ICS 29.200
CCS K81

DL

中 华 人 民 共 和 国 能 源 行 业 标 准

DL/T 2151.3—2020

岸基供电系统
第 3 部分：变频电源

Shore-based power supply systems —

Part 3: Variable frequency power

2020 - 10 - 23 发布　　2021 - 02 - 01 实施

国家能源局　　发 布

目　　次

前　言 II
1 范围 1
2 规范性引用文件 1
3 术语和定义 1
4 技术要求 2
5 试验方法 6
6 检验规则 9
7 标志、包装、运输、贮存 10
附录 A （资料性附录）主电路结构图 12

前　　言

本标准按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》给出的规则起草。

本标准是NB/T XXX《岸基供电系统》的第3部分。NB/T XXX已经发布了以下部分：

——第1部分：通用要求；

——第3部分：变频电源。

本标准由能源行业岸电设施标准化技术委员会（NEA/TC 32）提出并归口。

本标准主要起草单位：南京南瑞继保电气有限公司、南瑞集团有限公司。

本标准参加起草单位：国家电网有限公司、上海电动工具研究所（集团有限公司）、国网湖南省电力有限公司电力科学研究院、深圳市汇川技术股份有限公司、国电南瑞科技股份有限公司、卧龙电气集团辽宁荣信电气传动有限公司、湖南大学、上海电器科学研究所（集团）有限公司、重庆大学。

本标准主要起草人：谢晔源、朱金大、王宇、王方、陈林云、赵邈、徐先勇、林大春、陈实、黄堃、杨文、李索宇、程谦、牟晓春、曹鹏、金庆才、陈燕东、方璐、郑陆海、徐献清、王智慧、王丙文、左志平、王馨、徐达、吾喻明。

本文件在执行过程中的意见或建议反馈至中国电力企业联合会标准化管理中心（北京市白广路二条一号，100761）。

岸基供电系统 第3部分：变频电源

1 范围

本标准规定了岸基供电系统变频电源的技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输及贮存等。

本标准适用于岸基供电系统中的变频电源。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 4208 外壳防护等级（IP代码）

GB/T 7251.1-2013 低压成套开关设备和控制设备

GB/T 110221 高压开关设备和控制设备标准的共用技术要求

GB 12348 工业企业厂界环境噪声排放标准

GB/T 13422 半导体电力变流器电气试验方法

GB/T 16935.1 低压系统内设备的绝缘配合

GB/T 17626.2－2018 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验

GB/T 17626.3－2016 电磁兼容 试验和测量技术 射频电磁场辐射抗扰度试验

GB/T 17626.4－2018 电磁兼容 试验和测量技术 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验

GB/T 17626.5－2019 电磁兼容 试验和测量技术 浪涌（冲击）抗扰度试验

GB/T 17626.6－2017 电磁兼容 试验和测量技术 射频场感应的传导骚扰抗扰度

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

变频电源 Variable Frequency Power

改变电压和(或)频率的供电装置。

3.2

低压变频电源 Low Voltage Variable Frequency Power

额定输出电压 1kV 及以下的变频电源。

3.3

高压变频电源 High Voltage Variable Frequency Power

额定输出电压高于 1kV 的变频电源。

3.4

瞬变响应恢复时间 Transient Response Recovery Time

输出电流由零至额定电流或由额定电流至零突变时，变压变频电源输出电压和频率恢复到稳定范围的时间。

4 技术要求

4.1 环境条件

变频电源应在4.1.1-4.1.3规定条件下达到设计要求。购买者与供货商之间另有协议的除外。

4.1.1 大气条件

装置正常工作的大气条件要求如下：

a) 环境温度：－10 ℃～＋40 ℃；

b) 相对湿度：最湿月的月平均最大相对湿度小于 95%；

c) 污秽等级：III 级及以下。

4.1.2 海拔高度

海拔高度不超过1000m。

4.1.3 贮存环境和运输条件

贮存环境和运输过程的温度范围为－25 ℃～＋55 ℃。

4.2 主要参数和性能

4.2.1 额定输出容量

额定条件下输出视在功率，单位为kVA。

4.2.2 额定电压

额定条件下线电压有效值，单位为V。

4.2.3 额定电流

额定条件下交流电流有效值，单位为A。

4.2.4 电压不平衡

在多相系统中，电压不平衡计算方法应符合GB/T 13422的规定，应小于3%。

4.2.5 过载能力

在规定的输入条件下，其输出电流等于额定输出电流的110%时，应正常工作不少于10 min。

4.2.6 稳态电压波动范围

变频电源在额定电压和额定频率下，从空载到额定负载范围内变化，最高或最低电压与额定电压之差对额定电压的百分比，应在-5%～5%范围内。

4.2.7 稳态频率波动

变频电源在额定电压和额定频率输入条件下，从空载到额定负载范围内变化，最高或最低频率与额定频率之差，应在-0.5Hz～0.5Hz范围内。

4.2.8 瞬态电压波动

变频电源在额定电压和额定频率输入条件下，负载从空载突加至规定的负载，然后由规定的负载突降至空载，最高或最低电压与额定电压之差对额定电压的百分比，应在-15%～20%范围内。

4.2.9 瞬态频率波动

变频电源在额定电压和额定频率输入条件下，负载从空载突加至规定的负载，然后由规定的负载突降至空载，最高或最低频率与额定频率之差，应在-1Hz～1Hz范围内。

4.2.10 瞬变响应恢复时间

变频电源输出电压响应恢复时间不应大于1.5s，输出频率瞬变响应恢复时间不应大于1s。

4.2.11 总谐波畸变

去掉基波之后，余下的谐波均方根值与基波的均方根之比，应小于5%。

4.2.12 最大单次谐波

谐波中的最大单次谐波的均方根值与基波的均方根值之比，应小于3%。

4.2.13 负载不平衡度

三相系统中，在最大一相电流不超过额定值的条件下，最大一相和最小一相电流之差与额定值之比，变频电源承受负载不平衡度应大于15%。

4.2.14 效率

在稳态运行状态，变频电源在额定负载下的效率应不低于95%。

4.2.15 防护等级

防护等级应符合GB/T 4208相关规定。一般情况下，其防护等级应不低于IP20。若有特殊要求，由购买者与制造厂商协商确定。

4.2.16 噪声等级

在1m距离处测得的噪声应低于85dB。如果需要符合当地更加严格的标准规范，则在供应商和用户之间应当就此进行商定。

4.3 电磁兼容性能

4.3.1 静电放电抗扰度

装置的人机界面、控制按键及控制系统的开门把柄应能承受 GB/T 17626.2－2018 中第 5 章规定的试验等级为 III 级的空气放电试验。

4.3.2 射频电磁场辐射抗扰度

装置应能承受GB/T 17626.3－2016中第5章所规定的试验等级为III级的射频电磁场辐射干扰试验。

4.3.3 电快速瞬变脉冲群抗扰度

装置的电源输入、采集输入以及通信端口应能承受 GB/T 17626.4－2018 中第 5 章规定的严酷等级为 III 级的电快速瞬变脉冲群抗扰度试验。

4.3.4 浪涌（冲击）抗扰度

装置的电源输入、采集输入以及通信端口应能承受GB/T 17626.5－2019中第5章所规定的试验等级为4级的浪涌冲击抗扰度试验。

4.3.5 射频场感应的传导骚扰抗扰度

装置的电源输入、采集输入以及通信端口应能承受GB/T 17626.6－2017中第5章规定的试验等级为3级的射频场感应的传导骚扰抗扰度试验。

4.4 保护功能

4.4.1 过流保护

当电流超过预定阈值及持续时间时，变频电源保护装置应报警且跳闸。

4.4.2 过压保护

当电压超过预定阈值及持续时间时，变频电源保护装置应报警且跳闸。

4.4.3 欠压保护

当电压低于预定阈值及持续时间时，变频电源保护装置应报警且跳闸。

4.4.4 过频保护

当输出频率超过预定阈值及持续时间时，变频电源保护装置应报警且跳闸。

4.4.5 欠频保护

当输出频率低于预定阈值及持续时间时，变频电源保护装置应报警且跳闸。

4.4.6 缺相保护

当三相电源中某相断路，变频电源保护装置应报警且跳闸。

4.4.7 不平衡保护

当三相电源不平衡度超过预定阈值及持续时间时，变频电源保护装置应报警且跳闸。

4.4.8 紧急停止保护

当操作紧急停止按钮，变频电源保护装置应报警且跳闸。

4.4.9 电气设备超温保护

变频电源电气设备电抗器、散热器等达到设定温度的阈值，变频电源保护装置应报警且跳闸。

4.4.10 等电位检测保护

当变频电源的等电位监视装置检测等电位未连接或失效时，变频电源保护装置应报警且跳闸。

4.5 基本功能

4.5.1 变压变频

变频电源可将输入的 50Hz 工频交流电源通过 AC-DC-AC 环节，输出给定的频率、电压。应具备恒压和恒频输出能力。

4.5.2 控制

变频电源宜具备自动/手动控制功能；手动模式应仅用于调试、单台设备测试、维修或非正常状态下应急操作；正常运行时系统应处于全自动运行状态；宜具备就地/远程操作功能。

4.5.3 监视

变频电源应具备显示功能/提示功能，应包含下列内容：

1) 变频电源运行和停机指示；
2) 变频电源输出功率；
3) 变频电源输出电压、电流；
4) 变频电源输出频率；
5) 参考电压、频率等整定值；
6) 运行状态和报警信息。

4.5.4 船岸连接方式

变频电源应支持船岸断电连接和不断电连接两种方式。

4.5.5 压降补偿

在加载情况下，变频电源应具备压降补偿功能，保证上船电压在正常范围内。

4.5.6 发电机特性模拟

当变频电源和船舶电站之间的负载转移采用短时并联方式时，变频电源应具备模拟船舶发电机特性的功能，应具备电压频率下垂控制、电子惯性设定功能。

4.5.7 抗涌流能力

变频电源应具备承受船载变压器受电瞬间形成的励磁涌流的能力。

4.5.8 冷却系统

变频电源应具有的冷却系统，确保变流器持续正常工作时不因温度过高而损坏。

4.5.9 防雷

变频电源应设有防雷保护装置。

4.5.10 急停

变频电源应安装急停装置。当发生电击、起火或爆炸时应切断变频电源和船舶供电系统之间的联系；急停装置应装备在变频电源上，并具备防止误操作的措施。

4.5.11 通讯

变频电源与港口岸电监控系统之间宜具备以太网、CAN或RS485等通信接口。

4.6 设备安全

4.6.1 绝缘耐压

绝缘应能长期耐受在运行中可能遇到的诸如机械的、化学的、电气及热的应力。高压变频电源的绝缘电阻、相对地绝缘、相间绝缘的额定耐受电压应符合GB311.1的规定。低压变频电源的绝缘电阻、相对地绝缘、相间绝缘的额定耐受电压应符合GB/T 16935.1的规定。

4.6.2 外壳防护等级

外壳防护应满足应用场所的防护要求，符合4.2.15中相关规定。

4.6.3 电气间隙与爬电距离

装置内的元器件应符合产品标准规定，正常使用条件下，应保持电气间隙和爬电距离。

装置内不同极性或不同相的裸露带电体之间以及与地之间的电气间隙和爬电距离，高压变频电源应符合GB/T 110221的规定；低压变频电源应符合GB7251.1的规定。

4.7 温升

在正常额定工作状态下，装置各部位达到热平衡后的温升不应超过表1的规定限值。

表1 装置各部位的温升限值

部位名称	温升限值 K
内装元件	根据元件要求，或根据制造厂说明书确定
用于连接外部绝缘导线的端子、内	70

装元件与母线连接处		
母线固定连接处	裸铜-裸铜	60
	铜搪锡-铜搪锡	65
	铜镀银-铜镀银	70
操作手柄	金属的	15
	绝缘材料	25
可接近的外壳和覆板	金属表面	30
	绝缘表面	40
功率半导体器件		按各自元件标准规定

5 试验方法

5.1 试验环境条件

装置试验的标准大气条件宜符合下列要求：

a) 环境温度：0℃～＋40℃；

b) 相对湿度：45%～75%；

c) 大气压力：86kPa～106kPa。

5.2 性能指标试验

5.2.1 试验电路

试验电路可参照图1。

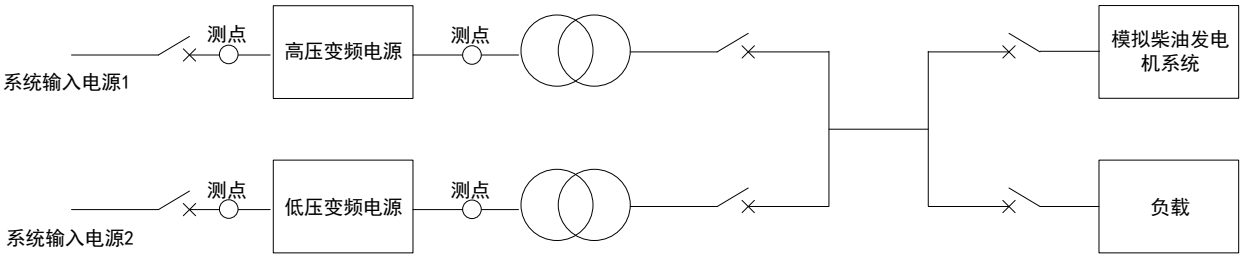


图 1 试验电路

5.2.2 输出额定容量试验

启动变频电源，使其工作在额定状态下，运行不少于 4 小时且系统各主要器件温度稳定，设备应无任何异常现象，无故障报警，主要器件的温升应不超过表 1 要求的限值。

5.2.3 过载试验

待变频电源满载试验结束且各设备温度冷却恢复到常温状态，使变频电源过载持续运行一定时间，过载系数与持续时间应符合 4.2.5 要求。超过过载运行持续时间后，设备应无任何异常现象，无故障报警，则过载试验完成。

5.2.4 效率试验

启动变频电源，使其工作在额定状态下，在变频电源运行稳定之后，通过截取变频电源输入用电量和变频电源输出的用电量，系统效率=输出用电量/输入用电量*100%，应符合 4.2.15 指标要求。

5.2.5 电能质量测试试验

启动变频电源，负载在功率因数为 0.8（滞后）情况下，分别检测空载、25%、50%、75%、100%额定负载状态下变频电源的输出侧电压总谐波畸变率 THDU 以及输出电压单次谐波畸变率，应符合 4.2.11 与 4.2.12 指标要求。

检测 100%额定负载状态下输入侧电流总谐波畸变率 THDI 以及输入电流单次谐波畸变率，应符合 4.2.11 与 4.2.12 指标要求。

5.2.6 输出电压、频率稳态试验

启动变频电源，负载在功率因数为 0.8（滞后）情况下，分别检测空载、25%、50%、75%、100%额定负载状态下变频电源的输出电压和频率，指标应符合 4.2.6 与 4.2.7 要求。

5.2.7 瞬态电压、频率变化试验

启动变频电源，负载在功率因数为 0.8（滞后）情况下以 100%负荷逐级突加、突卸负载，分别检测瞬态电压波动范围以及瞬态频率波动范围，指标应符合 4.2.8 与 4.2.9 要求。

5.2.8 三相负载不平衡试验

启动变频电源，负载在功率因数为 0.8（滞后）情况下，在三相平衡的 50%负载条件下，后缓慢增加任意 15%单相负载。变频电源在负载三相不平衡度达到 15%时，变频电源输出的三相电压偏差应符合 4.2.4 的要求。

5.2.9 噪声试验

在背景噪声不高于 GB 12348-2008 规定的环境中，变频电源在稳态运行状态，其输出处于额定容量，将声级计放置在距岸电装置底平面高度为 1 m，前、后、左、右各 l m 处，测量噪声并计算其平均值，应符合 4.2.16 的要求。

5.3 电磁兼容试验

5.3.1 静电放电干扰试验

根据 4.3.1 的要求，按 GB/T 17626.2－2018 中第 5 章规定的试验等级为 III 级的空气放电试验的规定，对装置进行静电放电干扰试验。

5.3.2 射频电磁场干扰试验

根据 4.3.2 的要求，按 GB/T 17626.3－2016 第 5 章规定的试验等级为III级的射频电磁场干扰试验的规定，对装置进行辐射电磁场干扰试验。

5.3.3 电快速瞬变脉冲群干扰试验

根据 4.3.3 的要求，按 GB/T 17626.4－2018 中第 5 章规定的严酷等级为 III 级的电快速瞬变脉冲群抗扰度试验的规定，对装置进行快速瞬变干扰试验。

5.3.4 浪涌（冲击）干扰试验

根据4.3.4的要求，按 GB/T 17626.5－2019中第5章所规定的试验等级为4级的浪涌冲击抗扰度试验的规定，对装置进行浪涌(冲击)干扰试验。

5.3.5 射频场感应的传导骚扰抗扰度干扰试验

根据4.3.5的要求，按 GB/T 17626.6－2017中第5章所规定的试验等级为III级的射频场感应的传导骚扰抗扰度试验的规定，对装置进行射频场感应的传导骚扰抗干扰试验。

5.4 保护功能试验

5.4.1 输出过流保护功能试验

变频电源处于稳态运行状态，调节输出电流至大于或等于额定输出电流的120%,持续时间超过保护动作整定延时后,应能发出告警信号、切断输出并保持故障显示。

5.4.2 输出过电压保护功能试验

变频电源处于稳态运行状态，调整输出电压或模拟输出电压值达到额定输出电压值的120%,持续时间超过保护动作整定延时后，应能发出告警信号、切断输出并保持故障显示。

5.4.3 输出欠电压保护功能试验

变频电源处于稳态运行状态，调整输出电压或模拟使输出电压值达到额定输出电压值的80%，持续时间超过保护动作整定延时后，应能发出告警信号、切断输出并保持故障显示。

5.4.4 输出过频保护功能试验

变频电源处于稳态运行状态，调整输出频率或模拟输出频率值达到额定输出频率值的120%，持续时间超过保护动作整定延时后，应能发出告警信号、切断输出并保持故障显示。

5.4.5 输出欠频保护功能试验

变频电源处于稳态运行状态，调整输出频率或模拟使输出频率值达到额定输出频率值的80%，持续时间超过保护动作整定延时后,应能发出告警信号、切断输出并保持故障显示。

5.4.6 输出缺相保护功能试验

变频电源处于稳态运行状态,模拟产生输出缺相故障，持续时间超过保护动作整定延时后，应能发出告警信号、切断输出并保持故障显示。

5.4.7 不平衡保护功能试验

变频电源处于稳态运行状态,模拟变频电源输出不平衡电压，持续时间超过保护动作整定延时后，应能发出告警信号、切断输出并保持故障显示。

5.4.8 紧急停止保护功能试验

变频电源处于稳态运行状态，按下紧急停止按钮，应能发出告警信号、切断输出并保持故障显示。

5.4.9 电气设备超温保护功能试验

变频电源处于稳态运行状态，调整变压器、电抗器等设备的保护动作门槛值，使变频电源实测温度超过动作门槛值，持续时间超过保护动作整定延时后，应能发出告警信号、切断输出并保持故障显示。

5.5 设备安全试验

5.5.1 绝缘耐压试验

绝缘耐压试验应在输入主回路与机壳之间，输出主回路与机壳之间，以及输入主回路与输出主回路之间进行。

试验时，对设备施加的绝缘耐压试验电压应从零逐渐升高至4.6.1的规定值，然后在该电压值上保持1min，无击穿、无闪络现象。

半导体功率单元和控制单元可在试验前拆除或断开连接。允许不测（接）测量仪表、电容器、指标灯等附属设备。

5.5.2 防护等级

防护等级按GB/T 4208的规定试验，应符合4.6.2的规定。

5.5.3 电气间隙和爬电距离

按GB/T 7251.1-2013附录F规定的方法进行检查，应符合4.6.3的规定。

6 检验规则

6.1 检验分类

检验应分为型式检验、出厂检验和交接检验，检验项目应符合表2的规定。

表2 检验项目

序号	试验项目	型式检验	出厂检验	交接检验
1	输出额定容量试验	✓	—	—
2	过载试验	✓	✓	—
3	效率试验	✓	—	—
4	输出电能质量测试试验	✓	—	—
5	输出电压及频率稳态试验	✓	✓	—
6	瞬态电压、频率变化试验	✓	—	—
7	三相负载不平衡试验	✓	—	—
8	静电放电干扰试验	✓	—	—
9	射频电磁场干扰试验	✓	—	—
10	电快速瞬变脉冲群干扰试验	✓	—	—
11	浪涌（冲击）干扰试验	✓	—	—
12	射频场感应的传导骚扰抗扰度干扰试验	✓	—	—
13	电压暂降、短时中断和电压变化抗扰度的能力	✓	—	—
14	输出过流保护功能试验	✓	✓	—
15	输出过电压保护功能试验	✓	✓	—
16	输出欠电压保护功能试验	✓	✓	—
17	输出过频保护功能试验	✓	✓	—
18	输出欠频保护功能试验	✓	✓	—
19	输出缺相保护功能试验	✓	✓	—
20	不平衡保护功能试验	✓	✓	—
21	紧急停止保护功能试验	✓	✓	—
22	电气设备超温保护功能试验	✓	✓	—

23	绝缘耐压试验	✓	✓	✓
24	防护等级	✓	—	—
25	电气间隙和爬电距离	✓	—	—
注：“✓”为必检项目，“—”为不检项目				

6.2 型式检验

6.2.1出现下列情况时，应进行型式检验：

a) 新试制产品时；
b) 转厂试制产品时；
c) 产品设计、工艺或材料等改变，可能影响产品性能时；
d) 批量生产产品每隔8年时。

6.2.2 型式检验项目

型式检验项目应符合表2的规定。

6.3 出厂检验

6.3.1 一般要求

a) 出厂检验不应对产品性能和可靠性带来损害；
b) 每台产品应经出厂检验，合格后方可出厂；
c) 产品均应附有产品合格证、出厂检验报告等技术文件。

6.3.2 出厂检验项目

出厂检验项目应符合表2的规定。

6.4 交接检验

6.4.1 一般要求

每台产品应经交接检验，检验结果应符合产品技术要求，方可投运。

6.4.2 交接检验项目

交接检验项目应符合表2的规定。

7 标志、包装、运输、贮存

7.1 标志

产品醒目位置应有铭牌，铭牌上应标识下列内容：

a) 制造厂名称；
b) 产品名称、型号、编号、出厂日期；

铭牌上宜标识下列内容：

a) 产品执行标准代号；
b) 输入电压、输入频率、输入相数；
c) 输出电压范围、输出频率范围、输出相数、输出电流。

d) 工作环境温度范围、工作环境湿度范围。

7.2 包装

7.2.1 包装要求

产品包装应符合运输要求，应保证产品在运输过程中不致损伤、破裂、变形、部件丢失及受潮，在包装箱上标以 “ 小心轻放 ”、“ 不准倒置 ” 以及 “ 防雨防潮 ” 等明显标志；集装箱式变频电源外箱包装应密封，箱体内装置应固定。

7.2.2 包装标识

包装外箱应注明下列内容：

a) 产品型号、名称、出厂编号；
b) 产品净重；
c) 产品含包装箱毛重；
d) 位置标识有层高、向上、防潮；
e) 包装箱外形尺寸；
f) 包装日期；
g) 厂址。

7.2.2 产品应携带下列资料：

a) 产品外形图；
b) 产品说明书；
c) 产品安装说明书；
d) 出厂检验报告；
e) 保修卡、装箱单。

7.3 运输

产品运输时，应保持固定位置，紧固件不得松动，使用防撞装置，不得倒置、遭受强烈震动和碰撞。

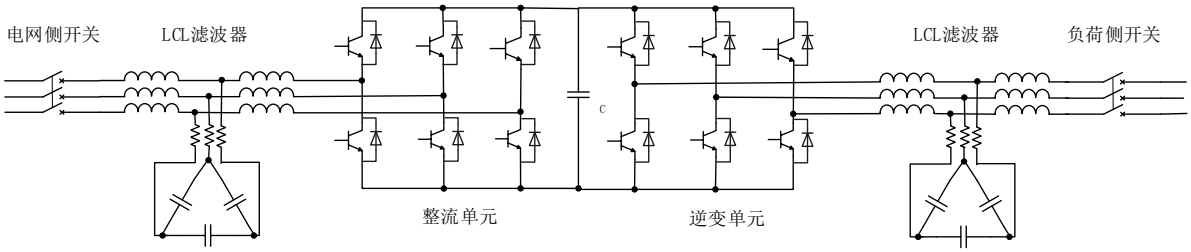
7.4 贮存

产品不得曝晒及雨淋，应存放在通风、干燥、无腐蚀性气体场所。

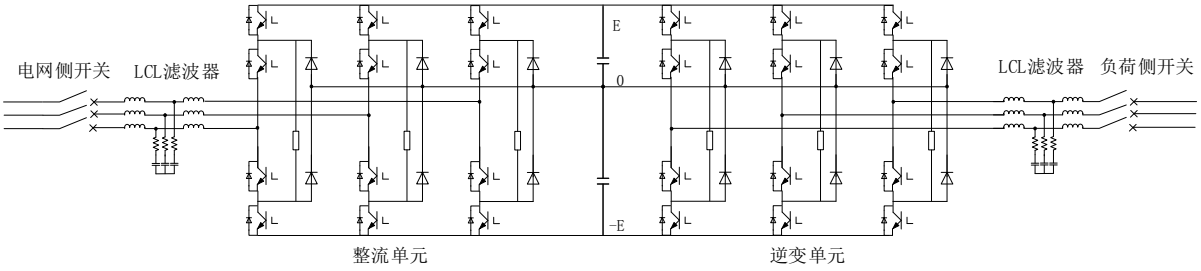
附录A
（资料性附录）

主电路结构图

A.1 低压变频电源主电路结构可参照图A.1。



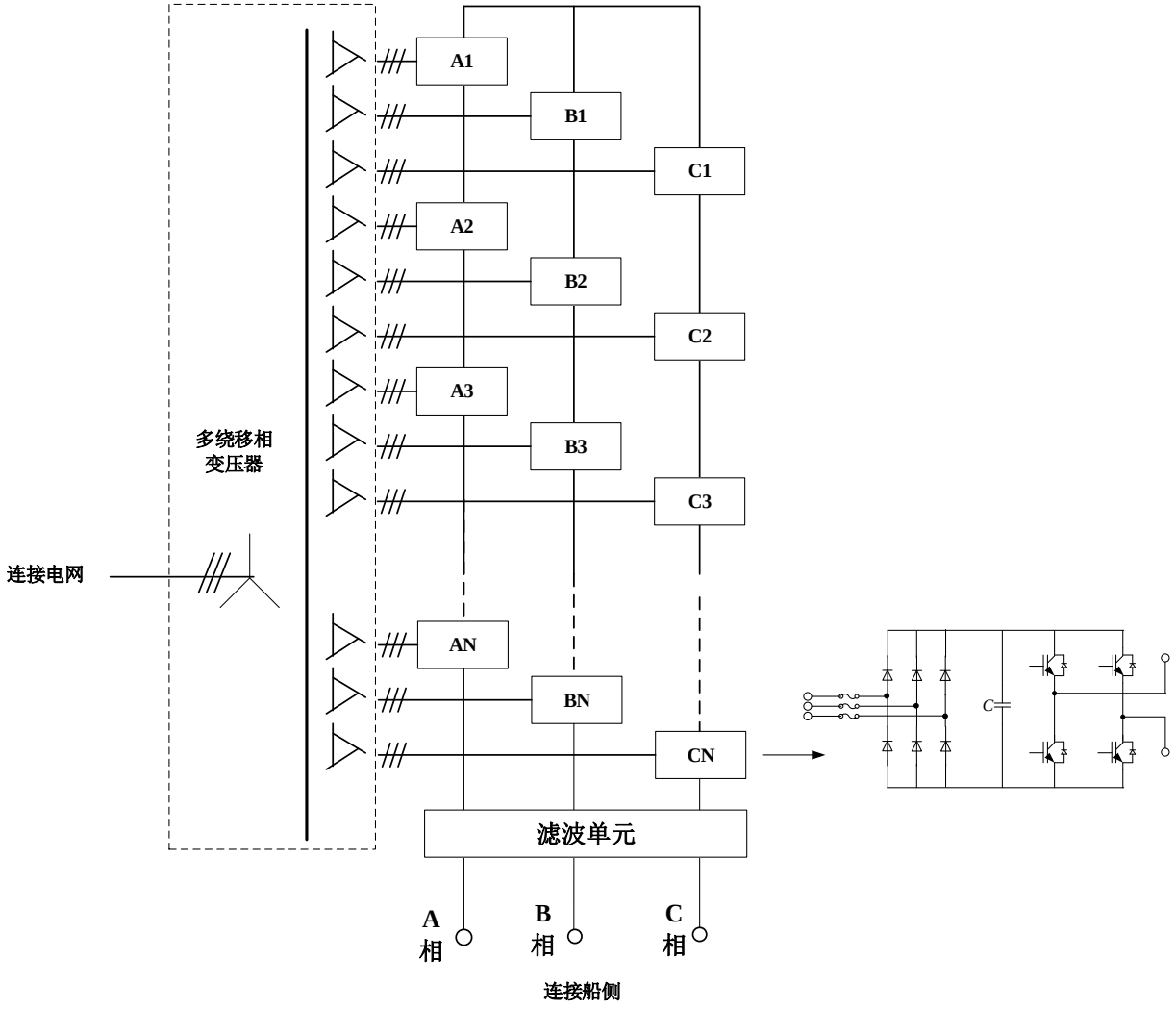
a）两电平型



b）三电平型

图A.1 低压变频电源主电路结构

A.2 高压变频电源主电路结构可参照图A.2。



图A.2　高压变频电源主电路结构