Oil Tankers and Bulk Carriers and Part Two provides additional requirements applied to either Double Hull Oil Tankers or Bulk Carriers.

Summary of changes from the 01 JAN 2019 Rules

	Amendment Type / No.	Adoption Date	Rule Version Date	Effective Date
1	Rule Change Notice 1	15 JAN 2020	01 JAN 2019	01 JULY 2020

Note: Full revision history for Common Structural Rules is available on IACS website, including all previous RCNs and associated TBs.

Guideline of RCN Label

1. RCN (Rule Change Notice) label is used to identify the rule change made since last rule version with the format of “RCN {Number} to {Rule Version Date}”, e.g. RCN1 to 01 JAN 2019.
2. For corrigenda update, the same format will be followed, e.g. CORR1 to 01 JAN 2019.
3. Modification and addition of rule texts:
   - RCN label is inserted at the end of modified contents.
4. Modification and addition of titles, figures and tables:
   - RCN label is inserted at the end of modified contents.
5. Deletion of rule texts and titles:
   - Replace contents by the word “DELETED”.
   - RCN label is inserted at the end of the word “DELETED”.
6. Deletion of Table:
   - Replace contents of Table by the word “DELETED” (only shown first row).
   - RCN label is inserted at the second row of Table.
7. Deletion of Figure:
   - Replace Figure by a generic graphic marked “DELETED”.
   - RCN label is inserted under the generic graphic.

Disclaimer

Copyright in these Common Structural Rules is owned by each IACS Member as at 1st July 2012.
Copyright © IACS 1st July 2012.

The IACS members, their affiliates and subsidiaries and their respective officers, employees or agents (on behalf of whom this disclaimer is given) are, individually and collectively, referred to in this disclaimer as the "IACS Members". The IACS Members assume no responsibility and shall not be liable whether in contract or in tort (including negligence) or otherwise to any person for any liability, or any direct, indirect or consequential loss, damage or expense caused by or arising from the use and/or availability of the information expressly or impliedly given in this document, howsoever provided, including for any inaccuracy or omission in it. For the avoidance of any doubt, this document and the material contained in it are provided as information only and not as advice to be relied upon by any person.

Any dispute concerning the provision of this document or the information contained in it is subject to the exclusive jurisdiction of the English courts and will be governed by English law.

标准化科研情况的证明

中国标准创新贡献奖

高 技 术 船 舶 科 研 项 目

研 制 任 务 书

项目名称：　基于目标型标准的共同结构规范关键技术研究

牵头单位：　中国船舶工业集团公司第七〇八研究所

参研单位：　中国船级社

项目负责人：李小平（13901708928）

研制周期：　2012 年 1 月至 2013 年 12 月

编制日期：　2012 年 10 月

工业和信息化部　财政部

目　录

1.　项目概述 3
1.1　研制任务书的编制依据 3
1.2　项目概况 4
1.2.1　项目背景 4
1.2.2　研究目的 6
1.2.3　必要性分析 6
2.　研究内容及技术方案 8
2.1　技术方案 8
2.2　主要研究内容 10
2.2.1　HCSR 规范技术背景研究 10
2.2.2　基于目标型标准的载荷模型研究 12
2.2.3　基于目标型标准的屈曲评估方法研究 14
2.2.4　基于目标型标准的有限元评估方法研究 15
2.2.5　基于目标型标准的疲劳强度评估方法研究 18
2.2.6　基于目标型标准的剩余强度和结构冗余度研究 21
2.2.7　基于目标型标准的规范描述性规定研究 22
2.2.8　HCSR 计算分析和评估软件开发 25
3.　关键技术及采取的解决途径分析 27
3.1　基于目标型标准的规范体系要求 28
3.2　满足 HCSR 要求的计算分析和软件系统 30

4. 项目达到的技术性能指标.....32
5. 成果形式及鉴定验收方式.....33
5.1 研究成果.....33
5.2 研究成果形式.....33
5.3 鉴定验收方式.....34
6. 项目成果及知识产权归属.....35
7. 技术基础、配套条件及措施分析.....35
7.1 技术基础.....35
7.2 软硬件条件.....38
7.3 研究队伍.....39
7.4 分工协作.....45
8. 研究周期及初步的实施计划安排.....48
9. 总经费预算.....50
9.1 总经费及其构成.....50
9.2 经费分解.....50
9.2.1 研究经费逐项分解内容.....50
9.2.2 单位分项经费明细.....55
10. 风险分析.....61
11. 成果推广应用前景及经济效益分析.....62

1. 项目概述

1.1 研制任务书的编制依据

本研制任务书依据工业和信息化部于 2011 年 10 月 18 日批复的工信部联装[2011]528 号《工业和信息化部 财政部关于深水多功能水下工程船关键技术研究等 8 个项目立项的批复》文件编制。

根据批复，本课题的研究内容包括：HCSR 规范技术背景研究；基于目标型标准的载荷模型研究；基于目标型标准的屈曲评估方法研究；基于目标型标准的有限元评估方法研究；基于目标型标准的疲劳强度评估方法研究；基于目标型标准的剩余强度和结构冗余度研究；基于目标型标准的规范描述性规定研究；HCSR 计算分析和评估软件开发。

研究目标为：全面了解 IACS 对 HCSR 规范的制订过程，掌握 HCSR 的技术背景和核心内容，评估其对我国造船界的影响。在此基础上，深入开展 HCSR 的关键技术研究，包括协调统一后的载荷、有限元、屈曲、疲劳、描述性规定等方面，特别是 GBS 要求的剩余强度和结构冗余度等新内容；基于评估 HCSR 规范合理性和中国造船的实际需要，按 HCSR 规范要求并结合设计需要，开发面向中国造船界的 HCSR 规范软件系统。

1.2 项目概况

1.2.1 项目背景

目标型新船建造标准（GBS）是国际海事组织（IMO）为了适应国际造船近年来的变化提出的涉及船舶寿命、环保和安全要求的一套新的国际标准体系。自 2002 年第 89 届理事会提出 GBS 建议以来，其已成为历届 IMO 海安会（MSC）的主要议题。在 2009 年 5 月召开的 MSC86 次会议上批准了 SOLAS 修正案，强制要求油船和散货船按照经 IMO 验证符合 GBS 要求的船级社船舶建造规范。在 2010 年 5 月的 MSC87 会议上正式通过了 GBS 修正案，并于 2012 年 1 月 1 日生效，适用于 2016 年 7 月 1 日及以后签订合同；或 2017 年 7 月 1 日及以后安放龙骨；或 2020 年 7 月 1 日及以后交船的船长 150 米及以上的油船和散货船（不包括矿砂船和兼装船）。

GBS 是基于风险评估的新船建造标准，该标准只设定目标，而没有强制规定符合标准的方法，同时允许使用主管机关认可替代方式实现设定目标。GBS 共有五个层次的内容，分别为安全目标、功能要求、验证准则、船级社技术规范和行业标准。GBS 要求第四、五层在第一、二层的框架内制订，并按第三层的符合性准则予以验证。

最初，GBS 适用的油船和散货船是针对国际船级社组织（IACS）于 2006 年 4 月 1 日正式生效并实施的共同结构规范（Common Structural Rules，以下简称 CSR）。

但由于 CSR 的开发时间短、开发过程错综复杂，按船型又分为双壳油船共同结构规范（以下简称 CSR-OT）和散货

船共同结构规范（以下简称 CSR-BC），且两者所基于的技术路线和技术背景存在差异，特别针对载荷、屈曲、有限元、疲劳等共性问题。因此，CSR 推出后在上述共性问题方面一直饱受工业界的争议和讨论。同时，在 CSR 的实际应用过程中，工业界也提出了规范需要进一步完善和更新的建议和要求，并呼吁要进一步确保如此复杂、完全依赖计算软件的规范统一执行和应用。另外，由于 CSR 和 GBS 制订和生效时间的差距，CSR 并不是在 GBS 第一、二层框架内制订的，CSR 中的部分内容并不能满足 GBS 要求。

因此，按照 IACS 关于维护和协调 CSR 的基本原则和长、短期计划，IACS 将根据实践经验、营运反馈以及技术发展状况来维护和更新 CSR，并承诺在原有 CSR 的基础上，基于统一的技术路线和方法来研究、协调制订油船和散货船的共同结构规范（Harmonized CSR，以下简称 HCSR）。HCSR 的安全衡准水平将不低于现行的 CSR-OT 和 CSR-BC；同时，在 IMO 提出对油船和散货船规范进行 GBS 审核的大背景下，HCSR 需要满足 GBS 第二层功能性要求，包含了船舶设计、建造、营运和拆解中的各种要求，包括：

● 设计寿命	● 防腐措施	● 建造质量程序
● 环境条件	● 结构冗余度	● 建造中检验
● 结构强度	● 水密和风雨密	● 营运检验和维护
● 疲劳寿命	● 人为因素	● 结构的可接近性
● 剩余强度	● 设计透明度	● 拆解

为此，IACS 成立了 10 个协调项目组（HPT），从 2008

年开始协调制订 HCSR 规范并开展 HCSR 是否满足 GBS 要求的自评估，同时 IACS 还成立了 EG/GBS，全面审核 HCSR 是否满足 GBS 各项要求。HCSR 将于 2012 年 7 月 1 日发布正式第 1 版规范草案，接受工业界和航运界的广泛审核；最早于 2013 年底接受 IACS 理事会的审议后形成正式版本；最早于 2013 年底提交给 IMO 进行是否满足 GBS 要求的验证。HCSR 的正式生效时间预估在 2014 年～2015 年。

1.2.2 研究目的

本项目旨在通过对制订 HCSR 技术背景的全面掌握，对 HCSR 关键技术的研究，分析 HCSR 的实施对油船和散货船结构设计、建造等带来的影响；评估 HCSR 的实施对我国造船业产生的影响以及实施后可能带来的系列问题，并据此在 HCSR 的制订过程中提出有利于中国造船界的建议和提案，在 HCSR 生效实施时提出积极的应对措施和建议，为政府决策提供参考依据，为我国造船业的发展扫清障碍；开发 HCSR 计算分析和评估软件，为我国开发满足 HCSR 的船型提供有力的技术支撑。

1.2.3 必要性分析

HCSR 的实施势在必行。HCSR 是在 CSR 基础上发展起来的，但不同于 CSR：新增了 IMO GBS 要求的内容；并对原 CSR-OT 和 CSR-BC 的技术路线和技术背景进行了协调统一，引入了新的理念和方法，同时强度衡准也进行了相应调整。因此，从使用角度出发，HCSR 对船厂、设计单位和船级社而言，是一本全新的规范；将对船舶设计、建造以及新

船型开发等产生直接影响，也将对世界船舶工业提出新的挑战，考验各国造船业的综合技术实力。需要更多的时间对HCSR 进行关键技术研究和相关软件开发，并在此基础上开发符合 HCSR 的船型并打造精品船型。

另外，油船和散货船仍然是世界航运的主要载体。虽然近年来金融风暴影响了世界造船业，但预计在 HCSR 正式推出实施时造船业有可能触底反弹。因此，尽早深入研究 HCSR 关键技术的任务十分迫切。

国内造船界在针对 CSR 的船型开发方面已积累了良好的研究基础。同时，中国船级社全程参与了 HCSR 的规范制订；中国船舶工业行业协会已派员参加了 IACS 关于 HCSR 外部咨询组（EAG）工作，跟踪 HCSR 的研发进程、了解 HCSR 的核心内容和技术背景、并参与 HCSR 的评审等工作。另外，国内造船界也成立了中国造船业油船和散货船协调共同结构规范工作组（以下简称：HCSR 专家工作组），作为 IMO 造船新规范标准应对机制下的专家工作组，集中了国内造船界在油船和散货船设计建造方面有经验的 13 位专家，共同为积极应对 HCSR 提供技术支撑。

2. 研究内容及技术方案

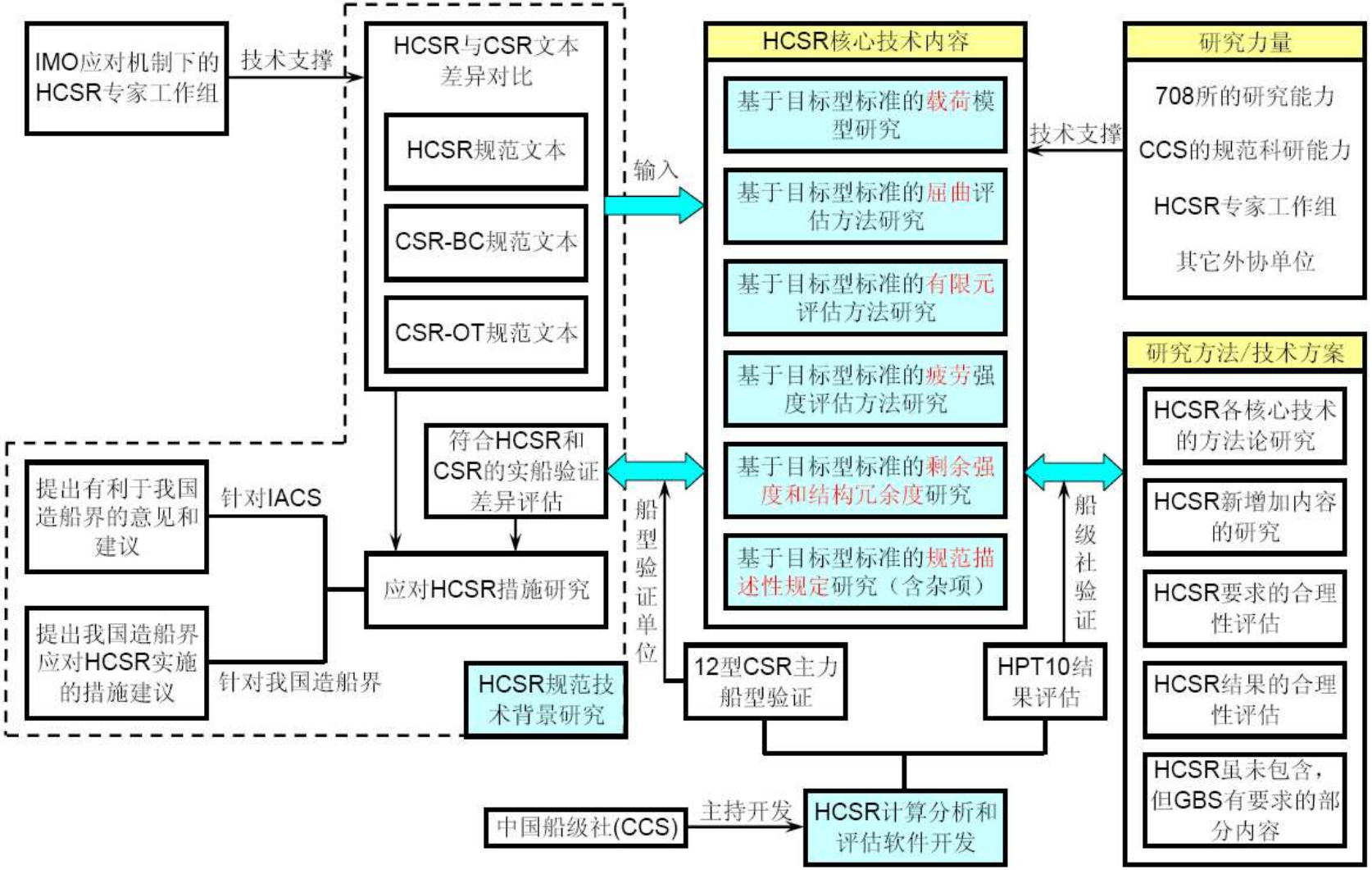
2.1 技术方案

按照 IACS 关于维护和协调 CSR 的基本原则，HCSR 将具备以下特点：

- HCSR 是在原有 CSR 的基础上，基于统一的技术路线和方法对油船和散货船的共性问题进行合理协调；
- HCSR 要满足 GBS 第二层功能性要求；
- HCSR 的安全衡准水平将不低于现行的 CSR-OT 和 CSR-BC。

根据上述 HCSR 的基本原则，本项目将对 HCSR 的技术背景和关键技术进行全面研究，并尽早开发出满足 HCSR 的计算分析和评估软件，通过对系列油船和散货船的验证计算和研究对比，分析 HCSR 与现行 CSR 的差异，评估 HCSR 对油船和散货船设计、建造等方面的影响。

主要研究内容和技术方案的简单路线图如下所示：


IMO应对机制下的HCSR专家工作组
技术支撑
HCSR与CSR文本差异对比
HCSR规范文本
CSR-BC规范文本
CSR-OT规范文本
输入
HCSR核心技术内容
基于目标型标准的载荷模型研究
基于目标型标准的屈曲评估方法研究
基于目标型标准的有限元评估方法研究
基于目标型标准的疲劳强度评估方法研究
基于目标型标准的剩余强度和结构冗余度研究
基于目标型标准的规范描述性规定研究（含杂项）
技术支撑
研究力量
708所的研究能力
CCS的规范科研能力
HCSR专家工作组
其它外协单位
研究方法/技术方案
HCSR各核心技术的方法论研究
HCSR新增加内容的研究
HCSR要求的合理性评估
HCSR结果的合理性评估
HCSR虽未包含，但GBS有要求的部分内容
符合HCSR和CSR的实船验证差异评估
提出有利于我国造船界的意见和建议
针对IACS
提出我国造船界应对HCSR实施的措施建议
针对我国造船界
应对HCSR措施研究
HCSR规范技术背景研究
船型验证单位
12型CSR主力船型验证
HPT10结果评估
船级社验证
中国船级社(CCS)
主持开发
HCSR计算分析和评估软件开发

2.2 主要研究内容

研究主要针对HCSR与现行CSR的差异以及HCSR的关键技术,特别是为满足GBS新增加的理念和方法;同时开发满足HCSR要求的软件分析系统。

将选择以下12型我国造船界已相对成熟的CSR主力船型,作为关键技术研究和HCSR软件验证计算的依托对象:

- 油船系列:

（1） CSR-32万吨级VLCC

（2） CSR-16万吨级Suez型原油船

（3） CSR-11万吨级Afra型原油/成品油船

（4） CSR-7.6万吨级巴拿马型成品油船

（5） CSR-4万吨级灵便型成品油船

- 散货船系列:

（6） CSR-20万吨级散货船

（7） CSR-18万吨级散货船

（8） CSR-12万吨级散货船

（9） CSR-8.7万吨级散货船

（10） CSR-8.2万吨级散货船

（11） CSR-5.7万吨级散货船

（12） CSR-3.5万吨级散货船

2.2.1 HCSR规范技术背景研究

虽然HCSR是在CSR基础上发展起来的，但其无论在规范框架体系还是核心技术内容，较多部分都不同于CSR，属于全新的规范。其中，对原CSR-OT和CSR-BC的技术路线和技术背景进

行了协调统一，新增了 IMO GBS 要求的内容，并引入了新的理念和方法，同时强度衡准也进行了相应调整。因此，本专题将主要研究 HCSR 的技术背景、分析 HCSR 和 CSR 之间的差异，结合船型差异性分析论证 HCSR 对油船和散货船结构设计、建造等方面造成的影响，评估 HCSR 对中国造船界的影响，并提出应对意见。

将主要包括以下内容：

2.2.1.1 HCSR 和 CSR 规范差异对比研究

HCSR 规范文本共分为 2 大部分：通用部分和专用部分。其中，通用部分 13 章，专用部分包括散货船和油船 2 章。

通用部分具体章节包括：规范总则、总布置设计、结构设计原则、载荷、船体梁强度、船体局部构件、直接强度分析、屈曲、疲劳、其它结构、上建甲板室和舾装、建造、营运船舶换新衡准。

研究将针对上述 HCSR 规范内容，通过研读分析和技术背景的研究，逐章逐节与相关 CSR 规范内容进行差异对比，包括技术背景和技术路线的差异等，为其它专题的研究做好铺垫。

2.2.1.2 符合 HCSR 和 CSR 的实船验证差异评估研究

针对前述的 12 型 CSR 主力船型，进行符合 HCSR 的验证计算，结合 HCSR 和 CSR 规范差异对比结果，评估 HCSR 对油船和散货船结构构件尺寸、空船结构重量、结构设计和建造环节等造成的影响。

12 型 CSR 主力船型中，将至少重点分析 1 型油船（32 万吨级 VLCC）和 1 型散货船（20 万吨级散货船），分析范围涵盖全船；至少详细分析 2 型油船（11 万吨级 Afra 型原油/成品油船和 4 万吨级灵便型成品油船）和 2 型散货船（18 万吨级散货船和 8.2 万吨级散货船），分析范围涵盖整个货舱区；另外 2 型油船和 4 型散货

船仅针对货舱中段进行分析研究。

2.2.1.3 应对 HCSR 的措施研究

包括两方面的内容：

（1）基于 HCSR 和 CSR 规范差异对比结果以及实船差异评估报告，研究提出中国造船界对 HCSR 文本的意见和建议，汇总后经由中国船舶工业行业协会和/或中国船级社，通过 HCSR 公开征询意见渠道提交给 IACS，及早剔除或降低对中国造船界不利的因素，避免或降低对中国造船界的不利影响；

（2）研究提出我国船舶行业应对 HCSR 实施的措施建议，包括 HCSR 对各船型结构重量的影响程度等，为企业、集团、政府决策提供参考依据。

2.2.2 基于目标型标准的载荷模型研究

载荷是一切强度计算的基础。HCSR 通过对 CSR-OT 和 CSR-BC 载荷模型技术路线的协调统一，并考虑斜浪下的扭矩影响，通过基于波浪理论和流体力学原理的直接计算法和等效波法的比较分析，确定了一组新的适应 GBS 要求的设计波，特别是增加了斜浪工况。在此基础上，通过大量典型油船和散货船载荷计算结果的统计分析，并结合科学试验和船舶营运经验，总结回归形成了 HCSR 的新载荷模型。与 CSR 的载荷模型相比，两者在 LCF（Load Combination Factor）、最大载荷包络值等方面都有一定的差异。在此基础上，HCSR 统一了油船和散货船的极限载荷、疲劳载荷和冲击载荷。

将对以下内容进行深入研究：

2.2.2.1 油船和散货船强度载荷模型的方法论研究

主要针对 HCSR 和 CSR 强度载荷模型的差异进行深入研究，包括技术背景和技术方法。在此基础上，结合典型油船和散货船，进行强度载荷模型的实船验证。

2.2.2.2 油船和散货船疲劳载荷模型的方法论研究

为减小疲劳寿命对 Weibull 形状系数的灵敏度，协调统一油船和散货船的疲劳评估方法。经研究，HCSR 将疲劳载荷从传统的 10^{-4} 概率水平（CSR 和原多数船级社采用）改为 10^{-2} 概率水平，同时将疲劳应力的 Weibull 形状系数取为恒定值 1。

将针对 HCSR 和 CSR 疲劳载荷模型的差异进行深入研究，主要针对疲劳载荷概率水平修改的技术背景和技术方法。在此基础上，结合典型油船和散货船，进行疲劳载荷模型的实船验证。

2.2.2.3 油船和散货船冲击载荷研究

冲击载荷包括底部砰击（Bottom slamming pressure）、首部砰击（bow impact pressure）、晃荡压力（Sloshing pressure）、晃荡冲击载荷（Impact pressure）、甲板上浪载荷（Green sea load）等。对于冲击载荷，由于其非线性特点，各船级社的计算方法和相应的结构强度评估差异较大。HCSR 针对冲击载荷，都基本取为 CSR-OT 的相关规定，但缺少深入的技术背景，尤其在液舱晃荡冲击载荷方面 HCSR 还没有统一的要求，仍然指向各个船级社规范要求。

因此，除研究 HCSR 和 CSR 针对上述冲击载荷的差异外，将着重针对晃荡冲击载荷进行深入研究，针对典型油船进行晃荡试验，旨在制订出适合中国造船界要求、安全且合理的晃荡冲击载荷下液舱结构强度评估要求。

2.2.3 基于目标型标准的屈曲评估方法研究

HCSR 的屈曲评估方法是建立在对 CSR-OT 和 CSR-BC 屈曲要求方法论和计算结果进行综合协调后所产生的新规范要求，其中涵盖了构件细长比要求、规范描述性屈曲要求和有限元屈曲要求，并在规范中应用了极限强度概念。

将对以下内容进行深入研究：

2.2.3.1 HCSR 屈曲评估方法论研究

将首先对 CSR-OT 和 CSR-BC 在屈曲评估各自方法论的技术背景进行深入研究，掌握各自的优缺点，并在此基础上研究协调统一后的 HCSR 屈曲评估方法论，全面了解 HCSR 屈曲评估方法的技术背景和正确理解 HCSR 屈曲评估方法的规范应用。

2.2.3.2 HCSR 屈曲评估方法的实船验证

结合典型油船和散货船的实船验证，对 HCSR 屈曲评估方法的具体参数进行合理性研究，包括对构件细长比、规范描述性屈曲要求和有限元高级屈曲的影响，并给出 HCSR 屈曲评估方法对油船和散货船结构设计的影响。

2.2.3.3 高级屈曲评估方法研究和软件开发

虽然 HCSR 在协调统一高级屈曲方法时采用了闭合屈曲计算公式法，摒弃了 CSR-OT 采用的 PULS 方法。但基于非线性大变形板壳理论的船体板格高级屈曲分析方法仍是未来重要的发展趋势和理论研究方向。

将通过对 HCSR 中高级屈曲基本要求的分析和对国际最新屈曲分析技术发展趋势的研究，尝试建立一种有效的船体板格结构高级屈曲分析方法，并开发相应的具有中国自主知识产权的高级

屈曲分析软件，满足中国工业界未来的需求。

2.2.4 基于目标型标准的有限元评估方法研究

有限元方法是结构强度直接计算的主要手段。传统的舱段有限元评估多集中在货舱中段，但 CSR-OT 已要求对货舱首尾区域的纵向承剪构件进行有限元校核，而且 CSR 要求的有限元强度评估包括粗网格分析和危险区域的细网格分析。

但 CSR-OT 和 CSR-BC 的有限元评估方法，无论在边界条件、船体梁载荷施加方法、细网格大小、应力衡准等诸多方面都存在差异。同时，对首货舱和尾货舱的有限元评估方法或流程也未涉及。

基于如前所述的 HCSR 与 CSR 的规范差异对比研究结果，将对以下内容进行深入研究：

2.2.4.1 HCSR 货舱中段粗网格有限元评估方法研究

主要包括以下内容：

（1）边界条件（包括载荷边界和位移边界）的合理性评估：

HCSR 对于货舱中段的有限元粗网格舱段分析仍然采用三舱段模型，但与 CSR 相比，边界条件发生了重大变化：

- 模型边界条件中增加扭矩的考察要求；
- 通过在端部建立 end beam 来模拟 warping；
- 取消原 CSR 在模型端面位置施加垂向弯矩和水平弯矩的方法，改为在模型端部施加局部作用力来施加；
- 采用剪流的方法来计算垂向剪力，并调整至目标值；

上述变化将通过敏感性分析和实船验证进行合理性评估。

（2）HCSR 许用应力衡准的合理性评估：

HCSR 在货舱中段粗网格有限元的许用应力衡准作了如下的修改：

- 参考应力衡准采用 Ry=235/k（其中，k 为材料系数），而不是材料的最小屈服限；
- 按照 CSR-OT，按不同载荷组合工况（S 或者 S＋D）给出了不同结构区域对应的许用屈服利用因子；
- 取消了 CSR-OT 对 HT36 高强度钢的限制，改由疲劳分析来确定是否能采用 HT36；

上述变化将通过实船验证进行合理性评估。

（3）HCSR 有限元标准载况的评估；

目前，HCSR 仍未确定最终精简的有限元标准载况，初步的载况相比 CSR 而言，数量增加约 0.3~2.5 倍，需通过实船验证进行削减。同时，各标准载况中的吃水也需要实船验证进行合理性评估。

另一方面，HCSR 由于建立了新的基于 GBS 要求的载荷模型，导致部分新增的有限元标准载况，如斜浪载况、散货船低密度货物隔舱装载工况等，将通过实船验证进行合理性评估。

2.2.4.2 HCSR 首尾货舱粗网格有限元评估方法研究

该方面的内容是原船级社规范及 CSR 没有涉及的，属于全新的规范要求，主要研究以下内容：

（1）有限元力学模型的合理性评估

HCSR 在制订首尾货舱的粗网格有限元评估方法时，修改了数次力学模型，包括悬臂梁形式以及两端简支＋一端施加反弯矩的形式，主要目的是能准确模拟船体梁载荷以及因扭转产生的翘曲效应。

将通过理论分析和数值分析进行合理性评估，包括边界条件、许用应力衡准等。

（2）有限元载况的研究

首尾货舱区域的深舱布置受装载和总布置等的影响较大，而且船型之间的差异和变化较大，很难统一同标准的有限元载况来规定。

将通过分析归纳不同船型首尾货舱的布置特点，来研究 HCSR 首尾货舱确定不同结构构件的主导性有限元载况，尝试针对不同布置的首尾货舱给出如何选取有限元标准载况的指导书。

（3）有限元计算结果的合理性评估

如前所述，除 CSR-OT 要求对货舱首尾区域的纵向承剪构件进行有限元校核外，CSR 对首尾货舱横向构件并没有直接强度计算的要求，其构件大多根据局部强度以及按货舱中段作等效处理确定。

将按 HCSR 针对首尾货舱的有限元评估方法进行实船验证，一方面检验有限元计算结果的合理性，另一方面基于有限元计算结果可对首尾货舱区域及船舯 0.4L 以外过渡区域进行优化设计的建议。

2.2.4.3 HCSR 细网格有限元评估方法研究

细网格有限元分析是用于分析局部结构细节或节点的详细应力值，其有限元模型能反映局部细节的准确几何信息和刚度分布（网格精度通常不超过 50×50），因此，CSR-OT 采用细网格分析来控制局部细节的应力水平。实践证明，满足 CSR-OT 细网格分析的结构细节通常可满足北大西洋海况条件下 25 年的疲劳寿命要求。但 CSR-BC 的细网格有限元分析，由于网格精度采用 1/4 骨材

间距（通常为 200×200 左右）较大，计算结果意义不大。

HCSR 要求的细网格分析，建模方法、网格精度和应力衡准等都参照 CSR-OT，同时增加了法定的细网格校核区域以及细网格应力筛选区域。

针对油船，将结合实船验证，主要研究不同载荷工况对细网格计算结果的影响。

针对散货船，将结合敏感性分析和实船验证，主要研究 HCSR 细网格有限元评估方法对散货船的影响，包括不同载荷工况、细网格精度、许用应力衡准、应力筛选衡准等。

2.2.5 基于目标型标准的疲劳强度评估方法研究

CSR 要求的疲劳寿命是北大西洋海况条件下的 25 年，已满足 GBS 要求，因此 HCSR 对此未作修改。但 CSR-OT 和 CSR-BC 在疲劳强度评估方法上差异较大，主要有：

- 在评估 Hopper 下折角疲劳强度时，CSR-OT 采用热点应力法，插值方法为内插，插值到焊趾位置，采用的 S-N 曲线为 D 曲线；CSR-BC 采用切口应力法，插值方法为外插，插值到节点连接的中心定位处，采用的 S-N 曲线为 B 曲线；
- CSR-OT 和 CSR-BC 针对平均应力修正系数的要求不统一；

另一方面，油船和散货船不同位置的结构对应的 Weibull 形状系数差异也较大。

为减小疲劳寿命对 Weibull 形状系数的灵敏度，协调统一油船和散货船的疲劳评估方法。经研究，HCSR 将疲劳载荷从传统的 10^{-4} 概率水平（CSR 和原多数船级社采用）改为 10^{-2} 概率水平，同时将疲劳应力 Weibull 形状系数取为恒定值 1。基于这样的疲劳载

荷，HCSR 针对焊接节点，将统一采用热点应力 S-N 曲线法；针对母材，将统一采用切口应力 S-N 曲线法。同时，将对疲劳载荷、应力修正、焊接处理等内容进行协调统一。

除常规的纵骨与横向强框架连接节点以及原 CSR 法定要求校核的疲劳热点区域以外，HCSR 还针对细网格有限元模型（即潜在的危险区域），提出了所谓疲劳筛选评估方法。

另外，HCSR 对热点应力的插值方法、不同腐蚀环境下的疲劳累积损伤组合等提出了新的要求，并较多采用了基于 IIW（国际焊接协会）的技术内容以及部分海工的疲劳分析方法。

基于上述规定，将对以下内容作深入研究：

2.2.5.1 HCSR 疲劳强度评估的方法论研究

疲劳载荷的研究将在“基于目标型标准的载荷模型研究”中重点展开。本子专题主要研究 HCSR 疲劳强度评估方法与 CSR、IIW 以及 FPSO 疲劳分析方法的差异，特别是相关技术背景的差异。

2.2.5.2 HCSR 疲劳筛选计算方法研究

HCSR 疲劳筛选计算方法是指，根据细网格有限元分析得到的应力乘以 HCSR 规定的应力放大系数后得到的热点应力，经平均应力修正和板厚修正等后，进行疲劳累积损伤校核，如疲劳累积损伤度大于 1，则需对该细网格模型进行 t×t 的精细网格分析来得到精确的热点应力，再进行疲劳累积损伤校核；反之，则表示疲劳寿命满足要求。

这是 HCSR 新增加的规范内容，将结合实船验证，研究应力放大系数的合理性，以及疲劳筛选计算结果的合理性。

2.2.5.3 典型节点的疲劳强度研究

HCSR 针对油船和散货船的典型节点，给出了详细的节点设计标准，将采用精细网格有限元计算来分析研究这些典型节点的疲劳强度，探讨其节点设计标准强制实施的必要性和工艺的可行性。

另一方面，HCSR 更新了散货船在斜浪工况下的舱口角隅处的疲劳强度评估方法。将通过实船验证和水动力分析来研究 HCSR 斜浪工况舱口角隅疲劳的影响程度。

除此之外，还将调研焊接后处理方法在国内的应用情况，并分析其对典型节点疲劳强度的影响程度。

2.2.5.4 波浪诱导的船体振动对疲劳强度的影响研究

根据 GBS 要求，要保证船舶在砰击振动（Whipping）和波激振动（Springing）下的疲劳强度。这方面的内容在 CSR 中并未涉及。

HCSR 在制订过程中曾对上述内容提出了明确要求。将对砰击振动载荷和波激振动载荷的计算方法进行探索性的研究。在此基础上，结合原船级社的规范要求（如 DNV 船级社）以及 Whipping 和 Springing 载荷特点等，进行波浪诱导的船体振动对疲劳强度的影响研究，评估 HCSR 相关规定的合理性。

2.2.5.5 主甲板区域许用应力集中系数的计算方法研究

该部分内容设计单位（708 所）在实船设计中为避免主甲板区域因施工节点或舾装设备加强节点选择不当造成的潜在疲劳问题总结提出的，也是确保 HCSR 船体主甲板区域疲劳强度满足 GBS 要求的重要措施。

其基本思路是认为主甲板区域的疲劳载荷主要受船体梁交变载荷作用，通过船体梁名义应力疲劳计算，可反推出船体主甲板

各区域的许用应力集中系数图示；只要施工中选取的主甲板构件节点的应力集中系数（可按船级社规范或进行直接计算）小于许用应力集中系数，即可以保证选取的节点满足北大西洋 25 年的疲劳寿命要求。

将研究基于 HCSR 疲劳强度要求的主甲板区域许用应力集中系数计算方法，并通过实船验证。

2.2.6 基于目标型标准的剩余强度和结构冗余度研究

剩余强度和结构冗余度是 GBS 第二层功能性要求明确的。在 CSR-OT 中仅对剩余强度的概念进行过原则上的提及，并且 CSR 两本规范中未有对剩余强度的明确计算方法。结构冗余度的概念反映在 SOLAS XII 章 6.5.3 中，IACS 又在 UI SC209 中做了实施操作上的细化。在 CSR-OT 中，结构冗余度仅做了原则上的提及，没有专门的实质性条款。在 CSR-BC 中，结构冗余度的考虑体现在货舱区域加筋板格的屈曲校核以及安全系数上。

在 HCSR 中，剩余强度的要求在船体梁强度要求中予以描述；结构冗余度要求则隐含在屈曲强度评估的要求中。

将主要研究以下内容：

2.2.6.1 剩余强度的方法论研究

研究包括：

- 破损结构的船体梁中和轴倾斜对于结果的敏感性研究；
- 计及破损结构船体梁中和轴倾斜软件的研发，包括非线性有限元和文献的验证；
- HCSR 剩余强度研究计算工具，包括 smith 计算中如何计及永久变形和后屈曲行为，包括采用非线性有限元进行验证

和与其他船级社的交叉检查的验证；

2.2.6.2 结构冗余度的方法论研究

研究包括：

- 破损载荷作用情形的假定；
- 加筋板格的筋失效假定；
- 单舷侧散货船舷侧主肋骨的失效假定；
- 加筋板格和单舷侧散货船舷侧主肋骨的非线性有限元计算及其分析；
- 对于非 S=1.15 区域的结构，考虑如何对其结构冗余度进行验证；

2.2.6.3 剩余强度和结构冗余度对结构设计的影响研究

针对典型油船和散货船，进行剩余强度和结构冗余度的实船验证，并评估剩余强度和结构冗余度对油船和散货船结构设计的影响。

2.2.7 基于目标型标准的规范描述性规定研究

规范描述性规定是每本规范的重要内容，涉及的范围广、内容繁多，包括结构布置（如双层底高度等）、强度衡准原则、局部强度（如散货船装载钢卷的要求、单舷侧散货船主肋骨及上下支撑等）、最小厚度要求、船体梁强度（如剪切修正问题、总强度过渡的 Tapering 问题）、以及各船型的特殊要求等一些列与船体设计密切相关的具体内容，这些内容经 HCSR 协调统一后，是否会对油船和散货船的设计或建造产生不利影响，值得深入研究。

另外，HCSR 的其他部分内容，如焊接、腐蚀等的研究，也将归纳在本研究的范畴之内。

将主要研究以下内容：

2.2.7.1 满足 HCSR 的主船体构件要求研究

主船体构件包括局部支撑构件和主要支撑构件，前者主要针对板和骨材，后者则针对甲板强横梁或甲板纵桁、舱壁垂直桁或水平桁、双壳内非水密横隔板、肋板、纵桁、舷侧强肋骨等。

局部支撑构件的尺寸确定主要由以下强度要求确定：最小厚度、局部强度（包括晃荡、底部砰击、艏外飘、甲板上浪等）、屈曲强度、疲劳强度等。大多可以简化为简单的力学模型进行计算。研究将结合实船验证，着重论证 HCSR 对上述局部支撑构件要求的合理性，研究港口工况对散货船局部支撑构件要求的影响。

主要支撑构件（以下简称 PSM）由于受力复杂，除最小厚度要求以外，其尺寸主要根据有限元直接强度计算确定。但对于油船，由于力学模型相对简单，为避免有限元直接计算给出的尺寸过小，CSR-OT 给出了 PSM 的最小厚度、最小剪切面积、最小腹板高度、最小剖面模数等要求，并且规定经有限元计算结果证明构件尺寸可以减薄的，也仅允许减薄到描述性要求值的 85%。对于 150m 以下的散货船，CSR-BC 规定可不进行有限元直接计算，因此 CSR-BC 给出了上述散货船的 PSM 的最小剪切面积、最小剖面模数等要求。对于 150m 及以上的散货船仍然采用有限元直接强度计算。

HCSR 基本沿用上述规定，修改或新增的内容大致如下：

- 针对油船，将 85%的可减薄要求直接反映在 PSM 的描述性公式中；
- 针对 150m 以下的散货船，将有限元校核作为另一种确定 PSM 构件尺寸的方法，同时增加了 flooding 下的强度要求；

- 货舱区以外区域的 PSM，按 CSR-OT 要求给出最小厚度、最小剖面模数和最小剪切面积的要求；

研究将结合实船验证，着重论证 HCSR 对上述 PSM 要求的合理性。

2.2.7.2 满足 HCSR 的船体梁强度要求研究

船体梁强度包括弯曲强度、剪切强度、屈曲强度、极限强度、剩余强度。其中，根据 GBS 要求新增加的船体在碰撞或搁浅下的剩余强度要求另见专题“基于目标型标准的剩余强度和结构冗余度研究”；其余船体梁强度要求都已涵盖在 CSR-OT 和 CSR-BC 规范要求内，但两本规范对部分内容的要求存在较大差异。

但 HCSR 经协调统一后，修改的内容主要包括：

- 航行工况和港口工况下的弯曲强度和剪切强度要求参照 CSR-OT；
- 船体梁极限强度和剩余强度要求将针对整个货舱区和机舱区域；

但对于剪切修正的方法，HCSR 仍未统一，油船通过修正船体梁承剪构件板厚的方法，而散货船通过修正静水剪力的方法。

因此，研究将结合实船验证，着重论证 HCSR 对上述船体梁强度要求的合理性，探讨如何协调统一船体梁剪切修正方法，港口工况对散货船船体梁强度的影响。

2.2.7.3 满足 HCSR 的其它描述性规定研究

主要针对不同船型的结构布置（如双层底高度、槽型舱壁是否设置壁墩结构等）、构件布置要求、上层建筑及甲板室、舾装件下加强、舱室密性试验等内容，进行研究。

2.2.7.4 散货船装载钢卷的强度要求研究

HCSR 关于装载钢卷的强度要求基本沿用了 CSR-BC 的规定。但由于 HCSR 采用的新的载荷模型，加速度等参数都有所变化，这些变化对装载钢卷的强度要求的影响如何，将进行深入研究。

另一方面，原强度要求的计算方法中，仅给出了纵骨架式内底和纵骨架式 Hopper 的计算公式，对横骨架式没有规定如何计算。实船设计时，仍有部分内底（如管弄）和 Hopper 区域会采用混合骨架式甚至横骨架式。因此，将重点研究针对横骨架式的船体结构装载钢卷的强度要求。

2.2.7.5 满足 HCSR 的焊接和腐蚀要求研究

HCSR 基本沿用 CSR 的腐蚀标准，仅对部分区域进行了修改，如：

- 取消 CSR-OT 要求的燃油舱顶腐蚀厚度加厚的要求；
- 对于不锈钢和铝合金材料，统一考虑 0.5mm 的腐蚀厚度（t_c）。

将针对 HCSR 采用的腐蚀预测的数学模型作初步研究。

对于焊接，HCSR 协调统一了 T 型接头焊脚的大小将以竖板（Abutting plate）的厚度作为计算依据，与 CSR-OT 相似，但与 CSR-BC 差别较大。同时，竖板厚度取建造厚度还是净厚度还未有定论，需要对上述内容作进一步研究。

2.2.8 HCSR 计算分析和评估软件开发

根据 HCSR 的规范框架和中国造船界对 CSR 软件使用情况的反馈，基于具有自主知识产权的几何平台，进行 HCSR 软件系统的开发，包括规定性要求和有限元要求等。

主要包括以下内容：

（1）软件系统技术策划

分析国外现有 CSR 软件的功能，综合考虑中国造船的实际需求，包括船舶设计、图纸审核等要求，完成 HCSR 软件系统的技术策划。

（2）软件计算流程设定

梳理 HCSR 的计算流程并完成相应软件计算流程设定。

（3）软件开发与测试

基于具有自主知识产权的几何平台，进行 HCSR 软件系统开发，包括规定性要求和有限元要求等。

将 IACS HPT10 的交叉验证（Cross Check）作为验证 CCS 软件完整性和正确性的一项措施；基于 IACS 要求的 HCSR 结果评估，针对上述典型油船和散货船进行相关功能的测试验证；同时针对重点船型与其他船级社软件进行软件功能和计算结果的比较分析（与至少 2 家国外船级社软件）。

3. 关键技术及采取的解决途径分析

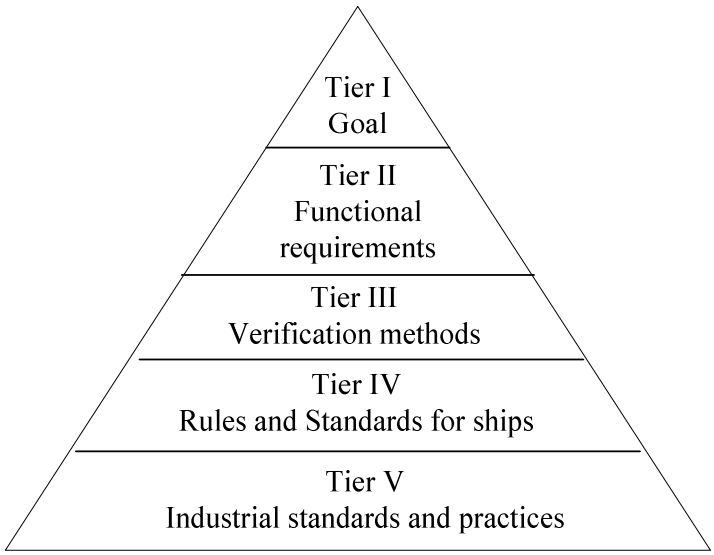
HCSR 是在原 CSR-OT 和 CSR-BC 规范的基础上，面向 GBS 基本要求，采用统一的技术路线，吸收了 IACS 各协调工作组几年的研究成果及经验积累，并融合 CSR 实施后经工业界和航运界反馈的意见和建议后制订的。其规范框架和核心技术内容，与原 CSR 规范相比，HCSR 较多部分都发生了实质性的重大改变。主要包括：

- 载荷模型的重新编写，并统一了极限载荷、疲劳载荷、底部砰击载荷和首外飘砰击载荷。
- 疲劳载荷从 10^{-4} 概率水平改为 10^{-2} 概率水平，减小了疲劳寿命对 Weibull 形状系数的灵敏度。
- 统一协调了针对屈曲强度校核的规范要求，取消了原 CSR-OT 采用的 PULS 校核方法。
- 统一协调了有限元分析方法，包括边界条件、细网格精度等，特别增加了首、尾货舱的强度评估要求。
- 对 T 型接头的焊接，统一以竖板的建造厚度作为焊角的计算依据，并对高应力区域的焊接提出了要求。
- 更新了原散货船在斜浪下舱口围板角隅处的疲劳评估方法。
- 建立了基于细网格分析的疲劳筛选评估方法。
- 在 GBS 框架下补充完善了 GBS 第二层功能性要求，如剩余强度、结构冗余度等。

鉴于上述新增及修改内容，归纳的关键技术及相应解决途径主要包括：

3.1 基于目标型标准的规范体系要求

如前所述，GBS 标准是 IMO 组织为了适应国际造船近年来的变化提出的涉及船舶寿命、环保和安全要求的一套新的国际标准体系。其实质上是一个立法框架，是制订船舶标准的标准或工具。GBS 主要内容共分为五个层面，如下图所示。其中，第一层确定安全目标、第二层功能性要求和第三层符合性验证导则已完成，但目前仅适用于新造油船和散货船。



HCSR 是属于 GBS 第四层的内容，是 IACS 为适应 GBS 要求而制订的针对油船和散货船的船级社规范。因此，HCSR 协调统一后修改或者新增的内容都是以能否符合 GBS 第二层功能性要求为制订规范的出发点。

虽然本课题研究过程中并不进行 HCSR 是否符合 GBS 的验证工作，但在研究 HCSR 核心关键技术内容时，必须结合 GBS 要求来开展研究，旨在掌握 HCSR 协调统一后修改或新增内容的技术基础、背景和方法。

各研究内容中归纳的突破性关键技术如下：

（1）载荷模型研究

基于目标型标准的晃荡冲击载荷下液舱结构强度评估技术：在理论研究的基础上，进行液舱典型装载情况下极端海况和设计波中的晃荡模型试验，并结合晃荡冲击载荷直接计算结果，进行试验与数值计算结果的对比分析，探讨建立液舱晃荡冲击载荷的统一要求，编写相应指南和分析报告并开发出适合中国造船界要求、安全且合理的晃荡冲击载荷下液舱结构强度评估软件。

（2）屈曲评估方法研究

基于目标型标准的高级屈曲评估技术：着重在理论基础和技术方法上深入研究，包括对 HCSR 高级屈曲的技术背景以及国际上最新屈曲分析技术发展趋势研究，在此基础上建立一种有效的船体板格结构高级屈曲分析方法并开发相应计算软件。

（3）有限元评估方法研究

基于目标型标准的货舱首尾区域的有限元强度评估技术：着重从力学模型的合理性上深入研究，使之能准确模拟船体梁载荷以及因扭转产生的翘曲效应。将通过理论分析和数值分析进行合理性评估，包括边界条件、许用应力衡准等。在此基础上，通过分析归纳不同船型首尾货舱的布置特点，来研究 HCSR 首尾货舱确定不同结构构件的主导性有限元载况，尝试针对不同布置的首尾货舱给出如何选取有限元标准载况的指导书；另外，通过实船验证，一方面检验有限元计算结果的合理性，另一方面基于有限元计算结果可对首尾货舱区域及船舯 0.4L 以外过渡区域进行优化设计的建议。

（4）疲劳强度评估方法研究

基于目标型标准的疲劳强度评估技术：着重在方法论上上深入研究，包括疲劳载荷从传统的 10^{-4} 概率水平改为 10^{-2} 概率水平，

同时将疲劳应力 Weibull 形状系数取为恒定值 1 的技术背景和技术方法；基于细网格应力水平的疲劳筛选评估法的技术内容等。掌握HCSR疲劳评估方法的技术路线，并通过实船验证，评估其对油船和散货船结构设计的影响。

（5）剩余强度和结构冗余度研究

基于目标型标准的剩余强度和结构冗余度评估技术：着重方法论的深入研究，并通过实船验证，评估其对油船和散货船结构设计的影响。其中，通过剩余强度计算，可评估船体破损后的强度状态；通过结构冗余度计算，可评估规范要求的船体安全程度。

3.2 满足 HCSR 要求的计算分析和软件系统

鉴于 HCSR 涉及的载荷计算、结构构件尺寸计算、各种强度直接计算等的复杂性，单纯的手工计算已经无法完成，必须借助计算机程序才能完成，因此开发相应的 HCSR 软件是必须的，包括规范计算和强度直接计算两部分。

同时，验证 HCSR 规范合理性也需要通过比较 HCSR 软件的计算结果与 CSR 的相关计算结果来判定。

其包含的关键技术有：

（1）软件具有自主知识产权的几何平台和数据库系统；

（2）软件应是 HCSR 规范内容的正确转化；

（3）软件直接计算部分应包括灵活、可扩展的前后处理功能，方便中国造船界的使用；

（4）软件包含的内容应完整，并有清晰明确的计算评估报告。

因此，由中国船级社负责，及时推出界面友好、准确可靠的 HCSR 软件，并通过 IACS HPT10 的交叉验证、与国外船级社软件

针对重点船型进行软件功能和计算结果比较分析，以及由 HCSR 专家工作组等外协单位针对典型油船和散货船进行验证计算。

在研究体制上，本课题由工业和信息化部领导，中国船舶工业集团公司第七〇八研究所与中国船级社一起，并适时与高校和其他具有优势的科研力量进行协作，采用“产、学、研”的形式联合攻关， HCSR 专家工作组提供一定的技术支撑并共享其专题研究组的研究成果，在充分利用现有科技成果和设计建造技术经验的基础上，分析研究典型油船和散货船的技术资料，消化吸收 HCSR 的关键技术，重点突破新技术和关键技术，实现设计建造技术的创新。

4. 项目达到的技术性能指标

通过本项目的研究，达到下列几项主要指标：

（1）全面掌握 HCSR 的技术背景和技术方法，提出中国造船界对 HCSR 文本的意见和建议，汇总后经由中国船舶工业行业协会和/或中国船级社，通过 HCSR 公开征询意见渠道提交给 IACS，及早剔除或降低对中国造船界不利的因素，避免或降低对中国造船界的不利影响；

（2）全面掌握 HCSR 关键技术内容，形成 HCSR 各项核心技术研究报告，为我国开发满足 HCSR 的船型提供技术支撑；

（3）及时推出满足 HCSR 的计算分析和评估软件，为我国开发满足 HCSR 的船型提供必要的计算工具。

5. 成果形式及鉴定验收方式

5.1 研究成果

通过 HCSR 的研究，预期取得的主要研究成果有：

（1）HCSR 与 CSR 规范差异对照表及实船验证报告；

（2）中国造船界对 HCSR 规范文本的意见和建议；

（3）针对 HCSR 各项核心技术的研究报告；

（4）开发出满足 HCSR 的计算分析和评估软件；

（5）总结 HCSR 对油船和散货船设计影响的共同规律，提出中国造船界应对 HCSR 的措施建议；

5.2 研究成果形式

主要的成果形式如下：

（1）各项研究报告：

- 总报告：
  - 课题技术报告
  - 课题工作报告
- 专题报告：
  - HCSR 规范技术背景研究报告，包括 HCSR 与 CSR 的差异对比表和船型验证报告（包括 HCSR 对结构重量的影响）
  - 基于目标型标准的载荷模型研究报告
  - 基于目标型标准的屈曲评估方法研究报告
  - 基于目标型标准的有限元评估方法研究报告
  - 基于目标型标准的疲劳强度评估方法研究报告

- 基于目标型标准的剩余强度和结构冗余度研究报告
- 基于目标型标准的规范描述性规定研究报告

（2）满足 HCSR 的计算分析和评估软件系统，包括针对所选典型油船和散货船的软件外部测试报告、IACS HPT10 的交叉验证结果报告、与国外船级社软件针对重点船型软件功能和计算结果的比较分析报告；

（3）针对 HCSR 规范文本的意见和建议汇总表；

（4）晃荡冲击载荷下液舱结构强度评估指南及晃荡载荷数值计算软件；

（5）高级屈曲分析技术应用指南及分析软件；

（6）发表论文 3～5 篇；

（7）申请软件著作权 3 项。

5.3　鉴定验收方式

（1）针对 HCSR 规范文本的意见和建议汇总表，将经由中国船舶工业行业协会和/或中国船级社，通过 HCSR 公开征询意见渠道提交给 IACS。

（2）船型验证通过主流船级社（至少包括中国船级社）的审查认可；

（3）软件系统及研究报告通过专家组评审和鉴定。

6. 项目成果及知识产权归属

科研项目研究成果及其形成的知识产权，除涉及国家安全、国家利益和重大社会公共利益的以外，按照“共同开发、共同享有、承担者为知识产权主体、参加者享有成果使用优惠权、研发过程逐步由自主、自愿向商业模式转化”的原则，本项目的科研成果，将按国家有关政策进行管理。

本项目将制定项目成果知识产权管理办法，既照顾到国家出资取得了成果的“国有”性质和共享特点，同时也考虑单位自筹资金形成的知识产权，将制定适当保护措施和有偿转让的办法，确保各方的利益，并使得成果能够得到有效的推广和应用。

工业和信息化部等国家主管部门可以调拨，成果可以有偿转让。

本项目成果将在全国船舶行业范围内推广。

本项目在推广成果的过程中，还有大量业务性质和商务性质的计算、核算、校对性质的工作，将研究建立必要的服务机制为开展此项工作服务。

项目承担单位应建立科技成果转化机制，采取有效措施，积极促进科研项目研究成果的转化。项目承担单位转让科研项目研究成果知识产权时，成果完成人享有同等条件下优先受让的权利。

7. 技术基础、配套条件及措施分析

7.1 技术基础

该项目由中国船舶工业集团公司第七〇八研究所牵头，中国船级社参加，联合国内船舶行业优势力量共同参与。

中国船舶工业集团公司第七〇八研究所是中国船舶行业成立早、规模大、成果多的研究开发机构，是国际拖曳水池会议(ITTC)、国际船舶结构会议(ISSC)的成员单位，是流体力学和船舶与海洋结构物设计与制造的硕士、博士研究生培养单位。

建所六十年来，该所主要业务领域不断拓展，自主开发出多型具有世界先进水平的各类军用舰船、民用船舶、海洋工程装备和高端船用装备，在船舶及海洋工程领域研究、开发、设计出1200余型号产品，其中许多型号开创了我国船舶工业的第一，积极参加国家重大课题的研究，获得了国家、部级科技进步奖372项，其中，国家科技进步特等奖2项，国家科技进步一等奖9项，为我国国防建设、航天事业、船舶工业、海洋事业的发展和国民经济建设做出了重大贡献。

七〇八所在“七五”、“八五”、“九五”、“十五”“十一五”期间的攻关课题取得了一大批重要的研究成果。特别是在CSR船型的研发课题方面，承担了中国船舶工业集团公司“符合共同结构规范的船型开发（油船）”研究开发项目，并积极参与了相应的“符合共同结构规范的船型开发（散货船）”研究开发项目，开发了多型CSR油船和散货船，积累了大量的CSR实船开发经验，包括为中船龙穴开发的30.8万吨和32万吨VLCC、为东方重工和新世纪船厂开发的85000长吨原油船、为广船国际开发的48000吨原油/成品油船、为金陵船厂开发的41500吨原油船、为东方重工开发的82000吨散货船、为中海工业开发的48000吨散货船等。

在2010年油船结构合作论坛上，七〇八所代表中国造船界的设计单位，交流了满足CSR要求的VLCC的设计经验，得到了世界同行的认可。而且，此次代表中国船舶工业协会参加IACS关于

HCSR 外部咨询组的人员也是七〇八所的副主任工程师。

中国船级社（简称 CCS）成立于 1956 年，是中国唯一从事船舶入级检验业务的专业机构。中国船级社通过对船舶和海上设施提供合理和安全可靠的入级标准，通过提供独立、公正和诚实的入级及法定服务，为航运、造船、海上开发及相关的制造业和保险业服务，为促进和保障人命和财产的安全、防止水域环境污染服务。

中国船级社是国际船级社协会（IACS）10 家正式会员之一，自 1989 年中国成为国际海事组织的 A 类理事国以来，CCS 积极参加 IMO 大会、海上安全委员会和海上环境保护委员会及下属各分委会的会议，还积极参加国际船级社协会理事会和各专业技术委员会及 30 多个工作组的活动，及时对国际海事政策和技术信息准确了解和研究，并参与课题调研，承担技术文件的翻译。

中国船级社负责我国船舶和海洋工程方面：

- 规范、规则及指导性文件的编制、维护、翻译、宣贯和解释；
- 规范、规则及指导性文件相关技术的试验、跟踪研究及应用软件开发；
- 大型软件系统的开发、维护及国家船舶数据库相关服务；
- 审图和对审图及现场检验提供必要技术支持。

在 CSR 推出后，中国船级社较早开发出相应的船舶结构设计计算软件，并成功应用于国际上第一艘满足 CSR 的散货船的设计、审图。同时，参与“符合共同结构规范的船型开发”课题研究，为我国工业界提供计算软件、技术支持和工程计算、船型论证等，大大提升了我国船舶市场的竞争力。

7.2 软硬件条件

中国船舶工业集团公司第七〇八研究所有一支由中国科学院许学彦院士，船舶设计大师 4 名，享受国务院特殊津贴专家 56 名，省部级有突出贡献中青年专家 15 名，“511 工程”人才 11 名，研究员 104 名，高级工程师 304 名等组成的经验丰富的科研队伍，掌握船舶与海洋工程开发的最新技术。

七〇八所拥有拖曳水池试验室、风浪流水池试验室、喷水推进综合性能试验室、低速风洞试验室、水洞试验室、气垫技术试验室等，并在闵行基地建成了新的拖曳水池、气垫技术试验室、消磁试验室和输转仿真试验室，可为科研开发设计项目提供强有力保障。

七〇八所开发和引进了国内外先进的船舶设计计算和分析软件，包括各主要船级社规范计算软件（COMPASS、NAUTICUS、RuleCalc、SafeHull、Mars、Poseidon 等）、线性/非线性有限元分析软件（MSC Patran/Nastran/Marc、SESAM、ANSYS、VeriStar、ShipRight 等）、线性/非线性波浪载荷及运动预报软件（DLA、WADAM、WASIM、HydroStar 等）、三维船舶设计软件（NAPA 等）等，涵盖了船舶设计各个专业数值分析领域，建立了集成网络平台，形成多个数据中心和一个全所信息网，初步建立了船舶并行协同设计平台，改进了船舶设计工作环境条件，具备了开展数字化设计的基础，并在相关的产品设计中得到了应用，取得了明显的效果。

中国船级社，目前拥有包括博士/博士后 42 人、硕士研究生学历 115 人、大学本科学历 107 人、教授/研究员/教授级高工 15 人、

国家级专家并享受政府特贴 8 人组成的科研中心。其中 17 人次获得了全国交通科技英才、全国交通岗位能手、十百千工程人选、国家政府特殊津贴等荣誉。科研中心可以在此项目中充分发挥现有的人力资源、信息、技术等方面的优势。

中国船级社拥有一批自主开发的优秀工程计算软件：国际共同结构规范软件、船舶结构解决方案—海虹之彩、COMPASS 软件系统（包括性能、结构、机电等全套计算），同时引进了大量船舶设计、计算分析软件，如：MSC PATRAN/ NASTRAN/MARC、ABAQUS、SESAM、NAPA、ANSYS 等。

中国船级社还拥有自己的比较完善的信息网络平台，丰富的技术资料和船舶数据资料，最新的海事信息和技术资料。

中国船级社为科研人员创造了优良的办公场所和设备配备，同时拥有一批经国家 CMA、CNAS 认可的具有现代监测技术的实验室，如无损检测实验室、远东防火试验中心、远东滑油检测中心、武汉救生设备检测中心。

7.3 研究队伍

李小平，项目组组长，任中国船舶工业集团公司七〇八所所长助理、总工程师，研究员，硕士生导师，十三、十四届国际船舶结构会议 ISSC 委员会委员。先后担任了多项国家重点科技开发项目负责人。

作为项目负责人，主持了国家“十五”重点科技攻关项目“15 万吨 FPSO 浮式生产储油船关键技术研究开发”，该项目的研制成功为我所 2005 年成功承接国际最大吨级的 30 万吨 FPSO 浮式生产储油船奠定了技术基础。

主管了秦皇岛“渤海世纪”号、文昌“南海奋进”号及番禺“海洋石油 111”号等三艘 FPSO 的基本设计和详细设计，全面负责技术开发和技术协调工作，成功解决船体甲板上浪、总纵强度、砰击强度、船体与内转塔特殊连接结构强度等关键技术问题，为项目成功设计做出了重要贡献。

承担了原国防科工委“新型多功能半潜式钻井平台研制”、“30 万吨超大型 FPSO 浮式生产储油装置关键技术研究”、“深海空间站水面保障平台技术研究”等重点科研项目和中船集团“十一五”重点开发项目“南海半潜式钻井平台开发”的负责人。

2006 年开始承担“十一五”国家高技术研究发展计划（863 计划）项目“3000 米水深半潜式钻井平台设计关键技术”的研究，研究内容包括：总体方案设计；系统集成技术；平台定位技术；总体性能、结构强度及疲劳分析。

在《上海造船》等杂志上发表了多篇有较高学术价值的论文。主编了《船舶结构设计手册》第三篇第六章滚装船结构设计和第四篇船体振动部分前三章。主持设计项目“文昌 15 万吨 FPSO”获辽宁省科技进步一等奖。

吴嘉蒙，项目组副组长，任中国船舶工业集团公司七〇八所民船部副主任工程师，高级工程师，哈尔滨工程大学兼职教授。

作为结构专业负责人，主持开发了满足 CSR 要求的 30.8 万吨和 32 万吨 VLCC 以及 8.2 万吨散货船实船设计，完成了中船集团“符合共同结构规范的船型开发（油船）”和“中韩日 VLCC 对比”等课题工作，在油船和散货船方面具有丰富的结构设计经验，以第一作者在《上海造船》等杂志上发表了多篇针对 CSR 的学术论文；代表中国造船界参加 2010 年油船结构合作论坛（TSCF），并

作了关于满足 CSR 要求的 VLCC 设计经验的专题发言；在 HCSR 制订过程中，代表中国船舶工业行业协会参与了 IACS 召开的外部咨询组（EAG）工作，对 HCSR 的制订过程和技术内容、规范文本提出意见和建议；担任 HCSR 专家工作组组长。

王刚，项目组副组长，任中国船级社上海规范所副所长，博士，高级工程师，交通部“十百千”第一层次人选，IACS 船体委员会代表，油轮结构合作论坛（TSCF）成员。先后担任了多项国家、中国船级社等重点科技开发项目负责人。

作为项目负责人，负责进行国防科工委项目（中国造船学会）《IACS CSR 船型开发公共要求项目——油船超规范尺度设计技术（晃荡计算）研究与相关规范编写》、《IACS CSR 船型开发公共要求项目——油船结构规范补充要求及解释指导性文件》和《IACS CSR 船型开发公共要求项目——油船结构规范补充要求及解释指导性文件》；负责进行满足 IACS 共同结构规范的世界上最大载重吨散货船—“18 万载重吨散货船”的背靠背审图和技术支持工作，负责完成 18 万载重吨散货船船体结构评估的结构布置、节点评估、典型案例分析等工作；负责进行中国船级社 HCSR/GBS 研究项目；负责进行国内首条 14.7 万方 LNG 船项目的研发工作，完成了 LNG 船晃荡载荷和泵塔结构分析，疲劳强度分析等的前期理论推导和模型计算分析工作，并完成了《薄膜型液化天然气运输船检验指南》；负责中国船级社《海虹之彩》项目的呀研发工作，该项目获交通部科技二等奖。负责进行 IACS 共同结构规范的研发工作，主持中国船级社《钢规》第 9 篇和第 10 篇的编写。

担任中国船舶力学委员会委员和中国钢结构协会海洋钢结构常务理事等，并以第一或第二作者在国际、国内会议及国内核心

期刊上发表学术论文二十三篇。

本项目主要研究和管理人员情况如下：

序号	姓　名	单　位	职称	承担任务
1	李小平	七〇八所	研究员	项目组组长
2	吴嘉蒙	七〇八所	高级工程师	项目组副组长
3	王　刚	CCS	博士/高级工程师	项目组副组长
4	杨葆和	七〇八所	研究员	总体
5	邱伟强	七〇八所	高级工程师	结构
6	王燕舞	七〇八所	高级工程师	结构
7	龚　恢	七〇八所	研究员	结构
8	郑礼万	七〇八所	研究员	结构
9	黄芳昌	七〇八所	研究员	结构
10	张　帆	七〇八所	高级工程师	结构
11	李丹丹	七〇八所	高级工程师	结构
12	吕立伟	七〇八所	工程师	结构
13	刘奕谦	七〇八所	工程师	结构
14	蔡诗剑	七〇八所	工程师	结构
15	李福军	七〇八所	工程师	结构
16	傅建鹏	七〇八所	助理工程师	结构
17	孙建坤	七〇八所	助理工程师	结构
18	谢仲安	七〇八所	助理工程师	结构
19	张　伟	七〇八所	助理工程师	结构
20	王伟飞	七〇八所	助理工程师	结构/水动力
21	顾　俊	七〇八所	助理工程师	结构

序号	姓　名	单　位	职称	承担任务
22	刘寅华	七〇八所	助理工程师	结构
23	郑文青	七〇八所	助理工程师	结构
24	刘晓明	七〇八所	研究员	计算机工程
25	徐　强	七〇八所	工程师	计算机工程
26	张玉奎	七〇八所	工程师	计算机工程
27	姜志宇	七〇八所	工程师	项目管理
28	徐　斐	七〇八所	高级工程师	项目管理
29	张道坤	CCS	博士/高级工程师	项目管理
30	陈有芳	CCS	高级工程师	结构
31	王东海	CCS	博士/高级工程师	结构/软件
32	吕毅宁	CCS	博士/高级工程师	结构/软件
33	刘玉川	CCS	工程师	软件
34	田　超	CCS	博士/高级工程师	结构/软件
35	李　明	CCS	工程师	结构/软件
36	万育龙	CCS	工程师	结构/软件
37	高　鹏	CCS	工程师	结构/软件
38	胡丰梁	CCS	工程师	结构/软件
39	朱海荣	CCS	博士/工程师	结构
40	刘日明	CCS	博士/高级工程师	结构/软件
41	蔡忠云	CCS	博士/高级工程师	结构/软件
42	孙　磊	CCS	工程师	结构
43	吴明远	CCS	工程师	结构/软件
44	李　旭	CCS	工程师	结构/软件

序号	姓　名	单　位	职称	承担任务
45	李玉刚	CCS	博士/高级工程师	软件/软件
46	朱旭光	CCS	工程师	软件
47	唐宜健	CCS	高级工程师	软件
48	林庆忠	CCS	高级工程师	软件
49	王丽荣	CCS	博士/高级工程师	软件
50	吴　薇	CCS	博士/高级工程师	软件
51	孟凡冲	CCS	高级工程师	软件
52	何　凯	CCS	助理工程师	软件
53	胡　欣	CCS	助理工程师	软件
54	顾晔昕	CCS	高级工程师	结构/软件
55	徐　伟	CCS	工程师	结构/软件
56	洪　英	CCS	高级工程师	结构
57	周亚军	CCS	博士/高级工程师	结构
58	罗秋明	CCS	工程师	结构
59	彭文科	CCS	高级工程师	结构
60	詹志鹄	CCS	博士/高级工程师	结构

中国 HCSR 工作组组成成员名单：

序号	姓　名	单　位	职称	承担任务
1	吴嘉蒙	七〇八所	高级工程师	工作组组长
2	白玉刚	中船重工设计中心	研究员	工作组副组长
3	陆红干	六〇四院	高级工程师	
4	顾学康	七〇二所	研究员	

序号	姓　名	单　位	职称	承担任务
5	卢　华	外高桥	高级工程师	
6	戴　挺	大连重工	高级工程师	
7	唐永生	沪东中华	高级工程师	
8	强兆新	中船重工设计中心	高级工程师	
9	张爱兵	渤船重工	工程师	
10	陈　灏	广船国际	研究员	
11	李　兵	上海佳豪	工程师	
12	温保华	太平洋造船	高级设计师	
13	姜海宁	中远船务工程	工程师	

7.4　分工协作

本项目将围绕 HCSR 的关键技术研究，在国家主管领导部门的主持下，采用“产、学、研”合作的形式联合攻关。由中国船舶工业集团公司第七〇八研究所牵头，中国船级社参加，发挥我国船舶工业的设计院所和船级社等“国家队”整体科研优势力量，成立联合课题组，协同进行研究与攻关。

另一方面，HCSR 专家工作组集合了国内两大集团公司以及部分骨干地方船企共 12 家成员单位的 13 位专家，在油船和散货船设计建造方面经验丰富。HCSR 专家工作组的研究成果将直接共享给本联合课题组。

此外，对于某些关键技术，如晃荡冲击载荷、高级屈曲等，将适时与高校和具有优势的科研力量进行协作，共同研究攻关。

8 个专题的任务分工为：

编号	研究内容	承担单位
1.	HCSR 规范技术背景研究	七〇八所
2.	基于目标型标准的载荷模型研究	CCS
3.	基于目标型标准的屈曲评估方法研究	CCS
4.	基于目标型标准的有限元评估方法研究	七〇八所
5.	基于目标型标准的疲劳强度评估方法研究	七〇八所
6.	基于目标型标准的剩余强度和结构冗余度研究	CCS
7.	基于目标型标准的规范描述性规定研究	七〇八所
8.	HCSR 计算分析和评估软件开发	CCS

外协的内容包括关键技术和船型验证。其中，船型验证的具体外协单位如下：

编号	验证船型	船型验证外协单位
1.	CSR-16 万吨级 Suez 型原油船	渤海重工
2.	CSR-11 万吨级 Afra 型原油/成品油船	大船重工
3.	CSR-7.6 万吨级巴拿马型成品油船	中船重工民船中心
4.	CSR-4 万吨级灵便型成品油船	广船国际
5.	CSR-20 万吨级散货船（部分）	上海外高桥
6.	CSR-18 万吨级散货船	中船重工民船中心
7.	CSR-12 万吨级散货船	太平洋造船
8.	CSR-8.7 万吨级散货船	沪东中华
9.	CSR-8.2 万吨级散货船	上海佳豪
10.	CSR-5.7 万吨级散货船	604 院
11.	CSR-3.5 万吨级散货船	中远船务

关键技术的外协如下：

编号	外协内容	关键技术外协单位
1.	HCSR 疲劳筛选计算方法研究	上海佳豪
2.	波浪诱导的船体振动对疲劳强度的影响研究	702 所
3.	满足 HCSR 的船体梁强度以及局部支撑构件要求的研究	中船重工民船中心
4.	散货船装载钢卷的强度要求研究	太平洋造船
5.	晃荡载荷数值计算软件开发和晃荡模型试验研究	上海交大
6.	波浪载荷数值计算	哈尔滨工程大学
7.	高级屈曲分析软件开发	702 所
8.	HCSR 软件系统 DSA 部分模块协助开发	702 所
9.	HCSR 软件系统 SDP 部分模块协助开发及测试	数码易知有限责任公司

8. 研究周期及初步的实施计划安排

本项目的研究周期为 2 年，自 2012 年 1 月起至 2013 年 12 月止。

实施计划安排如下表：

编号	研究内容	主要工作	时间节点
1.	HCSR 规范技术背景研究	1) HCSR 和 CSR 规范差异对比研究；	2012.1-2012.5
		2) 符合 HCSR 和 CSR 的实船验证差异评估研究；	2012.7-2013.4
		3) 应对 HCSR 的措施研究； ● 针对规范文本的意见和建议 ● 应对 HCSR 实施的措施建议	2012.7-2013.10 2012.7-2013.4 2013.5-2013.10
2.	基于目标型标准的载荷模型研究	1) 油船和散货船强度载荷模型的方法论研究	2012.7-2013.4
		2) 油船和散货船疲劳载荷模型的方法论研究	2012.7-2013.4
		3) 油船和散货船冲击载荷研究 ● 冲击载荷规范差异性分析 ● 晃荡冲击载荷的研究、模型试验以及软件开发	2012.8-2013.6 2012.8-2012.9 2012.7-2013.6
3.	基于目标型标准的屈曲评估方法研究	1) HCSR 屈曲评估方法论研究	2012.7-2012.12
		2) HCSR 屈曲评估方法的实船验证	2012.9-2012.12
		3) 高级屈曲评估方法研究和软件开发 ● 高级屈曲评估方法研究 ● 高级屈曲评估软件开发	2012.9-2013.6 2012.9-2012.12 2012.10-2013.6

编号	研究内容	主要工作	时间节点
4.	基于目标型标准的有限元评估方法研究	1) HCSR 货舱中段粗网格有限元评估方法研究；	2012.7-2012.12
		2) HCSR 首尾货舱粗网格有限元评估方法研究；	2012.7-2013.2
		3) HCSR 细网格有限元评估方法研究；	2012.12-2013.4
5.	基于目标型标准的疲劳强度评估方法研究	1) HCSR 疲劳强度评估的方法论研究；	2012.7-2012.12
		2) HCSR 疲劳筛选计算方法研究；	2012.9-2013.3
		3) 典型节点的疲劳强度研究；	2013.3-2013.9
		4) 波浪诱导的船体振动对疲劳强度的影响研究；	2012.10-2013.4
		5) 主甲板区域许用应力集中系数的计算方法研究；	2013.9-2013.10
6.	基于目标型标准的剩余强度和结构冗余度研究	1) 剩余强度的方法论研究	2012.7-2012.12
		2) 结构冗余度的方法论研究	2012.7-2012.12
		3) 剩余强度和结构冗余度对结构设计的影响研究	2012.11-2013.2
7.	基于目标型标准的规范描述性规定研究	1) 满足 HCSR 的主船体构件要求研究；	2012.7-2012.12
		2) 满足 HCSR 的船体梁强度要求研究；	2012.9-2013.3
		3) 满足 HCSR 的其它描述性规定研究；	2013.1-2013.3
		4) 散货船装载钢卷的强度要求研究；	2012.7-2013.1
		5) 满足 HCSR 的焊接和腐蚀要求研究；	2012.7-2012.12
8.	HCSR 计算分析和评估软件开发		2012.1-2013.7

9. 总经费预算

9.1 总经费及其构成

本课题总经费 2000 万，其中国拨经费 1600 万，单位自筹 400 万。根据批复，中国船舶工业集团公司第七○八研究所与中国船级社各承担 1000 万，其中国拨各 800 万，单位自筹各 200 万。

按研究内容统计的投入经费如下：

研究内容	经费（国拨）	经费（自筹）
专题一：HCSR 规范技术背景研究	168	42
专题二：基于目标型标准的载荷模型研究	256	64
专题三：基于目标型标准的屈曲评估方法研究	88	22
专题四：基于目标型标准的有限元评估方法研究	208	52
专题五：基于目标型标准的疲劳强度评估方法研究	208	52
专题六：基于目标型标准的剩余强度和结构冗余度研究	64	16
专题七：基于目标型标准的规范描述性规定研究	216	54
专题八：HCSR 计算分析和评估软件开发	392	98
合计	1600	400

9.2 经费分解

9.2.1 研究经费逐项分解内容

根据上述开展研究的实际需要，按《国防科技工业科研经费管理暂行办法》（财防[2008]11 号）的相关规定，对研究经费进行逐项分解测算，具体如下：

表 1　经费预算明细表

单位：万元

序号	费用类别	明细费用类别	年度金额		
			2012 年	2013 年	合计
1	设计费	论证费	158	80	238
		计算费	30	80	110
		分析费	58	64	122
		小计	**246**	**224**	**470**
2	专用费	专用仪器设备	8	0	8
		专用工艺装备	0	0	0
		样品样机	0	0	0
		专用软件	0	0	0
		零星技术措施	0	0	0
		小计	**8**	**0**	**8**
3	材料费	原材料	0	0	0
		辅助材料	1	1	2
		外购产品	0	0	0
		专用新材料	0	0	0
		元器件	0	0	0
		低值易耗品	7	9	16
		小计	**8**	**10**	**18**
4	外协费	检测费	10	5	15
		加工费	15	0	15
		设计费	267	277	544
		试验费	35	10	45
		小计	**327**	**292**	**619**
5	燃料动力费	水	4	4	8
		电	5	4	9
		气	1	1	2
		燃料	2	2	4
		小计	**12**	**11**	**23**
6	固定资产使用费	科研用仪器设备使用费	31	31	62
		科研用房屋使用费	39	39	78
		小计	**70**	**70**	**140**
7	工资及劳务费	工资	0	0	0
		劳务费	118	128	246
		小计	**118**	**128**	**246**
8	差旅费	科学考察	7	5	12
		科学试验	3	3	6
		学术交流	38	23	61
		业务调研	12	13	25

序号	费用类别	明细费用类别	年度金额		
			2012 年	2013 年	合计
		小计	**60**	**44**	**104**
9	会议费	学术研讨	24	18	42
		咨询	12	10	22
		评审	20	28	48
		项目协调	13	13	26
		小计	**69**	**69**	**138**
10	事务费	出版费	6	7	13
		资料购置费	8	5	13
		计量费	0	0	0
		标准费	1	1	2
		文献检索费	2	1	3
		专业通信费	3	2	5
		专利申请费	0	0	0
		取证申请费	0	0	0
		其他知识产权费	3	7	10
		小计	**23**	**23**	**46**
11	专家咨询费	**小计**	**15**	**15**	**30**
12	管理费	水	11	11	22
		电	10	10	20
		气	7	8	15
		取暖	4	4	8
		科研办公修缮	10	10	20
		专用设备仪器维修	9	9	18
		科技培训	11	11	22
		保险费	2	2	4
		审计费	2.5	10.5	13
		业务招待费	8	8	16
		小计	**74.5**	**83.5**	**158**
13	不可预见费	**小计**			**0**
合计			**1030.5**	**969.5**	**2000**

表 2 设计费明细表

单位：万元

序号	费用类别	明细费用类别	年度金额			备注
			2012年	2013年	合计	
1	论证费	1、规范差异对比	8	8	16	708 所
		2、载荷模型关键技术论证	20	16	36	708 所
		3、屈曲评估方法论证	20	16	36	708 所
		4、有限元评估方法论证	20	18	38	708 所
		1、载荷模型关键技术论证	20	0	20	CCS
		2、屈曲评估方法论证	10	0	10	CCS
		3、剩余强度与结构冗余度计算方法论证	12	0	12	CCS
		4、软件系统开发论证	48	22	70	CCS
		小计	**158**	**80**	**238**	
2	计算费	1、水动力计算	10	40	50	708 所
		1、水动力计算	10	10	20	CCS
		2、软件验证计算	10	30	40	CCS
		小计	**30**	**80**	**110**	
3	分析费	1、横向强度分析	20	30	50	708 所
		2、疲劳强度分析	12	18	30	708 所
		3、总强度分析	10	16	26	708 所
		1、屈曲评估方法验证分析	10	0	10	CCS
		2、剩余强度和结构冗余度验证分析	6	0	6	CCS
		小计	**58**	**64**	**122**	
合计			**246**	**224**	**470**	

表 3 专用购置费明细表

单位：万元

序号	设备、工装名称、软件名称	数量	单价	金额	用途	说明
1	专用便携式图形处理工作站	1	8	8	软件/船型验证，安装 HCSR 测试软件，避免与其它软件冲突	
	合计			**8**		

表 4 原材料明细表（无）

表 5 外协费明细表

单位：万元

序号	项目名称	年度金额			说明
		2012 年	2013 年	合计	
1	**检测费**	**10**	**5**	**15**	
	HCSR SDP 部分界面模块非专业测试	10	5	15	数码易知有限责任公司
2	**加工费**	**15**	**0**	**15**	
	晃荡试验模型加工	15	0	15	上海交大
3	**设计费**	**267**	**277**	**544**	
	部分船型验证计算	50	120	170	多家船厂
	HCSR 疲劳筛选计算方法研究	8	8	16	上海佳豪
	波浪诱导的船体振动对疲劳强度的影响研究	20	20	40	702 所
	满足 HCSR 的船体梁强度以及局部支撑构件要求研究	20	10	30	中船重工民船中心
	散货船装载钢卷的强度要求研究	8	4	12	太平洋造船
	部分船型验证计算	20	80	100	多家船厂
	波浪载荷数值计算	20	0	20	哈尔滨工程大学
	晃荡载荷数值计算软件	21	5	26	上海交大
	高级屈曲分析软件开发	20	5	25	702 所
	HCSR DSA 部分模块开发	30	10	40	702 所
	HCSR SDP 部分界面模块开发	50	15	65	数码易知有限责任公司
				0	
4	**试验费**	**35**	**10**	**45**	
	晃荡模型试验	35	10	45	上海交大
合计		**327**	**292**	**619**	

表 6 研究经费参研单位分解表

单位：万元

参研单位	经费	备注
中国船舶工业集团公司第七〇八研究所	1000	其中自筹 200
中国船级社	1000	其中自筹 200
合计	2000	

9.2.2 单位分项经费明细

708 所分项经费明细表如下：

表 1　经费预算明细表（708 所）

单位：万元

序号	费用类别	明细费用类别	年度金额		
			2012 年	2013 年	合计
1	设计费	论证费	68	58	126
		计算费	10	40	50
		分析费	42	64	106
		小计	**120**	**162**	**282**
2	专用费	专用仪器设备	8	0	8
		专用工艺装备	0	0	0
		样品样机	0	0	0
		专用软件	0	0	0
		零星技术措施	0	0	0
		小计	**8**	**0**	**8**
3	材料费	原材料	0	0	0
		辅助材料	1	1	2
		外购产品	0	0	0
		专用新材料	0	0	0
		元器件	0	0	0
		低值易耗品	2	4	6
		小计	**3**	**5**	**8**
4	外协费	检测费	0	0	0
		加工费	0	0	0
		设计费	106	162	268
		试验费	0	0	0
		小计	**106**	**162**	**268**
5	燃料动力费	水	2	2	4
		电	2	2	4
		气	1	1	2
		燃料	1	1	2
		小计	**6**	**6**	**12**
6	固定资产使用费	科研用仪器设备使用费	15	15	30
		科研用房屋使用费	15	15	30
		小计	**30**	**30**	**60**
7	工资及劳务费	工资	0	0	0
		劳务费	48	48	96
		小计	**48**	**48**	**96**

序号	费用类别	明细费用类别	年度金额		
			2012 年	2013 年	合计
8	差旅费	科学考察	4	2	6
		科学试验	0	0	0
		学术交流	30	16	46
		业务调研	6	6	12
		小计	**40**	**24**	**64**
9	会议费	学术研讨	12	12	24
		咨询	6	6	12
		评审	10	10	20
		项目协调	8	8	16
		小计	**36**	**36**	**72**
10	事务费	出版费	3	3	6
		资料购置费	6	10	16
		计量费	0	0	0
		标准费	1	1	2
		文献检索费	2	1	3
		专业通信费	3	2	5
		专利申请费	0	0	0
		取证申请费	0	0	0
		其他知识产权费	0	0	0
		小计	**15**	**17**	**32**
11	专家咨询费	**小计**	**10**	**10**	**20**
12	管理费	水	6	6	12
		电	4	4	8
		气	3	3	6
		取暖	0	0	0
		科研办公修缮	5	5	10
		专用设备仪器维修	5	5	10
		科技培训	6	6	12
		保险费	2	2	4
		审计费		8	8
		业务招待费	4	4	8
		小计	**35**	**43**	**78**
13	不可预见费	**小计**			**0**
合计			**457**	**543**	**1000**

表 2 设计费明细表（708 所）

单位：万元

序号	费用类别	明细费用类别	年度金额			备注
			2012年	2013年	合计	
1	论证费	1、规范差异对比	8	8	16	
		2、载荷模型关键技术论证	20	16	36	
		3、屈曲评估方法论证	20	16	36	
		4、有限元评估方法论证	20	18	38	
		小计	**68**	**58**	**126**	
2	计算费	1、水动力计算	10	40	50	
		小计	**10**	**40**	**50**	
3	分析费	1、横向强度分析	20	30	50	
		2、疲劳强度分析	12	18	30	
		3、总强度分析	10	16	26	
		小计	**42**	**64**	**106**	
合计			**120**	**162**	**282**	

表 3 专用购置费明细表（708 所）

单位：万元

序号	设备、工装名称、软件名称	数量	单价	金额	用途	说明
1	专用便携式图形处理工作站	1	8	8	软件/船型验证，安装HCSR 测试软件，避免与其它软件冲突	708
	合计	1		8		

表 4 原材料明细表（708 所）（无）

表 5 外协费明细表（708 所）

单位：万元

序号	项目名称	年度金额			说明
		2012 年	2013 年	合计	
1	**检测费**	**0**	**0**	**0**	
				0	
2	**加工费**	**0**	**0**	**0**	
				0	
3	**设计费**	**106**	**162**	**268**	
	部分船型验证计算	50	120	170	多家船厂
	HCSR 疲劳筛选计算方法研究	8	8	16	上海佳豪
	波浪诱导的船体振动对疲劳强度的影响研究	20	20	40	702 所
	满足 HCSR 的船体梁强度以及局部支撑构件要求研究	20	10	30	中船重工民船中心
	散货船装载钢卷的强度要求研究	8	4	12	太平洋造船
4	**试验费**	**0**	**0**	**0**	
	晃荡模型试验			0	
合计		**106**	**162**	**268**	

CCS 分项经费明细表如下：

表 1 经费预算明细表（CCS）

单位：万元

序号	费用类别	明细费用类别	年度金额		
			2012 年	2013 年	合计
1	设计费	论证费	90	22	112
		计算费	20	40	60
		分析费	16	0	16
		小计	**126**	**62**	**188**
2	专用费	专用仪器设备	0	0	
		专用工艺装备	0	0	
		样品样机	0	0	
		专用软件	0	0	
		零星技术措施	0	0	
		小计	**0**	**0**	**0**
3	材料费	原材料	0	0	
		辅助材料	0	0	
		外购产品	0	0	
		专用新材料	0	0	

序号	费用类别	明细费用类别	年度金额		
			2012 年	2013 年	合计
		元器件	0	0	
		低值易耗品	5	5	
		小计	**5**	**5**	**10**
4	外协费	检测费	10	5	
		加工费	15	0	
		设计费	161	115	
		试验费	35	10	
		小计	**221**	**130**	**351**
5	燃料动力费	水	2	2	4
		电	3	2	5
		气	0	0	0
		燃料	1	1	
		小计	**6**	**5**	**11**
6	固定资产使用费	科研用仪器设备使用费	16	16	32
		科研用房屋使用费	24	24	48
		小计	**40**	**40**	**80**
7	工资及劳务费	工资	0	0	0
		劳务费	70	80	150
		小计	**70**	**80**	**150**
8	差旅费	科学考察	3	3	
		科学试验	3	3	
		学术交流	8	7	15
		业务调研	6	7	13
		小计	**20**	**20**	**40**
9	会议费	学术研讨	12	6	18
		咨询	6	4	10
		评审	10	12	22
		项目协调	5	5	10
		小计	**33**	**27**	**60**
10	事务费	出版费	3	4	7
		资料购置费	2	1	3
		计量费	0	0	0
		标准费	0	0	0
		文献检索费	0	0	0
		专业通信费	0	0	
		专利申请费	0	0	0
		取证申请费	0	0	0
		其他知识产权费	3	7	10
		小计	**8**	**12**	**20**
11	专家咨询费	**小计**	**5**	**5**	**10**

序号	费用类别	明细费用类别	年度金额		
			2012 年	2013 年	合计
12	管理费	水	5	5	10
		电	6	6	12
		气	4	5	9
		取暖	4	4	
		科研办公修缮	5	5	10
		专用设备仪器维修	4	4	8
		科技培训	5	5	10
		保险费	0	0	0
		审计费	2.5	2.5	5
		业务招待费	4	4	8
		小计	**39.5**	**40.5**	**80**
13	不可预见费	**小计**			**0**
合计			**573.5**	**426.5**	**1000**

表 2 设计费明细表（CCS）

单位：万元

序号	费用类别	明细费用类别	年度金额			备注
			2012 年	2013 年	合计	
1	论证费	1、载荷模型关键技术论证	20	0	20	
		2、屈曲评估方法论证	10	0	10	
		3、剩余强度与结构冗余度计算方法论证	12	0	12	
		4、软件系统开发论证	48	22	70	
		小计	**90**	**22**	**112**	
2	计算费	1、水动力计算	10	10	20	
		2、软件验证计算	10	30	40	
		小计	**20**	**40**	**60**	
3	分析费	1、屈曲评估方法验证分析	10	0	10	
		2、剩余强度和结构冗余度验证分析	6	0	6	
		小计	**16**	**0**	**16**	
合计			**126**	**62**	**188**	

表 3 专用购置费明细表（CCS）（无）

表 4 原材料明细表（CCS）（无）

表 5 外协费明细表（CCS）

单位：万元

序号	项目名称	年度金额			说明
		2012 年	2013 年	合计	
1	**检测费**	**10**	**5**	**15**	
	HCSR SDP 部分界面模块非专业测试	10	5	15	数码易知有限责任公司
2	**加工费**	**15**	**0**	**15**	
	晃荡试验模型加工	15	0	15	上海交大
3	**设计费**	**161**	**115**	**276**	
	部分船型验证计算	20	80	100	多家船厂
	波浪载荷数值计算	20	0	20	哈尔滨工程大学
	晃荡载荷数值计算软件	21	5	26	上海交大
	高级屈曲分析软件开发	20	5	25	702 所
	HCSR DSA 部分模块开发	30	10	40	702 所
	HCSR SDP 部分界面模块开发	50	15	65	数码易知有限责任公司
4	**试验费**	**35**	**10**	**45**	
	晃荡模型试验	35	10	45	上海交大
合计		**221**	**130**	**351**	

10. 风险分析

由于 HCSR 势在必行，因此本项目不存在颠覆性的技术风险。唯一的风险在于：HCSR 在正式实施之前要通过 IACS 和 IMO 的审核，特别是 GBS 的验证，可能导致 HCSR 局部规范内容的修改，一定程度上影响研究工作的进程。因此，必须通过更为细致的分析研究并紧跟 HCSR 的草案修改情况，及时对 HCSR 的规范文本提出有利于中国造船界的意见和建议，对不利于中国造船界的要求及时通过中国船舶工业行业协会或中国船级社向 IACS 反映，才能有效地规避 HCSR 对中国造船界可能造成的不利影响。

11. 成果推广应用前景及经济效益分析

通过本项目研究开发，可使我国造船界的主要单位全面掌握 HCSR 对油船和散货船的新规定，并能在此基础上制订相应的指导文件和提供典型船型的设计技术，来指导各有关单位进行符合 HCSR 设计建造新船，使我国船舶工业设计建造的船舶继续具有较强的竞争力，使我国船舶工业能继续健康稳定长久发展，而不致出现陷入赶不上世界船舶发展潮流的困境。因此，本项目的实施将给我国船舶工业带来巨大的经济效益和长远深刻的积极影响。

本项目通过国家的支持和领导，有成功造船、用船、船检三结合的组织形式的先例以及优势力量，实行产、学、研相结合的科研开发方式，可望整个项目取得预期的成果，将会以有限的投入，产生出巨大的经济效益和社会效益。

本项目成果将在全国船舶工业行业内推广，本项目成果将使我国船舶工业产品全面满足 HCSR 的要求，将使我国在实现造船大国和造船强国的战略目标的努力中不因 HCSR 出现重大失误，而遭受损失。只要本项目实施得好，我国有可能使 HCSR 一事成为我们船舶工业创新品牌和加速船舶工业发展的大好契机。

高技术船舶科研项目

“基于目标型标准的共同结构规范关键技术研究”

研制任务书评审意见

2012 年 10 月 30 日，工业和信息化部装备工业司在上海主持召开了国家高技术船舶科研项目“基于目标型标准的共同结构规范关键技术研究”研制任务书评审会。专家组（名单见附件）听取了项目承担单位的汇报，审查了任务书的各项内容，经讨论，形成如下评审意见：

1．项目研制任务书按照工业和信息化部、财政部以工信部联装[2011]528 号文件对项目建议书的批复内容要求，并按照国家高技术船舶科研项目管理办法编制，内容完整，论证充分，满足评审要求。

2．任务书针对项目建议书批复的关于 HCSR 规范技术背景研究，基于目标型标准的载荷模型研究、屈曲评估方法研究、有限元评估方法研究、疲劳强度评估方法研究、剩余强度和结构冗余度研究、规范描述性规定研究，以及 HCSR 计算分析和评估软件开发等八项研究内容，提出了切实可行的技术实施方案，通过深入开展 HCSR 关键技术，特别是 GBS 要求的新内容研究，评估 HCSR 规范合理性，开发面向中国造船界的 HCSR 规范软件系统，研究策略及目标明确。

3．任务书研究内容全面，关键技术提取准确，技术路线可行，成果具体实用。

4．任务承研单位具备良好的技术基础和保障条件，任务分工明确，研究周期合理，实施计划周密，可以为项目顺利实施提供有效保障。

5．经费预算基本合理，符合财防[2008]11 号文件规定。

专家组一致同意该任务书通过评审。

专家组建议在任务书中增加与国外船级社软件的对比验证。

专家组组长：

2012 年 10 月 30 日

高技术船舶科研项目

“基于目标型标准的共同结构规范关键技术研究”

研制任务书评审专家名单

序号	姓 名	评审组职务	单 位	专 业	
1.	陈　实	组长	中国船级社	船舶工程	教
2.	李百齐	组员	中国船舶工业重工集团第 702 研究所	船舶性能	
3.	马延德	组员	大连船舶重工集团有限公司	船舶工程	教
4.	郑君镐	组员	上海外高桥造船集团有限公司	船舶工程	教
5.	赵　晔	组员	太平洋造船集团有限公司	船舶工程	
6.	唐文勇	组员	上海交通大学	船舶工程	
7.	吉大千	组员	京洲会计师事务所	财务	高

高技术船舶科研项目
《基于目标型标准的共同结构规范关键技术研究》
项目验收意见

2014年11月20日，工业和信息化部装备工业司在上海主持召开了高技术船舶科研项目《基于目标型标准的共同结构规范关键技术研究》项目验收会。专家组（名单附后）听取了项目承担单位的总结汇报，审阅了相关技术资料和文件，经讨论，形成验收意见如下：

1、项目承研单位完成了项目研制任务书批复所规定的全部研究内容，达到了所规定的技术指标要求。所提交的项目技术文件材料收集完整、系统，组卷规范，并已归档，符合验收要求。

2、按任务书要求，完成了HCSR规范技术背景分析、基于目标型标准的载荷模型、屈曲评估方法、有限元评估方法、疲劳强度评估方法、剩余强度和结构冗余度、规范描述性规定和HCSR计算分析和评估软件开发等专题研究。系统分析了HCSR和CSR规范差异；开发了HCSR计算分析评估软件和其它相关软件；进行了典型油船和散货船的HCSR符合性验证计算，评估了HCSR对油船和散货船结构设计和建造的影响程度，取得了12种船型的CCS关于HCSR的船型认可证书。

3、获得软件著作权3项。发表论文5篇。

4、承研单位组织严密，管理严谨有序，集合了国内相关领域的骨干力量开展了项目综合研究分析研讨，向IACS提出了对HCSR的修改意见和建议共84条，被采纳42条，占全球被采纳意见总数的22%，显著提升了国内工业界应对HCSR的技术能力，增强了我国在国际规范制订中的话语权。

5、资金已按计划全部到位，根据京洲会计师事务所审计报告，经费使用合理，符合财防【2008】11号文件规定。

专家组一致同意该项目通过验收。

专家组组长：李百齐

2014年11月20日

高技术船舶科研项目“基于目标型标准的共同结构规范关键技术研究”

验收评审会专家组名单

序号	评审组职务	姓名	工作单位	职务/职称	签字
1.	组长	李百齐	中国造船工程学会	研究员	李百齐
2.	组员	赵　晔	太平洋造船集团有限公司	研究员	赵晔
3.	组员	郑君镐	上海外高桥	教授级高工	郑君镐
4.	组员	田天	大船重工	研究员	田天
5.	组员	蒋志勇	江苏科技大学	研究员	蒋志勇
6.	组员	洪静涓	上海船舶工业公司	研究馆员	洪静涓
7.	组员	陆惠祖	中国船舶重工集团公司第 711 研究所	高级会计师	陆惠祖