

发电厂直流事故油泵控制保护装置技术要求

Specification for power plant DC emergency oil pump control and protection

(征求意见稿)

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

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
4 技术要求	2
4.1 环境条件	2
4.2 额定电气参数	3
4.3 装置功率消耗	3
4.4 二次回路过载能力	3
4.5 对连接导线、开关量输入和输出触点的要求	4
4.6 装置的基本要求	4
4.7 装置的技术性能	5
4.8 电磁兼容性能	6
4.9 直流电源变化对性能的影响	8
4.10 绝缘性能	8
4.11 耐湿热性能	9
4.12 连续通电	9
4.13 机械要求	9
4.14 安全要求	10
5 试验方法	10
5.1 试验基准条件	10
5.2 温度影响试验	11
5.3 温度贮存试验	11
5.4 功率消耗试验	11
5.5 过载能力试验	11
5.6 出口继电器试验	11
5.7 主要技术性能试验	11
5.8 电磁兼容性能试验	12
5.9 直流电源变化对性能的影响试验	13
5.10 绝缘试验	13
5.11 耐湿热试验	13
5.12 连续通电试验	13
5.13 机械要求试验	13
5.14 安全试验	14
6 检验规则	14

6.1 检验分类	14
6.2 出厂试验	14
6.3 型式试验	15
7 标志、包装、运输、贮存	16
7.1 标志	16
7.2 包装	16
7.3 运输	16
7.4 贮存	17
8 质量保证期限	17
附录 A（资料性）电枢串电阻起动.....	18
附录 B（资料性）电力电子起动.....	19
附录 C（资料性）带硬手操的电力电子起动.....	21

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。

本文件由中国电器工业协会提出。

本文件由全国量度继电器和保护设备标准化技术委员会(SAC/TC154)归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

发电厂直流事故油泵控制保护装置技术要求

1 范围

本文件规定了发电厂直流事故油泵控制保护装置（以下简称装置）的技术要求、试验方法、检验规则及对标志、包装、运输、贮存的要求。

本文件适用于发电厂中事故油泵直流电动机的控制保护装置，作为该类装置研制、设计、制造、试验、检验和应用的依据。

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 2887—2011 计算机场地通用规范
- GB/T 2900.1 电工术语 基本术语
- GB/T 2900.17 电工术语 量度继电器
- GB/T 2900.49 电工术语 电力系统保护
- GB/T 4208—2017 外壳防护等级（IP代码）
- GB/T 7261—2016 继电保护和安全自动装置基本试验方法
- GB/T 9361—2011 计算机场地安全要求
- GB/T 11287—2000 电气继电器 第21部分：量度继电器和保护装置的振动、冲击、碰撞和地震试验 第1篇 振动试验（正弦）
- GB/T 14537—1993 量度继电器和保护装置的冲击与碰撞试验
- GB/T 14598.2 量度继电器和保护装置 第1部分：通用要求
- GB/T 14598.26 量度继电器和保护装置 第26部分：电磁兼容要求
- GB/T 14598.27 量度继电器和保护装置 第27部分：产品安全要求
- GB/T 17626.9 电磁兼容 试验和测量技术 脉冲磁场抗扰度试验
- GB/T 17626.10 电磁兼容 试验和测量技术 阻尼振荡磁场抗扰度试验
- GB/T 22764.2 低压机柜 第2部分：尺寸系列
- GB/T 22764.5 低压机柜 第5部分：基本试验方法
- GB/T 32890 继电保护IEC 61850工程应用模型
- DL/T 478—2013 继电保护和安全自动装置通用技术条件
- DL/T 667—1999 远动设备及系统 第5部分 传输规约 第103篇 继电保护设备信息 接口配套标准
- DL/T 860（所有部分）变电站通信网络和系统
- DL/T 5044—2014 电力工程直流电源系统设计技术规程
- JB/T 6319—2010 电阻器基本技术要求

3 术语和定义

GB/T 2900.1、GB/T 2900.17、GB/T 2900.49界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

直流事故油泵控制保护 DC emergency oil pump control protection

指对拖动事故油泵的直流电动机进行起动和运行控制，并能进行综合保护，起到保障发电机组润滑和密封的作用。

3.2

电枢串电阻起动 armature resistance starting

采用在电枢供电回路中串联电阻器的方法调节电枢电压，用以限制起动电流，而在起动完成后将电阻旁路的起动方式。

注：电枢串电阻起动参见附录A。

3.3

电力电子起动 power electronics starting

采用电力电子装置调节电枢电压，用以限制起动电流，达到满足起动转矩和调速特性要求的起动方式。

注：电力电子起动参见附录B。

3.4

带硬手操的电力电子起动 power electronics starting with preemption operation

兼具电力电子起动和电枢串电阻起动的双重起动方式，当电力电子起动故障时，可用最高优先权按钮或集散控制系统直接操作电枢串电阻起动的方式。

注：带硬手操的电力电子起动参见附录C。

4 技术要求

4.1 环境条件

4.1.1 正常工作大气条件

正常工作大气条件如下：

- a) 环境温度： $-25\text{ }^{\circ}\text{C}\sim+55\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；
- b) 相对湿度： 5%~95%（装置内部既无凝露，也不应结冰）；
- c) 大气压力： 80 kPa~106 kPa。

4.1.2 运输中的极限环境温度

装置在运输中允许的环境温度为 $-40\text{ }^{\circ}\text{C}\sim+70\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度不大于85%。

4.1.3 贮存中的极限环境温度

装置在贮存中允许的环境温度为 $-25\text{ }^{\circ}\text{C}\sim+55\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度不大于85%。

4.1.4 周围环境

装置使用地点周围环境符合下列要求：

- a) 应遮阳、挡雨雪，防御雷击、沙尘，通风；
- b) 安装场地符合 GB/T 9361—2011 中 B 类安全要求的规定；
- c) 使用地点不出现超过 GB/T 11287—2000 中规定的严酷等级为 1 级的振动，运输、贮存过程不出现超过 GB/T 14537—1993 规定的严酷等级为 1 级的冲击和碰撞；
- d) 无爆炸危险的物质，周围介质中不应含有能腐蚀金属、破坏绝缘和表面镀覆及涂敷层的介质及导电介质，不允许有明显的水汽，不允许有严重的霉菌存在；
- e) 安装场所应提供良好的电气接地条件。

4.1.5 特殊环境条件

当超出 4.1.1~4.1.4 规定的环境条件时，由用户与制造厂商定。

4.2 额定电气参数

4.2.1 直流电源

直流电源要求如下：

- a) 额定电压：220 V；
- b) 允许偏差：-20%~+15%；
- c) 纹波系数：不大于 5%。

4.2.2 开关量输入

开关量输入要求如下：

- a) 接口电平：DC220V、DC110V、DC24V；
- b) 起动电压：55% U_n ~70% U_n ；
- c) 返回电压：50% U_n 。

4.3 装置功率消耗

功率消耗要求如下：

- a) 当待机状态时，不大于 50 W；
- b) 当装置起动时，不大于 100 W；
- c) 当旁路运行时，不大于 80 W。

4.4 二次回路过载能力

4.4.1 直流电流回路

直流电流回路要求如下：

- a) 1.2 倍额定电流，连续工作；
- b) 5 倍额定电流，允许 5 s。

4.4.2 直流电压回路

直流电压回路要求如下：

- a) 1.2 倍额定电压，连续工作；
- b) 1.4 倍额定电压，允许 10 s。

4.4.3 过载能力评价

装置经受过电流或过电压后，应无绝缘损坏、液化、碳化或烧焦等现象，并符合4.6、4.7、4.10和4.11的规定。

4.5 对连接导线、开关量输入和输出触点的要求

装置与外回路连接导线、开关量输入和输出触点应符合 DL/T 478—2013 中 4.4、4.5 的规定。

4.6 装置的基本要求

4.6.1 一般要求

4.6.1.1 装置应具有独立性、完整性、成套性，应能保证直流事故油泵可靠运行。

4.6.1.2 装置应具有直流事故油泵电机的自动起动和运行控制功能，并在起动电流容许的范围内，缩短起动时间，满足发电机组润滑油或密封油的油压要求。

4.6.1.3 装置应具有独立的保护开关，只有在装置故障且直流电动机发生立即性烧毁危险时，才允许跳开回路。

4.6.1.4 装置直流断路器或熔断器上下级配合级差应合理，防止开关容量不足或越级跳闸。

4.6.1.5 装置应具有电源监视能力。

4.6.1.6 装置应具有远方和就地选择开关，支持远方和就地起停操作。远方操作应能满足 DCS 起停要求、热工操作台按钮起停要求，装置应具有就地操作所需的起动和停止按钮。

4.6.1.7 装置应具有能反应被控制电机起动和运行电流的 4 mA~20 mA 信号，应能满足 DCS 接入要求。

4.6.1.8 装置应具有能反应被控制电机各种故障及异常状态的保护功能。

4.6.1.9 装置应具有在线自动检测功能，包括装置硬件损坏、功能失效和二次回路异常的自动检测。

4.6.1.10 装置应具有自复位电路。

4.6.1.11 装置应设有当地信息输入、输出功能，通过面板或辅助设备进行装置运行参数设定和输出保护动作信息。装置在失去电源时，不能丢失数据。

4.6.1.12 装置应具有通讯接口，能够传输保护动作顺序和时间、故障类型和故障特征量、故障前后各输入模拟量的采集数据等信息。

4.6.1.13 装置宜具有电枢串电阻起动方式、电力电子起动方式或带硬手操的电力电子起动方式。

4.6.2 独立起动

4.6.2.1 装置应具有独立起动功能，可接入母管压力低联锁起动信号，当管道压力低于下限定值时，无论装置在远方或就地方式，都应立即联锁起动事故油泵。

4.6.2.2 宜采用保护双联压板等器件将独立起动回路断开和接通。在机组停机检修时，通过辅助压板将装置停机。

4.6.3 限流起动

装置应具有限流起动功能，当直流电动机2 s起动完成时，起动电流应不超过额定电流的2.5倍。当有特殊要求时，起动参数可根据实际情况确定，但起动电流最大应不超过额定电流的5倍。

4.6.4 电动机保护

装置应具备电动机保护功能，具备过负荷保护、堵转保护、励磁回路断线保护等功能。定期试验时投入，运行时退出。

4.6.5 事件记录

装置宜能以时间顺序记录运行的操作信息，如远方/就地状态、DCS起动/停止命令、就地按钮起动/停止命令、热工操作台按钮起动命令、母管压力联锁信号状态等。在装置直流电源消失时，不应丢失已记录的信息。

4.6.6 故障记录

装置宜有故障记录功能，记录保护的動作过程，为分析保护動作行为提供详细、全面的数据信息。装置故障记录的要求包括：

- a) 应记录故障过程中的输入模拟量和开关量、输出开关量、动作元件、故障动作时间；
- b) 在被保护电动机发生故障时，应可靠记录故障信息；
- c) 在装置直流电源消失时，不应丢失已记录的信息；
- d) 装置应能保留 8 次及以上最新动作报告；
- e) 装置的故障记录应能通过显示面板或辅助设备查询，包括时间、动作事件报告、故障特征量数据等。

4.6.7 通信接口与通信协议

通信接口与通信协议要求如下：

- a) 装置宜具备与厂站自动化系统连接的通信接口，通信接口数量宜不少于 2 个；无特殊要求及无特殊情况时通信协议应采用 DL/T 667 或 DL/T 860 规定的通信协议；
- b) 采用 DL/T 860 规定的通信协议时，装置工程应用模型应符合 GB/T 32890 要求，应支持软件版本、定值区号及定值、日志及报告等信息的上送功能。

4.6.8 时钟和时钟同步

4.6.8.1 装置宜设硬件时钟电路，装置失去直流电源时，硬件时钟应能正常工作。

4.6.8.2 装置宜配置与外部授时源的校对接口，满足 GPS、北斗校对要求。

4.7 装置的技术性能

4.7.1 一般要求

4.7.1.1 装置的保护配置可根据直流电动机的实际情况确定，但所选择的单个保护应能满足以下性能要求，或由企业产品标准规定。

4.7.1.2 在保护功能中，除非特别说明，误差均以相对误差表示。

4.7.2 测量范围

测量范围要求如下：

- a) 直流电压：1.0 V~250 V；
- b) 直流电流：0.05 I_n ~10.0 I_n 。

4.7.3 准确度

4.7.3.1 直流模拟量

直流模拟量要求如下：

- a) 模拟量输入总误差不大于 0.5%；
- b) 模拟量输出总误差不大于 0.5%。

4.7.3.2 整定值误差要求如下：

- a) 电流不超过 $\pm 2.5\%$ 或 $0.01I_n$ ，取其中较大者；
- b) 电压不超过 $\pm 2.5\%$ 或 $0.01U_n$ ，取其中较大者。

4.7.3.3 温度变差要求：

在正常工作环境温度范围内，相对于 $20\text{ }^\circ\text{C} \pm 2\text{ }^\circ\text{C}$ 时，不超过 $\pm 2.5\%$ 。

4.7.4 时间整定误差

时间整定误差要求如下：

- a) 固有动作时间应不大于 40 ms 。对于过量动作功能施加 1.5 倍动作整定值，对于欠量动作功能施加 0.7 倍动作整定值进行测试；
- b) 对于定时限，误差应不超过 40 ms 或 1% 。对于过量动作功能施加 1.5 倍动作整定值，对于欠量动作功能施加 0.7 倍动作整定值进行测试。

4.7.5 返回系数

过量动作保护功能的返回系数应不小于 0.9 ，欠量动作保护功能的返回系数应不大于 1.1 。

4.7.6 状态量

状态量的要求如下：

- a) 对应机械触点“闭合”或“断开”表示的状态量，仅参考无源空触点接入方式；
- b) 事件顺序记录（SOE）分辨率：不大于 1 ms 。

4.7.7 过负荷保护

过负荷保护要求如下：

- a) 对于定时限过负荷保护，电流整定范围为 $0.5I_n \sim 1.8I_n$ ，时间整定范围为 $10\text{ s} \sim 600\text{ s}$ ；
- b) 宜分别设置告警段与跳闸段；
- c) 若为反时限，特性由企业产品标准规定。

4.7.8 堵转保护

堵转保护要求如下：

- a) 宜引入转速开关触点；
- b) 整定范围为 $1.0I_n \sim 5.0I_n$ ；
- c) 时间整定范围为 $1\text{ s} \sim 60\text{ s}$ 。

4.7.9 励磁回路断线保护

励磁回路断线保护要求如下：

- a) 具有检测励磁回路断线的功能；
- b) 具有电流传感器故障闭锁功能。

4.8 电磁兼容性能

4.8.1 辐射发射限值

装置的辐射发射检测值应低于 DL/T 478—2013中表13规定的水平。

4.8.2 传导发射限值

装置的传导发射检测值应低于 DL/T 478—2013中表14规定的水平。

4.8.3 射频电磁场辐射抗扰度

装置应能承受 GB/T 14598.26 规定的严酷等级的射频电磁场辐射抗扰度试验，调制前试验场强为 10 V/m。试验过程中及试验结束后，4.6、4.7 规定的功能应能满足 DL/T 478—2013表 21 中验收准则A。

4.8.4 静电放电抗扰度

装置应能承受 GB/T 14598.26 规定的严酷等级的静电放电抗扰度试验，接触放电电压为2 kV、4 kV、6 kV（逐级施加），空气放电电压为2 kV、4 kV、8 kV（逐级施加）。试验过程中及试验结束后，4.6、4.7 规定的功能应能满足DL/T 478—2013表21中验收准则B。

4.8.5 工频磁场抗扰度

装置应能承受 GB/T 14598.26 规定的严酷等级的工频磁场抗扰度试验，连续磁场强度为30A/m，短时磁场强度为300 A/m。试验过程中及试验结束后，4.6、4.7 规定的功能连续磁场时应能满足DL/T 478—2013表21中验收准则A、短时磁场时应满足验收准则B。

4.8.6 射频电磁场感应的传导骚扰抗扰度

装置应能承受 GB/T 14598.26 规定的严酷等级的射频电磁场感应的传导骚扰抗扰度试验，调制前试验电平为 10 V。试验过程中及试验结束后，4.6、4.7 规定的功能应能满足 DL/T 478—2013表21中验收准则A。

4.8.7 电快速瞬变脉冲群抗扰度

装置应能承受 GB/T 14598.26 规定的 A类严酷等级的电快速瞬变脉冲群抗扰度试验，脉冲电压为4kV（通信端口脉冲电压为 2 kV）。试验过程中及试验结束后，4.6、4.7 规定的功能应能满足DL/T 478—2013表21中验收准则B。

4.8.8 慢速阻尼振荡波抗扰度

装置应能承受GB/T 14598.26 规定的严酷等级的阻尼振荡波抗扰度试验，共模试验电压为 2.5 kV，差模试验电压为 1 kV（通信端口屏蔽线的屏蔽层对地试验电压为 1 kV）。试验过程中及试验结束后，4.6、4.7 规定的功能应能满足DL/T 478—2013表21中验收准则B。

4.8.9 浪涌抗扰度

装置应能承受GB/T 14598.26 规定的A类严酷等级的浪涌抗扰度试验，线对线试验电压为 0.5 kV、1 kV、2 kV（逐级施加）、线对地试验电压为0.5 kV、1 kV、2 kV、4 kV（逐级施加） [通信端口屏蔽线的屏蔽层对地试验电压为0.5 kV、1 kV、2 kV、4 kV（逐级施加）]。试验过程中及试验结束后，4.6、4.7 规定的功能应能满足 DL/T 478—2013表21中验收准则B。

4.8.10 工频抗扰度

装置应能承受 GB/T 14598.26 规定的严酷等级为 A 级的工频抗扰度试验，共模试验电压为 300 V、差模试验电压为 150 V。试验过程中及试验结束后，直流开关量输入状态不应出现误变位。

4.8.11 脉冲磁场抗扰度

装置应能承受 GB/T 17626.9 规定的严酷等级为 4 级的脉冲磁场抗扰度试验，试验场强为 300 A/m。试验过程中及试验结束后，4.6、4.7 规定的功能应能满足 DL/T 478—2013 表 21 中验收准则 B。

4.8.12 阻尼振荡磁场抗扰度

装置应能承受 GB/T 17626.10 规定的严酷等级为 4 级的阻尼振荡磁场抗扰度试验，试验场强为 30 A/m。试验过程中及试验结束后，4.6、4.7 规定的功能应能满足 DL/T 478—2013 表 21 中验收准则 B。

4.8.13 直流电压暂降抗扰度

装置应能承受 GB/T 14598.26 规定的严酷等级的电压暂降抗扰度试验，暂降至 0% U_t (U_t 为标称值，下同) 持续 50 ms、暂降至 40% U_t 持续 200 ms、暂降至 70% U_t 持续 500 ms。试验过程中及试验结束后，4.6、4.7 规定的功能暂降至 0% U_t 时，应能满足 DL/T 478—2013 表 21 中验收准则 A；暂降至 40% U_t 和 70% U_t 时，应能满足验收准则 C。

4.8.14 直流电压中断抗扰度

装置应能承受 GB/T 14598.26 规定的严酷等级的电压中断抗扰度试验，中断时间持续 5 s。试验过程中及试验结束后，4.6、4.7 规定的功能应能满足 DL/T 478—2013 表 21 中验收准则 C。

4.8.15 直流电源缓降/缓升

装置应能承受 GB/T 14598.26 规定的严酷等级的直流电源缓降/缓升试验，缓降历时 60 s，电源关断 5 min，缓升历时 60 s。试验过程中及试验结束后，4.6、4.7 规定的功能应能满足 DL/T 478—2013 表 21 中验收准则 C。

4.8.16 直流电源中的交流分量（纹波）试验

装置应能承受 GB/T 14598.26 规定的严酷等级的直流电源中的交流分量（纹波）试验，幅值为 15% 额定电源电压，频率为 100 Hz。试验过程中及试验结束后，4.6、4.7 规定的功能应能满足 DL/T 478—2013 表 21 中验收准则 A。

4.9 直流电源变化对性能的影响

4.9.1 直流电压波动试验

在基准试验大气条件下，直流电压在 80% U_t ~ 115% U_t 范围波动时，装置应可靠工作，性能及参数应符合 4.6 和 4.7 的规定。

4.9.2 直流电源极性反接试验

装置应能承受直流电源极性反接持续 1 min 的试验，试验过程中及试验结束后，性能及参数应符合 4.6 和 4.7 的规定，满足 DL/T 478—2013 表 21 中验收准则 C。

4.10 绝缘性能

4.10.1 绝缘电阻

装置各独立电路与外露的可导电部分之间，以及与各独立电路之间，用 500 V 直流兆欧表测量其绝缘电阻值，应不小于 20 M Ω （试验回路见表 1）。

4.10.2 介质强度

介质强度要求如下：

- a) 装置应能承受频率为 50 Hz，历时 1 min 的工频耐压试验而无击穿闪络及元件损坏现象；
- b) 工频交流试验电压值按表 1 规定进行选择，也可以采用直流试验电压，其值应为规定的工频交流试验电压值的 1.4 倍；
- c) 试验过程中，任一被试电路施加电压时，其余电路等电位互联接地。

表1 各回路试验电压要求

序号	被试回路	额定绝缘电压或额定工作电压 V	试验电压 V
1	整机引出端子和背板线——地（外壳）	>63~250	2 000
2	直流输入电路 ^a ——地（外壳）	>63~250	2 000
3	交流输入电路 ^a ——地（外壳）	>63~250	2 000
4	信号输出触点 ^a ——地（外壳）	>63~250	2 000
5	无电气联系的各回路 ^a 之间	>63~250	2 000
6	整机外引带电部分 ^a ——地（外壳）	≤63	500
7	通信接口电路 ^{a,b} ——地（外壳）	≤63	500
^a 指引至装置端子的回路和接线； ^b 特殊情况依据厂家规定。			

4.10.3 冲击电压

装置的直流输入回路、输入输出触点等各电路对地，以及电气上无联系的各独立电路之间，应能承受 1.2/50 μs 的标准雷电波的短时冲击电压试验。当额定绝缘电压大于 63 V 时，开路试验电压为 5 kV；当额定绝缘电压不大于 63 V 时，开路试验电压为 1 kV。试验后，装置应无绝缘损坏，性能应符合 4.6、4.7 的规定。

4.11 耐湿热性能

根据试验条件和使用环境，在以下两种方法中选择其中一种。

- a) 恒定湿热试验：
装置应能承受 GB/T 14598.2 规定的恒定湿热试验。
- b) 交变湿热试验：
装置应能承受 GB/T 14598.2 规定的交变湿热试验。

4.12 连续通电

装置完成调试后，出厂前应进行不少于常温 100 h 或 40 ℃、72 h 的连续通电试验。试验期间，装置工作应稳定可靠，动作行为、信号指示应正确，无元器件损坏、软件运行异常或其他异常情况出现。性能指标应符合 4.6、4.7 的规定。

4.13 机械要求

4.13.1 机械性能要求

装置的机械性能要求应符合表 2 的规定。

表2 机械性能要求

序号	项 目		要 求
1	振动	振动响应	装置应能承受 GB/T 11287—2000 中 3.2.1 规定的严酷等级为 1 级的振动响应试验，试验期间及试验后，装置性能应符合该标准中 5.1 的规定。
		振动耐久	装置应能承受 GB/T 11287—2000 中 3.2.2 规定的严酷等级为 1 级的振动耐久试验，试验期间及试验后，装置性能应符合该标准中 5.2 的规定。
2	冲击	冲击响应	装置应能承受 GB/T 14537—1993 中 4.2.1 规定的严酷等级为 1 级的冲击响应试验，试验期间及试验后，装置性能应符合该标准中 5.1 的规定。
		冲击耐久	装置应能承受 GB/T 14537—1993 中 4.2.2 规定的严酷等级为 1 级的冲击耐久试验，试验期间及试验后，装置性能应符合该标准中 5.2 的规定。
3	碰撞		装置应能承受 GB/T 14537—1993 中 4.3 规定的严酷等级为 1 级的碰撞试验，试验期间及试验后，装置性能应符合该标准中 5.2 的规定。

4.13.2 结构、外观及外壳要求

4.13.2.1 装置的尺寸应符合 GB/T 22764.2 的规定。

4.13.2.2 装置的表面涂敷的颜色应均匀一致，无明显的色差和眩光，表面应无砂粒、趋皱、流痕等缺陷。

4.13.2.3 装置的功能压板和出口压板应用不同颜色区分。

4.13.2.4 装置的外壳设计应满足装置在发电厂内基本环境条件下使用、维护、修理要求。

4.13.2.5 装置的外壳防护等级不小于 IP43。

4.13.3 接地

4.13.3.1 装置应设置接地点，以满足装置安全性能、电磁兼容性能等要求。

4.13.3.2 装置应装有接地铜排，接地铜排截面积不小于 100 mm²。

4.13.3.3 为防止电击伤害，装置的金属外壳应实现导电性互连，并可靠接地。装置的外露可导电部分与保护接地端子或接地铜排之间的电阻不应超过 0.1 Ω。

4.14 安全要求

4.14.1 装置应有安全标志，所采用的安全标志应符合 GB/T 14598.27 的规定。

4.14.2 与危险带电部分接触的防护应符合 GB/T 14598.27 的要求。

4.14.3 装置内端子绝缘体材料应满足 V0 阻燃等级。

4.14.4 为限制和阻断火势蔓延所采用的防火外壳和火焰遮拦应符合 GB/T 14598.27 的要求。

4.14.5 金属结构件应有防锈蚀措施。所有紧固件应拧紧，不松动。

5 试验方法

5.1 试验基准条件

5.1.1 除另有规定外，装置的试验应在表 3 规定的条件下进行。

表3 试验基准条件

序号	环境参数	要求
1	工作温度	20℃±5℃
2	相对湿度	45%~75%
3	大气条件	86 kPa~106 kPa
4	辅助电源电压	偏差为额定电源电压±1%
5	外部连续磁场	感应强度≤0.5 mT
6	直流辅助激励量中交流分量	额定直流的0~12%的脉冲峰值因数

5.1.2 除另有规定外，周围环境应符合表3和4.1.4的要求。

5.1.3 被试验装置和测试仪表应良好接地。

5.1.4 试验用仪器、仪表应符合GB/T 7261—2016中4.3的要求。

5.2 温度影响试验

根据4.1.1 a)的要求，按GB/T 7261—2016第10章规定进行低温试验和高温试验。在试验期间和试验后，装置应可靠工作，远方和就地起停、独立起动、限流、起动时间等各功能应正常。

5.3 温度贮存试验

根据4.1.3的要求，装置不包装，不施加激励量，按GB/T 7261—2016第10章规定分别进行低温贮存和高温贮存试验，在室温下恢复2 h后，装置应可靠工作，远方和就地起停、独立起动、限流、起动时间等各功能应正常。

5.4 功率消耗试验

根据4.3的要求，按GB/T 7261—2016第8章的规定和方法，对装置进行功率消耗试验。

5.5 过载能力试验

根据4.4的要求，按GB/T 7261—2016第15章的规定和方法，对装置进行过载能力试验。

5.6 出口继电器试验

按DL/T 478—2013中7.10的规定进行试验。

5.7 主要技术性能试验

5.7.1 基本性能试验

基本功能和性能试验按表4进行：

表4 功能和性能试验项目

序号	项目	试验方法
1	远方起停试验	将远方/就地切换开关置于远方位置，在端子排的远方DCS起动和停止接口，模拟DCS起动命令和DCS停止命令，检查装置起停功能正常。此时操作面板上的起动和停止按钮应无效。
2	就地起停试验	将远方/就地切换开关置于就地位置，在操作面板上操作起动按钮和停止按钮。

序号	项 目	试 验 方 法
		钮，检查装置起停功能应正常。此时端子排的远方 DCS 起动和停止命令接口应无效。
3	独立起动试验	在端子排的母管压力低接点位置，输入模拟母管压力低信号，此时切换开关无论在远方还是就地位置，检查装置起动正常。
4	限流起动试验	测量装置在电机满载情况下的起动过程中电流值变化范围，检查限流起动功能正常。
5	起动时间试验	测量开机命令发出到电动机达到额定转速的时间，检查计时结果应在规定范围。
6	4~20 mA 信号输出试验	在电流传感器的源端模拟输入运行电流，检测 4~20 mA 输出无误。
7	开出量告警触点输出试验	模拟装置故障、电动机供电异常、控制电源异常、切换开关在远方位置、切换开关在就地位置、电动机运行、电动机停止、电动机保护，检查装置相应告警输出触点动作正确。
8	电动机保护性能试验	模拟电动机过负荷保护、堵转保护、励磁回路断线故障，检查装置保护功能动作正确。
9	装置掉电试验	检查装置事件记录和故障记录，掉电后信息不丢失。

5.7.2 其他性能试验

其他性能试验项目如下：

- a) 装置对时、守时功能；
- b) 硬件系统自检；
- c) 通信及信息显示、输出功能。

5.8 电磁兼容性能试验

按表5的规定和方法，进行电磁兼容性能试验。

表5 电磁兼容性能试验方法

序号	项 目	试 验 方 法
1	电磁发射试验	根据 4.8.1 和 4.8.2 的要求，按 GB/T 14598.26 中的规定和方法，对装置进行传导辐射发射限值和发射限值试验。
2	辐射电磁场抗扰度试验	根据 4.8.3 的要求，按 GB/T 14598.26 中的规定和方法，对装置进行辐射电磁场抗扰度试验。
3	静电放电抗扰度试验	根据 4.8.4 的要求，按 GB/T 14598.26 中的规定和方法，对装置进行静电放电抗扰度试验。
4	工频磁场抗扰度试验	根据 4.8.5 的要求，按 GB/T 14598.26 中的规定和方法，对装置进行工频磁场抗扰度试验。
5	射频场感应的传导骚扰抗扰度试验	根据 4.8.6 的要求，按 GB/T 14598.26 中的规定和方法，对装置进行射频场感应的传导骚扰抗扰度试验。
6	电快速瞬变/脉冲群抗扰度试验	根据 4.8.7 的要求，按 GB/T 14598.26 中的规定和方法，对装置进行电快速瞬变/脉冲群抗扰度试验。

序号	项 目	试 验 方 法
7	慢速阻尼振荡波抗扰度试验	根据 4.8.8 的要求,按 GB/T 14598.26 中的规定和方法,对装置进行慢速阻尼振荡波抗扰度试验。
8	浪涌(冲击)抗扰度试验	根据 4.8.9 的要求,按 GB/T 14598.26 中的规定和方法,对装置进行浪涌(冲击)抗扰度试验。
9	工频抗扰度试验	根据 4.8.10 的要求,按 GB/T 14598.26 中的规定和方法,对装置进行工频抗扰度试验。
10	脉冲磁场抗扰度试验	根据 4.8.11 的要求,按 GB/T 17626.9 的规定和方法,对装置进行脉冲磁场抗扰度试验。
11	阻尼振荡磁场抗扰度试验	根据 4.8.12 的要求,按 GB/T 17626.10 的规定和方法,对装置进行阻尼振荡磁场抗扰度试验。
12	直流电压暂降抗扰度试验	根据 4.8.13 的要求,按 GB/T 14598.26 中的规定和方法,对装置进行直流电压暂降抗扰度试验。
13	直流电压中断抗扰度试验	根据 4.8.14 的要求,按 GB/T 14598.26 中的规定和方法,对装置进行直流电压中断抗扰度试验。
14	直流电源缓降/缓升试验	根据 4.8.15 的要求,按 GB/T 14598.26 中的规定和方法,对装置进行直流电源缓降/缓升试验。
15	直流电源中的交流分量(纹波)试验	根据 4.8.16 的要求,按 GB/T 14598.26 中的规定和方法,对装置进行直流电源中的交流分量(纹波)试验。

5.9 直流电源变化对性能的影响试验

5.9.1 直流电压波动试验

根据4.9.1的要求,直流辅助电源80% U_N ~115% U_N 施加,对装置进行试验。

5.9.2 直流电源极性反接试验

根据4.9.2的要求,直流辅助电源反极性施加,对装置进行试验。

5.10 绝缘试验

根据4.10的要求,按GB/T 7261—2016第13章的规定和方法,分别进行绝缘电阻测量、介质强度及冲击电压试验。

5.11 耐湿热试验

5.11.1 恒定湿热试验

根据4.11的要求,按GB/T 7261—2016第10章的规定和方法,对装置进行恒定湿热试验。

5.11.2 交变湿热试验

根据4.11的要求,按GB/T 7261—2016第10章的规定和方法,对装置进行交变湿热试验。

5.12 连续通电试验

根据4.12的要求,按DL/T 478—2013的规定和方法,对装置进行连续通电试验。

5.13 机械要求试验

5.13.1 机械性能试验

机械性能试验方法见表6。

表6 机械性能试验方法

序号	项目	要 求
1	振动	按 GB/T 11287—2000 的规定和方法，对装置进行振动响应和振动耐久试验。
2	冲击	按 GB/T 14537—1993 的规定和方法，对装置进行冲击响应和冲击耐久试验。
3	碰撞	按 GB/T 14537—1993 的规定和方法，对装置进行碰撞试验。

5.13.2 结构及外观检查

按GB/T 22764.5的要求进行结构及外观检查。

5.13.3 外壳防护试验

按GB/T 4208—2017第13章和第14章的要求进行外壳防护试验检查并评定。

5.14 安全试验

根据4.14的要求，按GB/T 7261—2016第17章规定的方法进行检查和试验。

6 检验规则

6.1 检验分类

装置的检验分为出厂试验和型式试验两种。

6.2 出厂试验

每台装置出厂前均应进行出厂试验，确认合格后方可出厂。检验出厂的产品应具有证明装置合格的产品合格证明书。

出厂试验项目见表7。

表7 试验项目

序号	试验项目名称	出厂试验	型式试验	技术要求	试验方法
1	温度影响	—	√	4.1.1	5.2
2	温度贮存	—	√	4.1.5	5.3
3	功率消耗	—	√	4.3	5.4
4	过载能力	—	√	4.4	5.5
5	出口继电器	√ ^a	√	4.5	5.6
6	主要功能、技术性能	√	√	4.6、4.7	5.7
7	电磁兼容性能	—	√ ^d	4.8	5.8

序号	试验项目名称	出厂试验	型式试验	技术要求	试验方法
8	直流电源变化对性能的影响	√	√	4.9	5.9
9	绝缘性能	√ ^b	√	4.10	5.10
10	耐湿热性能	—	√	4.11	5.11
11	连续通电	√	—	4.12	5.12
12	机械性能	—	√ ^d	4.13.1	5.13.1
13	结构与外观	√	√	4.13.2	5.13.2
14	外壳防护	—	√	4.13.2	5.13.3
15	安全	√ ^c	√	4.14	5.14
注：“√”为必做实验项目；“—”为可选实验项目。					
^a 只做触点通断检查。 ^b 只进行绝缘电阻测量及介质强度试验，不进行冲击电压试验。 ^c 出厂试验仅测量保护接地连续性和安全标志检查。 新产品定型前进行试验。					

6.3 型式试验

6.3.1 型式试验用于试验新装置的硬件及软件是否符合产品规范和标准。

6.3.2 凡遇下列情况之一时，应进行型式试验：

- a) 新产品定型前；
- b) 产品正式投产后如遇设计、元器件、工艺材料或软件有较大改变，经评估影响装置性能或安全性时；
- c) 当装置软件有较大改动时，应进行相关的功能试验或模拟试验。

6.3.3 对系列产品中一个产品进行型式试验时，试验项目宜充分考虑能够覆盖整个产品系列，必要时应进行风险评估，以确定对整个产品系列有效的型式试验项目，以及系列产品中其余产品还需进行的型式试验项目。

6.3.4 如果装置已通过型式检验且设计、元器件、工艺材料或软件无变更，不宜重复型式试验。一旦前述内容出现改变，应进行风险评估，以确定仍然有效的型式试验项目，以及需要重新进行的型式试验项目。

6.3.5 新产品定型前，应进行规定的全部试验，试验项目见表 7。

6.3.6 合格评定及其原则：

- a) 被测试装置应为出厂合格的产品；
- b) 被测试装置未发现主要缺陷的，则判定为合格；
- c) 对于安全型式试验，只要有一个缺陷即为不合格。

注：装置的主要缺陷是指需经更换重要元器件或对软件进行重大修改后才能消除，或一般情况下不可能修复的缺陷（易损件除外），其余的缺陷作为一般缺陷。

注：依据GB/T 14598.27安全型式试验要求，包括电气间隙和爬电距离、绝缘电阻、介质强度、冲击电压、IP 防护、保护联结阻抗、可燃性及防火。

6.3.7 检验报告

所出具的检验报告，应满足DL/T 478—2013中7.17 要求。

7 标志、包装、运输、贮存

7.1 标志

7.1.1 标志或铭牌规定

每台装置应设置持久明晰的标志或铭牌，标志内容如下：

- a) 产品型号、名称；
- b) 制造商全称及商标；
- c) 额定值及主要参数；
- d) 对外端子及接口标识；
- e) 出厂日期及编号。

7.1.2 包装箱标记规定

包装箱上应以不易洗刷或脱落的涂料作如下标记：

- a) 发货厂名、产品型号、名称；
- b) 收货单位名称、地址、到站；
- c) 包装箱外形尺寸（长×宽×高）及毛重；
- d) 包装箱外面书写“防潮”、“向上”、“小心轻放”等字样；
- e) 包装箱外面应规定叠放层数。

7.1.3 包装箱标示规定

包装标志标识应符合GB/T 191的规定。

7.1.4 产品执行标准规定

产品执行的标准应予以明示。

7.1.5 安全设计标志规定

安全设计标志应按GB/T 14598.27的规定明示。

7.2 包装

7.2.1 产品包装前的检查

产品包装前应检查内容如下：

- a) 产品合格证书和装箱清单中各项内容应齐全；
- b) 产品外观无损伤；
- c) 产品表面无灰尘。

7.2.2 包装的一般要求

产品应有内包装和外包装，包装应有防尘、防雨、防水、防潮、防震等措施。包装完好的装置应满足4.1.2、4.1.3规定的贮存运输要求。

7.3 运输

产品应适于陆运、空运、水运(海运)，运输装卸按包装箱的标志进行操作。

7.4 贮存

长期不用的装置应保留原包装，在环境温度为 $-25\text{ }^{\circ}\text{C}\sim+55\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度不大于85% 的通风、干燥的室内贮存。贮存场所应无酸、碱、盐及腐蚀性、爆炸性气体和灰尘以及雨、雪的危害。

8 质量保证期限

除另有规定外，在用户完全遵守本文件及产品说明书所规定的运输、贮存条件下，装置自出厂之日起不超过两年，如发现装置和配套件非人为损坏，制造商应负责免费维修或更换。

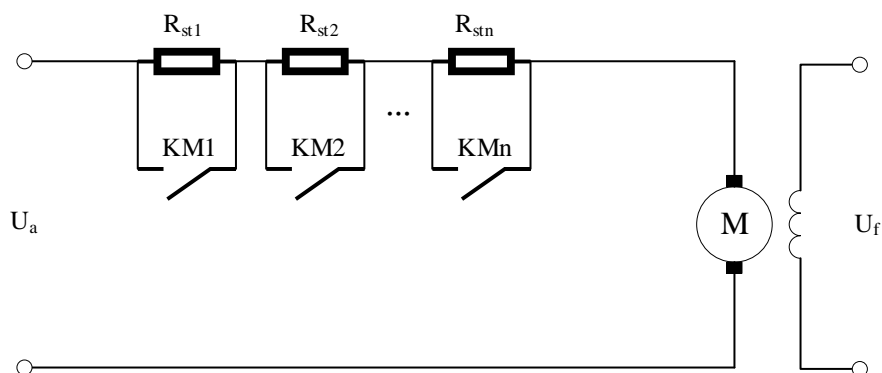
附录 A (资料性) 电枢串电阻起动

A.1 电枢串电阻起动

直流电动机的一种起动方式是串电阻起动，通过电阻降压来限制电动机的起动电流，当电动机电流或转速达到一定值时将电阻旁路。

工作过程：在电枢供电回路中串联起动电阻 R_{st1} 、 R_{st2} 、...、 R_{stn} ，起动时，首先给定励磁电压 U_f ，保持励磁电流为额定不变，然后给定电枢电压 U_a ，电动机开始起动，起动过程中电磁转矩等于切换转矩时，依次切除起动电阻 R_{st1} 、 R_{st2} 、...、 R_{stn} ，直到电枢电路的总电阻变为电枢电路自身的电阻，起动过程结束。

电枢串电阻起动方式一次主回路典型电路如图A.1所示：



图A.1 电枢串电阻起动方式一次主回路典型电路（以他励为例）

A.2 分级起动

直流电动机起动时，每一级电阻的切除需要一个接触器控制，起动级数宜采用1~3级。

A.3 电阻器

A.3.1 电阻器的额定电流应符合DL/T 5044—2014中6.12.2的要求。

A.3.2 电阻器的结构、性能和试验要求应符合JB/T 6319—2010的要求。

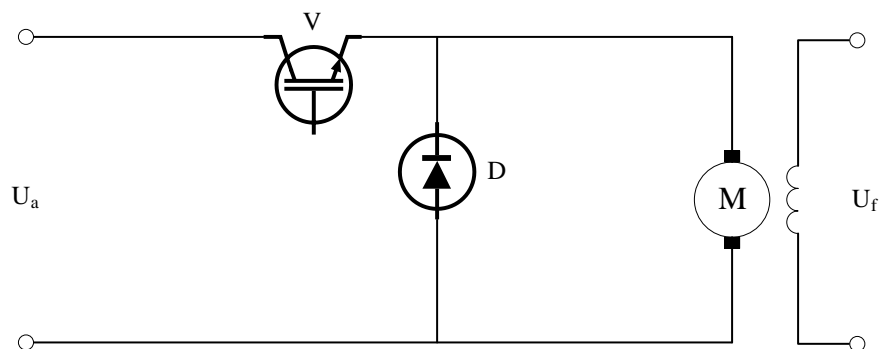
附录 B (资料性) 电力电子起动

B.1 电力电子起动

电力电子起动是一种采用大功率电力电子器件和降压斩波技术的直流电动机软起动控制方式,在电动机起动时可以限制起动电流,并能保持足够的起动转矩,不产生切换电流的突变,是一种无极调节方式。

工作过程:采用脉宽调制(PWM)技术,在一个PWM周期内,驱动V导通时,电源 U_a 向电枢供电,电机电枢两端电压为 U_a ,电枢电流按指数曲线上升;控制V关断时,二极管D续流,电机电枢两端电压近似为零,电枢电流呈指数曲线下降。改变PWM占空比,进而改变输出电压,直至电机达到额定转速,起动过程结束。

电力电子起动方式一次主回路典型电路如图B.1所示:



图B.1 电力电子起动方式一次主回路典型电路（以他励为例）

B.2 电力电子起动装置的基本要求

B.2.1 额定输入电压值为DC 110V, DC 220V。

B.2.2 输入电压允许偏差为额定电压的-20%~+15%。

B.2.3 额定输出电流值为50 A、80 A、100 A、160 A、200 A、250 A、315 A、400 A、500 A。

B.2.4 过载能力按表B.1数据。

表B.1 过载能力数据表

序号	过载倍数	最短持续时间
1	$1.6I_e$	不小于 5 min
2	$3I_e$	不小于 1 min
3	$5I_e$	不小于 5 s

注: I_e ——电力电子起动装置额定输出电流值。

- B. 2.5 输出电压范围（调压）：输出电压与输入电压之比（即调压比）不得低于10%~90%范围，并连续可调。
- B. 2.6 应具备短路保护功能。
- B. 2.7 应具备失控保护功能，工作中如果发生失控，失控保护应能在200 ms内可靠分断被控电机电源，故障排除后能重新启动工作。
- B. 2.8 平均无故障工作时间由产品技术条件规定，但应不少于3 000 h。
- B. 2.9 额定负载下运行时所产生的噪声，用声级计测量应不大于70 dB（A声级）。

附录 C

(资料性)

带硬手操的电力电子起动

C.1 带硬手操的电力电子起动

事故油泵是润滑油系统的最后一道保障，油泵、直流电动机和控制保护装置是系统可靠运行的基础。采用带硬手操的电力电子起动装置，正常使用时运行在电力电子起动模式，发生失控时，可在自动或手动控制下通过硬手操实现串电阻起动。

工作过程：首先给定励磁电压 U_f ，保持励磁电流为额定不变，此时S开关常闭点接通的是电力电子起动回路，其工作过程如附录B中B.1所描述，如果发生失控，电力电子起动装置会触发失控保护，自动分断电机电源，期间集散控制系统或热工操作台可直接进行硬手操操作，S开关常闭点打开，电力电子起动回路脱离电机和电源，常开点接通串电阻起动回路，工作过程如附录A中A.1所述。

带硬手操的电力电子起动方式一次主回路典型电路如图C.1所示：

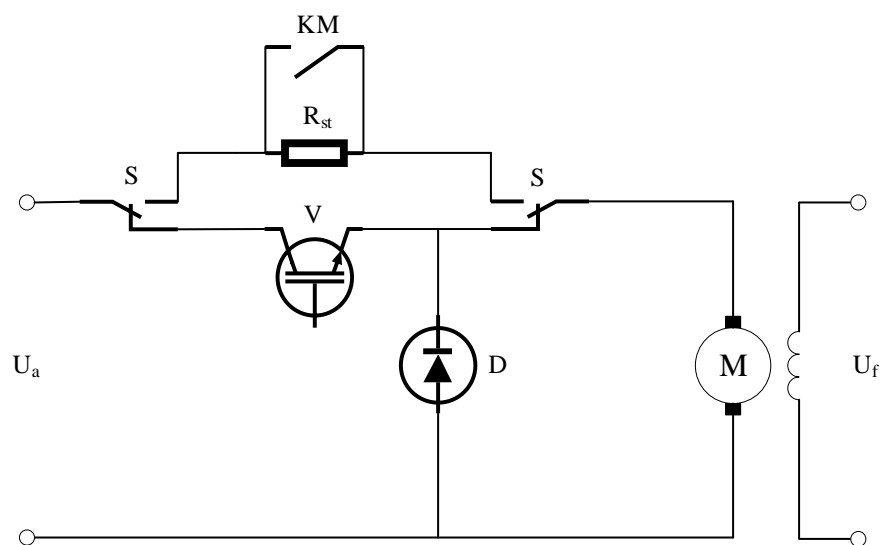


图 C.1 带硬手操的电力电子起动方式一次主回路典型电路（以他励为例）

C.2 带硬手操的电力电子起动基本要求

- C.2.1 电力电子起动方式部分应符合附录B中B.2的要求。
- C.2.2 电枢串电阻起动方式部分宜为一级电阻起动。
- C.2.3 硬手操切换时间应不大于200 ms。