

ICS 29.020.

K 62

团体标准

T/CNPCI01.1-2021

石油和化工用低压变频器技术应用导则

第1部分：基本要求

Technical Application Guidelines for Low Voltage
Converters in Petrochemical Plants
Part 1: Basic Requirements

2021-04-01 发布

2021-06-01 实施

中国石油和化工自动化应用协会 发布

目 次

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	2
3.1 变频器	2
3.2 谐波滤波器	2
3.3 过载能力	2
3.4 频率分辨率	2
3.5 直流环节	2
3.6 控制系统	3
3.7 运行变量	3
3.8 能耗制动	3
3.9 直流制动	3
3.10 再生（制动）	3
3.11 电磁兼容性	3
3.12 时间响应	4
3.13 型式试验	4
3.14 出厂试验	4
3.15 抽样试验	4
3.16 专门试验	4
3.17 验收试验	4
3.18 目击试验	4
4 使用条件	5
4.1 正常使用条件	5
4.2 非正常使用条件	6
5 性能和要求	6
5.1 额定值	6
5.2 技术要求	7
5.3 控制	8
5.4 技术性能	8
5.5 功能与运行特性	10
5.6 监测和保护	13
5.7 通讯	15
5.8 电磁兼容	15
5.9 噪声	15
5.10 温升	16
5.11 电气间隙和爬电距离	16
5.12 绝缘电阻与介电强度	16

5.13	防护等级	17
5.14	安全与接地	17
5.15	冷却方式	17
5.16	主要元器件一般要求	17
6	试验	18
6.1	试验分类	18
6.2	检验项目及要求	19
6.3	试验方法	19
7	标志、包装、运输和贮存	21
7.1	标志	21
7.2	包装	21
7.3	运输	21
7.4	贮存	22

前　　言

“石油和化工用低压变频器技术应用导则”系列行业标准分 4 部分：

----第 1 部分：基本要求；

----第 2 部分：设计选型；

----第 3 部分：安装、调试及验收；

----第 4 部分：使用、维护及检修。

本部分为《石油和化工用低压变频器技术应用导则 第 1 部分：基本要求》。

本标准按照 GB/T1.1-2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写规则》、GB/T 20000.2 -2009《标准化工作指南 第 2 部分：采用国际标准》的要求编制。

请注意本标准的某些内容可能涉及专利。本标准的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准由中国石油和化工自动化应用协会提出并归口。

本标准起草单位：中国石油和化工自动化应用协会、惠生工程（中国）有限公司、希望森兰科技有限公司、大禹电气科技股份有限公司、中国石油辽河油田分公司钻采工艺研究院、上海华建电力设备股份有限公司。

本标准主要起草人：卢成生、陈明海、杜俊明、宁国云、张锦辉、吴肇贊。

本标准于 2021 年 4 月首次发布。

石油和化工用低压变频器技术应用导则

第1部分：基本要求

1 范围

本部分规定了石油和化工用低压变频器的基本要求。

本部分适用于石油和化工新建、扩建和改建过程中使用的 1000 V 及以下的低压变频器。

本部分不适用于海上油气开采和日用化工工业。

低压变频器的应用，除应符合本部分的规定外，尚应符合现行有关国家标准和规范的规定。

2 规范性引用文件

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

GB 191 包装储运图示标志

GB/T 2900.1-2008 电工名词术语 基本名词术语（IEC 50, NEQ）

GB/T 2900.33-2004 电工术语 电力电子技术（IEC 60050-551:1982, MOD） GB/T 3797-2005 电气控制设备

GB/T 3859.1-1993 半导体变流器基本要求的规定（IEC 60146-1-1:1991, MOD） GB/T 3859.2-1993 半导体变流器 应用导则（IEC 60146-1-2:1991, MOD）

GB/T 4025 人机界面标志标识的基本和安全规则 指示器和操作器件的编码规则

GB 4208 外壳防护等级（IP 代码）（IEC 529:1989, MOD）

GB/T 4588.1 无金属化孔单双面印制板 分规范

GB/T 4588.2 有金属化孔单双面印制板 分规范

GB 4796 电工电子产品环境参数分类及其严酷程度分级

GB 4798.10 电工电子产品应用环境条件： 导言

GB 7947 人机界面标志标识的基本和安全规则 导体颜色或字母数字标识

GB/T 12668.2-2002 调速电气传动系统 第2部分 一般要求 低压交流变频电气传动系统额定值规定（IEC61800-2:1998, IDT）

GB/T 12668.4-2006 调速电气传动系统 第4部分一般要求 交流电压 1000 V 以上但不超过 35 kV 的交流调速电气传动系统额定值的规定

GB/T 12668.3 调速电气传动系统 第3部分 产品的电磁兼容性标准及其特定的试验方法（
IEC61800-3:1996, IDT）

GB 14048.6-2008 低压开关设备和控制设备 第4-2部分：接触器和电动机起动器 交流半导体电
动机控制器和起动器（含软起动器）

GB/T 14549 电能质量 公用电网谐波

JB/T 3085 电力传动控制装置的产品包装与运输规程

JB/T 9659.1 低压成套开关设备和控制设备用接线端子排 第1部分：组合型和底座封闭型接线
端子排

IEC 60038 IEC 标准电压 (Electrotoechnical terminology—Power electronics)

IEC 60079-14 INTERNATIONAL STANDARD Explosive atmospheres -Part 14: Electrical
installations design, Selection and erection

3 术语和定义 Terms and Definitions

GB/T 2900.1-2008、GB/T 2900.33-2004、GB/T 3859.1-1993 和 GB/T 3859.2-1993 界定的以及
下列术语和定义适用于本文件。

3.1

变频器 frequency converter

用于改变频率的变流器。

[GB/T 12668.2—2002, 定义 2.2.5]

3.2

谐波滤波器 harmonic filter

用来减少谐波电流流入相关电力系统中的电路。

[GB/T 12668.4-2006, 定义 3.1.3]

3.3

过载能力 overload capability

在规定的时间内能够提供的,但不超过规定运行条件下设定限值的最大电流。

[GB/T 12668.2—2002, 定义 2.5.2]

3.4

频率分辨率 frequency resolution

输出频率的最小改变量，即每相邻两档频率之间的最小差值。

3.5

直流环节 d. c. link

将间接变流器的输入变流器和变流器连接在一起的直流电路，由电容器和/或电抗器组成，用来减小直流电压或直流电流的纹波。

[GB/T 12668.4—2006, 定义 3.3.6]

3.6

控制系统 control system

提供电力变流器动作和状态信息作为各种命令和反馈结果的电子系统。

[GB/T 12668.4-2006, 定义 3.5.1]

3.7

运行变量 operating variable

除由于使用条件而引起的那些变量之外的规定变量（如调速传动的负载转矩），需校正反馈控制系统，以维持受控变量为期望值。

[GB/T 12668.4-2006, 定义 3.5.4]

3.8

能耗制动 dynamic braking

将转子及其连接的惯性负载的旋转能量变换成电能并消耗于电阻的过程。

[GB/T 12668.2-2002, 定义 2.3.3]

3.9

直流制动 d. c. braking

通过将直流电流注入定子，将转子及其所连接的惯性负载之旋转能量变换成电能并消耗于转子的过程。

[GB/T 12668.2-2002, 定义 2.3.4]

3.10

再生（制动） regeneration

将系统的机械能转变为电能，再送回到输入电源的过程。

[GB/T 12668.2-2002, 定义 2.3.5]

3.11

电磁兼容性 electromagnetic compatibility (EMC)

设备或系统在其电磁环境中能正常工作且对该环境中任何事物构成不能承受的电磁骚扰的能力。

[GB/T 2900.1-2008, 术语和定义 3.4.6]

3.12

时间响应 time response

一个系统中由其中一个输入变量的规定变化所产生的一个输出变量随时间的变化。

[GB/T 12668.4-2006, 定义 3.5.9]

3.13

型式试验 type test

对按照某一设计制造的一个或数个部件进行的试验，用于证明该设计满足特定的技术要求。

[GB/T 12668.2-2002, 定义 7.1.1]

3.14

出厂试验 routine test

在制造期间或制造之后对各个部件进行的试验，用于确定其是否符合某一准则。

[GB/T 12668.2-2002, 定义 7.1.2]

3.15

抽样试验 sampling test

在一批产品中随机抽取的一些部件上进行的试验。

[GB/T 12668.2-2002, 定义 7.1.3]

3.16

专门试验 special test

除型式试验和出厂试验之外，按照制造厂之意或经过制造厂和用户或其代理人协商而进行的试验。

[GB/T 12668.2-2002, 定义 7.1.4]

3.17

验收试验 acceptance test

合同上规定的、用以向用户证明该部件满足其技术规定中某些条件的试验。

[GB/T 12668.2-2002, 定义 7.1.6]

3.18

目击试验 witness test

在客户、用户或其代理人在现场的情况下进行的上述任何一种试验。

[GB/T 12668.2-2002, 定义 7.1.8]

4 使用条件

4.1 正常使用条件

4.1.1 环境条件

变频器应当在符合 GB 4798.10 中针对严酷等级≤3 级所规定的以及 GB/T 3859.1-1993 的第 2 章针对冷却介质所规定的环境条件下运行。这些环境条件包括：

4.1.1.1 最高温度

环境温度上限为+40 °C，在 24 h 内平均环境温度不大于+35 °C

4.1.1.2 最低温度

环境温度下限为-10 °C

4.1.1.3 相对湿度

5%~85%无凝露；

环境温度+20 °C时不超过 90%，环境温度+40 °C时不超过 50%；

相对湿度的变化率不超过 5%/h。且不得产生冷凝。

4.1.1.4 污秽等级

变频器及相关部件应符合 GB 4796 污秽等级 3 的环境。

4.1.1.5 海拔高度

安装使用地点的海拔高度为：≤1000 m。

4.1.1.6 振动

安装地点允许的振动条件：振动频率为 10 Hz ~150 Hz，振动加速度不大于 5 m/s²。

4.1.1.7 环境空气

空气的污染程度不超过国家环境卫生的有关规定，不含有过量的尘埃，不含有酸、碱、腐蚀性及爆炸性微粒和气氛。

4.1.2 电气条件

变频器应当设计成能够在下列所规定的电气应用条件下运行：

a) 主电源电压及变化范围

变频器主电源为交流低压（按照 IEC 60038 的规定，标准电压值为：220 V、380 V 和 660 V，1000 V 等），电压波动不大于 +10% ~ -15%，短时电压波动不大于 +15% ~ -25%。

b) 电源频率及变化范围

50 Hz±4%。

c) 控制及通讯电源

交流 220 V/380 V，电压波动不大于±10%，并应采用不间断电源装置（UPS）供电，在 UPS 配母线上应装设 SPD（电涌保护元件）或直流 UPS 模式。

d) 辅助电源

1) 冷却风扇电源：交流 380 V 或 220 V，电压波动不大于±10%；

2) 柜内照明、空间加热器及检修电源：交流 220 V，电压波动不大于±10%。

e) 短路参数

变频器及配套的设备元件应满足用户提出的短路参数要求。

4.2 非正常使用条件

4.2.1 应用环境条件

下列环境条件之一为变频器非正常运行环境条件。设计选型时应在供货技术协议中明确规定此类运行环境条件，并与供应商共同商定所采取的有效防护措施，以保证变频器长周期、安全可靠地运行。

a) 爆炸性气体/粉尘环境；

b) 盐雾或有腐蚀性气体环境；

c) 有毒有害气体环境；

d) 放射性物质的辐射环境；

e) 水蒸气或油雾环境；

f) 过量尘埃环境；

g) 温度波动超过 5°C/h，相对湿度的变化率超过 5%/h 的环境；

h) 海拔高度大于 1000 m 的环境；

i) 非常的机械应力（如振动和冲击）环境；

j) 第 4.1.1 未包括的其他非正常工作环境。

4.2.2 非正常电气条件

超出 4.1.2 条规定的正常电气应用条件外的其他电气应用条件视为非正常电气应用条件。非正常电气应用条件须经用户和变频器供货商专门协商确定。

5 性能和要求

5.1 额定值

5.1.1 输入

变频器供应商应当规定出变频器的输入电压、电流和频率的额定值，并应与用户所规定的供电系统电能品质（变频器与电源连结点）相适应。下列的输入额定值应当在规定的交流电网最小阻抗（包括变压器）时予以规定。

5.1.1.1 额定电压及允许的波动范围

变频器的输入额定电压等级应与供电系统的额定电压相对应（常用有 380V、660V），如不相适应时，应选配输入变压器（内置或外配）。

变频器应能在额定电压 $-15\% \sim +10\%$ 的输入电压下正常运行。

5.1.1.2 额定频率及允许的波动范围

变频器的输入额定频率为 50 Hz。变频器应能在额定频率 $\pm 4\%$ 的输入电源频率下正常运行。

5.1.2 输出

5.1.2.1 输出电压及波动范围

- a) 在规定的电源条件下，输出 100% 额定电流时，变频器应保证输出额定电压，并与负载电动机电压等级一致（如：交流 380 V、690 V）且其波动范围不大于 10%；
- b) 在正常使用条件及频率调节范围内，以及各相负载对称的情况下，输出三相电压不对称度不大于 5%。

5.1.2.2 输出频率及波动范围

- a) 输出频率调节范围应满足负载电动机的调速要求。0~600 Hz 可选；
- b) 在规定的电源条件下，在输出频率调节范围内，输出频率波动值不大于 0.02 Hz；
- c) 在输出频率调节范围内，所驱动电动机均可稳定运行。在最低输出频率时，可持续输出额定电流；在最高输出频率时，可输出额定电流或额定功率。

5.1.2.3 输出额定电流

变频器应给出额定输出电流。它是变频器在额定输入条件下，以额定容量输出时，可连续输出的电流。

5.2 技术要求

5.2.1 起动转矩

- a) V/F 控制变频器 3 Hz 时的起动转矩 $\geq 150\%$ 额定转矩；
- b) 矢量控制变频器（直接转矩控制变频器）0.5 Hz 时的起动转矩 $\geq 180\%$ 额定转矩。

5.2.2 过载能力

一般通用变频器的过载能力为额定输出电流的 150%，持续时间 60 s；风机、泵类用变频器的过

载能力为额定输出电流的 110%、120%或 130%，持续时间 60 s。

5.2.3 频率分辨率

在输出频率调节范围内数字给定小于或等于 0.01 Hz，模拟给定小于或等于最大工作频率的 0.2%。

5.2.4 功率因数

在 20% ~ 100%额定负荷内功率因数应不小于 0.92；基波功率因数不小于 0.98。

5.2.5 效率

变频器的效率应在 86%~98%范围内。

5.3 控制

5.3.1 控制单元

控制单元宜为模块化，关键模块应冗余配置，可互换性强；人机操作界面友好；可实现就地和远方监控。控制单元其他要求应符合 GB/T 3797-2005 的规定。

5.3.2 控制信号给定

5.3.2.1 就地给定

通过变频器面板进行频率给定。

a) 键盘给定

频率的大小通过变频器控制面板上的升键和降键来进行给定。键盘给定属于数字量给定，精度较高。

b) 电位器给定

部分变频器在面板上设置了电位器，频率的大小可通过电位器不定期调节。电位器给定属于模拟量给定，精度稍低。

5.3.2.2 远方给定

从远方输入频率给定信号，来调节变频器输出频率的大小。主要的远方给定方式有：

a) 外接模拟量给定

通过外接端子从远方输入模拟量信号（电压或电流）进行给定，亦能通过调节给定信号的大小来调节变频器的输出频率：

- 1) 电压信号：给定信号的范围有 0~10 V、0~5 V；
- 2) 电流信号：给定信号的范围有 0~20 mA、4~20 mA 等。

b) 远方数字量给定

通过外接开关量端子输入开关量信号进行给定。

c) 通信给定

通过通信接口进行频率给定。

5.4 技术性能

5.4.1 控制带宽

控制带宽是指基准变量作为激励量的频率响应特性的放大率（增益）和相位差分别保持在以 0dB 和 0° 为中心的规定偏差带内频率间隔。如果在系统供应商与用户之间没有另外商定，则规定偏差带应当分别为±3 dB 和±90° 。

5.4.2 变频器控制模式

根据负载的特性和控制要求，变频器有下列控制模式：

- a) U/f 控制模式；
- b) 矢量控制模式；
- c) 有反馈矢量控制模式；
- d) 转矩控制模式。

5.4.3 控制接口性能

5.4.3.1 模拟输入性能，规定的项目可以包括但不局限于下列内容：

- a) 模拟输入的数量；
- b) 模拟输入的类型；
- c) 输入的绝缘电压等级；
- d) 与输入类型相关的输入电压或电流范围；
- e) 输入阻抗；
- f) 硬件低通滤波的时间常数或带宽；
- g) 增益和偏移误差；
- h) A/D 变换器的分辨率（若有时）；
- i) A/D 变换器的采样间隔（若有时）。

5.4.3.2 模拟输出性能，规定的项目可以包括但不局限于下列内容：

- a) 模拟输出的数量；
- b) 模拟输出的类型；
- c) 输出的绝缘电压等级；
- d) 与输出类型相关的输出电压或电流范围；
- e) 最大负载；

- f) 硬件低通滤波的时间常数或带宽;
- g) 增益和偏移误差;
- h) A/D 变换器的分辨率 (若有时);
- i) A/D 变换器的采样间隔 (若有时)。

5.4.3.3 数字输入性能, 规定的项目可以包括但不局限于下列内容:

- a) 数字输入的数量;
- b) 数字输入的类型; 如: 继电器输入; 光电耦合输入等;
- c) 输入的绝缘电压等级;
- d) 额定控制电压和类型 (交流或直流);
- e) 输入电阻;
- f) 输入的传输延时。

5.4.3.4 数字输出性能, 规定的项目可以包括但不局限于下列内容:

- a) 数字输出的类型; 如:
- b) --继电器输出, 常开触点;
- c) --继电器输出, 常闭触点;
- d) --晶体管输出, 常闭;
- e) 输出的绝缘电压等级;
- f) 最大电压和类型 (交流或直流);
- g) 最大电流和类型 (交流或直流);
- h) 输出的传输延时;
- i) 从输入到输出的传输延时。

5.5 功能与运行特性

5.5.1 模拟量给定的正、反转控制功能

其控制方式主要有下列两种方式:

- a) 由信号的正负来控制正、反转。给定信号可“-”可“+”, 正信号控制正转, 负信号控制反转;
- b) 变频器应有一个有效“0”功能。如将有效“0”预置为 0.3 V 或更高, 则: 当给定信号 X < 0.3 V 时变频器的输出频率为 0 Hz。

5.5.2 模拟量给定的调整功能

模拟量给定是按称为频率给定线的关系曲线进行的。生产机械实际要求的频率给定线与基本频率

给定线通常是不一致。变频器应有对频率给定线有调整功能。

5.5.3 外接脉冲给定功能

变频器通过功能预置，可以从指定的输入端子通过输入脉冲序列来进行频率给定。变频器的输出频率将和外接的给定脉冲频率成正比。

5.5.4 频率指令的保持功能

变频器在停机后，是否保持停机前的运行频率的选择功能。再开机时，变频器的运行频率有下列两种状态可供选择：

- a) 保持功能无效

再开机时，运行频率为 0 Hz，如要回复到原来的工作频率，须重新加速。

- b) 保持功能有效

再开机时，运行频率自动上升到原来的工作频率。

5.5.5 点动频率功能

变频器通过功能预置，来确定点动频率。

点动是各类机械在调试过程中经常使用的操作方式。因为主要用于调试，故所需频率较低，一般不需求调节。

5.5.6 频率的限制功能

生产机械根据工艺过程的实际需要，对转速范围进行限制。

上、下限频率：根据生产机械所要求的最高与最低转速，以及电动机和生产机械之间的传动比，推算出相应的上、下限频率。上限频率只能小于最高频率。

5.5.7 回避频率

变频器应能预置回避频率和回避区域。

机械设备在运动过程中，会产生振动，每一台机器都有一个固定振荡频率。生产机械运行在某一转速时，所引起的振动频率和机械固定振荡频率相吻合可能引起强烈共振，为了使驱动系统“回避”掉可能引起谐振的转速时所处的频率而设置。

5.5.8 跨断电性能

在石油和化工企业大多工艺要求连续不间断运行。在电源瞬时中断，而不会引起工艺系统停车的要求时，应具有此功能：

- a) 电源电压瞬时跌落（晃电）

电源电压瞬时跌落到零后马上恢复正常（晃电）时，不影响变频器的正常运行。

- b) 电源自投切换

在母分自投过程中，变频器的电源可能有短时间失电过程。对此要求变频器有下列两种可供选择的功能：

- 1) 电源恢复正常后，变频器自动恢复（或从 0 再起动）到失电前的运行状态；
- 2) 电源恢复正常后，变频器自动停止。手动或人工干预自动从 0 再起动恢复到失电前的运行状态。

5.5.9 运行特性

变频器应具备一些所规定的特性，可包括(但不限于)下列所列特性之一项或多项特性：

- 定时加速；
- 定时减速；
- 点动；
- 可调电流限幅；
- 能耗制动；
- 反向；
- 再生 (制动)；
- 电网滤波；
- 输入/输出数据处理(模拟/数字)；
- 自动再启动；
- (转矩)提升；
- 直流制动；
- 预充电电路。

5.5.10 制动和能耗减速

5.5.10.1 简介

制动指的是通过附加耗能元件(电阻器)以允许机械做快速电气制动；这里所说的能耗制动仅适用于在采用逆变器的变频传动的直流环节上跨接一电阻器，它要求保持对逆变器的控制。制动和能耗减速是两个操作功能，其特性应由用户和供货商来商定。

5.5.10.2 能耗制动

当配有能耗制动(停止)时：

- a) 根据变流频器的额定值，变频器应能以 110%， 125%或 150%额定电流制动一个负载；
- b) 能耗制动电阻应能吸收 6 倍于电动机基本转速时储存的旋转能量(电阻器开始时处于环境温度)；

- c) 在被传动的设备具有大的可变惯量时(如卷取机), 传动系统应能制动所储存的最大能量, 能耗制动电阻器开始处于环境温度下, 能量额定值应足以使传动系统从任何工作转速停止一次; 在这种情况下, 被传动设备的惯量应由用户提供。

5.5.10.3 直流制动

直流制动通常用于电动机额定值较小的情况。

注: 制动转矩在较低转速时减小。

5.5.10.4 能耗减速

当配有能耗制动(减速)时:

- a) 处于环境温度的电阻器, 应能吸收电动机和被传动设备从最大转速到最小转速的 6 次连续的制动过程中所储存的全部旋转能量;
- b) 变频器应能够控制上述过程中的交流电流。

注: 被传动设备的最大总惯量被认为是交流电动机的 5 倍。

5.5.11 输入变压器的接地

如果变频器驱动系统包括有输入变压器, 变频器驱动系统供应商应当规定出中性点(在变压器的变频器侧)的接地状态。

5.6 监测和保护

5.6.1 监测信号

为保证系统稳定、可靠运行应监测以下信号:

- a) 输入电压;
- b) 输入电流;
- c) 输出电压;
- d) 输出电流;
- e) 输出频率;
- f) 功率器件工作正常。

5.6.2 故障监控

变频器应配备规定的故障指示, 可由干式继电器或固态继电器提供的公共报警和/或跳闸信号两部分组成。故障指示通常因一个或多个成套传动模块故障而动作, 故障可以包括(但不限于)下列诸项:

- a) 外部故障;
- b) 输出功率部分故障;
- c) 瞬时过电流;

- d) 过热(变流器);
- e) 冷却风扇故障;
- f) 电动机过载;
- g) 辅助电源故障;
- h) 电源过压/欠压;
- i) 电源缺相;
- j) 内部控制系统故障;
- k) 调节器/功率电路诊断。

5.6.3 保护

5.6.3.1 保护功能

变频器应提供下列保护功能:

- a) 防止误操作的功能;
- b) 变压器超温、通风系统或冷却水系统故障、控制系统故障、过流、过载、过热、短路、缺相、电压不平衡、电流不平衡保护功能;
- c) 变频器具有输出报警接点和故障跳闸接点功能;
- d) 各种保护动作后，能实现故障自动记录，故障记忆，并且失电不丢失数据。故障记录能自动记录各种保护的动作类型、动作时间。如有条件可以实现故障定位。各种故障记录数据能调出并在显示屏上显示。

5.6.3.2 可选下列保护项目

根据需要变频器应可提供下列保护功能:

- a) 瞬态过电压保护;
- b) 输入工频过电压保护;
- c) 输入欠电压保护;
- d) 输入过电流保护;
- e) 输入电压变化时的自保护;
- f) 缺相保护;
- g) 输出瞬时过电压保护;
- h) 输出过电流保护;
- i) 输出短路保护;
- j) 输出电压三相不平衡保护;

- k) 输出电流三相不平衡保护;
- l) 变压器超温保护;
- m) 散热器过热保护;
- n) 电动机过载保护。

5.6.4 变频器自诊

控制器内的所有数据采集、控制、保护等主要元件模块故障时，能自诊断出故障部位，报警和闭锁故障元件。保证其他部件正常工作。并将故障内容及发生时间记录在事件一览表中。

控制系统应有失电保护、通讯和复位至运行状态的能力。

5.7 通讯

5.7.1 通讯规约

变频器应有与电气自动化系统或其他变频器按特定规约，进行信息传递和交换功能（通讯）。通讯规约视用户要求而定。

5.7.2 通讯接口

变频器应有模拟量（或开关量）输入输出接口（带接线端子）及串行接口（如 RS485 口）直接与 PC 机或其它器件连接通讯。

变频器能通过适配器模块用光纤（或对绞屏蔽电缆）总线将信息传送至电气自动化系统或其他变频器、控制器。

5.7.3 编程工具

变频器供应商应提供一套对自定义程序进行创建、整理、编辑和下载的 PC 编辑工具。提供的编辑工具通过 PC 机快捷简便地对自定义程序进行修改、测试和整理并具有友好的用户界面。

5.8 电磁兼容

变频器应按照 GB/T 12668.3 的标准及其特定的试验方法，采取相应的措施和配套设备，以保证变频器安全、高效、高功率因数工作，做到电磁兼容。

变频器装置接入电网时，在公用电网中产生的谐波电压或向公用电网注入谐波电流不能超过 GB/T 14549 所规定的限值。

变频器应能连接至符合 GB/T 14549 规定的谐波电压限值的电网内可靠运行。并有防止外界对变频器（电子设备、电子元器件、计算机芯片、控制回路等）的干扰。

当电网波形畸变严重，或变频器在配置了直流电抗器后，变频器和电源之间高次谐波的相互影响还不能满足要求时，可增设交流输入电抗器或再增设输入谐波滤波器。

当变频器到电动机的连线超过 50 m 时，建议采用多绞线并安装可抑制高频振荡的交流输出电抗

器；或再安装输出谐波滤波器。

5.9 噪声

在正常运行条件下，变频器周围 1 m 处的噪声不应大于 80 dB(A 声级)。

5.10 温升

变频器内部各部件的温升不得超过表 1 的规定：

表 1 低压变频器内部各部件温升限值

部件与器件	材料与被覆层	温升 (K)
变压器 (H 级)		125
半导体电力器件及其它电气元、器件		应符合元器件各自的标准规定
连接于一般低压电器的母线连搁处的母线	紫铜：无被覆层 紫铜：镀锡 紫铜：镀银 铝：超声波镀锡箔	60 65 70 55
连接于半导体器件的母线连搁处的母线	紫铜：无被覆层 紫铜：镀锡 紫铜：镀银 铝：超声波镀锡箔	45 55 70 35
与半导体器件连接的塑料绝缘导线或橡皮绝缘导线		45

注：连接到发热器件（如管形电阻，板形电阻等）上的导线应从侧面或下面引出，并需剥去适当长度的绝缘层换

套热瓷珠使导线的绝缘端部温度不超过+65 °C。

5.11 电气间隙和爬电距离

变频器中各带电电路之间以及带电零部件与导电零部件或接地零部件之间的电气间隙和爬电距离应符合表 2 的规定。

表 2 电气间隙和爬电距离

额定绝缘电压 (V)		额定电流≤63 A		额定电流>63 A	
交流	直流	电气间隙, mm	爬电间隙, mm	电气间隙, mm	爬电间隙, mm
≤60	≤50	2	3	3	4
>60-250	>75-300	3	4	5	8
>250-380	>300-450	4	6	6	10
>380-500	>450-660	6	10	8	12
>500-660	>600-700	6	12	8	14
>660-750	>700-800	11	14	10	20
>750-1140	>800-1200	14	20	14	28

注：表中所列电压值为交流方均根值

5.12 绝缘电阻与介电强度

5.12.1 绝缘电阻

主电路与地（外壳）之间的绝缘电阻，在环境温度为 +20 °C 和相对湿度为 85% 时，应不小于 10 MΩ。

5.12.2 介电强度

各带电电路对地（外壳）和彼此无电连接的电路之间的介电强度，应能耐受表 3 中规定的交流试验电压，持续时间为 1 min。

表 3 介电强度所耐受的交流试验电压限值表

设备额定电压 U_e (V)	交流试验电压 (V)
$U_e \leq 500$	2000
$500 < U_e \leq 1140$	$2.5U_e$ (不小于 2000)

5.13 防护等级

变频器外壳的防护等级，根据现场情况决定。对于户内使用的变频器一般应符合 GB 4208 中的 IP2X 的规定；柜体内部防护等级不低于 IP20。

5.14 安全与接地

变频器应有可靠地接地点。可以触及的金属部件与外壳接地点之间的电阻应不大于 0.1Ω 。接地电阻应小于 0.5Ω 。接地点应有明显的接地标志。

5.14.1 防止触电的保护接地

变频器应有防止触电的保护设施。金属结构体的架、门各盖等应可靠接地。接地点的导电截面积应满足表 4 规定：

表 4 接地点的导电截面积

给变频器馈电的主导线截面积 S (mm^2)	主接地点应有截面积 S (mm^2)
$S \leq 16$	等于主导线的截面积
$S > 16$	最小为主导线的截面的 50%，但不小于 16

5.14.2 功能接地

变频器应设置屏蔽功能（如抗干扰等）的接地，可与安全接地点共用。

5.15 冷却方式

5.15.1 风冷

变频器采用强制风冷时，风扇及其风道设计应合理并有防震措施，进风口应设置防尘网且通风通畅，并符合相关标准的要求。

5.15.2 水冷

变频器采用水冷方式时，应配备水冷设施，设计选型时应按照变频器说明书的要求配置合格水源。

5.16 主要元器件一般要求

5.16.1 开关电器和元件

变频器电力电子控制器，应符合 GB/T 14048.6 的有关规定。

变频器内装的开关电器和元件，应符合相应国家标准。选用开关电器的额定电压、额定电流、使

用寿命、接通和分断能力、短路耐受强度等应符合成套装置外形设计的特殊要求（例如开启式和封闭式）。

开关电器和元件的协调，特别是变频器电力电子控制器与短路保护器件的协调，应符合 GB/T 14048.6 的有关规定。

5.16.2 印制板

印制板，应符合 GB/T 4588.1 和 GB/T 4588.2 的规定。

5.16.3 主电路与辅助电路的鉴别

用形状、位置、标志或颜色应能很容易区别主电路的保护导体（PE）。如用颜色，保护导体（PE）必须是绿色和黄色（双色），颜色标记最好贯穿导线的整个长度。中性导体（N）是淡蓝色。

主电路的鉴别由供应商负责，而且应与接线图和样图的标志一致。适合的地方可用 GB 7947 的鉴别方法。

5.16.4 指示灯和按钮的颜色

指示灯和按钮的颜色，应符合 GB/T 4025 的规定。

5.16.5 接线辅件

接线辅件，应符合 JB/T 9659.1 标准的规定。

5.16.6 电气连接、母线与绝缘导线

5.16.6.1 电气连接

电气连接和布线应满足以下要求：

- a) 应按照有关电器的额定绝缘电压确定导线的绝缘等级；
- b) 两个连接器件之间的电线不应有中间接头或焊点，应在固定的端子上进行接线；
- c) 通常一个端子上，只能连接一根导线。将两根或多根导线连接到一个端子上，只有在端子是为此用途设计或经特殊工艺处理并经试验验证时才允许。

5.16.6.2 母线与绝缘导线

变频器内导体截面积的选择由制造厂负责，除必须承载的电流外，还应考虑所承受的机械应力，导体的敷设方法，绝缘类型，所连接的元件类（如电力电子控制器）。

5.16.7 I/O 器件

供应商应说明 I/O 的数目和特性。任何修改都应由供应商和用户来商定。

注：变量和参数都需要输入和输出。通过模拟或数字输入/输出，采用电压和电流提供变量和参数。他们按照各种通讯标准，通过串行或并行链路传递。模拟变量和数字变量可采用控制面板人工来设置，并可在显示器上读出变量和参数的处理方法是相同的。

6 试验

6.1 试验分类

6.1.1 型式试验

型式试验是对产品进行全面的性能和质量考核，以检验该产品是否符合本标准的要求。型式试验应在一台样品上，或在按要求相同的设计而制造的多台或部件上进行。检验可以在同一型式的不同样品上进行。

6.1.2 出厂试验

出厂试验是以检验器件、材料、工艺上的缺陷和产品是否达到本标准的规定。逐台变频器都要进行出厂试验。

6.2 检验项目及要求

变频器的出厂试验、型式试验项目及有关检验要求见表 5

表 5 变频器出厂试验、型式试验项目及有关检验要求

项目	型式试验	出厂试验	应符合有关标准或本部分的 章节规定
一般检验（包括外观、部件及元件、输出 频率调节范围等）	有	有	6.3.1
绝缘电阻与介电强度试验	有	有	6.3.2
安全与接地检验	有	有	6.3.3
噪声试验	有		6.3.4
温升试验	有		6.3.5
轻载试验	有		6.3.6
过载试验	有		6.3.7
谐波试验	有		6.3.8
电磁兼容试验	有	有	6.3.9
显示功能试验	有	有	5.6.1
效率检验	有		5.2.5
功率因数试验	有		5.2.4
输出电压试验	有		5.1.2
频率分辨率试验	有		5.2.3
连续运行试验	有	(有)	GB 3797 规定
电磁兼容试验	有		6.3.9
环境温度性能试验	有		GB 3797 规定
主电源掉电短时跟踪再启动实验	有		6.3.12
变频驱动系统型式试验		有	IEC 60079-14
注：带括号的项目由用户与供应商协议确定			

6.3 试验方法

6.3.1 一般检验

- a) 检查变频器外壳有无划伤、有无变形；
- b) 检查产品是否符合制造图样及相应标准、各种元器件的安装是否牢固、端正。管脚有极性标志的器件是否安装正确，所有导线是否符合要求；

- c) 检查导线和电缆尺寸、相序、布置等是否符合要求;
- d) 检查电气间隙及爬电距离是否符合要求;
- e) 检查接地是否牢靠。

6.3.2 绝缘电阻与介电强度试验

试验方法按 GB/T 3859.1-1993 中 6.4 进行。

6.3.3 安全与接地检验

采用感官检验、检查接地导线的使用，柜体的接地是否符合 5.14 条的要求。同时使用相应仪表测量可触及的金属部件与机壳接地点的电阻是否符合 5.14 条的要求。

6.3.4 噪声试验

按 GB/T 3797-2005 中的 5.2.14 节的规定进行。

6.3.5 温升试验

温升试验的目的是验证电路的各个环节是否符合 5.10 节表中的规定.在规定的环境温度内，通以额定电流，如果说温度变化率小于 1 °C，则认为温升已达到稳定值。

6.3.6 轻载试验

轻载试验的目的是验证电路的各个环节和冷却系统，辅助装置和主回路其它元器件是否相互协调正常工作。进行试验时通过变频器的电流应不小于电动机额定电流的 5%。

6.3.7 过载能力试验

在过载试验前先进行空载试验，以检验低压变频器的接线是否正确，以及检验其空载工作特性是否达到规定要求。通过后再进行过载能力试验。试验时低压变频器应接一额定负载（电动机或等效的模拟负载），当输出电流在 110%、140% 额定电流下运行的状况时，应符合的规定。

6.3.8 谐波试验

在额定输入电压、输出频率在 20Hz、30 Hz、40 Hz、50 Hz 条件下，分别对应在 20%、50%、80%、100% 额定电流采用谐波分析仪测量变频器输入、输出电压、电流谐波，其值应满足 GB/T 14549 中的要求。

6.3.9 电磁兼容试验

在进行变频器控制回路抗电源干扰试验时，应在控制电源的输入端上叠加一个具有下述参数的尖脉冲电压：

- 脉冲幅值 1000 V;
- 脉冲宽度 0.1 μs~2 μs;
- 脉冲周期 20 ms。

尖脉冲施加时间不小于 30min，在这种干扰条件下，控制单元的动作、功能及程序均应正确无误。

6.3.10 控制回路双电源切换试验（需要时）

设备运行过程中，任意切断一供电回路，设备运行无扰动。

6.3.11 不间断后备电源（UPS）供电试验(需要时)

切断控制回路电源，5 min 内设备运行正常。

6.3.12 主电源掉电短时跟踪再启动实验

设备运行时切断高压供电回路，2 s、5 s、9 s 内分别再次通电，设备重新启动，运行正常。

6.3.13 变频器驱动调速系统的型式试验

采用变频器驱动调速系统应做系统的型式试验。如果没有进行系统型式试验的变频器驱动系统应按 IEC 60079-14 中的要求设置相关的温度保护设施。

7 标志、包装、运输和贮存

7.1 标志

7.1.1 铭牌标志

铭牌应由防腐型金属制成，并固定在框架的不动部分上，其内容应包括：

- a) 制造厂名；
- b) 产品型号、编号、名称、质量；
- c) 生产日期；
- d) 产品主要参数：额定输入电压、额定输入电流、额定输入频率、额定输出电压、额定输出电流、输出频率调节范围。

7.1.2 包装标志

包装箱外部应注明下列标志：

- a) 产品名称、厂名、厂址；
- b) 产品型号及出厂序号；
- c) 产品净重及含包装箱的重量；
- d) 收货单位的名称及地址；
- e) 位置标志“ ”各写在箭头上部的“向上”字样，应符合 GB 191 的规定；
- f) 包装箱的外形尺寸；
- g) 包装日期；
- h) 起吊点。

7.2 包装

变频器的包装应符合 JB/T 3085 电力传动控制装置的产品包装与运输规程中的相关规定。

7.3 运输

产品的运输应符合 GB/T 12668.2-2002 中 4.3 条规定的要求。产品采用船运或汽车运输，应有防雨、防潮措施；产品（无冷却液）在运输过程中，不应有剧烈振动、撞击和倒置，同时产品不适宜与易燃、易爆、腐蚀性、潮湿的物体混运。

7.4 贮存

产品的贮存应符合 GB/T 12668.4-2008. 中 5.3 条规定的要求。如果外包装不适用于户外存放或无保护存放，则应当在收到变频器后立即将变频器放置在能满足存放要求的场所。
