



指南编号/Guideline No.E-30(202605)

# E-30

## 低压变流器

生效日期/Issued date: 2026 年05月01日

©中国船级社 China Classification Society

## 前言

中国船级社（以下简称“本社”）产品检验指南（以下简称本指南）规定了拟申请本社认可/检验的船舶入级产品、授权法定产品的适用技术要求及检验试验要求。

本指南并不限制用户采用其它试验方法和要求，但相关试验方法及要求应不低于本指南的要求。

本指南由本社编写和更新，通过网址<http://www.ccs.org.cn>发布，使用相关方对于本社指南如有意见可反馈至 [service@ccs.org.cn](mailto:service@ccs.org.cn)

历史发布版本及发布时间： 新编

本版本主要修改内容： 无

## 目 录

1 适用范围.....	2
2 规范性引用文件.....	2
3 术语及定义.....	4
4 图纸资料.....	5
5 技术要求.....	6
6 原材料及零部件.....	9
7 型式试验.....	9
8 单件/单批检验.....	12

## 变流器

### 1 适用范围

本指南适用于船舶上安装使用的低压电力电子变流器(包括模块化封装变流器BM或完整机柜变流器CM)的检验和认可(不超过AC1000V/DC1500V)。其他变流器参考执行。

### 2 规范性引用文件

- (1) 中国船级社《钢质海船入级规范》(2025)
- (2) 中国船级社《船舶应用动力电池规范》2025
- (3) 中国船级社(GD 019-2024)《电气电子产品型式认可试验指南》
- (4) 中国船级社(GD018-2023)《船舶直流综合电力系统检验指南》
- (5) 中国船级社(GD028-2023)《船舶设备与系统可靠性验证指南》
- (6) GB/T 3783-2019 船用低压电器基本要求
- (7) GB/T 3797—2016 电气控制设备
- (8) GB/T 3859.1—2013 半导体变流器 通用要求和电网换相变流器第1-1部分:基本要求规范(IEC 60146-1-1:2009, MOD)
- (9) GB/T 4208-2017 外壳防护等级(IP代码)(IEC 60529:2013)
- (10) GB/T 14548-2025 船用半导体变流器通用技术条件
- (11) GB/T 4988—2016 船舶和近海装置用电产品 额定频率、额定电压和额定电流
- (12) GB/T 6994—2006 船舶电气设备 定义和一般规定
- (13) GB/T 7061—2016 船用低压成套开关设备和控制设备
- (14) GB/T 12668.2—2002 调速电气传动系统 第2部分:一般要求低压交流变流电气传动系统额定值的规定(IEC 61800—2:1998,IDT)
- (15) GB/T 13030—2009 船舶电力推进系统技术条件
- (16) GB/T 13384—2008 机电产品包装通用技术条件

- (17) GB/T 35701-2017 船用电力推进变频器
- (18) GB/T 12668.501 (IEC61800-5-1)调速电气传动系统 第5部分：安全的要求
- (19) IEC 60146-1-3-1991 半导体变流器 一般要求和电网换相变流器
- (20) IEC 61439-1-2020 低压开关设备和控制设备
- (21) IEC 60146-1-1:2024 半导体变换器 一般要求及线路换向转换器 第1-2部分：基本要求规范
- (22) GB/T 30844.1-2024 1kV及以下通用变频调速设备 第1部分：技术条件
- (23) GBT 30844.2-2024 1kV及以下通用变频调速设备 第2部分：试验方法
- (24) GB/T 30843.1-2024 1kV以上不超过35kV的通用变频调速设备第1-3部分：技术条件
- (25) GB/T 30843.2-2024 1kV以上不超过35kV的通用变频调速设备

第2部分：试验方法

- (26) IEC 61800-2:2021 调速电气传动系统第2部分:一般要求 低压交流变流电气传动系统额定值的规定
- (27) IEC 61800-5-1:2022 调速电气传动系统 第5部分:电气、热量、能量安全要求
- (28) IEC 61800-5-2:2016 可调速电力驱动系统-第5-2部分：安全要求功能性
- (29) IEC 60950-1:2022 可调速电力驱动系统-第5-2部分：安全要求-功能性
- (30) IEC 62040-3:2021 不间断电源系统（UPS）-第3部分：指定性能和测试要求的方法

本指南所引用的文件，凡注明日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本指南未注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本指南。

### 3 术语及定义

#### 3.1 定义

- (1) 《船舶直流综合电力系统检验指南》2023以下简称《指南》；
- (2) GD18-2023《船舶直流综合电力系统检验指南》中的定义适合本指南；
- (3) 变流器：是一种使电源系统的电压，频率，相位和其他电气特性发生变化的电力电子功能器件，作用是实现功率的传递，一般是由一个或多个以上的电力电子开关器件及相关元器件，与滤波器，控制器，保护及辅助器件组成的模块或柜体，用于改变一个或多个电气特性的电力变换工作单元。
- (4) BM：模块化封装变流器，电子功率变换器和相关控制组件，控制供电需外部滤波，自身需外部柜体提供电磁兼容与防护，其通常防护等级为IP00/20；
- (5) CM：完整机柜变流器，由但不限于BM和扩展设备组成，例如保护设备、滤波设备，电阻、变压器等辅助设备（不包括电机和与电机轴机械耦合的其他部件），通常壁挂式或座式，自身需兼顾防护与电磁兼容；
- (6) 系列：对于本指南而言，同一系列是指工作原理相同的一族产品，如果产品存在原材料、生产工艺、可选部件上的差异，企业应在企业标准中清楚地加以区别，并在型号标识中表示。

#### 3.2 产品分类

3.2.1 按变流方式，变流器可分为整流器、逆变器或变频器、交流变流器、直流变流器；

3.2.2 按船舶应用场景，变流器可分为电驱类变流器（推进，电机负载等）、电源类变流器（电池DC/DC,逆变DC/AC,储能PCS，AFE等等）、开关类变流器、隔离变流器、控制变流器、电机起动变流器等。

### 4 图纸资料

4.1 应将下列图纸资料提交审查:

- (1) 产品外形尺寸图；
- (2) 面板示意图；

- (3) 电气原理图；
- (4) 内部布置图；
- (5) 型式试验大纲；
- (6) 产品技术条件。

#### 4.2 以下图纸备查：

- (1) 产品使用说明书；
- (2) 器件清单；
- (3) 外部接口图；
- (4) 软件说明书（适用时）
- (5) 风险评估报告（适用时）

其中《产品使用说明书》中所描述的产品使用范围、符合标准等应与申请书及本节内容相符合；产品的安装、使用和操作说明是否正确、详尽、是否与其他送审认可资料一致。应至少包含以下描述：

- (1) 拟适用的场合及目的和操作模式
- (2) 控制系统介绍
- (3) 集成与高级控制系统介绍（如有）
- (4) 冷却系统冗余性说明（如有）
- (5) 手动操作说明（如有）
- (6) 保护、跳闸和停机功能说明
- (7) 报警功能说明

## 5 技术要求

5.1 变流器能力应能够满足连续100%负载稳定工作，还应能承受一定时间周期内的超负荷运行规定的容量应至少应包括100%连续负载和必要的过载能力。

5.2 变流器的材料满足《钢规》第4篇第1章第1.3.1.5条要求。

5.3 用于电机驱动的变流器（包括软启动器）应至少具备长期运行停止后，立即进行连续两次启动的能力。

5.4 爬电距离和电气间隙应符合相关产品标准，相关 IEC 标准中给出的最小电气间隙和爬电距离。对于电源用半导体变流器，其要求见 IEC 60950-1 附录 G，表 G.2。对于电机驱动的半导体变流器，其要求见 IEC 61800-5-1 表 8，10。

5.5 电容器放电：变流器内的电容器应在小于5秒（或小于50 $\mu$ c的残余电荷）内放电到小于DC60伏。如果不能满足该要求，则应安装警示标志牌。

5.6 冷却系统：一般采用风冷、液冷或风水冷方式。如果提供了强制冷却，除非另有特别要求，否则该装置应设计为除非提供有效冷却或提供其他有效的抗高温保护手段，否则变流器不能保持加载。当空气供应中如含有可能降低冷却效果的颗粒时，需要进行空气过滤，以确保空气冷却系统的正常运行。应能够在液冷系统正常工作过程中，对其进行在线维护，防止结垢和腐蚀。

5.7 冷却管道的布置应有措施防止泄漏或冷凝、喷溅造成的有害影响，尽量安装在组件的下部。

5.8 液冷变流器冷却液管系应按1.5倍设计压力或0.4Mpa,取大者进行试验并保持30min不渗漏。

5.9 冷却要求：设备的发热量可能影响其正常工作时，应设置温度调节装置，温度调节装置的换热量应根据设备的需求设计。冷却故障时，应能给出报警或保护措施。

5.10 用于船舶主推进的变流器应有限制转速和限制转矩/电流/功率的保护功能，防止推进电机损坏。

5.11 用于船舶日用电站的变流器：

5.11.1 输出电压和频率应符合钢质海船入级规范的要求。

5.11.2 作为电源的变流器和作为直流或交流配电系统的供电单元的变流器（或整流器）应能承受配电母线上的短路而无任何损坏。当发生短路保护时，变流器能迅速锁止，也认为满足此要求。

5.12 单独作为交流日用配电系统供电电源时的逆变器应具备交流短路时输出短路电流的维持能力，而不产生内部损坏，并需要提供最大输出短路电流以及保持时间作为船舶交流电网选择性保护分析的选型依据，应满足《指南》3.3.1.2条的要求。

5.13 在船上作为船舶电源的变流器，其要求应满足《指南》3.2.1.5、3.3.1.1、3.3.1.2、3.3.1.3、3.3.1.4的要求，其目的是保障船舶的供电连续性与安全性。

5.14 适用于发电机整流器、储能装置接入变流器、变频器（推进或作业）、逆变器（日用）等直接连接直流母排的变流器，其应满足《指南》2.2.5.2 -2.2.5.7条的要求。

#### 5.15 监测与保护.

变流器模块应设有过压、过流、高温保护，欠电压保护、过载保护、缺相保护、通信故障、绝缘监测（适用时）、冷却故障监测（适用时）等安全措施，可包含但不限于：

- (1) 电源在故障、跳闸时应进行报警。
- (2) 配电系统（绝缘中性点系统）接地应设置报警故障（单设备专用供电系统除外，没有隔离的变流器，例如AFE类型的推进变流器的接地报警可采用其他设备（如配电板）的接地报警装置来显示。）
- (3) 变流器冷却液与带电部件直接接触的冷却介质应具有高导电性报警。
- (4) 用于直流配电板内的变流器其相关监测和报警要求应满足《指南》第4章第4.1.2节的要求。

#### 5.16 对于带有电池的变流器（如UPS）：

- (1) 在电池充电失败时报警；
- (2) 在线UPS单元投入运行时报警；
- (3) 蓄电池保护装置运行报警（蓄电池未连接时）。

以上报警点应报警给有人控制站。

#### 5.17 启动与急停

在停电过，且恢复电源后，应可以正常的方式重新启动变频器。不需要局部重新设置/重新启动装置。作为交流日用配电系统供电的逆变器、推进变频器应设有急停按钮。

#### 5.18 防护

变流器应受到适当的防机械损害的保护。其外壳应满足规范规定要求的防护等级（IP××）要求。

5.19 变流器的网络安全应满足我社《船舶网络安全指南》(20255)的要求。

5.20 适用于《船舶应用电池动力规范》的船舶动力系统(含电池系统、配电系统和推进系统)的关键设备—变流器(逆变器、变频器、斩波器)等应在产品认可阶段进行可靠性验证,并持有CCS签发的可靠性符合证明。可靠性验证应依据CCS指导性文件《船舶设备与系统可靠性验证指南》(GD28-2023)的要求进行。如有等效验证手段,应经CCS认可,否则应在证书中加以限制。

## 6 原材料及零部件

6.1 产品原材料及零部件应按照我社现行规范相关要求进行控制。

6.2 制造厂可根据实际需要进行选择,一般地,通用化变流器可选择CM认可,定制化变流器可选择BM认可。

## 7 型式试验

7.1 型式试验样机的型号、规格应能覆盖申请认可的产品范围并具有技术代表性,以便通过型式试验确定制造厂是否具备按CCS要求生产认可产品的能力。每一系列应抽取一个规格的产品作为试验样品,不同系列的样品中至少有一个规格不低于所申请最大功率的80%。抽取的每种规格可提供两台样品参加试验。

7.2 对同一企业不同系列的变流器应考虑按拓扑结构及组合、功率、电压等级、电平、冷却形式和/或方式、制造工艺的代表性进行样机的选取。

7.3 CM型式认可时,按表7.1进行。BM型式认可时,可先进行成柜封装后,按表7.1进行。如BM本身为高防护型模块,可直接按表7.1进行试验。

型式试验

表 7.1

序号	试验项目	技术要求	试验方法参考	备注
1	外观检查	GD 019-2024 2.1	GD 019-2024 2.1	
2	性能试验			
2.1	输入电压和频率耐受试验	依据厂家制定	IEC62040-3 6.4.1.X	电源类适用
2.2	轻载/功能试验	依据厂家制定	IEC60146-1-1 7.3.1	传动类适用
		依据厂家制定	IEC62040-3 6.2.2.3	电源类适用
2.3	额定电流/满负载	依据厂家制定	IEC60146-1-1 7.3.2	传动类适用
		依据厂家制定	IEC62040-3 6.4.1.4, 6.2.2.5	电源类适用
2.4	温升试验	IEC61800-5-1 4.6.5	IEC61800-5-1 5.2.3.10	传动类适用
			IEC60146-1-1 7.4.2	电源类适用
2.5	电容器放电试验	IEC61800-5-1 4.4.9, 4.5.2.2, 4.11.7	IEC61800-5-15.2.3.8	
2.6	冲击脉冲电压试验	IEC61800-5-1 4.4.3.2, 4.4.7等	IEC61800-5-1 5.2.3.2	传动类适用

续表 7.3

序号	试验项目	技术要求	试验方法参考	备注
2.7	冷却故障试验	本指南第5.9条	IEC61800-5-1 5.2.4.13	
2.8	冷却液管路压力试验	本指南第5.8条	依据厂家制定	液冷型适用
2.9	监测与保护试验	本指南第5.12条	依据厂家制定	
3	绝缘电阻测量	GD 019-2024 2.3.1,2.3.2	GD 019-2024 2.3.3	
4	耐压试验	GD 019-2024 2.14.2	GD 019-2024 2.14.3	
5	外壳防护试验	GD 019-2024 2.15	GD 019-2024 2.15	
6	能源波动试验	GD 019-2024 2.4.1,2.4.2	GD 019-2024 2.4.3	
7	能源故障试验	GD 019-2024 2.5.1,2.5.2	GD 019-2024 2.5.2	
8	倾斜摇摆试验①	GD 019-2024 2.6.1,2.6.2	GD 019-2024 2.6.4	有运动部件及自由液面适用
9	振动试验	GD 019-2024 2.7.1,2.7.3	GD 019-2024 2.7.4	
10	高温试验	GD 019-2024 2.8.1,2.8.3	GD 019-2024 2.8.3,2.8.4	
11	低温试验	GD 019-2024 2.9.2,2.9.3	GD 019-2024 2.9.4	
12	交变湿热试验	GD 019-2024 2.10.1,2.10.2	GD 019-2024 2.10.3,2.10.4 (1)	
13	恒定湿热试验	GD 019-2024 2.11.1,2.11.2	GD 019-2024 2.11.3,2.11.4	A类环境适用
14	盐雾试验Kb②	GD 019-2024 2.12	GD 019-2024 2.12	开敞甲板适用
15	滞燃试验	GD 019-2024 2.16.2	GD 019-2024 2.16.3, 2.16.4	
16	电磁兼容性试验			
16.1	传导发射试验	GD 019-2024 3.2.1, 3.2.2	GD 019-2024 3.2.3,3.2.4	
16.2	外壳端口辐射发射	GD 019-2024 3.3.1, 3.3.2, UR E10	GD 019-2024 3.3.3,3.3.4 UR E10	
16.3	静电放电抗扰度	GD 019-2024 3.4.1,3.4.2	GD 019-2024 3.4.3,3.4.4	
16.4	射频电磁场辐射抗扰度	GD 019-2024 3.5.1, 3.5.2, UR E10	GD 019-2024 3.5.3,3.5.4 UR E10	
16.5	电快速瞬变脉冲群	GD 019-2024 3.6.1, 3.6.2	GD 019-2024 3.6.3,3.6.4	
16.6	浪涌抗扰度	GD 019-2024 3.7.1, 3.7.2	GD 019-2024 3.7.3,3.7.4	
16.7	低频传导抗扰度	GD 019-2024 3.8.1, 3.8.2	GD 019-2024 3.8.3,3.8.4	
16.8	射频场感应的传导骚扰	GD 019-2024 3.9.1, 3.9.2	GD 019-2024 3.9.3,3.9.4	

①在确保无润滑和冷却及自由液面不受影响的情况下可考虑免除倾斜试验；

②不进行盐雾试验的产品需在认可证书及产品证书中注明“不适于安装在开敞甲板”

7.4 本指南所引用的国际标准皆为最新版本。

7.5 本指南所引用的各种试验方法标准，可根据情况采用其它等效标准或公认的标准。

## 8 单件/单批检验（出厂检验）

8.1 在获得本社型式认可B证书后，工厂仍应对每一台变流器进行单件/单批检验，并提交等效证明文件和试验报告，单件/单批检验报告应包括试验结果、该台产品制造厂编号和该型号产品的型式认可证书号。

8.2 认可后的单件/单批检验项目应至少按表 8.1 中内容进行，经 CCS 同意，出厂试验时可不进行破坏性试验，但制造厂应提基于型式认可试验记录的计算报告以证明满足规范的要求。

出厂试验

表 8.1

序号	试验项目	技术要求	试验方法参考	备注
1	外观检查	GD 019-2024 2.1	GD 019-2024 2.1	
2	性能试验			
2.1	轻载/功能试验	依据厂家制定	IEC60146-1-1 7.3.1	传动类适用
		依据厂家制定	IEC62040-3 6.2.2.3	电源类适用
2.3	冷却故障试验	本指南第5.9条	61800-5-1 5.2.4.13	
2.4	冷却液管路压力试验	本指南第5.8条	依据厂家制定	液冷型适用
2.5	监测与保护试验	本指南第5.12条	依据厂家制定	
3	绝缘电阻测量	GD 019-2024 2.3.1,2.3.2	GD 019-2024 2.3.3	
4	耐压试验	GD 019-2024 2.14.2	GD 019-2024 2.14.3	

8.3 如果验船师认为必要，可增加试验项目。

8.4 CCS检验抽样为申请检验数量的 5%，但不低于 2 台（仅申请一台检验的除外）。