



中华人民共和国国家标准

GB/T 36522—20XX
代替 GB/T 36522—2018

分离机械用电气控制系统 通用技术要求

Electrical controlling system for separation machinery—General technology requirements

(点击此处添加与国际标准一致性程度的标识)

草案版次选择

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。

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前 言	III
引 言	IV
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 基本要求	2
4.1 一般原则	2
4.2 电气设备、电气元器件和电缆的选择	2
4.3 电源	2
4.4 运行环境	2
4.5 搬运、运输和贮存	3
4.6 安装	3
5 安全防护	3
5.1 电击防护	3
5.2 设备防护	3
5.3 抗干扰保护	6
5.4 分离机械动作联锁保护	6
6 电气控制柜	7
6.1 一般要求	7
6.2 防护等级	7
6.3 柜体	7
6.4 元器件成组或隔离	7
6.5 电缆布置	8
6.6 可编程控制器（PLC）	8
6.7 触摸屏	8
6.8 变频器	8
6.9 制动电阻	8
7 现场操作箱和安装在分离机械上的控制期间设备	9
7.1 总则	9
7.2 控制器件	9
8 引入电源线端接法和切断开关	10
8.1 引入电源线端接法	10
8.2 连接外部保护接地系统的端子	11
8.3 电源切断（隔离）开关	11
9 动力电路	11

10 控制电路和控制功能	11
10.1 控制电路	11
10.2 控制功能	12
10.3 联锁保护的 控制功能	12
10.4 失效情况的 控制功能	13
11 导线电缆和配线技术	13
12 操控与维护	14
12.1 操控	14
12.2 维修	15
13 标记、警告标志和参照代号	17
13.1 基本要求	17
13.2 警告标志	17
13.3 功能识别	17
13.4 电控柜的 标记	17
13.5 参考代号	17
14 技术文件	17

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。

本文件代替GB/T 36522-2018《分离机械用电气控制系统 通用技术要求》，与GB/T 36522-2018相比，除编辑性修改外，主要技术变化如下：

- a) 注日期引用的规范性引用文件GB 3836.1-2010、GB/T 4026-2010、GB 5226.1-2008、GB/T 5465.2-2008有新版本发布，本文件中的技术内容需要重新确认；
- b) 增加智能控制的有关规定；
- c) 增加远程监控的规定；
- d) 增加关于离心机称重、超重保护和加料量检测和保护的条款；
- e) 增加现场重要复杂设备的加装防护罩的要求；
- f) 抗干扰保护条款中，增加关于通讯电缆的相关要求；
- g) 动作连锁保护中，增加关于PLC和DCS连锁控制的技术要求条款；
- h) 触摸屏的内容中，增加能量回馈单元的相关要求；
- i) 制动电阻的内容中，增加关于温度检测和控制的内容；
- j) 修改关于防爆控制箱的内容，并增加关于防爆箱与DCS远程控制的技术要求；
- k) 程序连锁中增加关于DCS的要求，包括特殊机构程序的自锁保护的要求；
- l) 第12章，增加对于一些特殊的物料，远程无人操作和现场维护相关条款的特殊要求。
- m)

本文件由中国机械工业联合会提出。

本文件由全国分离机械标准化技术委员会（SAC/TC92）归口。

本文件起草单位：合肥通用机械研究院有限公司、江苏赛德力制药机械制造有限公司、景津装备股份有限公司、浙江复洁智能装备有限公司、宜兴市华鼎机械有限公司、江苏同泽过滤科技有限公司、浙江拉罗克过滤技术有限公司、浙江隆源装备科技股份有限公司、巨能机械（中国）有限公司、广州广重分离机械有限公司、山东核盛环保设备有限公司、四川多维过滤设备有限公司、安徽普源分离机制造有限公司、南京新筛分科技实业有限公司、重庆工商大学、国机通用机械科技股份有限公司。

本文件主要起草人：周俊、陈道林、顾逸、姜桂廷、周进、雷志天、江承珉、孙浩、蒋嵬、钟新钢、周立钢、牟富君、赖苗生、卢伟、邵明、沈云旌、程学飞、龚海峰、芦建娣。

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为：

- 2012年首次发布为GB/T 36522-2018；
- 本次为首次修订。

引 言

GB/T 36522-2018《分离机械用电气控制系统 通用技术要求》颁布实施至今已有5年，该标准的实施，为规范我国分离机械用电气控制系统的设计、制造发挥了重要的作用，推动了我国分离机械产品的自动化水平的提高，保障了分离机械产品能够更加安全可靠地运行，保障了人民生命财产的安全。

经过5年的实施，相关企业在实际的分离机械控制系统设计制造和使用中也发现了该标准的一些不足，同时，国内对于分离机械产品自动化水平的要求也越来越高，另外，用户对于产品的能效指标、智能化等也提出了一些要求。例如关于设备的超重、抗干扰保护，PLC与DCS的联锁控制、关于触摸屏、防爆操作箱等的控制问题等。另外，该标准在起草时参考了GB 5226.1的内容，该标准已经修订，本标准也需要根据GB/T 5226.1的技术内容的变化，对GB/T 36522的技术内容进行相应的修订。

通过本次的修订，一方面完善原标准中不适应分离机械当前技术水平和市场需求的内容，另一方面增加了一些促进分离机械自动化水平和安全可靠性的技术内容，为提高分离机械产品的自动化程度和安全性发挥作用，促进节能减排，绿色低碳。通过修订，促进分离机械产品的质量提升和自动化程度的提高，并推动分离机械企业开展智能分离机械的研究和推广。提升我国分离机械产品的竞争力，同时也有助于相关分离机械应用行业提高装备自动化水平，减轻操作人员和管理人员的劳动强度，降低人力成本等。

分离机械用电气控制系统 通用技术要求

1 范围

本标准规定了分离机械用电气控制系统的通用技术要求，包括电气控制系统的性能要求，安全要求和使用要求等。

本标准适用于分离机械用电气控制系统。2

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 3836.1-2021 爆炸性环境 第1部分：设备 通用要求

GB/T 4026-2019 人机界面标志标识的基本和安全规则 设备端子、导体终端和导体的标识

GB/T 4208-2017 外壳防护等级(IP代码)

GB/T 4774 过滤与分离 名词术语

GB/T 5226.1-2019 机械电气安全 机械电气设备 第1部分：通用技术条件

GB/T 5465.2-2008 电气设备用图形符号 第2部分：图形符号

GB/T 7251.1 低压成套开关设备和控制设备 第1部分：总则

GB/T 7251.12 低压成套开关设备和控制设备 第2部分：成套电力开关和控制设备

GB/T 16754 机械安全 急停 设计原则

GB/T 16895.22 建筑物电气装置 第5-53部分：电气设备的选择和安装-隔离、开关和控制设备 第534节：过电压保护电器

GB/T 18209.2 机械电气安全 指示、标志和操作 第2部分：标志要求

3 术语和定义

GB/T 4774和GB/T 5226.1-2019界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

分离机械用电气控制系统 *Electrical controlling system for separation machinery*

配套离心机、过滤机、分离机等分离机械，由电气控制装置、驱动装置、监测传感装置、安全保护装置、操作与显示单元等组成的**集成**系统。其核心作用是实现分离机械的自动/手动启停、转速/压力/流量/振动等工艺参数调节、运行状态监测、故障报警与安全保护、卸料/清洗等工序自动控制，保障分离机械稳定、安全、高效运行。

3.2

分离机械电气设备 *electrical equipment of separation machinery*

分离机械所配备的，用于控制该分离机械的电气设备，包括控制装置、驱动装置、操作显示装置、检测与保护装置、供电装置等电气部件。

3.3

制动电阻 *braking resistor*

利用自身发热将离心机旋转动能产生的电能转变成热能缩短离心机停机时间的一种电阻。

3.4

电气设备安装位置图 electrical equipment installation diagram

对于为了运输而将安装于分离机械上撤下的电气设备,应用图表明该电气设备在分离机械上的位置。

3.5

超振 vibration overlimit

设备运行过程中,设备的振动烈度超过了允许值。

3.6

智能控制 intelligent control

通过采用人工智能、机器学习、数据分析等技术,结合传感器和执行器,实现对分离机械的智能自动化控制。

3.7

远程监控 remote monitoring

通过网络通信技术,在远离现场的地点实时监测分离机械的工作状态、运行参数及设备故障等信息,并对设备启停、工艺参数调整及故障应急处置进行远程控制。

3.8

称重 weighing

通过精密的称重传感器或称重装置,对分离机械所处理的物料或分离过程中的各类物品的质量进行实时在线测量的过程。

4 基本要求

4.1 一般原则

电气控制系统本身不应产生危险,并能对人身和设备提供安全保护。

4.2 电气设备、电气元器件和电缆的选择

分离机械电气设备应符合设计要求,设计选用的电气设备、电气元器件和电缆应符合GB/T 7251.1和GB/T 7251.12标准的要求、并应有产品质量证明书。

4.3 电源

4.3.1 电源电压应在额定电压范围内,且允许波动范围不超过 $\pm 7\%$ 。

4.3.2 电源电流应满足设备的额定电流要求,考虑启动电流的瞬时需求。

4.3.3 电源频率应符合设备设计要求,偏差不超过 $\pm 0.5\text{Hz}$ 。

4.3.4 设备电源系统应集成过压、过流及短路保护功能,并确保在规定的电源电压波动与电磁干扰范围内,设备能持续稳定运行。

4.3.5 电源系统应确保有效接地,接地电阻应符合相关安全规范,以消除潜在危险,确保人身与设备安全。

4.4 运行环境

4.4.1 电气设备

分离机械电气设备应符合GB/T 5226.1-2019中4.4的规定。

4.4.2 特殊环境

4.4.2.1 针对分离机械电气设备使用在易燃易爆、潮湿、高温、腐蚀等特殊环境下，应根据现场环境条件，进行设计、制造、选择和安装该分离机械的电气设备。

4.4.2.2 对于易燃易爆环境的分离机械，电气设备应选择符合 GB/T 3836.1-2021 及相关防爆标准的要求，具体防爆等级应根据工作环境的气体类别、温度组别、区域划分、机械类型以及工艺需求进行选择。

4.4.2.3 对于潮湿和高温环境：应将安装在现场易受潮湿和高温影响的电气设备元器件进行密闭安装，与潮湿和高温环境隔离。

4.4.2.4 对于腐蚀环境：应将安装在现场易受腐蚀影响的电气设备元器件进行密闭安装或者采取正压柜充保护气体方式，达到符合 GB/T 4208-2017 规定的防护等级，以便使电气设备元器件与腐蚀环境隔离。

4.5 搬运、运输和贮存

4.5.1 对于需要与分离机械分开运输且质量体积较大不便于搬运的电气设备，应提供可进行吊装的装置或措施。

4.5.2 通过设计或采取措施，电气设备应可以在 $-25^{\circ}\text{C}\sim 55^{\circ}\text{C}$ 的温度范围内进行运输和存放，并能经受温度小于等于 70°C 、时间不超过 24h 的短期运输和存放。

4.5.3 所有电气设备在运输和存储过程中，应采取适当的防护措施，包括防潮、防振、防冲击等，确保设备在运输过程中不受损坏。

4.5.4 对于分离机械的重大电气设备，控制系统复杂、采用多柜并柜形式的电气控制柜，要考虑运输起吊时柜与柜之间的拆分、以及到使用现场的并柜连接。

4.6 安装

应按照供方提供的电气原理图、接线端子图、电缆互联图、电气设备安装位置图和说明书安装电气设备。

5 安全防护

5.1 电击防护

5.1.1 电气设备应具备防护措施，且应符合 GB/T 5226.1-2019 中第 6 章的要求，确保人员免受电击风险。

5.1.2 现场所用的强电（例如隔离开关、断路器、变压器和变频器等）电气设备应可靠接地，接地母排所在位置应明显，接地端子标记应清晰。

5.1.3 现场所用的弱电（例如 PLC 的 CPU 和其扩展模块以及传感器处理单元等）电气设备应通过隔离变压器（次级不接地）供电。

5.1.4 对于潮湿和腐蚀环境的控制用电气设备，应采用安全电压。

5.2 设备防护

5.2.1 过电流保护

5.2.1.1 动力电路

每相带电导线应安装断路器件。

5.2.1.2 控制电路

- 5.2.1.2.1 直接连接电源的控制电路和由控制电路变压器（次级不接地）供电的电路，应安装断路器件。
- 5.2.1.2.2 直流电源供电的控制电路，也应安装断路器件。

5.2.1.3 变压器

变压器应按照制造厂说明书设置过电流保护。每个回路应安装断路器件。

5.2.1.4 过电流保护器件的设置

过电流保护器件应安装在导线截面积减小或导线载流容量减小处。满足下列条件的场合除外：

- 支线路载流容量不小于负载所需容量；
- 导线载流容量减小处与连接过电流保护器件处之间导线长度不大于3m。

5.2.1.5 过电流保护期间额定值和整定值

- 5.2.1.5.1 额定短路分断能力应不小于保护器件安装处的预期故障电流。流经过电流保护器件的短路电流包括电源侧提供的电流，以及设备本身、连接线路或电气控制回路在故障时产生的附加电流。
- 5.2.1.5.2 熔断器的额定电流或其它过电流保护器件的整定电流应满足电器运行的额定电流值。
- 5.2.1.5.3 过电流保护器件的额定电流或整定电流取决于受保护导线的载流能力，即导体能够连续承载而不致使其稳定温度超过允许值的最大电流。并应充分考虑与保护电路中其他电器件（如断路器、接触器、过载继电器等）之间的协调要求，必须确保保护器件能在过载或短路时及时动作，同时不干扰电路中的其他保护器件。

5.2.2 电动机的过载保护

- 5.2.2.1 分离机械所用的额定功率大于0.5kW以上的电动机应配置电动机过热保护。
- 5.2.2.2 在提供过载保护的场合，所有通电导线都应接入过载检测，中线N除外。对于单相电动机或直流电源，检测器件只允许用一根未接地通电导线。
- 5.2.2.3 过载保护时，则开关电器应断开所有通电导线，中线N除外。

5.2.3 异常温度保护

- 5.2.3.1 安装在设备上的电器件，在使用过程中要保持环境通风良好或环境温度正常，以便设备上的电动机和相关检测控制器件正常工作。
- 5.2.3.2 安装在电气控制柜内的电器件，在使用过程中应处于正常环境温度中，以便使电气控制柜内的元器件正常工作。电气控制柜内安装了变频器，必须保持柜内空气自下而上的有效流动，热空气能自上部排至柜外。
- 5.2.3.3 安装制动电阻的电气控制柜，应提供降温装置或措施，宜提供温度检测。

5.2.4 电源中断或电压降落随后复原的保护

- 5.2.4.1 如果电源中断或电压降落会引起危险情况、损坏设备、影响生产等，则应在预定的电压值下提供欠压保护（例如断开设备电源）。欠电压保护器件的工作，不应妨碍设备的任何控制和停车的操作。
- 5.2.4.2 必要时安装断相缺相保护器，以激发适当的控制与报警响应，在PLC或触摸屏里可进行记录。

5.2.4.3 应防止电压复原或引入电源接通后设备的自行重新启动，以免引起危险。

5.2.5 超过工作限值的保护

5.2.5.1 基本要求

分离机械超过工作限值（如速度、振动烈度、压力、温度和位置）可能导致危险情况的场合：

——应设定限值；

——当超过预定的限值时（如速度、振动烈度、压力、温度和位置），应提供检测手段并进行纠正控制与极限报警。

5.2.5.2 超速保护

离心机和分离机的速度通过变频器来进行启停运行控制时，根据转鼓的速度限值来设定变频器的上限频率（见6.8）。

5.2.5.3 超振保护

离心机运行时应有在线振动烈度检测，以便对离心机超振进行保护。见10.3.1.2。

5.2.5.4 超压保护

5.2.5.4.1 离心机，如进行充惰性气体进行防爆，必须严格控制机内压力在其相应限值以内。当超过预定的限值时，应提供压力检测手段并进行适当的控制（关闭充气阀，根据压力情况也可开启排放阀）与报警。

5.2.5.4.2 过滤机，加料、加液和加气压力，必须严格控制在相应限值以内。当超过预定的限值时，应提供压力检测手段并进行适当的控制（关闭加料加液加气阀，根据压力情况也可开启排放阀）与报警。

5.2.5.5 超温保护

有加热保温功能的密闭加压过滤机，必须严格控制温度在相应限值以内以防止设备超温而引起超压。当超过预定的限值时，应提供温度和压力检测手段并进行适当的联锁控制（关闭热源阀，根据压力情况也可开启排放阀）与报警。

5.2.5.6 超重保护

根据分离机械的额定载荷、工作条件和实际操作需求设置，确保设备在超重情况下及时停机或触发警报。

5.2.5.7 位置保护

分离机械的运动部件，例如带式压榨过滤机的滤带运行是在一定的位置范围。当超过预定的位置范围时，应提供位置检测手段并进行适当的纠偏控制与报警。

5.2.6 接地保护

电气设备出厂和安装交付使用前，应进行接地检查，确认接地保护有效。

5.2.7 设备运转方向

对于分离机械，运转部件运转方向的改变会引起危险情况或损坏机械，故应在设备安装交付使用前和检修更换电源后，通过对运转方向进行确认从而实现保护。

5.2.8 加料量检测保护

对于间歇式分离机械，加料系统宜具备加料量检测和保护功能，确保在加料过程中，控制系统能够实时监测加料量，并在加料量超出设定范围时，及时采取保护措施。加料量检测保护应与其他相关保护系统（如过载保护、温度监控、设备状态监测等）协调工作，以确保加料过程的安全性和稳定性，避免因多重保护机制发生冲突导致设备误停或失效。

5.2.9 现场安装电气部件的环境防护与附加保护

现场安装的电气部件，如电动机、阀门执行机构、传感器、接线盒及现场操作箱等，应根据其使用环境、运行条件及对损伤或失效的敏感性，采取相应的防护措施，确保设备在恶劣工况及意外状况下安全、稳定运行。针对雨雪、高温、日晒、管道泄漏等外部环境的影响，应为上述部件增设附加保护，包括但不限于防护罩、遮阳棚、防雨箱、伴热或加热装置等。

5.3 抗干扰保护

应防止强电对弱电的信号干扰，确保设备的正常使用：

- 模拟量信号线应采用屏蔽多绞线；
- 强电与弱电电缆必要时安装应分别走线；如果无法避免的，需要保持距离不小于 200mm。
- 应对屏蔽层进行工作接地；
- 通讯电缆应具备良好的抗干扰能力，确保信号传输不受现场电磁环境影响。

5.4 分离机械动作联锁保护

5.4.1 开机联锁保护

分离机械运转部件的运转和压滤机的加压等，应在具备开机条件的情况下才能启动。

5.4.2 分离机械工作现场与远程控制的联锁保护

PLC（可编程逻辑控制器）和DCS（分布式控制系统）远程控制系统应具备联锁保护功能，通过设计并实施必要的联锁逻辑，实现对异常工况的自动联锁保护。在工艺需求及技术条件具备时，宜引入智能控制策略，如参数自整定、故障自诊断、运行优化等，以进一步提升控制精度与运行效率。

5.4.3 运行过程联锁保护

5.4.3.1 离心机、分离机和离心萃取机

5.4.3.1.1 运行中如自动充惰性气体保护，必须安装压力传感器，在惰性气体压力超高与超低时，自动关闭与自动开启充气阀并报警。

5.4.3.1.2 处理的物料，如不易分离为防止超振，应安装振动传感器，在超振情况下可自动降低至安全转速运行或停机并报警。

5.4.3.1.3 如安装有卸料刮刀，在离心机高速旋转时卸料刮刀应处于原始位置且位置信号正常，否则必须停机报警。

5.4.3.1.4 加料、洗涤和卸料动作必须与相应的速度联锁。

5.4.3.1.5 分离机械中如有液位计、温度等检测装置时：当液位异常时，应自动停机或发出报警信号；当温度超出设定范围时，系统应自动关闭相关加热或冷却装置，防止设备过热或冷却过度导致的故障，并启动报警。

5.4.3.2 过滤机与过滤器系统

对于加压过滤机及其他承压的过滤器系统，其电气控制系统应具备压力保护功能。运行中如自动进料进液加压，应安装压力传感器，在设备内压力超高时自动关闭进料阀、进液阀和进气阀并报警，根据需要可自动开启排空阀以便泄压。对于以压缩气源为动力的执行机构应配备压力传感器，低于工作压力应报警。

6 电气控制柜

6.1 一般要求

6.1.1 电气控制柜应符合 GB/T 5226.1-2019 的规定，并按室内室外和是否防腐防爆等的不同使用场合加以区分，以此进行电气控制柜的设计：

- 决定电控柜的防护等级；
- 决定电控柜的防爆等级；
- 决定电控柜是前后开门与双开门等；
- 决定电缆线进出是从柜子后部还是底部；
- 现场是否存在较强的电磁干扰。

6.1.2 电气控制柜内元器件的位置和安装应：

- 易于查看、操作和维修更换；
- 布置宜简洁明了，布线清晰规范；
- 考虑使用现场柜子周围空间。

6.2 防护等级

6.2.1 电气控制系统各组成部分的外壳，包括电控柜、现场操作箱、接线盒等，应具备与预期使用环境相适应的防止固体异物和液体侵入的能力。其防护等级应符合 GB/T 4208-2017 的规定，并在技术文件中明确标定。

6.2.2 直接接触的最低防护等级为 GB/T 4208-2017 规定的 IP2X 或 IPXXB。

6.3 柜体

6.3.1 制造电柜的材料能承受机械、电气和热应力以及正常工作中可能存在的湿度和其它环境因素的影响。

6.3.2 柜体尺寸大小应保持柜内元器件便于安装、方便布线和便于检查接线情况。

6.3.3 较大发热器件（如变频器）要按元器件安装要求将其左右上下留出足够空间以便散热，且必须于柜体的下部和上部（或顶部）分别开通风口，以便空气对流将热量排出。

6.3.4 制动电阻要单独布置，周围留出足够的空间以防其它元器件受其影响。壳体材料和壳体表面材料能耐受制动电阻的温度和热量，避免燃烧和损害的危险。

6.3.5 元器件从柜体前后两个方向安装的，则必须前后开门，以便使用和维护。

6.3.6 电柜中有安装用孔，宜采取措施使安装后这些孔不削弱所要求的防护等级。

6.4 元器件成组或隔离

6.4.1 元器件位置的布置安装按强弱电分开进行布置安装，隔离开关、断路器、变压器和变频器等为强电部分，PLC 的 CPU 和其扩展模块以及传感器处理单元等为弱电部分，强电和弱电两部分相对独立，这样可以尽量减少强电和变频器等对弱电和 PLC 的干扰影响。

6.4.2 要求同类型的元器件相对集中成组安放，下列的接线端子应单独成组：

- 动力电路；
- 相关的控制电路；
- 由外部电源馈电的控制电路（如联锁）。

6.4.3 在布置器件位置时（包括互连），应按设计要求满足电气间隙和爬电距离。

6.4.4 与通常的电气器件功能有差别的其它器件，如刹车电阻和气动电磁换向阀，应与其它电气设备隔离开（如在单独隔间中）。

6.5 电缆布置

6.5.1 电缆颜色应符合 GB/T 5226.1-2019 中 13.2 的规定，走线时应加以区分。

6.5.2 电缆分动力电缆、控制电路电缆与 PLC 电源电缆、信号电缆与 PLC 输入输出电缆，电控柜内走线时，要考虑强电对弱电的干扰。

6.5.3 弱电电缆接线时注意屏蔽层的保护，不能接触到强电；根据需要，屏蔽层集中连接到抗干扰工作接地。

6.5.4 电缆应走向清晰，端子号码管应正确完整。

6.6 可编程控制器（PLC）

可编程序控制器(PLC)是控制系统的核心，安装和使用除了按照其说明书外，尤其应注意以下方面：

- 安装的位置远离动力电源，与最近的动力线之间至少保持 200mm 距离；且便于散热；
- 考虑到 PLC 的输入输出信号要便于查看，其安装位置高度应便于观看；
- 电源线采用双绞线以降低差模干扰的影响；
- 始终使用其操作手册中规定的电源电压；
- 为防止外部接线短路，电源、输入回路、输出回路均应安装断路器；
- 切勿将超出最大开关能力的电压和负载加到各输出端。

6.7 触摸屏

触摸屏的安装应符合下列要求：

- 安装高度适合现场人员操作和观看；
- 始终使用其操作手册中规定的电源电压；
- 根据实际通讯距离选择相应通讯方式；

6.8 变频器

变频器的安装和使用应按照变频器使用说明书进行，并应符合下列要求：

- 安装的位置远离 PLC 等易受干扰影响元器件，且便于散热；
- 始终使用其操作手册中规定的电源电压；
- 干扰可能导致错误动作发生，其信号线与动力线要分开；
- 由于在变频器内有漏电流，为了防止触电，变频器和电机必须接地；
- 运行后想改变接线时，切断电源后过 10 分钟以上，用测试工具测试其电压在安全电压范围内方可进行接线工作；
- 根据使用要求，对最高运行频率（见 5.2.5.1）和正反转方向（5.2.7）进行设置。
- 在变频器应用场合，对于高频率加减速的运行工况，宜安装能量回馈单元，通过回馈电网降低整体电力消耗。

6.9 制动电阻

- 6.9.1 制动电阻是将电能转变成热能，应有降温措施，防止其热量对其它元器件的影响。
- 6.9.2 受热易损坏和改变状态的元器件应远离制动电阻安装。
- 6.9.3 制动电阻的安装应使其附近所有元件的温度保持在允许限值的范围内。
- 6.9.4 温度检测装置应安装在制动电阻的位置，持续监测其温度变化。系统应具备温度超限报警功能，当温度超过设定安全阈值时，应自动启动降温措施或发出报警信号。

7 现场操作箱和安装在分离机械上的控制期间设备

7.1 总则

7.1.1 一般期间要求

与分离机械有关的安装在分离机械周围现场和安装在分离机械上的电气控制器件应按GB/T 18209.2的规定选择、安装和标识或编码。

7.1.2 位置和安装

安装在现场的控制器件应：

- 安装在不影响操作的位置；
- 能就近操作，尤其是针对急停按钮等；
- 应保证安全可靠、操作正常；
- 便携式和悬挂式操作盒的选择和安装，应使其受冲击和振动而引起机械的误动作可能性减到最小。

7.1.3 防护防爆

防护等级和防爆等级应符合设计要求，并应符合GB/T 4208-2017和GB 3836.1-2021的规定。

7.2 控制器件

7.2.1 仪器仪表和传感器

安装于分离机械上的仪器仪表和传感器，主要有压力、温度、液位、流量、振动、位置，选择和安装时宜考虑的因素包括：

- 实际环境条件尤其是现场有腐蚀性气体对所选传感器的影响；
- 设备的压力和温度对所选传感器的影响；
- 设备的振动对所选传感器的影响；
- 量程范围；
- 精度、灵敏度的要求；
- 在存在易燃易爆气体的环境中，应符合GB/T 3831.1中的规定。

7.2.2 按钮

按钮的颜色和标记应符合GB/T 5226.1-2019中10.2的规定。

7.2.3 指示灯和闪烁灯

指示灯的颜色和标记应符合GB/T 5226.1-2019中10.3的规定。

7.2.4 触摸屏等显示操作器

触摸屏的操作和显示应符合GB/T 5226.1-2019中10.2和10.3的规定。

7.2.5 急停器件

7.2.5.1 一般要求

7.2.5.1.1 除了单台设备仅有起动和停止两个按钮外，对于现场按钮较多的，宜配置急停按钮或急停器件，以便在危险或紧急情况时快速准确操作。

7.2.5.1.2 现场和电气控制柜均应有急停按钮。

7.2.5.1.3 为了防止误操作，急停按钮宜配置防护罩。防护罩应采用透明或半透明材料，便于观察按钮位置及状态，其开启机构应简单、直观，确保紧急情况下可快速触及。

7.2.5.2 位置

急停器件应设置在各个操作控制站以及其它可能要求引发急停功能的位置。

7.2.5.3 型式

型式包括：

- 掌揆或蘑菇头式按钮开关；
- 不带机械防护装置的脚踏开关。

7.2.5.4 颜色

急停器件的操作器件应为红色。最接近操作器周围的衬托色则应为黄色，并应符合GB/T 16754的规定。

7.2.6 防爆操作箱和普通操作箱

7.2.6.1 现场操作箱的选型应与其安装环境相适应。非防爆操作箱，其外壳防护等级不应低于本标准6.2的规定；防爆操作箱应符合相关标准的规定，并应有质量合格证。

7.2.6.2 防爆操作箱的选型、安装、使用等，应考虑的要害包括：

- 防爆操作箱的防爆等级和防护等级，需根据设备使用的现场环境和用户要求来确定；
- 防爆操作箱的防爆标志所包含的各项，应齐全清晰，并应符合GB 3836.1-2021第29章的要求；
- 防爆操作箱安装接线完毕后，须仔细查看，如发现可能达不到相应的防爆和防护要求时，要严禁送电使用，并及时告知相关部门。
- 防爆操作箱应能与DCS（分布式控制系统）进行有效集成，实现远程监控与控制。操作箱内的远程/就地切换开关、状态指示灯等元件，其功能定义与接线均应与DCS/PLC控制逻辑相匹配，确保控制权的明确和无冲突。

8 引入电源线端接法和切断开关

8.1 引入电源线端接法

8.1.1 宜将分离机械电气设备连接到单一电源上。如果需要用其它电源供电给电气设备的某些部分

(如不同工作电压的电子设备)，为了安全对这些外加电源应加以区分，见 6.4.2。

8.1.2 分离机械电气设备宜将电源线直接连接到电源切断开关的电源端子上，采用插头/插座直接连接电源处除外。

8.1.3 使用中线时应应在技术文件（如安装图和电气图）上表示清楚，要标记 N，并应对中线提供单用绝缘端子。

8.1.4 在电气设备内部，中线和保护联结电路之间不应相连，也不应使用 PEN 兼用端子。TN-C 系统电源到电气设备的连接点处，中线端子和 PE 端子可以相连。

8.1.5 所有引入电源端子都应按 GB/T 4026-2019 中的规定有清晰标记。

8.2 连接外部保护接地系统的端子

8.2.1 电气设备应根据配电系统连接外部保护接地系统或连接外部保护导线，该连接的端子应设置在各引入电源有关相线端子的邻近处。

8.2.2 这种端子的尺寸应适合与表 1 规定截面积的外部铜保护导线相连接。

表 1 外部保护铜导线的最小截面积

设备供电相线的截面积 S/mm^2	外部保护导线的最小截面积 S_p/mm^2
$S \leq 16$	S
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	$S/2$

8.2.3 每个引入电源点，连接外部保护接地系统或外部保护导线的端子应加标志或字母标志 PE 来标记，标识应符合 GB/T 4026-2019 的规定。

8.3 电源切断（隔离）开关

分离机械电气控制柜的每个引入电源应安装电源切断开关。电源切断开关的操作装置（例如：手柄）应易于辨认和操作。

9 动力电路

动力电路是直接控制电机等强电设备的回路，所配的空气开关、断路器、接触器、热继电器、变频器 and 动力电缆等规格型号应与要控制的电机功率和电机预期的工作相匹配，还应考虑下列几点：

——变频器的启停，远程模式用继电器或 PLC 控制、本地模式应通过手动操作变频器面板进行控制，不应直接通过断路器和接触器来控制启停；

——接线端子应连接牢固，确保其在正常工作条件下不因松动而导致接触不良、发热或引发安全风险。

10 控制电路和控制功能

10.1 控制电路

10.1.1 控制电路电源

控制电路由交流电源供电时基于用电安全和抗干扰因素，应采用隔离变压器供电。

10.1.2 控制电路电压

控制电路电压标称值应与控制电路的正确运行协调一致。当用变压器供电时，控制电路的标称电压不应超过277V。

10.1.3 保护

控制电路应按5.2.1.2要求配备过电流保护。

10.2 控制功能

10.2.1 概述

控制电路应简洁实用、安全可靠，不产生误动作。

10.2.2 起动功能

按设备要求的所有开机条件具备后，起动功能才有效。

10.2.3 停止功能

停止功能包括下列二种类别：

- 0类：用即刻切除机械致动机构动力的方式停车；
- 1类：利用将动能转变成热能和电能的可控停车。

10.2.4 运行控制功能

10.2.4.1 运行控制，无论是通过 PLC 控制还是单纯继电器控制，运行指令发出后，控制系统应能及时响应，并按设计逻辑准确、可靠地执行相应的控制功能。

10.2.4.2 各类联锁控制应确保可靠、有效，并具备实用性（见 5.4）。

10.2.4.3 对于具备全自动与半自动程序切换功能的设备，应根据用户需求实现两种模式间的灵活、可靠切换，确保操作安全。

10.3 联锁保护的 control 功能

10.3.1 超过工作限值

10.3.1.1 超过工作限值（如速度、压力、温度、位置、振动）可能导致危险情况的场合，当达到预定的限值时宜提供检测手段并引发相应的控制。见 5.2.5。

10.3.1.2 对于分离机和离心机的振动，应设置预警和报警的两级报警。按设备属于人工操作还是自动控制，将振动与设备进行不同的联动控制模式。对于属于人工操作的设备，超振报警需要人工来判断处理；对于属于自动控制的设备，超振报警时应自动将设备转入安全运转速度或停机。

10.3.2 不同工作和相反运动间的联锁

10.3.2.1 所有接触器、继电器和机械控制单元的其它控制器件同时动作会带来危险时（如起动相反运动），应进行联锁防止不正确的工作。

10.3.2.2 控制电动机换向的接触器和变频器控制应联锁（如控制电动机的旋转方向），使得在正常使用中切换时不会发生短路和不正确的动作。

10.3.2.3 控制其它电气执行机构的换向应联锁（如油缸和气缸的运动方向、阀门的开闭），使得在正常使用中切换时不会发生短路和不正确的动作。

10.3.2.4 为了设备的持续和按序运行，设备上某些功能需要互相联锁，宜应用适当的联锁以确保按预期的正常运行。

10.3.3 程序联锁

通过PLC程序控制的电路，单动程序、联动（自动）程序和用于分离机械维护的程序，应互相做联锁。

10.3.3.1 远程/就地权限联锁：当现场控制柜的“远程/就地”选择开关处于“就地”位置时，DCS的远程启停命令应被屏蔽。

10.3.3.2 运行状态与故障联锁：PLC应将设备的就绪、运行、故障、急停等关键状态信号实时传送至DCS。DCS可根据这些状态信号，禁止在非就绪状态下发出启动命令。

10.3.3.3 安全信号硬线连接：在特殊情况下，对于急停、关键故障等最高级别的安全信号，除通信传送外，应采用硬接线方式直接传送至DCS或安全系统，确保联锁的绝对可靠性。

10.3.4 误操作联锁

应建立设备不同工作状态功能的联锁，防止误操作造成危险和更严重的误动作。

10.4 失效情况的控制功能

10.4.1 一般要求

10.4.1.1 电气设备中的失效或干扰会引起危险情况或损坏机械时，应采取措施以减少这些失效或干扰出现的可能性。

10.4.1.2 电气控制电路应有适当的安全性能水平，以减少设备的风险：

- 机械上的保护器件（如联锁防护装置）；
- 电路的保护联锁；
- 电路的条件限制，以减少意外操作引起的失效可能性；

10.4.1.3 存储器记忆例如由电池供电保持的场合，应采取措施防止由于电池无电或摘除而引起危险情况。

10.4.1.4 宜提供措施（如设置触摸屏操作权限、变频器参数修改权限）防止未经授权或意外修改存储内容。

10.4.2 失效情况下降低风险的措施

10.4.2.1 对于过滤机

可以直接用断电的方式停机，但要考虑如果是设备超压，必须通过控制电路方才能打开自动阀的，则不能直接断电。

10.4.2.2 对于离心机、分离机和离心萃取机

在用电存在危险时，应直接断电。设备机械部分存在异常等情况，应采取制动模式快速停车，以减少设备的危险。

10.4.3 接地故障的防护

控制电路的接地故障不应引起意外的起动、潜在的危险运转或妨碍设备的停止。

11 导线电缆和配线技术

应符合GB/T 5226.1-2019第12章和第13章的规定。

12 操控与维护

12.1 操控

12.1.1 一般要求

12.1.1.1 分离机械电气控制系统应由经过专业培训的人员进行操作。

12.1.1.2 应为安全操作提供必要的安全功能和保护措施（如联锁，见 5.4）。

12.1.1.3 机械设备意外停止（如报警状态、制动状态、电源故障、通讯中断、位置传感器无信号等情况）后，应采取措施防止设备意外动作。

12.1.1.4 机械有多个控制站时，应采取联锁措施保证来自不同控制站的起动运行指令按预期设计要求执行、不会导致危险情况。

12.1.1.5 在防爆环境中，操作系统应设置无人操作和远程控制功能，确保操作人员不直接接触高危区域。防爆区域应设有专门的监控系统，实时监控设备状态、气体浓度、温湿度等关键参数，确保操作环境始终处于安全范围内。设备应配备自动化的故障检测与应急停机系统，一旦出现异常情况，系统应立即停止物料流动，切断电源，并发出警报，避免发生事故。

12.1.2 起动

12.1.2.1 运转的起动应只有在安全防护装置全部就位并产生作用后才能有效。

12.1.2.2 控制系统的起动逻辑必须基于预定的、安全的操作序列，并通过可靠的联锁予以保证。当系统包含多个需按顺序启动的单元时，应设置顺序联锁。

12.1.2.3 在设备要求使用多个控制站操作起动时，每个控制站应有独立的手动操作的起动控制器件或起动条件命令，操作控制起来应满足如下条件：

- 应满足机械运动的全部必要条件；
- 所有起动控制器件应处于释放（断开）位置；
- 所有起动控制器和起动条件应联合引发。

12.1.3 停止

12.1.3.1 根据设备停机的风险评价及设备的功能要求，应提供 0 类或 1 类停止（见 10.2.3）。

12.1.3.2 停止功能应否定有关的起动功能。停止功能的复位不应引发任何危险情况。

12.1.3.3 提供多个控制站的场合，根据设备风险评价的要求，来自任何控制站的停止指令应有效。

12.1.3.4 设备现场应有急停按钮，如果单台设备且仅有起停按钮，可不配置急停按钮。

12.1.3.5 程序控制的设备，在设备有危险时（如超振、超压、超温和超出极限位置等），根据程序参数报警值的预先设定，能进行自动停机或部分功能暂停。

12.1.4 紧急操作

12.1.4.1 一般要求 修改标题

如果急停停止或紧急断开操作器的有效操作中中止了后续命令，该操作命令在其复位前一直有效。复位应只能在引发紧急操作命令的位置用手动操作。命令的复位不应重新起动机机械，而只是允许再起动。

12.1.4.2 紧急停止

12.1.4.2.1 紧急停止设备（含功能方面）应符合 GB/T 16754 的规定。

12.1.4.2.2 急停应起 0 类或 1 类停止功能的作用（见 10.2.3）。急停的类别选择应取决于机械的风险评价。

12.1.4.2.3 除了上述停止的要求（12.1.3）之外，紧急停止功能还有下列要求：

- 紧急停止功能应否定所有其它功能和所有工作方式中的操作；
- 接往能够引起危险情况的机械致动机构的动力应立即切除（0 类停止）或采用尽快停止危险运动的可控方式（1 类停止），且不引起其它危险；
- 复位不应引起重新启动。

12.1.4.3 紧急断开

12.1.4.3.1 紧急断开的功能和目的应符合 GB/T 16895.22-2022 的规定。

12.1.4.3.2 紧急断开由 0 类停止作用的机电开关器件断开相关的引入电源来完成的。如果机械不允许采用 0 类停止，就需要有其它保护，如直接接触防护，使得不需要紧急断开。

12.1.5 设备运行状态显示

设备运行状态显示宜包括：

- 设备的主要运行参数（如压力、温度、转速等）；
- 设备运行至每一步的实际状态（如加料、洗涤、甩干、压滤、出液等）；
- 设备故障甚至危险状态的报警（如超压、超温、超速、超振、超出极限位置等）。

12.2 维修

12.2.1 设计和规定

12.2.1.1 设计

电气控制系统的设计应遵循易于维护的原则，确保维修工作的安全性与便捷性。

12.2.1.2 规定

在对分离机械设备机械部分进行维修时，应断开运转部件的动力电源。

12.2.2 准备

12.2.2.1 分离机械设备及电气控制系统的维护应由经过培训的专业人员进行。

12.2.2.2 维护工作开始前，应认真阅读机械设备和电气设备的相关使用说明书。

12.2.3 机械部分维护过程

12.2.3.1 停机检查和断电

将设备按正常操作程序停车，检查电气部分和机械部分是否异常现象，然后进行有选择的断电，尤其是要断开高速运转部件的动力电源。对保留的局部电源和控制电源，操作必须谨慎。

12.2.3.2 悬挂警示标志

进行设备的电气部分维护还是机械部分维护，应分别在电气控制柜和机械主体明显位置悬挂设备维护警示牌，以防未知人员送电和操作。

12.2.3.3 机械零部件的拆卸

- 12.2.3.3.1 机械零部件拆卸过程中，需要进行电气部分操作时，按 12.2.1 进行。
- 12.2.3.3.2 由于机械零部件的拆卸，会改变设备上传感器的状态，防止带来部件的误动作。
- 12.2.3.3.3 由于机械零部件的拆卸，会影响后续部件受电气控制本该进行的动作但不到位或产生异常动作情况，要能及时预料并有相应处理办法。
- 12.2.3.3.4 在拆卸机械零部件过程中，也会拆卸电气设备部分的传感器等，必须妥善放置，避免损坏，同时不应让传感器感应到非正常信号而导致机械部件的误动作。
- 12.2.3.3.5 关键部件拆卸的特定连锁：
- a. 轴承座、机械密封：拆卸前，必须确认主电机已断电并执行挂牌上锁。若安装有振动、温度传感器，其信号缺失可能触发报警，此属正常现象，但应确保该报警不会导致其他无关设备的意外停机。
 - b. 刮刀系统、卸料机构：拆卸前，必须通过机械限位或专用工装将其可靠固定在其安全位置，防止重力作用下坠落。同时，必须断开其驱动电机或液压执行机构的动力源。
 - c. 皮带、防护罩：拆卸防护罩会触发安全连锁开关，导致设备无法启动，此为正常安全功能。维修后必须恢复安装所有防护罩及其连锁功能。

12.2.3.4 机械零部件的装配

在机械零部件的装配复原过程中，也会需要电气部分的操作控制进行配合，按步骤进行，动作顺序基本与拆卸过程相反，期间要防止机械零部件装配的不到位而影响或导致电气部分的误动作，也要防止传感器复原的不到位而影响或导致机械部分的误动作。

12.2.3.5 试车

机械零部件经过检查、维修和更换最终装配好后，需要进行电气控制局部操作以验证机械零部件维护的到位和正常，但必须注意不应导致设备的误动作。

12.2.4 电气部分维护

12.2.4.1 基本要求

- 12.2.4.1.1 在进行电气系统检查时，应分别在电气控制柜和机械主体明显位置悬挂设备维护警示牌。
- 12.2.4.1.2 断电后进行检查、维修和更换元器件时，确保检查、维修和更换得准确到位后，再通电做进一步的检查。

12.2.4.2 元器件检查

- 12.2.4.2.1 电气控制的动力电路和控制电路的故障检查维护，应断电检查。
- 12.2.4.2.2 通电检查时，将动力电路的控制元器件与执行机构脱开，分别检查。

12.2.4.3 元器件维修

发生故障的元器件的维修宜在断电情况下进行。

12.2.4.4 元器件更换

- 12.2.4.4.1 应采用同样型号或同样技术参数的元器件进行更换，如需变动，应获得设备厂家的确认。
- 12.2.4.4.2 元器件更换宜在断电情况下进行。

12.2.4.5 试车

元器件在检查、维修和更换结束后，进行通电检查，检查该元器件的性能情况，以验证元器件维护的到位和正常。

13 标记、警告标志和参照代号

13.1 基本要求

警告标志、铭牌、标记和识别牌的安装应牢固可靠，并应考虑潮湿和腐蚀等环境的影响。

13.2 警告标志

13.2.1 不能清楚表明其中装有会引起电击风险的电气设备的外壳，都应标记 GB/T 5465.2-2023 中规定的图形符号。

13.2.2 警告标志应设置在机壳或机盖上，且清晰可见。

13.3 功能识别

控制器件、报警指示器和显示器（其实是涉及到安全功能的器件），应在器件上或在其附近清晰耐久地标出与其功能有关的标记。应优先选用 GB/T 5465.2-2023 中规定的标准符号。

13.4 电控柜的标记

13.4.1 电控柜（如电气控制设备组合）应有清晰耐久地标记，在电控柜被安装后使人们清晰可见。铭牌应固定在邻近各个引入电源的外壳上，并给出下列信息：

- 供方的名称或商标；
- 必要时的认证标记；
- 额定电压、相数和频率（如果是交流），每个电源的满载电流。

13.4.2 铭牌标示的满载电流，不应小于额定负载下同时运行的所有电动机和其他设备的满载电流之和。

13.4.3 如果仅使用单一的电动机控制器，则这种信息可在机械的清晰可见的铭牌上提供。

13.5 参考代号

出厂所有电柜、装置、控制器件和元件应清晰标出与技术文件相一致的参考代号。

14 技术文件

随电气设备提供的资料应包括：

- 配套基本文件：电气原理图，接线端子图，电缆互联图，设备安装电气位置图。
- 用户和供方商定文件，可以包括：设备动作程序逻辑框图，顺序表图，程序和程序说明，元器件清单等。