

KCIS-CP/VVVF-04 及 KCIS-CP/VVVF-06 系列

压缩机变频电控箱技术条件

所属部门 Responsible Division	文件类型 Document Type	CP 编号 CP Number	项目代号 Project Number	
研发中心 R&D Department	技术条件	/	/	
编制 Written by: 杨艳飞 2024. 09. 20 校对 Checked by: 崔少波 2024. 09. 23 审核 Reviewed by: 马林查 2024. 09. 23 批准 Approved by: 闫晓晓 2024. 09. 24 签字 (Signature) 日期 (Date)				
本技术资料版权归石家庄国祥运输设备有限公司所有，未经本公司许可，不得向第三方泄露，不得复制或公开发表。 This document and its contents are the property of Shijiazhuang KING Transportation Equipment CO., LTD., or its subsidiaries. This document contains confidential proprietary information. The reproduction, distribution, utilization or the communication of this document or any part thereof, without express authorization is strictly prohibited.		内部文件编号 Internal Document No. TR001181		
		客户文件编号 Customer Document No.	版本 Rev.	客户代号 Customer Code
		/	G	/

历史记录

Revision Log

版本 Revision	更改描述 Description	作者 Author	日期 Date
A	初版	李云飞	2022/03/08
B	1. 补充参考规范标准； 2. 更新 5.1 节技术参数； 3. 增加 5.5 节机械接口图纸； 4. 更新并补充 5.7 节通讯协议信息； 5. 更新 6.3.7 节保护功能参数； 6. 完善 6.3.14 节电磁兼容试验要求； 7. 更新 6.3.19 节频率分辨率试验； 8. 更新 6.3.30 节安全要求检查试验； 9. 补充第 7 及第 8 章禁限用物质标准及报告要求； 10. 补充附录 1 控制信号说明。	杨艳飞	2022/05/12
C	1. 补充 KCIS-CP/VVVF-04 密封堵规格及数量； 2. 更新产品重量要求； 3. 补充启动逻辑； 4. 更新温升试验要求； 5. 补充线缆 CRCC 认证要求； 6. 增加 KCIS-CP/VVVF-06 型压缩机变频器信息； 7. 删除电气原理拓扑。	杨艳飞	2022/07/01
D	1. 更新供货范围(X1 及 X2 连接器插针、密封塞)； 2. 完善补充结构及硬件要求； 3. 更新通讯方式及程序更新方式； 4. 更新附录 1 电气接口定义 X1 及 X2 连接器电缆线径。	杨艳飞	2022/08/26
E	1. 增加连接器防呆设计要求	崔少波	2022/10/24
F	1. 增加手动模式定义及说明	杨艳飞	2024. 4. 1
G	增加 KCIS-CP/VVVF-06-1 型变频器信息	杨艳飞	2024. 9. 20

目录

1 目的.....	4
2 适用范围.....	4
3 供货范围.....	4
4 标准及规范.....	5
5 技术描述.....	6
5.1 技术参数表.....	6
5.2 性能要求.....	8
5.2.1 结构及硬件要求.....	8
5.2.2 功能需求.....	9
5.3 电气接口定义.....	9
5.4 机械接口图.....	9
5.5 启动逻辑.....	10
5.6 通讯协议及地址配置方式.....	10
5.7 使用寿命和免维护周期.....	10
6 试验要求.....	10
6.1 总则.....	10
6.2 试验项点.....	11
6.3 试验方法.....	12
6.3.1 外观检查.....	12
6.3.2 尺寸和公差检查.....	12
6.3.3 重量测试.....	12
6.3.4 标识检查.....	12
6.3.5 绝缘电阻试验.....	13
6.3.6 介电强度试验.....	13
6.3.7 保护功能测试.....	13
6.3.8 负载及过载试验.....	14
6.3.9 压频比试验.....	14
6.3.10 频率调节范围试验.....	15
6.3.11 连续运转试验.....	15
6.3.12 启动性能试验.....	15
6.3.13 正反转运行试验.....	15
6.3.14 电磁兼容试验.....	15
6.3.15 效率测定.....	16
6.3.16 高温存放试验.....	16
6.3.17 温升试验.....	17

6.3.18 输出电压不对称度试验.....	17
6.3.19 频率分辨率检验.....	17
6.3.20 交变湿热试验.....	17
6.3.21 振动和冲击试验.....	17
6.3.22 噪声测试.....	17
6.3.23 低温存储.....	17
6.3.24 低温启动.....	18
6.3.25 IP 等级试验.....	18
6.3.26 老化试验.....	18
6.3.27 加速寿命试验.....	18
6.3.28 烟雾发生试验.....	18
6.3.29 IGBT/电容爆炸试验.....	18
6.3.30 安全要求检查.....	18
6.3.31 负载突变实验.....	18
6.3.32 干热试验.....	18
6.3.33 盐雾试验.....	19
7 物料材质证明.....	19
7.1 关键零部件清单.....	19
7.2 烟火等级报告.....	19
7.3 禁限用物质声明.....	19
8 技术资料及随机提供物品.....	19
9 包装运输及储存.....	21
10 设计管控.....	21
11 质保.....	21
附录.....	22
附录 1 电气接口定义.....	22

1 目的

本技术条件规定了 KCIS-CP/VVVF-04 及 KCIS-CP/VVVF-06 系列压缩机变频电控箱的技术性能、试验验证、质量保证等相关要求，其目的是为了确定变频器供货的产品质量。

2 适用范围

适用于 KCIS-CP/VVVF-04 及 KCIS-CP/VVVF-06 系列变频器开发、采购与验收。

表2-1 压缩机变频电控箱物料信息

序号	名称	规格型号	物料代码	供应商
1	压缩机变频电控箱	KCIS-CP/VVVF-04	2.01.07.0169	麦格米特&丹芬瑞
2	压缩机变频电控箱	KCIS-CP/VVVF-06	2.01.07.0175	丹芬瑞
3	压缩机变频电控箱	KCIS-CP/VVVF-06	2.01.07.0177	麦格米特
4	压缩机变频电控箱	KCIS-CP/VVVF-06-1	2.01.07.0194	麦格米特

3 供货范围

表3-1 KCIS-CP/VVVF-04 型压缩机变频电控箱供货范围清单

序号	代号	名称	型号	数量	备注
1	/	压缩机变频电控箱	KCIS-CP/VVVF-04	1	
2	X1 连接器插头	HDC-3BU-SM20 罩组件	113040100130	1	永贵-随机附件
3		HDC-HQ3/0-F 母插芯	113060200619	1	
4		HDC-CSF 4.0 母针	114020501228	4	
5		金属电缆防水接头 HSM-M20 (卡口 8~14)	501021100068	1	
6	X2 连接器插头	HDC-3BU-SM20 罩组件	113040100130	1	
7		HDC-HQ3/0-M 公插芯	113060100614	1	
8		HDC-CSM 4.0 公针	114021001144	4	
9		金属电缆防水接头 HSM-M20 (卡口 8~14)	501021100068	1	
10	X3 连接器	32 芯插头 (装配插孔)	JY27467T19F32SN	1	
11		密封塞	114069804765 或 AT13-204-2005	20	随机附件
12	接地柱配套螺钉	M6 接地螺栓	/	1	安装于箱体发货

表3-2 KCIS-CP/VVVF-06 型压缩机变频电控箱供货范围清单

序号	代号	名称	型号	数量	备注
1	/	压缩机变频电控箱	KCIS-CP/VVVF-06	1	
2	X3 连接器	32 芯插头（装配插孔）	JY27467T19F32SN	1	永贵-随机附件
3		密封塞	114069804765 或 AT13-204-2005	20	随机附件
4	接地柱配套螺钉	M6 接地螺栓	/	1	安装于箱体发货

表3-3 KCIS-CP/VVVF-06-1 型压缩机变频电控箱供货范围清单

序号	名称	型号	数量	备注
1	压缩机变频电控箱	KCIS-CP/VVVF-06-1	1	/
2	X3 连接器插头	JY27467T25F29SN（29 芯）	1	永贵，自带 9 个 0.5mm ² 插孔、20 个 0.75~1mm ² 插孔及 17 个密封堵
3	接地柱配套螺钉	M6 接地螺栓	1	安装于箱体发货

4 标准及规范

以下标准所包含的条文，通过在本技术条件中引用而成为本文的条文。所有标准都会被修订，使用本技术条件时，应使用下列标准最新版本。如果以下所列的标准没有覆盖某些项目，经双方共同确认后，可采用适用的有关标准。

TB/T 1804-2017 铁道车辆空调：空调机组

TB/T 3137-2006 铁路产品标识代码编制规则

TB/T 3139-2021 机车车辆内装材料及室内空气有害物质限量

GB/T 2423.4-2008 电工电子产品基本环境试验规程试验：交变湿热试验方法

UIC 533-2000 车辆，金属零件接地保护

IEC 61373:2010 铁路应用-铁路车辆设备-冲击和振动试验

EN 15085-3:2007 铁路应用 铁道车辆及部件的焊接 第 3 部分：设计要求

EN 50121-3-2:2016 铁路设施.电磁兼容性.第 3-2 部分：铁路车辆上设备

EN 45545-2:2020 铁路车辆消防-第二部分：材料和部件的防火性能要求

EN 50155:2017 铁路应用 机车车辆上使用应用的电子设备

QA-340GF-002 紧固件采购质量控制管理规范

SJTY-DQ-014 设备部件内部电气布线规范

SFT-DK-GHJT-009 外购电气件电磁兼容通用技术要求

RD0000430723 时速 350 公里复兴号京张智能动车组项目车辆设计电磁兼容规范

CCD00000449112 车辆设计电磁兼容规范

BZDT1111-CG-G100-001 系列化中国标准地铁列车研制及试验项目电磁兼容通用技术条件

IEC 61287-1:2014 铁路应用-机车车辆用电力变流器
 IEC 60077:2017 铁路应用-铁路车辆的电气设备
 IEC 60571:2012 铁路应用-机车车辆用电子设备
 IEC TS 60034-17:2006 变频器供电的笼型感应电动机应用导则
 EN 15085 铁路应用-机车车辆及其部件的焊接
 EN 55011:2016 工业，科学和医疗设备射频骚扰特性、限值和测量方法
 EN 50343:2014 铁路应用-机车车辆-布线规则
 EN 50128:2011 铁路应用-通讯、信号和处理系统-铁路控制和防护系统软件
 EN 50264:2008 铁路应用-具有特殊防火性能的铁路车辆用电力电缆与控制电缆
 EN 50306:2002 铁路应用-具有特殊防火性能的铁路车辆用电缆-薄壁
 EN ISO 2409:2020 涂料和清漆-划格试验
 NF EN 13523-27 卷材覆层-试验方法.第 27 部分：耐潮涂覆剂（巴布剂试验）
 EN ISO 4628-2 色漆和清漆-漆膜降解的评定-缺陷程度，量值和大小及外观均匀变化程度的规定.第 2 部分：起泡等级的评定
 ISO 9227:2017 人工环境的腐蚀试验-盐雾试验
 IEC 60529:2013 外壳防护等级（IP 等级）
 IEC 62380:2004 电子产品、PCBs 和设备的可靠性预计通用模型
 EN 50126 铁路应用-可靠性、可用性、可维修性和安全性（RAMS）的规范和论证
 MIL-HDBK-217 电子设备可靠性预计手册

5 技术描述

5.1 技术参数表

表5-1 技术参数列表

序号	项目	参数范围	补充说明
1	输入电压范围	AC342V~AC440V	AC380V/AC400V±10%
2	输入频率范围	47Hz~63Hz	50Hz/60Hz±5%
3	控制电源	DC16.8V~DC30V	DC24V
4	输入峰值电流	启动和正常运行过程中，峰值电流不得高于额定电流峰值的 2 倍。	X 电容产生的冲击电流不得引发辅逆过载
5	输入电流谐波	负载>30%，THDi<7%	
6	电流不平衡度	<3%	额定工况
7	输入电压谐波	任一相电压谐波不得超过1.5%	
8	输出电压范围	0~AC440V±5%	范围内无极可调
9	输出频率范围	0~300Hz±1%	
10	输出电压波形	SVPWM 调制波	

11	输出电压谐波	<10%	总电压谐波（51 次）
12	三相电压不平衡度	<5%	
13	变频载波频率	4kHz~8kHz	
14	脉冲上升时间	>0.2us	变频器输出 PWM 脉冲
15	变频输出功率	额定功率 15kW	
16	变频输出电流	额定电流 26A, 31A @1min	
17	整机转换效率	≥90%	
18	其他保护功能	输入过欠压保护、输入缺相保护、输入限流保护、输入相序检测、输出过流保护、输出短路保护、输出缺相保护、直流过压保护、过温保护、控制电接反保护等。	
19	工作温度	-40~70℃可启动，-25~50℃可长期满负荷工作，50~70℃可工作 10 分钟无故障（降额 50%可长期工作）。	
20	存储及运输温度	-40℃~+85℃	
21	湿度	≤95%（不结露）；偶尔（年持续小于 30 天）的湿度在 95%-100%之间，或因车辆进入隧道时的温度瞬变，而导致的设备表面凝露不能造成设备的故障和功能失效。	
22	海拔	≤2500m	
23	防护等级	IP54	
24	安装方向	水平或垂直安装（不接受吊装）	散热器处风速需大于 2.5m/s，翅片方向与风速方向平行
25	寿命	总体寿命（不包含电解电容）不低于 15 年，高压母线电解电容不低于 8 年。	应提供高压母线电解电容更换方案。
26	MTBF	大于 150000 小时	
27	箱体材质	铝合金（阳极氧化或喷漆）	黑色
28	防火要求	PCB、电缆线、端子、绝缘纸等非金属材料均采用低烟无卤阻燃材质，且防火等级满足 EN45545 标准的 HL3 级。	供应商需提供非金属材料清单及相关证明文件，经国祥公司批准后方可使用。
29	重量	≤17kg	
30	控制电源功耗	KCIS-CP/VVVF-04: ≤18W KCIS-CP/VVVF-06 及 06-1: ≤40W	KCIS-CP/VVVF-06 和 06-1 型变频器自带散热风扇

5.2 性能要求

5.2.1 结构及硬件要求

- (1). 变频器设计基于产品轻量化、小型化、可维护性、可靠性考虑，采用一体化变频器型式。
- (2). 变频器各紧固件需满足《QA-340GF-002 紧固件采购质量控制管理规范》要求。
- (3). KCIS-CP/VVVF-04 变频器散热形式采用被动风冷式散热；KCIS-CP/VVVF-06 和 KCIS-CP/VVVF-06-1 型变频器自带散热风扇。
- (4). 变频器主电路原理：前级电路主拓扑为 L 型或 LL 型三相六开关有源 PFC，后级电路主拓扑为三相六开关逆变。
- (5). 采用可控整流方式，内部设置 EMI 滤波板、谐波抑制电路、预充电电路、整流电路、逆变电路及相应控制电路。变频器输入端口需要配置共模电感、X 电容、Y 电容。
- (6). 升压电感漆包线执行耐温等级 H 级，满载功率运行时不得出现匝间短路现象。
- (7). IGBT 内部设置温度传感器，对 IGBT 进行温度监控，确保 IGBT 异常发热时可自动保护。
- (8). 在除 IGBT 外其他发热元件周边设两级温度保护，一级为模拟量，二级为开关量，通过变频器 RS485 通讯反馈给空调控制器，报出一、二级温控故障，同时在整车网络上报出三级故障（变频器故障）。
- (9). 单台变频器驱动单台压缩机。
- (10). IGBT、电感、电容、电阻等元器件需选取具有成熟应用业绩的品牌，关键零部件应进行批次序列号管理。
- (11). 变频器内部元器件的布置需考虑长时间运营积灰时的安全爬电距离间隙。
- (12). 所有电缆必须为合格供应商名录中的产品，所选用的薄壁电缆须满足欧标 EN50306 标准。电缆的使用寿命不低于 30 年，所有的电缆品牌和型号须得到国祥确认。线缆需满足 CRCC 认证。
- (13). 电线电缆要求及布线原则：低电压等级回路与高电压等级回路分开布线，在无法满足 0.1m 间距要求的位置对低电压等级回路（模拟量类、通讯类）采用屏蔽线隔离，其他低电压等级回路与主回管路分开绑扎即可；线号管采用热缩套管型式。详见《SJTY-DQ-014 设备部件内部电气布线规范》。
- (14). 通讯线采用屏蔽电缆，控制线与功率线分开布置。
- (15). 数字量输入端口设置有滤波电容。
- (16). 程序下载口设计有上拉或下拉电阻，防止下载口受电磁干扰。
- (17). 供电、驱动电源均采用隔离电源设计，减少各个电压回路间的相互干扰。
- (18). 对外连接器需有防呆设计，且确实能起到防插错作用。

5.2.2 功能需求

- (1). 变频器与空调控制器通讯可兼容 RS485 及 CAN 通讯方式,变频器更新程序可兼容 CAN 和 RS485 通讯更新,能够通过通讯接口实现在线更新程序和故障下载。
- (2). 关于 DC 升压部分,在满足输入电流谐波的情况下,升压电压跟随输出电压适当调整,做到整机效率最优。
- (3). 变频器可以通过通讯,读取软件、硬件版本信息。
- (4). 电量累计功能、实时功率、故障、状态等信息均需记录并可上传。
- (5). 变频器可适配同步压缩机和异步压缩机负载。
- (6). 变频器具有指令传输、故障诊断、故障显示和故障信息存储等功能,部分故障需通过空调控制器上传至整车网络,诊断至少包含以下信息:

表5-2 信息诊断

序号	名称	描述	是否报空调控制器	是否报列车网络	备注
1	输入电压		是	否	
2	输入电流		是	否	
3	电感温度		是	否	
4	IGBT 温度		是	否	
5	散热器温度		是	否	可选
6	输出频率		是	是	
7	输出电压		是	是	
8	输出电流		是	是	
9	工作状态	与硬线故障信号同步	是	是	
10	故障类型	1:母线过压	是	否	具体故障类型国祥与变频器厂家商定
		2:母线欠压			
		3:输出过流			
		4:输出缺相			
		5:过热故障			
		6:外部故障(突投或短路)			
		7:内部故障			

5.3 电气接口定义

见附录 1。

5.4 机械接口图

KCIS-CP/VVVF-04 机械接口见图纸 M273K7000。

KCIS-CP/VVVF-06（物料代码：2.01.07.0175）机械接口见图纸 C339K4000。

KCIS-CP/VVVF-06（物料代码：2.01.07.0177）机械接口见图纸 C327K4000。

KCIS-CP/VVVF-06-1 机械接口参见图纸 C410K9000。

5.5 启动逻辑

压缩机变频电控箱输入 AC380V 正常供电，母线电容充电完成，达到预设电压值后，预充电主触点吸合；收到外部使能信号后，PFC 启动完成升压；而后，逆变部分启动运行，从 0Hz 上升至目标频率。

5.6 通讯协议及地址配置方式

通讯协议详见《TR001199_KCIS-CP/VVVF-04 型压缩机变频电控箱 RS485 通讯协议》。

表5-3 通讯参数配置

接口	通讯参数配置
RS485	- Modbus RTU 波特率 9600，起始位 1，数据位 8，停止位 1，无奇偶校验位（此为默认参数，均需要可以配置，波特率 115200 内可调）； - 终端电阻 120 Ω（可根据变频器网络拓扑位置，通过外部接线进行选配，短接带终端电阻）。 - 地址：如无地址线配置，则默认为 0x04。ADDR1 为高位，ADDR2 为低位，即： ADDR1=0&ADDR2=0 时，地址为 0x04 ADDR1=0&ADDR2=1 时，地址为 0x05 ADDR1=1&ADDR2=0 时，地址为 0x06 ADDR1=1&ADDR2=1 时，地址为 0x07

5.7 使用寿命和免维护周期

变频器使用寿命及免维修周期要求如下，其中免维修周期的定义为在该周期内，部件只需完成正常的润滑、加油、清扫、清洗及更换磨耗件的工作，无需拆解，无需对部件进行修理、更换及深度检测工作。

表5-4 变频器使用寿命及免维修周期清单

序号	主要设备	使用寿命	免维修周期
1	电解电容、密封条	四级修换新	结合路局春整、秋整高级修进行维护
2	其他部件	五级修	

6 试验要求

6.1 总则

供应商在进行所有相关试验时，试验室资质、试验大纲内容必须经国祥公司认可后，才能进行试验和出具正式试验报告。例行试验大纲中包含软件版本信息。

6.2 试验项目

表6-1 测试项目列表

序号	项目	型式试验	例行试验
1	外观检查	√	√
2	尺寸和公差检查	√	√
3	重量测试	√	√
4	标识检查	√	√
5	绝缘电阻试验	√	√
6	介电强度试验	√	√
7	保护功能测试	√	√
8	负载及过载试验	√	√
9	压频比试验	√	√
10	频率调节范围试验	√	√
11	连续运转试验	√	√
12	启动性能试验	√	√
13	正反转运行试验	√	√
14	电磁兼容试验（EMC）	√	
15	效率测定	√	
16	高温存放试验	√	
17	温升试验	√	
18	输出电压不对称度试验	√	
19	频率分辨率检验	√	
20	交变湿热试验	√	
21	振动和冲击试验	√	
22	噪声测试	√	
23	低温存储	√	
24	低温启动	√	
25	IP 等级试验	√	
26	老化试验	√	√
27	加速寿命试验	√	
28	烟雾发生试验	√	
29	IGBT/电容爆炸试验	√	

30	安全要求检查	√	
31	负载突变试验	√	
32	干热试验	√	
33	盐雾试验	√	

6.3 试验方法

6.3.1 外观检查

表6-2 外观检查细则

序号	检查内容
1	检查焊点是否牢靠，焊缝应均匀，无焊穿、裂纹、夹渣及气孔等缺陷。
2	外表面平整，不应有裂纹、划痕等缺陷，表面喷漆应均匀、平整、有光泽。
3	边角部位（散热片）倒圆角，防止划伤。
4	电气与机械接口应满足图纸要求，机械部件、电气部件及布线连接等安装牢固可靠。
5	检查各紧固部件（紧固件、电缆旋紧件等）是否涂防松线（接地螺栓不涂防松线）、有无缺失、松动。
6	底板、散热片紧固件，使用标准工具可以轻松拆卸。
7	线号标识应完整、清晰、准确，线号管长度及位置应一致，线号管热缩但不能包住冷压端子绝缘外皮。
8	导线不应出现打死弯现象，且预留 3 次剪切量。
9	检查元器件及部件安装、插件组装是否满足图纸要求。
10	导线应使用冷压端子压接（UT 型端子不允许使用）。
11	接地螺栓（母）处应有接地标志指示。

6.3.2 尺寸和公差检查

表6-3 尺寸检查细则

序号	检查内容
1	尺寸及其公差用标准量具检验。
2	尺寸及公差均应与图纸要求相符。

6.3.3 重量测试

重量应满足图纸要求，不超过 **17kg**。

6.3.4 标识检查

表6-4 标识检查细则

序号	检查内容	描述
1	铭牌	产品型号，输入电压，输出容量，产品序列号，重量，出厂时间（年、月），版本信息（铭牌上硬件版本标记处，在相应字母上划“×”）。软件版本供应商由供应商自行定义，铭牌信息默认中文，铭牌要在使

		用寿命周期内具有可读性。
2	标识	所有部件应有设有部件标识。
3	高压警示标识	如果内部有电容，需包含延时 XX 分钟打开提示。
4	接地标识	接地柱附近应设有接地标志。
5	连接器标识	箱体外部可见标识或标记与接口图纸保持一致。

6.3.5 绝缘电阻试验

本项试验依据 TB/T 1804 和 EN 50155 执行。

试验时，用兆欧表测量，所有接口对地的绝缘电阻不应小于 $20\text{M}\Omega$ 。绝缘电阻试验在耐压测试前进行。

表6-5 兆欧表等级

序号	电压等级	兆欧表等级
1	3N AC 380V/400V	1000V 级
2	DC 24V	500V 级

6.3.6 介电强度试验

本项试验依据 EN50155 和 EN50343 标准执行。

做完绝缘电阻试验后，变频器不做任何处理，变频器施加下表中对应的电压一分钟，应无击穿或闪络现象。

表6-6 介电强度

序号	电压等级	测试电压	依据标准
1	<72V DC 或者 50V AC	700V AC	
2	360V AC 以上	$(2.5 \cdot U_n + 2000) \cdot 0.85 \text{ V AC}$ 或 $(2.5 \cdot U_n + 2000) \cdot 0.85 \cdot \sqrt{2} \text{ V DC}$	EN50343

6.3.7 保护功能测试

表6-7 保护功能检查细则

保护功能	检验内容
输入欠压保护	先启动变频器，待变频器稳定输出后，调低输入电压，当输入电压低于 $\text{AC}325 \pm 3\text{V}$ 时，变频器保护动作，停止输出。恢复至 $\text{AC}335 \pm 3\text{V}$ 时，动作恢复正常输出。
输入过压保护	先启动变频器，待变频器稳定输出后，调高输入电压，当输入电压高于 $\text{AC}460 \pm 3\text{V}$ 时，变频器保护动作，停止输出。恢复至 $\text{AC}450 \pm 3\text{V}$ 时，动作恢复正常输出。
输入欠频保护	启动变频器，待变频器稳定输出后，将输入频率调低，当输入频率低于 $46.1 \pm 0.3\text{Hz}$ 时，变频器保护动作，停止输出。恢复至 $46.7 \pm 0.3\text{Hz}$ 时，动作恢复正常输出。
输入过频保护	启动变频器，待变频器稳定输出后，将输入频率调高，当输入频率高于 $63.9 \pm 0.3\text{Hz}$ 时，变频器保护动作，停止输出。恢复至 $63.3 \pm 0.3\text{Hz}$ 时，动作恢复正常输出。
输入缺相保护	当变频器带载正常运行时，断开三相输入的其中一相，变频器停止工作，并有故障信号输出。

输入限流保护	先启动变频器，待变频器稳定输出后，通过调低输入电压或（和）增大负载使变频器输入电流增大，变频器输入电流平均值超过 $30 \pm 2A$ 时，变频器保护关机。
输入相序检测	将输入电压的两极反相，变频器不能启动，报相序异常；然后再将输入电压的两极恢复正常，变频器可以正常启动。
输出过流保护	（1）调节模拟负载中的任一组，使其电流增大，当所调节电流的有效值达到 $31 \pm 2A$ 且持续一分钟，变频器保护动作，停止给相应负载供电。 （2）负载电流达到 $40 \pm 2A$ ，变频器立即保护关机。
输出短路保护	（1）先将输出短路，再起变频器，变频器应能保护且无任何损坏，同时有故障信号输出。 （2）先启动变频器，再将输出短路，变频器应能保护且无任何损坏，同时有故障信号输出。
输出缺相保护	当变频器带载正常运行时，断开三相负载的其中一相，变频器停止工作，并有故障信号输出。
直流过压保护	变频器直流母线电压大于 $726V \pm 5V$ 时，变频器应能保护且无任何损坏，同时有故障信号输出。
过温保护	当变频器 IGBT 温度高于 $105^{\circ}C$ 时，变频器应能保护且无任何损坏，同时有故障信号输出。当 IGBT 温度低于 $85^{\circ}C$ 时恢复正常输出。 PFC 电感应具有两级温度保护，一级 NTC 模拟量保护，二级温度开关保护；达到过温保护点时，变频器应停机保护且无任何损坏，同时上报故障信号，低于过温恢复值时，变频器可恢复运行。
控制电接反保护	当控制电源接反时，变频器应能保护且无任何损坏。接线恢复后可以正常运行。

6.3.8 负载及过载试验

(1). 负载试验

变频器运行在额定工况（额定输入电压、三相电阻-电感负载，负载为额定容量）。给出启动信号，变频器输出电压波形应满足要求（基波有效值为 $U_{on} \pm 5\%$ ，频率为 $F_{on} \pm 0.5Hz$ ，输出电压 51 次谐波 $\leq 10\%$ ）；撤销启动信号，变频器应停止输出。

(2). 过载试验：

调节模拟负载中的任一组，使其电流增大，当所调节电流的有效值达到 $31 \pm 2A$ 且持续一分钟，变频器保护动作，停止给相应负载供电。

负载电流增大至 $40 \pm 2A$ 时，变频器立即保护关机。

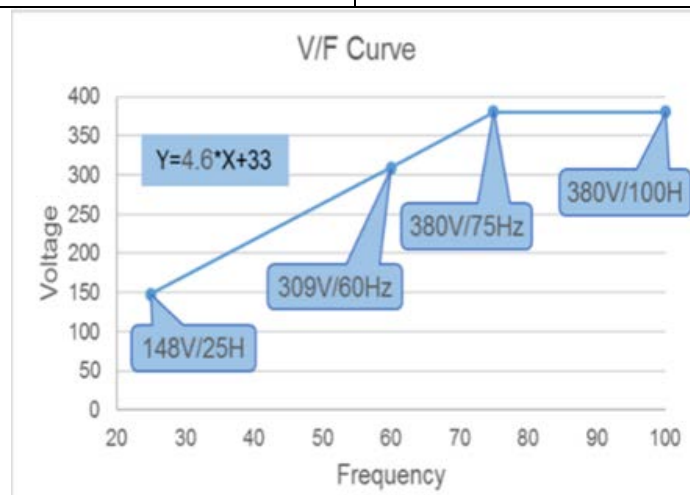
6.3.9 压频比试验

按照 GB 12668.2-2002 的要求进行试验。

额定负载下，变频电源的输出压频比默认按照下表执行，分别测试变频电源输出 25Hz、60Hz、75Hz、80Hz 时的输出电压。输出压频可根据系统负载要求进行调整。

表6-8 压频比检验细则

输出频率	输出电压
25Hz	AC148V $\pm$ 3%
60Hz	AC309V $\pm$ 3%
75Hz	AC380V $\pm$ 3%
80Hz	AC380V $\pm$ 3%



6.3.10 频率调节范围试验

测试变频器输出频率范围，应满足范围内无极可调要求：

异步电机范围：0~100Hz $\pm$ 0.5Hz；

同步电机范围：0~300Hz $\pm$ 0.5Hz。

6.3.11 连续运转试验

额定工况下，变频器应运行最小 2.5 小时，无任何异常。

6.3.12 启动性能试验

控制电源输入电压（DC24V）分别为 0.7*U_{in}、U_{in}、1.25*U_{in}，在额定负载下，变频器应能正常启动。

6.3.13 正反转运行试验

额定工况下，使用相序仪测量变频电源的输出三相电压为正转。

6.3.14 电磁兼容试验

依据 RD0000430723《时速 350 公里复兴号京张智能动车组项目车辆设计电磁兼容规范》、SFT-DK-GHJT-009《外购电气件电磁兼容通用技术要求》及 BZDT1111-CG-G100-001《系列化中国标准地铁列车研制及试验项目电磁兼容通用技术条件》执行，带阻感性负载测试，试验前须提前通知国祥公司，国祥现场查看试验情况（必要时）。试验需在第三方试验室进行并出具报告，且第三方试验室需具有 CNAS 及相应标准资格认证。

表6-9 EMC 试验要求

序号	试验项目	型式试验	技术要求	备注
1	传导发射	√	电磁兼容要求详见规范	1.被测端口包括变频器 AC 及 DC

序号	试验项目	型式试验	技术要求	备注
			BZDT1111-CG-G100-001	电源端口。
2	辐射发射	√	电磁兼容要求详见规范 BZDT1111-CG-G100-001	1.被测对象为变频器整机。
3	静电抗扰度要求	√	电磁兼容要求详见规范 RD0000430723	1.被测端口包括机箱端口； 2.进行直接和间接放电试验。
4	快速脉冲群抗扰强度要求	√	电磁兼容要求详见规范 RD0000430723 及 SFT-DK-GHJT-009 试验等级按照 GB/T 24338.4 中 端口定义及 GB/T 17626.4 等级 4 要求执行。	1.被测端口包括变频器 AC 及 DC 电源端口、I/O 端口、总线端口； 2. I/O 端口直接耦合。
5	浪涌抗扰度	√	电磁兼容要求详见规范 RD0000430723 及 SFT-DK-GHJT-009 试验等级：线-线 2kV，线-地 4kV，波形 1.2/50us。 源阻抗工况 1：线-线 2Ω；线- 地 12Ω； 源阻抗工况 2：线-线 42Ω；线- 地 42Ω。	1.被测端口包括变频器 AC 及 DC 电源端口； 2.试验应在要求的最大持续电压 供电条件下进行。 3.在不同的两种源阻抗工况下均 需测试。
6	射频感应传导抗扰度	√	电磁兼容要求详见规范 RD0000430723	1.被测端口包括变频器 AC 及 DC 电源端口、I/O 端口、总线端口。
7	辐射抗扰度	√	电磁兼容要求详见规范 RD0000430723	1.被测端口包括机箱端口。
8	抗电源电压变化及短时中断	√	电磁兼容要求详见规范 BZDT1111-CG-G100-001	1.被测端口包括变频器 DC 电源 端口； 2.试验进行 10 次。
9	磁场抗扰度	√	电磁兼容要求详见规范 RD0000430723	1.被测端口包括机箱端口。

6.3.15 效率测定

额定输入电压条件下，变频器满载、半载情况下，效率 $\eta = P_o / (U_i \times I_i)$ 均应 $\geq 90\%$ ，其中 U_i 为输入电压， I_i 为输入电流， P_o 为变频器的输出有功功率。

6.3.16 高温存放试验

试验箱温度 85℃，变频器放置 16h，结束后恢复室温，开启变频器，应能正常输出。

6.3.17 温升试验

试验时，将变频器放置在 50℃ 环境条件下，气流情况根据实际项目应用条件执行，额定负载连续工作 2.5 小时。将热电偶安装在下表相应的元件处，在整个试验过程中同时读取周围环境温度，设备相应的部件温升不超过下表规定的数值。

表6-10 元件温升

序号	测试部件	温升限制 (K)	备注
1	散热器（内部）	45	
2	散热器（外部）	40	
3	升压电感	70	使用 H 级电感
4	共模电感	70	使用 H 级电感
5	母线电容	40	电容最高表面温度不能超过 90℃
6	辅助电源变压器	70	
7	箱内空气	40	

6.3.18 输出电压不对称度试验

额定输入电压时启动变频，在空载和满载的情况下，测量输出电压 U-V/U-W/V-W 电压，三相电压的不平衡度应≤2%。

$$\text{三相电压不平衡度} = \frac{U_{\text{MAX}} - U_{\text{MIN}}}{U_{\text{AVG}}} \times 100\%$$

其中， U_{MAX} = 三相电压中的最大值；

U_{MIN} = 三相电压中的最小值；

$$U_{\text{AVG}} = \frac{U_{\text{U-V}} + U_{\text{U-W}} + U_{\text{V-W}}}{3}。$$

6.3.19 频率分辨率检验

不同输出电压条件下，变频器的相应输出频率分辨率应满足 0.01Hz。

6.3.20 交变湿热试验

依据 EN50155-2017：13.4.7 执行。

6.3.21 振动和冲击试验

依据 IEC 61373 《轨道交通机车车辆设备-冲击和振动试验》1 类 B 级执行。包含：

- (1). 模拟长寿命振动
- (2). 冲击试验
- (3). 功能随机振动

6.3.22 噪声测试

依据 GB/T 1094.10-2003 执行。

变频器处于工作状态下，距离变频器 1m 处测量，测量结果应小于 68dB。

6.3.23 低温存储

依据 EN50155-2017: 13.4.6 执行。

6.3.24 低温启动

依据 EN50155-2017: 13.4.4 执行，测试值取 -40°C 。

6.3.25 IP 等级试验

依据 EN50155-2017: 13.4.12 及 EN60529 执行，满足 IP54 等级要求。

6.3.26 老化试验

输入电压为 $\text{AC}380\text{V}\pm 5\text{V}$ ，高温 50°C 环境下，变频器在额定负载条件下老化运行 2.5 小时，变频器应正常工作。

6.3.27 加速寿命试验

额定工况下，将温箱调至 $-40^{\circ}\text{C}\pm 3^{\circ}\text{C}$ ，待温度稳定后静置 2 小时以上，变频器应能在 -40°C 环境下启动并正常运行 8h。随后将箱温调至 $25^{\circ}\text{C}\pm 3^{\circ}\text{C}$ 并保持此值，待温度稳定后静置 2 小时以上，变频器应能在 25°C 环境下正常运行 8h。随后将箱温调至 $50^{\circ}\text{C}\pm 3^{\circ}\text{C}$ 并保持此值，待温度稳定后静置 2 小时以上，变频器应能在 50°C 环境下正常运行 8h。

从循环开始算起 24h 为一周期，循环 5 个周期。5 周期试验结束后，将样品放在正常的试验大气条件下恢复 1h~2h。恢复后立即进行性能试验，变频器应能正常工作。

6.3.28 烟雾发生试验

变频器需进行烟雾发生试验，内部元器件烧损时允许有微量烟雾传出，确保不会有大量烟雾逸出变频器。

6.3.29 IGBT/电容爆炸试验

变频器需进行防爆试验，分别验证 IGBT 和电解电容爆炸时，壳体不得产生损伤，不得存在任何安全隐患。

6.3.30 安全要求检查

额定工况下，切断输入电源，测量变频器内部中间直流电压下降到 $\text{DC}36\text{V}$ 的时间应小于 10 分钟。

6.3.31 负载突变实验

(1). 空载-短路切换适应性

空载条件下，变频器稳定运行后，将输出短路，变频器应能保护且无任何损坏，且有故障信号送出；恢复空载条件，变频器恢复运行。

(2). 满载-短路切换适应性

满载条件下，变频器稳定运行后，将输出短路，变频器应能保护且无任何损坏，且有故障信号送出；恢复满载条件，变频器恢复运行。

6.3.32 干热试验

依据 EN50155-2017: 13.4.5 中 cycle B 要求执行，同时考虑设备运行环境，高温值

取 50℃（6h）及 70℃（10min）。

6.3.33 盐雾试验

- (1). 印刷电路板（PCB）盐雾试验满足 IEC60571 标准 ST4（96h）等级要求；
- (2). 外壳盐雾试验满足 ISO9227（480h）要求。

7 物料材质证明

7.1 关键零部件清单

对所有使用的材料必须给出品牌、名称、采用标准及应用部件，并列出清单。主要零部件的材料清单及相关报告在设计阶段提交买方。

7.2 烟火等级报告

所有被选用的材料，特别是非金属材料，应具有高阻燃性和低烟、低毒性，并依据 EN45545 进行防火设计。非金属材料提供 EN45545-2 R22、R23、R26 中的一种报告（满足 HL3 级）；PCB 板提供 EN45545-2 R24、R25 中的一种报告（满足 HL3 级）；绝缘纸应满足 EN45545-2 HL3 要求。

7.3 禁限用物质声明

禁止使用以下材料：PVC、石棉或包含石棉的材料、玻璃纤维、铅（包括铅钨合金）、胶合板、木板、热塑薄板、PCBs（多氯联苯）、PCT（聚己内酰胺）、CHC（含氯氟烃）、聚亚氨脂泡沫材料、铝螺纹紧固件、抗微生物剂、公共交通运输标准所禁止使用的材料。

工具和器材设备的选择必须遵守人身与环境健康的法规中所规定的条款，如 2002/95/EC（电力/电子材料），2002/96/EC（废弃电力/电子材料），2000/53/EC，91/156/EEC，94/3/EEC，76/769/EEC，67/548/EEC，93/67/EEC，67/548/EEC，1488/94/EC，793/93/EEC，2000/532/EC（EWC，欧洲废物目录/HWL- 包括危险废物目录）和 34/304/EC。禁止使用如水银、镍镉合金、导线、石棉、六价铬等材料。

PCB 板需依据 TB/T 3139 进行禁限用物质测试并出具 CNAS 第三方报告。

8 技术资料及随机提供物品

如客户需求，以下资料供应商均需提供中英文版，或中、英文两种版本。

序号	要求	随主机提供	首批前提供	备注
1	例行试验大纲		√	

2	例行试验报告（出厂）	√		
3	型式试验大纲		√	
4	型式试验报告		√	
5	主要发热元器件清单及选型分析 计算报告		√	充分考虑载流量、散热量、 风量等参数
6	变频器热仿真分析计算报告		√	
7	子部件温升报告		√	热电偶及热成像仪测试
8	变频器主电路及控制电路拓扑图		√	包括电源电路、采样电路、 驱动电路
9	关键零部件业绩证明材料		√	IGBT、电感、电容、电阻等
10	主要元器件 FMECA 分析报告		√	
11	烟火报告		√	线缆还需有 CRCC 认证报告
12	禁限用物质声明		√	PCB 出具 TB/T 3139 测试报告
13	用户手册 ¹		√	
14	合格证	√		
15	签字版 CBC（技术条件响应）		√	
16	关键零部件清单		√	
17	铭牌及二维图纸 ²		√	
18	维护手册 ³		√	
19	三维模型		√	
20	部件应用的支撑资料（硬件图纸、 软件驱动、调试软件等）		√	如果供应商不能继续为国祥 提供技术服务，供应商应将 硬件图纸、软件驱动及调试 软件等交付国祥，以保证既 有项目正常运营。

注：

- 手册中至少应包含：①部件原理介绍，拓扑图；②详细接口定义；③通讯协议；④部件参数列表及说明；⑤可调参数、拨码开关等的列表及说明；⑥外形尺寸二维图纸；⑦使用注意事项；⑧装箱清单；⑨RAMS 技术文件。
- 外形轮廓、安装尺寸等标注齐全、清晰，需标注公差。
- 检修周期，检修维护的步骤、使用的工具以及易损易耗件清单。

9 包装运输及储存

设备在制造试验完毕后，应采取有效措施，防止灰尘、异物进入装置内部。

针对海外发货项目，包装及发货标志应符合：出口产品的相关规定，适应长时间海运运输，并且保证二次包装后仍能满足海运要求。包装箱外部应粘贴对应的唛头、防护标志。唛头及防护标志格式、包装箱外形均需提交国祥批准。包装箱内附装箱清单（中、英文，英文装箱单中不能包含中文文字），装箱清单应包含产品的名称、型号、客户代号、数量等信息。

针对国内发货项目，包装能适应于国内运输条件。包装箱外部应粘贴对应的唛头、防护标志。包装箱内附装箱清单（中文），装箱清单应包含产品的名称、型号、数量等信息。

10 设计管控

卖方应对本技术条件条款做出逐条响应，并填写《技术条件响应表》。

不因买方对卖方提供技术方案、技术文件、产品及零部件技术信息等相关技术内容的审核、确认或批准，而免除卖方相关责任。

卖方应向买方提供《关键零部件清单》，关键重要零部件制造商必须经买方同意，其产品必须成熟可靠。关键重要零部件供应商的任何更改也须经买方批准。

卖方设计方案变更、卖方关键重要零部件供应商发生变更、卖方原理图及原理图零部件的选型变更，如未经买方确认和批准，由此导致的损失由卖方承担，必要时还将追究卖方的相关责任。

产品交付后，当卖方需技术变更时，不得私自更改，必须向买方采购部门提交正式变更申请，经买方内部审核通过后，由买方设计部门下发工程变更（ECP），并由买方采购部门正式传递给卖方后方可执行。

11 质保

依据项目招标文件规定、或国祥公司相关采购规范要求执行。

附录

附录 1 电气接口定义

KCIS-CP/VVVF-04 及 KCIS-CP/VVVF-06 型变频器电气接口定义如下：

孔位	代号	线径	定义	电气描述
X1 连接器：交流输入电气接口（KCIS-CP/VVVF-06 为旋紧件，使用 3*4 mm ² 电缆）				
1	R	3*4 mm ² 屏蔽电缆	AC380V-R	主电源输入
2	S		AC380V-S	
3	T		AC380V-T	
4	PE		屏蔽层	
X2 连接器：交流输出电气接口（KCIS-CP/VVVF-06 为旋紧件，使用 3*4 mm ² 电缆）				
1	U	3*4 mm ² 屏蔽电缆	AC380V-U	变频器输出
2	V		AC380V-V	
3	W		AC380V-W	
4	PE		屏蔽层	
X3 连接器：控制回路				
A	DI1	0.5~0.75 mm ²	EN 启动信号输入	DI 信号输入 （使能信号：DC24V）
B	DI2	0.5~0.75 mm ²	手动模式启动信号 MN	
C	DI3	0.5~0.75 mm ²	预留	
D	COM	0.5~0.75 mm ²	公共端（DC-）	
E	DO1P	0.5~0.75 mm ²	运行正常 RUN 信号 1	DO 信号输出 （干结点）
F	DO1N	0.5~0.75 mm ²	运行正常 RUN 信号 2	
G	DO2P	0.5~0.75 mm ²	故障 ERR 信号 1	
H	DO2N	0.5~0.75 mm ²	故障 ERR 信号 2	
J	485A1	3*0.5 mm ² 屏蔽电缆	485+	485 网络通讯
K	485B1		485-	
L	GND		信号地	
M	PE		屏蔽	
N	RR+	0.5~0.75 mm ²	485 终端电阻	短接带终端电阻
P	RR-	0.5~0.75 mm ²	485 终端电阻	
R	485A2	3*0.5 mm ² 屏蔽电缆	485+	485 网络通讯
S	485B2		485-	
T	GND		信号地	
U	PE		屏蔽	
Z	ADDR1	0.5~0.75 mm ²	地址设置信号 1DI	高位（短接为 1）

孔位	代号	线径	定义	电气描述
a	ADDR_G1	0.5~0.75 mm ²	地址设置信号地 DI	
b	ADDR2	0.5~0.75 mm ²	地址设置信号 2DI	低位 (短接为 1)
c	ADDR_G2	0.5~0.75 mm ²	地址设置信号地 DI	
d	DC24V+	0.5~0.75 mm ²	DC24V+输入	控制电源输入 (DC24V)
e	DC24V-	0.5~0.75 mm ²	DC24V-输入	
f	CANH	3*0.5 mm ² 屏蔽电缆	CANH	CAN 通讯
g	CANL		CANL	
h	CANG		信号地	
j	PE		屏蔽	

注：KCIS-CP/VVVF-04 和 06 压缩机变频器 X3 控制连接器端口满足 EN50306-2 0.5mm²~0.75mm² 电线使用需求。

KCIS-CP/VVVF-06-1 型变频器电气接口定义如下：

孔位	代号	线径	定义	电气描述
X1 旋紧件：交流输入电气接口				
1	R	3*4 mm ² 屏蔽电缆	AC380V-R	主电源输入
2	S		AC380V-S	
3	T		AC380V-T	
4	PE		屏蔽层	
X2 旋紧件：交流输出电气接口				
1	U	3*4 mm ² 屏蔽电缆	AC380V-U	变频器输出
2	V		AC380V-V	
3	W		AC380V-W	
4	PE		屏蔽层	
X3 连接器：控制回路				
A	DI1	0.75~1 mm ²	EN 启动信号输入	DI 信号输入 (使能信号：DC24V)
B	DI2	0.75~1 mm ²	手动模式启动信号 MN	
C	DI3	0.75~1 mm ²	预留	
D	COM	0.75~1 mm ²	公共端 (DC-)	
E	DO1P	0.75~1 mm ²	运行正常 RUN 信号 1	DO 信号输出 (干结点)
F	DO1N	0.75~1 mm ²	运行正常 RUN 信号 2	
G	DO2P	0.75~1 mm ²	故障 ERR 信号 1	
H	DO2N	0.75~1 mm ²	故障 ERR 信号 2	
J	485A1	3*0.5 mm ²	485+	485 网络通讯
K	485B1		485-	

孔位	代号	线径	定义	电气描述
L	GND	屏蔽电缆	信号地	
M	PE	0.75~1 mm ²	屏蔽层	
N	RR+	0.75~1 mm ²	485 终端电阻	短接带终端电阻
P	RR-	0.75~1 mm ²	485 终端电阻	
R	485A2	3*0.5 mm ² 屏蔽电缆	485+	485 网络通讯
S	485B2		485-	
T	GND		信号地	
U	PE	0.75~1 mm ²	屏蔽层	
V	CANH	3*0.5 mm ² 屏蔽电缆	CANH	CAN 通讯
W	CANL		CANL	
X	CANG		信号地	
Y	PE	0.75~1 mm ²	屏蔽层	
Z	ADDR1	0.75~1 mm ²	地址设置信号 1DI	高位（短接为 1）
a	ADDR_G1	0.75~1 mm ²	地址设置信号地 DI	
b	ADDR2	0.75~1 mm ²	地址设置信号 2DI	低位（短接为 1）
c	ADDR_G2	0.75~1 mm ²	地址设置信号地 DI	
d	DC24V+	0.75~1 mm ²	DC24V+输入	控制电源输入 (DC24V)
e	DC24V-	0.75~1 mm ²	DC24V-输入	
f	/	/	/	/

注: KCIS-CP/VVVF-06-1 压缩机变频器 X3 控制连接器端口兼容 EN50264(0.6/1kV) 1mm² 电线及 EN50306-2 0.75mm²~1mm² 电线使用需求, 通信接口满足专用通信屏蔽线缆要求。

1. 补充其它控制信号说明

➤ 控制电源: DC24V+/DC24V-

- 控制电源输入, 电压波动范围 16.8~30VDC, 端口具有防反接、防反向放电功能。
- 反复多次在带负载情况下中断、恢复, 设备均不应损坏。

➤ 使能 EN 信号: DI1/COM

- 有使能信号后, 系统可以开始工作 (DC24V 驱动)。
- 断开使能、闭合使能需要通讯可设置, 默认闭合后使能有效。
- 收到使能信号后, 系统按照默认优先级执行, 有通讯则按照通讯频率输出, 无通讯则按照断线频率输出 (断线频率可设置, 默认设置为 0, 即不启动)。

➤ 运行 RUN 信号: DO1P/DO1N

- 变频器正常工作且无故障时, 运行信号闭合, 停机时运行信号断开。

➤ 故障 ERR 信号：DO2P/DO2N

- 常闭信号，变频器故障时，故障信号断开。
- 注：出现输入过欠压及过欠频故障时，运行信号为 0，故障信号为 1；出现其他故障时，运行信号为 0，故障信号也为 0。

➤ 手动模式启动信号：MN

- 手动 MN 信号由 DC24V 驱动，高电平有效，信号保持 10s 判断为有效。
- 手动信号优先级最高。手动信号有效时，忽略 EN 使能信号状态，变频器进入手动模式，按照断线频率输出（断线频率可设置，默认值为 0）。
- 变频器处于运行状态时，收到 MN 信号则按照升降频速率转入断线频率运行；变频器在停机状态时，收到 MN 信号则启动、并按照升频速率转入断线频率运行。