

ICS 29.020

P 72

备案号: J2878-2021

SH

中华人民共和国石油化工行业标准

SH/T 3209—2020

石油化工企业供配电系统自动装置
设计规范

Design specification for automatic device of power supply and distribution
system in petrochemical industry



2020-08-31 发布

2021-01-01 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

目 次

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 基本规定	3
5 自动装置的配置	3
5.1 自动重合闸	3
5.2 电源自动切换装置	5
5.3 电源快速切换装置	6
5.4 1kV 及以下电动机集中式再启动装置	8
5.5 晃电抑制装置	8
5.6 励磁系统	10
5.7 自动准同期装置	11
5.8 专用故障录波装置	12
5.9 系统稳定控制装置	13
6 对相关回路及设备的要求	14
6.1 二次回路	14
6.2 电流互感器和电压互感器	14
6.3 自动装置与厂站自动化系统的配合及接口	15
6.4 电磁兼容	16
附录 A (资料性附录) 电压动态调整器 (DVR) 拓扑结构图	18
附录 B (资料性附录) 直流补偿装置 (直流 UPS) 拓扑结构图	19
参考文献	21
本规范用词说明	22
附: 条文说明	23

Contents

Foreword	III
1 Scope	1
2 Normative references	1
3 Terms and definitions	1
4 General Requirements	3
5 Configuration of automatic devices	3
5.1 Auto-reclose devices	3
5.2 Standby power automatic input devices	5
5.3 Power fast switching devices	6
5.4 1kV and below centralized motor restarting devices	8
5.5 Anti-voltage flicker devices	8
5.6 Excitation System	10
5.7 Automatic accurate synchronizers	11
5.8 Fault oscillography devices	12
5.9 System stability control devices	13
6 The related circuit and equipment requirements	14
6.1 The secondary circuit	14
6.2 Current transformer and potential transformer	14
6.3 Coordination and interface between Automatic devices and SCADA	15
6.4 Electromagnetic compatibility	16
Annex A (Informative) Topology diagram of Dynamic voltage regulator (DVR)	18
Annex B (Informative) Topology diagram of DC UPS	19
Bibliography	21
Explanation of wording in this specification	22
Add: Explanation of articles	23

前 言

根据中华人民共和国工业和信息化部《关于印发 2016 年第四批行业标准制修订计划的通知》(工信厅科〔2016〕214 号)的要求,标准编制组经广泛调查研究,认真总结实践经验,参考有关国际标准和国外先进标准,并在广泛征求意见的基础上,制定本规范。

本规范共分 6 章和 2 个附录。

本规范的主要技术内容是:基本规定、自动装置的配置、对相关回路及设备的要求。

本规范由中国石油化工集团公司负责管理,由中国石油化工集团公司电气技术中心站负责日常管理,由中国石化工程建设有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见和建议,请寄送日常管理单位和主编单位。

本规范日常管理单位:中国石油化工集团公司电气技术中心站

通讯地址:北京市朝阳区安慧北里安园 21 号

邮政编码:100101

电 话:010-84876605

传 真:010-84878825

本规范主编单位:中国石化工程建设有限公司

通信地址:北京市朝阳区安慧北里安园 21 号

邮政编码:100101

本规范参加单位:中石化广州工程有限公司

东华工程科技股份有限公司

万华化学集团股份有限公司

中石化宁波工程有限公司

本规范主要起草人员:王树国 魏田涛 涂让见 吕隆壮 王建国 齐 军 张嘉嘉

本规范主要审查人员:高常明 王财勇 葛春玉 袁学群 齐 青 叶 阳 姚益民 陈河江

李英伟 薛茂新 甘家福 李永刚 刘正意 冒海峰 范景昌 侯文斌

索仁华 徐文良 杭 明 陈立平 何 斌 商 波 李福荣 宋广旭

袁显洁 高苏华 王宗信 郑俊良 卢成生 马 英 武银福 王玉洁

唐秀丽

本规范 2020 年首次发布。

石油化工企业供配电系统自动装置设计规范

1 范围

本规范规定了石油化工企业供配电系统自动装置（以下简称自动装置）设计的基本要求。

本规范适用于石油化工企业以及以煤为原料制取燃料和化工产品的企业新建、扩建和改建工程自动装置的设计。

2 规范性引用文件

下列文件对于本规范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规范。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本规范。

GB/T 7409.1~7409.3 同步电机励磁系统

GB/T 14285 继电保护和安全自动装置技术规程

GB/T 14598.24 量度继电器和保护装置 第24部分：电力系统暂态数据交换（COMTRADE）通用格式

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 16847 保护用电流互感器暂态特性技术要求

GB/T 20840.2 互感器 第2部分：电流互感器的补充技术要求

GB/T 20840.7 互感器 第7部分：电子式电压互感器

GB/T 20840.8 互感器 第8部分：电子式电流互感器

GB/T 26399 电力系统安全稳定控制技术导则

GB/T 50062 电力装置的继电保护和自动装置设计规范

GB/T 50703 电力系统安全自动装置设计规范

DL/T 478 继电保护和安全自动装置通用技术条件

DL/T 553 电力系统动态记录装置通用技术条件

DL/T 723 电力系统安全稳定控制技术导则

DL 755 电力系统安全稳定导则

DL/T 860 变电站通信网络和系统

DL/T 866 电流互感器和电压互感器选择及计算规程

DL/T 1073 电厂厂用电源快速切换装置通用技术条件

DL/T 1348 自动准同期装置通用技术条件

DL/T 5147 电力系统安全自动装置设计技术规定

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本规范。

3.1

自动装置 **automatic devices**

在供配电系统发生故障或出现异常运行时,为确保连续供电与稳定运行,自动完成预定功能的装置。

3.2

自动重合闸 **auto-reclose**

架空线路或母线因故断开后,被断开的断路器经预定短时延而自动合闸,使断开的电力元件重新带电;如果故障未消除,则由保护装置动作将断路器再次断开的自动操作循环。

3.3

晃电 **voltage flicker**

因雷击、短路或其他原因造成的电网短时电压波动或短时断电的现象。供配电系统产生晃电的基本类型有:电压骤降、短时断电、电压闪变。

3.4

事故扰动 **disturbance**

供配电系统由于短路、断路或系统元件故障而造成的系统实质性的状态变化。

3.5

过程免疫力时间 **process immunity time**

工艺过程经受供配电电压发生瞬态电压波动、电压暂降、电压中断时,过程参数(如温度、压力、流量、液位、速度等)超过允许限制值的时间。

3.6

敏感负荷 **sensitive load**

发生电压瞬态波动、电压暂降、电压中断时可能对生产造成重大影响的用电设备。

3.7

电压耐受能力曲线 **voltage tolerance curve**

设备在供电电压发生瞬态波动、电压暂降、电压中断时,承受的电压均方根值与保持正常工作耐受时间的关系曲线。

3.8

瞬时电压暂降 **instantaneous voltage sag**

供电电压均方根值在 10%~90%之间且持续时间在 10ms~3s 的现象。

3.9

瞬时电压中断 **instantaneous voltage interruption**

供电电压均方根值低于 10%且持续时间在 10ms~3s 的现象。

3.10

变频器低电压穿越 **low voltage ride through of inverter**

系统故障或扰动引起变频器进线电源瞬时暂降或中断时,在规定的时间内,变频器应保证供电对象的安全运行。

3.11

安全稳定控制装置 **security and stability control devices**

为保证供配电系统在遇到 DL 755 规定的第二级安全稳定标准的大扰动时的稳定性而在电站或变电站内装设的自动控制设备,实现切机、切负荷、快速减出力等功能,是确保供配电系统安全稳定的第二道防线的重要设施。主要由输入、输出、通信、测量、故障判别、控制策略等部分组成。

3.12

安全稳定控制系统 **security and stability control system**

由两个及以上电站或变电站的安全稳定控制装置通过通信设备联络构成的系统,实现区域或更大范围电力系统的稳定控制,通常分为控制主站、子站、执行站。

3.13

自动解列装置 automatic splitting devices of power system

针对供配电系统失步振荡、频率崩溃或电压崩溃的情况，在预先安排的适当地点有计划地自动将电力系统解开，或将电站与连带的适当负荷自动与主系统断开，以平息振荡或防止事故扩大的自动装置。依系统发生的事故性质，按不同的使用条件和安装地点，自动解列装置可分为失步解列装置、频率解列装置和低电压解列装置。

3.14

低频低压减负荷装置 low-frequency or under-voltage shedding load devices

自动低频减负荷装置是指在供配电系统发生事故出现功率缺额引起频率急剧大幅度下降时，自动切除部分用电负荷使频率迅速恢复到允许范围内，以避免频率崩溃的自动装置；自动低压减负荷装置是指为防止事故后或负荷上涨超过预测值，因无功缺额引发电压崩溃事故，自动切除部分负荷，使运行电压恢复到允许范围内的自动装置。同时具备自动低频减负荷和自动低压减负荷功能的装置称为低频低压减负荷装置。

3.15

连接和断面 connection and section

连接是联系供配电系统两个部分的电网元件(输电线、变压器等)的组合。电站和负荷枢纽点也可包括在“连接”概念中。断面是一个或数个连接元件，将其断开后供配电系统分为两个独立部分。

3.16

低压 low voltage

用于配电的交流电力系统中 1000V 及其以下的电压等级。

3.17

高压 high voltage

通常指超过低压的电压等级或者特定情况下电力系统输电的电压等级。

4 基本规定

4.1 自动装置包括：自动重合闸装置、电源自动切换装置、电源快速切换装置、电动机集中式再启动装置、晃电抑制装置、励磁装置、自动准同期装置、专用故障录波装置、系统稳定控制装置（负荷快速联切装置、按频率自动减负荷装置）及其他保证供配电系统安全、连续供电的自动装置等。

4.2 在供配电系统中，应按照 GB/T 50062、GB/T 50703、GB/T 14285、DL/T 478、DL/T 723 和 DL 755 的要求，装设自动装置，防止供配电系统稳定性被破坏或事故扩大，造成大面积停电，或对重要用户的供电长时间中断。

4.3 自动装置应满足可靠性、选择性、灵敏性和速动性的要求。

4.4 自动装置的配置应保证供配电系统安全、稳定为基础，根据石化企业特点合理配置。重要装置宜减少与继电保护装置间的联系。无法分开的情况下应与继电保护出口分开设置。

4.5 自动装置宜采用通过国家级认证的、有成熟经验、简单、可靠、有效、技术先进的智能装置。

4.6 自动装置硬件应具有一定的通用性，软件应做到模块化，并具有可扩展性和良好的系统兼容性。

4.7 自动装置的其他安全要求应符合 DL/T 5147 的规定。

5 自动装置的配置

5.1 自动重合闸

- 5.1.1 自动重合闸装置的设置应符合下列规定：
- 5.1.1.1 1kV 以上的架空线路及电缆与架空混合线路，在具有断路器的条件下，如用电设备允许且无备用电源自动切换时，应装设自动重合闸装置。
- 5.1.1.2 旁路断路器与兼作旁路的母线联络断路器，应装设自动重合闸装置。
- 5.1.2 自动重合闸装置应符合下列基本规定：
- a) 自动重合闸装置可由保护启动和/或断路器控制状态与位置不对应启动。
 - b) 用控制开关或通过遥控装置将断路器断开，或将断路器投于故障线路上并随即由保护将其断开时，自动重合闸装置均不应动作。
 - c) 在任何情况下（包括装置本身的元件损坏，以及重合闸输出触点的粘住），自动重合闸装置的动作次数应符合预先的规定（如一次重合闸只应动作一次）。
 - d) 自动重合闸装置动作后，应能经整定的时间后自动复归。
 - e) 自动重合闸装置，应能在重合闸后加速继电保护的動作。必要时，可在重合闸前加速继电保护动作。
 - f) 自动重合闸装置应具有接收外来闭锁信号的功能。
 - g) 当断路器处于不正常状态不允许实现重合闸时，应将重合闸装置闭锁。
 - h) 母线保护动作应闭锁线路重合闸。
- 5.1.3 自动重合闸装置的动作时限应符合下列规定：
- a) 对单侧电源线路上的三相重合闸装置，其时限应大于下列时间：
 - 1) 故障点灭弧时间（计及负荷侧电动机反馈对灭弧时间的影响）及周围介质去游离时间。
 - 2) 断路器及操作机构准备好再次动作的时间。
 - b) 对双侧电源线路上的三相重合闸装置及单相重合闸装置，其动作时限除应考虑 5.1.3 a) 要求外，还应满足下列要求：
 - 1) 线路两侧继电保护以不同时限切除故障的可能性。
 - 2) 故障点潜供电流对灭弧时间的影响。
- 5.1.4 110kV 及以下单侧电源线路的自动重合闸装置，应按下列规定装设：
- a) 宜采用三相一次重合闸方式。
 - b) 当断路器断流容量允许时，下列线路可采用两次重合闸方式：
 - 1) 无人值守变电所引出的无遥控的单回线。
 - 2) 给重要负荷供电，且无备用电源的单回线。
 - c) 由几段串联线路构成的电力网，应考虑补救速动保护无选择性动作，可采用带前加速的重合闸或顺序重合闸方式。
- 5.1.5 110kV 及以下双侧电源线路的自动重合闸装置，宜按下列规定装设：
- a) 并列运行的发电厂或电力系统之间，具有四条及以上联系的线路或三条紧密联系的线路，宜采用不检查同步的三相自动重合闸方式。
 - b) 并列运行的发电厂或电力系统之间，具有两条联系的线路或三条联系不紧密的线路，宜采用同步检定和无电压检定的三相重合闸方式。
 - c) 双侧电源的单回线路，宜采用下列重合闸方式：
 - 1) 解列重合闸方式，即将一侧电源解列，另一侧装设线路无电压检定的重合闸方式。
 - 2) 当发电厂条件许可时，宜采用自同步重合闸方式。
 - 3) 应考虑避免非同步重合及两侧电源均重合于故障线路上，宜采用一侧无电压检定，另一侧采用同步检定的重合闸方式。
- 5.1.6 在带有分支的线路上使用单相重合闸装置时，分支侧的自动重合闸装置宜采用下列方式：

- a) 分支处无电源方式：
 - 1) 分支处变压器中性点接地时，装设零序电流启动的低电压选相的单相重合闸装置。重合后，不再跳闸。
 - 2) 分支处变压器中性点不接地，但所带负荷较大时，装设零序电压启动的低电压选相的单相重合闸装置。重合后，不再跳闸。当负荷较小时，不装设重合闸装置，也不跳闸。如分支处无高压电压互感器，可在变压器（中性点不接地）中性点处装设一个电压互感器。线路接地时，由零序电压保护启动，跳开变压器低压侧三相断路器，重合后不再跳闸。
- b) 分支处有电源方式：
 - 1) 分支处电源不大，可用简单的保护将电源解列后，按本规范 5.1.6 a) 规定处理。
 - 2) 分支处电源较大，宜在分支处装设单相重合闸装置。

5.1.7 当采用单相重合闸装置时，应考虑下列问题，并采取相应措施：

- a) 重合闸过程中出现的非全相运行状态，如引起本线路或其他线路的保护装置误动作时，应采取相应措施予以防止；
- b) 如电力系统不允许长期非全相运行，为防止断路器一相断开后，由于单相重合闸装置拒合闸而造成非全相运行，应具有断开三相的措施，并应保证选择性。

5.1.8 当装有同步调相机和大型同步电动机时，线路重合闸方式及动作时限的选择，宜按双侧电源线路的规定执行。

5.1.9 重合闸应按断路器配置。

5.1.10 当一组断路器设置有两套重合闸装置（例如线路的两套保护装置均有重合闸功能）且同时投运时，应有措施保证线路故障后仍仅实现一次重合闸。

5.1.11 使用于电厂出口线路的重合闸装置，应减少对发电机可能造成的冲击，应具有防止重合于永久性故障的措施。

5.2 电源自动切换装置

5.2.1 电源自动切换装置的设置应符合下列要求：

- a) 为一级、二级负荷供电的系统应装设电源自动切换装置。
- b) 发电厂、变电站内有备用电源或者有备用变压器应装设备用电源自动切换装置。
- c) 消防控制室、消防水泵房、防烟和排烟风机房的消防用电设备及消防电梯等供电，应在配电线路的最末一级配电设备处设置电源自动切换装置。

5.2.2 电源自动切换装置的功能设计应符合下列要求：

- a) 除进线开关电流保护动作、手动或微机监控系统（SCADA）跳闸及其他闭锁信号外，工作电源无论任何原因失电或断电，另一电源电压能满足要求时应自动切换投入。
- b) 切换时间应在避开非同步冲击的前提下尽量缩短，并只允许动作一次。
- c) 手动断开工作电源、电压互感器回路断线和备用电源无电压的情况下不应启动自动切换装置。
- d) 采用电源自动切换装置时，应校验备用电源的能力。
- e) 当自动切换装置动作时，如备用电源投于故障，应有保护加速动作并跳闸。
- f) 自动切换装置在条件允许时，宜采用带检同期的快速切换方式，并采用带有母线残压闭锁的慢速切换方式及长延时切换方式作为后备；条件不允许时，可仅采用带有母线残压闭锁的慢速切换方式及长延时切换方式。

5.2.3 发电厂用备用电源自动切换装置，除满足本规范 5.2.2 的规定外，还应符合下列要求：

- a) 当一个备用电源同时作为几个工作电源的备用时，备用电源已为其中一个工作电源备用后，另一工作电源又失电，自动切换装置应仍能动作。

- b) 有两个备用电源的情况下，当两个备用电源为两个彼此独立的备用系统时，应装设各自独立的自动切换装置；当任一备用电源能作为全厂各工作电源的备用时，自动切换装置应使任一备用电源能对全厂各工作电源实行自动切换。

5.2.4 自动切换装置与其他自动装置的配合应符合下列规定：

- a) 与其他自动切换装置配合时，装置之间应有选择性配合，其动作时限应按电源侧往后逐级增加一个时限阶段。
- b) 工作电源与自动重合闸装置配合时，电源自动切换装置的启动时限应较自动重合闸装置动作时限大一个时限阶段。
- c) 与继电保护装置配合时应符合下列规定：
 - 1) 当馈出线装有电抗器时，电源自动切换装置的启动电压，应低于馈出线电抗器后发生短路时的母线残余电压。
 - 2) 当馈出线未装电抗器时，电源自动切换装置的启动时间，应较馈出线短路保护最大时限大一时限段；而上级变配电所馈出线也未装电抗器时，还应较上级变配电所馈出线短路保护最大时限大一时限阶段。
 - 3) 当有不允许再启动的电动机时，电源自动切换装置的启动时限，应大于电动机低电压保护的动作时限。
- d) 与电动机再启动装置配合时，电源自动切换装置的时限应满足电动机再启动的要求。

5.3 电源快速切换装置

5.3.1 一般规定

5.3.1.1 电源快速切换装置的设置应根据系统运行方式合理选择。

5.3.1.2 35kV 及以上中心变电站、枢纽变电站和厂用电宜装设电源快速切换装置，其余装置变电所根据装置重要程度有选择性装设。

5.3.1.3 电源快速切换装置的保护启动方式应由反应电源侧故障的主保护启动，电源线路应由快速光纤差动保护启动。变压器应由差动、非电量等保护启动。

5.3.1.4 负荷侧故障应闭锁快速切换装置，故障闭锁接点应采用保护快速接点。

5.3.1.5 对于母线上直接接有大型同步发电机、同步电动机的供配电系统，应装设有联切大型同步发电机、同步电动机的出口；对于串联切换，切机组成功后方可允许合备用开关。

5.3.1.6 对于装设电源快速切换装置的系统，应配置线路差动等快速保护，宜选用固有合闸时间不大于 80ms 的开关设备。

5.3.1.7 对于特别重要的系统，宜考虑冗余配置。

5.3.1.8 厂用电快速切换装置宜有上级切换失败联切启动的功能。

5.3.2 功能要求

5.3.2.1 装置应具备下列启动方式，各启动逻辑应同时兼顾可靠性和灵敏性，避免系统误切、拒合。

- a) 手动启动方式包括就地启动、远方启动。
- b) 事故启动方式包括保护启动、无流启动、失压启动、频率异常启动、逆功率启动等。
- c) 不正常启动方式包括母线低电压启动及工作电源开关误跳启动。

5.3.2.2 手动启动方式下，装置应具有双向切换功能。应具备并联切换、同时切换及串联切换三种切换方式。

5.3.2.3 事故启动及母线低电压启动方式下，装置应具有同时切换及串联切换两种切换方式。应提供并联切换判据、快速切换、同相位切换、残压切换以及长延时五种切换判定条件。

- 5.3.2.4 装置应具备去耦合功能，应防止在并联或同时切换时双电源长期并列形成环流。
- 5.3.2.5 装置应具备后加速保护功能，当目标电源切换到故障母线上时，能够加速跳开目标电源断路器。
- 5.3.2.6 装置应具备相角补偿功能。
- 5.3.2.7 装置应具备断路器位置异常报警、直流电源消失报警、母线 TV 断线报警、目标电源低电压报警的功能。
- 5.3.2.8 在断路器位置异常、母线 TV 断线、装置应闭锁切换；目标电源电压低时，装置宜闭锁切换。
- 5.3.2.9 装置应设置闭锁切换的开入接口和启动后加速保护的开出接口。
- 5.3.2.10 装置应能适应线电压或相电压的输入。
- 5.3.2.11 装置应具有故障记录功能，并应可靠记录动作时输入的模拟量和开关量、输出开关量、动作元件、动作时间等动作相关信息，应具有存储不少于 8 次故障录波数据的功能。每个动作报告应包含各动作元件动作前 2 个周波、动作后 6 个周波的数据，录波文件可采用 COMTRADE 的标准格式。
- 5.3.2.12 装置应配置调试接口与辅助软件，应具有通信及维护、定值整定、故障记录与分析、调试等功能。
- 5.3.2.13 装置应具备与自动化系统通信的 RS 485/RJ 45 通信接口。
- 5.3.2.14 装置时钟和对时功能应满足下列要求：
- 装置应配置硬件时钟电路，当装置失电时，时钟电路应能正常工作。
 - 装置应配置与外部标准授时源的对时接口。
- 5.3.2.15 装置应自动适应供电系统单母线分段或双电源进线运行方式。即母联、双路进线断路器间应具备多方向事故切换，不应少于四种切换逻辑；任何切换逻辑应具备快速切换、首次同相切换、残压切换等三种以上原理实现；事故情况下，母联、双路进线断路器之间互为闭锁，不得同时闭合。
- 5.3.2.16 装置应具备母联、双路进线断路器相互间多方向的检定同期人工倒闸操作（自动或半自动），切换模式为并联、串联或同时，以满足现场任意改变运行方式的需要。
- 5.3.2.17 装置应具备三种正常切换方式，并满足下列设计要求：
- 并联自动切换：手动启动装置，经同期检定满足要求后，先合备用电源，经延时确认合闸成功后，再自动跳开工作电源。若切换成功，则装置向控制室发出切换成功的信号；若不成功，装置被闭锁，并向 DCS 或电气监视和控制系统发出闭锁报警信号。
 - 并联半自动切换：手动启动装置，经同期检定满足要求后，先合备用电源，再由运行人员手动跳开工作电源。
 - 串联切换：手动启动装置，先跳开工作电源，若满足快切切换条件，合上备用电源。若快切不成功，自动转入同期捕捉和残压切换。
- 5.3.2.18 由工作电源故障而引起的切换，切换应是单方向的。装置应具有下列两种切换方式：
- 串联切换：先跳开工作电源，在确认工作电源已跳开且满足切换条件时，合上备用电源。
 - 同时切换：保护出口动作启动装置跳开工作电源，在切换条件满足时，装置同时或经延时合上备用电源。
- 5.3.2.19 由装置检测到不正常情况而引起的切换，切换是单方向的，由故障电源切向正常电源。装置应具有下列两种切换方式：
- 低电压启动：厂用母线电压低于整定值的时间超过所设定值，装置自动跳开工作电源，投入备用电源。
 - 工作电源开关误跳：工作电源开关因某种原因误跳，在切换条件满足时，装置自动合上备用电源或母联。
- 5.3.2.20 装置应能设置多套定值区，以适应不同的运行方式下定值设置实现安全切换。
- 5.3.2.21 定值整定可设置系统内有无发电机，通过定值整定和装置内部的切换逻辑实现带发电机的安

全切换。

5.3.2.22 装置其他功能要求应符合 DL/T 1073 的要求。

5.4 1kV 及以下电动机集中式再启动装置

5.4.1 装置应迅速、准确、可靠地捕获和记录失压事故发生后对电网的恢复情况，进行在线实时快速检测；同时对于雷击造成的瞬间电压跌落应能准确捕获并实施处理。

5.4.2 装置应能快速检测各段电网电压、电流的即时值，线性失真度不应大于 0.1%，在再启动过程中作为投入批次容量的基本判别依据。

5.4.3 应能在运行中对各受控电动机的开停状态进行实时检测存储，再启动结束后每台电动机的工作状态即为失压前最后存储的状态。

5.4.4 应能对每台受控电机的启动时间适时检测。

5.4.5 应提供失压事故发生输出信号接点（继电器触点信号）和 RS-485 通信接口，支持多协议通信（包括 Modbus RTU 等通信协议）。

5.4.6 再启动输出执行信号，在所有电机执行信号发送完毕后，延长 3s 后应自动取消。

5.4.7 再启动柜系统可采用工控机，在每次开机后进行自检，再启动柜应具备脱机实验功能。

5.4.8 闪络失压事故捕获时间不应大于 20ms。

5.4.9 失压所历时间记录差可为 100 μ s。

5.4.10 再启动柜系统的数据采集软件与管理软件宜分离，同时应具有数字滤波的功能。

5.5 晃电抑制装置

5.5.1 新建、扩建及改造项目有条件时可对电网供电质量及园区（厂区）供电质量进行综合评估，宜确定用电设备与供配电系统的兼容性。

5.5.2 供配电系统设计应根据生产装置特点、工艺流程要求、外电网供电条件、园区（厂区）的电气系统条件综合考虑。

5.5.3 供配电系统晃电抑制应满足下列原则：

- a) 优化电网结构，提高供配电系统的稳定性。
- b) 提高用电设备电压耐受能力。
- c) 设置晃电抑制装置。

5.5.4 供配电系统晃电抑制应采取下列措施：

- a) 供配电设计时可通过提高接入点电压等级、合理选择供电线路方式及路径、提高设备绝缘水平、限制电气设备及线路温升等措施减少故障次数。
- b) 供配电系统规划设计时宜选用快速动作断路器和快速保护装置，供配电网发生故障时，能够快速切除故障，缩短电压暂降和中断时间。
- c) 电压敏感设备可以通过设置动态电压调整器(DVR)、交流不间断电源(UPS)、应急电源(EPS)、直流不间断电源(DC-BANK 或直流电压提升装置 VSP)缓解电压暂降和瞬时中断对低压设备运行的影响。
- d) 具有独立于主供电电源的备用电源时，可通过设置静态切换开关(STS)在主电源发生故障时将敏感负荷切换至备用电源。
- e) 控制电源设计应遵守控制电源与主回路同源原则；对于应用非线性设备多的供电系统控制电源宜通过隔离变压器与主电源做电磁隔离，特别重要电气设备的控制电源可设置直流电源或交流 UPS 供电。
- f) 设置低压电动机保护器的低压控制回路可以利用电动机保护器的晃电抑制功能实现晃电抑制。

g) 设置晃电抑制设备,由接触器控制的低压电动机控制回路可采用带有储能元件的晃电抑制模块抑制由晃电造成的电动机停机。

h) 低压母线段设置晃电抑制设备,可通过超级电容、蓄电池等储能元件抑制低压母线系统的晃电。

5.5.5 供配电系统晃电抑制的设计应满足下列原则:

a) 双电源供电系统的母线联络开关宜设置快速切换装置,并合理设置触发条件,当低压系统发生短路故障时应能够快速切除故障,缩短电压暂降及中断时间。

b) 末端由一路电源供电的敏感设备或大型机组的辅助系统电源,当有独立于主电源的备用电源供电条件时,可以设置电源自动切换开关,切换开关宜选用静态切换开关(STS)。

c) 计算机(DCS)及其控制系统、PLC及控制系统、成套机组的控制中心应设置交流UPS供电。当条件允许时也可设置直流UPS供电。

d) 小功率的敏感电动机负荷可以设置EPS供电,EPS宜采用离线运行方式。

5.5.6 动态电压调整器(DVR)的设置应满足下列原则:

a) 对于单独供电具有多台电压敏感设备的单条生产线或成套机组可在电源入口处接入动态电压调整器(DVR),补偿电压暂降或中断对设备运行稳定性的影响。

b) 当需要对电压暂降和瞬时中断同时补偿时可选择本规范附录A中a型拓扑结构的动态电压调整器(DVR)。

c) 当只需要补偿电压暂降时可选择本规范附录A中b型拓扑结构的动态电压调整器(DVR)。

d) 动态电压调整器的容量及储能单元的容量可根据预估电压暂降深度、电压中断时间、生产设备需要的维持时间计算确定。

5.5.7 变频驱动设备晃电抑制原则应符合下列规定:

a) 变频驱动器的控制电源设置:可增加由UPS供电的辅助控制电源。

b) 对于工艺流程中过程免疫力时间满足要求的不敏感负荷晃电抑制,变频器的供电电源及变频器的启动指令可由防晃电模块或智能电动机保护器实现,应设置合理的变频器本体飞车再启动参数。

c) 对于工艺流程中过程免疫力时间不满足要求的敏感负荷晃电抑制,可设置直流电源补偿装置(直流UPS)并接于变频器的直流母线,保持变频器直流母线电压相对稳定,变频器稳定运行以保持工艺控制参数稳定。直流电源补偿装置的典型拓扑结构如本规范附录B的图B.1和图B.2所示,其中a型拓扑结构适合时间较长的补偿,b型拓扑结构适合短时间补偿。

d) 对于单电源供电变频器驱动敏感设备的单条生产线(多台设备)或成套机组(多台设备)的防晃电抑制:可选择公共直流母线的多传动设置方案,在公共直流母线设置直流补偿装置(直流UPS)实现晃电抑制,拓扑结构如本规范附录B的图B.3所示。

5.5.8 晃电抑制装应满足下列技术要求:

a) 为DCS供电或为其他重要敏感负荷供电的UPS电源装置宜选择在线运行方式的工业过程控制型UPS,故障切换和恢复供电切换时间在不影响重要敏感负荷供电的前提下不应大于10ms,UPS的旁路电源宜设置隔离变压器。

b) 切换备用电源的静态切换开关(STS)的切换时间在不影响重要敏感负荷供电的前提下不应大于10ms。

c) 动态电压调整器(DVR)的补偿响应时间不宜大于5ms。

d) EPS的故障切换时间和恢复供电时间不宜大于10ms。

e) 变频驱动装置应具有下列控制功能:

1) 应具有飞车再启动功能。

2) 辅助电源并接功能;

3) 直流母线电压补偿接受功能;

- 4) 直流母线电压报警值设定功能、故障报警输出逻辑编程功能。
- f) 变频驱动装置的低电压穿越能力应满足下列技术要求：当系统发生 200ms 以内的电压暂降或中断时，变频器应可靠工作。
- g) 直流补偿单元的切换时间不宜大于 2ms。
- h) 晃电抑制模块应在电压暂降至额定电压 10% 时或电压瞬时中断时保持接触器吸合时间不小于 3s，晃电模块宜使用交流电压 220V 电源。
- i) 电动机综合保护器内部应设置电池或超级电容等储能元件，应具备晃电抑制功能，抑制晃电的时间应连续可调。

5.5.9 晃电抑制装置还应满足下列要求：

- a) 低压供电系统断路器当采用失压脱扣时，应设置延时。
- b) 对工艺流程中不敏感的工艺参数联锁值，应增加屏蔽时间，应避免在供电系统晃电时发生误联锁跳闸。
- c) 在外供电条件许可、内部供电容量满足要求、工艺设备允许的情况下，可全部采用晃电抑制措施治理晃电，但应对电网的稳定性进行分析校核。

5.6 励磁系统

5.6.1 同步发电机应装设励磁系统，可选用交流励磁机带旋转整流器励磁系统（无刷励磁系统）、电压源静止可控整流器励磁系统（自并励静止励磁系统）。

5.6.2 励磁系统的电流和电压不大于 1.1 倍额定值的工况下，其设备和导体应能连续运行。励磁系统的短时过励磁时间应按照发电机励磁绕组允许的过负荷能力和发电机允许的过励磁特性限定。

5.6.3 励磁系统的电气设备和导体的介电强度应满足发电机自动灭磁过电压、定子异常运行和暂态传变过电压、可控整流器换弧尖峰过电压的要求，并装设励磁过电压保护。

5.6.4 发电机应装设自动灭磁装置，并应符合下列规定：

- a) 12MW~50MW 的发电机可采用发电机励磁绕组对电阻放电的灭磁方式，在励磁机励磁回路可采用串联接入灭磁电阻的方式。
- b) 对大、中型发电机和励磁机的励磁回路可采用对电阻或非线性电阻放电的灭磁方式；当为可控硅整流桥时，机组故障继电保护动作灭磁时，应采用继电保护跳灭磁开关经电阻或非线性电阻灭磁；正常停机时可采用逆变灭磁。

5.6.5 发电机应装设微机型自动电压调整器（微机型 AVR），微机型 AVR 及其控制下的励磁系统性能应符合 GB/T 7409.1~7409.3 的规定，并具备下列性能：

- a) 应有两个独立的自动通道。
- b) 宜能实现与自动准同步装置（ASS）和数字式电液调节器（DEH）之间的通信。
- c) 应附有过励、低励和 V/F 限制及保护，最低励磁限制的动作应能先于励磁自动切换和失磁保护的動作。
- d) 应设有测量电压回路断相、触发脉冲丢失和强励时的就地 and 远方信号。
- e) 电压回路断相时应闭锁强励。
- f) 应附有当硅整流器柜快速熔断器熔断、冷却电源停电、部分整流柜退役时的励磁电流限制。
- g) 可根据电力系统的稳定要求加装电力系统稳定器（PSS）。PSS 应配备必要的保护和限制器，并有必要的信号输入和输出接口。
- h) 无刷励磁系统的 AVR 应配备励磁系统接地的自动检测器。

5.6.6 微机型 AVR 的电压测量回路应接于机端电压互感器二次侧，无功调差回路应接于机端电流互感器二次回路。

- 5.6.7 发电机励磁回路正常工作时应为不接地系统。励磁回路的连接电缆可为电缆或硬母线。当采用电缆连接时，导体的正、负极不得共处于一根电缆内。
- 5.6.8 励磁系统信号应能反应发电机励磁系统的运行状态和故障信息。
- 5.6.9 励磁系统的运行状态信号宜有励磁调节装置调节方式选择、通道选择、PSS 投切、灭磁开关分合、给定值增减及通道跟踪平衡状态。
- 5.6.10 励磁系统故障及动作信号宜包含下列内容：
- a) 励磁机或励磁变压器故障信号。
 - b) 功率整流装置故障信号。
 - c) 电压互感器断线信号。
 - d) 励磁系统控制回路电源消失和励磁调节装置工作电源消失信号。
 - e) 励磁调节装置故障信号。
 - f) 稳压电源消失或故障信号。
 - g) 触发脉冲消失信号。
 - h) 调节通道自动切换动作信号。
 - i) 强励动作信号。
 - j) 低励限制信号。
 - k) 过励限制信号。
 - l) V/F 限制信号。
 - m) PSS 故障信号。
 - n) 无刷励磁系统旋转整流元件故障信号。
 - o) 起励故障信号。
- 5.6.11 发电机励磁系统盘柜应布置在室内。屏前应留有操作通道，屏侧及屏后应留有不少于 800mm 的检修通道。
- 5.6.12 励磁系统设备应满足环境温度 $-5^{\circ}\text{C}\sim 40^{\circ}\text{C}$ 及相对湿度 95%的要求。
- 5.6.13 带冲击负荷的同步电动机，宜装设自动调节励磁装置，不带冲击负荷的大型同步电动机，也可装设自动调节励磁装置。

5.7 自动准同期装置

- 5.7.1 装置应具有独立性、完整性，应含有能反应并网对象可能影响同期功能的异常状态的闭锁功能。
- 5.7.2 装置可靠性和准确性应满足下列要求。
- a) 可靠性是指装置不误发也不拒发调压、调速及合闸指令。
 - b) 准确性是指装置能正确地发出升、降压，增、减速及合闸指令。在差频并网方式下，在不考虑断路器合闸时间离散性的情况下，保证合闸角度误差不应超过 $\pm 1^{\circ}$ 。
- 5.7.3 装置应具有在线自动检测功能。在装置运行期间，装置中模块或部件（出口继电器除外）损坏时，装置不应误发合闸指令，且应发出装置异常信号。
- 5.7.4 装置应具有同频和差频并网功能。
- 5.7.5 装置应具备自动补偿同期点两侧电压固有相位角差功能。
- 5.7.6 运行系统与待并系统可以选择采用相同的额定电压输入（100V 或 $100/\sqrt{3}$ V）或不同的额定电压输入（100V 与 $100/\sqrt{3}$ V）实现同期并列。
- 5.7.7 装置应设有当地信息显示功能，能实时显示并网过程中的电压、频率、角度等信息。
- 5.7.8 装置应具有以时间顺序记录的方式记录正常运行及操作过程中的各种信息，如开关量变位、合闸成功、合闸失败、失败原因等。

5.7.9 装置应具有合闸录波功能,应符合 COMTRADE 格式,以记录装置合闸的动作过程,宜包含并网两侧电压、频率、压差、频差、角差、开关位置、合闸指令等。

5.7.10 装置应设有与自动化系统的通信接口,应支持装置信息(装置硬件信息、装置软件版本信息)、同期定值、日志及报告(模拟量、自检信息、异常告警信息、动作事件、开关量、装置日志信息)和录波文件上送功能。

5.7.11 装置应具有与合并单元及智能终端的接口。

5.7.12 装置应装设硬件时钟电路,装置失去直流电源时,硬件时钟应能正常工作。

5.7.13 装置应具有与外部标准授时源的对接接口。

5.7.14 装置外部端子应方便插拔。

5.7.15 装置检测运行系统与待并系统之间的频率差,在合闸脉冲发出时,频率差的误差不应超过整定值的 $\pm 10\%$ 。

5.7.16 装置检测运行系统与待并系统之间的电压差,在合闸脉冲发出时,电压差的误差不应超过整定值的 $\pm 10\%$ 。

5.7.17 装置的调频、调压功能可以整定,脉宽及周期的实测值与整定值的误差不应超过 $\pm 0.05s$ 。

5.7.18 装置其他要求应符合 DL/T 1348 标准的要求。

5.8 专用故障录波装置

5.8.1 在重要的变电所应设置专用故障录波装置,记录石油化工企业供电系统事故和自动装置在事故过程中的动作情况,以及为迅速判定线路故障点的位置。

5.8.2 专用故障录波装置记录宜满足下列原则:

- a) 重要的 35kV 及以上的回路。
- b) 重要的 6kV 及以上的进线。
- c) 重要的变压器、电动机、发电机回路。

5.8.3 故障录波装置除应满足 DL/T 553 标准的规定外,还应满足下列技术要求:

- a) 当系统发生大扰动如短路故障、系统振荡、频率崩溃及电压崩溃时,故障录波装置应能自动记录扰动全过程的电参量变化,接收保护装置的动作信号。当系统动态过程中止后,应自动停止记录。
- b) 当系统连续发生大扰动时,应能无遗漏地记录每次系统大扰动发生后的全过程数据。
- c) 所记录的数据应安全可靠、不失真。应能满足运行部门故障分析和系统分析的需要,故障记录的输出方式应包括不经召唤的紧急输出,事后制表输出等方式。
- d) 应设有完善的软/硬件自检、软件分析、输出电流、电压、有功、无功、频率、波形和故障测距的数据。
- e) 应具有远传数据局域网接口,所记录的数据应能远传至电力中心调度所。故障录波装置可通过串口或 B 码通信与站内 GPS 装置对接。
- f) 应具备外站启动的接入回路,每一 DAU 应能将启动信息传送给其他 DAU。
- g) 与调度端主站的通信宜采用专用数据网传送。
- h) 故障录波装置的远传功能除应满足数据传送要求外,还应满足下列要求:
 - 1) 能以主动及被动方式、自动及人工方式传送数据。
 - 2) 能实现远方启动录波。
 - 3) 能实现远方修改定值及有关参数。
- i) 故障记录装置应能接收外站同步时钟信号并进行同步的功能,全网故障录波系统的时钟误差不应大于 1ms,装置内站时钟 24h 误差不应大于 $\pm 5s$ 。

j) 故障记录装置记录的数据输出格式应符合国家标准有关规定。

k) 故障录波装置的冲击耐受力应满足共模 5.0kV, 0.5J。

5.8.4 故障信息传送原则应满足下列要求:

a) 全网的故障信息, 应在时间上同步。在每一事件报告中应标定事件发生的时间。

b) 传送的所有信息, 均应采用标准规约。

5.9 系统稳定控制装置

5.9.1 一般规定

5.9.1.1 系统稳定控制装置包括安全稳定控制装置、自动解列装置、低电压控制装置、低频低压减负荷装置、过频率切机装置等。

5.9.1.2 设置有自备发电机的石油化工企业, 为保证供配电系统在受到大扰动后的稳定运行, 应依据 DL 755 及 GB/T 26399 的规定, 在系统中以安全稳定计算结论为基础, 根据供配电系统主网结构、运行特点及实际条件合理配置系统稳定控制装置。

5.9.1.3 系统稳定控制装置的配置方案应能对系统存在的各种稳定问题实现有效的控制且与稳定计算分析结论一致。

5.9.1.4 自动低频低压减负荷装置应与厂站计算机监控系统分开配置。

5.9.1.5 在系统发生短路、进行自动重合闸或备用自动切换装置动作时电源中断的过程中, 当自动低频低压减负荷装置可能误动作时, 应采取相应的防止误动作的措施。

5.9.1.6 系统故障导致主网电压降低, 在故障清除后主网电压不能及时恢复时, 应闭锁供电变压器的带负荷自动切换抽头装置 (OLTC)。

5.9.2 配置

5.9.2.1 当受到大扰动会导致系统失稳时, 应配置安全稳定控制装置。根据系统需要, 也可采用多个厂站安全稳定控制装置及站间通道组成的分布式区域型安全稳定控制系统。

5.9.2.2 安全稳定控制系统宜按分层分区原则配置, 各类稳定控制措施及控制系统之间应相互协调配合, 动作应有选择性, 且宜减少与继电保护装置间的联系。

5.9.2.3 系统稳定控制装置应简单实用、安全可靠, 重要厂站应双重化配置。

5.9.2.4 应根据主网结构, 在系统的适当地点配置自动解列装置。当系统发生稳定破坏时, 在预先设定的连接断面, 应有计划地将企业供配电系统解列为供需尽可能平衡, 且各自保持同步运行的一个或几个部分, 并应防止事故扩大。对于解列后的局部系统, 可通过对所在系统采取快速减发电机组原动机出力、切除发电机、减负荷等实现再同步的措施。

5.9.2.5 当系统有功突然出现过剩、频率快速升高时, 应配置过频率切机装置。配置方案可按不同频率分轮次切除一定容量的机组。

5.9.2.6 当局部系统因无功不足而导致电压降低至允许值时, 应配置低电压控制装置采取控制措施, 防止系统电压崩溃、系统事故范围扩大。常用的低电压控制措施应包括下列内容:

- a) 增加发电机无功出力。
- b) 容性无功补偿装置的快速投入。
- c) 感性无功补偿装置的快速切除。
- d) 快速切除部分负荷。

5.9.2.7 在失去部分电源而引起频率降低和电压快速降低可能导致系统崩溃的区域, 应配置低频低压减负荷装置。按整定值, 装置分轮次切除一定量的负荷。

5.9.3 选型技术要求

系统稳定控制装置应采用微机型, 宜采用通过国家级鉴定的、有成熟经验、简单、可靠、有效、技

术先进的分散式装置；选用装置的硬件应具有一定的通用性，软件应做到模块化，并具有可扩展性和良好的系统适应性。

5.9.4 系统稳定控制装置应满足下列主要技术性能要求：

- a) 装置在系统中出现扰动时，如出现不对称分量，线路电流、电压或功率突变等，应能可靠启动。
- b) 装置宜由接入的电气量正确判别本厂站线路、主变或机组的运行状态。
- c) 装置的动作速度和控制内容应能满足稳定控制的有效性。
- d) 装置应有能与厂站自动化系统和/或调度中心相关管理系统通信，能实现就地和远方查询故障和装置信息、修改定值等。
- e) 装置应具有自检、整组检查试验、显示、事件记录、数据记录、打印等功能。

6 对相关回路及设备的要求

6.1 二次回路

6.1.1 与自动装置有关的二次回路的工作电压不宜超过 250V，最高不应超过 500V。

6.1.2 互感器二次回路连接的负荷，不应超过继电保护和自动装置工作准确等级所规定的负荷范围。

6.1.3 二次回路应采用铜芯的控制电缆和绝缘导线。在绝缘可能受到油浸蚀的地方，应采用耐油绝缘导线。

6.1.4 按机械强度要求，控制电缆或绝缘导线的芯线最小截面，强电控制回路，不应小于 1.5mm^2 ，屏、柜内导线的芯线截面应不小于 1.0mm^2 。弱电控制回路，不应小于 0.5mm^2 。电缆芯线截面的选择还应符合下列要求：

- a) 电流回路：应使电流互感器的工作准确等级符合自动装置的要求。无可靠依据时，可按断路器的断流容量确定最大短路电流。
- b) 电压回路：当全站自动装置动作时，电压互感器到继电保护和自动装置屏的电缆压降不应超过额定电压的 3%。
- c) 操作回路：在最大负荷下，电源引出端到断路器分、合闸线圈的电压降，不应超过额定电压的 10%。

6.1.5 当控制电缆的敷设长度超过制造长度，或由于屏、柜的搬迁而使原有电缆长度不足时，或更换电缆的故障段时，可用焊接法连接电缆，也可经屏上的端子排连接。

6.1.6 控制电缆宜采用多芯电缆，应尽可能减少电缆根数。对双重化保护的电流回路、电压回路、直流电源回路、双跳闸绕组的控制回路等，两套系统不应合用一根多芯电缆。

6.1.7 保护和控制设备的直流电源、交流电流、电压及信号引入回路应采用屏蔽电缆。

6.1.8 在安装各种设备、断路器和隔离开关的连锁接点、端子排和接地线时，应能在不断开 3 kV 及以上一次线的情况下，保证在二次回路端子排上安全工作。

6.1.9 重要设备和线路的自动装置，应有经常监视操作电源的装置。各断路器的跳闸回路，重要设备和线路的断路器合闸回路，以及装有自动重合装置的断路器合闸回路，应装设回路完整性的监视装置。监视装置可发出光信号或声光信号，或通过自动化系统向远方传送信号。

6.1.10 在可能出现操作过电压的二次回路中，应采取降低操作过电压的措施。

6.1.11 在有振动的地方，应采取防止导线接头松脱和继电器、装置误动作的措施。

6.1.12 试验部件、连接片、切换片，安装中心线离地面不宜低于 300mm。

6.1.13 电流互感器的二次回路不宜进行切换。当需要切换时，应采取防止开路的措施。

6.2 电流互感器和电压互感器

6.2.1 保护用电流互感器

6.2.1.1 保护用电流互感器的准确性能应符合 DL/T866 的有关规定。

6.2.1.2 电流互感器带实际二次负荷在稳态短路电流下的准确限值系数或励磁特性（含饱和拐点）应能满足所接保护装置动作可靠性的要求。

6.2.1.3 电流互感器在短路电流含有非周期分量的暂态过程中和存在剩磁的条件下，可能使其严重饱和而导致很大的暂态误差。在选择保护用电流互感器时，应根据所用保护装置的特性和暂态饱和可能引起的后果等因素，慎重确定互感器暂态影响的对策。必要时应选择能适应暂态要求的 TP 类电流互感器，其特性应符合 GB 16847、GB/T 20840.2 的要求。如保护装置具有减轻互感器暂态饱和影响的功能，可按保护装置的要求选用适当的电流互感器。

- a) 220kV 系统保护、高压侧为 220kV 的变压器和 100MW 级~200MW 级的发电机变压器组差动保护用电流互感器可采用 P 类、PR 类或 PX 类电流互感器。互感器可按稳态短路条件进行计算选择，宜具有适当暂态系数。220kV 系统的暂态系数不宜低于 2，100MW 级~200MW 级机组外部故障的暂态系数不宜低于 10。
- b) 110kV 及以下系统保护用电流互感器可采用 P 类电流互感器。
- c) 母线保护用电流互感器可按保护装置的要求或按稳态短路条件选用。

6.2.1.4 保护用电流互感器的配置及二次绕组的分配应尽量避免主保护出现死区。接近后备原则配置的两套主保护应分别接入互感器的不同二次绕组。

6.2.2 保护用电压互感器

6.2.2.1 保护用电压互感器应能在电力系统故障时将一次电压准确传变至二次侧，传变误差及暂态响应应符合 DL/T 866 的有关规定。电磁式电压互感器应避免出现铁磁谐振。

6.2.2.2 电压互感器的二次输出额定容量及实际负荷应在保证互感器准确等级的范围内。

6.2.2.3 双断路器接线接近后备原则配备的两套主保护，应分别接入电压互感器的不同二次绕组；对双母线接线接近后备原则配置的两套主保护，可以合用电压互感器的同一二次绕组。

6.2.2.4 电压互感器的一次侧隔离开关断开后，其二次回路应有防止电压反馈的措施。对电压及功率调节装置的交流电压回路，应采取措施，防止电压互感器一次或二次侧断线时，发生误强励或误调节。

6.2.2.5 在电压互感器二次回路中，除开口三角线圈和另有规定者外，应装设自动开关或熔断器。接有距离保护时，宜装设自动开关。

6.2.3 互感器的安全接地

6.2.3.1 电流互感器的二次回路必须有且只能有一点接地，宜在端子箱经端子排接地。但对于有几组电流互感器连接在一起的保护装置，则应在保护屏上经端子排接地。

6.2.3.2 电压互感器的二次回路应只有一点接地，接地点宜设在控制室内。

6.2.4 电子式互感器

6.2.4.1 数字式保护可采用低电平输出的电子式互感器。电子式互感器的额定参数、准确等级和有关性能应符合 GB/T 20840.7 和 GB/T 20840.8 的要求。

6.2.4.2 电子式互感器宜采用数字量输出。数字量输出的格式及通信协议应符合有关国际标准。

6.3 自动装置与厂站自动化系统的配合及接口

6.3.1 自动装置功能应相对独立，应具有数字通信接口能与厂站自动化系统通信，并应满足下列要求：

- a) 自动装置及其出口回路应能独立运行，不应依赖厂站自动化系统。
- b) 自动装置逻辑判断回路所需的各种输入量应直接接入。

6.3.2 与厂站自动化系统通信的自动装置应能送出或接收下列类型的信息：

- a) 装置的识别信息、安装位置信息。

SH/T 3209—2020

- b) 断路器位置、保护投入压板等开关量输入。
- c) 装置本身的异常和外部回路异常等异常信号。
- d) 故障记录、内部逻辑量的事件顺序记录等故障信息。
- e) 模拟量测量值。
- f) 装置的定值及定值区号。
- g) 自动化系统的有关控制信息和断路器跳合闸命令、时钟对时命令等。

6.3.3 自动装置与厂、站自动化系统之间宜采用网络接口，应采用标准通信规约进行通信。新建厂、站应采用 DL/T 860 通信规约。

6.3.4 自动装置与厂站自动化系统之间应进行安全隔离。

6.4 电磁兼容

6.4.1 自动装置应满足有关电磁兼容标准，使其能承受所在发电厂和变电所内下列电磁干扰引起的后果：

- a) 高压电路开、合操作或绝缘击穿、闪络引起的高频暂态电流和电压。
- b) 故障电流引起的地电位升高和高频暂态。
- c) 雷击脉冲引起的地电位升高和高频暂态。
- d) 工频磁场对电子设备的干扰。
- e) 低压电路开、合操作引起的电快速瞬变。
- f) 静电放电。
- g) 无线电发射装置产生的电磁场。

上述各项干扰电平与变电所电压等级、发射源与感受设备的相对位置、接地网特性、外壳和电缆屏蔽特性及接地方式等因素有关，应根据干扰的具体特点和数值适当确定设备的抗扰度要求和采取必要的减缓措施。

6.4.2 自动装置的抗扰度要求：

自动装置各端口对有关的电磁干扰如射频电磁场及其引起的传导干扰、快速瞬变、1MHz 脉冲群、浪涌、静电放电、直流中断和工频干扰等的抗扰度要求，应符合 GB/T 14598.26 及有关国家标准的规定。

6.4.3 电磁干扰的减缓措施：

6.4.3.1 应根据电磁环境的具体情况，采用接地、屏蔽、限幅、隔离及适当布线等措施，以减缓电磁干扰，满足设备的抗扰度要求。

6.4.3.2 发电厂和变电所的开关场内及建筑物外，应设置符合有关标准要求的直接接地网。对自动装置及有关设备，应在有关场所设置符合下列要求的等电位接地网。

- a) 装设静态保护和控制装置的屏柜地面下宜用截面不小于 100mm^2 的接地铜排直接连接构成等电位接地母线。接地母线应首末可靠连接成环网，并用截面不小于 50mm^2 、不少于 4 根铜排与厂、站的接地网直接连接。
- b) 静态保护和控制装置的屏柜下部应设有截面不小于 100mm^2 的接地铜排。屏柜上装置的接地端子应用截面不小于 4mm^2 的多股铜线和接地铜排相连。接地铜排应用截面不小于 50mm^2 的铜排与地面下的等电位接地母线相连。

6.4.3.3 控制电缆应具有下列必要的屏蔽措施并妥善接地：

- a) 在电缆敷设时，应充分利用自然屏蔽物的屏蔽作用。必要时，可与保护用电缆平行设置专用屏蔽线。
- b) 屏蔽电缆的屏蔽层应在开关场和控制室内两端接地。在控制室内屏蔽层宜在保护屏上接于屏柜内的接地铜排；在开关场屏蔽层应在与高压设备有一定距离的端子箱接地。互感器每相二次回

路应经两芯屏蔽电缆从高压箱体引至端子箱，该电缆屏蔽层在高压箱体和端子箱应两端接地。

- c) 电力线载波用同轴电缆屏蔽层应在两端分别接地，并紧靠同轴电缆敷设截面不小于 100mm^2 两端接地的铜导线。
- d) 传送音频信号应采用屏蔽双绞线，其屏蔽层应在两端接地。
- e) 传送数字信号的保护与通信设备间的距离大于 50m 时，应采用光缆。
- f) 对于低频、低电平模拟信号的电缆，屏蔽层必须在最不平衡端或电路本身接地处一点接地。
- g) 对于双层屏蔽电缆，内屏蔽应一端接地，外屏蔽应两端接地。

6.4.3.4 电缆及导线的布线应符合下列要求：

- a) 交流和直流回路不应合用同一根电缆。
- b) 强电和弱电回路不应合用一根电缆。
- c) 保护用电缆与电力电缆不应同层敷设。
- d) 交流电流和交流电压不应合用同一根电缆。双重化配置的保护设备不应合用同一根电缆。
- e) 保护用电缆敷设路径，应避开高压母线及高频暂态电流的入地点。

6.4.3.5 保护输入回路和电源回路应根据具体情况采用下列必要的减缓电磁干扰措施：

- a) 保护的输入、输出回路应使用空触点、光耦或隔离变压器隔离。
- b) 直流电压在 110V 及以上的中间继电器应在线圈端子上并联电容或反向二极管作为消弧回路，在电容及二极管上都必须串入数百欧的低值电阻，应防止电容或二极管短路时将中间继电器线圈短接。二极管反向击穿电压不宜低于 1000V 。

附录 A
(资料性附录)

电压动态调整器 (DVR) 拓扑结构图

A.1 a 型拓扑结构中配备 DC 储能单元, 补偿能量来源于储能单元, 无论是深度晃电还是电压瞬时中断都可以进行补偿, 其缺点是设备结构复杂、体积大、维护成本高, 适合于对补偿要求高的场合。电压动态调整器 (DVR) a 型拓扑结构示意图见图 A.1。

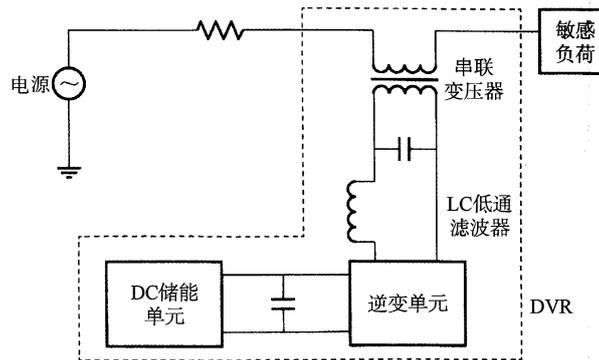


图 A.1 电压动态调整器 a 型拓扑结构示意图

A.2 b 型拓扑结构简单, 没有设置储能单元, 补偿能量来源于系统电源, 因此不能补偿电压中断, 适合于只要求补偿电压暂降的情况。电压动态调整器 (DVR) b 型拓扑结构示意图见图 A.2。

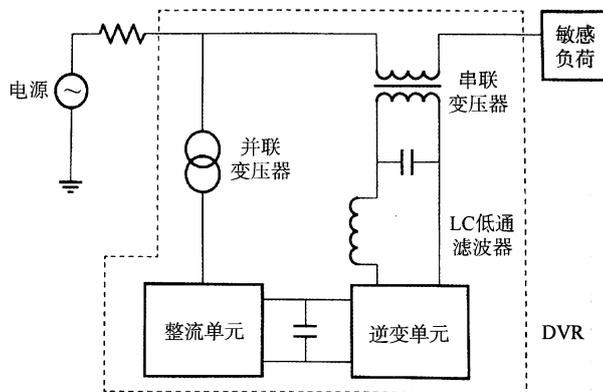


图 A.2 电压动态调整器 b 型拓扑结构示意图

附录 B

(资料性附录)

直流补偿装置（直流 UPS）拓扑结构图

B.1 a 型拓扑结构储能单元电池数量较多，串联后直流电压要与变频器的直流母线电压相近，设备体积较大，其优点是结构简单，当检测到变频器直流母线电压下降时直流开关可在毫秒级接通并为变频器直流母线供电。供电时间取决于储能单元容量，设计时应保证变频器电源与直流补偿装置同电源，以防止在直流系统串扰。适合于较长时间的晃电补偿。直流补偿装置 a 型拓扑结构示意图 B.1。

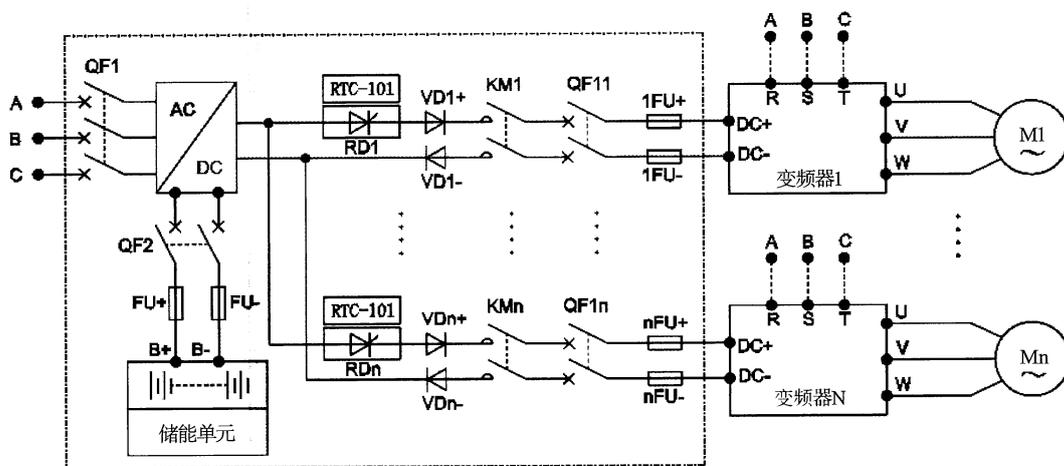


图 B.1 直流补偿装置 a 型拓扑结构示意图

B.2 b 型拓扑结构可以设置较小容量的储能元件，靠电压暂降保护模块将储能元件的电压提升至变频器直流母线电压，电压暂降模块可以在毫秒级接通，为变频器直流母线补偿。补偿装置体积减小，适合于短时间补偿。直流补偿装置 b 型拓扑结构示意图 B.2。

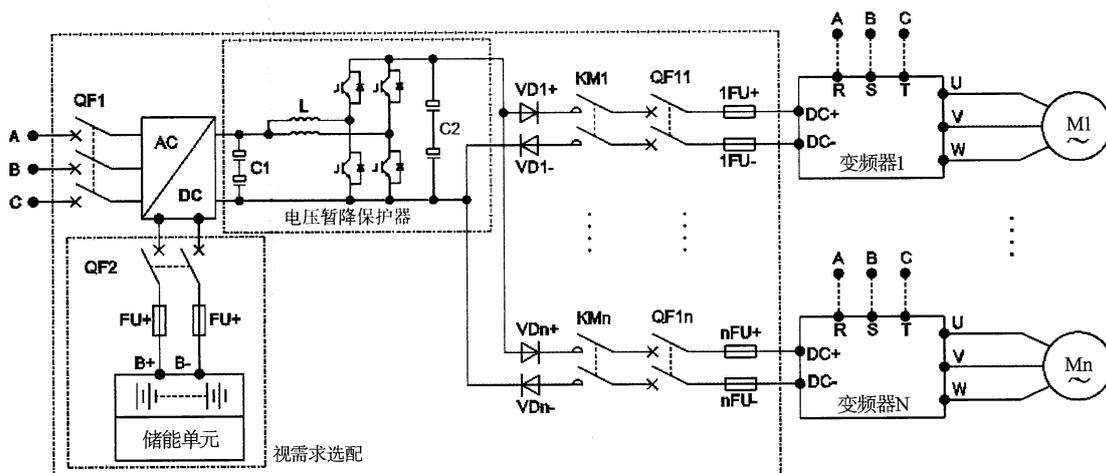


图 B.2 直流补偿装置 b 型拓扑结构示意图

B.3 c 型拓扑结构是一个公共直流母线多传动系统，适合于同开同停的敏感负荷生产线，直流补偿装置电源应与多传动系统同电源。直流补偿装置 c 型拓扑结构示意图 B.3。

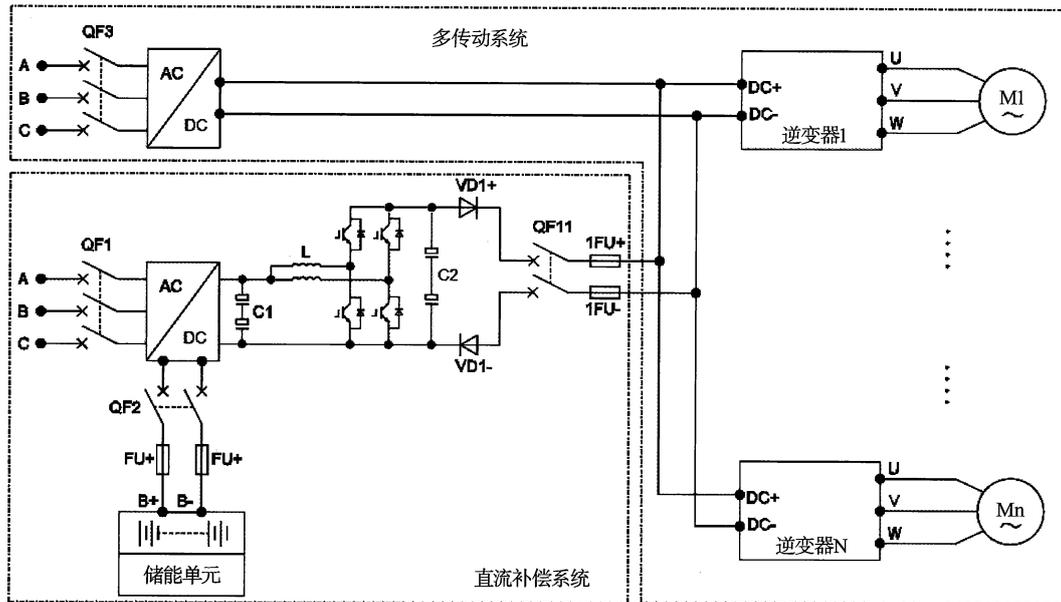


图 B.3 直流补偿装置 c 型拓扑结构示意图

参 考 文 献

- [1] GB/T 12326—2008 电能质量 电压波动和闪变
 - [2] GB/T 14598.24—2017 量度继电器和保护装置 第 24 部分：电力系统暂态数据交换 (COMTRADE) 通用格式
 - [3] GB/T 30137—2013 电能质量 电压暂降与短时中断
 - [4] GB 50057—2010 建筑物防雷设计规范
 - [5] GB 50650—2011 石油化工装置防雷设计规范
 - [6] GB/T 50063—2017 电力装置电测量仪表装置设计规范
 - [7] GB/T 50065—2011 交流电气装置的接地设计规范
 - [8] GB 50217—2018 电力工程电缆设计标准
 - [9] IEEE C27.118-2005 电力系统的标准同步 (IEEE standard for synchrophasors for power systems)
 - [10] IEC 61850 电力公用事业自动化用通信网络和系统 (Communication networks and systems for power utility automation)
 - [11] IEEE Std C37.118.1-2011 电力系统同步相量测量 (IEEE standard for synchrophasor measurements for power system)
-

本规范用词说明

- 1 为便于在执行本规范条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：
 - 1) 表示很严格，非这样做不可的：
正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；
 - 2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：
正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；
 - 3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：
正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；
 - 4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。
- 2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

中华人民共和国石油化工行业标准

石油化工企业供配电系统自动装置 设计规范

SH/T 3209—2020

条文说明

2020年 北京

制定说明

《石油化工企业供配电系统自动装置设计规范》(SH/T 3209—2020)，经工业和信息化部 2020 年 8 月 31 日以第 37 号公告批准发布。

本规范制定过程中，编制组先后对海南炼化、普光天然气净化厂、四川元坝天然气净化厂、石家庄炼化、天津石化进行了实地运行情况考察，分别对工厂供配电系统的电源快速切换装置、晃电抑制、励磁系统、故障录波装置等进行了实地考察及现场调研，取得详尽的技术参数。同时参考了国内外的先进技术法规和技术标准内容，在广泛征求意见的基础上审查定稿。

为便于广大设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本标准时能正确理解和执行条文规定，《石油化工企业供配电系统自动装置设计规范》编制组按章、条顺序编制了本标准的条文说明，对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明。但是，本条文说明不具备与标准正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

目 次

3 术语和定义	26
3.6 敏感负荷	26
5 电源装置的配置	26
5.1 自动重合闸	26
5.2 电源自动切换装置	26
5.3 电源快速切换装置	26
5.4 1kV 及以下电动机集中式再启动装置	27
5.5 晃电抑制装置	27
5.6 励磁系统	32
5.7 自动准同期装置	32
5.8 专用故障录波装置	32
5.9 系统稳定控制装置	32
6 对相关回路及设备的要求	32
6.1 二次回路	32

石油化工企业供配电系统自动装置设计规范

3 术语和定义

3.6 敏感负荷

本条规定了敏感负荷的定义。在石油化工企业中，常见的敏感负荷有：工艺重要的机泵、数字控制计算机（DCC）、变频器（VSD）、不间断电源（UPS）、应急电源（EPS）、直流屏（DC）等。

5 自动装置的配置

5.1 自动重合闸

5.1.1、5.1.2 两条规定要求装设的自动重合闸装置主要目的就是提高供电可靠性。

5.2 电源自动切换装置

5.2.1 本条规定了自动切换装置应用的场合，在供电方案中，根据负荷等级和实际需要，停电可能会造成较大的损失和危险，装设自动切换装置可以减少损失，避免可能的危险。在确定选用自动切换装置时，要对上级备用电源的可靠性和容量富余进行考察分析，确定在主电源故障时切换到备用电源是有效的。

5.2.2 本条规定了自动切换装置本身的性能和要求。

- b) 条文中说明“尽量缩短”，目的是使用户的停电时间尽可能短；条文中“只允许动作一次”，
- d) 本项规定了自动切换装置的备用电源条件，应该确保备用电源是有效的和满足负荷容量要求的，否则即使投入成功，也可能因为备用电源过负荷跳闸。
- e) 本项是确保工作电源断开后，再投入备用电源，确保不会倒送电至主电源线路，另外如上级线路故障引起的供电中断，如果主电源或者工作电源断路器没有断开，故障未解除的情况下，备用电源切换后会造成故障再次跳闸，导致备用电源切换失败。
- f) 本项是规定了自动切换装置的投入方式选择，采用带有检定同步的快速切换方式，可以减少投入时对用电设备的冲击，而且投入速度较快，有利于电动机的再启动，也有利于生产的恢复运行。

5.2.3 a) 考虑到发电厂的厂用电系统有其自身特点，因此对发电厂的自动切换装置做了单独的要求。发电厂的厂用电系统往往根据锅炉来设置，一般采用按炉分段的系统接线形式，另外设置备用段和公共段，母线较多，在备用段和各个工作母线段之间设置自动切换装置，当备用电源已经代替一个工作电源后，考虑到电气故障已经发生，对应的故障母线段，工艺应该已经做出相应的处理和应对措施，保证锅炉的安全。而新发生故障母线段，自动装置因再次工作，投入第二个母线段，备用段同时给两个母线段供电，可能会造成备用电源的过负荷。但是从锅炉安全的角度看是必要的，锅炉的安全停车或者减负荷运行始终是放在首位，也为故障后的处理措施赢得时间。如果备用段过负荷，也可以采取减负荷的措施。

5.2.4 a) 本项规定了上下级时间的配合，确保失电时上级自动切换装置先动作，下级不动作。具体时间根据切换装置动作时间和断路器合闸时间确定。

5.3 电源快速切换装置

5.3.1.2 本条规定了电源快速切换装置的设置原则。石化企业中，通常 35kV 及以上中心变电站、枢纽变电站和厂用电装设电源快速切换装置，其余装置变电所根据装置重要程度有选择性装设。本条规定通常也与石化行业的主流做法是相符的。

5.3.2 功能要求

本条主要对电源快速切换装置的功能提出具体要求。

5.3.2.13 装置应配置与自动化系统通信的接口，通常可采用 IEC 61850 等通信规约。

5.3.2.14 b) 装置配置与外部标准授时源的对接接口，通常采用 IEEE Std C37.118.1-2011 的 IRIG-B (DC) 时码，或采用网络对时。

5.4 1kV 及以下电动机集中式再启动装置

5.4.1 本条规定了电动机集中式再启动装置的总体功能要求。

5.4.8 电动机集中式再启动装置的闪络失压事故捕获时间非常重要，20ms 的时间确定是根据交流电压 1 个周波确定的。

5.5 晃电抑制装置

供配电系统由于内部故障、大型设备启动、天气等原因，发生晃电（电压暂降和瞬时中断）是不可避免的，国内外许多研究机构都在研究晃电对社会生产及生活造成的影响，并试图通过各种努力降低这些影响，本条内容是通过查阅国内外相关标准和文献、总结国内设计单位及用户在晃电抑制领域的研究试验成果、并结合国内外设备制造商在晃电抑制方面的新技术，提出了石油化工企业低压变配电系统抑制晃电的措施和方法，将这些措施和方法应用于石油化工企业的电气系统设计，可以减少晃电对化工生产装置的影响，提高化工生产装置运行的稳定性。但由于电网系统发生故障的复杂性及不可预见性，即使采取了这些抑制晃电的措施，也难以完全消除晃电对化工生产装置的影响，还需要在以后加大对抑制晃电原理的深入研究并逐步提高抑制晃电的技术。

本条提出抑制晃电的措施和方法，当以三相平衡电压暂降和中断为基础时，没有单独提出不平衡暂降及相位跳变；当以电压暂降和瞬时中断为基础时，没有涉及电压暂升的抑制措施及方法，电压暂升在设计过程中可从提高电压耐受能力方面提出要求。

本条提出的晃电抑制时间是 3s，综合考虑化工生产实际情况，当电压中断 3s 以上时，大部分设备已经停止运行，生产装置已经停车，晃电治理超过 3s 没有实际意义，反而可能发生危险。表 1 给出的是挪威电力研究院（EFI）对超过 400 个节点的供配电系统晃电进行检测的统计结果。

表 1 配电网网络累计电压暂降表（每年电压暂降次数）

幅值	持续时间, s					
	0.01	0.1	0.5	1.0	3.0	20.0
90%	112.2	39.2	15.5	7.9	6.0	5.2
70%	40.5	16.9	11.4	6.6	6.0	5.2
40%	15.2	7.6	6.8	6.0	5.7	5.2
1%	7.2	5.7	5.7	5.7	5.7	5.2

注：数据来源：[荷兰]Math H. J. Bollen 著，理解电能质量问题：电压暂降与短时中断。

另外加拿大电气协会（CEA）、国家电力实验室（NPL）、电力科学研究所（EPRI）、国际大电网会议组织（CIGRE）、国际发电联合会（UNIPED）等世界性组织的检测调查结果也与表 1 类似。可见世

界范围内晃电情况极其相似，电网系统发生晃电事件的频率相当高，中国地域广阔、气象条件复杂、化工企业分布广泛，研究实施晃电抑制措施是非常必要的。

5.5.1 石油化工企业低压用电负荷占总用电负荷的 60%以上，当上级电网或园区（厂区）内部电气设备故障时均可引起电压暂降，当电气故障引起自动装置动作时均可引起电压瞬时中断，而大部分低压电气设备对电压都较为敏感，电压暂降或瞬时中断会导致低压设备退出运行，重要设备停运将导致整套化工装置停车，可能造成重大经济损失，因此在设计阶段根据工艺软件包或工艺流程要求制定防晃电策略及治理目标很有必要。

5.5.3 本条规定了石油化工企业低压变配电系统治理晃电的基本原则。

- a) 优化电网结构和配置，提高电网自身的运行稳定性，减少故障次数并缩短故障切除时间，以减少电压暂降和中断次数或缩短电压暂降和中断时间。
- b) 提高用电设备自身电压耐受能力，少选用电压敏感设备，设备采购时可要求供货商提供设备电压耐受能力曲线或向供货商提出电压耐受能力要求。
- c) 设置晃电抑制装置，提高用电设备的抗晃电能力。

5.5.4 国家及国际标准均把电压暂降及中断定义为电能质量范畴，以往设计考虑供电可靠性时更注重长时间电压中断，对晃电（电压暂降及瞬时中断）关注度不够，尤其近年来，随着电力电子设备的普及应用，大型石油化工装置对供电的连续性要求提高，由于没有采取措施致使电压暂降及瞬时中断造成化工装置全线及部分停车的事件越来越多，因此对化工园区（工厂）接入处的晃电特征进行评价有重要意义；对于已经投入运行的化工园区（厂区）把历年的运行数据分析归纳也可以得到具有晃电特征的数据；分析低压用电设备的电压耐受能力，与晃电特征信息数据对比分析可以判断低压用电设备能否满足工艺生产装置的要求，以便在设计中采取抑制晃电或提高用电设备电压耐受能力的措施。

晃电特征信息的调查可以参照表 2。

表 2 电压暂降与短时间中断事件统计表

残压 U , %	持续时间 t , s							
	$0.01 < t \leq 0.1$	$0.1 < t \leq 0.25$	$0.25 < t \leq 0.5$	$0.5 < t \leq 1$	$1 < t \leq 3$	$3 < t \leq 20$	$20 < t \leq 60$	$60 < t \leq 180$
$90 \geq U \geq 80$								
$80 > U \geq 70$								
$70 > U \geq 60$								
$60 > U \geq 50$								
$50 > U \geq 40$								
$40 > U \geq 30$								
$30 > U \geq 20$								
$20 > U \geq 10$								
$10 > U \geq 0$								
其中	电压中断							
	非电压中断							

注：表格内为在相应的电压幅值和持续时间所对应的各种事件次数。

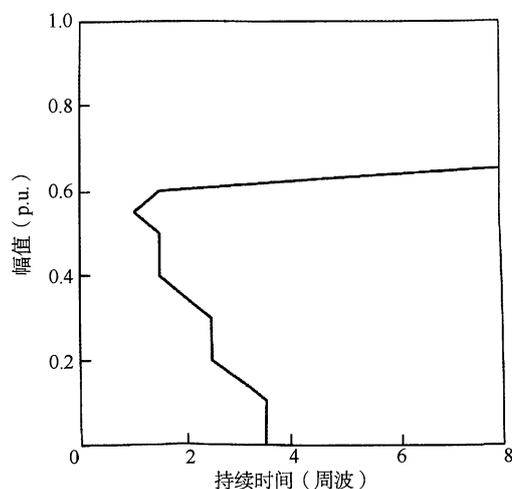
石油化工企业低压用电设备品种多，随着电力电子技术的发展，电力电子设备应用越来越多，而这些电子设备都属于电压敏感设备，电压波动更容易造成跳闸停车，因此获得这些设备的电压耐受能力参数对设置晃电抑制措施非常重要。常规设备电压耐受能力参数范围参见表 3。

表 3 设备的电压耐受能力范围

敏感设备	电压耐受能力		
	上限	平均值	下限
PLC	20ms, 75%	260ms, 60%	620ms, 45%
PLC 输入卡	20ms, 80%	40ms, 55%	40ms, 30%
5hp 交流驱动	30ms, 80%	50ms, 75%	80ms, 60%
交流控制继电器	10ms, 75%	20ms, 65%	30ms, 60%
电动机启动器	20ms, 60%	50ms, 50%	80ms, 40%
个人计算机	30ms, 80%	5ms, 60%	70ms, 50%

注：数据来源于 IEEE Std. 1346，该数据是针对一些产品的测试统计，不是设备的设计原则。

交流接触器的电压耐受能力曲线可参见图 1。



注：数据来源：Brief 10: Low-voltage ride-through performance of AC contactor motor starts, EPRI Power Quality Database, Elforsk, Stockholm, Sweden, 1995。

图 1 接触器的电压耐受能力曲线

对于成套设备或机组，常常因辅机的电压耐受能力不够而引起联锁跳闸，因此本条规定成套机组辅机的电压耐受能力应高于机组的电压耐受能力，这些设备往往是设备商打包供货的，在采购阶段技术规格书明确提出辅机的电压耐受能力要求对成本影响很小。

对于低压用电设备电压耐受能力评价及要求：要对包括计算机（DCS）控制系统、交流变频驱动装置、电动机启动控制装置、PLC 及其控制系统、交流控制继电器、接触器等设备电压耐受能力进行评价。包括大型成套设备的辅助设备其电压耐受能力高于成套机组的电压耐受能力。可以根据制造商产品说明或样本获得常规产品的电压耐受能力参数；可以在设备采购阶段向设备制造商提出索取电设备电压耐受能力曲线的要求；当不满足要求时要向设备制造商提出提高电压耐受能力的要求。

供变配电系统的晃电抑制措施，通常可以通过改进电力系统设计以减少故障次数、缩短故障清除时间；通过设置补偿装置、增加备用电源、改善控制电源设计等方式提升低压电气设备的运行稳定性；通过设置晃电抑制设备提高低压电气设备的运行稳定性。

5.5.4 c) 根据工艺流程对电气设备持续运行的要求，合理配置动态电压调整器（DVR）、交流不间断电源（UPS 或 EPS）、直流 UPS（DC-BANK）等电压补偿设备，可以有效缓解晃电对敏感电气设备的影响。利用静态开关快速将备用电源投入可以避免晃电致使敏感低压电气设备退出运行。

5.5.4 e) 控制电源对电气设备的稳定运行至关重要，控制电源设计应遵守同源原则；谐波易引起敏感设备误跳闸，因此对于使用非线性设备多的低压系统控制电源宜设置隔离变压器进行电磁隔离；特别重要的电气设备的控制电源可以设置直流电源或交流 UPS 供电；低压电动机控制回路可以通过设置晃电抑制模块保持在晃电过程中接触器不释放；具有抑制晃电功能的电动机综合保护器也可以在晃电结束后重新启动电动机。

5.5.5 本条规定了低压供配电系统抑制晃电的设计原则。

a) 通常化工企业低压变配电系统均采用双电源供电，低压母线联络开关设置电源自动切换装置，电源自动切换装置虽然能在一路电源故障时投入备用电源，但低压系统在整个供配电系统的末端，自动切换动作时间可能会达到 2s~3s 甚至更长，2s~3s 的电压中断对化工装置的影响很大，大部分的电动机已经停止运行，即使设置晃电抑制设备，备用电源投入后，电动机需要一个再启动过程，对系统的冲击较大；装设快速切换装置后，可将变压器故障及上级线路故障条件作为触发快切装置的条件，通常可以在 100ms~200ms 内完成切换，此时化工装置的低压电动机的转速下降后还没有停车前即可启动起来，对化工装置的影响减少。如果快速切换不成功，转入同步切换程序，同步切换不成功再转入残压切换程序，实践证明同步切换和残压切换也快于电源自动切换装置。

石油化工生产装置属于过程控制范畴，通常许多控制参数如流量、液位、温度、压力等不是特别敏感，在一定范围波动不能引起工艺装置立即停车，或可以增加一个滤波时间，波动超过滤波时间后再连锁停车，由接触器控制的这类设备可以通过设置晃电抑制模块在电压暂降和瞬时中断过程中使接触器保持在吸合状态，晃电结束后电动机的运行状态恢复正常，晃电抑制时间不宜超过 3s。GB/T 30137—2013《电能质量 电压暂降与短时中断》中把电压暂降与短时中断定义在 1min，本规范提出瞬时电压暂降和瞬时电压中断的概念，时间定义为 3s。实际上超过 3s 后化工装置可能已经停车，电动机再启动可能存在风险。当电压暂降和中断发生后，电动机的转速下降幅度取决于暂降深度、中断时间，不同电动机因负载特性不同其转速下降程度也不同。事实上在 3s 时间内部分电动机可能已经停止运行，电源恢复正常后电动机存在再启动过程，这一点应该引起充分注意。电动机综合保护装置内的储能仅能保持保护器的时钟运行，不能使接触器线圈保持吸合，当电压暂降达到门槛阈值或中断发生时，接触器释放，当电压恢复正常时接触器按照保护器设置的时间吸合，严格意义上这属于来电再启动。

b) 石油化工企业的某些成套重要设备或大型机组的辅助系统电源常常由一路电源供电，其控制功能由自带动力控制柜实现，这种情况当有独立于主电源的备用电源时，可以设置电源自动切换开关，切换开关宜选用静态切换开关（STS），通常静态切换开关的切换时间少于 5ms。

c) 目前大型石油化工企业交流 UPS 用量大，故障率高，维护成本高，因 UPS 故障引起装置停车常有发生，交流 UPS 把正常交流电整流变换成直流，再逆变成交流电，送给仪表专业后再变换成直流，通过多次变换增加了损耗并降低了效率，最重要的是降低了可靠性。考虑标准的前瞻性，本条提出在条件允许时可以用直流 UPS 给 DCS 系统供电，由设计方和用户选择应用。

d) 当分散安装远离动力中心且无备用电源条件时，重要的敏感设备可以由 EPS 供电，选用离线运行方式可以减少设备投资并减少运行成本。

5.5.6 本条规定了动态电压调整器（DVR）设置原则。

a) 动态电压调整器（DVR）串接在电源进线与负荷之间，能够在毫秒级的时间内将系统电压暂降补偿至正常值，是抑制晃电的有效补偿装置。通常石油化工企业中单独供电的大型机组辅助系统中有电压敏感设备时可采用 DVR 动态电压调整器。

b) 附录 A a 型拓扑结构中含有直流储能单元可以满足电压暂降与中断同时补偿的要求。

c) 附录 A b 型拓扑结构没有储能单元，补偿能量取自电源侧，适合补偿电压暂降，不适合补偿电压中断。

d) DVR 的容量及储能单元的容量可根据电压暂降深度、电压中断时间、生产设备需要的维持时

间计算确定。

5.5.7 变频驱动设备属于电压敏感设备，往往系统稍有波动即可保护跳闸，本条规定了变频驱动设备晃电抑制原则。

- a) 当供电系统晃电时，变频器动力与控制同时失去电源，变频器处于不可控制状态，为抑制晃电需要为变频器设置由 UPS 供电的辅助控制电源，当晃电发生时，辅助控制电源保持变频器在可控制状态。
- b) 对工艺参数不敏感由变频器驱动的设备，通过设置晃电抑制模块或利用具有抑制晃电性能的电动机综合保护器控制变频器的进线电源和启动指令，合理设置变频器的飞车再启动参数，可实现变频器晃电结束后重新启动。
- c) 工艺流程控制参数敏感由变频器驱动的设备，可以通过在变频器直流母线并接直流 UPS 补偿保持直流母线电压稳定，保证工艺控制参数稳定。附录 B 直流 UPS a 型拓扑结构中，储能单元是蓄电池，这种拓扑结构简单，当发生晃电时直流开关可在毫秒级接通向变频器直流母线供电，晃电结束后退出运行，其缺点是蓄电池数量多，电池串接后电压要与变频器直流电压相近，且随放电时间推移变频器直流母线电压会逐步下降；附录 B 直流 UPS b 型拓扑结构中储能单元是蓄电池加电压提升模块，其特点是蓄电池数量可以相对减少，靠电压提升模块把蓄电池电压提升至变频器的母线电压，晃电时也可以在毫秒级为变频器直流母线供电，晃电结束后自动退出运行。
- d) 由单电源供电多台变频器驱动的敏感连续生产线或成套机组，可以设置具有公共直流母线的多传动变频驱动系统，在公共直流母线处设置直流 UPS 补偿装置。附录 B 直流 UPS c 型拓扑结构图简单，维护管理方便且节省投资。

5.5.8 本条规定了晃电抑制装置技术要求。

- a) 通常工业过程控制用 UPS 的可靠性高于普通商业级 UPS，其典型特征是：输入、输出均配置隔离变压器，工频整流，整流、逆变、输出静态切换均具有单独的控制板并配备冗余的控制电源；在线运行方式可以隔离电网电源故障对 DCS 系统的影响；通常故障切换时间远少于 10ms；旁路电源设置隔离变压器可以隔离电源侧的电磁干扰，减少旁路切换时间。
- e) 变频驱动设备的控制功能：变频器只有具备这些功能才能实现晃电抑制功能。
- f) 变频驱动设备的低电压穿越能力：变频器属于电压敏感设备，其低电压穿越能力与所带负荷的条件及运行负荷率密切相关，200ms 仅是一个参考值，难以考核测试；电压降低至 90% 额定值时变频器应具备长期稳定运行的能力；其他低电压穿越区域需要采取技术措施保证变频器可靠运行。
- h) 晃电抑制模块应在电压暂降至 10% 时或电压瞬时中断时保持接触器吸合时间不小于 3s，晃电模块宜使用 AC220V 电源。晃电抑制模块的性能随制造商而不同，本条提出了基本要求，设计可以灵活掌握。
- i) 电动机综合保护器内部应设置储能元件（电池或超级电容），具备晃电抑制功能，抑制晃电的时间连续可调。各制造商的产品差异较大，设计时可以灵活掌握。

5.5.9 本条规定了晃电抑制装置还需满足的要求。

- a) 石油化工企业低压供电系统最好不设置带失压瞬时脱口跳闸的断路器，避免晃电发生时跳闸。
- b) 当发生晃电时，由于电动机的转速会下降甚至停止，将导致工艺参数中的压力、流量、液面、温度等产生波动，电气参数中电流、转矩、转速等也会随晃电而波动，如果联锁值不进行时间屏蔽，会引起工艺联锁停车，由工艺专业牵头进行 PHA 分析，确定屏蔽时间。
- c) 全面进行晃电抑制，当晃电结束时，电动机群启动，对电网冲击大，需要进行电网稳定性分析。据国内外研究部门统计，绝大部分电压暂降事件电压幅值大于额定值的 70%，低压电气设备

的耐受电压能力达到 70%，可以避免大部分晃电过程，减低晃电造成的损失。

5.6 励磁系统

5.6.4 本条规定了发电机的自动灭磁装置的相关技术要求。

5.7 自动准同期装置

5.7.2 本条规定了装置的可靠性和准确性的具体要求。

5.8 专用故障录波装置

5.8.1 本条文规定了专用故障录波装置的设置原则。

5.8.2 本条规定了专用故障录波装置的记录原则，这与目前石油化工企业主流做法是相符的。

5.9 系统稳定控制装置

5.9.1 原则上，石油化工企业内满足下列条件时可设置安全稳定控制装置：

1) 设有自备发电机，且发电机在容量上能够实现企业整体或部分的孤网运行，或发电机配合一定容量的外部电源能够实现企业整体或部分稳定运行；

2) 发电机组的型式适合作为独立电源。此外，本规范强调安全稳定控制装置基于稳定计算分析结论而配置方案，系统地解决问题，稳定控制措施之间以及稳定控制措施与其他控制系统之间协调配合。现行标准 DL 755《电力系统安全稳定导则》和 GB/T 26399《电力系统安全稳定控制技术导则》是保证电力系统安全稳定运行的主要标准，安全稳定控制的配置及其控制要求要满足这两个标准的规定。

5.9.2 本条规定了安全稳定控制装置主要配置要求。目前，安全稳定控制装置在石油化工企业内的应用情况较少，还需进一步总结经验，具体的配置需结合实际情况，因地制宜，避免过于复杂的配置，这样可保证安全稳定控制措施的可实施性。

5.9.4 本条是对安全稳定控制装置主要技术性能提出的要求：安全稳定控制装置的安全可靠性要求等同于相同电压等级的继电保护装置；同时，为满足系统发展需要，安全稳定控制装置需具有良好的系统适应性。

6 对相关回路及设备的要求

6.1 二次回路

6.1.1 鉴于机组励磁回路电压有的已超过 400V，因此规定二次回路的工作电压最高不应超过 500V。

6.1.2 由于互感器二次回路连接的负荷实际是由连接电缆和继电保护及自动装置组成，因此本条是指电缆和继电保护及自动装置的总负荷不应超过互感器工作准确等级所规定的负荷范围。

6.1.3 鉴于二次回路的重要性且铝芯控制电缆和绝缘导线存在易折断、易腐蚀等问题，故本条规定二次回路应采用铜芯的控制电缆和绝缘导线。

中华人民共和国
石油 化 工 行 业 标 准
石油化工企业供配电系统自动装置设计规范
SH/T 3209—2020

*

中国石化出版社出版发行
地址：北京市东城区安定门外大街 58 号
邮编：100011 电话：(010) 57512500
石化标准编辑部电话：(010) 57512453
发行部电话：(010) 57512575
<http://www.sinopec-press.com>
E-mail: press@sinopec.com
北京艾普海德印刷有限公司印刷
版权专有 不得翻印

*

开本 880×1230 1/16 印张 2.25 字数 62 千字
2021 年 1 月第 1 版 2021 年 1 月第 1 次印刷

*

书号：155114·1783 定价：50.00 元
(购买时请认明封面防伪标识)