

直接串入式分布式潮流控制器运行人员控制 系统技术规范

Technical specification for direct-connected series distributed power
flow controller operator control system

(与国际标准一致性程度的标识)

(征求意见稿)

2024-01-01 发布

2024-06-01 实施

浙江省电力学会 发布

目 次

前 言	II
引 言	III
1 范围	2
2 规范性引用文件	2
3 术语和定义	2
4 使用条件	3
4.1 正常工作大气条件	4
4.2 试验的标准大气条件	4
4.3 使用环境的其他要求	4
4.4 电源条件	4
4.5 电磁兼容性能	4
5 技术要求	4
5.1 基本结构	4
5.2 设计要求	5
5.3 系统配置	5
6 功能要求	6
6.1 运行人员控制系统监控功能	6
6.2 监视功能	6
6.3 控制功能	7
7 试验	8
7.1 试验条件	8
7.2 功能及性能测试	8
7.3 连续运行试验测试	8
7.4 通信规约一致性测试	8
8 标志、贮存与技术资料要求	9
8.1 标志	9
8.2 贮存	9
附 录 A	错误!未定义书签。
A.1 DS-DPFC 装置集中式安装时的系统典型接线	10
附 录 B	错误!未定义书签。
B.1 直接串入式分布式潮流控制器运行人员控制系统监控信息	11

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（或本部分或本指导性技术文件）由浙江省电力学会提出。

本文件（或本部分或本指导性技术文件）由浙江省电力学会××（全称）××专业委员会技术归口和解释。

本文件（或本部分或本指导性技术文件）起草单位（包括第一承担单位和参加起草单位，按对标准的贡献大小排列）：

本文件（或本部分或本指导性技术文件）主要起草人（按对标准的贡献大小排列）：

本文件（或本部分或本指导性技术文件）首次发布（或本文件×年×月首次发布，×年×月第一次修订，×年×月第二次修订）。

本文件在执行过程中的意见或建议反馈至浙江省电力学会标准工作委员会（地址：浙江省杭州市南复路 1 号，邮编：310008，网址：<http://www.zjsee.org/>，邮箱：zjseeorg_bz@163.com）。

直接串入式分布式潮流控制器运行人员控制系统技术规范

1 范围

本文件拟规范 DS-DPFC 工程运行人员控制系统的使用条件、技术功能要求、试验方法、标志、贮存、技术资料要求等。本文件适用于 220kV 及以下电压等级的 DS-DPFC 工程，其他电压等级可参照执行。

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 191-2008 包装储运图示标志
- GB/T 2887-2000 电子计算机场地通用规范
- GB/T 9361-1988 计算站场地安全要求
- GB/T 13730-2002 地区电网调度自动化系统
- GB/T 22390.1-2008 高压直流输电系统控制与保护设备（第一部分-运行人员控制系统）
- GB/T 35703-2017 柔性直流输电系统成套设计规范
- GB/T 35745-2017 柔性直流输电控制与保护设备技术要求
- GB/T 40867 统一潮流控制器技术规范
- IEC TR 63262 Performance of unified power flow controller (UPFC) in electric power systems
- DL/T 634.5101-2002 配电自动化系统应用
- DL/T 1193-2012 柔性输电术语
- NB/T 10819-2021 高压并联电容器状态监测装置通用技术要求

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

直接串入式分布式潮流控制器 Direct-connected series distributed power flow controller; DS-DPFC

一种由可独立运行的换流子模块以串联方式接入交流电网，通过控制其输出感性或容性电压的大小，达到调节线路等效阻抗与线路潮流目的的装置。

3.2

运行人员控制系统 operator control system

运行人员控制系统是分布式潮流控制器运行时，运行人员的主人机界面和站监控数据收集系统的重要组成部分。它主要由冗余站 LAN 网、主时钟系统、服务器、工作站（运行人员、工程师、站长、培训、远动）等组成。

运行人员控制系统的功能是为运行人员提供运行监视和控制操作的界面。通过运行人员控制层设备，运行人员完成包括运行监视、控制操作、故障或异常工况处理等在内的全部运行人员控制任务。

3.3

监控 monitoring

监视和控制。

3.4

DS-DPFC 子模块 DS-DPFC sub-module

由单相电压源换流器、换流器快速旁路开关、晶闸管旁路开关、金属氧化物避雷器、控制保护模块

以及通信模块等组成的能独立实现潮流控制的 DS-DPFC 最小单元。

3.5

电压源换流器 voltage source converter; VSC

DS-DPFC 子模块内由可关断器件实现换流功能、直流侧储能元件为电容器的换流器。

[来源: DL/T 1193-2012, 定义 3.3.8]

3.6

换流器快速旁路开关 VSC fast bypass switch; FBS

DS-DPFC 子模块内与 VSC 并联的快速旁路开关, 可在 VSC 闭锁、故障、检修时将 VSC 旁路。

3.7

晶闸管旁路开关 thyristor bypass switch; TBS

一种采用晶闸管正反向并联构成的电力电子开关, 在 DS-DPFC 子模块内与 VSC 并联, 可在 VSC 闭锁、故障时将 VSC 短时旁路。具有快速触发导通、短时承受被保护设备故障电流的能力。

3.8

金属氧化物限压器 metal oxide varistor; MOV

由非线性金属氧化物电阻片组成的过电压保护设备, 并联在 DS-DPFC 子模块输出端, 从而限制因电力系统故障在 DS-DPFC 子模块输入输出端产生的过电压。

3.9

子模块旁路开关 sub-module bypass switch; BPS

与 DS-DPFC 子模块并联的旁路开关, 可在 DS-DPFC 子模块停运、故障、检修时将子模块从交流电网中旁路。

3.10

单回线路 DS-DPFC 系统 single-circuit DS-DPFC system

调节单回线路功率的分布式潮流控制器系统。

3.11

多回线路 DS-DPFC 系统 multi-circuit DS-DPFC system

调节双回或更多回线路功率的分布式潮流控制器系统。

3.12

闭锁 blocking

通过停发 DS-DPFC 子模块内电压源换流器的控制脉冲阻止其开通的操作。

[改写 DL/T 1193-2012, 定义 3.4.15]

3.13

解锁 deblocking

通过解除 DS-DPFC 子模块内电压源换流器的闭锁, 允许其开通的操作。

[改写 DL/T 1193-2012, 定义 3.4.16]

3.14

阻抗控制模式 impedance control mode

以注入阻抗为控制目标的 DS-DPFC 典型控制模式。

3.15

电压控制模式 voltage control mode

以注入电压为控制目标的 DS-DPFC 典型控制模式。

3.16

功率控制模式 power control mode

以线路有功功率为控制目标的 DS-DPFC 典型控制模式。

3.17

断面限额模式 Interface flow limits mode

以断面功率不超过指令值为控制目标的 DS-DPFC 典型控制模式。当断面功率超过指令值时, DS-DPFC 输出感性电压, 降低断面功率至指令值, 否则 DS-DPFC 不输出电压。

4 使用条件

4.1 正常工作大气条件

- a) 环境温度: $0^{\circ}\text{C} \sim +45^{\circ}\text{C}$ 、 $-10^{\circ}\text{C} \sim +55^{\circ}\text{C}$;
- b) 大气压力: $80\text{kPa} \sim 110\text{kPa}$;
- c) 相对湿度: $5\% \sim 95\%$ (内部既不应凝露, 也不应结冰)。

4.2 试验的标准大气条件

- a) 环境温度: $+15^{\circ}\text{C} \sim +35^{\circ}\text{C}$;
- b) 大气压力: $86\text{kPa} \sim 106\text{kPa}$;
- c) 相对湿度: $45\% \sim 75\%$ 。

4.3 使用环境的其他要求

- a) 使用环境不应有剧烈的动源;
- b) 使用环境不应有破坏绝缘的体及导电对于使用环境内有火灾爆炸危险的质、系统应有防爆措施;
- c) 使用环境应有防雨风的设施;
- d) 场地安全要求应符合 GB/T 9361-1988 中 B 类的规定, 接地电阻应符合 GB/T 2887-2000 中 4.4 的规定。

4.4 电源条件

4.4.1 交流电源

- a) 额定电压: 220V , 允许偏差 $-15\% \sim +15\%$;
- b) 频率: 50Hz , 允许偏差 $\pm 1\text{Hz}$;
- c) 波形: 正弦, 畸变因数不大于 5% 。

4.4.2 交流不间断电源 (UPS)

交流电源失电时, UPS 维持系统正常工作时间不应小于 $1\text{h} \sim 2\text{h}$ 。

4.5 电磁兼容性能

- a) 静电放电抗扰度: 应能承受 GB/T 14598.14-1998 中规定的严酷等级为 IV 级试验;
- b) 辐射电磁场抗扰度: 应能承受 GB/T 14598.9-2002 中规定的严酷等级为 III 级试验;
- c) 快速瞬变抗扰度: 应能承受 GB/T 14598.10-1996 中规定的严酷等级为 IV 级试验;
- d) 脉冲群抗扰度: 应能承受 GB/T 14598.13-1998 中规定的严酷等级为 III 级的 1MHz 和 100kHz 试验;
- e) 浪涌抗扰度: 应能承受 GB/T 14598.18-2012 中规定的严酷等级为 IV 级试验;
- f) 射频场感应的传导骚扰抗扰度: 应能承受 GB/T 14598.17 规定的严酷等级为 III 级试验;
- g) 工频磁场抗扰度: 应能承受 GB/T 17626.8 中规定的严酷等级为 V 级试验;
- h) 脉冲磁场抗扰度: 应能承受 GB/T 17626.9 中规定的严酷等级为 V 级试验。

5 技术要求

5.1 基本结构

运行人员控制系统应完成运行人员对直接串入式分布式潮流控制器系统的运行操作控制、系统监视、历史和实时运行数据管理、控制保护软件管理以及紧急停运操作等功能。运行人员控制系统应采用冗余配置, 不允许发生系统失控的现象。

直接串入式分布式潮流控制器运行人员控制系统结构示意图如图 1 所示。

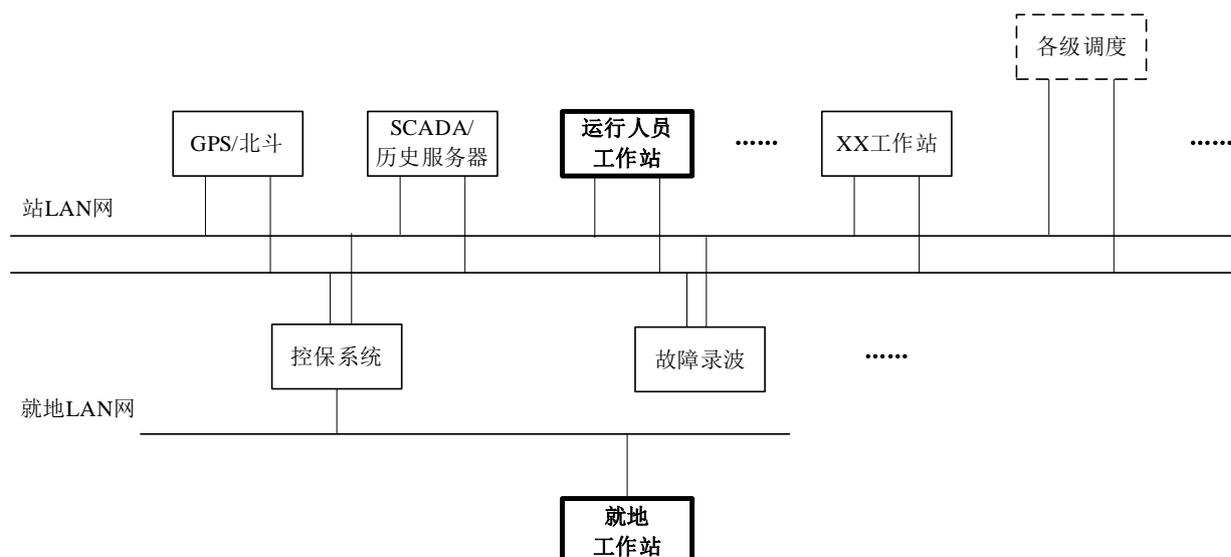


图 1 运行人员控制系统结构示意图

5.2 设计要求

5.2.1 硬件

所选用的计算机产品，包括服务器、工作站、网络设备和外部配套设备等，均应采用当时的主流技术通用产品，应考虑可靠性、可维护性、开放性和可扩展性要求，并适当留有余量。

站内局域网的传输速率不低于 100 Mbit/s，传输层协议为 TCP/IP。为提高系统可靠性，站内局域网应设计为完全冗余的双重化系统，并具有完善的系统自检功能以实现故障时的自动切换或停运。网络设计和设备选型中应充分考虑整个系统的可扩展性能，除满足当前需要外，交换机的接入端口数量至少应留有 30% 以上的冗余度。为保证系统运行的安全性，外围系统与实时系统之间应有可靠的防火墙 (FireWall) 设计，该防火墙功能应采用硬件实现的方案，如通过集成到路由器等装置中的形式来完成。

5.2.2 软件

软件应按分层分布式结构设计，软件设计应遵循模块化原则或是面向对象设计原则。操作系统应符合 IEEE 1003.1-1995 规定的开放性国际标准，应支持主要的操作系统平台 UNIX、Linux 或 Windows。除了系统软件(含操作系统)、应用软件外，应包括网络管理、数据库管理、人机界面管理等在内的支撑软件。支撑软件应尽量选用专业化的、成熟的主流技术产品，并符合 GB/T 13730-2002 中 3.4.3 的规定。运行人员控制系统安全防护应满足《电力监控系统安全防护规定》的要求。

5.2.3 数据通信方式

- 系统与站控/极控系统的通信应采用网络方式，信息交换遵循 DL/T 634(IEC 60870-5)系列标准或 DL/T 860 系列标准；
- 系统与保护装置以及其他装置的通信可采用点对点、多路点对点等串行方式(见 DL/T 634.5101-2002)或网络方式；
- 系统与上级调度系统的通信采用网络通信或点对点串行传输方式；
- 系统与 UPS、火灾报警系统、直流电源系统、空调系统等辅助系统的通信采用串口或带安全防护的网络通信方式；
- 通过广域网通信时应采用安全隔离措施。

5.3 系统配置

5.3.1 总体配置

运行人员控制系统按照双重化配置，由控制保护装置、测控装置、断路器操作装置和监控系统组成。

5.3.2 控制保护装置

采集 DS-DPFC 装置控制、保护所需的电压、电流等电气量，接收来自调度控制层的指令，执行电压控制、阻抗控制、潮流控制策略，实现 DS-DPFC 装置启停控制，将 DS-DPFC 子单元模块投退命令、注入电压指令、值班信息等数据发送给各级子单元模块，并完成装置保护功能。

5.3.3 测控装置

测控装置采集断路器和刀闸等一次设备位置状态，接收站内断路器、刀闸控制命令，控制刀闸分合，并配合断路器操作装置实现断路器分合控制，配合后台实现五防闭锁逻辑。

5.3.4 断路器操作装置

断路器操作装置接收控制保护装置及测控装置的断路器操作命令，执行断路器分合闸操作。

5.3.5 监控系统

监控系统接收来自底层控制保护装置等设备的信息，实现对 DS-DPFC 设备主要电气量、相关一次、二次设备运行状态的监视和控制，提供主接线图显示、遥控操作、用户管理、通讯状态显示、电气量显示、参数更改、参数查看、事件顺序记录存储和查看、数据库管理、报表制作、网络维护、系统诊断等功能。

6 功能要求

6.1 运行人员控制系统监控功能

运行人员控制系统主要完成对直接串入式分布式潮流控制器系统的运行操作控制、系统监视、历史和实时数据管理、控制保护软件管理以及紧急停运操作等功能。

6.2 监视功能

运行人员控制系统的监视功能至少包括直接串入式分布式潮流控制器的实时运行方式和运行值、站内各设备运行状态和运行参数、事件顺序和中央报警、趋势记录等。其监视信息应包括但不限于：

6.2.1 交流系统

- a) DS-DPFC 设备接入交流线路的形式；
- b) DS-DPFC 接入交流线路的三相电压、三相电流、有功功率、无功功率；
- c) DS-DPFC 的出力百分比；
- d) DS-DPFC 的顺控模式、运行状态、运行方式；
- e) 电抗类、功率类、注入电压类、断面限额类控制方式；
- f) 电抗、断面功率、注入电压的实际值；
- g) 瞬时解锁试验状态及控制方式；
- h) 主控线路及 DS-DPFC；
- i) 有功功率及无功功率的传输方向。

6.2.2 设备状态

- a) 交流线路间隔设备
DS-DPFC 接入侧线路交流断路器、线路隔离开关、母线隔离开关的投切状态；
- b) DS-DPFC 交流连接线
交流断路器、隔离开关、接地刀闸的投切状态；
- c) 换流阀系统
 - 1) 充电、解锁、闭锁状态；
 - 2) 子单元电容电压、最高电压、最低电压、平均电压、投入数量、故障数量；
 - 3) 子单元交流电压；
 - 4) 子单元控制系统与集控系统通信状态；
 - 5) 子单元运行状态；
 - 6) 子单元冗余、旁路开关拒动信息；

- 7) 子单元温、湿度;
- 8) 子单元避雷器的动作次数;
- 9) 子单元旁路状态;
- 10) 子单元故障状态;
- 11) 子单元电容电压欠压、过压信息;
- 12) 子单元取能电源故障信息;
- 13) 子单元通讯故障信息;
- 14) 子单元板卡故障信息;
- 15) 子单元 IGBT 故障信息;
- 16) 子单元控制指令信息。
- d) 控制保护设备
 - 1) 控制保护系统的运行状态;
 - 2) 控制位置状态;
 - 3) 附加控制的投切状态。
- e) 远动系统
 - 1) 远动主、备通道的投运状态。
- f) 通信系统
 - 1) 控制系统主、备通道的运行状态;
 - 2) 站 LAN 网间通信通道的运行状态。

6.2.3 事件顺序记录信号

- a) 所有的运行值和状态信号中, 当达到或超过设计临界值或限制值时的显示告警;
- b) 所有保护的動作信号;
- c) 所有设备或系统的主、备用设备或通道的切换报警;
- d) 所有设备的自检结果、故障报警;
- e) 通信系统故障的显示和报警;
- f) 正常运行时, 所有的运行控制命令、DS-DPFC 控制系统指令和控制动作过程, 且其运行状态的变化;
- g) 所有保护、安全自动装置的跳闸指令, 及其相应的设备状态的变化的顺序记录。

6.3 控制功能

整站运行人员控制系统的控制命令均属于监视功能范围, 所有运行操作命令的发出、执行及完成或中断情况均应得到监视, 并应设有防止误操作的确认、纠错等功能。其控制功能应包括但不限于:

6.3.1 起动/停运控制

- a) 控制位置的选择
 - 1) 远方控制中心或主控室控制位置的选择;
 - 2) 从主控室转移到就地控制系统或就地设备的操作。在试验、验收以及紧急状况下, 应能允许运行人员在就地控制系统进行安全可靠的操作。
- b) 系统运行方式的选择
 - 1) 系统的运行方式;
 - 2) 系统的控制方式;
- c) 运行设定值的选择
 - 1) 电抗控制模式应可设定注入电抗的控制目标值 and 变化速率, 具备电抗升降暂停、继续功能;
 - 2) 功率控制模式应可设定有功功率的控制目标值 and 变化速率, 具备功率升降暂停、继续功能;
 - 3) 注入电压控制模式应可设定注入电压的控制目标值 and 变化速率, 具备电压升降暂停、继续功能;
 - 4) 断面限额控制模式应可设定断面有功的控制目标值;
 - 5) 控制目标值设定范围应满足工程需求。
- d) DS-DPFC 的正常起动和停运

- 1) DS-DPFC 的启动和停运命令通常由运行人员发出，但在 DS-DPFC 未达到解锁条件或处于异常状态时，应禁止执行启动命令。

6.3.2 状态控制

除了启动和停运程序自动完成的一系列状态控制外，运行人员还应能进行手动操作，使系统能分段达到下述不同状态：

- a) 检修状态；
- b) 冷备用状态；
- c) 旁路充电状态；
- d) 换流阀解锁（运行）状态；

上述系统各阶段状态的定义和转换需要结合实际工程规定。

6.3.3 运行过程中的运行人员控制

运行人员在系统运行中应能实现以下的在线操作：

- a) 控制模式的在线转换；
- b) 运行设定值的在线设定；
- c) 控制系统的主、备在线手动切换；
- d) 报警或保护动作后的手动复归确认；
- e) 紧急停运。

对于双线及以上直接串入式分布式潮流控制器工程，线间协调（集中）控制功能还应能实现以下的在线操作：

- a) DS-DPFC 的在线投退；
- b) 主控线路控制权转移功能。

6.3.4 主设备及其辅助系统的操作控制

- a) 主设备及其辅助系统的控制操作应包括但不限于：交流断路器、隔离刀闸和接地刀闸的分合。

7 试验

7.1 试验条件

试验应在 4.2 规定的条件下进行。

7.2 功能及性能测试

按 GB/T 13730-2002 中 7.1 规定的方法对功能及性能测试。

7.3 连续运行试验测试

系统基本设备同时投入运行，连续运行 72h，在全负载、全功能下连续运行 72h，每隔 4h 至 8h 测试一次系统是否符合规定的功能及性能要求，如测试中出现关联性故障，则终止连续运行试验，待故障排除后重新开始计时试验，如测试中出现非关联性故障，故障排除后继续试验，排除故障过程不计。连续稳定运行应遵循以下原则：

- a) 试验开始后未经同意，不得对外围设备进行任何调整；
- b) 未经同意不得修改程序或进行系统维护；
- c) 对于冗余配置的系统，除非有意进行切换试验，试验期间不应有切换发生；
- d) 在试验的任何阶段，运行人员可在系统上进行模拟或正常操作；
- e) 试验期间不应出现通信连接中断、装置运行异常等告警信息；
- f) 试验期间工作站 CPU 负荷率应小于等于 30%（任意 30 分钟内），网络负荷率应小于等于 20%（任意 30 分钟内）。

7.4 通信规约一致性测试

通信规约一致性测试，在二次设备联合测试中完成。

8 标志、贮存与技术资料要求

8.1 标志

8.1.1 每台装置应在显著部位设置持久明确的标志和铭牌

其内容宜包括：

- a) 制造厂全称及商标；
- b) 产品型号、名称；
- c) 制造年、月和出厂编号；
- d) 装置的主要参数。

8.1.2 应明示产品执行的标准

8.1.3 标志应符合 GB/T 191-2008 的规定

包装箱上应用不易洗刷或脱落的涂料作如下标志：

- a) 发货厂名、产品型号、名称；
- b) 收货单位名称、地址、到站；
- c) 包装箱外形尺寸及毛重；
- d) “防潮”、“向上”、“小心轻放”等标志。

8.2 贮存

贮存装置的场所应干燥、清洁、空气流通，并能防止各种有害气体的侵入，严禁与有腐蚀作用的物品存放在同一场所。

附录 A

(资料性)

直接串入式分布式潮流控制器系统结构

A.1 DS-DPFC装置集中式安装时的系统典型接线

DS-DPFC 装置集中式安装时的系统典型接线见图 A.1，主要包括：

- DS-DPFC 装置：可根据容量需求，采用多个独立运行的 DS-DPFC 装置级联形式，可采用绝缘支撑件部署方式集中布置于变电站内；
- 交流开关设备：包括旁路开关 BPS、旁路隔离开关 DS3、母线侧隔离开关 DS1、线路侧隔离开关 DS2、母线侧接地开关 DS11、线路侧接地开关 DS21，通过接收控制单元指令执行分合操作，实现 DS-DPFC 整组装置投入/退出状态的切换；
- 控制单元：接收上一级控制系统下发的潮流调节指令并快速响应执行，向各模块下发调节参考电压和调节性质（感性或容性），接收各装置的运行状态并实时上送上一级控制系统。

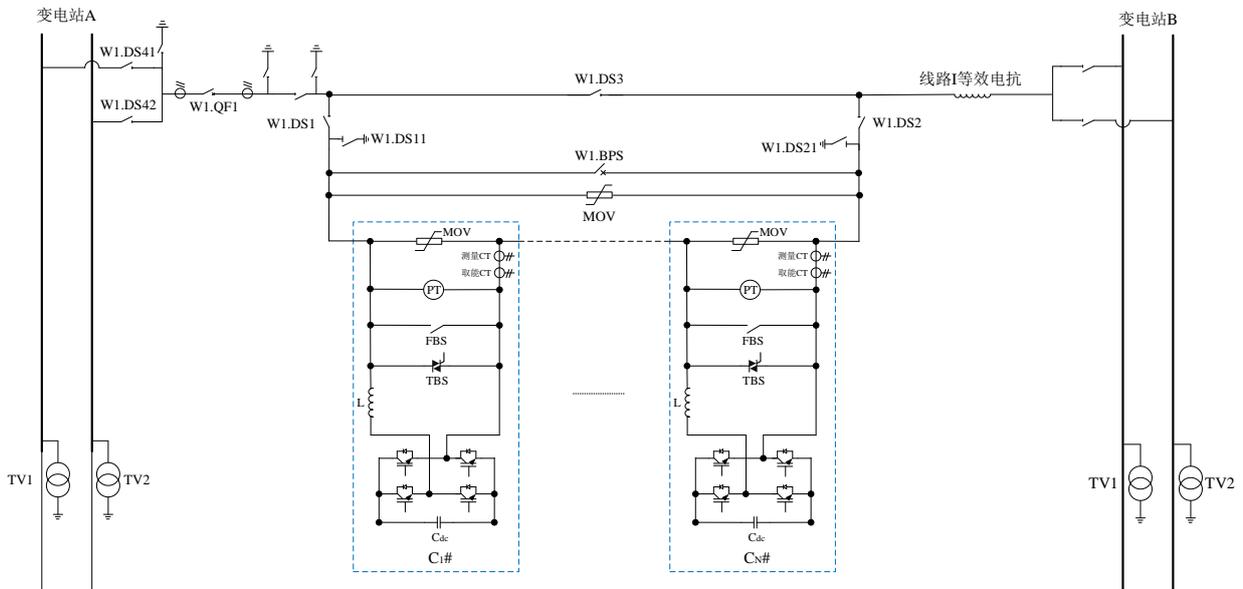


图 A.1 DS-DPFC装置集中式安装时的系统典型接线图

附 录 B
(资料性)
直接串入式分布式潮流控制器控制系统

B.1 直接串入式分布式潮流控制器运行人员控制系统监控信息

直接串入式分布式潮流控制器运行人员控制系统监控信息点见表 B.1。

表 B.1 直接串入式分布式潮流控制器运行人员控制系统监控信息点表

类别	信息
DS-DPFC 投入退出状态	DS-DPFC 运行状态
	DS-DPFC 低电流停运状态
	DS-DPFC 低电流停运后重启
	模块重投启动
DS-DPFC 运行模式	DS-DPFC 电压控制模式
	DS-DPFC 阻抗控制模式
	DS-DPFC 有功控制模式
DS-DPFC 控保内部故障信息（含通信）	DS-DPFC 二次电压空开跳开
	DS-DPFC 旁路开关控制回路断线
	旁路开关控制电源消失
	DS-DPFC 控制保护装置开关偷合
	DS-DPFC 控制保护装置异常
	DS-DPFC 控制保护装置故障
	DS-DPFC 测控装置故障
	DS-DPFC 测控装置异常
	DS-DPFC 测控装置通信中断
	DS-DPFC 测控装置对时异常
	DS-DPFC 监控主机故障
	DS-DPFC 监控主机异常
	DS-DPFC 故障录波装置异常
DS-DPFC 控保系统跳闸动作信息	DS-DPFC 控制保护装置保护动作
DS-DPFC 控保系统功能投退功能	DS-DPFC 旁路开关机构就地控制
	DS-DPFC 测控装置检修压板投入
	DS-DPFC 测控装置防误解除
设备故障	DS-DPFC 旁路开关间隔事故信号
	DS-DPFC 旁路开关 SF6 气压低告警
	DS-DPFC 旁路开关 SF6 气压低闭锁
	DS-DPFC 旁路开关机构弹簧未储能

	DS-DPFC 旁路开关机构三相不一致跳闸
	DS-DPFC 旁路开关机构储能电机故障
	DS-DPFC 旁路开关机构加热器故障
	DS-DPFC 旁路开关机构储能电机故障
	DS-DPFC 旁路开关汇控柜直流电源消失
	DS-DPFC 旁路开关汇控柜交流电源消失
	DS-DPFC 闸刀电机电源消失
	DS-DPFC 闸刀控制电源消失
子模块故障	DS-DPFC 模组故障
	DS-DPFC 模块左桥臂上管故障
	DS-DPFC 模块左桥臂下管故障
	DS-DPFC 模块右桥臂上管故障
	DS-DPFC 模块右桥臂下管故障
	DS-DPFC 模块旁路开关严重故障
	DS-DPFC 模块线路电流过流保护
	DS-DPFC 模块网侧输出电压过压保护
	DS-DPFC 模块直流电容 I 段过压保护
	DS-DPFC 模块直流电容 II 段过压保护
	DS-DPFC 模块直流电容欠压保护
	DS-DPFC 模块重投次数超限
	DS-DPFC 模块旁路晶闸管 BOD 动作保护
	DS-DPFC 模块重投超时
	DS-DPFC 模块直流过压 III 段保护
一次刀闸位置	DS-DPFC 旁路开关合位
	DS-DPFC 旁路开关分位
	DS-DPFC 旁路开关 A 相合位
	DS-DPFC 旁路开关 A 相分位
	DS-DPFC 旁路开关 B 相合位
	DS-DPFC 旁路开关 B 相分位
	DS-DPFC 旁路开关 C 相合位
	DS-DPFC 旁路开关 C 相分位
	DS-DPFC 旁路闸刀合位
	DS-DPFC 旁路闸刀分位
	DS-DPFC 母线侧闸刀合位
	DS-DPFC 母线侧闸刀分位
	DS-DPFC 线路侧闸刀合位
	DS-DPFC 线路侧闸刀分位
	DS-DPFC 母线侧接地闸刀合位

	DS-DPFC 母线侧接地闸刀分位
	DS-DPFC 线路侧接地闸刀合位
	DS-DPFC 线路侧接地闸刀分位
	DS-DPFC 模块旁路开关合位