

ICS 29.120.40
K 31



ZZB

浙江制造团体标准

T/ZZB 1204—2019

软起动器

Soft starter

ZHEJIANG MADE

2019 - 10 - 08 发布

2019 - 10 - 31 实施

浙江省品牌建设联合会

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、符号、代号	1
4 基本要求	2
5 基本参数	3
6 正常工作条件和安装条件	5
7 技术要求	5
8 试验方法	8
9 检验规则	10
10 标志、包装、运输和储存	13
11 质量承诺	14

ZHEJIANG MADE

前 言

本标准按照GB/T 1.1—2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》给出的规则起草。
请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准由浙江省品牌建设联合会提出并归口。

本标准主要起草单位：浙江正泰电器股份有限公司。

本标准参与起草单位：浙江方圆检测集团股份有限公司、湖北台基半导体股份有限公司、浙江天正电气股份有限公司、浙江机电职业技术学院（排名不分先后）。

本标准主要起草人：陈伟孟、杨超、张应林、叶艇、陈春丽、刘清霞、罗泽泉、刘晓、陈洁琼。

本标准评审专家组长：张正。

本标准首次发布。

ZHEJIANG MADE

软起动器

1 范围

本标准规定了软起动器的术语和定义、符号、代号、基本要求、基本参数、正常工作条件和安装条件、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和储存、质量承诺。

本标准适用于预期与额定电压不超过交流1 000 V的电路相连的交流电动机用软起动器。

注：1 140 V电压等级的软起动器可参照本部分执行。

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 191 包装储运图示标志（ISO 780，MOD）

GB/T 2828.1 计数抽样检验程序 第1部分：按接收质量限（AQL）检索的逐批检验抽样计划（ISO 2859-1，IDT）

GB/T 2900.1 电工术语 基本术语（IEC 60050-101，NEQ）

GB/T 3797—2016 电气控制设备

GB/T 4208—2017 外壳防护等级（IP代码）（IEC 60529：2013，IDT）

GB/T 4588.1 无金属化孔单双面印制板 分规范（IEC/PQC 89，IDT）

GB/T 4588.2 有金属化孔单双面印制板 分规范（IEC/PQC 90，IDT）

GB/T 4588.3 印制板的设计和使用（IEC 60326-3，EQV）

GB/T 14048.1—2012 低压开关设备和控制设备 第1部分：总则（IEC 60947-1：2011，MOD）

GB/T 14048.6—2016 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 交流电动机用半导体控制器和起动器（含软起动器）（IEC 60947-4-2：2011，IDT）

3 术语和定义、符号、代号

3.1 术语和定义

GB/T 2900.1界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1.1

软起动 soft start

通过晶闸管控制电动机的输入电压，使电动机输入电压逐渐上升到额定电压，电动机平滑加速到额定转速的过程。

3.1.2

软停车 soft stop

通过晶闸管控制电动机的输入电压，使电动机输入电压逐渐下降到软停车截止电压，电动机由额定转速平滑减速直至停止运行的过程。

3.1.3

软起动器 soft starter

具有软起动、软停车等功能的电器。

3.2 符号、代号

3.2.1 符号

符号见表1。

表1 符号

符号	描 述
U_p	软起动初始电压：使电动机从静止到开始转动瞬间对应的起动电压值
U_z	软停车截止电压：软停车时斜坡下降电压末端的断开电压值
t_{r2}	斜坡下降时间：从额定电压到软停车截止电压所维持的时间值
U_k	突跳起动电压：突跳起动时间内给电动机施加的电压值
t_k	突跳起动时间：突跳起动维持的时间值
I_F	关断和转换能力试验后的泄露电流
I_0	关断和转换能力试验前的泄露电流
t_{cl}	限流时间：软起动或软停车过程中电流维持不变的时间值
I_{cl}	限流值：软起动或软停车过程中电流维持不变的电流值
I_e	额定工作电流
U_e	额定工作电压
U_s	额定控制电源电压
U_i	额定绝缘电压：电器的额定绝缘电压是一个与介电试验电压和爬电距离有关的电压值
U_{imp}	额定冲击耐受电压：在规定的条件下，电器能够耐受而不击穿的不具有规定形状和极性的冲击电压峰值，该值与电气间隙有关

3.2.2 代号

使用类别代号见表2。

表2 使用类别

使用类别	典 型 应 用
AC-53a	控制笼型电动机：8 h工作制，带载起动、加速、运转
AC-53b	控制笼型电动机：断续工作制

4 基本要求

4.1 设计

- 4.1.1 应采用 PDM 等相类似的产品数据管理软件, 实现产品查询、变更设计和模块化设计。
- 4.1.2 应具备三维虚拟仿真技术的能力, 对产品结构与工艺进行分析与优化设计。
- 4.1.3 应具备电子电路的设计仿真能力, 对产品电路原理进行分析与优化设计。
- 4.1.4 应能应用 FMEA (潜在失效模式及后果分析) 对产品的设计方案进行分析。
- 4.1.5 应具备产品软件设计和优化能力。
- 4.1.6 制造产品的材料、零部件的尺寸、形位公差、技术特性及工艺等要求应明确在产品图样、工艺及相关技术文件中。

4.2 制造

- 4.2.1 应采用线路板调试检测台、线路板自动刷漆台、高温老化设备、成品调试台等制造设备。
- 4.2.2 应具备晶闸管压接工装等工装设备的设计、制造能力。
- 4.2.3 宜采用精益生产模式。

4.3 材料

- 4.3.1 软起动器绝缘外壳的材料, 阻燃等级应符合 UL94V-2 级; 软起动器印制线路板的材料, 阻燃等级应符合 UL94V-0 级。
- 4.3.2 印制线路板应符合 GB/T 4588.1、GB/T 4588.2 和 GB/T 4588.3 等的规定。
- 4.3.3 软起动器中的晶闸管的选型原则: 晶闸管通态平均电流 $I_T(AV)$ 应大于 1.6 倍软起动器额定工作电流, 晶闸管反向重复峰值电压 V_{RRM} 应大于 3.36 倍额定工作电压。

4.4 检测能力

4.4.1 元器件的检测能力

应具备以下元器件关键项目的检测能力:

- a) 晶闸管的外形尺寸、反向重复峰值电流、门极触发电流和门极触发电压;
- b) 电阻的外形尺寸和阻值;
- c) 电容的外形尺寸、容值和耐压;
- d) 电感的外形尺寸和电感量;
- e) 开关变压器的外形尺寸、匝比、原边电感量和原边漏感。

4.4.2 软起动器的检测能力

应具备软起动器动作及动作范围、介电性能、通信、过压、欠压等项目的出厂检验能力。

5 基本参数

5.1 额定工作电压

软起动器额定工作电压 U_e : AC 220 V、AC 380 V、AC 660 V 等。

5.2 额定工作电流

软起动器额定工作电流 I_e : 15 A、22 A、30 A、37 A、44 A 等。

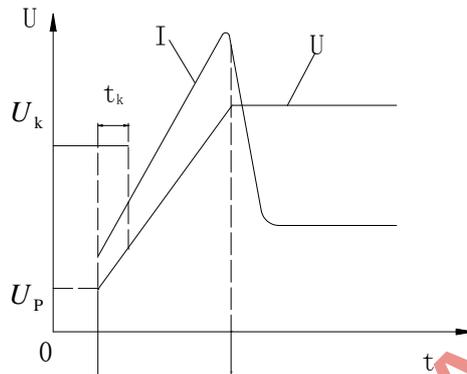
5.3 额定工作频率

软起动器额定工作频率: 50 Hz 或 60 Hz。

5.4 软起动特性

如图1所示，软起动器具有以下软起动特性：

- a) 突跳起动时间 t_k 在 0.1 s~1.5 s 范围中确定；
- b) 突跳起动电压 U_k 在 50 %~100 %的额定工作电压内确定，此特性有助于克服大静摩擦负载；
- c) 起动初始电压 U_p 可根据需要调节，范围为 30 %~70 %的额定工作电压。



说明：

U_p ——软起动初始电压；

U_k ——突跳起动电压；

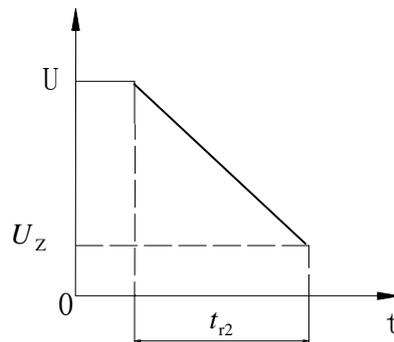
t_k ——突跳起动时间。

图1 软起动图示

5.5 软停车特性

如图2所示，软起动器具有以下软停车特性：

- a) 软停车截止电压 U_z 在 20 %~80 %的额定工作电压范围内确定；
- b) 斜坡下降时间 t_{r2} 可根据需要调节，范围为 0 s~60 s。



说明：

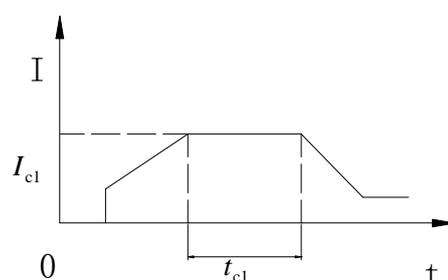
U_z ——软停车截止电压；

t_{r2} ——斜坡下降时间。

图2 软停车图示

5.6 限流控制特性

如图3所示，限流值 I_{cl} 可连续调节，范围约为0.5~5.0倍电机额定电流。



说明：

I_{cl} ——限流值；

t_{cl} ——限流时间。

图3 限流控制特性图示

6 正常工作条件和安装条件

6.1 周围空气温度

周围空气温度范围：-10℃~+40℃，且其24 h内的平均温度值不超过+35℃。

6.2 相对湿度

在最高温度为+40℃时，空气的相对湿度不超过50%，在较低温度时，允许有较大的相对湿度。例如20℃时相对湿度为90%。相对湿度的变化率不超过5%/h，且不得出现凝露。

6.3 污染等级

软起动器周围微观环境污染等级为“污染等级3”。

6.4 海拔

安装地点的海拔高度不超过1 000 m。

当安装地点超过1 000 m后，每升高100 m，额定工作电流线性下降0.5%。

6.5 供电电源

供电电源应符合GB/T 3797—2016中5.1.6的规定。

7 技术要求

7.1 电气间隙

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最小电气间隙根据额定冲击耐受电压值在GB/T 14048.1—2012表13中对应选取。

额定冲击耐受电压优先值如下：

- a) 额定工作电压为 AC 220 V 产品不小于 2.5 kV；
- b) 额定工作电压为 AC 380 V 产品不小于 4 kV；
- c) 额定工作电压为 AC 660 V 产品不小于 8 kV。

7.2 爬电距离

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最小爬电距离根据额定绝缘电压值在GB/T 14048.1—2012表15中对应选取。

额定绝缘电压优先值如下：

- a) 额定工作电压为 AC 220 V 产品不小于 400 V；
- b) 额定工作电压为 AC 380 V 产品不小于 660 V；
- c) 额定工作电压为 AC 660 V 产品不小于 1 000 V。

7.3 接线端子机械性能

GB/T 14048.1—2012中7.1.8适用。

7.4 安全与接地

软起动器应可靠接地，与接地点相连的保护导线的截面，应符合表3的规定。

金属外壳应有明显的接地标志和接地端子。

接地导线应用黄绿相间的双色线。

表3 接地导线的截面

设备的相导线截面积S mm	相应的保护导线的最小截面积 S_p mm
$S \leq 16$	S
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	$S/2$

7.5 外壳防护等级

除外部接线端子外，防护等级符合GB/T 4208—2017中IP20。

7.6 温升

GB/T 14048.6—2016中8.2.2适用。

7.7 介电性能

GB/T 14048.6—2016中8.2.3适用。

7.8 操作性能

7.8.1 热稳定

GB/T 14048.6—2016中8.2.4.1适用。

7.8.2 过载性能

GB/T 14048.6—2016中8.2.4.1适用。

7.8.3 关断和转换能力（包含动作及动作范围）

GB/T 14048.6—2016中9.3.3.6.3的表18适用。

7.9 短路条件下的性能

GB/T 14048.6—2016中8.2.5.1适用。

7.10 EMC 要求

7.10.1 射频传导发射

除射频传导发射试验的骚扰电压限值不超过表4规定值外（任意额定输入功率下），GB/T 14048.6—2016中8.3.2.2.1适用。

表4 射频传导发射试验端子骚扰电压限值

频带 MHz	骚扰电压限值	
	准峰值dB μV	平均值dB μV
0.15~0.5	79	66
0.5~5.0	73	60
5~30	73	60

7.10.2 射频辐射发射

GB/T 14048.6—2016中8.3.2.2.2适用。

7.10.3 静电放电

除空气放电为15 kV，接触放电为8 kV 外，GB/T 14048.6—2016中8.3.3.2适用。

7.10.4 射频电磁场

GB/T 14048.6—2016中8.3.3.3适用。

7.10.5 快速瞬变（5/50 ns）

除电源端的试验水平为4.0 kV/5.0 kHz 外，GB/T 14048.6—2016中8.3.3.4适用。

7.10.6 浪涌（1.2/50 μs ~8/20 μs ）

除电力端口的试验水平为线对地4kV（共模）和线对线2kV（差模）外，GB/T 14048.6—2016中8.3.3.5适用。

7.10.7 电压暂降和短时中断

GB/T 14048.6—2016中8.3.3.7适用。

7.11 高低温交变湿热循环

按本标准8.10进行，在试验过程中，软起动器不应出现烧坏、不显示等失效现象；在每个试验周期结束时验证产品每个按键和软起功能，各按键功能应正常，软起功能应正常。

7.12 基本保护功能

7.12.1 缺相保护

按本标准8.11进行，软起动器应不输出电压，并报“缺相”故障。

7.12.2 过压保护

按本标准8.12进行，软起动器应不输出电压，并报“过压”故障。

7.12.3 欠压保护

按本标准8.13进行，软起动器应不输出电压，并报“欠压”故障。

7.13 通信功能

按本标准8.14进行，上位机的通信软件应能对软起动器的功能参数、工作状态进行读写，并对软起动器进行起动和停止操作。

7.14 限流控制特性

按本标准8.15进行，在软起过程中实际电流应始终不大于软起动器设定的限流值。

8 试验方法

8.1 电气间隙试验

按GB/T 14048.1—2012中7.2.3.3的规定进行试验。

8.2 爬电距离试验

按GB/T 14048.1—2012中7.2.3.4的规定进行试验。

8.3 接线端子机械性能试验

按GB/T 14048.1—2012中8.2.4的规定进行试验。

8.4 外壳防护等级试验

按GB/T 14048.1—2012中8.2.3的规定进行试验，防护等级符合7.5的规定。

8.5 温升试验

按GB/T 14048.6—2016中9.3.3.3的规定进行试验。

8.6 介电性能试验

按GB/T 14048.6—2016中9.3.3.4的规定进行试验。

出厂抽样试验的工频耐压时间为5 s。

常规试验按GB/T 14048.6—2016中9.3.6.3 c)进行，工频耐压时间为1 s。

8.7 操作性能试验

8.7.1 热稳定性试验

按GB/T 14048.6—2016中9.3.3.6.1的规定进行试验。

8.7.2 过载性能试验

按GB/T 14048.6—2016中9.3.3.6.2的规定进行试验。

8.7.3 关断和转换能力试验

按GB/T 14048.6—2016中9.3.3.6.3的规定进行试验。

8.8 短路条件下的性能试验

按GB/T 14048.6—2016中9.3.4的规定进行试验。

8.9 EMC 试验（电磁兼容试验）

软起动器电磁兼容试验，在轻载运行条件下进行，试验按GB/T 14048.6—2016中9.3.5的相关规定进行试验。

8.9.1 射频传导发射试验

按GB/T 14048.6—2016中9.3.5.1.2的规定进行试验，任意额定输入功率下骚扰电压限值不应超过本标准7.10.1的规定。

8.9.2 射频辐射发射试验

按GB/T 14048.6—2016中9.3.5.1.3的规定进行试验。

8.9.3 静电放电试验

按GB/T 14048.6—2016中9.3.5.2.1的规定进行试验，空气放电和接触放电施加电压值按本标准7.10.3的规定。

8.9.4 射频电磁场试验

按GB/T 14048.6—2016中9.3.5.2.2的规定进行试验。

8.9.5 快速瞬变（5/50 ns）试验

按GB/T 14048.6—2016中9.3.5.2.3的规定进行试验，电源端的试验水平按本标准7.10.5的规定。

8.9.6 浪涌（1.2/50 μ s~8/20 μ s）试验

按GB/T 14048.6—2016中9.3.5.2.4的规定进行试验，电力端口的试验水平按本标准7.10.6的规定。

8.9.7 电压暂降和短时中断试验

按GB/T 14048.6—2016中9.3.5.2.6的规定进行试验。

8.10 高低温交变湿热循环试验

软起动器按正常使用条件安装，施加1.1倍额定工作电压，不接负载，在高低温交变湿热的环境下连续进行14个试验周期。

每个试验周期的温湿度要求如下：

- a) 1 h 内将周围空气温度从 20 °C 升到 70 °C，相对湿度从 50 %RH 升到 90 %RH，并保持 9 h；
- b) 1 h 内将周围空气温度降到 20 °C，相对湿度降到 50 %RH，并保持 1 h；
- c) 1 h 内将周围空气温度降到-25 °C，并保持 9 h；
- d) 1 h 内将周围空气温度升到 20 °C，相对湿度升到 50%RH，并保持 1 h。

试验结果应符合本标准7.11的规定。

8.11 缺相保护试验

带负载（负载电流应不低于10% I_e ）时，在软起状态、软停状态、旁路运行状态或在线运行状态下，当电源侧或电机侧三相中任一相断相时，试验结果应符合本标准7.12.1的规定。

8.12 过压保护试验

准备状态、旁路运行状态或在线运行状态下，当软起动器主回路输入电压高于过压设定倍数×额定工作电压时，试验结果应符合本标准7.12.2的规定。

注：过压设定倍数规定为120 %。

8.13 欠压保护试验

准备状态、旁路运行状态或在线运行状态下，当软起动器主回路输入电压低于欠压设定倍数×额定工作电压时，试验结果应符合本标准7.12.3的规定。

注：欠压设定倍数规定为80 %。

8.14 通信试验

软起动器提供RS485通信接口，采用国际标准的Modbus通信协议进行通信，通过上位机的通信软件实现与软起动器之间的通信，试验结果应符合本标准7.13的规定。

8.15 限流控制特性试验

带适配电机负载起动时，试验结果应符合本标准7.14的规定。

注：对于额定工作电流大于150 A的产品时，当采用小于150 A电机试验，应通过调整产品内部电流采样比例进行电流等效。

9 检验规则

9.1 总则

每台软起动器均需检验合格后方能出厂，并应附有证明产品质量合格的文件或标志。

9.2 检验的分类

软起动器的检验主要分为以下几种：

- a) 型式试验;
- b) 出厂检验:
 - 1) 常规试验;
 - 2) 出厂抽样试验。

9.3 型式试验

9.3.1 型式试验规则

软起动器的型式试验在下列情况下进行:

- a) 新试制的产品;
- b) 当产品在设计、工艺或使用材料的改变,影响到产品性能时;
- c) 不经常生产的产品,当再次生产。

9.3.2 型式程序试验

型式试验的部分项目应进行程序试验,每一程序试验均应在一台新试品上进行,规定的程序试验如下:

- a) 程序试验 I:
 - 1) 温升试验(见 8.5);
 - 2) 介电性能试验(见 8.6)。
- b) 程序试验 II: 操作性能试验(见 8.7):
 - 1) 热稳定试验(见 8.7.1);
 - 2) 过载性能试验(见 8.7.2);
 - 3) 关断和转换能力试验(见 8.7.3)。
- c) 程序试验 III: 短路条件下的性能试验(见 8.8);
- d) 程序试验 IV:
 - 1) 电气间隙试验(见 8.1);
 - 2) 爬电距离试验(见 8.2);
 - 3) 接线端子机械性能试验(见 8.3);
 - 4) 外壳防护等级试验(见 8.4)。
- e) 程序试验 V:
 - 1) EMC 试验(见 8.9);
 - 2) 高低温交变湿热循环试验(见 8.10)。
- f) 程序试验 VI:
 - 1) 缺相保护试验(见 8.11);
 - 2) 过压保护试验(见 8.12);
 - 3) 欠压保护试验(见 8.13);
 - 4) 通信试验(见 8.14);
 - 5) 限流控制特性试验(见 8.15)。

注:经制造厂同意,允许在同一台试品上进行多于一个或全部顺序的试验,但对于同一程序中的各项试验,按规定的顺序进行。

9.3.3 型式试验项目和试验方法

型式试验项目和方法见表5。

表5 试验项目

序号	试验项目	型式试验	常规试验	出厂抽样试验	技术要求	试验方法
1	一般检查	—	√	√	7.4、 10.1、 10.2	9.4.1.3.1
2	电气间隙	√	—	—	7.1	8.1
3	爬电距离	√	—	—	7.2	8.2
4	接线端子机械性能	√	—	—	7.3	8.3
5	外壳防护等级	√	—	—	7.5	8.4
6	温升	√	—	—	7.6	8.5
7	介电性能	√	√	√	7.7	8.6
8	操作性能试验---热稳定	√	—	—	7.8.1	8.7.1
	操作性能试验---过载性能	√	—	—	7.8.2	8.7.2
	操作性能试验---关断和转换能力	√	—	—	7.8.3	8.7.3
	操作性能试验---动作及动作范围	—	√	√	7.8.3	9.4.1.3.2
9	短路条件下的性能	√	—	—	7.9	8.8
10	EMC试验---射频传导发射	√	—	—	7.10.1	8.9.1
	EMC试验---射频辐射发射	√	—	—	7.10.2	8.9.2
	EMC试验---静电放电	√	—	—	7.10.3	8.9.3
	EMC试验---射频电磁场	√	—	—	7.10.4	8.9.4
	EMC试验---快速瞬变(5/50 ns)	√	—	—	7.10.5	8.9.5
	EMC试验---浪涌(1,2/50 μs~8/20 μs)	√	—	—	7.10.6	8.9.6
	EMC试验---电压暂降和短时中断	√	—	—	7.10.7	8.9.7
11	高低温交变湿热循环	√	—	—	7.11	8.10
12	基本保护功能---缺相保护	√	√	√	7.12.1	8.11
	基本保护功能---过压保护	√	√	√	7.12.2	8.12
	基本保护功能---欠压保护	√	√	√	7.12.3	8.13
13	通信	√	√	√	7.13	8.14
14	限流控制特性	√	—	—	7.14	8.15

9.4 出厂检验

9.4.1 常规试验

9.4.1.1 常规试验规则

常规试验项目，必须在每台产品上逐一进行，常规试验不合格的产品，必须逐台返修，直到完全合格为止。

9.4.1.2 常规试验项目

常规试验项目见表5。

9.4.1.3 常规试验方法

9.4.1.3.1 一般检查

检查软起动器的外观质量、铭牌标志、外形和安装尺寸以及包装，符合产品图纸及标准要求。具有金属外壳的软起动器，检查接地标志应清晰，接地端子完整，接地导线颜色符合7.4要求。

9.4.1.3.2 动作及动作范围试验

GB/T 14048.6—2016中9.3.6.2适用。

9.4.2 出厂抽样试验

9.4.2.1 出厂抽样试验规则

出厂抽样试验的样品应从常规试验合格的产品中，按GB/T 2828.1的规定，检验水平为特殊水平S-4，质量接收限为AQL2.5的抽样方案。

9.4.2.2 出厂抽样试验项目

出厂抽样试验项目见表5。

9.4.2.3 出厂抽样试验方法

除介电性能试验的工频耐压时间不同外，出厂抽样试验方法同常规试验。

10 标志、包装、运输和储存

10.1 标志

每台软起动器上应有一个铭牌，铭牌上应标明下列内容：

- a) 产品名称；
- b) 产品型号；
- c) 额定电压、额定功率、额定电流、频率；
- d) 使用类别、符合标准号、产品认证标志；
- e) 制造厂名称。

10.2 包装

包装标志应该符合GB/T 191的有关规定。

软起动器必须经检验合格后才能包装出厂。

软起动器出厂时，应随产品提供下述文件或资料：

- a) 产品合格证；
- b) 使用说明书。

10.3 运输和储存

软起动器运输中的温度应在 $-25\text{ }^{\circ}\text{C}\sim+65\text{ }^{\circ}\text{C}$ 范围之间；在运输过程中，不应有剧烈振动、撞击和倒放。

产品储存，不得暴晒及淋雨，应存放在空气流通、周围介质温度在 $-25\text{ }^{\circ}\text{C}\sim+65\text{ }^{\circ}\text{C}$ 范围内，空气最大相对湿度不超过95%（温度 $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时）及无腐蚀气体的仓库中。

11 质量承诺

11.1 软起动器质保期为12个月，在客户正常的储运、保养、使用条件下，因产品质量问题不能正常使用时，提供免费更换服务。

11.2 产品在质保期内，若出现产品质量问题，应及时响应，当电话等远程方式不能解决问题时，在48h内（省内24h）到达事发现场处理。

11.3 产品在质保期外，若产品无法正常使用，应根据用户的需求协助解决问题。

ZHEJIANG MADE