

T/ACCEM

团 体 标 准

T/ACCEM XXX—2024

国产化特种装备用高精度交流伺服系统

AC servo system for localized special equipment

（征求意见稿）

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

2024 – XX – XX 发布

2024 – XX – XX 实施

中国商业企业管理协会 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 1

4 型号及基本参数 1

5 工作环境 4

6 技术要求 4

7 试验方法 8

8 检验规则 12

9 标志、包装、运输和贮存 13

前 言

本文件按照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》的规定起草。

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专利的责任。

本文件由扬州曙光光电自控有限责任公司提出。

本文件由中国商业企业管理协会归口。

本文件起草单位：扬州曙光光电自控有限责任公司、XXX、XXX。

本文件主要起草人：XXX、XXX、XXX。

国产化特种装备用高精度交流伺服系统

1 范围

本文件规定了国产化特种装备用高精度交流伺服系统的型号及基本参数、工作环境、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存。

本文件适用于国产化特种装备用高精度交流伺服系统的生产和检验。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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
- GB/T 7344 交流伺服电动机通用技术条件
- GB/T 7345 控制电机基本技术要求
- GB/T 9969 工业产品使用说明书 总则
- GB/T 10069.1 旋转电机噪声测定方法及限值 第1部分：旋转电机噪声测定方法
- GB/T 13306 标牌
- GB/T 13384 机电产品包装通用技术条件
- GB/T 16439-2009 交流伺服系统通用技术条件
- GB/T 30549 永磁交流伺服电动机 通用技术条件
- GJB/Z 299C 电子设备可靠性预计手册
- JB/T 10184-2014 交流伺服驱动器通用技术条件

3 术语和定义

GB/T 16439-2009界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

交流伺服系统 AC servo system

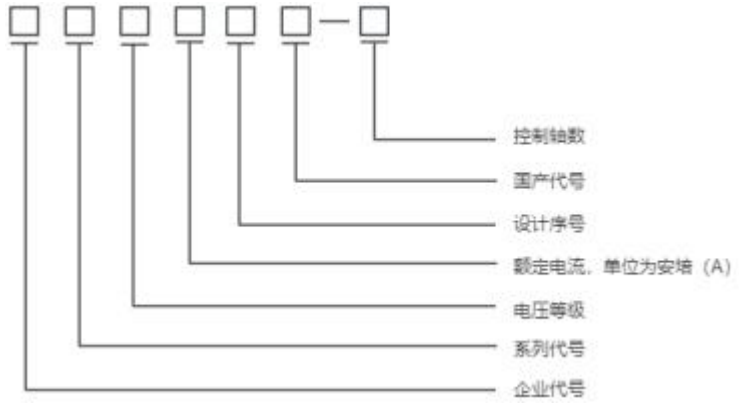
以交流伺服电动机作为控制对象和执行元件，使负载的位置（角度）、速度、加速度等状态变量能跟随输入控制信号目标值（给定值）任意变化的自动控制系统。

4 型号及基本参数

4.1 型号

4.1.1 型号表示

系统由企业代号、系列代号、电压等级、额定电流、设计序号、国产代号、控制轴数表示。



示例：SG 公司生产的电机型号为控制永磁同步正弦波电机（无刷），电压为 380 VAC，额定电流之和为 20 A，系列代号为 A、设计序号为 A，控制轴数为 2 的国产化特种装备用高精度交流伺服系统可表示为 SGA7020AG-2。

4.1.2 系列代号

“A”表示控制永磁同步正弦波电机（无刷），“B”表示控制鼠笼式异步电机，其他各种控制方式，按字母的顺序使用C、D……表示。

4.1.3 电压等级

“5”表示低压如24 VDC、48 VDC、60 VDC，“6”表示中压如220 VAC、DC115 V、DC320 V，“7”表示高压如380 VAC、DC590 V。

4.1.4 额定电流

表示额定电流之和，“020”表示20A，“200”表示200A。

4.1.5 设计序号

按字母的顺序使用A、B……。

4.1.6 国产代号

“G”代表国产化。

4.1.7 控制轴数

用1、2、3……表示。

4.2 基本参数

4.2.1 输入电源

应符合表1的规定。

表 1 输入电源

类型	输入电源
SGA 5系列	直流，48 V及以下
SGA 6系列	直流，48 V以上至400 V
	单相，交流电压220 V±33 V，50 Hz~60 Hz
	三相四线制，交流电压165 V±25 V，50 Hz~60 Hz
SGA 7系列	直流，400 V以上
	三相四线制，交流电压380 V±57 V，50 Hz~60 Hz

4.2.2 输入控制电源

驱动器控制电源为直流电压为24 V±10 %，要求提供功率应不小于24 W。如配套电机含有抱闸，电源和所需功率需另外提供。驱动器也可以采用单相交流电压为220 V作为控制电源。

4.2.3 反馈信号选择

应符合表2的规定。

表 2 反馈信号选择

反馈元件	反馈形式		
旋转变压器	单通道，极对数：1		双通道，极对数：2~32
增量编码	A、B、Z、U、V、W		
绝对值编码器	SSI	BISS	CAN

4.2.4 控制接口类型

应符合表3的规定。

表 3 控制接口类型

接口类型	主要参数	
	波特率（kbps）	节点类型
CAN	125、250、500、1000	寻址0~127
RS232	9.6、19.2	P2P
RS422	9.6、19.2、38.4	P2P
RS485	9.6、19.2、38.4	SLAVE

4.2.5 驱动器

应符合表4的规定。

表 4 驱动器

参数名称	参数定义	参数说明
PA-0	参数写保护。0：不可改写；1：可改写	在修改参数前，需先将此参数改为1，修改完成后进行EEPROM存储操作。此参数不被保存
PA-102	驱动器使能	0：不使能；1：使能
PA-111	速度环 KP	位置环比例调节参数，范围0~30000，此参数需匹配系统负载来设定，出厂时默认设为较小值
PA-112	速度环 KF	位置环前馈调节参数，范围0~30000，此参数需匹配系统负载来设定，出厂时默认设为较小值
PA-211	速度环 KP	速度环比例常数，范围0~30000，此参数需匹配系统负载来设定，出厂时默认设为较小值
PA-212	速度环 KI	速度环积分常数，范围0~30000，此参数需匹配系统负载来设定，出厂时默认设为较小值
PA-213	正向电流极限	驱动器输出正向电流限制，范围0~30000，8192对应驱动器正向最大输出电流，用于限制驱动器的电流输出，匹配电机
PA-214	负向电流极限	驱动器输出负向电流限制，范围0~30000，8192对应驱动器负向最大输出电流，用于限制驱动器的电流输出，匹配电机
PA-231	命令源设定	2：调试模式；4：JOG模式；其余命令源需定制
PA-235	正向速度指令最大值	0~10000
PA-236	负向速度指令最大值	0~10000
PA-242	JOG 速度设定	范围0 r/min~1000 r/min，用于最小系统试运行，速度不大于额定转速

5 工作环境

系统应在下列环境下正常工作：

- a) 工作温度：-20 ℃~40 ℃；
- b) 相对湿度：5 %~85 %，无凝露；
- c) 大气压强：86 kPa~106 kPa；
- d) 海拔高度不大于 3000 m；
- e) 污染等级：空气中不应有过量的尘埃、酸、盐、腐蚀性及爆炸性气体。

6 技术要求

6.1 外观

- 6.1.1 伺服系统表面及结构零部件应平整，无锈蚀、凹痕、划伤、裂缝、变形。
- 6.1.2 涂覆层应均匀、光滑、平整、完整和色泽一致，不应出现脱落、损伤、起皮、气泡、龟裂和流痕。
- 6.1.3 紧固件连接应固定可靠，螺钉、柳钉应装配可靠。
- 6.1.4 引出线及接线端应完整，无损伤。
- 6.1.5 铭牌和标志的字迹应清晰，不应脱落。

6.2 外形安装尺寸

应符合产品设计文件和图样的要求，如产品设计文件和图样无明确要求时应符合GB/T 30549的规定。

6.3 电源适应性

输入电压在工作电压范围内变化时，驱动系统均应能正常工作。

6.4 保护接地

6.4.1 电动机及驱动机外壳应设保护接地标志。

6.4.2 伺服系统外壳和其他裸露导体部分应与保护接地端子构成回路，保证有良好的导电性，且回路之间的电阻应不大于 $0.1\ \Omega$ 。

6.4.3 交流公共零电位和保护接地应分开设置。

6.5 介电性能

6.5.1 驱动器

6.5.1.1 绝缘介电强度

驱动器的功率驱动强电回路、控制电路的弱电回路与外壳之间应能承受绝缘介电强度试验，其试验电压分别为 250 V ($U_i \leq 12\text{ V}$)、 500 V ($U_{13} < U_i \leq 60\text{ V}$)、 $2U_i + 1000\text{ V}$ （最小值为 1500 V ） ($U_i > 60\text{ V}$)， U_i 为驱动器额定电压。试验时间持续 1 min ，漏电流小于 3 mA ，无击穿或闪络现象。

6.5.1.2 绝缘电阻

驱动器的功率驱动强电回路和控制电路的弱电回路与外壳之间的绝缘电阻应不小于 $50\text{ M}\Omega$ ；极限高温条件下应不小于 $10\text{ M}\Omega$ ；恒定湿热试验时应不小于 $1\text{ M}\Omega$ 。

6.5.2 电动机

绝缘介电强度、绝缘电阻应符合GB/T 7344的规定。

6.6 通电操作试验

6.6.1 系统功能

6.6.1.1 监控功能

6.6.1.1.1 驱动器应具有热效应 (I^2t) 或过载监控功能。

6.6.1.1.2 驱动器应具有控制电源过压、欠压以及反馈断线等监控报警功能。

6.6.1.1.3 双轴同步位置环控制驱动器应具有电机异步故障等监控保护功能。

6.6.1.2 模式切换

驱动器可通过参数设置在位置模式、速度模式和力矩模式间切换运行。

6.6.1.3 使能型号

使能信号应能控制电机启动和制动。

6.6.1.4 软启动功能

驱动器在任何上电情况下均应具备软启动功能，启动电流 $\leq 20\text{ A}$ 。

6.6.2 高温运行

驱动器在规定的电源和最高环境温度下连续运行，伺服系统的各种动作、功能应正确无误。

6.7 工作区

6.7.1 连续工作区

伺服系统在速度控制方式下，在连续工作区带额定负载应能正常连续运行。

6.7.2 短时工作区

伺服系统在速度控制方式下，短时工作时间和短时允许的过载倍数应符合设计要求。

6.8 直流电压限制器启动电压和过压报警电压

直流电压限制器启动电压和过压报警电压应符合表5的规定。

表 5 直流电压限制器启动电压和过压报警电压

单位为瓦特

驱动器类型	输入电压	直流电压限制电压	过压报警电压
SGA 5	直流24	30 ± 2	34 ± 2
SGA 6	单相 220 ± 33	350 ± 10	390 ± 10
	三相 165 ± 25	320 ± 10	350 ± 10
SGA 7	三相 380 ± 57	665 ± 10	700 ± 10

6.9 零漂

速度给定为0 r/min时，驱动器控制的电机轴侧零速漂移量应不大于 $\pm 1\text{ r/h}$ 。

6.10 测速平衡

应符合下列要求：

- a) 速度给定电压为2 V时，电机转速为0.2 r/min；
- b) 速度给定电压为10 V时，电机转速为电机额定转速的 $\pm 0.5\%$ r/min。

6.11 正反转速差率

驱动系统在电机额定电源电压，额定转速下空载运行，不改变转速指令的量值，仅改变电机的旋转方向，测量电动机正、反两方向的转速平均值，按GB/T 16439-2009 中公式（1）计算伺服系统的正反转速差率，结果应不大于0.05 %。

6.12 转速调整率

6.12.1 伺服系统在规定的最低温度和最高温度下，测出电动机随温度变化的转速调整率，结果应不大于0.2 %。

6.12.2 在规定的供电电源电压的下限值变化到上限值，测出随电压变化的转速调整率，结果应不大于0.03 %。

6.12.3 在负载由空载变化到额定负载，测出随负载变化的转速调整率，结果应不大于0.04 %。

6.13 位置跟踪误差

伺服系统的位置跟踪误差，包括稳态位置跟踪误差与动态位置跟踪误差。稳态位置跟踪误差应不大于编码器反馈分辨率的1%，动态位置跟踪误差应符合产品专用技术条件的规定。

6.14 转矩波动

伺服系统转矩波动系数应不大于3%。

6.15 转速波动

伺服系统在空载条件下额定转速时的转速波动系数应不大于0.2%。

6.16 转速变化的时间响应

伺服系统在空载条件下，输入额定转速阶跃信号，转速变化的时间响应过程中，应符合转速响应时间应不大于15 ms，建立时间应不大于30 ms，超调量应不大于5%。

6.17 频带宽度

6.17.1 伺服系统速度闭环的频带宽度应符合相应系列伺服产品专用技术条件列表的规定，并应说明是-3 dB 频带宽度，还是 90° 相移的频带宽度。

6.17.2 伺服系统速度闭环的频带宽度最大值应不低于 2.0 kHz。

6.18 惯量适应范围

伺服系统在不影响自身稳定性的前提下，所能带的负载惯量的范围（一般以电动机转子惯量的倍数表示）应不低于5倍。

6.19 静态刚度

伺服系统的静态刚度应不低于 $0.05 \text{ N}\cdot\text{m}/(\text{'})$ 。

6.20 调速比

驱动器的调速比应不小于1:50000。

6.21 速度回路的动态特性

6.21.1 速度回路的动态特性和电机性能、系统负载惯量有关，驱动器调整速度环比例常数 K_p 和积分常数 K_I 可改善动态特性，以满足系统的要求。

6.21.2 当用户有特殊要求时，可做到速度上升（下降）斜率可调，电机接上负载，给定额定转速阶跃，电机上升（下降）呈线性，无超调，调节相关参数，速度上升（下降）时间可调。

6.22 电限位

6.22.1 上限控制

当上电限位输入“+”信号时，电机只能反向运转；当信号为“-”时，电机正向运转无限制。

6.22.2 下限控制

当下电限位输入“+”信号时，电机只能正向运转；当信号为“-”时，电机反向运转无限制。

6.23 双轴同步位置环到位精度

双轴驱动器的两轴可接收上位机绝对值位置指令，以位置环同步运行至用户指定位置，到位后主从电机当前位置误差值（电机端）不大于200（码值）。

注：具备双轴同步位置环功能的驱动器进行该项目试验，电机端编码器的单圈分辨率为13位，折算成码值为8192。

6.24 双轴同步位置环动态精度

双轴驱动器的两轴可接收上位机绝对值位置指令，以位置环同步运行至用户指定位置，运行过程中主从电机位置误差值（电机端）不大于1000（码值）。

注：具备双轴同步位置环功能的驱动器进行该项目试验，电机端编码器的单圈分辨率为13位，折算成码值为8192。

6.25 噪声

伺服系统空载运行时的噪声声压限值应不大于65 dB（A）。

6.26 环境适应性

6.26.1 低温

应符合GB/T 16439-2009中5.20的规定。

6.26.2 高温

应符合GB/T 16439-2009中5.21的规定。

6.26.3 振动

应符合GB/T 16439-2009中5.22的规定。

6.26.4 冲击

应符合GB/T 16439-2009中5.23的规定。

6.26.5 稳态加速度

应符合GB/T 16439-2009中5.24的规定。

6.26.6 恒定湿热

应符合GB/T 16439-2009中5.25的规定。

6.27 电磁兼容性

应符合GB/T 16439-2009中5.26的规定。

6.28 可靠性

平均无故障工作时间（MTB）应不小于2000 h。

6.29 连续工作时间

驱动器应能带系统负载（或带和用户商定的模拟负载）24 h连续工作。

7 试验方法

7.1 试验环境

按GB/T 16439-2009中4.3的规定进行。

7.2 外观

在自然光条件下，目测。

7.3 外形安装尺寸

按伺服系统的外形及安装尺寸要求选用量具种类及精度等级，将伺服系统放置在常温条件下，达到稳定非工作温度后，逐项进行测量。

7.4 电源适应性

驱动器输入电源用调压器调整在标称电压值的85 %和110 %两点，分别空载运行2 h和带额定负载运行2 h，驱动器应能正常工作。

7.5 保护接地

目测检查保护接地标志以及端子连接是否接触良好，用毫欧表测量接地电阻。

7.6 介电性能

7.6.1 驱动器

7.6.1.1 绝缘介电强度

按GB/T 16439-2009中5.5.1的规定进行。

7.6.1.2 绝缘电阻

按GB/T 16439-2009中5.6.1的规定进行。

7.6.2 电动机

绝缘介电强度、绝缘电阻按GB/T 7345的规定进行。

7.7 通电操作试验

7.7.1 系统功能

伺服系统在额定电源电压下运行，通过外部模拟装置或其他方法检验伺服系统的各种功能。

7.7.2 高温运行

伺服系统在额定电源电压下，在规定的最高工作环境温度和规定的转速范围内空载连续运行。通过外部模拟装置或其他方法使伺服系统经历正反转、起停及 $n_{\min} \sim n_{\max}$ 等各种动作。在整个试验过程中伺服系统工作应正常，连续运行的时间应不小于24 h。

7.8 工作区

7.8.1 连续工作区

伺服系统在速度控制方式下，转速选择 $n_{\min}$ 、 n_N 、 $n_{\max}$ 三点施加对应的负载转矩运行。

7.8.2 短时工作区

伺服系统在速度控制方式下,按照相应系列伺服产品专用技术条件规定的短时工作时间和短时允许的过载倍数,转速选择 n_N 、 n_{max} 两点。

7.9 直流电压限制器启动电压和过压报警电压

使用示波器测量。

7.10 零漂

速度给定为0 r/min时,使用转速测量仪测量驱动器控制的电机轴侧零速漂移量,应符合6.9的规定。

7.11 测速平衡

在速度给定电压为2 V、10 V时,使用电机转速测量仪测量电机的转速。

7.12 正反转速度差率

驱动器工作在速度控制方式下,伺服系统在额定电源电压、额定转速下空载运行,测量电动机正、反转两方向的转速平均值,按GB/T 16439-2009中公式(1)计算伺服系统的正反转速度差率。

7.13 转速调整率

7.13.1 温度变化的转速调整率

伺服系统在空载条件下放置于人工气候箱中,在20℃温度下将电动机转速调至额定转速 n_N ,然后将温度调至最低工作温度,热平衡后测出电动机转速 n_1 ;再将温度调至最高工作温度,达到热平衡后测量此时电动机的转速 n_2 ,按GB/T 16439-2009中公式(2)计算温度变化的转速调整率(取最大值)。

7.13.2 电压变化的转速调整率

伺服系统在空载条件下,调节伺服系统的输入电源电压,在额定输入电压时将电动机转速调至额定转速 n_N ,将伺服系统的输入电源电压调到规定的上限值,记录此时的转速 n_1 ,然后将输入电压调到规定的下限值,再测出电动机转速 n_2 。用GB/T 16439-2009中公式(2)计算电压变化的转速调整率(取最大值)。

7.13.3 负载变化的转速调整率

伺服系统在空载条件下,将电动机转速调至额定转速 n_N ,然后再加载至额定负载,记录此时的转速 n_1 。按GB/T 16439-2009中公式(2)计算负载变化的转速调整率。

7.14 位置跟踪误差

驱动器在位置控制模式下工作,输入位置指令信号,测量驱动器的偏差计数器的值。

7.15 转矩波动

伺服系统稳定运行在电动机10%最高转速值这一点,对电动机施加连续工作区中规定的最大转矩,测量并记录电动机在一圈中输出转矩,找出最大转矩 T_{max} 和最小转矩 T_{min} ,按GB/T 16439-2009中公式(3)计算伺服系统的转矩波动系数。

7.16 转速波动

伺服系统工作在速度控制模式下，在额定转速、空载条件下测试并记录转速，找出最大转速 $n_{\max}$ 与最小转速 $n_{\min}$ ，按GB/T 16439-2009中公式（4）计算伺服系统的转速波动系数。

7.17 转速变化的时间响应

按GB/T 16439-2009中5.15的规定进行。

7.18 频带宽度

按GB/T 16439-2009中5.16的规定进行。

7.19 惯量适应范围

电动机在最低转速，带最大允许的惯量负载条件下，测量其转速波动不应超过规定值，转速逐渐升高到额定值，伺服系统应正常工作。

7.20 静态刚度

按GB/T 16439-2009中5.18的规定进行。

7.21 调速比

驱动器在额定转速变化率和转矩波动时，使用转速测量仪测量最低空载转速 $n_{\min}$ 和额定转速 n_N 并按JB/T 10184-2014中公式（3）计算调速比。

7.22 速度回路的动态特性

通过调整驱动器速度环比例常数 K_p 和积分常数 K_I ，目测速度回路的动态特性。

7.23 电限位

7.23.1 上限控制

上电限位输入“+”和“-”信号，目测电机的运转方向。

7.23.2 下限控制

下电限位输入“+”和“-”信号，目测电机的运转方向。

7.24 双轴同步位置环到位精度

双轴驱动器的两轴可接收上位机绝对值位置指令，以位置环同步运行至用户指定位置，测量主从位置的误差值，应符合6.23的规定。

7.25 双轴同步位置环动态精度

双轴驱动器的两轴可接收上位机绝对值位置指令，以位置环同步运行至用户指定位置，在运行过程中测量主从电机位置的误差值，应符合6.24的规定。

7.26 噪声

伺服系统在额定电源电压下空载运行时，噪声的测试按GB/T 10069.1规定的要求进行。

7.27 环境适应性

7.27.1 低温

按GB/T 16439-2009中5.20的规定进行。

7.27.2 高温

按GB/T 16439-2009中5.21的规定进行。

7.27.3 振动

按GB/T 16439-2009中5.22的规定进行。

7.27.4 冲击

按GB/T 16439-2009中5.23的规定进行。

7.27.5 稳态加速度

按GB/T 16439-2009中5.24的规定进行。

7.27.6 恒定湿热

按GB/T 16439-2009中5.25的规定进行。

7.28 电磁兼容性

按GB/T 16439-2009中5.26的规定进行。

7.29 可靠性

按GJB/Z 299C的规定，使用元器件计数可靠性预计法预测平均无故障时间。

7.30 连续工作时间

驱动器带系统负载连续工作24 h，观察驱动器和伺服系统是否能正常工作。

8 检验规则

8.1 检验分类

分出厂检验和型式检验。

8.2 出厂检验

8.2.1 每套系统应经检验合格后方可出厂。

8.2.2 出厂检验的项目为6.1、6.2、6.3、6.4、6.5、6.6、6.7、6.11、6.27。

8.2.3 检验项目均符合本文件第5章相关规定，则判定该产品为合格品，如有不合格项，应调试至检验合格后方可出厂。经调试后仍不合格，则判定该产品为不合格品。

8.3 型式检验

8.3.1 正常生产时，每两年进行一次型式检验，有下列情况之一，也应进行型式检验：

- a) 新产品定型时；
- b) 产品转厂生产定型鉴定前；

- c) 正式投产后，如设计、工艺、材料、元器件等方面有较大改变，可能影响产品性能时；
- d) 产品停产半年后，恢复生产时；
- e) 出厂检验与上次型式检验有较大差异时；
- f) 合同规定时；
- g) 行业主管部门提出进行型式检验要求时。

8.3.2 型式检验的项目包括本文件第 6 章的全部项目，从出厂检验合格品中进行随机抽取样品，抽样数量应满足检验要求。

8.3.3 检验项目均符合本文件的规定，则判该次型式检验为合格品，如不符合本文件的规定，则判该次型式检验不合格。

9 标志、包装、运输和贮存

9.1 标志

9.1.1 每套系统应在明显部位固定产品标牌，标牌应符合 GB/T 13306 的规定，并包括下列内容：

- a) 产品名称和产品型号；
- b) 执行标准号；
- c) 制造厂名称和商标；
- d) 产品出厂编号及出厂日期；
- e) 基本参数。

9.1.2 包装储运图示标志应符合 GB/T 191 的规定。

9.2 包装

9.2.1 包装箱内应附有产品合格证、使用说明书和装箱单，使用说明书应符合 GB/T 9969 的规定。

9.2.2 包装应符合 GB/T 13384 的规定。

9.3 运输

运输过程中应防雨、防潮、轻装轻卸、防振，不应倒置，不应与有腐蚀性物品或气体混运、混放。

9.4 贮存

应贮存在干燥、阴凉、通风处，不应与有腐蚀性物品或气体存放。若露天存放，应有防雨措施。